

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	7
Abbildungsverzeichnis	21
Abkürzungsverzeichnis	23
Kurzzusammenfassung	27
Abstract	29
Einleitung	30
A. Problemaufriss und aktuelle Relevanz	30
B. Stand der wissenschaftlichen Diskussion	38
C. Ziel	40
D. Methodische Überlegungen	40
E. Gang der Untersuchung	42
1. Kapitel: Technische Implikationen automatisierter und autonomer Fahrzeuge	46
A. Stufen des automatisierten Fahrens	46
I. Rechtliche und technische Bedeutung der Stufenklassifizierung	46
II. Stufenklassifizierung nach SAE J3016	47
III. Stufenklassifizierung nach BASt-Definition	49
IV. Auswirkungen uneinheitlicher Standards	50
B. Sensorik automatisierter und autonomer Fahrzeuge	53
I. Kamerasysteme	54
II. Lidar	55
III. Radarsensoren	56
IV. Ultraschallsensoren	57
V. Raddrehzahlsensoren	58
VI. Intertialsensoren	59
	9

VII. GPS	59
VIII. Wechselwirkungen zwischen Technik, Recht und Sicherheit als Faktor sozialer Nachhaltigkeit	60
C. Technische Grenzen und rechtliche Anforderungen des Verhaltensrechts	61
I. Technische Grenzen der Umfelderkennung	61
II. Kontextbasierte Situation als technische Herausforderung	65
D. Ergebnisse des ersten Kapitels	66
2. Kapitel: Gesetzliche Anforderungen an das automatisierte und autonome Fahren	68
A. Gesetzliche Anforderungen an das automatisierte Fahren	68
I. Überblick über die StVG-Novelle 2017 und ihren Regelungsgehalt	68
1. § 1a StVG	68
2. § 1b StVG	69
3. § 1c StVG	69
4. § 6 StVG	69
5. §§ 12, 32 StVG	70
6. § 63a, b StVG	70
II. Anforderungen gemäß § 1a StVG	70
1. Bestimmungsgemäße Verwendung nach § 1a Abs. 1 StVG	70
a) Bestimmungsgemäße Verwendung als zentraler unbestimmter Rechtsbegriff	71
b) Fahrzeughersteller als Ersatzgesetzgeber	71
c) Fehlende materielle Gerechtigkeit bei der Haftungsverteilung	76
d) Zwischenergebnis	79
2. Voraussetzungen zur Klassifizierung als hoch- oder vollautomatisiertes Fahrzeug nach § 1a Abs. 2 StVG	79
a) Fahrzeugsteuerung nach Nr. 1	79
b) Einhaltung der Verkehrsvorschriften nach Nr. 2	80
aa) Enges Verständnis: Einhaltung bestimmter Verkehrsvorschriften in einer Situation	80
bb) Weites Verständnis: Einhaltung sämtlicher Verkehrsvorschriften in einer Situation	83
(1) Ökonomische Analyse des Rechts	83

(2) Auslegung des Regelungsgehalt des § 1a Abs. 2 Nr. 2 StVG	84
(3) Vorrangstellung der Systembeschreibung im Verhältnis zu den Gesetzesvorgaben nach § 1a Abs. 2 Nr. 1 StVG durch Spezialität	85
(4) Definition von Verkehrsvorschriften als Systemgrenze durch den Hersteller	87
(5) Offensichtliche Umstände im Sinne des § 1b Abs. 2 Nr. 2 StVG und verkehrspsychologische Aspekte	87
(6) Alleinige Geltung des § 1a StVG hinsichtlich der Systembeschreibung im Sinne des § 1a StVG	93
cc) Zwischenergebnis	93
dd) Herstellerseitige Reaktion auf Novellierungen des Straßenverkehrsrechts	94
c) Übersteuerbarkeit nach Nr. 3	95
d) Erkennung der Systemgrenzen nach Nr. 4	95
e) Übernahmeaufforderung an den Fahrer nach Nr. 5	95
aa) Juristische Bestimmung des Begriffs der ausreichenden Zeitreserve	95
(1) Zivilrechtliche Legaldefinition des Begriffs „unverzüglich“	96
(2) Rückschluss auf die unverzügliche Übernahme der Fahrzeugsteuerung gemäß § 1b Abs. 2 Nr. 1 StVG	98
(3) Rückschlüsse auf die ausreichende Zeitreserve im Sinne des § 1a Abs. 2 Nr. 5 StVG	99
(4) Konkretisierung durch internationale technische Normen	99
bb) Verkehrspsychologische Annäherung der ausreichenden Zeitreserve	99
cc) Rückschlüsse für Gesetzesanforderungen und Sorgfaltspflichten	104
f) Hinweis auf eine der Systembeschreibung zuwiderlaufende Verwendung nach Nr. 6	105
g) Verbindliche Erklärung des Herstellers nach Abs. 2 S. 2	105

3. Übereinstimmung mit Zulassungsrecht nach § 1a Abs. 3 StVG	105
4. Eigenschaft als Fahrzeugführer nach § 1a Abs. 4 StVG	106
B. Gesetzliche Anforderungen an das autonome Fahren	106
I. Überblick über die StVG-Novelle und ihren Regelungsgehalt	106
1. Anwendungsbereich der §§ 1d ff. StVG	107
2. § 1d StVG	107
3. § 1e StVG	107
4. § 1f StVG	108
5. § 1g StVG	108
6. § 1h StVG	108
7. § 1i StVG	109
8. § 1j StVG	109
9. § 1k StVG	109
10. § 1l StVG	109
II. Anforderungen gemäß § 1d StVG	109
1. Definition eines autonomen Fahrzeugs nach § 1d Abs. 1 StVG	110
2. Festgelegter Betriebsbereich nach § 1d Abs. 2 StVG	110
3. Technische Aufsicht im Sinne des § 1d Abs. 3 StVG	111
4. Risikominimaler Zustand nach § 1d Abs. 4 StVG	112
III. Anforderungen gemäß § 1e StVG	112
1. Zulässiger Betrieb nach § 1e Abs. 1 StVG	113
2. Anforderungen an die technische Ausrüstung nach § 1e Abs. 2 StVG	113
a) Selbstständige Bewältigung der Fahraufgabe, Nr. 1	113
b) Einhaltung der Verkehrsvorschriften und Unfallvermeidung, Nr. 2	114
c) Einleitung eines risikominimalen Zustands, Nr. 3	114
d) Benachrichtigung der Technischen Aufsicht, Nr. 4	115
e) Überprüfung der Technischen Aufsicht, Nr. 5	115
f) Beeinträchtigung der Funktionalität, Nr. 6	116
g) Erkennen der Systemgrenze, Nr. 7	116
h) Deaktivierbarkeit, Nr. 8	116
i) Aufforderung zur Freischaltung eines alternativen Fahrmanövers, Nr. 9	117
j) Funkverbindung, Nr. 10	117
3. Sonstige Beeinträchtigungen nach § 1e Abs. 3 StVG	117

C. Gesetzliche Anforderungen an das vollautonome Fahren	118
D. Verhalten des Fahrzeugs bei Einhaltung der Normen	120
I. Verhalten wie ein menschlicher Fahrer	120
II. Spezielles Verhalten automatisierter und autonomer Fahrzeuge	121
1. Handlungsorientiertes oder erfolgsorientiertes Verständnis des Verkehrsrechts	121
2. Zwischenergebnis	125
E. Ergebnisse des zweiten Kapitels	126
3. Kapitel: Anforderungen an das automatisierte und autonome Fahren am Beispiel der Dilemmasituation	131
A. Dilemmasituation als Anforderung und zugleich nicht normierter Anwendungsfall	131
I. Reale und fiktive Dilemmasituationen	132
1. Brett des Karneades	134
a) 1. Variante in Cicero, De officiis: Der Tor und der Weise	135
b) 2. Variante in Cicero, De officiis: Der Schiffseigentümer und der Passagier	139
c) 3. Variante in Cicero, De officiis: Die zwei Weisen	140
d) Praktische Relevanz des Brett des Karneades	144
e) Bedeutung des Brett des Karneades für die Dilemmasituation im Straßenverkehr	144
2. Mignonette-Fall	146
3. Weichenstellerfall und Trolley-Problem	150
4. Dilemmasituation im Straßenverkehr im Kontext automatisierter und autonomer Fahrzeuge	153
II. Zur Bedeutung der Dilemmasituation im Straßenverkehr	154
III. Maßstab zur Bewertung der Dilemmasituation im Straßenverkehr	159
1. Anwendbarkeit der Grundrechte in der Dilemmasituation beim automatisierten und autonomen Fahren	160
2. Vorüberlegungen zur Menschenwürde	162
IV. Lösungsvorschläge	164
1. Auflösung zulasten von Insassen	165
2. Gesetzliche Regelung für autonome Fahrzeuge des SAE Level 4, § 1e StVG	166

3. Stoischer Lösungsansatz in Anlehnung an das Brett des Karneades	168
4. Doctrine of Double Effect	169
5. Auflösung zugunsten von Kindern	171
6. Auflösung nach dem Prinzip der Minimierung der Unfalltoten durch eine Abstufung im Unrecht	172
7. Auflösung zulasten sich verkehrswidrig verhaltenden Personen	173
8. Auflösung zulasten rechtswidriger Verkehrsteilnehmer	174
9. Auflösung zugunsten der Insassen	174
10. Auflösung nach dem einmal eingeschlagenen Kurs	175
11. Auflösung durch Übernahme des Insassen oder Operators	175
12. Auflösung nach den geltenden Verkehrsvorschriften	177
13. Flucht des Gesetzgebers vor einer Entscheidung – Verlagerung von der Fahrzeugzulassung zum Käufer	178
14. Auflösung nach den Leitlinien der Ethik-Kommission	180
15. Auflösung mittels einer Systemperspektive (konsequentialistische Sichtweise)	184
16. Auflösung nach utilitaristischen Prinzipien	188
17. Auflösung mittels Verteilungsgerechtigkeit	190
18. Auflösung durch einen Zufallsgenerator	195
19. Auflösung durch Einwilligung der Insassen	196
20. Auflösung durch autonome Entscheidung einer künstlichen Intelligenz	197
21. Konstitutive Bedingungen	199
22. Auflösung nach einem Vertrauensansatz	203
23. Auflösung nach den Prinzipien der Menschenwürde	204
24. Bewertung der Lösungsvorschläge	208
B. Bedeutung der Dilemmasituation als nicht normierte Anforderung an das autonome Fahren	211
C. Ergebnisse des dritten Kapitels	214
4. Kapitel: Regelungsgehalt der StVO am Beispiel des Abbremsens	215
A. Abbremsen (§ 4 Abs. 1 S. 2 StVO)	215
I. Darstellung der Situation	215

II. Anwendbare Rechtsnorm aus der StVO	215
1. Tatbestand des § 4 Abs. 1 S. 2 StVO	216
a) Vorfahren – Beispiel für deskriptive Rechtsbegriffe	216
b) Stark bremsen – Sinnbild für Rechtsunsicherheit und Grundfragen des Rechts	217
c) Plötzliches Bremsen als Fall des starken Abbremsens?	220
d) Zwingender Grund	222
aa) Konkretisierung durch den Savignyschen Kanon	222
bb) Konkretisierung durch Fallgruppen	223
(1) Sachschäden	225
(2) Menschen	225
(3) Tiere	225
(a) Wirtschaftliche Güter- und Interessenabwägung	225
(b) Kleintiere	226
(c) Größere Tiere	228
cc) Zwingender Grund bei zu spätem Erkennen oder zweifelnder Interpretation von Gegebenheiten der Umgebung	228
dd) Einschränkung durch das Erfordernis eines milderen zur Verfügung stehenden Alternativverhaltens des Kraftfahrzeugs?	230
2. Rechtsfolge des § 4 Abs. 1 S. 2 StVO	231
III. Eignung des Regelungsgehalts für das automatisierte/ autonome Fahren	231
1. Grundsätzliche Problematik	231
2. Konkrete Umsetzungsprobleme des Regelungsgehalts	232
a) Vorfahren	232
b) Starkes Abbremsen	232
c) Zwingender Grund	233
3. Erfordernis der Programmierung der Rechtsprechung	233
4. Pflicht zur Aktualisierung der Rechtsprechungsdatenbank	235
IV. Lösungsmöglichkeiten	236
B. Ergebnisse des vierten Kapitels	237

5. Kapitel: Anpassung des geltenden Rechts am Beispiel der Formalisierung des Verkehrsrechts	241
A. Grenzen automatisierter Rechtsanwendung	241
I. Unbestimmte Rechtsbegriffe	241
1. Vor- und Nachteile von unbestimmten Rechtsbegriffen und Generalklauseln	242
2. Sonderstellung automatisierter Rechtsanwendung durch automatisierte/autonome Fahrzeuge im Vergleich zu automatisierter Rechtsanwendung im Allgemeinen	243
3. Delegationsfunktion von Generalklauseln	244
4. Rechtsfortbildungs- und Flexibilitätsfunktion von Generalklauseln	248
5. Verweisungsfunktion von Generalklauseln	249
6. Bedeutung für die automatisierte Rechtsanwendung im Kontext automatisierter/autonomer Fahrzeuge	252
II. Ermessensspielraum	253
B. Reform von Straßenverkehrsgesetz und Straßenverkehrsordnung	254
I. Technischer Ausschluss unerlaubter Verhaltensweisen	254
II. Abgabe der Steuerung an den Menschen oder die Technische Aufsicht	256
III. Rechtmäßiges Verhalten durch selbstlernende Systeme	257
IV. Formalisierung von Rechtsnormen	259
C. Formalisierung des Straßenverkehrsrechts	260
I. Formalwissenschaftlicher Einfluss auf das Recht – historischer Überblick	261
1. Römisches Recht	264
2. Kombinatorisches Denken: Raimundus Lullus (1235-1315 n. Chr.)	264
3. Systematisierung durch den juristischen Humanismus (15./16. Jahrhundert)	265
a) Syllogistische Deduktion aus Axiomen (Melanchthon)	265
b) Definition und Spaltung von Termini sowie Ableitung des Besonderen aus dem Allgemeinen (Ramus)	267
c) Praktische Adaption der ramistischen Methode (Althusius)	267

4. Euklidische Methode in der Rechtswissenschaft des 17. Jahrhunderts (Faber und Vivianus)	268
a) Euklidische Methode	268
b) Anton Faber	269
c) Johann Baptista Vivianus	270
d) Samuel Pufendorf	270
5. Axiomatisches und kombinatorisches Denken bei Leibniz (2. Hälfte des 17. Jahrhunderts)	271
6. Höhepunkt des axiomatischen Denkens bei Wolff (ca. 1720-1748)	273
7. Begriffsjurisprudenz (19. Jahrhundert)	275
a) Georg Friedrich Puchta	275
b) Friedrich Carl von Savigny	277
c) Rudolf von Jhering	278
8. Kritik an einem formalistischen Verständnis von Recht	278
9. Entwicklung der Rechtsinformatik	279
10. Zwischenergebnis	281
II. Formalisierung von Rechtssätzen	281
1. Begriff der Formalisierung	282
a) Formalisierung im engen Sinne	284
b) Abgrenzung von Formalisierung und Symbolisierung, Axiomatisierung sowie Algorithmisierung	284
aa) Symbolisierung	285
bb) Axiomatisierung	285
cc) Algorithmisierung, Automatisierung und Formalisierung	286
c) Formalisierung im weiteren Sinne	286
d) Vorteile einer Formalisierung von Rechtsnormen	288
2. Neue Formalisierungsansätze	289
III. Anwendung auf das Straßenverkehrsrecht	291
1. Verkehrszeichen	291
a) Zur Bedeutung von Bildern im Straßenverkehrsrecht	292
aa) Informationen	293
bb) Kommunikation	294
(1) Grenzen der Visualisierung	296
(a) Allgemeine Grenzen beim Einsatz von Bildern im Straßenverkehr	296

(b) Grenzen und Risiken beim Einsatz von Bildern im automatisierten und autonomen Straßenverkehr	297
(2) Bilder im Recht	297
b) Formalisierung von Verkehrszeichen	299
aa) Allgemeine und besondere Gefahrzeichen	299
(1) Grundlegendes	299
(2) Zeichen 101	301
(3) Zeichen 114	302
bb) Vorschriftzeichen	302
(1) Grundlegendes	302
(2) Zeichen 206	303
(3) Zeichen 274	304
(4) Erschwerte oder unmögliche Erkennbarkeit von Vorschriftzeichen durch automatisierte und autonome Fahrzeuge	305
cc) Richtzeichen	305
(1) Grundlegendes	305
(2) Zeichen 306	306
(3) Zeichen 325.1 und 325.2	307
(4) Schrittgeschwindigkeit als unbestimmter Rechtsbegriff	308
(5) Vereinbarkeit mit der Anforderung der Einhaltung der Verkehrsvorschriften aus § 1a Abs. 2 Nr. 2 StVG, § 1e Abs. 2 Nr. 2 StVG	310
(6) Lösungsansatz für den Gesetzgeber	312
(7) Berücksichtigung weitergehender Anforderungen als Annex aus dem Richtzeichen	312
dd) Verkehrseinrichtungen	313
c) Durchführbarkeit der Formalisierung von Verkehrszeichen für das automatisierte und autonome Fahren	314
d) Bedeutung von Verkehrszeichen für automatisierte und autonome Fahrzeuge	315
2. Zeichen und Weisungen im Sinne des § 36 StVO	316
a) Bedeutung der Vorschrift für den Straßenverkehr und das Verhaltensrecht	316

b)	Bedeutung der Vorschrift für das automatisierte und autonome Fahren	320
c)	Formalisierung von Zeichen und Weisungen	322
d)	Umsetzungsprobleme	324
e)	Zwischenergebnis	325
3.	Abbremsen	325
4.	Zwischenergebnis	329
IV.	Anpassungsbedarf von Straßenverkehrsgesetz und Straßenverkehrsordnung im Kontext automatisierter und autonomer Fahrzeuge	332
1.	Auswirkungen auf die Adressaten der StVO	333
a)	Anthropozentrisches Weltbild der Straßenverkehrsordnung	333
b)	Möglichkeiten zur Anpassung der Straßenverkehrsordnung	334
c)	Zwischenergebnis	335
2.	Auswirkungen auf Toleranzen und Rücksichtnahmepflichten	335
a)	Auseinanderfallen von Verhaltensweisen	336
b)	Höchstgeschwindigkeit und gelebte Verkehrspraxis	338
c)	Abstandseinhaltung zwischen Gefühl und exakten Anforderungen	341
d)	Starkes Abbremsen – zwischen Anthropozentrismus und Maschinenrecht	344
e)	Verbot konventioneller Fahrzeuge zur Umgehung der Probleme des Mischverkehrs	344
f)	Zwischenergebnis	347
3.	Auswirkungen auf den Sorgfaltsmaßstab des Fahrzeugführers (Idealfahrer/besonnener Fahrer)	348
a)	Idealfahrer (§ 17 StVG)	349
b)	Besonnener Fahrer (§ 18 StVG)	351
c)	Anwendbarer Sorgfaltsmaßstab für automatisierte und autonome Fahrzeuge	352
d)	Einschränkungen bei der Übertragung des menschlichen Sorgfaltsmaßstabs auf automatisierte und autonome Fahrzeuge	355
e)	Zwischenergebnis	356
4.	Spezielle Anforderungen an eine Normsetzung zum Zwecke automatisierter Rechtsanwendung im Straßenverkehr	356

5. Zwischenergebnis	357
V. Anschlussfragen zur Formalisierung des Rechts	358
1. Grenzen der Formalisierung des Rechts – praktische Ebene	359
a) Unbestimmte Rechtsbegriffe	359
b) Subsumtion und Auslegung	359
c) Update-Pflichten des Herstellers bei divergierender und sich wandelnder Rechtsprechung	360
d) Positivistischer Ansatz – Zwischen Informatik und Rechtswissenschaften	361
e) Quantifizierbare und wertungsoffene unbestimmte Rechtsbegriffe	362
2. Vereinbarkeit von Formalisierung und Recht – allgemeine Ebene	362
3. Der Faktor Mensch im Recht	363
4. Nebeneinander von Recht für Menschen und Maschinenrecht	365
D. Ergebnisse des fünften Kapitels	366
Fazit	373
Literaturverzeichnis	377
Internetquellen	397