



**Wie fit ist die Rechtsordnung
für das automatisierte und autonome Fahren?**

- Chancen und Grenzen unterschiedlicher Entwicklungspfade -

Matthias Hartwig

- 1 IKEM - Kurzvorstellung
- 2 Automatisierung von Fahrzeugen
- 3 Entwicklungspfad: Transformation
- 4 Entwicklungspfad: Evolution
- 5 Entwicklungspfad: Revolution
- 6 Fazit: Wie fit ist die Rechtsordnung?

Das Institut

Institut für Klimaschutz, Energie und Mobilität

Forschung für eine nachhaltige Gesellschaftsordnung

- ▶ Gemeinnütziger Verein und An-Institut der Universität Greifswald
- ▶ IKEM unterstützt auf internationaler Ebene als NGO die Vereinten Nationen
- ▶ Analyse, Bewertung und Fortentwicklung des rechtlichen, sozioökonomischen und politischen Rahmens zu den Forschungsschwerpunkten
- ▶ Zur Entwicklung autonomen Fahrens arbeitet IKEM derzeit in **5 Projekten in 7 Staaten in 13 Pilotversuchen**



Greifswald



Berlin

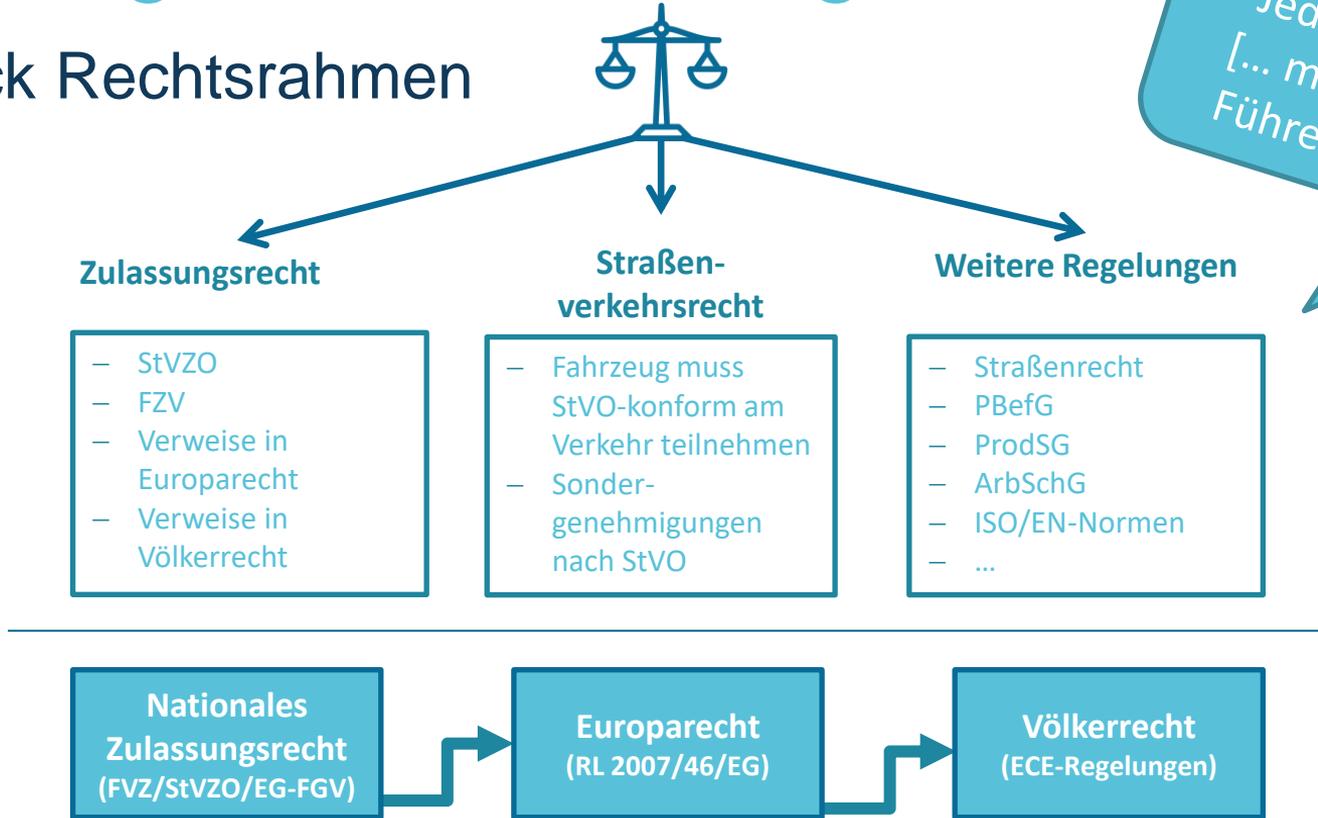
Die Automatisierung von Fahrzeugen

Paradigmenwechsel: Das „fahrerlose“ Fahrzeug



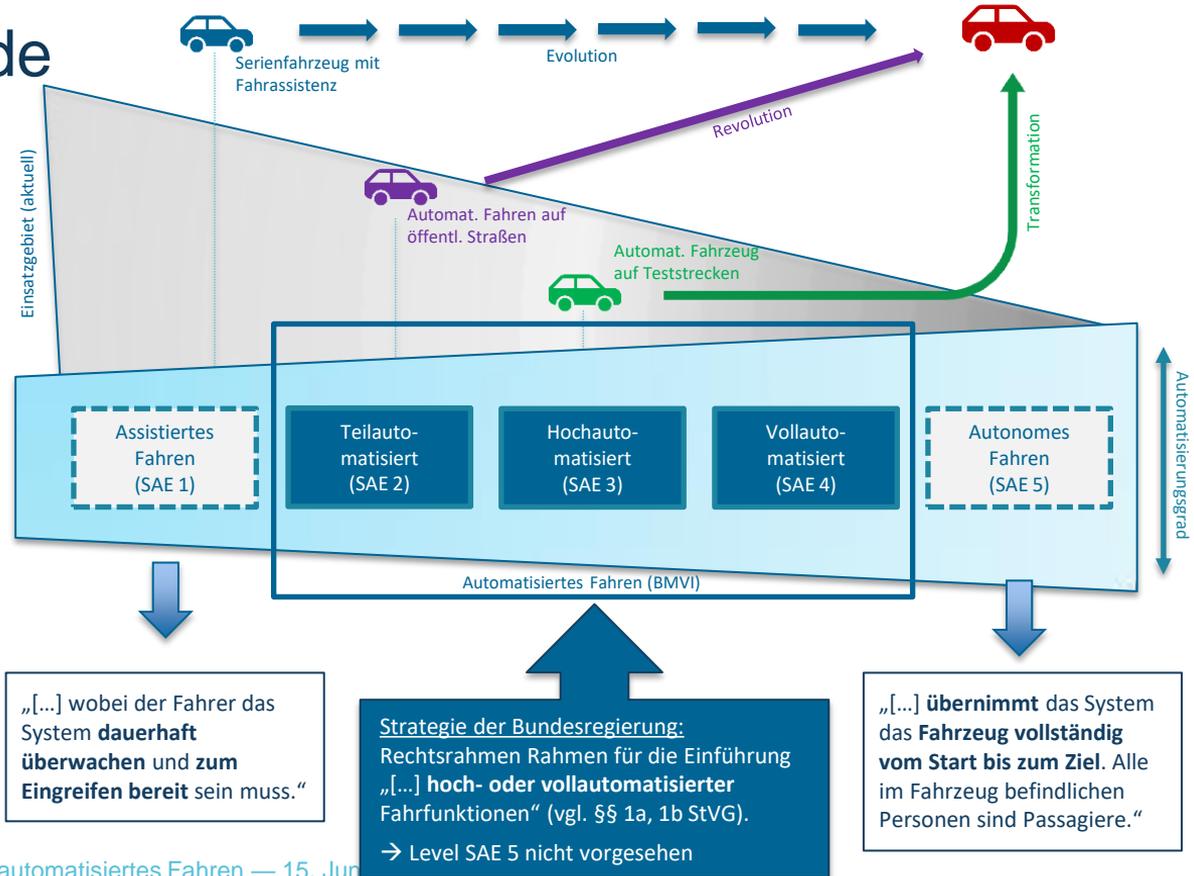
Fahrzeugautomatisierung

Überblick Rechtsrahmen



Fahrzeugautomatisierung

Entwicklungspfade



Transformation

(Grenzen der Technik)

Transformation: Fahrerloses Fahren

Grundproblem: von der Rechtsordnung nicht erfasst

- ▶ Fahrerloses Fahren ist vom Straßenverkehrsgesetz (§§ 1a/1b) nicht erfasst, weil
 - ▶ das Fahrzeug nicht übersteuerbar ist, da es auf einen Einsatz als autonomes Fahrzeug hin entwickelt wird (\neq § 1a Abs. 2 Nr. 3 StVG)
 - ▶ eine eigenhändige Steuerung nicht vorgesehen ist, da es darauf ausgelegt ist, jede Fahraufgabe selbstständig zu erfüllen (\neq § 1a Abs. 2 Nr. 4 StVG)
 - ▶ die Fahrzeugsteuerung nicht übertragbar ist, da das System darauf ausgelegt ist, den Fahrer letztlich nicht mehr im Fahrzeug zu haben (\neq § 1a Abs. 2 Nr. 5 StVG)
 - ▶ kein Zugang zur systemwidrigen Verwendung eröffnet ist (\neq § 1a Abs. 2 Nr. 6 StVG)

Transformation: Fahrerloses Fahren

Abschied vom Dualismus: Zulassungsrecht und Verhaltensregeln I

- ▶ **Paradigmenwechsel:** das Recht verliert seinen Adressaten im Fahrzeug und muss sich anderen Adressaten außerhalb des Fahrzeugs zuwenden (Hersteller, Bediener, Halter, Leitstelle, Sachverständiger, Zulassungsstelle)
- ▶ **StVZO:** Stand der Technik, Regeln der Technik (z.B. ECE-Normen, ISO 26262)
 - ▶ Technischen Sachverständigen fehlt der **Prüfkatalog**
 - ▶ § 30 Abs. 1 als Auffangnorm: **Gefährdungsentkräftung** für Verkehrsteilnehmer (Nr. 1) und Insassen (Nr. 2)
 - ▶ Prüfungsmaßstab: Sicherheit und Leichtigkeit des Verkehrs „**niemanden schädigt oder mehr als unvermeidbar gefährdet, behindert oder belästigt**“ (§ 30 Abs. 1)

Transformation: Fahrerloses Fahren

Abschied vom Dualismus: Zulassungsrecht und

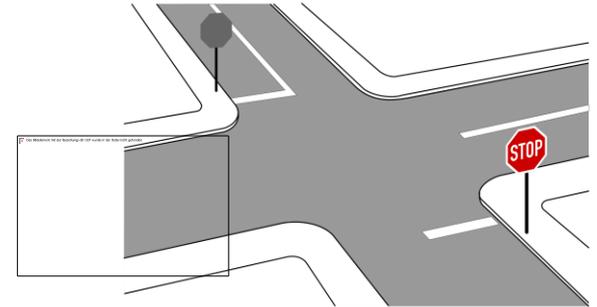
Verhaltensregeln II

- ▶ StVO: §§ 1a, 1b unanwendbar aber richtungsweisend
 - ▶ Beherrscht „Fahrzeugsteuerung“ (§ 1a Abs. 2 Nr. 1) und kann sich „den an die Fahrzeugführung gerichteten Verkehrsvorschriften [...] entsprechen“ (§ 1a Abs. 2 Nr. 2)
 - ▶ Bediener ist „derjenige, der [...] aktiviert“ (§ 1a Abs. 4) und übernimmt als gefahrnächster die Pflichtenstellung des Fahrers (→ §§ 7, 18 StVG)
- ▶ StVO: adressiert die Pflichten an eine bestimmte (natürliche) Person
 - ▶ Die Prüfung der Einhaltung der StVO muss in die Zulassung und enge Prüfintervalle vorverlagert werden
 - ▶ Projektpraxis: Technischer Sachverständiger prüft streckenbezogene Segmente des Anwendungsfalles (Sachverständigengutachten: Gefährdungsentkräftung)
 - ▶ Prüfungsmaßstab: Sicherheit und Leichtigkeit des Verkehrs „niemanden schädigt oder mehr als unvermeidbar gefährdet, behindert oder belästigt“ (§ 20 Abs. 1)

Transformation: Fahrerloses Fahren

Den Verkehrsvorschriften entsprechen?

- ▶ 9 Abs. 1 S. 1 Straßenverkehrsordnung (StVO): „*Wer abbiegen will, muss dies **rechtzeitig** und **deutlich ankündigen** [...]“
-> Verkehr muss sich auf das Abbiegen einstellen können*
- ▶ Zwei Dimensionen bestimmen die zeitlichen Grenzen:
 - ▶ zu früh: Ankündigung und Einordnung bringt Unklarheit über die beabsichtigte Abbiegestelle
 - ▶ zu spät: Schreckzeit plus Anhalteweg des nachfolgenden Fahrzeugs bzw. Verkehrs reichen nicht aus
- ▶ Anwendung von Verhaltensregeln (StVO) auf Maschinen im Gemischten Verkehr?
 - ▶ Pro: Erwartungen entsprechen, Orientierung geben, Nachahmung von Abweichungen Vermeiden
 - ▶ Contra: Maschine kann Mensch nicht simulieren (Regelungstiefe?)
 - kein Erfahrungswissen, keine Intuition, keine Improvisation
 - überlegene Information, Multitasking, unbedingte Zuverlässigkeit



Problem: Maschinen arbeiten nicht intuitiv, sondern entsprechend einer vorher definierten Programmschleife -> **wann** ist also „**rechtzeitig**“?

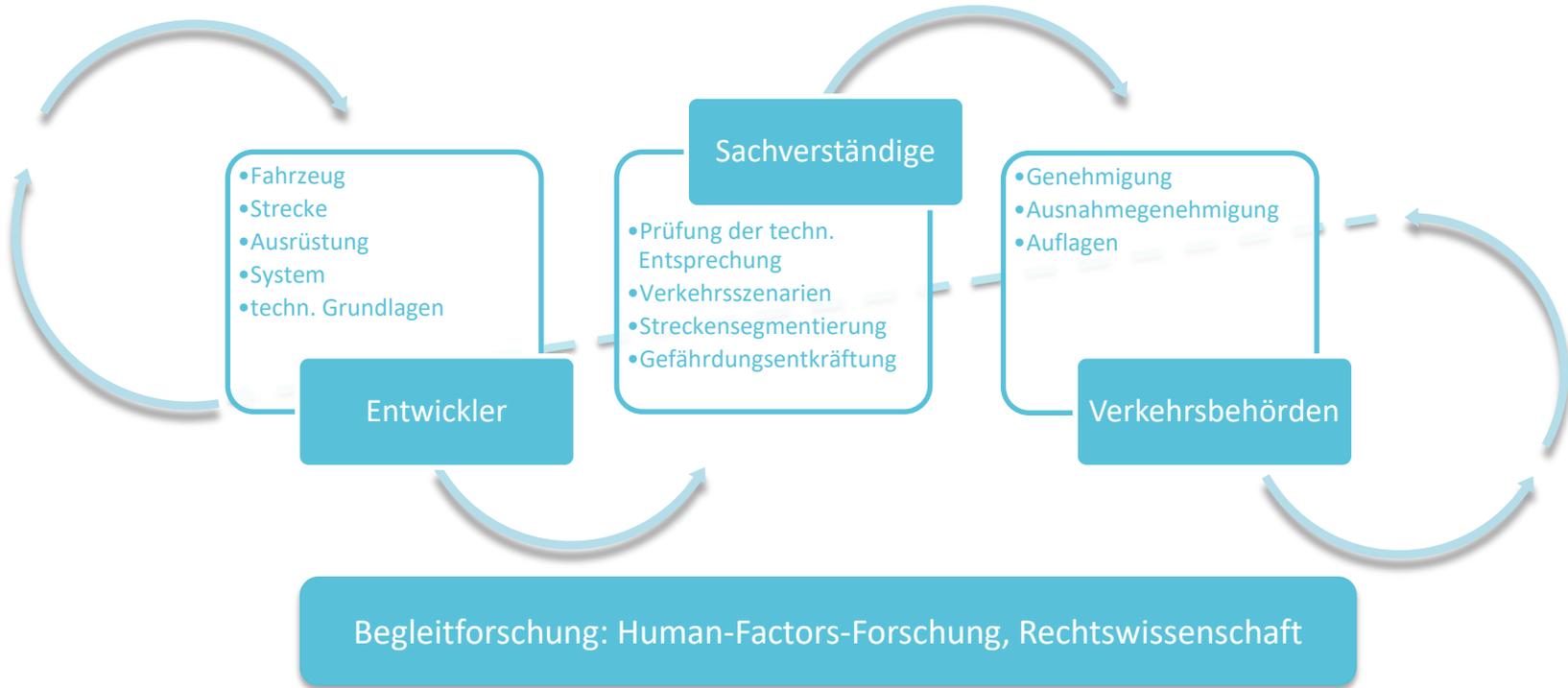
Transformation: Fahrerloses Fahren

Gestaltungsmöglichkeiten in den Projekten

- ▶ **Zulassung ohne Steward:**
 - ▶ Zulassung derzeit ausgeschlossen
 - ▶ Tätigwerden des Gesetzgebers?
 - ▶ Anpassung des Völkerrechts?
 - ▶ Zusatzproblem: Leitwarte, teleoperiertes Fahren und die Datensicherheit
- ▶ **Zulassung mit Steward:**
 - ▶ Zulassungsprozess ist sehr anspruchsvoll (s. o.)
 - ▶ Eingriffsmöglichkeiten des Stewards entsprechen nicht denen eines Fahrers
 - ▶ Technischen Neuheiten müssen in ihrer Sicherheit überprüft werden (Funktionale Sicherheitsprüfung)
 - ▶ Steward übernimmt alle Aufgaben, die das Fahrzeug nicht bewältigt
→ Steward gilt als Fahrzeugführer (Sicherheitstraining als Auflage)
 - ▶ Bei Nichteinhaltung: bestimmte Verkehrsszenarien/use cases werden von vornherein über **Auflagen, Routenführung** und **verkehrliche Gestaltung** oder über **straßenverkehrsrechtliche Ausnahmen** nach § 46 StVO ausgeschlossen

Transformation: Fahrerloses Fahren

Zulassungsprozesses in der interdisziplinären Forschung



Transformation: Grenzen der Technik

Systemgrenzen und Lösungsmöglichkeiten

- ▶ **Grenzen der Technik**
 - ▶ Hoher Bedarf an zuverlässigen und verfügbaren Informationen (Geografie, Position, Verkehrsumgebung, Umweltdaten)
 - ▶ Sehr hohe Anforderungen an Spezifikation, Aktualität und Genauigkeit von Sensorik / Kommunikationsmitteln / Infrastruktur (fahrzeug- und straßenseitig)
- ▶ **Aktuell: Ausnahmegenehmigung für einen räumlich abgegrenzten Bereich verbunden mit konfliktvermeidenden Auflagen (vgl. § 70 StVZO „von allen Vorschriften der StVZO“)**
 - ▶ Höchstgeschwindigkeit, Streckenführung und Verkehrsregeln,
 - ▶ Zeitliche und witterungsbedingte Beschränkung,
 - ▶ Beschränkung im Zusammenhang mit einem Sicherheits- und Notfallkonzept
- ▶ **Lösungsmöglichkeiten: Experimentierklausel im Straßenverkehrsgesetz**
 - ▶ Anwendung: umgrenzter Experimentierraum (Testfeld → Reallabor → Linienverkehr → Robotaxi),
 - ▶ Raum zur Innovation von Technik, Recht und Verfahren sowie Nutzerakzeptanz,
 - ▶ Differenzierte Zulassung

Evolution

(Grenzen des Fahrers)

Evolution: Assistenz bis Hochautomatisierung

Rahmenbedingungen

- ▶ Weg der Automobilindustrie
- ▶ Kontinuierliche und inkrementelle Weiterentwicklung von Fahrassistenzsystemen
- ▶ Reform des Straßenverkehrsgesetzes 2017: §§ 1a und 1b StVG tragen dem Rechnung



Evolution: Assistenz bis Hochautomatisierung

Herausforderungen

„zulässig, wenn die Funktion bestimmungsgemäß verwendet wird.“

§

§ 1a Abs. 1 StVG

„Fahrzeugführer ist auch derjenige, der eine hoch- oder vollautomatisierte Fahrfunktion [...] aktiviert“

§

§ 1a Abs. 4 StVG

„muss derart wahrnehmungsbereit bleiben, dass er seiner Pflicht [zur Übernahme der Fahrzeugsteuerung] jederzeit nachkommen kann“

§

§ 1b Abs. 1 Hs 2 StVG

Evolution: Assistenz bis

Herausforderungen Bestimmungsgemäßer Einsatz

„zulässig, wenn die Funktion **bestimmungsgemäß** verwendet wird.“

§

§ 1a Abs. 1 StVG

„Fahrzeugführer ist auch derjenige, der eine hoch- oder vollautomatisierte Fahrfunktion [...] aktiviert“

§

§ 1a Abs. 4 StVG

„muss derart wahrnehmungsbereit bleiben, dass er seiner Pflicht [zur Übernahme der Fahrzeugsteuerung] jederzeit nachkommen kann“

§

§ 1b Abs. 1 Hs 2 StVG

Evolution: Assistenz bis

Herausforderungen: Veranlassung der Fahrt

„zulässig, [...] zulässig,
wenn die Funktion
bestimmungsgemäß
verwendet wird.“

§

§ 1a Abs. 1 StVG

„Fahrzeugführer ist auch
derjenige, der eine hoch-
oder vollautomatisierte
Fahrfunktion [...] **aktiviert**“

§

§ 1a Abs. 4 StVG

„muss derart
wahrnehmungsbereit
bleiben, dass er seiner
Pflicht [zur Übernahme der
Fahrzeugsteuerung]
jederzeit nachkommen
kann“

§

§ 1b Abs. 1 Hs 2 StVG

Evolution: Assistenz bis

Herausforderungen „Out-of-the-Loop“ Problem

„zulässig, [...] zulässig,
wenn die Funktion
bestimmungsgemäß
verwendet wird.“

§

§ 1a Abs. 1 StVG

„Fahrzeugführer ist auch
derjenige, der eine hoch-
oder vollautomatisierte
Fahrfunktion [...] **aktiviert**“

§

§ 1a Abs. 4 StVG

„muss derart
wahrnehmungsbereit
bleiben, dass er seiner
Pflicht [zur Übernahme der
Fahrzeugsteuerung]
jederzeit nachkommen
kann“

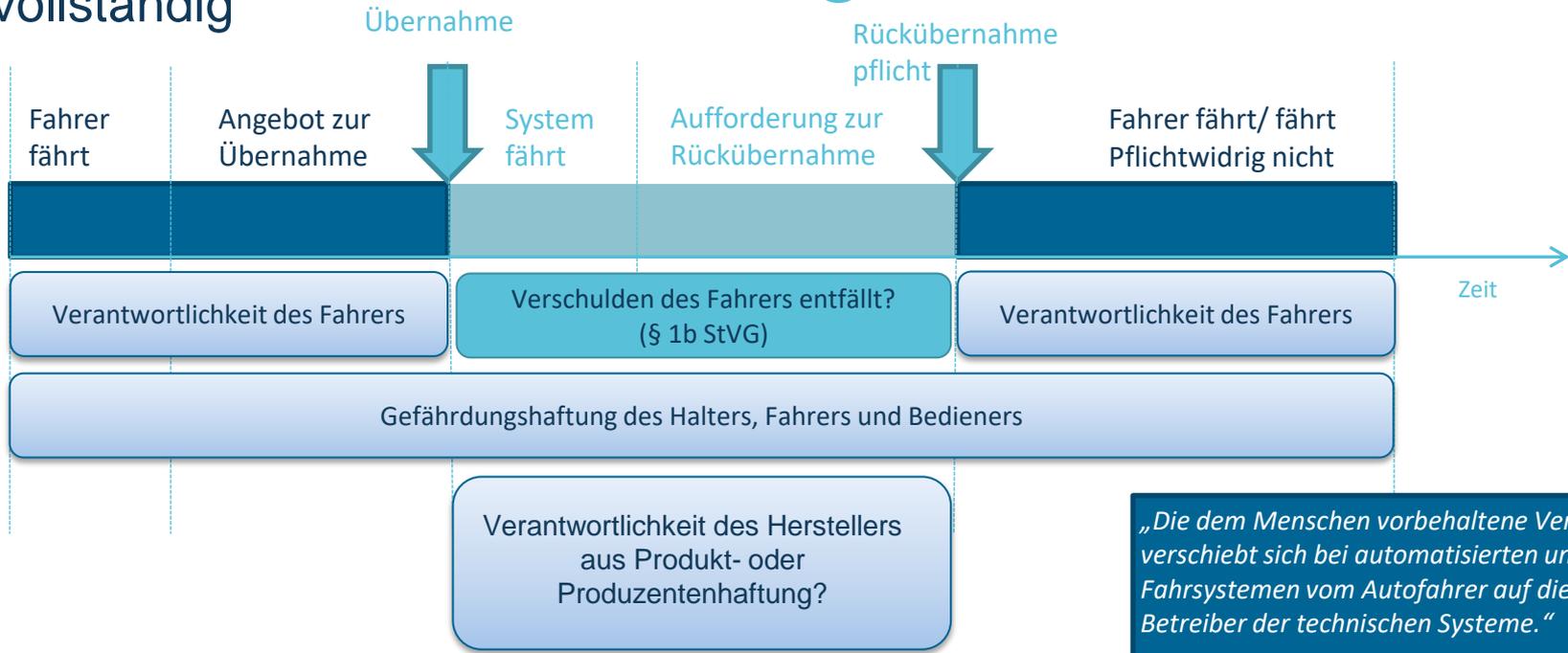
§

§ 1b Abs. 1 Hs 2 StVG

Evolution: Assistenz bis

Hochautomatisierung

Übertragung von Fahraufgaben erfordern den Fahrzeugführer nicht vollständig



„Die dem Menschen vorbehaltene Verantwortung verschiebt sich bei automatisierten und vernetzten Fahrsystemen vom Autofahrer auf die Hersteller und Betreiber der technischen Systeme.“

Ethik-Kommission „Automatisiertes und Vernetztes Fahren“, S. 11

Evolution: Assistenz bis Hochautomatisierung

Systemgrenzen und Lösungsmöglichkeiten

- ▶ Grenzen der Technik
 - ▶ Wie fahrerloses Fahren jedoch mit Fahrer als Letztverantwortlichem
 - ▶ Aufrechterhaltung der Wahrnehmungsbereitschaft (Fahrer im „Loop“ halten)
- ▶ Grenzen des Fahrers
 - ▶ Menschliche Wahrnehmungsbereitschaft und Reaktionsfähigkeit
 - ▶ Erkennbarkeit systembedingter Fehlfunktionen
- ▶ Lösungsmöglichkeiten:
 - ▶ Lösungsansatz der StVG ist durch die Rechtsprechung auszufüllen
 - ▶ Begrenzte Anwendungsfelder: Parken, Autobahn, ...
 - ▶ Klare Aufteilung der Verantwortung für die Fahraufgaben?
 - ▶ Differenzierte Zulassung mit örtlicher Beschränkung bzw. Vorgabe zur Verwendung?

Revolution

(Grenzen der Überprüfbarkeit)

Revolution: Algorithmus und KI statt

Fahrer Rahmenbedingungen

- ▶ Weg der Technologieunternehmen (Bsp.: MOIA, Waymo, Uber)
- ▶ Entwicklung automatisierter Fahrzeuge auf Basis künstlicher Intelligenz und maschinellen Lernens



Dient der Unterstützung
des Fahrers

Dient der Überwindung
des Fahrers

Revolution: Algorithmus und KI statt Fahrer

Systemgrenzen und Lösungsmöglichkeiten

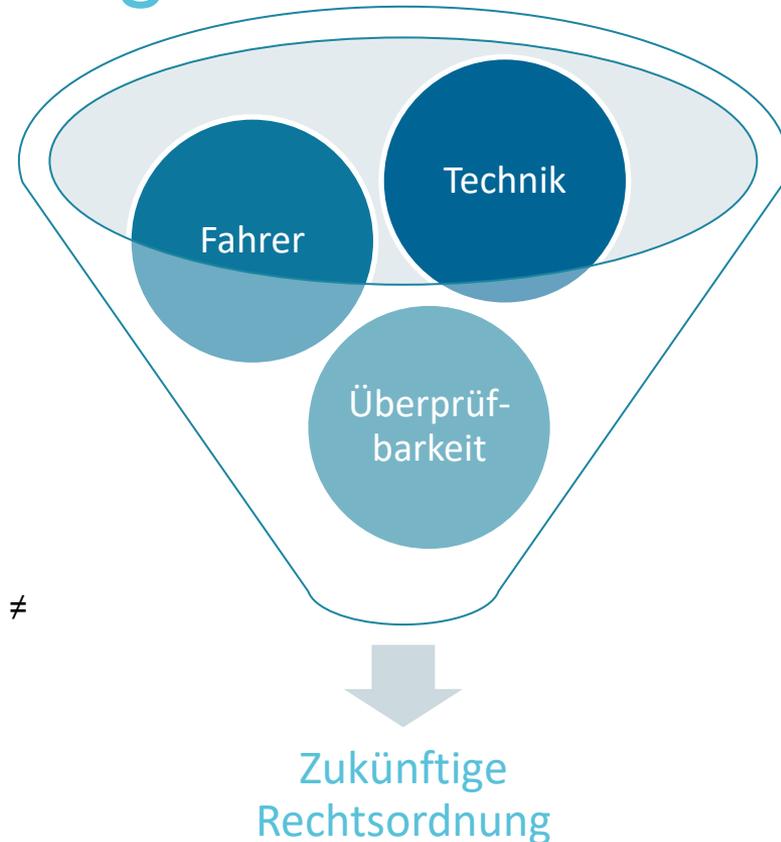
- ▶ **Grenzen der Technik**
 - ▶ KI und teure Sensorik kann hohe Automatisierung ermöglichen
 - ▶ KI kann unzulängliche Sensorik nicht ersetzen (Bsp. optische Systeme)
- ▶ **Grenzen des Fahrers**
- ▶ **Grenzen der Überprüfbarkeit**
 - ▶ Fehlende Transparenz
 - ▶ Hohe Komplexität der Algorithmen
 - ▶ Verantwortlichkeit und Überprüfbarkeit bei Ergebnisräumen?
 - ▶ Simulation und Gefährdungsentkräftung?
- ▶ **Lösungsmöglichkeiten:**
 - ▶ Künstliche Intelligenz in genehmigungsbedürftigen Systemen ist regelbar, aber
 - ▶ Erfahrungen sollten zunächst mit wenig sicherheitsrelevanten Systemen gesammelt werden

Fazit

Wie fit ist die Rechtsordnung?

Grenzen und Orientierung

- ▶ **Grenzen der Technik:**
 - ▶ Verfügbarkeit und Zuverlässigkeit von Sensorik und Kommunikationsmitteln
 - ▶ Verfügbarkeit und Zuverlässigkeit von Information
 - ▶ Straßenverkehrsordnung für Maschinen
- ▶ **Grenzen des Fahrers:**
 - ▶ Wahrnehmungs- und Übernahmebereitschaft
 - ▶ Systembeschreibung vs. Wesentlichkeit (Festlegung von Ausnahmen als Aufgabe des Gesetzgebers ≠ Behörden)
- ▶ **Grenzen der Überprüfbarkeit:**
 - ▶ Komplexität
 - ▶ Verantwortungsdiffusion



IKEM

IKEM – Institut für Klimaschutz,
Energie und Mobilität e. V.
Magazinstraße 15 – 16, 10179 Berlin

www.ikem.de