

 sui generis

Silvio Hänsenberger

**Die zivilrechtliche Haftung
für autonome Drohnen
unter Einbezug von
Zulassungs- und
Betriebsvorschriften**

 Carl Grossmann
Verlag

Silvio Hänsenberger

Die zivilrechtliche Haftung für autonome Drohnen
unter Einbezug von Zulassungs- und Betriebsvorschriften

 sui generis

Herausgegeben von Daniel Hürlimann und Marc Thommen

Band 3

Silvio Hänsenberger

**Die zivilrechtliche Haftung für autonome Drohnen
unter Einbezug von Zulassungs- und Betriebs-
vorschriften**

Autor:

Dr. iur. Silvio Hänsenberger

St. Gallen (Schweiz)

Dieses Werk ist erschienen in der Reihe *sui generis*, herausgegeben von Prof. Dr. Daniel Hürlimann und Prof. Dr. Marc Thommen (ISSN 2569-6629 Print, ISSN 2625-2910 Online).

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek: Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

© 2018 Dr. iur. Silvio Hänsenberger, St. Gallen (Schweiz)



Das vorliegende Werk ist eine Dissertation an der Universität St. Gallen, Hochschule für Wirtschafts-, Rechts- und Sozialwissenschaften sowie Internationale Beziehungen (HSG) und wurde unter einer Creative Commons Lizenz als Open Access veröffentlicht, die bei Weiterverwendung nur die Nennung des Urhebers erfordert, aber keine Bearbeitung zulässt.

Lizenz: **CC BY-ND 4.0** – Informationen: <https://creativecommons.org/licenses/by-nd/4.0/>



[DOI:10.24921/2018.94115928](https://doi.org/10.24921/2018.94115928)

Das vorliegende Werk wurde sorgfältig erarbeitet. Dennoch übernehmen der Autor und Verlag für die Richtigkeit von Angaben, Hinweisen oder Dosierungen sowie für etwaige Druckfehler keine Haftung.



Die Druckvorstufe dieser Publikation wurde vom Schweizerischen Nationalfonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung unterstützt.

Die verwendete Schrift ist lizenziert unter der SIL Open Font License, Version 1.1.

Gedruckt in Deutschland und den Niederlanden auf säurefreiem Papier mit FSC-Zertifizierung.

Herstellung der Verlagsausgabe (Druck- und digitale Fassung):

Carl Grossmann Verlag, Berlin, Bern

www.carlgrossmann.com

ISBN: 978-3-941159-27-3 (gedruckte Ausgabe, Hardcover)

ISBN: 978-3-941159-28-0 (e-Book, Open Access)

Vorwort

Die vorliegende Arbeit wurde im Frühlingssemester 2018 von der Universität St. Gallen (HSG) als Dissertation angenommen. Rechtsprechung und Literatur fanden bis Oktober 2017 Berücksichtigung.

Mein Dank gilt zuallererst Prof. Dr. Isabelle Wildhaber, welcher ich für die Möglichkeit zur Promotion, die lehrreichen Jahre, ihre wertvolle Unterstützung und die optimale Betreuung sowie für die hervorragende Zusammenarbeit an ihrem Lehrstuhl und das Vertrauen in meine Arbeit danken möchte. Mein weiterer Dank gilt Prof. Dr. Markus Müller-Chen für die Übernahme des Korreferats.

Zudem möchte ich mich beim Profilbereich Unternehmen – Recht, Innovation, Risiko der Universität St. Gallen bedanken, der es mir ermöglicht hat, mich an interdisziplinärer und zukunftsrelevanter Forschung zu beteiligen. Hervorzuheben sind dabei insbesondere die Konferenzen „The Man and the Machine – When Systems Take Decisions Autonomously“ (Prof. Dr. Isabelle Wildhaber & Prof. Dr. Thomas Burri) im Jahr 2015 sowie „Roboterrecht“ (Prof. Dr. Isabelle Wildhaber & Prof. Dr. Melinda Lohmann) im Jahr 2016, deren Ergebnisse die vorliegende Doktorarbeit mitgeprägt haben. In diesem Zusammenhang bedanke ich mich bei Prof. Dr. Thomas Burri und Prof. Dr. Melinda Lohmann, welche mit inspirierenden Gedanken und wertvollen Hinweisen zum Gelingen dieser Doktorarbeit beigetragen haben.

Gleichzeitig durfte ich während der Ausarbeitung dieser Dissertation auf den Wissensschatz und die Informationen von Experten, Institutionen und Unternehmen zurückgreifen, wofür ich mich bedanken möchte. Dazu zählen u.a. das Bundesamt für Zivilluftfahrt (BAZL), die Joint Authorities for Rulemaking on Unmanned Systems (JARUS), Dr. Kurt Moll (Projektgruppe TA-Swiss „Zivile Drohnen“), Die Schweizerische Post, Skybotix AG (ETH Spin-off, heute GoPro Switzerland SA) sowie Martin Steiger (Rechtsanwalt Zürich).

Für die kritische Durchsicht und die wertvollen Hinweise danke ich Cinzia Hänsenberger, Jürg Hänsenberger, Michael Loher und Anne-Cathrine Tanner.

Ein grosser Dank gebührt auch Albert Stadelmann (Rechtsanwalt St. Gallen), der als Arbeitgeber, Vorbild und Freund im fachlichen Diskurs mein juristisches Denken geschärft hat und mir am Arbeitsplatz den für die Fertigstellung dieser Arbeit notwendigen Freiraum geschaffen hat.

Schliesslich gilt meinen Eltern, Maria Hänsenberger-Di Fede und Jürg Hänsenberger, ein herzliches und grosses Dankeschön. Ohne ihre Unterstützung auf dem Weg zu dieser Doktorarbeit wäre der erfolgreiche Abschluss dieses Projekts nicht möglich gewesen.

St. Gallen, im Mai 2018

Silvio Hänsenberger

Inhaltsübersicht

| | |
|--|--------------|
| Inhaltsverzeichnis | IX |
| Abstract | XVII |
| Literaturverzeichnis | XXVI |
| Materialienverzeichnis | XLVII |
| | |
| I. Einleitung | 1 |
| II. Eigenschaften autonomer Drohnen | 9 |
| III. Haftung für Personen- und Sachschäden am Boden | 75 |
| IV. Haftung bei Luftkollisionen und reinen Vermögensschäden | 147 |
| V. Regulierungsvorschlag auf Basis bestehender Normen | 189 |
| VI. Zusammenfassung | 241 |

Inhaltsverzeichnis

| | |
|---|----------|
| Inhaltsverzeichnis | IX |
| Abstract | XVII |
| Abkürzungsverzeichnis | XIX |
| Literaturverzeichnis | XXVI |
| Materialienverzeichnis | XLVII |
| Abbildungsverzeichnis | LI |
| Tabellenverzeichnis | LIII |
| Verzeichnis der Formulierungsvorschläge | LV |
| | |
| I. Einleitung | 1 |
| A. Ausgangslage | 1 |
| B. Problemstellung und Ziel der Arbeit | 4 |
| C. Aufbau | 8 |
| | |
| II. Eigenschaften autonomer Drohnen | 9 |
| A. Bezeichnung | 9 |
| B. Drohnenkategorien | 10 |
| 1. Gewicht | 11 |
| 2. Betriebsrisiko (potentieller Verletzungsschweregrad) | 13 |
| 3. Aerodynamische Konstruktion | 15 |
| a. Drehflügler | 16 |
| b. Starrflügeldrohnen | 16 |
| c. Schwingflügler | 17 |
| C. Kernkomponenten | 17 |
| D. Funktionsweise autonomer Drohnen | 20 |
| 1. Zustandsvektor | 23 |
| 2. Datenverbindung und Informationen aus Vernetzung | 24 |
| 3. Nutzlast | 25 |
| a. Nutzlast für Navigation | 26 |
| b. Nutzlast zur Aufgabenerfüllung | 27 |
| c. Gemischte Verwendung der Nutzlast | 29 |
| 4. Flugkontroll-System | 29 |

- 5. Missionskontroll-System 31
 - a. Sensordatenverarbeitung. 31
 - b. Orientierung 32
 - c. Kollisionsvermeidung mit statischen Objekten 34
 - d. Kollisionsvermeidung mit beweglichen Objekten 34
 - 1) Kooperative Kollisionsvermeidungs-Systeme 35
 - 2) Nicht-kooperative Kollisionsvermeidungs-Systeme. 36
 - e. Flugplanung. 37
 - f. Kontrollarchitektur 39
- E. Autonome Entscheidungsprozesse 42**
 - 1. Autonomie 43
 - a. Künstliche Intelligenz (KI). 44
 - b. Erfahrung 46
 - c. Selbständigkeit 47
 - 2. Arten von Entscheidungs-Algorithmen 47
 - a. Symbolverarbeitende KI. 47
 - b. Expertensysteme. 48
 - c. Neuronale Netze 49
 - d. Hybride Ansätze. 53
 - e. Genetische Algorithmen 53
 - 3. Entscheidungs-Algorithmen in autonomen Drohnen 55
 - 4. Autonome Agenten. 56
 - 5. Grad der Autonomie. 56
 - 6. Ethische Parameter als Leitlinien für die Haftung?.. . . . 60
 - a. Asimov's laws. 61
 - b. Kategorisierung ethischer Probleme und universeller Moral-Algorithmus. 62
 - c. Einzelfallbasierte Ethik 62
 - d. Utilitarismus 63
 - e. Regelbasierter Ansatz nach Kant 63
 - f. Probleme ethischer Leitlinien aus philosophischer Sicht . . 64
 - g. Keine Differenzierung nach ethischen Gesichtspunkten bei der Gefährdungshaftung 65
 - h. Verhaltenskodex für Entwickler 65
- F. Flugverkehrskontrollsystem 67**
- G. Formationen und Schwärme 68**
- H. Gefahren durch Nano-, Mikro- und Kleindrohnen 70**
- I. Abgrenzung zu Modellfluggeräten 72**

| | |
|---|-----------|
| III. Haftung für Personen- und Sachschäden am Boden. | 75 |
| A. Luftfahrthaftpflicht. | 75 |
| 1. Fehlende verbindliche internationale Regelungen im Bereich der Drittschadenshaftung | 75 |
| a. ICAO-Übereinkommen ohne Haftpflichtregelung | 76 |
| b. Warschauer Abkommen und Montrealer Übereinkommen ohne Regeln zu Drittschäden | 76 |
| c. Römer Haftungsabkommen in der Schweiz nicht ratifiziert | 77 |
| d. Nachfolgeabkommen für die Römer Haftungsabkommen ohne Geltung in der Schweiz | 79 |
| e. Fehlende Kausalität bei der Haftung nach dem Übereinkommen zum Weltraumrecht | 80 |
| f. Zwischenfazit internationale Bestimmungen | 80 |
| 2. Haftung für Schäden nach dem LFG. | 80 |
| a. Die Haftungsbestimmung von Art. 64 LFG für Personen- und Sachschäden auf der Erde | 81 |
| b. Gefährdungshaftung nach Art. 64 LFG | 81 |
| c. Wann befindet sich ein unbemanntes Luftfahrzeug im Flug? | 82 |
| d. Art. 64 ff. LFG als Anspruchsgrundlagen für Personen- und Sachschäden. | 85 |
| 1) Haftung für Personenschäden nach Art. 64 ff. LFG | 85 |
| 2) Haftung für Sachschäden nach Art. 64 ff. LFG. | 86 |
| 3) Keine Haftung für reine Vermögensschäden nach Art. 64 ff. LFG. | 88 |
| e. Kausalzusammenhang und beschränkte Entlastungsmöglichkeiten des Halters. | 90 |
| f. Schwierigkeiten bei der Identifikation des Halters | 93 |
| g. Haftung des Halters bei Schwarzflügen | 96 |
| 1) Keine Entlastung des Halters. | 96 |
| 2) Solidarische Haftung von Halter und Schwarzflieger. | 97 |
| 3) Fehlende gesetzliche Haftungsbeschränkung. | 98 |
| 4) Schwierige Identifikation des solidarisch haftenden Schwarzfliegers | 100 |
| h. Solidarische Haftung bei Luftkollisionen. | 100 |
| 1) Konstellationen bei Kollisionen von Luftfahrzeugen | 100 |
| 2) Haftung für Luftkollisionen nach Art. 66 LFG. | 102 |

| | |
|--|------------|
| 3) Rückgriff von Solidarschuldnern. | 103 |
| i. Schutz der Geschädigten bei Haftpflichtfällen. | 105 |
| j. Abgrenzung der Haftung nach LFG zu anderen Ansprüchen. | 107 |
| 1) Abgrenzung zur ausservertraglichen Haftung des OR und ZGB | 107 |
| 2) Abgrenzung zur strassenverkehrsrechtlichen Gefährdungshaftung (Art. 58 SVG) | 107 |
| 3) Anspruchskonkurrenz bei Ansprüchen aus spezialgesetzlicher Haftung wie dem PrHG. | 109 |
| 4) Anspruchskonkurrenz bei parallelen vertraglichen Entschädigungsansprüchen | 109 |
| k. Gerichtsstand und anwendbares Recht bei nationalen und internationalen Sachverhalten | 111 |
| 1) Nationale Sachverhalte | 111 |
| 2) Internationale Sachverhalte | 111 |
| l. Verjährung. | 116 |
| B. Haftung für Produkte. | 117 |
| 1. Produkthaftpflicht. | 117 |
| a. Ersatzpflichtige Schäden nach PrHG | 117 |
| b. Nano-, Mikro- und Kleindrohnen als Produkte | 120 |
| c. Produktfehler bei Nano-, Mikro- und Kleindrohnen | 121 |
| 1) Berechtigte Sicherheitserwartungen | 121 |
| 2) Fehlerbegriff bei autonomen Systemen | 122 |
| 3) Massgebender Zeitpunkt. | 126 |
| 4) Art und Weise der Präsentation. | 127 |
| d. Beweislast | 128 |
| e. Subsidiäre Geltung des OR und Anspruchskonkurrenz. | 129 |
| f. Mehrere Ersatzpflichtige aus unterschiedlichen Rechtsgründen | 130 |
| 2. Bestimmungen zur Sicherheit von Produkten. | 130 |
| a. Unterschiedliche Bestimmungen je nach Art der Drohne | 131 |
| b. Haftung aus der Verletzung von Pflichten bei der Inverkehrbringung und Nachmarktpflichten. | 135 |
| c. Grösserer Schutzbereich im Vergleich zum PrHG. | 136 |
| d. Ersatzpflichtige Schäden bei Pflichtverletzungen bezüglich Sicherheit von Produkten. | 137 |

| | |
|--|------------|
| 3. Produzentenhaftung | 137 |
| 4. Produkthaftung bei internationalen Beteiligten. | 139 |
| a. Produkthaftung in den Schweizer Nachbarländern | 139 |
| b. Anwendbares Recht bei Produkthaftung mit internationaler Beteiligung | 141 |
| IV. Haftung bei Luftkollisionen und reinen Vermögensschäden. | 147 |
| A. Haftungsprobleme verursacht durch die Eigenschaften autonomer Nano-, Mikro- und Kleindrohnen | 148 |
| 1. Fehler oder Fehlentscheidung?. | 149 |
| 2. Wer ist verantwortlich für Fehlentscheidungen?. | 152 |
| 3. Komplexität des Systems | 154 |
| 4. Externe Einflüsse. | 156 |
| 5. Ergebnis: Schlechterstellung der Geschädigten | 159 |
| B. Haftung bei Luftkollisionen | 159 |
| 1. Keine luftrechtliche Gefährdungshaftung bei Luftkollisionen de lege lata. | 160 |
| 2. Keine Haftung aus Verschuldenshaftung ohne Sorgfaltspflichtverletzung | 161 |
| 3. Fehlende Kausalhaftung. | 163 |
| a. Beschränkte Wirkung der Produkthaftpflicht | 163 |
| b. Keine analoge Anwendung der Werkeigentümerhaftung. | 164 |
| c. Keine analoge Anwendung von Haftungen für Dritte. | 164 |
| 1) Haftung des Familienoberhauptes. | 164 |
| 2) Tierhalterhaftung | 165 |
| 3) Geschäftsherrenhaftung und Organhaftung. | 166 |
| 4. Keine analoge Anwendung der Billigkeitshaftung | 168 |
| 5. Lösungsvorschlag für die Haftung bei Luftkollisionen | 168 |
| a. Fehlende technische Möglichkeiten für eine elektronische Person | 168 |
| b. Reform im Bereich der Gefährdungshaftung | 170 |
| 1) Keine Lösung durch eine allgemeine Gefährdungshaftung. | 170 |
| 2) Spezielle Gefährdungshaftung für autonome Systeme | 171 |
| C. Haftung für reine Vermögensschäden. | 172 |
| 1. Schutznormverletzung als Haftungsvoraussetzung für reine Vermögensschäden. | 173 |

- 2. Haftung für reine Vermögensschäden nur bei Sorgfaltspflichtverletzungen 175
- 3. Haftung für reine Vermögensschäden de lege ferenda 178
 - a. Keine Lösung durch eine allgemeine Gefährdungshaftung 178
 - b. Einführung einer speziellen Gefährdungshaftung 179
 - 1) Anforderung: Keine ausufernde Haftung für reine Vermögensschäden 179
 - 2) Schutznormverletzung als Haftungsvoraussetzung de lege ferenda 181
 - 3) Gleichstellung der Geschädigten durch Erweiterung der Halterhaftung 182
 - c. Beschränkung der Höhe des Haftungsbetrages 182
- D. Notwendigkeit die Verantwortungslücke gesetzlich zu schliessen? 183**
 - 1. Ausnahme vom Grundsatz casum sentit dominus 184
 - 2. Verwirklichung des Grundsatzes suum cuique tribuere 185
 - 3. Sachgerechte Berücksichtigung technischer Entwicklungen. 187
 - 4. Ergebnis: Gesetzesanpassung erforderlich 188
- V. Regulierungsvorschlag auf Basis bestehender Normen 189**
 - A. Neue Zulassungs- und Betriebsvorschriften 190**
 - 1. Bestimmungen im Luftrecht de lege lata gelten auch für autonome Nano-, Mikro- und Kleindrohnen. 190
 - a. Internationale Regelungen als rechtlicher Rahmen im Luftrecht. 190
 - 1) ICAO-Drohnenvorschriften in der Entwicklung 190
 - 2) Heterogene europäische Regeln für Zulassung und Betrieb für Drohnen bis 150 kg 192
 - 3) Haftung für Drittschäden auf dem Boden durch Luftfahrzeuge in ausgewählten EU-Mitgliedstaaten . . . 195
 - b. Relevante Bestimmungen im Schweizer Luftrecht 196
 - 1) Europäische Vorgaben für das Schweizer Luftrecht. . . 196
 - 2) Zuständigkeit für Zulassungs- und Betriebsvorschriften in der Schweiz 197
 - 3) Betriebsvorschriften für Nano-, Mikro- und Kleindrohnen 198
 - 4) Anwendungsspezifische Vorgaben 200

| | | |
|-----------|---|------------|
| 5) | Luftverkehrsregeln lassen keine autonomen Flüge ohne weitere Sicherheitsmassnahmen zu | 202 |
| 2. | Weitere rechtliche Rahmenbedingungen de lege lata | 204 |
| 3. | Regelungsbedarf für Zulassung, Betrieb und Haftung von autonomen Nano-, Mikro- und Kleindrohnen | 205 |
| 4. | Reformbestrebungen auf internationaler Ebene unter Beteiligung der Schweiz | 206 |
| a. | Expertengruppe JARUS | 206 |
| b. | European RPAS Steering Group | 207 |
| 5. | Regulierungsvorschlag zu Zulassungs- und Betriebsvoraussetzungen | 208 |
| a. | Risiko statt Gewicht als Anknüpfungskriterium | 208 |
| b. | Einbezug des gesamten Drohnensystems in die Risikobeurteilung | 209 |
| c. | Drei Kategorien als Grundlage neuer Vorschriften | 210 |
| 1) | Offene Kategorie für pilotengesteuerte Drohnen mit geringem Risiko | 211 |
| 2) | Spezifische Kategorie | 216 |
| 3) | Zertifizierte Kategorie mit Anforderungen der bemannten Luftfahrt | 218 |
| d. | Neue Luftverkehrsregeln für Nano-, Mikro- und Kleindrohnen | 219 |
| e. | Anpassung der Vorschriften zur Versicherungspflicht | 219 |
| f. | Neue Vorschriften zur Produktsicherheit von Nano-, Mikro- und Kleindrohnen. | 224 |
| g. | Einführung einer Registrierungs-, Kennzeichnungs- und Meldepflicht | 226 |
| h. | Gesetzgeberische Umsetzung neuer Zulassungs- und Betriebsvorschriften. | 227 |
| B. | Einführung einer Gefährdungshaftung bei Luftkollisionen | 229 |
| 1. | Formulierungsvorschlag für eine Haftung bei Luftkollisionen | 230 |
| 2. | Gesetzgeberische Umsetzung einer neuen Haftung bei Luftkollisionen | 231 |
| C. | Einführung einer Gefährdungshaftung für reine Vermögensschäden | 233 |
| 1. | Formulierungsvorschlag für eine Gefährdungshaftung für Vermögensschäden. | 233 |

| | |
|---|------------|
| a. Reine Vermögensschäden auf der Erde. | 234 |
| b. Reine Vermögensschäden bei Luftkollisionen | 235 |
| 2. Gesetzgeberische Umsetzung einer neuen Haftung für reine Vermögensschäden | 236 |
| D. Übersicht über die wichtigsten Regulierungsvorschläge | 236 |
| | |
| VI. Zusammenfassung | 241 |

Abstract

Die Eigenschaften und Fähigkeiten autonomer Drohnen stellen das Haftpflichtrecht vor grosse Herausforderungen. Heute sind nur Personen- und Sachschäden auf der Erde durch eine Gefährdungshaftung ([Art. 64 Abs. 1 LFG](#)) gedeckt. Bei Luftkollisionen drohen Geschädigte ohne Rechtsschutz zu bleiben, da Schadenersatzansprüche aufgrund von Fehlentscheidungen eines Algorithmus weder mittels Verschuldenshaftung ([Art. 41 Abs. 1 OR](#)) noch mit der Haftung für Produkte durchsetzbar sind. Dasselbe gilt bei reinen Vermögensschäden. Einzig falls beim Einsatz autonomer Drohnen Sorgfaltspflichten verletzt wurden, kommt eine Haftung aus Verschulden infrage. Solche Sorgfaltspflichten können sich aus Zulassungs- und Betriebsvorschriften ergeben. Heute sind autonome Flüge ohne direkte Kontrollmöglichkeit und ausserhalb des Sichtbereichs eines Piloten nur mit Ausnahmegewilligungen erlaubt. Künftig werden solche Schranken wegfallen, wie internationale Bestrebungen zeigen. Dafür sind sachgerechte Zulassungs- und Betriebsvorschriften notwendig, die in dieser Dissertation beschrieben werden. Gleichzeitig bedarf es einer Ausdehnung der luftrechtlichen Gefährdungshaftung für unbemannte Luftfahrzeuge, die nicht durch einen Piloten gesteuert werden, auf Schäden bei Luftkollisionen und auf reine Vermögensschäden. Zu diesem Zweck werden vorliegend konkrete Gesetzesformulierungen vorgeschlagen und deren gesetzgeberische Umsetzung erörtert.

The characteristics and abilities of autonomous drones pose major challenges for liability law. Nowadays only personal injury and damage to property on the ground are covered by strict liability (Art. 64 para. 1 Swiss Aviation Act). Injured parties are in danger of being left without legal protection in the event of mid-air collisions, as claims for damages cannot be asserted on the basis of erroneous decisions by an algorithm, either through liability for wilful or negligent wrongdoing (Art. 41 para. 1 Swiss Code of Obligations) or product liability. The same applies to purely pecuniary loss. The question of liability for wilful or negligent wrongdoing arises only if duties of care were violated when using autonomous drones. Such duties of care may ensue from permit and operating

regulations. Currently autonomous flights without the possibility of direct control and beyond a pilot's field of vision are allowed only with special permits. As international efforts show, such barriers will come down in future. Appropriate licensing and operating regulations as described in this dissertation will therefore be required. At the same time it will be necessary to extend strict liability under aviation law for unmanned aircraft that are not steered by a pilot to damage in the event of mid-air collisions and to purely pecuniary damage. The specific legal formulations and their legislative implementation are proposed and discussed here for this purpose.

Les propriétés et capacités des drones autonomes posent d'importants défis au droit de la responsabilité civile. Actuellement, seuls les dommages causés aux personnes et aux biens qui se trouvent à la surface sont couverts par une responsabilité pour risque (art. 64 al. 1 LA). En cas de collision dans l'air, les victimes risquent de rester sans protection juridique, car on ne peut faire valoir de droits à dommages-intérêts en raison de décisions erronées d'un algorithme ni sur base de la responsabilité pour faute (art. 41 al. 1 CO) ni sur celle de la responsabilité des produits. Il en va de même en ce qui concerne les purs dommages matériels. Le seul cas où une responsabilité pour faute entre en ligne de compte lors de l'utilisation de drones autonomes est celui où les devoirs de diligence n'ont pas été respectés. De tels devoirs de diligence peuvent découler des conditions d'homologation et d'exploitation. Actuellement, les vols autonomes sans possibilité de contrôle direct et en dehors du champ de vision d'un pilote ne sont permis qu'avec des autorisations exceptionnelles. A l'avenir, ces restrictions seront supprimées, comme le montrent des efforts déployés au niveau international. Pour cette raison, des conditions d'homologation et d'exploitation adéquates, telles que décrites dans cette thèse, sont nécessaires. En même temps, l'on a besoin – dans le cas des aéronefs sans équipage, non dirigés par un pilote – d'élargir la responsabilité pour risque du droit aérien aux dommages en cas de collisions dans l'air et aux purs dommages matériels. A cet effet, des formulations de lois concrètes sont proposées et leur mise en oeuvre législative est exposée ici.

Abkürzungsverzeichnis

| | |
|-------|---|
| 3D | Dreidimensional |
| A.M. | andere Meinung |
| Abs. | Absatz |
| ADS-B | automatische Blindausstrahlung lokal ermittelter Positionen (Automatic Dependent Surveillance Broadcast) |
| AEUV | Vertrag über die Arbeitsweise der Europäischen Union |
| AG | Aargau |
| AIS | vereinfachte Verletzungsskala (Abbreviated Injury Scale) |
| AJP | Allgemeine Juristische Praxis (Lachen) [Zeitschrift] |
| AK | Arbeitskreis |
| Art. | Artikel |
| ASDA | Association Suisse de Droit Aérien et Spatial |
| AT | Österreich |
| Aufl. | Auflage |
| Az. | Aktenzeichen |
| BAnz. | Bundesanzeiger (Deutschland) |
| BAZL | Bundesamt für Zivilluftfahrt |
| BE | Kanton Bern |
| BGBL. | Bundesgesetzblatt (Deutschland) |
| BGE | Entscheidung/en des Schweizerischen Bundesgerichts |
| BGer | Schweizerische/s Bundesgericht |
| BGH | Bundesgerichtshof (Deutschland) |
| BGHZ | Entscheidungssammlung des Bundesgerichtshofs in Zivilsachen (Deutschland) |
| BK | Berner Kommentar |
| BSG | Bundesgesetz über die Binnenschifffahrt, SR 747.201 |
| BSK | Basler Kommentar |

| | |
|----------|---|
| BV | Bundesverfassung der Schweizerischen Eidgenossenschaft, SR 101 |
| bzw. | beziehungsweise |
| CH | Confœderatio Helvetica (Schweizerische Eidgenossenschaft) |
| CHK | Handkommentar zum Schweizer Privatrecht |
| CO | Loi fédérale complétant le Code civil suisse (Livre cinquième: Droit des obligations), SR 220 |
| CofA | Lufttüchtigkeitszeugnis (Certificates of Airworthiness) |
| CPU | Central Processing Unit |
| CR | Commentaire romand |
| CTR | Kontrollzonen |
| d.h. | das heisst |
| DE | Deutschland |
| Diss. | Dissertation |
| DSG | Bundesgesetz über den Datenschutz, SR 235.1 |
| E. | Erwägung/en |
| EASA | Europäische Agentur für Flugsicherheit |
| ebd. | ebenda |
| EBG | Eisenbahngesetz, SR 742.101 |
| ECU | Europäische Währungseinheit (European currency unit) |
| EDI | Eidgenössisches Departement des Innern |
| EG | Europäische Gemeinschaft |
| EleG | Bundesgesetz betreffend die elektrischen Schwach- und Starkstromanlagen, SR 734.0 |
| engl. | englisch |
| E-Person | elektronische Person |
| EPFL | École polytechnique fédérale de Lausanne |
| ERSG | European RPAS Steering Group |
| etc. | et cetera |
| ETSO | Europäische Technische Standardzulassung (European Technical Standard Order) |
| EU | Europäische Union |
| EuGH | Europäischer Gerichtshof (Luxemburg) |
| EWG | Europäische Wirtschaftsgemeinschaft |

| | |
|-------------------------|--|
| EWR | Europäischer Wirtschaftsraum |
| f./ff. | folgende/fortfolgende |
| FAA | Bundesluftfahrtbehörde der Vereinigten Staaten (Federal Aviation Administration) |
| FAV | Verordnung über Fernmeldeanlagen, SR 784.101.2 |
| FCL | Flight Crew Licensing |
| FL | Fürstentum Liechtenstein |
| Fn. | Fussnote |
| g | Gramm |
| GKV | Verordnung über die Aus-, Ein- und Durchfuhr zivil und militärisch verwendbarer Güter sowie besonderer militärischer Güter (Güterkontrollverordnung), SR 946.202.1 |
| GPS | Global Positioning System |
| GRC | Convention on Compensation for damages caused by aircraft to third parties (General Risk Convention) |
| GTG | Bundesgesetz über die Gentechnik im Ausserhumanbereich (Gentechnikgesetz), SR 814.91 |
| i.d.R. | in der Regel |
| i.V.m. | in Verbindung mit |
| ICAO | International Civil Aviation Organization |
| IEC | International Electrotechnical Commission |
| IEEE | Institute of Electrical and Electronics Engineers (USA) |
| INS | Trägheitsnavigationssystem, engl. Inertial Navigation System |
| insb. | insbesondere |
| IPRG | Bundesgesetz über das internationale Privatrecht, SR 291 |
| IR | Durchführungsbestimmungen (Implementing Rules) |
| ISO | International Organization for Standardization |
| IT | Informationstechnologie (Information Technology) |
| JAR | Joint Aviation Requirements |
| JARUS | Joint Authorities for Rulemaking on Unmanned Systems |
| JSG | Bundesgesetz über die Jagd und den Schutz wildlebender Säugetiere und Vögel (Jagdgesetz), SR 922.0 |
| K ³ -Systeme | Kommunikations-, Kommando- und Kontrollsysteme |
| Kap. | Kapitel |

| | |
|-----------|---|
| kg | Kilogramm |
| KHG | Kernenergiehaftpflichtgesetz, SR 732.44 |
| KLFV-BE | Kantonale Luftfahrtverordnung des Kantons Bern, Bernische Systematische Gesetzessammlung Nr. 768.1 |
| km/h | Kilometer pro Stunde (Geschwindigkeit) |
| KUKO | Kurzkommentar |
| LA | Loi fédérale sur l'aviation, SR 748.0 |
| LFG | Bundesgesetz über die Luftfahrt (Luftfahrtgesetz), SR 748.0 |
| LFV | Luftfahrtverordnung, SR 748.01 |
| LIDAR | Light Detection and Ranging |
| lit. | litera |
| LR | Liechtensteinisches Landesrecht |
| LSV | Lärmschutz-Verordnung, SR 814.41 |
| LTrV | Verordnung über den Lufttransport, SR 748.411 |
| LugÜ | Übereinkommen über die gerichtliche Zuständigkeit und die Anerkennung und Vollstreckung von Entscheidungen in Zivil- und Handelssachen (Lugano-Übereinkommen), SR 0.275.12 |
| LVA CH–EU | Abkommen zwischen der Schweizerischen Eidgenossenschaft und der Europäischen Gemeinschaft über den Luftverkehr, abgeschlossen am 21.6.1999, in Kraft getreten am 1.6.2002, SR 0.748.127.192.68 |
| M | Masse |
| m.w.H. | mit weiterem Hinweis/mit weiteren Hinweisen |
| MaschV | Verordnung über die Sicherheit von Maschinen (Maschinenverordnung), SR 819.14 |
| Mass. | Massachusetts |
| math. | mathematisch |
| max. | maximal/en |
| MESA | Metamaterial Electronically Scanning Array |
| MÜ | Übereinkommen zur Vereinheitlichung bestimmter Vorschriften über die Beförderung im internationalen Luftverkehr, abgeschlossen in Montreal am 28.5.1999, in Kraft getreten für die Schweiz am 5.9.2005 (Montrealer Übereinkommen), SR 0.748.411 |

| | |
|---------|---|
| N | Note/n |
| n. | numero |
| NEV | Verordnung über elektrische Niederspannungserzeugnisse, SR 734.26 |
| NHG | Bundesgesetz über den Natur- und Heimatschutz, SR 451 |
| NJW | Neue Juristische Wochenschrift (Frankfurt am Main) [Zeitschrift] |
| Nr. | Nummer |
| OFK | Orell Füssli Kommentar |
| OR | Bundesgesetz betreffend die Ergänzung des Schweizerischen Zivilgesetzbuches (Fünfter Teil: Obligationenrecht), SR 220 |
| OR 2020 | Schweizer Obligationenrecht 2020 |
| ParlG | Bundesgesetz über die Bundesversammlung (Parlamentsgesetz), SR 171.10 |
| PCR-UAO | „Prototype“ Commission Regulation on Unmanned Aircraft Operations |
| Pra | Die Praxis des Bundesgerichts (Basel) [Zeitschrift] |
| PrHG | Bundesgesetz über die Produkthaftpflicht (Produkthaftpflichtgesetz), SR 221.112.944 |
| PrSG | Bundesgesetz über die Produktesicherheit (Produktesicherheitsgesetz), SR 930.11 |
| RFID | Identifizierung mit Hilfe elektromagnetischer Wellen (Radio-Frequency Identification) |
| RLG | Bundesgesetz über Rohrleitungsanlagen zur Beförderung flüssiger oder gasförmiger Brenn- oder Treibstoffe (Rohrleitungsgesetz), SR 746.1 |
| ROC | Remote Operator Certificate |
| RPAS | ferngesteuertes Luftfahrtsystem (Remotely Piloted Aircraft Systems) |
| S. | Seite/n |
| SebG | Bundesgesetz über Seilbahnen zur Personenbeförderung (Seilbahngesetz), SR 743.01 |
| SERA | Standardised European Rules of the Air in Verordnung (EU) 923/2012 |
| SH | Schaffhausen |

| | |
|---------|---|
| SHK | Stämpflis Handkommentar |
| SIM | Teilnehmer-Identitätsmodul (Subscriber Identity Module) |
| SLAM | gleichzeitige Lokalisierung und Kartierung (Simultaneous Mapping and Localisation) |
| sog. | sogenannte/s |
| SprstG | Bundesgesetz über explosionsgefährliche Stoffe (Sprengstoffgesetz), SR 941.41 |
| SR | Systematische Sammlung des Bundesrechts |
| StGB | Schweizerisches Strafgesetzbuch, SR 311.0 |
| SUST | Schweizerische Sicherheitsuntersuchungsstelle |
| SVG | Strassenverkehrsgesetz, SR 741.01 |
| SVLR | Schweizerische Vereinigung für Luft- und Raumrecht |
| SZR | Sonderziehungsrechte des Internationalen Währungsfonds |
| TC | Musterzulassung (Type Certificate) |
| TCAS | Verkehrs- und Kollisionswarnsystem (Traffic Alert and Collision Avoidance System) |
| u.a. | unter anderem |
| UAS | unbemanntes Luftfahrzeugsystem (Unmanned Aerial System) |
| UAV | unbemanntes Luftfahrzeug (Unmanned Aerial Vehicle) |
| UIC | Convention on Compensation for damages to third parties, resulting from acts of unlawful interference involving aircraft (Unlawful Interference Convention) |
| US/U.S. | Vereinigte Staaten (United States) |
| USA | Vereinigte Staaten von Amerika (United States of America) |
| USD | United States Dollar |
| USG | Bundesgesetz über den Umweltschutz (Umweltschutzgesetz), SR 814.01 |
| UVEK | Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation |
| UVG | Bundesgesetz über die Unfallversicherung, SR 832.20 |
| UVV | Verordnung über die Unfallversicherung, SR 832.202 |
| V | Geschwindigkeit |
| VEMV | Verordnung über die elektromagnetische Verträglichkeit, SR 734.5 |

| | |
|-------|---|
| vgl. | vergleiche |
| VLK | Verordnung des UVEK über Luftfahrzeuge besonderer Kategorien, SR 748.941 |
| VLOS | Visual line of sight |
| VRV-L | Verordnung des UVEK über die Verkehrsregeln für Luftfahrzeuge, SR 748.121.11 |
| VSS | Verordnung des EDI über die Sicherheit von Spielzeug (Spielzeugverordnung), SR 817.023.11 |
| VVG | Bundesgesetz über den Versicherungsvertrag (Versicherungsgesetz), SR 221.229.1 |
| WA | Abkommen zur Vereinheitlichung von Regeln über die Beförderung im internationalen Luftverkehr, abgeschlossen in Warschau am 12.10.1929, in Kraft getreten für die Schweiz am 7.8.1934 (Warschauer Abkommen), SR 0.748.410 |
| WG | Bundesgesetzes über Waffen, Waffenzubehör und Munition (Waffengesetz), SR 514.54 |
| WS | Wahrscheinlichkeit |
| z.B. | zum Beispiel |
| z.T. | zum Teil |
| ZBJV | Zeitschrift des bernischen Juristenvereins (Bern) [Zeitschrift] |
| ZGB | Schweizerisches Zivilgesetzbuch, SR 210 |
| zit. | zitiert |
| ZK | Zürcher Kommentar |
| ZLW | Zeitschrift für Luft- und Weltraumrecht (Köln) [Zeitschrift] |
| ZPO | Schweizerische Zivilprozessordnung, SR 272 |
| ZR | Blätter für Zürcherische Rechtsprechung, Revisionen in Zivilsachen und Berufungen in Patentnichtigkeitsverfahren |
| ZSR | Zeitschrift für Schweizerisches Recht (Zürich) [Zeitschrift] |

Literaturverzeichnis

In der digitalen Version (PDF und EPUB) sind die online verfügbaren Quellen mit einem Hyperlink verknüpft.

Internetquellen, welche der Illustration dienen, sind ausschliesslich in den Fussnoten zitiert.

- ABEYRATNE RUWANTISSA, *Convention on International Civil Aviation. A Commentary*, Cham 2014.
- ALBAT NORMAN, *Künstliche Intelligenz. Eine praxisorientierte Einführung am Beispiel von Drohnen*, München 2014.
- AL-FEDAGHI SABAH S., *Typification-based ethics for artificial agents*, in: *Proceedings of the 2nd IEEE International Conference on Digital Ecosystems and Technologies, DEST in Phitsanulok (Thailand)*, 26.–29.2.2008, Piscataway 2008, 482–491.
- ALTROGGE ALEXANDRA/ KIP ASTRID/ PLOSS ASTRID/ TERBECK THOMAS, *Luftfahrzeughalter: Definition und Abgrenzung des Luftfahrzeughalters*, in: *Hobe Stephan/ von Ruckteschell Nicolai (Hrsg.), Kölner Kompendium des Luftrechts. Band 3: Wirtschaftsrechtliche Aspekte des Luftverkehrs*, Köln 2010, 1085–1089.
- ANDERSON JOHN D., *Aircraft performance and design*, Boston, Mass. 1999. [zit. *Aircraft performance*].
- ANDERSON MICHAEL/ ANDERSON SUSAN LEIGH, *Toward ensuring ethical behavior from autonomous systems. A case-supported principle-based paradigm*, *Industrial Robot* 4/2015, 324–331.
- ANDERSON MICHAEL/ ANDERSON SUSAN LEIGH/ ARMEN CHRIS, *Towards Machine Ethics: Implementing Two Action-Based Ethical Theories*, in: *Anderson Michael/ Anderson Susan Leigh/ Armen Chris (Hrsg.), Machine ethics. Papers from the 2004 AAAI fall symposium*, Menlo Park 2005, 1–7.
- ANDERSON MICHAEL/ ANDERSON SUSAN LEIGH/ ARMEN CHRIS, *An Approach to Computing Ethics*, *IEEE Intelligent Systems* 6/2006, 1541–1672.
- ANDERSON SUSAN LEIGH, *Asimov's "three laws of robotics" and machine metaethics*, *AI & SOCIETY* 4/2008, 477–493.
- ANDERSON SUSAN LEIGH, *Machine Metaethics*, in: *Anderson Michael/ Anderson Susan Leigh (Hrsg.), Machine Ethics*, Cambridge 2011, 21–27. [zit. *Metaethics*].
- ANDERSON SUSAN LEIGH, *The Unacceptability of Asimov's Three Laws of Robotics as a Basis for Machine Ethics*, in: *Anderson Michael/ Anderson Susan Leigh (Hrsg.), Machine Ethics*, Cambridge 2011, 285–296. [zit. *Unacceptability*].
- ANTUÑA LAURA/ ARAIZA-ILLAN DEJANIRA/ CAMPOS SÉRGIO/ EDER KERSTIN, *Symmetry Reduction Enables Model Checking of More Complex Emergent Behaviours of Swarm Navigation Algorithms*, in: *Dixon Clare/ Tuyls Karl (Hrsg.), Towards autonomous robotic systems. 16th Annual Conference, TAROS in Liverpool*, 8.–10.9.2015, *Proceedings*, Cham 2015, 26–37.

- APPLIN SALLY A., Deliveries by Drone: Obstacles and Sociability, in: Custers Bart (Hrsg.), *The Future of Drone Use. Opportunities and Threats from Ethical and Legal Perspectives*, The Hague 2016, 71–91.
- ARCHINARD ANDRÉ, Considérations sur la couverture des dommages causés par les aéronefs aux tiers à la surface, *ASDA/SVLR-Bulletin* 41/1966, 2–11.
- ARKIN RONALD C., Governing Lethal Behavior: Embedding Ethics in a Hybrid Deliberative/Reactive Robot Architecture. Part I: Motivation and Philosophy, *Proceedings of the 1st Conference on Artificial General Intelligence*, 2008, 121–128.
- ARKIN RONALD C., The Case of Ethical Autonomy in Unmanned Systems, *Journal of Military Ethics* 9/2010, 332–341.
- ARKOUDAS KONSTANTINE/ BRINGSJORD SELMER/ BELLO PAUL, Toward Ethical Robots via Mechanized Deontic Logic, in: Anderson Michael/ Anderson Susan Leigh/ Armen Chris (Hrsg.), *Machine ethics. Papers from the 2004 AAAI fall symposium*, Menlo Park 2005, 17–23.
- ARORA SIDDHARTHA, *Swiss Commercial Drone Industry. A possibility with potential?*, Zürich 2016.
- ASARO PETER M., Robots and Responsibility from a Legal Perspective, *Manuskript* 20.1.2007, <http://www.peterasaro.org/writing/ASARO%20Legal%20Perspective.pdf>.
- ASIMOV ISAAC, *Runaround*, *Astounding Science*, 1942, 94–103.
- ASSOCIATION FOR UNMANNED VEHICLE SYSTEMS INTERNATIONAL, *The Economic Impact of Unmanned Aircraft Systems Integration in the United States*, März 2013, https://high-logicdownload.s3.amazonaws.com/AUVSI/958c920a-7f9b-4ad2-9807-f9a4e95d1ef1/UploadedImages/New_Economic%20Report%202013%20Full.pdf.
- AUSTIN REG, *Unmanned aircraft systems. UAVS design, development and deployment*, 2. Aufl., Chichester 2010.
- BABAHAJANI POURIA/ FAN LIXIN/ GABBOUJ MONCEF, Object Recognition in 3D Point Cloud of Urban Street Scene, in: Jawahar C. V./ Shan Shiguang (Hrsg.), *Computer vision. ACCV 2014 workshops in Singapore*, 1.–2.11.2014, Cham 2015, 177–190.
- BAERISWYL BRUNO, *Die Verselbständigung des Computers – datenschutzrechtliche Aspekte*, in: Kündig Albert/ Bütschi Danielle (Hrsg.), *Die Verselbständigung des Computers*, Zürich 2008, 117–130.
- BAI ALFRED, *Luftrecht und Grundeigentum*, Diss. Zürich, Zürich 1955.
- BARRY ANDREW J./ OLEJNIKOVA HELEN/ HONEGGER DOMONIK/ POLLEFEYS MARC et al., *Fast Onboard Stereo Vision for UAVs*, *IROS Workshop* 2015, 1–7.
- BARRY ANDREW J./ TEDRAKE RUSS, *Pushbroom Stereo for High-Speed Navigation in Cluttered Environments*, in: *Proceedings of the 2015 IEEE International Conference on Robotics and Automation, ICRA*, 26.–30.5.2015, Seattle, *Proceedings*, Piscataway 2015, 1–6.
- Basler Kommentar. Art. 1–529 OR. *Obligationenrecht I*, 6. Aufl., Basel 2015. [zit. BSK OR I-BEARBEITER].
- Basler Kommentar. *Bundesgesetz über den Versicherungsvertrag (VVG)*, Basel 2001. [zit. BSK VVG-BEARBEITER].
- Basler Kommentar. *Internationales Privatrecht*, 3. Aufl., Basel 2013. [zit. BSK IPRG-BEARBEITER/IN].
- Basler Kommentar. *Lugano-Übereinkommen*, 2. Aufl., Basel 2016. [zit. BSK LugÜ-BEARBEITER/IN].
- Basler Kommentar. *Schweizerische Zivilprozessordnung*, 3. Aufl., Basel 2017. [zit. BSK ZPO-BEARBEITER].

- Basler Kommentar. Strafrecht II. Art. 111-392 StGB, 3. Aufl. 2013. [zit. BSK StGB II-BEARBEITER].
- Basler Kommentar. Strassenverkehrsgesetz, Basel 2014. [zit. BSK SVG-BEARBEITER].
- Basler Kommentar. Zivilgesetzbuch I. Art. 1-456 ZGB, 5. Aufl. 2014. [zit. BSK ZGB I-BEARBEITER/IN].
- Basler Kommentar. Zivilgesetzbuch II. Art. 457-977 ZGB, Art. 1-61 SchlT ZGB, 5. Aufl., Basel 2015. [zit. BSK ZGB II-BEARBEITER].
- BECK SUSANNE, Grundlegende Fragen zum rechtlichen Umgang mit der Robotik, Juristische Rundschau 6/2009, 225-230.
- BECK SUSANNE, Roboter, Cyborgs und das Recht – von der Fiktion zur Realität, in: Spranger Tade Matthias/ Dederer Hans-Georg/ Herdegen Matthias/ Müller-Terpitz Ralf (Hrsg.), Recht der Lebenswissenschaften. Life Science and Law, Berlin 2010, 95-120. [zit. Roboter/Cyborgs].
- BECK SUSANNE, Über Sinn und Unsinn von Statusfragen – zu Vor- und Nachteilen der Einführung einer elektronischen Person, in: Hilgendorf Eric/ Günther Jan-Philipp (Hrsg.), Robotik und Gesetzgebung. Beiträge der Tagung vom 7.-9.5.2012 in Bielefeld, Baden-Baden 2013, 239-260. [zit. Statusfragen].
- BECK SUSANNE, Technisierung des Menschen – Vermenschlichung der Technik. Neue Herausforderungen für das rechtliche Konzept „Verantwortung“, in: Gruber Malte-Christian (Hrsg.), Autonome Automaten. Künstliche Körper und artifizielle Agenten in der technisierten Gesellschaft, 2. Aufl., Berlin 2015, 173-187. [zit. Technisierung].
- BECK SUSANNE, Der rechtliche Status autonomer Maschinen, AJP, 2017, 183-191.
- BELEW RICHARD K./ MCINERNEY JOHN/ SCHRAUDOLPH NICOL N., Evolving Networks: Using the Genetic Algorithm with Connectionist Learning, in: Langton Christopher G./ Taylor Charles/ Farmer Dooyne J./ Rasmussen Steen (Hrsg.), Artificial Life II, SFI Studies in the Sciences of Complexity: Proceedings, Redwood City 1992, 511-547.
- BENGIO YOSHUA, Machines Who Learn, Scientific American June/2016, 38-51.
- BENJAMIN MICHAEL R./ NEWMAN PAUL M./ SCHMIDT HENRIK/ LEONARD JOHN J., A Tour of MOOS-IvP Autonomy Software Modules, 6.1.2009, <https://dspace.mit.edu/handle/1721.1/44590>.
- Berner Kommentar. Kommentar zum schweizerischen Privatrecht; Schweizerisches Zivilgesetzbuch. Das Obligationenrecht. Die Entstehung durch unerlaubte Handlungen Art. 41-61 OR, 4. Aufl., Bern 2013. [zit. BK-BEARBEITER].
- Berner Kommentar. Kommentar zum schweizerischen Privatrecht; Schweizerisches Zivilgesetzbuch. Das Obligationenrecht. Die Solidarität, Art. 143-150 OR, Bern 2015. [zit. BK-BEARBEITERIN].
- BESTAOU SEBBANE YASMINA, Smart autonomous aircraft. Flight control and planning for UAV, New York 2016.
- BIERMANN KAI/ WIEGOLD THOMAS, Drohnen. Chancen und Gefahren einer neuen Technik, Berlin 2015.
- BINSWANGER ROBERT, Die Haftungsverhältnisse bei Militärschäden, Diss. Zürich, Zürich 1969.
- BOCCARDO GUSTAVO, European Aviation Safety Agency, in: Scott Benjamyn Ian (Hrsg.), The law of unmanned aircraft systems. An introduction to the current and future regulation under national, regional and international law, Alphen aan den Rijn 2016, 135-152.
- BOLLWEG HANS-GEORG, Haftung für Schäden Dritter, in: Hobe Stephan/ von Ruckteschell Nicolai (Hrsg.), Kölner Kompendium des Luftrechts. Band 3: Wirtschaftsrechtliche Aspekte des Luftverkehrs, Köln 2010, 236-290. [zit. Schäden Dritter].

- BOLLWEG HANS-GEORG, Liability for damage caused to third parties. Introduction and Liability according to the Rome Convention, in: Hobe Stephan/ von Ruckteschell Nicolai/ Heffernan David (Hrsg.), *Cologne compendium on air law in Europe*, Köln 2013, 1029–1040. [zit. third parties].
- BORSARI ANDREAS E., *Schadensabwälzung nach dem schweizerischen Produktehaftpflichtgesetz (PrHG)*, Diss. Zürich, Zürich 1998.
- BRANDT STEVEN A., Small UAV Design Development and Sizing, in: Valavanis Kimon P./ Vachtsevanos George J. (Hrsg.), *Handbook of Unmanned Aerial Vehicles. Volume 1*, Dordrecht 2015, 165–206.
- BRÄUNL THOMAS, *Embedded Robotics. Mobile Robot Design and Applications with Embedded Systems*, 2. Aufl., Heidelberg 2006.
- BRAUN-THÜRMAN HOLGER, Über die praktische Herstellung der Handlungsträgerschaft von Technik, in: Rammert Werner/ Schulz-Schaeffer Ingo (Hrsg.), *Können Maschinen handeln? Soziologische Beiträge zum Verhältnis von Mensch und Technik*, Frankfurt am Main 2002, 161–187.
- BREHM ROLAND, Die Betriebsgefahr als Voraussetzung der Haftung nach Art. 58 SVG, in: Probst Thomas/ Brehm Roland (Hrsg.), *Strassenverkehrsrechts-Tagung*, 10.–11.6.2010, Bern 2010, 59–80. [zit. Strassenverkehrsrechts-Tagung 2010].
- BREHM ROLAND, *La responsabilité civile automobile*, 2. Aufl., Bern 2010. [zit. responsabilité].
- BRINGSJORD SELMER/ ARKOUDES KONSTANTINE/ BELLO PAUL, Toward a General Logician Methodology for Engineering Ethically Correct Robots, *IEEE Intelligent Systems* 4/2006, 38–44.
- BROECKER BASTIAN/ CALISKANELLI IPEK/ TUYLS KARL/ SKLAR ELIZABETH I. et. al, Hybrid Insect-Inspired Multi-Robot Coverage in Complex Environments, in: Dixon Clare/ Tuyls Karl (Hrsg.), *Towards autonomous robotic systems. 16th Annual Conference, TAROS in Liverpool*, 8.–10.9.2015, Proceedings, Cham 2015, 56–68.
- BRYSON MITCH/ SUKKARIEH SALAH, Inertial Sensor-Based Simultaneous Localization and Mapping for UAVs, in: Valavanis Kimon P./ Vachtsevanos George J. (Hrsg.), *Handbook of Unmanned Aerial Vehicles. Volume 1*, Dordrecht 2015, 401–431. [zit. Localization and Mapping].
- BRYSON MITCH/ SUKKARIEH SALAH, UAV Localization Using Inertial Sensors and Satellite Positioning Systems, in: Valavanis Kimon P./ Vachtsevanos George J. (Hrsg.), *Handbook of Unmanned Aerial Vehicles. Volume 1*, Dordrecht 2015, 433–460. [zit. Inertial Sensors and Satellite Positioning Systems].
- BUCHELI SAMUEL/ KROENING DANIEL/ MARTINS RUBEN/ NATRAJ ASHUTOSH, From AgentSpeak to C for Safety Considerations in Unmanned Aerial Vehicles, in: Dixon Clare/ Tuyls Karl (Hrsg.), *Towards autonomous robotic systems. 16th Annual Conference, TAROS in Liverpool*, 8.–10.9.2015, Proceedings, Cham 2015, 69–81.
- BÜCHI ROLAND, *Fascination Quadrocopter. Basics, Electronics, Flight Experience*, Norderstedt 2011.
- BÜHLER ROLAND, Definition des Produktfehlers im Produktehaftpflichtgesetz (PrHG), *AJP*, 1993, 1425–1439.
- BURRI THOMAS, The Politics of Robot Autonomy, *European Journal of Risk Regulation* 2/2016, 341–360.
- CALVERLEY DAVID J., Legal Rights for Machines, in: Anderson Michael/ Anderson Susan Leigh (Hrsg.), *Machine Ethics*, Cambridge 2011, 213–227.

- CASANOVA GION CHRISTIAN, Ausgleichsanspruch und Ausgleichsordnung. Die Regressregelung von Art. 51 OR, Diss. Zürich, Zürich 2010.
- CASTRO DANIEL/ NEW JOSHUA, The Promise of Artificial Intelligence, Oktober 2016, <https://www.datainnovation.org/2016/10/the-promise-of-artificial-intelligence/>.
- CHASSOT LAURENT, La responsabilité de l'exploitant d'aéronef en cas de réquisition par l'Etat. Commentaire de l'ATF 129 III 410, ASDA/ SVLR-Bulletin 2/2003, 38–56.
- CHAUDHURI SUBHASIS/ KOTWAL KETAN, Hyperspectral Image Fusion, New York 2013.
- CHO SUNGWOOK/ HUH SUNGSIK/ SHIM DAVID HYUNCHUL/ CHOI HYOUNG SIK, Vision-Based Detection and Tracking of Airborne Obstacles in a Cluttered Environment, *Journal of Intelligent & Robotic Systems*, 2013, 475–488.
- CHOPRA SAMIR/ WHITE LAURENCE F., A legal theory for autonomous artificial agents, *Ann Arbor* 2011.
- CHRISTEN ANDRES, Produkthaftung nach der EG-Produkthaftungsrichtlinie im Vergleich zur Produkthaftung nach schweizerischem Recht, Diss. Zürich, Zürich 1992.
- CLOTHIER REECE A./ WALKER RODNEY A., Safety Risk Management of Unmanned Aircraft Systems, in: Valavanis Kimon P./ Vachtsevanos George J. (Hrsg.), *Handbook of Unmanned Aerial Vehicles*. Volume 4, Dordrecht 2015, 2229–2275.
- Commentaire romand. Code des obligations art. 530–1186, loi sur les bourses art. 22–33, avec une introduction à la loi sur la fusion, 2. Aufl., Basel 2008. [zit. CR CO II-BEARBEITER].
- Commentaire romand. Code des obligations I. Art. 1–529 CO, 2. Aufl., Genève 2012. [zit. CR CO I-BEARBEITER].
- Commentaire romand. Loi sur le droit international privé (LDIP), Convention de Lugano, Basel 2011. [zit. CR LDIP-BEARBEITER/IN].
- CROON GUIDO C.H.E. DE/ PERÇIN MUSTAFA/ REMES BART D.W./ RUIJSINK RICK. et. al, The DelFly. Design, Aerodynamics, and Artificial Intelligence of a Flapping Wing Robot, Dordrecht 2016.
- CUSTERS BART, Drones Here, There and Everywhere. Introduction and Overview, in: Custers Bart (Hrsg.), *The Future of Drone Use. Opportunities and Threats from Ethical and Legal Perspectives*, The Hague 2016, 3–20.
- DALAMAGKIDIS KONSTANTINOS, Aviation History and Unmanned Flight, in: Valavanis Kimon P./ Vachtsevanos George J. (Hrsg.), *Handbook of Unmanned Aerial Vehicles*. Volume 1, Dordrecht 2015, 57–81. [zit. History].
- DALAMAGKIDIS KONSTANTINOS, Aviation Regulation, in: Valavanis Kimon P./ Vachtsevanos George J. (Hrsg.), *Handbook of Unmanned Aerial Vehicles*. Volume 4, Dordrecht 2015, 2117–2133. [zit. Regulation].
- DALAMAGKIDIS KONSTANTINOS, Classification of UAVs, in: Valavanis Kimon P./ Vachtsevanos George J. (Hrsg.), *Handbook of Unmanned Aerial Vehicles*. Volume 1, Dordrecht 2015, 83–91. [zit. Classification].
- DALAMAGKIDIS KONSTANTINOS, Definitions and Terminology, in: Valavanis Kimon P./ Vachtsevanos George J. (Hrsg.), *Handbook of Unmanned Aerial Vehicles*. Volume 1, Dordrecht 2015, 43–55. [zit. Definitions].
- DALAMAGKIDIS KONSTANTINOS, Hazard and Safety Risk Modeling, in: Valavanis Kimon P./ Vachtsevanos George J. (Hrsg.), *Handbook of Unmanned Aerial Vehicles*. Volume 4, Dordrecht 2015, 2199–2228. [zit. Safety Risk Modeling].

- DE SOUSA J. B./ MCGUILLIVARY PHILIP/ VICENTE JOÃO/ NUNES BENTO MARIA et. al, Unmanned Aircraft Systems for Maritime Operations, in: Valavanis Kimon P./ Vachtsevanos George J. (Hrsg.), Handbook of Unmanned Aerial Vehicles. Volume 5, Dordrecht 2015, 2787–2811.
- DENG BOER, Machine ethics: The robot's dilemma, *Nature* 7558/2015, 24–26.
- DENNETT DANIEL C., When HAL Kills, Who's to Blame? Computer Ethics, in: Stork David G. (Hrsg.), HAL's legacy. 2001's Computer as Dream and Reality, Cambridge, Mass. 1997, 351–365.
- DESCHENAUX HENRI/ TERCIER PIERRE, La responsabilité civile, 2. Aufl., Berne 1982.
- DETLING-OTT REGULA, Wer ist Halter eines requirierten Luftfahrzeugs? BGE 129 III 410, recht 6/2003, 242–244.
- DETLING-OTT REGULA, Das bilaterale Luftverkehrsabkommen der Schweiz und der EG, in: Thürer Daniel (Hrsg.), Bilaterale Verträge I & II Schweiz–EU. Handbuch, Zürich 2007, 491–561. [zit. Luftverkehrsabkommen].
- DETLING-OTT REGULA, Exkurs: Luftrecht in der Schweiz, in: Hobe Stephan/ von Ruckteschell Nicolai (Hrsg.), Kölner Kompendium des Luftrechts. Band 2: Luftverkehr, Köln 2009, 24–28. [zit. Luftrecht].
- DETLING-OTT REGULA, Exkurs: Verkehrsregeln in der Schweiz, in: Hobe Stephan/ von Ruckteschell Nicolai (Hrsg.), Kölner Kompendium des Luftrechts. Band 2: Luftverkehr, Köln 2009, 835–838. [zit. Verkehrsregeln].
- DETLING-OTT REGULA, Exkurs: Der Luftfahrzeughalter in der Schweiz, in: Hobe Stephan/ von Ruckteschell Nicolai (Hrsg.), Kölner Kompendium des Luftrechts. Band 3: Wirtschaftsrechtliche Aspekte des Luftverkehrs, Köln 2010, 1118–1120. [zit. Luftfahrzeughalter].
- DETLING-OTT REGULA/ KAMP RAIMUND, Betrieb: Einleitende Bemerkungen zur Bedeutung des Begriffs, in: Hobe Stephan/ von Ruckteschell Nicolai (Hrsg.), Kölner Kompendium des Luftrechts. Band 1: Grundlagen, Köln 2008, 427–432. [zit. Betrieb].
- DOHERTY PATRICK/ KVARNSTRÖM JONAS/ WZOREK MARIUSZ/ RUDOL PIOTR et. al, HDRC3: A Distributed Hybrid Deliberative/Reactive Architecture for Unmanned Aircraft Systems, in: Valavanis Kimon P./ Vachtsevanos George J. (Hrsg.), Handbook of Unmanned Aerial Vehicles. Volume 2, Dordrecht 2015, 849–952.
- DOMAN DAVID B./ OPPENHEIMER MICHAEL W./ SIGTHORSSON DAVID O., Dynamics and Control of Flapping Wing MAVs, in: Valavanis Kimon P./ Vachtsevanos George J. (Hrsg.), Handbook of Unmanned Aerial Vehicles. Volume 1, Dordrecht 2015, 329–346.
- DUFOUR LOUIS/ OWEN KEVIN/ MINTCHEV STEFANO/ FLOREANO DARIO, A Drone with Insect-Inspired Folding Wings, Daejeon, Korea 2016.
- EBINGER CHRISTOPH, Zivilrechtliche Haftung des Luftfrachtführers im Personentransport. Unter besonderer Berücksichtigung der Beförderung von Personen durch ferngesteuerte Luftfahrzeuge, Diss. Zürich, Zürich 2012.
- ELIAS BART, Unmanned Aircraft Operations in Domestic Airspace: U.S. Policy Perspectives and the Regulatory Landscape, 27.1.2016, <https://www.fas.org/sgp/crs/misc/R44352.pdf>.
- ELKAIM GABRIEL HUGH/ PRADIPTA LIE FIDELIS ADHIKA/ GEBRE-EGZIABHER DEMOZ, Principles of Guidance, Navigation, and Control of UAVs, in: Valavanis Kimon P./ Vachtsevanos George J. (Hrsg.), Handbook of Unmanned Aerial Vehicles. Volume 1, Dordrecht 2015, 347–380.
- ELSTON JACK/ STACHURA MACIEJ/ DIXON CORY/ ARGROW BRIAN et. al, Layered Approach to Networked Command and Control of Complex UAS, in: Valavanis Kimon P./ Vachtsevanos George J. (Hrsg.), Handbook of Unmanned Aerial Vehicles. Volume 2, Dordrecht 2015, 781–811.

- FARNER MARKUS, „Drohnen“ aus der Sicht des BAZL. Präsentation am Datenschutz-Forum vom 9.9.2014, <http://www.datenschutz-forum.ch/files/1410443853.pdf>.
- FELLMANN WALTER, Produzentenhaftung in der Schweiz, ZSR I. Hb./ 1988, 275–308.
- FELLMANN WALTER, Regress und Subrogation: Allgemeine Grundsätze, in: Koller Alfred (Hrsg.), Haftpflicht- und Versicherungsrechtstagung 1999, Tagungsbeiträge, St. Gallen 1999, 1–28. [zit. Regress und Subrogation].
- FELLMANN WALTER, Der Produktfehler und sein Nachweis BGE 133 III 81 ff., recht, 2007, 158–165.
- FELLMANN WALTER, Substanzbeeinträchtigungs- und Funktionsbeeinträchtigungstheorie beim Sachschaden – Fata Morganen am juristischen Horizont, in: Fuhrer Stephan/ Chappuis Christine (Hrsg.), Haftpflicht- und Versicherungsrecht / Droit de la responsabilité civile et des assurances. liber amicorum Roland Brehm, Bern 2012, 133–142. [zit. Substanzbeeinträchtigungs- und Funktionsbeeinträchtigungstheorie].
- FELLMANN WALTER, OR 2020 – Das neue Deliktsrecht. Revision der Revision – Abkehr von einer Generalklausel der Gefährdungshaftung, HAVE, 2013, 363–367.
- FELLMANN WALTER, Schweizerisches Haftpflichtrecht. Band II: Haftung nach der gewöhnlichen Kausalhaftung des StSG und den Gefährdungshaftungen des SVG, des Transportrechts (TrG, EBG, BG Anschlussgleise, BSG und SebG) sowie des LFG, Bern 2013. [zit. Band II].
- FELLMANN WALTER, Produktfehler – Produkthaftung, in: Weber Stephan/ Münch Peter (Hrsg.), Haftung und Versicherung. Beraten und prozessieren im Haftpflicht- und Versicherungsrecht, 2. Aufl., Basel 2015, 1111–1182. [zit. Produktfehler].
- FELLMANN WALTER, Schweizerisches Haftpflichtrecht. Band III. Haftung nach den Gefährdungshaftungen des JSG, HFG, USG, GTG, EleG, RLG, SprstG, StAG und KHG 2008, Bern 2015. [zit. Band III].
- FELLMANN WALTER, Schweizerisches Haftpflichtrecht Band I bis III – eine Bilanz zum gesetzgeberischen Handlungsbedarf, in: Fellmann Walter/ Weber Stephan (Hrsg.), Haftpflichtprozess 2016. Dokumentations- und Aufklärungspflicht im Arzthaftungsrecht, Beweiserleichterungen, Produkthaftung, Verjährung und gesetzgeberischer Handlungsbedarf im Haftpflichtrecht: Beiträge zur Tagung vom 7.6.2016 in Luzern, Zürich 2016, 173–190. [zit. Bilanz].
- FELLMANN WALTER/ KOTTMANN ANDREA, Schweizerisches Haftpflichtrecht. Band I: Allgemeiner Teil sowie Haftung aus Verschulden und Persönlichkeitsverletzung, gewöhnliche Kausalhaftungen des OR, ZGB und PrHG, Bern 2012. [zit. Band I].
- FELLMANN WALTER/ VON BÜREN-VON MOOS GABRIELLE, Grundriß der Produkthaftung, Bern 1993.
- FERREIRA DIAS EDUARDO TONDIN/ VIERA NETO HUGO, A Novel Approach to Environment Mapping Using Sonar Sensors and Inverse Problems, in: Dixon Clare/ Tuyls Karl (Hrsg.), Towards autonomous robotic systems. 16th Annual Conference, TAROS in Liverpool, 8.–10.9.2015, Proceedings, Cham 2015, 100–111.
- FITZI GREGOR, Roboter als „legale Personen“ mit begrenzter Haftung. Eine soziologische Sicht., in: Hilgendorf Eric/ Günther Jan-Philipp (Hrsg.), Robotik und Gesetzgebung. Beiträge der Tagung vom 7.–9.5.2012 in Bielefeld, Baden-Baden 2013, 377–398.
- FORD MARTIN, Rise of the Robots. Technology and the Threat of a Jobless Future, New York 2015.

- FRANKLIN STAN/ GRAESSER ART, Is It an agent, or just a program?: A taxonomy for autonomous agents, in: Müller Jörg P./ Wooldridge Michael J./ Jennings Nicholas R. (Hrsg.), *Intelligent Agents III Agent Theories, Architectures, and Languages. ECAI'96 Workshop (ATAL) in Budapest*, 12.–13.8.1996, Proceedings, Berlin 1997, 21–35.
- FREYTAG URS, Sicherheitsrechtliche Aspekte der Robotik, *Sicherheit & Recht* 2/2016, 111–121.
- FRICK MARIO, Anerkennung und Vollstreckung ausländischer Urteile in Liechtenstein – Ein Überblick, *liechtenstein-journal* 4/2010, 106–111.
- FU JUNSHENG/ KÄMÄRÄINEN JONI-KRISTIAN/ GLENT BUCH ANDERS/ KRÜGER NORBERT, Indoor Objects and Outdoor Urban Scenes Recognition by 3D Visual Primitives, in: Jawahar C. V./ Shan Shiguang (Hrsg.), *Computer vision. ACCV 2014 workshops in Singapore*, 1.–2.11.2014, Cham 2015, 270–285.
- FUHRER STEPHAN, Ausgewählte Fragen im Zusammenhang mit der Liquidation von Sachschäden, in: Koller Alfred (Hrsg.), *Haftpflicht- und Versicherungsrechtstagung 1993. Tagungsbeiträge*, St. Gallen 1993, 73–121. [zit. Sachschäden].
- FUHRER STEPHAN, Die Totalrevision des Haftpflicht- und des Versicherungsvertragsrechts als Chance für eine Vereinheitlichung und Modernisierung der Bestimmungen zum Schutz geschädigter Personen, in: Sutter-Somm Thomas/ Hafner Felix/ Schmid Gerhard/ Seelmann Kurt (Hrsg.), *Risiko und Recht. Festgabe zum Schweizerischen Juristentag 2004*, Basel 2004, 3–25. [zit. Totalrevision].
- FURRER ANDREAS/ GIRSBERGER DANIEL/ MÜLLER-CHEN MARKUS, *Internationales Privatrecht*, 3. Aufl., Zürich 2013.
- FURRER ANDREAS/ MÜLLER-CHEN MARKUS, *Obligationenrecht. Allgemeiner Teil*, Zürich 2008.
- GALLIOTT JAI, *Military Robots. Mapping the Moral Landscape*, Burlington 2015.
- GAUCH PETER, Grundbegriffe des ausservertraglichen Haftpflichtrechts, *recht*, 1996, 225–239.
- GAUCH PETER/ SCHLUEP WALTER R./ SCHMID JÖRG/ EMMENEGGER SUSAN, *Schweizerisches Obligationenrecht, allgemeiner Teil. Ohne ausservertragliches Haftpflichtrecht*, 10. Aufl., Zürich 2014.
- GAUTSCHI ALAIN, *Solidarschuld und Ausgleich*, Diss. Fribourg, Zürich 2009.
- GEIGER ANDREAS, *Roboter lernen sehen*, 2016, https://www.mpg.de/9922487/MPI-MF_JB_2016.
- GERSPACHER LARS/ BEHREND SARA ANDREA, Versicherung in der Luftfahrt, *ASDA/SVLR-Bulletin* 148/2016, 6–25.
- GIAGKOS ALEXANDROS/ TUCI ELIO/ WILSON MYRAS./ CHARLESWORTH PHILIP B., Evolutionary Coordination System for Fixed-Wing Communications Unmanned Aerial Vehicles, in: Mistry Michael/ Leonardis Aleš/ Witkowski Mark/ Melhuish Chris (Hrsg.), *Advances in autonomous robotics systems. 15th Annual Conference, TAROS in Birmingham*, 1.–3.9.2014, Proceedings, London 2014, 48–59.
- GIEMULLA ELMAR, Unbemannte Luftfahrzeugsysteme. Probleme ihrer Einfügung in das zivile und militärische Luftrecht, *ZLW* 2/2007, 195–210.
- GIGER HANS, *SVG. Strassenverkehrsgesetz mit weiteren Erlassen*. Orell Füssli Kommentar, 8. Aufl., Zürich 2014. [zit. OFK-SVG].
- GIOVANNONI PIERRE, Note sur la responsabilite civile en cas de «dommage purement économique», *Schweizerische Versicherungszeitschrift*, 1980, 277–281.
- GIUSTI ALESSANDRO/ GUZZI JEROME/ CIRESAN DAN C./ HE FANG-LIN et al., A Machine Learning Approach to Visual Perception of Forest Trails for Mobile Robots, *IEEE Robotics and Automation Letters* 2/2016, 661–667.

- GOGARTY HENRY/ HAGGER BRENDAN, Laws of Man over Vehicles Unmanned. The Legal Response to Robotic Revolution on Sea, Land and Air, *Journal of Law, Information and Science* 19/2008, 73–146.
- GROSSKOPF LAMBERT, Aktiver Schutz gegen Medien-Drohnen, *Computer und Recht* 11/2014, 759–764.
- GRUBER MALTE, Rechtssubjekte und Teilrechtssubjekte des elektronischen Geschäftsverkehrs, in: Beck Susanne (Hrsg.), *Jenseits von Mensch und Maschine. Ethische und rechtliche Fragen zum Umgang mit Robotern, Künstlicher Intelligenz und Cyborgs*, Baden-Baden 2012, 133–160. [zit. Rechtssubjekte].
- GRUBER MALTE-CHRISTIAN, Zumutung und Zumutbarkeit von Verantwortung in Mensch-Maschine-Assoziationen, in: Hilgendorf Eric/ Günther Jan-Philipp (Hrsg.), *Robotik und Gesetzgebung. Beiträge der Tagung vom 7.–9.5.2012 in Bielefeld*, Baden-Baden 2013, 123–161. [zit. Mensch-Maschine-Assoziationen 2013].
- GRUBER MALTE-CHRISTIAN, Zumutung und Zumutbarkeit von Verantwortung in Mensch-Maschine-Assoziationen, in: Hilgendorf Eric (Hrsg.), *Robotik im Kontext von Recht und Moral*, Baden-Baden 2014, 123–163. [zit. Mensch-Maschine-Assoziationen 2014].
- GRUBER MALTE-CHRISTIAN, Was spricht gegen Maschinenrechte?, in: Gruber Malte-Christian (Hrsg.), *Autonome Automaten. Künstliche Körper und artifizielle Agenten in der technisierten Gesellschaft*, 2. Aufl., Berlin 2015, 191–206. [zit. Maschinenrechte].
- GRUBER SCOTT/ KWON HYUKSEONG/ HAGER CHAD/ SHARMA RAJNIKANT et. al, UAV Handbook: Payload Design of Small UAVs, in: Valavanis Kimon P./ Vachtsevanos George J. (Hrsg.), *Handbook of Unmanned Aerial Vehicles. Volume 1*, Dordrecht 2015, 143–163.
- GUNEY FATMA/ GEIGER ANDREAS, Displets: Resolving stereo ambiguities using object knowledge, in: *Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, CVPR in Boston, Mass., 7.–12.6.2015*, Piscataway 2015, 4165–4175.
- GÜNTHER JAN-PHILIPP, Embodied Robots – Zeit für eine rechtliche Neubewertung, in: Gruber Malte-Christian (Hrsg.), *Autonome Automaten. Künstliche Körper und artifizielle Agenten in der technisierten Gesellschaft*, 2. Aufl., Berlin 2015, 155–172.
- GUPTA SURAJ G./ GHONGE MANGESH M./ JAWANDHIYA P. M., Review of Unmanned Aircraft System (UAS), *International Journal of Advanced Research in Computer Engineering & Technology* 4/2013, 1646–1658.
- HAASPER CARL/ JUNGE MIRKO/ ERNSTBERGER ANTONIO/ BREHME HEIKO et al., Die Abbreviated Injury Scale (AIS). Potenzial und Probleme bei der Anwendung, *Der Unfallchirurg* 5/2010, 366–372.
- HÄFELIN ULRICH/ HALLER WALTER/ KELLER HELEN/ THURNHERR DANIELA, *Schweizerisches Bundesstaatsrecht*, 9. Aufl., Zürich 2016.
- Haftpflichtkommentar. Kommentar zu den schweizerischen Haftpflichtbestimmungen, Zürich 2016. [zit. Haftpflichtkommentar-BEARBEITER/ IN].
- HALL J. STORRS, Ethics for Self-Improving Machines, in: Anderson Michael/ Anderson Susan Leigh (Hrsg.), *Machine Ethics*, Cambridge 2011, 512–523. [zit. Self-Improving Machines].
- Handkommentar zum Schweizer Privatrecht. Obligationenrecht, Allgemeine Bestimmungen, 3. Aufl., Zürich 2016. [zit. CHK OR-BEARBEITER].
- HANISCH JOCHEN, Haftung für Automation, Diss. Erlangen-Nürnberg, Göttingen 2010.

- HANISCH JOCHEN, Zivilrechtliche Haftungskonzepte für Roboter, in: Hilgendorf Eric/ Günther Jan-Philipp (Hrsg.), Robotik und Gesetzgebung. Beiträge der Tagung vom 7.–9.5.2012 in Bielefeld, Baden-Baden 2013, 109–121. [zit. Haftungskonzepte 2013].
- HANISCH JOCHEN, Zivilrechtliche Haftungskonzepte für Robotik, in: Hilgendorf Eric (Hrsg.), Robotik im Kontext von Recht und Moral, Baden-Baden 2014, 27–61. [zit. Haftungskonzepte 2014].
- HÄNSENBERGER SILVIO, Wenn Drohnen vom Himmel fallen – luftrechtliche Haftungsfragen, AJP, 2017, 163–170.
- HÄNSENBERGER SILVIO/ WILDHABER ISABELLE, Risiko im Anflug? Die Regulierung ziviler Drohnen, sui-generis, 2016, 82–88.
- HARMANN WILLIAM H., TCAS: A System for Preventing Midair Collisions, The Lincoln Laboratory Journal 3/1989, 437–458.
- HAUSTEIN BERTHOLD H., Herausforderungen des Datenschutzrechtes vor dem Hintergrund aktueller Entwicklungen in der Robotik, in: Hilgendorf Eric/ Günther Jan-Philipp (Hrsg.), Robotik und Gesetzgebung. Beiträge der Tagung vom 7.–9.5.2012 in Bielefeld, Baden-Baden 2013, 93–108.
- HEDEMANN JUSTUS WILHELM, Die Flucht in die Generalklauseln. Eine Gefahr für Recht und Staat, Tübingen 1933.
- HELLER JEAN-PIERRE/ OBERSON PASCAL, Die Haftung des Familienhauptes nach Art. 333 Abs. 1 ZGB sowie die Billigkeitshaftung nach Art. 54 Abs. 1 OR, in: Weber Stephan (Hrsg.), Personen-Schaden-Forum 2014. Kind als Täter und Opfer, Zürich 2014, 37–87.
- HEPPE STEPHEN B., Problem of UAV Communications, in: Valavanis Kimon P./ Vachtsevanos George J. (Hrsg.), Handbook of Unmanned Aerial Vehicles. Volume 2, Dordrecht 2015, 715–748.
- HERTZBERG JOACHIM, Technische Gestaltungsoptionen für autonom agierende Komponenten und Systeme, in: Hilgendorf Eric/ Hötitzsch Sven (Hrsg.), Das Recht vor den Herausforderungen der modernen Technik. Beiträge der 1. Würzburger Tagung zum Technikrecht im November 2013, Baden-Baden 2015, 63–73.
- HERTZBERG JOACHIM/ LINGEMANN KAI/ NÜCHTER ANDREAS, Mobile Roboter. Eine Einführung aus Sicht der Informatik, Berlin 2012.
- HESS HANS-JOACHIM, Produktesicherheitsgesetz (PrSG). Stämpflis Handkommentar, Bern 2010. [zit. SHK-PrSG].
- HESS HANS-JOACHIM, Produktheftpflichtgesetz (PrHG). Bundesgesetz über die Produktheftpflicht vom 18.6.1993. Stämpflis Handkommentar, 3. Aufl., Bern 2016. [zit. SHK-PrHG].
- HILGENDORF ERIC, Recht und autonome Maschinen – ein Problemaufriss, in: Hilgendorf Eric/ Hötitzsch Sven (Hrsg.), Das Recht vor den Herausforderungen der modernen Technik. Beiträge der 1. Würzburger Tagung zum Technikrecht im November 2013, Baden-Baden 2015, 11–40.
- HIMMA KENNETH EINAR, Artificial agency, consciousness, and the criteria for moral agency. What properties must an artificial agent have to be a moral agent?, Ethics and Information Technology 1/2009, 19–29.
- HOLLAND JOHN H., Adaptation in natural and artificial systems. An introductory analysis with applications to biology, control, and artificial intelligence, 6. Aufl., Cambridge 2001.
- HOLLIGER-HAGMANN EUGÉNIE, Produktesicherheitsgesetz PrSG. Produktrisiken im Griff – rechtliche Fallstricke vermeiden, Zürich 2010.

- HOLMES OLIVER WENDELL, *The Common Law*, Chicago 2009 (Neuaufgabe des Originalwerkes aus dem Jahr 1881).
- HONARVAR ALI REZA/ GHASEM-AGHAE NASSER, An artificial neural network approach for creating an ethical artificial agent, in: *IEEE International Symposium on Computational Intelligence in Robotics and Automation*, Daejeon 2009, 290–295.
- HONSELL HEINRICH, *Die Reform der Gefährdungshaftung*, ZSR I/1997, 297–314.
- HONSELL HEINRICH/ ISENRING BERNHARD/ KESSLER MARTIN A., *Schweizerisches Haftpflichtrecht*, 5. Aufl., Zürich 2013.
- HUBESCH-MILLAUER STEPHANIE/ BRUGGISSER DAVID, *Sachenrechtliche Aspekte zum Einsatz von privaten Drohnen*, Jusletter 11.8.2014,
- HUBBARD PATRICK F., “Sophisticated Robots”: Balancing Liability, Regulation, and Innovation, *Florida Law Review* 4/2014, 1803–1872.
- HUGUENIN CLAIRE, *Obligationenrecht. Allgemeiner und besonderer Teil*, 2. Aufl., Zürich 2014.
- HYO YOON KANG, *Autonomie/Code, Überlegungen zur Software-Rhetorik in künstlicher Intelligenz, Postgenomik und Recht*, in: Gruber Malte-Christian (Hrsg.), *Autonome Automaten. Künstliche Körper und artifizielle Agenten in der technisierten Gesellschaft*, 2. Aufl., Berlin 2015, 79–92.
- JACOBS THEO, *Normen und Richtlinien*, in: Hilgendorf Eric/ Günther Jan-Philipp (Hrsg.), *Robotik und Gesetzgebung. Beiträge der Tagung vom 7.–9.5.2012 in Bielefeld, Baden-Baden 2013*, 73–89.
- JÄGGI THOMAS, *Das Bundesgesetz über die Produkthaftpflicht*, AJP, 1993, 1419–1424.
- JASIM WESAM/ GU DONGBING, *∞ Path Tracking Control for Quadrotors Based on Quaternion Representation*, in: Mistry Michael/ Leonardis Aleš/ Witkowski Mark/ Melhuish Chris (Hrsg.), *Advances in autonomous robotics systems. 15th Annual Conference, TAROS in Birmingham, 1.–3.9.2014, Proceedings, London 2014*, 72–84.
- JEANNERET YVAN, *Les dispositions pénales de la Loi sur la circulation routière du 19 décembre 1958*, Bern 2007.
- JONES, KEVIN D., PLATZER, MAX F., *Flapping-Wing Propelled Micro Air Vehicles*, in: Valavanis Kimon P./ Vachtsevanos George J. (Hrsg.), *Handbook of Unmanned Aerial Vehicles. Volume 3*, Dordrecht 2015, 1359–1383.
- JONG ELBERT R. de, *Regulating Uncertain Risks in an Innovative Society: A Liability Law Perspective*, in: Hilgendorf Eric/ Günther Jan-Philipp (Hrsg.), *Robotik und Gesetzgebung. Beiträge der Tagung vom 7.–9.5.2012 in Bielefeld, Baden-Baden 2013*, 163–181.
- KADNER GRAZIANO THOMAS/ WIEGANDT DIRK, *Kaufrechtliche und deliktische Haftung für »Weiterfresserschäden«*, JURA 5/2013, 510–526.
- KAISER STEFAN A., *Legal aspects of unmanned aerial vehicles*, ZLW 3/2006, 344–363.
- KANISTRAS KONSTANTINOS/ MARTINS GONCALO/ RUTHERFORD MATTHEW J./ VALAVANIS KIMON P., *Survey of Unmanned Aerial Vehicles (UAVs) for Traffic Monitoring*, in: Valavanis Kimon P./ Vachtsevanos George J. (Hrsg.), *Handbook of Unmanned Aerial Vehicles. Volume 5*, Dordrecht 2015, 2643–2666.
- KANNAN SURESH K./ CHOWDHARY GIRISH VINAYAK/ JOHNSON ERIC N., *Adaptive Control of Unmanned Aerial Vehicles: Theory and Flight Tests*, in: Valavanis Kimon P./ Vachtsevanos George J. (Hrsg.), *Handbook of Unmanned Aerial Vehicles. Volume 2*, Dordrecht 2015, 613–673.
- KANT IMMANUEL, *Grundlegung zur Metaphysik der Sitten*, 2. Aufl., Riga 1786.

- KARNOW CURTIS E.A., The application of traditional tort theory to embodied machine intelligence, in: Calo Ryan/ Froomkin Michael A./ Kerr Ian (Hrsg.), *Robot Law*, Cheltenham 2016, 51–77.
- KELLER ALFRED, *Haftpflicht im Privatrecht*. Band 1, 1. Aufl., Bern 1970. [zit. 1970 (1. Aufl.).]
- KELLER ALFRED, *Haftpflicht im Privatrecht*. Band 1, 6. Aufl., Bern 2002.
- KELLER MAX/ GABI SONJA/ GABI KARIN, *Haftpflichtrecht*, 3. Aufl., Basel 2011.
- KERNS ANDREW J./ SHEPARD DANIEL P./ BHATTI JAHSAN A./ HUMPHREYS TODD E., Unmanned Aircraft Capture and Control via GPS Spoofing, *Journal of Field Robotics* 4/2014, 617–636.
- KERSTEN JENS, Menschen und Maschine. Rechtliche Konturen instrumenteller, symbiotischer und autonomer Konstellationen, *JuristenZeitung* 1/2015, 1–8.
- KETTIGER DANIEL, Das gerichtliche Verbot als Instrument zur Abwehr ziviler Drohnen, *Jusletter* 11.4.2016.
- KIRCHSCHLÄGER PETER G., Roboter und Ethik, *AJP*, 2017, 240–248.
- KLIEMT HARTMUT, Rawl's Kritik am Utilitarismus, in: Höffe Otfried (Hrsg.), *John Rawls: Eine Theorie der Gerechtigkeit*, 3. Aufl., Berlin 2013, 89–106.
- KONDAK KONSTANTIN/ OLLERO ANÍBAL/ MAZA IVAN/ KRIEGER KAI et. al, Unmanned Aerial Systems Physically Interacting with the Environment: Load Transportation, Deployment, and Aerial Manipulation, in: Valavanis Kimon P./ Vachtsevanos George J. (Hrsg.), *Handbook of Unmanned Aerial Vehicles*. Volume 5, Dordrecht 2015, 2755–2785.
- KÖRNER ALEXANDRA, Die Haftung der Solidarschuldner im Aussenverhältnis. Kausalität und persönliche Herabsetzungsgründe im System der Solidarität, Diss. Luzern, Zürich 2011.
- KORNMEIER CLAUDIA, Der Einsatz von Drohnen zur Bildaufnahme. Eine luftverkehrsrechtliche und datenschutzrechtliche Betrachtung, Berlin 2012.
- KRAMER ERNST A., „Reine Vermögensschäden“ als Folge von Stromkabelbeschädigungen. Urteilsanmerkung Zivilrecht. BGE 106 II 75, recht, 1984, 128–134.
- KUNZ OLIVER M., Ausgewählte Neuerungen im Lugano-Übereinkommen, *Plädoyer* 2/2012, 37–41. Kurzkomentar OR. Obligationenrecht, Basel 2014. [zit. KUKO OR-BEARBEITER].
- LACHER ANDREW R./ MARONEY DAVID R./ ZEITLIN ANDREW D., Unmanned Aircraft Collision Avoidance: Technology Assessment and Evaluation Methods, 2007, https://www.mitre.org/sites/default/files/pdf/07_0095.pdf.
- LÄMMEL UWE/ CLEVE JÜRGEN, *Künstliche Intelligenz*, München 2012.
- LANDOLT HARDY, Wer soll das bezahlen – wer hat so viel Geld?, *HAVE*, 2013, 272–274.
- LEE BOHWA/ PARK POOMIN/ KIM CHUNTAEK, Power Managements of a Hybrid Electric Propulsion System, in: Valavanis Kimon P./ Vachtsevanos George J. (Hrsg.), *Handbook of Unmanned Aerial Vehicles*. Volume 1, Dordrecht 2015, 495–524.
- LICHOCKI PAWEŁ/ KAHN PETER H./ BILLARD AUDE, The Ethical Landscape of Robotics, *IEEE Robotics & Automation Magazine* 1/2011, 39–50.
- LINDEMANN GESA, Person, Bewusstsein, Leben und nur-technische Artefakte, in: Rammert Werner/ Schulz-Schaeffer Ingo (Hrsg.), *Können Maschinen handeln? Soziologische Beiträge zum Verhältnis von Mensch und Technik*, Frankfurt am Main 2002, 79–100.
- LOHMANN MELINDA FLORINA, Automatisierte Fahrzeuge im Lichte des Schweizer Zulassungs- und Haftungsrechts, Diss. St. Gallen, Baden-Baden 2016.
- LOHMANN MELINDA FLORINA, Roboter als Wundertüten – eine zivilrechtliche Haftungsanalyse, *AJP*, 2017.
- LORANDI FRANCO, Haftung für reinen Vermögensschaden, recht, 1990, 19–26.

- LÖRTSCHER THOMAS, Produkthaftung: Der neue Art. 135 IPRG, Schweizerische Versicherungs-Zeitschrift, 1990, 253–259.
- MANER WALTER, Heuristic Methods for Computer Ethics, *Metaphilosophy* 3/2002, 339–365.
- MARKWALDER NORA/ SIMMLER MONIKA, Roboterstrafrecht, *AJP*, 2017, 171–182.
- MARSHALL DOUGLAS, Methodologies for Regulatory Compliance and Harmonization, in: Valavanis Kimon P./ Vachtsevanos George J. (Hrsg.), *Handbook of Unmanned Aerial Vehicles*. Volume 4, Dordrecht 2015, 2159–2176.
- MATEOS-GARCIA JUAN, To err is algorithm: Algorithmic fallibility and economic organisation, 10.5.2017, <http://www.nesta.org.uk/blog/err-algorithm-algorithmic-fallibility-and-economic-organisation>.
- MATSUZAKI HIRONORI, When Robots Meet Society – Risk Issues and Legal Constraints in Japan, in: Hilgendorf Eric/ Günther Jan-Philipp (Hrsg.), *Robotik und Gesetzgebung. Beiträge der Tagung vom 7.–9.5.2012 in Bielefeld, Baden-Baden 2013*, 345–376.
- MATTHIAS ANDREAS, The responsibility gap. Ascribing responsibility for the actions of learning automata, *Ethics and Information Technology* 3/2004, 175–183.
- MATTHIAS ANDREAS, Automaten als Träger von Rechten. Plädoyer für eine Gesetzesänderung, Diss. Berlin, Berlin 2008.
- MAYER MICHAEL, Die Übernahme europäischen Rechts durch die Schweiz, in: Epiney Astrid/ Hehemann Lena/ Kern Markus (Hrsg.), *Schweizerisches Jahrbuch für Europarecht 2014/2015*, Zürich 2015, 347–369.
- MAZA IVAN/ OLLERO ANÍBAL/ CASADO ENRIQUE/ SCARLATTI DAVID, Classification of Multi-UAV Architectures, in: Valavanis Kimon P./ Vachtsevanos George J. (Hrsg.), *Handbook of Unmanned Aerial Vehicles*. Volume 2, Dordrecht 2015, 953–975.
- MCKENNA ALAN, The Public Acceptance Challenge and Its Implications for the Developing Civil Drone Industry, in: Custers Bart (Hrsg.), *The Future of Drone Use. Opportunities and Threats from Ethical and Legal Perspectives*, The Hague 2016, 353–369.
- MCNALLY PHIL/ INAYATULLAH SOHAIL, The rights of robots, *Futures* 2/1988, 119–136.
- MEDNIUK NICHOLAS, Aspects of Insurance for Unmanned Aircraft Systems, in: Scott Benjamyn Ian (Hrsg.), *The law of unmanned aircraft systems. An introduction to the current and future regulation under national, regional and international law*, Alphen aan den Rijn 2016, 89–104.
- MEILI KATJA, *Grundlagen und Grundsätze der Luftfahrthaftpflicht*, Zürich 2014.
- MEJIAS LUIS/ LAI JOHN/ BRUGGEMANN TROY, Sensors for Missions, in: Valavanis Kimon P./ Vachtsevanos George J. (Hrsg.), *Handbook of Unmanned Aerial Vehicles*. Volume 1, Dordrecht 2015, 385–399.
- MELITA CARMELO DONATO/ LONGO DOMENICO/ MUSCATO GIOVANNI/ GUIDICE GAETANO, Measurement and Exploration in Volcanic Environments, in: Valavanis Kimon P./ Vachtsevanos George J. (Hrsg.), *Handbook of Unmanned Aerial Vehicles*. Volume 5, Dordrecht 2015, 2667–2692.
- MENDES DE LEON PABLO/ SCOTT BENJAMYN, An Analysis of Unmanned Aircraft Systems Under Air Law, in: Završnik Ales (Hrsg.), *Drones and unmanned aerial systems. Legal and social implications for security and surveillance*, Cham 2016, 185–213.
- MÉTILLE SYLVAIN/ GUYOT NICOLAS, Le moment est venu de juridique aux robots, *Plädoyer* 3/2015, 26–29.

- METZINGER THOMAS, Two Principles for Robot Ethics, in: Hilgendorf Eric/ Günther Jan-Philipp (Hrsg.), Robotik und Gesetzgebung. Beiträge der Tagung vom 7.-9.5.2012 in Bielefeld, Baden-Baden 2013, 263–302.
- MEYER JÖRG/ GÖTTKEN MATTHIAS/ VERNALEKEN CHRISTOPH/ SCHÄRER SIMON, Automatic Traffic Alert and Collision Avoidance System (TCAS) Onboard UAS, in: Valavanis Kimon P./ Vachtsevanos George J. (Hrsg.), Handbook of Unmanned Aerial Vehicles. Volume 4, Dordrecht 2015, 1857–1871.
- MILLAR JASON/ KERR IAN, Delegation, relinquishment, and responsibility: The prospect of expert robots, in: Calo Ryan/ Froomkin Michael A./ Kerr Ian (Hrsg.), Robot Law, Cheltenham 2016, 102–127.
- MINKYU KIM, Fahrerlose Transportsysteme: Gegenwärtige Lage und Rechtsprobleme autonomer Fahrzeuge in Korea, Würzburg 2013.
- MOON AJUNG/ CALISGAN ERGUN/ BASSANI CAMILLA/ FERREIRA FAUSTO et. al, The Open Roboethics initiative and the elevator-riding robot, in: Calo Ryan/ Froomkin Michael A./ Kerr Ian (Hrsg.), Robot Law, Cheltenham 2016, 131–162.
- MOOR JAMES H., The Nature, Importance, and Difficulty of Machine Ethics, IEEE Intelligent Systems 4/2006, 18–21.
- MOSES ALLISTAIR, RADAR Based Collision Avoidance for Unmanned Aircraft Systems, in: Valavanis Kimon P./ Vachtsevanos George J. (Hrsg.), Handbook of Unmanned Aerial Vehicles. Volume 4, Dordrecht 2015, 1895–1953.
- MUELLER THOMAS J./ DELAURIER JAMES D., Introduction, in: Mueller Thomas J. (Hrsg.), Fixed and flapping wing aerodynamics for micro air vehicle applications. Collection of papers presented at the Conference on Fixed, Flapping and Rotary Wing Aerodynamics at Very Low Reynolds Numbers held 5.–7.6.2000 at the University of Notre Dame, Reston 2001, 2 f.
- MÜHLBAUER THOMAS, Haftung für Schäden Dritter, Exkurs: Haftung nach Schweizer Recht, in: Hobe Stephan/ von Ruckteschell Nicolai (Hrsg.), Kölner Kompendium des Luftrechts. Band 3: Wirtschaftsrechtliche Aspekte des Luftverkehrs, Köln 2010, 288–290.
- MÜLLER CHRISTOPH, La responsabilité civile extracontractuelle, Basel 2013. [zit. responsabilité].
- MÜLLER MELINDA FLORINA, Roboter und Recht, AJP, 2014, 595–608.
- MÜLLER OTTO HEINRICH, Haftpflichtversicherung unter Einbezug der Motorfahrzeug-, Schiffs- und Luftfahrzeugversicherung, 2. Aufl., Zürich 1988. [zit. Haftpflichtversicherung].
- MÜLLER ROLAND/ MAUCHLE YVES, Rechtsprobleme bei Motorfahrzeugen auf Flugplätzen, AJP, 2010, 477–485.
- MÜLLER-CHEN MARKUS, Haftpflichtrecht in der Krise?, BJM, 2002, 289–309.
- MÜLLER-CHEN MARKUS, Haftung für durch gentechnisch veränderte Organismen verursachte Schäden, in: Sutter-Somm Thomas/ Hafner Felix/ Schmid Gerhard/ Seelmann Kurt (Hrsg.), Risiko und Recht. Festgabe zum Schweizerischen Juristentag 2004, Basel 2004, 151–169.
- MURPHY ROBIN R., Disaster robotics, Cambridge, Mass. 2014.
- NEUHÄUSER CHRISTIAN, Roboter und moralische Verantwortung, in: Hilgendorf Eric (Hrsg.), Robotik im Kontext von Recht und Moral, Baden-Baden 2014, 269–286.
- NIEDERMEYER HANS-GEORG, Rechtsvorschriften für das Inverkehrbringen von Drohnen – Herausforderung für die Marktüberwachung, Maschinenrichtlinie aktuell 4/2016, 9–11.

- NOLTING WOLFGANG, Grundkurs Theoretische Physik. Klassische Mechanik, 10. Aufl., Berlin 2013.
- OFTINGER KARL, Lärmbekämpfung als Aufgabe des Rechts. Ein krit. Beitr. zur Behandlung d. Immissionen u. ähnlichen Einwirkungen im schweizerischen Zivilrecht, Polizeirecht u. Expropriationsrecht, Zürich 1956.
- OFTINGER KARL/ STARK EMIL W., Schweizerisches Haftpflichtrecht. Band 2: Besonderer Teil. Teilband 1: Verschuldenshaftung, gewöhnliche Kausalhaftungen, Haftung aus Gewässerverschmutzung, 4. Aufl., Zürich 1987. [zit. Verschuldenshaftung].
- OFTINGER KARL/ STARK EMIL W., Schweizerisches Haftpflichtrecht. Band 2: Besonderer Teil. Teilband 2: Gefährdungshaftungen: Motorfahrzeughaftpflicht und Motorfahrzeughaftpflichtversicherung, 4. Aufl., Zürich 1989. [zit. Gefährdungshaftungen].
- OFTINGER KARL/ STARK EMIL W., Schweizerisches Haftpflichtrecht. Band 1: Allgemeiner Teil, 5. Aufl., Zürich 1995. [zit. Allgemeiner Teil].
- OH HYONDONG/ JIN YAOCHEU, Adaptive Swarm Robot Region Coverage Using Gene Regulatory Networks, in: Mistry Michael/ Leonardis Aleš/ Witkowski Mark/ Melhuish Chris (Hrsg.), Advances in autonomous robotics systems. 15th Annual Conference, TAROS in Birmingham, 1.–3.9.2014, Proceedings, London 2014, 197–208.
- OZTEKIN AHMET/ WEVER ROMBOU, Development of a Regulatory Safety Baseline for UAS Sense and Avoid, in: Valavanis Kimon P./ Vachtsevanos George J. (Hrsg.), Handbook of Unmanned Aerial Vehicles. Volume 4, Dordrecht 2015, 1817–1839.
- PAGALLO UGO, The Laws of Robots. Crimes, Contracts, and Torts, Dordrecht 2013.
- PAL SANKAR K./ SHIU SIMON C. K., Foundations of soft case-based reasoning, Hoboken 2004.
- PARASURAMAN R./ SHERIDAN T. B./ WICKENS C. D., A model for types and levels of human interaction with automation, IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics – Part A: Systems and Humans 3/2000, 286–297.
- PERRIT HENRY H./ SPRAGUE ELIOT O., Drones, Vanderbilt Journal of Entertainment and Technology Law 3/2015, 673–749.
- PFENNINGER HANSPETER/ SCHILD FRANZ, Anwendungsbereich des Bundesgesetzes über die Produktesicherheit (PrSG), in: Fellmann Walter (Hrsg.), Produktsicherheit und Produkthaftung – neue Herausforderungen für schweizerische Unternehmen. Tagung vom 31. März 2011 in Luzern, Bern 2011, 23–32.
- PHANG SWEE KING/ KUN LI/ CHEN BEN M./ LEE TONG HENG, Systematic Design Methodology and Construction of Micro Aerial Quadromotor Vehicles, in: Valavanis Kimon P./ Vachtsevanos George J. (Hrsg.), Handbook of Unmanned Aerial Vehicles. Volume 1, Dordrecht 2015, 181–206.
- PIPPIN CHARLES, Integrated Hardware/Software Architectures to Enable UAVs for Autonomous Flight, in: Valavanis Kimon P./ Vachtsevanos George J. (Hrsg.), Handbook of Unmanned Aerial Vehicles. Volume 3, Dordrecht 2015, 1725–1747.
- POSCH WILLIBALD/ SCHNEIDER HELGAR G., Neues Produktheftpflichtgesetz im Fürstentum Liechtenstein, Haftpflicht international – Recht & Versicherung, 1993, 56 f.
- POWERS CAITLIN/ MELLINGER DANIEL/ KUMAR VIJAY, Quadromotor Kinematics and Dynamics, in: Valavanis Kimon P./ Vachtsevanos George J. (Hrsg.), Handbook of Unmanned Aerial Vehicles. Volume 1, Dordrecht 2015, 307–328.
- POWERS THOMAS M., Prospects for a Kantian Machine, IEEE Intelligent Systems 4/2006, 46–51.

- PROBST THOMAS, Die Behandlung von „Reflexschäden“ und „Schockschäden“ im schweizerischen Haftpflicht- und Strassenverkehrsrecht / V. Die Widerrechtlichkeit von Sekundärschäden Drittgeschädigter, in: Probst Thomas/ Werro Franz (Hrsg.), Strassenverkehrsrechts-Tagung, 14.–15.6.2012, Bern 2012, 18–44.
- RATTI JAYANT/ VACHTSEVANOS GEORGE J., Inventing a Biologically Inspired, Energy-Efficient Micro Aerial Vehicle, in: Valavanis Kimon P./ Vachtsevanos George J. (Hrsg.), Handbook of Unmanned Aerial Vehicles. Volume 3, Dordrecht 2015, 1385–1413.
- REICHENBACH DONALD PH., Haftpflicht und Versicherung des Luftfahrzeughalters für Lärmschäden. Eine rechtsvergleichende Darstellung, Diss. Zürich, Zürich 1971.
- REUSCHLE FABIAN, Montrealer Übereinkommen. Übereinkommen zur Vereinheitlichung bestimmter Vorschriften über die Beförderung im internationalen Luftverkehr, 2. Aufl., Boston 2011.
- REY HEINZ, Deliktrechtliche Ersatzfähigkeit reiner Nutzungsbeeinträchtigungen an Sachen – Ein künftiges Diskussionsthema in der Schweiz?, in: Spier Jaap/ Koziol Helmut (Hrsg.), Liber amicorum Pierre Widmer, Wien 2003, 283–291. [zit. Nutzungsbeeinträchtigung].
- REY HEINZ, Ausservertragliches Haftpflichtrecht, 4. Aufl., Zürich 2008. [zit. Haftpflichtrecht].
- RICHARDS NEIL M./ SMART WILLIAM D., How should the law think about robots?, in: Calo Ryan/ Froomkin Michael A./ Kerr Ian (Hrsg.), Robot Law, Cheltenham 2016, 3–22.
- RIDLEY MATTHEW/ UPCROFT BEN/ SUKKARIEH SALAH, Data Fusion and Tracking with Multiple UAVs, in: Valavanis Kimon P./ Vachtsevanos George J. (Hrsg.), Handbook of Unmanned Aerial Vehicles. Volume 1, Dordrecht 2015, 461–490.
- RIESE OTTO, Luftrecht, Stuttgart 1949.
- ROBERTO VITO, Haftpflichtrecht, Bern 2013.
- ROSENTHAL DAVID, Autonome Informatiksysteme: Wie steht es mit der Haftung?, in: Kündig Albert/ Bütschi Danielle (Hrsg.), Die Verselbständigung des Computers, Zürich 2008, 131–145.
- RUMO-JUNGO ALEXANDRA/ HOLZER ANDRÉ PIERRE, Bundesgesetz über die Unfallversicherung (UVG), 4. Aufl., Zürich 2012.
- RUSCH ARNOLD F., Weiterfresserschaden auch in der Schweiz?, HAVE, 2012, 269–272.
- RYACIOTAKI-BOUSSALIS HELEN/ GUILLAUME DARELL, Computational and Experimental Design of a Fixed-Wing UAV, in: Valavanis Kimon P./ Vachtsevanos George J. (Hrsg.), Handbook of Unmanned Aerial Vehicles. Volume 1, Dordrecht 2015, 109–141.
- SANTOSUOSSO AMEDEO, Legal problems of modern robotics?, Würzburg 2013.
- SAYED LOAI A. A./ ALBOUL LYUBA, Acoustic Based Search and Rescue on a UAV, in: Mistry Michael/ Leonardis Aleš/ Witkowski Mark/ Melhuish Chris (Hrsg.), Advances in autonomous robotics systems. 15th Annual Conference, TAROS in Birmingham, 1.–3.9.2014, Proceedings, London 2014, 275–281.
- SCHNEIDER ERIC/ SKLAR ELIZABETH I./ PARSONS SIMON/ ÖZGELEN A. TUNA, Auction-Based Task Allocation for Multi-robot Teams in Dynamic Environments, in: Dixon Clare/ Tuyls Karl (Hrsg.), Towards autonomous robotic systems. 16th Annual Conference, TAROS in Liverpool, 8.–10.9.2015, Proceedings, Cham 2015, 246–257.
- SCHNYDER ANTON K., Produkthaftung international – kollisions- und verfahrensrechtliche Aspekte, in: Meier Isaak (Hrsg.), Recht und Rechtsdurchsetzung. Festschrift für Hans Ulrich Walder zum 65. Geburtstag, Zürich 1994, 385–408.

- SCHNYDER ANTON K./ PORTMANN WOLFGANG/ MÜLLER-CHEN MARKUS, *Ausservertragliches Haftpflichtrecht*, 2. Aufl., Zürich 2013.
- SCHUHR JAN C., *Neudefinition tradierter Begriffe (Pseudo-Zurechnung an Roboter)*, in: Hilgendorf Eric (Hrsg.), *Robotik im Kontext von Recht und Moral*, Baden-Baden 2014, 13–26.
- SCHULTZ ALAN C., *Using a Genetic Algorithm to Learn Strategies for Collision Avoidance and Local Navigation*, in: University of New Hampshire Marine Systems Engineering Laboratory (Hrsg.), *Proceedings of the Seventh International Symposium on Unmanned Untethered Submersible Technology*, 23.–25.9.1991, 213–215.
- Schweizer Obligationenrecht 2020. Entwurf für einen neuen allgemeinen Teil, Zürich 2013. [zit. OR 2020-BEARBEITER].
- SCHWENZER INGEBORG H., *Schweizerisches Obligationenrecht*, allgemeiner Teil, 7. Aufl., Bern 2016.
- SCOTT BENJAMYN IAN, *Key Provisions in Current Aviation Law*, in: Custers Bart (Hrsg.), *The Future of Drone Use. Opportunities and Threats from Ethical and Legal Perspectives*, The Hague 2016, 241–259. [zit. Key Provisions].
- SCOTT BENJAMYN IAN, *Terminology, Definitions and Classifications*, in: Scott Benjamyn Ian (Hrsg.), *The law of unmanned aircraft systems. An introduction to the current and future regulation under national, regional and international law*, Alphen aan den Rijn 2016, 9–14. [zit. Terminology].
- SHAHBANDI SAEED GHOLAMI/ ASTRAND BJÖRN, *Modeling of a Large Structured Environment*, in: Mistry Michael/ Leonardis Aleš/ Witkowski Mark/ Melhuish Chris (Hrsg.), *Advances in autonomous robotics systems. 15th Annual Conference, TAROS in Birmingham*, 1.–3.9.2014, Proceedings, London 2014, 1–12.
- SHESHKALANI ALI NARENJI/ KHOSRAVI RAMTIN/ FALLAH MOHAMMAD K., *Discretizing the State Space of Multiple Moving Robots to Verify Visibility Properties*, in: Dixon Clare/ Tuyls Karl (Hrsg.), *Towards autonomous robotic systems. 16th Annual Conference, TAROS in Liverpool*, 8.–10.9.2015, Proceedings, Cham 2015, 186–191.
- SHIRAZI ATAOLLAH RAMEZAN/ OH HYONDONG/ JIN YAOCHEU, *Morphogenetic Self-Organization of Collective Movement without Directional Sensing*, in: Mistry Michael/ Leonardis Aleš/ Witkowski Mark/ Melhuish Chris (Hrsg.), *Advances in autonomous robotics systems. 15th Annual Conference, TAROS in Birmingham*, 1.–3.9.2014, Proceedings, London 2014, 139–162.
- SIERRA BARRY SEBASTIAN/ DESCHAUER MARTIN, *Versuch einer nichtmenschlichen Anthropologie von Intelligenz*, in: Gruber Malte-Christian (Hrsg.), *Autonome Automaten. Künstliche Körper und artifizielle Agenten in der technisierten Gesellschaft*, 2. Aufl., Berlin 2015, 61–77.
- SIMON HERBERT A., *The Sciences of the Artificial*, 3. Aufl., Cambridge, Mass. 1996.
- SOLMECKE CHRISTIAN/ NOWAK FABIAN, *Zivile Drohnen – Probleme ihrer Nutzung. Rechtliche Bewertung eines künftigen Milliardenmarkts*, *Multimedia und Recht* 7/2014, 431–435.
- SOLUM LAWRENCE B., *Legal Personhood for Artificial Intelligences*, *North Carolina Law Review*, 1992, 1231–1297.
- SPINDLER GERALD, *Zivilrechtliche Fragen beim Einsatz von Robotern*, in: Hilgendorf Eric (Hrsg.), *Robotik im Kontext von Recht und Moral*, Baden-Baden 2014, 63–80.
- STEIGER MARTIN, *Regulierung von Drohnen im zivilen Behördeneinsatz in der Schweiz*, *Sicherheit & Recht* 3/2014, 169–182.

- STEIL JOCHEN J./ KRÜGER STEFAN, Lernen und Sicherheit in Interaktion mit Robotern aus Maschinensicht, in: Hilgendorf Eric/ Günther Jan-Philipp (Hrsg.), Robotik und Gesetzgebung. Beiträge der Tagung vom 7.–9.5.2012 in Bielefeld, Baden-Baden 2013, 51–71.
- STONE PETER/ BROOKS RODNEY/ BRYNJOLFSSON ERIK/ CALO RYAN et. al, Artificial Intelligence and Life in 2030. One Hundred Year Study on Artificial Intelligence: Report of the 2015–2016 Study Panel, 6.9.2016, https://ai100.stanford.edu/sites/default/files/ai100report10032016fnl_singles.pdf.
- STRAUB WOLFGANG, Produktheftung für Informationstechnologiefehler. EU-Produktheftungsrichtlinie und schweizerisches Produktheftungsgesetz, Zürich 2002. [zit. Produktheftung].
- STRAUB WOLFGANG, Verantwortung für Informationstechnologie. Gewährleistung, Haftung und Verantwortlichkeitsansprüche, Zürich 2008. [zit. Verantwortung].
- STREIFF ULLIN/ VON KAENEL ADRIAN/ RUDOLPH ROGER, Arbeitsvertrag. Praxiskommentar zu Art. 319–362 OR, 7. Aufl., Zürich 2012.
- STRYDOM REUBEN/ THURROWGOOD SAUL/ DENUELLE AYMERIC/ SRINIVASAN MANDYAM V., UAV Guidance: A Stereo-Based Technique for Interception of Stationary or Moving Targets, in: Dixon Clare/ Tuyls Karl (Hrsg.), Towards autonomous robotic systems. 16th Annual Conference, TAROS in Liverpool, 8.–10.9.2015, Proceedings, Cham 2015, 258–269.
- SULLINS JOHN P., When Is a Robot a Moral Agent?, *International Review of Information Ethics* 6/2006, 24–30.
- SULLINS JOHN P., When is a Robot a Moral Agent, in: Anderson Michael/ Anderson Susan Leigh (Hrsg.), *Machine Ethics*, Cambridge 2011, 151–161.
- SUNADA SHIGERU/ LIU HAO/ TOKUTAKE HIROSHI/ KUBO DAISUKE, Development of Insect-Sized MAVs, in: Valavanis Kimon P./ Vachtsevanos George J. (Hrsg.), *Handbook of Unmanned Aerial Vehicles. Volume 3*, Dordrecht 2015, 1329–1358.
- SURY URSULA, IT-Fehler – Softwarehaftung, in: Weber Stephan/ Münch Peter (Hrsg.), *Haftung und Versicherung. Beraten und Prozessieren im Haftpflicht- und Versicherungsrecht*, 2. Aufl., Basel 2015, 1241–1278.
- SUST, Jahresbericht 2016, Bern 2017, https://www.sust.admin.ch/inhalte/pdf/jahresberichte_u_Statistiken/SUST_JB_2016_DE.PDF.
- TERCIER PIERRE, De la distinction entre dommage corporel, dommage matériel et autres dommages, in: Assista AG (Hrsg.), *Festschrift ASSISTA 1968–1978*, Genf 1979, 247–268.
- TEUBNER GUNTHER, Elektronische Agenten und grosse Menschenaffen: Zur Ausweitung des Akteurs status in Recht und Politik, in: Becchi Paolo/ Graber Christoph Beat/ Luminati Michele (Hrsg.), *Interdisziplinäre Wege in der juristischen Grundlagenforschung*, Zürich 2007, 1–30.
- THE ROYAL SOCIETY, Machine learning: the power and promise of computers that learn by example, April 2017, <https://royalsociety.org/topics-policy/projects/machine-learning/>.
- THIJSSSEN CHARLOTTE, Civil Liability Issues in International Transport, in: Scott Benjamyn Ian (Hrsg.), *The law of unmanned aircraft systems. An introduction to the current and future regulation under national, regional and international law*, Alphen aan den Rijn 2016, 39–51.
- TONKENS RYAN, A Challenge for Machine Ethics, *Minds & Machines* 3/2009, 421–438.
- UEBELHART MARTIN, Wunschmaschinen und Maschinen(alb)träume. Anmerkungen zu Stanislaw Lem (1921–2006), in: Gruber Malte-Christian (Hrsg.), *Autonome Automaten*.

- Künstliche Körper und artifizielle Agenten in der technisierten Gesellschaft, 2. Aufl., Berlin 2015, 249–265.
- VACHTSEVANOS GEORGE J./ VALAVANIS KIMON P., Military and Civilian Unmanned Aircraft, in: Valavanis Kimon P./ Vachtsevanos George J. (Hrsg.), Handbook of Unmanned Aerial Vehicles. Volume 1, Dordrecht 2015, 93–103.
- VALAVANIS KIMON P./ VACHTSEVANOS GEORGE J., Sensors and Sensing Strategies: Introduction, in: Valavanis Kimon P./ Vachtsevanos George J. (Hrsg.), Handbook of Unmanned Aerial Vehicles. Volume 1, Dordrecht 2015, 383 f. [zit. Sensors and Sensing].
- VALAVANIS KIMON P./ VACHTSEVANOS GEORGE J., UAV Communication Issues: Introduction, in: Valavanis Kimon P./ Vachtsevanos George J. (Hrsg.), Handbook of Unmanned Aerial Vehicles. Volume 2, Dordrecht 2015, 713 f. [zit. Communication].
- VALAVANIS KIMON P./ VACHTSEVANOS GEORGE J., UAV Health Management Issues: Introduction, in: Valavanis Kimon P./ Vachtsevanos George J. (Hrsg.), Handbook of Unmanned Aerial Vehicles. Volume 2, Dordrecht 2015, 995–997. [zit. Health Management].
- VALAVANIS KIMON P./ VACHTSEVANOS GEORGE J., UAV Propulsion: Introduction, in: Valavanis Kimon P./ Vachtsevanos George J. (Hrsg.), Handbook of Unmanned Aerial Vehicles. Volume 1, Dordrecht 2015, 493 f. [zit. Propulsion].
- VAN BLYENBURGH PETER, RPAS – The European Approach & The Way Forward, in: Fritsch Dieter (Hrsg.), Photogrammetric Week '13. Keynotes and invited papers of the 54th Photogrammetric Week held at the University of Stuttgart, 9.–13.9.2013, Berlin 2013, 131–150. [zit. European Approach].
- VAN BLYENBURGH PETER, Civil RPAS in European Union Airspace – the Road to Integration, in: Valavanis Kimon P./ Vachtsevanos George J. (Hrsg.), Handbook of Unmanned Aerial Vehicles. Volume 1, Dordrecht 2015, vii–xvii. [zit. Civil RPAS].
- VAN DE LEIJGRAAF RON, Certification of Small UAS, in: Valavanis Kimon P./ Vachtsevanos George J. (Hrsg.), Handbook of Unmanned Aerial Vehicles. Volume 4, Dordrecht 2015, 2277–2291.
- VERDE MICHEL, Haftungs begründung anhand strafrechtlicher Schutznormen, HAVE, 2016, 141–154.
- VERGOUW BAS/ NAGEL HUUB/ BONDT GEERT/ CUSTERS BART, Drone Technology: Types, Payloads, Applications, Frequency Spectrum Issues and Future Developments, in: Custers Bart (Hrsg.), The Future of Drone Use. Opportunities and Threats from Ethical and Legal Perspectives, The Hague 2016, 21–44.
- VERSENYI LASZLO, Can Robots be Moral?, Ethics and Information Technology 3/1974, 248–259.
- VERUGGIO GIANMARCO, EURON Robotethics Roadmap, Genoa 2006.
- VILLASENOR JOHN, Observations from Above: Unmanned Aircraft Systems and Privacy, Harvard Journal of Law & Public Policy 2/2013, 457–517.
- VISCHER FRANK, Das Deliktsrecht des IPR-Gesetzes unter besonderer Berücksichtigung der Regelung der Produkthaftung, in: Schwander Ivo (Hrsg.), Beiträge zum neuen IPR des Sachen-, Schuld- und Gesellschaftsrechts. Festschrift für Rudolf Moser, Zürich 1987, 119–142.
- VLADECK DAVID C., Machines Without Principles: Liability Rules and Artificial Intelligence, Washington Law Review, 2014, 117–150.
- VON BAR CHRISTIAN, Gemeineuropäisches Deliktsrecht. Band 2: Schaden und Schadenersatz, Haftung für und ohne eigenes Fehlverhalten, Kausalität und Verteidigungsgründe, München 1999.

- VON DER MÜHLL PETER, Voraussetzungen und Umfang der Lufthaftpflicht gegenüber Drittpersonen, Diss. Basel, Basel 1950.
- WAESPI OLIVER, Organisationshaftung. Risiko und Unsorgfalt bei der Geschäftsherrenhaftung, Diss. Neuenburg, Bern 2005.
- WALKER SMITH BRYANT, Lawyers and engineers should speak the same robot language, in: Calo Ryan/ Froomkin Michael A./ Kerr Ian (Hrsg.), Robot Law, Cheltenham 2016, 78–101.
- WALPEN ADRIAN, Bau und Betrieb von zivilen Flughäfen. Unter besonderer Berücksichtigung der Lärmproblematik um den Flughafen Zürich, Diss. Freiburg, Zürich 2005.
- WEAVER JOHN FRANK, Robots are people too. How Siri, Google Car, and artificial intelligence will force us to change our laws, Santa Barbara 2014.
- WEBER LUDWIG, International Civil Aviation Organization. An introduction, Alphen aan den Rijn 2007. [zit. ICAO].
- WEBER ROLF H., E-Commerce und Recht. Rechtliche Rahmenbedingungen elektronischer Geschäftsformen, 2. Aufl., Zürich 2010. [zit. E-Commerce].
- WEBER ROLF H./ OERTLY DOMINIC, Datenschutzrechtliche Problemfelder von zivilen Drohneinsätzen, Jusletter 26.10.2015.
- WEBER STEPHAN, Kausalität und Solidarität – Schadenszurechnung bei einer Mehrheit von tatsächlichen oder potenziellen Schädigern, HAVE, 2010, 115–127.
- WEISS JOHANNES, Technik handeln lassen, in: Rammert Werner/ Schulz-Schaeffer Ingo (Hrsg.), Können Maschinen handeln? Soziologische Beiträge zum Verhältnis von Mensch und Technik, Frankfurt am Main 2002, 65–78.
- WERLE RAYMUND, Technik als Akteurfiktion, in: Rammert Werner/ Schulz-Schaeffer Ingo (Hrsg.), Können Maschinen handeln? Soziologische Beiträge zum Verhältnis von Mensch und Technik, Frankfurt am Main 2002, 119–139.
- WERRO FRANZ, La responsabilité civile, 2. Aufl., Bern 2011. [zit. responsabilité].
- WERRO MEN DURI, Die Haftung aus Zusammenstoß von Flugzeugen. Unter besonderer Berücksichtigung des schweizerischen Rechtes, Diss. Zürich, Zürich 1978. [zit. Zusammenstoß].
- WESSON KYLE/ HUMPHREYS TODD E., Unhackable Drones: The Challenge of Securely Integrating Unmanned Aircraft into the National Airspace, Scientific American November/2013, 54–59.
- WIDMER PIERRE/ KRAUSKOPF FRÉDÉRIC, Privatrechtliche Haftung, in: Weber Stephan/ Münch Peter (Hrsg.), Haftung und Versicherung. Beraten und Prozessieren im Haftpflicht- und Versicherungsrecht, 2. Aufl., Basel 2015, 7–126.
- WIEDE ANDREAS, Reiserecht. Schweizer Handbuch zu den Verträgen über Reiseleistungen, Zürich 2014.
- WIEGEL VINCENT/ VAN DEN BERG JAN, Combining Moral Theory, Modal Logic and Mas to Create Well-Behaving Artificial Agents, International Journal of Social Robotics 3/2009, 233–242.
- WIETFIELD CHRISTIAN/ DANIEL KAI, Cognitive Networking for UAV Swarms, in: Valavanis Kimon P./ Vachtsevanos George J. (Hrsg.), Handbook of Unmanned Aerial Vehicles. Volume 2, Dordrecht 2015, 749–780.
- WILDHABER ISABELLE, Koexistenz und Haftung: Gedanken zu wirtschaftlichen Schäden im biotechnischen Zeitalter, ZBJV, 2011, 631–664.

- WILDHABER ISABELLE/ LOHMANN MELINDA FLORINA, Roboterrecht – eine Einleitung, *AJP*, 2017, 135–140.
- WILLIAMS RICHARD/ KONEV BORIS/ COENEN FRANS, Collaborating Low Cost Micro Aerial Vehicles: A Demonstration, in: Dixon Clare/ Tuyls Karl (Hrsg.), *Towards autonomous robotic systems. 16th Annual Conference, TAROS in Liverpool*, 8.–10.9.2015, *Proceedings, Cham* 2015, 296–302.
- WILLKE HELMUT, *Dystopia. Studien zur Krisis des Wissens in der modernen Gesellschaft*, Frankfurt am Main 2002.
- WINFIELD ALAN F.T./ BLUM CHRISTIAN/ LIU WENGUO, Towards an Ethical Robot: Internal Models, Consequences and Ethical Action Selection, in: Mistry Michael/ Leonardis Aleš/ Witkowski Mark/ Melhuish Chris (Hrsg.), *Advances in autonomous robotics systems. 15th Annual Conference, TAROS in Birmingham*, 1.–3.9.2014, *Proceedings, London* 2014, 85–96.
- WRIGHT DAVID/ FINN RACHEL, Making Drones More Acceptable with Privacy Impact Assessments, in: Custers Bart (Hrsg.), *The Future of Drone Use. Opportunities and Threats from Ethical and Legal Perspectives*, The Hague 2016, 325–351.
- ZELL ANDREAS, *Simulation neuronaler Netze*, 4. Aufl., München 2003.
- Zürcher Kommentar zum IPRG. Kommentar zum Bundesgesetz über das internationale Privatrecht (IPRG) vom 18.12.1987, 2. Aufl., Zürich 2004. [zit. ZK IPRG-BEARBEITER].

Materialienverzeichnis

In der digitalen Version (PDF und EPUB) sind die online verfügbaren Quellen mit einem Hyperlink verknüpft.

- ARBEITSKREIS IM ERFAHRUNGSUSTAUSCHKREIS DER ZENTRALSTELLE DER LÄNDER FÜR SICHERHEITSTECHNIK, Beschlüsse des AK 2.2 „Spielzeug“. Beschlussliste Stand 08-2015, München, 2015, http://www.zls-muenchen.de/erfahrungsaustausch/ek_ak/dokumente_ek2/EK2_AK2_2_Beschlussliste_08_2015.pdf.
- Botschaft des Bundesrates vom 23.3.1945 zum Entwurf eines Bundesgesetzes über die Luftfahrt (BBl 1945 I 341).
- Botschaft I über die Anpassung des Bundesrechts an das EWR-Recht (Zusatzbotschaft I zur EWR-Botschaft) vom 27.5.1992 (BBl 1992 V 1).
- Botschaft über das Folgeprogramm nach der Ablehnung des EWR-Abkommens vom 24.2.1993 (BBl 1993 I 805).
- Botschaft zum Produktesicherheitsgesetz (Totalrevision des Bundesgesetzes über die Sicherheit von technischen Einrichtungen und Geräten) vom 25.6.2008 (BBl 2008 7407).
- BUNDESAMT FÜR JUSTIZ, Gesetzgebungsleitfaden. Leitfaden für die Ausarbeitung von Erlassen des Bundes, 2007, <https://www.bj.admin.ch/dam/data/bj/staat/legistik/hauptinstrumente/gleitf-d.pdf>.
- BUNDESAMT FÜR ZIVILLUFTFAHRT, Das Verhältnis zwischen der Schweiz und der Europäischen Agentur für Flugsicherheit (EASA), 2013, <https://www.bazl.admin.ch/bazl/de/home/sicherheit/internationales/europaeische-agentur-fuer-flugsicherheit--easa-.html>. [zit. 2013].
- BUNDESAMT FÜR ZIVILLUFTFAHRT, Zivile Drohnen in der Schweiz, 7.2.2016, <https://www.bazl.admin.ch/bazl/de/home/gutzuwissen/drohnen-und-flugmodelle.html>. [zit. 2016].
- EASA, Rulemaking Directorate. Policy Statement Airworthiness Certification of Unmanned Aircraft Systems (UAS). E.Y01301, 2009, https://www.easa.europa.eu/system/files/dfu/E.Y013-01_%20UAS_%20Policy.pdf. [zit. 2009].
- EASA, Advance Notice of Proposed Amendment 2015-10. Introduction of a regulatory framework for the operation of drones, 31.7.2015, <https://www.easa.europa.eu/system/files/dfu/A-NPA%202015-10.pdf>. [zit. 2015a].
- EASA, Vorschlag für die Erstellung von gemeinsamen Vorschriften für den Betrieb von Drohnen in Europa, September 2015, https://www.easa.europa.eu/download/ANPA-translations/205933_EASA_Summary%20of%20the%20ANPA_DE.pdf. [zit. 2015b].
- EASA, Non-Paper: Roadmap for drone operations in the European Union (EU) The roll-out of the EU operation centric approach, 20.6.2016, http://rpas-conference.com/wp-content/uploads/2016/06/EASA_EU-Roadmap-Operation-Centric-Approach-Drone-Ops-v13_160620.pdf. [zit. 2016a].

- EASA, 'Prototype' Commission Regulation on Unmanned Aircraft Operations, 22.8.2016, <https://www.easa.europa.eu/system/files/dfu/UAS%20Prototype%20Regulation%20final.pdf>. [zit. 2016c].
- EASA, 'Prototype' Commission Regulation on Unmanned Aircraft Operations. Explanatory Note, 22.8.2016, <https://www.easa.europa.eu/sites/default/files/dfu/Explanatory%20Note%20for%20the%20UAS%20Prototype%20regulation%20of%20final.pdf>. [zit. 2016b].
- EIDGENÖSSISCHES DEPARTEMENT FÜR AUSWÄRTIGE ANGELEGENHEITEN, Die bilateralen Abkommen Schweiz–Europäische Union, 2016, https://www.b2cshop.admin.ch/cshop_mimes_bbl/8C/8CDCD4590EE41EE6A2C303F455CDE0F3.pdf.
- EIDGENÖSSISCHES FINANZDEPARTEMENT, Revision des Bundesgesetzes über den Versicherungsvertrag (VVG) – Erläuternder Bericht zur Vernehmlassungsvorlage, 6.7.2016, <https://www.news.admin.ch/newsd/message/attachments/44769.pdf>.
- EUROPÄISCHE KOMMISSION, Flightpath 2050. Europe's vision for aviation; maintaining global leadership and serving society's needs; report of the High-Level Group on Aviation Research, Luxembourg, 2011, <https://ec.europa.eu/transport/sites/transport/files/modes/air/doc/flightpath2050.pdf>.
- EUROPÄISCHE KOMMISSION, Mitteilung der Kommission an das Europäische Parlament und den Rat „Ein neues Zeitalter der Luftfahrt – Öffnung des Luftverkehrsmarktes für eine sichere und nachhaltige zivile Nutzung pilotenferngesteuerter Luftfahrtsysteme“, 8.4.2014, <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/ALL/?uri=CELEX%253A52014DC0207>.
- EUROPEAN COMMISSION, Riga Declaration on Remotely Piloted Aircraft (drones). “Framing the Future of Aviation”, 6.3.2015, <http://ec.europa.eu/transport/modes/air/news/doc/2015-03-06-drones/2015-03-06-riga-declaration-drones.pdf>.
- EUROPEAN COMMISSION, SESAR JOINT UNDERTAKING, U-Space blueprint, 16.6.2017, <https://www.sesarju.eu/u-space-blueprint>.
- EUROPEAN PARLIAMENT, Civil Law Rules on Robotics. European Parliament resolution of 16 February 2017 with recommendations to the Commission on Civil Law Rules on Robotics (2015/2103(INL)), 16.2.2017, <http://www.europarl.europa.eu/sides/getDoc.do?pubRef=-//EP//TEXT+TA+P8-TA-2017-0051+0+DOC+XML+V0//DE>.
- EUROPEAN PARLIAMENT, COMMITTEE ON LEGAL AFFAIRS, Draft Report with recommendations to the Commission on Civil Law Rules on Robotics (2015/2103(INL)), 23.5.2016, <http://www.europarl.europa.eu/sides/getDoc.do?pubRef=-//EP//NONSGML%2BCOMPARI%252BPE-582.443%2B01%2BDOC%2BPDF%2BV0//EN>.
- EUROPEAN PARLIAMENT, COMMITTEE ON TRANSPORT AND TOURISM, Draft report on safe use of remotely piloted aircraft systems (RPAS), commonly known as unmanned aerial vehicles (UAVs), in the field of civil aviation, 19.6.2015, <http://www.europarl.europa.eu/sides/getDoc.do?pubRef=-//EP//NONSGML+COMPARL+PE-554.997+01+DOC+PDF+V0//EN>.
- EUROPEAN RPAS STEERING GROUP, Roadmap for the integration of civil Remotely-Piloted Aircraft Systems into the European Aviation System, Juni 2013, http://ec.europa.eu/growth/sectors/aeronautics/rpas/index_en.htm. [zit. 2013a].
- EUROPEAN RPAS STEERING GROUP, Roadmap for the integration of civil Remotely-Piloted Aircraft Systems into the European Aviation System. Annex 3, Juni 2013, https://www.sesarju.eu/sites/default/files/European-RPAS-Roadmap_Annex-1_130620.pdf. [zit. 2013b].
- GLANEUSKI JASON, Unmanned Aircraft System (UAS) Service Demand 2015–2035, September 2013, <https://fas.org/jr/p/program/collect/service.pdf>.

- INTERNATIONAL CIVIL AVIATION ORGANIZATION, Annex 8 – Airworthiness of Aircraft, Juli 2010, https://www.bazl.admin.ch/dam/bazl/de/dokumente/Fachleute/Regulationen_und_Grundlagen/icao-annex/icao_annex_8_airworthinessofaircraft.pdf.download.pdf/ano8_cons.pdf.
- INTERNATIONAL CIVIL AVIATION ORGANIZATION, Unmanned Aircraft Systems (UAS). Cir 328 AN/190, 2011, http://www.icao.int/meetings/uas/documents/circular%20328_en.pdf. [zit. 2011].
- INTERNATIONAL CIVIL AVIATION ORGANIZATION, Manual on Remotely Piloted Aircraft Systems (RPAS), 2015, https://www.dronezine.it/wp-content/uploads/2015/03/10019_cons_en-Secured-1.pdf. [zit. 2015].
- LEROUX CHRISTOPHE/ LABRUTO ROBERTO/ BOSCARATO CHIARA/ CAROLEO FRANCO et. al, Suggestion for a green paper on legal issues in robotics. Contribution to Deliverable D3.2.1 on ELS issues in robotics, 31.12.2012.
- PALMERINI ERICA/ AZZARRI FEDERICO/ BATTAGLIA FIORELLA/ BERTOLINI ANDREA et. al, D6.2 Guidelines on Regulation Robotics, in: Palmerini Erica/ Azzarri Federico/ Battaglia Fiorella/ Bertolini Andrea et al. (Hrsg.), RoboLaw – Regulating Emerging Robotic Technologies in Europe: Robotics facing Law and Ethics, Bruxelles 2004.
- UNITED KINGDOM OF GREAT BRITAIN AND NORTHERN IRELAND, MINISTRY OF DEFENCE, Joint Doctrine Note 3/10 – Unmanned Aircraft Systems: Terminology, Definitions and Classification, Mai 2010, https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/432646/20150427-DCDC_JDN_3_10_Archived.pdf.
- UNITED STATES OF AMERICA, DEPARTMENT OF DEFENSE, Unmanned Systems Integrated Roadmap FY2011-2036, 2011, <https://fas.org/irp/program/collect/usroadmap2011.pdf>. [zit. 2011].
- UNITED STATES OF AMERICA, DEPARTMENT OF DEFENSE, Unmanned Systems Integrated Roadmap. FY2013-2038, 2013, <http://www.defense.gov/Portals/1/Documents/pubs/DOD-USRM-2013.pdf>. [zit. 2013].
- WIDMER PIERRE/ WESSMER PIERRE, Revision und Vereinheitlichung des Haftpflichtrechts. Erläuternder Bericht, Bern, 2000, <https://www.bj.admin.ch/dam/data/bj/wirtschaft/gesetzgebung/archiv/haftpflicht/vn-ber-d.pdf>.

Abbildungsverzeichnis

| | | | |
|-------------|---|---|-----|
| Abbildung 1 | – | Beispiel einer System-Architektur autonomer Drohnen. . . | 22 |
| Abbildung 2 | – | Funktionen der Kontrollarchitektur | 40 |
| Abbildung 3 | – | Künstliches Neuron in einem neuronalen Netz | 50 |
| Abbildung 4 | – | Beispiel eines neuronalen Netzes | 51 |
| Abbildung 5 | – | Darstellung der Funktion eines genetischen Algorithmus. . | 54 |
| Abbildung 6 | – | Kategorisierungsvorschlag nach Risikostufe | 210 |

Tabellenverzeichnis

| | | |
|------------|---|-----|
| Tabelle 1 | – Kategorisierung unbemannter Luftfahrzeuge in der Schweiz und den USA | 12 |
| Tabelle 2 | – Verletzungslevel nach AIS und WS der Letalität nach KE (Joules) | 14 |
| Tabelle 3 | – Verletzungslevel nach AIS und WS der Letalität nach Drohnengewicht. | 14 |
| Tabelle 4 | – Allgemeine Skala für autonome Systeme | 57 |
| Tabelle 5 | – Autonomielevel bei Drohnen | 59 |
| Tabelle 6 | – Konstellationen bei Zusammenstössen. | 101 |
| Tabelle 7 | – Anwendbare Bestimmungen nach Art der Nano-, Mikro- und Kleindrohne. | 132 |
| Tabelle 8 | – Abgrenzungskriterien für Spielzeugdrohnen nach dem Vorschlag des Arbeitskreises im Erfahrungsaustauschkreis der Zentralstelle der Länder für Sicherheitstechnik (Deutschland) | 133 |
| Tabelle 9 | – Gründe für Fehlentscheidungen | 150 |
| Tabelle 10 | – Übersicht (Auszug) über die Drittschadenshaftung im Luftverkehr in einzelnen EU-Mitgliedstaaten. | 195 |
| Tabelle 11 | – Produkteigenschaften von Drohnen nach Klassen (Auszug) | 213 |
| Tabelle 12 | – Einsatzkategorien von Drohnen in der offenen Kategorie (Auszug) | 215 |
| Tabelle 13 | – Zertifizierung von Drohnensystemen und Betreibern. | 217 |
| Tabelle 14 | – Übersicht über die wichtigsten Veränderungen bei den Zulassungs- und Betriebsvorschriften | 238 |
| Tabelle 15 | – Übersicht über die wichtigsten Veränderungen bei der ausservertraglichen Haftung für Schäden durch Fehlentscheidungen autonomer Nano-, Mikro- und Kleindrohnen | 239 |
| Tabelle 16 | – Übersicht über die wichtigsten Veränderungen bei der ausservertraglichen Haftung für Schäden durch Fehlentscheidungen autonomer Nano-, Mikro- und Kleindrohnen (ohne Verweise) | 243 |
| Tabelle 17 | – Übersicht über die wichtigsten Veränderungen bei den Zulassungs- und Betriebsvorschriften (ohne Verweise) | 244 |

Verzeichnis der Formulierungsvorschläge

| | | | |
|--------------------------|---|--|-----|
| Formulierungsvorschlag 1 | – | Ergänzte Ausweichregel | 219 |
| Formulierungsvorschlag 2 | – | Verordnungsbestimmung zur Versicherungspflicht. | 222 |
| Formulierungsvorschlag 3 | – | Gefährdungshaftung bei Luftkollisionen | 230 |
| Formulierungsvorschlag 4 | – | Reine Vermögensschäden auf der Erde . . | 234 |
| Formulierungsvorschlag 5 | – | Reine Vermögensschäden bei Luftkollisionen | 235 |
| Formulierungsvorschlag 6 | – | Art. 64 LFG <i>de lege ferenda</i> | 237 |
| Formulierungsvorschlag 7 | – | Art. 66a LFG <i>de lege ferenda</i> | 237 |

I. Einleitung

«now that humankind stands on the threshold of an era when ever more sophisticated robots (...) seem to be poised to unleash a new industrial revolution, (...) it is vitally important for the legislature to consider its legal and ethical implications and effects, without stifling innovation»¹

Mit dieser Feststellung nimmt das Europäische Parlament Bezug auf weitreichende technologische Veränderungen, die sich zurzeit in vielen Branchen abzeichnen. Im Zentrum stehen dabei **Innovationen im Bereich der künstlichen Intelligenz**, welche die menschliche Kontrolle ersetzen können. Darauf beruhende Produkte und Dienstleistungen können ganze Wirtschaftszweige verändern und neue ökonomische Chancen schaffen. Teil dieses Wandels ist auch die Drohnentechnologie, welcher das Potential für umfassende Veränderungen in den unterschiedlichsten Branchen zugerechnet wird.²

A. AUSGANGSLAGE

Bei Drohnen handelt es sich um **unbemannte Luftfahrzeuge** (engl. „unmanned aerial vehicles“, UAVs),³ welche ferngesteuert oder autonom navigieren.⁴ Das Bundesamt für Zivilluftfahrt (BAZL) schätzt, dass in der Schweiz zurzeit mindestens 20'000 zivile, d.h. nicht militärisch genutzte Drohnen im Einsatz sind.⁵ Das Startgewicht des Grossteils dieser Fluggeräte dürfte sich nach Einschätzung des BAZL zwischen 0,5 und 8 kg bewegen.⁶ Drohnen mit umfangreichen technischen Fähigkeiten sind heute für ein paar hundert Franken erhältlich.⁷

1 EUROPEAN PARLIAMENT, 1 f.

2 Z.B.: STONE/ BROOKS/ BRYNJOLFSSON/ CALO et al., 18–37, und <http://www.economist.com/technology-quarterly/2017-06-08/civilian-drones>.

3 ARORA, 12; Der Begriff „Drohne“ entstammt der Militärluftfahrt: EBINGER, 131.

4 KORNMEIER, 1. Weiterführend: Ziff. II.A Bezeichnung, 9 f.

5 BUNDESAMT FÜR ZIVILLUFTFAHRT, 2016, 5.

6 BUNDESAMT FÜR ZIVILLUFTFAHRT, 2016, 35.

7 CUSTERS, 5.

Zentrale Komponente einer Drohne ist die **Steuereinheit**.⁸ Diese kann mit Hilfe eines Algorithmus⁹ je nach Entwicklungsstufe von der Stabilisierung im Flug bis hin zu ganzen Flugmanövern steuern.¹⁰ Die Beherrschung des Fluggerätes wird durch diese Technologie stark vereinfacht. Das ermöglicht ein breites kommerzielles Einsatzgebiet für zivile Drohnen, wie z.B. im Bereich von Überwachung¹¹ und Inspektionen¹², Katastrophenhilfe,¹³ humanitärer Hilfe,¹⁴ Bau und Ingenieurwesen,¹⁵ Medien,¹⁶ Kommunikation,¹⁷ Landwirtschaft¹⁸ sowie Logistik^{19, 20}.

8 Ziff. II.D Funktionsweise autonomer Drohnen, 20–41.

9 Zur Definition von Algorithmus: MATEOS-GARCIA, Fn. 1.

10 Vgl. BESTAOUI SEBBANE, 103–310; HÄNSENBERGER/ WILDHABER, sui-generis, 83; PERRIT/ SPRAGUE, Vanderbilt Journal of Entertainment and Technology Law, 688 f.; PIPPIN, 1727; z.B. <http://www.spiegel.de/netzwelt/gadgets/dji-mavic-pro-im-test-diese-drohne-passt-auf-sich-auf-a-1116324.html>.

11 Z.B.: KANISTRAS/ MARTINS/ RUTHERFORD/ VALAVANIS, 2643–2666; MELITA/ LONGO/ MUSCATO GIOVANNI/ GUIDICE, 2667–2692; DE SOUSA/ MCGUILLIVARY/ VICENTE/ NUNES BENTO et al., 2796; <http://asia.nikkei.com/Tech-Science/Tech/Secom-to-help-companies-stay-safe-with-eyes-in-sky>.

12 Z.B.: BIERMANN/ WIEGOLD, 99; GOGARTY/ HAGGER, Journal of Law, Information and Science, 107 f.; MEJIAS/ LAI/ BRUGGEMANN, 394.

13 Z.B.: MURPHY, 1 und 130; PIPPIN, 1726; SAYED/ ALBOUL, 275; VERUGGIO, 33.

14 http://www.huffingtonpost.com/entry/birth-control-drones-africa_us_56a8a3b4e4b0947efb65fc11?http://robohub.org/how-can-we-use-drones-in-the-humanitarian-and-health-sector/; <https://www.theguardian.com/world/2016/jul/27/africas-drone-rwanda-zipline-kenya-kruger>.

15 <http://robohub.org/how-can-we-use-drones-in-the-humanitarian-and-health-sector/>.

16 Z.B.: <http://cnnpressroom.blogs.cnn.com/2015/01/12/cnn-signs-uav-research-agreement-with-the-faa/>; <http://www.nytimes.com/2015/01/16/business/media/10-companies-join-effort-to-test-drones-for-newsgathering.html>.

17 <http://www.technologyreview.com/news/542161/facebooks-internet-drone-team-is-collaborating-with-googles-stratospheric-balloons/>.

18 Z.B.: <http://www.bbc.com/future/story/20140109-drones-from-battlefield-to-farm>; <http://www.handelsblatt.com/unternehmen/handel-konsumgueter/roboter-in-der-landwirtschaft-die-revolution-hat-gerade-erst-begonnen/9334688.html>; <http://robohub.org/uav-based-crop-and-weed-classification-for-future-farming/>; <http://robohub.org/using-drones-in-wine-making/>.

19 BIERMANN/ WIEGOLD, 97 f.; BUNDESAMT FÜR ZIVILLUFTFAHRT, 2016, 30 f.; KONDAK/ OLLERO/ MAZA/ KRIEGER et al., 2777–2783; <https://www.recode.net/2017/1/27/14161628/jd-china-online-retailer-drone-package-delivery-shopping-rural-villages>.

20 ARORA, 29–40. Zu weiteren Einsatzmöglichkeiten: AUSTIN, 1 f.; BESTAOUI SEBBANE, 1; CUSTERS, 5, m.w.H.; VACHTSEVANOS/ VALAVANIS, 99 f.

Die verschiedenen Einsatzmöglichkeiten ziviler Drohnen versprechen **großes wirtschaftliches Potential**.²¹ So erwartet die Europäische Kommission, dass mit Drohnen im Verlauf der nächsten 10 Jahre ein Umsatz von rund 15 Milliarden Euro pro Jahr erzielt werden kann²² und damit verbundene Branchen in Europa bis zum Jahr 2050 rund 150'000 Arbeitsplätze schaffen werden.²³ Noch grössere Erwartungen weckt eine Branchenstudie aus den USA, welche innerhalb von drei Jahren nach einer Integration von zivilen Drohnen in den US-amerikanischen Luftverkehr mit einem Zuwachs von 70'000 Arbeitsplätzen und mehr als USD 13,6 Milliarden jährlichem Umsatz rechnet.²⁴ Weltweit wird bis 2020 im Bereich von unbemannten Luftfahrzeugen gar mit einem Umsatz von USD 80 Milliarden jährlich gerechnet.²⁵ Gleichzeitig sollen sich mittels Drohnen beim kommerziellen Einsatz die Produktivität steigern und die Effizienz verbessern lassen.²⁶

Diese Prognosen basieren auf der Annahme, dass sich zivile Drohnen zunehmend autonom bewegen werden.²⁷ Die Verwendung des Begriffs „autonom“ ist in der Literatur umstritten.²⁸ Vorliegend wird von einem **technischen Autonomiebegriff** ausgegangen. Das bedeutet, dass einem zugrunde liegenden Algorithmus die Fähigkeit zugerechnet wird, eine vorgegebene Mission selbständig auszuführen²⁹ und dabei auf (neue) Umweltbedingungen zu reagieren, ohne auf menschlichen Input angewiesen zu sein.³⁰

Gleichzeitig werden gegenüber einer verbreiteten Drohnenutzung Bedenken geäußert.³¹ Als Gefahren gelten dabei insb. **Schäden** durch Kollisionen am

21 AUSTIN, 7 f.; BUNDESAMT FÜR ZIVILLUFTFAHRT, 2016, 11.

22 http://ec.europa.eu/transport/modes/air/news/2014-04-08-drones_en.htm.

23 EUROPÄISCHE KOMMISSION, 2014, 3 f.

24 ASSOCIATION FOR UNMANNED VEHICLE SYSTEMS INTERNATIONAL, 2.

25 VACHTSEVANOS/ VALAVANIS, 95.

26 ARORA, 16; STEIGER, Sicherheit & Recht, 170. Weiterführend zum wirtschaftlichen Potential: EASA, 2016b, 12 f.; <http://www.telegraph.co.uk/business/2016/12/29/drones-did-next-flying-robots-will-revolutionise-work/>.

27 BUCHELI/ KROENING/ MARTINS/ NATRAJ, 69; EUROPÄISCHE KOMMISSION, 2011, 10.

28 Dazu die Verweise in Fn. 355, 43, und Fn. 356, 43.

29 BESTAOUTI SEBBANE, XV.

30 HERTZBERG, 64–69; HILGENDORF, 13; LEROUX/ LABRUTO/ BOSCARATO/ CAROLEO et al., 11–13.

31 BIERMANN/ WIEGOLD, 63; WEBER/ OERTLY, Jusletter 26.10.2015, 2; <http://www.telegraph.co.uk/business/2016/12/29/drones-did-next-flying-robots-will-revolutionise-work/>.

Boden und in der Luft sowie die Störung der bemannten Luftfahrt.³² Es stellen sich Fragen wie «*Wer muss für Schäden aufkommen?*» und «*Welche gesetzlichen Vorgaben gelten für den Betrieb?*».

Resultieren aus diesen Fragen Unsicherheiten, können sich diese nachteilig auf die Weiterentwicklung und Nutzung neuer Technologien auswirken.³³ Denn Hersteller, Halter und Betreiber von zivilen Drohnen sind auf einen **verlässlichen rechtlichen Rahmen** angewiesen.³⁴ Ebenso ist die Rechtssicherheit entscheidend, um das notwendige Vertrauen und die Akzeptanz in der Bevölkerung sicherzustellen, damit zivile Drohneneinsätze durchgeführt werden können.³⁵

B. PROBLEMSTELLUNG UND ZIEL DER ARBEIT

Ein Schlüsselement bei der Entwicklung autonomer Systeme und deren Angebot und Nachfrage auf dem Markt ist ein transparentes regulatorisches Umfeld.³⁶ Dabei stellen autonome Fähigkeiten ziviler Drohnen eine neue Herausforderung für das Recht dar.³⁷ Auf dem Gebiet der Robotik, worunter auch Drohnen fallen,³⁸ ist eine intensive Suche nach Lösungen für die **Einbindung autonomer Systeme in das Recht** im Gang.³⁹ Erste Staaten, wie z.B. die Republik Korea („Südkorea“), haben bereits Gesetze zu intelligenten Robotern⁴⁰ in Kraft gesetzt.⁴¹ Auch in Europa existieren Konzepte zum rechtlichen Umgang mit autonomen Systemen. Dabei können globale Ansätze, welche eine einheitliche Lösung für sämtliche autonome Systeme vorsehen,⁴²

32 BIERMANN/ WIEGOLD, 159; ELIAS, 14.

33 ROSENTHAL, 143.

34 PALMERINI/ AZZARRI/ BATTAGLIA/ BERTOLINI et al., 10 f.

35 Vgl. GRUBER, *Mensch-Maschine-Assoziationen* 2013, 127; HANISCH, *Haftungskonzepte* 2013, 109 f. Ausführlich zur gesellschaftlichen Akzeptanz von Drohnen: MCKENNA, 353–369.

36 PALMERINI/ AZZARRI/ BATTAGLIA/ BERTOLINI et al., 10 f.

37 Vgl. BESTAOU SEBBANE, 4–8.

38 ARORA, 25.

39 Z.B.: MÉTILLE/ GUYOT, *Plädoyer*, 26–29; MÜLLER, *AJP*, 595–608; PAGALLO, 115–143; PALMERINI/ AZZARRI/ BATTAGLIA/ BERTOLINI et al., 9–31; RICHARDS/ SMART, 3–22.

40 Zur Definition von Roboter: BECK, *Juristische Rundschau*, 226; HANISCH, *Haftungskonzepte* 2014, 52 f.; MÜLLER, *AJP*, 596; VERUGGIO, 24; WILDHABER/ LOHMANN, *AJP*, 135 f.

41 MINKYU, 6.

42 Z.B.: GRUBER, *Maschinenrechte*, 197–199, oder HANISCH, *Haftungskonzepte* 2014, 54.

von produktspezifischen Regulierungsvorschlägen⁴³ unterschieden werden. Vorliegend wird ein globaler Ansatz für die Einbindung von autonomen Systemen in das Schweizer Rechtssystem als problematisch angesehen und wird deshalb nicht weiterverfolgt, u.a. aus folgenden Gründen:

- Autonome Systeme können bei einer Vielzahl unterschiedlicher Anwendungen zum Einsatz kommen, wie z.B. bei Verkaufs-⁴⁴ und Fertigungsrobotern,⁴⁵ automatisierter Gemüseproduktion,⁴⁶ unbemannten U-Booten⁴⁷ oder Sexrobotern.⁴⁸ Jede Erscheinungsform hat dabei eigene (bestehende) gesetzliche Rahmenbedingungen.
- Die verschiedenen Produkte unterscheiden sich stark im Entwicklungsstand: Während einige bereits mit autonomen Fähigkeiten ausgestattet sind,⁴⁹ befinden sich andere noch in einer frühen Entwicklungsphase.⁵⁰
- Unterschiedliche Anwendungen weisen divergierende Fähigkeiten, Risikoprofile und ethische Fragestellungen sowie einen abweichenden gesellschaftlichen Nutzen⁵¹ auf. Inwieweit ein Einsatz in der Schweiz als erwünscht beurteilt wird, kann sich je nach Art eines autonomen Systems unterscheiden.
- Bei der Beantwortung der Frage, inwieweit ein Einsatz autonomer Systeme erwünscht ist, partizipiert eine Vielzahl von Interessengruppen. Ein politischer Konsens scheint realistischer, wenn diese Diskussion nur innerhalb einer Branche bzw. Produktkategorie stattfindet.

Im Luftrecht werden unbemannte Luftfahrzeuge von 30 kg und weniger (z.B. [Art. 14b ff. VLK](#)) von solchen, die schwerer als 30 kg sind (z.B. [Art. 14 f. VLK](#)), abgegrenzt. Im Unterschied zu unbemannten Luftfahrzeugen unter

43 Z.B.: LOHMANN, 180–229 oder die Entwicklung eines Standards für Serviceroboter: JACOBS, 81.

44 <http://robohub.org/simbe-robotics-launches-new-retail-robot/>.

45 <http://www.wired.co.uk/news/archive/2015-10/19/samsung-south-korea-robots-cheap-labour>.

46 <http://www.businessinsider.com/spreads-robot-farm-will-open-soon-2016-1>.

47 <http://robohub.org/what-you-need-to-know-about-underwater-drones/>.

48 <http://mobile.nytimes.com/2015/06/12/technology/robotica-sex-robot-realdoll.html>.

49 <http://www.ubergizmo.com/2016/01/tesla-model-s-can-now-park-itself-in-your-garage/>.

50 <http://www.axo-suit.eu/>.

51 Vgl. z.B. <http://www.nzz.ch/wirtschaft/wirtschaftspolitik/wenn-der-roboter-arbeitskollegen-ersetzt-ld.3529>, wo auf die unterschiedliche Beurteilung künstlicher Intelligenz in der Arbeitswelt in Japan (positiv) und in den USA (kritisch) hingewiesen wird.

30 kg gilt für Drohnen über 30 kg eine strikte Bewilligungspflicht durch das BAZL ([Art. 14 Abs. 1 VLK](#) und [Art. 2a Abs. 3 LFV](#)). Auf neue technische Entwicklungen kann dort im Rahmen der Bewilligungspraxis reagiert werden. Ebenso stellen sich bei Drohnen über 30 kg andere Rechtsfragen, da mit ihnen z.B. auch Personen transportiert werden können. Gleichzeitig wiegt die grosse Mehrheit der heute verkauften Drohnen nicht mehr als 8 kg⁵² und fällt damit in die Kategorie der unbemannten Luftfahrzeuge von weniger als 30 kg. Drohnen dieser Kategorie werden nachfolgend als Nano-, Mikro- und Kleindrohnen bezeichnet.⁵³ In dieser Arbeit wird ausschliesslich ein **rechtlicher Rahmen für den Einsatz autonomer ziviler Nano-, Mikro- und Kleindrohnen** erarbeitet.

Für einen solchen Rahmen sind fundierte **Kenntnisse über die Funktionsweise** des Regelungsobjektes vonnöten. Der zugrunde gelegte Stand der Technik ergibt sich aus einem vertieften Blick auf die Eigenschaften von autonomen Nano-, Mikro- und Kleindrohnen.

Aus den Fähigkeiten von Nano-, Mikro- und Kleindrohnen, namentlich der Möglichkeit selbständig zu fliegen, erwachsen für Dritte Gefahren. Verwirklichen sich diese Risiken, stellt sich die **Frage der Haftung**. Spezielle Haftungsbestimmungen für Drohnen mit autonomen Fähigkeiten existieren zurzeit nicht. *Für Personen- und Sachschäden auf der Erde wird deshalb nachfolgend die Anwendbarkeit der Haftungsbestimmungen von [Art. 64 LFG](#) geprüft.* Nicht durch [Art. 64 LFG](#) erfasst sind reine Vermögensschäden.⁵⁴ Zu denken ist dabei z.B. an folgende Sachverhalte:

- Eine autonome Drohne touchiert eine Starkstromleitung und verursacht, ohne das Kabel zu beschädigen, einen Kurzschluss, was zu einem Stromausfall und wirtschaftlichen Folgeschäden führt;⁵⁵
- Eine autonome Drohne dringt in den Luftraum eines Flughafens ein, weshalb der Flugbetrieb eingestellt werden muss, was zu wirtschaftlichen Einbussen beim Flughafenbetreiber und den Fluggesellschaften führt.⁵⁶

⁵² BUNDESAMT FÜR ZIVILLUFTFAHRT, 2016, 35.

⁵³ Siehe zur Herleitung dieser Bezeichnung: [Ziff. II.A Bezeichnung, 9 f.](#)

⁵⁴ [Ziff. III.A.2.d.3\) Keine Haftung für reine Vermögensschäden nach Art. 64 ff. LFG, 88 f.](#)

⁵⁵ <http://www.bbc.com/news/technology-34656820>.

⁵⁶ Angelehnt an: <http://www.zeit.de/news/2016-06/12/emirate-flughafen-von-dubai-wegen-drohne-ueber-eine-stunde-lang-geschlossen-12080005>.

Für **reine Vermögensschäden** bei Flugunfällen wird *de lege lata* auf die **allgemeinen Haftungsbestimmungen des OR** verwiesen (**Art. 79 LFG**).⁵⁷ Bei der Anwendung dieser Regelungen ist zu berücksichtigen, dass autonome Drohnen durch einen Algorithmus und nicht durch einen Menschen gesteuert werden.⁵⁸ Es stellt sich deshalb die Frage, wer die Verantwortung für Schäden durch Fehler des autonomen Systems zu tragen hat.⁵⁹ Dieses Problem wird in der Lehre derzeit breit diskutiert.⁶⁰ Eine Lösung für die ausservertragliche Haftung autonomer Drohnen im Schweizer Recht existiert zurzeit nicht.⁶¹ *Ziel der vorliegenden Arbeit ist es deshalb, die Frage der Haftung für reine Vermögensschäden durch autonome Drohnen auf der Erde zu klären.*

Dasselbe haftungsrechtliche Problem stellt sich bei **Kollisionen mit autonomen Drohnen in der Luft**.⁶² Auch hier fehlt eine Spezialnorm und es kommen die **allgemeinen Haftungsbestimmungen** zur Anwendung (**Art. 79 LFG**).⁶³ *Deshalb wird zudem die Frage der Haftung für autonome Drohnen bei Kollisionen in der Luft erörtert.*

Nachdem das Verschulden als Haftungsvoraussetzung für autonom betriebene Nano-, Mikro- und Kleindrohnen entfällt, bedarf es eines alternativen Rechtsrahmens, dessen Übertretung eine Ersatzpflicht begründen kann. Dazu eignen sich **Betriebsvorschriften und Luftverkehrsregeln**. *Es stellt sich somit die Frage, wie Betriebsvorschriften und Luftverkehrsregeln bei einem verbreiteten Einsatz autonomer Nano-, Mikro- und Kleindrohnen ausgestaltet sein müssen.*

Die Beantwortung der vorstehenden Fragen steht unter folgenden **Einschränkungen**:

- Nicht Gegenstand dieser Arbeit sind autonome Drohnen im Einsatz von zivilen Behörden⁶⁴ sowie militärische Drohnen;

57 Ziff. III.A.2.d.3) Keine Haftung für reine Vermögensschäden nach Art. 64 ff. LFG, 88 f.

58 Ziff. I.A Ausgangslage, 1–4.

59 Ziff. IV.A.2 Wer ist verantwortlich für Fehlentscheidungen?, 152 f.

60 HANISCH, Haftungskonzepte 2014, 30 f.; HILGENDORF, 15; MÜLLER, AJP, 595–608; PALMERINI/ AZZARRI/ BATTAGLIA/ BERTOLINI et al., 22; VLADECK, Washington Law Review, 143–145.

61 Ziff. IV.A.5 Ergebnis: Schlechterstellung der Geschädigten, 159.

62 Ziff. IV.B.1 Keine luftrechtliche Gefährdungshaftung bei Luftkollisionen *de lege lata*, 160 f.

63 Ziff. III.A.2.h.1) Konstellationen bei Kollisionen von Luftfahrzeugen, 100–102.

64 Weiterführend: STEIGER, Sicherheit & Recht, 169–182.

- Die nachfolgenden Ausführungen betreffen Drohnen mit einem Startgewicht bis zu 30 kg;
- Bei den folgenden Überlegungen wird auf den Einbezug von Personen- oder Tiertransporten mittels autonomer Drohnen verzichtet;
- Bei der Haftung für Produkte beschränken sich die Ausführungen weitgehend auf Fehler im Zusammenhang mit den autonomen Fähigkeiten von Nano-, Mikro- und Kleindrohnen.

C. AUFBAU

Nach dem einleitenden Problemaufriss und der Formulierung der Ziele dieser Arbeit (Ziff. I.) folgt die Beschreibung der wichtigsten Eigenschaften autonomer Drohnen (Ziff. II.). Im Zentrum stehen die Funktionsweise autonomer Nano-, Mikro- und Kleindrohnen (Ziff. II.C) sowie die Entscheidungsprozesse künstlicher Intelligenz (Ziff. II.E). Fehlfunktionen und -entscheidungen können Dritte gefährden oder Unfälle verursachen (Ziff. II.H). Dabei wird zwischen Schäden am Boden (Ziff. 3), Schäden bei Luftkollisionen und reinen Vermögensschäden (Ziff. IV) unterschieden. Die haftpflichtrechtliche Beurteilung zeigt, dass sich eine Ersatzpflicht bei Drohnen mit autonomen Fähigkeiten bei Luftkollisionen (Ziff. IV.B) und reinen Vermögensschäden (Ziff. IV.C) *de lege lata* kaum durchsetzen lassen. Der folgende Regulierungsvorschlag will diese Lücke unter Berücksichtigung bestehender Vorschriften (Ziff. IV.D) schliessen. Dabei wird der Gefahr durch Nano-, Mikro- und Kleindrohnen mit neuen Betriebsvorschriften begegnet (Ziff. V.A.5). Gleichzeitig wird die Einführung einer Gefährdungshaftung bei Luftkollisionen und reinen Vermögensschäden postuliert, welche auf die Verletzung von Betriebsvorschriften abstellt (Ziff. V.B und Ziff. V.C). Abschliessend folgt eine Zusammenfassung der wichtigsten Erkenntnisse (Ziff. VI).

II. Eigenschaften autonomer Drohnen

Die Eigenschaften autonomer Nano-, Mikro- und Kleindrohnen⁶⁵ sind entscheidend für mögliche Einsatzgebiete und daraus resultierende Risiken für Schäden von Drittpersonen. Teilweise werden autonome Nano-, Mikro- und Kleindrohnen als Fluggeräte verstanden, bei denen kein Eingriff in den Flug von aussen (z.B. durch einen Piloten) möglich ist.⁶⁶ Demgegenüber wird vorliegend, wie in diesem Kapitel ausgeführt, von einem graduellen Autonomiebegriff ausgegangen.⁶⁷

Als Kernkomponenten autonomer Drohnen gelten Flugwerk, Antrieb, Sensoren, on board-IT und K³-Systeme.⁶⁸ Im Hinblick auf die rechtliche Behandlung autonomer Drohnen werden im Folgenden die wichtigsten technischen Merkmale genauer betrachtet. Die technischen Ausführungen in diesem Kapitel bilden in ihrem Detaillierungsgrad eine notwendige Voraussetzung für das Verständnis der juristischen Betrachtung in den darauf folgenden Kapiteln.

A. BEZEICHNUNG

Für zivile Fluggeräte⁶⁹ ohne menschlichen Piloten an Board existieren unterschiedliche Begriffe. Im angelsächsischen Sprachgebrauch wird dafür oft „Unmanned Aerial Vehicle (UAV)“ und „Unmanned Aircraft (UA)“ verwendet.⁷⁰ In Schweizer Gesetzestexten ist die Bezeichnung

65 Zur Herleitung der Bezeichnung: [Ziff. II.A Bezeichnung, 9 f.](#), und [Ziff. II.B.1 Gewicht, 11–13.](#)

66 SCOTT, Terminology, 11 f.

67 [Ziff. II.E.5 Grad der Autonomie, 56–60.](#)

68 [Ziff. II.C Kernkomponenten, 17–19.](#)

69 Fluggeräte sind vergleichbar mit dem engl. Begriff „Air Vehicle“, zur Definition: DALAMAGKIDIS, Definitions, 46.

70 Weiterführend: CUSTERS, 11, GIEMULLA, ZLW, 195, und KAISER, ZLW, 344.

„**unbemanntes Luftfahrzeug**“ zu finden.⁷¹ Gleichzeitig sprechen Behörden wie das BAZL⁷², die Europäische Agentur für Flugsicherheit (EASA) und die US-amerikanische Federal Aviation Administration (FAA)⁷³ sowie Medien⁷⁴ von (zivilen) **Drohnen**⁷⁵. Daneben bezeichnen die Begriffe „Unmanned Aerial System, (UAS)“⁷⁶ und „unbemanntes Luftfahrzeugsystem“ eine Kombination aus Bodenkontrollstation und unbemanntem Luftfahrzeug.⁷⁷ Diesbezüglich ist ebenfalls die Bezeichnung „Remotely Piloted Aircraft System (RPAS)“ gebräuchlich.⁷⁸ In der vorliegenden Arbeit liegt der Fokus auf unbemannten Luftfahrzeugen, deren on board-IT selbständig Entscheidungen trifft.⁷⁹ Deshalb werden folgend die Bezeichnungen „Unmanned Aerial Vehicle (UAV)“, „unbemanntes Luftfahrzeug“ und „Drohne“ äquivalent verwendet.

B. DROHNENKATEGORIEN

Drohnen lassen sich in unterschiedlicher Weise kategorisieren.⁸⁰ Traditionell wird als Unterscheidungsmerkmal das Gewicht verwendet. Im Hinblick auf die künftige Regulierung⁸¹ ist aber auch die Einteilung nach möglichem

71 Z.B. Art. 51 LFG, Art. 2a LFV, Art. 1 VLK und Anhang 1 GKV definiert ein unbemanntes Luftfahrzeug als «Luftfahrzeug, das in der Lage ist, ohne Anwesenheit einer Person an Bord einen Flug zu beginnen und einen kontrollierten Flug beizubehalten und die Navigation durchzuführen».

72 BUNDESAMT FÜR ZIVILLUFTFAHRT, 2016, 5, sowie Titel der Publikation.

73 SCOTT, Key Provisions, 243, m.w.H.

74 Vgl. statt vieler CUSTERS, 10.

75 Die Bezeichnung „Drohne“ stammt ursprünglich aus der militärischen Luftfahrt und bezieht sich auf eine männliche Biene, welche „Drohn“ genannt wird, ausführlich dazu: STEIGER, Sicherheit & Recht, 171 f.

76 Weiterführend zu den Begriffen UAV und UAS: DALAMAGKIDIS, Definitions, 44 f., m.w.H.; SCOTT, Terminology, 10 f.

77 EBINGER, 131, m.w.H. Ausführlich zu UAS: GUPTA/ GHONGE/ JAWANDHIYA, International Journal of Advanced Research in Computer Engineering & Technology, 1647–1650.

78 z.B. ARORA, 12; CUSTERS, 11 f.; EUROPÄISCHE KOMMISSION, 2014, 3 f. Weiterführend zur Bezeichnung unbemannter Luftfahrzeuge: AUSTIN, 3 f. Zur Bedeutung des Begriffs für die Versicherung: SCOTT, Key Provisions, 243.

79 Ziff. I.B Problemstellung und Ziel der Arbeit, 4–8.

80 Weitere Klassifizierungsmöglichkeiten: AUSTIN, 4 f., und DALAMAGKIDIS, Classification, 83–91.

81 Ziff. V.A.5.c.1)iii) Unterteilung der offenen Kategorie in Risikoklassen, 212–214.

Verletzungsschweregrad von grosser Bedeutung. Daneben lassen sich Drohnen hinsichtlich ihrer Konstruktionsart unterscheiden.

1. Gewicht

Die (rechtliche) **Klassifizierung** von Drohnen erfolgt **heute** in erster Linie **nach Gewicht**.⁸² Begründet wird das damit, dass das Schadensausmass bei einem Unfall mit der Masse der Drohne korreliert.⁸³ Gleichzeitig hängt das Gewicht unmittelbar von der mitgeführten Nutzlast ab wie Energiespeicher, Sensoren, on board-IT, K³-Systeme⁸⁴ und allfälliger weiterer einsatzspezifischer Zuladungen⁸⁵. Diese Komponenten wirken sich direkt auf den Funktionsumfang und die Eigenschaften einer Drohne aus.⁸⁶ Auch damit kann eine Kategorisierung nach Gewicht begründet werden.⁸⁷

Zurzeit gibt es keine international standardisierte Einteilung. Hier werden die Skala der FAA⁸⁸ mit den Gewichtskategorien der Verordnung des UVEK über die Luftfahrzeuge besonderer Kategorien (VLK)⁸⁹ kombiniert. In der Schweiz bilden Nano UAVs bzw. **Nanodrohnen**⁹⁰ mit einem Gewicht **bis 0,5 kg** die kleinste Drohnenkategorie. Während in den USA bei Drohnen zwischen 0,5 kg und 30 kg drei Kategorien unterschieden werden,⁹¹ gelten in der Schweiz innerhalb dieses Gewichtsbereichs einheitliche gesetzliche Regelungen (**Art. 17 Abs. 2 VLK**).⁹² Im Sinne einer Annäherung an die in den USA verwendeten Begriffe

82 Vgl. z.B. ARORA, 27; BESTAOUI SEBBANE, 2; STEIGER, Sicherheit & Recht, 175. Zur Klassifizierung nach Gewicht: GOGARTY/ HAGGER, Journal of Law, Information and Science, 86.

83 BUNDESAMT FÜR ZIVILLUFTFAHRT, 2016, 35; DALAMAGKIDIS, Classification, 84, m.w.H.

84 Ziff. II.C Kernkomponenten, 17–19.

85 Ziff. II.D.3.b. Nutzlast zur Aufgabenerfüllung, 27–29.

86 GRUBER/ KWON/ HAGER/ SHARMA et al., 146–149.

87 A.M. SCOTT, Key Provisions, 252 mit Verweis auf ein durch Himmelslaternen ausgelöster Brand in Smethwick (United Kingdom), der einen Schaden von rund £ 6 Millionen ausgelöst hat (<http://www.bbc.com/news/uk-england-birmingham-23123549>). Allerdings werden Drohnen im Gegensatz zu Himmelslaternen nicht mit offenem Feuer betrieben.

88 GLANEUSKI, 104.

89 Verordnung des UVEK über Luftfahrzeuge besonderer Kategorien (VLK), SR. 748.941.

90 SUNADA/ LIU/ TOKUTAKE/ KUBO, 1329–1358.

91 Micro UAV, Small UAV und Ultraleichte Luftfahrzeuge: **Tabelle 1** – Kategorisierung unbemannter Luftfahrzeuge in der Schweiz und den USA, 12.

92 Vgl. BUNDESAMT FÜR ZIVILLUFTFAHRT, 2016, 13; ebd., 35.

werden Drohnen zwischen 0,5 kg und 30 kg vorliegend als Micro und Small UAVs bzw. Mikro- und Kleindrohnen bezeichnet. Mikro- und Kleindrohnen stellen heute die bedeutendste UAV-Kategorie dar,⁹³ da die für einen kommerziellen Einsatz und autonomen Betrieb notwendige Energieversorgung, Sensortechnik und on board-IT⁹⁴ zurzeit häufig über 0,5 kg wiegen.⁹⁵

| Bezeichnung | USA Gewicht (kg) | USA Grösse (m) | USA Flughöhe (m) | USA Tempo (km/h) | USA Flugradius (km) | USA Flugdauer (h) | CH Gewicht (kg) |
|--------------------------------|------------------------|----------------------|------------------------|------------------------|---------------------------|-------------------------|-----------------------|
| <u>Nano UAV</u> | <0,45 | <0,31 | <120,92 | <40,23 | <1,61 | <1 | <u><0,50</u> |
| <u>Micro UAV</u> | 0,45– 2,04 | <0,91 | <914,40 | 16,09– 40,23 | 1,61–8,05 | 1 | <u>0,50–30</u> |
| <u>Small UAV</u> | 2,04– 24,95 | <3,05 | <3'048 | 80,47– 120,70 | 8.05– 40,23 | 1–4 | |
| Ultraleichtes Luftfahrzeug* | 24,95– 115,67 | <9,14 | <4'572 | 120,70– 241,40 | 40,23– 120,70 | 4–6 | >30 |
| ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | |

* Der bemannten Luftfahrt entnommene FAA-Kategorie, übersetzt in Deutsche.

Tabelle 1 – Kategorisierung unbemannter Luftfahrzeuge in der Schweiz und den USA⁹⁶

Neben dem Gewicht werden in den USA weitere Abgrenzungskriterien wie Grösse, Flughöhe, Geschwindigkeit, Flugradius und Flugdauer verwendet.⁹⁷ Erfüllt eine Drohne Kriterien unterschiedlicher Kategorien, kann dies zu Zuordnungsproblemen führen (z.B. wenn eine Drohne länger als eine Stunde in der Luft bleiben kann, ansonsten aber die Kriterien der Nanodrohnen erfüllt). Es erscheint deshalb als wenig sinnvoll, bei der

93 BUNDESAMT FÜR ZIVILLUFTFAHRT, 2016, 35.

94 Zum Stand der Technik: Ziff. II.C Kernkomponenten, 17–19.

95 Siehe dazu Z.B. die Drohnen für professionelle Zwecke unter: <http://heighttech.com/produkte/>. Zur Konstruktion einer Nanodrohne: PHANG/ KUN/ CHEN/ LEE, 181–206.

96 Eigene Darstellung. Begriffe vom US-Englischen ins Deutsche übersetzt, Masseinheiten umgerechnet von Pfund in Kilogramm, Fuss in Meter, (Land-)Meilen in Kilometer.

97 **Tabelle 1** – Kategorisierung unbemannter Luftfahrzeuge in der Schweiz und den USA, 12.

Einteilung von Drohnen auf diese zusätzlichen Abgrenzungskriterien abzustellen. Zweckmässiger ist es, diese Eigenschaften bei der Einteilung in Betriebsrisikokategorien, wie diese unten vorgeschlagen werden,⁹⁸ zu berücksichtigen.

2. Betriebsrisiko (potentieller Verletzungsschweregrad)

Im Fall einer Kollision oder eines Absturzes ist nicht alleine das Gewicht der entscheidende **Faktor für den resultierenden Schaden**,⁹⁹ sondern die Wucht des Aufpralls gemessen in **kinetischer Energie (KE)**.¹⁰⁰ Wie die physikalische Formel für KE ($\frac{1}{2}M \times V^2$) zeigt, kommt dabei der Geschwindigkeit (V) eine deutlich höhere Bedeutung zu als der Masse (M). Folglich scheint die Kategorisierung nur nach Gewicht als wenig geeignet, um das Risiko aus dem Betrieb einer Drohne darzustellen.¹⁰¹

Als Mass für das Betriebsrisiko ist deshalb im Kern auf den **möglichen Verletzungsschweregrad abzustellen**, welcher sich massgeblich aus der KE ergibt,¹⁰² mit der eine kollidierende Drohne auf einen (stehenden) Menschen einwirkt.¹⁰³ Dabei dient die vereinfachte Verletzungsskala (Abbreviated Injury Scale, AIS) als Grundlage. Aufgrund der einwirkenden KE ordnet diese die zu erwartende Schwere einer Verletzung sechs Kategorien zu, von „unverletzt“ (Level 1) bis „nicht behandelbar“ (Level 6). Jedem Verletzungslevel kann eine Wahrscheinlichkeit (WS) zugeordnet werden, dass das Opfer an der Verletzung stirbt (Letalität). Daraus ergibt sich folgende Skala:

98 Ziff. V.A.5 Regulierungsvorschlag zu Zulassungs- und Betriebsvoraussetzungen, 208–229.

99 Anschaulich zu Crashtests mit Nano-, Mikro- und Kleindrohnen: <https://www.bloomberg.com/news/features/2017-03-09/crashing-drones-into-test-dummies-for-safety>.

100 Vgl. zur Betriebsgefahr eines Motorfahrzeuges: BREHM, Strassenverkehrsrechts-Tagung 2010, 66; GIGER, OFK-SVG, Art. 58 SVG N 53a.

101 Ziff. V.A.5.a Risiko statt Gewicht als Anknüpfungskriterium, 208 f.

102 $KE = 0.5[x]Masse[x]Geschwindigkeit^2$, weiterführend: NOLTING, 161–169.

103 EASA, 2016b, 16.

| KE (Joules) | Verletzungslevel nach AIS | WS der Letalität |
|-------------|---------------------------------|------------------|
| <44 | 1 – unverletzt | <1 % |
| 44 | 2 – ernsthaft | 1 % |
| 66 | 3 – schwer | 10 % |
| 92 | 4 – sehr schwer | 30 % |
| 114 | 5 – kritisch | 50 % |
| 194 | 6 – maximal (nicht behandelbar) | 90 % |

Tabelle 2 – Verletzungslevel nach AIS und WS der Letalität nach KE (Joules)¹⁰⁴

Aktuelle Untersuchungen gehen davon aus, dass bei einer Kollision mit einer Drohne mit einem Startgewicht unter 2,2 kg rund 48,3 KE (Joules) pro 250 g freigesetzt werden, wenn sich die Drohne mit max. 65 km/h bewegt. Bei dieser Geschwindigkeit und der Annahme, dass 100 % der KE auf den Menschen einwirken, ergeben sich folgende Verletzungsgrade, abhängig vom Gewicht:

| Gewicht der Drohne | Verletzungslevel nach AIS | WS der Letalität |
|--------------------|---------------------------------|------------------|
| <250 g | 1 – unverletzt | <1 % |
| | 2 – ernsthaft | 1 % |
| 500 g | 3 – schwer | 10 % |
| | 4 – sehr schwer | 30 % |
| 600 g | 5 – kritisch | 50 % |
| >1,4 kg | 6 – maximal (nicht behandelbar) | >90 % |

Tabelle 3 – Verletzungslevel nach AIS und WS der Letalität nach Drohnengewicht¹⁰⁵

Zwar bleiben hierbei z.B. das Alter oder die Gesundheit des im Einzelfall geschädigten Menschen unberücksichtigt. Jedoch erscheint der Rückgriff auf

¹⁰⁴ Eigene Darstellung nach: EASA, 2016b, 15; HAASPER/ JUNGE/ ERNSTBERGER/ BREHME et al., Der Unfallchirurg, 368.

¹⁰⁵ Eigene Darstellung nach EASA, 2016b, 15.

objektivierte Werte für die Bestimmung des allgemeinen Betriebsrisikos als unumgänglich.

Die in *Tabelle 2* angegebene KE wirkt bei einer Kollision nicht vollständig auf den getroffenen Menschen ein. Je nach **Konstruktionsweise** werden durchschnittlich 40 % dieser Energie durch die Drohnen selbst absorbiert. Durch technische Fortschritte soll dieser Wert bis auf über 70 % erhöht werden können.¹⁰⁶ Dadurch lässt sich das **Verletzungsrisiko** durch Drohnen bei gleichbleibendem Gewicht **verringern**. Ein geringerer Verletzungslevel macht einen Einsatz von Drohnen mit höherem Gewicht in einer tieferen Risikoklasse möglich.

Zusätzlich sind auch die aerodynamische Konstruktion¹⁰⁷ sowie die **Eigenschaften der verwendeten Kernkomponenten**¹⁰⁸ in die Risikobeurteilung einer Drohne miteinzubeziehen. So weisen z.B. Starrflügeldrohnen oft deutlich stabilere Flugeigenschaften auf als Drehflügler. Ebenso hängt z.B. die Ausfallwahrscheinlichkeit von Sensoren von ihrer Qualität ab.

Zusammenfassend lässt sich das **Betriebsrisiko**¹⁰⁹ nicht einzig auf das Gewicht oder die max. Geschwindigkeit einer Drohne zurückführen. Vielmehr sind diese Faktoren gemeinsam mit der Konstruktionsweise und den verwendeten Kernkomponenten zu berücksichtigen.¹¹⁰

3. Aerodynamische Konstruktion

Zur Konstruktion zählt u.a. die aerodynamische Bauart, welche definiert, wie sich eine Drohne in der Luft hält. Die Konstruktionsweise ist im Rahmen des Betriebsrisikos **bei künftigen Zulassungs- und Betriebsbestimmungen von Bedeutung**.¹¹¹ Es ist folgende Unterteilung möglich, wobei Mischformen¹¹² existieren:

106 EASA, 2016b, 16.

107 Ziff. II.B.3 Aerodynamische Konstruktion, 15–17.

108 Ziff. II.C Kernkomponenten, 17–19.

109 Zur Einteilung nach Risikokategorien als Regulierungsvorschlag: Ziff. V.A.5.a Risiko statt Gewicht als Anknüpfungskriterium, 208 f.

110 Zu einer möglichen Einteilung von Nano-, Mikro- und Kleindrohnen nach Klassen: *Tabelle 11* – Produkteigenschaften von Drohnen nach Klassen, 213.

111 Ziff. V.A.5.a Risiko statt Gewicht als Anknüpfungskriterium, 208 f.

112 Vgl. z.B. <http://robohub.org/deltacopter-innovative-single-propeller-hybrid-drone/>; <https://www.newscientist.com/article/2122623-morphing-drone-takes-off-like-a-helicopter-flies-like-a-plane/>.

a. Drehflügler

Drehflügler (engl. „Rotorcraft“) generieren den notwendigen Auftrieb über einen¹¹³ oder **mehrere Rotoren**.¹¹⁴ Letztere Bauweise wird unter der Bezeichnung „Multikopter“ zusammengefasst,¹¹⁵ wobei je nach Anzahl Rotoren z.B. zwischen Quadrocoptern¹¹⁶, Hexacoptern und Octocoptern unterschieden wird.¹¹⁷ Mehrere Rotoren wirken sich positiv auf Stabilität und Flugverhalten aus. Dabei sitzen die Propeller jeweils direkt auf den Motoren, welche sie antreiben. Die eine Hälfte der Rotoren dreht jeweils in die entgegengesetzte Richtung der gegenüberliegenden Rotoren.¹¹⁸ Manövriert wird durch unterschiedliche Drehzahlen. Bei einer horizontalen Flugbewegung z.B. nach vorne, drehen die hinteren Propeller schneller als die vorderen, so dass sich der Multikopter neigt und dadurch horizontalen Schub entwickelt. Die Kontrolle der einzelnen Rotoren bedarf eines permanenten Steuersignals und überfordert menschliche Fähigkeiten. Deshalb werden diese Steuerimpulse durch die on board-IT berechnet – auch bei pilotengesteuerten Modellen.¹¹⁹

b. Starrflügeldrohnen

Starrflügler (engl. „fixed wing UAVs“) nutzen ihre **Tragflächen** zur Überwindung der Schwerkraft.¹²⁰ Den Vortrieb erzeugt eine Luftschraube¹²¹ und gelenkt wird das UAV mittels Höhen- und Seitenruder.¹²²

113 <http://robohub.org/yamaha-rmax-crop-sprayer-gets-full-faa-approval/>; <http://robohub.org/the-monospinner-worlds-mechanically-simplest-controllable-flying-machine/>.

114 VERGOUW/ NAGEL/ BONDT/ CUSTERS, 24.

115 BUNDESAMT FÜR ZIVILLUFTFAHRT, 2016, 5.

116 Teilweise ebenfalls als Quadricopter oder Quadrocopter bezeichnet.

117 <http://spectrum.ieee.org/automan/robotics/robotics-software/quadcopter-hexacopter-octocopter-uavs>.

118 POWERS/ MELLINGER/ KUMAR, 310.

119 BIERMANN/ WIEGOLD, 91 f. Weiterführend zur Funktionsweise von Multikoptern: BÜCHI, *passim*. Anschaulich: <https://www.wired.com/2017/05/the-physics-of-drones/>.

120 Dazu zählen auch Luftfahrzeuge, die zu vertikalen Starts und Landungen fähig sind: DALAMAGKIDIS, Definitions, 47, und <http://robohub.org/idsc-tailsitter-flying-robot-performs-vertical-loops-and-easily-transitions-between-hover-and-forward-flight/>. Ausführlich zur Konstruktion einer Starrflügeldrohne RYACIOTAKI-BOUSSALIS/ GUILLAUME, 109–141.

121 Dabei können auch Düsentriebwerke zum Einsatz kommen: <http://robohub.org/small-uav-turbojet-engine-developed-in-japan/>.

122 VERGOUW/ NAGEL/ BONDT/ CUSTERS, 24. Weiterführend ANDERSON, Aircraft performance, *passim*. Zum Design und zur Grössenwahl bei kleinen Starrflügeldrohnen: BRANDT, 165–206.

Äusserlich unterscheidet sich eine Starrflügel Drohne nicht von einem **Modellflugzeug**. Der **Unterschied** liegt darin, dass bei der Drohne eine **Steuereinheit** die jeweiligen Signale für Luftschaube und Ruder berechnet sowie die notwendigen Impulse ausführt und damit z.B. externe Richtungsvorgaben umsetzt oder eine vorgegebene Route selbstständig fliegt.¹²³ Beim Modellflugzeug kontrolliert der Pilot über seine Fernsteuerung direkt die Geschwindigkeit der Luftschaube und den Anstellwinkel der Ruder.¹²⁴

c. Schwingflügler

Ein drittes Konzept orientiert sich am **Flügelschlag** von Vögeln und Insekten.¹²⁵ Bei den sog. „Schwingflüglern“ (engl. „flapping wing drone“) erzeugt eine Schlag-, Dreh- und Längsbewegung der Tragflächen den notwendigen Auf- und Vortrieb.¹²⁶ Die Anwendung dieser Technik beschränkt sich zurzeit auf eine Nische im Freizeitmodellflugbau.¹²⁷ Daneben ist sie Gegenstand von verschiedenen Entwicklungs- und Forschungsprojekten.¹²⁸

C. KERNKOMPONENTEN

Im Bereich der unbemannten Luftfahrzeuge hat in den letzten Jahren eine tiefgreifende **technologische Entwicklung** stattgefunden,¹²⁹ die zu einem neuen Zeitalter der Luftfahrt führt,¹³⁰ wie die Europäische Kommission konstatiert.¹³¹ Die Eigenschaften dieser Bauteile stellen **neue Anforderungen an Zulassungs- und Betriebsvorschriften**.¹³² Dafür sind namentlich

123 Vgl. BESTAOU SEBBANE, 1 f.

124 Ausführlich zum Unterschied zwischen Modellfluggeräten und Drohnen: [Ziff. II.I Abgrenzung zu Modellfluggeräten, 72 f.](#)

125 MUELLER/ DELAURIER, 3; RATTI/ VACHTSEVANOS, 1385–1413.

126 CROON/ PERÇIN/ REMES/ RUIJSINK et al., 64–78; DOMAN/ OPPENHEIMER/ SIGTHORSSON, 329–346; VERGOUW/ NAGEL/ BONDT/ CUSTERS, 24 f.

127 <http://www.ornithopter.org/>.

128 Z.B.: CROON/ PERÇIN/ REMES/ RUIJSINK et al., *passim*; JONES, KEVIN D., PLATZER, MAX F., 1359–1383; DUFOUR/ OWEN/ MINTCHEV/ FLOREANO, 1–6; <https://actu.epfl.ch/news/artificial-feathers-take-flight/>.

129 BUNDESAMT FÜR ZIVILLUFTFAHRT, 2016, 5.

130 Zur Geschichte unbemannter Luftfahrzeuge: CUSTERS, 8–10; DALAMAGKIDIS, History, 57–81; VILLASENOR, Harvard Journal of Law & Public Policy, 462–464.

131 EUROPÄISCHE KOMMISSION, 2014, 1.

132 [Ziff. V.A.5.b Einbezug des gesamten Drohnensystems in die Risikobeurteilung, 209 f.](#)

Innovationen und Verbesserungen bei den folgenden fünf Kernkomponenten von Drohnen verantwortlich:¹³³

- **Flugwerk** (engl. „Airframe“): Das Flugwerk gibt der Drohne Form und Stabilität und ist damit ein wesentlicher Bestandteil der aerodynamischen Konstruktion¹³⁴. Moderne Verbundwerkstoffe und neuartige Fertigungstechniken ermöglichen die Herstellung von widerstandsfähigen, gewichtsoptimierten, aerodynamischen Flugwerken, welche dem Verwendungszweck der Drohne optimal angepasst werden können.¹³⁵ So werden Drohnen z.B. mit einem kugelförmigen Karbonrahmen umhüllt, welcher sie vor Schäden durch Kollisionen schützen soll.¹³⁶
- **Antrieb**: Für die Flugdauer und die Manövrierfähigkeit einer Drohne sind ein effizienter, leichter und präzise steuerbarer Antrieb sowie eine ausdauernde Energieversorgung entscheidend.¹³⁷ Dabei kommen heute häufig bürstenlose Elektromotoren sowie Lithium-Ionen-Batterien zum Einsatz.¹³⁸ Für heute auf dem Markt befindliche zivile Drohnen versprechen die Hersteller i.d.R. eine Flugzeit von bis zu 40 Minuten.¹³⁹ Mit alternativen Antriebsarten wie Benzinmotoren oder Brennstoffzellen wollen verschiedene Anbieter künftig eine deutlich längere Flugzeit ermöglichen.¹⁴⁰ Zudem existieren bereits heute Systeme, welche einen automatischen Akkuwechsel vornehmen können.¹⁴¹

133 GLANEUSKI, 19. Weiterführend zu aktuellen technischen Herausforderungen: VACHTSEVANOS/ VALAVANIS, 101 f.

134 Ziff. II.B.3 Aerodynamische Konstruktion, 15–17.

135 ARORA, 25; z.B. <https://techcrunch.com/2016/10/03/mits-new-3d-printed-shock-absorbent-materials-make-for-resilient-drones/>.

136 <https://www.youtube.com/watch?v=s96Q2GXgoE>.

137 VALAVANIS/ VACHTSEVANOS, Propulsion, 493.

138 ARORA, 26.

139 <https://heighttech.com/faq/>.

140 <http://www.heise.de/newsticker/meldung/Quadrokoetter-mit-Benzinantrieb-2663927.html>; <https://www.newscientist.com/article/2076536-first-flight-of-hydrogen-powered-drone-with-water-vapour-exhaust/>; <http://www.theverge.com/2015/12/15/10220456/intelligent-energy-hydrogen-fuel-cell-drone>; zum Antrieb mittels Solarzellen, Brennstoffzellen und Batterien LEE/ PARK/ KIM, 495–524. Zum Antrieb mit Solarzellen <https://www.flightglobal.com/news/articles/sunspark-solar-powered-demonstrator-makes-maiden-flt-432217/>. Ausführlich zu unterschiedlichen Energiequellen für den Antrieb VERGOUW/ NAGEL/ BONDT/ CUSTERS, 26 f.

141 <https://newatlas.com/airobotics-system-drones/43985/>.

- **Sensoren:**¹⁴² Sensoren sammeln Daten über die Umwelt sowie den Betriebszustand und sind eine wichtige Voraussetzung für die autonomen Fähigkeiten.¹⁴³ Erst die Entwicklung kleiner, leichter, energieeffizienter und leistungsfähiger Sensoren ermöglicht deren Einsatz in Drohnen.¹⁴⁴
- **Informationstechnologie (IT):** Die on board-IT verarbeitet mittels Software die gesammelten Sensordaten sowie externe Steuerimpulse, berechnet die zur Navigation notwendigen Daten, steuert den Antrieb (und ein allfälliges Leitwerk) sowie weitere Funktionen (wie Greifarm, Messinstrumente, etc.). Der Grad der Autonomie der Drohne resultiert aus Programmierung und Rechenleistung. Letztere wirkt sich direkt (Stromkonsum) und indirekt (durch Grösse und Gewicht der Komponenten)¹⁴⁵ auf den Energiebedarf aus, weshalb die Leistungsfähigkeit der on board-IT aktuell vorwiegend von der verfügbaren Energie abhängt.¹⁴⁶
- **Kommunikations-, Kommando- und Kontrollsysteme (K³-Systeme):** K³-Systeme bedürfen einer ungestörten Datenverbindung zur Aussenwelt wie z.B.: (1) Eine Datenverbindung von der Bodenstation zur Drohne (engl. „Uplink“) für Kontrolldaten, (2) eine Datenverbindung von der Drohne zur Bodenstation (engl. „Downlink“) für den Informationstransfer und Daten über den System- und Drohnenzustand, (3) eine Datenverbindung für Navigationsdaten (z.B. GPS¹⁴⁷), (4) eine Kommando- und Kontrolldatenverbindung für die Flugverkehrskontrolle¹⁴⁸ sowie (5) zu anderen Drohnen¹⁴⁹. Für den störungsfreien Betrieb sind dabei möglichst stabile Datenverbindungen und eine hohe Datendurchsatzrate (Bandbreite) notwendig. Letztere erhöht allerdings auch den Energieverbrauch der Drohne.¹⁵⁰ Mit zunehmenden autonomen Fähigkeiten der on board-IT nimmt die Abhängigkeit von Datenverbindungen ab.¹⁵¹

142 Für eine Übersicht möglicher Sensoren an Board von Drohnen: [Ziff. II.D.3 Nutzlast, 25–29.](#)

143 [Ziff. II.C Kernkomponenten, 17–19.](#)

144 BESTAOU SEBBANE, 78 f.; GLANEUSKI, 47–54.

145 Zu den Einschränkungen durch Grösse und Gewicht hinsichtlich der Fähigkeiten von Drohnen: GRUBER/ KWON/ HAGER/ SHARMA et al., 144.

146 ARORA, 26.

147 Weiterführend zur Geschichte des GPS: AUSTIN, 169 f.

148 GLANEUSKI, 42–47.

149 VALAVANIS/VACHTSEVANOS, Communication, 713; [Ziff. II.G Formationen und Schwärme, 68 f.](#)

150 ARORA, 26.

151 GLANEUSKI, 42–47.

D. FUNKTIONSWEISE AUTONOMER DROHNEN

Innerhalb der vorumschriebenen Kernkomponenten müssen spezifische Hardware- und Softwarevoraussetzungen erfüllt sein, damit autonome Flugmanöver möglich sind. Für eine sachgerechte Regulierung von Haftung¹⁵², Zulassung und Betrieb¹⁵³ wird das Verständnis über die Funktionsweise autonomer Drohnen vorliegend als eine zentrale Voraussetzung betrachtet. Bei der Hardware stehen neben der Rechenleistung der IT¹⁵⁴ die Sensoren im Zentrum. Sie liefern Daten über die Umwelt sowie den Systemzustand.¹⁵⁵ Die Software verarbeitet diese Daten.¹⁵⁶ Ein Algorithmus¹⁵⁷ berechnet dann die Entscheidungen für den weiteren Flugverlauf und wandelt diese in Steuersignale um.¹⁵⁸

Die System-Architektur autonomer Drohnen kann sich je nach Modell unterscheiden. Um daran später die rechtlichen Probleme¹⁵⁹ aufzuzeigen, wird vorliegend von einem einfachen System¹⁶⁰ mit zwei Hauptmodulen ausgegangen:¹⁶¹ das Flugkontroll-System¹⁶² („frontseat driver“) und das Missionskontroll-System¹⁶³ („backseat driver“).¹⁶⁴ Das Missionskontroll-

152 Ziff. V.B Einführung einer Gefährdungshaftung bei Luftkollisionen, 229–233, und Ziff. V.C Einführung einer Gefährdungshaftung für reine Vermögensschäden, 233–236.

153 Ziff. V.A.5 Regulierungsvorschlag zu Zulassungs- und Betriebsvoraussetzungen, 208–229.

154 Ziff. II.C Kernkomponenten, 17–19.

155 BESTAOUI SEBBANE, 78 f.; LEROUX/LABRUTO/BOSCARATO/CAROLEO et al., 15; VALAVANIS/VACHTSEVANOS, Sensors and Sensing, 383.

156 Vgl. HERTZBERG/LINGEMANN/NÜCHTER, 67–102.

157 Zur Definition von Algorithmus: MATEOS-GARCIA, Fn. 1.

158 Vgl. BESTAOUI SEBBANE, 19–101.

159 Ziff. IV.A Haftungsprobleme verursacht durch die Eigenschaften autonomer Nano-, Mikro- und Kleindrohnen, 148–159.

160 Zur Definition des Begriffs „System“: WALKER SMITH, 79 f., sowie die internationale Norm ISO/IEC 15228 in Ziff. 4.31 wo ein System definiert wird als «a combination of interacting elements organized to achieve one or more stated purposes».

161 In ELKAIM/ PRADIPTA LIE/ GEBRE-EGZIABHER, 348 f. wird z.B. ein System mit drei Modulen beschrieben.

162 Ziff. II.D.4 Flugkontroll-System, 29 f.

163 Ziff. II.D.5 Missionskontroll-System, 31–41.

164 PIPPIN, 1727, m.w.H. Teilweise wird auch vom Flugkontroll-System als innerer Regelkreis (engl. „inner loop“) und dem Missionskontroll-System als äusserer Regelkreis (engl. „outer loop“) gesprochen: z.B. ELKAIM/ PRADIPTA LIE/ GEBRE-EGZIABHER, 359. Siehe auch BUCHELI/ KROENING/ MARTINS/ NATRAJ, 69, die zwischen einem „low-level continuous control part“ und einem „high-level discrete decision making part“ unterscheiden.

System steht dabei hierarchisch über dem Flugkontroll-System.¹⁶⁵ Letzteres steuert direkt den Antrieb und ein allfälliges Leitwerk (z.B. Höhen- und Seitenruder). Die notwendigen Steuerimpulse berechnet der Autopilot aus der Abweichung zwischen vorgegebenen Zielwerten und aktuellem Systemzustand, der sich z.B. aus Geschwindigkeit und Position der Drohne ergibt (Zustandsvektor¹⁶⁶).¹⁶⁷ Diese Funktion ist wenig komplex und stellt keine hohen Anforderungen an Software und Hardware.¹⁶⁸ Das Flugkontroll-System ist abhängig von Zielvorgaben. Bei autonomen Flugmanövern werden diese durch das (übergeordnete) Missionskontroll-System generiert.¹⁶⁹ Die dafür notwendige Flugplanung übernimmt der Missionscomputer, der im Kern aus Hauptprozessor (CPU) und Speicher besteht. Neben dem Flugkontroll-System versorgen weitere Sensoren, welche als Nutzlast¹⁷⁰ (engl. „payload“) mit an Bord sind, sowie die externe Datenverbindung den Missionscomputer mit Daten.¹⁷¹ Zudem werden durch interne Sensoren wie Batteriesensoren und Chip-Temperatursensoren laufend Daten zum Systemzustand erhoben.¹⁷² Anhand dieser Daten und im Rahmen von vorgegebenen Parametern entscheidet die Software des Missionscomputers mit Hilfe eines Algorithmus über den Flugverlauf.¹⁷³ Dabei setzt die Kapazität der Energieversorgung, welche neben dem Missionskontroll-System auch das Flugkontroll-System speist, der Rechenleistung und der Flugdauer Grenzen.¹⁷⁴

165 BESTAOU SEBBANE, 19.

166 Ziff. II.D.1 Zustandsvektor, 23 f.

167 BENJAMIN/NEWMAN/SCHMIDT/LEONARD, 13; BESTAOU SEBBANE, 19.

168 PIPPIN, 1727 f.

169 BENJAMIN/NEWMAN/SCHMIDT/LEONARD, 13; BESTAOU SEBBANE, 19.

170 Ziff. II.D.3 Nutzlast, 25–29.

171 PIPPIN, 1727 f.

172 BRÄUNL, 25.

173 BESTAOU SEBBANE, 199 f.

174 Ziff. II.C Kernkomponenten, 17–19.

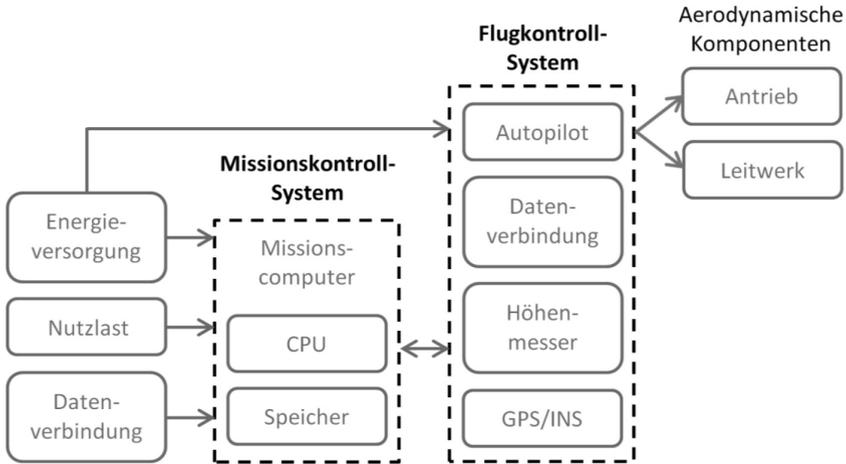


Abbildung 1 – Beispiel einer System-Architektur autonomer Drohnen¹⁷⁵

Aus *Abbildung 1* wird deutlich, dass erst das Zusammenspiel der verschiedenen Komponenten autonome Flüge ermöglicht. Gleichzeitig bedingen sich das Missionskontroll-System¹⁷⁶ und das Flugkontroll-System¹⁷⁷ gegenseitig. Dabei **übernimmt das Missionskontroll-System Entscheidungen**¹⁷⁸, welche bei nicht autonomen Flügen durch einen menschlichen Piloten gefällt werden. Genau an dieser Stelle entstehen die **Probleme der Zuordnung der Haftung** bei autonomen Flügen,¹⁷⁹ sofern keine Gefährdungshaftung¹⁸⁰ greift. Gleichzeitig sind davon Sachverhalte abzugrenzen, die keine Zuordnungsprobleme verursachen, z.B. weil sie aufgrund der Fehlerursache zu einer Haftung für Produkte¹⁸¹ des Herstellers führen.¹⁸² Deshalb drängt sich eine genauere Betrachtung der technischen Grundlagen auf.

¹⁷⁵ Eigene Darstellung nach PIPPIN, 1728.

¹⁷⁶ Ziff. II.D.5 Missionskontroll-System, 31–41.

¹⁷⁷ Ziff. II.D.4 Flugkontroll-System, 29 f.

¹⁷⁸ Ziff. II.E Autonome Entscheidungsprozesse, 42–67.

¹⁷⁹ Ziff. IV.A Haftungsprobleme verursacht durch die Eigenschaften autonomer Nano-, Mikro- und Kleindrohnen, 148–159.

¹⁸⁰ Ziff. III Haftung für Personen- und Sachschäden am Boden, 75–145.

¹⁸¹ Ziff. III.B Haftung für Produkte, 117–145.

¹⁸² Siehe dabei allerdings zur Beweisproblematik: Ziff. III.B.1.d Beweislast, 128 f., und Ziff. IV.A.3 Komplexität des Systems, 154–156.

1. Zustandsvektor

Zunächst stützen sowohl das Flugkontroll-System als auch das Missionskontroll-System auf **aggregierte Informationen** in Form eines Zustandsvektors ab. Dieser berechnet sich u.a. **aus Sensordaten** zu Geschwindigkeit, Koordinaten und Fluglage der Drohne.¹⁸³ Die dafür notwendigen Daten werden mit unterschiedlichen Sensoren gesammelt:

- **Global Positioning System (GPS)-Empfänger** dient der Erhebung von Navigationsdaten wie Koordinaten und Geschwindigkeit.¹⁸⁴
- **Trägheitsnavigationssystem** (engl. „Inertial Navigation System“, INS) erfasst ebenfalls Navigationsdaten.¹⁸⁵ Als sensorische Messeinheit des INS dienen sog. Inertialsensoren wie Drehratensensoren und Beschleunigungssensoren. Sie können z.B. die Schräglage oder Beschleunigung der Drohne bestimmen.¹⁸⁶ Im Unterschied zum GPS ist ein INS nicht auf eine externe Datenverbindung angewiesen.¹⁸⁷ Allerdings ist die Positionsbestimmung durch ein INS deutlich ungenauer als mit einem GPS. Die beiden Systeme werden deshalb oft kombiniert.¹⁸⁸
- **Höhenmesser** bestimmen mittels Luftdruck (barometrisch), Laser oder Radar die Flughöhe der Drohne.¹⁸⁹
- Ein **Kompass** dient der Bestimmung der Bewegungsrichtung und lässt Rückschlüsse auf die Position zu.¹⁹⁰

Ein fehlerhafter Sensor oder eine falsch programmierte Berechnung des Zustandsvektors verursacht grundsätzlich keine Zuordnungsprobleme bei der Haftung. I.d.R. können **Ansprüche gegenüber dem Hersteller** des

183 ELKAIM/ PRADIPTA LIE/ GEBRE-EGZIABHER, 348.

184 BESTAOUI SEBBANE, 80; HERTZBERG/ LINGEMANN/ NÜCHTER, 34–36; MEJIAS/ LAI/ BRUGGEMANN, 386 f. GPS wird von den USA betrieben. Russland und Indien entwickeln dazu als Alternative „GLONASS“, China betreibt „Compass“ und die Europäer „Galileo“: HERTZBERG/ LINGEMANN/ NÜCHTER, 36.

185 BESTAOUI SEBBANE, 78 f.; ELKAIM/ PRADIPTA LIE/ GEBRE-EGZIABHER, 351.

186 BESTAOUI SEBBANE, 78 f.; ELKAIM/ PRADIPTA LIE/ GEBRE-EGZIABHER, 352; HERTZBERG/ LINGEMANN/ NÜCHTER, 31 f.

187 AUSTIN, 171.

188 BRYSON/ SUKKARIEH, Inertial Sensors and Satellite Positioning Systems, 434; ELKAIM/ PRADIPTA LIE/ GEBRE-EGZIABHER, 352 f.

189 MEJIAS/ LAI/ BRUGGEMANN, 386 f.

190 HERTZBERG/ LINGEMANN/ NÜCHTER, 33.

betreffenden Produktes geltend gemacht werden.¹⁹¹ Bei der Durchsetzung eines solchen Anspruchs können aber z.B. Beweisprobleme im Weg stehen.¹⁹²

2. Datenverbindung und Informationen aus Vernetzung

Über die Datenverbindung **kommunizieren** Flugkontroll-System und Missionskontroll-System **mit der Aussenwelt**.¹⁹³

Bei der Kommunikation mit der **Bodenstation** wird zwischen Uplink (Verbindung von der Bodenstation zur Drohne) und Downlink (Verbindung von der Drohne zur Bodenstation) unterschieden.¹⁹⁴ Die Bodenstation kann über den Uplink z.B. Kontrollkommandos und Wegpunkte¹⁹⁵ für den Weiterflug direkt an den Autopiloten des Flugkontroll-Systems übermitteln.¹⁹⁶ Über den Downlink können z.B. zur Flugüberwachung verschiedene Telemetrie-Daten und Informationen zur Position der Drohne gesendet werden.¹⁹⁷ Daneben kann die Datenverbindung Informationen mit einem allfälligen Flugverkehrskontrollsystem austauschen.¹⁹⁸

Ist die Drohne in einem **Verbund** unterwegs,¹⁹⁹ ist eine Datenverbindung für die Koordination der Flugrouten und den Austausch von Informationen z.B. über Wetterbedingungen oder Hindernisse unerlässlich.²⁰⁰

Die Datenverbindung kann zudem Bestandteil eines „**sense and avoid**“-Systems sein, um die eigene Position an andere Luftverkehrsteilnehmer zu übermitteln.²⁰¹

Besteht keine Datenverbindung oder wird diese unterbrochen, muss das Missionskontroll-System den **fehlenden Informationsfluss** kompensieren.

191 Ziff. III.B Haftung für Produkte, 117–145.

192 Ziff. III.B.1.d Beweislast, 128 f.

193 GLANEUSKI, 42–47; PIPPIN, 1727 f.

194 GLANEUSKI, 47–54; HEPPE, 716 f.; Ziff. II.C Kernkomponenten, 17–19.

195 Zur Wegpunkt-Navigation: AUSTIN, 172.

196 PIPPIN, 1727.

197 HEPPE, 716 f.

198 Ziff. II.F Flugverkehrskontrollsystem, 67 f.

199 Ziff. II.G Formationen und Schwärme, 68 f.

200 PIPPIN, 1732.

201 CLOTHIER/WALKER, 2262.

Die Komplexität der autonom ausführbaren Aufgaben hängt dabei von den Fähigkeiten des Missionscomputers ab.²⁰²

Dem Nutzen aus der vorumschriebenen Vernetzung stehen allerdings **rechtliche Herausforderungen** gegenüber. Führen externe Fehlinformationen z.B. zu Luftkollisionen²⁰³ oder zu reinen Vermögensschäden²⁰⁴, kann der Verursacher kaum zum Ersatz des Schadens herangezogen werden, wie untenstehende Ausführungen zeigen.²⁰⁵

3. Nutzlast

Bezüglich der Nutzlast können **zwei Arten** unterschieden werden: Zum einen die Sensoren, welche direkt zur Navigation und Informationsversorgung des Missionskontroll-Systems dienen. Zum anderen Sensoren und Vorrichtungen, die zur Aufgabenerfüllung der Drohne verwendet werden.²⁰⁶

Die Nutzlast definiert den Einsatzbereich von Nano-, Mikro- und Kleindrohnen und wirkt sich damit auch auf das Betriebsrisiko²⁰⁷ aus. Deshalb ist die Unterscheidung zwischen den **verschiedenen Arten von Nutzlasten** für die **künftige Regelung der Zulassungs- und Betriebsvoraussetzungen**²⁰⁸ **von Bedeutung**. Heute gilt z.B. für das Abwerfen von Gegenständen mittels Greifvorrichtungen oder für das Versprühen von Flüssigkeiten mittels Sprühvorrichtungen²⁰⁹ eine Bewilligungspflicht²¹⁰.

²⁰² Vgl. GLANEUSKI, 42–47.

²⁰³ Ziff. IV.B.1 Keine luftrechtliche Gefährdungshaftung bei Luftkollisionen de lege lata, 160 f.

²⁰⁴ Ziff. IV.C.2 Haftung für reine Vermögensschäden nur bei Sorgfaltspflichtverletzungen, 175–178.

²⁰⁵ Ziff. IV.A.4 Externe Einflüsse, 156–158.

²⁰⁶ MEJIAS/ LAI/ BRUGGEMANN, 386. In VERGOUW/ NAGEL/ BONDT/ CUSTERS, 23, wird zwischen der Drohne selbst als Plattform (engl. „platform“) und dem Equipment, das zusätzlich an der Drohne angebracht ist (engl. „payload“) unterschieden.

²⁰⁷ Ziff. II.B.2 Betriebsrisiko (potentieller Verletzungsschweregrad), 13–15.

²⁰⁸ Ziff. V.A.5 Regulierungsvorschlag zu Zulassungs- und Betriebsvoraussetzungen, 208–229.

²⁰⁹ Ziff. II.D.3.b Nutzlast zur Aufgabenerfüllung, 27–29.

²¹⁰ Ziff. V.A.1.b.4)ii) Bewilligungspflicht für das Abwerfen von Gegenständen und Versprühen von Flüssigkeiten, 202.

Gleichzeitig lässt sich an einer fehlerhaften Nutzlast, die einen Schaden bewirkt, eine **Haftung des Herstellers**²¹¹ anknüpfen. Die Durchsetzung solcher Ansprüche steht allerdings z.B. unter dem Vorbehalt von Beweisproblemen²¹² und Problemen aufgrund der Komplexität des Drohnensystems²¹³.

a. Nutzlast für Navigation

Zur Navigation werden z.B. folgende Sensoren genutzt:

- **Kameras für das sichtbare Lichtspektrum**, welche maschinelles Sehen ermöglichen.²¹⁴ Omnidirektionale Kameras können einen Bildbereich von bis zu 360 Grad aufnehmen.²¹⁵ Mit Stereo-Kameras, d.h. zwei parallel angeordneten Kameralinsen, können z.B. Entfernungen im Bildbereich berechnet werden.²¹⁶ Zudem sind je nach Modell auch dreidimensionale (3D) Bilder möglich.²¹⁷
- **Infrarot-Kameras oder Wärmebildkameras** arbeiten mit gekühlten oder ungekühlten Infrarot-Detektoren. Die gekühlte Version ist deutlich teurer und benötigt mehr Energie, liefert aber auch bessere Bilderergebnisse. Infrarot-Kameras oder Wärmebildkameras werden z.B. für Flüge im Dunkeln benötigt.²¹⁸
- Ein **Radio Detection and Ranging (Radar)-Gerät**²¹⁹ misst die verstrichene Zeit, die Funkwellen benötigen, bis sie von einem Objekt reflektiert wurden. Daraus können Abstand²²⁰, Höhe, Geschwindigkeit sowie die

211 Ziff. III.B Haftung für Produkte, 117–145.

212 Ziff. III.B.1.d Beweislast, 128 f.

213 Ziff. IV.A.3 Komplexität des Systems, 154–156.

214 BESTAOU SEBBANE, 78 f.; BRÄUNL, 30–39; GLANEUSKI, 47 f.; HERTZBERG/ LINGEMANN/ NÜCHTER, 51–64; MEJIAS/ LAI/ BRUGGEMANN, 387; <https://newatlas.com/cambrdige-driverless-cars-robots/41013/>.

215 HERTZBERG/ LINGEMANN/ NÜCHTER, 55–57.

216 CROON/ PERÇIN/ REMES/ RUIJSINK et al., 179 f.; HERTZBERG/ LINGEMANN/ NÜCHTER, 57–60.

217 HERTZBERG/ LINGEMANN/ NÜCHTER, 60–63; <http://www.timesofisrael.com/robots-and-drones-get-the-gift-of-israeli-machine-sight-via-intel/>. Realistische Betrachtung zu den aktuellen Möglichkeiten im Bereich Robotersehen: <http://robohub.org/where-is-robotic-vision-on-the-hype-cycle/>.

218 GLANEUSKI, 48; HERTZBERG/ LINGEMANN/ NÜCHTER, 40 f.; MEJIAS/ LAI/ BRUGGEMANN, 388.

219 Vgl. das Beispiel eines speziellen Radar-Geräts für Drohnen: <http://spectrum.ieee.org/automaton/robotics/drones/metamaterial-radar-is-exactly-what-delivery-drones-need>.

220 Weiterführend zur Entfernungsmessung: HERTZBERG/ LINGEMANN/ NÜCHTER, 36–50.

Bewegungsrichtung des Objektes abgeleitet werden, womit wichtige Daten zur Kollisionsvermeidung generiert werden.²²¹

- **Light Detection and Ranging (LIDAR)-Geräte** funktionieren ähnlich wie ein Radargerät. Anstelle von Funkwellen werden bei einem LIDAR Laserstrahlen verwendet.²²² Dadurch ist es möglich ein 3D-Reliefmodell der Umgebung zu erstellen.²²³ Durch Fortschritte bei der Miniaturisierung der elektronischen Komponenten und Optimierungen beim Energieverbrauch werden LIDAR-Geräte zunehmend bei Drohnen eingesetzt.²²⁴
- Ein **Sonar bzw. Ultraschall-Entfernungsmessgerät** ermittelt die Position eines Objektes mittels reflektierten Schallwellen.²²⁵
- Eine Weiterentwicklung von Radar-Geräten stellt das **Metamaterial Electronically Scanning Array (MESA)** dar. In der Grösse eines Smartphones ist es in der Lage, Positionen von mehreren Objekten gleichzeitig zu erfassen und zu verfolgen.²²⁶
- **Luftdaten-Sensoren** können z.B. Luftgeschwindigkeit und Windrichtung messen.²²⁷

b. Nutzlast zur Aufgabenerfüllung

Zur Aufgabenerfüllung mitgeführte Sensoren und Vorrichtungen werden auch als „raison d’être“ für die Drohne bezeichnet. Aus dieser Nutzlast ergeben sich letztlich die **Fähigkeiten und der Verwendungszweck** einer Drohne.²²⁸

221 GLANEUSKI, 49; HERTZBERG/ LINGEMANN/ NÜCHTER, 49 f.; MEJIAS/ LAI/ BRUGGEMANN, 389.

222 MEJIAS/ LAI/ BRUGGEMANN, 389 f. Weiterführend zu Laserscannern: HERTZBERG/ LINGEMANN/ NÜCHTER, 42–49.

223 BABAHAJIANI/ FAN/ GABBOUJ, 177–190.

224 MEJIAS/ LAI/ BRUGGEMANN, 390; GLANEUSKI, 50; <https://newatlas.com/scanse-sweep-lidar/42328/>.

225 FERREIRA DIAS/ VIERA NETO, 100 f.; GLANEUSKI, 51; HERTZBERG/ LINGEMANN/ NÜCHTER, 39 f.

226 <https://www.technologyreview.com/s/601355/compact-radar-system-promises-to-let-small-drones-cut-the-leash/>.

227 ELKAIM/ PRADIPTA LIE/ GEBRE-EGZIABHER, 352.

228 MEJIAS/ LAI/ BRUGGEMANN, 385.

Dazu zählen:

- **Barcode-Scanner** für Lager-Inventuren.²²⁹
- **Greif-Vorrichtungen** z.B. um Gegenstände vom Boden aufzuheben²³⁰ oder Fracht anzudocken²³¹.
- **Hyperspektral-Kameras**²³² verfügen über Bildsensoren, welche bis zu 250 Wellenlängen aufzeichnen können. Sie nutzen den Effekt, dass unterschiedliche Materialien Sonnenlicht als elektromagnetische Energie in unterschiedlichen Wellenlängen reflektieren. Hyperspektral-Sensoren messen diese Wellenlängen. In einem zweiten Schritt werden diese Wellenlängen mittels eines Computerprogrammes den verschiedenen Materialien zugeordnet.²³³ Hyperspektral-Kameras können z.B. in der Landwirtschaft angewendet werden, um präzise Informationen über den Zustand der Nutzpflanzen zu gewinnen.²³⁴
- **LIDAR**²³⁵ wird zum Beispiel für Infrastruktur-Inspektionen verwendet.²³⁶
- **Magnetometer** können aufgrund des Erdmagnetfeldes geologische Strukturen im Boden lokalisieren. Solche Instrumente werden z.B. bei der Suche nach Erdöl eingesetzt.²³⁷
- **Meteorologische Sensoren**, wie Barometer oder Anemometer, können in der Meteorologie mittels Drohnen z.B. zur Klimaforschung eingesetzt werden.²³⁸
- **Methan-Sensoren**, um Lecks in Gasleitungen festzustellen.²³⁹
- **Mobilfunkantennen**, um Personen in abgelegenen Regionen einen Internetzugang zu ermöglichen.²⁴⁰

229 <https://edition.cnn.com/2016/05/12/africa/drone-scan-inventory-technology-south-africa/index.html>.

230 <https://newatlas.com/mantis-drone-claw/40736/>.

231 <http://www.amazon.com/b?node=8037720011>; http://www.roanoke.com/business/spotted-video-captures-google-delivering-burritos-by-drone-in-blacksburg/article_935087d3-af6c-5eca-b898-26a890456117.html.

232 GLANEUSKI, 49; MEJIAS/ LAI/ BRUGGEMANN, 388 f.

233 CHAUDHURI/ KOTWAL, 2 f.

234 <http://actu.epfl.ch/news/an-agricultural-drone-with-a-piercing-gaze-2/>.

235 Ziff. II.D.3.a Nutzlast für Navigation, 27.

236 MEJIAS/ LAI/ BRUGGEMANN, 389.

237 GLANEUSKI, 52.

238 GLANEUSKI, 52.

239 <http://phys.org/news/2016-03-mini-nasa-methane-sensor-successful.html>.

240 BRÄUNL, 41–50; GIAGKOS/ TUCI/ WILSON/ CHARLESWORTH, 48 f.; <http://www.technologyreview.com/news/542161/facebooks-internet-drone-team-is-collaborating-with-googles-stratospheric-balloons/>.

- **Schwimmbojen**, um Ertrinkende zu retten.²⁴¹
- **Sprengstoff-Abwurf-Vorrichtungen**, um Lawinen kontrolliert auszulösen.²⁴²
- **Sprühgeräte** zur Schädlingsbekämpfung.²⁴³
- **Digitale Standbildkameras**, z.B. für Luftbildaufnahmen.²⁴⁴
- **Videokameras** für die Aufnahme von hochauflösenden bewegten Bildern.²⁴⁵

Bei Vorrichtungen, welche mit der Umwelt physisch interagieren, kommen sog. **Aktoren** (engl. „actuators“) zum Einsatz. Diese setzen die elektronischen Signale des Missionskontroll-Systems z.B. in mechanische Bewegung um.²⁴⁶

c. Gemischte Verwendung der Nutzlast

Die Unterscheidung der verschiedenen Nutzlasten dient vor allem der Veranschaulichung. Häufig ist es so, dass Daten von **Sensoren zur Aufgabenerfüllung auch für die Flugplanung** des Missionskontroll-Systems verwendet werden. Ebenso können Sensoren, die primär der Navigationsfunktion zugeteilt werden, zur Erfüllung der Aufgabe der Drohne genutzt werden. Z.B. können LIDAR-Geräte zur Infrastruktur-Inspektion eingesetzt werden.²⁴⁷ Auch Kameras für das sichtbare Lichtspektrum können, neben der Navigation, z.B. für Überwachungsaufgaben verwendet werden.²⁴⁸ Dasselbe gilt für Infrarot- oder Wärmebildkameras.²⁴⁹

4. Flugkontroll-System

Das Flugkontroll-System führt mittels Autopilot, Bordelektronik und Steuerungs-Hardware die **unmittelbare Flugsteuerung** aus.²⁵⁰ Die Flugkontrolle

241 <https://www.efe.com/efe/english/life/brazilian-lifeguards-operate-drones-for-quicker-safer-rescues/50000263-2800201>.

242 <http://www.outsideonline.com/2027266/idea-bomb-ski-hills-drones-not-crazy-it-sounds>.

243 <https://newatlas.com/drone-spray-hornet-drone-volt-france-asian-hornet/43642/>.

244 MEJIAS/ LAI/ BRUGGEMANN, 387.

245 BESTAOUI SEBBANE, 27.

246 LEROUX/ LABRUTO/ BOSCARATO/ CAROLEO et al., 16.

247 MEJIAS/ LAI/ BRUGGEMANN, 386.

248 MEJIAS/ LAI/ BRUGGEMANN, 387.

249 MEJIAS/ LAI/ BRUGGEMANN, 388.

250 PIPPIN, 1727.

ist dabei in zwei Schleifen (engl. „loops“) gegliedert. Die Innenschleife (engl. „inner loop“) steuert die Fluglage und Flugrichtung. Die dafür notwendigen Impulse übermittelt die Aussenschleife (engl. „outer loop“) aufgrund von Positionsdaten, Flugziel und Geschwindigkeit.²⁵¹ Dabei ist das System so konstruiert, dass es unabhängig vom Missionskontroll-System funktioniert. D.h., selbst wenn letzteres ausfallen würde, könnte die Drohne weiterfliegen – sofern sie z.B. Kontrollsignale per Datenverbindung von einer Bodenstation übermittelt erhält.²⁵²

In der dargestellten System-Architektur übernimmt der Autopilot nur **Funktionen von geringer Komplexität**. Mit fortschreitender technologischer Entwicklung kann die Komplexität seiner Aufgaben steigen. Denkbar ist zum Beispiel, dass er Entscheidungen zur Kollisionsvermeidung trifft oder bei geringer Akkuleistung selbständig eine Notlandung einleitet.²⁵³

Für die haftpflichtrechtliche Beurteilung wird vorliegend davon ausgegangen, dass Flugkontroll-Systeme **keine eigenständigen Entscheidungen** fällen und somit strikt den einprogrammierten Vorgaben²⁵⁴ folgen. Führt ein Fehler im Flugkontroll-System zu einem Schaden, kann das deshalb zu einer **Haftpflicht des Herstellers**²⁵⁵ führen. Dabei sehen sich Geschädigte auch hier erheblichen Beweisproblemen²⁵⁶ und Problemen aufgrund der Komplexität des Drohnensystems²⁵⁷ gegenüber.

Daneben eignet sich das Flugkontroll-System als Instrument, um im Rahmen einer künftigen Regelung für Zulassung und Betrieb **softwareseitige Flugbeschränkungen** festzulegen.²⁵⁸

251 BESTAOUI SEBBANE, 103.

252 PIPPIN, 1727 f.

253 BUCHELI/ KROENING/ MARTINS/ NATRAJ, 70 f.

254 Zur Unterscheidung zwischen Fehlern und Fehlentscheidungen: Ziff. IV.A.1 Fehler oder Fehlentscheidung?, 149–152.

255 Ziff. III.B Haftung für Produkte, 117–145.

256 Ziff. III.B.1.d Beweislast, 128 f.

257 Ziff. IV.A.3 Komplexität des Systems, 154–156.

258 Ziff. V.A.5.c.1)ii) Softwareseitige Flugbeschränkungen, 211 f.

5. Missionskontroll-System

Das Missionskontroll-System **übernimmt die Flugplanung**.²⁵⁹ Bei der Flugplanung legt die Software eine Abfolge von Aktionen fest, welche vom Ausgangszustand (z.B. Startposition) zum Zielstatus (z.B. Landeposition) führen sollen. Dabei sind die physischen Voraussetzungen der Drohne (z.B. Fluggeschwindigkeit oder Drohnenbreite), Hindernisse sowie Umwelteinflüsse (z.B. Windrichtung) einzubeziehen.²⁶⁰

Bildlich gesprochen bildet das Missionskontroll-System das **Gefäß für die aus haftungs-, betriebs- und zulassungsrechtlicher Sicht bedeutsamen Entscheidungen**²⁶¹ einer autonomen Nano-, Mikro- oder Kleindrohne. Kenntnisse über die Funktionsweise des Missionskontroll-Systems sind unabdingbar, um die notwendigen Anpassungen bei der Regulierung für Zulassung und Betrieb abzuschätzen²⁶² sowie die haftpflichtrechtlichen Konsequenzen im Schadenfall festzustellen²⁶³. Im Folgenden werden deshalb die wichtigsten Prozesse beschrieben, die ein Missionskontroll-System bei einem autonomen Flug übernimmt.

a. Sensordatenverarbeitung

Zunächst muss der Datenstrom der Sensoren verarbeitet werden. Im Kern kommen dazu drei Verfahren zur Anwendung: Mittels Datenfiltern können Daten gezielt ausgesondert werden (z.B. zur Beseitigung von Messfehlern). Zudem ist eine Extraktion von Daten nach bestimmten Merkmalen möglich, womit Daten zu neuartigen Informationen aggregiert werden. Schliesslich können weiterführende Berechnungen neue Informationen aus den Daten erzeugen.²⁶⁴ Daneben wird mittels Umgebungsdateninterpretation versucht, aus den Daten von Ereignissen in der Umgebung Fakten abzulesen.²⁶⁵ Ein **Algorithmus generiert** aus den verarbeiteten Daten ein sog. „Welt-Modell“.

259 PIPPIN, 1727.

260 BESTAOUI SEBBANE, 199.

261 Ziff. II.E Autonome Entscheidungsprozesse, 42–67.

262 Ziff. V.A Neue Zulassungs- und Betriebsvorschriften, 190–229.

263 Ziff. III. Haftung für Personen- und Sachschäden am Boden, 75–145, und Ziff. IV. Haftung bei Luftkollisionen und reinen Vermögensschäden, 147–188.

264 HERTZBERG/ LINGEMANN/ NÜCHTER, 67–102.

265 HERTZBERG/ LINGEMANN/ NÜCHTER, 261.

Darauf stützen sich die Entscheidungen²⁶⁶ des Systems für die weiteren Aktionen (z.B. Änderung der Flugrichtung).²⁶⁷

b. Orientierung

Für die Navigation ist es entscheidend, dass das Missionskontroll-System die Drohne in einem vorgegebenen **Referenzsystem**, z.B. auf einer Karte, **lokalisieren** kann.²⁶⁸ In Situationen, in denen die Orientierung mittels GPS nicht möglich ist oder zu wenig präzise Ergebnisse liefert, sind alternative Techniken gefragt.²⁶⁹ Zum Einsatz kommen kann z.B. ein Triangulationsverfahren. Dabei wird eine Gerade von der Drohne zu jedem bekannten Objekt (Landmarke) gezogen. Die Position der Drohne ergibt sich dann aus dem Schnittpunkt der Geraden.²⁷⁰

In unbekanntem Umgebungen funktioniert dieses Verfahren allerdings nicht. Um unter solchen Bedingungen zu operieren, muss das Missionskontroll-System in der Lage sein, die eigene Position im Verhältnis zur Umgebung zu bestimmen sowie eine Karte der Umgebung zu erstellen. Diese Fähigkeit wird in der Robotik als SLAM (engl. „simultaneous mapping and localisation“) bezeichnet.²⁷¹ Bei diesem Verfahren definiert die Ausgangsposition der Drohne den Nullpunkt (Koordinatenursprung) eines Koordinatensystems. Das **Missionskontroll-System berechnet** an dieser Stelle seine **Position** (in der Robotik als „Pose“ bezeichnet) im Verhältnis zu markanten Objekten (Landmarken) im vermessenen Raum und speichert diese zusammen mit den Koordinaten in einer Karte. Bewegt sich die Drohne, finden weitere Messungen statt. Dadurch wird die Karte laufend erweitert. Dabei ist es wichtig, dass ein neu vermessener Bereich einen bereits gespeicherten Messbereich überlappt und die Drohne bereits vermessene Objekte wiedererkennt. Denn dadurch können Messfehler korrigiert werden.²⁷²

266 Ziff. II.E Autonome Entscheidungsprozesse, 42–67.

267 LEROUX/ LABRUTO/ BOSCARATO/ CAROLEO et al., 16.

268 HERTZBERG/ LINGEMANN/ NÜCHTER, 17; LEROUX/ LABRUTO/ BOSCARATO/ CAROLEO et al., 17.

269 Weiterführend: <http://robohub.org/no-gps-no-problem-next-generation-navigation/>.

270 HERTZBERG/ LINGEMANN/ NÜCHTER, 170–176.

271 BRYSON/ SUKKARIEH, Localization and Mapping, 402 f.; HERTZBERG/ LINGEMANN/ NÜCHTER, 221.

272 BRYSON/ SUKKARIEH, Localization and Mapping, 402 f.; HERTZBERG/ LINGEMANN/ NÜCHTER, 221–260. Weiterführend: <https://techcrunch.com/2017/02/21/exyn-unveils-ai-to-help-drones-fly-autonomously-even-indoors-or-off-the-grid/>.

Die Fähigkeit, die Umwelt wahrzunehmen und Objekte (wieder) zu erkennen, ist für eine selbständig fliegende Drohne von entscheidender Bedeutung.²⁷³ **Umgebungsdateninterpretation ermöglicht** es dem Missionskontroll-System, **Objekte** in der Flut von Sensordaten **zu erkennen**.²⁷⁴ Dafür eingesetzte Software stützt sich auf den Umstand, dass Objekte in unserer Umwelt gewissen Regelmässigkeiten folgen und spezifische Strukturen aufweisen. Zum Beispiel sind 3D-Oberflächen oftmals glatt und Grenzen zwischen zwei Objekten lassen sich häufig durch Farb- und Grauwertübergänge unterscheiden. Ein weiterer Anhaltspunkt sind physikalische Gesetze. Demnach durchdringen sich zwei Objekte selten gegenseitig und Objekte unterliegen der Erdanziehung. Ein weiteres Beispiel von strukturiertem Wissen sind Zusammenhänge zwischen Objekten. So stehen z.B. Stühle oftmals bei einem Tisch und ein Schrank häufig an der Wand.²⁷⁵ Daneben unterliegt die Form von Objekten meist geometrischen Regelmässigkeiten. Dadurch können sie anhand ihrer dreidimensionalen Form spezifischen semantischen Kategorien (z.B. Gebäude, Brücken, Autos) zugeteilt werden.²⁷⁶

Die Software des Missionskontroll-Systems erstellt aus Umgebungsinformationen, wie Resultate aus der Objekterkennung, sowie aus metrischen und geometrischen Informationen eine Karte. Zudem werden statische Informationen mit zusätzlichem Wissen verknüpft.²⁷⁷ Kartiert die Software z.B. die Position von Eisenbahnschienen (statische Information), dann ist es (zumindest in der Schweiz) sehr wahrscheinlich, dass sich unmittelbar darüber eine Fahrleitung befindet und die Eisenbahnschienen von Fahrleitungsmasten gesäumt sind (zusätzliches Wissen). Weiter ist unterhalb der Position eines Zauns (statische Information) mit hoher Wahrscheinlichkeit ein Boden (zusätzliches Wissen) zu erwarten.²⁷⁸ Die Kombination von statischen Informationen auf einer Karte und zusätzlichem Wissen wird als **semantische Karte** bezeichnet.²⁷⁹ Solche semantische Karten sind eine grundlegende Voraussetzung, damit sich Drohnen in einer unbekanntem Umgebung orientieren können.²⁸⁰

273 Zum aktuellen Stand der Forschung im Bereich „Robotersehen“: GEIGER, *passim*.

274 HERTZBERG/ LINGEMANN/ NÜCHTER, 301.

275 GEIGER, *passim*.

276 GUNEY/ GEIGER, *passim*; BABAHAJANI/ FAN/ GABBOUJ, 177; FU/ KÄMÄRÄINEN/ GLENT BUCH/ KRÜGER, 270–285.

277 HERTZBERG/ LINGEMANN/ NÜCHTER, 310.

278 Eigene Beispiele nach HERTZBERG/ LINGEMANN/ NÜCHTER, 311.

279 HERTZBERG/ LINGEMANN/ NÜCHTER, 310.

280 SHAHBANDI/ ASTRAND, 2 f.

c. Kollisionsvermeidung mit statischen Objekten

Die Software des Missionskontroll-Systems nutzt zur Kollisionsvermeidung mit statischen Objekten die im Rahmen der Orientierung²⁸¹ erstellte (semantische) Karte. Aus diesen Daten wird ein sog. **Besetzungsgitter** (engl. „occupancy grid“) berechnet. Darin repräsentieren unterschiedliche Datenpunkte (engl. „voxels“) Freiräume und Hindernisse.²⁸² Vor einer Flugbewegung testet ein Algorithmus die Datenwerte im Raum der beabsichtigten Flugrichtung. Ergibt diese Prüfung die Datenwerte eines Hindernisses, wird die Flugbewegung nicht ausgeführt.²⁸³

Neben dem Verfahren mittels Besetzungsgitter existieren **weitere Kollisionsvermeidungs-Techniken**: Eine Variante setzt auf eine Stereokamera und ein Bildbearbeitungsprogramm, das in Echtzeit Hindernisse als Punktwolken darstellt. Die Steuersoftware weicht diesen Punktwolken aus.²⁸⁴ Bei einem anderen, einfacheren Verfahren werden die Daten von Sensoren zur Entfernungsmessung verwendet. Diese lösen eine Änderung der Flugrichtung aus, sobald ein Minimalabstand zu einem Objekt unterschritten wird.²⁸⁵ Eine weitere Möglichkeit ist die Auswertung der Daten eines Kamerasensors. Die Richtungsänderung erfolgt dann jeweils in diejenige Richtung, aus der ein geringerer optischer Datenfluss wahrgenommen wird unter der Annahme, dass dort weniger Hindernisse stehen.²⁸⁶

Ebenfalls möglich ist ein **mechanischer Kollisionsschutz**, der z.B. aus einem die Drohne umhüllenden kugelförmigen Karbonrahmen besteht, wodurch die Drohne von Hindernissen abprallt.²⁸⁷

d. Kollisionsvermeidung mit beweglichen Objekten

Die Vermeidung von Kollisionen mit beweglichen Objekten (z.B. anderen Drohnen) stellt deutlich höhere Anforderungen an die Technik, als die

281 Ziff. II.D.5.b Orientierung, 32 f.

282 BRÄUNL, 231.

283 BESTAOUI SEBBANE, 229 f.

284 BARRY/ OLEYNIKOVA/ HONEGGER/ POLLEFEYS et al., IROS Workshop 2015, 1–7; BARRY/ TEDRAKE, 1–6; <http://www.heise.de/make/meldung/Autonomie-Renndrohne-weicht-Hindernissen-aus-bei-50-Sachen-2868298.html>.

285 HERTZBERG/ LINGEMANN/ NÜCHTER, 39.

286 CROON/ PERÇIN/ REMES/ RUIJSINK et al., 183.

287 <https://www.youtube.com/watch?v=s96Q2GXgoE>.

zuletzt erwähnten Methoden²⁸⁸. Das Kernproblem liegt darin, dass das Missionskontroll-System den zukünftigen Bewegungspfad des Objektes nicht kennt.²⁸⁹ Verfahren zur Kollisionsvermeidung werden oft unter die englischen Begriffe „sense and avoid“ oder „sense, detect and avoid“ gefasst. Die „sense and avoid“-Fähigkeit gilt als eine der Grundvoraussetzungen für ein Miteinander von bemannter und unbemannter Luftfahrt.²⁹⁰ Einige „sense and avoid“-Systeme für Drohnen sind bereits auf dem Markt. Damit Drohnen aber zusammen mit bemannten Luftfahrzeugen fliegen können, müssen regulatorische Hürden genommen werden.²⁹¹ Im Folgenden wird zwischen kooperativen und nicht-kooperativen Kollisionsvermeidungs-Systemen unterschieden.

1) Kooperative Kollisionsvermeidungs-Systeme

Bei kooperativen Kollisionsvermeidungs-Systemen kommt im beweglichen Objekt ein **Transponder** zum Einsatz, **der Signale sendet**. Dieses Prinzip wird in unterschiedlicher Weise umgesetzt.²⁹² Im Folgenden werden zwei Varianten vorgestellt:

- Das **Verkehrs- und Kollisionswarnsystem** (engl. „traffic alert and collision avoidance system“, TCAS) stammt aus der bemannten Luftfahrt. Eine Sende-/Empfängereinheit an Bord des Luftfahrzeuges sendet permanent Funksignale. Fliegt ein anderes Luftfahrzeug mit TCAS in diesen Signalbereich erwidert sein Transponder das Signal. Aufgrund der Zeit die zwischen Signalversand und Antwort verstreicht, kann die Entfernung berechnet werden. Zudem enthält die Antwort des Transponders einen Code, worin die Flughöhe enthalten ist. Die Bewegungsrichtung („Azimut“) geht aus dem Winkel hervor, in dem das Antwortsignal beim Sender/Empfänger eintrifft.²⁹³ Diese Informationen werden durch das TCAS zusammengesetzt und, falls Kollisionsgefahr besteht, wird eine Änderung der Flugroute berechnet.²⁹⁴

²⁸⁸ Ziff. II.D.5.c Kollisionsvermeidung mit statischen Objekten, 34.

²⁸⁹ BESTAOUI SEBBANE, 244.

²⁹⁰ MEJIAS/ LAI/ BRUGGEMANN, 390; MEYER/ GÖTTKEN/ VERNALEKEN/ SCHÄRER, 1858.

²⁹¹ BIERMANN/ WIEGOLD, 167 f.; OZTEKIN/ WEVER, 1820 f.

²⁹² Für eine Übersicht verschiedener aktiver Kollisionsvermeidungs-Systeme: MOSES, 1897.

²⁹³ HARMANN, The Lincoln Laboratory Journal, 437 f.

²⁹⁴ MEJIAS/ LAI/ BRUGGEMANN, 392; MEYER/ GÖTTKEN/ VERNALEKEN/ SCHÄRER, 1859–1861.

- Eine relativ neue Technologie ist die **automatische Blindausstrahlung lokal ermittelter Positionen** (engl. „Automatic Dependent Surveillance Broadcast“, ADS-B). Im Unterschied zu TCAS ist damit nicht nur Luft-zu-Luft-Kommunikation sondern auch ein Boden-zu-Luft-Datenfluss möglich. Zudem können mittels ADS-B deutlich mehr Informationen als per TCAS ausgetauscht werden. So z.B. die dreidimensionale Position, Geschwindigkeit, Zeit und geplante Flugroute.²⁹⁵ Zudem ist die Übertragung von Wetter- und Geländedaten möglich. Die FAA plant, ADS-B per 1.1.2020 für alle Luftfahrzeuge als verbindlich vorzuschreiben.²⁹⁶

Ein markanter Unterschied zwischen ADS-B und TCAS liegt im **Preis**. ADS-B-Systeme sind bereits für weniger als CHF 3'000 erhältlich, während TCAS zwischen CHF 25'000 und CHF 150'000 kosten.²⁹⁷

2) Nicht-kooperative Kollisionsvermeidungs-Systeme

Die Nicht-kooperative Kollisionsvermeidung mit beweglichen Objekten unterscheidet sich in **aktive und passive Technologien**. Optische (mittels Kamerasensoren²⁹⁸) und thermale (mittels Infrarotsensoren²⁹⁹) Verfahren gelten als passive Varianten.³⁰⁰ Die Erkennung beweglicher Objekte mittels Laser/LIDAR³⁰¹, Radar³⁰² und Ultraschall³⁰³ werden als aktive Technologien bezeichnet.³⁰⁴ Exemplarisch werden im Folgenden jeweils ein aktives und ein passives Verfahren beschrieben:

- Mittels **Radar** (aktiv) können Abstand, Höhe, Geschwindigkeit und die Bewegungsrichtung eines beweglichen Objekts gemessen werden.³⁰⁵ Im Verhältnis zum eigenen Flugstatus kann daraus die Gefahr einer

295 MEJIAS/ LAI/ BRUGGEMANN, 392 f. LACHER/ MARONEY/ ZEITLIN, 6.

296 MOSES, 1897.

297 MEJIAS/ LAI/ BRUGGEMANN, 392 f.

298 Ziff. II.D.3.a Nutzlast für Navigation, 26.

299 Ziff. II.D.3.a Nutzlast für Navigation, 26.

300 LACHER/ MARONEY/ ZEITLIN, 5; MOSES, 1897.

301 Ziff. II.D.3.a Nutzlast für Navigation, 27.

302 Ziff. II.D.3.a Nutzlast für Navigation, 26 f.

303 Ziff. II.D.3.a Nutzlast für Navigation, 27.

304 LACHER/ MARONEY/ ZEITLIN, 5; MOSES, 1897.

305 GLANEUSKI, 49; HERTZBERG/ LINGEMANN/ NÜCHTER, 49 f.; MEJIAS/ LAI/ BRUGGEMANN, 389.

Kollision berechnet und ein Ausweichmanöver eingeleitet werden.³⁰⁶ Der Vorteil eines Radars ist, dass es unabhängig von äusseren Einflüssen wie z.B. Sonnenlicht, Rauch, Nebel und Staub funktioniert.³⁰⁷ Als Herausforderungen bei der Integration in eine (Klein-)Drohnenarchitektur gelten die Grösse und das Gewicht, der hohe Energieverbrauch sowie der Preis (je nach Konfiguration über CHF 100'000). Zurzeit befinden sich Miniatur-Radargeräte in der Entwicklung, welche diese Herausforderungen überwinden sollen.³⁰⁸

- Bei „sense and avoid“-Anwendungen mittels **Kamerasensoren** (passiv) wertet ein Algorithmus in Echtzeit die aufgenommenen Bilder aus. Dazu werden in den Aufnahmen zunächst die unbeweglichen Objekte festgelegt. Bewegliche Objekte können dann aufgrund ihrer abweichenden Position in nacheinander aufgenommenen Bildsequenzen wahrgenommen werden. Mit dieser Technik lassen sich z.B. Flugrichtung, Geschwindigkeit und Distanz eines beweglichen Objekts feststellen.³⁰⁹ Der Vorteil von Kamerasensoren ist, dass sie relativ klein und kostengünstig sind sowie wenig Energie verbrauchen. Allerdings nimmt ihre Zuverlässigkeit mit sich verschlechternden Sichtverhältnissen rapide ab.³¹⁰

e. Flugplanung

Kollisionsvermeidung³¹¹ und Orientierung mittels semantischer Karte³¹² ermöglichen es der Drohne, autonom zu navigieren. Für eine autonome Missionserfüllung, z.B. für einen Flug von A nach B, reicht dies allerdings noch nicht aus. Dazu müssen die einzelnen Flugmanöver einer Drohne in einen Kontext gebracht werden. D.h., die **Flugbewegungen müssen sich nach einem übergeordneten Plan richten**, mit dem das Missionsziel erreicht wird. Dazu bedarf es einer Flugplanung, die aus nicht geplanten Umwelteinflüssen die richtigen Schlussfolgerungen zieht und hinsichtlich des Missionsziels

306 MOSES, 1928–1951.

307 MOSES, 1898.

308 MOSES, 1904 f.

309 CHO/ HUH/ SHIM/ CHOI, *Journal of Intelligent & Robotic Systems*, 477–487; STRYDOM/ THURROWGOOD/ DENUELLE/ SRINIVASAN, 258 f.

310 MEJIAS/ LAI/ BRUGGEMANN, 390–392.

311 [Ziff. II.D.5.c Kollisionsvermeidung mit statischen Objekten](#), 34, und [Ziff. II.D.5.d Kollisionsvermeidung mit beweglichen Objekten](#), 34–37.

312 [Ziff. II.D.5.b Orientierung](#), 32 f.

antizipiert.³¹³ Der dazu notwendige Planungsalgorithmus kann in mehrere Subalgorithmen unterteilt werden:³¹⁴

- Bei der **Routenplanung** wählt ein Algorithmus diejenige Flugroute aus, mit welcher die höchste Wahrscheinlichkeit besteht, die Missionszielvorgaben zu erreichen. Dazu sind die physischen Eigenschaften der Drohne, Hindernisse, die Kollisionsgefahr mit anderen beweglichen Objekten und andere Umwelteinflüsse zu berücksichtigen. Nicht planbare Ereignisse, wie das Auftreten einer fremden Drohne auf Kollisionskurs, können die ursprüngliche Planung durchkreuzen. In diesem Fall muss die Software in der Lage sein, eine alternative Flugroute zu wählen. Diese muss konsistent mit der Missionsplanung und dem Missionsziel sein.³¹⁵
- Die **Missionsplanung** hat sicherzustellen, dass die Drohne die Missionsziele effizient erfüllt, ohne die Umwelt oder sich selbst zu gefährden. Diese Aufgabe wird in zwei Prozesse gegliedert: Die strategische Vorflug-Planung (engl. „strategic pre-flight planning“) und die taktische In-Flug-Neuplanung (engl. „in-flight tactical re-planning“):³¹⁶
 - Die **strategische Planung** wird vor dem Start vorgenommen. Sie beruht auf Vorabinformationen über Flugverhältnisse sowie Flugumgebung und legt im Rahmen der Routenplanung eine vorläufige Flugroute fest, mit der das Missionsziel erreicht werden kann.
 - Die **taktische Planung** beinhaltet die Neubewertung und Erneuerung der geplanten Flugroute während des Fluges, basierend auf aktualisierten Daten über Umwelteinflüsse, Systemzustand und Missionsziel.³¹⁷

Für die Missionsplanung wird das Missionsziel in einzelne Teilziele heruntergebrochen (z.B. um spezifische Wegpunkte zu erreichen). Für jedes Teilziel muss zwischen verschiedenen Alternativen im Sinne des Missionsziels entschieden werden. Dabei muss der Algorithmus in der Lage sein, die **Risiken einzelner Flugmanöver** und die Eintrittswahrscheinlichkeit dieser

313 Vgl. BESTAOU SEBBANE, 199; SHAHBANDI/ ASTRAND, 2.

314 BESTAOU SEBBANE, 201 f.

315 BESTAOU SEBBANE, 199–202; JASIM/ GU, 72–84.

316 BESTAOU SEBBANE, 202.

317 BESTAOU SEBBANE, 263.

Risiken miteinzubeziehen.³¹⁸ Für vorhersehbare Situationen und spezifische Gefahren können einzelne Wahrscheinlichkeitswerte durch den Entwickler der Drohne vorgegeben werden. Aufgrund von Umwelteinflüssen sind die Entscheidungsparameter in vielen Situationen allerdings nicht (vollständig) vorhersehbar. In diesen Fällen muss der Algorithmus aufgrund von Erfahrungswerten, Informationen von verbundenen Drohnen³¹⁹ oder anderen Entscheidungsgrundlagen³²⁰ eine Flugroute berechnen.³²¹

Das Missionsziel und die Teilziele müssen in mathematische Parameter übersetzt werden, damit sie in den verschiedenen Prozessen verwendet werden können. Anhand dieser Parameter kann der Grad der Zielerfüllung bei geplanten und vollzogenen Aktionen gemessen werden. Die Steuerung der für den Flug und die Sicherheit relevanten Funktionen wird getrennt von der Steuerung der Nutzlast geführt.³²²

f. Kontrollarchitektur

Sowohl die Planung der Flugroute als auch der Missionsplanungsprozess müssen auf **neue Gegebenheiten reagieren können und neue Aufträge**, die während der Missionsausführung dazu kommen, **bewältigen können**. Dabei darf das übergeordnete Missionsziel nicht ausser Acht gelassen werden. Im Hintergrund wird deshalb ein System benötigt, das die unterschiedlichen Prozesse zusammenführt und überwacht. Diese Aufgabe übernimmt die Kontrollarchitektur.³²³

Zunächst muss die Kontrollarchitektur Fehler bei einzelnen Komponenten oder Systemen erkennen, um das Ausfallrisiko zu minimieren. Zu denken ist z.B. an einen Antriebsfehler, eine Beeinträchtigung der Orientierungssensoren (z.B. Verschmutzung der Kameralinse) oder den Verlust des Navigationssignals (z.B. GPS).³²⁴ Die **Systemzustandsüberwachung** (engl. „health monitoring“) misst, ob Prozesse, Komponenten und Systeme innerhalb der vorgegebenen

318 BESTAOUI SEBBANE, 202.

319 Ziff. II.D.5.d.1) Kooperative Kollisionsvermeidungs-Systeme, 35 f., und Ziff. II.G Formationen und Schwärme, 68 f.

320 Ziff. II.D.3.a Nutzlast für Navigation, 26 f.

321 Ziff. II.E Autonome Entscheidungsprozesse, 42–67.

322 BESTAOUI SEBBANE, 202.

323 BESTAOUI SEBBANE, 8; HERTZBERG/ LINGEMANN/ NÜCHTER, 261.

324 PERRIT/ SPRAGUE, Vanderbilt Journal of Entertainment and Technology Law, 729 f.

Parameter bzw. Fehlertoleranzen operieren.³²⁵ Mögliche Reaktionen auf Komponenten- oder System-Fehler können das Einleiten einer Notlandung³²⁶, die Rückkehr an den Startpunkt oder die Fortsetzung der Mission unter Anwendung zusätzlicher Sicherheitsmargen, z.B. eine Reduktion der Geschwindigkeit, sein.³²⁷

Zudem muss die Kontrollarchitektur die Prioritäten unterschiedlicher Ziele bewerten und die **Reihenfolge von Aktionen** festlegen. Es können Reflexe, Reaktionen, Aufträge und Pläne unterschieden werden.³²⁸ Diese unterscheiden sich zum einen nach den verwendeten Daten, auf die sich der zugrundeliegende Algorithmus hauptsächlich abstützt (primäre Kontrolldaten). Zum anderen kann nach der Häufigkeit der Überprüfungsintervalle durch den Algorithmus der Kontrollarchitektur (Frequenz der Kontrollzyklen) differenziert werden.

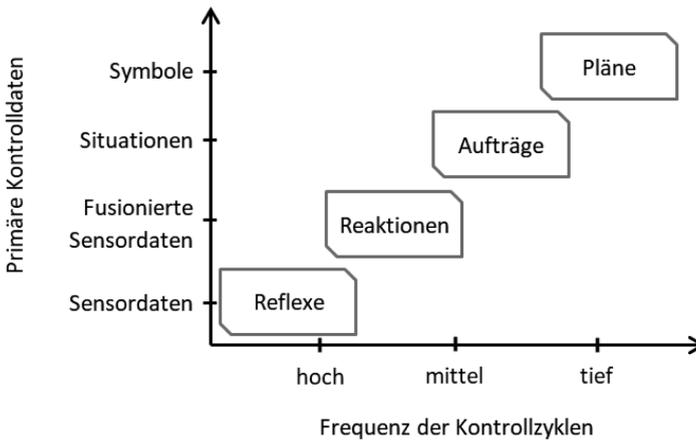


Abbildung 2 – Funktionen der Kontrollarchitektur³²⁹

325 PIPPIN, 1731; VALAVANIS/ VACHTSEVANOS, Health Management, 995.

326 DALAMAGKIDIS, Definitions, 47.

327 DALAMAGKIDIS, Definitions, 47; PERRIT/ SPRAGUE, Vanderbilt Journal of Entertainment and Technology Law, 730.

328 HERTZBERG/ LINGEMANN/ NÜCHTER, 261.

329 Eigene Darstellung nach HERTZBERG/ LINGEMANN/ NÜCHTER, 262.

Reflexe verwandeln Sensorsignale direkt in Steuersignale. Häufig ist ihre Programmierung direkt in die Hardware implementiert. Reflexe müssen andere Steuersignale übersteuern können. Nimmt z.B. ein Ultraschall-Entfernungsmess-Sensor³³⁰ ein Objekt in der unmittelbaren Umgebung des Rotors wahr, wird der Antrieb direkt gestoppt.³³¹

Reaktionen beruhen ebenfalls direkt auf Sensordaten, jedoch werden diese zuvor bearbeitet. Z.B. kann die Fusion von Positionsdaten des Radar-Gerätes³³² eines beweglichen Objektes und von Geschwindigkeitsdaten des Trägheitsnavigationssystems³³³ eine Kollisionswarnung ergeben, worauf ein Ausweichmanöver³³⁴ als Reaktion erfolgt. Solche Reaktionen bilden die Grundlage für die verhaltensbasierte Robotik (engl. „behavior-based robotics“). Dabei ist jeweils ein Software-Modul für eine Reaktion verantwortlich. Das Software-Modul scannt die gelieferten Daten permanent auf Signale, welche die vorgegebene Aktion auslösen. Dadurch sind sehr schnelle Reaktionen auf ungeplante Ereignisse möglich – ohne Umweg über eine Planungseinheit.³³⁵

Aufträge bezeichnen einzelne Etappen der Missionszielerfüllung. Das kann z.B. der Flug von einem Wegpunkt zum nächsten sein.³³⁶ Die Flugplanung legt die Aufträge bzw. Etappen fest. Grundlagen für die Berechnungen bildet dabei die jeweilige gegenwärtige Situation, welche sich aus Flugsituation, Umwelteinflüssen oder neuen externen Vorgaben (z.B. dem Anfliegen eines neuen Zwischenziels) ergibt.³³⁷

Reflexe, Reaktionen und Aufträge müssen darauf ausgerichtet sein, das **Missionsziel** zu erreichen. Dabei stellt die Kontrollarchitektur sicher, dass sämtliche Aktionen, die aufgrund ungeplanter Ereignisse notwendig werden, dem Erreichen des Missionsziels dienen.³³⁸

330 Ziff. II.D.3.a Nutzlast für Navigation, 27.

331 HERTZBERG/ LINGEMANN/ NÜCHTER, 263.

332 Ziff. II.D.3.a Nutzlast für Navigation, 26 f.

333 Ziff. II.D.1 Zustandsvektor, 23 f.

334 Ziff. II.D.5.d Kollisionsvermeidung mit beweglichen Objekten, 34–37.

335 HERTZBERG/ LINGEMANN/ NÜCHTER, 322–324.

336 HERTZBERG/ LINGEMANN/ NÜCHTER, 263.

337 Ziff. II.D.5.e Flugplanung, 37–39.

338 Vgl. HERTZBERG/ LINGEMANN/ NÜCHTER, 262.

E. AUTONOME ENTSCHEIDUNGSPROZESSE

Im Kern dreht sich die Frage der Haftung für autonome Nano-, Mikro- und Kleindrohnen um die **Zuordnung der Folgen einer Fehlentscheidung zu einer haftpflichtigen Person**.³³⁹ Wie die nachfolgenden Ausführungen zeigen, ist es heute technisch möglich, dass Entscheidungen durch autonome Systeme selbst und damit unabhängig von einem Menschen gefällt werden.³⁴⁰ Allerdings existieren unterschiedliche Entscheidungs-Algorithmen, die unterschiedliche Grade von Autonomie ermöglichen.³⁴¹ Als Basis einer juristischen Beurteilung der Haftung sind deshalb die technischen Gegebenheiten von zentraler Bedeutung. Gleichzeitig erfordert der (umstrittene)³⁴² Autonomiebegriff eine einlässliche Klärung, um daran juristische Folgen anzuknüpfen.

Ebenso definiert die Qualität des autonomen Entscheidungsprozesses die Fähigkeiten einer autonomen Nano-, Mikro- oder Kleindrohne. Daraus ergeben sich die **Einsatzmöglichkeiten** des Fluggerätes, **welche sich auf das Betriebsrisiko auswirken**, das im Rahmen von Zulassungs- und Betriebsvoraussetzungen zu berücksichtigen ist.³⁴³ Ohne vertiefte technische Sachkenntnisse ist eine zweckmässige Regulierung kaum zu bewerkstelligen.

Jeder Aktion einer Drohne geht eine **Entscheidung zwischen mindestens zwei Alternativen** voraus (z.B. ‚Ausführen der Aktion‘ oder ‚Nichtausführen der Aktion‘). Diese Entscheidung kann strikt durch die Programmierung des Algorithmus vorgegeben sein, so z.B. bei Reflexen³⁴⁴, wie dem Halten einer vorgegebenen Flughöhe³⁴⁵. Um nicht planbare Ereignisse und komplexere Aufgaben zu bewältigen, reichen strikte Vorgaben nicht aus. So z.B. wenn das Missionskontroll-System das Missionsziel in verschiedene Teilaufgaben³⁴⁶ bzw. Aufträge³⁴⁷ aufgliedert. Hier muss ein Algorithmus in der Lage sein, unter mehreren Möglichkeiten die beste Alternative auszuwählen. Dazu sind

339 Dazu insb.: Ziff. IV.A.2 Wer ist verantwortlich für Fehlentscheidungen?, 152 f.

340 Dazu insb.: Ziff. II.E.3 Entscheidungs-Algorithmen in autonomen Drohnen, 55 f.

341 Ziff. II.E.5 Grad der Autonomie, 56–60.

342 Dazu die Verweise in Fn. 355, 43, und Fn. 356, 43.

343 Ziff. V.A.5.a Risiko statt Gewicht als Anknüpfungskriterium, 208 f.

344 Ziff. II.D.5.f Kontrollarchitektur, 39–41.

345 Ziff. II.D.4 Flugkontroll-System, 29 f.

346 Ziff. II.D.5.e Flugplanung, 37–39.

347 Ziff. II.D.5.f Kontrollarchitektur, 39–41.

komplexe Entscheidungsabläufe notwendig. Füllen Systeme in dieser Weise Entscheidungen, wird ihnen oftmals „künstliche Intelligenz“ zugeschrieben.³⁴⁸ Erst dadurch ist es Drohnen möglich, sich autonom³⁴⁹ fortzubewegen.³⁵⁰

In diesem Zusammenhang ist der **Unterschied zwischen Autonomie³⁵¹ und Automation** entscheidend. Automatische Systeme führen vollständig vorgegebene Prozesse aus, welche vorprogrammiert wurden.³⁵² Ein Beispiel dafür ist die automatische Flugstabilisierung.³⁵³ Sie ist das Resultat eines strikt vorgegebenen Prozesses, welcher Teil des Flugkontroll-Systems ist.³⁵⁴ Im Gegensatz dazu verfügt ein autonomes System über eine gewisse Wahlfreiheit³⁵⁵ – wie die folgenden Ausführungen verdeutlichen.

1. Autonomie

Autonomie wird in der Literatur unterschiedlich definiert.³⁵⁶ Das kann zu Missverständnissen führen, weshalb der Begriff der Autonomie umstritten

348 Zum Begriff der künstlichen Intelligenz: HANISCH, 4.

349 KARNOW, 52; LEROUX/ LABRUTO/ BOSCARATO/ CAROLEO et al., 11–13.

350 BESTAOU SEBBANE, 7.

351 Ausführlich zum Begriff der Autonomie: HANISCH, 4–8.

352 UNITED KINGDOM OF GREAT BRITAIN AND NORTHERN IRELAND, MINISTRY OF DEFENCE, § 108; UNITED STATES OF AMERICA, DEPARTMENT OF DEFENSE, 2013, 81.

353 VERGOUW/ NAGEL/ BONDT/ CUSTERS, 25.

354 [Ziff. II.D.4 Flugkontroll-System, 29 f.](#)

355 UNITED KINGDOM OF GREAT BRITAIN AND NORTHERN IRELAND, MINISTRY OF DEFENCE, § 108; VERGOUW/ NAGEL/ BONDT/ CUSTERS, 25.

356 Z.B.: AUSTIN, 167 (ein System, das in der Lage ist, seine eigenen Entscheidungen zu treffen, ohne menschlichen Eingriff und ohne Vorprogrammierung); BESTAOU SEBBANE, 8 (eine Kombination aus den Fähigkeiten zu reagieren, zu reflektieren und Entscheidungen zu treffen); CASTRO/ NEW, 2 (Systeme, die fähig sind analog zu menschlichem Lernen und menschlicher Entscheidungsfindung zu handeln); DOHERTY/ KVARNSTRÖM/ WZOREK/ RUDOL et al., 850–851 (unterscheiden zwischen verschiedenen Stufen der Autonomie wobei die höchste Stufe die Fähigkeit beinhaltet, komplexe Missionen zu planen und zu spezifizieren, diese Umzusetzen und zu Überwachen und auf Veränderungen zu reagieren); EUROPEAN PARLIAMENT, 6 (selbstgetroffene Entscheidungen in der äusseren Welt ohne Einflussnahme oder Steuerung von aussen umzusetzen); HYO YOON, 84 f.; KARNOW, 55–56 (ein Programm, das selber lernt und seine eigenen Entscheidungsregeln generiert); STONE/ BROOKS/ BRYNJOLFSSON/ CALO et al., 12 (künstliche Intelligenz ist eine Aktivität, welche dazu dient, Maschinen Intelligenz einzuhauchen, wobei Intelligenz als Fähigkeit verstanden wird, ein System so zu steuern, dass es seine Aufgabe korrekt erfüllt, unter vorausschauender Berücksichtigung von

ist.³⁵⁷ In Anbetracht dessen erfolgt nachfolgend eine ausführliche Definition des hier zugrundeliegenden Verständnisses von Autonomie. In diesem Zusammenhang ist darauf hinzuweisen, dass vorliegend statt dem geisteswissenschaftlichen Begriff der Autonomie ein **technischer Autonomiebegriff** verwendet wird. Deshalb wird anschliessend auf die konkrete technische Umsetzung in Form von Entscheidungs-Algorithmen³⁵⁸ eingegangen.

Somit wird der Begriff „Autonomie“ im Zusammenhang mit autonomen Systemen, welche auf einer Programmierung mittels Algorithmen beruhen, folgendermassen verstanden:

*Die Fähigkeit mittels Intelligenz und Erfahrung selbständig auf ungeplante Ereignisse in angemessener Art und Weise zu reagieren.*³⁵⁹

Als Kernelemente dieser Definition können die Begriffe „Intelligenz“, „Erfahrung“ und „Selbständigkeit“ identifiziert werden.

a. Künstliche Intelligenz (KI)

Eine auf Algorithmen basierende Intelligenz wird als künstliche³⁶⁰ Intelligenz (engl. „artificial intelligence“)³⁶¹ bezeichnet.³⁶² Diese kann definiert werden als «Teilgebiet der Informatik, welche versucht, **menschliche Vorgehensweisen der Problemlösung** auf Computern **nachzubilden**, um auf diesem Weg neue oder effizientere Aufgabenlösungen zu erreichen.»³⁶³. Intelligenz kann unab-

Umwelteinflüssen); VLADECK, Washington Law Review, 121 f. (Maschinen, die fühlen, denken und handeln ohne dass dabei ein Mensch mitwirkt oder eingreift).

357 WILDHABER/ LOHMANN, AJP, 136, m.w.H.

358 Ziff. II.E.2 Arten von Entscheidungs-Algorithmen, 47–55.

359 Vgl. AUSTIN, 299.

360 Zur Definition von „künstlich“: SIMON, 3–6.

361 Zur (problematischen) Übersetzung von Artificial Intelligence in die deutsche Sprache: ALBAT, 3. Kurzer Überblick über die Geschichte künstlicher Intelligenz: CROON/ PERÇIN/ REMES/ RUIJSINK et al., 125–130.

362 CROON/ PERÇIN/ REMES/ RUIJSINK et al., 149. Für eine Übersicht über aktuelle Entwicklungen im Bereich der KI: <http://www.nytimes.com/2016/12/14/magazine/the-great-ai-awakening.html>. Zur Unterteilung von KI in vier Arten: <http://robohub.org/understanding-the-four-types-of-ai-from-reactive-robots-to-self-aware-beings/>.

363 LÄMMEL/ CLEVE, 13.

hängig von Wissen bestehen und wird als instrumentelle Technologie zur Problembewältigung oder als Problemlösetechnik betrachtet.³⁶⁴

Eine Forschungsrichtung zielt darauf ab, das menschliche Gehirn mit allen kognitiven Fähigkeiten eines Menschen künstlich nachzubauen bzw. zu simulieren.³⁶⁵ Einige Autoren gehen davon aus, dass künstliche Intelligenz die menschlichen kognitiven Fähigkeiten in absehbarer Zeit ein- und überholen wird.³⁶⁶ Dieser Zustand wird als **Singularität** (engl. „singularity“) bezeichnet. Da sich autonome Systeme und Roboter in diesem Moment selbst weiterentwickeln würden, wäre die Zukunft der Menschheit nach Eintritt der Singularität ungewiss.³⁶⁷ Andere Autoren halten es dagegen für unwahrscheinlich, dass ein Algorithmus die kognitiven Leistungen eines Menschen vollständig ersetzen kann.³⁶⁸ Zudem würden die heutigen Fähigkeiten von künstlicher Intelligenz deutlich überschätzt.³⁶⁹

Selbst die neusten Supercomputer mit KI haben hinsichtlich ihrer Problemlösefähigkeit kaum etwas mit den kognitiven Fähigkeiten des Menschen gemein. Sie sind hochspezialisiert und können **nur Aufgaben in einem spezifischen Problemlösebereich bewältigen**.³⁷⁰ Prognosen gehen davon aus, dass KI mindestens in den nächsten 15 bis 20 Jahren nicht über

364 ALBAT, 1–3; SIERRA BARRY/ DESCHAUER, 72; WILLKE, 23. Zur Problematik der Begriffsbestimmung bei KI: GÜNTHER, 157, m.w.H. Einige Autoren erachten als Voraussetzung für kognitives Leistungsvermögen zudem eine physische Interaktion und damit eine Verkörperung als notwendig (engl. „Embodiment“): GÜNTHER, 156, m.w.H.

365 SIERRA BARRY/ DESCHAUER, 65. Dazu auch das Blue Brain Project der EPFL in Lausanne, welches Schrittweise das menschliche Gehirn simulieren soll: SIERRA BARRY/ DESCHAUER, 67 f.

366 Z.B.: BECK, Juristische Rundschau, 229; FORD, 229; HALL, Self-Improving Machines, 522 f., m.w.H. <http://www.independent.co.uk/news/science/stephen-hawking-transcendence-looks-at-the-implications-of-artificial-intelligence-but-are-we-taking-9313474.html>. Zu möglichen Gründen für die Überlegenheit autonomer Systeme: ARKIN, Journal of Military Ethics, 333.

367 FORD, 232.

368 Z.B.: UEBELHART, 249.

369 BURRI, European Journal of Risk Regulation, 341–360; CROON/ PERÇIN/ REMES/ RUIJSINK et al., 202–204; KARNOW, 53 f.; PIPPIN, 1734; <http://www.newyorker.com/tech/elements/hyping-artificial-intelligence-yet-again>.

370 HALL, Self-Improving Machines, 512; SIERRA BARRY/ DESCHAUER, 66 f.

die Grenzen der Spezialisierung hinauskommen wird.³⁷¹ Dasselbe gilt für die Entwicklung im Bereich der autonomen Drohnen. Algorithmen, denen KI zugeschrieben wird,³⁷² sind heute auf spezifische Anforderungen wie z.B. die Missionsplanung³⁷³ fokussiert.³⁷⁴ In absehbarer Zeit sind Nano-, Mikro- und Kleindrohnen zu erwarten, die für ihren Aufgabenbereich autonom handeln können. Vollständig autonome Systeme sind auch im Bereich der Drohnentechnologie zurzeit nicht in Sicht.³⁷⁵

b. Erfahrung

Erfahrungen sind Informationen, welche beim maschinellen Lernen (engl. „machine learning“)³⁷⁶ im Zentrum stehen.³⁷⁷ Dabei stützt ein autonomes System seine **Entscheidungen auf Daten aus Ergebnissen von früheren Problemlösungen** und Übungsbeispielen.³⁷⁸ Das Ziel ist, neue Probleme und Sachverhalte mit dem Einsatz von bestehendem Wissen zu bewältigen. Je ausgeprägter diese Fähigkeit ist, desto grösser ist die Flexibilität um in ungeplanten Situationen zu agieren.³⁷⁹ Ein Beispiel dafür sind künstliche neuronale Netzwerke (engl. „Deep Neural Networks“)³⁸⁰, in denen Erfahrungen verknüpft werden. Basierend auf diesem vernetzten Wissen können neue Probleme gelöst werden.³⁸¹ Allerdings existiert zurzeit kein allgemeiner „Lern-Algorithmus“. Dieser muss für jede Art von Problemlösung spezifisch programmiert werden.³⁸²

371 Ausführlich dazu: STONE/BROOKS/BRYNJOLFSSON/CALO et al., 12–49. Weiterführend auch: <https://www.technologyreview.com/s/602830/the-future-of-artificial-intelligence-and-cybernetics/>.

372 Ziff. II.E.2 Arten von Entscheidungs-Algorithmen, 47–55.

373 Ziff. II.D.5.e Flugplanung, 37–39. Siehe auch VERUGGIO, 27.

374 BESTAOUI SEBBANE, 82.

375 Vgl. HALL, Self-Improving Machines, 512–515.

376 THE ROYAL SOCIETY, 19–21; <http://www.forbes.com/sites/bernardmarr/2016/12/06/what-is-the-difference-between-artificial-intelligence-and-machine-learning/>. Anschauliche Erklärung von machine learning: <http://robohub.org/what-is-machine-learning/>.

377 DENG, Nature, 26.

378 GIUSTI/ GUZZI/ CIRESAN/ HE et al., IEEE Robotics and Automation Letters, 661–666.

379 DENG, Nature, 26.

380 Vgl. Ziff. II.E.2.c Neuronale Netze, 49–53.

381 GIUSTI/ GUZZI/ CIRESAN/ HE et al., IEEE Robotics and Automation Letters, 661–666.

382 BENGIO, Scientific American, 41.

c. Selbständigkeit

Als selbständig wird ein System bezeichnet, das eigenständig über das Ausführen oder Unterlassen von Aktionen entscheidet.³⁸³ **Hochentwickelte Technologien** wie Prozesse, die auf KI³⁸⁴ und Erfahrung³⁸⁵ beruhen, sind dazu **nicht unbedingt notwendig**. Bereits ein Regler in einem Regelkreis kann bestimmte Aufgaben mehrheitlich selbständig erfüllen.³⁸⁶ Bei einer Drohne setzt zum Beispiel der Autopilot vorgegebene Aktionen selbständig um, ohne dass er dafür über weitergehende autonome Fähigkeiten verfügt.³⁸⁷

2. Arten von Entscheidungs-Algorithmen

Der technische Autonomiebegriff findet seinen Niederschlag in der konkreten Programmierung von Entscheidungs-Algorithmen. Diese können unterschiedlichen Ansätzen folgen. Nachstehend werden einige Beispiele dem Grundsatz nach beschrieben, um anschliessend aus juristischer Sicht beurteilen zu können, unter welchen Umständen eine Haftung nicht mehr dem Programmierer zugeordnet werden kann.³⁸⁸

a. Symbolverarbeitende KI

Die symbolverarbeitende KI gilt als **klassische künstliche Intelligenz**. Im Algorithmus werden dabei Objekte und Subjekte sowie deren Eigenschaften und Beziehungen zu einander oder zu Ereignissen als Symbole dargestellt.³⁸⁹ Die Software kann daraus Schlüsse ziehen oder die vorhandenen Daten zu neuen Fakten und Regeln aggregieren.³⁹⁰ Lösungsstrategien und relevantes Wissen werden dabei durch den Programmierer in den Algorithmus eingearbeitet.³⁹¹

383 BESTAOU SEBBANE, 4.

384 Ziff. II.E.1.a Künstliche Intelligenz (KI), 44–46.

385 Ziff. II.E.1.b Erfahrung, 46.

386 LÄMME/ CLEVE, 20.

387 Ziff. II.C Kernkomponenten, 17–19.

388 Ziff. IV.A Haftungsprobleme verursacht durch die Eigenschaften autonomer Nano-, Mikro- und Kleindrohnen, 148–159.

389 LÄMME/ CLEVE, 14.

390 MATTHIAS, 23.

391 LÄMME/ CLEVE, 14.

*Beispiel 1:*³⁹² Im vorliegenden Weltmodell existieren zwei Sprachen: Deutsch und Englisch. Otto spricht eine Sprache, aber nicht Englisch. Welche Sprache spricht Otto?

Für Otto, kann das Symbol X stehen, für die Sprache Y und die Aussage „spricht die Sprache“ kann ein $=$ stehen und für „spricht nicht die Sprache“ ein \neq . Englisch wird als E symbolisiert und Deutsch als D . Als ‚oder‘ gilt \wedge .

Für eine verarbeitende KI dargestellt bedeutet dies:

$$X = Y; Y \cong E \wedge D; X \neq E.$$

Daraus folgt $X = D$, was übersetzt bedeutet, dass Otto Deutsch spricht.

b. Expertensysteme

Expertensysteme beruhen auf einer durch den Programmierer vorgegebenen Wissensbasis. Mit standardisierten Fragen an den Anwender können für diesen relevante Informationen bereitgestellt werden, z.B. in Form einer Diagnose. Im Zentrum stehen sog. **Wenn-Dann-Beziehungen**, die vom Vorhandensein bestimmter Voraussetzungen auf ein (mögliches) Ergebnis schliessen.³⁹³

*Beispiel 2:*³⁹⁴ Der mögliche Dialog eines Expertensystems zur Motorenanalyse in einer Autowerkstatt:

System: Enthalten die Abgase einen hohen Russanteil?

Anwender: Nein.

System: Ist beim Motor eine Leistungseinbusse festzustellen?

Anwender: Ja.

System: Weisen die Zündkerzen graue Ablagerungen auf?

Anwender: Ja.

System: Überhitzt der Motor?

Anwender: Ja.

392 Eigenes Beispiel nach LÄMMEL/ CLEVE, 14 f.

393 MATTHIAS, 24.

394 Beispiel MATTHIAS, 25.

System: Aufgrund der vorliegenden Fakten ist es möglich, dass der Vergaser neu eingestellt werden muss.

c. Neuronale Netze

Neuronale Netze kommen z.B. dort zum Einsatz, wo **keine eindeutigen Symbole** vorliegen³⁹⁵ oder Symbole durch ein System nicht klar identifiziert werden können.³⁹⁶ Das kann beim Verstehen von gesprochener Sprache oder bei der Gesichtserkennung der Fall sein.³⁹⁷ Gerade bei verrauschten Eingabemustern z.B. aufgrund von schlechten Lichtverhältnissen oder Hintergrundgeräuschen scheitert der Einsatz von Symbolen.³⁹⁸ Ebenso versagen Wenn-Dann-Regeln in solchen Situationen. Denn es würde viel zu lange dauern, die Vielzahl von notwendigen Wenn-Dann-Beziehungen (Regelverkettungen) durchzuprüfen. Dasselbe gilt z.B. für Steuerbewegungen.³⁹⁹

Beispiel 3:⁴⁰⁰ Eine Drohne soll an Ort schweben. Eine (stark vereinfachte) Wenn-Dann-Regel könnte wie folgt aussehen:

- *WENN „Tendenz Kippen nach vorne“ DANN „Gewichtsverlagerung nach hinten“*
- *WENN „Tendenz Kippen nach hinten“ DANN „Gewichtsverlagerung nach vorne“*

Eine solche Regel würde zum Aufschaukeln der Drohne führen und vermutlich wäre auch die Reaktionszeit zu gross, bis entschieden wäre, welche der beiden Regeln überhaupt zur Anwendung kommen soll.

Der Mensch setzt in solchen Situationen auf antrainiertes Verhalten und Reflexe, d.h. er kann z.B. ohne nachzudenken die Balance beim Gehen halten.⁴⁰¹ Solche Prozesse versuchen neuronale Netzwerke nachzubilden. Dabei dienen die biologischen **Neuronen des Gehirns** als Vorbilder.⁴⁰² Davon abgeleitet kann ein künstliches Neuron wie folgt dargestellt werden:

395 Siehe auch: [Ziff. II.E.2.a Symbolverarbeitende KI, 47 f.](#)

396 MATTHIAS, 26.

397 BENGIO, Scientific American, 40; LÄMMEL/ CLEVE, 15 f.

398 MATTHIAS, 27 f.

399 MATTHIAS, 26.

400 Eigenes Beispiel nach LÄMMEL/ CLEVE, 189.

401 LÄMMEL/ CLEVE, 189.

402 Weiterführend zu den biologischen Grundlagen: ZELL, *passim*.

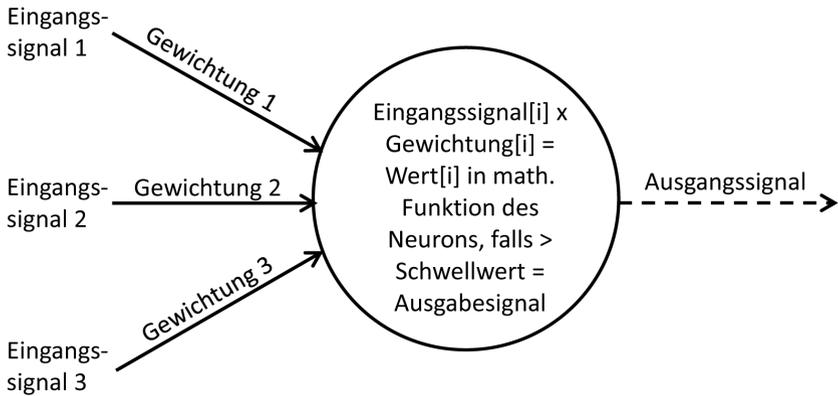


Abbildung 3 – Künstliches Neuron in einem neuronalen Netz⁴⁰³

Die Eingangssignale (1–3) werden mit (wechselnden) Gewichtungsfaktoren (1–3) multipliziert und in die vorgegebene mathematische Funktion (oben abgekürzt als math. Funktion) des künstlichen Neurons einbezogen.⁴⁰⁴ Das daraus berechnete Ergebnis wird anschliessend einem **Schwellwert** gegenübergestellt. Falls das Ergebnis den Schwellwert übersteigt, wird es als Ausgabesignal weitergeleitet. Ansonsten bleibt das künstliche Neuron inaktiv und leitet kein Ausgangssignal weiter.⁴⁰⁵

I.d.R. liegen die künstlichen Neuronen in **verschiedenen Schichten** vor. Dabei stellen die Ausgangssignale der einen Schicht die Eingangssignale der nächsten Schicht dar.⁴⁰⁶ Daraus ergibt sich dann ein neuronales Netz:

⁴⁰³ Eigene Darstellung nach MATTHIAS, 26.

⁴⁰⁴ MATTHIAS, 26.

⁴⁰⁵ Weiterführend: LÄMMEL/ CLEVE, 192–196. Anschaulich: <http://robohub.org/explained-neural-networks/>.

⁴⁰⁶ MATTHIAS, 26.

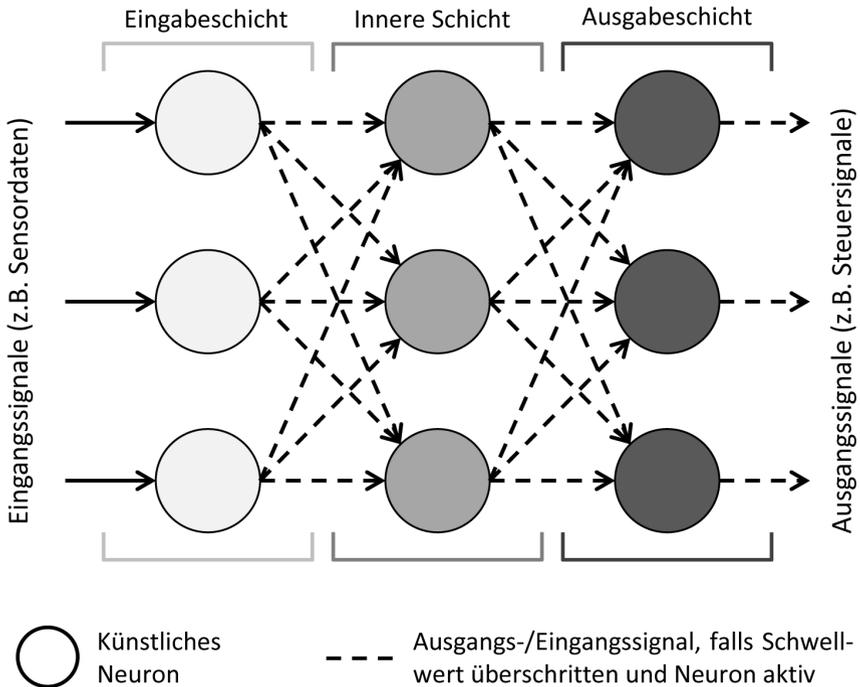


Abbildung 4 – Beispiel eines neuronalen Netzes⁴⁰⁷

Ein wichtiges Element eines neuronalen Netzes ist die **Gewichtung** der Eingangssignale. Sie entscheidet darüber, ob einzelne Neuronen aktiviert und Signale an das nächste Neuron weitergeleitet werden.⁴⁰⁸ Bei neuronalen Netzen kann zwischen Lernphase und Anwendungsphase unterschieden werden:

- Während der **Lernphase** werden die tatsächlichen Ausgabesignale des neuronalen Netzes mit den erwarteten Ausgabewerten verglichen. Dabei auftretende Differenzen versucht das neuronale Netz durch Anpassung der Gewichtungen auszugleichen.⁴⁰⁹

⁴⁰⁷ Eigene Darstellung nach MATTHIAS, 26, und BENGIO, Scientific American, 41. Beispiele weiterer Netzarchitekturen: LÄMMEL/ CLEVE, 196–198.

⁴⁰⁸ MATTHIAS, 26.

⁴⁰⁹ MATTHIAS, 27. Weiterführend: LÄMMEL/ CLEVE, 198–200.

Beispiel 4: Zur Hinderniserkennung wird das Bild einer Fichte mittels Kamera⁴¹⁰ aufgenommen und die Daten in ein neuronales Netz eingespeist. Als Ausgabesignal berechnet das neuronale Netz aber „Antenne“.

Im vorliegenden *Beispiel 4* weicht das Datenmuster des Ausgabesignals (tatsächlicher Ausgabewert „Antenne“) vom Datenmuster des Eingangssignals (erwarteter Ausgabewert „Fichte“) ab. Die Abweichung wird durch einen Algorithmus gemessen. Anschliessend justiert dieser Algorithmus die Gewichtungen im neuronalen Netz (sog. „Backpropagation“), wodurch die einen Neuronen aktiviert und andere inaktiv werden. Durch eine Vielzahl solcher Lernzyklen nähert sich der tatsächliche dem erwarteten Ausgabewert an.

Damit das neuronale Netz Objekte nicht nur aus einem Blickwinkel erkennt, muss das neuronale Netz mit Bilddaten unterschiedlicher Perspektiven trainiert werden. Ebenso muss der Lernprozess mit verschiedenen Baumarten durchgeführt werden, wenn das neuronale Netz z.B. nicht nur Fichten erkennen soll.⁴¹¹

- Das neuronale Netz ist bereit für die **Anwendungsphase**, sobald die Fehlerquote zwischen tatsächlichem Ausgabewert und erwartetem Ausgabewert unter einen vorgegebenen Grenzwert gesunken ist.⁴¹² Dann ist das neuronale System in der Lage, auch bisher unbekannte Eingaben korrekt zu verarbeiten.⁴¹³

Daneben existieren auch Systeme, welche in ihrer endgültigen Betriebsumgebung (z.B. bei der Hinderniserkennung bei Drohnen)⁴¹⁴ selbständig weiterlernen. D.h. die **Lern- und Anwendungsphase** sind hier kombiniert. Dabei werden auf Basis von „trial-and-error“ (versuchen und scheitern) Ausgabesignale getestet und die Gewichtungen der Signale je nach Ergebnis angepasst.⁴¹⁵

Zusammengefasst werden die Fähigkeiten neuronaler Netze nicht programmiert sondern trainiert.⁴¹⁶ Da das Wissen auf die Gewichtungen der

410 Ziff. II.D.3.a Nutzlast für Navigation, 26.

411 Zur Lernphase vgl. MATTHIAS, 27 f.

412 MATTHIAS, 28.

413 LÄMMEL/ CLEVE, 200.

414 Vgl. *Beispiel 9*, 123.

415 MATTHIAS, 28 f.

416 Anschauliches Beispiel zur Funktionsweise neuronaler Netze: <http://www.heise.de/ct/ausgabe/2016-6-Ein-kuenstliches-neuronales-Netz-selbst-gebaut-3118857.html>.

Eingabesignale von einer Vielzahl von Neuronen verteilt ist, kann keine Liste von Gelerntem direkt ausgelesen werden. Ebenso wenig können Wissenslücken auf direktem Weg festgestellt werden. Es besteht einzig die Möglichkeit zu testen, welche Eingabesignale zu welchen Ausgabesignalen führen. Demzufolge zeichnet sich ein **Programmierer nur verantwortlich dafür, wie das Wissen prozessiert wird und nicht welches Wissen gelernt wird.**⁴¹⁷ Gerade darin liegt der Vorteil eines neuronalen Netzes: Es kann Aufgaben bewältigen, für die ein Programmierer nicht in der Lage wäre, einen symbolbasierten Algorithmus⁴¹⁸ zu definieren.⁴¹⁹ Neuronale Netze sind deshalb für autonome Fähigkeiten von Nano-, Mikro- und Kleindrohnen von entscheidender Bedeutung.⁴²⁰

d. Hybride Ansätze

Bei hybriden Ansätzen werden **verschiedene Techniken** künstlicher Intelligenz **kombiniert**. Häufig handelt es sich dabei um ein Zusammenspiel zwischen symbolverarbeitender KI⁴²¹ und neuronalen Netzen^{422, 423}

Beispiel 5: Ein neuronales Netz erhält Eingangssignale aus einem Datenstrom einer Kamera an Bord einer Drohne. Als Ausgabesignal meldet das neuronale Netz einen Baum in Flugrichtung. Das Symbol „Baum“ ist in der symbolverarbeitenden KI mit der Bedeutung „Hindernis“ verknüpft. Der Algorithmus handelt nach der Regel, dass eine Richtungsänderung vorgenommen wird, falls ein Hindernis in Flugrichtung vorliegt. Demzufolge weicht die Drohne dem Baum aus.

e. Genetische Algorithmen

Bei genetischen Algorithmen⁴²⁴ handelt es sich im einfachsten Fall um verschiedene **Ketten von Symbolen** (z.B. Richtungsanweisungen). Eine solche Kette wird in Anlehnung an die Biologie als Gen bezeichnet. Jedes dieser Gene versucht dieselbe Aufgabe zu bewältigen. Dabei können die einzelnen Symbole eines Gens von Beginn an zufällig zusammengestellt sein oder nach einer bestimmten Zeit zu anderen zufälligen Symbolen mutieren (z.B. die

417 MATTHIAS, 27.

418 Ziff. II.E.2.a Symbolverarbeitende KI, 47 f.

419 MATTHIAS, 28.

420 Vgl. dazu: <https://dronebusiness.center/intelligent-drone-automate-inspection-12525/>.

421 Ziff. II.E.2.a Symbolverarbeitende KI, 47 f.

422 Ziff. II.E.2.c Neuronale Netze, 49–53.

423 MATTHIAS, 29 f.

424 Grundlegend zum Ganzen: HOLLAND, *passim*.

Richtungsanweisung „Links“ wird zu „Rechts“). Die gestellte Aufgabe können nur Gene mit einer bestimmten Symbolkombination lösen. Gene die keine Lösung zustande bringen, werden wieder aufgelöst. Dadurch findet eine Selektion von Lösungsmöglichkeiten statt. Mutierte Gene ermöglichen dabei neue Lösungsansätze – sofern sie an der Aufgabe nicht scheitern.⁴²⁵ Genetische Algorithmen können insb. bei der Kollisionsvermeidung mit statischen Objekten⁴²⁶ und der Navigation⁴²⁷ eine wichtige Rolle spielen.⁴²⁸

*Beispiel 6:*⁴²⁹ Eine Drohne soll mittels eines genetischen Algorithmus auf einer virtuellen Karte eines Gebäudes einen Weg von A nach B finden. Der Algorithmus generiert die folgenden zwei Gene:

- Gen 1 hat die Symbole: rechts/links/links/rechts/rechts/links
- Gen 2 hat die Symbole: rechts/rechts/links/rechts/rechts/links

Nach einem ersten Durchlauf mutiert Gen 1 zu Gen 3:

- Gen 3 hat die Symbole: rechts/links/gerade/gerade/rechts/links

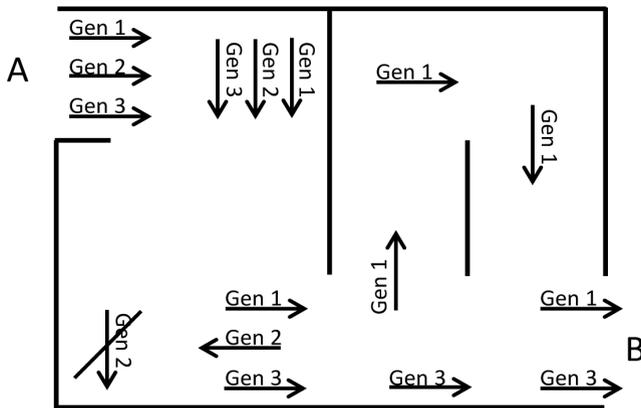


Abbildung 5 – Darstellung der Funktion eines genetischen Algorithmus⁴³⁰

⁴²⁵ MATTHIAS, 30 f.

⁴²⁶ Ziff. II.D.5.c Kollisionsvermeidung mit statischen Objekten, 34.

⁴²⁷ Ziff. II.D.5.b Orientierung, 32 f.

⁴²⁸ SCHULTZ, 213–215.

⁴²⁹ Eigenes Beispiel nach MATTHIAS, 30.

⁴³⁰ Eigene Darstellung nach MATTHIAS, 30.

Das ergibt folgende Resultate:

- Gen 1 kommt über einen Umweg durch
- Gen 2 scheitert und wird aufgelöst
- Gen 3 kommt auf dem kürzesten Weg durch

Wie das vorstehende Beispiel zeigt, können durch **Evolution mittels mutierten Genen neue Lösungen** für ein Problem gefunden werden. Genetische Algorithmen können ebenfalls bei neuronalen Netzen zum Einsatz kommen, wo sie einzelne Neuronen „mutieren“ und dadurch ebenfalls für eine Evolution sorgen können.⁴³¹

Bei genetischen Algorithmen treten die **Lösungsansätze des Programmierers** mit zunehmender Evolution **in den Hintergrund**. Insb. dort, wo genetische Algorithmen genutzt werden, um ein Computerprogramm zu generieren, das eine Lösung selbständig implementiert, fehlt es beim Programmierer an einem direkten Beitrag zur Lösung und daraus resultierenden Konsequenzen.⁴³²

3. Entscheidungs-Algorithmen in autonomen Drohnen

Die Beschreibung der vorstehenden Entscheidungs-Algorithmen ist zum besseren Verständnis stark vereinfacht. Entscheidungs-Algorithmen, die bei Drohnen zum Einsatz kommen, folgen den vorstehenden Prinzipien, sind i.d.R. aber deutlich komplexer ausgestaltet.⁴³³ Denkbar ist z.B. die Anwendung von symbolverarbeitender KI,⁴³⁴ Neuronalen Netzen,⁴³⁵ hybriden Ansätzen⁴³⁶ und genetischen Algorithmen⁴³⁷ oder eine Kombination davon. Diesen Ansätzen ist gemeinsam, dass der **Algorithmus** für die Steuerung einer Drohne **Entscheidungen fällen** muss, auf die der **Hersteller**⁴³⁸ **keinen direkten Einfluss** mehr hat, sobald die Drohne seinen Machtbereich verlässt. Während der Hersteller Fehler in der Programmierung mittels

431 Vgl. z.B. BELEW/ MCINERNEY/ SCHRAUDOLPH, 4–15.

432 MATTHIAS, 31.

433 Vgl. z.B. BUCHELI/ KROENING/ MARTINS/ NATRAJ, 69–81.

434 Ziff. II.E.2.a Symbolverarbeitende KI, 47 f.

435 Ziff. II.E.2.c Neuronale Netze, 49–53. Vgl. z.B. auch <https://dronebusiness.center/intelligent-drone-automate-inspection-12525/>.

436 Ziff. II.E.2.d Hybride Ansätze, 53.

437 Ziff. II.E.2.e Genetische Algorithmen, 53–55.

438 Zur Haftung für Produkte: Ziff. III.B Haftung für Produkte, 117–145.

nachträglich bereitgestellten Softwareupdates zu beheben vermag, hat er keine Kontrollmöglichkeit von falsch gelernten Verhaltensweisen.

4. Autonome Agenten

Im Zusammenhang mit Systemen, welche zu autonomen Entscheidungen fähig sind, wird in den technischen Disziplinen häufig auch der Begriff des Agenten verwendet.⁴³⁹ In der Literatur findet sich keine einheitliche Definition für Agenten.⁴⁴⁰ Stattdessen werden Agenten anhand ihrer Eigenschaften beschrieben. Dazu zählen z.B. selbständiges⁴⁴¹ und zielorientiertes Handeln, die Fähigkeit auf die Umwelt zu reagieren, Lernfähigkeit und Mobilität.⁴⁴² Bei Agenten kann es sich um softwarebasierte⁴⁴³ oder mit physischer Präsenz ausgestattete Systeme handeln.⁴⁴⁴ Zu letzteren können auch autonome Drohnen gezählt werden.⁴⁴⁵ Dabei ist der **technische Begriff des Agenten**, wie vorstehend definiert, nicht zu verwechseln mit dem rechtlichen Begriff. So können autonome Nano-, Mikro- und Kleindrohnen nach dem heutigen Stand der Technik nicht zu Agenten im rechtlichen Sinn gezählt werden.⁴⁴⁶

5. Grad der Autonomie

Die autonomen Fähigkeiten eines Systems können in unterschiedliche Stufen eingeteilt werden. Ausgangspunkt bildet die folgende allgemeine **Skala für autonome Systeme**:

439 Z.B.: VLADECK, Washington Law Review, 122 f., wonach im rechtlichen Sinn keine Zuordnung von Fehlentscheidungen aufgrund der „agent theory“ möglich sei.

440 LÄMMEL/ CLEVE, Rz. 20.

441 Dazu auch: Ziff. II.E.1.c **Selbständigkeit**, 47.

442 Weiterführend: ALBAT, 5; FRANKLIN/ GRAESSER, 21–35. Siehe auch: EUROPEAN PARLIAMENT, COMMITTEE ON LEGAL AFFAIRS, 5.

443 Anschauliche Beispiele, die Versuche menschliche Kommunikation nachzubilden: <http://aisb.org.uk/events/loebner-prize>.

444 LÄMMEL/ CLEVE, 23–26; MATTHIAS, 31–33, m.w.H.

445 Zur Programmierung einer Drohne als Agenten: BUCHELI/ KROENING/ MARTINS/ NATRAJ, 69–81.

446 VLADECK, Washington Law Review, 122 f.

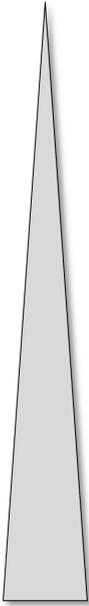
| Grad der Autonomie | Beschreibung | |
|---|--------------|---|
|  tief hoch | 1. | Der Mensch trifft sämtliche Entscheidungen |
| | 2. | Das System berechnet sämtliche möglichen Alternativen |
| | 3. | Das System trifft aus den möglichen Alternativen eine kleinere Auswahl |
| | 4. | Das System schlägt eine Alternative vor |
| | 5. | Der Mensch bestätigt den Vorschlag, danach führt das System diesen aus |
| | 6. | Der Mensch kann innerhalb eines Zeitfensters die Entscheidung des Systems ablehnen, ansonsten wird der Vorschlag ausgeführt |
| | 7. | Das System führt selbständig aus und informiert anschliessend den Menschen über die Ausführung |
| | 8. | Das System führt selbständig aus und informiert den Menschen nur auf Nachfrage |
| | 9. | Das System führt selbständig aus und informiert den Menschen, falls es das will |
| | 10. | Das System handelt autonom und ignoriert den Menschen im Entscheidungsprozess |

Tabelle 4 – Allgemeine Skala für autonome Systeme⁴⁴⁷

Aus *Tabelle 4* geht hervor, dass die Kontrollmöglichkeit des Menschen mit zunehmendem Autonomiegrad abnimmt. Bis und mit Stufe 5 unterliegt das Vorgehen des Systems der direkten menschlichen Kontrolle. In diesem Zusammenhang setzt die Kontrolle folgendes voraus:⁴⁴⁸

1. Ein Zweck oder ein Ziel;
2. Alternativen, welche eine Wahl zulassen;
3. Die Möglichkeit, diejenige Alternative auszuwählen (2.), welche dem beabsichtigten Zweck bzw. dem angestrebten Ziel (1.) dient.

⁴⁴⁷ Eigene Darstellung nach PARASURAMAN/ SHERIDAN/ WICKENS, IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics – Part A: Systems and Humans, 287.

⁴⁴⁸ WALKER SMITH, 83.

Aktuelle Technologien autonomer Systeme sind in der Lage, diese Kontrolle anstelle des Menschen zu übernehmen.⁴⁴⁹ Drohnen können z.B. Objekten selbständig ausweichen, wobei das Kollisionsvermeidungs-System ohne unmittelbaren menschlichen Input eine Entscheidung trifft.⁴⁵⁰ Dadurch erreicht dieses Teil-System nach den Kriterien von [Tabelle 4](#) einen hohen Autonomielevel. Der **Autonomiegrad der Drohne als Ganzes ergibt sich allerdings erst aus den Fähigkeiten und dem Zusammenwirken der verschiedenen Teil-Systeme** als Bestandteile des Flugkontroll-⁴⁵¹ oder Missionskontroll⁴⁵²-Systems. Drohnen verfügen nahezu immer über ein Mindestmass an autonomen Fähigkeiten.⁴⁵³ Zwar können Drohnen als ganzheitliches System ebenfalls in die Skala von [Tabelle 4](#) eingeordnet werden. Allerdings kann dies gerade bei teilautonomen Drohnen zu Schwierigkeiten führen. Denn diese verfügen in gewissen Situationen über hohe autonome Fähigkeiten, während sie in anderen Situationen auf menschlichen Input angewiesen sind.

Für die unterschiedlichen Autonomielevel bei Drohnen kann deshalb auf die folgende Kategorisierung abgestellt werden:⁴⁵⁴

449 Vgl. BESTAOU SEBBANE, 4.

450 Z.B.: ARORA, 25. Weiterführend: [Ziff. II.D.5.c Kollisionsvermeidung mit statischen Objekten](#), 34.

451 [Ziff. II.D.4 Flugkontroll-System](#), 29 f.

452 [Ziff. II.D.5 Missionskontroll-System](#), 31–41.

453 VERGOUW/ NAGEL/ BONDT/ CUSTERS, 25.

454 Vgl. KANNAN/ CHOWDHARY/ JOHNSON, 614 f., und UNITED STATES OF AMERICA, DEPARTMENT OF DEFENSE, 2011, 46.

| Level | Bezeichnung | Beschreibung |
|-------|---|---|
| 1 | Direkte Kontrolle durch den Menschen | Der menschliche Operateur trifft grundsätzlich sämtliche Entscheidungen . Das System hat keine autonome Kontrolle über seine Umgebung. Allenfalls kann das Flugkontroll-System ⁴⁵⁵ den Operateur bei einzelnen Flugmanövern (z.B. bei der Stabilisierung der Drohne in der Luft) unterstützen und mit Reflexen ⁴⁵⁶ auf Umwelteinflüsse reagieren. |
| 2 | Indirekte Kontrolle durch den Menschen | Das Flugkontroll-System handelt ab dieser Stufe überwiegend autonom. Der menschliche Operateur steuert die Drohne indirekt über das Missionskontroll-System ⁴⁵⁷ . Dazu gehört z.B. die Vorgabe von Wegpunkten, welche die Drohne abfliegen soll. |
| 3 | Überwachung durch den Menschen | Der menschliche Operateur unterteilt die Mission in einzelne Teilziele und übermittelt sie an das Missionskontroll-System. Dieses setzt die Teilziele autonom um und reagiert bei der Zielerfüllung selbständig auf veränderte Umwelteinflüsse. Der Operateur überwacht die Zielerledigung , greift notfalls ein und passt die Teilziele bei Bedarf an. |
| 4 | Vollständig Autonom | Das Missionskontroll-System ist in der Lage, das vorgegebene Hauptziel einer Mission ohne menschliches Zutun auf einzelne Teilziele herunter zu brechen und diese autonom auszuführen . Bei veränderten Umweltbedingungen ist es zudem dazu fähig, eine Neuplanung der Teilziele zu vollziehen. Dies gilt auch für den Fall, dass einzelne Teilziele scheitern. |

Tabelle 5 – Autonomielevel bei Drohnen⁴⁵⁸

455 Ziff. II.D.4 Flugkontroll-System, 29 f.

456 Ziff. II.D.5.f Kontrollarchitektur, 39–41.

457 Ziff. II.D.5 Missionskontroll-System, 31–41.

458 Eigene Darstellung nach: KANNAN/ CHOWDHARY/ JOHNSON, 614 f., und UNITED STATES OF AMERICA, DEPARTMENT OF DEFENSE, 2011, 46.

Viele Drohnen verfügen heute über die Fähigkeiten des Autonomielevels 2.⁴⁵⁹ Die Grenze liegt somit bei unvorhergesehenen, komplexen Problemen,⁴⁶⁰ z.B. beim plötzlichen Auftauchen eines beweglichen Hindernisses⁴⁶¹.⁴⁶² Über Autonomielevel 2 hinausgehende autonome Fähigkeiten befinden sich in der Entwicklung.⁴⁶³ Es ist daher eine **Frage der Zeit, bis Systeme, die über Autonomielevel 3 und 4 verfügen, auf den Markt kommen.**

Anzumerken ist, dass sich die **vorstehend beschriebene Autonomie nur** auf die Erfüllung von **Aufgaben in einem bestimmten Bereich** bezieht.⁴⁶⁴ Umfassend autonome Systeme, die einen freien Willen⁴⁶⁵ sowie menschähnliche Fähigkeiten aufweisen, sind zurzeit ausserhalb der Reichweite technologischer Möglichkeiten.⁴⁶⁶

6. Ethische Parameter als Leitlinien für die Haftung?

Wie ausgeführt, ist es umstritten, ob künstliche Intelligenz jemals über die kognitiven Begabungen eines Menschen verfügen wird.⁴⁶⁷ Heutigen Systemen fehlt diese Fähigkeit.⁴⁶⁸ Nichtsdestotrotz wird ihnen fälschlicherweise häufig moralisches Handeln oder sogar ein freier Wille zugeschrieben.⁴⁶⁹ Missachtet wird, dass Entscheide künstlicher Intelligenz nach wie vor von der zugrundeliegenden Programmierung abhängen.⁴⁷⁰ Es gilt als grosse Herausforderung, Algorithmen so zu programmieren, dass die daraus fliessenden Entscheide innerhalb eines bestimmten normativen Rahmens liegen.⁴⁷¹ In diesem Zusammenhang hat sich z.B. die „Open Roboethics initiative“ gebildet. Sie

459 KANNAN/ CHOWDHARY/ JOHNSON, 615.

460 FORD, 229 f.; HYO YOON, 82; MURPHY, 40; HEPPE, 716.

461 Siehe dazu: **Ziff. II.D.5.d Kollisionsvermeidung mit beweglichen Objekten, 34–37.**

462 BUNDESAMT FÜR ZIVILLUFTFAHRT, 2016, 10; VACHTSEVANOS/ VALAVANIS, 101.

463 <http://www.css.ethz.ch/content/specialinterest/gess/cis/center-for-securities-studies/en/services/digital-library/articles/article.html/156008>.

464 Vgl. auch zur Programmierbarkeit im Allgemeinen: SIERRA BARRY/ DESCHAUER, 64–67.

465 SCHUHR, 14–16.

466 **Ziff. II.E.1.a Künstliche Intelligenz (KI), 44–46.** Vgl. auch BURRI, European Journal of Risk Regulation, 343–349; SCHUHR, 14–16; WEAVER, 18.

467 **Ziff. II.E.1.a Künstliche Intelligenz (KI), 44–46.**

468 **Ziff. II.E.5 Grad der Autonomie, 56–60.**

469 STEIL/ KRÜGER, 65.

470 Vgl. **Ziff. II.E.2 Arten von Entscheidungs-Algorithmen, 47–55.**

471 PALMERINI/ AZZARRI/ BATTAGLIA/ BERTOLINI et al., 14; <http://www.nzz.ch/feuilleton/zeitgeschehen/digitale-welt-wenn-mich-mein-auto-gegen-die-wand-faehrt-ld.125978>.

Zu den Voraussetzungen für moralisches Handeln: MATTHIAS, 127.

bringt verschiedene Interessengruppen zusammen, um ethische Themen im Zusammenhang mit autonomen Systemen zu diskutieren.⁴⁷² Ebenso haben grosse Technologieunternehmen damit begonnen, **ethische Grundsätze auszuarbeiten**.⁴⁷³ Gegenstand der Diskussion sind z.B. Fragen, wie sie aus folgendem Beispiel hervorgehen:

*Beispiel 7:*⁴⁷⁴ Infolge technischer Probleme befindet sich eine autonome Drohne im Sturzflug. Das Missionskontroll-System errechnet zwei mögliche Flugbahnen. Flugbahn 1 resultiert in einem Absturz auf die Teilnehmer des wöchentlichen Wanderausflugs des örtlichen Altersheims und Flugbahn 2 hätte den Absturz auf eine Gruppe Fahrradfahrer zur Folge. Wie soll sich das System entscheiden?

Das moralische Dilemma, wie in *Beispiel 7* beschrieben,⁴⁷⁵ kann beliebig variiert werden.⁴⁷⁶ Für die Lösung dieses Problems werden in der philosophischen Literatur u.a. die folgenden Ansätze beschrieben.⁴⁷⁷

a. Asimov's laws

Als **allgemeiner Lösungsansatz** werden teilweise Asimov's laws diskutiert:⁴⁷⁸

1. Ein Roboter muss verhindern, dass Menschen durch sein Handeln oder Unterlassen verletzt werden.
2. Ein Roboter muss Befehlen von Menschen Folge leisten – mit der Ausnahme, dass ein solcher Befehl gegen Regel eins verstösst.
3. Ein Roboter muss sich selbst beschützen, solange er damit nicht Regel eins und zwei verletzt.

⁴⁷² <http://www.roboethics.org>. Für eine konkrete Anwendung der „Open Roboethics initiative“: MOON/ CALISGAN/ BASSANI/ FERREIRA et al., 131–162.

⁴⁷³ <http://www.nytimes.com/2016/09/02/technology/artificial-intelligence-ethics.html>.

⁴⁷⁴ Eigenes Beispiel nach HILGENDORF, 38.

⁴⁷⁵ Zur Kritik an der Betrachtung dieses Dilemmas: <http://www.nzz.ch/meinung/kommentare/mensch-und-maschine-die-moral-autonomer-fahrzeuge-ld.128538>.

⁴⁷⁶ Am Ursprung steht das sog. „Trolley-Problem“, welches z.B. in DENG, Nature, 26, geschildert wird: Demnach rollt ein Wagen einer Strassenbahn unkontrolliert einen Berg hinunter. Durch das Umlegen einer Weiche können fünf unbeteiligte Menschen gerettet werden, während auf dem neuen Gleis ein Mensch sterben wird. Soll die Weiche umgestellt werden?

⁴⁷⁷ Andere Lösungsansätze greifen auf religiöse Denkhaltungen wie den Buddhismus zurück: <http://robohub.org/one-being-for-two-origins-a-new-perspective-on-roboethics/>.

⁴⁷⁸ Die Regeln wurden erstmals in der Science-Fiction Kurzgeschichte „Runaround“ publiziert: ASIMOV, Astounding Science, 94–103.

Allerdings scheitern diese Regeln bereits an *Beispiel 7*. Hier wird in jedem Fall ein Mensch verletzt. Asimov's laws halten zur Frage, welcher Mensch das sein wird, keine Lösung bereit.⁴⁷⁹ Aus diesem Grund sind sie **kaum zweckdienlich**, um ethische Probleme im Zusammenhang von Entscheidungen autonomer Systeme zu lösen.⁴⁸⁰

b. Kategorisierung ethischer Probleme und universeller Moral-Algorithmus

Ein anderer Ansatz kategorisiert einzelne ethische Probleme und fasst zur Vereinfachung des Verfahrens ähnlich lautende Fragestellungen zusammen. Diese Kategorien finden Verwendung in einem Verfahren, das **prozessorientiert zu ethischen Entscheidungen** führen soll. Das bedeutet, dass jede mögliche Lösung mit einem Wert gewichtet wird, nach dem das Ergebnis bestimmt werden kann.⁴⁸¹ Die Gewichtung soll dabei z.B. aufgrund eines universellen Moral-Algorithmus berechnet werden.⁴⁸² Das daraus resultierende Verhalten wird dann formal darauf überprüft, (a) ob es sich um eine zulässige Aktion handelt und (b) alle notwendigen Aktionen ergriffen werden.⁴⁸³ Allerdings wird kritisiert, dass die theoretischen Werte zwar eine ethische Lösung suggerieren könnten, die tatsächliche Umsetzung dann aber aufgrund realer Umweltbedingungen als unethisch wahrgenommen wird.⁴⁸⁴

c. Einzelfallbasierte Ethik

Eine weitere Forschungsrichtung **beurteilt Einzelfälle nach ethischen Gesichtspunkten**.⁴⁸⁵ Aus einer Vielzahl solcher Beurteilungen leitet ein

479 Vgl. HILGENDORF, 31 f.

480 Weiterführend: ANDERSON, *AI & SOCIETY*, 477–493; ANDERSON, *Unacceptability*, 285 f.; <http://robohub.org/asimovs-laws-of-robotics-are-not-the-moral-guidelines-they-appear-to-be/>.

481 AL-FEDAGHI, 482–491; MANER, *Metaphilosophy*, 339–365. Teilweise werden die Roboterregeln von Asimov nicht als Leitlinie für Roboter selbst, sondern für deren Entwickler, Hersteller und Betreiber gesehen (EUROPEAN PARLIAMENT, 5).

482 BRINGSJORD/ ARKODAS/ BELLO, *IEEE Intelligent Systems*, 38 f.; MOOR, *IEEE Intelligent Systems*, 19–21. Ein anderer Ansatz formuliert Asimov's laws in einen Algorithmus um, der lediglich die getroffene Lösung nach ihrer ethischen Qualität bewertet (MANER, *Metaphilosophy*, 339–365).

483 ARKODAS/ BRINGSJORD/ BELLO, 17–20.

484 Vgl. BRINGSJORD/ ARKODAS/ BELLO, *IEEE Intelligent Systems*, 39.

485 PAL/ SHIU, 2–31.

System mit künstlicher Intelligenz⁴⁸⁶ dann ethische Grundprinzipien ab. Mithilfe dieser Prinzipien soll das System dann in der Lage sein, in neuen Situationen Ethik-konforme Entscheidungen zu fällen.⁴⁸⁷

d. Utilitarismus

Ein anderer Weg wird mit Systemen eingeschlagen, die Entscheidungen aufgrund utilitaristischer Bewertungen der Lösungsoptionen treffen.⁴⁸⁸ In [Beispiel 7](#) würde dazu vereinfacht dargestellt der gesellschaftliche Wert der Fahrradfahrer demjenigen der Wandergruppe gegenübergestellt. Die Drohne würde dann auf die Personengruppe stürzen, bei der es einen geringeren gesellschaftlichen Verlust durch die Schädigung errechnet. Während dieser Ansatz zwar den **gesamtgesellschaftlichen Nutzen optimiert**, wird der Schutz von individuellen Grundrechten ignoriert. Aus diesem Grund wird dieser Methode zur ethischen Entscheidungsfindung wenig Kredit eingeräumt,⁴⁸⁹ auch wenn sie technisch verhältnismässig einfach implementierbar wäre.⁴⁹⁰

e. Regelbasierter Ansatz nach Kant

Schliesslich kann auch ein regelbasierter Ansatz zur Bewältigung ethischer Entscheidungen autonomer Systeme herangezogen werden.⁴⁹¹ Diese Methode stützt im Kern auf Kants kategorischen Imperativ, der lautet: «Handle nur nach derjenigen Maxime, durch die du zugleich wollen kannst, dass sie ein allgemeines Gesetz werde.»⁴⁹² Befürworter der regelbasierten Methode leiten daraus ab, dass ein System, das nach diesem ethischen Grundsatz handelt, automatisch ein **normatives Regelwerk schafft**. Mit diesem Regelwerk kann das System dann in neuen Situationen ethisch korrekte Entscheidungen treffen.⁴⁹³ Kritisiert wird ein solches kantsches Entscheidungsverfahren

486 Ziff. II.E.1.a Künstliche Intelligenz (KI), 44–46.

487 ANDERSON/ ANDERSON, Industrial Robot, 324–331; ANDERSON/ ANDERSON/ ARMEN, IEEE Intelligent Systems, 1541–1672. Beispiel eines neuronalen Netzes ([Ziff. II.E.2.c Neuronale Netze, 49–53](#)) für ethische Entscheidungen HONARVAR/ GHASEM-AGHAEI, 290–295.

488 ANDERSON/ ANDERSON/ ARMEN, 2.

489 Vgl. zur Kritik am Utilitarismus KLIEMT, 89–106.

490 LICHOCKI/ KAHN/ BILLARD, IEEE Robotics & Automation Magazine, 46.

491 POWERS, IEEE Intelligent Systems, 46–51.

492 KANT, 50.

493 LICHOCKI/ KAHN/ BILLARD, IEEE Robotics & Automation Magazine, 46 f.

damit, dass es Kants Ethikvorstellung widerspreche. Demnach hätte ein Algorithmus gar nicht die Möglichkeit, frei zu denken, weil er stets an ein künstliches System gebunden ist.⁴⁹⁴

f. Probleme ethischer Leitlinien aus philosophischer Sicht

Zwar wird eine technische Lösung für die ethische Fragestellung als dringend notwendig erachtet, um das Vertrauen in autonome Systeme und die Akzeptanz für ihren Einsatz im Alltag sicherzustellen.⁴⁹⁵ Allerdings stellen sich dabei verschiedene Probleme.⁴⁹⁶

Zunächst kann es aus philosophischer Sicht **fraglich** sein, **ob künstliche Systeme überhaupt Träger von Moral** sein können.⁴⁹⁷

Zudem könnte die Implementierung von Moral eine stark verbreitete Nutzung von autonomen Systemen bewirken. Das wiederum kann grosse negative Konsequenzen für die Gesellschaft haben, z.B. wenn dadurch vermehrt autonome Kampfroboter eingesetzt werden.⁴⁹⁸ Daneben könnten autonome Systeme als Träger von Moral das Eintreten der Singularität begünstigen.⁴⁹⁹ Unter diesen Umständen kann die **Ausstattung autonomer Systeme mit Moral selbst als unmoralisch** betrachtet werden.⁵⁰⁰

Schliesslich müssen **moralische Entscheidungen** aufgrund der aktuellen technischen Grenzen autonomer Systeme⁵⁰¹ **oftmals stark vereinfacht** werden. Das kann ethischen Grundsätzen widersprechen.⁵⁰²

494 TONKENS, *Minds & Machines*, 422 f.

495 ANDERSON, *Metaethics*, 22; DENG, *Nature*, 26; WIEGEL/ VAN DEN BERG, *International Journal of Social Robotics*, 234.

496 Zur Problematik von Moral als allgemeine Leitlinie: MATTHIAS, 125 f.

497 LICHOCKI/ KAHN/ BILLARD, *IEEE Robotics & Automation Magazine*, 47, und [Ziff. II.E.6.e Regelbasierter Ansatz nach Kant](#), 63 f.

498 Vgl. LICHOCKI/ KAHN/ BILLARD, *IEEE Robotics & Automation Magazine*, 42–44.

499 [Ziff. II.E.1.a Künstliche Intelligenz \(KI\)](#), 44–46.

500 LICHOCKI/ KAHN/ BILLARD, *IEEE Robotics & Automation Magazine*, 47.

501 [Ziff. II.E.5 Grad der Autonomie](#), 56–60.

502 LICHOCKI/ KAHN/ BILLARD, *IEEE Robotics & Automation Magazine*, 47. A.M. ANDERSON, *Metaethics*, 24.

g. Keine Differenzierung nach ethischen Gesichtspunkten bei der Gefährdungshaftung

Im Rahmen der Haftung autonomer Nano-, Mikro- und Kleindrohnen gilt für Schäden am Boden die luftrechtliche Gefährdungshaftung.⁵⁰³ Ergänzend wird in dieser Arbeit die Einführung einer Gefährdungshaftung auch für Luftkollisionen⁵⁰⁴ und reine Vermögensschäden⁵⁰⁵ gefordert. Diese Haftungsart nimmt **keine Rücksicht auf differenzierte ethische Gesichtspunkte** wie sie vorstehend⁵⁰⁶ dargestellt werden. Für die Drohne in *Beispiel 7* bedeutet dies, dass unabhängig davon, welche Flugbahn sie einschlägt, der Halter für den entstandenen Schaden haftet. Eine Haftungsreduktion kommt nicht infrage, selbst wenn die Entscheidung für die gewählte Flugbahn gesellschaftlich bzw. nach ethischen Gesichtspunkten wünschenswert wäre.⁵⁰⁷

Zurzeit scheinen autonome Nano-, Mikro- und Kleindrohnen, die selbständig ethische Entscheidungen treffen können,⁵⁰⁸ ausser Reichweite.⁵⁰⁹ Deshalb drängt sich diesbezüglich zurzeit **keine Änderung bei der rechtlichen Ausgestaltung** der Haftung auf.

h. Verhaltenskodex für Entwickler

Im Gegensatz zu selbständigen ethischen Entscheidungen autonomer Systeme ist in absehbarer Zeit **Software denkbar, die zwischen mehreren Alternativen diejenige wählt, welche den geringsten finanziellen Schaden** erwarten lässt. Diese Software könnte in autonomen Nano-, Mikro- und Kleindrohnen verbaut werden, noch bevor der vorstehend dargelegte ethische Diskurs⁵¹⁰ abgeschlossen ist.

In *Beispiel 7* hätte das zur Folge, dass die Drohne auf die Helm tragenden Fahrradfahrer stürzt, weil dadurch ein geringerer Personenschaden zu

503 Ziff. III.A.2 Haftung für Schäden nach dem LFG, 80–117.

504 Ziff. V.B Einführung einer Gefährdungshaftung bei Luftkollisionen, 229–233.

505 Ziff. V.C Einführung einer Gefährdungshaftung für reine Vermögensschäden, 233–239.

506 Ziff. II.E.6.a Asimov's laws, 61, bis Ziff. II.E.6.e Regelbasierter Ansatz nach Kant, 64.

507 Vgl. dazu: Ziff. III.A.2.e Kausalzusammenhang und beschränkte Entlastungsmöglichkeiten des Halters, 90–93.

508 Weiterführend zu den Voraussetzungen, damit ein autonomes System als Träger von Moral gilt: SULLINS, 156 f.

509 Ziff. II.E.6.f Probleme ethischer Leitlinien aus philosophischer Sicht, 64. A.M. ANDERSON, *Metaethics*, 24, und WINFIELD/BLUM/LIU, 95 f.

510 Ziff. II.E.6.a Asimov's laws, 61, bis Ziff. II.E.6.e Regelbasierter Ansatz nach Kant, 64.

erwarten ist, als wenn die Wandergruppe getroffen wird. Beruht dieser Entscheid auf einer Programmierung, die Nano-, Mikro- und Kleindrohnen in ausweglosen Situationen immer auf besser geschützte bzw. weniger gefährdete Personen stürzen lässt, verursacht das z.B. folgende **Probleme**:

- Der Programmierer bzw. der Hersteller⁵¹¹ setzt sich dem Risiko einer **Verschuldenshaftung** (**Art. 41 ff. OR**)⁵¹² aus, da er den Entscheid, das Opfer zu schädigen, durch die entsprechende Programmierung aktiv herbeigeführt hat.⁵¹³
- Eine solche Programmierung könnte elementare **Grundrechte der Geschädigten verletzen**, wie z.B. die Menschenwürde (**Art. 7 BV**) oder den Anspruch auf Nichtdiskriminierung (**Art. 8 Abs. 2 BV**).⁵¹⁴
- Es werden Tatsachen geschaffen, ohne dass der Diskurs über die zuvor umschriebenen ethischen Fragen abgeschlossen ist. Das kann die **Akzeptanz** für autonome Nano-, Mikro- und Kleindrohnen in der Gesellschaft **gefährden**.
- Zudem kann es Personen davon **abbringen**, gesellschaftlich wünschbare **Schutzmassnahmen zu treffen**, wie z.B. das Tragen eines Fahrradhelms, weil dies abstürzende Drohnen anziehen könnte.

Aus diesen Gründen ist bis auf weiteres **von Algorithmen abzusehen, welche aktiv den Entscheid fällen, einen Menschen anstelle eines anderen zu verletzen**.

Die Programmierung der Software für autonome Systeme liegt in der Verantwortung der Entwickler.⁵¹⁵ Deshalb sollten diese einem ethischen **Verhaltenskodex** (engl. „Code of ethical Conduct“) unterliegen. Damit

511 Zur Haftung des Herstellers: [Ziff. III.B Haftung für Produkte, 117–145](#).

512 Im Gegensatz dazu läge kein Verschulden des Programmierers vor, wenn der Entscheid über die gewählte Flugbahn nicht vorgegeben gewesen, sondern durch die autonome Nano-, Mikro- oder Kleindrohne selbst gefällt worden wäre: [Ziff. IV.A.2 Wer ist verantwortlich für Fehlentscheidungen?, 152 f.](#)

513 Zurzeit ist nicht bekannt, dass solche Algorithmen bei Nano-, Mikro- oder Kleindrohnen im Einsatz sind. Für die Beantwortung der Frage der Haftung ist aber die konkrete Ausgestaltung der Programmierung zu berücksichtigen. Deshalb kann die diesbezügliche Frage der Haftung im Rahmen dieser Arbeit nicht beantwortet werden. Weiterführend auch: HILGENDORF, 20–27.

514 Vgl. EUROPEAN PARLIAMENT, 9 f.

515 Ebenso HYO YOON, 83 f. Teilweise a.M. SULLINS, 155, der autonome Systeme nichtsdestotrotz als Träger von Moral sieht.

könnten Entwickler dazu verpflichtet werden, ethische Grundsätze zu beachten und insb. die Würde, Privatsphäre und Sicherheit von Menschen zu respektieren.⁵¹⁶

F. FLUGVERKEHRSKONTROLLSYSTEM

Ein Flugverkehrskontrollsystem gilt als Voraussetzung für den verbreiteten Einsatz autonomer Drohnen.⁵¹⁷ Damit kann eine **Integration von autonomen Drohnen in den allgemeinen Luftraum** ermöglicht werden.⁵¹⁸ Ein Flugverkehrskontrollsystem garantiert den sicheren, geordneten und raschen Verkehrsfluss von Luftfahrzeugen im kontrollierten Luftraum.⁵¹⁹

Im bestehenden Flugverkehrskontrollsystem für die bemannte Luftfahrt kostet ein kommerzieller Flug rund USD 1'000.⁵²⁰ Für Betreiber von Nano-, Mikro- und Kleindrohnen wären solche Kosten kaum tragbar. Es ist deshalb denkbar, dass **spezielle Luftstrassen für (Nano-, Mikro- und Klein-)Drohnen** eingeführt werden. Zurzeit wird auf europäischer Ebene an regulatorischen Vorschriften für ein Flugverkehrskontrollsystem für Nano-, Mikro- und Kleindrohnen gearbeitet.⁵²¹ Das System basiert auf einem Transponder an Bord jedes Luftfahrzeuges, welcher seine Positionsdaten an die Flugleitzentrale übermittelt.⁵²² Dafür notwendige Technologien zum Einsatz bei Drohnen befinden sich in der Erprobungsphase. Infrage kommen z.B. ADS-B, welche einen Boden-zu-Luft-Informationsfluss ermöglicht⁵²³ oder eine Verbindung

⁵¹⁶ Vgl. EUROPEAN PARLIAMENT, 5; EUROPEAN PARLIAMENT, COMMITTEE ON LEGAL AFFAIRS, 14–16. Siehe auch: <http://robohub.org/how-do-we-regulate-robo-morality/>. Zu einem Vorschlag für Guidelines: EUROPEAN PARLIAMENT, Anhang (23–28); <https://www.theguardian.com/technology/2016/sep/18/official-guidance-robot-ethics-british-standards-institute>.

⁵¹⁷ EUROPÄISCHE KOMMISSION, 2011, 13.

⁵¹⁸ EUROPEAN PARLIAMENT, COMMITTEE ON TRANSPORT AND TOURISM, 6; http://www.safargroup.com/media/20141120_sagem-demonstrates-patroller-drones-ability-operate-civilian-airspace.

⁵¹⁹ DALAMAGKIDIS, Definitions, 45.

⁵²⁰ <http://www.newsweek.com/how-prevent-drones-colliding-crowded-skies-497558>.

⁵²¹ EUROPEAN COMMISSION, SESAR JOINT UNDERTAKING, 2–5.

⁵²² DALAMAGKIDIS, Definitions, 50, und <http://www.wsj.com/articles/regulators-weight-satellite-tracking-for-delivery-drones-1451435477>.

⁵²³ Ziff. II.D.5.d.1) Kooperative Kollisionsvermeidungs-Systeme, 35 f.

über das Mobilfunknetz⁵²⁴. Gleichzeitig befinden sich weitere Systeme in der Entwicklung, die sich vorderhand nur auf die Flugverkehrskontrolle von Kleindrohnen konzentrieren.⁵²⁵

G. FORMATIONEN UND SCHWÄRME

Je nach Einsatzbereich können Drohnen in einem **Verbund mit anderen unbemannten mobilen Einheiten** interagieren.⁵²⁶ Das können z.B. unbemannte Landfahrzeuge, andere Drohnen oder unbemannte Wasserfahrzeuge sein.⁵²⁷ Der Zusammenschluss unterschiedlicher Kategorien von unbemannten Einheiten (z.B. zwischen einer Drohne und einem unbemannten Landfahrzeug) wird als Formation bezeichnet, während das Zusammenwirken homogener Einheiten (z.B. von mehreren Drohnen) als Schwarm charakterisiert wird.⁵²⁸ Beispielsweise können Drohnen gemeinsam eine Karte erstellen, bei der jede Drohne Daten aus ihrem Bereich beisteuert.⁵²⁹ Zudem kann die Kommunikation zwischen Drohnen der Kollisionsvermeidung⁵³⁰ dienen.⁵³¹

Eine zentrale Voraussetzung für die Zusammenarbeit verschiedener unbemannter Systeme ist die **Interoperabilität**. D.h., dass sich Systeme von

524 <https://www.bloomberg.com/news/articles/2016-12-02/qualcomm-drone-gets-top-gun-treatment-in-fly-rule-workaround>.

525 <http://www.bloomberg.com/news/articles/2015-07-24/google-has-way-to-unclog-drone-filled-skies-like-it-did-the-web>; <https://www.flightglobal.com/news/articles/uav-air-space-management-system-readies-for-release-421311/>; <http://www.futurity.org/drones-air-traffic-control-1068252-2/>; <http://www.heise.de/newsticker/meldung/Grossbritannien-plant-Tracking-System-fuer-Drohnen-282119.html>; <http://techcrunch.com/2016/01/09/google-and-amazon-talk-about-managing-drone-traffic-at-ces/>.

526 SHIRAZI/ OH/ JIN, 139 f.; SHESHKALANI/ KHOSRAVI/ FALLAH, 186. Weiterführend zu den Arten von Algorithmen für Schwärme: OH/ JIN, 197 f., und BROECKER/ CALISKANELLI/ TUYLS/ SKLAR et al., 56 f.; <http://www.darpa.mil/news-events/2016-09-13>; <https://www.livescience.com/57416-amazon-patents-flying-mega-drone.html>; <https://www.newscientist.com/article/2098307-forest-flying-takes-drone-swarms-to-places-once-off-limits/>; <http://www.darpa.mil/news-events/2016-09-13>.

527 PIPPIN, 1732.

528 MAZA/ OLLERO/ CASADO/ SCARLATTI, 957 f.

529 RIDLEY/ UPCROFT/ SUKKARIEH, 462–465.

530 Ziff. IL.D.5.d Kollisionsvermeidung mit beweglichen Objekten, 34–37.

531 https://www.mitre.org/sites/default/files/pdf/07_0095.pdf und <http://www.technologyreview.com/news/545046/how-drones-may-avoid-collisions-by-sharing-knowledge/>.

unterschiedlichen Herstellern oder mit unterschiedlicher Software „verständigen“ können.⁵³² Dazu sind industrieweit standardisierte Schnittstellen unerlässlich.⁵³³

Die **Vernetzung und Kooperation** unbemannter mobiler Einheiten birgt grosses Potential und gilt als Zukunftstrend.⁵³⁴ Dabei werden u.a. die Fähigkeit, gleichzeitig unterschiedliche Aufgaben auszuführen, eine höhere Effizienz und Effektivität bei der Missionserfüllung und eine geringere Ausfallwahrscheinlichkeit, als Vorteile hervorgehoben.⁵³⁵ Als Anwendungsgebiete gelten z.B. die Katastrophenhilfe, die Landwirtschaft oder die Suche nach Rohstoffen.⁵³⁶

Formationen und Schwärme können z.B. durch ein übergeordnetes System („Master“) gesteuert werden. Eine andere Möglichkeit zur Koordination des Verhaltens einer Formation oder eines Schwarms ohne Master sind **versteigerungsbasierte Entscheidungen**. D.h. jedes System hat die Möglichkeit, einen Wert zu bieten, um die Entscheidungshoheit in einem bestimmten Sachverhalt zu erlangen. Das höchstbietende System erhält den Zuschlag um die anstehende Entscheidung zu treffen, welcher sich die anderen Systeme des Schwarms oder der Formation unterwerfen.⁵³⁷

Ermöglichen Halter ihren Nano-, Mikro- oder Kleindrohnen die Teilnahme an Schwärmen und Formationen, kann dies ein zusätzliches **haftpflichtrechtliches Risiko** bedeuten. So haftet der Halter einer „unterworfenen“ Nano-, Mikro- oder Kleindrohne infolge der vorgeschlagenen Gefährdungshaftung⁵³⁸ auch, falls die Entscheidung eines anderen Systems zum Schaden geführt hat.⁵³⁹

532 EUROPEAN PARLIAMENT, COMMITTEE ON LEGAL AFFAIRS, 13 f.

533 PIPPIN, 1732.

534 ELSTON/ STACHURA/ DIXON/ ARGROW et al., 782 f.; HILGENDORF, 14; PIPPIN, 1726 f.; VERUGGIO, 31; WIETFELD/ DANIEL, 777; WILLIAMS/ KONEV/ COENEN, 296 f.

535 MAZA/ OLLERO/ CASADO/ SCARLATTI, 954 f.

536 ANTUÑA/ ARAIZA-ILLAN/ CAMPOS/ EDER, 26.

537 SCHNEIDER/ SKLAR/ PARSONS/ ÖZGELEN, 246 f.

538 [Ziff. V.B Einführung einer Gefährdungshaftung bei Luftkollisionen, 229–233](#), und [Ziff. V.C Einführung einer Gefährdungshaftung für reine Vermögensschäden, 233–239](#).

539 Siehe ferner auch: [Ziff. IV.A.4 Externe Einflüsse, 156–158](#).

H. GEFAHREN DURCH NANO-, MIKRO- UND KLEINDROHNEN

Die Verbreitung von Nano-, Mikro- und Kleindrohnen hat auch Schattenseiten.⁵⁴⁰ Bereits heute wird regelmässig über **negative Vorfälle mit Drohnen** berichtet.

Zunächst haben in jüngerer Zeit vor allem **Beinahezusammenstösse** zwischen Mikro- und Kleindrohnen und bemannten Luftfahrzeugen Schlagzeilen gemacht.⁵⁴¹ Die Ursache solcher Vorfälle liegt i.d.R. in der Missachtung von Flugverbotszonen durch die Betreiber der jeweiligen Nano-, Mikro- und Kleindrohnen.⁵⁴² Die Gefahr durch abstürzende Drohnen am Boden wurde einer breiten Weltöffentlichkeit bei einem Weltcup-Skirennen in Italien vor Augen geführt. Dort verfehlte eine abstürzende Kameradrohne einen Skirennfahrer nur knapp.⁵⁴³

Andere Vorfälle verliefen weniger glimpflich. So kam im Jahr 2012 ein slowakischer Ingenieur beim Absturz einer Drohne ums Leben.⁵⁴⁴ Presseberichten zufolge sollen sich **Unfälle**⁵⁴⁵ mit Drohnen in den letzten Jahren häufen.⁵⁴⁶ Mangels Meldepflicht von Unfällen mit Nano-, Mikro- und Kleindrohnen fehlt dazu aber verlässliches Zahlenmaterial.⁵⁴⁷ Auch seitens des BAZL können zur Anzahl an Drohnenunfällen zurzeit keine Angaben gemacht werden.

540 Allgemeine Übersicht zu Gefährdungen durch Drohnen: CUSTERS, 5–6, m.w.H.

541 Für eine (unvollständige) Übersicht über solche Vorfälle: <http://robohub.org/new-report-offers-comprehensive-study-of-the-risks-drones-pose-to-aircraft/>. Zur Situation in der Schweiz: SUST, 12.

542 Zu Flugverbotszonen in der Schweiz: Karte des BAZL unter <http://map.aviation.admin.ch> → Luftfahrt → Lufträume/Einschränkungen → Einschränkungen für Drohnen.

543 <http://www.nytimes.com/2015/12/24/sports/skiing/drones-banned-at-world-cup-races-after-one-nearly-hits-marcel-hirscher.html>.

544 BIERMANN/ WIEGOLD, 166 f.

545 Zur Typisierung von Drohnenunfällen: DALAMAGKIDIS, Safety Risk Modeling, 2205 f.

546 <https://www.heise.de/foto/meldung/Ausser-Kontrolle-Berichte-ueber-Unfaelle-mit-Drohnen-haeufen-sich-2679463.html>; <https://www.heise.de/newsticker/meldung/Gefahrliche-Hobby-Drohnen-Deutsche-Flugsicherung-bringt-Wegweiser-fuer-Drohnen-Piloten-3783368.html>.

547 Zur Einführung einer Meldepflicht für Drohnenunfälle: Ziff. V.A.5.g Einführung einer Registrierungs-, Kennzeichnungs- und Meldepflicht, 226 f.

Gleichzeitig stehen Nano-, Mikro- und Kleindrohnen im Fokus **illegaler Aktivitäten**. Dazu zählen das Ausspähen privater Grundstücke,⁵⁴⁸ das Schmuggeln von Gegenständen in Gefängnisse⁵⁴⁹ oder über Landesgrenzen⁵⁵⁰ und die Verwendung für terroristische Attacken⁵⁵¹.

Die Unfallgefahren und Sicherheitsrisiken sind auch in der wissenschaftlichen Literatur ein Thema.⁵⁵² Dabei wird einhellig die Auffassung vertreten, dass vor einem verbreiteten Einsatz von Nano-, Mikro- und Kleindrohnen **Regeln** geschaffen werden müssen, welche diesen Risiken in angemessener Weise entgegentreten. Dazu können z.B. neue technische Vorschriften an die Hersteller,⁵⁵³ Betriebsvorschriften⁵⁵⁴ und nicht zuletzt eine Gefährdungshaftung für Halter⁵⁵⁵ dienen.

Einschränkend ist anzumerken, dass gesetzliche Vorschriften nur bedingt gegen Gefahren wirken, die auf krimineller Energie beruhen. In solchen Fällen kann es notwendig sein, auf **Drohnenabwehrmittel** zurückzugreifen. Zur Drohnenabwehr werden verschiedene Ansätze verfolgt, wie z.B.:⁵⁵⁶

- Der Einsatz von speziell trainierten Greifvögeln;
- Funk-Jammer, welche die Funkverbindungen der Drohne unterbrechen;

548 Z.B.: <http://dronecenter.bard.edu/what-you-need-to-know-about-domestic-drone-threats/> und <https://news.sky.com/story/calls-to-police-over-drones-up-by-2000-10335752>; <https://www.theguardian.com/technology/2017/apr/03/drone-complaints-soar-as-concerns-grow-over-snooping>. Weiterführend dazu: SOLMECKE/ NOWAK, Multimedia und Recht, 433.

549 BIERMANN/ WIEGOLD, 96.

550 <http://dronecenter.bard.edu/what-you-need-to-know-about-domestic-drone-threats/> und <http://www.businessinsider.com/colombian-cocaine-drug-smuggler-using-drones-2016-11>.

551 <http://dronecenter.bard.edu/what-you-need-to-know-about-domestic-drone-threats/>.

552 CLOTHIER/ WALKER, 2246 f.

553 Ziff. V.A.5.f Neue Vorschriften zur Produktsicherheit von Nano-, Mikro- und Kleindrohnen, 224–226.

554 Ziff. V.A.5 Regulierungsvorschlag zu Zulassungs- und Betriebsvoraussetzungen, 208–229.

555 Ziff. III.A.2 Haftung für Schäden nach dem LFG, 80–117; Ziff. V.B Einführung einer Gefährdungshaftung bei Luftkollisionen, 229–233; Ziff. V.C Einführung einer Gefährdungshaftung für reine Vermögensschäden, 233–239.

556 Weiterführend zu Drohnenabwehrsystemen: BIERMANN/ WIEGOLD, 108 f.; ELIAS, 20 f.; GROSSKOPF, Computer und Recht, 764. Anschaulich: <http://www.fluter.de/methoden-um-drohnen-abzuwehren>.

- Ballistische Abwehrsysteme, wie Schrotflinten oder Gewehre, die Fangnetze verschiessen;
- Laserkanonen, welche die Drohnen in Flammen aufgehen lassen;
- Spezielle Abfangdrohnen, die feindliche Drohnen z.B. mit einem Netz einfangen.

Dazu ist allerdings anzumerken, dass je nach Abwehrmittel **hohe gesetzliche Anforderungen** für einen Einsatz gelten, insbesondere bei Methoden, die zur Zerstörung der abgewehrten Drohne führen.⁵⁵⁷

I. ABGRENZUNG ZU MODELLFLUGGERÄTEN

Aufgrund ihres äusseren Erscheinungsbildes können Drohnen mit Modellflugzeugen und -helikoptern verwechselt werden. **Schweizer Gesetzen** ist weder eine **Definition** für Modellfluggeräte oder Drohnen zu entnehmen **noch** findet sich eine **Abgrenzung** zwischen diesen beiden Fluggeräten. In der VLK gelten gemäss **Art. 14 Abs. 1 VLK** Modellflugzeuge als Teilmenge von unbemannten Luftfahrzeugen. Drohnen werden nicht erwähnt. Vielmehr werden heute die Bestimmungen zu Modellflugzeugen auch auf Drohnen angewendet.⁵⁵⁸

In der **Literatur** erfolgt die Abgrenzung oftmals anhand der **Art der Verwendung**.⁵⁵⁹ Demnach werden Modellfluggeräte einzig zu Freizeitaktivitäten genutzt, bei denen die «Ausführung des Fluges und die Freude daran im Vordergrund» stehen. Demgegenüber sei der Betrieb von Drohnen einem bestimmten Verwendungszweck gewidmet. Dieser Definition folgt auch das BAZL.⁵⁶⁰ Die vorstehende Differenzierung erscheint allerdings als wenig trennscharf und unzweckmässig.⁵⁶¹ So können auf der einen Seite z.B. auch Drohnen als reine Freizeitaktivität ohne besonderen Verwendungszweck betrieben werden, auf der anderen Seite lassen sich auch Modellflugzeuge

557 Z.B.: HRUBESCH-MILLAUER/ BRUGGISSER, Jusletter 11.8.2014, Rz. 32–37.

558 Ziff. V.A.1.b.3) Betriebsvorschriften für Nano-, Mikro- und Kleindrohnen, 198–200.

559 KORNMEIER, 9–11; STEIGER, Sicherheit & Recht, 171f. Für Deutschland SOLMECKE/NOWAK, Multimedia und Recht, 432. INTERNATIONAL CIVIL AVIATION ORGANIZATION, 2011, 3. Anders UAS.OPEN.50 PCR-UAO, wo nicht zwischen selbstgebauten Modellfluggeräten und Drohnen unterschieden wird.

560 BUNDESAMT FÜR ZIVILLUFTFAHRT, 2016, 9; FARNER, 7.

561 Ähnlich im internationalen Kontext: MENDES DE LEON/ SCOTT, 189.

oder -helikopter zu gewerblichen Zwecken einsetzen, wie z.B. zum Anfertigen von Filmaufnahmen.

Geeigneter erscheint es, nach der **Konstruktionsweise** des Fluggerätes zu unterscheiden. Sobald die Steuereinheit eines Fluggeräts dem Piloten wesentliche Steueraufgaben und Entscheidungen abnimmt sowie selbstständig einfache Flugmanöver fliegen kann, ist von einer Drohne auszugehen.⁵⁶² Charakteristisch für eine Drohne ist somit das Vorliegen eines Flugkontroll-Systems⁵⁶³ oder Missionskontroll-System⁵⁶⁴. Denn insb. diese Komponenten stellen das Recht vor die im Folgenden diskutierten neuen Herausforderungen.⁵⁶⁵

Im Rahmen der nachfolgend vorgeschlagenen **Gefährdungshaftung**⁵⁶⁶ ist die Abgrenzung zwischen Modellfluggeräten und Drohnen von **untergeordneter Bedeutung**. So spielt es für eine Haftung keine Rolle, ob das schädigende Fluggerät ein Modellflugzeug oder eine Drohne war. Entscheidend ist, ob das Fluggerät durch einen Piloten gesteuert wurde oder autonom geflogen ist.⁵⁶⁷

Demgegenüber ist die Frage der Abgrenzung für Modellfluggpiloten von **grosser Bedeutung**, da sie mit erheblich strengeren **Zulassungs- und Betriebsvorschriften** rechnen müssten, falls auf ihre Fluggeräte die nachfolgend vorgeschlagenen Bestimmungen zu Nano-, Mikro- und Kleindrohnen⁵⁶⁸ Anwendung finden würden.

562 Zur Definition von „Modellflugzeug“ im englischen Sprachgebrauch: DALAMAGKIDIS, Definitions, 48 f., wo u.a. auf die direkte Kontrolle durch den Piloten abgestellt wird.

563 Ziff. II.D.4 Flugkontroll-System, 29 f.

564 Ziff. II.D.5 Missionskontroll-System, 31–41.

565 Exemplarisch: Ziff. IV.A Haftungsprobleme verursacht durch die Eigenschaften autonomer Nano-, Mikro- und Kleindrohnen, 148–159.

566 Ziff. V.B Einführung einer Gefährdungshaftung bei Luftkollisionen, 229–233, und Ziff. V.C Einführung einer Gefährdungshaftung für reine Vermögensschäden, 233–239.

567 Dazu insb.: Ziff. V.B.1 Formulierungsvorschlag für eine Haftung bei Luftkollisionen, 229–233.

568 Ziff. V.A.5 Regulierungsvorschlag zu Zulassungs- und Betriebsvoraussetzungen, 208–229.

III. Haftung für Personen- und Sachschäden am Boden

Das LFG unterscheidet für die Frage der Haftung nach dem Ort des Schadeneintritts. Im Sinne dieser Gesetzessystematik wird nachfolgend zunächst die Luftfahrthaftpflicht für Schäden am Boden betrachtet.⁵⁶⁹ Ergänzend dazu werden im zweiten Teil dieses Kapitels weitere Anspruchsgrundlagen geprüft, welche sich aus der Haftung für Produkte ergeben.⁵⁷⁰

A. LUFTEFAHRTHAFTPFLICHT

Zur Beurteilung, inwieweit autonome Nano-, Mikro- und Kleindrohnen der Luftfahrthaftpflicht unterstehen, wird zunächst die Anwendbarkeit internationaler Regelungen geprüft.⁵⁷¹ Anschliessend fällt der Blick auf die Haftung für Schäden nach dem Schweizer LFG.⁵⁷²

1. Fehlende verbindliche internationale Regelungen im Bereich der Drittschadenshaftung

Luftfahrzeuge bewegen sich oftmals über Landesgrenzen hinweg. Deshalb sind im Luftrecht **internationale Bestimmungen von übergeordneter Bedeutung** und regeln wichtige Bereiche der Luftfahrt.⁵⁷³ Aus diesem Grund werden für die Frage der Haftung für Personen- und Sachschäden zunächst internationale Normen geprüft.⁵⁷⁴

569 Ziff. III.A Luftfahrthaftpflicht, 75–117.

570 Ziff. III.B Haftung für Produkte, 117–145.

571 Ziff. III.A.1 Fehlende verbindliche internationale Regelungen im Bereich der Drittschadenshaftung, 75–80.

572 Ziff. III.A.2 Haftung für Schäden nach dem LFG, 80–117.

573 Vgl. STEIGER, Sicherheit & Recht, 173.

574 Eine verkürzte Version von Ziff. III.A.1 Fehlende verbindliche internationale Regelungen im Bereich der Drittschadenshaftung, 75–80, wurde bereits in HÄNSENBERGER, AJP, 165, publiziert.

a. ICAO-Übereinkommen ohne Haftpflichtregelung

Im Zentrum steht das Übereinkommen über die internationale Zivilluftfahrt (ICAO-Übereinkommen⁵⁷⁵)⁵⁷⁶, auch „Chicago Convention“⁵⁷⁷ genannt, das bis heute von 191 Vertragsstaaten ratifiziert wurde. Dazu zählt auch die Schweiz.⁵⁷⁸

Mit dem ICAO-Übereinkommen wurde die **Internationale Zivilluftfahrtorganisation** (International Civil Aviation Organization, ICAO) begründet (Art. 43 ff. ICAO-Übereinkommen). Ihr Zweck ist die Ausarbeitung von Grundsätzen und technischen Methoden für die internationale Luftfahrt sowie die Förderung der Planung und Entwicklung des internationalen Luftverkehrs (Art. 44 ICAO-Übereinkommen).⁵⁷⁹

Daneben legt das ICAO-Übereinkommen Mindestanforderungen für die Sicherheit der Zivilluftfahrt fest,⁵⁸⁰ regelt aber **keine Haftpflichtfragen**.⁵⁸¹

b. Warschauer Abkommen und Montrealer Übereinkommen ohne Regeln zu Drittschäden

Das **Warschauer Abkommen (WA)**⁵⁸² gilt als erstes multilaterales Luftfahrtabkommen im Bereich der Haftung des Luftfrachtführers für Sach- und Personenschäden. Es unterstellt den Luftfrachtführer bei internationalen Flügen u.a. einer strikten Haftung für Schäden bei transportierten Gütern (Art. 1 Abs. 1 i.V.m. Art. 18 Abs. 2 WA). Zu Drittschäden enthält es keine Regelungen.

575 Die englischsprachige Originalversion ist abrufbar unter: http://www.icao.int/publications/Documents/7300_cons.pdf.

576 Übereinkommen über die internationale Zivilluftfahrt, abgeschlossen in Chicago am 7.12.1944, in Kraft getreten für die Schweiz am 4.4.1947, SR 0.748.0 (ICAO-Übereinkommen / Chicago Convention).

577 EBINGER, 143; GOGARTY/ HAGGER, Journal of Law, Information and Science, 112.

578 Übersicht über die Vertragsstaaten: http://www.icao.int/secretariat/legal/List%20of%20Parties/Chicago_EN.pdf.

579 Weiterführend: WEBER Ludwig, 5–8.

580 EBINGER, 144.

581 EBINGER, 143; HÄNSENBERGER, AJP, 165.

582 Abkommen zur Vereinheitlichung von Regeln über die Beförderung im internationalen Luftverkehr, abgeschlossen in Warschau am 12.10.1929, in Kraft getreten für die Schweiz am 7.8.1934, SR 0.748.410 (Warschauer Abkommen, WA).

Das **Montrealer Übereinkommen (MÜ)**⁵⁸³, das auch für die Schweiz gilt, beinhaltet ebenfalls Haftungsbestimmungen für Schäden im Luftverkehr.⁵⁸⁴ Diese sind jedoch gleichermaßen nicht einschlägig für Personen- und Sachschäden von Dritten.⁵⁸⁵ Das Ziel des MÜ war die Modernisierung und Vereinheitlichung des WA und der damit zusammenhängenden Übereinkünfte (Präambel MÜ).⁵⁸⁶ Wie auch das WA regelt das MÜ u.a. die Haftung für transportierte Güter (**Art. 18 MÜ**)⁵⁸⁷ im internationalen Verkehr (**Art. 1 Abs. 1 MÜ**).⁵⁸⁸ Solche Bestimmungen dürften insb. bei Paketlieferdrohnen von Bedeutung sein.⁵⁸⁹

Zurzeit sind in der Schweiz beide Abkommen in Kraft, wobei das WA nur im Verhältnis zu den Staaten zur Anwendung kommt, welche das MÜ nicht ratifiziert haben (z.B. Russland oder Syrien).⁵⁹⁰ Deshalb dürfte das WA im Bereich von Nano-, Mikro- und Kleindrohnen für die Schweiz kaum Bedeutung haben. **Unabhängig davon beantworten aber beide Abkommen die Frage der Haftung bei Drittschäden nicht.**

c. Römer Haftungsabkommen in der Schweiz nicht ratifiziert

Im Rahmen des 2. Römer Haftungsabkommens vom 7.10.1952⁵⁹¹, welches das 1. Römer Haftungsabkommen vom 29.5.1933⁵⁹² ersetzte, wird die **Haftpflicht gegenüber Drittpersonen** im internationalen Luftverkehr geregelt.⁵⁹³ Das

583 Übereinkommen zur Vereinheitlichung bestimmter Vorschriften über die Beförderung im internationalen Luftverkehr, abgeschlossen in Montreal am 28.5.1999, in Kraft getreten für die Schweiz am 5.9.2005, SR 0.748.411 (Montrealer Übereinkommen, MÜ).

584 Siehe auch den englischen Originaltext: https://www.iata.org/policy/Documents/MC99_en.pdf, einzig dieser und (nicht die deutsche Fassung) ist für die Begriffsbestimmung relevant (EBINGER, 153, m.w.H.).

585 HÄNSENBERGER, AJP, 165.

586 Siehe auch: EBINGER, 4.

587 Weiterführend: THIJSSSEN, 43–45

588 Zur Geschichte und Bedeutung des MÜ: EBINGER, 44–46.

589 Zur Entschädigungspflicht bei Luftfrachttransporten: Ziff. V.A.1.b.4)i) **Entschädigungspflicht im Luftfrachttransportwesen, 200 f.**

590 GERSPACHER/ BEHREND, ASDA/SVLR-Bulletin, Fn. 31.

591 Abkommen abrufbar unter: <https://treaties.un.org/doc/Publication/UNTS/Volume%20310/volume-310-I-4493-English.pdf>.

592 Abkommen abrufbar unter: http://www.airandspaceclub.com/pdf/G%20Delict/_b_%20surface3x.pdf.

593 Eine Übersicht über die wichtigsten Meilensteine der internationalen Luftfahrt: <http://www.icao.int/about-icao/History/Pages/Milestones-in-International-Civil-Aviation.aspx>.

2. **Römer Haftungsabkommen** bildete die Vorlage für die Regelung der Drittschadenshaftung im Schweizer LFG.⁵⁹⁴ Die Römer Haftungsabkommen sind ausschliesslich für direkte Schäden auf der Erdoberfläche, die durch ein sich in der Luft befindliches Luftfahrzeug verursacht werden, anwendbar (Art. 1 Abs. 1 und 2 des **2. Römer Haftungsabkommens**). Anders als in Art. 64 LFG⁵⁹⁵ ist die Haftung nicht auf Personen- und Sachschäden begrenzt. Jedoch sind Schäden durch Kollisionen der Luftfahrzeuge in der Luft nicht abgedeckt.⁵⁹⁶

Haftpflichtig ist der Operateur (Art. 2 Abs. 1 des **2. Römer Haftungsabkommens**). Grundsätzlich wird vermutet, dass der eingetragene Eigentümer des Luftfahrzeugs der Operateur ist, es sei denn, der Eigentümer könne dies widerlegen (Art. 2 Abs. 3 des **2. Römer Haftungsabkommens**). Damit kommt der Unterscheidung zwischen Operateur, der das Luftfahrzeug betreibt, und dem Piloten, der dieses fliegt, im Rahmen dieses Abkommens eine grosse Bedeutung zu.⁵⁹⁷

Die Haftung selbst ist **verschuldensunabhängig** ausgestaltet (vgl. Art. 1 Abs. 1 des **2. Römer Haftungsabkommens**) und, sofern kein Vorsatz vorliegt (Art. 12 des **2. Römer Haftungsabkommens e contrario**), limitiert (Art. 11 des **2. Römer Haftungsabkommens**).

Die beiden Abkommen stiessen nur auf geringe Akzeptanz.⁵⁹⁸ Als Grund dafür wird das tiefe Schutzniveau für Opfer gesehen.⁵⁹⁹ Entsprechend ratifizierten viele Staaten die Abkommen nicht, dazu zählt auch die Schweiz.⁶⁰⁰ Die Bestimmungen der Römer Haftungsabkommen haben unlängst **neue Bedeutung erlangt**: Die „European RPAS Steering Group“⁶⁰¹ empfiehlt in ihrer Roadmap aus dem Jahr 2013 die Haftungsbestimmungen des **2. Römer Haftungsabkommens** auch auf **Drohnen auszuweiten**.⁶⁰²

594 BBl 1945 I 341, 362.

595 Ziff. III.A.2 Haftung für Schäden nach dem LFG, 80–117.

596 BOLLWEG, third parties, Rz. 296.

597 EUROPEAN RPAS STEERING GROUP, 2013b, 6.

598 EBINGER, 121, m.w.H.

599 BOLLWEG, third parties, Rz. 286.

600 Übersicht über die Vertragsstaaten: http://www.icao.int/secretariat/legal/List%20of%20Parties/Rome1952_EN.pdf.

601 Die „European RPAS Steering Group“ ist eine durch die Europäische Kommission eingesetzte Expertengruppe, die sich aus Vertretern der wichtigsten Luftfahrtbehörden in Europa zusammensetzt, vgl. dazu EUROPEAN RPAS STEERING GROUP, 2013a, 4.

602 EUROPEAN RPAS STEERING GROUP, 2013b, 5.

d. Nachfolgeabkommen für die Römer Haftungsabkommen ohne Geltung in der Schweiz

Trotz des bescheidenen Erfolgs der Römer Haftungsabkommen⁶⁰³ blieb das Bedürfnis für eine weltweit einheitliche Regelung von Schäden Dritter im Zusammenhang mit der internationalen Luftbeförderung bestehen.⁶⁰⁴ Gleichzeitig eröffneten die Terroranschläge vom 11.9.2001 eine neue Dimension von Drittschäden, die durch Luftfahrzeuge verursacht wurden. Das befeuerte den Drang zu einer Neuregelung.⁶⁰⁵ In der Folge wurden am 2.5.2009 zwei neue Abkommen verabschiedet, nämlich:

- “Convention on Compensation for damages caused by aircraft to third parties (General Risk Convention, GRC)”⁶⁰⁶
- “Convention on Compensation for damages to third parties, resulting from acts of unlawful interference involving aircraft (Unlawful Interference Convention, UIC)”⁶⁰⁷

Beide erklären bei Schadensfällen am Boden durch ein sich in der Luft befindliches Luftfahrzeug grundsätzlich den Operateur als haftpflichtig (vgl. [Art. 2 Abs. 1 GRC](#) und [Art. 2 Abs. 1 UIC](#)). An der GRC wird der fehlende zusätzliche Nutzen im Vergleich zu nationalen Gesetzen bemängelt.⁶⁰⁸ An der UIC wird kritisiert, dass sie keine ausgewogene Lösung zwischen Opferkompensation und Haftungsbegrenzung bereithält.⁶⁰⁹ Keines der beiden Abkommen ist zurzeit in Kraft.⁶¹⁰

603 Ziff. III.A.1.c Römer Haftungsabkommen in der Schweiz nicht ratifiziert, 77 f.

604 EBINGER, 121.

605 BOLLWEG, third parties, Rz. 304–306.

606 Abrufbar unter: http://www.icao.int/secretariat/legal/DCCD2009/doc/DCCD_doc_42_en.pdf.

607 Abrufbar unter: http://www.icao.int/secretariat/legal/DCCD2009/doc/DCCD_doc_43_en.pdf.

608 BOLLWEG, third parties, Rz. 311; HÄNSENBERGER, AJP, 165.

609 BOLLWEG, third parties, Rz. 320; HÄNSENBERGER, AJP, 165.

610 Für eine aktuelle Übersicht über die Ratifizierung: <http://www.icao.int/secretariat/legal/lists/current%2520lists%20of%20parties/allitems.aspx>.

e. Fehlende Kausalität bei der Haftung nach dem Übereinkommen zum Weltraumrecht

Teilweise wird im Zusammenhang mit Drohnen, die durch Satelliten (z.B. mittels GPS-Signalen)⁶¹¹ gesteuert werden, auf die Haftung nach Weltraumrecht verwiesen.⁶¹² Dabei ist insb. die Anwendung von [Art. II des Übereinkommens über die völkerrechtliche Haftung für Schäden durch Weltraumgegenstände](#)⁶¹³ genauer zu prüfen. Nach dieser Bestimmung ist der Startstaat für Schäden durch Weltraumgegenstände wie z.B. Satelliten haftbar. Wird eine Drohne z.B. durch das Versagen eines Satelliten fehlgeleitet und verursacht dadurch einen Schaden, könnte eine Haftung des Startstaates des Satelliten infrage kommen.

Grundsätzlich erscheint **Weltraumrecht** allerdings **ungeeignet**, die Haftung für Schäden durch Drohnen zu regeln.⁶¹⁴ Zum einen stellt sich bei Drohnenschäden infolge einer Fehlfunktion von Satelliten die Frage der Kausalität⁶¹⁵. Zum anderen dürfte die Regelungsabsicht der Vertragsstaaten kaum solche Konstellationen mitumfasst haben.

f. Zwischenfazit internationale Bestimmungen

Entsprechend den vorstehenden Ausführungen mangelt es auf internationaler Stufe an verbindlichen Vorgaben für die Drittschadenshaftung auf der Erde für die Schweiz. Zukünftig scheint sich für die Haftung für Nano-, Mikro- und Kleindrohnen in Europa eine Regelung analog den Römer Haftungsabkommen abzuzeichnen.⁶¹⁶

2. Haftung für Schäden nach dem LFG

In der Schweiz regelt das LFG die Haftung für Personen- und Sachschäden auf der Erde, welche durch Luftfahrzeuge verursacht werden. Unbemannte motorisch angetriebene Luftfahrzeuge gelten als „Luftfahrzeuge besonderer

⁶¹¹ [Ziff. II.D.1 Zustandsvektor, 23 f.](#)

⁶¹² EUROPEAN RPAS STEERING GROUP, 2013b, 9 f.

⁶¹³ Übereinkommen über die völkerrechtliche Haftung für Schäden durch Weltraumgegenstände, abgeschlossen in London, Moskau und Washington am 29.3.1972, in Kraft getreten für die Schweiz am 22.1.1974.

⁶¹⁴ EUROPEAN RPAS STEERING GROUP, 2013b, 9.

⁶¹⁵ Zur Kausalität: [Ziff. III.A.2.e Kausalzusammenhang und beschränkte Entlastungsmöglichkeiten des Halters, 90–93](#), dort insb. [Fn. 678, 90](#).

⁶¹⁶ [Ziff. III.A.1.c Römer Haftungsabkommen in der Schweiz nicht ratifiziert, 77 f.](#)

Kategorien“ (Art. 108 Abs. 1 lit. c LFG). Dazu zählen auch Nano-, Mikro- und Kleindrohnen.⁶¹⁷ Gemäss Art. 108 Abs. 2 LFG gelten für diese Art von Luftfahrzeugen die Haftungsbestimmungen des LFG.⁶¹⁸ Somit sind auf Nano-, Mikro- und Kleindrohnen die Regelungen zur Haftung in Art. 64 bis Art. 78 LFG anwendbar.

Zusätzlich gelten die Bestimmungen des OR, sofern die Haftpflichtbestimmungen des LFG sowie die zu ihrer Ausführung vom Bundesrat erlassenen Vorschriften nichts anderes bestimmen (Art. 79 LFG).⁶¹⁹

a. Die Haftungsbestimmung von Art. 64 LFG für Personen- und Sachschäden auf der Erde

Für Personen- und Sachschäden auf der Erde, die von einem Luftfahrzeug verursacht werden, das sich im Flug befindet,⁶²⁰ erklärt Art. 64 Abs. 1 LFG den Luftfahrzeughalter verantwortlich. Der Halter haftet ebenfalls für Schäden, die durch Gegenstände verursacht werden, welche aus dem fliegenden Luftfahrzeug herausfallen (Art. 64 Abs. 2 lit. a LFG).

b. Gefährdungshaftung nach Art. 64 LFG

Die Haftung von Art. 64 LFG geht auf die besondere Betriebsgefahr von Luftfahrzeugen zurück⁶²¹ und ist als Gefährdungshaftung⁶²² des Halters aus-

617 Ziff. II.A Bezeichnung, 9 f.

618 Der Bundesrat kann nur Sonderregeln für die Art von Luftfahrzeugen aufstellen, sofern sie nicht Haftungsnormen und Strafbestimmungen betreffen (Art. 108 Abs. 2 LFG), vgl. Ziff. V.A.1.b.1) Europäische Vorgaben für das Schweizer Luftrecht, 196 f.

619 Eine verkürzte Version von Ziff. III.A.2 Haftung für Schäden nach dem LFG, 80–117, wurde bereits in HÄNSENBERGER, AJP, 166–168, publiziert.

620 Zur Frage, wann sich ein unbemanntes Luftfahrzeug im Flug befindet: Ziff. III.A.2.c Wann befindet sich ein unbemanntes Luftfahrzeug im Flug?, 82–85.

621 WALPEN, 383.

622 Zur Gefährdungshaftung: HONSELL/ ISENRING/ KESSLER, Rz. 19–22; WIDMER/ KRAUSKOPF, Rz. 2.19–2.21

gestaltet.⁶²³ Zu den Haftungsvoraussetzungen⁶²⁴ zählen die Haltereigenschaft des Haftpflichtigen⁶²⁵ sowie ein kausaler Schaden, der widerrechtlich zugefügt wurde. Nicht notwendig ist ein Verschulden des Halters. Somit ist es z.B. unerheblich, ob dieser das unbemannte Luftfahrzeug im Moment der Schädigung selbst geflogen hat. Es spielt deshalb keine Rolle, ob die Nano-, Mikro- oder Kleindrohne durch einen Piloten gesteuert wird oder autonom fliegt. In beiden Fällen haftet der Halter für Personen- und Sachschäden auf der Erde gemäss **Art. 64 Abs. 1 LFG**.⁶²⁶

c. Wann befindet sich ein unbemanntes Luftfahrzeug im Flug?

Die Gefährdungshaftung nach **Art. 64 LFG** knüpft an die Betriebsgefahr von Luftfahrzeugen an.⁶²⁷ In Betrieb gelten Luftfahrzeuge in erster Linie dann, wenn sie sich **im Flug** befinden (vgl. **Art. 64 Abs. 1 LFG**). Im Flug befindet sich ein Luftfahrzeug nach **Art. 64 Abs. 3 LFG** in der Zeit vom Beginn des Abflugmanövers bis zur Beendigung des Anknüpfungsmanövers.⁶²⁸ Der Inhalt dieser Manöver ist weiter zu präzisieren.

In der **bemannten Luftfahrt** existieren dazu genau vorgegebene Abläufe und Checklisten. Damit lassen sich die verschiedenen Phasen beim Betrieb eines bemannten Luftfahrzeuges i.d.R. deutlich abgrenzen. Daran knüpft

623 Haftpflichtkommentar-BAUMANN, ART. 64 LFG N 4; EBINGER, 121 f.; FELLMANN, Band II, Rz. 1487, m.w.H. Teile der Lehre verwenden die Begriffe der Gefährdungshaftung und der Kausalhaftung als Synonyme: HONSELL/ ISENRING/ KESSLER, 23–25; ROBERTO, Rz. 02.15 f. Andere betrachten die Gefährdungshaftung als Synonym zur strikten Kausalhaftung und grenzen davon die einfache Kausalhaftung ab: OFTINGER/ STARK, Gefährdungshaftungen, § 24 Rz. 13. An der Unterscheidung zwischen Gefährdungshaftung und Kausalhaftung festhaltend: Haftpflichtkommentar-FISCHER, Vorbemerkungen zu Art. 41–61 OR 19.

624 Weiterführend zu den Haftungsvoraussetzungen: Haftpflichtkommentar-FISCHER, Vorbemerkungen zu Art. 41–61 OR N 32–41. Weiterführend zu Schaden, Kausalzusammenhang und Widerrechtlichkeit: BK-BREHM, Art. 41 OR N 32–160; GAUCH, recht, 225–234; BSK OR I-KESSLER, Art. 41 OR N 3–39b.

625 Weiterführend zum Anknüpfungstatbestand: Haftpflichtkommentar-FISCHER, Vorbemerkungen zu Art. 41–61 OR N 21 und N 26–27.

626 HÄNSENBERGER, AJP, 166.

627 **Ziff. III.A.2.b Gefährdungshaftung nach Art. 64 LFG, 81 f.**

628 Vgl. auch MÜHLBAUER, N 190, mit Hinweis auf das deutsche Recht, wo im Unterschied zur Schweiz die luftrechtliche Haftung bereits ab Inbetriebnahme des Luftfahrzeuges gilt.

die Auslegung des Begriffs „im Flug befindlich“ an, wobei unterschiedliche Auffassungen über seine Bedeutung existieren.⁶²⁹

Eine Ansicht argumentiert für eine **enge Auslegung**. Demnach beginnt das Abflugmanöver erst, wenn sich das Luftfahrzeug zur Erreichung der Abfluggeschwindigkeit in Bewegung gesetzt hat. Das Ankunftsmanöver wird nach dieser Auffassung als abgeschlossen betrachtet, sobald die Wucht des Anflugs abgefangen wurde.⁶³⁰ Nicht der Haftung von **Art. 64 ff. LFG** unterstellt wären so z.B. Bewegungen auf den Rollwegen.⁶³¹ Dies wird damit begründet, dass der Begriff „im Flug befindlich“ ansonsten überstrapaziert werden würde. Zudem seien Geschädigte von rollenden Luftfahrzeugen nach dieser Auffassung nicht schutzlos. Ihnen stünde die Gefährdungshaftung nach Strassenverkehrsgesetz (SVG)⁶³² als Anspruchsgrundlage zur Verfügung.⁶³³

Demgegenüber betrachtet eine **weitere Meinung** bereits **Luftfahrzeuge auf dem Rollfeld** als im Flug befindlich. Das sei dann der Fall, wenn das Luftfahrzeug die Abstellposition für den Abflug verlässt und sich in Bewegung setzt. Umgekehrt gelte das Luftfahrzeug solange als im Flug, bis es nach der Landung die Abstellposition erreicht habe und still stehe.⁶³⁴

Weitergehend wird die Dauer der Haftung von Luftfahrzeugen durch die **europäische Verordnung (EG) 785/2004**⁶³⁵ geregelt, welche aufgrund des

629 HÄNSENBERGER, AJP, 166 f.

630 FELLMANN, Band II, Rz. 1584, m.w.H.; Haftpflichtkommentar-BAUMANN, Art. 64 LFG N 13; Wohl auch [BBL 1945 I 341](#), 362, wo Unfälle ausserhalb von Abflugs- und Ankunftsmanövern nicht unter **Art. 64 LFG** geordnet werden, weil sie zur Betriebsgefahr zählen würden.

631 Haftpflichtkommentar-BAUMANN, Art. 64 LFG N 13.

632 Strassenverkehrsgesetz (SVG), SR 741.01.

633 KELLER, 269 f.

634 MÜLLER/ MAUCHLE, AJP, 482. Ebenfalls die nicht direkt auf unbemannte Luftfahrzeuge anwendbaren Bestimmungen von **Art. 35 Verordnung des UVEK über die nicht europaweit geregelten oder vereinheitlichten Ausweise des Flugpersonals vom 25.3.1975**, SR 748.222.1 sowie **JAR-FCL1 1.001 Bekanntmachung der Bestimmungen über die Lizenzierung von Piloten (Flugzeug) vom 17.11.2008** in **BAnz. Nr. 13a vom 27.1.2009**. Wohl auch **WIEDE**, Rz. 184; Siehe auch **Art. 1 Ziff. 2 des 2. Römer Haftungsabkommen**.

635 **Verordnung (EG) 785/2004** des Europäischen Parlaments und des Rates vom 21.4.2004 über Versicherungsanforderungen an Luftfahrtunternehmen und Luftfahrzeugbetreiber, in der Schweiz anwendbar gemäss **Art. 1 Beschluss Nr. 2/2005 des Luftverkehrsausschusses Gemeinschaft/Schweiz**, angenommen am 25.11.2005, in Kraft getreten für die Schweiz am 1.1.2006.

Bilateralen Abkommens mit der EU⁶³⁶ auch in der Schweiz anwendbar ist. Nach der europäischen Norm gilt bereits das **Anlassen der Triebwerke** zum Losrollen bzw. deren Stillstand als massgebend (**Art. 3 Verordnung (EG) 785/2004**).

Eine **andere Interpretation** definiert den Anwendungsbereich von **Art. 64 Abs. 1 LFG** noch weiter. Sie erklärt diese Haftungsbestimmung als anwendbar, **sobald sich das Luftfahrzeug in Betrieb** befindet.⁶³⁷ Für die Definition des Begriffs „in Betrieb“ kann der maschinentechnische Betriebsbegriff im Strassenverkehrsrecht beigezogen werden. Denn sowohl bei Motorfahrzeugen als auch Nano-, Mikro- und Kleindrohnen rührt die Betriebsgefahr zu einem bedeutenden Teil aus dem Antrieb.⁶³⁸ Ein Motorfahrzeug befindet sich in Betrieb, «wenn seine maschinellen Einrichtungen, welche die dem Motorfahrzeugverkehr eigentümliche Gefahrenquelle darstellt, (...) im Gange sind»^{639, 640}. Demgemäss befände sich eine Nano-, Mikro- oder Kleindrohne in Betrieb, solange ihr Antrieb in Bewegung ist.⁶⁴¹

Im Gegensatz zur bemannten Luftfahrt existieren für Nano-, Mikro- und Kleindrohnen keine strikten Routinen für Starts und Landungen. Zwar gibt es Merkblätter⁶⁴² und Verhaltens-Kodizes⁶⁴³ für den Einsatz von Drohnen, allerdings sind diese nicht verbindlich und deutlich weniger detailliert als diejenigen in der bemannten Luftfahrt. Resultiert aus einem Unfall vor dem Abheben einer Nano-, Mikro- oder Kleindrohne ein Personen- oder Sachschaden, ist von aussen kaum festzustellen, ob das Erreichen der Abfluggeschwindigkeit

636 Abkommen zwischen der Schweizerischen Eidgenossenschaft und der Europäischen Gemeinschaft über den Luftverkehr, abgeschlossen am 21.6.1999, in Kraft getreten am 1.6.2002, SR 0.748.127.192.68.

637 PROBST, Fn. 105, der **Art. 64 Abs. 1 LFG** als anwendbar betrachtet, solange ein Luftfahrzeug „im Betrieb“ ist, ebenso Urteil des **BGer vom 7.2.2012, 4A_364/2011**, E. 3.2.

638 Weiterführend zu der aus dem Antrieb rührenden Gefahrenquelle bei Motorfahrzeugen: GIGER, OFK-SVG, Art. 58 SVG N 52. Zum Antrieb von Nano-, Mikro- und Kleindrohnen: **Ziff. II.C Kernkomponenten, 17–19**.

639 **BGE 63 II 267**, 269.

640 Dieser Betriebsbegriff wurde bestätigt in: **BGE 88 II 455** E. 1 und **97 II 161** E. 3b. Weiterführend: GIGER, OFK-SVG, Art. 58 SVG N 52–54, m.w.H.

641 HÄNSENBERGER, AJP, 167.

642 Z.B.: Merkblätter des BAZL abrufbar unter: <https://www.bazl.admin.ch/bazl/de/home/gutzuwissen/drohnen-und-flugmodelle.html>.

643 Z.B.: Verhaltens-Kodex des Schweizerischen Verbands ziviler Drohnen abrufbar unter: <http://www.drohnenverband.ch/>.

beabsichtigt war. Ein Haftpflichtiger könnte sich mit dem Verweis auf einen blossen Systemtest oder unbeabsichtigtes Abheben durch einen Windstoss der Gefährdungshaftung nach [Art. 64 LFG](#) entziehen.⁶⁴⁴ Deshalb erscheint in diesem Zusammenhang eine enge Auslegung der Abflugs- und Ankunfts begriffe als unzweckmässig. Ebenso besteht eine Unfallgefahr fort, auch nachdem eine Nano-, Mikro- oder Kleindrohne aufgesetzt hat. Ein noch nicht stillstehender Antrieb (z.B. Propeller) kann Personen- und Sachschäden verursachen, die im direkten Zusammenhang mit dem Flug stehen. Aus diesem Grund ist eine **weite Auslegung** des Anwendungsbereichs von [Art. 64 ff. LFG](#) **zu befürworten**. Bereits der Betrieb einer Nano-, Mikro- oder Kleindrohne ist deshalb durch diese Haftungsnormen zu erfassen. Dadurch ist es möglich, dass Abgrenzungsprobleme vermieden und Betriebsrisiken haftpflichtrechtlich angemessen erfasst werden.⁶⁴⁵

d. [Art. 64 ff. LFG](#) als Anspruchsgrundlagen für Personen- und Sachschäden

Nach dem Gesetzeswortlaut betreffen die Bestimmungen von [Art. 64 ff. LFG](#) nur Personen- und Sachschäden sowie Vermögensschäden, welche im Zusammenhang mit einer dieser Schadenskategorien stehen^{646, 647}

1) Haftung für Personenschäden nach [Art. 64 ff. LFG](#)

Zum Inhalt und der Bedeutung der Begriffe des Personen- und des Sachschadens enthält das LFG keine Ausführungen. [Art. 79 LFG](#) verweist für die Haftung im Allgemeinen auf die Bestimmungen des OR. Für Personenschäden sind namentlich [Art. 45](#) und [Art. 46 OR](#) relevant, welche den Schadenersatz bei Tötung und Körperverletzung regeln. Gleichzeitig richten sich Ansprüche auf Genugtuung nach [Art. 47](#) bzw. [Art. 49 OR](#).⁶⁴⁸

644 Zu den Haftungsproblemen, falls Art 64 LFG nicht zur Anwendung gelangt: [Ziff. IV.A.5 Ergebnis: Schlechterstellung der Geschädigten, 159](#).

645 Zum Begriff „im Flug befindlich“ bei anderen Luftfahrzeugen, siehe auch: [Ziff. III.A.2.h Solidarische Haftung bei Luftkollisionen, 100–105](#).

646 Zum Zusammenhang von Vermögensschäden mit Personen- und Sachschäden: BSK OR I-KESSLER, Art. 41 OR N 13.

647 HÄNSENBERGER, AJP, 167

648 Vgl. Haftpflichtkommentar-BAUMANN, Art. 64 LFG N 6–7; FELLMANN, Band II, Rz. 1568–1573.

2) Haftung für Sachschäden nach Art. 64 ff. LFG

Lehre und Rechtsprechung definieren den Begriff des Sachschadens üblicherweise als die Zerstörung, die Beschädigung oder den Verlust einer Sache.⁶⁴⁹ Wird eine Sache zerstört bzw. beschädigt oder geht sie verloren, besteht der Schaden aus der daraus resultierenden Vermögenseinbusse.⁶⁵⁰ Demzufolge wird eine **Substanzbeeinträchtigung** vorausgesetzt.⁶⁵¹ Eine solche Beeinträchtigung der Substanz liegt z.B. dann vor, wenn eine Nano-, Mikro- oder Kleindrohne das Fenster eines Wohnhauses durchschlägt.

Daneben kann aber auch ein Schaden resultieren, wenn eine Sache in ihrem bestimmungsgemässen Gebrauch beeinträchtigt wird, ohne dass eine physische Beschädigung stattfindet. Nach dem überwiegenden Teil der Lehre ist eine solche **Funktionsbeeinträchtigung** auch als Sachschaden zu erfassen.⁶⁵² Als Beispiel wird der Fall eines blockierten Lastenschiffes zitiert, über den in Deutschland höchstrichterlich entschieden wurde.⁶⁵³ Durch den Einsturz eines mangelhaft unterhaltenen Damms wurde ein Kanal unpassierbar, wodurch das Schiff seine Anlegestelle über mehrere Monate nicht verlassen konnte. Der BGH sprach darauf dem Eigentümer eine Entschädigung für erlittenen Sachschaden zu.

Ein Teil der Lehre kritisiert den Fokus der Substanz- und Funktionstheorie auf den schädigenden Vorgang. Vielmehr sei am verletzten Recht anzuknüpfen (**Eigentumstheorie**).⁶⁵⁴ Demgemäss liegt ein Sachschaden vor, sobald das absolute Recht des Eigentums ungerechtfertigt beeinträchtigt wurde (vgl. Art.

649 BGE 133 III 323, 329 E. 5.; 118 II 176, 179 E. 4b; 116 II 480, 490 f. E. 4; Haftpflichtkommentar-BAUMANN, Art. 64 LFG N 8; BK-BREHM, Art. 41 OR N 77; DESCHENAUX/ TERCIER, § 3 Rz. 20; BSK OR I-KESSLER, Art. 41 OR N 12; OFTINGER/ STARK, Allgemeiner Teil, § 6 Rz. 354; REY, Haftpflichtrecht, Rz. 306.

650 BGE 118 II 176, 179 E. 4b; REY, Haftpflichtrecht, Rz. 306b.

651 Zum Begriff der Substanzbeeinträchtigung: FELLMANN, Substanzbeeinträchtigungs- und Funktionsbeeinträchtigungstheorie, 133.

652 BK-BREHM, Art. 42 OR N 21c; FELLMANN, Substanzbeeinträchtigungs- und Funktionsbeeinträchtigungstheorie, 134–136; FUHRER, Sachschäden, 84–93; HONSELL/ ISENRING/ KESSLER, § 4 Rz. 16. Einschränkend, weil notwendige Kriterien zur Bestimmung einer Funktionsbeeinträchtigung fehlen: REY, Haftpflichtrecht, Rz. 306a. Weiterführend zur Diskussion der deliktsrechtlichen Ersatzfähigkeit reiner Nutzungsbeeinträchtigungen an Sachen: REY, Nutzungsbeeinträchtigung, 283–291; WERRO, responsabilité, Rz. 85–87.

653 BGH, Urteil vom 21.12.1970, II ZR 133/68 in BGHZ 55, 153 ff. (sog. „Fleet-Fall“) zit. in: HONSELL/ ISENRING/ KESSLER, § 4 Rz. 16.

654 FELLMANN, Substanzbeeinträchtigungs- und Funktionsbeeinträchtigungstheorie, 139. FELLMANN, Band II, Rz. 1572.

641 Abs. 2 ZGB)⁶⁵⁵. Allerdings wird für eine Haftung für Sachschäden auch nach dieser Auffassung eine Vermögenseinbusse vorausgesetzt.⁶⁵⁶ Folglich begründet eine Nano-, Mikro- oder Kleindrohne, die einmalig über das Grundstück des Nachbarn fliegt, noch keine Schadenersatzansprüche nach Art. 64 Abs. 1 LFG, auch wenn der Nachbar dabei in seinen Eigentumsrechten widerrechtlich beeinträchtigt sein kann.⁶⁵⁷

Somit löst nicht jede Vermögenseinbusse, die **ohne physische Beeinträchtigung der Sache** einhergeht, eine Haftung für Sachschäden aus.⁶⁵⁸ Vorausgesetzt wird eine **genügende Intensität der Beeinträchtigung**.⁶⁵⁹ Jedoch fehlen für die Bestimmung der notwendigen Intensität trennscharfe Kriterien.⁶⁶⁰ Einigkeit scheint in der Lehre darüber zu bestehen, dass eine bloss vorübergehende Gebrauchsbeeinträchtigung i.d.R. keinen Sachschaden darstellt.⁶⁶¹ Zu denken wäre z.B. an die Vermögenseinbussen eines Flughafenbetreibers,⁶⁶² der den Flugbetrieb aufgrund einer fehlgeleiteten Drohne auf seinem Flughafengelände vorübergehend einstellen muss. Den daraus entstehenden Schaden kann er nicht im Rahmen von Art. 64 Abs. 1 LFG als Sachschaden geltend machen.⁶⁶³ Der Geschädigte muss seine Vermögenseinbussen als reinen Vermögensschaden einfordern.⁶⁶⁴

655 Weiterführend zur ungerechtfertigten Einwirkung: z.B. BSK ZGB II-WIEGAND, Art. 641 ZGB N 35–39.

656 BGE 118 II 176, 179 E. 4b. FELLMANN, Band II, Rz. 1572; FELLMANN/ KOTTMANN, Band I, Rz. 231; OFTINGER/ STARK, Allgemeiner Teil, § 6 Rz. 354; REY, Haftpflichtrecht, Rz. 328.

657 Ausführlich zur eigentumsrechtlichen Beeinträchtigung durch Drohnenüberflüge und zu möglichen Abwehransprüchen: HRUBESCH-MILLAUER/ BRUGGISSER, Jusletter 11.8.2014, Rz. 5–15 und Rz. 21–40.

658 Z.B.: für die Funktionstheorie: HONSELL/ ISENRING/ KESSLER, § 4 Rz. 16. Für die Eigentumstheorie: FELLMANN, Substanzbeeinträchtigungs- und Funktionsbeeinträchtigungstheorie, 140.

659 FELLMANN, Substanzbeeinträchtigungs- und Funktionsbeeinträchtigungstheorie, 140.

660 REY, Haftpflichtrecht, Rz. 306a.

661 HONSELL/ ISENRING/ KESSLER, § 4 Rz. 16; HUGUENIN, Rz. 1947.

662 Vgl. Beispiel 11, 173.

663 Entscheidung des BGH, in dem ein Sachschaden bei einem Umsatzausfall aufgrund einer Autobahnsperrung verneint wurde: BGH, Urteil vom 19.12.2014, VI ZR 155/14 in NJW 2015, 1174.

664 Weiterführend zu reinen Vermögensschäden: Ziff. III.A.2.d.3) Keine Haftung für reine Vermögensschäden nach Art. 64 ff. LFG, 88 f.

3) Keine Haftung für reine Vermögensschäden nach Art. 64 ff. LFG

Nach der herrschenden Lehre und entsprechend dem Gesetzeswortlaut in der deutschen Fassung fallen reine Vermögensschäden bzw. sonstige Schäden⁶⁶⁵ nicht unter die Haftung nach Art. 64 ff. LFG.⁶⁶⁶

In der älteren Literatur haben sich einige Autoren dahingehend geäußert, dass die luftrechtliche Haftung auch reine Vermögensschäden einschließen soll.⁶⁶⁷ Begründet wird dies zunächst mit einem Verweis auf das 2. Römer Haftungsabkommen, welches reine Vermögensschäden nicht ausschliesse.⁶⁶⁸ Zudem wird der Zweck der Gefährdungshaftung im Luftrecht als Begründung angeführt. Demgemäss sollte geschädigten Dritten mit der Einführung dieses Haftungstatbestandes weitgehend entgegengekommen werden. Aus diesem Grund sei nicht einzusehen, weshalb reine Vermögensschäden nicht darunter fallen sollen. Gestützt werde diese Auffassung durch die Formulierung in der französischen Fassung von Art. 64 Abs. 1 LFG. Darin werden Sachen als „biens“ bezeichnet, welche auch Vermögen umfassen. Daraus liesse sich herleiten, dass ebenfalls reine Vermögensschäden ersatzpflichtig seien.⁶⁶⁹

Tatsächlich ist ein sprachlicher Unterschied z.B. zur französischen Bezeichnung des Sachschadens als „dommage matériel“ in Art. 58 Abs. 1 SVG oder der Sache als „chose“ in Art. 641 Abs. 1 ZGB festzustellen. Dem ist entgegenzuhalten, dass die italienische Bezeichnung der Sachen als „cose“, wie der deutsche Text, keine Absicht erkennen lässt, dass die Haftpflicht von Art. 64 Abs. 1 LFG auch für reine Vermögensschäden gelten soll. Ebenfalls fehlt in der Botschaft

665 Zum Begriff der reinen Vermögensschäden: DESCHENAUX/ TERCIER, § 3 Rz. 21; KELLER, 66 f. Zur Abgrenzung gegenüber Personen- und Sachschäden: BGE 118 II 176, 179 E. 4b; Handelsgericht des Kantons Zürich, Urteil vom 30.1.2004 (ZR 103/2004 290, 293). Allgemein zur Haftung für reinen Vermögensschaden: LORANDI, recht, 19–26.

666 Haftpflichtkommentar-BAUMANN, Art. 64 LFG N 5; FELLMANN, Band II, Rz. 1561, m.w.H.; VON DER MÜHLL, 145; BAI, 163 und 173–174, wobei sich der Autor einer Berücksichtigung von reinen Vermögensschäden nicht vollständig verschliesst.

667 REICHENBACH, Fn. 53; OFTINGER, 122; BINSWANGER, 270, allerdings nur für direkte Vermögensschäden; RIESE, 340, allerdings nur bezüglich direktem Vermögensschaden und mit Hinweis auf ein Urteil des Obergerichts Luzerns vom 9.11.1933 (Erging vor der Einführung des geltenden LFG); ARCHINARD, ASDA/SVLR-Bulletin, 7, der für eine extensive Auslegung eintritt; KELLER, 1970 (1. Aufl.), 42, in der neusten Auflage vertritt der Autor diese Meinung allerdings nicht mehr.

668 Ziff. III.A.1.c Römer Haftungsabkommen in der Schweiz nicht ratifiziert, 77 f.

669 REICHENBACH, 60, m.w.H.

zum LFG ein direkter Hinweis darauf, dass die ersatzpflichtigen Schäden auch reine Vermögensschäden umfassen sollen.⁶⁷⁰

Klarheit bringt auch ein Blick auf die **bundesgerichtliche Rechtsprechung zur strassenverkehrsrechtlichen Haftpflicht** in **Art. 58 Abs. 1 SVG**. Diese Bestimmung weist hinsichtlich Wortlaut und Schutzgedanken ähnliche Züge auf wie die Gefährdungshaftung von **Art. 64 Abs. 1 LFG**.⁶⁷¹ Das Bundesgericht hält zu **Art. 58 Abs. 1 SVG** fest, dass der Halter **nicht für reinen Vermögensschaden** bzw. sonstigen Schaden haftet.⁶⁷² Das entspricht in dieser Frage der herrschenden Lehre zu **Art. 58 Abs. 1 SVG**,⁶⁷³ auch wenn an dieser Rechtslage Kritik geübt wird.⁶⁷⁴ Das Bundesgericht anerkennt in einem neueren Entscheid die Haftung für Schockschäden von Angehörigen unmittelbarer Unfallopfer als direkt Geschädigte sowohl im Zusammenhang mit **Art. 58 SVG** als auch **Art. 64 LFG**.⁶⁷⁵ Gleichzeitig lehnt es das Bundesgericht im selben Entscheid indirekt ab, die strassenverkehrs- und luftrechtlichen Gefährdungshaftungen auf reine Vermögensschäden auszuweiten.⁶⁷⁶

Vorliegend wird dieser bundesgerichtlichen Rechtsprechung gefolgt. Somit wird hier davon ausgegangen, dass Halter von Nano-, Mikro- und Kleindrohnen im Rahmen der Haftung nach **Art. 64 Abs. 1 LFG** **nicht für reine Vermögensschäden** haften. Demzufolge müssen Geschädigte reine Vermögensschäden über die allgemeinen Haftungsbestimmungen einfordern.⁶⁷⁷

670 Vgl. **BBl 1945 I 341**, 362.

671 Siehe dazu z.B. der maschinentechnische Betriebsbegriff, der im SVG und LFG Anwendung finden kann: **Ziff. III.A.2.c Wann befindet sich ein unbemanntes Luftfahrzeug im Flug?**, 82–85.

672 **BGE 106 II 75**, 77 f. E. 2. Bestätigt in **BGE 138 III 276**, 282–285 E. 3.2.

673 Haftpflichtkommentar-GIGER, Art. 58 SVG N 26 GIGER, OFK-SVG, Art. 58 SVG N 24; GIOVANNONI, Schweizerische Versicherungszeitschrift, 277–281; KELLER, 67; OFTINGER/STARK, Gefährdungshaftungen, § 25 N 297; TERCIER, 258.

674 OFTINGER/STARK, Gefährdungshaftungen, § 23 Rz. 298–303; KRAMER, recht, 129–131; WIDMER/WESSMER, 75 f.

675 **BGE 138 III 276**, 282–285 E. 3.2.

676 **BGE 138 III 276**, 284 E. 3.2.

677 **Ziff. IV.C Haftung für reine Vermögensschäden**, 172–183.

e. Kausalzusammenhang und beschränkte Entlastungsmöglichkeiten des Halters

Verursacht eine Nano-, Mikro- oder Kleindrohne einen Schaden, muss für eine Ersatzpflicht des Halters zwischen dem Schaden und dem Tatbestand von [Art. 64 ff. LFG](#) ein Kausalzusammenhang bestehen.⁶⁷⁸ Vorausgesetzt wird sowohl eine natürliche⁶⁷⁹ als auch adäquate⁶⁸⁰ Kausalität zwischen dem Betrieb⁶⁸¹ der Nano-, Mikro- oder Kleindrohne und dem Schaden.⁶⁸²

Bei Gefährdungshaftungen, wie diejenige von [Art. 64 ff. LFG](#),⁶⁸³ werden strenge Anforderungen an eine Unterbrechung des Kausalzusammenhangs

678 Zum Kausalzusammenhang im Allgemeinen: BK-BREHM, Art. 41 OR N 103; FELLMANN/ KOTTMANN, Band I, Rz. 401; FURRER/ MÜLLER-CHEN, Kap. 10 Rz. 64–114; BSK OR I-KESSLER, Art. 41 OR N 14; CHK OR-MÜLLER, Art. 41 OR N 35–41; OFTINGER/ STARK, Allgemeiner Teil, § 3 Rz. 2–3; REY, Haftpflichtrecht, Rz. 517; ROBERTO, Rz. 02.34–02.35; KUKO OR-SCHÖNENBERGER, Art. 41 OR N 13; WERRO, responsabilité, Rz. 174.

679 Zur *conditio sine qua non* als Voraussetzung für die natürliche Kausalität: [BGE 128 III 174](#), 177 E. 2.a). Zur überwiegenden Wahrscheinlichkeit: [BGE 133 III 462](#), 470 E. 4.4.2 = Pra 97 (2008) 27, 206 und [BGE 132 III 715](#), 720 E. 3.1 f. Weiterführend zum natürlichen Kausalzusammenhang: BK-BREHM, Art. 41 OR N 105–119; FELLMANN/ KOTTMANN, Band I, Rz. 406–414; FURRER/ MÜLLER-CHEN, Kap. 10 Rz. 68–74; HONSELL/ ISENRING/ KESSLER, § 3 Rz. 1–5; BSK OR I-KESSLER, Art. 41 OR N 15; CHK OR-MÜLLER, Art. 41 OR N 36; OFTINGER/ STARK, Allgemeiner Teil, § 3 Rz. 10–13; REY, Haftpflichtrecht, Rz. 518–521; ROBERTO, Rz. 06.03–06.08; KUKO OR-SCHÖNENBERGER, Art. 41 OR N 14; WERRO, responsabilité, Rz. 101–231.

680 Zur Formel der haftungsbegründenden Ursache: [BGE 135 IV 56](#), 64 E. 2.2 und Urteil des [BGer vom 23.4.2010](#), [6B_183/2010](#), E. 3. Zur objektiven Voraussehbarkeit des Schadensereignisses: [BGE 131 IV 145](#), 147 E. 5.1. Zur objektiven Zurechnung: Urteil des [BGer vom 1.6.2005](#), [4C.103/2005](#), E. 5.1. Weiterführend zum adäquaten Kausalzusammenhang: BK-BREHM, Art. 41 OR N 120–144b; FELLMANN/ KOTTMANN, Band I, Rz. 421–452; FURRER/ MÜLLER-CHEN, Kap. 10 Rz. 75–100; BSK OR I-KESSLER, Art. 41 OR N 16–21e; CHK OR-MÜLLER, Art. 41 OR N 37; OFTINGER/ STARK, Allgemeiner Teil, § 3 Rz. 14–30; REY, Haftpflichtrecht, Rz. 522–550; ROBERTO, Rz. 06.36–06.59; KUKO OR-SCHÖNENBERGER, Art. 41 OR N 15; WERRO, responsabilité, Rz. 232–250.

681 [Art. 64 Abs. 1 LFG](#) spricht von «im Flug befindlich», vorliegend werden die luftrechtlichen Haftungsnormen auf im Betrieb befindliche unbemannte Luftfahrzeuge angewendet: [Ziff. III.A.2.c Wann befindet sich ein unbemanntes Luftfahrzeug im Flug?](#), [82–85](#).

682 Zur zweistufigen Prüfung des Kausalzusammenhangs: BK-BREHM, Art. 41 OR N 104; FELLMANN/ KOTTMANN, Band I, Rz. 406; HONSELL/ ISENRING/ KESSLER, § 3 Rz. 1–5; KUKO OR-SCHÖNENBERGER, Art. 41 OR N 13.

683 [Ziff. III.A.2.b Gefährdungshaftung nach Art. 64 LFG](#), [81 f.](#)

gestellt.⁶⁸⁴ I.d.R. reicht auch ein Selbstverschulden⁶⁸⁵ des Geschädigten oder das Verschulden eines Dritten⁶⁸⁶ nicht aus, um die Kausalität zu unterbrechen.⁶⁸⁷

Im LFG fehlen Entlastungsgründe für den Haftpflichtigen, wie sie zum Teil andere Gefährdungshaftungen vorsehen, so z.B. das SVG in Art. 59 Abs. 1 oder das EBG⁶⁸⁸ in Art. 40c sowie das BSG⁶⁸⁹ (Art. 30a) und das SebG⁶⁹⁰ (Art. 20), welche u.a. auf Art. 40c EBG verweisen.

Einige Autoren betrachten aufgrund des hohen Betriebsrisikos von Luftfahrzeugen grobes Drittverschulden in jedem Fall als Unterbrechungsgrund ausgeschlossen.⁶⁹¹ Dasselbe soll nach einer weiteren Auffassung auch für den Fall von höherer Gewalt⁶⁹² gelten.⁶⁹³ Letzteres wird damit begründet, dass dem Flugbetrieb der Umgang mit Naturgewalten wesenseigen sei. Demgemäss existiere in seiner Intensität kein äusserer Einfluss, der dieses Risiko als unbeachtlich erscheinen lassen könne.⁶⁹⁴

684 FELLMANN/ KOTTMANN, Band I, Rz. 459; BSK OR I-KESSLER, Art. 41 OR N 21a; REY, Haftpflichtrecht, Rz. 559.

685 Weiterführend zur Entlastung durch grobes Selbstverschulden der geschädigten Person: FELLMANN/ KOTTMANN, Band I, Rz. 462–466; HONSELL/ ISENRING/ KESSLER, § 3 Rz. 41–43; KELLER, 97–99; REY, Haftpflichtrecht, Rz. 560–568; ROBERTO, Rz. 06.44–06.46; WERRO, responsabilité, Rz. 245–247.

686 Weiterführend zur Entlastung durch grobes Drittverschulden: FELLMANN/ KOTTMANN, Band I, Rz. 467–470; HONSELL/ ISENRING/ KESSLER, § 3 Rz. 44–49; KELLER, 96 f.; REY, Haftpflichtrecht, Rz. 569–573; ROBERTO, Rz. 06.43; WERRO, responsabilité, Rz. 248–250.

687 Urteil des BGer vom 11.1.2010, 4A_499/2009, E. 2–8 und vom 23.12.2009, 4A_479/2009, E. 5; (beide Strassenverkehrshaftpflicht). Urteil des BGer vom 22.12.2008, 4A_453/2008, E. 3 (Eisenbahnhaftpflicht).

688 Eisenbahngesetz (EBG), SR 742.101.

689 Bundesgesetz über die Binnenschifffahrt (BSG), SR 747.201.

690 Bundesgesetz über Seilbahnen zur Personenbeförderung (Seilbahngesetz, SebG), SR 743.01.

691 Haftpflichtkommentar-BAUMANN, Art. 64 LFG N 16; FELLMANN, Band II, Rz. 1587; KELLER, 274; VON DER MÜHLL, 176–178. Im Allgemeinen eine Entlastungsmöglichkeit ablehnend: SCHWENZER, Rz. 54.11.

692 Weiterführend zur Entlastung durch höhere Gewalt: HONSELL/ ISENRING/ KESSLER, § 3 Rz. 39–40; KELLER, 94–96; OFTINGER/ STARK, Allgemeiner Teil, § 3 Rz. 142–150; REY, Haftpflichtrecht, Rz. 574–577; ROBERTO, Rz. 06.41–06.42; WERRO, responsabilité, Rz. 245–247.

693 Haftpflichtkommentar-BAUMANN, Art. 64 LFG N 16; KELLER, 273; OFTINGER/ STARK, Allgemeiner Teil, § 3 Rz. 149; VON DER MÜHLL, 181–183.

694 KELLER, 273 f.

Im Gegensatz dazu anerkennt eine **andere Lehrmeinung ausnahmsweise** intensives Drittverschulden als Entlastungsgrund für den Halter.⁶⁹⁵ Ebenfalls betrachten einige Autoren höhere Gewalt von **besonderer Intensität als Unterbrechungsgrund** für den Kausalzusammenhang zwischen Tatbestand und Schaden.⁶⁹⁶

Betreffend **grobes Selbstverschulden** der geschädigten Person besteht in der Lehre weitgehend Einigkeit darüber, dass dieses die **Haftpflicht** des Luftfahrzeughalters **reduzieren oder ganz aufheben** kann. Nach einheitlicher Auffassung geht dieser Entlastungsgrund aus dem Verweis von **Art. 79 LFG** auf **Art. 44 OR** hervor, wonach «der Richter die Ersatzpflicht ermässigen oder gänzlich von ihr entbinden» kann.⁶⁹⁷ Parallel dazu existiert eine weitere Ansicht, die von einer Unterbrechung des Kausalzusammenhangs ausgeht, wenn ein Selbstverschulden des Geschädigten von sehr hoher Intensität vorliegt. Im Ergebnis resultiert daraus ebenfalls eine Entlastung des Halters.⁶⁹⁸

Im Vergleich zu bemannten Luftfahrzeugen sind Nano-, Mikro- und Kleindrohnen deutlich kleiner, leichter und bewegen sich langsamer fort.⁶⁹⁹ Dementsprechend bedeutend geringer ist das Risiko ihres Betriebs einzuschätzen.⁷⁰⁰ Folglich kann nicht in jedem Fall davon ausgegangen werden, dass dieses Betriebsrisiko die Wirkung von anderen äusseren Einflüssen, die einen Schaden (mit)bewirkt haben, verdrängt. Das bedeutet, dass im Fall von Schäden durch **Nano-, Mikro- und Kleindrohnen** neben dem groben Selbstverschulden des Geschädigten **auch intensives Drittverschulden**

695 ARCHINARD, ASDA/SVLR-Bulletin, 5; BINSWANGER, 139; OFTINGER/ STARK, Allgemeiner Teil, § 3 Rz. 152; REICHENBACH, 58; VON DER MÜHLL, 172; WERRO, Zusammenstoss, 135, der bei Drittverschulden eine Reduktion der Haftung auf den Sicherstellungsbetrag postuliert.

696 WERRO, Zusammenstoss, 134; REICHENBACH, 58, der höhere Gewalt in der Luftfahrt allerdings für sehr unwahrscheinlich hält.

697 Haftpflichtkommentar-BAUMANN, Art. 64 LFG N 17; FELLMANN, Band II, Rz. 1590; FELLMANN/ KOTTMANN, Band I, Rz. 462 und Rz. 2444; KELLER, 275; OFTINGER/ STARK, Allgemeiner Teil, § 3 Rz. 152; VON DER MÜHLL, 171–173.

698 **BGE 121 III 358**, 363 E. 5 zur Haftung für einen Skiunfall; 116 II 519, 524 E. 4b zur Arzthaftpflicht. DESCHENAUX/ TERCIER, § 4 Rz. 63 f.; FELLMANN, Band II, Rz. 1591; REICHENBACH, 58. A.M. **BGE 86 IV 153**, 156 E. 1; SCHWENZER, Rz. 20.03; HONSELL/ ISENRING/ KESSLER, § 3 Rz. 37; ROBERTO, Rz. 06.40.

699 Siehe dazu: **Ziff. II.B.1 Gewicht, 11–13**, insb. **Tabelle 1** – Kategorisierung unbemannter Luftfahrzeuge in der Schweiz und den USA, 12.

700 Zur Risikoeinteilung von Drohnen: **Ziff. V.A.5.a Risiko statt Gewicht als Anknüpfungskriterium, 208 f.**

oder ausserordentliche höhere Gewalt als Entlastungsgründe infrage kommen. Je kleiner die Risikokategorie⁷⁰¹ einer Drohne, desto eher ist ein solcher Entlastungsgrund zuzulassen.

Gemäss bundesgerichtlicher Rechtsprechung schliesst eine Erhöhung der normalen Betriebsgefahr durch den Gefährdungshaftpflichtigen grundsätzlich ein grobes Selbst- bzw. Drittverschulden oder höhere Gewalt als Entlastungsgründe aus.⁷⁰² Bei Nano-, Mikro- und Kleindrohnen kann eine **Missachtung von Betriebsvorschriften oder Luftverkehrsregeln** durch den Halter als eine Erhöhung der Betriebsgefahr qualifiziert werden.⁷⁰³ Zu diesen Bestimmungen zählt zurzeit⁷⁰⁴ z.B., dass es dem Piloten jederzeit möglich sein muss, die Kontrolle über den Flug zu übernehmen. Zudem dürfen Nano-, Mikro- und Kleindrohnen nur in Sichtdistanz des Piloten betrieben werden (Visual Line of Sight, VLOS, **Art. 17 Abs. 1 VLK**). Werden diese Vorgaben verletzt, verliert der Halter die Möglichkeit, sich zur Entlastung auf grobes Selbst- bzw. Drittverschulden⁷⁰⁵ oder höhere Gewalt zu berufen.

f. Schwierigkeiten bei der Identifikation des Halters

Gemäss **Art. 64 Abs. 1 LFG** ist der Halter für Schäden durch Nano-, Mikro- und Kleindrohnen ersatzpflichtig. Im Gesetzgebungsprozess wurde auf eine **Definition des Halterbegriffs im LFG** bewusst **verzichtet**.⁷⁰⁶ In konstanter Rechtsprechung definiert das Bundesgericht diesen Begriff nach den Kriterien der Motorfahrzeughaftpflicht (**Art. 58 ff. SVG**).⁷⁰⁷ Nach dieser Auslegung gilt diejenige Person als Halter, «auf dessen eigene Rechnung und Gefahr der Betrieb des Fahrzeuges erfolgt und der zugleich über dieses (...) die

701 [Ziff. V.A.5.c Drei Kategorien als Grundlage neuer Vorschriften, 210–219.](#)

702 [BGE 102 II 363, 366 E. 3; Urteil des BGER vom 22.12.2008, 4A_453/2008, E. 3.2 \(Eisenbahnhaftpflicht\); vom 23.12.2009, 4A_479/2009, E. 5; vom 11.1.2010, 4A_499/2009, E. 2–8 \(beide Strassenverkehrshaftpflicht\).](#) Ebenso: BSK OR I-KESSLER, Art. 41 ORN 21a.

703 [Zu Betriebsvorschriften und Luftverkehrsregeln für Nano-, Mikro- und Kleindrohnen: Ziff. V.A.1.b.3\) Betriebsvorschriften für Nano-, Mikro- und Kleindrohnen, 198–200, und Ziff. V.A.1.b.5\) Luftverkehrsregeln lassen keine autonomen Flüge ohne weitere Sicherheitsmassnahmen zu, 202 f.](#)

704 [Zum Betrieb ausserhalb des Sichtbereichs des Piloten de lege ferenda: Ziff. V.A.5.c.2\) Spezifische Kategorie, 216–218.](#)

705 [Zur Haftung bei Schwarzfliegerei: Ziff. III.A.2.g Haftung des Halters bei Schwarzflügen, 96–100.](#)

706 [BBl 1945 I 341, 362.](#)

707 [BGE 129 III 410, 414 E. 4.](#)

tatsächliche, unmittelbare Verfügung besitzt.»^{708,709} Selbst wenn der Halter das Fahrzeug, bzw. im Fall der luftrechtlichen Haftung das Luftfahrzeug, vorübergehend freiwillig einem Dritten überlässt, wird der Dritte dadurch nicht zum Halter.⁷¹⁰ In der Lehre wird die bundesgerichtliche Definition kritisiert, da sie vom Halterbegriff im internationalen Luftrecht abweicht.⁷¹¹

Für die Halterdefinition nach **internationalen Regelungen** können exemplarisch die Bestimmungen der Römer Haftungsabkommen beigezogen werden: Demnach gilt diejenige **Person als Halter⁷¹², welche den Einsatz des Luftfahrzeugs kontrolliert, das Interesse an der Nutzung hat und die Kosten trägt.**⁷¹³

Bei **autonom fliegenden Drohnen** fehlt es an einer direkten menschlichen Kontrolle über den Flug.⁷¹⁴ Es kann deshalb unklar sein, wer die «tatsächliche, unmittelbare Verfügung besitzt», die gemäss Bundesgericht zur Bestimmung des Halters bei der Motorfahrzeughaftpflicht heranzuziehen ist⁷¹⁵. Bei Motorfahrzeugen wird im Fall von Unklarheiten bei der Halterbestimmung

708 BGE 117 II 609, 612 f. E. 3.b, ursprünglich 101 II 133, 136 f. E. 3 in französischer Sprache.

709 Dieser Halterbegriff wurde bestätigt in: BGE 129 III 102, 105 f. E. 2.1. Weiterführend zum Halterbegriff bei Luftfahrzeugen auch KELLER, 271.

710 Das Bundesgericht nahm im Fall von BGE 129 III 102, 105 f. E. 2.3 an, dass ab einer Verfügungsdauer von vier Monaten von einem Halterwechsel ausgegangen werden kann.

711 Haftpflichtkommentar-BAUMANN, Art. 64 LFG N 22; CHASSOT, ASDA/SVLR-Bulletin, 40–50; DETTLING-OTT, recht, 243.

712 In den englischen (Ursprungs-)Versionen internationaler Abkommen wird der Begriff „Operator“ verwendet. In Fällen wie dem ICAO-Übereinkommen, in denen lediglich eine amtliche Übersetzung und keine offizielle deutsche Version existiert (DETLING-OTT/ KAMP, Betrieb, Fn. 8), kann dieser Begriff zu Unklarheiten führen, da er im Deutschen sowohl mit „Halter“, „Betreiber“ und „Operateur“ übersetzt werden kann. Ein Teil der Lehre will diese Begriffe als Synonyme verwenden (DETLING-OTT, Luftfahrzeughalter, Rz. 223; MEIL, 59). Vorliegend wird die Auffassung vertreten, dass für die Begriffsdeutung auf den jeweiligen Kontext abzustellen ist (ausführlich dazu im europäischen Recht: ALTROGGE/ KIP/ PLOSS/ TERBECK, Rz. 14–19).

713 Vgl. Art. 4 Abs. 2 und 3 des 1. Römer Haftungsabkommens sowie Art. 2 Abs. 2 des 2. Römer Haftungsabkommen (beide in der Schweiz nicht ratifiziert). Weiterführend: CHASSOT, ASDA/SVLR-Bulletin, 46. Zu den Römer Haftungsabkommen: Ziff. III.A.1.c Römer Haftungsabkommen in der Schweiz nicht ratifiziert, 77 f.

714 Ziff. II.E.5 Grad der Autonomie, 56–60, und Ziff. II.D Funktionsweise autonomer Drohnen, 20–41.

715 BGE 117 II 609, 612 f. E. 3.b.

auf die Gesamtheit der Umstände im Einzelfall abgestellt.⁷¹⁶ Es erscheint fraglich, ob die dabei für Motorfahrzeuge entwickelten Kriterien auf die Halterbestimmung bei autonomen Nano-, Mikro- und Kleindrohnen angewendet werden sollten. Naheliegender ist es, zur **Halterbestimmung auf Normen des Luftrechts zurückzugreifen**. Dazu eignet sich insb. die vorgenannte Definition der Römer Haftungsabkommen. Demnach gilt grundsätzlich der Eigentümer als Operateur des Luftfahrzeuges, es sei denn, der Eigentümer könne widerlegen, dass er der Operateur ist (**Art. 2 Abs. 3 des 2. Römer Haftungsabkommens**). Für diesen Ansatz sprechen auch die Harmonisierungsbestrebungen in der internationalen unbemannten Luftfahrt.⁷¹⁷ Im Zuge dieser Vereinheitlichung wird künftig kaum Raum für eine nationale Halterdefinition bleiben.⁷¹⁸ Gleichzeitig empfiehlt die „European RPAS Steering Group“⁷¹⁹ in ihrer Roadmap aus dem Jahr 2013 die Bestimmungen der Römer Haftungsabkommen auf Drohnen auszuweiten.⁷²⁰ Damit würde sich in der Schweiz zudem der Kreis zum Ursprung des LFGs schliessen, der in den Römer Haftungsabkommen liegt.⁷²¹ Demzufolge werden in diesem Zusammenhang die Bezeichnungen Halter, Operateur und Betreiber als Synonyme verwendet für diejenige Person, welche den Einsatz der Drohne kontrolliert, das Interesse an der Nutzung hat und die Kosten trägt.

Bevor ein Halter haftbar gemacht werden kann, muss dieser identifiziert werden. Das kann Geschädigte vor grosse Herausforderungen stellen, weil für Nano-, Mikro- und Kleindrohnen zurzeit keine **Kennzeichnungs- und Registrierungspflicht** besteht.⁷²² Das schliesst die Möglichkeit aus, den Halter analog bemannter Luftfahrzeuge oder entsprechend der Motorfahrzeughaftpflicht zu bestimmen, wo der Eigentümer bzw. Halter i.d.R. aufgrund des Eintrages im Luftfahrzeugregister (**Art. 3 ff. LFV**⁷²³) bzw.

716 Haftpflichtkommentar-GIGER, Art. 58 SVG N 27–28; GIGER, OFK-SVG, Art. 58 SVG N 25; OFTINGER/ STARK, Gefährdungshaftungen, § 25 Rz. 93.

717 EASA, 2015a, 12–14.

718 HÄNSENBERGER, AJP, 167 f.

719 Die „European RPAS Steering Group“ ist eine durch die Europäische Kommission eingesetzte Expertengruppe, die sich aus Vertretern der wichtigsten Luftfahrtbehörden in Europa zusammensetzt, vgl. dazu EUROPEAN RPAS STEERING GROUP, 2013a, 4.

720 EUROPEAN RPAS STEERING GROUP, 2013b, 5. Siehe auch: **Ziff. V.A.4.b European RPAS Steering Group, 207 f.**

721 **Ziff. III.A.1.d Nachfolgeabkommen für die Römer Haftungsabkommen, 79.**

722 **Ziff. V.A.5.g Einführung einer Registrierungs-, Kennzeichnungs- und Meldepflicht, 226 f.**

723 Verordnung über die Luftfahrt (Luftfahrtverordnung, LFV), SR 748.01.

im Motorfahrzeugregister⁷²⁴ eruiert werden kann. Ist es nicht möglich, eine Drohne zuzuordnen, fehlt es Geschädigten an einem Haftpflichtigen. Zur Lösung dieses Problems könnte die geplante Registrierungs- und Kennzeichnungspflicht für Mikro- und Kleindrohnen beitragen.⁷²⁵

g. Haftung des Halters bei Schwarzflügen

Als Schwarzfliegerei⁷²⁶ bezeichnet das Gesetz die Situation, bei der das Luftfahrzeug «ohne Wissen und Willen des Halters» benutzt wird (Art. 65 LFG).⁷²⁷ Zum einen kann das der Fall sein, wenn dem Halter das unbemannte Luftfahrzeug entwendet wird. Zum anderen besteht die Gefahr, dass Nano-, Mikro- und Kleindrohnen in der Luft gehackt werden, wie z.B. durch „Jamming“⁷²⁸ oder „Spoofing“⁷²⁹.

1) Keine Entlastung des Halters

Verursacht die schwarz geflogene Nano-, Mikro- oder Kleindrohne einen Schaden⁷³⁰ gemäss Art. 64 LFG, haftet der Halter nach Art. 65 LFG solidarisch⁷³¹ mit dem Schädiger⁷³². Schwarzflüge mit Schadensfolge sind ein

724 Haftpflichtkommentar-GIGER, Art. 58 SVG N 27–28; GIGER, OFK-SVG, Art. 58 SVG N 25; OFTINGER/ STARK, Gefährdungshaftungen, § 25 Rz. 89–98; BSK SVG-PROBST, Art. 58 SVG N 225–230.

725 Ziff. V.A.5.g Einführung einer Registrierungs-, Kennzeichnungs- und Meldepflicht, 226 f.

726 In der Marginalie wird der Tatbestand von Art. 65 LFG unter „Schwarzfahrten“ gefasst. Richtigerweise müsste von „Schwarzflügen“ gesprochen werden. Siehe auch: FELLMANN, Band II, Fn. 2279.

727 Haftpflichtkommentar-BAUMANN, Art. 65 LFG N 1.

728 Beim „Jamming“ wird z.B. das GPS-Signal der Drohne gestört. Dadurch kann diese die Orientierung verlieren und wird zur Landung oder zum Absturz gebracht, weiterführend: WESSON/ HUMPHREYS, Scientific American, 56 f.

729 Beim „Spoofing“ wird die Drohne z.B. durch Übermitteln falscher GPS-Signale unter Kontrolle gebracht, weiterführend: KERNS/ SHEPARD/ BHATTI/ HUMPHREYS, Journal of Field Robotics, 618–633.

730 Zu den Schäden für die nach Art. 64 LFG gehaftet wird: Ziff. III.A.2.d Art. 64 ff. LFG als Anspruchsgrundlagen für Personen- und Sachschäden, 85–89.

731 FELLMANN, Band II, Rz. 1543; WERRO, Zusammenstoss, 128. A.M. VON DER MÜHLL, 195, der keine Solidarität zwischen Schwarzflieger und Halter annehmen will, weil ansonsten die Haftungsbegrenzung keinen Sinn ergäbe.

732 Zur Haftung des Schädigers und den Parallelen zu Art. 75 SVG: FELLMANN, Band II, Rz. 1542.

Spezialfall von grobem Drittverschulden.⁷³³ Bei Fällen nach [Art. 65 LFG](#) ist eine **Entlastung des Halters ausgeschlossen** und es kommt nicht auf sein Verschulden an.⁷³⁴ Damit weicht diese Regelung z.B. von [Art. 4 des 2. Römer Haftungsabkommens](#) ab. Nach letzterer Bestimmung haftet der Halter nur, falls er nicht beweisen kann, dass er die «erforderliche Sorgfalt zur Verhütung einer solchen Benutzung (...) angewendet hatte.»⁷³⁵ Der Bundesrat begründete in der Botschaft zum LFG die Abweichung von der internationalen Norm mit der in der Schweiz geltenden Versicherungspflicht.⁷³⁶

2) Solidarische Haftung von Halter und Schwarzflieger

Für die **solidarische Haftung** sind gemäss [Art. 79 LFG](#) die Bestimmungen des OR massgebend. Das Bundesgericht unterscheidet zwischen „echter“ und „unechter“ Solidarität:⁷³⁷ Von „echter“ Solidarität wird gesprochen, wenn die Haftenden den Schaden gemeinsam verursacht haben ([Art. 50 Abs. 1 OR](#)), während bei „unechter“ Solidarität die Haftung aus verschiedenen Rechtsgründen erfolgt ([Art. 51 OR](#)).⁷³⁸ Bei (spezial-)gesetzlich angeordneter Solidarität ([Art. 143 Abs. 2 OR](#)), wie diejenige in [Art. 65 LFG](#), handelt es sich um „echte“ Solidarität.⁷³⁹ Damit ist bei der solidarischen Haftung für Schäden

733 Zur Entlastung aufgrund von grobem Drittverschulden: [Ziff. III.A.2.e Kausalzusammenhang und beschränkte Entlastungsmöglichkeiten des Halters](#), 90–93.

734 Haftpflichtkommentar-BAUMANN, Art. 65 LFG N 1; MÜHLBAUER, N 191, mit Hinweis auf das deutsche Recht, wo der Halter die Möglichkeit besitzt, sich zu entlasten.

735 Siehe auch: [Ziff. III.A.1.c Römer Haftungsabkommen in der Schweiz nicht ratifiziert](#), 77 f.

736 [BBl 1945 I 341](#), 362 f.

737 In ständiger Rechtsprechung, ursprünglich in [BGE 33 II 504](#), 508 E. 5, letztmals in [BGE 133 III 6](#), 24 f. E. 5-3-3., und Urteil des [BGer vom 4.4.2013](#), [9C_400/2012](#) E. 8-5. Weiterführend zur bundesgerichtlichen Praxis: BK-KRATZ, Art. 143 OR N 125, m.w.H.

738 Diese Unterscheidung zwischen „echter“ und „unechter“ Solidarität ist in der Lehre umstritten. Zustimmung: BK-BREHM, Art. 51 N 22; FELLMANN/ KOTTMANN, Band I, Rz. 2734 und Rz. 2871–2883; SCHWENZER, Rz. 88.45 f.; WEBER, HAVE, 123 f.; CR CO II-WERRO, Introduction Art. 50–51 CO N 10. Kritisch bzw. Ablehnend: CASANOVA, 45–47; DESCHENAUX/ TERCIER, § 34 Rz. 18; FURRER/ MÜLLER-CHEN, Kap. 10 Rz. 23; GAUCH/ SCHLUEP/ SCHMID/ EMMENEGGER, Rz. 3755; GAUTSCHI, Rz. 122–125; KELLER, 170, 176–177; KELLER/ GABI/ GABI, 142; OFTINGER/ STARK, Allgemeiner Teil, § 10 Rz. 14; WIDMER/ WESSMER, 166 f. Siehe auch zur Rechtsprechung des Bundesgerichts: BSK OR I-GRABER, Art. 50 N 2.

739 [BGE 63 II 339](#), 343 f. E. 2. Weiterführend: FELLMANN/ KOTTMANN, Band I, Rz. 2897; KÖRNER, 33 f.; REY, Haftpflichtrecht, Rz. 1418. FELLMANN, Band II, Rz. 1603, allerdings zur Solidarität im Rahmen von [Art. 66 LFG](#).

durch Schwarzfliegerei von Nano-, Mikro- und Kleindrohnen **Art. 50 OR** anwendbar.

3) Fehlende gesetzliche Haftungsbeschränkung

Art. 65 LFG beschränkt die Haftung des Halters auf die Höhe seiner Sicherstellungspflicht und verweist auf die Bestimmungen von **Art. 70** und **71 LFG**. Abweichend davon sieht die Lehre in **Art. 65 LFG** einen Verweis auf **Art. 74 LFG**, wonach der Bundesrat Vorschriften über die Sicherstellungspflicht erlassen kann (**Art. 74 Abs. 1 LFG**).⁷⁴⁰ Der Bundesrat hat die Sicherstellungspflicht für Luftfahrzeuge, die ins Schweizer Luftfahrzeugregister einzutragen sind (**Art. 70 Abs. 1 LFG** i.V.m. **Art. 3 LFV**), in **Art. 125** bis **129 LFV** geregelt. Die Haftungsbegrenzung entspricht damit der in **Art. 125 LFV**⁷⁴¹ vorgeschriebenen Versicherungssumme.⁷⁴²

Nano-, Mikro- und Kleindrohnen können zurzeit nicht ins Schweizer Luftfahrzeugregister eingetragen werden (**Art. 3 Abs. 4 LFV**).⁷⁴³ Sie fallen deshalb nicht unter die Sicherstellungspflicht nach **Art. 70** und **71 LFG**. Das führt dazu, dass Halter von Nano-, Mikro- und Kleindrohnen im Fall von Schwarzfliegerei unbegrenzt haften. Sachlich lässt sich diese Schlechterstellung gegenüber Luftfahrzeugen, die in das Luftfahrzeugregister einzutragen sind, kaum begründen.⁷⁴⁴

Eine mögliche Lösung wäre eine analoge Anwendung der Kategorie für Luftfahrzeuge bis 500 kg (**Art. 125 Abs. 1 lit. a LFV**) auf Nano-, Mikro- und Kleindrohnen. Damit liesse sich die Haftungssumme auf 750'000 Sonderziehungsrechte⁷⁴⁵ (CHF 1'005'240⁷⁴⁶) beschränken.

740 Haftpflichtkommentar-BAUMANN, Art. 65 LFG Fn. 2; FELLMANN, Band II, Rz. 1545, m.w.H.; MÜLLER, Haftpflichtversicherung, Rz. 645.3.

741 Die Versicherungspflicht entspricht derjenigen in **Art. 7 Verordnung (EG) 785/2004**, dazu auch: MÜHLBAUER, N 198.

742 Haftpflichtkommentar-BAUMANN, **Art. 65 LFG** Art. 65 N 2.

743 Zur geplanten Kennzeichnungs- und Registrierungspflicht: Ziff. V.A.5.g Einführung einer Registrierungs-, Kennzeichnungs- und Meldepflicht, 226 f.

744 HÄNSENBERGER, AJP, 168.

745 Das Sonderziehungsrecht des Internationalen Währungsfonds ist eine künstliche Währung, die im internationalen Zahlungsverkehr als Zahlungsmittel anerkannt ist.

746 Wechselkurs: 1 Sonderziehungsrecht des Internationalen Währungsfonds zu CHF 1,3403 am 31.5.2017.

Mit Blick auf die bestehende Regulierung zu Nano-, Mikro- und Kleindrohnen erscheint es zweckmässiger, in **Art. 65 i.V.m. Art. 70 LFG einen Verweis auf Art. 20 VLK zu sehen**. **Art. 20 VLK** legt fest, dass der Halter eine Versicherung über die Garantiesumme von CHF 1 Million abzuschliessen hat. Dieser Betrag würde demnach die Haftung des Halters im Fall von Schwarzfliegerei begrenzen. Ein solcher Lösungsansatz würde auch der historischen Begründung für die strikte Kausalhaftung⁷⁴⁷ von **Art. 65 LFG**, verknüpft mit einer Haftungsbegrenzung, entsprechen. Denn diese Bestimmung wurde explizit mit der Versicherungspflicht von Luftfahrzeugen in der Schweiz gerechtfertigt.⁷⁴⁸

Dabei ist zu beachten, dass für **Nanodrohnen (<0,5 kg)**⁷⁴⁹ **keine Versicherungspflicht** gilt (**Art. 20 Abs. 1 VLK e contrario**).⁷⁵⁰ Zudem ist Schwarzfliegerei oftmals von der Deckung durch Haftpflichtversicherungen für Drohnen ausgeschlossen.⁷⁵¹

Nano-, Mikro- und Kleindrohnen dürften aufgrund ihres Gewichts und ihrer Maximalgeschwindigkeit ein deutlich geringeres Schadenspotential pro Ereignis aufweisen, als in das Luftfahrzeugregister einzutragende Luftfahrzeuge.⁷⁵² Fehlt eine Haftungsbegrenzung oder ist diese zu hoch, haften Halter von Nano-, Mikro- und Kleindrohnen theoretisch häufiger in vollem Umfang, als Halter von in das Luftfahrzeugregister einzutragenden Luftfahrzeugen. Für eine solche Ungleichbehandlung sind keine sachlichen Gründe ersichtlich. Deshalb scheint eine **nach Risikokategorien**⁷⁵³ **unterteilte Haftungsabstufung** im Fall von Schwarzfliegerei für Nano-, Mikro- und Kleindrohnen als angezeigt.⁷⁵⁴ Eine entsprechende Gesetzesanpassung

747 Zur Kausalhaftung: HONSELL/ ISENRING/ KESSLER, Rz. 15–18; KELLER, 50–53; SCHWENZER, Rz. 49.08–49.12.

748 **BBl 1945 I 341**, 362 f. Heute steht die Schweiz mit einer Versicherungspflicht für Luftfahrzeuge nicht mehr alleine da. Eine analoge Regelung findet sich z.B. in **Art. 7 Verordnung (EG) 785/2004**, dazu: MÜHLBAUER, N 198.

749 Zur Einteilung der Drohnen nach Gewicht: **Ziff. II.B.1 Gewicht, 11–13**.

750 Zu den Betriebsvoraussetzungen: **Ziff. V.A.1.b.3) Betriebsvorschriften für Nano-, Mikro- und Kleindrohnen, 198–200**.

751 MEDNIUK, 100–102.

752 Siehe z.B. zur Berechnung der kinetischen Energie und daraus resultierendem Verletzungsschweregrad bei Nano-, Mikro- und Kleindrohnen: **Ziff. II.B.2 Betriebsrisiko (potentieller Verletzungsschweregrad), 13–15**.

753 Vorschlag möglicher Risikokategorien in: EASA, 2015a, 12–14.

754 HÄNSENBERGER, AJP, 168.

könnte aufgrund des von der Lehre anerkannten Verweises auf [Art. 74 LFG](#)⁷⁵⁵ mittels einer Verordnung durch den Bundesrat vorgenommen werden.

4) Schwierige Identifikation des solidarisch haftenden Schwarzfliegers

Insb. dann, wenn der Schaden durch eine gehackte Nano-, Mikro- oder Kleindrohne verursacht wurde, sieht sich der Halter **gewichtigen praktischen Problemen** gegenüber. So dürfte es in einem solchen Fall nur sehr schwer zu beweisen sein, dass ein Dritter die Kontrolle über die Drohne übernommen und Schwarzfliegerei im Sinne von [Art. 65 LFG](#) vorgelegen hat.

Häufig sind Hacker zudem **nicht zu identifizieren**. Somit wäre ein Regress des Halters auf den Schädiger für geleisteten Schadenersatz ausgeschlossen.⁷⁵⁶

h. Solidarische Haftung bei Luftkollisionen

Bei Nano-, Mikro- und Kleindrohnen besteht ein Risiko für **Zusammenstösse** zurzeit insb. bei rechtswidrigen Flügen im Bereich von Flughäfen.⁷⁵⁷ Selbständige Flüge erhöhen dieses Risiko zusätzlich, da es zurzeit an einem Flugkontrollsystem für Kleindrohnen fehlt,⁷⁵⁸ das Zusammenstösse mit anderen Luftverkehrsteilnehmern verhindern könnte.

1) Konstellationen bei Kollisionen von Luftfahrzeugen

Bei Schäden aus Zusammenstössen zwischen zwei (oder mehreren)⁷⁵⁹ Luftfahrzeugen können **vier unterschiedliche Konstellationen** betrachtet werden:

755 Haftpflichtkommentar-BAUMANN, Art. 65 LFG Fn. 2; FELLMANN, Band II, Rz. 1545, m.w.H.; MÜLLER, Haftpflichtversicherung, Rz. 645.3.

756 Vgl. dazu [Ziff. III.A.2.h.3\) Rückgriff von Solidarschuldnern](#), 103–105.

757 [Ziff. II.H Gefahren durch Nano-, Mikro- und Kleindrohnen](#), 70–72.

758 HÄNSENBERGER/ WILDHABER, sui-generis, 85, m.w.H.

759 Zur Reduktion der Komplexität und für das einfachere Verständnis werden vorliegend nur Situationen mit zwei Luftfahrzeugen betrachtet. Die folgenden Ausführungen gelten aber auch sinngemäss für Kollisionen zwischen mehr als zwei Beteiligten.

| Unterschiedliche Konstellationen bei Zusammenstößen | |
|--|---|
| 1. | Die kollidierenden Luftfahrzeuge befinden sich im Flug („Midair-Collision“): <ol style="list-style-type: none"> a. Durch die Kollision werden die beiden Luftfahrzeuge beschädigt – es werden aber keine Schäden auf der Erde verursacht; b. Durch den Zusammenstoß zweier Luftfahrzeuge entstehen auch Schäden auf der Erde (z.B. durch herabfallende Teile oder den Absturz mindestens eines Luftfahrzeuges); |
| 2. | Eines der Luftfahrzeuge befindet sich während der Kollision im Flug , das andere auf der Erde ; |
| 3. | Keines der Luftfahrzeuge befindet sich beim Zusammenstoß im Flug . |

Tabelle 6 – Konstellationen bei Zusammenstößen⁷⁶⁰

Dabei richtet sich die Haftung dann nach dem LFG, wenn **während dem Flug mindestens eines Luftfahrzeuges** Dritte auf der Erde einen Personen- oder Sachschaden⁷⁶¹ erleiden (Konstellation 1.b und 2). Vorliegend wird davon ausgegangen, dass sich eine Nano-, Mikro- oder Kleindrohne im Flug befindet, sobald sie in Betrieb ist.⁷⁶² Nach der hier vertretenen Auffassung befinden sich andere Luftfahrzeuge im Flug, sobald sie ihre Abstellposition zum Abflug verlassen bzw. bis sie diese Position nach der Landung wieder erreicht haben.⁷⁶³ Bei einem Zusammenstoß im Flug und Drittschäden auf der Erde (Konstellation 1.b) kommen die untenstehenden Ausführungen zu [Art. 66 LFG](#) zum Tragen.⁷⁶⁴

Für **Schäden an den beteiligten Luftfahrzeugen** (Konstellation 1.a) sind nach [Art. 79 LFG](#) die allgemeinen Bestimmungen des OR beizuziehen.⁷⁶⁵ Befindet sich nur eines der beteiligten Luftfahrzeuge im Flug (Konstellation 2), gilt für den Halter dieses Luftfahrzeuges die Gefährdungshaftung nach [Art. 64 LFG](#).⁷⁶⁶

⁷⁶⁰ Eigene Darstellung.

⁷⁶¹ [Ziff. III.A.2.d Art. 64 ff. LFG als Anspruchsgrundlagen für Personen- und Sachschäden](#), 85–89.

⁷⁶² [Ziff. III.A.2.c Wann befindet sich ein unbemanntes Luftfahrzeug im Flug?](#), 82–85.

⁷⁶³ Ausführlich zur Frage, wann sich ein Luftfahrzeug im Flug befindet: [Ziff. III.A.2.c Wann befindet sich ein unbemanntes Luftfahrzeug im Flug?](#), 82–85, insb. [Fn. 634, 83](#).

⁷⁶⁴ [Ziff. III.A.2.h.2\) Haftung für Luftkollisionen nach Art. 66 LFG](#), 102 f.

⁷⁶⁵ MÜHLBAUER, N 188. [Ziff. IV.B Haftung bei Luftkollisionen](#), 159–172.

⁷⁶⁶ [Ziff. III.A.2.d Art. 64 ff. LFG als Anspruchsgrundlagen für Personen- und Sachschäden](#), 85–89.

Befinden sich die beteiligten Luftfahrzeuge nach vorstehender Definition **nicht im Flug** (Konstellation 3), gelten die allgemeinen Bestimmungen des OR (vgl. [Art. 79 LFG](#)).⁷⁶⁷ Eine Haftung nach den Bestimmungen des SVG kommt nicht infrage, da Luftfahrzeuge nicht unter die Definition von Motorfahrzeugen nach [Art. 7 Abs. 1 SVG](#) fallen.⁷⁶⁸

2) Haftung für Luftkollisionen nach [Art. 66 LFG](#)

Gelingt nach einem Zusammenstoss **einem der beteiligten Luftfahrzeuge keine sichere Landung** und entstehen dadurch Sach- bzw. Personenschäden von Dritten auf der Erde (Konstellation 1.b), haften die Halter solidarisch ([Art. 66 LFG](#)).⁷⁶⁹

Dasselbe gilt, falls sich **Teile der Luftfahrzeuge bei einer Kollision lösen** und Schäden an Sachen oder Personen auf der Erde verursachen (Konstellation 1.b). In diesem Fall geht [Art. 66 LFG](#) der Bestimmung von [Art. 64 Abs. 1 lit. a LFG](#) vor, welche die Haftung für herabfallende Gegenstände regelt.

[Art. 66 LFG](#) konkretisiert die Art der Schäden nicht, für die gehaftet wird. Allerdings bezieht sich diese Bestimmung auf den „Grundsatz“⁷⁷⁰ der Haftpflicht gegenüber Drittpersonen von [Art. 64 LFG](#). Dadurch beschränkt sich die Haftung nach [Art. 66 LFG](#) auf **Personen- und Sachschäden von Dritten auf der Erde**.⁷⁷¹

[Art. 66 LFG](#) begründet eine „echte“ **Solidarität** zwischen den Beteiligten.⁷⁷² Dabei regeln [Art. 143 ff. OR](#) die Wirkung der Solidarität. Aus [Art. 143 Abs. 1](#) und [Art. 144 Abs. 1 OR](#) folgt, dass die haftpflichtigen Halter im Aussenverhältnis für den ganzen Schaden haften, unabhängig von den konkreten Auswirkungen des Zusammenstosses.⁷⁷³ Somit steht es dem Geschädigten frei, «von allen

767 [Ziff. IV.C Haftung für reine Vermögensschäden](#), 172–183.

768 In der Lehre umstritten, dazu: [Ziff. III.A.2.j.2\) Abgrenzung zur strassenverkehrsrechtlichen Gefährdungshaftung \(Art. 58 SVG\)](#), 107–109.

769 Haftpflichtkommentar-BAUMANN, [Art. 66 LFG N 1 f](#); EBINGER, 122; MÜHLBAUER, N 193.

770 Vgl. Marginalie zu [Art. 64 LFG](#).

771 Zu den Schäden für die nach [Art. 64 LFG](#) gehaftet wird: [Ziff. III.A.2.d Art. 64 ff. LFG als Anspruchsgrundlagen für Personen- und Sachschäden](#), 85–89.

772 WERRO, Zusammenstoss, 130. Zur „echten“ Solidarität: [Ziff. III.A.2.g Haftung des Halters bei Schwarzflügen](#), 96–100, insb. die Quellenverweise bezüglich Begründung der „echten“ Solidarität durch (spezial-)gesetzliche Bestimmungen in [Fn. 739, 97](#).

773 WEBER, HAVE, 126. Vgl. KÖRNER, Rz. 152 und FELLMANN/ KOTTMANN, Band I, Rz. 2897.

Solidarschuldern je nur einen Teil oder das Ganze» (Art. 144 Abs. 1 OR) seines Schadens einzufordern.⁷⁷⁴

3) Rückgriff von Solidarschuldern

Im Innenverhältnis kann derjenige, der übermässig an die Tilgung des Schadens geleistet hat, durch Regress einen Ausgleich bzw. eine Korrektur der Schadenstragung bewirken.⁷⁷⁵ Die gesetzliche Grundlage dafür bildet Art. 148 OR. Diese Bestimmung legt fest, dass ein Solidarschuldner, der im Aussenverhältnis **mehr als seinen Anteil leistet, für den Mehrbetrag Rückgriff auf seine Mitschuldner** nehmen kann (Art. 148 Abs. 2 OR). Liegt „echte“ Solidarität vor, kann gleichzeitig Art. 50 Abs. 2 OR herangezogen werden, der bestimmt, dass sich der Umfang des Rückgriffs nach richterlichem Ermessen richtet. Zusätzlich zur selbständigen Rückgriffsforderung aus diesen beiden Gesetzesgrundlagen steht dem Regressberechtigten die Subrogation in die Rechte des befriedigten Geschädigten gegenüber seinen Mitschuldern (Art. 149 OR) zu.⁷⁷⁶

Im Rahmen von Art. 50 Abs. 2 OR hat der Richter die Festsetzung des **Umfangs des Rückgriffs** «nach Recht und Billigkeit» (Art. 4 ZGB) vorzunehmen.⁷⁷⁷ Damit erhält der Richter die Möglichkeit, unter Berücksichtigung der wesentlichen Umstände des Einzelfalls, nach objektiven Gesichtspunkten zu entscheiden.⁷⁷⁸ In erster Linie hat der Richter dabei die Grösse des Verschuldens des einzelnen Solidarschuldners zu berücksichtigen.⁷⁷⁹ Bei autonom

774 FELLMANN, Band II, Rz. 1604; BSK OR I-KESSLER, Art. 44 OR N 17; WERRO, Zusammenstoss, 131.

775 BK-BREHM, Art. 50 OR N 55; BK-BREHM, Art. 51 N 45; FELLMANN/ KOTTMANN, Band I, Rz. 2915; REY, Haftpflichtrecht, Rz. 1487.

776 BK-BREHM, Art. 50 OR N 56; CASANOVA, 20–21 und 52–56; FELLMANN, Regress und Subrogation, 13 und 17; OFTINGER/ STARK, Allgemeiner Teil, § 11 Rz. 4; OFTINGER/ STARK, Verschuldenshaftung, § 16 Rz. 388; REY, Haftpflichtrecht, Rz. 1493–1494; WERRO, responsabilité, Rz. 1652 und Rz. 1723; CR CO II-WERRO, Art. 50 CO N 7 und N 10–13.

777 BK-BREHM, Art. 50 OR N 57; FELLMANN/ KOTTMANN, Band I, Rz. 2921; REY, Haftpflichtrecht, Rz. 1504.

778 BSK ZGB I-HONSELL, Art. 4 ZGB N 8; REY, Haftpflichtrecht, Rz. 1504; CR CO II-WERRO, Art. 50 CO N 8.

779 BK-BREHM, Art. 50 OR N 58; FELLMANN/ KOTTMANN, Band I, Rz. 2922; BSK OR I-GRABER, Art. 50 N 25; CHK OR-MAZAN, Art. 50 N 22; OFTINGER/ STARK, Verschuldenshaftung, § 16 Rz. 339; REY, Haftpflichtrecht, Rz. 1504; ROBERTO, Rz. 18.16; KUKO OR-SCHÖNENBERGER, Art. 50/51 N 10; WERRO, responsabilité, Rz. 1652; CR CO II-WERRO, Art. 50 CO N 8; WERRO, Zusammenstoss, 117 f.

fliegenden Nano-, Mikro- und Kleindrohnen⁷⁸⁰ stellt sich diesbezüglich das Problem, dass es an einem Verschulden fehlt.⁷⁸¹ Der Richter hat deshalb den Beitrag des autonomen Systems zum Gesamtschaden ins Verhältnis zum Verschulden der anderen Solidarschuldner zu setzen. Aus dem jeweiligen Anteil am Schaden ergibt sich die Haftungsquote jedes Halters.

Beispiel 8: Die autonome Kleindrohne des Halters A und diejenige des Halters B sind in entgegengesetzter Flugrichtung unterwegs. Aufgrund eines Orientierungsfehlers verlassen jeweils beide ihre Flugbahn und kollidieren. Beim daraus folgenden Absturz der Drohne des Halters A wird ein Mensch am Kopf verletzt. Da beide Drohnen ihre Flugbahn verlassen haben, was gleichermaßen ursächlich für die Kollision war, haben beide autonomen Kleindrohnen im selben Umfang zum Schaden beigetragen. Halter A und Halter B haben im Innenverhältnis den Schaden zu je 50 % zu tragen.

Bei der Zuteilung der Haftungsquote im Innenverhältnis sind auch im Rahmen der Solidarhaftung von **Art. 64 ff. LFG persönliche Einreden der einzelnen Haftpflichtigen** zu berücksichtigen.⁷⁸² Dabei kommen namentlich Umstände gemäss **Art. 43 Abs. 1 OR** infrage, wie z.B. mitwirkender Zufall, ein ungewöhnlich hohes Einkommen des Geschädigten bzw. im Regressfall des Gläubigers, unentgeltliche Gefälligkeitshandlungen, etc.⁷⁸³ Zusätzlich kann ein solidarisch Haftpflichtiger nach **Art. 44 Abs. 2 OR** einwenden, dass ihn die Schadenersatzzahlung in eine Notlage bringen würde.⁷⁸⁴ Allerdings anerkennen die Judikatur und ein überwiegender Teil der Lehre **keine Notlage**,

780 Ziff. II.D Funktionsweise autonomer Drohnen, 20–41.

781 Ziff. IV.A.2 Wer ist verantwortlich für Fehlentscheidungen?, 152 f.

782 Vgl. BK-BREHM, Art. 43 OR N 44; FELLMANN, Band II, Rz. 1601, m.w.H.; FELLMANN/KOTTMANN, Band I, Rz. 2923; SCHNYDER/PORTMANN/MÜLLER-CHEN, Rz. 508.

783 KUKO OR-SCHÖNENBERGER, Art. 43 N 7; WERRO, responsabilité, Rz. 1183. Weiterführend: BK-BREHM, Art. 43 OR N 51–69; SCHNYDER/PORTMANN/MÜLLER-CHEN, Rz. 442. Ablehnend zum Zufall HONSELL/ISENRING/KESSLER, § 9 Rz. 7; OFTINGER/STARK, Allgemeiner Teil, § 7 Rz. 33–45. Ausführlich zum ungewöhnlich hohen Einkommen des Geschädigten: OFTINGER/STARK, Allgemeiner Teil, § 7 Rz. 49–52.

784 FELLMANN/KOTTMANN, Band I, Rz. 2923. BK-BREHM, Art. 44 N 67–79; BSK OR I-KESSLER, Art. 44 OR N 17; OFTINGER/STARK, Allgemeiner Teil, § 7 Rz. 53–56; REY, Haftpflichtrecht, Rz. 433–435; ROBERTO, Rz. 32.07; KUKO OR-SCHÖNENBERGER, Art. 43 N 7; WERRO, responsabilité, Rz. 1202. Gemäss HONSELL/ISENRING/KESSLER, § 9 Rz. 29, soll **Art. 44 Abs. 2 OR** nur bei leichter und mittlerer Fahrlässigkeit angewendet werden.

soweit eine **Versicherungsdeckung besteht**.⁷⁸⁵ Für Nanodrohnen gilt in der Schweiz zurzeit keine Versicherungspflicht und Mikro- und Kleindrohnen sind mit einer Versicherungssumme von CHF 1 Million ([Art. 14](#) und [Art. 20 VLK](#)) zu versichern.⁷⁸⁶ Im Einzelfall sind Schäden denkbar, für die keine Versicherungsdeckung besteht, z.B. bei einem Haftungsausschluss der Versicherung bei Schwarzfliegerei.⁷⁸⁷ Demzufolge ist eine Anwendung von [Art. 44 Abs. 2 OR](#) auf Schäden durch Nano-, Mikro- und Kleindrohnen im Innenverhältnis nicht auszuschliessen.

i. Schutz der Geschädigten bei Haftpflichtfällen

Verursachen Mikro- oder Kleindrohnen⁷⁸⁸ einen Schaden, schützt die **obligatorische Haftpflichtversicherung** gemäss [Art. 20 Abs. 1 VLK](#) Geschädigte vor der Zahlungsunfähigkeit des Halters bis zu CHF 1 Million.⁷⁸⁹ Nanodrohnen⁷⁹⁰ unterstehen zurzeit keiner Versicherungspflicht ([Art. 20 Abs. 2 lit. d VLK](#)).⁷⁹¹

Im Gegensatz z.B. zur strassenverkehrsrechtlichen Haftpflichtversicherung ([Art. 65 SVG](#)) existiert im Luftrecht **kein direktes Forderungsrecht**. Im SVG ermöglicht das unmittelbare Forderungsrecht dem Geschädigten, seine Ansprüche direkt beim Haftpflichtversicherer des Halters geltend zu machen ([Art. 65 Abs. 1 SVG](#)).⁷⁹² Dabei sind der Haftpflichtversicherung Einreden aus dem Versicherungsvertrag oder dem VVG⁷⁹³ verwehrt ([Art. 65 Abs. 2 SVG](#)).⁷⁹⁴ Im Gegenzug dazu steht dem Versicherer ein Regressrecht gegenüber dem

785 [BGE 113 II 323](#), 328 E. 1c. BK-BREHM, Art. 44 N 71; FELLMANN/ KOTTMANN, Band I, Rz. 2575; HONSELL/ ISENRING/ KESSLER, § 9 Rz. 32; BSK OR I-KESSLER, Art. 44 OR N 18; OFTINGER/ STARK, Allgemeiner Teil, § 7 Rz. 57; REY, Haftpflichtrecht, Rz. 436; ROBERTO, Rz. 32.07; SCHWENZER, Rz. 16.25; WERRO, responsabilité, Rz. 1203. A.M. KUKO OR-SCHÖNENBERGER, Art. 43 N 11.

786 [Ziff. V.A.1.b.3\) Betriebsvorschriften für Nano-, Mikro- und Kleindrohnen](#), 198–200.

787 [Ziff. III.A.2.g Haftung des Halters bei Schwarzflügen](#), 96–100.

788 Zur Bezeichnung und Unterscheidung nach Gewicht: [Ziff. II.B.1 Gewicht](#), 11–13.

789 Zum Zweck der obligatorischen Haftpflichtversicherung: OFTINGER/ STARK, Allgemeiner Teil, § 11 Rz. 104.

790 Zur Bezeichnung und Unterscheidung nach Gewicht: [Ziff. II.B.1 Gewicht](#), 11–13.

791 Zur Versicherungspflicht als Betriebsvoraussetzung von Nano-, Mikro- und Kleindrohnen: [Ziff. V.A.5.d Neue Luftverkehrsregeln für Nano-, Mikro- und Kleindrohnen](#), 219.

792 Weiterführend: GIGER, OFK-SVG, Art. 65 SVG N 1–3.

793 Bundesgesetz über den Versicherungsvertrag (Versicherungsgesetz, VVG), SR 221.229.1.

794 Weiterführend: GIGER, OFK-SVG, Art. 65 SVG N 4.

Halter zu, falls er Einreden aus dem Versicherungsvertrag hätte erheben können ([Art. 65 Abs. 3 SVG](#)).⁷⁹⁵

Anstelle eines direkten Forderungsrechts steht dem geschädigten Dritten im Luftrecht ein **Pfandrecht zu am Anspruch des Halters gegen den Versicherer** im Umfang der Schadenersatzforderung ([Art. 131 Abs. 2 LFV](#)).⁷⁹⁶ Diese Regelung sieht dem direkten Forderungsrecht gemäss [Art. 60 VVG](#) ähnlich. Dabei gilt das direkte Forderungsrecht nur für die gemäss dem Versicherungsvertrag versicherten Leistungen und dem Versicherer stehen sämtliche Einreden aus dem Versicherungsvertrag gegenüber dem Geschädigten zu.⁷⁹⁷ Der Deckungsumfang und die Einredemöglichkeiten des Versicherers sind in [Art. 131 Abs. 1 LFV](#) unklar formuliert. Die wohl einschlägige Lehrmeinung spricht sich dafür aus, dass das Pfandrecht bis zur Höhe der Mindestversicherungspflicht unabhängig allfälliger Haftungsausschlüsse in den Versicherungsbestimmungen gilt.⁷⁹⁸ Bei Mikro- und Kleindrohnen kann der Versicherer somit nur bei einer Leistungspflicht, die über der Mindestversicherungssumme von CHF 1 Million liegt, Einreden gegenüber dem Geschädigten vorbringen.⁷⁹⁹

Anders als im SVG ([Art. 65 Abs. 3 SVG](#)) besteht im Luftrecht von Gesetzes wegen **kein Regressrecht des Versicherers** gegenüber dem Halter, falls der Versicherer mehr leistet, als er gemäss dem Versicherungsvertrag verpflichtet gewesen wäre. Ein solcher Rückgriff bedarf einer ausdrücklichen Bestimmung im Versicherungsvertrag.⁸⁰⁰

Zurzeit wird an einer **Teilrevision des VVG** gearbeitet. Darin ist ein allgemeines direktes Forderungsrecht von Geschädigten bei obligatorischen Haftpflichtversicherungen vorgesehen ([Art. 59 Abs. 2 VE-VVG](#)).⁸⁰¹ Die Umsetzung einer solchen Bestimmung hätte voraussichtlich auch eine Revision von [Art. 131 LFV](#) zur Folge.⁸⁰²

795 Weiterführend: GIGER, OFK-SVG, Art. 65 SVG N 5–11a.

796 FELLMANN, Band II, Rz. 1624.

797 BSK VVG-CARRON, Art. 60 N 18; FELLMANN, Band II, Rz. 1461–1462.

798 GERSPACHER/ BEHREND, ASDA/SVLR-Bulletin, 15.

799 Vgl. dazu auch [Art. 129 LFV](#), der die Bedingungen aus dem Nachweis über die Sicherstellung als unabänderlich erklärt.

800 GERSPACHER/ BEHREND, ASDA/SVLR-Bulletin, 16.

801 EIDGENÖSSISCHES FINANZDEPARTEMENT, 44.

802 GERSPACHER/ BEHREND, ASDA/SVLR-Bulletin, 16.

j. Abgrenzung der Haftung nach LFG zu anderen Ansprüchen
Art. 64 Abs. 1 LFG statuiert eine verschuldensabhängige Haftung für Personen- und Sachschäden von Haltern von Nano-, Mikro- und Kleindrohnen.⁸⁰³ Bei einem Schadensereignis können gleichzeitig **weitere ausservertragliche Haftungsnormen** und die vertragliche Haftung infrage kommen.

1) Abgrenzung zur ausservertraglichen Haftung des OR und ZGB
Zwischen den spezialgesetzlichen Gefährdungshaftungen, wie diejenigen von **Art. 64 ff. LFG**, und den ausservertraglichen Haftungstatbeständen des OR und des ZGB⁸⁰⁴ besteht grundsätzlich **Anspruchskonkurrenz**.⁸⁰⁵ Gerade im Hinblick auf die verhältnismässig kurzen Verjährungsfristen von **Art. 68 LFG** können die ausservertraglichen Haftungsgrundlagen nach OR und ZGB von Bedeutung sein.⁸⁰⁶ Bei Schäden durch autonome Nano-, Mikro- und Kleindrohnen fehlen allerdings häufig Anspruchsvoraussetzungen für eine parallele Haftung nach den Bestimmungen des OR bzw. ZGB.⁸⁰⁷

2) Abgrenzung zur strassenverkehrsrechtlichen Gefährdungshaftung (Art. 58 SVG)
Art. 7 Abs. 1 SVG definiert ein Motorfahrzeug als «jedes Fahrzeug mit eigenem Antrieb, durch den es auf dem Erdboden unabhängig von Schienen fortbewegt wird.» Es stellt sich die Frage, inwieweit **Luftfahrzeuge** dem SVG unterstehen, wenn sie sich **auf der Erde bewegen**.

Unstreitig dürfte sein, dass sog. **hybride Fahrzeuge**, die für einen Betrieb in der Luft und auf Strassen ausgelegt sind,⁸⁰⁸ unter **Art. 7 Abs. 1 SVG** fallen, wenn sie sich auf der Erde bewegen.⁸⁰⁹

803 Ziff. III.A.2.b Gefährdungshaftung nach Art. 64 LFG, 81 f.

804 Siehe z.B. die Haftungstatbestände in: Ziff. IV.B.3.c Keine analoge Anwendung von Haftungen für Dritte, 164–167.

805 FELLMANN, Band II, N 1549; FELLMANN/ KOTTMANN, Band I, N 12; HONSELL/ ISENRING/ KESSLER, § 20 N 24; SCHWENZER, Rz. 54.04. A.M.: DESCHENAUX/ TERCIER, § 32 Rz. 2–20; KELLER/ GABI/ GABI, 162; OFTINGER/ STARK, Allgemeiner Teil, § 13 N 33; REY, Haftpflichtrecht, N 1247.

806 Zur Verjährung: Ziff. III.A.2.l Verjährung, 116 f.

807 Ziff. IV.B.3.c Keine analoge Anwendung von Haftungen für Dritte, 164–167.

808 Z.B.: <https://www.heise.de/newsticker/meldung/Tragschrauber-PAL-V-nimmt-Bestellungen-fuer-sein-fliegendes-Auto-entgegen-3626699.html> und <http://robohub.org/flying-cars-are-coming-what-will-they-mean/>.

809 GIGER, OFK-SVG, Art 7 SVG N 4; OFTINGER/ STARK, Gefährdungshaftungen, § 24 Rz. 52.

Bei **Luftfahrzeugen**, die grundsätzlich für einen Betrieb in der Luft ausgelegt sind und die sich **auf dem Boden bewegen**, ist diese Frage umstritten.

Eine **Lehrmeinung** begründet die **Subsumtion von Luftfahrzeugen unter Art. 7 Abs. 1 SVG** damit, dass sich Luftfahrzeuge entsprechend der Legaldefinition mit eigenem Antrieb auf dem Boden fortbewegen können.⁸¹⁰ Als Konsequenz würde der Halter, wenn sich das Luftfahrzeug in Betrieb, aber nicht im Flug befindet,⁸¹¹ nach **Art. 58 Abs. 1 SVG** haften.⁸¹² Zudem wäre der Halter unter den Voraussetzungen von **Art. 58 Abs. 2 SVG** schadenersatzpflichtig, falls das nicht in Betrieb befindliche Luftfahrzeug einen Verkehrsunfall verursachen würde.⁸¹³

Die wohl **überwiegende Meinung** stützt sich auf das Kriterium, dass ein Motorfahrzeug hauptsächlich «auf dem Erdboden (...) fortbewegt wird» (**Art. 7 Abs. 1 SVG**) und **schliesst damit Luftfahrzeuge vom Anwendungsbereich des SVG aus.**⁸¹⁴

Zwar sind hybride Nano-, Mikro- und Kleindrohnen denkbar, welche die Anforderungen von **Art. 7 Abs. 1 SVG** erfüllen und deren Halter somit der Haftung des SVG unterliegen. Aufgrund der Konstruktionsweise heute gängiger Nano-, Mikro- und Kleindrohnen⁸¹⁵ ist davon i.d.R. nicht auszugehen. Somit sind Halter von **Nano-, Mikro- und Kleindrohnen nicht nach dem Strassenverkehrsrecht** haftpflichtig. Eine Konkurrenz zur luftrechtlichen Haftung fällt deshalb ausser Betracht.

810 BREHM, responsabilité, Rz. 154; FELLMANN, Band II, Rz. 1550. In KELLER, 269 f., wird für rollende Luftfahrzeuge ebenfalls die Haftung des SVG als anwendbar erklärt. Allerdings wird anschliessend ebd., 286, wohl die Auffassung vertreten, dass Luftfahrzeuge nicht in den Anwendungsbereich des SVG fallen.

811 Zur Frage, wann sich ein Luftfahrzeug im Flug befindet: **Ziff. III.A.2.c Wann befindet sich ein unbemanntes Luftfahrzeug im Flug?**, 82–85, und **Ziff. III.A.2.h.1) Konstellationen bei Kollisionen von Luftfahrzeugen**, 100–102.

812 Weiterführend zu **Art. 58 Abs. 1 SVG**: **Haftpflichtkommentar-GIGER**, Art. 58 SVG N 3–60; GIGER, OFK-SVG, Art. 58 SVG N 1–54.

813 Weiterführend zu **Art. 58 Abs. 2 SVG**: **Haftpflichtkommentar-GIGER**, Art. 58 SVG N 61–62; GIGER, OFK-SVG, Art. 58 SVG N 55–56.

814 DESCHENAUX/ TERCIER, § 15 Rz. 35; JEANNERET, Fn. 117; MÜLLER/ MAUCHLE, AJP, 480; OFTINGER/ STARK, Gefährdungshaftungen, § 24 Rz. 52; REY, Haftpflichtrecht, Rz. 1280; WERRO, responsabilité, Rz. 901. KELLER, 286, vertritt wohl ebenso diese Auffassung, er postuliert aber ebd., 269 f., für Luftfahrzeuge auf dem Rollweg die Anwendung der Haftung des SVG (siehe auch **Fn. 809, 107**).

815 Weiterführend: **Ziff. II Eigenschaften autonomer Drohnen**, 9–73.

Selbst wenn Nano-, Mikro- und Kleindrohnen auch unter die Haftung des SVG fallen würden, bestünde **keine Anspruchskonkurrenz** zur luftrechtlichen Haftung. Sobald sich Luftfahrzeuge im Flug befinden, käme **Art. 64 ff. LFG** zur Anwendung – während ausserhalb dieser Zeit **Art. 58 ff. SVG** angewendet werden könnte.⁸¹⁶

3) Anspruchskonkurrenz bei Ansprüchen aus spezialgesetzlicher Haftung wie dem PrHG

Inwieweit zwischen spezialgesetzlich geregelten Gefährdungshaftungstatbeständen Anspruchskonkurrenz herrscht, ist teilweise umstritten.⁸¹⁷ Sofern ein spezialgesetzlicher Haftungstatbestand keine exklusive Anwendung vorsieht,⁸¹⁸ wird vorliegend von Anspruchskonkurrenz ausgegangen. Im LFG ist bezüglich anderer spezialgesetzlicher Haftungen **keine Exklusivität** vorgesehen. Ein solcher Vorbehalt fehlt auch im PrHG⁸¹⁹ im Verhältnis zum LFG. Folglich ist zwischen Haftpflichtansprüchen aus dem LFG und dem PrHG von Anspruchskonkurrenz auszugehen.

4) Anspruchskonkurrenz bei parallelen vertraglichen Entschädigungsansprüchen

Wenn Nano-, Mikro- und Kleindrohnen einen Personen- oder Sachschaden verursachen, können in einigen Fällen neben der ausservertraglichen Haftung auch vertragliche Ansprüche bestehen.

Denkbar ist z.B., dass ein Arbeitnehmer eines Logistikunternehmens durch eine beim Start fehlgeleitete Paketdrohne seines Arbeitgebers verletzt wird.⁸²⁰ Grundsätzlich sind Arbeitnehmer gegen Unfälle an ihrem Arbeitsplatz

816 Weiterführend zu einer Haftung von Luftfahrzeugen nach SVG: FELLMANN, Band II, Rz. 1551–1553.

817 FELLMANN/ KOTTMANN, Band I, Rz. 1225. Für das PrHG eine Anspruchskonkurrenz ablehnend: *BBl* 1993 I 805, 806; BORSARI, 47 f.; JÄGGI, AJP, 1423. Für das SVG ablehnend: OPTINGER/ STARK, Gefährdungshaftungen, § 25 Rz. 78. Eine Anspruchskonkurrenz im Fall des PrHG befürwortend: BSK OR I-FELLMANN, Art. 11 PrHG N 4; FELLMANN/ KOTTMANN, Band I, Rz. 1225; HESS, SHK-PrHG, Art. 11 PrHG N 13; REY, Haftpflichtrecht, Rz. 1236.

818 Zur Gesetzeskonkurrenz bei Exklusivität: OPTINGER/ STARK, Allgemeiner Teil, § 13 Rz. 4. Zur Kollision verschiedener Kausalhaftungen: ebd., § 13 Rz. 20–29.

819 Ausführlich zur Anwendung des PrHG auf Nano-, Mikro- und Kleindrohnen: *Ziff. III.B.1 Produkthaftpflicht, 117–130*.

820 HÄNSENBERGER, AJP, 169.

obligatorisch versichert (Art. 1a Abs. 1 lit. a UVG⁸²¹).⁸²² Personenschäden trägt somit in erster Linie die Unfallversicherung des Arbeitgebers. Gleichzeitig hält Art. 77 Abs. 1 LFG fest, dass **obligatorisch unfallversicherten Personen die luftrechtlichen Haftungsansprüche (Art. 64 ff. LFG) gewahrt bleiben**.⁸²³ Dasselbe gilt für einen allfälligen Rückgriff des Versicherers auf den Arbeitgeber (Art. 77 Abs. 1 LFG).

Für die **übrigen Fälle** paralleler vertraglicher Haftung, welche nicht zum Anwendungsbereich von Art. 77 LFG zählen, können nach dem Wortlaut von Art. 69 LFG keine Ansprüche nach Art. 64 ff. LFG geltend gemacht werden.⁸²⁴ Demnach blieben z.B. dem Arbeitnehmer, dessen Brille durch eine Drohne des Arbeitgebers beschädigt wird, Ansprüche nach Art. 64 ff. LFG verwehrt. Der Grund liegt darin, dass es sich um einen Sachschaden handelt und dafür keine obligatorische Versicherungspflicht des Arbeitgebers besteht.⁸²⁵ Ebenso könnte der Eigentümer einer Liegenschaft keine Ansprüche nach LFG geltend machen, dessen Fenster durch eine Kameradrohne eines beauftragten Fotografen zu Bruch geht.⁸²⁶

Allerdings geht die **überwiegende Lehre**,⁸²⁷ entgegen der Auffassung des Bundesgerichts,⁸²⁸ von einer **Anspruchskonkurrenz** zwischen Vertragsrecht und spezialgesetzlichen Gefährdungshaftungen aus. In der Botschaft wurde die Exklusivität von vertraglichen Ansprüchen gemäss Art. 69 LFG mit einem

821 Bundesgesetz über die Unfallversicherung (UVG), SR 832.20.

822 Als Ausnahmen gelten mitarbeitende Familienmitglieder ohne Barlohn und AHV-Pflicht (Art. 1a Abs. 2 UVG i.V.m. Art. 2 Verordnung über die Unfallversicherung (UVV), SR 832.202). Weiterführend zur UVG-Versicherungspflicht und zur bundesgerichtlichen Rechtsprechung: RUMO-JUNGO/ HOLZER, 9–14.

823 A.M. allerdings noch zum alten Recht: KELLER, 271.

824 In BBl 1945 I 341, 363 wird der Inhalt von Art. 69 LFG damit begründet, dass nur unbeteiligte Dritte von der scharfen Kausalhaftung profitieren sollen.

825 Arbeitsvertragliche Haftungsansprüche könnten sich z.B. auf Art. 328 OR stützen. Weiterführend: STREIFF/ VON KAENEL/ RUDOLPH, Art. 328 N 13, m.w.H.

826 Haftungsansprüche aus einem Auftrag könnten sich z.B. auf Art. 398 Abs. 1 und 2 OR stützen. Weiterführend: BSK OR I-WEBER, Art. 398 OR N 18–35.

827 FELLMANN/ KOTTMANN, Band I, N 11; GAUCH/ SCHLUEP/ SCHMID/ EMMENEGGER, Rz. 2944; OFTINGER/ STARK, Allgemeiner Teil, § 13 N 43; REY, Haftpflichtrecht, N 44; SCHWENZER, Rz. 54.04. A.M. MÜHLBAUER, N 195, allerdings ohne die abweichenden Lehrmeinungen zur Anspruchskonkurrenz zu erwähnen. Zur Exklusivität der Eisenbahnhaftpflicht gegenüber dem Vertragsrecht: BGE 113 II 246, 251 E. 8.

828 BGE 113 II 246, 251 E. 8; 106 II 75, 77 E. 2.

«logischen Vorbehalt betreffend das Vertragsrecht»⁸²⁹ begründet. Mit Blick auf die aktuelle Lehre ist ein solcher Vorbehalt nicht mehr zu erkennen.⁸³⁰ Demzufolge ist zwischen vertraglicher Haftung und der luftrechtlichen Gefährdungshaftung nach **Art. 64 ff. LFG**, entgegen dem Wortlaut von **Art. 69 LFG**, von Anspruchskonkurrenz auszugehen.⁸³¹

Somit können sich geschädigte Vertragspartner, wie der Arbeitnehmer und der Eigentümer in den vorstehenden Beispielen, **neben vertraglichen Ansprüchen auch auf Art. 64 ff. LFG** berufen.⁸³²

k. Gerichtsstand und anwendbares Recht bei nationalen und internationalen Sachverhalten

1) Nationale Sachverhalte

Für nationale Sachverhalte kommt bei der Bestimmung des Gerichtsstandes die schweizerische Zivilprozessordnung (ZPO) zur Anwendung. Diese sieht bei Flugunfällen, anders als für Klagen aus Motorfahrzeugunfällen (**Art. 38 ZPO**), keine gesonderte Gerichtsstandsregelung vor.⁸³³ Demzufolge kommt für Ansprüche aus **Art. 64 ff. LFG** die **Grundsatznorm für Klagen aus unerlaubter Handlung (Art. 36 ZPO)** zur Anwendung.⁸³⁴ Diese Bestimmung legt fest, dass die Klage wahlweise am Wohnsitz oder Sitz der geschädigten Person, der beklagten Partei oder am Handlungs- oder Erfolgsort geltend zu machen ist.

2) Internationale Sachverhalte

Liegt ein internationaler Sachverhalt⁸³⁵ vor, richtet sich die Frage des anwendbaren Rechts und des Gerichtsstandes zunächst nach einem all-fälligen Staatsvertrag.⁸³⁶ Im Luftrecht kommen dazu insbesondere das

829 **BBl 1945 I 341**, 363.

830 Vgl. Verweise in **Fn. 826, 110**.

831 **FELLMANN**, Band II, Rz. 1491 und ebd., Rz. 1554–1556.

832 **HÄNSENBERGER**, **AJP**, 169.

833 Ehemals war der Gerichtsstand für Klagen aus **Art. 64 ff. LFG** in **Art. 67 LFG** geregelt. Diese Bestimmung wurde mit der Einführung der Schweizer ZPO aufgehoben.

834 **BSK ZPO-HEMPEL**, Art. 36 ZPO N 2.

835 Zur Frage der Internationalität: **BSK IPRG-SCHNYDER/ GROLIMUND**, Art. 1 IPRG N 2.

836 Vgl. Datenbank der Staatsverträge der Schweiz unter <https://www.eda.admin.ch/eda/de/home/aussenpolitik/voelkerrecht/internationale-vertraege/datenbank-staatsvertraege.html>.

ICAO-Übereinkommen⁸³⁷, das Warschauer Abkommen oder das Montreal Übereinkommen⁸³⁸ infrage, welche jedoch keine Regeln zu Drittschäden enthalten und damit vorliegend ausser Betracht fallen. Fehlt zwischen den beteiligten Staaten ein spezielles Abkommen, sind die Bestimmungen des IPRG⁸³⁹ massgeblich ([Art. 1 Abs. 2 IPRG](#)).⁸⁴⁰

Nano-, Mikro- und Kleindrohnen verfügen zurzeit nur über eine **beschränkte Reichweite**.⁸⁴¹ Deshalb kommen bei internationalen Sachverhalten vorwiegend Beteiligte aus den Nachbarländern der Schweiz infrage. Dabei sind die umliegenden Staaten, mit Ausnahme des Fürstentums Liechtenstein, Mitglieder der EU.⁸⁴²

Sind im Schadensfall Personen aus EU-Mitgliedstaaten und der Schweiz beteiligt, fällt dies in den Anwendungsbereich des Luftverkehrsabkommens zwischen der EU und der Schweiz⁸⁴³. Dadurch sind auch die Verordnungen der EU im Bereich der Luftfahrt für die Schweiz von Bedeutung.⁸⁴⁴ Sie gehen den Bestimmungen des IPRG ([Art. 1 Abs. 2 IPRG](#))⁸⁴⁵ und als Spezialmaterie⁸⁴⁶ den Regelungen des LugÜ⁸⁴⁷ vor. Zur luftrechtlichen Drittschadenshaftung existieren in der EU im Moment keine spezifischen Bestimmungen.⁸⁴⁸ Für Haftungsfragen aus unerlaubten Handlungen zwischen Beteiligten aus ver-

837 [Ziff. III.A.1.a ICAO-Übereinkommen ohne Haftpflichtregelung, 76.](#)

838 [Ziff. III.A.1.b Warschauer Abkommen und Montrealer Übereinkommen ohne Regeln zu Drittschäden, 76 f.](#)

839 Bundesgesetz über das internationale Privatrecht (IPRG), SR 291.

840 Weiterführend dazu: FURRER/ GIRSBERGER/ MÜLLER-CHEN, Kap. 2 Rz. 27–31; BSK IPRG-SCHNYDER/ GROLIMUND, Art. 1 IPRG N 15–20.

841 Tabelle 1 – Kategorisierung unbemannter Luftfahrzeuge in der Schweiz und den USA, 12.

842 Die Mitgliedschaft in der EU beruht für Deutschland, Frankreich und Italien auf dem Vertrag über die Europäische Union vom 7.2.1992 („Vertrag von Maastricht“), während Österreich per 1.1.1995 beiträt (BERGMANN, 17).

843 Abkommen zwischen der Schweizerischen Eidgenossenschaft und der Europäischen Gemeinschaft über den Luftverkehr, abgeschlossen am 21.6.1999, in Kraft getreten am 1.6.2002, SR 0.748.127.192.68 (zit. LVA CH–EU).

844 Weiterführend: [Ziff. V.A.1.b.1\) Europäische Vorgaben für das Schweizer Luftrecht, 196 f.](#)

845 EBINGER, 23.

846 Zum Verhältnis des LugÜ zu anderen staatsvertraglichen Instrumenten: [Art. 64 ff. LugÜ](#), insb. [Art. 67 LugÜ](#) sowie BSK LugÜ-ROHNER/ LERCH, Art. 1 LugÜ N 6, m.w.H.

847 Übereinkommen über die gerichtliche Zuständigkeit und die Anerkennung und Vollstreckung von Entscheidungen in Zivil- und Handelssachen (Lugano-Übereinkommen, LugÜ), SR 0.275.12.

848 BOLLWEG, Schäden Dritter, N 5.

schiedenen EU-Staaten ist die Verordnung (EG) 864/2007⁸⁴⁹ einschlägig. Sie regelt das anwendbare Recht auf ausservertragliche Schuldverhältnisse in der EU im Allgemeinen. Diese Verordnung hat die Schweiz allerdings nicht übernommen. Somit **fehlt es im Verhältnis zur EU an einer spezifischen luftrechtlichen Regelung** betreffend das anwendbare Recht und den Gerichtsstand bei der Drittschadenshaftung.

Damit finden die Bestimmungen des LugÜ über die gerichtliche Zuständigkeit für Zivilsachen **im Verhältnis zwischen der Schweiz und der EU**⁸⁵⁰ Anwendung (Art. 1 Ziff. 1 LugÜ).⁸⁵¹ Zunächst legt Art. 2 Abs. 1 LugÜ den allgemeinen Gerichtsstand am Wohnsitz des Beklagten fest.⁸⁵² Für die Haftung aus unerlaubter Handlung bestimmt Art. 5 Ziff. 3 LugÜ zudem das Gericht am Ort, «an dem das schädigende Ereignis eingetreten ist», für zuständig.⁸⁵³ Damit werden **Drittgeschädigte hinsichtlich des Gerichtsstands privilegiert**, da sie nicht die Gerichte am Wohnsitz des Schädigers anrufen müssen. Dieser Gerichtsstand ist auch für Klagen anwendbar, denen Sachverhalte zugrunde liegen, die in der Schweiz zu einer Haftung nach Art. 64 ff. LFG⁸⁵⁴ führen.

Die Verletzung absolut geschützter Rechtsgüter, wie **Personen- und Sachschäden**, ist das primäre Anwendungsfeld von Art. 5 Ziff. 3 LugÜ.⁸⁵⁵ Allerdings können auch die **Verletzungen von Schutznormen und reine Vermögensschäden** am Gerichtsstand nach Art. 5 Ziff. 3 LugÜ geahndet werden.⁸⁵⁶ Das ist insbesondere im Zusammenhang mit der untenstehend vorgeschlagenen Gefährdungshaftung für reine Vermögensschäden⁸⁵⁷ von Bedeutung.

849 Verordnung (EG) 864/2007 des Europäischen Parlamentes und des Rates vom 11.7.2007 über das auf außervertragliche Schuldverhältnisse anzuwendende Recht (Rom II).

850 Das LugÜ wurde ratifiziert von Dänemark, der Europäischen Union, Island, Norwegen und der Schweiz: <http://www.eda.admin.ch/vertraege>. Nicht Partei des LugÜ ist das Fürstentum Liechtenstein (FRICK, liechtenstein-journal, 106).

851 Zum zeitlichen, räumlichen und sachlichen Anwendungsbereich: BSK LugÜ-ROHNER/LERCH, Art. 1 LugÜ N 1 und 4.

852 BSK LugÜ-DALLAFIOR/ HONEGGER, Art. 2 LugÜ N 1–8.

853 BSK LugÜ-HOFMANN/ KUNZ, Art. 5 LugÜ N 448–452.

854 Ziff. III.A.2.d Art. 64 ff. LFG als **Anspruchsgrundlagen für Personen- und Sachschäden**, 85–89.

855 BSK LugÜ-HOFMANN/ KUNZ, Art. 5 LugÜ N 474.

856 BSK LugÜ-HOFMANN/ KUNZ, Art. 5 LugÜ N 478 f.

857 Ziff. V.C Einführung einer Gefährdungshaftung für reine Vermögensschäden, 233–239.

Nach konstanter Rechtsprechung haben **Geschädigte** im Rahmen von **Art. 5 Ziff. 3 LugÜ** bei Distanzdelikten die **Wahl zwischen** dem «Ort des ursächlichen Geschehens» (**Handlungsort**) **oder** dem «Ort, an dem sich der Schadenserfolg verwirklicht hat» (**Erfolgsort**).⁸⁵⁸ Bei Schäden infolge autonomer Flüge stellt sich die Frage, ob neben dem Erfolgsort auch ein Handlungsort vorliegt. So könnte argumentiert werden, dass eine autonome Nano-, Mikro- und Kleindrohne selbständig sowie ohne dass ein Mensch den Entscheid zum Abflug trifft,⁸⁵⁹ losfliegt und es deshalb an einem Handlungsort fehle. Allerdings wäre eine solche Auffassung abzulehnen. Der Grund dafür liegt darin, dass bei der Bestimmung des Gerichtsstandes nicht auf die autonomen Fähigkeiten abzustellen ist, sondern auf den gefährlichen Betrieb einer autonomen Nano-, Mikro- und Kleindrohne.⁸⁶⁰ Folglich liegt der Handlungsort an demjenigen Ort, von dem aus der Halter die Drohne betreibt.

Das LugÜ regelt ebenfalls den Gerichtsstand für **Ansprüche gegenüber Haftpflichtversicherern**. Geschädigte verfügen im Schweizer Luftrecht nur über ein Pfandrecht (**Art. 131 LFV**) und kein direktes Forderungsrecht gegenüber der Haftpflichtversicherung des Halters.⁸⁶¹ Klagen des Geschädigten gegen den Haftpflichtversicherer können somit an den verschiedenen Gerichtsständen von **Art. 8, 9, 10** und **11 Abs. 1 LugÜ** erhoben werden.⁸⁶² Zwar sieht **Art. 13 Ziff. 5** i.V.m. **Art. 14 Ziff. 2 lit. a LugÜ** die Möglichkeit einer Gerichtsstandsvereinbarung zwischen Halter und Haftpflichtversicherer vor. Allerdings ist die Gültigkeit einer solchen Vereinbarung aufgrund des Sozialschutzgedankens abzulehnen, sofern sie Ansprüche der obligatorischen Versicherungspflicht (**Art. 20 Abs. 1 VLK**) einschliesst.⁸⁶³

858 EuGH, 13.7.2017, C-194/16, Svensk Handel AB, Nr. 27; **BGE 133 III 282**, 284 f. E. 2; **BGE 132 III 778**, 784 E. 3.

859 Vgl. **Ziff. II.E Autonome Entscheidungsprozesse**, 42–67.

860 Vgl. zum Ort, an dem der Schädiger einen gefährlichen Betrieb unterhält: BSK LugÜ-HOFMANN/ KUNZ, Art. 5 LugÜ N 561.

861 **Ziff. III.A.2.i Schutz der Geschädigten bei Haftpflichtfällen**, 105 f.

862 Sollte im Rahmen der Teilrevision des VVG ein direktes Forderungsrecht auch im Luftrecht eingeführt werden (**Ziff. III.A.2.i Schutz der Geschädigten bei Haftpflichtfällen**, 105 f.), wären zudem **Art. 11 Ziff. 2 und 3 LugÜ** einschlägig. Ausserhalb des Anwendungsbereichs des LugÜ käme **Art. 131 IPRG** zur Anwendung (weiterführend: BSK IPRG-UMBRICHT/ RODRIGUEZ/ KRÜSI, Art. 131 IPRG N 1–9).

863 Ähnlich zu Personenschäden an Passagieren und Schäden an deren Reisegepäck: BSK LugÜ-OETIKER/ JENNY, Art. 14 LugÜ N 14.

Das Fürstentum Liechtenstein ist kein Vertragsstaat des LugÜ.⁸⁶⁴ Somit sind für Klagen gegen den Halter grundsätzlich **Art. 129 ff. IPRG zur unerlaubten Handlung** einschlägig. Demnach sind die Schweizer Gerichte am Wohnsitz bzw. Aufenthaltsort des Beklagten sowie am Handlungs- oder Erfolgsort zuständig und falls die Klage auf die Tätigkeit einer Niederlassung zurückgeht, auch am Ort der Niederlassung (**Art. 129 Abs. 1 IPRG**).⁸⁶⁵

Zur **Bestimmung des anwendbaren Rechts** ist das IPRG sowohl in Bezug auf die EU als auch auf das Fürstentum Liechtenstein beizuziehen. Das LugÜ enthält dazu keine Bestimmungen.⁸⁶⁶ Sofern keine Rechtswahl der Parteien vorliegt (**Art. 132 IPRG**), bestimmt **Art. 133 IPRG** das anwendbare Recht: Zunächst bestimmt sich dieses nach einem allfälligen bereits bestehenden Rechtsverhältnis zwischen Schädiger und Geschädigtem (**Art. 133 Abs. 3 IPRG**). So kommen zunächst z.B. arbeitsrechtliche Bestimmungen zur Anwendung, falls ein Arbeitnehmer durch eine Mikrodrohne des Arbeitgebers verletzt wird.⁸⁶⁷ Häufig fehlt allerdings ein vorbestehendes Rechtsverhältnis bei Drittschäden nach **Art. 64 ff. LFG**.⁸⁶⁸ In einem solchen Fall ist das Recht am Ort des gewöhnlichen Aufenthalts von Schädiger und Geschädigtem massgeblich, sofern dieser Ort im selben Staat liegt (**Art. 133 Abs. 1 IPRG**). Als Schädiger in diesem Sinne ist der Halter bzw. Betreiber einer autonomen Nano-, Mikro- und Kleindrohne zu verstehen. Ist diese Voraussetzung nicht erfüllt, gilt das Prinzip des *lex loci delicti* (**Art. 133 Abs. 2 IPRG**). Letzteres bedeutet für den Fall eines Schadens durch Nano-, Mikro- und Kleindrohnen, dass sich das anwendbare Recht nach dem Unfallort bestimmt. Die Anwendung des *lex loci delicti* setzt allerdings voraus, dass der Schädiger mit dem Eintritt des Erfolges im betreffenden Staat rechnen musste (**Art. 133 Abs. 2 IPRG**).⁸⁶⁹ Bei autonomen Flügen kann in Frage gestellt sein, inwieweit ein Unfallort im Einzelfall vorzusehen ist. So wählt das Missionskontroll-System die Flugroute ab Autonomielevel 3⁸⁷⁰ selbst oder externe Einflüsse⁸⁷¹, wie star-

864 Zu den Vertragsstaaten des LugÜ: **Fn. 849, 113**.

865 Weiterführend: BSK IPRG-UMBRICHT/ RODRIGUEZ/ KRÜSI, Art. 129 IPRG N 1–38.

866 KUNZ, Plädoyer, 38.

867 Siehe das Beispiel in **Ziff. III.A.2.j.4) Anspruchskonkurrenz bei parallelen vertraglichen Entschädigungsansprüchen**, 109–111.

868 **Ziff. II.H Gefahren durch Nano-, Mikro- und Kleindrohnen**, 70–72.

869 Zum Kaskadensystem von **Art. 133 IPRG**: BSK IPRG-UMBRICHT/ RODRIGUEZ/ KRÜSI, Art. 133 IPRG N 2.

870 **Ziff. II.E.5 Grad der Autonomie**, 56–60.

871 **Ziff. IV.A.4 Externe Einflüsse**, 156–158.

ker Wind, können eine Nano-, Mikro- oder Kleindrohne vom geplanten Kurs abbringen. Für den Geschädigten kommt erschwerend hinzu, dass er die Beweislast für die Voraussehbarkeit trägt.⁸⁷² Gesucht ist deshalb ein objektives Anknüpfungskriterium für die Voraussehbarkeit der Schädigung am Unfallort. Hierzu eignet sich die maximale Reichweite⁸⁷³, welche die technischen Eigenschaften⁸⁷⁴ einer Nano-, Mikro- oder Kleindrohne zulassen. Diese Reichweite ab dem Startpunkt bildet dann den Radius, in dem ein Halter bzw. Betreiber mit Unfällen durch die autonome Drohne rechnen muss, die konkret geplante Flugroute spielt somit keine Rolle. Angaben zur Reichweite der jeweiligen Nano-, Mikro- oder Kleindrohne könnten ihrer Kategorisierung im Rahmen von künftigen Zulassungs- und Betriebsvorschriften⁸⁷⁵ entnommen werden.

I. Verjährung

Für die Geltendmachung von Schäden durch Nano-, Mikro- und Kleindrohnen nach [Art. 64 ff. LFG](#) sind die [Verjährungsbestimmungen von Art. 68 LFG](#) beizuziehen.

Demnach beginnt die [relative Verjährungsfrist von einem Jahr \(Art. 68 Abs. 1 LFG\)](#) sobald der Geschädigte bei der Anwendung der gebotenen Aufmerksamkeit von einem Schaden und dessen Höhe sowie von der Person des Haftpflichtigen hätte Kenntnis haben können. Fahrlässig verschuldete Unkenntnis geht zu Lasten des Geschädigten. Zudem beschränkt sich die [absolute Verjährungsfrist auf drei Jahre](#) seit dem Tag der Schadensverursachung ([Art. 68 Abs. 3 LFG](#)).⁸⁷⁶

Die Schweizer Verjährungsregelung im Luftrecht [entspricht](#) derjenigen von [Art. 17 des 2. Römer Haftungsabkommens](#)^{877, 878}.

872 [BGE 125 III 103](#), 107 f. E. 3b; BSK IPRG-UMBRICHT/RODRIGUEZ/KRÜSI, Art. 133 IPRG N 11 f.

873 Exemplarisch die unterschiedlichen Flugradien von Nano-, Mikro- und Kleindrohnen: Tabelle 1 – Kategorisierung unbemannter Luftfahrzeuge in der Schweiz und den USA, 12.

874 [Ziff. II Eigenschaften autonomer Drohnen](#), 9–73.

875 [Ziff. V.A Neue Zulassungs- und Betriebsvorschriften](#), 190–229.

876 Haftpflichtkommentar-BAUMANN, Art. 68 LFG N 1 f.; EBINGER, 124; FELLMANN, Band II, Rz. 1612–1614; MÜHLBAUER, N 196.

877 Zum Römer Haftungsabkommen: [Ziff. III.A.1.c Römer Haftungsabkommen in der Schweiz nicht ratifiziert](#), 77 f.

878 [BBl 1945 I 341](#), 363; FELLMANN, Band II, Rz. 1606; VON DER MÜHLL, 204 f.

Im Gegensatz zu [Art. 60 Abs. 2 OR](#) enthält [Art. 68 LFG](#) keinen Vorbehalt zu Gunsten längerer strafrechtlicher Verjährungsfristen.⁸⁷⁹

B. HAFTUNG FÜR PRODUKTE

Neben dem Halter⁸⁸⁰ trifft unter Umständen auch den Hersteller von Nano-, Mikro- und Kleindrohnen eine Schadenersatzpflicht.⁸⁸¹ Diese wird im Folgenden unter dem Titel «Haftung für Produkte» abgehandelt. Dazu werden die Produkthaftpflicht nach PrHG,⁸⁸² Haftungsbestimmungen zur Sicherheit von Produkten⁸⁸³ und die Produzentenhaftung⁸⁸⁴ gezählt.

1. Produkthaftpflicht

Die nachfolgenden Ausführungen fokussieren sich auf Probleme, die sich bei der Anwendung des PrHG auf die **spezifischen Eigenschaften von autonomen Nano-, Mikro- und Kleindrohnen** ergeben. Für weitere Ausführungen, insb. zu Rechtsfragen, die nicht autonome Fähigkeiten betreffen, wird auf die umfangreiche Literatur zum PrHG verwiesen.⁸⁸⁵

a. Ersatzpflichtige Schäden nach PrHG

Der Hersteller⁸⁸⁶ haftet gemäss [Art. 1 Abs. 1 PrHG](#) für **Personen**⁸⁸⁷ und (**eingeschränkt**) für **Sachschäden**, welche durch eine fehlerhafte Nano-, Mikro- oder Kleindrohne verursacht werden ([Art. 1 Abs. 1 PrHG](#)). Neben dem Benutzer als direkter oder indirekter Vertragspartner des Herstellers sind auch unbeteiligte Dritte durch das PrHG geschützt.⁸⁸⁸ Im Gegensatz zur luftrechtlichen

879 FELLMANN, Band II, Rz. 1607; VON DER MÜHLL, 205.

880 [Ziff. III.A.2 Haftung für Schäden nach dem LFG, 80–117.](#)

881 Zur verschuldensunabhängigen Haftung von Halter und Hersteller bei automatisierten Fahrzeugen: LOHMANN, 387–407.

882 [Ziff. III.B.1 Produkthaftpflicht, 117–130.](#)

883 [Ziff. III.B.2 Bestimmungen zur Sicherheit von Produkten, 130–137.](#)

884 [Ziff. III.B.3 Produzentenhaftung, 137–139.](#)

885 Statt vieler: HESS, SHK-PrHG, *passim*.

886 Weiterführend zur Herstellerdefinition: BSK OR I-FELLMANN, Art. 2 PrHG N 4–24.

887 Weiterführend: FELLMANN, Produktfehler, 1122.

888 BSK OR I-FELLMANN, Art. 1 PrHG N 3; WERRO, responsabilité, Rz. 549.

Gefährdungshaftung ([Art. 64 ff. LFG](#)) ist die Anwendung des PrHG nicht auf Schäden am Boden begrenzt.⁸⁸⁹

Im Unterschied zu [Art. 64 Abs. 1 LFG](#)⁸⁹⁰ ist die Haftung im Rahmen des PrHG auf Schäden an **Sachen beschränkt, die dem privaten Gebrauch bzw. Verbrauch dienen** ([Art. 1 Abs. 1 lit. b PrHG](#))⁸⁹¹. Die private Nutzung bestimmt sich zunächst danach, ob die Sache im Allgemeinen zum privaten Gebrauch vorgesehen war (objektives Kriterium).⁸⁹² Anschliessend ist zu eruieren, ob im konkreten Einzelfall ein überwiegender privater Gebrauch der Sache vorliegt (subjektives Kriterium).⁸⁹³ Dabei kommt es auf die konkrete Nutzung während der Beschädigung nicht an.⁸⁹⁴ Verursacht eine fehlerhafte Nano-, Mikro- oder Kleindrohne einen Schaden an einer im privaten Gebrauch stehenden Sache, hat der Geschädigte den Schaden **bis zu einer Höhe von CHF 900 selber zu tragen** ([Art. 6 Abs. 1 PrHG](#)).⁸⁹⁵

Schäden am fehlerhaften Produkt selbst sind von der Haftung des Herstellers **ausgeschlossen** ([Art. 1 Abs. 2 PrHG](#)). Das bedeutet, der Halter der Drohne kann für den Schaden oder den Verlust der Drohne nicht mittels PrHG auf den Hersteller der Drohne greifen.

Jedoch bestehen Nano-, Mikro- und Kleindrohnen aus unterschiedlichen Bestandteilen wie Antrieb, Sensoren, Software⁸⁹⁶ etc.⁸⁹⁷ Gemäss [Art. 3 Abs. 1 lit. a PrHG](#) gelten diese Einzelteile ebenfalls als Produkte im Sinne des Gesetzes.⁸⁹⁸

889 Zur ausschliesslichen Anwendbarkeit auf Schäden am Boden von [Art. 64 ff. LFG](#): [Ziff. III.A.2.a Die Haftungsbestimmung von Art. 64 LFG für Personen- und Sachschäden auf der Erde](#), 81.

890 Zur Haftung für Personen- und Sachschäden nach LFG: [Ziff. III.A.2.d.1\) Haftung für Personenschäden nach Art. 64 ff. LFG](#), 85, und [Ziff. III.A.2.d.2\) Haftung für Sachschäden nach Art. 64 ff. LFG](#), 86 f.

891 Weiterführend: FELLMANN/ KOTTMANN, Band I, Rz. 1114; HOLLIGER-HAGMANN, Art. 1 PrHG Rz. 11–16.

892 CHRISTEN, 57 f.; BSK OR I-FELLMANN, Art. 1 PrHG N 9; FELLMANN/ VON BÜREN-VON MOOS, Rz. 123; REY, Haftpflichtrecht, Rz. 1182.

893 CHRISTEN, 58 f.; BSK OR I-FELLMANN, Art. 1 PrHG N 10; FELLMANN/ VON BÜREN-VON MOOS, Rz. 124; REY, Haftpflichtrecht, Rz. 1182.

894 FELLMANN/ VON BÜREN-VON MOOS, Rz. 125; REY, Haftpflichtrecht, Rz. 1182.

895 Weiterführend: FELLMANN/ KOTTMANN, Band I, Rz. 1120–1122, m.w.H.

896 Zur Produkteigenschaft von Software im Sinne des PrHG: Haftpflichtkommentar-HOLLIGER-HAGMANN, Art. 3 PrHG N 33–36.

897 [Ziff. II.C Kernkomponenten](#), 17–19.

898 Zum Teilprodukt vor Einbau in das Gesamtprodukt: BSK OR I-FELLMANN, Art. 3 PrHG N 11.

Es stellt sich die Frage, ob ein Hersteller eines Teilprodukts für einen Schaden an der Nano-, Mikro- oder Kleindrohne haftet. In der Lehre ist diese Frage umstritten: Der eine Teil lehnt die Haftung des Teilprodukteherstellers ab, weil diese zu einer vom Gesetzgeber nicht beabsichtigten Erweiterung der Haftung des Teilerstellers führen würde.⁸⁹⁹ Der andere Teil verweist u.a. auf die Geschäftsherrenhaftung ([Art. 55 OR](#))⁹⁰⁰, welche Schäden am Produkt selbst deckt, sowie auf den Umstand, dass dort auch für eine widerrechtliche Handlung der subordinierten Person gehaftet wird. Demzufolge sollen Schäden durch die Übertragung mangelhaften Eigentums, z.B. in Form eines fehlerhaften Teilprodukts, unter den Schutzbereich des PrHG fallen.⁹⁰¹ Das Bundesgericht anerkannte bisher solche weiterfressenden Schäden nicht.⁹⁰² Im deutschen Recht hält der Bundesgerichtshof Weiterfresserschäden als ersatzpflichtig, sofern es sich um ein **funktionell abgrenzbares Einzelteil** handelt, das den Schaden verursacht hat.⁹⁰³ In der deutschen Lehre wird diese Rechtsprechung insbesondere mit Blick auf Abgrenzungsschwierigkeiten und der daraus entstehenden Rechtsunsicherheit kritisiert.⁹⁰⁴

Im Lichte dieser unterschiedlichen Rechtsauffassungen wird vorliegend differenziert: Resultiert der Schaden an der Drohne aus einem **integralen Bestandteil**, der dem Missionskontroll-⁹⁰⁵ oder Flugkontrollsystem⁹⁰⁶ dient,⁹⁰⁷ ist entsprechend [Art. 2 Abs. 1 lit. a PrHG](#) eine **Haftung** des Teilproduktherstellers für das **Gesamtprodukt abzulehnen**. Diese Bestandteile können funktional nicht vom Gesamtprodukt abgegrenzt werden. Ist der Schaden eine Folge aus der Fehlfunktion einer **Nutzlast, die einzig der Aufgabenerfüllung der Drohne dient**,⁹⁰⁸ ist der Hersteller dieses Teilprodukts **auch für den Schaden an der Drohne ersatzpflichtig** – mit Ausnahme des

899 Eine Haftung für das Gesamtprodukt ablehnend: BSK OR I-FELLMANN, Art. 1 PrHG N 12; FELLMANN/ KOTTMANN, Band I, Rz. 1118–1119; HOLLIGER-HAGMANN, Art. 1 PrHG N 23; HONSELL/ ISENRING/ KESSLER, § 21 Rz. 70.

900 [Ziff. IV.B.3.c.3\) Geschäftsherrenhaftung und Organhaftung, 166 f.](#)

901 RUSCH, HAVE, 270, m.w.H. auf Deutsche Entscheide, und BORSARI, 104 f.

902 Zuletzt in Urteil des BGer vom [30.10.2015, 4A_261/2015](#).

903 Z.B.: BGH, Urteil vom 28.10.2010 – VII ZR 172/09 in NJW 2011, 594 ff., 596, Rz. 26 f.

904 KADNER GRAZIANO/ WIEGANDT, JURA, 515, mit einer Übersicht über die kritischen Lehrmeinungen und m.w.H. in Fn. 30.

905 [Ziff. II.D.4 Flugkontroll-System, 29 f.](#)

906 [Ziff. II.D.5 Missionskontroll-System, 31–41.](#)

907 Z.B.: [Ziff. II.D.3.a Nutzlast für Navigation, 26 f.](#), oder [Ziff. II.D.3.c Gemischte Verwendung der Nutzlast, 29.](#)

908 [Ziff. II.D.3.b Nutzlast zur Aufgabenerfüllung, 27–29.](#)

fehlerhaften Teilprodukts. In diesem Fall lässt sich das den Schaden verursachende Einzelteil (Nutzlast) funktional klar von der Drohne abgrenzen. Der Teilproduktehersteller haftet nicht, falls die Herstellung nach Anleitung des Herstellers des Gesamtprodukts erfolgt war ([Art. 5 Abs. 2 PrHG](#)).⁹⁰⁹

Der Hersteller einer Nano-, Mikro- oder Kleindrohne kann sich nicht damit exkulpieren, dass ein Teilprodukt der Drohne fehlerhaft war. War ein **Teilprodukt fehlerhaft**, so ist der Hersteller des Gesamtproduktes mit dem Hersteller des Teilproduktes **solidarisch ersatzpflichtig** ([Art. 2 Abs. 1 lit. a](#) i.V.m. [Art. 7 PrHG](#)).⁹¹⁰ Einzig falls das für den Schaden verantwortliche Teilprodukt erst nachträglich an die Drohne angebaut wurde, kann die Haftung des Herstellers ausser Betracht fallen.⁹¹¹

Allfällige **Genugtuungsansprüche** können aufgrund von [Art. 11 Abs. 1 PrHG](#) i.V.m. [Art. 47 OR](#) geltend gemacht werden, sofern die Anspruchsvoraussetzungen nach PrHG erfüllt sind.⁹¹²

Wie die luftrechtliche Haftung ([Art. 64 ff. LFG](#))⁹¹³ schützt das PrHG **keine reinen Vermögensschäden**⁹¹⁴.

b. Nano-, Mikro- und Kleindrohnen als Produkte

Nano-, Mikro- und Kleindrohnen fallen zweifellos unter die **Produktdefinition** von [Art. 3 Abs. 1 lit. a PrHG](#).⁹¹⁵

Die autonomen Fähigkeiten von Drohnen beruhen überwiegend auf entsprechend programmierter Software.⁹¹⁶ Fehler in dieser Software können sich bei autonomen Flügen fatal auswirken. Im Zusammenhang mit dem PrHG

909 Weiterführend zur Entlastung bei Anleitung durch den Hersteller: FELLMANN/KOTTMANN, Band I, Rz. 1202–1203.

910 HUGUENIN, Rz. 2098; ROBERTO, Rz. 09.25.

911 Vgl. HOLLIGER-HAGMANN, Art. 1 PrHG N 24; HONSELL/ISENRING/KESSLER, § 21 Rz. 72.

912 BSK OR I-FELLMANN, Art. 1 PrHG N 6; FELLMANN, Produktfehler, 1125 f.; FELLMANN/KOTTMANN, Band I, Rz. 1124; HUGUENIN, Rz. 2104; MÜLLER, responsabilité, Rz. 438; REY, Haftpflichtrecht, Rz. 1180; SCHWENZER, Rz. 53.40.

913 [Ziff. III.A.2.d.3\) Keine Haftung für reine Vermögensschäden nach Art. 64 ff. LFG, 88 f.](#)

914 FELLMANN/KOTTMANN, Band I, Rz. 1111; ROBERTO, Rz. 09.05.

915 Weiterführend zur Produkteigenschaft nach PrHG: FELLMANN, Produktfehler, 1126–1130.

916 [Ziff. II.D.5 Missionskontroll-System, 31–41, und Ziff. II.E Autonome Entscheidungsprozesse, 42–67.](#)

stellt sich deshalb die Frage, inwieweit die **Software** einer Nano-, Mikro- oder Kleindrohne als (Teil-)Produkt gilt.

Ein **Teil der Lehre** argumentiert, dass integrierte Software zu einem **Fehler des Gerätes** führt, **auf dem sie installiert** ist. Das dabei fehlgeleitete Gerät sei als Produkt von **Art. 3 Abs. 1 lit. a PrHG** erfasst. Auf eine weitergehende Einordnung der Software wird aufgrund dessen verzichtet.⁹¹⁷

Diese Auffassung greift zu kurz. Sie berücksichtigt nicht, dass der Hersteller der Software und der Hersteller des Gerätes, auf dem sie betrieben wird, sich unterscheiden können. Aus diesem Grund wird vorliegend der Auffassung gefolgt, dass **Software als solche unter den Produktbegriff** des PrHG fällt.⁹¹⁸ Damit steht dem Geschädigten auch der Hersteller der Software⁹¹⁹ als Solidarschuldner zur Verfügung.⁹²⁰

c. Produktfehler bei Nano-, Mikro- und Kleindrohnen

In der Software finden sich die **Algorithmen für die autonomen Fähigkeiten** einer Nano-, Mikro- oder Kleindrohne.⁹²¹ Von entscheidender Bedeutung ist in diesem Zusammenhang die Frage, ob bei einem Schaden, der auf die autonomen Fähigkeiten zurückzuführen ist, ein Produktfehler vorliegt.

1) Berechtigte Sicherheitserwartungen

Eine Nano-, Mikro- oder Kleindrohne bzw. eine ihrer Komponenten⁹²² ist dann fehlerhaft, wenn sie **«nicht die Sicherheit bietet, die man unter Berücksichtigung aller Umstände zu erwarten berechtigt ist»** (**Art. 4 Abs. 1 PrHG**). Das gilt auch für die autonomen Fähigkeiten der Software⁹²³ der Nano-, Mikro- und Kleindrohne.

917 BSK ORI-FELLMANN, Art. 3 PrHG N 10; FELLMANN/ KOTTMANN, Band I, Rz. 1134; STRAUB, Produktheftung, Rz. 16.

918 Haftpflichtkommentar-HOLLIGER-HAGMANN, Art. 3 PrHG N 33–36; ROBERTO, Rz. 09.10.

919 Allerdings wird bei lernfähigen Systemen nicht für jeden Softwarefehler gehaftet, siehe dazu: Ziff. III.B.1.c.2) Fehlerbegriff bei autonomen Systemen, 122–126.

920 Ziff. III.B.1.a Ersatzpflichtige Schäden nach PrHG, 117–120, und Ziff. III.B.1.f Mehrere Ersatzpflichtige aus unterschiedlichen Rechtsgründen, 130.

921 Ziff. II.E Autonome Entscheidungsprozesse, 42–67.

922 Zu den Bestandteilen: Ziff. II.C Kernkomponenten, 17–19.

923 Die Software gilt als Teilprodukt: Ziff. III.B.1.b Nano-, Mikro- und Kleindrohnen als Produkte, 120 f.

Dabei wird nicht auf die individuellen Sicherheitserwartungen abgestellt, sondern auf diejenigen der Allgemeinheit im Sinne eines **normativen Massstabs**:⁹²⁴ «Abzustellen ist auf die berechtigten Sicherheitserwartungen einer verständigen Person in der konkreten Situation.»⁹²⁵ An eine autonome Drohne, die für eine breite Käuferschaft entwickelt wurde, sind deshalb oftmals höhere Sicherheitserwartungen gerichtet, als an Produkte, die sich auf einen Spezialisten vorbehaltenen Einsatzbereich beschränken.⁹²⁶ Das ist damit zu begründen, dass Spezialisten i.d.R. besser informiert sind über die Schwächen autonomer Systeme. Hierzu ist anzumerken, dass nicht nur der bestimmungsgemässe Gebrauch von der Produkthaftpflicht gedeckt ist. Vielmehr hat der Hersteller auch «einen vorhersehbaren und üblichen Fehlgebrauch, mit dem er vernünftigerweise rechnen muss, in seine Risikoeinschätzungen einzubeziehen».⁹²⁷ So kann z.B. vernünftigerweise erwartet werden, dass eine Mikrodrohne, die für den Innenbereich konstruiert wurde, auch im Aussenbereich verwendet wird. Wird sie durch Umwelteinflüsse wie Wind oder Regen zur Gefahr und verursacht einen Personenschaden, schliesst das eine Haftung nach PrHG nicht aus.⁹²⁸

2) Fehlerbegriff bei autonomen Systemen

Der **produkthaftpflichtrechtliche Fehlerbegriff** beruht auf der mangelnden Sicherheit einer Sache.⁹²⁹ Derweil fehlt eine Definition des Produktfehlers im PrHG, es handelt sich um einen unbestimmten Rechtsbegriff.⁹³⁰ Welches Mass an Sicherheit ein Produkt bieten muss, ist nach den Umständen im

924 BGE 133 III 81, 83–85 E. 3.1; BORSARI, 110–117; BSK OR I-FELLMANN, Art. 4 PrHG N 3; FELLMANN/ KOTTMANN, Band I, Rz. 1142; HUGUENIN, Rz. 2112; WERRO, responsabilité, Rz. 582.

925 Urteil des BGER vom 29.6.2010, 4A_255/2010, E. 3.

926 BSK OR I-FELLMANN, Art. 4 PrHG N 3a; FELLMANN/ KOTTMANN, Band I, Rz. 1143; FELLMANN/ VON BÜREN-VON MOOS, Rz. 190, m.w.H.; ROBERTO, Rz. 09.14; STRAUB, Produkthaftung, Rz. 42–44.

927 Urteil des BGER vom 29.6.2010, 4A_255/2010 E. 3.

928 Vgl. weiterführend zum vernünftigerweise zu erwartenden Gebrauch: FELLMANN/ KOTTMANN, Band I, Rz. 1158–1162, m.w.H.

929 BBl 1992 V 1, 426.

930 Zum unbestimmten Rechtsbegriff des Fehlers nach Art. 4 PrHG: BORSARI, 112; BSK OR I-FELLMANN, Art. 4 PrHG N 2; FELLMANN, Produktfehler, Rz. 23.46; FELLMANN/ KOTTMANN, Band I, Rz. 1141; HESS, SHK-PrHG, Art. 4 PrHG N 12; REY, Haftpflichtrecht, Rz. 1190; WERRO, responsabilité, Rz. 582.

Einzelfall aufgrund objektiver Kriterien zu entscheiden.⁹³¹ Als Ausgangslage für die Definition des Produktfehlers bei autonomen Nano-, Mikro- und Kleindrohnen dient nachfolgendes Beispiel:

Beispiel 9: Eine autonome Überwachungsdrohne fliegt mehrmals täglich Kontrollflüge über einem Fabrikgelände. Die sicherste Flugroute zurück zu ihrer Ladestation auf dem Dach des Fabrikgebäudes hat sich über mehrere hundert Flüge aufgrund ihrer lernfähigen Software tief im System verankert. Dabei hat das Missionskontroll-System gelernt, Kollisionswarnungen aufgrund von Rauchsäulen sowie aufgewirbeltem Staub und Blättern des Dachgartens zu übersteuern. Nach einem Sturm hat sich ein Kabel gelöst und befindet sich beim Landeanflug in der Flugbahn der Drohne. Aufgrund der gefestigten Erfahrung auf dieser Flugroute entscheidet sich das Missionskontroll-System der Drohne trotz einer Kollisionswarnung zum Weiterflug. Erst kurz vor dem Zusammenstoß mit dem losen Kabel greift die Kontrollarchitektur der Drohne ein und leitet ein Ausweichmanöver ein. Dabei berührt die Drohne einen Antennenmast, gerät ins Trudeln und beschädigt beim Absturz das Privatauto des Arbeitnehmers A.

Im Kern beruhen autonome Systeme, wie autonome Nano-, Mikro- und Kleindrohnen, auf **autonomen Entscheidungsprozessen**.⁹³² **Ihr Nutzen liegt gerade darin**, unabhängig von konkreten Vorgaben des Herstellers oder dem direkten Einfluss des Benutzers **auf (neue) Situationen zu reagieren**.⁹³³ Solche Eigenschaften setzen insb. die Lernfähigkeit der Software voraus.⁹³⁴ Solche Fähigkeiten sind eine Voraussetzung für den Einsatz der Überwachungsdrohne in *Beispiel 9*. Dabei stellt sich die Frage, ob ein Produkt, dessen erlerntes Verhalten zu einem Schaden führt, als fehlerhaft im Sinne des PrHG zu bewerten ist.

Teilweise wird argumentiert, dass im Fall von lernfähigen Systemen die mangelhafte Begrenzung des Handlungsspielraums als Fehler

931 BSK OR I-FELLMANN, Art. 4 PrHG N 2; FELLMANN, Produktfehler, Rz. 23.46; FELLMANN/KOTTMANN, Band I, Rz. 1141.

932 Ziff. II.E Autonome Entscheidungsprozesse, 42–67.

933 MILLAR/ KERR, 107–109. Zum wirtschaftlichen Potential autonomer Drohnen: Ziff. I.A Ausgangslage, 1–4.

934 Zur technischen Umsetzung der Lernfähigkeit siehe z.B.: Ziff. II.E.2.c Neuronale Netze, 49–53. Zur Lernfähigkeit als Eigenschaft autonomer Drohnen: Ziff. II.E.4 Autonome Agenten, 56.

betrachtet werden könne.⁹³⁵ Allerdings verfügen autonome Systeme mit **zunehmendem Autonomiegrad naturgemäss über abnehmende Handlungsbegrenzungen**.⁹³⁶ Zudem kann auch die Kontrollarchitektur⁹³⁷ über lernfähige Softwarebestandteile verfügen. So hat die Kontrollarchitektur der Überwachungsdrohne in *Beispiel 9* gelernt, Staub und herumfliegende Blätter nicht als Hindernis zu registrieren. Ohne diese Funktion wäre ihr Einsatz auf dem Dach nicht möglich. Folglich eignet sich das Kriterium der Begrenzung des Handlungsspielraums kaum zur Fehlerdefinition bei autonomen Systemen.

In der traditionellen Lehre entsprangen Produktfehler bis zur Einführung des neuen PrHG einer abschliessenden Anzahl von **Fehlerkategorien**.⁹³⁸ Als Fehlerursachen galten dabei Konstruktions-, Fabrikations- oder Herstellungsfehler, Instruktions-, Beobachtungs- und Entwicklungsfehler.⁹³⁹ Diesen Fehlerkategorien kommt nach heutigem Recht keine normative Bedeutung mehr zu. Allerdings werden sie nach wie vor beigezogen, um Ursachen von Fehlern zu verstehen und einzuordnen.⁹⁴⁰ In diesem Zusammenhang stellt sich die Frage, ob Fehler autonomer Systeme, die wie in *Beispiel 9* aus Entscheidungen lernfähiger Software resultieren, einer dieser Fehlerkategorien zugeteilt werden können.⁹⁴¹ Sofern der Hersteller keine Instruktionen⁹⁴² und Beobachtungspflichten⁹⁴³ vernachlässigt hat und das hergestellte Produkt nicht aufgrund eines Fabrikations- oder Herstellungsfehlers⁹⁴⁴ vom geplanten Zustand abweicht, verbleiben einzig Konstruktions- oder Entwicklungsfehler als mögliche Fehlerkategorien.

935 ROSENTHAL, 135.

936 Ziff. II.E.5 Grad der Autonomie, 56–60.

937 Ziff. II.D.5.f Kontrollarchitektur, 39–41.

938 BSK OR I-FELLMANN, Art. 4 PrHG N 4.

939 BÜHLER, AJP, 1428 f. Ausführlich zu den unterschiedlichen Fehlerkategorien im heutigen Verständnis: HESS, SHK-PrHG, Art. 4 PrHG N 31–72.

940 BGE 133 III 81, 85 f. E. 3.2; Urteil des BGer vom 18.3.2011, 4A_16/2011, E. 3.2; 5.1.2015, 4A.365/2014, E. 7; BSK OR I-FELLMANN, Art. 4 PrHG N 4; HESS, SHK-PrHG, Art. 4 PrHG N 32; HONSELL/ ISENING/ KESSLER, § 21 Rz. 32; STRAUB, Produktehaftung, Rz. 32. A.M. BÜHLER, AJP, 1428 f.

941 Zum IT-Fehlerbegriff: STRAUB, Verantwortung, Rz. 25–26.

942 HESS, SHK-PrHG, Art. 4 PrHG N 51.

943 HESS, SHK-PrHG, Art. 4 PrHG N 64.

944 HESS, SHK-PrHG, Art. 4 PrHG N 47–50.

Als **Konstruktionsfehler** gilt, «wenn das Produkt durch seine Konstruktion (...) eine Eigenschaft erhält, die es, gemessen an dem bestimmungsgemäßen Gebrauch, untauglich oder gefährlich macht, das Produkt bleibt nach seiner Konzeption hinter den gebotenen Sicherheitsmassstäben zurück.»⁹⁴⁵ Erlernt ein autonomes System z.B. Umweltdaten in einer bestimmten Weise zu interpretieren und führt das Ergebnis dieses Lernprozesses wie in *Beispiel 9* zu einem Fehler, kann grundsätzlich nicht von einem Konstruktionsfehler gesprochen werden. Zu begründen ist das damit, dass diese Entscheidungsautonomie typisch für autonome Systeme ist und vom Hersteller bei der Konstruktion vorgesehen ist.⁹⁴⁶ Ein Konstruktionsfehler kann allerdings dann vorliegen, wenn die Algorithmen, welche den Lern- oder den Entscheidungsprozess steuern, so ausgestaltet sind, dass sie Fehlentscheidungen begünstigen.⁹⁴⁷

In dieselbe Richtung führt die Berücksichtigung von **Entwicklungsfehlern**, welche von der Haftung des PrHG ausgenommen werden. Es handelt sich um technische Fehler, welche aufgrund des Standes von Wissenschaft und Technik⁹⁴⁸ im Moment des Inverkehrbringens⁹⁴⁹ des fraglichen Produkts nicht erkannt werden konnten.⁹⁵⁰ Bei lernfähigen Systemen können z.B. nicht alle zukünftigen Entscheidungssituationen getestet werden.⁹⁵¹ Die fehlende Simulation und Prüfung solcher Situationen begründet noch keine Haftung des Herstellers.⁹⁵²

945 HESS, SHK-PrHG, Art. 4 PrHG N 32, m.w.H. insb. auf FELLMANN, ZSR, 282, und BGH, Urteil vom 16.6.2009, Az. VI ZR 107/08, „Fehlauslösung eines Airbags“.

946 Ebenso MATTHIAS, Ethics and Information Technology, 175–183. Zum deutschen Recht HANISCH, 58 f.; zum US-amerikanischen Recht VLADECK, Washington Law Review, 145.

947 Ziff. II.E.2.c Neuronale Netze, 49–53.

948 Weiterführend: FELLMANN/ KOTTMANN, Band I, Rz. 1195–1197, und HESS, SHK-PrHG, Art. 5 PrHG N 70–71. Gefährdet das Produkt Mensch oder Umwelt sind auch vom Stand der Wissenschaft und Technik abweichende Meinungen zu berücksichtigen: BGE 137 III 226, 233 E. 4.1.

949 Weiterführend: FELLMANN/ KOTTMANN, Band I, Rz. 1185–1187, und HESS, SHK-PrHG, Art. 5 PrHG N 2–20.

950 BGH, Urteil vom 9.5.1995 Az. VI ZR 158/94 „Mineralwasserflasche II“; HESS, SHK-PrHG, Art. 4 PrHG N 65.

951 Zur notwendigen Wahlfreiheit autonomer Systeme: Ziff. II.E Autonome Entscheidungsprozesse, 42–67.

952 Siehe auch zu den Pflichten beim Inverkehrbringen nach PrSG: Ziff. III.B.2.b Haftung aus der Verletzung von Pflichten bei der Inverkehrbringung und Nachmarktpflichten, 135 f.

Demgegenüber ist eine Haftung zu bejahen, sofern der Hersteller **zumutbare Kontroll- und Prüfmöglichkeiten** unterlassen hat. Dazu zählen insb. Tests der zugrundeliegenden Algorithmen.⁹⁵³ Anzumerken ist, dass die Fehlerquote komplexer IT-Produkte auch mit hohem Testaufwand nicht auf null gesenkt werden kann.⁹⁵⁴ Der Umfang der Testmassnahmen hängt insb. vom Schädigungspotential des Produkts ab.⁹⁵⁵ Bei Drohnen ergibt sich dieses Potential aus ihrem Gewicht und ihrer Geschwindigkeit⁹⁵⁶ sowie aus dem vernünftigerweise zu erwartenden Gebrauch⁹⁵⁷. Demgemäss ist eine autonome Kleindrohne, die auf dem Gelände eines Atomkraftwerkes Material transportiert, weitaus umfangreicher zu prüfen, als eine autonome Nanodrohne, die für den Einsatz im Kinderzimmer gedacht ist.

Zusammengefasst kann die **Haftung des Herstellers** für Fehlentscheidungen autonomer Nano-, Mikro- und Kleindrohnen dann infrage kommen, **wenn die zugrundeliegende Softwarearchitektur, welche den Entscheidungsprozess ermöglicht, fehlerhaft war und nicht ausreichend geprüft wurde.**⁹⁵⁸

3) Massgebender Zeitpunkt

Im Unterschied zum Fehlerbegriff⁹⁵⁹ ist der massgebende Zeitpunkt für die berechtigten Sicherheitserwartungen⁹⁶⁰ explizit im PrHG geregelt: **Art. 4 Abs. 1 lit. c und Abs. 2** sowie **Art. 5 Abs. 1 lit. b PrHG** legen die **Inverkehrbringung als relevanten Zeitpunkt** fest.⁹⁶¹ Dieser ist in zweierlei Hinsicht von Bedeutung: Zum einen unterliegen autonome Nano-, Mikro- und

953 Zur Haftungsbefreiung bei fehlenden bzw. unzumutbaren Kontroll- und Prüfmöglichkeiten: HESS, SHK-PrHG, Art. 4 N 67–69. Zu fehlerhaften IT-Produkten bei verschuldensabhängigen Haftungsarten: STRAUB, Verantwortung, Rz. 24.

954 STRAUB, Verantwortung, Rz. 24; STRAUB, Produktehaftung, Rz. 45; SURY, Rz. 25.9.

955 STRAUB, Verantwortung, Rz. 504; SURY, Rz. 25.53. A.M. FELLMANN/ KOTTMANN, Band I, Rz. 1198, die eine Entlastung wegen fehlender Zumutbarkeit von Tests ablehnen.

956 **Ziff. II.B.2 Betriebsrisiko (potentieller Verletzungsschweregrad), 13–15.**

957 **Ziff. III.B.1.c.1) Berechtigte Sicherheitserwartungen, 121 f.**

958 Ähnlich zum deutschen Recht: GRUBER, Mensch-Maschine-Assoziationen 2014, 126. Vgl. auch MILLAR/ KERR, 124. A.M. jedoch ohne differenzierte Betrachtung: EUROPEAN PARLIAMENT, 6.

959 **Ziff. III.B.1.c.2) Fehlerbegriff bei autonomen Systemen, 122–126.**

960 **Ziff. III.B.1.c.1) Berechtigte Sicherheitserwartungen, 121 f.**

961 BORSARI, 143 f.; FELLMANN/ KOTTMANN, Band I, Rz. 1145.

Kleindrohnen einem raschen technologischen Wandel,⁹⁶² so dass regelmäßig überarbeitete Versionen auf den Markt gelangen. Diesbezüglich macht das Gesetz deutlich, dass ein Produkt nicht als fehlerhaft aufzufassen ist, nur weil später ein verbessertes Produkt in Verkehr gebracht wird (**Art. 4 Abs. 2 PrHG**).⁹⁶³ Zum anderen wird die Haftung für Fehler ausgeschlossen, die bei der Inverkehrbringung noch nicht vorgelegen haben (**Art. 5 Abs. 1 lit. b PrHG**).⁹⁶⁴ Das stützt die Auffassung, dass der Hersteller eines autonomen und damit lernfähigen⁹⁶⁵ Systems für reine Fehlentscheidungen nicht haftet, wenn diese auf Entscheidungsgrundlagen beruhen, die nach dem Inverkehrbringen angeeignet wurden.⁹⁶⁶

4) Art und Weise der Präsentation

Zudem gründen berechnete Sicherheitserwartungen auf der Art und Weise, wie der Hersteller die autonome Nano-, Mikro- oder Kleindrohne (**potentiellen**) Kunden vorstellt (vgl. **Art. 4 Abs. 1 lit. a PrHG**).⁹⁶⁷ Dabei ist in der Lehre anerkannt, dass der Kreis der potentiell Betroffenen weit auszulegen ist und grundsätzlich die Allgemeinheit umfasst.⁹⁶⁸

Verwendet der Hersteller den Begriff „autonom“ oder bewirbt er „selbständige Flugfähigkeiten“, weckt dies die Erwartung, dass die Drohne sicher fliegt, ohne dass der Nutzer den Flug überwachen muss. Werden Nano-, Mikro- oder Kleindrohnen zum Zweck des autonomen Fluges verkauft und genügen die autonomen Fähigkeiten den Anforderungen dem **Verwendungszweck** nicht, kann sich der Hersteller nicht durch bloße Gefahrenhinweise der Haftung entziehen.⁹⁶⁹ So käme für eine Kleindrohne, welche für die Verwendung im Aussenbereich angepriesen wird, aber bereits bei einem leichten Windstoss ausser Kontrolle gerät, trotz Warnhinweis eine Herstellerhaftung infrage.

962 Zur technologischen Entwicklung: **Ziff. II.C Kernkomponenten, 17–19**, und **Ziff. II.E.5 Grad der Autonomie, 56–60**.

963 BSK OR I-FELLMANN, Art. 4 PrHG N 6; FELLMANN/ KOTTMANN, Band I, Rz. 1147; ROBERTO, Rz. 09.22.

964 HESS, SHK-PrHG, Art. 5 PrHG N 21–35; ROBERTO, Rz. 09.21.

965 **Ziff. II.E.3 Entscheidungs-Algorithmen in autonomen Drohnen, 55 f.**

966 **Ziff. III.B.1.c.2) Fehlerbegriff bei autonomen Systemen, 122–126**.

967 BSK OR I-FELLMANN, Art. 4 PrHG N 10; FELLMANN/ KOTTMANN, Band I, Rz. 1151.

968 HESS, SHK-PrHG, Art. 4 N 19.

969 Vgl. **BGE 133 III 81**, 84 E. 3.1; BORSARI, 132 f.; BSK OR I-FELLMANN, Art. 4 PrHG N 15; FELLMANN/ KOTTMANN, Band I, Rz. 1157.

Nano-, Mikro- und Kleindrohnen können sowohl direkt über den Hersteller als auch über Händler verkauft werden. Verfügen Drohnen nur über eingeschränkte autonome Fähigkeiten, muss darauf **beim Verkauf hingewiesen werden**. Der Hersteller haftet, wenn ein Händler beim Verkauf der Drohnen falsche Sicherheitserwartungen weckt und der Hersteller diese Darbietung gekannt hat bzw. hätte kennen müssen. Dasselbe gilt, falls der Hersteller dem Händler die Präsentation zur selbständigen Ausgestaltung überlässt.⁹⁷⁰

d. Beweislast

Der Beweis der Fehlerhaftigkeit des Produkts **obliegt dem Geschädigten** (Art. 8 ZGB).⁹⁷¹ Dazu gehört grundsätzlich auch der Nachweis, dass das Produkt im Zeitpunkt des Inverkehrbringens den Sicherheitserwartungen nicht entsprochen hat. Allerdings wird vermutet, dass ein nachgewiesener Sicherheitsmangel bereits bei der Inverkehrbringung vorhanden war. Es obliegt dem Hersteller, diese Vermutung mit dem Beweis umzustossen, dass der Fehler noch nicht vorlag, als er die Nano-, Mikro- oder Kleindrohne in Verkehr brachte (vgl. Art. 5 Abs. 1 lit. b PrHG).⁹⁷² Allerdings ist es fraglich, ob diese Vermutung auch bei Fehlentscheidungen autonomer Nano-, Mikro- und Kleindrohnen gelten kann, da Fehlentscheidungen oftmals auf Grundlagen beruhen, die nach dem Inverkehrbringen erlernt wurden.⁹⁷³

Neben der Schwierigkeit, bei einem lernfähigen System zwischen Produktfehler der Software und falsch gelernten Verhaltensweisen zu unterscheiden,⁹⁷⁴ steht der Geschädigte aufgrund seiner Beweislast u.a. vor zwei weiteren **Herausforderungen**: Zum einen ist es durch das komplexe Zusammenspiel der einzelnen Komponenten und der Software⁹⁷⁵ oft nicht möglich, Fehler im Nachhinein zu reproduzieren.⁹⁷⁶ Zum anderen können Nano-, Mikro- und Kleindrohnen bei einem Absturz soweit zerstört werden, dass sie nicht mehr zur Fehleranalyse taugen.

970 BORSARI, 134; BSK OR I-FELLMANN, Art. 4 PrHG N 12; FELLMANN/ KOTTMANN, Band I, Rz. 1153.

971 BGE 133 III 81, 86 f. E. 3.3.

972 BORSARI, 157; BSK OR I-FELLMANN, Art. 4 PrHG N 31; FELLMANN/ KOTTMANN, Band I, Rz. 1174; HESS, SHK-PrHG, Art. 5 N 21–35.

973 Ziff. III.B.1.c.3) *Massgebender Zeitpunkt*, 126 f.

974 Ziff. III.B.1.c.2) *Fehlerbegriff bei autonomen Systemen*, 122–126.

975 Ziff. II.D Funktionsweise autonomer Drohnen, 20–41.

976 STRAUB, Verantwortung, Rz. 25.

Im Fall der **Beweisnot** kommt das Bundesgericht dem Beweisbelasteten mit der Herabsetzung des Beweismasses entgegen. Dabei seien die behaupteten Tatsachen nach dem Beweismass der überwiegenden Wahrscheinlichkeit zu beurteilen.⁹⁷⁷ Im Fall der Zerstörung der schädigenden autonomen Nano-, Mikro- und Kleindrohnen können Exemplare derselben Baureihe allenfalls zur Feststellung eines Produktfehlers zum Indizienbeweis verwendet werden.⁹⁷⁸

e. Subsidiäre Geltung des OR und Anspruchskonkurrenz

Das PrHG gilt gegenüber dem OR als *lex specialis*.⁹⁷⁹ Dementsprechend verweist **Art. 11 Abs. 1 PrHG** auf die **Bestimmungen des Obligationenrechts**, sofern das PrHG nichts anderes vorsieht.

Aufgrund von **Art. 11 Abs. 2 PrHG** bleiben Geschädigten **Schadenersatzansprüche nach anderen Bestimmungen grundsätzlich gewahrt**, womit diesbezüglich Anspruchskonkurrenz vorliegt.⁹⁸⁰

Im Verhältnis zum PrHG bestimmt **Art. 11 Abs. 3 PrHG** einzig das Kernenergiehaftpflichtgesetz⁹⁸¹ und von der Schweiz ratifizierte völkerrechtliche Verträge als exklusiv anwendbar. Bezüglich anderer spezialgesetzlicher Haftungen, wie **Art. 64 ff. LFG**,⁹⁸² fehlt eine Bestimmung zur Exklusivität. Folglich ist zwischen Ansprüchen des PrHG und spezialgesetzlichen Haftungen (mit Ausnahme des Kernenergiehaftpflichtgesetzes) von

977 **BGE 133 III 81**, 88 f. E. 4.2.2. Kritisch zu dieser Entscheidung, mit der Begründung, dass keine spezielle Ausnahme notwendig wäre, da in Fällen wie dem Entschiedenem ohnehin vom Regelbeweis abzuweichen sei: FELLMANN, *recht*, 163–165.

978 Zum Indizienbeweis: BSK ZPO-HAFNER, Art. 168 ZPO N 3.

979 BORSARI, 46; BSK OR I-FELLMANN, Art. 11 PrHG N 2; FELLMANN/ KOTTMANN, Band I, Rz. 1218; REY, *Haftpflichtrecht*, Rz. 1235.

980 BORSARI, 47 f.; BSK OR I-FELLMANN, Art. 11 PrHG N 4; FELLMANN, *Produktfehler*, 1118–1120; FELLMANN/ KOTTMANN, Band I, Rz. 1220; HESS, *SHK-PrHG*, Art. 11 PrHG N 6–21; *Haftpflichtkommentar-HOLLIGER-HAGMANN*, Art. 11 PrHG N 3–8; HONSELL/ ISENRING/ KESSLER, § 21 Rz. 54–72; REY, *Haftpflichtrecht*, Rz. 1236; ROBERTO, Rz. 09.30–09.34.

981 Kernenergiehaftpflichtgesetz (KHG), SR 732.44.

982 Zur Haftung nach **Art. 64 ff. LFG**: Ziff. III.A.2 *Haftung für Schäden nach dem LFG*, 80–117.

Anspruchskonkurrenz auszugehen.⁹⁸³ Somit besteht z.B. bezüglich der Haftung von **Art. 64 ff. LFG** Alternativität.⁹⁸⁴

f. Mehrere Ersatzpflichtige aus unterschiedlichen Rechtsgründen

Mehrere Ersatzpflichtige haften gemäss **Art. 7 PrHG** solidarisch. Die Solidarhaftung erfolgt unabhängig davon, ob die Ersatzpflichtigen den Schaden gemeinsam verschuldet haben oder ob sie aus unterschiedlichen Rechtsgründen dafür haften.⁹⁸⁵ Verursacht eine autonome Nano-, Mikro- oder Kleindrohne einen Schaden und sind die einen Personen jeweils aus PrHG und der andere Teil z.B. aus dem LFG ersatzpflichtig, haften sie dem Geschädigten im Aussenverhältnis solidarisch.⁹⁸⁶ Im Innenverhältnis bestimmt sich der Rückgriff nach **Art. 50 Abs. 2** und **51 OR**.⁹⁸⁷

2. Bestimmungen zur Sicherheit von Produkten

Das PrHG wird durch das Bundesgesetz über die Produktesicherheit (PrSG)⁹⁸⁸ ergänzt.⁹⁸⁹ Dabei handelt es sich um einen verwaltungsrechtlichen Erlass, der

983 BSK OR I-FELLMANN, Art. 11 PrHG N 4; FELLMANN/ KOTTMANN, Band I, Rz. 1225; HESS, SHK-PrHG, Art. 11 PrHG N 13; REY, Haftpflichtrecht, Rz. 1236. A.M.: **BBl 1993 I 805**, 886; BORSARI, 47 f.; JÄGGI, AJP, 1423. Für das SVG ablehnend: OFTINGER/ STARK, Gefährdungshaftungen, § 25 Rz. 78.

984 Zur spezialgesetzlichen Haftungskonkurrenz: **Ziff. III.A.2.j.3) Anspruchskonkurrenz bei Ansprüchen aus spezialgesetzlicher Haftung wie dem PrHG**, 109.

985 BORSARI, 212–215; BSK OR I-FELLMANN, Art. 7 PrHG N 1; FELLMANN, Produktfehler, 1160 f.; FELLMANN, Produktfehler, Rz. 23.145; FELLMANN/ KOTTMANN, Band I, Rz. 1204; HESS, SHK-PrHG, Art. 7 PrHG N 9–10; Haftpflichtkommentar-HOLLIGER-HAGMANN, Art. 7 PrHG N 1 f. und N 4–10; JÄGGI, AJP, 1422; ROBERTO, Rz. 09.25.

986 BORSARI, 215; BSK OR I-FELLMANN, Art. 7 PrHG N 2; FELLMANN, Produktfehler, Rz. 23.146; ebd., Rz. 23.146; FELLMANN/ KOTTMANN, Band I, Rz. 1205; HESS, SHK-PrHG, Art. 7 PrHG N 11; JÄGGI, AJP, 1422.

987 BORSARI, 216; BSK OR I-FELLMANN, Art. 7 PrHG N 3–5; FELLMANN, Produktfehler, Rz. 23.147; FELLMANN/ KOTTMANN, Band I, Rz. 1206; HESS, SHK-PrHG, Art. 7 PrHG N 20; Haftpflichtkommentar-HOLLIGER-HAGMANN, Art. 7 PrHG N 2; JÄGGI, AJP, 1422; ROBERTO, Rz. 09.25.

988 Bundesgesetz über die Produktesicherheit (PrSG), SR 930.11, teilweise „Produktesicherheitsgesetz“ genannt.

989 Die Ausführungen zum PrSG beschränken sich auf die im vorliegenden Kontext relevanten Inhalte. Weiterführend wird auf die umfassende Abhandlung zum PrSG in FELLMANN/ KOTTMANN, Band I, Rz. 1227–1308 verwiesen.

in erster Linie den Vollzugsorganen die Überwachung und Kontrolle ermöglicht (Art. 9 ff. PrSG). Das PrSG enthält zudem Strafbestimmungen (Art. 16 f. PrSG). Daneben stellen die **Sicherheitsvorschriften des PrSG** für die zivilrechtliche Haftung relevante Schutznormen dar.⁹⁹⁰

Allerdings wird der **Geltungsbereich** des PrSG durch **Art. 1 Abs. 3 PrSG** stark eingeschränkt. Dieser bestimmt, dass produktspezifische Spezialerlasse (sog. Sektorrecht) den Regelungen des PrSG vorgehen, soweit diese Spezialerlasse dieselben Ziele verfolgen.⁹⁹¹ Zurzeit ist in der Schweiz kein Erlass in Kraft, welcher explizit die Sicherheitseigenschaften von Nano-, Mikro- und Kleindrohnen regelt und dabei die Schutzziele des PrSG verfolgt.⁹⁹²

a. Unterschiedliche Bestimmungen je nach Art der Drohne

Aufgrund der Tatsache, dass separate Sicherheitsvorschriften fehlen, kommen **je nach Eigenschaften** der Nano-, Mikro- und Kleindrohne **unterschiedliche (materielle) Gesetze** zur Anwendung. Die folgende *Tabelle 7* gewährt einen Überblick über die wichtigsten Produktsicherheitsvorschriften, die auf die unterschiedlichen Arten von Nano-, Mikro- und Kleindrohnen angewendet werden können:

990 FELLMANN/ KOTTMANN, Band I, Rz. 1222; ROBERTO, Rz. 09.37.

991 Weiterführend zum Verhältnis PrSG/Sektorrecht: HESS, SHK-PrSG, Art. 1 PrSG N 7–8.

992 Für eine Übersicht: HESS, SHK-PrSG, Anhang E; HOLLIGER-HAGMANN, 65–72, insb. 66.

| Anwendbare Bestimmungen Art der Nano-, Mikro- und Kleindrohne | Spielzeugverordnung (VSS) ⁹⁹³ | Maschinenverordnung (MaschV) ⁹⁹⁴ | Produktsicherheitsgesetz (PSG) | Verordnung über Fernmeldeanlagen (FAG) ⁹⁹⁵ | Verordnung über elektrische Niederspannungserzeugnisse (NEV) ⁹⁹⁶ | Verordnung über die elektromagnetische Verträglichkeit (VEMV) ⁹⁹⁷ |
|--|--|---|--------------------------------|---|---|--|
| 1. Kategorie Spielzeug Einfache Nanodrohnen | | | | | | |
| a) mit Funkverbindung ohne Verbrennungsmotor | X | | | X | X | X |
| b) mit Funkverbindung mit Verbrennungsmotor ⁹⁹⁸ | | X | | X | X | X |
| 2. Kategorie mit Beförderungsfunktion Nano-, Mikro- und Kleindrohnen | | | | | | |
| a) mit Funkverbindung | | | X | X | X | X |
| b) ohne Funkverbindung | | | X | | X | X |
| 3. Kategorie ohne Beförderungsfunktion Nano-, Mikro- und Kleindrohnen, die nicht zu den Spielzeugen zählen | | | | | | |
| c) mit Funkverbindung | | X | | X | X | X |
| d) ohne Funkverbindung | | X | | | X | X |

Tabelle 7 – Anwendbare Bestimmungen nach Art der Nano-, Mikro- und Kleindrohne⁹⁹⁹

993 Verordnung des EDI über die Sicherheit von Spielzeug (Spielzeugverordnung, VSS), SR 817.023.11.

994 Verordnung über die Sicherheit von Maschinen (Maschinenverordnung, MaschV), SR 819.14.

995 Verordnung über Fernmeldeanlagen (FAV), SR 784.101.2.

996 Verordnung über elektrische Niederspannungserzeugnisse (NEV), SR 734.26.

997 Verordnung über die elektromagnetische Verträglichkeit (VEMV), SR 734.5.

998 In Anhang 1 Ziff. II.3. werden Spielfahrzeuge mit Verbrennungsmotoren vom Regelungsbereich der Spielzeugverordnung ausgeschlossen. In diesem Sinn werden vorliegend auch Spielluftfahrzeuge vom Anwendungsbereich ausgenommen.

999 Eigene Darstellung.

Zurzeit existiert keine Legaldefinition für **Spielzeughelikopter**. In Deutschland werden Spielzeughelikopter mit Blick auf die europäischen Vorschriften in Richtlinie 2009/48/EG über die Sicherheit von Spielzeug¹⁰⁰⁰ und in Anlehnung an die Abgrenzungskriterien für Spielzeughelikopter wie folgt charakterisiert:

| Abgrenzungskriterien für Spielzeughelikopter ¹⁰⁰¹ | | |
|---|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> - Einfache Bedienungs- und Flugfunktionen (rechts-links/auf-ab) - Keine komplexen Flugmanöver - Flugzeit: einige Minuten - Vertrieb im Bereich Spielwaren - Baumusterprüfung notwendig, wenn kein Vollring am Rotor | <ul style="list-style-type: none"> - Keine Bild-/Video-/Ton-Aufnahme oder Übertragungsfunktion - Für den Gebrauch im Aussenbereich für Kinder über zwölf Jahren: <ul style="list-style-type: none"> • Aussendurchmesser von etwa 50 cm • Gewicht bis etwa 200 g | <ul style="list-style-type: none"> - Für den Gebrauch im Innen-/ Gartenbereich für Kinder über acht Jahren: <ul style="list-style-type: none"> • Aussendurchmesser von etwa 35 cm • Gewicht bis etwa 50 g |

Tabelle 8 – Abgrenzungskriterien für Spielzeughelikopter nach dem Vorschlag des Arbeitskreises im Erfahrungsaustauschkreis der Zentralstelle der Länder für Sicherheitstechnik (Deutschland)¹⁰⁰²

Nach den Abgrenzungskriterien in *Tabelle 8* ist ein Betrieb von autonomen Nanodrohnen in der Kategorie „Spielzeug“ ausgeschlossen, da solche Fluggeräte grundsätzlich über komplexe Flugfunktionen verfügen¹⁰⁰³. Folglich kommen in dieser Kategorie nur Drohnen mit externer Funkverbindung infrage.

Demgegenüber sind in den **anderen Kategorien** auch Nano-, Mikro- und Kleindrohnen denkbar, welche ohne Funkverbindung (und somit z.B. auch

¹⁰⁰⁰ Richtlinie 2009/48/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 18.6. 2009 über die Sicherheit von Spielzeug.

¹⁰⁰¹ Weiterführend zum deutschen bzw. europäischen Recht: NIEDERMEYER, Maschinenrichtlinie aktuell, 10.

¹⁰⁰² Eigene Darstellung nach ARBEITSKREIS IM ERFAHRUNGS-AUSTAUSCHKREIS DER ZENTRALSTELLE DER LÄNDER FÜR SICHERHEITSTECHNIK, 12.

¹⁰⁰³ Ziff. II.D Funktionsweise autonomer Drohnen, 20–41.

ohne GPS¹⁰⁰⁴), z.B. nur mittels visuellen Sensoren,¹⁰⁰⁵ navigieren und autonom fliegen.

Die Unterscheidung, ob eine Nano-, Mikro- oder Kleindrohne der **Beförderung** dient oder nicht, bestimmt darüber, ob die Maschinenverordnung oder das PrSG anwendbar ist. Während für Nano-, Mikro- und Kleindrohnen, welche nicht zur Beförderung in der Lage sind, die Maschinenverordnung gilt, ist ihre Anwendung für Beförderungsdrohnen (z.B. Paketdrohnen) ausgeschlossen (**Art. 1 Abs. 3 PrSG i.V.m. Art. 1 Abs. 2 MaschV i.V.m. Art. 1 Ziff. 1 lit. a Richtlinie 2006/42/EG**¹⁰⁰⁶). Wesentliches Merkmal einer Beförderung ist, dass Güter auf- und wieder abgeladen werden.¹⁰⁰⁷ Deshalb zählt eine Nano-, Mikro- oder Kleindrohne nicht zu den Beförderungsmitteln, falls sie Gegenstände transportiert, die zu ihrer Nutzlast¹⁰⁰⁸ gehören, wie z.B. Kameras. Im Allgemeinen fallen darunter Geräte, die zu der Drohne gehören.

Aus **Tabelle 7** wird deutlich, dass für jede Art von Nano-, Mikro- und Kleindrohne mehrere Erlasse zur Sicherheit von Produkten von Bedeutung sind. Die Regelungen der Spielzeugverordnung und der Maschinenverordnung kommen parallel zu anderen Produktsicherheitsbestimmungen (z.B. FAG oder NEV) zur Anwendung. Demgegenüber verdrängen diejenigen Bestimmungen des Sektorrechts, welche gleichgelagerte Ziele zum Inhalt haben, die entsprechenden Vorschriften des PrSG.¹⁰⁰⁹ Aufgrund der **Vielzahl an möglicherweise anwendbaren Normen**¹⁰¹⁰ kann es im Einzelfall schwierig sein, die massgebliche Vorschrift zu bestimmen.¹⁰¹¹ Deshalb wird untenstehend eine Zusammenfassung der Produktsicherheitsvorschriften für Nano-, Mikro- und Kleindrohnen in neuen Zulassungs- und Betriebsvorschriften vorgeschlagen.¹⁰¹²

¹⁰⁰⁴ Ziff. II.D.1 Zustandsvektor, 23 f.

¹⁰⁰⁵ Ziff. II.D.3.a Nutzlast für Navigation, 26 f.

¹⁰⁰⁶ Richtlinie 2006/42/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 17.5.2006 über Maschinen und zur Änderung der Richtlinie 95/16/EG.

¹⁰⁰⁷ NIEDERMEYER, Maschinenrichtlinie aktuell, 11.

¹⁰⁰⁸ Ziff. II.D.3 Nutzlast, 25–29.

¹⁰⁰⁹ Weiterführend: PFENNINGER/ SCHILD, 27–31.

¹⁰¹⁰ **Tabelle 7** – Anwendbare Bestimmungen nach Art der Nano-, Mikro- und Kleindrohne, 132.

¹⁰¹¹ So auch für das deutsche/europäische Recht: NIEDERMEYER, Maschinenrichtlinie aktuell, 11.

¹⁰¹² Ziff. V.A.5 Regulierungsvorschlag zu Zulassungs- und Betriebsvoraussetzungen, 208–229.

b. Haftung aus der Verletzung von Pflichten bei der Inverkehrbringung und Nachmarktpflichten

Mit dem PrSG und dem aufgrund [Art. 1 Abs. 3 PrHG](#) anwendbaren Sektorrecht¹⁰¹³ bestehen im Bereich der Produktsicherheit neben der Kausalhaftung des PrHG¹⁰¹⁴ weitere Anspruchsgrundlagen:¹⁰¹⁵

- Nach [Art. 41](#) oder [Art. 55 OR](#) macht sich derjenige haftbar, der es unterlässt, eine Nano-, Mikro- oder Kleindrohne, die er **in Verkehr zu bringen** gedenkt, darauf zu prüfen, ob sie die grundlegenden Sicherheits- und Gesundheitsanforderungen erfüllt (vgl. [Art. 3](#) und [5 PrSG](#) oder analoge Bestimmung des Sektorrechts).¹⁰¹⁶ Als Beispiel würde eine autonome Mikrodrohne Schadenersatzansprüche begründen, deren Akku¹⁰¹⁷ zur Überhitzung neigt, wegen mangelhafter Prüfung in den Verkauf gelangt und bei einem Käufer einen Wohnungsbrand verursacht.¹⁰¹⁸
- Eine Haftung nach [Art. 41](#) oder [Art. 55 OR](#) kommt ebenfalls infrage, falls der Inverkehrbringer einer Nano-, Mikro- oder Kleindrohne die Produktbeobachtungspflicht missachtet oder es unterlässt, bei Gefahr die erforderlichen Massnahmen zu treffen ([Art. 8 PrSG](#) oder analoge Bestimmung des Sektorrechts).¹⁰¹⁹ Eine Verletzung solcher **Nachmarktpflichten** kann vorliegen, wenn eine Vielzahl von Fällen bekannt wird, in denen autonome Nano-, Mikro- und Kleindrohnen aufgrund eines Wahrnehmungsfehlers der Sensoren¹⁰²⁰ abstürzen und der Inverkehrbringer einen Rückruf oder das Bereitstellen eines Softwareupdates unterlässt.¹⁰²¹

1013 [Ziff. III.B.2.a Unterschiedliche Bestimmungen je nach Art der Drohne](#), 131–134.

1014 [Ziff. III.B.1 Produkthaftpflicht](#), 117–130.

1015 Noch zurückhaltend: HESS, SHK-PrSG, Art. 3 PrSG N 75–78.

1016 Vgl. FELLMANN/ KOTTMANN, Band I, Rz. 1222; HESS, SHK-PrHG, Art. 11 N 14–17.

1017 Zum Antrieb von Nano-, Mikro- und Kleindrohnen: [Ziff. II.C Kernkomponenten](#), 17–19.

1018 Weiterführend zu den Sicherheitsanforderungen beim Inverkehrbringen: FELLMANN/ KOTTMANN, Band I, Rz. 1240–1243.

1019 Vgl. FELLMANN/ KOTTMANN, Band I, Rz. 1223; HESS, SHK-PrHG, Art. 11 N 18–20.

1020 [Ziff. II.D.5.a Sensordatenverarbeitung](#), 31 f.

1021 Weiterführend zu den Nachmarktpflichten des Inverkehrbringers: FELLMANN/ KOTTMANN, Band I, Rz. 1282–1302.

In beiden Fällen ist für eine Haftung ein (hypothetischer) **Kausalzusammenhang**¹⁰²² zwischen der Unterlassung und dem Schaden notwendig, der bei pflichtgemäßem Verhalten hätte verhindert werden können. Hinsichtlich des Kausalzusammenhangs hat der Geschädigte nachzuweisen, dass «nach der Erfahrung des Lebens und dem gewöhnlichen Lauf der Dinge eine überwiegende Wahrscheinlichkeit für diesen hypothetischen Kausalverlauf»¹⁰²³ besteht.¹⁰²⁴

c. Grösserer Schutzbereich im Vergleich zum PrHG

Grundsätzlich kann sich **jede natürliche Person** auf den Schutzbereich des PrSG bzw. des anwendbaren Sektorrechts berufen. Es wird dabei nicht zwischen einer persönlichen bzw. familiären Verwendung und einem beruflichen bzw. gewerblichen Einsatz des mangelhaften Produkts unterschieden.¹⁰²⁵ Damit ist der Anwendungsbereich des PrSG weiter als derjenige des PrHG, welches sich lediglich auf Sachen, die dem privaten Gebrauch bzw. Verbrauch dienen, bezieht.¹⁰²⁶ Deshalb ist das PrSG im Rahmen der Inverkehrbringung eines fehlerhaften Produkts (**Art. 3** und **Art. 5 PrSG**), insb. für Schäden im beruflichen oder gewerblichen Umfeld,¹⁰²⁷ von Bedeutung.¹⁰²⁸

Im Unterschied zum PrHG fasst das PrSG den **Kreis möglicher Ersatzpflichtiger** deutlich weiter. Gemäss **Art. 2 PrHG** sind neben dem Hersteller auch Quasi-Hersteller, Importeure und Lieferanten der Produkthaftpflicht unterstellt¹⁰²⁹. Zusätzlich dazu haften nach PrSG auch Händler, Erbringer von Dienstleistungen mit dem Produkt und Personen, welche das Produkt zur Benutzung für Dritte bereithalten.¹⁰³⁰ Das bedeutet, dass auch der Fotograf, dessen autonome Kameradrohne einen Schaden verursacht, oder der Vermieter von autonomen Transportdrohnen, im Rahmen des PrSG ersatzpflichtig sein können.

1022 Zur Kausalität: **Ziff. III.A.2.e Kausalzusammenhang und beschränkte Entlastungsmöglichkeiten des Halters, 90–93**, dort insb. **Fn. 678, 90**.

1023 **BGE 121 III 358**, 363 E. 5.

1024 **FELLMANN/ KOTTMANN**, Band I, Rz. 1222 f.

1025 **BBl 2008 7407**, 7431.

1026 Vgl. **Ziff. III.B.1.a Ersatzpflichtige Schäden nach PrHG, 117–120**.

1027 Zu beruflichen oder gewerblichen Drohnenverwendungen: **Ziff. I.A Ausgangslage, 1–4**.

1028 Vgl. zum Verhältnis zwischen PrHG und PrSG: **HESS, SHK-PrSG, Einleitung N 106 f**.

1029 Weiterführend zu den haftpflichtigen Personen gemäss PrSG: **HESS, SHK-PrSG, Art. 2 N 39–58**.

1030 **FELLMANN/ KOTTMANN**, Band I, Rz. 1254.

d. Ersatzpflichtige Schäden bei Pflichtverletzungen bezüglich Sicherheit von Produkten

Grundsätzlich können Personen-, Sach- und Vermögensschäden sowohl nach [Art. 41](#) als auch [Art. 55 OR](#) geltend gemacht werden.¹⁰³¹ Bei der **Verletzung von Pflichten beim Inverkehrbringen** ([Art. 3](#) und [5 PrSG](#)) ist bei beiden Anspruchsgrundlagen auch eine Ersatzpflicht in allen drei Schadenskategorien möglich.¹⁰³²

Demgegenüber schützen **Nachmarktpflichten** gemäss [Art. 8 Abs. 5 PrSG](#) ausschliesslich die Gesundheit des Verwenders und von Dritten.¹⁰³³ An einer Schutzfunktion für Sach- und Vermögensschäden fehlt es. Folglich können i.V.m. [Art. 41](#) und [Art. 55 OR](#) lediglich Personenschäden geltend gemacht werden.

Reine Fehlentscheidungen autonomer Systeme beruhen nicht auf einer Pflichtverletzung des Herstellers.¹⁰³⁴ Folglich sind Schäden, die aus Fehlentscheidungen herrühren, nicht von der Haftung aus den Bestimmungen für die Sicherheit von Produkten abgedeckt.

3. Produzentenhaftung

Die Geschäftsherrenhaftpflicht nach [Art. 55 OR](#), in Zusammenhang mit der Produkthaftpflicht auch als Produzentenhaftung bezeichnet, gilt als **Auffangtatbestand der Produkthaftpflicht**.¹⁰³⁵ [Art. 55 OR](#) greift dort, wo das PrHG Schutzlücken aufweist. Bei Nano-, Mikro- und Kleindrohnen ergeben sich dadurch im Rahmen der Produkthaftpflicht im Verhältnis zum PrHG zusätzliche Anspruchsgrundlagen insb. für Schäden:¹⁰³⁶

- an der Drohne selbst (vgl. [Art. 1 Abs. 2 PrHG](#));¹⁰³⁷
- an überwiegend gewerblich genutzten Sachen (vgl. [Art. 1 Abs. 1 lit. b PrHG](#));

1031 Statt vieler zu Schäden nach [Art. 41 OR](#): BSK OR I-KESSLER, Art. 41 OR N 10. Statt vieler zu Schäden nach [Art. 55 OR](#): BK-BREHM, Art. 55 OR N 4, m.w.H.

1032 Aufgrund des Schutznorm-Charakters von [Art. 3](#) und [Art. 5 PrSG](#) ([Ziff. III.B.2 Bestimmungen zur Sicherheit von Produkten, 130–137](#)) ist bei einem Verstoss insb. das Kriterium der Widerrechtlichkeit erfüllt: Vgl. BK-BREHM, Art. 41 OR N 34–41b.

1033 FELLMANN/ KOTTMANN, Band I, Rz. 1285.

1034 [Ziff. III.B.1.c.2 Fehlerbegriff bei autonomen Systemen, 122–126](#).

1035 FELLMANN/ KOTTMANN, Band I, Rz. 810.

1036 Vgl. FELLMANN/ KOTTMANN, Band I, Rz. 813; BSK OR I-KESSLER, Art. 55 OR N 4.

1037 Zur Unterscheidung der Haftung infolge von Fehlern einzelner Teilprodukte einer Drohne: [Ziff. III.B.1.a Ersatzpflichtige Schäden nach PrHG, 117–120](#).

- von weniger als CHF 900 an Sachen (vgl. [Art. 6 PrHG](#));¹⁰³⁸
- welche auf Entwicklungsfehler zurückzuführen sind.¹⁰³⁹

Zusammengefasst ist im Unterschied zum PrHG¹⁰⁴⁰ nach [Art. 55 OR](#) der Schadensbegriff nicht eingeschränkt.¹⁰⁴¹

Im Rahmen von [Art. 55 OR](#) ist der Geschäftsherr namentlich zu einer **zweckmässigen Organisation** verpflichtet, falls er Nano-, Mikro- oder Kleindrohnen unter Beizug von Hilfspersonen herstellt oder vertreibt¹⁰⁴². Zu einer zweckmässigen Organisation zählt insb. ein taugliches Kontrollsystem.¹⁰⁴³ Zudem müssen eine klare Kompetenzzuordnung und Pflichtenhefte für eine zweckmässige Organisation bestehen.¹⁰⁴⁴ Fehlt es daran und gelangt eine Drohne deswegen fehlerhaft in den Verkehr und verursacht deshalb einen Schaden, haftet der Geschäftsherr.¹⁰⁴⁵

Für den Umfang der notwendigen **Kontrollmassnahmen** ist bei Nano-, Mikro- und Kleindrohnen zu unterscheiden. Zunächst muss das Qualitätskontrollsystem in einem angemessenen Verhältnis zum Schädigungspotential stehen.¹⁰⁴⁶ Handelt es sich um Einzelanfertigungen oder Kleinserien, ist grundsätzlich eine Endkontrolle jedes Einzelstücks unerlässlich. Bei einer Massenproduktion kann eine solche Nachkontrolle technisch kaum zumutbar realisiert werden. In diesem Fall ist der Hersteller zu einer sicheren Konstruktion verpflichtet, welche Produktfehler «mit an Sicherheit grenzender Wahrscheinlichkeit»¹⁰⁴⁷ ausschliesst.¹⁰⁴⁸ Kann nachgewiesen werden, dass diese Pflicht erfüllt wurde, haftet der Hersteller nicht für sog. „Ausreisser“.¹⁰⁴⁹

1038 A.M. CHK OR-MAZAN, Art. 55 OR N 28; WERRO, responsabilité, Rz. 525–531, insb. 527.

1039 Zur eingeschränkten Haftung nach PrHG: [Ziff. III.B.1.a Ersatzpflichtige Schäden nach PrHG, 117–120.](#)

1040 [Ziff. III.B.1.a Ersatzpflichtige Schäden nach PrHG, 117–120.](#)

1041 FELLMANN/ KOTTMANN, Band I, Rz. 813.

1042 A.M. ROBERTO, Rz. 09.32, der Händler und Importeure von der Produzentenhaftung nach [Art. 55 OR](#) ausnimmt.

1043 Vgl. [BGE 110 II 456](#), 463 E. 3a; FELLMANN/ KOTTMANN, Band I, Rz. 812.

1044 BSK OR I-KESSLER, Art. 55 OR N 21.

1045 Vgl. [BGE 110 II 456](#), 465 E. 3c; FELLMANN/ KOTTMANN, Band I, Rz. 812.

1046 [Ziff. III.B.1.c.2\) Fehlerbegriff bei autonomen Systemen, 122–126.](#)

1047 [BGE 110 II 456](#), 465 E. 3b.

1048 BSK OR I-KESSLER, Art. 55 OR N 22.

1049 HESS, SHK-PrHG, Art 4 PrHG N 49; ROBERTO, Rz. 09.32. Währenddessen haftet der Hersteller im Rahmen des PrHG auch für „Ausreisser“, dazu: HESS, SHK-PrHG, Art. 4 PrHG N 50, m.w.H.

Hinsichtlich der **autonomen Fähigkeiten** ist ein **umfassender Test** selbst bei Einzelanfertigungen **nicht zumutbar**. Die notwendige Handlungsfreiheit des Systems verunmöglicht die Prüfung sämtlicher zukünftiger möglicher Handlungsoptionen. Es muss die sichere Konstruktion der zugrundeliegenden Softwarestruktur, welche den Entscheidungsprozess ermöglicht, genügen.¹⁰⁵⁰

Für Schäden, für die sowohl nach PrHG als auch nach **Art. 55 OR** eine Anspruchsgrundlage besteht, ist von **Anspruchskonkurrenz** auszugehen.¹⁰⁵¹

4. Produkthaftung bei internationalen Beteiligten

Anders als bei der luftrechtlichen Haftung¹⁰⁵² beschränkt sich die Herkunft der möglichen **beteiligten Personen** bei der Produkthaftung nicht auf die Anrainerstaaten der Schweiz. So erfolgt der Direktvertrieb von Nano-, Mikro- und Kleindrohnen, z.B. im Internet, **weltweit**. Untenstehende Ausführungen beschränken sich auf haftpflichtige Hersteller, die in den Anwendungsbereich des LugÜ und des IRPG fallen¹⁰⁵³ sowie auf die Regelung der Produkthaftung in den Schweizer Nachbarländern¹⁰⁵⁴.

a. Produkthaftung in den Schweizer Nachbarländern

Zunächst fällt der Blick auf die Nachbarländer der Schweiz, welche EU-Mitglieder sind. Ebenso wie das PrHG, das weitgehend der europäischen Richtlinie 85/374/EWG¹⁰⁵⁵ („EU-Produkthaftungsrichtlinie“) entspricht,¹⁰⁵⁶ folgt auch die Produzentenhaftpflicht nach **Art. 55 OR** der europäischen Entwicklung¹⁰⁵⁷.

¹⁰⁵⁰ Weiterführend: **Ziff. III.B.1.c.2) Fehlerbegriff bei autonomen Systemen, 122–126.**

¹⁰⁵¹ Für eine Anspruchskonkurrenz: Urteil des **BGer vom 25.1.2006, 4C.307/2005**, E. 2; FELLMANN/KOTTMANN, Band I, Rz. 1220; HESS, SHK-PrHG, Art. 11 PrHG N 7–11; HONSELL/ISENRING/KESSLER, § 21 Rz. 54–72; BSK OR I-KESSLER, Art. 55 OR N 3a; MÜLLER, AJP, 596; REY, Haftpflichtrecht, Rz. 961 und Rz. 1236; ROBERTO, Rz. 09.32. A.M. BK-BREHM, Art. 55 OR N 80a.

¹⁰⁵² **Ziff. III.A.2.k.2) Internationale Sachverhalte, 111–116.**

¹⁰⁵³ **Ziff. III.B.4.b Anwendbares Recht bei Produkthaftung mit internationaler Beteiligung, 141–145.**

¹⁰⁵⁴ **Ziff. III.B.4.a Produkthaftung in den Schweizer Nachbarländern, 139–141.**

¹⁰⁵⁵ Richtlinie 85/374/EWG des Rates vom 25.7.1985 zur Angleichung der Rechts- und Verwaltungsvorschriften der Mitgliedstaaten über die Haftung für fehlerhafte Produkte, auch „Produkthaftungsrichtlinie“ genannt.

¹⁰⁵⁶ HESS, SHK-PrHG, Art. 1 PrHG N 1.

¹⁰⁵⁷ BSK OR I-KESSLER, Art. 55 OR N 22.

Trotz grosser Ähnlichkeit weist die Produkthaftung der **Richtlinie 85/374/EWG einige Abweichungen** in Bezug auf die für Nano-, Mikro- und Kleindrohnen relevanten Bestimmungen des PrHG¹⁰⁵⁸ auf. Dazu zählen insb. die Folgenden:

- Grundsätzlich haftet der Hersteller in der EU für Fehler aller Art (**Art. 1, 6 und 7 EU-Produkthaftungsrichtlinie**), wobei die Mitgliedstaaten auch eine Haftung für Entwicklungsfehler einführen können (**Art. 15 Abs. 1 lit. b EU-Produkthaftungsrichtlinie**).
- Während die EU-Produkthaftungsrichtlinie keine Haftungsbegrenzungen vorsieht, kann auf nationaler Ebene der Mitgliedstaaten bei Personenschäden für sämtliche Schäden, welche durch die gleichen Produkte mit demselben Fehler entstehen, eine Haftungsobergrenze eingeführt werden (**Art. 16 Abs. 1 EU-Produkthaftungsrichtlinie**).
- In der EU beträgt der Selbstbehalt des Geschädigten bei Sachschäden 500 Euro¹⁰⁵⁹ (**Art. 9 Abs. 1 lit. b EU-Produkthaftungsrichtlinie**).

Daraus wird deutlich, dass EU-Mitgliedstaaten gewisse Freiheiten bei der Umsetzung der Produkthaftpflicht belassen sind.¹⁰⁶⁰ So besteht auch für die Anrainerstaaten zur Schweiz, welche EU-Mitgliedsländer sind,¹⁰⁶¹ die Möglichkeit, unterschiedliche Regelungen zur Produkthaftpflicht zu treffen.

Im Hinblick auf Bestimmungen, die bei Produktfehlern von autonomen Nano-, Mikro- und Kleindrohnen relevant sind, bestehen in diesen Nachbarländern zu einem grossen Teil homogene Regelungen. So sind in Deutschland (**§ 1 Abs. 2 Nr. 5 Produkthaftungsgesetz-DE¹⁰⁶²**), Frankreich (**Art. 1245-10**

¹⁰⁵⁸ Ziff. III.B.1 Produkthaftpflicht, 117–130.

¹⁰⁵⁹ In der betreffenden Bestimmung wird die Vorgängerversion ECU (European currency unit) verwendet. Diese ist gemäss **Art. 2 Verordnung (EG) 1103/97 des Rates vom 17.6.1997 über bestimmte Vorschriften im Zusammenhang mit der Einführung des Euro jeweils 1:1 in Euro umzurechnen**.

¹⁰⁶⁰ Zur Rechtsharmonisierung im Rahmen der EU-Produkthaftungsrichtlinie und Harmonisierungsdefiziten: HESS, SHK-PrHG, Art. 1 N 6–8.

¹⁰⁶¹ Zu den relevanten Ländern bei internationalen Flügen von Nano-, Mikro- und Kleindrohnen: **Ziff. III.A.2.k.2) Internationale Sachverhalte, 111–116**.

¹⁰⁶² Gesetz über die Haftung für fehlerhafte Produkte (Produkthaftungsgesetz) vom 15.12.1989, BGBl. I 1989, 2198–2200.

Nr. 4 Code Civil¹⁰⁶³), Italien (Art. 118 Abs. 1 lit. e Codice del Consumo¹⁰⁶⁴) und Österreich (§ 8 Ziff. 2 Produkthaftungsgesetz-AT¹⁰⁶⁵) Entwicklungsrisiken von der Produkthaftung ausgenommen. Folglich können sich auch hier Hersteller von Nano-, Mikro- und Kleindrohnentlasten, falls ein Fehler daher rührt, dass z.B. die autonomen Fähigkeiten nicht umfassend geprüft werden konnten.¹⁰⁶⁶ Demgegenüber haben sich die Nachbarstaaten der Schweiz, welche der EU angehören, im Bereich der Haftungsobergrenze für unterschiedliche Regelungen entschieden. Während in Deutschland (§ 10 Produkthaftungsgesetz-DE) ein Haftungshöchstbetrag von 85 Millionen Euro gilt, verzichten die Gesetzgeber in Frankreich (vgl. Art. 1245-1 bis 1245-17 Code Civil), Italien (vgl. Art. 102 bis 135 Codice del Consumo) und Österreich (vgl. § 1 bis § 20 Produkthaftungsgesetz-AT) auf eine Begrenzung.

Die Regelung der Produkthaftpflicht des nicht EU-Mitglieds Fürstentum Liechtenstein orientiert sich ebenfalls an der EU-Produkthaftungsrichtlinie.¹⁰⁶⁷ Gemäss Art. 7 Abs. 1 lit. e Produkthaftungsgesetz-FL¹⁰⁶⁸ wird der Einwand des Entwicklungsrisikos zugelassen. Demgegenüber ist ein Haftungshöchstbetrag nicht vorgesehen (vgl. Art. 1 bis 14 Produkthaftungsgesetz-FL).

Zusammengefasst besteht im vorliegenden Kontext in den Nachbarstaaten eine grosse Kohärenz mit den schweizerischen Produkthaftpflichtregelungen¹⁰⁶⁹.

b. Anwendbares Recht bei Produkthaftung mit internationaler Beteiligung

Wie vorstehend ausgeführt, bestimmt sich der Gerichtsstand bei internationalen Haftpflichtfällen im Verhältnis zu LugÜ-Staaten, namentlich

1063 Ursprünglich Art. 1386-11 eingeführt mit Gesetz n. 98-389 vom 19.5.1998 relative à la responsabilité du fait des produits défectueux ersetzt durch Gesetz n. 2016-131 vom 10.2.2016 portant réforme du droit des contrats, du régime général et de la preuve des obligations.

1064 Decreto Legislativo, n. 206, in der Fassung vom 16.9.2015.

1065 Bundesgesetz vom 21.1.1988 über die Haftung für ein fehlerhaftes Produkt (Produkthaftungsgesetz), BGBl. Nr. 99/1988.

1066 Zum Haftungsausschluss bei Entwicklungsrisiken in der Schweiz: Ziff. III.B.1.c.2) Fehlerbegriff bei autonomen Systemen, 122–126.

1067 POSCH/SCHNEIDER, Haftpflicht international – Recht & Versicherung, 56 f.

1068 Gesetz vom 12.11.1992 über die Produktheftpflicht im Landesgesetzblatt 1993,012, ausgeben am 14.1.1993, LR-Nr. 215.112.2.

1069 Ziff. III.B.1 Produkthaftpflicht, 117–130.

EU-Mitgliedstaaten, nach [Art. 5 Ziff. 3 LugÜ](#).¹⁰⁷⁰ Damit gilt auch für Fälle der Produkthaftung das Gericht am Ort des schädigenden Ereignisses als zuständig.¹⁰⁷¹ Zum anwendbaren Recht enthält das LugÜ keine Bestimmungen. Es richtet sich nach IPRG.¹⁰⁷²

Für Staaten, die nicht dem LugÜ unterstehen, wie das Fürstentum Liechtenstein, ergibt sich der Gerichtsstand aus [Art. 129 Abs. 1 IPRG](#). Demgemäss sind die Schweizer Gerichte am Wohnsitz bzw. Aufenthaltsort des Beklagten sowie am Handlungs- oder Erfolgsort zuständig, womit z.B. auch der Unfallort als Gerichtsstand gewählt werden kann. Falls die Klage auf den Betrieb einer Nano-, Mikro- oder Kleindrohne durch eine Niederlassung zurückgeht, ist ebenfalls die Zuständigkeit des Ortes der Niederlassung gegeben.¹⁰⁷³

Für die Frage des **anwendbaren Rechts** bei internationalen Sachverhalten¹⁰⁷⁴ besteht mit [Art. 135 IPRG](#) eine eigene Kollisionsnorm für die Produkthaftung. Diese Bestimmung regelt sämtliche Ansprüche im Feld der Produkthaftungspflicht, so z.B. auch die Haftung aus Nachmarktpflichten^{1075, 1076}.

Im Rahmen von [Art. 135 IPRG](#) können insb. **Personen-, Sach- und Vermögensschäden** geltend gemacht werden.¹⁰⁷⁷ In diesem Zusammenhang ist allerdings [Art. 135 Abs. 2 IPRG](#) zu beachten. Dieser bestimmt, dass in der Schweiz keine weitergehenden Ansprüche gewährt werden dürfen, als nach schweizerischem Recht für einen entsprechenden Schaden zu entschädigen wären.¹⁰⁷⁸ Ausgeschlossen ist damit die Geltendmachung von Sachschäden an überwiegend gewerblich genutzten Sachen und von

¹⁰⁷⁰ [Ziff. III.A.2.k.2\) Internationale Sachverhalte, 111–116.](#)

¹⁰⁷¹ BSK LugÜ-HOFMANN/ KUNZ, Art. 5 LugÜ N 483.

¹⁰⁷² BSK IPRG-UMBRICHT/ RODRIGUEZ/ KRÜSI, Art. 135 IPRG N 19, m.w.H.

¹⁰⁷³ Siehe auch: [Ziff. III.A.2.k.2\) Internationale Sachverhalte, 111–116.](#)

¹⁰⁷⁴ Siehe auch: [Ziff. III.A.2.k.2\) Internationale Sachverhalte, 111–116.](#)

¹⁰⁷⁵ Zu den Nachmarktpflichten: [Ziff. III.B.2.b Haftung aus der Verletzung von Pflichten bei der Inverkehrbringung und Nachmarktpflichten, 135 f.](#)

¹⁰⁷⁶ HESS, SHK-PrHG, Teil 1 N 247; LÖRTSCHER, Schweizerische Versicherungs-Zeitschrift, 255.

¹⁰⁷⁷ BSK IPRG-UMBRICHT/ RODRIGUEZ/ KRÜSI, Art. 135 IPRG N 7; ZK IPRG-VOLKEN, Art. 135 IPRG N 20.

¹⁰⁷⁸ Weiterführend: HESS, SHK-PrHG, Teil 1 N 259; HONSELL/ ISENRING/ KESSLER, § 20 Rz. 72a; BSK IPRG-UMBRICHT/ RODRIGUEZ/ KRÜSI, Art. 135 IPRG N 16–18; ZK IPRG-VOLKEN, Art. 135 IPRG N 87–93.

reinen Vermögensschäden,¹⁰⁷⁹ sofern sich ein Anspruch auf eine ausländische Rechtsgrundlage stützt, die mit dem Schweizer PrHG oder der EU-Produkthaftungsrichtlinie vergleichbar ist¹⁰⁸⁰. Beruht der geltend gemachte Schaden auf einem Äquivalent zum PrSG i.V.m. [Art. 41](#) oder [Art. 55 OR](#),¹⁰⁸¹ sind auch Personenschäden, Sachschäden ohne Einschränkung und Vermögensschäden ersatzpflichtig. Dasselbe gilt für gleichwertige Ansprüche, welche der Produzentenhaftung nach [Art. 55 OR](#)¹⁰⁸² entspringen.

Der Geschädigte hat gemäss [Art. 135 Abs. 1 IPRG](#) das Recht zu wählen, ob sein Anspruch nach dem **Recht an der Niederlassung** des Haftpflichtigen ([Art. 135 Abs. 1 lit. a IPRG](#)) oder nach demjenigen am **Erwerbort** ([Art. 135 Abs. 1 lit. b IPRG](#)) beurteilt wird.

Bei **Distanzkäufen** gilt der Ort, an dem der Erwerber seine Willenserklärung zum Kauf abgegeben hat, als massgebend.¹⁰⁸³ Nano-, Mikro- und Kleindrohnen werden häufig im Internet erworben. Dabei gilt der Aufenthaltsort des Erwerbers bei Vertragsschluss als Erwerbort im Sinne von [Art. 135 Abs. 1 lit. b IPRG](#).¹⁰⁸⁴

Die Produkthaftung schützt nicht nur den Erwerber selbst, sondern auch **Dritte**.¹⁰⁸⁵ Dem Geschädigten selbst fehlt es hier an einem Erwerbort. Zunächst wird in diesem Fall an demjenigen Ort angeknüpft, wo die zum Zeitpunkt der Schädigung verfügbare Person die Nano-, Mikro-, oder Kleindrohne erworben bzw. zur Verfügung gestellt erhalten hat.¹⁰⁸⁶ Hat dieser Erwerbort aus der Sicht des Drittgeschädigten rein zufälligen Charakter, ist die Anknüpfung umstritten.¹⁰⁸⁷ Das kann der Fall sein, wenn z.B. ein Passant bei einem Absturz infolge Produktfehler durch eine autonome

¹⁰⁷⁹ Zur Art der ersatzpflichtigen Schäden nach PrHG: [Ziff. III.B.1.a Ersatzpflichtige Schäden nach PrHG, 117–120](#).

¹⁰⁸⁰ Dazu zählen die Produkthaftungsbestimmungen in allen Nachbarstaaten der Schweiz: [Ziff. III.B.4.a Produkthaftung in den Schweizer Nachbarländern, 139–141](#).

¹⁰⁸¹ [Ziff. III.B.2.b Haftung aus der Verletzung von Pflichten bei der Inverkehrbringung und Nachmarktpflichten, 135 f.](#)

¹⁰⁸² [Ziff. III.B.3 Produzentenhaftung, 137–139](#).

¹⁰⁸³ HESS, SHK-PrHG, Teil 1 N 268; BSK IPRG-UMBRICHT/ RODRIGUEZ/ KRÜSI, Art. 135 IPRG N 12.

¹⁰⁸⁴ Vgl. WEBER Rolf H., 54.

¹⁰⁸⁵ Z.B.: [Ziff. III.B.1.a Ersatzpflichtige Schäden nach PrHG, 117–120](#).

¹⁰⁸⁶ Vgl. SCHNYDER, 398; BSK IPRG-UMBRICHT/ RODRIGUEZ/ KRÜSI, Art. 135 IPRG N 13, m.w.H.

¹⁰⁸⁷ BSK IPRG-UMBRICHT/ RODRIGUEZ/ KRÜSI, Art. 135 IPRG N 13, m.w.H.

Kleindrohne verletzt wird (sog. „innocent bystander“).¹⁰⁸⁸ In der Lehre werden dazu folgende drei Lösungsmöglichkeiten diskutiert:¹⁰⁸⁹

1. Die mit den allgemeinen Deliktsregeln (insb. [Art. 133 Abs. 2 IPRG](#)) übereinstimmende Anwendung der Ausweichanknüpfung von [Art. 15 Abs. 1 IPRG](#), womit sich das Recht nach dem für den Schädiger voraussehbaren Erfolgsort richtet.¹⁰⁹⁰
2. Eine zweite Ansicht vertritt die Auffassung, dass für einen „innocent bystander“ der Erfolgsort gelten soll, unter subsidiärer Anwendung der Deliktsregel von [Art. 133 Abs. 2 IPRG](#).¹⁰⁹¹
3. Eine Dritte Lehrmeinung spricht sich dafür aus, dass das Wahlrecht nach [Art. 135 Abs. 1 IPRG](#) analog dem geschädigten Dritten gewährt werden soll.¹⁰⁹²

Schädigt eine Nano-, Mikro- oder Kleindrohne einen Dritten, welcher in keinem funktionellen Zusammenhang zum Erwerber der Drohne steht,¹⁰⁹³ wird vorliegend eine **subsidiäre Anwendung von Art. 133 Abs. 2 IPRG** befürwortet. Dadurch untersteht der Hersteller grundsätzlich dem Gesetz am Ort der Schädigung. Dieser Ansatz vermag insb. dort zu überzeugen, wo Hersteller Drohnen im Internet einer internationalen Käuferschaft anbieten und daher mit Schäden in den verschiedenen Ländern rechnen müssen.

Über das Internet kann der Vertrieb von Nano-, Mikro- und Kleindrohnen weltweit erfolgen. **Fehlt zwischen der Schweiz und dem Niederlassungsstaat des Lieferanten ein Abkommen** über die Vollstreckbarkeit von Haftpflichtforderungen, kann der Geschädigte seine Forderung kaum eintreiben. Dies gilt insb. dann, wenn der Hersteller aus dem asiatischen Raum, z.B. aus China, stammt. Mangelt es dem Erwerber an der Herstellereigenschaft ([Art. 2](#)

¹⁰⁸⁸ Vgl. VISCHER, 140.

¹⁰⁸⁹ Weiterführend: BSK IPRG-UMBRICHT/ RODRIGUEZ/ KRÜSI, Art. 135 IPRG N 13, m.w.H.

¹⁰⁹⁰ SCHNYDER, 398.

¹⁰⁹¹ BSK IPRG-UMBRICHT/ RODRIGUEZ/ KRÜSI, Art. 135 IPRG N 13; VISCHER, 140. Kritisch: HESS, SHK-PrHG, Teil 1 N 263. Vgl. auch ZK IPRG-VOLKEN, Art. 135 IPRG N 62–63.

¹⁰⁹² CR LDIP-BONOMI, Art. 135 LDIP N 16.

¹⁰⁹³ In einem funktionellen Zusammenhang könnte z.B. der Arbeitnehmer des Drohnen-erwerbers stehen, siehe dazu das Beispiel in [Ziff. III.A.2.j.4\) Anspruchskonkurrenz bei parallelen vertraglichen Entschädigungsansprüchen, 109–111](#). Vgl. zum funktionellen Zusammenhang: VISCHER, 140.

PrHG)¹⁰⁹⁴ bzw. der Produzenteneigenschaft (Art. 55 OR)¹⁰⁹⁵, kann der Drittschädigte für Personen- und Sachschäden auf die luftrechtliche Halterhaftung nach Art. 64 ff. LFG ausweichen.¹⁰⁹⁶ Reine Vermögensschäden und Schäden bei Luftkollisionen durch autonome Nano-, Mikro- und Kleindrohnen sind für den Geschädigten in diesem Fall zurzeit¹⁰⁹⁷ kaum einbringlich.¹⁰⁹⁸ Indessen bleibt der Erwerber zum einen auf eigenen Schäden aus einer fehlerhaften Drohne sitzen, zum anderen fehlt es ihm an einer Regressmöglichkeit für geleisteten Schadenersatz an geschädigte Dritte.

1094 Weiterführend zur Herstellerdefinition: BSK OR I-FELLMANN, Art. 2 PrHG N 4–24.

1095 Ziff. III.B.3 Produzentenhaftung, 137–139.

1096 Vgl. Ziff. III.A Luftfahrthaftpflicht, 75–117.

1097 Zum Regulierungsvorschlag für die Haftung für reine Vermögensschäden: Ziff. V.C Einführung einer Gefährdungshaftung für reine Vermögensschäden, 233–239.

1098 Ziff. IV. Haftung bei Luftkollisionen und reinen Vermögensschäden, 147–188.

IV. Haftung bei Luftkollisionen und reinen Vermögensschäden

Autonome Nano-, Mikro- und Kleindrohnen können neben Personen- und Sachschäden am Boden¹⁰⁹⁹ auch **reine Vermögensschäden und Schäden, welche bei Kollisionen in der Luft entstehen**, verursachen. Reine Vermögensschäden sind ebenso wenig von der luftrechtlichen Halterhaftung (Art. 64 ff. LFG) abgedeckt¹¹⁰⁰ wie Schäden aus Luftkollisionen an den beteiligten Luftfahrzeugen¹¹⁰¹. Sofern die Ursache für eine Kollision in der Luft in einem (widerrechtlichen) Produktfehler begründet war, können sich Geschädigte auf die verschiedenen Anspruchsgrundlagen der Haftung für Produkte berufen.¹¹⁰² Sowohl bei Luftkollisionen als auch bei Schäden auf dem Boden können reine Vermögensschäden im Fall von Produktfehlern nur im Rahmen der Produzentenhaftung (Art. 55 OR)¹¹⁰³ bzw. bei der Verletzung von Herstellerpflichten des PrSG i.V.m. Art. 41 bzw. Art. 55 Abs. 1 OR¹¹⁰⁴ geltend gemacht werden. Abgesehen davon fehlt es zurzeit für solche Schäden an einer Kausalhaftung. Es stellt sich die **Frage, ob und wie Geschädigte entsprechende Ansprüche geltend machen können**. Die charakteristischen Eigenschaften autonomer Nano-, Mikro- und Kleindrohnen¹¹⁰⁵ machen eine gesonderte Betrachtung dieser Haftungsfragen notwendig.

In diesem Kapitel wird zunächst auf das Problem der Haftung bei autonomen Nano-, Mikro- und Kleindrohnen eingegangen.¹¹⁰⁶ Anschliessend erfolgt

1099 Ziff. III Haftung für Personen- und Sachschäden am Boden, 75–145.

1100 Ziff. III.A.2.d.3) Keine Haftung für reine Vermögensschäden nach Art. 64 ff. LFG, 88 f.

1101 Ziff. III.A.2.h.1) Konstellationen bei Kollisionen von Luftfahrzeugen, 100–102.

1102 Ziff. III.B Haftung für Produkte, 117–145.

1103 Ziff. III.B.3 Produzentenhaftung, 137–139.

1104 Ziff. III.B.2 Bestimmungen zur Sicherheit von Produkten, 130–137.

1105 Ziff. II.E Autonome Entscheidungsprozesse, 42–67.

1106 Ziff. IV.A Haftungsprobleme verursacht durch die Eigenschaften autonomer Nano-, Mikro- und Kleindrohnen, 148–159.

die Beantwortung der Frage der Haftung für Schäden bei Kollisionen in der Luft¹¹⁰⁷ und für reine Vermögensschäden¹¹⁰⁸.

Von den **nachfolgenden Ausführungen ausgenommen** sind Fälle, in denen der **Schaden nicht durch autonome Fähigkeiten** einer Nano-, Mikro- oder Kleindrohne verursacht wurde und den Halter selbst ein Verschulden trifft. Das kann z.B. dann der Fall sein, wenn die Drohne aufgrund mangelhafter Wartung nicht in genügend flugtauglichem Zustand ist. In solchen Fällen steht dem Geschädigten bei Luftkollisionen und reinen Vermögensschäden der Weg über **Art. 41 ff. OR** offen.¹¹⁰⁹

A. HAFTUNGSPROBLEME VERURSACHT DURCH DIE EIGENSCHAFTEN AUTONOMER NANO-, MIKRO- UND KLEINDROHNEN

Geschädigte können sich für **reine Vermögensschäden und für Schäden aus Kollisionen in der Luft nicht auf die luftrechtliche Halterhaftung (Art. 64 ff. LFG)** stützen.¹¹¹⁰ Bei Fehlentscheidungen einer autonomen Nano-, Mikro- oder Kleindrohne greift die Haftung für Produkte ebenfalls ins Leere, sofern keine widerrechtlichen Fehler bei der zugrundeliegenden Softwarearchitektur nachgewiesen werden können.¹¹¹¹ Als Anspruchsgrundlagen für Schäden muss in diesen Fällen und sofern eine natürliche Person belangt wird¹¹¹², auf **Art. 41 ff. OR** zurückgegriffen werden. Für eine Haftung nach **Art. 41 Abs. 1 OR** wird ein widerrechtlicher¹¹¹³ Schaden¹¹¹⁴, ein natürlicher¹¹¹⁵ und adäquater¹¹¹⁶

1107 [Ziff. IV.B Haftung bei Luftkollisionen, 159–172.](#)

1108 [Ziff. IV.C Haftung für reine Vermögensschäden, 172–183.](#)

1109 Siehe z.B. die Haftung nach dem Gefahrensatz: BSK OR I-KESSLER, Art. 41 OR N 19a und N 38.

1110 [Ziff. III.A.2 Haftung für Schäden nach dem LFG, 80–117.](#) Siehe auch [Beispiel 11, 173.](#)

1111 [Ziff. III.B Haftung für Produkte, 117–145.](#) Siehe auch [Beispiel 9, 123.](#)

1112 Zur Unterscheidung zwischen der Haftung von natürlichen und juristischen Personen: BK-BREHM, Art. 41 OR N 4–10.

1113 Weiterführend zur Widerrechtlichkeit: BK-BREHM, Art. 41 OR N 32–65a; BSK OR I-KESSLER, Art. 41 OR N 30–38.

1114 Weiterführend zum Schaden: BK-BREHM, Art. 41 OR N 67–101i; BSK OR I-KESSLER, Art. 41 OR N 3–13.

1115 Siehe dazu die Verweise in [Fn. 679, 90.](#)

1116 Siehe dazu die Verweise in [Fn. 680, 90.](#)

Kausalzusammenhang¹¹¹⁷ sowie ein Verschulden¹¹¹⁸ des Schädigers vorausgesetzt.¹¹¹⁹ Dabei trägt der Geschädigte die Beweislast ([Art. 8 ZGB](#)).¹¹²⁰ Ein Geschäftsherr haftet aufgrund von [Art. 55 Abs. 1 OR](#)¹¹²¹ oder, sofern eine juristische Person vorliegt, nach [Art. 41 Abs. 1 OR](#) i.V.m. [Art. 55 Abs. 2 ZGB](#), falls eines ihrer Organe einen Schaden verursacht und die Haftungsvoraussetzungen von [Art. 41 Abs. 1 OR](#) erfüllt sind.¹¹²² Aufgrund der Eigenschaften autonomer Nano-, Mikro- und Kleindrohnen¹¹²³ ergeben sich dabei die folgenden Haftungsprobleme.

1. Fehler oder Fehlentscheidung?

Bei autonomen Systemen wird vorliegend zwischen Fehlern am Produkt und Fehlentscheidungen unterschieden:¹¹²⁴

- **Fehler am Produkt** sind auf einen Defekt an den Komponenten¹¹²⁵ der Nano-, Mikro- oder Kleindrohne zurückzuführen. Das kann z.B. eine Fehlfunktion eines Sensors sein, ein überhitzender Akku, ein Lötfehler auf einer Platine oder ein Programmierfehler in der Software des Missionskontroll-Systems. Sofern es sich um einen Fabrikations-, Herstellungs- oder Konstruktionsfehler¹¹²⁶ handelt, können diese Fehler der Haftung für Produkte unterstehen.¹¹²⁷
- Eine **Fehlentscheidung** liegt vor, falls bei der Auswahl zwischen Alternativen dasjenige Verhalten gewählt wird, das zu einem Schaden bzw. zu einer Vergrößerung des Schadens führt. Um das Zustandekommen

1117 Zum Kausalzusammenhang im Allgemeinen: [Fn. 678, 90](#).

1118 Weiterführend zum Verschulden: BK-BREHM, Art. 41 OR N 164–206; BSK OR I-KESSLER, Art. 41 OR N 45–53.

1119 [BGE 132 III 122](#), 130 E. 4.1 = Pra 95 (2006) Nr. 107, 743; BSK OR I-KESSLER, Art. 41 OR N 2c.

1120 Urteil des BGer vom 27.7.2010, 4A_594/2009 E. 3.2; BSK OR I-KESSLER, Art. 41 OR N 54.

1121 BK-BREHM, Art. 55 OR N 4–10.

1122 BK-BREHM, Art. 41 OR N 9. Vgl. BSK ZGB I-HUGUENIN/ REITZE, Art. 54/55 ZGB N 11. Weiterführend zum Begriff des Organs: BK-BREHM, Art. 41 OR N 11–12b.

1123 [Ziff. II Eigenschaften autonomer Drohnen, 9–73](#).

1124 Dazu auch: [Ziff. III.B.1.c.2\) Fehlerbegriff bei autonomen Systemen, 122–126](#).

1125 Ausführlich zu den verschiedenen Komponenten von Nano-, Mikro- und Kleindrohnen: [Ziff. II.D Funktionsweise autonomer Drohnen, 20–41](#).

1126 [Ziff. III.B.1.c.2\) Fehlerbegriff bei autonomen Systemen, 122–126](#). Weiterführend zu den Fehlertypen im Allgemeinen: HESS, SHK-PrHG, Art. 4 PrHG N 31–72.

1127 Zur Haftung für Produktfehler bei Nano-, Mikro- und Kleindrohnen: [Ziff. III.B Haftung für Produkte, 117–145](#).

einer Fehlentscheidung nachzuvollziehen, muss zunächst der Entscheidungsprozess betrachtet werden:¹¹²⁸ Zusammengefasst resultieren Entscheidungen autonomer Systeme aus der Verarbeitung von Informationen. Die Verarbeitung der Informationen als Daten übernimmt dabei eine Software, welche dafür einen Entscheidungs-Algorithmus¹¹²⁹ enthält. Somit können sich Fehlentscheidungen insb. aus folgenden drei Gründen ergeben:

| Gründe für Fehlentscheidungen | |
|-------------------------------|--|
| 1. | Dem Entscheidungs-Algorithmus werden fehlerhafte Daten zugeführt. Diese falschen Daten können z.B. von einem defekten Sensor herrühren. ¹¹³⁰ |
| 2. | Die Software des Entscheidungs-Algorithmus enthält einen Programmierfehler . Dadurch werden Daten nicht korrekt verarbeitet. ¹¹³¹ |
| 3. | Ein Entscheidungs-Algorithmus legt ein erlerntes Verhalten an den Tag, das in der konkreten Situation zu einem Schaden führt. Das schädigende Verhalten kann sich dabei nicht nur aufgrund von Erfahrungen ergeben, ¹¹³² sondern auch nach einer Fehlinterpretation der Eingangsdaten ¹¹³³ . |

Tabelle 9 – Gründe für Fehlentscheidungen¹¹³⁴

Vorliegend werden die Fälle von Ziff. 1 und 2 zu Fehlern am Produkt gezählt. Je nach Anspruchsgrundlage kann hier der Nachweis der Kausalität¹¹³⁵ des ursprünglichen Fehlers bzw. Defekts allerdings schwierig sein.

Liegt in Ziff. 3 die getroffene Entscheidung innerhalb des gewollten Handlungsspielraums des autonomen Systems, kann von einem Fehler

¹¹²⁸ Ziff. II.E Autonome Entscheidungsprozesse, 42–67.

¹¹²⁹ Ziff. II.E.2 Arten von Entscheidungs-Algorithmen, 47–55.

¹¹³⁰ Siehe zu externen Fehlinformationen: Ziff. IV.A.4 Externe Einflüsse, 156–158.

¹¹³¹ Ziff. III.B.1.c.2) Fehlerbegriff bei autonomen Systemen, 122–126.

¹¹³² Dazu Beispiel 9, 123.

¹¹³³ Dazu z.B. <https://www.nytimes.com/interactive/2016/07/01/business/inside-tesla-accident.html>.

¹¹³⁴ Eigene Darstellung.

¹¹³⁵ Zur Kausalität: Ziff. III.A.2.e Kausalzusammenhang und beschränkte Entlastungsmöglichkeiten des Halters, 90–93, dort insb. Fn. 678, 90.

am Produkt nicht die Rede sein.¹¹³⁶ Der Handlungsspielraum ist eine Voraussetzung für den Betrieb und ergibt sich insb. aus dem deklarierten Grad der Autonomie des autonomen Systems in Bezug auf sein definiertes Einsatzgebiet.¹¹³⁷ Ein **Fehlentscheid** des autonomen Systems kann **nur dort** vorliegen, **wo** dieses über die notwendige **Entscheidungsfreiheit** verfügt. Solange z.B. bei Nano-, Mikro- und Kleindrohnen das Missionskontroll-System¹¹³⁸ durch einen Menschen gesteuert wird (Autonomielevel 1 und 2)¹¹³⁹, kann auf der Ebene des Missionskontroll-Systems kein Fehlentscheid des autonomen Systems vorliegen.

Diese **Unterscheidung** zwischen Fehlern am Produkt und Fehlentscheidungen kann **bei lernfähiger Software schwierig** bis unmöglich sein. Denn diese Software beinhaltet z.B. neuronale Netze, welche die Software im Rahmen des Lernprozesses laufend selbst verändern.¹¹⁴⁰ Es ist zudem vorstellbar, dass die Software durch zunehmende Erfahrung ihren eigenen Handlungsspielraum selbst erweitert.¹¹⁴¹ Insgesamt kann sich Software mit zunehmender Betriebsdauer immer deutlicher vom Auslieferungszustand unterscheiden.¹¹⁴² Im Sinne der vorstehenden Kategorisierung können die einzelnen Veränderungen in der Softwarestruktur ebenso als Entscheidungen und nicht als Fehler eingeordnet werden. Verändert sich dadurch der Prozess der Entscheidungsfindung derart, dass sich daraus in einer konkreten Situation ein schädigendes Verhalten ergibt, sind die softwareverändernden Entscheide zumindest teilweise als Fehlentscheide einzustufen. Dabei verfließen die Grenzen zwischen Fehlern an der Software und Fehlentscheidungen.

Liegt die Schadenursache im **Grenzbereich von Produktfehler und Fehlentscheidung**, kann der Geschädigte bei der Geltendmachung eines Produktfehlers vor unlösbaren Problemen stehen, da ihm der notwendige Nachweis¹¹⁴³ eines Produktfehlers kaum gelingen wird.¹¹⁴⁴

1136 Ziff. III.B.1.c.2) Fehlerbegriff bei autonomen Systemen, 122–126.

1137 Vgl. Ziff. II.E.5 Grad der Autonomie, 56–60.

1138 Ziff. II.D.5 Missionskontroll-System, 31–41.

1139 Vgl. Tabelle 5 – Autonomielevel bei Drohnen, 59.

1140 Ziff. II.E.2.c Neuronale Netze, 49–53.

1141 Ziff. III.B.1.c.2) Fehlerbegriff bei autonomen Systemen, 122–126.

1142 Vgl. auch MÜLLER, AJP, 599.

1143 Ziff. III.B.1.d Beweislast, 128 f.

1144 Ziff. III.B.1.c.2) Fehlerbegriff bei autonomen Systemen, 122–126.

Kommt es bei der Geltendmachung eines Schadens nach [Art. 41 Abs. 1 OR](#) auf den **natürlichen Kausalzusammenhang**¹¹⁴⁵ zwischen Fehler oder Fehlentscheidung und dem Schaden an, sieht sich der Geschädigte ebenfalls erheblichen Beweisproblemen gegenüber.¹¹⁴⁶ Im Zweifel gelingt es ihm nicht, die tatsächliche Ursache (*conditio sine qua non*) des Schadens nachzuweisen.

2. Wer ist verantwortlich für Fehlentscheidungen?

Es stellt sich die Frage, wer für **Fehlentscheidungen**¹¹⁴⁷ von **lernfähiger Software autonomer Systeme** verantwortlich¹¹⁴⁸ ist. Ausgeschlossen werden kann zunächst der Hersteller, zu dem auch der Programmierer zählt, da er nur für Schäden durch Fehler am Produkt einzustehen hat.¹¹⁴⁹ Naheliegender wäre, das autonome System selbst in die Verantwortung¹¹⁵⁰ zu ziehen. Allerdings fehlen dem autonomen System zurzeit die notwendigen Voraussetzungen dazu. Diese Auffassung wird insb. aus philosophischer¹¹⁵¹ als auch aus rechtlicher Sicht vertreten. Nach rechtlichen Kriterien liegt die Begründung dafür darin, dass einem autonomen System die Eigenschaften einer (handlungsfähigen) Person¹¹⁵² fehlen.¹¹⁵³ Zudem fehlt es ihm an der Willensfreiheit¹¹⁵⁴ – zumindest nach dem heutigen Stand der Technik^{1155, 1156}. Auch aus technischer

1145 Zum natürlichen Kausalzusammenhang: Nachweise in [Fn. 679, 90](#).

1146 Zur Beweislast: Nachweise in [Fn. 1120, 149](#).

1147 [Ziff. IV.A.1 Fehler oder Fehlentscheidung?](#), 149–152.

1148 An dieser Stelle wird der Begriff der Verantwortlichkeit bewusst verwendet, da die Frage der Haftung später in [Ziff. IV.B Haftung bei Luftkollisionen](#), 159–172, und [Ziff. IV.C Haftung für reine Vermögensschäden](#), 172–183, geklärt wird.

1149 [Ziff. II.E.2.c Neuronale Netze](#), 49–53; [Ziff. III.B.1.0.2 Fehlerbegriff bei autonomen Systemen](#), 122–126; [Ziff. IV.A.1 Fehler oder Fehlentscheidung?](#), 149–152.

1150 Zu den ethischen Implikationen von Verantwortung: KIRCHSCHLÄGER, [AJP](#), 247.

1151 ARKIN, [Proceedings of the 1st Conference on Artificial General Intelligence](#), 125–127; DENNETT, 352–364; HIMMA, [Ethics and Information Technology](#), 22–28; LICHOCKI/KAHN/BILLARD, [IEEE Robotics & Automation Magazine](#), 40. A.M. SULLINS, [International Review of Information Ethics](#), 28 f. Die Frage der Verantwortlichkeitzurechnung an autonome Systeme wird im Gebiet der Philosophie breit diskutiert. Die vorstehende Literatur stellt deshalb nur eine Auswahl dar.

1152 Zur Unterscheidung zwischen Mensch und Person: MATTHIAS, 141.

1153 HILGENDORF, 16.

1154 SCHUHR, 14–16; [Ziff. II.E.5 Grad der Autonomie](#), 56–60.

1155 [Ziff. II.E.2.c Neuronale Netze](#), 49–53; [Ziff. II.E.5 Grad der Autonomie](#), 56–60; [Ziff. II.E.6.f Probleme ethischer Leitlinien aus philosophischer Sicht](#), 64.

1156 Vgl. auch MATTHIAS, 43, mangels der Fähigkeit Träger von Recht und Moral zu sein; KARNOW, 51, mangels Haftungssubstrat; MÜLLER, [AJP](#), 600, mangels Rechtsfähigkeit;

Sicht entkoppeln sich autonome Systeme vom Hersteller bzw. Programmierer, wie dies vorstehend z.B. anhand der autonomen Entscheidungsprozesse aufgezeigt wurde.¹¹⁵⁷

Aufgrund fehlender philosophischer, rechtlicher und technischer Zuordnung von Haftung zu einem autonomen System wird auch in der Literatur bei Fehlentscheidungen, die zu Schäden führen, eine sog. **Verantwortungslücke** erkannt.¹¹⁵⁸ Für die Haftung nach **Art. 41 Abs. 1 OR** bedeutet dies, dass es an einem Haftpflichtigen fehlt.

Selbst wenn die autonome Nano-, Mikro- oder Kleindrohne als Person zur Haftung beigezogen werden könnte, wäre die subjektive **Haftungsvoraussetzung des Verschuldens nicht erfüllt**:¹¹⁵⁹ Letztere bedingt, dass der Haftpflichtige urteilsfähig und somit zu vernunftgemäsem Handeln in der Lage ist (vgl. **Art. 16 ZGB**). Das setzt voraus, dass der Haftpflichtige dazu fähig ist, die Folgen seines Verhaltens vernunftgemäss zu erkennen und dass er sich gemäss dieser Erkenntnis verhalten kann.¹¹⁶⁰ Nach heutigem Stand der Technik kann ein autonomes System keine verstandesgemässe Einsicht erlangen. Es fehlt ihm insb. an der Willensfreiheit¹¹⁶¹ sowie der Fähigkeit, ein vernünftiges Urteil zu bilden, da es, wenn überhaupt, nur über einen sehr beschränkten ethischen Entscheidungsmaßstab verfügt^{1162, 1163}.

PALMERINI/AZZARRI/BATTAGLIA/BERTOLINI et al., 18 f., und MÉTILLE/GUYOT, Plädoyer, 27 f., mangels einschlägiger Gesetzesgrundlagen; WEAVER, 18, mangels Intention.

1157 **Ziff. II.E Autonome Entscheidungsprozesse, 42–67.**

1158 Z.B.: BECK, AJP, 184; LICHOCKI/ KAHN/ BILLARD, IEEE Robotics & Automation Magazine, 41; MATTHIAS, 38; MATTHIAS, Ethics and Information Technology, 175–183. Vgl. auch EUROPEAN PARLIAMENT, 6; EUROPEAN PARLIAMENT, COMMITTEE ON LEGAL AFFAIRS, 5; VLADECK, Washington Law Review, 121 f. A.M. mit Verweis auf die Haftung des Betreibers oder Herstellers, jedoch ohne Nennung einer konkreten Anspruchsgrundlage: SPINDLER, 66.

1159 Vgl. BK-BREHM, Art. 41 OR N 179; BSK OR I-KESSLER, Art. 41 OR N 51.

1160 Vgl. **BGE 102 II 363**, 367 E. 4.; BSK OR I-KESSLER, Art. 41 OR N 52; SCHNYDER/ PORTMANN/ MÜLLER-CHEN, Rz. 205.

1161 **Ziff. II.E.5 Grad der Autonomie, 56–60.**

1162 **Ziff. II.E.6 Ethische Parameter, 60–67.**

1163 Vgl. weiterführend zu den subjektiven Voraussetzungen: BSK ZGB I-BIGLER-EGGENBERGER/ FANKHAUSER, Art. 16 ZGB N 6–11.

3. Komplexität des Systems

Autonome Systeme wie autonome Nano-, Mikro- und Kleindrohnen sind hochkomplexe Konstruktionen.¹¹⁶⁴ Einzelne Komponenten werden teilweise in mehreren Arbeitsschritten von unterschiedlichen Lieferanten bearbeitet oder mit Software bespielt.¹¹⁶⁵ Die Software kann zudem aus verschiedenen Bestandteilen bestehen, welche von unterschiedlichen Herstellern programmiert wurden. Gleichzeitig können sich die einzelnen Komponenten gegenseitig beeinflussen, wodurch ein kleiner Fehler bei einer Komponente am Ende einer (längeren) **Kausalkette** den Totalausfall bei einer weiteren Komponente bewirken kann, wie folgendes Beispiel zeigt:

*Beispiel 10:*¹¹⁶⁶ Ein Programmierfehler des Softwareentwicklers A bewirkt in der Akkusteuerung des Softwareunternehmers B, dass der von Hersteller C gefertigte und durch Unternehmer D verbaute Akku der Mikrodrohne des Herstellers E einen leicht zu hohen Ausgangsstrom beim Flug von Rechtskurven im Steigflug aufweist. Der zu hohe Ausgangsstrom bewirkt, dass das Bauteil des Herstellers F, welches in den Elektromotoren des Herstellers G verbaut ist, bei Rechtskurven im Steigflug übermäßig vibriert. Die Vibrationen multiplizieren sich über die acht Rotoren der Mikrodrohne und führen dazu, dass sich auf der Platine des Herstellers H, welche im LIDAR-Sensor des Herstellers I verbaut ist, eine Lötstelle löst. Die defekte Lötstelle bewirkt, dass der Sensor falsche Informationen an das Missionskontroll-System des Herstellers J liefert. Darauf stürzt die Kleindrohne ab und verursacht einen Schaden.

Die Feststellung des ursprünglichen Fehlers in einer längeren Kausalkette (vgl. [Beispiel 10](#)) dürfte gerade bei Nano-, Mikro- und Kleindrohnen i.d.R. kaum möglich sein, zumal Drohnen bei einem Absturz häufig selbst stark beschädigt werden.

Haftpflichtig erklärt werden können nur identifizierte Schadensverursacher, wobei die Beweislast dem Geschädigten obliegt ([Art. 8 ZGB](#)).¹¹⁶⁷ Liegen mehrere Ursachen vor, ist nur eine kausal und kann nicht mehr festgestellt werden,

¹¹⁶⁴ Dazu die bereits stark vereinfachte Darstellung in [Abbildung 1](#) – Beispiel einer System-Architektur autonomer Drohnen, 22.

¹¹⁶⁵ Vgl. BECK, Juristische Rundschau, 226, und PALMERINI/ AZZARRI/ BATTAGLIA/ BERTOLINI et al., 23.

¹¹⁶⁶ Eigenes Beispiel. Siehe auch das Beispiel in SCHUHR, 18, wo der Schaden auf einen mehrere Jahre zurückliegenden Programmierfehler zurückzuführen ist.

¹¹⁶⁷ BK-BREHM, Art. 41 OR N 8.

welche es war, liegt **alternative Kausalität** vor.¹¹⁶⁸ Die Rechtsfolge davon ist in der Lehre umstritten.¹¹⁶⁹ Vorliegend erscheint eine Haftung der Beteiligten als nicht sachgerecht, da ansonsten auch Personen haften könnten, die keinen kausalen Beitrag zum Schaden geleistet haben. Demzufolge hat der Geschädigte seinen Schaden bei alternativer Kausalität selbst zu tragen.

Wie *Beispiel 10* verdeutlicht, können sich aufgrund der Komplexität der Konstruktion von Nano-, Mikro- und Kleindrohnen lange Kausalketten ergeben. Dabei stellt sich die Frage des **adäquaten Kausalzusammenhangs**.¹¹⁷⁰ Danach muss die Ursache «geeignet sein, nach dem gewöhnlichen Lauf der Dinge und den Erfahrungen des Lebens, einen Erfolg wie den eingetretenen herbeizuführen oder mindestens zu begünstigen»¹¹⁷¹. Dabei hat das Gericht *ex post* die objektive Voraussehbarkeit des Schadensereignisses zu prüfen.¹¹⁷² Es sind die Umstände des Einzelfalls zu prüfen (**Art. 4 ZGB**).¹¹⁷³ Im vorstehenden *Beispiel 10* ist nicht von einem adäquaten Kausalzusammenhang auszugehen. So führte erst die Verwendung des Akkus in einer Kleindrohne eine spezifische Flugsituation sowie das Hinzutreten von verstärkten Vibrationen und einer brüchigen Lötstelle zum Absturz. Anders zu beurteilen wäre die Rechtslage, falls die Akku-Steuerung einen Stromausfall verursacht hätte und der Absturz deshalb erfolgt wäre.

Selbst wenn die Adäquanz bejaht wird, müssten die weiteren Tatbestandsmerkmale der Verschuldenshaftung hinzutreten, damit z.B. der Softwareentwickler in *Beispiel 10* nach **Art. 41 Abs. 1 OR** haftet.¹¹⁷⁴ Dazu zählt auch das

1168 BK-BREHM, Art. 41 OR N 145.

1169 Eine Haftung der Beteiligten ablehnend: BK-BREHM, Art. 41 OR N 8; BSK OR I-KESSLER, Art. 41 OR N 25. A.M. FELLMANN/ KOTTMANN, Band I, Rz. 2768–2771, die allerdings für die gemeinschaftliche Haftung nur Beispiele nach dem Gefahrensatz anführen; ebenso CR CO I-WERRO, Art. 41 CO N 48, und REY, Haftpflichtrecht, Rz. 624, die für eine Schadensteilung votieren; wie auch OFTINGER/ STARK, Allgemeiner Teil, Rz. 121–128, die dafür allerdings ein gemeinsames Verschulden voraussetzen; ebenfalls HONSELL/ ISENRING/ KESSLER, Rz. 65–67, die in diesen Fällen eine analoge Anwendung von **Art. 50 Abs. 1 OR** vorschlagen. Für eine Beweislastumkehr: ROBERTO, Rz. 06.29; SCHNYDER/ PORTMANN/ MÜLLER-CHEN, Rz. 108; WEBER, HAVE, 120.

1170 Zum natürlichen Kausalzusammenhang: Nachweise in **Fn. 679, 90**.

1171 **BGE 135 IV 56**, 64 E. 2.1; Vgl. auch Urteil des **BGer vom 23.4.2010**, **6B_183/2010**, E. 3.

1172 **BGE 135 IV 56**, 65 f. E. 2.2 und 3.1.2; BK-BREHM, Art. 41 OR N 122b; BSK OR I-KESSLER, Art. 41 OR N 16.

1173 Urteil des **BGer vom 26.10.2004**, **5C.88/2004** E. 4.1; BK-BREHM, Art. 41 OR N 121a.

1174 Zu den Haftungsvoraussetzungen: **Ziff. IVA Haftungsprobleme verursacht durch die Eigenschaften autonomer Nano-, Mikro- und Kleindrohnen, 148–159**.

Verschulden,¹¹⁷⁵ wobei leichte Fahrlässigkeit genügt¹¹⁷⁶. Bei Schadensursachen, die auf Fehler an Komponenten von Nano-, Mikro- und Kleindrohnen zurückzuführen sind, ist dabei insb. an eine Sorgfaltspflichtverletzung des Beteiligten zu denken. Das Mass der Sorgfalt kann sich dabei nach den Kriterien der Haftung für Produkte richten.¹¹⁷⁷ So würde den Softwareentwickler in *Beispiel 10* ein Verschulden treffen, falls er die Software nicht nach branchenüblichen Qualitätsstandards programmiert.¹¹⁷⁸ Ebenso ist aber auch vorsätzliches bzw. eventualvorsätzliches Handeln denkbar: Z.B. wenn ein Hersteller einer Kleindrohne anstelle von strapazierfähigem Aluminium bewusst ein ungeeignetes, kostengünstigeres Surrogat mit wesentlich geringeren Stabilitätseigenschaften verwendet. Im Vergleich zur Haftung für Produkte kommt für den Geschädigten allerdings erschwerend hinzu, dass er das Verschulden des Verursachers zu beweisen hat.

Zusammengefasst fehlt es einem Geschädigten infolge der Komplexität eines autonomen Systems häufig an der Möglichkeit, bei einem Haftpflichtigen einen Schaden einzufordern, der nicht durch die Haftung für Produkte¹¹⁷⁹ oder die luftrechtliche Halterhaftung¹¹⁸⁰ gedeckt ist.¹¹⁸¹

4. Externe Einflüsse

Auf autonome Systeme und im Speziellen autonome Nano-, Mikro- und Kleindrohnen können insb. **vier Arten** von externen Einflüssen einwirken:

1175 Zum Verschulden: Nachweise in [Fn. 1118, 149](#).

1176 BK-BREHM, Art. 41 OR N 200; BSK OR I-KESSLER, Art. 41 OR N 48.

1177 Vgl. [Ziff. III.B Haftung für Produkte, 117–145](#).

1178 Zur Haftung bei Verletzung von privatrechtlichen Richtlinien: BK-BREHM, Art. 41 OR N 174. Bei mangelnder Prüfung der Software vgl. [Ziff. III.B.2 Bestimmungen zur Sicherheit von Produkten, 130–137](#), und falls die Fehler auf eine mangelhafte Organisation des Softwareentwicklers als Geschäftsherr nach [Art. 55 OR](#) zurückzuführen sind: [Ziff. III.B.3 Produzentenhaftung, 137–139](#).

1179 Zur Haftung für Produktfehler bei Nano-, Mikro- und Kleindrohnen: [Ziff. III.B Haftung für Produkte, 117–145](#).

1180 [Ziff. III.A.2 Haftung für Schäden nach dem LFG, 80–117](#).

1181 Vgl. auch zur Schwierigkeit der Haftungszuordnung bei komplexen (autonomen) Systemen: BECK, *Juristische Rundschau*, 226; GALLIOTT, 223 f.; GOGARTY/ HAGGER, *Journal of Law, Information and Science*, 123 f.; GRUBER, *Mensch-Maschine-Assoziationen* 2014, 144; HANISCH, 77 f.; PALMERINI/ AZZARRI/ BATTAGLIA/ BERTOLINI et al., 23; SCHUHR, 18; SPINDLER, 65; WEAVER, 40 f.

1. Autonome Systeme können **Teil eines Netzwerkes** sein.¹¹⁸² Bei autonomen Nano-, Mikro- und Kleindrohnen kommt dabei insb. ein Verbund mit einem Kontrollsystem am Boden¹¹⁸³, mit einer Formation oder mit einem Schwarm¹¹⁸⁴ infrage. In einem Netzwerk werden Informationen ausgetauscht, wobei eingehende Daten das Verhalten der Drohne beeinflussen.¹¹⁸⁵ Zu denken ist z.B. an Wetterdaten, Informationen zu (temporären) Hindernissen oder die Position anderer Flugobjekte. Handelt es sich um fehlerhafte Daten, können diese ein Fehlverhalten der Nano-, Mikro- oder Kleindrohne bewirken.¹¹⁸⁶ Der Urheber der Fehlinformationen, welche zu einem Schaden führen, dürfte im Nachhinein kaum zu eruieren sein.¹¹⁸⁷
2. Notwendige Voraussetzung für die Funktion autonomer Systeme ist die Lernfähigkeit und die ständige Anpassung der Entscheidungsprozesse aufgrund von **Umwelteinflüssen**.¹¹⁸⁸ Welchen Umwelteinflüssen autonome Nano-, Mikro- und Kleindrohnen ausgesetzt sind, können durch den Halter oder Hersteller nur begrenzt kontrolliert bzw. vorausgesehen werden.¹¹⁸⁹ Es besteht ihrerseits nur eine beschränkte Möglichkeit, auf den Lernprozess Einfluss zu nehmen, um ein Fehlverhalten abzuwenden.¹¹⁹⁰
3. Autonome Nano-, Mikro- und Kleindrohnen können **offen gegenüber Eingriffen Dritter** konzipiert sein. Zu denken ist dabei z.B. an die Erweiterung des Funktionsumfangs einer Nano-, Mikro- oder Kleindrohne durch das Hinzufügen von (kommerziellen) Software-Applikationen (engl. „Apps“) von Dritten. So könnte z.B. eine Kameradrohne mit einer App um die Funktion einer Gestensteuerung erweitert werden.¹¹⁹¹
Im kommerziellen Anwendungsbereich werden zudem Drohnen bereits heute als Plattformen ausgeliefert, die je nach Einsatzzweck durch den

1182 Vgl. auch FORD, 20–22; VERUGGIO, 31.

1183 Ziff. II.F Flugverkehrskontrollsystem, 67 f.

1184 Ziff. II.G Formationen und Schwärme, 68 f.

1185 Ziff. II.D.2 Datenverbindung und Informationen aus Vernetzung, 24 f.

1186 Vgl. auch ARORA, 85; EUROPEAN PARLIAMENT, COMMITTEE ON LEGAL AFFAIRS, 13 f.; FORD, 190; PIPPIN, 1728–1730; VERUGGIO, 31.

1187 ROSENTHAL, 140.

1188 Ziff. II.E Autonome Entscheidungsprozesse, 42–67.

1189 Dazu auch [Beispiel 9, 123](#).

1190 GRUBER, Mensch-Maschine-Assoziationen 2013, 126.

1191 Ein weiteres Beispiel für ein offenes System ist die „Open Source Robotics-Initiative“ als Plattform für Ausbildungs-, Forschungs-, und Entwicklungsprojekte (<https://www.osrfoundation.org/>). Zu den Problemen der „Open Source Robotics-Initiative“ im Zusammenhang mit der Produkthaftpflicht: MÜLLER, AJP, 604, m.w.H.

Anwender mit der entsprechenden Nutzlast¹¹⁹² ergänzt werden.¹¹⁹³ Dabei können ebenfalls ein Datenaustausch und eine gegenseitige Beeinflussung zwischen der Steuerung der Nutzlast und dem Missionskontroll-System der Drohne stattfinden.

Zusammengefasst kann nachträglich hinzugefügte Software oder Hardware die Funktionsweise des autonomen Systems beeinflussen und gar zu einer Fehlfunktion führen.¹¹⁹⁴

4. Schliesslich kann auch ein **unberechtigter Zugriff von aussen** erfolgen. Werden Nano-, Mikro- oder Kleindrohnen z.B. mittels „Jamming“¹¹⁹⁵ oder „Spoofing“¹¹⁹⁶ gehackt, können dadurch Schäden ohne Zutun des Herstellers oder des Halters entstehen.¹¹⁹⁷

Für Drittgeschädigte ist es kaum möglich, den Urheber eines externen Einflusses zu identifizieren. Zudem müssen, damit sich in den vorstehend betrachteten vier Fällen ein Schaden verwirklicht, oft weitere zusätzliche Umstände hinzutreten.

Weitere Schwierigkeiten entstehen dem Geschädigten, weil er bei alternativer Kausalität seinen Anspruch auf Schadenersatz nicht durchsetzen kann.¹¹⁹⁸ Abgesehen davon können sich Schäden bei autonomen Nano-, Mikro- und Kleindrohnen erst nach einer längeren Kausalkette verwirklichen.¹¹⁹⁹ In einem solchen Fall wäre die adäquate Kausalität fraglich. Zudem steht der Geschädigte vor der Hürde, das Verschulden des Verursachers nachzuweisen.¹²⁰⁰

1192 [Ziff. II.D.3 Nutzlast, 25–29.](#)

1193 PALMERINI/ AZZARRI/ BATTAGLIA/ BERTOLINI et al., 23.

1194 Daneben können solche Erweiterungen auch zu einer höheren Komplexität des Systems ([Ziff. IV.A.3 Komplexität des Systems, 154–156](#)) beitragen.

1195 Beim „Jamming“ wird z.B. das GPS-Signal der Drohne gestört. Dadurch kann diese die Orientierung verlieren und wird zur Landung oder zum Absturz gebracht, weiterführend: WESSON/ HUMPHREYS, *Scientific American*, 56 f.

1196 Beim „Spoofing“ wird die Drohne z.B. durch übermitteln falscher GPS-Signale unter Kontrolle gebracht, weiterführend: KERNS/ SHEPARD/ BHATTI/ HUMPHREYS, *Journal of Field Robotics*, 618–633.

1197 Siehe auch: [Ziff. III.A.2.g Haftung des Halters bei Schwarzflügen, 96–100](#), und BIERMANN/ WIEGOLD, 74–76.

1198 Zur diesbezüglichen Uneinigkeit in der Lehre: Nachweise in [Fn. 1168, 155](#).

1199 Vgl. [Beispiel 10, 154](#).

1200 Dazu die Ausführungen zu den Problemen bei natürlicher und adäquater Kausalität, zum Verschulden und der Beweislast in: [Ziff. IV.A.3 Komplexität des Systems, 154–156](#).

5. Ergebnis: Schlechterstellung der Geschädigten

Sofern ein Schädiger identifiziert werden kann,¹²⁰¹ stellen der Nachweis des Kausalzusammenhangs sowie des Verschuldens nach geltenden Anforderungen bei **Fehlentscheiden autonomer Systeme** den Geschädigten oft vor unlösbare Aufgaben.¹²⁰²

Selbst wenn der **Schaden nicht auf einer Fehlentscheidung** des autonomen Systems beruht, sieht sich der Geschädigte bei der Geltendmachung von reinen Vermögensschäden und Schäden aus Luftkollisionen aufgrund der Komplexität des Systems¹²⁰³ und externer Einflüsse¹²⁰⁴ kaum überwindbaren Hürden gegenüber.

Im Vergleich zu einer menschengesteuerten Nano-, Mikro- oder Kleindrohne ist der **Geschädigte** damit **wesentlich schlechter gestellt**. Es fehlt ihm eine handelnde Person, welche die Drohne steuert, die er nach **Art. 41 Abs. 1 OR** zur Ersatzpflicht heranziehen könnte. Aus diesem Grund muss er auf Hersteller, Softwareentwickler oder andere indirekt Beteiligte greifen, was ihm die vorumschriebenen Probleme verursacht.¹²⁰⁵

B. HAFTUNG BEI LUFTKOLLISIONEN

Die Probleme bei der Durchsetzung einer Haftung¹²⁰⁶ werden bei Luftkollisionen besonders deutlich. Im Gegensatz zu Schäden auf dem Boden, wo die luftrechtliche Halterhaftung (**Art. 64 ff. LFG**) Schwierigkeiten bei der Haftungszuordnung kompensieren kann¹²⁰⁷, besteht bei Kollisionen in der Luft **keine luftrechtliche Regelung**.

¹²⁰¹ Ziff. III.A.2.f Schwierigkeiten bei der Identifikation des Halters, 93–96, und Ziff. IV.A.4 Externe Einflüsse, 156–158.

¹²⁰² Ziff. IV.A.2 Wer ist verantwortlich für Fehlentscheidungen?, 152 f.

¹²⁰³ Ziff. IV.A.3 Komplexität des Systems, 154–156.

¹²⁰⁴ Ziff. IV.A.4 Externe Einflüsse, 156–158.

¹²⁰⁵ Die Problematik bei der Haftung autonomer Systeme wird auch in der Literatur breit diskutiert. Vgl. dazu z.B. BECK, *Technisierung*, 178; BECK, *Juristische Rundschau*, 226; BIERMANN/ WIEGOLD, 168; GÜNTHER, 165 f.; HANISCH, *Haftungskonzepte 2014*, 28–31; MÉTILLE/ GUYOT, *Plädoyer*, 26.

¹²⁰⁶ Ziff. IV.A Haftungsprobleme verursacht durch die Eigenschaften autonomer Nano-, Mikro- und Kleindrohnen, 148–159.

¹²⁰⁷ Ziff. III.A.2.b Gefährdungshaftung nach Art. 64 LFG, 81 f.

1. Keine luftrechtliche Gefährdungshaftung bei Luftkollisionen de lege lata

Für Schäden durch Kollisionen in der Luft sind gemäss **Art. 79 LFG** die **allgemeinen Bestimmungen des OR einschlägig**.¹²⁰⁸ Somit müssen Schäden nach **Art. 41 ff. OR** geltend gemacht werden. Zu den Haftungsvoraussetzungen nach **Art. 41 Abs. 1 OR** zählt das Verschulden. Daran mangelt es allerdings bei Fehlentscheidungen¹²⁰⁹ von autonomen Systemen.¹²¹⁰ Deshalb hängt die Durchsetzung eines Ersatzanspruchs bei Luftkollisionen davon ab, ob ein menschlicher Pilot die Drohne gesteuert hat oder die Drohne autonom geflogen ist.¹²¹¹ Im Fall eines autonomen Fluges versagt **Art. 41 Abs. 1 OR** i.d.R. als Haftungsgrundlage. Das führt zum unbefriedigenden Ergebnis, dass in derselben Weise geschädigte Personen bei Kollisionen in der Luft unterschiedlich behandelt werden. Sollen autonome Nano-, Mikro- und Kleindrohnen verbreitet zum Einsatz kommen, ist eine solche Rechtslage nicht haltbar.

Zusätzlich strahlt diese rechtliche Situation auch auf Fälle aus, in denen eine Luftkollision durch eine **pilotengesteuerte Nano-, Mikro- oder Kleindrohne** verursacht wird, **die auch mit autonomen Fähigkeiten ausgerüstet** ist.¹²¹² Für den Piloten, der den Zusammenstoss verursacht hat, wäre es naheliegend, zu behaupten, die Drohne sei zum Zeitpunkt der Schädigung autonom geflogen, um einer Haftung zu entgehen. Der beweisbelastete Geschädigte (**Art. 8 ZGB**) vermag kaum nachzuweisen, dass die Drohne zum Zeitpunkt der Schädigung nicht autonom geflogen ist.

Daneben treten **weitere Beweisschwierigkeiten** hinzu, welche sich aufgrund der Komplexität der Konstruktion von Nano-, Mikro- und Kleindrohnen¹²¹³ sowie externen Einflüssen¹²¹⁴ ergeben.

¹²⁰⁸ Zu unterschiedlichen Konstellationen bei Luftkollisionen: **Ziff. III.A.2.h.1) Konstellationen bei Kollisionen von Luftfahrzeugen, 100–102.**

¹²⁰⁹ **Ziff. IV.A.1 Fehler oder Fehlentscheidung?, 149–152.**

¹²¹⁰ **Ziff. IV.A.2 Wer ist verantwortlich für Fehlentscheidungen?, 152 f., und Ziff. IV.B.2 Keine Haftung aus Verschuldenshaftung ohne Sorgfaltspflichtverletzung, 161–163.**

¹²¹¹ Vgl. auch **Ziff. IV.A.5 Ergebnis: Schlechterstellung der Geschädigten, 159.**

¹²¹² Solche Drohnen sind heute bereits im Handel erhältlich z.B.: <https://www.dji.com/mavic>.

¹²¹³ **Ziff. IV.A.3 Komplexität des Systems, 154–156.**

¹²¹⁴ **Ziff. IV.A.4 Externe Einflüsse, 156–158.**

Nicht nur deshalb sondern auch aus rechtspolitischen Gründen¹²¹⁵ drängt sich eine **Anpassung der gesetzlichen Haftungsgrundlagen für Luftkollisionen** auf.¹²¹⁶ Für autonome Systeme existiert in der Literatur eine Vielzahl unterschiedlicher Vorschläge zur Regelung der Haftung. Nachfolgend werden diese Lösungen auf ihre Tauglichkeit für die Anwendung auf autonome Nano-, Mikro- und Kleindrohnen bei Zusammenstößen in der Luft geprüft.

2. Keine Haftung aus Verschuldenshaftung ohne Sorgfaltspflichtverletzung

Eine deutsche Lehrmeinung schlägt eine (erweiterte) Verschuldenshaftung beim Einsatz von autonomen Systemen vor. Dabei soll derjenige, der das autonome System einsetzt, für Schäden ersatzpflichtig sein, falls die **Verwendung für den fraglichen Einsatz fahrlässig** war.¹²¹⁷

Im Schweizer Privatrecht ist im Rahmen der Verschuldenshaftung grundsätzlich **Art. 41 Abs. 1 OR** anwendbar. Für eine Haftung aus Fahrlässigkeit ist ein **Mangel an Sorgfalt** des Haftpflichtigen **vorausgesetzt**.¹²¹⁸ Sorgfaltspflichten können sich dabei aus gesetzlichen Bestimmungen, allgemein anerkannten Verhaltensregeln sowie aus dem allgemeinen Gefahrensatz ergeben.¹²¹⁹

Nach heute geltenden Bestimmungen ist der **autonome Betrieb** von Nano-, Mikro- und Kleindrohnen ausserhalb des Sichtbereichs **ohne Ausnahmebewilligung untersagt** (**Art. 17 Abs. 1** und **Art. 18 VLK**).¹²²⁰ Diese Vorschriften haben zum Zweck, die Flugsicherheit zu gewährleisten (vgl. **Art. 57 Abs. 1 LFG**).¹²²¹ Selbst bei einem autonomen Betrieb in Sichtweite muss der Pilot jederzeit in der Lage sein, die Steuerung zu übernehmen (**Art. 17 Abs. 1 VLK**).¹²²² Missachtet ein Betreiber einer autonomen Nano-, Mikro- oder Kleindrohne diese Vorschriften, kann ihm das als Sorgfaltspflichtverletzung ausgelegt werden. Im Schadensfall fällt somit eine Haftung nach **Art. 41 Abs. 1 OR** in Betracht.

1215 Ziff. IV.D Notwendigkeit die Verantwortungslücke gesetzlich zu schliessen?, 183–188.

1216 Ziff. V.B Einführung einer Gefährdungshaftung bei Luftkollisionen, 229–233.

1217 SCHUHR, 24 f.

1218 BK-BREHM, Art. 41 OR N 196; BSK OR I-KESSLER, Art. 41 OR N 48a.

1219 BK-BREHM, Art. 41 OR N 172–178b; BSK OR I-KESSLER, Art. 41 OR N 48b.

1220 Ziff. V.A.1.b.3) Betriebsvorschriften für Nano-, Mikro- und Kleindrohnen, 198–200.

1221 Ziff. V.A.1.b.2)ii) UVEK als Regelungsinstanz für Ausführungsbestimmungen, 198.

1222 Ziff. V.A.1.b.3) Betriebsvorschriften für Nano-, Mikro- und Kleindrohnen, 198–200.

Dabei richten sich die **Schadenersatzansprüche** nach [Art. 41 Abs. 1 OR](#) **gegen den Piloten**, der den autonomen Flugmodus aktiviert hat. Falls die Nano-, Mikro- oder Kleindrohne vollständig autonom d.h. ohne Piloten fliegt, haftet der **Betreiber**, der sie sorgfaltswidrig in Betrieb genommen hat. Diese Personen können sich *de lege lata* vom Halter, der z.B. gemäss [Art. 64 Abs. 1 LFG](#) für Personen- und Sachschäden auf der Erde haftet,¹²²³ unterscheiden.¹²²⁴ Fallen Halter und Pilot bzw. Betreiber auseinander, kann dies eine zusätzliche Hürde für den Geschädigten zur Folge haben. So hätte er, bei gleichzeitigen Ansprüchen aus [Art. 64 ff. LFG](#) gegen den Halter, zwei Verfahren zu führen.

Zunächst stellt sich bei Nano-, Mikro- und Kleindrohnen mit autonomen Fähigkeiten, welche das Können eines menschlichen Piloten übertreffen, die **Frage, inwieweit deren Einsatz überhaupt eine Sorgfaltspflichtverletzung** darstellt.

Daneben kann ein Geschädigter mit erheblichen **Beweisschwierigkeiten** konfrontiert sein. So ist von aussen oft nicht festzustellen, ob eine Nano-, Mikro- oder Kleindrohne autonom flog oder durch einen Menschen pilotiert wurde. Falls der Pilot z.B. behauptet, er sei selbst geflogen und ein äusserer Umstand, wie z.B. eine plötzlich auftretende Windböe, habe zur Kollision geführt, ist ihm eine Sorgfaltspflichtverletzung kaum nachzuweisen. Gleichzeitig dürfte dem Geschädigten als Beweisbelastetem ([Art. 8 ZGB](#)) die Beweisführung bei Luftkollisionen oftmals deutlich erschwert sein, da in solchen Fällen mit der Zerstörung der Nano-, Mikro- und Kleindrohne zu rechnen ist.

Insgesamt sind Ansprüche aus einer Sorgfaltspflichtverletzung nach [Art. 41 Abs. 1 OR](#), die z.B. auf einer Missachtung der Pflicht zum Betrieb im Sichtbereich beruhen ([Art. 17 Abs. 1 VLK](#)), nur **sehr schwer durchzusetzen**.

Künftig ist vom **Wegfall solcher Schranken** für autonome Nano-, Mikro- und Kleindrohnen auszugehen, wie Bestrebungen auf internationaler Ebene zeigen.¹²²⁵ Sofern dann eine Drohne im erlaubten Rahmen (autonom) betrieben wird, kann sich der Geschädigte kaum mehr auf eine Sorgfaltspflichtverletzung des Betreibers berufen. Eine Ausnahme könnte das Verwenden einer

¹²²³ [Ziff. III.A.2.b Gefährdungshaftung nach Art. 64 LFG, 81 f.](#)

¹²²⁴ Weiterführend zur Halterdefinition: [Ziff. III.A.2.f Schwierigkeiten bei der Identifikation des Halters, 93–96.](#)

¹²²⁵ [Ziff. V.A.1.a.2\) Heterogene europäische Regeln für Zulassung und Betrieb für Drohnen bis 150 kg, 192–194.](#)

für den Einsatzzweck ungeeigneten Drohne bilden.¹²²⁶ Abgesehen davon wird der Weg über die Verschuldenshaftung bei einem erlaubten Einsatz von autonomen Nano-, Mikro- und Kleindrohnen für den Geschädigten kaum zum Ziel führen.¹²²⁷ Folglich eignet sich die Haftung nach [Art. 41 Abs. 1 OR](#) nicht, um das Haftungsproblem bei Luftkollisionen zu lösen.

3. Fehlende Kausalhaftung

Wie gezeigt, fällt eine Verschuldenshaftung für die autonomen Fähigkeiten von Nano-, Mikro- und Kleindrohnen künftig i.d.R. ausser Betracht.¹²²⁸ Aus diesem Grund werden von verschiedenen Autoren vor allem Kausalhaftungen¹²²⁹ für autonome Systeme diskutiert.

a. Beschränkte Wirkung der Produkthaftpflicht

Einige US-amerikanische Autoren sehen die Produkthaftpflicht als mögliche Lösung für den Umgang mit Schäden durch autonome Systeme.¹²³⁰ Demgegenüber verweisen z.B. deutsche Lehrmeinungen aufgrund begrenzter Wirksamkeit deutlich zurückhaltender auf die Anwendung von Produkthaftpflichtbestimmungen auf autonome Systeme.¹²³¹

Zu einem ähnlichen Ergebnis führt auch die Anwendung der Haftung für Produkte in der Schweiz.¹²³² Diese **Normen versagen insb. bei Fehlentscheidungen** autonomer Systeme.¹²³³ Einzig falls sich Hersteller bei der Inverkehrbringung oder bei Nachmarktpflichten gemäss den Bestimmungen

1226 Dazu z.B. die Kategorisierung nach Einsatzzweck: [Ziff. V.A.5.c.1\)iv\) Einsatzkategorien in der offenen Kategorie](#), 214 f.

1227 Allgemein zum Versagen der Verschuldenshaftung bei autonomen Systemen im deutschen Recht: HANISCH, *Haftungskonzepte* 2014, 34.

1228 [Ziff. IV.B.2 Keine Haftung aus Verschuldenshaftung ohne Sorgfaltspflichtverletzung](#), 161–163.

1229 Zur Kausalhaftung: HONSELL/ISENRING/KESSLER, Rz. 15–18; KELLER, 50–53; SCHWENZER, Rz. 49.08–49.12.

1230 ASARO, 2; McNALLY/INAYATULLAH, *Futures*, 131; <http://robohub.org/an-alternative-to-specific-regulations-for-robocars-a-liability-doubling/>; VLADÉCK, *Washington Law Review*, 132–140; WEAVER, 23.

1231 GRUBER, *Mensch-Maschine-Assoziationen* 2014, 144; HANISCH, *Haftungskonzepte* 2013, 114; SPINDLER, 77 f.

1232 [Ziff. III.B Haftung für Produkte](#), 117–145.

1233 [Ziff. III.B.1.c.2\) Fehlerbegriff bei autonomen Systemen](#), 122–126.

zur Sicherheit von Produkten nachlässig verhalten¹²³⁴ oder ein Fall der Produzentenhaftung (Art. 55 OR) eingetreten ist¹²³⁵, kommt eine Haftung infrage. Erschwerend kommt hinzu, dass autonome Nano-, Mikro- und Kleindrohnen durch Luftkollisionen oft stark beschädigt oder ganz zerstört werden, was die Beweisführung behindern oder gar verunmöglichen kann.¹²³⁶

b. Keine analoge Anwendung der Werkeigentümerhaftung

Teilweise wird auch die analoge Anwendung der Werkeigentümerhaftung nach Art. 58 OR auf Schäden durch autonome Systeme diskutiert.¹²³⁷ Dabei schliesst bereits die **grosse Entfernung des Werkbegriffs**¹²³⁸ zu den Eigenschaften von autonomen Nano-, Mikro- und Kleindrohnen¹²³⁹ eine Analogie aus.¹²⁴⁰

c. Keine analoge Anwendung von Haftungen für Dritte

In der Literatur wird verschiedentlich auch die Möglichkeit der analogen Anwendung von **Haftungen für Dritte** auf autonome Systeme besprochen.¹²⁴¹ Für Schäden durch autonome Nano-, Mikro- und Kleindrohnen stellt dies keine taugliche Lösung dar, wie nachfolgende Ausführungen zeigen.

1) Haftung des Familienoberhauptes

Nach Art. 333 Abs. 1 ZGB¹²⁴² haftet das Familienoberhaupt für einen **Hausgenossen**, «der minderjährig oder geistig behindert ist, unter umfassender Beistandschaft steht oder an einer psychischen Störung leidet».¹²⁴³

1234 Ziff. III.B.2 Bestimmungen zur Sicherheit von Produkten, 130–137.

1235 Ziff. III.B.3 Produzentenhaftung, 137–139.

1236 Ziff. III.B.1.d Beweislast, 128 f.

1237 Beide im Ergebnis aber ablehnend: HANISCH, Haftungskonzepte 2013, 112 f.; MÜLLER, AJP, 602.

1238 Zum Werkbegriff: BK-BREHM, Art. 58 OR N 26–44a; BSK OR I-KESSLER, Art. 58 OR N 11–12b.

1239 Ziff. II Eigenschaften autonomer Drohnen, 9–73.

1240 Zu weiteren Argumenten die gegen eine Analogie sprechen: FREYTAG, Sicherheit & Recht, 118; LOHMANN, AJP, 160; MÜLLER, AJP, 602.

1241 Z.B.: CHOPRA/ WHITE, 127–132; HANISCH, Haftungskonzepte 2014, 39; LOHMANN, AJP, 159; MÜLLER, AJP, 602 f.; PAGALLO, 126 f.

1242 Weiterführend zur Haftung des Familienhauptes: BSK ZGB I-WILDHABER, Art. 333 ZGB N 1–10.

1243 Zur Haftung für autonome Systeme nach der Haftung für nicht urteilsfähige Hausgenossen im Schweizer Recht: FREYTAG, Sicherheit & Recht, 118, und MÜLLER, AJP,

Wohl sind Parallelen zu erkennen zwischen einem autonomen System, das nach heutigem Stand der Technik nicht zu einer freien Willensbildung in der Lage ist,¹²⁴⁴ und einem nicht urteilsfähigen Menschen. Allerdings fehlt es bei autonomen Nano-, Mikro- und Kleindrohnen ebenso am Anknüpfungskriterium der **Hausgemeinschaft**^{1245, 1246} **wie auch an der fehlenden Eigenschaft als Person**¹²⁴⁷. Zudem steht die Haftung nach **Art. 333 Abs. 1 ZGB** heute als antiquiert und nicht mehr zeitgemäss in der Kritik.¹²⁴⁸

Daraus folgt, dass sich die Haftung des Familienoberhauptes (**Art. 333 Abs. 1 ZGB**) **nicht zur analogen Anwendung** auf Schäden bei Luftkollisionen durch autonome Nano-, Mikro- und Kleindrohnen eignet.

2) Tierhalterhaftung

Im Rahmen der Tierhalterhaftung haftet der Halter eines Tieres für den Schaden, den dieses **aus eigenem Antrieb** einer anderen Person zufügt (**Art. 56 Abs. 1 OR**¹²⁴⁹).¹²⁵⁰

Ähnlichkeiten zwischen einem Tier und einem physischen autonomen System, wie einem Roboter, werden darin gesehen, dass sich beide unberechenbar und gefährlich verhalten können.¹²⁵¹ Dieser Vergleich vermag nicht zu überzeugen. Zunächst ist der Rahmen, in denen autonome Systeme ihre

602; für das deutsche Recht in Bezug auf § 323 BGB (Haftung des Aufsichtspflichtigen): HANISCH, 199–201; im italienischen Recht: PAGALLO, 126 f.; im US-amerikanischen Recht: HUBBARD, Florida Law Review, 1864 und CHOPRA/ WHITE, 128–130, und LICHOCKI/ KAHN/ BILLARD, IEEE Robotics & Automation Magazine, 41.

1244 Ziff. II.E.2.c Neuronale Netze, 49–53; Ziff. II.E.5 Grad der Autonomie, 56–60; Ziff. II.E.6.f Probleme ethischer Leitlinien aus philosophischer Sicht, 64.

1245 Zur Hausgemeinschaft: BSK ZGB I-WILDHABER, Art. 331 ZGB N 2; BSK ZGB I-WILDHABER, Art. 333 ZGB N 5.

1246 Vgl. für Roboter im Allgemeinen: LOHMANN, AJP, 159; MÜLLER, AJP, 602.

1247 FREYTAG, Sicherheit & Recht, 118; HANISCH, 199–201.

1248 Haftpflichtkommentar-SCHWANDER, Art. 333 ZGB N 14.

1249 Weiterführend zur Haftung des Tierhalters: BSK OR I-KESSLER, Art. 56 OR N 1–18, und BK-BREHM, Art. 56 OR N 1–93.

1250 Zur Haftung für autonome Systeme nach der Haftung für nicht urteilsfähige Hausgenossen im Schweizer Recht: MÜLLER, AJP, 602 f.; für das deutsche Recht in Bezug auf § 833 BGB (Haftung des Tierhalters): HANISCH, 201 f.; im italienischen Recht: PAGALLO, 126 f.; im US-amerikanischen Recht: CHOPRA/ WHITE, 130–132, und HUBBARD, Florida Law Review, 1864 f.

1251 LOHMANN, AJP, 160; MÜLLER, AJP, 602.

Entscheidungen treffen können, durch die Programmierung begrenzt,¹²⁵² was eine autonome Nano-, Mikro- oder Kleindrohne im Vergleich zu einem Tier deutlich berechenbarer erscheinen lässt. Zudem liegt die *ratio legis* von Art. 56 Abs. 1 OR darin, die Gefährdung durch Tiere als Lebewesen für ihre Umgebung zu erfassen.¹²⁵³ Diesbezüglich mangelt es autonomen Nano-, Mikro- und Kleindrohnen an der Lebendigkeit¹²⁵⁴. Schliesslich wird auch argumentiert, dass autonome Systeme im Rahmen einer delegierten selbständigen Aufgabenerfüllung agieren. Schäden aus einem solchen Verhalten sind nicht Gegenstand von Art. 56 Abs. 1 OR, da für Schäden durch Tiere, welche dem Willen des Halters folgen, dieser nach Art. 41 Abs. 1 OR haftet.¹²⁵⁵

Aus diesen Gründen ist eine analoge Anwendung der Tierhalterhaftung (Art. 56 OR) auf autonome Nano-, Mikro- und Kleindrohnen keine Lösungsmöglichkeit für die Haftungsproblematik.¹²⁵⁶

3) Geschäftsherrenhaftung und Organhaftung

Nach Art. 55 OR¹²⁵⁷ haftet der Geschäftsherr für seine Erfüllungsgehilfen¹²⁵⁸, die in Ausübung einer dienstlichen oder geschäftlichen Tätigkeit einen Schaden verursachen.¹²⁵⁹ Ergänzend dazu wird auch die Haftung juristischer Personen für deliktisches Verhalten ihrer Organe nach Art. 55 Abs. 2 ZGB¹²⁶⁰ diskutiert.¹²⁶¹

1252 Ziff. II.E.5 Grad der Autonomie, 56–60.

1253 BGE 64 II 373, 375 E. 1; HUGUENIN, Rz. 2051; KELLER, 181; OFTINGER/ STARK, Verschuldenshaftung, § 19 Rz. 18; CR CO I-WERRO, Art. 56 CO N 13.

1254 Ziff. II Eigenschaften autonomer Drohnen, 9–73.

1255 BK-BREHM, Art. 56 OR N 7; vgl. auch HANISCH, 47.

1256 Vgl. zum Ganzen: LOHMANN, AJP, 160; MÜLLER, AJP, 602 f.

1257 Weiterführend zur Haftung des Geschäftsherren nach Art. 55 OR: BK-BREHM, Art. 55 OR N 4–111c; BSK OR I-KESSLER, Art. 55 OR N 1–24.

1258 In diesem Zusammenhang wird auch die analoge Anwendung der Haftung für Hilfspersonen nach Art. 101 OR herangezogen (MÜLLER, AJP, 600 f.). Diese Norm kommt allerdings nicht für die ausservertragliche Haftung zur Anwendung (BSK OR I-WIEGAND, Art. 101 OR N 5).

1259 Zur Haftung für autonome Systeme nach der Haftung der Geschäftsherren für deren Hilfspersonen im Schweizer Recht: FREYTAG, Sicherheit & Recht, 118; MÜLLER, AJP, 601; für das deutsche Recht in Bezug auf § 831 BGB (Haftung für Verrichtungsgehilfen): GÜNTHER, 166; HANISCH, 195 f.; im italienischen Recht: PAGALLO, 130–132; im US-amerikanischen Recht: CHOPRA/ WHITE, 132–134, und HUBBARD, Florida Law Review, 1863 f.

1260 Weiterführend zur Organhaftung: BSK ZGB I-HUGUENIN/ REITZE, Art. 54/55 ZGB N 1–32.

1261 Für das deutsche Recht: HANISCH, 194 f.

Notwendige Voraussetzung für die Haftung nach [Art. 55 OR](#) ist die **Rechtsfähigkeit der Hilfsperson**.¹²⁶² Diese Eigenschaft fehlt autonomen Systemen.¹²⁶³ Folglich fallen autonome Nano-, Mikro- und Kleindrohnen nicht unter die Geschäftsherrenhaftung ([Art. 55 OR](#)). Die Haftung von [Art. 55 OR](#) kann einzig im Rahmen der Produzentenhaftung Anwendung finden, womit Schäden durch autonome Entscheidungen aber nicht gedeckt sind.¹²⁶⁴

Bei einer analogen Anwendung von [Art. 55 OR](#) ausserhalb der Produzentenhaftung müsste das fehlende Kriterium der Rechtsfähigkeit ignoriert werden. Ohne diese Einschränkung wäre der Geschäftsherr allerdings auch beim schadhafte Versagen jedes anderen Hilfsmittels haftbar. Das hätte eine **ausufernde Anwendung von Art. 55 OR** zur Folge. Um dem entgegenzuwirken, könnte ein bestimmter Grad an Autonomie vorausgesetzt werden. Eine verbindliche Kategorisierung der Autonomie fehlt zurzeit. Wie das Beispiel der autonomen Nano-, Mikro- und Kleindrohnen zeigt, unterscheidet sich der Grad der Autonomie je nach Einsatzgebiet.¹²⁶⁵ Deshalb wäre für jede Art von autonomen Systemen eine gesonderte Kategorisierung vorzunehmen. Das erscheint zum heutigen Zeitpunkt kaum praktikabel, weshalb eine analoge Anwendung von [Art. 55 OR](#) ausscheidet.¹²⁶⁶

Für die Haftung im Sinne von [Art. 55 Abs. 2 ZGB](#) muss ein Organ neben der Rechtsfähigkeit weitere Kriterien erfüllen. Es hat entweder formal oder *de facto* **mit der Erfüllung gesellschaftlicher Aufgaben betraut** zu sein.¹²⁶⁷ Es sind kaum Sachverhalte denkbar, in denen autonome Nano-, Mikro- und Kleindrohnen gesellschaftliche Aufgaben übernehmen. Folglich scheidet auch [Art. 55 Abs. 2 ZGB](#) als Haftungsnorm aus.¹²⁶⁸

1262 WAESPI, 62.

1263 [Ziff. IV.A.2 Wer ist verantwortlich für Fehlentscheidungen?, 152 f.](#)

1264 [Ziff. III.B.3 Produzentenhaftung, 137–139.](#)

1265 [Ziff. II.E.5 Grad der Autonomie, 56–60.](#)

1266 Ebenfalls ablehnend aufgrund der fehlenden Rechtsfähigkeit: FREYTAG, Sicherheit & Recht, 118, und MÜLLER, AJP, 601.

1267 BSK ZGB I-HUGUENIN/ REITZE, Art. 54/55 ZGB N 13, m.w.H.

1268 Siehe auch HANISCH, 194 f.

4. Keine analoge Anwendung der Billigkeitshaftung

Der Richter kann aus Billigkeit eine nicht urteilsfähige Person zum Ersatz des durch sie verursachten Schadens verurteilen (Art. 54 Abs. 1 OR¹²⁶⁹). Teilweise wird die analoge Anwendung der Billigkeitshaftung auf autonome Systeme diskutiert.¹²⁷⁰ Allerdings fehlt es autonomen Systemen an den Eigenschaften einer Person.¹²⁷¹ Abgesehen davon verfügen autonome Systeme über kein Haftungssubstrat, welches einen Schaden decken könnte.¹²⁷² Demzufolge scheidet auch die analoge Anwendung der Haftung nach Art. 54 Abs. 1 OR auf autonome Nano-, Mikro- und Kleindrohnen aus.

5. Lösungsvorschlag für die Haftung bei Luftkollisionen

Wie vorstehend gezeigt,¹²⁷³ genügen bestehende Normen nicht, um Schäden durch autonome Systeme haftpflichtrechtlich vollständig zu erfassen. Gerade im Hinblick auf künftige Entwicklungen werden Schwierigkeiten aufgrund dieser Regelungslücken an Bedeutung zunehmen.¹²⁷⁴ Es existieren dazu unterschiedliche Reformvorschläge, die im Folgenden auf ihre Eignung für die Haftung von autonomen Nano-, Mikro- und Kleindrohnen überprüft werden sollen.

a. Fehlende technische Möglichkeiten für eine elektronische Person

In der Literatur wird der Einführung einer elektronischen Person (E-Person) für autonome Systeme grosse Aufmerksamkeit gewidmet. Einige Autoren sehen die E-Person als Lösung, um autonome Systeme in den bestehenden Rechtsrahmen einzubinden;¹²⁷⁵ andere betrachten diese Zuschreibung

1269 Weiterführend zur Haftung urteilsunfähiger Personen: BK-BREHM, Art. 54 OR N 4–60; BSK OR I-KESSLER, Art. 54 OR N 1–12.

1270 Für das deutsche Recht: HANISCH, Haftungskonzepte 2014, 44 f.

1271 Ziff. IV.A.2 Wer ist verantwortlich für Fehlentscheidungen?, 152 f.

1272 KARNOW, 51.

1273 Ziff. IV.B.2 Keine Haftung aus Verschuldenshaftung ohne Sorgfaltspflichtverletzung, 161, bis Ziff. IV.B.4 Keine analoge Anwendung der Billigkeitshaftung, 168.

1274 EUROPEAN PARLIAMENT, COMMITTEE ON LEGAL AFFAIRS, 5.

1275 Z.B.: BECK, AJP, 187–190; BRAUN-THÜRMAN, 183 f.; CALVERLEY, 220–223; GRUBER, Maschinenrechte, 196; KERSTEN, JuristenZeitung, 7; MATTHIAS, 94; LEROUX/ LABRUTO/ BOSCARATO/ CAROLEO et al., 60; PALMERINI/ AZZARRI/ BATTAGLIA/ BERTOLINI et al., 24; SANTOSUOSSO, 21–25; TEUBNER, 6; VERSENYI, Ethics and Information Technology, 255; VLADECK, Washington Law Review, 149 f.; WERLE, 127–135.

von Rechtsfähigkeit kritisch.¹²⁷⁶ Die Einführung einer E-Person hätte weitreichende Konsequenzen für die gesamte Rechtsordnung: Es stellen sich Herausforderungen in den unterschiedlichsten Rechtsgebieten. Zu beantworten sind z.B. Fragen zu verfassungsmässigen Rechten, zur strafrechtlichen Behandlung, zur abgaberechtlichen Unterstellung, zur Eingliederung ins Privatrecht, Prozessrecht, Wettbewerbsrecht, Kartellrecht, etc. einer E-Person. Der juristische Diskurs dazu steht noch am Anfang.¹²⁷⁷ Dabei ist es nicht auszuschliessen, dass autonome Systeme dereinst mittels E-Person in das Recht eingebunden werden. Die Suche nach entsprechenden Lösungskonzepten für die unterschiedlichen Rechtsbereiche erfordert allerdings Zeit. Währenddessen schreitet die technologische Entwicklung fort und haftpflichtrechtliche Probleme im Luftrecht bleiben ungelöst. Gleichzeitig dürfte es kaum angemessen sein, aufgrund von partiellen Haftungsschwierigkeiten im Luftrecht, die Schaffung eines Rechtsinstruments wie die E-Person zu fordern, das derart tiefgreifende Auswirkungen auf die gesamte Rechtsordnung hätte.

Hinzutritt, dass die alleinige Einführung einer E-Person die haftpflichtrechtlichen Probleme im Luftrecht nicht löst: Zunächst ist unstrittig, dass die technologische Entwicklung auf absehbare Zeit keine Behandlung von autonomen Systemen als menschenähnliche natürliche Personen zulässt.¹²⁷⁸ Sollte eine E-Person eingeführt werden, ist deshalb vorerst zu erwarten, dass sie die Charakteristika einer juristischen Person aufweist.¹²⁷⁹ Um die zivilrechtlichen Haftungsprobleme¹²⁸⁰ zu adressieren, müsste eine solche juristische elektronische Person über angemessenes Haftungssubstrat verfügen.¹²⁸¹ Nachdem bei Luftkollisionen keine Gefährdungshaftung besteht¹²⁸² und

1276 Z.B.: ASARO, 4; BECK, Statusfragen, 252–257, m.w.H.; BECK, Roboter/Cyborgs, 118; FITZI, 379; GRUBER, Mensch-Maschine-Assoziationen 2013, 155–157; GRUBER, Rechtssubjekte, 133; HALL, Self-Improving Machines, 512–515; HANISCH, Haftungskonzepte 2014, 39 f.; LICHOCKI/KAHN/BILLARD, IEEE Robotics & Automation Magazine, 40; LINDEMANN, 84–86; LOHMANN, 393 f.; METZINGER, 264–266; MÜLLER, AJP, 604; PAGALLO, 155–159; SOLUM, North Carolina Law Review, 1284; WEISS, 72 f.

1277 WILDHABER/LOHMANN, AJP, 142.

1278 Ziff. II.E.1.a Künstliche Intelligenz (KI), 44–46; Ziff. II.E.5 Grad der Autonomie, 56–60; Ziff. IV.A.2 Wer ist verantwortlich für Fehlentscheidungen?, 152 f.

1279 Zur rechtlichen Einbindung autonomer Systeme angelehnt an juristische Personen: z.B. ASARO, 4; BECK, Statusfragen, 255 f.; FITZI, 392–394; HILGENDORF, 28; MATTHIAS, 255 f.; SOLUM, North Carolina Law Review, 1240–1255.

1280 Ziff. IV.A.2 Wer ist verantwortlich für Fehlentscheidungen?, 152 f.

1281 Vgl. auch: TEUBNER, 14; VLADECK, Washington Law Review, 149 f.; WEAVER, 29.

1282 Ziff. IV.B.1 Keine luftrechtliche Gefährdungshaftung bei Luftkollisionen de lege lata, 160 f.

autonomen Systemen heute kein Verschulden im Rahmen von [Art. 41 Abs. 1 OR](#)¹²⁸³ zugerechnet werden kann,¹²⁸⁴ wäre zusätzlich eine Kausalhaftung einzuführen, um auf das Haftungssubstrat einer E-Person zugreifen zu können. Somit könnte eine E-Person erst in Ergänzung z.B. mit einer allgemeinen oder speziellen Gefährdungshaftung, wie sie nachfolgend diskutiert wird,¹²⁸⁵ eine Lösung der Haftungsproblematik bei Luftkollisionen bewirken.

Angesichts der bestehenden Haftungskonzeption im Schweizer Luftrecht, welche im Kern bereits eine Gefährdungshaftung des Halters beinhaltet ([Art. 64 Abs. 1 LFG](#)),¹²⁸⁶ erscheint der Umweg über eine E-Person als **wenig zweckmässig** und nicht sachgerecht. Insbesondere weil mit dem untenstehenden Regulierungsvorschlag¹²⁸⁷ eine Lösung getroffen werden kann, die einfacher und rascher umzusetzen ist, als eine E-Person. Folglich wird die Einführung einer E-Person an dieser Stelle als Lösungsansatz für die Haftung von autonomen Nano-, Mikro- und Kleindrohnen nicht weiterverfolgt.

b. Reform im Bereich der Gefährdungshaftung

1) Keine Lösung durch eine allgemeine Gefährdungshaftung

Eine allgemeine Gefährdungshaftung wird teilweise als Chance zur Regelung von Schäden durch autonome Systeme gesehen.¹²⁸⁸ Dabei wird zum Teil an die französische Gardien-Haftung angelehnt.¹²⁸⁹ Aus dieser Bestimmung geht eine Haftung des für eine Sache Verantwortlichen hervor für den Schaden, welcher die betreffende Sache verursacht.¹²⁹⁰ In der Schweiz scheiterte die Einführung

1283 Zu den Haftungsvoraussetzungen: [BGE 132 III 122](#), 130 E. 4.1 = *Pra* 95 (2006) Nr. 107, 743; BSK OR I-KESSLER, Art. 41 OR N 2c.

1284 [Ziff. IV.A.5 Ergebnis: Schlechterstellung der Geschädigten](#), 159.

1285 [Ziff. IV.B.5.b Reform im Bereich der Gefährdungshaftung](#), 170–172.

1286 [Ziff. III.A.2 Haftung für Schäden nach dem LFG](#), 80–117.

1287 [Ziff. V.B Einführung einer Gefährdungshaftung bei Luftkollisionen](#), 229–233, und [Ziff. V.C Einführung einer Gefährdungshaftung für reine Vermögensschäden](#), 233–239.

1288 HANISCH, *Haftungskonzepte* 2014, 35 f.; GRUBER, *Mensch-Maschine-Assoziationen* 2013, 146, kritisch. Eher ablehnend für das Schweizer Recht: LOHMANN, *AJP*, 161; MÜLLER, *AJP*, 603 f., unter Hinweis auf Qualifikationsschwierigkeiten der unterschiedlichen Arten autonomer Systeme, sowie FREYTAG, *Sicherheit & Recht*, 119, unter Hinweis auf MÜLLER, *AJP*, 603 f. Ablehnend im deutschen Recht: GÜNTHER, 169. Im Allgemeinen ablehnend: FELLMANN, *HAVE*, 366 f. Zu einer möglichen strafrechtlichen Gefährdungshaftung: MARKWALDER/SIMMLER, *AJP*, 177 f.

1289 HANISCH, *Haftungskonzepte* 2014, 37; MÜLLER, *AJP*, 603 Fn. 102.

1290 VON BAR, § 3 Rz. 336–345.

einer allgemeinen Gefährdungshaftung zuletzt am Verzicht auf eine umfassende Revision des Haftpflichtrechts.¹²⁹¹ Zuvor wurde die Generalklausel für eine Gefährdungshaftung teilweise heftig kritisiert: So wurde ins Feld geführt, dass eine solche Gesetzesnorm die Tatbestandsbestimmung an den Richter delegiere, was die **Gewaltenteilung** zwischen Richter und Gesetzgeber **torpediere** und zudem drohe die «Gefahr eines unkontrollierten Wildwuchses und falscher Verallgemeinerung».¹²⁹² Ergänzend dazu bestehe bei einer solchen Generalklausel ein erhebliches **Risiko für Rückschau- und Ergebnisfehler**. Solche liegen vor, wenn ein Richter eine wenig riskante Handlung, beeinflusst durch schwere Unfallfolgen im Einzelfall, im Nachhinein fälschlicherweise allgemein als gefährliche Tätigkeit einstuft.¹²⁹³

In einem nicht parlamentarischen Entwurf für einen neuen allgemeinen Teil des Obligationenrechts (OR 2020)¹²⁹⁴ wird nach wie vor eine allgemeine Gefährdungshaftung vorgeschlagen (**Art. 60 OR 2020**).¹²⁹⁵ Eine **gesetzliche Verankerung** dieser Norm ist zurzeit aber **nicht absehbar**.

In der Luftfahrt existiert bereits eine **Gefährdungshaftung, welche die spezifischen Risiken von Luftfahrzeugen** abdeckt (**Art. 64 ff. LFG**).¹²⁹⁶ Diese erfasst allerdings lediglich Personen- und Sachschäden am Boden.¹²⁹⁷ Aus luftrechtlicher Perspektive ist es deutlich naheliegender, die Haftung von **Art. 64 ff. LFG** auf Luftkollisionen zu erweitern, statt eine neue allgemeine Gefährdungshaftung zu fordern, deren Wirkung sich weit über die Grenzen des Luftrechts erstreckt und der die vorgenannten Nachteile inhärent wären.

2) Spezielle Gefährdungshaftung für autonome Systeme

Eine breit abgestützte Meinung votiert für die Schaffung einer speziellen Gefährdungshaftung für autonome Systeme.¹²⁹⁸ Im Kern soll damit

1291 Dazu die Medienmitteilung des Bundesrates vom 21.1.2009: https://www.bj.admin.ch/bj/de/home/aktuell/news/2009/ref_2009-01-21.html.

1292 HONSELL, ZSR, 307. Grundsätzliche Kritik zur Generalklausel: HEDEMANN, *passim*.

1293 FELLMANN, HAVE, 366.

1294 Weiterführend: <http://or2020.ch>.

1295 Ausführlich dazu: OR 2020-FELLMANN/ MÜLLER/ WERRO, Art. 60 N 1–3.

1296 Ziff. III.A.2.b Gefährdungshaftung nach Art. 64 LFG, 81 f.

1297 Ziff. III.A.2.h Solidarische Haftung bei Luftkollisionen, 100–105.

1298 BECK, Technisierung, 178 f.; EUROPEAN PARLIAMENT, COMMITTEE ON LEGAL AFFAIRS, 13; GRUBER, Mensch-Maschine-Assoziationen 2013, 139; HANISCH, Haftungskonzepte 2014, 54; HANISCH, Haftungskonzepte 2013, 117 f.; HANISCH, 174; MATSUZAKI, 364; NEUHÄUSER, 284 f.; SCHUHR, 22 f.; VLADECK, Washington Law Review, 146.

die Verantwortung dem Betreiber, Nutzer oder Eigentümer des autonomen Systems zugewiesen werden.¹²⁹⁹ Vorliegend wird diesbezüglich die Auffassung vertreten, dass eine allgemeine Haftung für autonome Systeme unzweckmäßig ist. Vielmehr sind die **produktspezifischen Eigenschaften** und die im **jeweiligen Einsatzgebiet** herrschenden Regulierungen zu **berücksichtigen**.¹³⁰⁰ Für autonome Nano-, Mikro- und Kleindrohnen existiert für Schäden am Boden eine luftrechtliche Gefährdungshaftung (**Art. 64 ff. LFG**)¹³⁰¹ Naheliegender ist deshalb eine Erweiterung dieser Haftung für autonome Nano-, Mikro- und Kleindrohnen auch auf Schäden in der Luft. Demzufolge wird mit dem untenstehenden Regulierungsvorschlag die Einführung einer Gefährdungshaftung für Schäden bei Kollisionen in der Luft vorgeschlagen.¹³⁰²

C. HAFTUNG FÜR REINE VERMÖGENSSCHÄDEN

Reine Vermögensschäden sind von der luftrechtlichen Halterhaftung (**Art. 64 ff. LFG**) ausgeschlossen.¹³⁰³ Beruht das schädigende Verhalten autonomer Drohnen auf Fehlentscheidungen¹³⁰⁴, welche nicht auf Fehler am Produkt beruhen,¹³⁰⁵ stellt sich die Frage der Anspruchsgrundlage allfälliger Ersatzforderungen für reine Vermögensschäden.¹³⁰⁶ Nachfolgend wird zunächst geprüft, ob durch Nano-, Mikro- oder Kleindrohnen überhaupt eine Ersatzpflicht für reine Vermögensschäden entstehen kann.

1299 Für eine Haftung des Nutzers bzw. Betreibers: HANISCH, *Haftungskonzepte* 2013, 114; PAGALLO, 122 f.; WEAVER, 21 f. Für eine Haftung des Eigentümers: PALMERINI/ AZZARRI/ BATTAGLIA/ BERTOLINI et al., 24. Zum Konzept einer Unternehmerhaftung und Marktanteilhaftung (in Deutschland): HANISCH, *Haftungskonzepte* 2014, 41 f. Kritisch zur Betreiber- bzw. Nutzerhaftung: GRUBER, *Mensch-Maschine-Assoziationen* 2013, 147 f.

1300 Ziff. I.B Problemstellung und Ziel der Arbeit, 4–8.

1301 Ziff. III.A.2 Haftung für Schäden nach dem LFG, 80–117.

1302 Ziff. V.B Einführung einer Gefährdungshaftung bei Luftkollisionen, 229–233.

1303 Ziff. III.A.2.d.3) Keine Haftung für reine Vermögensschäden nach Art. 64 ff. LFG, 88 f.

1304 Ziff. II.E.3 Entscheidungs-Algorithmen in autonomen Drohnen, 55 f.

1305 Ziff. III.B.1.c.2) Fehlerbegriff bei autonomen Systemen, 122–126.

1306 Ziff. IV.A.2 Wer ist verantwortlich für Fehlentscheidungen?, 152 f.

1. Schutznormverletzung als Haftungsvoraussetzung für reine Vermögensschäden

Im Schweizer Recht existiert keine Norm, die einen Vermögensschutz *erga omnes* bietet.¹³⁰⁷ Eine Haftung kommt **nur infrage, falls** bei einer Vermögensschädigung eine entsprechende **Verhaltens- bzw. Schutznorm verletzt** wird.¹³⁰⁸ Solche Bestimmungen sind über die gesamte Rechtsordnung verteilt.¹³⁰⁹ Die Verletzung einer Schutznorm begründet die Widerrechtlichkeit gemäss **Art. 41 Abs. 1 OR**, welcher i.d.R. i.V.m. der verletzten Schutznorm als Haftungsgrundlage dient. Die folgenden Beispiele, angelehnt an Pressemeldungen, illustrieren mögliche Verletzungen von Verhaltensnormen mittels Nano-, Mikro- und Kleindrohnen:

*Beispiel 11:*¹³¹⁰ *Eine Kleindrohne dringt ohne Bewilligung in den Luftraum eines Flughafens ein, weshalb der Flugbetrieb eingestellt werden muss, was zu wirtschaftlichen Einbussen bei Flughafenbetreiber und Fluggesellschaften führt.*

Art. 17 Abs. 2 lit. a VLK untersagt den Betrieb von Mikro- und Kleindrohnen im Umkreis von fünf Kilometern eines Flughafens, sofern keine Ausnahmebewilligung vorliegt (vgl. **Art. 18 VLK**).¹³¹¹ Es stellt sich die Frage, ob **Art. 17 Abs. 2 lit. a VLK** eine Schutznorm darstellt. In erster Linie hat diese Bestimmung zum Ziel, die Flugsicherheit im Luftraum eines Flughafens zu gewährleisten.¹³¹² **Art. 17 Abs. 2 lit. a VLK** schützt aber auch Flughafenbetreiber und Fluggesellschaften vor Vermögensschäden. So hat die Gefährdung des Flugbetriebes durch eine Mikro- oder Kleindrohne die Flughafenschliessung und damit finanzielle Einbussen zur Folge, vor denen **Art. 17 Abs. 2 lit. a VLK** bewahren soll. Die Bestimmung eignet sich somit, nach vorliegender

¹³⁰⁷ BGE 118 II 502, 507 E. 3.

¹³⁰⁸ BGE 136 III 113, 119 E. 3.; 119 II 127, 128 f. E. 3.; BK-BREHM, Art. 41 ORN 38d. Insgesamt ablehnend zur Haftung für reine Vermögensschäden im Rahmen von Gefährdungshaftungen: FELLMANN, Bilanz, 183.

¹³⁰⁹ LORANDI, recht, 23.

¹³¹⁰ Angelehnt an: <http://www.zeit.de/news/2016-06/12/emirate-flughafen-von-dubai-wegen-drohne-ueber-eine-stunde-lang-geschlossen-12080005>. Dazu auch die Karte des BAZL mit Flugverbotszonen in der Schweiz: <http://map.aviation.admin.ch> → Luftfahrt → Lufträume/Einschränkungen → Einschränkungen für Drohnen.

¹³¹¹ Zu weiteren Flugvorschriften für Nano-, Mikro- und Kleindrohnen: Ziff. V.A.1.b.3) Betriebsvorschriften für Nano-, Mikro- und Kleindrohnen, 198–200.

¹³¹² Ziff. IV.B.2 Keine Haftung aus Verschuldenshaftung ohne Sorgfaltspflichtverletzung, 161–163.

Auffassung, i.V.m. [Art. 41 Abs. 1 OR](#), um reine Vermögensschäden geltend zu machen.

Allerdings ist **nicht jede Vorschrift zum Betrieb** von Nano-, Mikro- und Kleindrohnen als **Vermögensschutznorm** aufzufassen.¹³¹³ Beispielsweise ist [Art. 17 Abs. 1 VLK](#), der vorschreibt, dass ein Pilot ständigen Augenkontakt zur Drohne halten muss, kein Vermögensschutzzweck zuzuordnen.

*Beispiel 12:*¹³¹⁴ *Eine Mikrodrohne touchiert eine Starkstromleitung und verursacht, ohne das Kabel zu beschädigen, einen Kurzschluss, was zu einem Stromausfall und wirtschaftlichen Folgeschäden beim Unternehmen A infolge Produktionsausfall führt.*

Die Haftung für reine Vermögensschäden, wie Produktionsausfälle, einer Person, welche einen **Stromausfall** bewirkt, wird intensiv diskutiert.¹³¹⁵ Es drängt sich eine differenzierte Betrachtung auf:

- Werden Produktionsausfälle infolge eines Stromausfalls nach der luftrechtlichen Halterhaftung ([Art. 64 ff. LFG](#)) geltend gemacht, ist eine Haftung des Drohnenhalters ausgeschlossen. Dies folgt aus dem Umstand, dass die Haftung nach [Art. 64 ff. LFG](#) keine Vermögensschäden deckt.¹³¹⁶ In diesem Zusammenhang kann ebenfalls auf die Rechtsprechung zur Motorfahrzeughalterhaftung ([Art. 58 Abs. 1 SVG](#)) verwiesen werden. Auch hier haftet der Fahrzeughalter bei Stromausfällen nicht für reine Vermögensschäden.¹³¹⁷
- Anders beurteilte das Bundesgericht die Haftungsfolgen im Fall der Verletzung von [Art. 239 StGB](#)¹³¹⁸, welcher die vorsätzliche (Ziff. 1) und fahrlässige (Ziff. 2) Störung von Betrieben, die der Allgemeinheit dienen,

¹³¹³ Zum Prüfmodell aufgrund der Schutzzwecktheorie: LORANDI, recht, 23 f. Ausführlich zur Verletzung von Schutznormen: HONSELL/ ISENRING/ KESSLER, § 4 Rz. 26–28.

¹³¹⁴ Angelehnt an: <http://www.bbc.com/news/technology-34656820>.

¹³¹⁵ FELLMANN/ KOTTMANN, Band I, Rz. 303, m.w.H.

¹³¹⁶ [Ziff. III.A.2.d.3\) Keine Haftung für reine Vermögensschäden nach Art. 64 ff. LFG, 88 f.](#)

¹³¹⁷ [BGE 106 II 75](#), darin wurde der einen Klägerin mit reinem Vermögensschaden eine Entschädigung verwehrt, während der anderen Klägerin, die aus dem Stromausfall einen Sachschaden erlitten hatte, ein Ersatzanspruch zuerkannt wurde ([BGE 106 II 75](#), E. 3). In [BGE 114 II 376](#), der in E. 1b auf [BGE 106 II 75](#) verweist, wurde eine Haftung verneint, weil der Schaden nicht auf den Betriebsvorgang des Fahrzeuges zurückzuführen war.

¹³¹⁸ Schweizerisches Strafgesetzbuch (StGB), SR 311.0.

unter Strafe stellt. Zu entscheiden war die Haftung für den Schaden aus einem Produktionsausfall, der aus einem Stromunterbruch infolge eines Kabelbruchs bei Tiefbauarbeiten resultierte. Das Gericht anerkannte den Schutz des Strombenutzers durch [Art. 239 StGB](#) und erklärte den Vermögensschaden infolge Produktionsausfall als ersatzpflichtig.¹³¹⁹ In der Lehre ist der Schutz von Individualrechtsgütern durch Normen wie [Art. 239 StGB](#), die vordergründig dem Gemeinschaftsrechtsgüterschutz dienen, umstritten.¹³²⁰ Vorliegend wird der Auffassung des Bundesgerichts gefolgt. Demnach haftet ein Drohnenpilot für Vermögensschäden die seine Nano-, Mikro- oder Kleindrohnen durch das vorsätzliche oder fahrlässige Einwirken auf Kabel verursacht. Dabei ist es unerheblich, ob das Kabel tatsächlich beschädigt wird (*Beispiel 12*).

Aus diesen Beispielen wird deutlich, dass **Schutznormen durch Nano-, Mikro- und Kleindrohnen verletzt werden können**. Dadurch wird das Kriterium der Widerrechtlichkeit im Sinne der Haftungsvoraussetzungen von [Art. 41 Abs. 1 OR](#) für reine Vermögensschäden erfüllt.¹³²¹

2. Haftung für reine Vermögensschäden nur bei Sorgfaltspflichtverletzungen

Die Widerrechtlichkeit eines Verhaltens, die mit der Verletzung einer Schutznorm¹³²² begründet wird, ist eine notwendige aber keine hinreichende Bedingung für eine Haftung.¹³²³ Fehlt eine Kausalhaftung für reine Vermögensschäden bei der betreffenden Schutznorm, muss ein Schaden i.V.m. [Art. 41 Abs. 1 OR](#) geltend gemacht werden. Dabei wird zusätzlich ein Verschulden des Haftpflichtigen vorausgesetzt. Solange beim Betrieb autonomer Drohnen aber keine Sorgfaltspflicht verletzt wird bzw. eine Verletzung nicht nachzuweisen ist, fehlt es an dieser Haftungsvoraussetzung,¹³²⁴ da

1319 [BGE 102 II 85](#). BSK StGB II-FIOLKA, Art. 239 StGB N 2.

1320 Ausführlich dazu: VERDE, HAVE, 144, m.w.H.

1321 Ausführlich zum Lehrstreit hinsichtlich der Widerrechtlichkeit als Verhaltensunrecht: FELLMANN/ KOTTMANN, Band I, Rz. 312–344, m.w.H.

1322 [Ziff. IV.C.1 Schutznormverletzung als Haftungsvoraussetzung für reine Vermögensschäden](#), 173–175.

1323 Zur fehlenden Verantwortlichkeit von Robotern im Strafrecht: MARKWALDER/ SIMMLER, AJP, 173 f.

1324 [Ziff. IV.B.2 Keine Haftung aus Verschuldenshaftung ohne Sorgfaltspflichtverletzung](#), 161–163.

bei reinen autonomen Fehlentscheidungen kein Verschulden vorliegt.¹³²⁵ Gleichzeitig wird die Beweisführung des Geschädigten durch die Komplexität des Drohnensystems¹³²⁶ und durch externe Einflüsse¹³²⁷ erschwert. Somit ergeben sich bei der Haftung für reine Vermögensschäden durch autonome Nano-, Mikro- und Kleindrohnen dieselben Probleme, wie sie bei Schäden durch Luftkollisionen bestehen.¹³²⁸ Dabei geht es im Kern um die **Ungleichbehandlung von manuell und autonom gesteuerten Nano-, Mikro- und Kleindrohnen bei einer Haftung nach Art. 41 Abs. 1 OR.**¹³²⁹

Liegt eine Sorgfaltspflichtverletzung vor, haftet der Pilot, welcher die autonomen Fähigkeiten aktiviert hat bzw. falls die Nano-, Mikro- oder Kleindrohne vollständig autonom fliegt, derjenige, der sie in Betrieb genommen hat. Falls der **Halter**¹³³⁰ und der **Pilot nicht dieselbe Person** sind, kann dies für den Geschädigten eine **zusätzliche Hürde** darstellen. Er hat bei gleichzeitigen Ansprüchen aus **Art. 64 ff. LFG** und **Art. 41 Abs. 1 OR** gegen zwei unterschiedliche Personen vorzugehen.¹³³¹

Aus diesen Gründen und nach rechtspolitischen Gesichtspunkten¹³³² drängt sich eine haftpflichtrechtliche Erfassung von reinen Vermögensschäden auf. Die nachfolgende **Diskussion möglicher Lösungsvorschläge** orientiert sich an den Vorschlägen zur Regelung der Haftung autonomer Systeme im Allgemeinen, welche bereits im Rahmen der Haftung für Luftkollisionen vorgestellt wurden.¹³³³

- Der Weg über die **Haftung für Produkte** führt zu keiner Ersatzpflicht für reine Vermögensschäden,¹³³⁴ sofern der Schaden auf einer Fehlentscheidung des autonomen Systems beruht¹³³⁵. Einzig die Verletzung

¹³²⁵ Ziff. IV.A.2 Wer ist verantwortlich für Fehlentscheidungen?, 152 f.

¹³²⁶ Ziff. IV.A.3 Komplexität des Systems, 154–156.

¹³²⁷ Ziff. IV.A.4 Externe Einflüsse, 156–158.

¹³²⁸ Ziff. IV.B Haftung bei Luftkollisionen, 159–172.

¹³²⁹ Vgl. auch Ziff. IV.A.5 Ergebnis: Schlechterstellung der Geschädigten, 159.

¹³³⁰ Zur Definition: Ziff. III.A.2.f Schwierigkeiten bei der Identifikation des Halters, 93–96.

¹³³¹ Ziff. IV.B.2 Keine Haftung aus Verschuldenshaftung ohne Sorgfaltspflichtverletzung, 161–163.

¹³³² Ziff. IV.D Notwendigkeit die Verantwortungslücke gesetzlich zu schliessen?, 183–188.

¹³³³ Ziff. IV.B Haftung bei Luftkollisionen, 159–172.

¹³³⁴ Ziff. IV.B.3.a Beschränkte Wirkung der Produkthaftpflicht, 163 f.

¹³³⁵ Ziff. III.B.1.c.2) Fehlerbegriff bei autonomen Systemen, 122–126.

von Pflichten bei der Inverkehrbringung oder Nachmarktpflichten¹³³⁶ oder Verfehlungen im Rahmen der Produzentenhaftung¹³³⁷ können eine Handhabe bei Vermögensschäden bieten.

- Nachdem die analoge Anwendung der **Werkeigentümerhaftung** bereits aufgrund des Normzwecks scheitert,¹³³⁸ hilft sie auch bei der Geltendmachung reiner Vermögensschäden durch autonome Nano-, Mikro- und Kleindrohnen nicht weiter. So haftet der Werkeigentümer nach **Art. 58 OR** nur für Personen- und Sachschäden.¹³³⁹
- Ebenso vermögen die analoge Anwendung der **Haftung des Familienoberhauptes** (**Art. 333 Abs. 1 ZGB**)¹³⁴⁰ und die **Tierhalterhaftung** (**Art. 56 OR**)¹³⁴¹ grundsätzlich keine Haftung autonomer Systeme zu begründen. Somit fällt eine Haftung danach ausser Betracht, selbst wenn die Voraussetzung der Verletzung einer separaten Vermögensschutznorm¹³⁴² erfüllt wäre.¹³⁴³
- Dasselbe Bild zeichnet sich bei einer Anwendung von **Art. 55 Abs. 1 OR** und **Art. 55 Abs. 2 ZGB** ab. Hier reicht die Verletzung einer Schutznorm für die Geltendmachung von reinen Vermögensschäden ebenfalls nicht aus.¹³⁴⁴ Denn **Art. 55 Abs. 1 OR** und **Art. 55 Abs. 2 ZGB** versagen bei der Anwendung auf Fehlentscheidungen autonomer Systeme.¹³⁴⁵
- Schliesslich versagt auch die analoge Anwendung der **Billigkeithaftung** für Urteilsunfähige (**Art. 54 Abs. 1 OR**) auf autonome Systeme.¹³⁴⁶ Eine

1336 Ziff. III.B.2 Bestimmungen zur Sicherheit von Produkten, 130–137.

1337 Ziff. III.B.3 Produzentenhaftung, 137–139.

1338 Ziff. IV.B.3.b Keine analoge Anwendung der Werkeigentümerhaftung, 164.

1339 FELLMANN/KOTTMANN, Band I, Rz. 917; ROBERTO, Rz. 10.03; KUKO OR-SCHÖNENBERGER, Art. 58 N 6; SCHWENZER, Rz. 53.17. In BSK OR I-KESSLER, Art. 58 OR N 6a, werden reine Vermögensschäden als ersatzfähig betrachtet, sofern eine zusätzliche Vermögensschutznorm hinzutritt.

1340 Ziff. IV.B.3.c.1) Haftung des Familienoberhauptes, 164 f.

1341 Ziff. IV.B.3.c.2) Tierhalterhaftung, 165 f.

1342 Vgl. Ausführungen zu den Schutznormen als Widerrechtlichkeitsvoraussetzung: Ziff. IV.C.1 Schutznormverletzung als Haftungsvoraussetzung für reine Vermögensschäden, 173–175.

1343 Zur Voraussetzung der separaten Vermögensschutznorm: Haftpflichtkommentar-SCHWANDER, Art. 333 ZGB N 19 (Haftung des Familienoberhauptes) und BSK OR I-KESSLER, Art. 56 OR N 6 (Tierhalterhaftung).

1344 Zur Voraussetzung der Schutznormverletzung bei Ansprüchen aus **Art. 55 Abs. 1 OR**: BSK OR I-KESSLER, Art. 55 OR N 2. Zu **Art. 55 Abs. 2 ZGB** als reine Zuweisungsnorm: BSK ZGB I-HUGUENIN/REITZE, Art. 54/55 ZGB N 11.

1345 Ziff. IV.B.3.c.3) Geschäftsherrenhaftung und Organhaftung, 166 f.

1346 Ziff. IV.B.4 Keine analoge Anwendung der Billigkeithaftung, 168.

Haftung nach dieser Bestimmung ist ausgeschlossen, selbst wenn eine entsprechende Vermögensschutznorm verletzt ist.¹³⁴⁷

Zusammengefasst fehlt für Fehlentscheidungen von autonomen Nano-, Mikro- und Kleindrohnen eine **Anspruchsgrundlage** für reine Vermögensschäden *de lege lata*, selbst wenn eine Vermögensschutznorm verletzt wird, sofern keine Sorgfaltspflichten vernachlässigt wurden.

3. Haftung für reine Vermögensschäden *de lege ferenda*

Nachdem mit **bestehenden Gesetzen keine Lösung** der Haftungsproblematik erreicht werden kann,¹³⁴⁸ werden nachfolgend Reformvorschläge¹³⁴⁹ auf ihre Eignung als Haftungsgrundlagen für reine Vermögensschäden geprüft.

a. Keine Lösung durch eine allgemeine Gefährdungshaftung

Die Einführung einer allgemeinen Gefährdungshaftung¹³⁵⁰ hätte vermutlich keine Auswirkung auf die Haftung für reine Vermögensschäden. So sind z.B. bei der im nicht weiterverfolgten¹³⁵¹ Vorentwurf für eine Revision des Haftpflichtrechts vorgeschlagenen allgemeinen Gefährdungshaftung (Art. 45 Abs. 3 i.V.m. Art. 50 Abs. 1 VE OR)¹³⁵² **reine Vermögensschäden** von der Haftung **ausgenommen**.¹³⁵³ Es ist deshalb unwahrscheinlich, dass solche Schäden von einer künftigen allgemeinen Gefährdungshaftung mitumfasst würden.

1347 Zur Voraussetzung der Schutznormverletzung bei der Haftung für reinen Vermögensschaden nach **Art. 54 Abs. 1 OR**: HELLER/ OBERSON, 43.

1348 **Ziff. IV.C.2 Haftung für reine Vermögensschäden nur bei Sorgfaltspflichtverletzungen**, 175–178.

1349 Ausführlich zu den Reformvorschlägen: **Ziff. IV.B.5 Lösungsvorschlag für die Haftung bei Luftkollisionen**, 168–172.

1350 **Ziff. IV.B.5.b.1) Keine Lösung durch eine allgemeine Gefährdungshaftung**, 170 f.

1351 Dazu die Medienmitteilung des Bundesrates vom 21.1.2009: https://www.bj.admin.ch/bj/de/home/aktuell/news/2009/ref_2009-01-21.html.

1352 Weiterführend dazu: WIDMER/ WESSMER, 76 f.

1353 OR 2020 enthält betreffend den Schadensarten bei Gefährdungshaftung keine Regelung vgl. dazu **Art. 46 ff. OR 2020**.

b. Einführung einer speziellen Gefährdungshaftung

Viel Beachtung findet in der Literatur die Einführung einer **speziellen Haftung für autonome Systeme**.¹³⁵⁴ Wie eine solche Haftung für reine Vermögensschäden durch autonome Nano-, Mikro- und Kleindrohnen auszugestalten wäre, wird nachfolgend erörtert.

1) Anforderung: Keine ausufernde Haftung für reine Vermögensschäden

In bestehenden gesetzlichen Bestimmungen ist eine **Zurückhaltung des Gesetzgebers** erkennbar, reine Vermögensschäden bei Kausal- bzw. Gefährdungshaftungen miteinzuschliessen.¹³⁵⁵ So decken die luftrechtliche Halterhaftung (**Art. 64 ff. LFG**)¹³⁵⁶ wie auch die allgemeine Gefährdungshaftung im Vorentwurf zur Revision des Haftpflichtrechts¹³⁵⁷ keine reinen Vermögensschäden ab. Auch weitere Bestimmungen, die als Gefährdungshaftungen gelten, beziehen nur Personen- und Sachschäden mit ein. Dazu zählen z.B.: **Art. 58 Abs. 1 SVG**,¹³⁵⁸ **Art. 40b Abs. 1 EBG**, **Art. 27 ff. EleG**¹³⁵⁹ und **Art. 33 f. RLG**¹³⁶⁰. Dasselbe gilt z.B. für Kausalhaftungen wie die Haftung nach dem PrHG¹³⁶¹, der Werkeigentümerhaftung (**Art. 58 OR**)¹³⁶² sowie nach der Haftung des Familienoberhauptes (**Art. 333 ZGB**) und der Tierhalterhaftung (**Art. 56 OR**), sofern nicht zusätzlich eine Vermögensschutznorm verletzt wird^{1363, 1364}

Daneben existieren **wenige Gefährdungshaftungen**, deren Wortlaut keine Beschränkung der Schadensart zu entnehmen ist und bei denen folglich **eine Haftung für reine Vermögensschäden** infrage kommt. Einige dieser

¹³⁵⁴ Ziff. IV.B.5.b.2) *Spezielle Gefährdungshaftung für autonome Systeme*, 171 f.

¹³⁵⁵ Vgl. HONSELL, ZSR, Fn. 32.

¹³⁵⁶ Ziff. III.A.2.b *Gefährdungshaftung nach Art. 64 LFG*, 81 f.

¹³⁵⁷ Ziff. IV.B.5.b.1) *Keine Lösung durch eine allgemeine Gefährdungshaftung*, 170 f.

¹³⁵⁸ Haftpflichtkommentar-GIGER, Art. 58 SVG N 26.

¹³⁵⁹ Bundesgesetz betreffend die elektrischen Schwach- und Starkstromanlagen (Elektrizitätsgesetz, EleG), SR 734.0.

¹³⁶⁰ Bundesgesetz über Rohrleitungsanlagen zur Beförderung flüssiger oder gasförmiger Brenn- oder Treibstoffe (Rohrleitungsgesetz, RLG), SR 746.1.

¹³⁶¹ Ziff. III.B.1.a *Ersatzpflichtige Schäden nach PrHG*, 117–120.

¹³⁶² Ziff. IV.B.3.b *Keine analoge Anwendung der Werkeigentümerhaftung*, 164.

¹³⁶³ Ziff. IV.B.3.c *Keine analoge Anwendung von Haftungen für Dritte*, 164–167.

¹³⁶⁴ Für eine Übersicht über die Kausal- und Gefährdungshaftung im Schweizer Recht: FUHRER, Totalrevision, 13.

Gefährdungshaftungen betreffen Sachverhalte, in denen ein Schadensfall eine unüberschaubare Anzahl und Höhe an Vermögensschäden bewirken kann. Um eine ausufernde Ersatzpflicht potentiell Haftpflichtiger einzudämmen, wird in solchen Fällen Schadenersatz für weiteren Schaden nur dort gewährt, wo durch das Gesetz geschützte Güter beeinträchtigt werden, wie folgende Beispiele zeigen:

- Die Haftung nach **Art. 59a USG**¹³⁶⁵ ist nach überwiegender Meinung auf Schäden begrenzt, welche durch den Schutzzweck der Norm erfasst sind.¹³⁶⁶ Geschützt sind nur Schäden, welche durch die **Beeinträchtigung von ökologischen Gütern** entstehen. Dazu gehört z.B. der entgangene Gewinn einer Badeanstalt durch verunreinigtes Wasser.¹³⁶⁷
- Dasselbe gilt im Fall von **Art. 30 f. GTG**¹³⁶⁸. Auch hier beschränkt sich die Haftung ausserhalb von Personen- und Sachschäden nach herrschender Lehre auf Umweltschäden, wie finanzielle Einbussen, die direkt durch die **gentechnische Verunreinigung von Organismen** entstehen.¹³⁶⁹ Anderweitige Vermögensschäden sind durch **Art. 30 f. GTG** nicht gedeckt. Wird z.B. in einer Region teilweise gentechnisch verändertes Material verwendet, wodurch sämtliche Naturprodukte aus dieser Region in Verruf geraten, können Produzenten von nicht gentechnisch veränderten Produkten keinen Schadenersatz aus Umsatzeinbussen verlangen.¹³⁷⁰
- Ebenso ist die Haftung nach **Art. 3 KHG**¹³⁷¹ auf Vermögensschäden aus **geschädigter Umwelt** begrenzt. Hier leitet sich die Begrenzung aus übergeordnetem internationalem Recht her.¹³⁷²

Bei anderen Gefährdungshaftungen, deren Normzweck nicht im Umweltschutz angesiedelt ist, lässt sich eine Begrenzung der Haftung für reine Vermögensschäden weniger leicht erkennen. Dazu zählen z.B. die

1365 Bundesgesetz über den Umweltschutz (Umweltschutzgesetz, USG), SR 814.01.

1366 FELLMANN, Band III, Rz. 508.

1367 FELLMANN, Band III, Rz. 508; SCHWENZER, Rz. 54.16.

1368 Bundesgesetz über die Gentechnik im Ausserhumanbereich (Gentechnikgesetz, GTG), SR 814.91.

1369 FELLMANN, Band III, Rz. 1021; SCHWENZER, Rz. 54.18a.

1370 MÜLLER-CHEN, 164 f.; WILDHABER, ZBJV, 662 f.; Vgl. auch FELLMANN, Band III, Rz. 1019–1022, 1100 und 1173.

1371 Kernenergiehaftpflichtgesetz (KHG), SR 732.44.

1372 FELLMANN, Band III, Rz. 2067–2069, m.w.H.

Haftungen nach [Art. 15 JSG](#)¹³⁷³ oder [Art. 27 SprstG](#)¹³⁷⁴. Hier wird in der Lehre die Verletzung einer zusätzlichen Schutznorm¹³⁷⁵ gefordert, um eine ausufernde Haftung für reine Vermögensschäden zu verhindern.¹³⁷⁶

Aus diesen Ausführungen folgt, dass eine spezielle Gefährdungshaftung für Nano-, Mikro- und Kleindrohnen **keine ausufernde Haftung** für reine Vermögensschäden bewirken darf, damit sie sich in das bestehende Haftungsregime einfügt.

2) Schutznormverletzung als Haftungsvoraussetzung *de lege ferenda*

Wie vorstehend aufgeführt ist es notwendig, eine Gefährdungshaftung *de lege ferenda* für autonome Nano-, Mikro- und Kleindrohnen hinsichtlich der Haftung für reine Vermögensschäden zu beschränken.¹³⁷⁷ Hierzu eignet sich analog der Haftungen nach [Art. 15 JSG](#) und [Art. 27 SprstG](#) das Anknüpfen an die **Verletzung von Schutznormen**. Bei Nano-, Mikro- und Kleindrohnen kommen dafür namentlich luftrechtliche Vorschriften infrage, welche den Schutz des Vermögens bezwecken. Dazu zählt z.B. die Einhaltung des Flugverbotes im Bereich von Flugplätzen ([Art. 17 Abs. 2 lit. a VLK](#)).¹³⁷⁸ Nicht gefordert wird vorliegend die Einführung zusätzlicher Schutznormen, um damit speziell eine Gefährdungshaftung für reine Vermögensschäden bei autonomen Nano-, Mikro- und Kleindrohnen zu bewirken. Das Ziel muss vielmehr sein, grundsätzlich eine Gleichbehandlung von Geschädigten zu erreichen.¹³⁷⁹ Diese

1373 Bundesgesetz über die Jagd und den Schutz wildlebender Säugetiere und Vögel (Jagdgesetz, JSG), SR 922.0.

1374 Bundesgesetz über explosionsgefährliche Stoffe (Sprengstoffgesetz, SprstG), SR 941.41.

1375 Bei [Art. 15 JSG](#) kommen Schutznormen zum Umgang mit Waffen infrage und Bestimmungen des Bundesgesetzes über Waffen, Waffenzubehör und Munition (Waffengesetz, WG), SR 514.54, weiterführend dazu FELLMANN, Band III, Rz. 59. Bei [Art. 27 SprstG](#) sind es [Art. 20 ff. SprstG](#), weiterführend dazu ebd., Rz. 1749.

1376 FELLMANN, Band III, Rz. 57–58. Zum Thema der Schutznorm: [Ziff. IV.C.1 Schutznormverletzung als Haftungsvoraussetzung für reine Vermögensschäden](#), 173–175.

1377 [Ziff. IV.C.3.b.1\) Anforderung: Keine ausufernde Haftung für reine Vermögensschäden](#), 179–181.

1378 Zu Schutznormverletzungen: [Ziff. IV.C.1 Schutznormverletzung als Haftungsvoraussetzung für reine Vermögensschäden](#), 173–175.

1379 [Ziff. IV.C.3.b.3\) Gleichstellung der Geschädigten durch Erweiterung der Halterhaftung](#), 182, und [Ziff. IV.D.3 Sachgerechte Berücksichtigung technischer Entwicklungen](#), 187 f. Allerdings muss dieser Grundsatz eingeschränkt werden, um eine ausufernde Haftung zu vermeiden: [Ziff. IV.C.3.c Beschränkung der Höhe des Haftungsbetrages](#), 182 f.

Absicht lässt sich am besten verwirklichen, wenn Schutznormen sowohl für manuell gesteuerte als auch autonom gesteuerte Nano-, Mikro- und Kleindrohnen gelten.

3) Gleichstellung der Geschädigten durch Erweiterung der Halterhaftung

Als **Ausgangsnorm** bietet sich wie bereits bei der Haftung für Luftkollisionen¹³⁸⁰ durch autonome Nano-, Mikro- und Kleindrohnen die bestehende luftrechtliche Halterhaftung von **Art. 64 LFG**¹³⁸¹ an. Durch eine entsprechende Ergänzung der Bestimmung könnten auch reine Vermögensschäden, die aus einer Schutznormverletzung durch Nano-, Mikro- und Kleindrohnen resultieren, in die Haftung mit einbezogen werden.

Diese Anpassung stellt die Geschädigten von manuell und autonom gesteuerten Nano-, Mikro- und Kleindrohnen gleich. Während menschliche Piloten weiterhin aus **Art. 41 Abs. 1 OR** i.V.m. einer Schutznorm haften, wäre der Halter aus dem **neu einzuführenden Gefährdungshaftungstatbestand (Art. 64 Abs. 1a LFG de lege ferenda)**¹³⁸² i.V.m. mit einer Schutznorm ersatzpflichtig. Dadurch würde das Verschuldensproblem¹³⁸³ bei autonomen Nano-, Mikro- und Kleindrohnen entfallen, da damit das Verschulden keine Haftungsvoraussetzung mehr wäre.

c. Beschränkung der Höhe des Haftungsbetrages

Das Erfordernis einer Schutznormverletzung¹³⁸⁴ alleine reicht nicht aus, um eine ausufernde Haftung für reine Vermögensschäden¹³⁸⁵ zu vermeiden. Sind die Voraussetzungen der Verletzung einer Vermögensschutznorm erfüllt, können Haftungssummen ins Unermessliche steigen wie z.B. bei einem Betriebsunterbruch eines Flughafens (*Beispiel n*)¹³⁸⁶. Aus diesem Grund ist der ersatzpflichtige Betrag im Fall von reinen Vermögensschäden zu

¹³⁸⁰ Vgl. Ziff. IV.B.5.b.2) Spezielle Gefährdungshaftung für autonome Systeme, 171 f.

¹³⁸¹ Ziff. III.A.2.b Gefährdungshaftung nach Art. 64 LFG, 81 f.

¹³⁸² Ziff. V.D Übersicht über die wichtigsten Regulierungsvorschläge, 236–239.

¹³⁸³ Ziff. IV.C.2 Haftung für reine Vermögensschäden nur bei Sorgfaltspflichtverletzungen, 175–178.

¹³⁸⁴ Ziff. IV.C.1 Schutznormverletzung als Haftungsvoraussetzung für reine Vermögensschäden, 173–175.

¹³⁸⁵ Ziff. IV.C.3.b.1) Anforderung: Keine ausufernde Haftung für reine Vermögensschäden, 179–181.

¹³⁸⁶ Beispiel 11, 173.

begrenzen. Als **Obergrenze** eignet sich die Höhe der **Garantiesumme**, für die eine gesetzliche Versicherungspflicht besteht.¹³⁸⁷ Im Luftrecht existiert bereits eine ähnliche Haftungsbegrenzung. Diese betrifft die Solidarhaftung des Halters von Luftfahrzeugen bei Schwarzflügen.¹³⁸⁸ Die konkrete Umsetzung einer Gefährdungshaftung für reine Vermögensschäden bei Nano-, Mikro- und Kleindrohnen ist dem nachfolgenden Regulierungsvorschlag zu entnehmen.¹³⁸⁹

Um eine ausufernde Haftung zu vermeiden wird bei reinen Vermögensschäden eine **Einschränkung bei der Gleichbehandlung**¹³⁹⁰ von Schäden durch pilotingesteuerten und autonomen Nano-, Mikro- und Kleindrohnen in Kauf genommen. Denn bei durch Piloten verursachten reinen Vermögensschäden existiert keine gesetzliche Haftungsobergrenze. Allerdings dürfte sich diese Ungleichbehandlung in der Praxis selten verwirklichen, da Piloten nur selten über Haftungssubstrat verfügen dürften, das die Garantiesumme der gesetzlichen Versicherungspflicht¹³⁹¹ übersteigt.

D. NOTWENDIGKEIT DIE VERANTWORTUNGSLÜCKE GESETZLICH ZU SCHLIESSEN?

Wie gezeigt besteht heute eine Schlechterstellung von Personen, welche durch autonome Nano-, Mikro- und Kleindrohnen geschädigt werden.¹³⁹² Dabei sticht insbesondere die **Verantwortungslücke**¹³⁹³ hervor, die **bei autonomen Entscheidungsprozessen**¹³⁹⁴ entstehen kann. Es stellt sich die Frage, inwie-

¹³⁸⁷ Ziff. V.A.5.e Anpassung der Vorschriften zur Versicherungspflicht, 219–224.

¹³⁸⁸ Ziff. III.A.2.g.3) Fehlende gesetzliche Haftungsbeschränkung, 98–100.

¹³⁸⁹ Ziff. V.C Einführung einer Gefährdungshaftung für reine Vermögensschäden, 233–239.

¹³⁹⁰ Ziff. IV.C.3.b.3) Gleichstellung der Geschädigten durch Erweiterung der Halterhaftung, 182, und Ziff. IV.D.3 Sachgerechte Berücksichtigung technischer Entwicklungen, 187 f.

¹³⁹¹ Ziff. V.A.5.e Anpassung der Vorschriften zur Versicherungspflicht, 219–224.

¹³⁹² Ziff. IV.A Haftungsprobleme verursacht durch die Eigenschaften autonomer Nano-, Mikro- und Kleindrohnen, 148–159.

¹³⁹³ Ziff. IV.A.2 Wer ist verantwortlich für Fehlentscheidungen?, 152 f.

¹³⁹⁴ Ziff. II.E Autonome Entscheidungsprozesse, 42–67.

weit sich diesbezüglich die vorgeschlagene haftpflichtrechtliche Regelung¹³⁹⁵ rechtfertigt.

Grundsätzlich basiert das Schweizer Haftpflichtrecht auf der gemeinrechtlichen Maxime *casum sentit dominus*, demnach hat der Geschädigte seinen Schaden grundsätzlich selber zu tragen.¹³⁹⁶ Auch wenn dieses Gebot zu Gunsten der Ausdehnung von Haftungsgrundlagen aus sozialen Gründen zunehmend in den Hintergrund tritt,¹³⁹⁷ bedarf es nach wie vor triftiger Gründe, um davon abzuweichen. Inwieweit sich die Einführung einer Haftung für autonome Nano-, Mikro- und Kleindrohnen ergänzend zur Ersatzpflicht bei Personen- und Sachschäden am Boden¹³⁹⁸ rechtfertigt, zeigen nachfolgende Überlegungen.

1. Ausnahme vom Grundsatz *casum sentit dominus*

Zunächst gilt die Überwälzung eines Schadens vom Geschädigten auf eine andere Person, die im Verlauf des schädigenden Vorgangs in irgendeiner Weise beteiligt war, als ökonomischer Unsinn. Bildlich gesprochen werde damit bloss eine Grube mit Aushub gefüllt, der dadurch gewonnen werde, in dem eine neue Grube ausgehoben werde.¹³⁹⁹ Aus juristischer Sicht bedarf es deshalb neben einer besonderen Nähe zum Schadensereignis auch einen **rechtspolitisch plausiblen Grund**, weshalb eine Ersatzpflicht entstehen soll.¹⁴⁰⁰ Dabei ist letztlich in einem demokratischen Legitimationsprozess darüber zu befinden, inwieweit Gerechtigkeits- und Zweckmässigkeitsüberlegungen eine Haftung im fraglichen Sachverhalten rechtfertigen.¹⁴⁰¹

Im Bereich von Flugunfällen wurden als Resultat des gesellschaftlichen Diskurses der Halter (nach Art. 64 ff. LFG)¹⁴⁰² bzw. der Pilot (nach Art. 41 Abs. 1

1395 Ziff. IV.B.5.b.2) **Spezielle Gefährdungshaftung für autonome Systeme**, 171 f., und Ziff. IV.C.3.b **Einführung einer speziellen Gefährdungshaftung**, 179–182.

1396 Haftpflichtkommentar-FISCHER, Vorbemerkungen zu Art. 41–61 OR N 16, m.w.H.

1397 FELLMANN/ KOTTMANN, Band I, Rz. 6; SCHWENZER, Rz. 49.03. Kritisch zu dieser Entwicklung, mit dem Hinweis, dass das Haftpflichtrecht kein Sozialrecht sei: MÜLLER-CHEN, BJM, 292.

1398 Ziff. III **Haftung für Personen- und Sachschäden am Boden**, 75–145.

1399 WIDMER/ KRAUSKOPF, Rz. 2.5.

1400 HOLMES, 34.

1401 WIDMER/ KRAUSKOPF, Rz. 2.8.

1402 Ziff. III **Haftung für Personen- und Sachschäden am Boden**, 75–145.

OR)¹⁴⁰³ bereits vor Jahrzehnten als haftpflichtige Personen definiert.¹⁴⁰⁴ Damit verwirklicht sich bei solchen Unfällen die **Wiedergutmachungsfunktion** des Haftpflichtrechts.¹⁴⁰⁵ Als Folge davon liegt bei Schäden durch Luftfahrzeuge eine Ausnahme vom Grundsatz *casum sentit dominus* vor. Deshalb bedarf die Erweiterung der Haftung auf den Halter von autonomen Nano-, Mikro- und Kleindrohnen¹⁴⁰⁶ keiner gesonderten rechtspolitisch plausiblen Begründung. Vielmehr müssten gewichtige Gründe angeführt werden können, welche rechtfertigen, autonome Nano-, Mikro- und Kleindrohnen von der bestehenden und demokratisch legitimierten Haftungszuordnung im Luftfahrtbereich auszuklammern. Solche Gründe sind zurzeit nicht erkennbar, wie auch nachfolgende Ausführungen zeigen.

2. Verwirklichung des Grundsatzes *sum cuique tribuere*

Würden Unfälle durch autonome Nano-, Mikro- und Kleindrohnen **nicht vom Haftpflichtrecht erfasst**, müsste oftmals die Allgemeinheit für Schäden aus deren Betrieb aufkommen.¹⁴⁰⁷ Das gilt im Speziellen für Personenschäden, wo z.B. die Sozialversicherungen Einbussen der Geschädigten zu kompensieren hätten.¹⁴⁰⁸ Aber auch angesichts von möglichen Sach- und Vermögensschäden können der **Allgemeinheit direkte Kosten** entstehen, insbesondere demjenigen Teil, der sich vor finanziellen Auswirkungen solcher Schäden schützen will.¹⁴⁰⁹ Eine finanzielle Belastung kann dort durch den Abschluss entsprechender Versicherungen oder das Errichten von technischen Abwehrmassnahmen gegen autonome Nano-, Mikro- und Kleindrohnen entstehen.¹⁴¹⁰

1403 Ziff. IV.A Haftungsprobleme verursacht durch die Eigenschaften autonomer Nano-, Mikro- und Kleindrohnen, 148–159.

1404 BBl 1945 I 341, 362 f.

1405 WIDMER/ KRAUSKOPF, Rz. 2.9.

1406 Ziff. IV.B Haftung bei Luftkollisionen, 159–172, und Ziff. IV.C Haftung für reine Vermögensschäden, 172–183.

1407 Vgl. diesbezüglich allgemein zur Kritik am Grundsatz *casum sentit dominus*: FELLMANN/ KOTTMANN, Band I, Rz. 6.

1408 Vgl. zu den verschiedenen (kollektiven) Schadenausgleichssystemen in der Schweiz bei Personenschäden: FELLMANN/ KOTTMANN, Band I, Rz. 7, und SCHWENZER, Rz. 49.05.

1409 Zu den Risiken beim Betrieb: Ziff. II.H Gefahren durch Nano-, Mikro- und Kleindrohnen, 70–72.

1410 Weiterführend zu technischen Abwehrmassnahmen: Fn. 556, 71.

Auf der anderen Seite steht der Halter. Ihm erwächst durch den Betrieb der autonomen Nano-, Mikro- oder Kleindrohne ein Nutzen, ohne dass er sich an den Kosten für mögliche Schäden zu beteiligen hätte, würde es an einer Ersatzpflicht fehlen. Das **Haftpflichtrecht** übernimmt hier die Funktion, **Kosten** für (mögliche) Schäden der Risikosphäre¹⁴¹¹ des Halters zuzuweisen¹⁴¹² und somit **zu internalisieren**^{1413, 1414}. Ziel dabei ist eine möglichst optimale Risikoallokation.¹⁴¹⁵ Die Überbindung des Risikos auf den Halter rechtfertigt sich aus ökonomischer Sicht dadurch, dass er der „cheapest cost avoider“ bzw. der „cheapest insurer“ ist,¹⁴¹⁶ da er den Drohneneinsatz kontrolliert. Sofern dies, wie vorgeschlagen,¹⁴¹⁷ mittels Gefährdungshaftungen geschieht, tritt zusätzlich eine ökonomische **Präventionswirkung** hinzu, da der Halter durch Massnahmen zur Schadenverhütung seine Betriebskosten möglichst tief zu halten versuchen wird.¹⁴¹⁸ Eine Gefährdungshaftung bürdet dem Halter zudem den Preis für die Verwirklichung der besonderen Gefahr auf, welche von autonomen Nano-, Mikro- und Kleindrohnen ausgeht. Dadurch werden die Sozialadäquanz und damit auch die Legitimität von autonomen Flügen gewährleistet (**Legitimitätsfunktion** des Haftpflichtrechts).¹⁴¹⁹

Zusammengefasst führt die Gefährdungshaftung für Schäden durch autonome Nano-, Mikro- und Kleindrohnen zur Verwirklichung des haftpflichtrechtlichen Grundsatzes *suum cuique tribuere* („Jedem das Seine“)¹⁴²⁰.

1411 Zur Definition von Risiko: WALKER SMITH, 85, und JONG, 167 f.

1412 Zur haftungsbegründenden und haftungsabgrenzenden Funktion des Haftpflichtrechts: WIDMER/ KRAUSKOPF, Rz. 2.9.

1413 HUBBARD, Florida Law Review, 1819.

1414 PALMERINI/ AZZARRI/ BATTAGLIA/ BERTOLINI et al., 210.

1415 Weiterführend dazu, inklusive Hinweise zu den Grenzen einer ökonomischen Betrachtung: GRUBER, Mensch-Maschine-Assoziationen 2014, 132–135.

1416 LANDOLT, HAVE, 273 f.

1417 Ziff. IV.B.5.b.2) **Spezielle Gefährdungshaftung für autonome Systeme**, 171 f., und Ziff. IV.C.3.b **Einführung einer speziellen Gefährdungshaftung**, 179–182.

1418 FELLMANN/ KOTTMANN, Band I, Rz. 3; OFTINGER/ STARK, Allgemeiner Teil, § 1 Rz. 15; SCHWENZER, Rz. 49.04. Kritisch dazu: WIDMER/ KRAUSKOPF, Rz. 2.11.

1419 WIDMER/ KRAUSKOPF, Rz. 2.12.

1420 Weiterführend zu diesem Grundsatz: WIDMER/ KRAUSKOPF, Rz. 2.8.

3. Sachgerechte Berücksichtigung technischer Entwicklungen

Würden Nano-, Mikro- und Kleindrohnen mit autonomen Fähigkeiten nicht durch das Haftpflichtrecht erfasst, könnte dadurch die bestehende Haftungsordnung teilweise ausgehebelt werden. Bei Luftkollisionen und reinen Vermögensschäden könnte der Pilot einer teilautonomen Drohne behaupten, diese sei zum Zeitpunkt des Unfalls autonom geflogen. Damit könnte er sich einer Haftung entziehen – sofern er keine Sorgfaltspflichten¹⁴²¹ verletzt hat.¹⁴²² Eine solche Lücke würde den Gerechtigkeits- und Zweckmässigkeitsüberlegungen, welche dem ursprünglichen Haftungsregime zugrunde liegen, zuwiderlaufen.¹⁴²³

Daneben ist eine haftpflichtrechtliche Ungleichbehandlung von Schäden durch autonome Nano-, Mikro- und Kleindrohnen und Schäden, die durch pilotengesteuerte Drohnen verursacht werden,¹⁴²⁴ weder gegenüber Geschädigten noch aus Gerechtigkeits- und Zweckmässigkeitsüberlegungen¹⁴²⁵ zu rechtfertigen. Denn, ob die Drohne algorithmusgesteuert oder menschgesteuert ist, hat keinen Einfluss auf die physischen Auswirkungen z.B. bei einer Luftkollision¹⁴²⁶. Diese hängen vielmehr von der Konstruktionsweise¹⁴²⁷ und der geflogenen Geschwindigkeit ab.¹⁴²⁸ Ähnliches gilt bei reinen Vermögensschäden¹⁴²⁹. Auch hier ist die Form der Steuerung für den sich ergebenden Schaden nicht relevant.

Gleichzeitig ist darauf hinzuweisen, dass eine vorhersehbare und nachvollziehbare Verantwortungszuweisung die gesellschaftliche Akzeptanz

1421 Ziff. IV.C.2 Haftung für reine Vermögensschäden nur bei Sorgfaltspflichtverletzungen, 175–178.

1422 Ziff. IV.B.1 Keine luftrechtliche Gefährdungshaftung bei Luftkollisionen *de lege lata*, 160 f.

1423 Ziff. IV.D.1 Ausnahme vom Grundsatz *casum sentit dominus*, 184 f.

1424 Ziff. IV.A.5 Ergebnis: Schlechterstellung der Geschädigten, 159.

1425 Ziff. IV.D.1 Ausnahme vom Grundsatz *casum sentit dominus*, 184 f.

1426 Ziff. IV. Haftung bei Luftkollisionen und reinen Vermögensschäden, 147–188.

1427 Ziff. II.B.3 Aerodynamische Konstruktion, 15–17, und Ziff. II.C Kernkomponenten, 17–19.

1428 Ziff. II.B.2 Betriebsrisiko (potentieller Verletzungsschweregrad), 13–15, und Ziff. V.A.5.a Risiko statt Gewicht als Anknüpfungskriterium, 208 f.

1429 Ziff. IV.C Haftung für reine Vermögensschäden, 172–183.

für technische Innovationen massgeblich stärken kann.¹⁴³⁰ Werden Haftungsprobleme nicht zufriedenstellend gelöst, dürften Drohnenflüge von einer breiten Öffentlichkeit abgelehnt werden. In diesem Fall liesse sich das prognostizierte grosse wirtschaftliche Potential¹⁴³¹ von autonomen Nano-, Mikro- und Kleindrohnen nicht realisieren. Damit könnte die Schweiz sowohl als Wirtschafts- als auch Innovationsstandort¹⁴³² in drohnenrelevanten Sektoren im internationalen Wettbewerb zurückfallen.

4. Ergebnis: Gesetzesanpassung erforderlich

Bei Schäden durch Luftfahrzeuge tritt die Haftung des Halters grundsätzlich an die Stelle der *Maxime casum sentit dominus*.¹⁴³³ Dementsprechend ist es aus Gerechtigkeits- und Zweckmässigkeitsüberlegungen erforderlich, die Halter von autonomen Nano-, Mikro- und Kleindrohnen ebenfalls der luftrechtlichen Gefährdungshaftung zu unterstellen.¹⁴³⁴ Damit kann ein sachgerechter Umgang mit Schäden aus Luftkollisionen und reinen Vermögensschäden beim Einsatz dieser neuen Technologie bewirkt werden.¹⁴³⁵

1430 GRUBER, Mensch-Maschine-Assoziationen 2013, 152 f. Vgl. auch JONG, 174–176.

1431 Ziff. I.A Ausgangslage, 1–4.

1432 Ausführlich zur Drohnenindustrie in der Schweiz: ARORA, 73–111.

1433 Ziff. IV.D.1 Ausnahme vom Grundsatz *casum sentit dominus*, 184 f.

1434 Ziff. IV.D.2 Verwirklichung des Grundsatzes *suum cuique tribuere*, 185 f.

1435 Ziff. IV.D.3 Sachgerechte Berücksichtigung technischer Entwicklungen, 187 f.

V. Regulierungsvorschlag auf Basis bestehender Normen

Die Schutznormen, welche für eine Gefährdungshaftung für reine Vermögensschäden durch autonome Nano-, Mikro- und Kleindrohnen notwendig sind, finden sich insb. in den Betriebsvorschriften des Luftrechts.¹⁴³⁶ Ebenso sind Vorgaben zu den Produkteigenschaften der Drohnen an die Hersteller notwendig, die bei einer Missachtung zu einer Haftung für Produkte führen.¹⁴³⁷ Zudem können Regelungen zum Einsatz von autonomen Nano-, Mikro- und Kleindrohnen der Sicherheit dienen und so helfen, Haftpflichtfälle zu verhindern.¹⁴³⁸ Kommt es zu einem Schaden, greifen die besten Haftpflichtnormen ins Leere, wenn der Ersatzpflichtige nicht identifizierbar ist.¹⁴³⁹ Daneben kann ein regulatorisches Korsett für Flüge autonomer Drohnen die Akzeptanz dafür in der Bevölkerung fördern. Aus diesen Gründen erscheint eine **gemeinsame Regelung von Haftpflichtfragen und Betriebsvorschriften** autonomer Nano-, Mikro- und Kleindrohnen als **dringend angezeigt**. Deshalb umfasst der untenstehende Regulierungsvorschlag sowohl Normen im Haftpflichtrecht als auch Betriebsvorschriften. Ausgangspunkt bildet die Frage, inwieweit die Bestimmungen für einen Einsatz von Drohnen *de lege lata* den Betrieb von autonomen Nano-, Mikro- und Kleindrohnen regeln.

¹⁴³⁶ Vgl. Ziff. IV.C.3.b.3) Gleichstellung der Geschädigten durch Erweiterung der Halterhaftung, 182.

¹⁴³⁷ Ziff. III.B Haftung für Produkte, 117–145.

¹⁴³⁸ Siehe dazu auch: Ziff. II.H Gefahren durch Nano-, Mikro- und Kleindrohnen, 70–72.

¹⁴³⁹ Ziff. III.A.2.f Schwierigkeiten bei der Identifikation des Halters, 93–96.

A. NEUE ZULASSUNGS- UND BETRIEBSVORSCHRIFTEN

1. Bestimmungen im Luftrecht de lege lata gelten auch für autonome Nano-, Mikro- und Kleindrohnen

Das Luftrecht beinhaltet massgebliche Regulierungen für Luftraum und Luftfahrzeuge. Oftmals verkehren Luftfahrzeuge grenzüberschreitend. Gleichzeitig verweisen Bestimmungen auch für nationale Sachverhalte auf internationales Recht (vgl. z.B. [Art. 14 Abs. 1 lit. a VLK](#)). Deshalb sind internationale Regelungen im Luftrecht auch für autonome Nano-, Mikro- und Kleindrohnen von grosser Bedeutung. Innerhalb dieses Rahmens bewegen sich nationale Vorgaben.¹⁴⁴⁰

a. Internationale Regelungen als rechtlicher Rahmen im Luftrecht

Auf internationaler Ebene sind aus Schweizer Sicht insb. das ICAO-Übereinkommen¹⁴⁴¹ sowie die europäischen Regulierungen¹⁴⁴² zum Luftrecht von Bedeutung. Sie bilden den Ausgangspunkt für eine künftige Regulierung von Nano-, Mikro- und Kleindrohnen.

1) ICAO-Drohnenvorschriften in der Entwicklung

Das [ICAO-Übereinkommen](#)¹⁴⁴³ nimmt nur in [Art. 8](#) einen direkten Bezug zu Luftfahrzeugen ohne Pilot: Demnach ist für unbemannte Flüge eine Bewilligung des überflogenen Vertragsstaates notwendig. Allerdings fallen unter [Art. 8 ICAO-Übereinkommen](#) nur Luftfahrzeuge, die durch einen Operateur ferngesteuert werden.¹⁴⁴⁴ Autonome Drohnenflüge verstossen mangels permanenter Kontrolle durch einen Piloten bzw. Operateur

¹⁴⁴⁰ STEIGER, Sicherheit & Recht, 173.

¹⁴⁴¹ Zur direkten Anwendbarkeit des ICAO-Übereinkommen in der Schweiz: DETTLING-OTT, Luftrecht, Rz. 77–80. Siehe auch: [Ziff. III.A.1.a ICAO-Übereinkommen ohne Haftpflichtregelung](#), 76.

¹⁴⁴² Zum sektoriellen Abkommen zwischen der Schweiz und der Europäischen Union und daraus fliessenden Regulierungen: DETTLING-OTT, Luftrecht, Rz. 81–87.

¹⁴⁴³ Siehe auch: [Ziff. III.A.1.a ICAO-Übereinkommen ohne Haftpflichtregelung](#), 76.

¹⁴⁴⁴ ABEYRATNE, 121. Anders noch INTERNATIONAL CIVIL AVIATION ORGANIZATION, 2011, 12. Zur Diskussion, ob [Art. 8 ICAO-Übereinkommen](#) RPAS ausschliesst: SCOTT, Key Provisions, 246.

grundsätzlich gegen ICAO-Bestimmungen.¹⁴⁴⁵ Denn aus technischer Sicht befinden sich solche Fluggeräte im Blindflug.¹⁴⁴⁶

Neben [Art. 8 ICAO-Übereinkommen](#) sind grundsätzlich die **Bestimmungen zur bemannten Luftfahrt** anwendbar,¹⁴⁴⁷ wie z.B. die Bestimmungen zur Lufttüchtigkeit (z.B. [Art. 31 ICAO-Übereinkommen](#)).¹⁴⁴⁸ Auch hier bestehen für die unbemannte Luftfahrt keine Sonderregeln.¹⁴⁴⁹ Dementsprechend werden u.a. Fähigkeiten im Bereich von „sense and avoid“¹⁴⁵⁰ vorausgesetzt¹⁴⁵¹ und einzelne Komponenten wie Antrieb oder Propeller müssen über ein Lufttüchtigkeitszeugnis verfügen.¹⁴⁵² Zum heutigen Zeitpunkt existieren keine zivilen unbemannten Luftfahrzeuge, die diese Kriterien vollständig erfüllen.¹⁴⁵³ Eine weitere Hürde stellen die Anforderungen an den Operateur dar. Dieser muss dieselben Zulassungsvoraussetzungen erfüllen wie ein Pilot eines bemannten Luftfahrzeugs ([Art. 32 ICAO-Übereinkommen](#)).¹⁴⁵⁴ Betreiber von Nano-, Mikro- und Kleindrohnen können diese Anforderungen i.d.R. weder finanziell noch organisatorisch erfüllen. Folglich sind internationale Flüge im Rahmen des ICAO-Übereinkommens nur mit Ausnahmegewilligungen möglich.¹⁴⁵⁵

1445 Vgl. zu den Anforderungen z.B. hinsichtlich Luftverkehrskontrolle ABEYRATNE, 118 f., m.w.H.

1446 GOGARTY/ HAGGER, *Journal of Law, Information and Science*, 113 f.

1447 Für eine Übersicht über sämtliche auf Drohnen anwendbare Bestimmungen des ICAO-Übereinkommens siehe: INTERNATIONAL CIVIL AVIATION ORGANIZATION, 2015, Ziff. 1.3.1 ebenso INTERNATIONAL CIVIL AVIATION ORGANIZATION, 2011, 11–14. Zur Diskussion, ob neben UAV auch RPAS unter das ICAO-Übereinkommen fallen: MENDES DE LEON/ SCOTT, 192 f.

1448 Vgl. auch DALAMAGKIDIS, *Regulation*, 2118.

1449 Vgl. Chapter 2, Note 2 des Annex 2 zum ICAO-Übereinkommen. Weiterführend: INTERNATIONAL CIVIL AVIATION ORGANIZATION, 2011, 26–28.

1450 [Ziff. II.D.5.d Kollisionsvermeidung mit beweglichen Objekten](#), 34–37.

1451 Chapter 3, Section 3.2 des Annex 2 zum ICAO-Übereinkommen und INTERNATIONAL CIVIL AVIATION ORGANIZATION, 2011, 15–17.

1452 Annex 8 zum ICAO-Übereinkommen; INTERNATIONAL CIVIL AVIATION ORGANIZATION, https://www.bazl.admin.ch/dam/bazl/de/dokumente/Fachleute/Regulationen_und_Grundlagen/icao-annex/icao_annex_8_airworthinessofaircraft.pdf.download.pdf/ano8_cons.pdf; VAN DE LEIJGRAAF, 2279.

1453 [Ziff. II.C Kernkomponenten](#), 17–19; GOGARTY/ HAGGER, *Journal of Law, Information and Science*, 112.

1454 Chapter 2, Section 2.2 des Annex 2 i.V.m. mit Annex 6 zum ICAO-Übereinkommen.

1455 MARSHALL, 2166.

Eine solche Regelung ist **nicht mehr zeitgemäss**.¹⁴⁵⁶ Vorläufig scheinen sich diesbezüglich aber keine anderen Regelungen abzuzeichnen. So wird in einem kürzlich erschienenen Handbuch zum Umgang mit durch Piloten ferngesteuerten Luftfahrzeugen¹⁴⁵⁷ u.a. die Gleichstellung der unbemannten Luftfahrzeuge mit der bemannten Luftfahrt gefordert.¹⁴⁵⁸ Daneben erläutert das Handbuch, wie bestehende Bestimmungen zur bemannten Luftfahrt auf diese Luftfahrzeuge angewendet werden können und zeigt notwendige Anpassungen in bestehenden Regularien auf. Der Inhalt des Handbuchs ist für die Vertragsstaaten des ICAO-Übereinkommens zurzeit nicht verbindlich. Ausdrücklich ausgenommen von den Ausführungen im Handbuch sind autonome Drohnen, die keiner direkten Kontrolle durch einen Piloten während des Fluges unterliegen.¹⁴⁵⁹

Für die Ausarbeitung weiterer Drohnenregulierungen hat die ICAO einen Ausschuss eingesetzt (**Remotely Piloted Aircraft Panel**).¹⁴⁶⁰ Dieser ist beauftragt, Richtlinien und empfohlene Verfahren (Standards and Recommended Practices¹⁴⁶¹) für den Umgang mit Drohnen auszuarbeiten.¹⁴⁶²

2) Heterogene europäische Regeln für Zulassung und Betrieb für Drohnen bis 150 kg

Das ICAO-Übereinkommen enthält lediglich Mindestanforderungen für die zivile Flugsicherheit.¹⁴⁶³ Es obliegt somit den einzelnen Vertragsstaaten, weitere luftrechtliche Bestimmungen zu erlassen.¹⁴⁶⁴ In der EU liegt diese Kompetenz beim Europäischen Parlament und dem Europäischen Rat (**Art. 100 AEUV**¹⁴⁶⁵). Darauf basiert die **Verordnung (EG) 216/2008** zur Festlegung gemeinsamer Vorschriften für die Zivilluftfahrt und zur

1456 Dazu z.B. HÄNSENBERGER/ WILDHABER, sui-generis, 83, und KETTIGER, Jusletter 11.4.2016, 7.

1457 INTERNATIONAL CIVIL AVIATION ORGANIZATION, 2015, *passim*.

1458 INTERNATIONAL CIVIL AVIATION ORGANIZATION, 2015, Ziff. 1.3.1 und Ziff. 1.5.1. Ebenso BUNDESAMT FÜR ZIVILLUFTFAHRT, 2016, 18 f.

1459 INTERNATIONAL CIVIL AVIATION ORGANIZATION, 2015, Ziff. 1.5.2.

1460 Zur Funktion von Panels in der ICAO: WEBER Ludwig, 30 f.

1461 Weiterführend zum Standard-Setting: WEBER Ludwig, 33–36.

1462 INTERNATIONAL CIVIL AVIATION ORGANIZATION, 2015, Ziff. 1.2.16.

1463 **Ziff. V.A.1.a.1) ICAO-Drohnenvorschriften in der Entwicklung, 190–192.**

1464 STEIGER, Sicherheit & Recht, 174.

1465 Vertrag über die Arbeitsweise der Europäischen Union, 2012/C 326/01.

Errichtung einer Europäischen Agentur für Flugsicherheit¹⁴⁶⁶ (EASA¹⁴⁶⁷). Diese Verordnung stellt die Grundlage des europäischen Luftrechts dar und ist für jeden Vertragsstaat unmittelbar verbindlich (Art. 288 Abs. 2 AEUV).¹⁴⁶⁸

Die Bestimmungen der [Verordnung \(EG\) 216/2008](#) betreffen nur **unbemannte Luftfahrzeuge** mit einem Abfluggewicht von **mehr als 150 kg** (Anhang II lit. i i.V.m. [Art. 4 Abs. 1 bis 3 Verordnung \(EG\) 216/2008](#) *e contrario*), soweit diese z.B. nicht zu militär-, zoll-, polizeidienstlichen oder ähnlichen Tätigkeiten ([Art. 1 Abs. 2 Verordnung \(EG\) 216/2008](#)) eingesetzt werden oder nicht Forschungs- und Versuchszwecken dienen ([Anhang II, lit. b Verordnung \(EG\) 216/2008](#)). Für die übrigen Drohnen ab 150 kg gelten grundsätzlich dieselben Anforderungen wie für bemannte Luftfahrzeuge ([Ziff. 4.1 Policy Statement E.Y013-01](#)¹⁴⁶⁹).

Zurzeit sind die **Mitgliedstaaten für die Regulierung von Drohnen mit einem Startgewicht von 150 kg und weniger verantwortlich**.¹⁴⁷⁰ Aus dieser Rechtslage ergeben sich zwischen den Staaten des europäischen Luftraums z.T. grosse Unterschiede bei den Regeln bezüglich Zulassung und Betrieb ziviler Drohnen bis 150 kg.¹⁴⁷¹ Die EASA kritisiert diese Situation: Durch die fehlende Harmonisierung müssten Betreiber von Drohnen in jedem einzelnen Staat – nach jeweils anderen Voraussetzungen – eine Bewilligung einholen. Zudem wird erwartet, dass die Komplexität der Drohnen mit zunehmender Autonomisierung steigen wird. Einzelnen Mitgliedstaaten

1466 Vollständiger Titel: Verordnung (EG) 216/2008 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 20.2.2008 zur Festlegung gemeinsamer Vorschriften für die Zivilluftfahrt und zur Errichtung einer Europäischen Agentur für Flugsicherheit, zur Aufhebung der Richtlinie 91/670/EWG des Rates, der Verordnung (EG) 1592/2002 und der Richtlinie 2004/36/EG.

1467 Die EASA wurde am 15.7.2002 aufgrund der Verordnung (EG) 1592/2002 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 15.7.2002 zur Festlegung gemeinsamer Vorschriften für die Zivilluftfahrt und zur Errichtung einer Europäischen Agentur für Flugsicherheit gegründet. Diese Verordnung wurde inzwischen durch die Verordnung (EG) 216/2008 ersetzt.

1468 EBINGER, 5.

1469 Rulemaking Directorate, Policy Statement Airworthiness Certification of Unmanned Aircraft Systems (UAS). E.Y01301, in Kraft getreten am 25.8.2009, abrufbar unter: https://www.easa.europa.eu/system/files/dfu/E.Y013-01_%20UAS_%20Policy.pdf.

1470 <http://www.europarl.europa.eu/sides/getdoc.do?pubref=-//ep//nonsgml+comparl+pe-554.997+01+doc+pdf+vo//en>.

1471 Vgl. eine Übersicht der verschiedenen Regelungen der Mitgliedstaaten der EU sowie Island, Norwegen und der Schweiz im Vergleich in: VAN BLYENBURGH, Civil RPAS, vii–ix.

könnten die notwendigen Kompetenzen fehlen, um dieser Komplexität im Bewilligungsverfahren gerecht zu werden.¹⁴⁷²

Für das Durchführen von **Luftverkehrsdiensten** gelten in der EU einheitliche Bestimmungen (**Verordnung (EG) 1008/2008**¹⁴⁷³). Davon sind Flugdienste, welche mit Ultraleicht-Flugzeugen durchgeführt werden, **ausgeklammert (Art. 3 Abs. 3 lit. a Verordnung (EG) 1008/2008)**. Im weitesten Sinn können Nano-, Mikro- und Kleindrohnen zu den Ultraleicht-Flugzeugen gezählt werden. In diesem Fall wären Flugdienste mit Nano-, Mikro- und Kleindrohnen nicht von dieser Verordnung betroffen. Selbst wenn sie in den Anwendungsbereich der **Verordnung (EG) 1008/2008** fallen, wären davon nur einzelne Dienstleistungen betroffen. So wird als „Flugdienst“ die Beförderung von Fluggästen und Fracht und/oder Post bezeichnet (**Art. 2 Ziff. 4 Verordnung (EG) 1008/2008**). Anderweitige Tätigkeiten fielen nicht unter diese Bestimmung.¹⁴⁷⁴

Ebenfalls auf EU-Ebene geregelt sind die **Versicherungsanforderungen an Luftfahrtunternehmen und Luftfahrzeugbetreiber (Verordnung (EG) 785/2004**¹⁴⁷⁵). Nicht unter ihren Anwendungsbereich fallen zum Beispiel Modellflugzeuge¹⁴⁷⁶ bis 20 kg (**Art. 2 Abs. 2 lit. b Verordnung (EG) 785/2004**). Diese Bestimmung kann analog für Nano-, Mikro- und Kleindrohnen angewendet werden.¹⁴⁷⁷ Für die Beförderung von Postsendungen kommen zudem die Regelungen von **Art. 7 der Verordnung (EWG) 2407/92**¹⁴⁷⁸ zur Anwendung (**Art. 1 Abs. 2 Verordnung (EG) 785/2004**).

1472 EASA, 2015a, 5.

1473 Verordnung (EG) 1008/2008 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 24.9.2008 über gemeinsame Vorschriften für die Durchführung von Luftverkehrsdiensten in der Gemeinschaft.

1474 Zum Ganzen: MENDES DE LEON/ SCOTT, 194 f.

1475 Verordnung (EG) 785/2004 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 21.4.2004 über Versicherungsanforderungen an Luftfahrtunternehmen und Luftfahrzeugbetreiber.

1476 Zur Unterscheidung von Modellfluggeräten und Drohnen: **Ziff. II.I Abgrenzung zu Modellfluggeräten, 72 f.**

1477 MENDES DE LEON/ SCOTT, 195.

1478 Verordnung (EWG) 2407/92 des Rates vom 23.7.1992 über die Erteilung von Betriebsgenehmigungen an Luftfahrtunternehmen.

3) Haftung für Drittschäden auf dem Boden durch Luftfahrzeuge in ausgewählten EU-Mitgliedstaaten

Die Regelungskompetenz für die **Haftung gegenüber Dritten** bei Schäden auf dem Boden, die durch Luftfahrzeuge verursacht werden, liegt zurzeit bei den Mitgliedstaaten der EU.¹⁴⁷⁹ Die folgende *Tabelle 10* gibt einen Überblick über die Ausgestaltung der Haftung in einigen EU-Staaten:

| EU-Mitgliedstaat | Art der Haftung | Höchstgrenze |
|---------------------------------|---|--|
| Frankreich | Strikte Haftung | Nein |
| Deutschland | Strikte Haftung | Ja, es sei denn, der Betreiber war mindestens fahrlässig |
| Italien | Strikte Haftung | Ja, es sei denn, der Betreiber war mindestens fahrlässig |
| Polen | Strikte und verschuldensabhängige Haftung | Keine generelle Aussage möglich |
| Rumänien | Strikte Haftung | Ja, es sei denn, der Betreiber war mindestens fahrlässig |
| Spanien | Strikte Haftung | Keine generelle Aussage möglich |
| Grossbritannien ¹⁴⁸⁰ | Strikte Haftung | Nein |

Tabelle 10 – Übersicht (Auszug) über die Drittschadenshaftung im Luftverkehr in einzelnen EU-Mitgliedstaaten¹⁴⁸¹

Aus *Tabelle 10* wird deutlich, dass in den genannten Mitgliedstaaten häufig eine strikte Haftung zur Anwendung kommt, welche kein Verschulden des Haftpflichtigen voraussetzt. Diese ist in den meisten Fällen nach oben

¹⁴⁷⁹ BOLLWEG, third parties, Rz. 287.

¹⁴⁸⁰ Am 23. Juni 2016 beschloss das Vereinigte Königreich den Austritt aus der EU. Zum Zeitpunkt der Abgabe dieser Arbeit waren die Austrittsverhandlungen noch nicht abgeschlossen. Bis dahin bleibt Grossbritannien Mitglied der EU mit allen Rechten und Pflichten (vgl. https://europa.eu/european-union/about-eu/countries/member-countries/unitedkingdom_de#bexit).

¹⁴⁸¹ Tabelle nach EUROPEAN RPAS STEERING GROUP, 2013b, 8 f.

begrenzt, sofern dem Betreiber keine fahrlässige bzw. vorsätzliche Handlung bzw. Unterlassung vorgeworfen werden kann.¹⁴⁸²

b. Relevante Bestimmungen im Schweizer Luftrecht

In der Schweiz liegt die **Zuständigkeit** der Gesetzgebung über die Luftfahrt gemäss **Art. 87 BV**¹⁴⁸³ grundsätzlich beim Bund. Nur ausnahmsweise ist Kantonen und Gemeinden eine Regelungskompetenz vorbehalten.¹⁴⁸⁴

1) Europäische Vorgaben für das Schweizer Luftrecht

Im Bereich des zivilen Luftrechts sind europäische Erlasse für die Schweiz von Bedeutung. Als Teil der Bilateralen Abkommen I (1999) steht das **Luftverkehrsabkommen zwischen der Schweiz und der EU (LVA CH–EU)** im Zentrum.¹⁴⁸⁵ Eine automatische Rechtsübernahme von europäischen Erlassen im Luftrecht durch die Schweiz ist darin nicht vorgesehen.¹⁴⁸⁶ In einem Gemischten Ausschuss aus Vertretern der EU und der Schweiz informieren sich die Parteien gegenseitig über Rechtsänderungsabsichten (**Art. 21 Abs. 2 LVA CH–EU**). Der Gemischte Ausschuss stellt u.a. die Folgen von Urteilen, Beschlüssen und Entscheidungen der EU, welche das LVA CH–EU betreffen, fest (**Art. 1 LVA CH–EU**). Er kann, soweit ihn das Abkommen dazu ermächtigt, verbindliche Beschlüsse erlassen (**Art. 21 Abs. 1 i.V.m. Art. 22 Abs. 1 LVA CH–EU**). Diese sind seitens der Schweiz durch den Bundesrat bzw. ausnahmsweise durch das Parlament zu genehmigen.¹⁴⁸⁷ Darüber hinausgehende Anpassungen im Schweizer Recht sind im Gesetzgebungsverfahren¹⁴⁸⁸ in Kraft zu setzen.¹⁴⁸⁹

Die für das europäische Luftrecht zentrale **Verordnung (EG) 216/2008 übernahm die Schweiz** per 20.1.2011.¹⁴⁹⁰ Diese Verordnung stellt somit unmittelbar

1482 EUROPEAN RPAS STEERING GROUP, 2013b, 8.

1483 Bundesverfassung der Schweizerischen Eidgenossenschaft (BV), SR 101.

1484 **Ziff. V.A.1.b.2)iii) Regelungskompetenzen in Kantonen und Gemeinden, 198.**

1485 EIDGENÖSSISCHES DEPARTEMENT FÜR AUSWÄRTIGE ANGELEGENHEITEN, 7.

1486 Ausführlich dazu: DETTLING-OTT, Luftverkehrsabkommen, Rz. 1–157.

1487 BUNDESAMT FÜR ZIVILLUFTFAHRT, 2013, 6; STEIGER, Sicherheit & Recht, 174.

1488 Weiterführend dazu BUNDESAMT FÜR JUSTIZ, *passim*.

1489 Zur Übernahme von EU-Recht durch die Schweiz im Allgemeinen: MAYER, 347–369.

1490 Vgl. Anhang zum LVA CH–EU. **Art. 13 lit. a LFG** verweist noch auf die Verordnung (EG) 1592/2002, welche der Verordnung (EG) 216/2008 vorausgegangen war. Dieser Verweis scheint mit der Übernahme der Verordnung (EG) 216/2008 als hinfällig (siehe auch **Fn. 1467 f., 193**).

anwendbares Recht in der Schweiz dar.¹⁴⁹¹ Allerdings überlässt die **Verordnung (EG) 216/2008** die Regulierung für unbemannte Luftfahrzeuge bis und mit 150 kg den einzelnen Mitgliedstaaten bzw. den mit dem europäischen Luftrecht verbundenen Staaten (lit. i Anhang II zu **Art. 4 Abs. 4 Verordnung (EG) 216/2008**).¹⁴⁹²

2) Zuständigkeit für Zulassungs- und Betriebsvorschriften in der Schweiz

Für die Schweiz gilt aufgrund des LVA CH–EU zwar die **Verordnung (EG) 216/2008**,¹⁴⁹³ diese enthält aber keine Vorgaben für Drohnen bis 150 kg¹⁴⁹⁴. Deshalb liegt die **Zuständigkeit** für Zulassungs- und Betriebsvorschriften von Nano-, Mikro- und Kleindrohnen **auf nationaler Ebene**.

i) Bundesrat mit Gesetzeskompetenz

Im Schweizer Recht zählen Drohnen zu den Luftfahrzeugen gemäss **Art. 1 Abs. 2 LFG**.¹⁴⁹⁵ Somit sind grundsätzlich die Bestimmungen des LFG anwendbar. Der **Bundesrat** ist ermächtigt, unbemannte motorisch angetriebene Luftfahrzeuge von einzelnen Bestimmungen des LFG auszunehmen (**Art. 108 Abs. 1 lit. c LFG**).¹⁴⁹⁶ Zudem kann er für diese Art von Luftfahrzeugen **Sonderregeln aufstellen**, solange diese die Haftpflicht und die Strafbestimmungen des LFG nicht tangieren (**Art. 108 Abs. 2 LFG**). Ebenso kann der Bundesrat die Kantone ermächtigen, Vorschriften zur Verminderung der Umweltbelastung und der Gefährdung von Personen und Sachen auf der Erde zu erlassen (**Art. 51 Abs. 3 LFG**). Abgesehen davon hat der Bundesrat die Kompetenz, Vorschriften über die Haftpflicht des Transportführers gegenüber den Verfrachtern sowie über die Versicherungspflicht zu erlassen (**Art. 75 Abs. 1 LFG**).

1491 BUNDESAMT FÜR ZIVILLUFTFAHRT, 2013, 6.

1492 Ziff. V.A.1.a.2) Heterogene europäische Regeln für Zulassung und Betrieb für Drohnen bis 150 kg, 192–194.

1493 Ziff. V.A.1.b.1) Europäische Vorgaben für das Schweizer Luftrecht, 196 f.

1494 Ziff. V.A.1.a.2) Heterogene europäische Regeln für Zulassung und Betrieb für Drohnen bis 150 kg, 192–194.

1495 HRUBESCH-MILLAUER/ BRUGGISSER, Jusletter 11.8.2014, Rz. 16; STEIGER, Sicherheit & Recht, 174.

1496 Das gilt aufgrund von **Art. 108 Abs. 1 lit. b LFG** ebenfalls für nicht motorisch angetriebene unbemannte Luftfahrzeuge.

ii) UVEK als Regelungsinstanz für Ausführungsbestimmungen

Das Eidgenössische Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (UVEK) erlässt insb. **Vorschriften zur Gewährleistung der Flugsicherheit** (Art. 57 Abs. 1 LFG). Die Verordnung über die Luftfahrt (LFV) legt fest, dass unbemannte Luftfahrzeuge von mehr als 30 kg einer Bewilligung des BAZL bedürfen (Art. 2a Abs. 1 LFV). Zudem obliegt die Regelung von Einzelheiten im Zusammenhang mit unbemannten Luftfahrzeugen dem UVEK (Art. 2a Abs. 3 LFV). Das UVEK ist ebenfalls dazu ermächtigt, für Luftfahrzeuge besonderer Kategorien oder neue technische Erscheinungen innerhalb von Art. 108 und 109 LFG Sonderregeln zu erlassen und andere Massnahmen zu treffen (Art. 21 LFV).

iii) Regelungskompetenzen in Kantonen und Gemeinden

Einige Bestimmungen auf Bundesebene sehen für **Kantone einzelne Regelungskompetenzen** im Bereich von unbemannten Luftfahrzeugen bis 30 kg vor (vgl. Art. 51 Abs. 3 LFG, Art. 2a Abs. 2 LFV und Art. 19 VLK).¹⁴⁹⁷ Innerhalb dieser Gesetzgebungsbefugnisse können kantonale Richtlinien **Gemeinden** zum Erlass von Vorschriften **befähigen** (vgl. z.B. Art. 6 Abs. 1 KLFV-BE¹⁴⁹⁸).¹⁴⁹⁹ Im Zentrum stehen dabei Massnahmen, welche die Umweltbelastung oder die Gefährdung von Personen und Sachen auf der Erde vermindern (Art. 51 Abs. 3 LFG).

Dienen kantonale oder kommunale Gesetzesbestimmungen dem Vermögenschutz, sind diese als Schutznormen zu qualifizieren, bei deren Verletzung eine Haftung für reine Vermögensschäden besteht.¹⁵⁰⁰

3) Betriebsvorschriften für Nano-, Mikro- und Kleindrohnen

Die Verordnung des UVEK über Luftfahrzeuge besonderer Kategorien (VLK) gilt insb. für unbemannte Luftfahrzeuge (Art. 1 VLK). Sie sieht ausdrücklich vor, dass für gewerbsmässige Flüge mit unbemannten Luftfahrzeugen keine Bewilligung des BAZL erforderlich ist (Art. 5 VLK).

1497 KETTIGER, Jusletter 11.4.2016, 9; STEIGER, Sicherheit & Recht, 176.

1498 Kantonale Luftfahrtverordnung (KLFV) des Kantons Bern vom 1.12.1999, BSG 768.1.

1499 Einige Gemeinden haben von solchen Regelungskompetenzen Gebrauch gemacht und z.B. eine Bewilligungspflicht für Drohnenflüge eingeführt, so z.B. Gemeinden im Oberen Fricktal (AG) oder Thayngen (SH), dazu: KETTIGER, Jusletter 11.4.2016, 9.

1500 Ziff. IV.C.1 Schutznormverletzung als Haftungsvoraussetzung für reine Vermögensschäden, 173–175, und Ziff. IV.C.3.b.2) Schutznormverletzung als Haftungsvoraussetzung de lege ferenda, 181 f.

Unbemannte Luftfahrzeuge mit einem Startgewicht **bis und mit 30 kg** können in der Schweiz **ohne Bewilligung** betrieben werden (**Art. 14 Abs. 1 VLK e contrario**).

Für unbemannte Luftfahrzeuge bis und mit 30 kg finden die **Bestimmungen zu Modellluftfahrzeugen**¹⁵⁰¹ Anwendung (**Art. 17 VLK**).¹⁵⁰² So muss stets direkter Augenkontakt¹⁵⁰³ zum Luftfahrzeug gehalten werden (VLOS-Pflicht) und die Steuerung muss jederzeit gewährleistet sein (**Art. 17 Abs. 1 VLK**). Für unbemannte Luftfahrzeuge mit einem Gewicht zwischen 0,5 und 30 kg müssen zudem folgende Vorgaben eingehalten werden (**Art. 17 Abs. 2 VLK**):

- Abstand von mehr als 5 km von den Pisten eines zivilen oder militärischen Flugplatzes (lit. a);
- Max. Flughöhe von 150 m innerhalb von Kontrollzonen (CTR, lit. b);¹⁵⁰⁴
- Abstand von mindestens 100 m von Menschenansammlungen im Freien, es sei denn, es handle sich um eine öffentliche Flugveranstaltung gemäss **Art. 4 VLK** (lit. c).

Allerdings können **Ausnahmebewilligungen** von diesen Einschränkungen erteilt werden (Art. 18 Abs. 1 VLK). Solche Bewilligungen werden jedoch nur sehr **restriktiv erteilt**.¹⁵⁰⁵

Halter von Drohnen mit einem Startgewicht von mehr als 0,5 kg müssen eine **Haftpflichtversicherung** über eine Garantiesumme von mindestens CHF 1 Million abschliessen (**Art. 20 Abs. 1 i.V.m. Art. 20 Abs. 2 lit. d VLK e contrario**).

Gemäss den vorumschriebenen Betriebsvorschriften sind **autonome Flüge** von Nano-, Mikro- und Kleindrohnen erlaubt. Allerdings nur solange, als im Sichtbereich des Piloten geflogen wird und dieser jederzeit die Steuerung übernehmen kann (**Art. 17 Abs. 1 VLK**).¹⁵⁰⁶ Das setzt dem Einsatzgebiet enge

¹⁵⁰¹ Zur Unterscheidung zwischen Modellfluggeräten und Drohnen: **Ziff. II.I Abgrenzung zu Modellfluggeräten, 72 f.**

¹⁵⁰² Vgl. HÄNSENBERGER/ WILDHABER, sui-generis, 86; STEIGER, Sicherheit & Recht, 176 f.

¹⁵⁰³ Kein direkter Sichtkontakt liegt z.B. beim Betrieb über eine Videobrille vor.

¹⁵⁰⁴ Vgl. die Karte des BAZL mit Flugverbotszonen in der Schweiz: <http://map.aviation.admin.ch> → Luftfahrt → Lufträume/Einschränkungen → Einschränkungen für Drohnen.

¹⁵⁰⁵ STEIGER, Sicherheit & Recht, 176, m.w.H.

¹⁵⁰⁶ <https://www.bazl.admin.ch/bazl/de/home/gutzuwissen/drohnen-und-flugmodelle.html>.

Grenzen und eine wirtschaftliche Nutzung autonomer Fähigkeiten ist damit kaum möglich.

4) Anwendungsspezifische Vorgaben

Neben allgemeinen Vorschriften¹⁵⁰⁷ bestehen einzelne **anwendungsspezifische Vorgaben** für Nano-, Mikro- und Kleindrohnen.

i) Entschädigungspflicht im Luftfrachttransportwesen

Ein grosses Anwendungsfeld für Mikro- und Kleindrohnen wird im Bereich des Luftfrachttransports gesehen.¹⁵⁰⁸ Dazu zählen z.B. Pakettransporte¹⁵⁰⁹, die Luftbeförderung von Blutproben¹⁵¹⁰ oder Medikamenten¹⁵¹¹.

Art. 137 Abs. 1 LFV bezeichnet für entgeltliche Luftfrachtbeförderungen mit Luftfahrzeugen sowie für unentgeltliche Beförderungen, welche von einem Luftverkehrsunternehmen mit Bewilligung ausgeführt werden, die besonderen Haftungsbestimmungen der **Verordnung über den Lufttransport (LTrV¹⁵¹²)** für anwendbar. Nach **Art. 104 Abs. 2 LFV** sind Unternehmen, die Luftfahrzeuge besonderer Kategorien betreiben, nicht bewilligungspflichtig. Zu den Luftfahrzeugen besonderer Kategorien zählen auch Nano-, Mikro- und Kleindrohnen.¹⁵¹³ Deshalb ist die LTrV für **unentgeltliche Drohnentransporte** zurzeit **ohne Bedeutung**, während die LTrV bei **entgeltlich transportierten Gütern** zur **Anwendung** kommt.

Die LTrV ist das nationale Gegenstück zum Montrealer Übereinkommen (MÜ). Die Bestimmungen der LTrV gelten, soweit das MÜ nicht anwendbar ist (**Art. 1 Abs. 1 LTrV**). Die Regelung der **Haftung für Güter erfolgt analog dem MÜ**.¹⁵¹⁴

1507 Z.B.: [Ziff. V.A.1.b.3\) Betriebsvorschriften für Nano-, Mikro- und Kleindrohnen](#), 198–200.

1508 [Ziff. I.A Ausgangslage, 1–4](#), sowie ausführlich zu Lieferungen mittels Drohnen: APPLIN, 71–91.

1509 ARORA, 79–81.

1510 <http://robohub.org/how-can-we-use-drones-in-the-humanitarian-and-health-sector/>.

1511 http://www.huffingtonpost.com/entry/birth-control-drones-africa_us_56a8a3b4e4b0947efb65fc11.

1512 Verordnung über den Lufttransport (LTrV), SR 748.411.

1513 [Ziff. II.A Bezeichnung](#), 9 f.

1514 Vgl. [Ziff. III.A.1.b Warschauer Abkommen und Montrealer Übereinkommen ohne Regeln zu Drittschäden](#), 76 f.

Der Luftfrachtführer **haftet für Schäden**, die durch Zerstörung, Verlust oder Beschädigung der beförderten Güter entstehen ([Art. 9 Abs. 1 LTrV](#) und [Art. 18 Abs. 1 MÜ](#)). Eine Haftung entfällt ([Art. 9 Abs. 3 LTrV](#) und [Art. 18 Abs. 2 MÜ](#)), falls der Schaden durch Umstände aufgetreten ist, welche der Luftfrachtführer nicht zu verantworten hat.¹⁵¹⁵

Auch für **Schäden aus Verspätung bei der Luftbeförderung** von Gütern muss der Luftfrachtführer einstehen. Davon befreien kann er sich, indem er nachweist, dass er und sein Personal alle zumutbaren Massnahmen zur Vermeidung des Schadens getroffen haben ([Art. 10 LTrV](#) und [Art. 19 MÜ](#)).

Zudem steht dem **Luftfrachtführer die Möglichkeit** offen, sich nach [Art. 20 MÜ](#) zu **exkulpieren**, falls der Schaden von der direkt geschädigten Person durch eine unrechtmässige Handlung oder Unterlassung verursacht wurde.¹⁵¹⁶

Ohne besondere Abrede zwischen Luftfrachtführer und Absender ist die **Haftungssumme** bei Zerstörung, Verlust, Beschädigung oder Verspätung auf max. 19 SZR pro kg **begrenzt** ([Art. 9 Abs. 2 LTrV](#) und [Art. 22 Abs. 3 MÜ](#)). Dabei entspricht ein SZR einem Betrag von CHF 1,34,¹⁵¹⁷ was eine Entschädigungspflicht von max. CHF 25,45 pro kg Fracht ergibt. Heute wiegen 80 % der ausgelieferten Pakete weniger als 5 kg und 90 % weniger als 10 kg.¹⁵¹⁸ Zudem ist das max. Transportgewicht bei Nano-, Mikro- und Kleindrohnen auf 30 kg¹⁵¹⁹ abzüglich des Eigengewichts der Drohne begrenzt.¹⁵²⁰ Somit dürfte sich die Entschädigungspflicht auf ein paar hundert Franken beschränken.¹⁵²¹

Für Luftfrachtbeförderungen, die nicht unter [Art. 137 Abs. 1 LFV](#) fallen, gelten die **Bestimmungen des OR** ([Art. 137 Abs. 2 LFV](#)).

1515 Siehe dazu die Aufzählung in [Art. 9 Abs. 3 lit. a–d LTrV](#) sowie [Art. 18 Abs. 2 lit. a–d MÜ](#).

1516 REUSCHLE, Art. 20 N 1.

1517 Wechselkurs: 1 Sonderziehungsrecht des Internationalen Währungsfonds zu CHF 1,3403 am 31.5.2017.

1518 ARORA, 81 f.

1519 Zur Anpassung dieser Gewichtsobergrenze de lege ferenda auf 25 kg: [Ziff. V.A.5.c.1\)i Betriebsbeschränkungen in der offenen Kategorie, 211](#).

1520 Vgl. BIERMANN/ WIEGOLD, 97.

1521 Vgl. auch [Ziff. III.A.1.b Warschauer Abkommen und Montrealer Übereinkommen ohne Regeln zu Drittschäden, 76 f.](#)

ii) Bewilligungspflicht für das Abwerfen von Gegenständen und Versprühen von Flüssigkeiten

In der Schweiz gilt die **Verordnung des UVEK über die Verkehrsregeln für Luftfahrzeuge (VRV-L)**^{1522, 1523}. Darin wird für Luftfahrzeuge in der Schweiz in erster Linie die europäische **Verordnung (EU) 923/2012**¹⁵²⁴ als anwendbar erklärt (**Art. 1 lit. a VRV-L**). Die Bestimmungen der VRV-L kommen nur ergänzend zur Anwendung (**Art. 1 lit. b VRV-L**). Der Anwendungsbereich der VRV-L für Nano-, Mikro- und Kleindrohnen ist auf **Art. 9 VRV-L** beschränkt (**Art. 3 Abs. 2 VRV-L**). In diesem Artikel ist geregelt, dass das **Abwerfen** von Gegenständen¹⁵²⁵ **oder** das **Versprühen** von Flüssigkeiten während des Fluges **grundsätzlich eine Bewilligung** des BAZL voraussetzt (**Art. 9 Abs. 1 VRV-L**). Davon ausgenommen sind z.B. zur Hilfeleistung erforderliche Gegenstände oder Stoffe (**Art. 9 Abs. 2 VRV-L**).

5) Luftverkehrsregeln lassen keine autonomen Flüge ohne weitere Sicherheitsmassnahmen zu

Wie vorstehend erläutert, gelten die allgemeinen Luftverkehrsregeln der VRV-L, mit Ausnahme der Bestimmungen zum Abwerfen von Gegenständen und Flüssigkeiten,¹⁵²⁶ nicht für Nano-, Mikro- und Kleindrohnen (**Art. 3 Abs. 2 VRV-L**).¹⁵²⁷ An ihrer Stelle erklärt **Art. 14b Abs. 2 lit. a VLK** für unbemannte Luftfahrzeuge bis 30 kg¹⁵²⁸ in der Schweiz ergänzend zu den nationalen Vorschriften (**Art. 14b lit. b VLK**) die Verkehrsregeln der **Verordnung (EU) 923/2012** für **anwendbar**.

1522 Verordnung des UVEK über die Verkehrsregeln für Luftfahrzeuge (VRV-L), SR 748.121.11.

1523 Ausführlich dazu (allerdings noch zur Vorgängerversion der Verordnung): DETTLING-OTT, Verkehrsregeln, Rz. 173–186.

1524 Standardised European Rules of the Air (SERA) in der Durchführungsverordnung (EU) 923/2012 der Kommission vom 26.9.2012 zur Festlegung gemeinsamer Luftverkehrsregeln und Betriebsvorschriften für Dienste und Verfahren der Flugsicherung und zur Änderung der Durchführungsverordnung (EG) 1035/2011 sowie der Verordnungen (EG) 1265/2007, (EG) 1794/2006, (EG) 730/2006, (EG) 1033/2006 und (EU) 255/2010.

1525 Z.B. anwendbar bei Paketdrohnen, die ihre Fracht mit Fallschirmen abwerfen: <http://fortune.com/2017/02/17/amazon-drones-packages-parachutes/>.

1526 Ziff. V.A.1.b.4)ii) **Bewilligungspflicht für das Abwerfen von Gegenständen und Versprühen von Flüssigkeiten**, 202.

1527 BUNDESAMT FÜR ZIVILLUFTFAHRT, 2016, 12 f.

1528 Zur Anpassung dieser Gewichtsobergrenze de lege ferenda auf 25 kg: Ziff. V.A.5.c.1)i) **Betriebsbeschränkungen in der offenen Kategorie**, 211.

Die **Verordnung (EU) 923/2012** enthält die europäischen Luftverkehrsregeln, die sog. „Standardised European Rules of the Air“ (SERA). Diese legen z.B. fest, dass der Pilot für den Betrieb des Luftfahrzeuges verantwortlich ist, unabhängig davon, ob er die Steuerorgane bedient (SERA.2010). Zudem muss ihm die endgültige Entscheidungsbefugnis obliegen (SERA.2015). Verboten ist namentlich ein riskanter Betrieb von Luftfahrzeugen, der zu Personen- oder Sachschäden Dritter führen kann (SERA.3101). Inwieweit der Betrieb von vollständig autonomen unbemannten Luftfahrzeugen als unzulässiges Risiko im Sinne von SERA.3101 zu beurteilen ist, hängt massgeblich vom Stand der Technik ab.¹⁵²⁹

Wohl vermögen einzelne hochentwickelte autonome Nano-, Mikro- und Kleindrohnen heute in der Lage sein, sich in einem vordefinierten Luftraum so zu bewegen, dass ihr Betrieb als nicht riskant gelten kann.¹⁵³⁰ Im Rahmen einer Ausnahmegewilligung des BAZL können solche Drohnen genutzt werden.¹⁵³¹ Oftmals sind dazu aber angemessene Sicherheitsmassnahmen seitens des Drohnenbetreibers zu treffen.¹⁵³² Für einen verbreiteten Einsatz autonomer Nano-, Mikro- und Kleindrohnen fehlen sowohl verbindliche Sicherheitsstandards als auch eine Kontrolle der Einhaltung solcher Vorgaben. Zudem lässt sich der Halter zurzeit kaum identifizieren, da eine Kennzeichnungs- und Registrierungspflicht fehlt.¹⁵³³ Gleichzeitig mangelt es an einem Flugsystem, das Flugkorridore vorgibt und Kollisionen verhindern kann.¹⁵³⁴ Bis diese Hürden überwunden sind, ist ein allgemeiner autonomer Betrieb, der die Anforderungen von SERA.3101 erfüllt, kaum möglich. Folgerichtig sind zurzeit autonome Drohnen – ohne Ausnahmegewilligung – weder in der Schweiz noch international zum Flug zugelassen.¹⁵³⁵ Das Bundesamt für Zivilluftfahrt (BAZL) setzt für autonome Flüge von Nano-, Mikro- und Kleindrohnen voraus, dass der Pilot jederzeit die Kontrolle übernehmen kann (vgl. auch Art. 17 Abs. 1 VLK).¹⁵³⁶

1529 Zu den autonomen Fähigkeiten aktueller Nano-, Mikro- und Kleindrohnen: Ziff. II.E.5 Grad der Autonomie, 56–60.

1530 <https://www.nzz.ch/schweiz/aktuelle-themen/schweizer-post-testet-drohneneinsatz-luftpost-in-lugano-ld.154444>.

1531 Ziff. V.A.1.b.3) Betriebsvorschriften für Nano-, Mikro- und Kleindrohnen, 198–200.

1532 Zum Verfahren für Ausnahmegewilligungen des BAZL: FARNER, 25–41.

1533 Ziff. V.A.5.g Einführung einer Registrierungs-, Kennzeichnungs- und Meldepflicht, 226 f.

1534 Ziff. II.F Flugverkehrskontrollsystem, 67 f.

1535 BUNDESAMT FÜR ZIVILLUFTFAHRT, 2016, 8.

1536 BUNDESAMT FÜR ZIVILLUFTFAHRT, 2016, 13 f.

2. Weitere rechtliche Rahmenbedingungen de lege lata

Gleichzeitig regulieren auch **Rechtsgrundlagen ausserhalb luftrechtlicher Bestimmungen** den Einsatz von autonomen Nano-, Mikro- und Kleindrohnen.¹⁵³⁷

Filmen Drohnenkameras z.B. Personen, können diese Aufnahmen als **Personendaten** im Sinne von **Art. 3 lit. a DSGVO**¹⁵³⁸ gelten, womit die Einschränkungen des DSGVO für deren Verwendung anwendbar sind.¹⁵³⁹

Werden durch eine Nano-, Mikro- oder Kleindrohne Bild- oder Tonaufnahmen im **Privatbereich** einer Person gemacht, kann zudem eine Verletzung des Persönlichkeitsrechts nach **Art. 28 ZGB** vorliegen. Gleichzeitig können sich im Fall von Überflügen privater Grundstücke sachenrechtliche Abwehransprüche ergeben, welche den Einsatz von autonomen Nano-, Mikro- und Kleindrohnen einschränken können.¹⁵⁴⁰

Auch Normen des **Umweltschutzrechts** müssen bei Drohnenflügen eingehalten werden. Dazu zählen z.B. die Vorgaben der Lärmschutzverordnung (LSV¹⁵⁴¹) oder Regelungen zum Schutz von Wildtieren und Vögeln¹⁵⁴².

1537 HÄNSENBERGER/ WILDHABER, sui-generis, 86 f.

1538 Bundesgesetz über den Datenschutz (DSG), SR 235.1.

1539 WEBER/ OERTLY, Jusletter 26.10.2015, Rz. 1–48. Zur Situation in der EU: EASA, 2015a, 37 f.; WRIGHT/ FINN, 325. In Deutschland: GROSSKOPF, Computer und Recht, 762 f.; SOLMECKE/ NOWAK, Multimedia und Recht, 432 f. Im US-amerikanischen Recht: PERRIT/ SPRAGUE, Vanderbilt Journal of Entertainment and Technology Law, 738; VILLASENOR, Harvard Journal of Law & Public Policy, 500–505; http://www.slate.com/articles/technology/future_tense/2013/04/domestic_drone_surveillance_the_golden_age_of_privacy_is_over.html. Im Allgemeinen zur Datenschutzproblematik bei autonomen Systemen: BAERISWYL, 124 f.; HAUSTEIN, 96–107; HILGENDORF, 17; PALMERINI/ AZZARRI/ BATTAGLIA/ BERTOLINI et al., 19; LEROUX/ LABRUTO/ BOSCARATO/ CAROLEO et al., 46.

1540 HRUBESCH-MILLAUER/ BRUGGISSER, Jusletter 11.8.2014, Rz. 20; KETTIGER, Jusletter 11.4.2016, 12–14; Zum deutschen Recht: GROSSKOPF, Computer und Recht, 761; SOLMECKE/ NOWAK, Multimedia und Recht, 434.

1541 Lärmschutz-Verordnung (LSV), SR 814.41.

1542 So z.B. Verordnung über die Wasser- und Zugvogelreservate von internationaler und nationaler Bedeutung; SR 922.32, Bundesgesetz über die Jagd und den Schutz wildlebender Säugetiere und Vögel (JSG), SR 922.0 oder Bundesgesetz über den Natur- und Heimatschutz (NHG), SR 451. Siehe dazu auch die Karte des BAZL mit Flugverbotszonen in der Schweiz: <http://map.aviation.admin.ch> → Luftfahrt → Schutzgebiete.

Bieten Drohnenbetreiber länderübergreifende Dienstleistungen wie z.B. Warentransporte an, sind zudem **zoll- und steuerrechtliche Vorschriften** von Bedeutung.¹⁵⁴³

3. Regelungsbedarf für Zulassung, Betrieb und Haftung von autonomen Nano-, Mikro- und Kleindrohnen

Angesichts der Unfälle und Gefährdungen durch Nano-, Mikro- und Kleindrohnen in jüngster Zeit,¹⁵⁴⁴ mangelt es für einen verbreiteten Drohneneinsatz¹⁵⁴⁵ an einer sachgerechten **Regulierung zur Gefahrenabwehr**. So sind z.B. Halter zurzeit nur schwer zu identifizieren.¹⁵⁴⁶

Daneben halten u.a. die bestehenden **Vorschriften** zum Betrieb von Nano-, Mikro- und Kleindrohnen¹⁵⁴⁷ **nicht Schritt mit aktuellen technologischen Entwicklungen**¹⁵⁴⁸. Statt z.B. Fortschritte bei autonomen Fähigkeiten¹⁵⁴⁹ mit einem gesetzlichen Rahmen angemessen zu regeln, sind heute Flüge ausserhalb des Sichtbereichs des Piloten verboten (**Art. 17 Abs. 1 VLK**) – sofern keine Ausnahmegewilligung vorliegt (**Art. 18 Abs. 1 VLK**).¹⁵⁵⁰ Gleichzeitig ist es in regulatorischer Hinsicht unklar, wie Nano-, Mikro- und Kleindrohnen im Luftraum integriert werden sollen.¹⁵⁵¹ Zudem fehlt es auch auf internationaler Ebene weitgehend an einer einheitlichen Regelung betreffend Nano-, Mikro- und Kleindrohnen.¹⁵⁵²

Damit hinken die bestehenden Bestimmungen der Realität hinterher. So sind **Nano-, Mikro- und Kleindrohnen mit autonomen Fähigkeiten bereits heute im Handel** frei erhältlich.¹⁵⁵³ Führt deren autonomer Betrieb¹⁵⁵⁴ zu Schäden,

1543 BUNDESAMT FÜR ZIVILLUFTFAHRT, 2016, 28 f.

1544 Ziff. II.H Gefahren durch Nano-, Mikro- und Kleindrohnen, 70–72.

1545 Vgl. zum zu erwartenden Wachstum des Drohnenmarktes: Ziff. I.A Ausgangslage, 1–4.

1546 Ziff. III.A.2.f Schwierigkeiten bei der Identifikation des Halters, 93–96.

1547 Ziff. V.A.1.b Relevante Bestimmungen im Schweizer Luftrecht, 196–203.

1548 Ziff. II Eigenschaften autonomer Drohnen, 9–73.

1549 Ziff. II.E.3 Entscheidungs-Algorithmen in autonomen Drohnen, 55 f.

1550 Ziff. V.A.1.b.3) Betriebsvorschriften für Nano-, Mikro- und Kleindrohnen, 198–200.

1551 Zum Stand der Technik bei externen Flugverkehrskontrollsystemen: Ziff. II.F Flugverkehrskontrollsystem, 67 f.

1552 Ziff. V.A.1.a Internationale Regelungen als rechtlicher Rahmen im Luftrecht, 190–196.

1553 Z.B.: <https://www.dji.com/mavic>.

1554 Vgl. Ziff. IV.A.1 Fehler oder Fehlentscheidung?, 149–152.

bestehen gesetzliche Regelungslücken bei Zusammenstößen in der Luft¹⁵⁵⁵ oder reinen Vermögensschäden¹⁵⁵⁶.

4. Reformbestrebungen auf internationaler Ebene unter Beteiligung der Schweiz

Die Unzulänglichkeiten der bestehenden Vorschriften für Nano-, Mikro- und Kleindrohnen wurden durch verschiedene Regulierungsbehörden erkannt. Z.B. verfolgt die EASA¹⁵⁵⁷ das Ziel einer **einheitlichen Regelung ziviler Drohnen** im gesamten europäischen Luftraum.¹⁵⁵⁸ Zudem ist eine Integration von Drohnen in den allgemeinen Luftverkehr vorgesehen.¹⁵⁵⁹ Dazu soll die Schwelle von 150 kg in der EU wegfallen und die Regelungshoheit für sämtliche Gewichtsklassen bei der EASA liegen.¹⁵⁶⁰

Gleichzeitig arbeiten verschiedene Gremien an **Regeln für die Integration von Drohnen** in den Luftraum. Aus Schweizer Sicht ist dabei die Arbeit der Expertengruppe JARUS und der European RPAS Steering Group von übergeordneter Bedeutung.

a. Expertengruppe JARUS

In Anbetracht der Komplexität der Integration von Drohnen in den allgemeinen Luftverkehr sieht die „Roadmap“ der EU eine **stufenweise Einführung von europaweiten Normen** bis zum Jahr 2028 vor.¹⁵⁶¹ Einstweilen sind die EU-Mitgliedstaaten von der EASA dazu angehalten, die Empfehlungen der Expertengruppe JARUS (Joint Authorities for Rulemaking on Unmanned Systems) im Rahmen ihrer Rechtssetzung zu berücksichtigen.¹⁵⁶²

JARUS ist eine **Kooperation von rund 40 zivilen Luftfahrtbehörden**, zu denen neben EU-Mitgliedstaaten auch Länder wie die USA, China und die

1555 Ziff. IV.B Haftung bei Luftkollisionen, 159–172.

1556 Ziff. IV.C Haftung für reine Vermögensschäden, 172–183.

1557 Ausführlich zur EASA: BOCCARDO, 135–152.

1558 EASA, 2015a, 12.

1559 EUROPEAN RPAS STEERING GROUP, 2013a, 8.

1560 EUROPEAN PARLIAMENT, COMMITTEE ON TRANSPORT AND TOURISM, 7; Vgl. EUROPEAN COMMISSION, 2 f.

1561 EUROPEAN RPAS STEERING GROUP, 2013a, 13 f.

1562 BUNDESAMT FÜR ZIVILLUFTFAHRT, 2016, 19; EASA, 2015a, 9.

Schweiz zählen.¹⁵⁶³ Zudem nimmt die EASA als Mitglied bei JARUS¹⁵⁶⁴ eine zentrale Rolle ein.¹⁵⁶⁵ JARUS beschreibt sich selbst als eine Gruppe von Experten verschiedener Luftfahrtbehörden sowie regionaler Luftsicherheitsorganisationen. Sie hat zum Ziel, Empfehlungen für eine einheitliche Regulierung bezüglich technischer, sicherheitsrelevanter und operationeller Anforderungen für die Zertifizierung und sichere Integration von Drohnen in den allgemeinen Luftverkehr zu erarbeiten.¹⁵⁶⁶

b. European RPAS Steering Group

Die Europäische Kommission rief im Juli 2012 die European RPAS Steering Group (ERSG) ins Leben.¹⁵⁶⁷ Sie fasst Organisationen und Experten im Bereich der europäischen Luftfahrt zusammen.¹⁵⁶⁸

Die Aufgabe der ERSG ist die **Förderung von Einsätzen mittels zivilen ferngesteuerten Luftfahrtsystemen (RPAS)**. Sie ist damit betraut, die Rahmenbedingungen für eine sichere Einbindung von RPAS in das europäische Luftverkehrssystem zu schaffen.¹⁵⁶⁹ Im Zuge dessen hat die ERSG im Juni 2013 eine „Roadmap“ ausgearbeitet.¹⁵⁷⁰ Darin werden die unterschiedlichen Problemfelder einer Integration von RPAS in den europäischen Luftraum erörtert und ein schrittweises Vorgehen empfohlen.¹⁵⁷¹ Das Ziel liegt dabei darin, autonome Drohnen bis zum Jahr 2028 in den europäischen Luftraum zu integrieren.¹⁵⁷²

Hinsichtlich der Haftung für Schäden durch RPAS gegenüber Dritten **verweist der Anhang zur „Roadmap“ auf die Haftungsbestimmungen der Römer Haftungsabkommen**^{1573, 1574}. Die ERSG kommt zum Schluss, dass bei Schäden durch RPAS der Operateur als haftpflichtige Person heranzuziehen sei.¹⁵⁷⁵ Die

1563 <http://jarus-rpas.org/>.

1564 <http://jarus-rpas.org/>.

1565 EASA, 2015a, 9; EUROPEAN PARLIAMENT, COMMITTEE ON TRANSPORT AND TOURISM, 7.

1566 <http://jarus-rpas.org/who-we-are>.

1567 VAN BLYENBURGH, European Approach, 138.

1568 Für eine Übersicht der Mitglieder: EUROPEAN RPAS STEERING GROUP, 2013a, 4.

1569 VAN BLYENBURGH, European Approach, 138.

1570 EUROPEAN RPAS STEERING GROUP, 2013a, *passim*.

1571 VAN BLYENBURGH, European Approach, 138.

1572 EUROPEAN RPAS STEERING GROUP, 2013a, 13 f.

1573 [Ziff. III.A.1.c Römer Haftungsabkommen in der Schweiz nicht ratifiziert, 77 f.](#)

1574 EUROPEAN RPAS STEERING GROUP, 2013b, 5.

1575 EUROPEAN RPAS STEERING GROUP, 2013b, 6.

Haftung soll analog den Römer Haftungsabkommen als verschuldensunabhängige, strikte Haftung ausgestaltet sein.¹⁵⁷⁶

5. Regulierungsvorschlag zu Zulassungs- und Betriebsvoraussetzungen

Der hier skizzierte Vorschlag folgt den Entwürfen der EASA betreffend Zulassungs- und Betriebsvoraussetzungen für Nano-, Mikro- und Kleindrohnen. Diese sind wesentlich von Ergebnissen der Expertengruppe JARUS¹⁵⁷⁷ geprägt.¹⁵⁷⁸ Berücksichtigt wurden Dokumente, die bis Mai 2017 verfügbar waren.

Im Zentrum stehen der Vorschlag für einen gesetzlichen Rahmen für Drohneinsätze (Advance Notice of Proposed Amendment 2015-10)¹⁵⁷⁹ und der Regulierungsentwurf für Einsätze unbemannter Luftfahrzeuge (‘Prototype’ Commission Regulation on Unmanned Aircraft Operations, PCR-UAO)¹⁵⁸⁰. Sie sind Teil des Gesetzgebungsprozesses, welcher durch die EASA geleitet wird.¹⁵⁸¹ Zurzeit befindet sich dieser Prozess im Konsultationsverfahren. Dieses Verfahren wird erst nach Veröffentlichung dieser Arbeit abgeschlossen sein.¹⁵⁸² Die nachstehenden Bezüge zu den vorgenannten Entwürfen¹⁵⁸³ stehen deshalb unter dem Vorbehalt neuer Regelungen im Rahmen des europäischen Gesetzgebungsverfahrens.¹⁵⁸⁴

a. Risiko statt Gewicht als Anknüpfungskriterium

De lege lata ergeben sich die in der Schweiz anwendbaren Vorschriften jeweils aus dem Gewicht der Drohne (vgl. z.B. Art. 17 Abs. 2 VLK und Art. 20 Abs. 2 lit. d VLK).¹⁵⁸⁵ Diese Kategorisierung scheint in Anbetracht der

1576 EUROPEAN RPAS STEERING GROUP, 2013b, 7.

1577 Ziff. V.A.4.a Expertengruppe JARUS, 206 f.

1578 EASA, 2015a, 4.

1579 EASA, 2015a, *passim*.

1580 EASA, 2016c, *passim*.

1581 Dazu auch: BOCCARDO, 143–148.

1582 EASA, 2015b, 2.

1583 EASA, 2016c, *passim*; EASA, 2015a, *passim*.

1584 Die neusten Dokumente zum Gesetzgebungsprozess können abgerufen werden unter: <https://www.easa.europa.eu/document-library>.

1585 Siehe auch zur Kategorisierung nach Gewicht: Ziff. II.B.1 Gewicht, 11–13.

unterschiedlichen Fähigkeiten¹⁵⁸⁶ und Konstruktionsweisen¹⁵⁸⁷ autonomer Nano-, Mikro- und Kleindrohnen als nicht sachgerecht.

Beispiel 13: In einem Fabrikgebäude fliegen zwei gleich schwere Kleindrohnen von unterschiedlicher Bauart. Kleindrohne A ist für den Einsatz im Inneren konzipiert. Sie fliegt nur langsam (max. 15 km/h), ist so konstruiert, dass leichte Zusammenstöße keine Schäden verursachen, und ihre Propeller sind so angebracht, dass sie nicht in Kontakt mit der Umwelt geraten können.¹⁵⁸⁸ Demgegenüber ist Kleindrohne B für den Ausseneinsatz ausgelegt. Sie erreicht dabei Geschwindigkeiten bis zu 65 km/h. Kleindrohne B verfügt zwar über ein hochentwickeltes Kollisionsvermeidungs-System¹⁵⁸⁹, in kleinräumigen Verhältnissen kann es aber zu Berührungen der Propeller mit Personen oder Objekten kommen, was zu Schäden führen kann.¹⁵⁹⁰

Es ist augenscheinlich, dass im Vergleich zu Kleindrohne A von der Kleindrohne B im vorstehenden *Beispiel 13* eine deutlich höhere Gefahr ausgeht, obwohl beide Kleindrohnen gleich viel wiegen. Ebenso spielt das Gewicht nur eine untergeordnete Rolle bei der Bemessung des Betriebsrisikos einer Drohne, da die Aufprallenergie massgeblich von der Geschwindigkeit abhängt.¹⁵⁹¹ Aus diesem Grund drängt sich *de lege ferenda* anstelle von Gewichtskriterien¹⁵⁹² eine Einteilung nach Risikoklassen auf. Das bedeutet, dass Drohnen nach dem Risiko für Dritte (Personen und Güter) aufgrund ihres geplanten Einsatzzweckes beurteilt werden müssen (vgl. [Art. 3 PCR-UAO](#)).¹⁵⁹³

b. Einbezug des gesamten Drohnensystems in die Risikobeurteilung

Zudem fokussiert sich die bestehende gesetzliche Kategorisierung von Nano-, Mikro- und Kleindrohnen einzig auf die Drohne selbst.¹⁵⁹⁴ Eine sol-

¹⁵⁸⁶ Die unterschiedlichen Fähigkeiten ergeben sich z.B. aus der jeweiligen Nutzlast: [Ziff. II.D.3 Nutzlast, 25–29](#).

¹⁵⁸⁷ [Ziff. II.B.3 Aerodynamische Konstruktion, 15–17](#).

¹⁵⁸⁸ Angelehnt an: <http://gofleye.com>.

¹⁵⁸⁹ [Ziff. II.D.5.c Kollisionsvermeidung mit statischen Objekten, 34](#), und [Ziff. II.D.5.d Kollisionsvermeidung mit beweglichen Objekten, 34–37](#).

¹⁵⁹⁰ Angelehnt an: <https://www.dji.com/mavic>.

¹⁵⁹¹ [Ziff. II.B.2 Betriebsrisiko \(potentieller Verletzungsschweregrad\), 13–15](#).

¹⁵⁹² Zur Einteilung nach Gewicht: [Ziff. II.B.1 Gewicht, 11–13](#).

¹⁵⁹³ EASA, 2015b, 3; EASA, 2015a, 14; EASA, 2016b, 3; EUROPEAN COMMISSION, 2.

¹⁵⁹⁴ Vgl. [Ziff. V.A.1.b.3 Betriebsvorschriften für Nano-, Mikro- und Kleindrohnen, 198–200](#).

che isolierte Betrachtungsweise wird der technologischen Entwicklung nicht gerecht. So sind Drohnen oftmals Teil eines ganzen Systems.¹⁵⁹⁵ Wird nur die Drohne betrachtet, fehlen relevante Faktoren bei der Risikobewertung, wie z.B. Eigenschaften der Bodenstation oder das Zusammenwirken in einem Schwarm¹⁵⁹⁶. Zudem entstehen dadurch Lücken im Haftungsregime, da die Kausalität externer Einflüsse oft nur schwer nachweisbar ist.¹⁵⁹⁷ Folglich ist *de lege ferenda* das gesamte System, das für einen Drohnenflug benötigt wird, in die Regulierung und Klassifizierung miteinzubeziehen.¹⁵⁹⁸ Damit kann ein Teil der externen Einflüsse internalisiert werden.

c. Drei Kategorien als Grundlage neuer Vorschriften

Eine Kategorisierung von Nano-, Mikro- und Kleindrohnen kann, den bisherigen Entwürfen auf europäischer Ebene entsprechend,¹⁵⁹⁹ zusammenfassend wie folgt dargestellt werden:

| Kategorie | Beschreibung | Risikostufe |
|--------------|--|-------------|
| offen | <ul style="list-style-type: none"> • Betriebsbeschränkungen: bis 25 kg / Flughöhe max. 150 m / VLOS / Geofencing • Industrienormen / Mindestvorschriften • Durchsetzung überwiegend durch Polizei | gering |
| spezifisch | <ul style="list-style-type: none"> • Betriebsbeschränkungen: Ausnahmen möglich • Bewilligung spezifischer Einsätze • Risikoanalyse / Risikominderungsmaßnahmen • Genehmigung durch nationale Behörde | mittel |
| zertifiziert | <ul style="list-style-type: none"> • Grundsätzlich für Drohnen ab 25 kg vorgesehen • Anforderungen analog bemannte Luftfahrt • Aufsicht durch nationale Behörde und EASA | erhöht |

Abbildung 6 – Kategorisierungsvorschlag nach Risikostufe¹⁶⁰⁰

¹⁵⁹⁵ Vgl. Ziff. II.C Kernkomponenten, 17–19, und Ziff. II.D.2 Datenverbindung und Informationen aus Vernetzung, 24 f.

¹⁵⁹⁶ Ziff. II.G Formationen und Schwärme, 68 f.

¹⁵⁹⁷ Ziff. IV.A.4 Externe Einflüsse, 156–158.

¹⁵⁹⁸ EASA, 2015a, 4; EASA, 2016b, 3.

¹⁵⁹⁹ EASA, 2015a, 12–14; EASA, 2015b, 3.

¹⁶⁰⁰ Eigene Darstellung auf der Grundlage von: EASA, 2015a, 12–14, und EASA, 2015b, 3.

1) Offene Kategorie für pilotengesteuerte Drohnen mit geringem Risiko

Zunächst sind die bisherigen Regeln für konventionelle Nano-, Mikro- und Kleindrohnen zu berücksichtigen.¹⁶⁰¹ Sie finden in der offenen Kategorie Niederschlag, welche gleichzeitig als **Grundkategorie** dient.

i) Betriebsbeschränkungen in der offenen Kategorie

In die offene Kategorie¹⁶⁰² (**Art. 3 Ziff. 1, Art. 5 und Annex I.2 bis I.5 PCR-UAO**) werden Drohnen eingeteilt, von deren Einsatz ein geringes Risiko ausgeht. Dazu zählen **Drohnen, die mit ununterbrochenem Sichtkontakt (VLOS) durch einen Piloten gesteuert werden**. Die Regeln der offenen Kategorie entsprechen weitgehend den Bestimmungen von **Art. 17 VLK**. Ausnahmen davon bilden z.B. eine neu eingeführte max. Flughöhe von 150 m. Ebenso soll die Gewichtsobergrenze, welche *de lege lata* bei 30 kg liegt,¹⁶⁰³ im Sinne der Rechtsvereinheitlichung den europäischen Entwürfen folgend¹⁶⁰⁴ auf 25 kg abgesenkt werden. Damit gleicht sich die Gewichtsobergrenze zudem derjenigen in den USA an, wo Kleindrohnen max. 24,95 kg wiegen dürfen.¹⁶⁰⁵

Die **Durchsetzung** der Betriebsbeschränkungen obliegt in erster Linie der Polizei.¹⁶⁰⁶

ii) Softwareseitige Flugbeschränkungen

In einer künftigen Regelung sind **softwareseitige Flugbeschränkungen** zu berücksichtigen (**Art. 4 Ziff. 4 PCR-UAO**). Damit kann durch die entsprechende Programmierung der Software des Flugkontroll-Systems¹⁶⁰⁷ verhindert werden, dass Drohnen in Flugverbotszonen eindringen.¹⁶⁰⁸ Solche Zonen sind heute z.B. in **Art. 17 Abs. 2 lit. a und b VLK** festgelegt.¹⁶⁰⁹

¹⁶⁰¹ Siehe zu den geltenden Bestimmungen: **Ziff. V.A.1.b.3) Betriebsvorschriften für Nano-, Mikro- und Kleindrohnen, 198–200.**

¹⁶⁰² EASA, 2015b, 4–6; EASA, 2016b, 3; ebd., 10.

¹⁶⁰³ **Ziff. V.A.1.b.3) Betriebsvorschriften für Nano-, Mikro- und Kleindrohnen, 198–200.**

¹⁶⁰⁴ EASA, 2015b, 4–6; EASA, 2016b, 3; ebd., 10.

¹⁶⁰⁵ **Ziff. II.B.1 Gewicht, 11–13.**

¹⁶⁰⁶ EASA, 2015a, 14.

¹⁶⁰⁷ **Ziff. II.D.4 Flugkontroll-System, 29 f.**

¹⁶⁰⁸ EASA, 2015a, 18.

¹⁶⁰⁹ Siehe dazu die Karte des BAZL mit Flugverbotszonen in der Schweiz: <http://map.aviation.admin.ch> → Luftfahrt → Lufträume/Einschränkungen → Einschränkungen für Drohnen.

Diese Technologie wird als **Geofencing** bezeichnet.¹⁶¹⁰ Sie beruht auf einer Positionsbestimmung mittels GPS¹⁶¹¹ und soll verhindern, dass die Drohne in vorher definierte Gebiete gesteuert wird. Zudem kann damit auch die Flughöhe oder Geschwindigkeit begrenzt werden.

Der Einsatz einer solchen Technologie erscheint aber nur **ab einem gewissen Gefährdungspotential** einer Drohne als verhältnismässig. Folglich sind solche softwareseitigen Flugbeschränkungen nur für die oberen zwei Risikoklassen (Klasse 2 und 3 in *Tabelle n*¹⁶¹²) vorzusehen.¹⁶¹³

Für die Wirksamkeit der technologischen Beschränkungen sind die **Hersteller zu verpflichten**, die Software entsprechend zu programmieren und die Fluggeräte mit regelmässigen Updates zu versorgen.¹⁶¹⁴ Durch die Hersteller sind Sicherheitsmassnahmen zu treffen, um zu verhindern, dass der Benutzer der Drohne die Flugbeschränkungen nicht ohne weiteres umgehen oder abschalten kann.¹⁶¹⁵

Gleichzeitig werden die nationalen Behörden dazu ermächtigt, spezielle **Zonen für Drohnenoperationen** auszuweisen (z.B. bewilligungsfreie Zonen oder Flugverbotszonen, [Art. 12 PCR-UAO](#)).¹⁶¹⁶

iii) Unterteilung der offenen Kategorie in Risikoklassen

Wie gezeigt, reicht das Gewicht einer Nano-, Mikro- oder Kleindrohne nicht aus, um das Betriebsrisiko zu bestimmen.¹⁶¹⁷ Das Betriebsrisiko einer Drohne leitet sich vielmehr aus der Konstruktion, den Fähigkeiten und dem Einsatzort ab.¹⁶¹⁸ Eine angemessene Berücksichtigung des Gefährdungspotentials aufgrund der Produkteigenschaften bedingt deshalb eine **Unterteilung der**

1610 Weiterführend: <http://dronecenter.bard.edu/what-you-need-to-know-about-domestic-drone-threats/>.

1611 Ziff. II.D.1 Zustandsvektor, 23 f.

1612 *Tabelle 11* – Produkteigenschaften von Drohnen nach Klassen, 213.

1613 Ziff. V.A.5.c.1)iii) *Unterteilung der offenen Kategorie in Risikoklassen*, 212–214.

1614 Vgl. die bereits heute bestehenden freiwilligen Geofencingprojekte von Drohnenherstellern: <https://www.dji.com/newsroom/news/dji-and-airmap-deliver-real-time-wildfire-awareness-and-geofencing-capabilities-for-drones>; <http://www.bbc.com/news/technology-36717538>; <https://www.dji.com/newsroom/news/dji-fly-safe-system>.

1615 Ziff. V.A.5.h Gesetzgeberische Umsetzung neuer Zulassungs- und Betriebsvorschriften, 227–229.

1616 EASA, 2016b, 8.

1617 Ziff. II.B.2 Betriebsrisiko (potentieller Verletzungsschweregrad), 13–15.

1618 Ziff. V.A.5.a Risiko statt Gewicht als Anknüpfungskriterium, 208 f.

offenen Kategorie in Risikoklassen (Art. 5 i.V.m. Subpart A von Annex I PCR-UAO).¹⁶¹⁹ Die folgende *Tabelle 11* stellt die wichtigsten Merkmale der einzelnen Risikoklassen dar:

| Klasse 0 ¹⁶²⁰ weniger als 250 g | Klasse 1 ¹⁶²¹ bis 25 kg | Klasse 2 ¹⁶²² bis 25 kg | Klasse 3 ¹⁶²³ bis 25 kg |
|--|---|--|---|
| Anforderungen der Verordnung (EG) 2009/48 über die Sicherheit von Spielzeug ¹⁶²⁴ | Verletzungsrisiko bei Kollision mit einem Menschen max. „ernsthaft (AIS Level 2)“ | Verletzungsrisiko bei Kollision mit einem Menschen max. „sehr schwer (AIS Level 4)“ | Keine direkten Vorgaben zum max. AIS Level bei einer Kollision mit einem Menschen |
| Technische Beschränkungen, die max. folgende Werte zulassen: - Flughöhe 50 m - Reichweite 100 m - Geschwindigkeit 54 km/h | Technische Beschränkungen, die max. folgenden Wert zulassen: - Flughöhe 50 m | Technische Beschränkungen, die max. folgenden Wert zulassen: - Flughöhe 50 m Funktionen: - „Auto-return-home“ - Geofencing - System zur elektronischen Identifikation | Technische Beschränkungen, die max. folgenden Wert zulassen: - Flughöhe 150 m Funktionen: - „Auto-return-home“ - Geofencing - System zur elektronischen Identifikation |
| Ohne vorgängiges Training sicher beherrschbar | | | - Genügende Fehlertoleranz, oder - Sicherheitssystem, das den Flug automatisch beenden kann, oder - Gerät zur Minderung der Aufprallenergie |

Tabelle 11 – Produkteigenschaften von Drohnen nach Klassen (Auszug)¹⁶²⁵

¹⁶¹⁹ EASA, 2016b, 10 f.

¹⁶²⁰ [Appendix I.2 PCR-UAO](#).

¹⁶²¹ [Appendix I.3 PCR-UAO](#).

¹⁶²² [Appendix I.4 PCR-UAO](#).

¹⁶²³ [Appendix I.5 PCR-UAO](#).

¹⁶²⁴ Verordnung (EG) 2009/48 vom 18.6.2009 über die Sicherheit von Spielzeug.

¹⁶²⁵ Eigene Darstellung nach EASA, 2016b, 10 f.

Für Drohnen der kleinsten Kategorie (Klasse 0, bis 250 g) sollen *de lege ferenda* die Produktbestimmungen der bestehenden Verordnung (EG) 2009/48 über die Sicherheit von Spielzeug gelten. Demgegenüber sind für Hersteller von Nano-, Mikro- und Kleindrohnen in den Klassen 1 bis 3 neue Regelungen für drohnenspezifische Produkthanforderungen zu erlassen.¹⁶²⁶ Die Einteilung in diese drei Klassen folgt dem potentiellen Verletzungsrisiko¹⁶²⁷. Dadurch besteht für Hersteller ein Anreiz, die Produktsicherheit zu verbessern, damit die betreffende Drohne in eine tiefere Klasse eingestuft werden kann. Für Drohnen in der Klasse 3 gibt es keine Vorgaben zum Verletzungsrisiko nach AIS. Deshalb müssen solche Drohnen weitere technische Anforderungen erfüllen. Dazu zählt z.B. die Fähigkeit, im Notfall autonom zu landen („Auto-return-home“).¹⁶²⁸

iv) Einsatzkategorien in der offenen Kategorie

Wie hoch das Gefährdungspotential einer Nano-, Mikro- oder Kleindrohne ist, hängt nicht nur von ihren Produkteigenschaften ab.¹⁶²⁹ Ebenso massgebend ist die Art und Weise ihres Einsatzes. Je nach Risiko der Verwendung schlägt die EASA deshalb vor, Drohnenoperationen in eine von vier **Einsatzkategorien** einzuteilen:¹⁶³⁰

¹⁶²⁶ Ziff. V.A.5.f Neue Vorschriften zur Produktsicherheit von Nano-, Mikro- und Kleindrohnen, 224–226, und Ziff. V.A.5.h Gesetzgeberische Umsetzung neuer Zulassungs- und Betriebsvorschriften, 227–229.

¹⁶²⁷ Ziff. II.B.2 Betriebsrisiko (potentieller Verletzungsschweregrad), 13–15.

¹⁶²⁸ Appendix I,5 PCR-UAO.

¹⁶²⁹ Ziff. V.A.5.a Risiko statt Gewicht als Anknüpfungskriterium, 208 f.

¹⁶³⁰ UAS.OPEN.10, UAS.OPEN.20 und UAS.OPEN.30 PCR-UAO.

| Einsatzkategorie A0 ¹⁶³¹ und A1 ¹⁶³² | Einsatzkategorie A2 ¹⁶³³ | Einsatzkategorie A3 ¹⁶³⁴ |
|--|--|---|
| Geringfügiges Risiko für sehr schwere Personenschäden | Begrenztes Risiko für sehr schwere Personenschäden | Höheres Risiko für sehr schwere Personenschäden |
| Keine spezifischen Fähigkeiten des Piloten vorausgesetzt | Pilot muss mit der Drohnensteuerung vertraut sein | Pilot muss über eine anerkannte theoretische und praktische Ausbildung verfügen |
| Grundsätzlich im VLOS-Modus zu betreiben | Im VLOS-Modus zu betreiben | |

Tabelle 12 – Einsatzkategorien von Drohnen in der offenen Kategorie (Auszug)¹⁶³⁵

An das jeweilige Gefährdungspotential werden dann im Wesentlichen **Anforderungen an den Piloten** geknüpft.¹⁶³⁶ Keine spezifischen Fähigkeiten werden dabei in der Einsatzkategorie A0 und A1 vorausgesetzt,¹⁶³⁷ während der Pilot für Flüge in der Einsatzkategorie A2 mit der Steuerung der Drohne vertraut sein muss¹⁶³⁸. Die strengsten Vorschriften gelten in der Einsatzkategorie A3, wo der Pilot über eine durch die EASA anerkannte theoretische und praktische Ausbildung verfügen muss.¹⁶³⁹ Daneben gilt in sämtlichen Kategorien eine VLOS-Pflicht, d.h., dass die Nano-, Mikro- oder Kleindrohne im Sichtbereich des Piloten betrieben werden muss.¹⁶⁴⁰

¹⁶³¹ UAS.OPEN.50 PCR-UAO.

¹⁶³² UAS.OPEN.60 PCR-UAO.

¹⁶³³ UAS.OPEN.70 PCR-UAO.

¹⁶³⁴ UAS.OPEN.80 PCR-UAO.

¹⁶³⁵ Eigene Darstellung nach UAS.OPEN.10, UAS.OPEN.20 und UAS.OPEN.30 PCR-UAO.

¹⁶³⁶ UAS.OPEN.50 PCR-UAO; UAS.OPEN.60 PCR-UAO; UAS.OPEN.70 PCR-UAO; UAS.OPEN.80 PCR-UAO.

¹⁶³⁷ UAS.OPEN.50 PCR-UAO und UAS.OPEN.60 PCR-UAO.

¹⁶³⁸ UAS.OPEN.70 PCR-UAO.

¹⁶³⁹ UAS.OPEN.80 PCR-UAO.

¹⁶⁴⁰ UAS.OPEN.50 PCR-UAO; UAS.OPEN.60 PCR-UAO; UAS.OPEN.70 PCR-UAO; UAS.OPEN.80 PCR-UAO.

2) Spezifische Kategorie

Grundsätzlich sind in der spezifischen Kategorie (Art. 6 PCR-UAO)¹⁶⁴¹ die Bestimmungen der offenen Kategorie anwendbar. Somit gelten auch hier Betriebsbeschränkungen und die unterschiedlichen Anforderungen an die Produkteigenschaften der Klasse 0 bis 3 sowie die Vorgaben der Einsatzkategorien A0 bis A3.¹⁶⁴² Allerdings dürfen **zertifizierte Nano-, Mikro- und Kleindrohnen diese Vorgaben überschreiten, sofern dafür eine Genehmigung vorliegt** und beim Einsatz die risikominimierenden Massnahmen, welche in der Flugbetriebsgenehmigung festgelegt sind, eingehalten werden. Dadurch eröffnet die spezifische Kategorie die Möglichkeit, autonome Nano-, Mikro- und Kleindrohnen einzusetzen.

Die Zulassung von Nano-, Mikro- und Kleindrohnen, die ausserhalb der Vorschriften der offenen Kategorie betrieben werden, soll durch die nationalen Behörden erfolgen. In der Schweiz sind damit weiterhin das UVEK und in seinem Auftrag das BAZL dafür zuständig.¹⁶⁴³ Das **Zulassungsverfahren basiert in erster Linie auf einer vom Betreiber vorgenommenen Risikobewertung (Art. 6 Ziff. 1 PCR-UAO)**.¹⁶⁴⁴

In der Schweiz existiert **bereits heute die Möglichkeit, Ausnahmebewilligungen von Betriebsbeschränkungen** zu beantragen (Art. 18 VLK). Insb. kann das BAZL Flüge ausserhalb des Sichtbereichs des Piloten bewilligen (Art. 18 Abs. 1 lit. b VLK), womit Flüge durch autonome Nano-, Mikro- und Kleindrohnen bereits heute möglich sind. Dazu hat der Antragsteller ein „Total Hazard and Risk Assessment“ zu erstellen, das auf den Grundlagen der „Guidance for an Authorisation for Low Level Operations of RPAS“ (GALLO)¹⁶⁴⁵ beruht.¹⁶⁴⁶ Allerdings ist dieses Verfahren als sehr aufwendig und die Bewilligungspraxis des BAZL als sehr restriktiv bekannt.¹⁶⁴⁷

¹⁶⁴¹ EASA, 2015b, 6–8; EASA, 2016b, 3 und 7.

¹⁶⁴² Ziff. V.A.5.c.1) Offene Kategorie für pilotengesteuerte Drohnen mit geringem Risiko, 211–215.

¹⁶⁴³ Ziff. V.A.1.b.2)ii) UVEK als Regelungsinstanz für Ausführungsbestimmungen, 198.

¹⁶⁴⁴ EASA, 2016b, 11.

¹⁶⁴⁵ FARNER, 25–41.

¹⁶⁴⁶ Für weiterführende Informationen zur Ausnahmebewilligung: <https://www.bazl.admin.ch/bazl/de/home/gutzuwissen/drohnen-und-flugmodelle/bewilligungen-fuer-drohnen.html>.

¹⁶⁴⁷ STEIGER, Sicherheit & Recht, 175 f.

Zur Vereinfachung und europäischen Vereinheitlichung ist das **Bewilligungsverfahren auf Stufe EASA neu zu regeln**. Dazu sind sowohl Drohnensysteme als auch Betreiber zu adressieren:

| |
|--|
| <p>1. Zertifizierung von Drohnensystemen Es sind auf der Grundlage der Europäischen Technischen Standardzulassung (ETSO) allgemeine Durchführungsbestimmungen (IR) für die Zertifizierung der eingesetzten Drohnensysteme zu erlassen.¹⁶⁴⁸</p> |
| <p>a) Hersteller können eine Typengenehmigung für serienmässig hergestellte Nano-, Mikro- und Kleindrohnen erwerben. Damit ist ein Betrieb der genehmigten Drohne in der spezifischen Kategorie ohne zusätzliche Ausnahmegenehmigung möglich. Somit können Drohnenmodelle z.B. standardmässig für autonome Flüge zugelassen werden.</p> <p>b) Neben der Drohne können einzelne Bauteile (z.B. ein GPS-Modul¹⁶⁴⁹) und Funktionen (z.B. Fähigkeit zu „sense-and-avoid“¹⁶⁵⁰) oder externe Geräte (z.B. eine Bodenstation¹⁶⁵¹), welche für den Flug in der spezifischen Kategorie notwendige Funktionen übernehmen, zertifiziert werden.¹⁶⁵²</p> |
| <p>2. Zertifizierung von Betreibern Es sind Zertifizierungen für Betreiber von Nano-, Mikro- und Kleindrohnen einzuführen:</p> |
| <p>a) Für den Nachweis, dass sie die notwendigen organisatorischen und versicherungsrechtlichen¹⁶⁵³ Anforderungen für einen Betrieb von Drohnensystemen in der spezifischen Kategorie erfüllen, können Betreiber zertifiziert werden (Remote Operator Certificate, ROC).</p> <p>b) Ebenfalls erhalten Betreiber damit die Möglichkeit, nach Erwerb entsprechender Vorrechte, eigene Drohneneinsätze zu genehmigen bzw. zu ändern.¹⁶⁵⁴</p> |

Tabelle 13 – Zertifizierung von Drohnensystemen und Betreibern¹⁶⁵⁵

¹⁶⁴⁸ EASA, 2015a, 29.

¹⁶⁴⁹ Ziff. II.D.1 Zustandsvektor, 23 f.

¹⁶⁵⁰ Ziff. II.D.5.d Kollisionsvermeidung mit beweglichen Objekten, 34–37.

¹⁶⁵¹ Ziff. II.D.2 Datenverbindung und Informationen aus Vernetzung, 24 f.

¹⁶⁵² EASA, 2016a, 22; EASA, 2015b, 8.

¹⁶⁵³ Ziff. V.A.5.e Anpassung der Vorschriften zur Versicherungspflicht, 219–224.

¹⁶⁵⁴ EASA, 2016a, 22; EASA, 2015b, 7 f.

¹⁶⁵⁵ Eigene Darstellung nach den darin zitierten Quellen.

Die Zertifizierung innerhalb der spezifischen Kategorie, welche der Verfahrensvereinfachung dient, ist **nicht zu verwechseln mit der zertifizierten Kategorie**, wo die Zertifizierung als Betriebsvoraussetzung gilt.¹⁶⁵⁶

Die **ausgestellten Zertifikate gelten** jeweils grundsätzlich nur für den **darin festgeschriebenen Einsatzzweck**¹⁶⁵⁷. Das Ziel ist es, den administrativen Aufwand für Flüge jenseits der Vorgaben der offenen Kategorie zu reduzieren, ohne dabei unangemessene Sicherheitsrisiken zu schaffen.

Zusätzlich sind Industrieverbände und Normengremien aufzufordern, **Standardlösungen** bereitzustellen, um Sicherheitsrisiken zu adressieren. Ebenfalls könnte eine Vereinfachung der Sicherheitsrisikobeurteilung durch die zuständige Behörde, z.B. mittels Standard-Betriebshandbüchern, erreicht werden.¹⁶⁵⁸

3) Zertifizierte Kategorie mit Anforderungen der bemannten Luftfahrt

In der zertifizierten Kategorie kommen dieselben **Anforderungen wie an die bemannte Luftfahrt** zur Anwendung. Für einen Drohneneinsatz in der zertifizierten Kategorie ist die Lufttüchtigkeit des Luftfahrzeuges und dessen Einhaltung der Umweltnormen sicherzustellen. Dazu wird eine Musterzulassung (TC) sowie ein Lufttüchtigkeitszeugnis (CofA) vorausgesetzt. Organisationen, welche die Drohnen konstruieren, herstellen, instandhalten oder Drohnen-Personal ausbilden, müssen ihre Fähigkeit anhand entsprechender Genehmigungen für Konstruktions-, Herstellungs-, Wartungs- und Ausbildungsbetriebe belegen, wenn dies aufgrund des Betriebsrisikos notwendig ist. Zudem muss der Pilot eine Lizenz besitzen und der Betreiber muss Inhaber eines Remote Operator Certificate (ROC) sein. Die Aufsicht übernehmen die nationalen Behörden und die EASA.¹⁶⁵⁹

In der Schweiz existiert heute bereits ein **Bewilligungsverfahren (Art. 103 ff. LFV)**, das allerdings auf bemannte Luftfahrzeuge ausgerichtet ist. Dementsprechend sind die Voraussetzungen für eine Erteilung

1656 Ziff. V.A.5.c.3) **Zertifizierte Kategorie mit Anforderungen der bemannten Luftfahrt**, 218 f.

1657 Ziff. V.A.5.c.1)iv) **Einsatzkategorien in der offenen Kategorie**, 214 f.

1658 EASA, 2016b, 7; ebd., 11.

1659 EASA, 2015b, 8 f.

einer Bewilligung auf Nano-, Mikro- und Kleindrohnen **anzupassen**. Namentlich sind die Eigenschaften des gesamten Drohnensystems zu berücksichtigen.¹⁶⁶⁰

Da die Erfüllung dieser Vorgaben **finanziell und administrativ sehr aufwendig** ist, wird ein Einsatz von Nano-, Mikro- und Kleindrohnen in der zertifizierten Kategorie nur selten infrage kommen.

d. Neue Luftverkehrsregeln für Nano-, Mikro- und Kleindrohnen

Um Nano-, Mikro- und Kleindrohnen in den Luftverkehr zu integrieren, sind **Luftverkehrsregeln unabdingbar**. Diese müssen den Verkehr sowohl zwischen Nano-, Mikro- und Kleindrohnen, als auch mit anderen Luftverkehrsteilnehmern¹⁶⁶¹ regeln. Als Vorlage können dabei die Standardised European Rules of the Air (SERA) dienen.¹⁶⁶² Der folgende Formulierungsvorschlag zeigt, wie z.B. die Ausweichregel nach [SERA.3210 lit. c Ziff. 2](#) für Nano-, Mikro- und Kleindrohnen modifiziert (kursiv) werden kann:

| Formulierungsvorschlag für eine Ausweichregel (kursiv = neu) |
|---|
| 2. Kreuzen der Flugrichtung. Kreuzen sich die Flugrichtungen zweier Luftfahrzeuge in nahezu gleicher Höhe, so (...) haben stets auszuweichen (...) v) unbemannte Luftfahrzeuge. |

Formulierungsvorschlag 1 – Ergänzte Ausweichregel

e. Anpassung der Vorschriften zur Versicherungspflicht

Heute ist die Versicherungspflicht in [Art. 20 VLK](#) geregelt. Demnach sind Mikro- und Kleindrohnen **für Schäden von Dritten auf der Erde** durch eine Haftpflichtversicherung mit einer **Garantiesumme von mindestens CHF 1 Million** zu versichern ([Art. 20 Abs. 1 VLK](#)). **Nanodrohnen** sind aufgrund ihres Gewichts davon **ausgenommen** ([Art. 20 Abs. 2 lit. d VLK](#)).

¹⁶⁶⁰ Ziff. V.A.5.b Einbezug des gesamten Drohnensystems in die Risikobeurteilung, 209 f.

¹⁶⁶¹ Vgl. auch Ziff. II.H Gefahren durch Nano-, Mikro- und Kleindrohnen, 70–72.

¹⁶⁶² Vgl. Ziff. V.A.1.b.5) Luftverkehrsregeln lassen keine autonomen Flüge ohne weitere Sicherheitsmassnahmen zu, 202 f.

Zunächst ist aufgrund der **neu** einzuführenden Gefährdungshaftung für autonome Nano-, Mikro- und Kleindrohnen bei Luftkollisionen¹⁶⁶³ die **Beschränkung der Versicherungspflicht auf Schäden auf der Erde aufzuheben**. Dadurch erweitert sich die notwendige Versicherungsdeckung auch auf Zusammenstöße in der Luft. Gleichzeitig sind Nanodrohnen künftig der Versicherungspflicht zu unterstellen.

Der Vorschlag für neue Betriebsvorschriften¹⁶⁶⁴ knüpft anstelle des Gewichts an das Risiko an, das von der jeweiligen Nano-, Mikro- oder Kleindrohne ausgeht.¹⁶⁶⁵ Deshalb scheint die geltende Regelung von **Art. 20 Abs. 1 VLK**, die keine **Unterscheidung hinsichtlich der Gefährlichkeit** trifft,¹⁶⁶⁶ nicht mehr als sachgerecht.

In der **offenen Kategorie** ist das potentielle Risiko einer Nano-, Mikro- oder Kleindrohne von ihrer Risikoklasse (Klasse 0 bis Klasse 3)¹⁶⁶⁷ und der Einsatzkategorie abhängig (A0 bis A3)¹⁶⁶⁸. Deshalb ist die Höhe der **Versicherungspflicht de lege ferenda modular zu berechnen**. Die Garantiesumme ergibt sich dabei aus der Höhe der zu versichernden Ansprüche in der jeweiligen Risikoklasse zuzüglich der Garantiesumme in der betreffenden Einsatzkategorie.

In der **spezifischen Kategorie** treten zusätzliche Risiken hinzu, da Vorgaben, die in der offenen Kategorie gelten, überschritten werden dürfen.¹⁶⁶⁹ Zur Bestimmung der Höhe der Garantiesumme sind zunächst die Kriterien der offenen Kategorie massgebend. **Zusätzlich** dazu ist die Garantiesumme jeweils um einen **angemessenen Betrag für den Wegfall einzelner Betriebsbeschränkungen** zu erhöhen.

In der **zertifizierten Kategorie** gelten die **Vorgaben der bemannten Luftfahrt**.¹⁶⁷⁰ Dabei bestehen keine wesentlichen Abweichungen betreffend Betriebsrisiken, weshalb für die notwendige Versicherungspflicht auch auf diese Bestimmungen (**Art. 125 ff. LFV**) verwiesen werden kann. Allerdings

1663 Ziff. V.B Einführung einer Gefährdungshaftung bei Luftkollisionen, 229–233.

1664 Ziff. V.A.5.c Drei Kategorien als Grundlage neuer Vorschriften, 210–219.

1665 Ziff. V.A.5.a Risiko statt Gewicht als Anknüpfungskriterium, 208 f.

1666 Ziff. V.A.1.b.3) Betriebsvorschriften für Nano-, Mikro- und Kleindrohnen, 198–200.

1667 Ziff. V.A.5.c.1)iii) Unterteilung der offenen Kategorie in Risikoklassen, 212–214.

1668 Ziff. V.A.5.c.1)iv) Einsatzkategorien in der offenen Kategorie, 214 f.

1669 Ziff. V.A.5.c.2) Spezifische Kategorie, 216–218.

1670 Ziff. V.A.5.c.3) Zertifizierte Kategorie mit Anforderungen der bemannten Luftfahrt, 218 f.

enthalten diese Normen nur eine Sicherstellungspflicht für Schäden auf der Erde ([Art. 125 ff. LFV](#)). Nachdem für autonome Flüge eine neue gesetzliche Bestimmung zur Gefährdungshaftung bei Luftkollisionen vorgeschlagen wird,¹⁶⁷¹ sind diese Bestimmungen auch für Zusammenstöße in der Luft als anwendbar zu erklären.¹⁶⁷²

Dazu wird folgende Regelung vorgeschlagen:

¹⁶⁷¹ Ziff. V.B Einführung einer Gefährdungshaftung bei Luftkollisionen, 229–233.

¹⁶⁷² Zu einer Versicherungspflicht für vollautomatisierte Fahrzeuge: LOHMANN, 394–396.

Verordnungsbestimmung zur Versicherungspflicht *de lege ferenda*

- ¹ **In der offenen Kategorie sind die Haftpflichtansprüche von Dritten vom Halter durch eine Haftpflichtversicherung sicherzustellen. Die Höhe der mindestens sicherzustellenden Ansprüche berechnet sich aus der Garantiesumme in der anwendbaren Risikoklasse zuzüglich der Garantiesumme der anwendbaren Einsatzkategorie.
Die Garantiesumme pro Risikoklasse beträgt mindestens:**

| Risikoklasse | Klasse 0 | Klasse 1 | Klasse 2 | Klasse 3 |
|----------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Garantiesumme in CHF | keine | 100'000 | 250'000 | 500'000 |

Die Garantiesumme pro Einsatzkategorie beträgt mindestens:

| Einsatzkategorie | A0 | A1 | A2 | A3 |
|-------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Garantiesumme in CHF | keine | 100'000 | 250'000 | 500'000 |

- ² **In der spezifischen Kategorie sind die Bestimmungen zur Haftpflichtversicherung in der offenen Kategorie anwendbar. Die Höhe der mindestens sicherzustellenden Ansprüche in der spezifischen Kategorie berechnet sich aus der Garantiesumme in der offenen Kategorie zuzüglich einer Garantiesumme pro wegfallender Betriebsbeschränkung:**

| Art der wegfallenden Betriebsbeschränkung | Garantiesumme in CHF |
|---|-----------------------------|
| a. Betrieb ausserhalb des Sicherheitsbereichs des Piloten | 250'000 |
| b. Betrieb auf einer Flughöhe über 150 m | 500'000 |
| c. Betrieb ohne die Steuerung eines Piloten | 750'000 |

- ³ **In der zertifizierten Kategorie finden die Bestimmungen zur Sicherstellung gegenüber Dritten in der bemannten Luftfahrt (**Art. 123 ff. LFV**) Anwendung. Zusätzlich zu Schäden auf der Erde sind im selben Umfang Haftpflichtansprüche bei Zusammenstoss sicherzustellen.**
- ⁴ **Im Schadenfall sind zunächst Personenschäden, anschliessend Sachschäden und schliesslich weiterer Schaden zu decken.**

Formulierungsvorschlag 2 – Verordnungsbestimmung zur Versicherungspflicht

Beispiel 14: Für eine autonome Mikrodrohne, welche in die Risikoklasse 3 fällt und in der Einsatzkategorie A₃ betrieben wird, berechnet sich die Höhe der Garantiesumme wie folgt:

| | | |
|--|-----|-------------------------|
| Risikoklasse 3 | CHF | 500'000 |
| Einsatzkategorie A ₃ | CHF | 500'000 |
| Betrieb ausserhalb Sichtbereich des Piloten | CHF | 250'000 |
| Betrieb ohne Steuerung eines Piloten | CHF | <u>750'000</u> |
| Garantiesumme total | CHF | <u><u>2'000'000</u></u> |

Als Ausgangslage für die Festsetzung der Höhe der Garantiesummen in der offenen Kategorie (Abs. 1) dient der Betrag gemäss dem geltenden Art. 20 Abs. 1 VLK. Nach dieser Bestimmung ist der Betrieb einer Nano-, Mikro- oder Kleindrohne der höchsten Risikoklasse (Klasse 3) *de lege lata* erlaubt, sofern eine Haftpflichtversicherung über CHF 1 Million abgeschlossen wurde. Betriebsbeschränkungen hinsichtlich des max. AIS-Levels existieren heute nicht. Damit die Versicherungspflicht *de lege ferenda* der heutigen Regelung entspricht, wurde der Betrag von CHF 1 Million je hälftig auf die höchste Risikoklasse und die höchste Einsatzkategorie aufgeteilt. Somit entsprechen die Garantiesummen auf den beiden höchsten Stufen der offenen Kategorie zusammengezählt demjenigen Betrag, der für eine in dieser Weise eingesetzten Nano-, Mikro- oder Kleindrohne auch heute gilt. Da jede weitere Einschränkung den Betrieb sicherer macht und damit das Risiko verringert, wird vorliegend auch die Höhe der Garantiesumme mit abnehmender Risikoklasse bzw. niedrigeren Einsatzkategorie reduziert. Schliesslich gilt für den Betrieb einer Nano-, Mikro- oder Kleindrohne auf der jeweils niedrigsten Stufe keine Versicherungspflicht. Diese Regelung *de lege ferenda* entspricht der Bestimmung von Art. 20 Abs. 2 lit. d VLK, wonach Nanodrohnen heute von der Versicherungspflicht ausgenommen sind.

Die Höhe der Garantiesummen für einen Betrieb in der spezifischen Kategorie hat Beispielcharakter und wurde vorliegend willkürlich gewählt. Diese Beträge sind durch das BAZL nach einer Risikobewertung und namentlich in Absprache mit den Versicherern festzusetzen. *De lege ferenda* ist bei der Risikobewertung ebenfalls eine allfällige Gefährdungshaftung für

reine Vermögensschäden zu berücksichtigen,¹⁶⁷³ da nach den bestehenden Regelungen keine solche Haftung besteht¹⁶⁷⁴. Eine Gefährdungshaftung erhöht die Wahrscheinlichkeit einer Ersatzpflicht gegenüber der bestehenden Verschuldenshaftung.

Bei Drohnenunfällen können **parallele Ansprüche aus Personen-, Sach- und reinen Vermögensschäden** bestehen. Hier soll mit Abs. 4 der vorstehend vorgeschlagenen Bestimmung¹⁶⁷⁵ sichergestellt werden, dass Ersatzansprüche in der Reihenfolge der Schwere der Rechtsgutsverletzung getilgt werden.

Bisher hat der Bundesrat auf eine Regelung bezüglich **Schäden durch unbekannte oder nichtversicherte Luftfahrzeuge**, trotz entsprechender Befähigung in [Art. 74 Abs. 3 LFG](#), verzichtet.¹⁶⁷⁶ Im Rahmen von Flügen autonomer Nano-, Mikro- und Kleindrohnen erhält eine solche Auffangregelung für ungedeckte Schäden zusätzliche Bedeutung. Insb. bei Schwarzflügen infolge Hacking¹⁶⁷⁷, bei der Missachtung der Versicherungspflicht oder beim Unterlassen der Registrierungs- und bzw. oder der Kennzeichnungspflicht¹⁶⁷⁸ kann es für Geschädigte unmöglich sein, Versicherungsansprüche geltend zu machen. Deshalb wird vorliegend die Einführung eines Garantiefonds entsprechend der Regelung in [Art. 76 ff. SVG](#)¹⁶⁷⁹ vorgeschlagen.¹⁶⁸⁰

f. Neue Vorschriften zur Produktsicherheit von Nano-, Mikro- und Kleindrohnen

Für einen sicheren Betrieb autonomer Nano-, Mikro- und Kleindrohnen sind für Hersteller Vorschriften zur Produktsicherheit zu erlassen ([Annex II PCR-UAO](#)).¹⁶⁸¹ Zunächst zählen dazu Vorgaben zur **Umsetzung der Produktanforderungen in der offenen Kategorie** ([Art. II.5 Ziff. 1 PCR-UAO](#)), wie z.B. technische Beschränkungen für die max. Flughöhe und

1673 [Ziff. V.C Einführung einer Gefährdungshaftung für reine Vermögensschäden](#), 233–236.

1674 [Ziff. III.A.2.d.3\) Keine Haftung für reine Vermögensschäden nach Art. 64 ff. LFG](#), 88 f.

1675 Formulierungsvorschlag 2 – [Verordnungsbestimmung zur Versicherungspflicht](#), 222.

1676 KELLER, 272.

1677 [Ziff. III.A.2.g Haftung des Halters bei Schwarzflügen](#), 96–100.

1678 [Ziff. V.A.5.g Einführung einer Registrierungs-, Kennzeichnungs- und Meldepflicht](#), 226 f.

1679 Weiterführend: BSK SVG-EICHENBERGER/WERNLI, [Art. 76 SVG N 1–42](#).

1680 Zu einem Versicherungsfonds für Roboter im Allgemeinen siehe: LOHMANN, [AJP](#), 161. Auf europäischer Ebene: EUROPEAN PARLIAMENT, 18.

1681 EASA, 2016b, 9.

Fluggeschwindigkeit¹⁶⁸² oder Geofencing¹⁶⁸³. Zudem sind Hersteller zu verpflichten, ihr Produkt mit einer Identifikationsnr. ([Art. II.5 Ziff. 7 PCR-UAO](#)), Herstellerangaben ([Art. II.5 Ziff. 8 PCR-UAO](#)) sowie mit der Risikoklasse¹⁶⁸⁴ ([Art. II.5 Ziff. 9 PCR-UAO](#)) zu deklarieren.

Hinzutreten **Nachmarktpflichten**, die z.B. sicherstellen sollen, dass durch nachträgliche Softwareupdates Flugbeschränkungen und Risikoklasse nicht verändert werden ([Art. II.5 Ziff. 6 PCR-UAO](#)). Ebenso obliegt dem Hersteller eine Meldepflicht, falls er nachträglich feststellt, dass sein Produkt die Anforderungen der deklarierten Risikoklasse nicht (mehr) erfüllt ([Art. II.5 Ziff. 12 PCR-UAO](#)).

Zudem ist der Hersteller zu einer **lückenlosen Dokumentation** der Fähigkeiten der Drohne ([Art. II.5 Ziff. 2 und Ziff. 4 PCR-UAO](#)), der sicheren Handhabung, ([Art. II.5 Ziff. 10 PCR-UAO](#)) und des Herstellungsprozesses zu verpflichten.

Zusätzlich sind z.B. auch **Importeure** ([Art. II.7 PCR-UAO](#)) und Händler ([Art. II.8 PCR-UAO](#)) mit Pflichten zu belegen, welche diesen Bestimmungen zur Durchsetzung verhelfen. Dazu zählt z.B., dass Importeure die importierten Nano-, Mikro- und Kleindrohnen stichprobenartig auf die Erfüllung der gesetzlichen Vorgaben testen und Auffälligkeiten umgehend melden müssen ([Art. II.7 Ziff. 7 und Ziff. 8 PCR-UAO](#)). Ebenso haben die **Händler** von Nano-, Mikro- und Kleindrohnen dafür verantwortlich zu sein, dass der Erwerber die notwendigen Instruktionen zum Betrieb der Drohne beim Erwerb des Produkts erhält ([Art. II.8 Ziff. 3 PCR-UAO](#)).

Des Weiteren ist insb. auf die **Verordnung (EG) 765/2008** vom 9.7.2008 über einen gemeinsamen Rechtsrahmen für die Vermarktung von Produkten und zur Aufhebung des Beschlusses 93/465/EWG des Rates¹⁶⁸⁵ sowie die Richtlinie 2001/95/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 3.12.2001 über die allgemeine Produktsicherheit zu verweisen.

Schliesslich sind diesen Vorschriften zur Produktsicherheit auch **Anbieter von sicherheitsrelevanten Dienstleistungen für den Betrieb von Drohnen** zu unterstellen. Dazu gehören z.B. Dienstleister, die geographische Karten

¹⁶⁸² [Ziff. V.A.5.c.1\)iii](#)) Unterteilung der offenen Kategorie in Risikoklassen, 212–214.

¹⁶⁸³ [Ziff. V.A.5.c.1\)ii](#)) Softwareseitige Flugbeschränkungen, 211 f.

¹⁶⁸⁴ [Ziff. V.A.5.c.1\)iii](#)) Unterteilung der offenen Kategorie in Risikoklassen, 212–214.

¹⁶⁸⁵ EASA, 2016b, 9.

zur Verfügung stellen oder an der Datenübermittlung beteiligt sind ([Art. 7 PCR-UAO](#)).¹⁶⁸⁶

g. Einführung einer Registrierungs-, Kennzeichnungs- und Meldepflicht

Zurzeit wird in der Schweiz die Einführung einer **Registrierungs- und Kennzeichnungspflicht** für Drohnen ab 0,5 kg bis 30 kg **geplant**.¹⁶⁸⁷ Halter von Mikro- und Kleindrohnen sollen dadurch verpflichtet werden, sich in einem Register einzutragen. Zudem soll eine Kennzeichnungspflicht eingeführt werden.¹⁶⁸⁸

Für eine wirkungsvolle Regulierung von Nano-, Mikro- und Kleindrohnen erscheint es als unausweichlich, den Halter ohne weiteres feststellen zu können. Deshalb wird eine **Registrierungs- und Kennzeichnungspflicht** für Nano-, Mikro- und Kleindrohnen **künftig als zwingend** erachtet (vgl. [Art. 4 Ziff. 2 und Ziff. 3 PCR-UAO](#)). Eine automatische Identifizierung von Nano-, Mikro- und Kleindrohnen in der offenen¹⁶⁸⁹ und der spezifischen Kategorie¹⁶⁹⁰ kann z.B. mittels Mobilfunknetz oder mithilfe elektromagnetischer Wellen (RFID) sichergestellt werden. Dazu ist der Einbau eines entsprechenden Chips in die Drohne notwendig. Für die Anmeldung der Drohne wird dann ein Verfahren analog der Registrierung einer SIM-Karte für Mobiltelefone vorgeschlagen.¹⁶⁹¹ Gleichzeitig sind Nano-, Mikro- und Kleindrohnen gut sichtbar auch physisch mit ihrer Registrierungsnr. zu versehen.

Während für die **offene und spezifische Kategorie eigenständige Vorschriften** eingeführt werden müssen, kann die Registrierungsspflicht für die **zertifizierte Kategorie**¹⁶⁹² mittels **Ergänzung bestehender Bestimmungen zur bemannten Luftfahrt** ([Art. 103 ff. LFV](#)) geregelt werden.¹⁶⁹³

¹⁶⁸⁶ EASA, 2016b, 7.

¹⁶⁸⁷ HÄNSENBERGER, AJP, 164; <https://www.nzz.ch/schweiz/private-drohnen-schwarze-schafestoppen-ld.1303792>; <http://www.nzz.ch/schweiz/registrierungspflicht-drohnen-sollen-mit-chip-fliegen-ld.105700>. Zu einer allgemeinen Registrierungsspflicht von fortschrittlichen Robotern auf europäischer Ebene: EUROPEAN PARLIAMENT, 7 f.

¹⁶⁸⁸ HÄNSENBERGER/ WILDHABER, sui-generis, 86 f.

¹⁶⁸⁹ [Ziff. V.A.5.c.1\) Offene Kategorie für pilotengesteuerte Drohnen mit geringem Risiko](#), 211–215.

¹⁶⁹⁰ [Ziff. V.A.5.c.2\) Spezifische Kategorie](#), 216–218.

¹⁶⁹¹ EASA, 2015a, 18; HÄNSENBERGER, AJP, 164.

¹⁶⁹² [Ziff. V.A.5.c.3\) Zertifizierte Kategorie mit Anforderungen der bemannten Luftfahrt](#), 218 f.

¹⁶⁹³ EASA, 2016b, 5.

In sämtlichen Einsatzkategorien ist zudem vorzuschreiben, dass **Unfälle** mit schweren bis tödlichen Verletzungen (nach AIS Level¹⁶⁹⁴) der zuständigen Luftfahrtbehörde **gemeldet werden müssen**.¹⁶⁹⁵

h. Gesetzgeberische Umsetzung neuer Zulassungs- und Betriebsvorschriften

Grundsätzlich verfügt der Bundesrat über die notwendige **Gesetzgebungs-kompetenz**,¹⁶⁹⁶ um zusammen mit Ausführungsbestimmungen des UVEK¹⁶⁹⁷ Zulassung und Betrieb von autonomen Nano-, Mikro- und Kleindrohnen luftrechtlich neu zu regeln.

Zwar stimmen verschiedene Inhalte des Regulierungsvorschlags mit bestehenden Bestimmungen überein, wie z.B. die Betriebsbeschränkungen in der offenen Kategorie, welche teilweise **Art. 17 VLK** entsprechen¹⁶⁹⁸. Allerdings genügt für die Einführung einer nach Risiko gewichteten Kategorisierung, wie vorstehend vorgeschlagen,¹⁶⁹⁹ die Anpassung einzelner bestehender Bestimmungen nicht. Dafür ist eine **komplette Überarbeitung** der heute geltenden **Betriebsvorschriften** für Nano-, Mikro- und Kleindrohnen¹⁷⁰⁰ notwendig. Anzupassen wären ebenfalls die Bestimmungen in der VRV-L zum Abwerfen von Gegenständen und Versprühen von Flüssigkeiten (**Art. 3 Abs. 2 i.V.m. Art. 9 Abs. 2 VRVL**).¹⁷⁰¹ Diese Einsatzarten sind Gegenstand der spezifischen Kategorie¹⁷⁰² und sind in die Regelungen in dieser Kategorie zu integrieren. Dasselbe gilt für die Regeln zum Luftfrachttransport¹⁷⁰³.

Angesichts einer nationalen Regelung, die auf den verbreiteten Einsatz von Nano-, Mikro- und Kleindrohnen abzielt, erscheint die separate **Regelungskompetenz von Kantonen und Gemeinden**, wie sie heute besteht,¹⁷⁰⁴ als unzweckmässig. Es besteht die Gefahr einer unübersichtlichen

1694 Ziff. II.B.2 Betriebsrisiko (potentieller Verletzungsschweregrad), 13–15.

1695 UAS.OPEN.90 PCR-UAO; EASA, 2016b, 10.

1696 Ziff. V.A.1.b.2)i) Bundesrat mit Gesetzeskompetenz, 197.

1697 Ziff. V.A.1.b.2)ii) UVEK als Regelungsinstanz für Ausführungsbestimmungen, 198.

1698 Ziff. V.A.5.c.1)i) Betriebsbeschränkungen in der offenen Kategorie, 211.

1699 Ziff. V.A.5.c Drei Kategorien als Grundlage neuer Vorschriften, 210–219.

1700 Ziff. V.A.1.b.3) Betriebsvorschriften für Nano-, Mikro- und Kleindrohnen, 198–200.

1701 Ziff. V.A.1.b.4)ii) Bewilligungspflicht für das Abwerfen von Gegenständen und Versprühen von Flüssigkeiten, 202.

1702 Ziff. V.A.5.c.2) Spezifische Kategorie, 216–218.

1703 Ziff. V.A.1.b.4)i) Entschädigungspflicht im Luftfrachttransportwesen, 200 f.

1704 Ziff. V.A.1.b.2)iii) Regelungskompetenzen in Kantonen und Gemeinden, 198.

Vielfalt an unterschiedlichen Regelungen und Bewilligungsanforderungen in den Kantonen und Gemeinden. Deshalb sind ihre Regelungskompetenzen im Bereich der Nano-, Mikro- und Kleindrohnen **einzuschränken**. Denkbar wäre z.B. ein durch das BAZL geleitetes Verfahren, in dem Kantone und Gemeinden für gewisse Gebiete ein Flugverbot oder eine Bewilligungspflicht für Drohnenflüge beantragen können. Sofern objektive Gründe solche Restriktionen rechtfertigen, könnten diese anschliessend durch das BAZL in Kraft gesetzt und in einem nationalen Register eingetragen werden.

Der heute bestehende Verweis in [Art. 14b Abs. 2 lit. a VLK](#) auf die europäischen **Luftverkehrsregeln (SERA)**¹⁷⁰⁵ müsste zudem **für autonome Flüge angepasst** werden, zumindest solange, als nach der europäischen Vorschrift keine solchen Flüge möglich sind. So wären [SERA.2010](#) und [SERA.2015](#), welche die Entscheidungsgewalt und Verantwortung dem Piloten zuweisen, von der Anwendung auf autonome Nano-, Mikro- und Kleindrohnen auszuklammern und durch eine nationale Bestimmung zu ersetzen. Der Verweis auf [SERA.3101](#), die einen riskanten Betrieb von Luftfahrzeugen untersagen, könnte bestehen bleiben. Denn autonome Flüge innerhalb der spezifischen Kategorie¹⁷⁰⁶ wären nicht mehr als Risiko im Sinne dieser Bestimmung einzustufen.¹⁷⁰⁷ Daneben ist die Gelegenheit zu ergreifen, um eine trennscharfe Abgrenzung zwischen Drohnen und Modellfluggeräten einzuführen.¹⁷⁰⁸

Bestimmungen zur Produktsicherheit von Nano-, Mikro- und Kleindrohnen erscheinen im Zusammenhang mit einer Neuregelung und der Einführung z.B. der verschiedenen Risikoklassen und technischen Betriebsbeschränkungen als **unerlässlich**.¹⁷⁰⁹ Die dafür notwendige Regelungskompetenz des Bundesrates ergibt sich dabei nicht aus dem Luftrecht,¹⁷¹⁰ sondern aus [Art. 4 PrSG](#), sofern die Produktsicherheit von Nano-, Mikro- und Kleindrohnen auf Verordnungsebene geregelt werden soll.

¹⁷⁰⁵ [Ziff. V.A.1.b.5\) Luftverkehrsregeln lassen keine autonomen Flüge ohne weitere Sicherheitsmassnahmen zu, 202 f.](#)

¹⁷⁰⁶ [Ziff. V.A.5.c.2\) Spezifische Kategorie, 216–218.](#)

¹⁷⁰⁷ [Ziff. V.A.1.b.5\) Luftverkehrsregeln lassen keine autonomen Flüge ohne weitere Sicherheitsmassnahmen zu, 202 f.](#)

¹⁷⁰⁸ [Vgl. Ziff. II.I Abgrenzung zu Modellfluggeräten, 72 f.](#)

¹⁷⁰⁹ [Siehe dazu den Regulierungsvorschlag in: Ziff. V.A.5.f Neue Vorschriften zur Produktsicherheit von Nano-, Mikro- und Kleindrohnen, 224–226.](#)

¹⁷¹⁰ [Zur Gesetzgebungskompetenz betreffend Zulassung und Betrieb von Nano-, Mikro- und Kleindrohnen: Ziff. V.A.1.b.2\) Zuständigkeit für Zulassungs- und Betriebsvorschriften in der Schweiz, 197 f.](#)

Allerdings erscheint eine gesetzliche Umsetzung **neuer Zulassungs- und Betriebsvorschriften in der Schweiz** zurzeit nur **im Gleichschritt mit europäischen Reformen** als sinnvoll. Zunächst liegt das daran, dass die Bestimmungen im nationalen Luftrecht stark mit internationalen Vorgaben verwoben sind.¹⁷¹¹ Zudem ist eine Insellösung aufgrund der geografischen Lage der Schweiz kaum praktikabel und könnte den Grenzverkehr behindern. Das wichtigste Argument für eine europäische Ausrichtung liegt aber in den Bestimmungen zur Produktsicherheit von Nano-, Mikro- und Kleindrohnen¹⁷¹² begründet. Die Durchsetzung dieser Vorgaben ist notwendig, damit Drohnen überhaupt in den unterschiedlichen Kategorien¹⁷¹³ klassifiziert werden können. Nur auf Druck der Schweiz werden sich Hersteller angesichts des verhältnismässig kleinen schweizerischen Absatzmarktes¹⁷¹⁴ kaum zu den erforderlichen Massnahmen bewegen lassen. Wahrscheinlicher ist, dass Hersteller die Schweiz als Verkaufsland meiden werden, falls hier die genannten Anforderungen an die Produktsicherheit¹⁷¹⁵ im Alleingang in Kraft gesetzt werden. Das hätte weitreichende negative Konsequenzen für den Technologiestandort Schweiz. Aus diesen Gründen ist die Gesetzgebung zu Nano-, Mikro- und Kleindrohnen auf Reformen auf europäischer Ebene abzustimmen. Sobald solche Regelungen zu Zulassung und Betrieb in Kraft treten, könnten mit entsprechenden Verweisen, z.B. in der VLK, diese Bestimmungen auch in der Schweiz für anwendbar erklärt werden.

B. EINFÜHRUNG EINER GEFÄHRDUNGSHAFTUNG BEI LUFTKOLLISIONEN

Wie gezeigt, fehlt *de lege lata* eine luftrechtliche Gefährdungshaftung bei Luftkollisionen durch autonome Nano-, Mikro- und Kleindrohnen.¹⁷¹⁶ Werden

¹⁷¹¹ Vgl. z.B.: Ziff. V.A.1.b.1) Europäische Vorgaben für das Schweizer Luftrecht, 196 f.

¹⁷¹² Ziff. V.A.5.f Neue Vorschriften zur Produktsicherheit von Nano-, Mikro- und Kleindrohnen, 224–226.

¹⁷¹³ Vgl. Ziff. V.A.5.c.1)iii) Unterteilung der offenen Kategorie in Risikoklassen, 212–214, und Ziff. V.A.5.c.2) Spezifische Kategorie, 216–218.

¹⁷¹⁴ Zum Schweizer Markt für Nano-, Mikro- und Kleindrohnen: ARORA, 120 f.

¹⁷¹⁵ Ziff. V.A.5.f Neue Vorschriften zur Produktsicherheit von Nano-, Mikro- und Kleindrohnen, 224–226.

¹⁷¹⁶ Ziff. IV.B.1 Keine luftrechtliche Gefährdungshaftung bei Luftkollisionen *de lege lata*, 160 f.

autonome Einsätze künftig z.B. in der spezifischen Kategorie¹⁷¹⁷ möglich, bedarf es einer Anpassung dieses Haftungsregimes, damit Geschädigte nicht schutzlos bleiben.

1. Formulierungsvorschlag für eine Haftung bei Luftkollisionen

Gefragt ist eine Erweiterung der bestehenden luftrechtlichen Haftung für Schäden auf dem Boden (Art. 64 ff. LFG)¹⁷¹⁸ in Form einer speziellen Gefährdungshaftung für autonome Nano-, Mikro- und Kleindrohnen bei Luftkollisionen. Dazu wird folgende Formulierung vorgeschlagen:

Formulierungsvorschlag für eine Gefährdungshaftung bei Luftkollisionen

Verursacht ein sich im Flug befindliches unbemanntes Luftfahrzeug, das nicht von einem Piloten gesteuert wird, einen Zusammenstoß mit einem anderen Luftfahrzeug, haftet der Halter für Schäden an Personen oder Sachen.

Formulierungsvorschlag 3 – Gefährdungshaftung bei Luftkollisionen

Sprachlich beruht dieser Formulierungsvorschlag auf Art. 64 Abs. 1 LFG sowie Art. 66 LFG, wo für den Begriff der Luftkollision das Wort „Zusammenstoß“ verwendet wird. Entsprechend ist der Begriff des Halters im vorstehend erläuterten Sinn von Art. 64 LFG zu verstehen.¹⁷¹⁹

Die Haftungsprobleme autonom fliegender Drohnen existieren **unabhängig von ihrem Gewicht**.¹⁷²⁰ Deshalb enthält der vorerwähnte Vorschlag keine diesbezügliche Beschränkung.

Daneben wird auf den Begriff „autonom“ verzichtet. Stattdessen wird die Gefährdungshaftung dadurch begründet, dass ein unbemanntes Luftfahrzeug nicht durch einen Piloten gesteuert wird. Damit wird verhindert, dass eine Rechtsunsicherheit darüber besteht, ab welchem Autonomiegrad¹⁷²¹ ein

¹⁷¹⁷ Ziff. V.A.5.c.2) Spezifische Kategorie, 216–218.

¹⁷¹⁸ Ziff. III.A.2 Haftung für Schäden nach dem LFG, 80–117.

¹⁷¹⁹ Ziff. III.A.2.f Schwierigkeiten bei der Identifikation des Halters, 93–96.

¹⁷²⁰ Vgl. Ziff. IV.B.1 Keine luftrechtliche Gefährdungshaftung bei Luftkollisionen de lege lata, 160 f.

¹⁷²¹ Ziff. II.E.5 Grad der Autonomie, 56–60.

unbemanntes Luftfahrzeug als autonom im Sinne des Gesetzes gilt. Sofern der Halter nicht selbst der Pilot ist, erhält ersterer durch diese Regelung die Möglichkeit, sich mit dem Nachweis zu exkulpieren, dass das unbemannte Luftfahrzeug durch einen Piloten gesteuert wurde. In einem solchen Fall hat der Pilot für Schäden aus Verschuldenshaftung nach **Art. 41 ff. OR** einzustehen (vgl. **Art. 79 LFG**).¹⁷²² Dadurch wird der Nachweis, dass der Pilot zum Zeitpunkt der Schädigung das Luftfahrzeug gesteuert hat, vom Geschädigten (*de lege lata*)¹⁷²³ zum Halter verschoben. Der Halter wird sich bei unbemannten Luftfahrzeugen wie Modellflugzeugen, die technisch gar nicht erst in der Lage sind, autonom zu fliegen,¹⁷²⁴ i.d.R. von der Haftung befreien können – sofern er dieses nicht selbst pilotiert hat. In diesen Fällen kommt dem Piloten die Verantwortung für Flugmanöver in der Luft zu.¹⁷²⁵ Demgegenüber hat der Halter von teilautonomen Nano-, Mikro- und Kleindrohnen¹⁷²⁶ Vorkehrungen zu treffen, um den Nachweis, dass die Drohne im Zeitpunkt der Schädigung durch den Piloten gesteuert wurde, antreten zu können. Hierfür kann z.B. ein in der Drohne verbauter Flugschreiber verwendet werden.

Als Verursacher eines Zusammenstosses gilt dasjenige unbemannte Luftfahrzeug, dessen Verletzung einer Luftverkehrsregel oder einer Betriebsvorschrift zur Kollision geführt hat. Zu denken ist dabei z.B. an die Missachtung einer Ausweichregel¹⁷²⁷ oder der max. Flughöhe¹⁷²⁸.

2. Gesetzgeberische Umsetzung einer neuen Haftung bei Luftkollisionen

Auf europäischer Ebene werden als Rahmen für die künftige Regelung der Haftung für Nano-, Mikro- und Kleindrohnen die Bestimmungen der Römer Haftungsabkommen vorgeschlagen.¹⁷²⁹ Zwar verzichtete die Schweiz auf

¹⁷²² Siehe die Ausführungen zu Konstellation 1.a in [Ziff. III.A.2.h.1\) Konstellationen bei Kollisionen von Luftfahrzeugen, 100–102.](#)

¹⁷²³ Vgl. [Ziff. IV.B.1 Keine luftrechtliche Gefährdungshaftung bei Luftkollisionen de lege lata, 160 f.](#)

¹⁷²⁴ [Ziff. II.I Abgrenzung zu Modellfluggeräten, 72 f.](#)

¹⁷²⁵ Zur Verantwortlichkeit des Piloten *de lege lata*: [Ziff. V.A.1.b.5\) Luftverkehrsregeln lassen keine autonomen Flüge ohne weitere Sicherheitsmassnahmen zu, 202 f.](#)

¹⁷²⁶ Siehe die verschiedenen Stufen von Autonomie: [Ziff. II.E.5 Grad der Autonomie, 56–60.](#)

¹⁷²⁷ [Ziff. V.A.5.d Neue Luftverkehrsregeln für Nano-, Mikro- und Kleindrohnen, 219.](#)

¹⁷²⁸ [Ziff. V.A.5.c.1\)i\) Betriebsbeschränkungen in der offenen Kategorie, 211.](#)

¹⁷²⁹ [Ziff. V.A.4.b European RPAS Steering Group, 207 f.](#)

eine Ratifizierung dieser Abkommen,¹⁷³⁰ indirekt sind sie aber zu einem grossen Teil im Schweizer Luftrecht berücksichtigt.¹⁷³¹ Deshalb ist es wahrscheinlich, dass zumindest die Grundzüge der luftrechtlichen Haftung in der Schweiz auch mit künftigen europäischen Vorgaben zur Haftung von Nano-, Mikro- und Kleindrohnen kompatibel sein werden. Zudem fehlen zurzeit konkrete Formulierungsvorschläge für die Haftung autonomer Nano-, Mikro- und Kleindrohnen auf europäischer Ebene. Somit drängt sich, anders als bei Regelungen für Zulassung und Betrieb,¹⁷³² für Haftungsfragen keine Neuregelung nach europäischen Vorgaben auf. Gleichzeitig müssen sich neue Bestimmungen in das nationale Haftungsregime einfügen. Folglich ist eine **Ergänzung bestehender Bestimmungen in der Schweiz**¹⁷³³ zweckmässig.

Die neue Norm zur Haftung bei Luftkollisionen¹⁷³⁴ ist **auf derselben Gesetzesstufe wie die übrigen luftrechtlichen Haftungsbestimmungen (Art. 64 ff. LFG)**¹⁷³⁵ zu regeln. Dafür spricht sowohl die Gesetzessystematik, als auch **Art. 108 Abs. 2 LFG**, der Sonderregeln betreffend der luftrechtlichen Haftung für unbemannte Luftfahrzeuge ausserhalb des LFG ausschliesst.¹⁷³⁶ Systematisch ist die neue Regelung im LFG im Teil «Rechtsbeziehungen aus dem Betrieb der Luftfahrt» unter dem Titel «Die Haftpflicht gegenüber Drittpersonen» einzuordnen. Dort ist sie unter der Marginalie «Bei Zusammenstoss» in einem neu zu schaffenden Art. 66a LFG einzufügen.

Die Gesetzgebungskompetenz im Bereich der Luftfahrt liegt auf Bundesebene (**Art. 87 BV**). Die Gesetzesergänzung kann hier durch eine Initiative eines Stände- oder Nationalratsmitglieds, einer Fraktion, einer parlamentarischen Kommission, eines Kantons (**Art. 160 Abs. 1 BV**) oder des Bundesrats (**Art. 181 BV**) angestossen werden. Dabei ist dem **Bundesrat anzuregen, dass er die Federführung** und somit die Einreichung einer entsprechenden Initiative **übernimmt**. Zu begründen ist diese Forderung damit, dass der Bundesrat zum Erlass von Bestimmungen für Zulassung und Betrieb von unbemannten

1730 Ziff. III.A.1.c Römer Haftungsabkommen in der Schweiz nicht ratifiziert, 77 f.

1731 HÄNSENBERGER, AJP, 165.

1732 Ziff. V.A.5 Regulierungsvorschlag zu Zulassungs- und Betriebsvoraussetzungen, 208–229.

1733 Insb.: Ziff. III Haftung für Personen- und Sachschäden am Boden, 75–145.

1734 Ziff. V.B.1 Formulierungsvorschlag für eine Haftung bei Luftkollisionen, 230 f.

1735 Ziff. III.A.2 Haftung für Schäden nach dem LFG, 80–117.

1736 Ziff. V.A.1.b.2)i) Bundesrat mit Gesetzskompetenz, 197.

Luftfahrzeugen befähigt ist.¹⁷³⁷ Er kann damit für die notwendige Koordination zwischen Haftungsbestimmungen und Regelungen für Zulassung und Betrieb sorgen. Die Beratung und Verabschiedung der Gesetzesänderung obliegt dann den eidgenössischen Räten (Art. 71 ff. ParlG¹⁷³⁸).¹⁷³⁹

C. EINFÜHRUNG EINER GEFÄHRDUNGSHAFTUNG FÜR REINE VERMÖGENSSCHÄDEN

Die Einführung einer Gefährdungshaftung für reine Vermögensschäden bezweckt die Gleichstellung von Personen, die durch manuell gesteuerte und autonom fliegende Nano-, Mikro- und Kleindrohnen geschädigt werden.¹⁷⁴⁰ Ohne eine solche Anpassung fehlt es i.d.R. an einer Ersatzpflicht für Vermögensschäden durch autonome Nano-, Mikro- und Kleindrohnen.¹⁷⁴¹ Sind autonome Flüge im Rahmen neuer Zulassungs- und Betriebsvorschriften möglich,¹⁷⁴² wäre eine solche Ungleichbehandlung nicht haltbar.

1. Formulierungsvorschlag für eine Gefährdungshaftung für Vermögensschäden

Der Formulierungsvorschlag für eine Gefährdungshaftung für Vermögensschäden folgt der Unterscheidung der bestehenden Gesetzesbestimmungen zwischen Schäden auf der Erde (Art. 64 LFG)¹⁷⁴³ und Schäden bei Luftkollisionen (Art. 66 LFG)¹⁷⁴⁴.

¹⁷³⁷ Ziff. V.A.5.h Gesetzgeberische Umsetzung neuer Zulassungs- und Betriebsvorschriften, 227–229.

¹⁷³⁸ Bundesgesetz über die Bundesversammlung (Parlamentsgesetz, ParlG), SR 171.10.

¹⁷³⁹ Weiterführend zum Gesetzgebungsprozess: HÄFELIN/ HALLER/ KELLER/ THURNHERR, Rz. 1806–1818.

¹⁷⁴⁰ Ziff. IV.C.3.b.3) Gleichstellung der Geschädigten durch Erweiterung der Halterhaftung, 182.

¹⁷⁴¹ Ziff. IV.C.2 Haftung für reine Vermögensschäden nur bei Sorgfaltspflichtverletzungen, 175–178.

¹⁷⁴² Vgl. Ziff. V.A.5.c.2) Spezifische Kategorie, 216–218.

¹⁷⁴³ Ziff. III.A.2.a Die Haftungsbestimmung von Art. 64 LFG für Personen- und Sachschäden auf der Erde, 81.

¹⁷⁴⁴ Ziff. III.A.2.h.2) Haftung für Luftkollisionen nach Art. 66 LFG, 102 f.

a. Reine Vermögensschäden auf der Erde

Zunächst ist [Art. 64 LFG](#) um folgenden Absatz betreffend die Haftung für reine Vermögensschäden auf der Erde zu ergänzen:

Formulierungsvorschlag für reine Vermögensschäden auf der Erde

Der Halter eines sich im Fluge befindlichen unbemannten Luftfahrzeugs, das nicht durch einen Piloten gesteuert wird, haftet auch für den weiteren Schaden, sofern dieser durch die Verletzung einer Schutznorm entsteht. Ein Verschulden wird dafür nicht vorausgesetzt. Für den weiteren Schaden haftet der Halter nur bis zum Betrage der Sicherstellung, zu der er von Gesetzes wegen verpflichtet ist.

Formulierungsvorschlag 4 – Reine Vermögensschäden auf der Erde

Die vorliegende Formulierung folgt im Grundsatz derjenigen zur Einführung einer Gefährdungshaftung für unbemannte Luftfahrzeuge bei **Luftkollisionen**.¹⁷⁴⁵ Entsprechend wird der Halterbegriff im selben Sinn verwendet. Aus dort genannten Gründen wird auch auf eine Gewichtsbegrenzung verzichtet sowie der Begriff „autonom“ durch das Kriterium ersetzt, dass die Steuerung nicht durch einen Piloten erfolgt. In Zusammenhang mit dem direkt vorangehenden [Art. 64 Abs. 1 LFG](#), der Personen- und Sachschäden regelt, deckt der weitere Schaden reine Vermögensschäden auf der Erde. Auf die Bezeichnung „reine Vermögensschäden“ wurde im Formulierungsvorschlag bewusst verzichtet, da über die Verwendung dieses Begriffs in der Lehre Uneinigkeit herrscht.¹⁷⁴⁶

Um eine ausufernde Haftung für reine Vermögensschäden zu unterbinden,¹⁷⁴⁷ wird **explizit die Verletzung einer Schutznorm vorausgesetzt**. Eine solche Verletzung kann z.B. vorliegen, wenn eine autonome Nano-, Mikro- oder Kleindrohne in den Luftraum eines Flughafens eindringt ([Art. 18 VLK](#)).¹⁷⁴⁸ Da autonome Nano-, Mikro- und Kleindrohnen kein Verschulden treffen

¹⁷⁴⁵ Ziff. V.B.1 Formulierungsvorschlag für eine Haftung bei Luftkollisionen, 230 f.

¹⁷⁴⁶ Z.B.: LORANDI, recht, 19. Siehe auch: Ziff. III.A.2.d.3) Keine Haftung für reine Vermögensschäden nach Art. 64 ff. LFG, 88 f.

¹⁷⁴⁷ Vgl. Ziff. IV.C.3.b.1) Anforderung: Keine ausufernde Haftung für reine Vermögensschäden, 179–181.

¹⁷⁴⁸ Ziff. IV.C.3.b.2) Schutznormverletzung als Haftungsvoraussetzung de lege ferenda, 181 f.

kann,¹⁷⁴⁹ wird ausdrücklich festgehalten, dass für die Schutznormverletzung kein Verschulden vorausgesetzt wird.

Zudem erfolgt eine **Begrenzung** des ersatzpflichtigen Betrages auf die **Höhe der Garantiesumme** der Pflichtversicherung.¹⁷⁵⁰

b. Reine Vermögensschäden bei Luftkollisionen

Neben der Ergänzung von **Art. 64 LFG** für reine Vermögensschäden auf der Erde ist auch die Bestimmung zu Luftkollisionen zu erweitern. Dazu wird der neue Gesetzesartikel (Art. 66a LFG)¹⁷⁵¹ um einen Absatz mit folgender Formulierung ergänzt:

Formulierungsvorschlag für reine Vermögensschäden bei Luftkollisionen

Der Halter eines sich im Fluge befindlichen unbemannten Luftfahrzeugs, das nicht durch einen Piloten gesteuert wird, haftet auch für den weiteren Schaden, sofern dieser durch die Verletzung einer Schutznorm entsteht. Ein Verschulden wird dafür nicht vorausgesetzt. Für den weiteren Schaden haftet der Halter nur bis zum Betrage der Sicherstellung, zu der er von Gesetzes wegen verpflichtet ist.

Formulierungsvorschlag 5 – Reine Vermögensschäden bei Luftkollisionen

Damit finden für reine Vermögensschäden auf der Erde und bei Luftkollisionen jeweils dieselben Formulierungen Verwendung. Der Anwendungsbereich (Luftkollisionen) ergibt sich auch hier aus dem direkt vorangehenden Absatz¹⁷⁵². Folglich kann auf die direkt vorangegangenen Ausführungen zur Gefährdungshaftung für reine Vermögensschäden auf der Erde¹⁷⁵³ verwiesen werden.

¹⁷⁴⁹ Ziff. IV.A.2 Wer ist verantwortlich für Fehlentscheidungen?, 152 f.

¹⁷⁵⁰ Ziff. IV.C.3.c Beschränkung der Höhe des Haftungsbetrages, 182 f.

¹⁷⁵¹ Ziff. V.B Einführung einer Gefährdungshaftung bei Luftkollisionen, 229–233.

¹⁷⁵² Ziff. V.B Einführung einer Gefährdungshaftung bei Luftkollisionen, 229–233.

¹⁷⁵³ Ziff. V.C.1.a Reine Vermögensschäden auf der Erde, 234 f.

2. Gesetzgeberische Umsetzung einer neuen Haftung für reine Vermögensschäden

Den vorstehenden Ausführungen zur gesetzgeberischen Umsetzung einer neuen Haftung bei Luftkollisionen entsprechend,¹⁷⁵⁴ wird auch für die Anpassungen zur Haftung für reine Vermögensschäden eine **Umsetzung im LFG** vorgeschlagen. Dabei sind die Haftungen für reine Vermögensschäden auf der Erde und bei Luftkollisionen systematisch im Teil «Rechtsbeziehungen aus dem Betrieb der Luftfahrt» unter dem Titel «Die Haftpflicht gegenüber Drittpersonen» einzuordnen.

Die betreffende Haftung für reine Vermögensschäden auf der Erde ist unter der Marginalie «Grundsatz» in **Art. 64 LFG** in einem neu zu schaffenden **Abs. 1a** einzufügen.

Die Haftung für reine Vermögensschäden bei Luftkollisionen ist dem neu eingefügten **Art. 66a LFG**¹⁷⁵⁵ in einem **Abs. 2** hinzuzufügen, während die Regelung der Personen- und Sachschäden in Abs. 1 gefasst wird.

D. ÜBERSICHT ÜBER DIE WICHTIGSTEN REGULIERUNGSVORSCHLÄGE

Die vorstehenden Regulierungsvorschläge zur Gefährdungshaftung für reine Vermögensschäden¹⁷⁵⁶ und Luftkollisionen¹⁷⁵⁷ fügen sich wie folgt in die bestehenden Gesetzesbestimmungen zur Haftpflicht gegenüber Drittpersonen (**Art. 64 ff. LFG**)¹⁷⁵⁸ ein:

1754 Ziff. V.B.2 Gesetzgeberische Umsetzung einer neuen Haftung bei Luftkollisionen, 231–233.

1755 Ziff. V.B Einführung einer Gefährdungshaftung bei Luftkollisionen, 229–233.

1756 Ziff. V.C.1 Formulierungsvorschlag für eine Gefährdungshaftung für Vermögensschäden, 233–235.

1757 Ziff. V.C.2 Gesetzgeberische Umsetzung einer neuen Haftung für reine Vermögensschäden, 236.

1758 Ziff. III.A.2 Haftung für Schäden nach dem LFG, 80–117.

Art. 64 LFG *de lege ferenda* (kursiv = neu)

- ¹ Für Schäden, die von einem im Fluge befindlichen Luftfahrzeug einer Person oder Sache auf der Erde zugefügt werden, ist durch den Halter des Luftfahrzeuges Ersatz zu leisten, sofern feststeht, dass der Schaden entstanden und vom Luftfahrzeug verursacht worden ist.
- ^{1a} ***Der Halter eines sich im Fluge befindlichen unbemannten Luftfahrzeugs, das nicht durch einen Piloten gesteuert wird, haftet auch für den weiteren Schaden, sofern dieser durch die Verletzung einer Schutznorm entsteht. Ein Verschulden wird dafür nicht vorausgesetzt. Für den weiteren Schaden haftet der Halter nur bis zum Betrage der Sicherstellung, zu der er von Gesetzes wegen verpflichtet ist.***
- ² Diese Bestimmung gilt auch für:

 - a. Schäden, die durch einen aus dem Luftfahrzeug fallenden Körper verursacht werden, selbst bei erlaubtem Abwurf von Ballast oder bei einem Abwurf, der in Not erfolgt;
 - b. Schäden, die durch eine an Bord des Luftfahrzeuges befindliche Person verursacht werden. Der Halter haftet jedoch nur bis zum Betrage der Sicherstellung, zu der er gemäss den Artikeln 70 und 71 verpflichtet ist, wenn diese Person nicht zur Besatzung gehört.
- ³ Das Luftfahrzeug gilt als im Fluge befindlich vom Beginn der Abflugmanöver bis zur Beendigung der Ankunftsmanöver.

Formulierungsvorschlag 6 – Art. 64 LFG *de lege ferenda*

Art. 66a LFG *de lege ferenda*

- ¹ ***Verursacht ein sich im Flug befindliches unbemanntes Luftfahrzeug, das nicht von einem Piloten gesteuert wird, einen Zusammenstoss mit einem anderen Luftfahrzeug, haftet der Halter für Schäden an Personen oder Sachen.***
- ² ***Der Halter eines sich im Fluge befindlichen unbemannten Luftfahrzeugs, das nicht durch einen Piloten gesteuert wird, haftet auch für den weiteren Schaden, sofern dieser durch die Verletzung einer Schutznorm entsteht. Ein Verschulden wird dafür nicht vorausgesetzt. Für den weiteren Schaden haftet der Halter nur bis zum Betrage der Sicherstellung, zu der er von Gesetzes wegen verpflichtet ist.***

Formulierungsvorschlag 7 – Art. 66a LFG *de lege ferenda*

Zudem können die wichtigsten Reformvorschläge im Vergleich zu den heute geltenden Bestimmungen, unter Einbezug der Zulassungs- und Betriebsvorschriften, wie folgt dargestellt werden:

| Zulassungs- und Betriebsvorschriften als Basis für die Haftungsbestimmungen | | |
|--|---|--|
| Gegenstand | De lege lata | De lege ferenda |
| Anknüpfungskriterium ¹⁷⁵⁹ | Gewicht ¹⁷⁶⁰ | Betriebsrisiko ¹⁷⁶¹ |
| Registrierungs-, Kennzeichnungs- und Meldepflicht | | |
| Nano-, Mikro- und Kleindrohnen | Keine ¹⁷⁶² | Pflicht zur Registrierung und Kennzeichnung sowie Meldepflicht bei Unfällen ¹⁷⁶³ |
| Versicherungspflicht¹⁷⁶⁴ | | |
| Nanodrohnen | Keine | Versicherungspflicht je nach Drohneneigenschaften und Einsatzzweck |
| Klein- und Mikrodrohnen | Versicherungspflicht von mindestens CHF 1 Million | |
| Luftverkehrsregeln | | |
| Flüge autonomer Nano-, Mikro- und Kleindrohnen | - Entscheidungsgewalt und Verantwortung muss beim Piloten liegen ¹⁷⁶⁵ - fehlende Luftverkehrsregeln ¹⁷⁶⁶ | - Wegfall des Erfordernisses eines Piloten ¹⁷⁶⁷ - Luftverkehrsregeln (z.B. Ausweichregeln) ¹⁷⁶⁸ |
| Abgrenzung zu Modellfluggeräten¹⁷⁶⁹ | | |
| Abgrenzungskriterium | Verwendungszweck | Fähigkeiten der Steuereinheit |

Tabelle 14 – Übersicht über die wichtigsten Veränderungen bei den Zulassungs- und Betriebsvorschriften¹⁷⁷⁰

¹⁷⁵⁹ Ziff. V.A.5.a Risiko statt Gewicht als Anknüpfungskriterium, 208 f.

¹⁷⁶⁰ Ziff. II.B.1 Gewicht, 11–13.

¹⁷⁶¹ Ziff. II.B.2 Betriebsrisiko (potentieller Verletzungsschweregrad), 13–15.

¹⁷⁶² Ziff. III.A.2.f Schwierigkeiten bei der Identifikation des Halters, 93–96 (Registrierungs- und Kennzeichnungspflicht), und Ziff. II.H Gefahren durch Nano-, Mikro- und Kleindrohnen, 70–72 (Meldepflicht).

¹⁷⁶³ Ziff. V.A.5.g Einführung einer Registrierungs-, Kennzeichnungs- und Meldepflicht, 226 f.

¹⁷⁶⁴ Ziff. V.A.5.e Anpassung der Vorschriften zur Versicherungspflicht, 219–224.

¹⁷⁶⁵ Ziff. V.A.1.b.5) Luftverkehrsregeln lassen keine autonomen Flüge ohne weitere Sicherheitsmassnahmen zu, 202 f.

¹⁷⁶⁶ Ziff. V.A.1.b.5) Luftverkehrsregeln lassen keine autonomen Flüge ohne weitere Sicherheitsmassnahmen zu, 202 f.

¹⁷⁶⁷ Ziff. V.A.5.h Gesetzgeberische Umsetzung neuer Zulassungs- und Betriebsvorschriften, 227–229.

¹⁷⁶⁸ Ziff. V.A.5.d Neue Luftverkehrsregeln für Nano-, Mikro- und Kleindrohnen, 219.

¹⁷⁶⁹ Ziff. III.I Abgrenzung zu Modellfluggeräten, 72 f.

¹⁷⁷⁰ Eigene Darstellung.

| Ausservertragliche Haftung für Schäden durch Fehlentscheidungen autonomer Nano-, Mikro- und Kleindrohnen, die sich im Flug befinden | | |
|---|--|---|
| Am Boden | <i>De lege lata</i> | <i>De lege ferenda</i> |
| Personen- und Sachschäden | Gefährdungshaftung des Halters ¹⁷⁷¹ | |
| Reine Vermögensschäden | Grundsätzlich keine Haftung. Ausnahme: Sorgfaltspflichtverletzung des Piloten bzw. Betreibers ¹⁷⁷² | Verschuldensunabhängige Halterhaftung bei einer Schutznormverletzung, ¹⁷⁷³ bis zur Höhe der Versicherungspflicht ¹⁷⁷⁴ |
| Kollisionen in der Luft | | |
| Personen- und Sachschäden | Grundsätzlich keine Haftung. Ausnahme: Sorgfaltspflichtverletzung des Piloten bzw. Betreibers ¹⁷⁷⁵ | Gefährdungshaftung des Halters ¹⁷⁷⁶ |
| Reine Vermögensschäden | Grundsätzlich keine Haftung. Ausnahme: Sorgfaltspflichtverletzung des Piloten bzw. Betreibers ¹⁷⁷⁷ | Verschuldensunabhängige Halterhaftung bei einer Schutznormverletzung, ¹⁷⁷⁸ bis zur Höhe der Versicherungspflicht ¹⁷⁷⁹ |

Tabelle 15 – Übersicht über die wichtigsten Veränderungen bei der ausservertraglichen Haftung für Schäden durch Fehlentscheidungen autonomer Nano-, Mikro- und Kleindrohnen¹⁷⁸⁰

¹⁷⁷¹ Ziff. III.A.2 Haftung für Schäden nach dem LFG, 80–117.

¹⁷⁷² Ziff. IV.C Haftung für reine Vermögensschäden, 172–183.

¹⁷⁷³ Ziff. IV.C.3.b Einführung einer speziellen Gefährdungshaftung, 179–182, und Ziff. V.C.1.a Reine Vermögensschäden auf der Erde, 234 f.

¹⁷⁷⁴ Ziff. IV.C.3.c Beschränkung der Höhe des Haftungsbetrages, 182 f., und Ziff. V.A.5.e Anpassung der Vorschriften zur Versicherungspflicht, 219–224.

¹⁷⁷⁵ Ziff. IV.B Haftung bei Luftkollisionen, 159–172.

¹⁷⁷⁶ Ziff. IV.B.5.b Reform im Bereich der Gefährdungshaftung, 170–172, und Ziff. V.B Einführung einer Gefährdungshaftung bei Luftkollisionen, 229–233.

¹⁷⁷⁷ Ziff. IV.C Haftung für reine Vermögensschäden, 172–183.

¹⁷⁷⁸ Ziff. IV.C.3.b Einführung einer speziellen Gefährdungshaftung, 179–182, und Ziff. V.C.1.b Reine Vermögensschäden bei Luftkollisionen, 235.

¹⁷⁷⁹ Ziff. V.A.5.e Anpassung der Vorschriften zur Versicherungspflicht, 219–224.

¹⁷⁸⁰ Eigene Darstellung.

VI. Zusammenfassung

Wie einleitend dargelegt, steht die technologische Entwicklung dieser Tage an der **Schwelle zu weitreichenden industriellen Veränderungen**. Dieser Befund scheint sich auch für Nano-, Mikro- und Kleindrohnen zu bewahrheiten. Immer neue Anwendungen deuten künftig auf ein breites Feld an Einsatzmöglichkeiten hin.

Hinter diesem Erfolg stehen Innovationen im Bereich der Kernkomponenten von Nano-, Mikro- und Kleindrohnen. Herauszustreichen sind dabei die **technologischen Fortschritte bei der Steuereinheit**. Damit erreichen Nano-, Mikro- und Kleindrohnen bereits heute ein Autonomielevel von drei, auf einer Skala von eins bis vier. Das bedeutet, dass ein menschlicher Operateur zwar noch die Teilziele der Mission vorgibt, diese dann aber selbständig durch die Nano-, Mikro- oder Kleindrohne ausgeführt werden können. Dem Operateur obliegt einzig noch die Überwachung der Zielerledigung. Im Kern beruht die autonome Steuerung auf einer Kombination von Entscheidungs-Algorithmen, wie z.B. aus der symbolverarbeitenden KI, neuronalen Netzen und genetischen Algorithmen. Der Algorithmus muss für die Steuerung Entscheidungen fällen, auf die der Hersteller keinen direkten Einfluss mehr hat, sobald die Drohne seinen Machtbereich verlässt. Zwar vermag der Hersteller Programmierfehler mittels nachträglicher Softwareupdates zu beheben, allerdings hat er keine Kontrollmöglichkeit von falsch gelernten Verhaltensweisen der Steuereinheit.

Die zunehmende Verbreitung sorgt bereits heute regelmässig für Schlagzeilen, die von **gefährlichen Situationen und Unfällen mit Nano-, Mikro- und Kleindrohnen** oder ihrer missbräuchlichen Verwendung berichten. Solche Vorfälle werfen Fragen nach der Haftung auf.

Während internationale Bestimmungen zur **Drittschadenshaftung** keine Wirkung in der Schweiz entfalten, hält das Schweizer Luftrecht eine Gefährdungshaftung für Schäden bereit ([Art. 64 LFG](#)). Demnach ist der Halter für Personen- und Sachschäden am Boden ersatzpflichtig. Für die Geltendmachung von reinen Vermögensschäden und Schäden

in der Luft muss der Weg über die allgemeinen Haftungsbestimmungen des OR ([Art. 41 ff. OR](#)) eingeschlagen werden ([Art. 79 LFG](#)). Um damit eine Ersatzpflicht durchzusetzen, wird ein Verschulden vorausgesetzt ([Art. 41 Abs. 1 OR](#)). Grundsätzlich fehlt ein solches bei Schäden durch autonom fliegende Nano-, Mikro- und Kleindrohnen, es sei denn, der Geschädigte kann eine Sorgfaltspflichtverletzung des Piloten bzw. Betreibers nachweisen. Im Vergleich zu Schäden in der Luft und reinen Vermögensschäden durch pilotingesteuerte Drohnen sind **Geschädigte** somit **schlechter gestellt**.

Als mögliche Lösung nach bestehenden Gesetzen wäre an die **Haftung für Produkte** zu denken. Dazu zählen die Produkthaftpflicht (PrHG), Bestimmungen zur Sicherheit von Produkten sowie die Produzentenhaftung ([Art. 55 OR](#)). Allerdings **versagen** auch diese Haftungsgrundlagen bei **Fehlentscheidungen autonomer Systeme**, weil Fehlentscheidungen nicht als Fehler am Produkt zu betrachten sind.

Um Geschädigte von autonom fliegenden und selbstgesteuerten Drohnen gleichzustellen, wird vorliegend die **Einführung einer neuen Gefährdungshaftung des Halters** vorgeschlagen. Dieser Haftung sollen Schäden in der Luft und reine Vermögensschäden unterliegen, welche durch unbemannte Luftfahrzeuge verursacht werden. Eine Gefährdungshaftung für reine Vermögensschäden kann zu einer ausufernden Ersatzpflicht des Halters führen. Deshalb ist für die Haftung für reine Vermögensschäden die Verletzung einer Vermögensschutznorm vorauszusetzen. Zudem ist die max. Haftungssumme für reine Vermögensschäden auf den Betrag einer Versicherungspflicht zu begrenzen.

| Ausservertragliche Haftung für Schäden durch Fehlentscheidungen autonomer Nano-, Mikro- und Kleindrohnen, die sich im Flug befinden | | |
|---|--|--|
| Am Boden | <i>De lege lata</i> | <i>De lege ferenda</i> |
| Personen- und Sachschäden | Gefährdungshaftung des Halters | |
| Reine Vermögensschäden | Grundsätzlich keine Haftung. Ausnahme: Sorgfaltspflichtverletzung des Piloten bzw. Betreibers | Verschuldens <u>un</u> abhängige Halterhaftung bei einer Schutznormverletzung, bis zur Höhe der Versicherungspflicht |
| Kollisionen in der Luft | | |
| Personen- und Sachschäden | Grundsätzlich keine Haftung. Ausnahme: Sorgfaltspflichtverletzung des Piloten bzw. Betreibers | Gefährdungshaftung des Halters |
| Reine Vermögensschäden | Grundsätzlich keine Haftung. Ausnahme: Sorgfaltspflichtverletzung des Piloten bzw. Betreibers | Verschuldens <u>un</u> abhängige Halterhaftung bei einer Schutznormverletzung, bis zur Höhe der Versicherungspflicht |

Tabelle 16 – Übersicht über die wichtigsten Veränderungen bei der ausservertraglichen Haftung für Schäden durch Fehlentscheidungen autonomer Nano-, Mikro- und Kleindrohnen

Vermögensschutznormen können sich aus Betriebsvorschriften und Luftverkehrsregeln für Nano-, Mikro- und Kleindrohnen ergeben. Solche Vorschriften müssen auf die spezifischen Fähigkeiten von Nano-, Mikro- und Kleindrohnen angepasst sein. Daneben bedarf es einer nach Risikoklassen gewichteten Versicherungspflicht. Als weitere Voraussetzung, um Haftungsnormen durchzusetzen, müssen Halter schädigender Nano-, Mikro- und Kleindrohnen ohne weiteres identifiziert werden können. Zudem sind Hersteller auf klare Richtlinien angewiesen, die einen sicheren Betrieb ihrer Produkte im Rahmen der geltenden Zulassungs- und Betriebsvorschriften ermöglichen. Diesen Anforderungen genügen die heutigen Zulassungs- und Betriebsvorschriften nicht. Deshalb sind zusammen mit der Haftung für autonome Nano-, Mikro- und Kleindrohnen **zwingend auch die Zulassungs- und**

Betriebsvorschriften anzupassen. Auf europäischer Ebene wird zurzeit an solchen Regeln gearbeitet. In ersten Entwürfen werden Nano-, Mikro- und Kleindrohnen in eine offene, spezifische und zertifizierte Kategorie eingeteilt. Namentlich in der spezifischen Kategorie sollen autonome Flüge möglich sein. Vorliegend wird vorgeschlagen, dass sich eine künftige Schweizer Lösung an den europäischen Regelungen orientiert.

| Zulassungs- und Betriebsvorschriften als Basis für die Haftungsbestimmungen | | |
|--|---|--|
| Gegenstand | <i>De lege lata</i> | <i>De lege ferenda</i> |
| Anknüpfungskriterium | Gewicht | Betriebsrisiko |
| Registrierungs-, Kennzeichnungs- und Meldepflicht | | |
| Nano-, Mikro- und Kleindrohnen | Keine | Pflicht zur Registrierung und Kennzeichnung sowie Meldepflicht bei Unfällen |
| Versicherungspflicht | | |
| Nanodrohnen | Keine | Versicherungspflicht je nach Drohneneigenschaften und Einsatzzweck |
| Klein- und Mikrodrohnen | Versicherungspflicht von mindestens CHF 1 Million | |
| Luftverkehrsregeln | | |
| Flüge autonomer Nano-, Mikro- und Kleindrohnen | - Entscheidungsgewalt und Verantwortung muss beim Piloten liegen - fehlende Luftverkehrsregeln | - Wegfall des Erfordernisses eines Piloten - Luftverkehrsregeln (z.B. Ausweichregeln) |
| Abgrenzung zu Modellfluggeräten | | |
| Abgrenzungskriterium | Verwendungszweck | Fähigkeiten der Steuer-einheit |

Tabelle 17 – Übersicht über die wichtigsten Veränderungen bei den Zulassungs- und Betriebsvorschriften

Die Bestimmungen zu Haftung, Zulassung und Betrieb sind im Gleichschritt zu reformieren, um die technologische Realität in einen rechtlichen Rahmen zu fassen. Damit können die juristischen Instrumente geschaffen werden, um die Schwelle in ein neues Zeitalter autonom betriebener Nano-, Mikro- und Kleindrohnen zu überwinden.

Über den Autor:

Silvio Hänsenberger studierte Rechtswissenschaften mit Wirtschaftswissenschaften an der Universität St. Gallen (HSG). Dort arbeitete er anschliessend für den Profildbereich Unternehmen – Recht, Innovation und Risiko. Heute ist er in einer St. Galler Anwaltskanzlei und als Lehrbeauftragter tätig. Seine Dissertation wurde im Mai 2018 von der Rechtswissenschaftlichen Fakultät der Universität St. Gallen abgenommen.

sui generis

Herausgegeben von Daniel Hürlimann und Marc Thommen

In der Reihe *sui generis* werden ausgezeichnete Dissertationen einem breiten Publikum zugänglich gemacht. Die Bücher dieser Reihe erscheinen einerseits gedruckt, andererseits aber auch online in den Formaten PDF und ePUB. Die digitale Version ist weltweit für Leser und Bibliotheken kostenlos zugänglich (Open Access), wodurch eine maximale Verbreitung, Sichtbarkeit und Zitierung ermöglicht wird.

Die Bücher der Reihe *sui generis* sind sowohl im Buchhandel als auch kostenlos über die Webseiten der schweizerischen Nationalbibliothek sowie über Amazon, Google Books, [OAPEN](#) und [sui-generis.ch](#) erhältlich. Die Urheberrechte verbleiben bei den AutorInnen, die Werke werden unter einer Creative-Commons-Lizenz veröffentlicht. Die Reihe *sui generis* wird getragen vom gleichnamigen Verein, der auch die Open-Access-Zeitschrift [sui-generis.ch](#) herausgibt.

Weitere Informationen unter [sui-generis.ch/buecher](#)

ISSN 2569-6629 Print, ISSN 2625-2910 Online

Bisher in der Reihe *sui generis* erschienen:

Band 1

Monika Simmler

Normstabilisierung und Schuldvorwurf

Band 2

Marc Thommen

Introduction to Swiss Law

Band 3

Silvio Hänsenberger

**Die zivilrechtliche Haftung für autonome Drohnen
unter Einbezug von Zulassungs- und Betriebsvorschriften**