

# Analyse der rechtlichen Situation von teleoperierten (und autonomen) Fahrzeugen

Dipl.-Ing. Lennart S. Lutz, M. Sc. Tito Tang, Prof. Dr.-Ing. Markus Lienkamp

Technische Universität München, Lehrstuhl für Fahrzeugtechnik  
Boltzmannstraße 15, 85748 Garching b. München  
lennartlutz@gmx.de, tang@ftm.mw.tum.de

## 1 Einleitung

Nach erheblichen Fortschritten im Bereich der Entwicklung von Fahrerassistenzsystemen ist die Idee des vollautonomen Fahrens in den letzten Jahren zunehmend in den Mittelpunkt der Aufmerksamkeit gelangt. Aufgrund verschiedenster Schwierigkeiten existieren bisher allerdings lediglich reine Forschungsfahrzeuge, sodass eine Serieneinführung erst in den kommenden Jahrzehnten zu erwarten ist. Als Übergangstechnologie kann das teleoperierte Fahren dienen, bei dem ein Operator das Fahrzeug von einer Zentrale aus fernsteuert. Anwendungsgebiete für teleoperierte Straßenfahrzeuge sind dabei jegliche Formen der Fahrzeugbereitstellung, z.B. bei Mietwagen oder Carsharing-Projekten. Vorstellbar ist darüber hinaus auch der Einsatz im Rahmen eines teleoperierten Chauffeur-Dienstes. Ein Konzept für ein derartiges teleoperiertes Fahrzeug auf Basis eines Audi Q7 wird momentan am Lehrstuhl für Fahrzeugtechnik der TU München entwickelt und soll den folgenden Betrachtungen zugrunde gelegt werden.

Problematisch ist hierbei, dass die bestehende Rechtsordnung vom Leitbild eines im Fahrzeug anwesenden Führers ausgeht (wie er in der Vergangenheit zwangsläufig notwendig war).

Es stellt sich daher die Frage, inwieweit teleoperierte Fahrzeuge nach der bestehenden Rechtsordnung überhaupt zulässig sind. Dies soll im vorliegenden Beitrag umfassend untersucht werden. Sofern sich die gewonnenen Erkenntnisse dafür nutzbar machen lassen, wird ergänzend auch auf die Zulässigkeit vollautonomer Fahrzeuge (die also ohne einen menschlichen Fahrer auskommen) eingegangen.

## 2 Zulassungsrecht

In Deutschland dürfen Fahrzeuge auf öffentlichen Straßen nach § 3 Abs. 1 S. 1 FZV (Fahrzeugzulassungsverordnung) nur dann betrieben werden, wenn sie zugelassen sind.

Die einzelnen (technischen) Anforderungen für die Zulassung eines Fahrzeugs zum Straßenverkehr in Deutschland sollen im Folgenden auf ihre Vereinbarkeit mit einem teleoperierten Betrieb untersucht werden.

### 2.1 Wiener Übereinkommen

In der Literatur wird momentan kontrovers diskutiert, ob es dem deutschen Staat überhaupt gestattet ist, jede beliebige Art von Fahrzeugen zuzulassen. Zentral ist dabei die Frage, inwieweit der Fahrer die absolute Beherrschung und Kontrolle über sein Fahrzeug ausüben können muss. [für eine Einschränkung der Zulässigkeit 1, S. 530; 2, S. 229; 3, S. 31; 4, 196, 197; 5; dagegen 6, S. 271; 7, S. 54; 8, S. 13; 9]

Ausgangspunkt der Überlegungen ist ein internationaler Vertrag, das Wiener Übereinkommen über den Straßenverkehr (WÜ) vom 8.11.1968. In diesem haben sich die Bundesrepublik Deutschland und verschiedene andere Staaten [Liste unter 10] verpflichtet bestimmte Verkehrsregeln zu schaffen und einzuhalten.

Ein internationaler Vertrag entfaltet in Deutschland regelmäßig keine unmittelbare Wirkung, sondern enthält lediglich den Auftrag an den Gesetzgeber, innerstaatlich bestimmte gesetzliche Vorschriften zur Umsetzung des Vertrags zu erlassen [11, Art. 59, Rn. 40 f.]. Dem ist der deutsche Gesetzgeber nachgekommen, sodass die Regeln im deutschen Straßenverkehr (insbesondere in der StVO) weitestgehend den Vorgaben des WÜ entsprechen. Darüber hinaus ist das WÜ für die Auslegung der zu seiner Umsetzung erlassenen Vorschriften von Bedeutung.

Für die Zulässigkeit des teleoperierten Fahrens ist insbesondere Art. 8 Abs. 1 WÜ relevant:

#### **Artikel 8 Führer**

*Jedes Fahrzeug und miteinander verbundene Fahrzeuge müssen, wenn sie in Bewegung sind, einen Führer haben.*

Nach Art. 8 Abs. 1 WÜ muss also jedes Fahrzeug einen Führer aufweisen. Fraglich ist, ob der Operator als Führer im Sinne des WÜ angesehen werden kann, da er selbst nicht im Fahrzeug anwesend ist und daher nicht auf direktem (mechanischem) Wege auf dieses einwirken kann.

Der Begriff des Führers wird in Art. 1 Buchst. v WÜ definiert. Danach ist der Führer eine Person, die ein Kraftfahrzeug lenkt. Von wo aus dies zu geschehen hat, wird nicht spezifiziert. Auch ansonsten findet sich im WÜ keine Vorschrift, die zwangsläufig eine Anwesenheit des Führers im Fahrzeug voraussetzt.

Zwar gingen die Vertragsparteien beim Abschluss des WÜ wohl vom Leitbild eines im Fahrzeug anwesenden Führers aus. Auch schon 1968 waren jedoch Fernsteuerungen allgemein bekannt (Nikola Tesla patentierte eine Funkfernsteuerung 1898 [12]; Fernsteuerungen für Fernseher, teilweise mit Kabeln, existierten ab etwa 1950). Hätten die Vertragsparteien die Fernsteuerung eines Fahrzeugs verbieten wollen, so hätte es genügt, einen „im Fahrzeug anwesenden Führer“ zu verlangen. Dies ist jedoch offensichtlich nicht geschehen.

Zudem sieht das WÜ in Art. 8 Abs. 2 auch denjenigen als Führer an, der Tiere oder Viehherden leitet. Gerade beim Leiten von Viehherden wird auf das einzelne Tier aber auch nur sehr indirekt eingewirkt, der Führer befindet sich oftmals in großer Entfernung von diesem (beispielsweise bei Schafherden). Diese Situation ist einer Fernsteuerung durchaus vergleichbar. In einem solchen Fall geht das WÜ aber explizit davon aus, dass eine Herde einen Führer haben kann. Gleiches muss daher für die Fernsteuerung eines Fahrzeugs gelten.

Auch der Operator ist folglich als Führer im Sinne des WÜ anzusehen, sodass Art. 8 Abs. 1 auch bei einem teleoperierten Fahrzeug grundsätzlich erfüllt ist. Autonome Fahrzeuge sind nach Art. 8 Abs. 5 WÜ jedoch ausgeschlossen, da diese gerade keinen menschlichen Führer besitzen (Art. 1 lit. v WÜ setzt eine „Person“, mithin einen Menschen, als Führer voraus).

## 2.2 Anwendbare Rechtsnormen

Grundsätzlich richtet sich die Erteilung der Betriebs-erlaubnis für das hier betrachtete (teleoperierte) Fahrzeug der Klasse M1 nach der Richtlinie 2007/46/EG und der ihrer Umsetzung in deutsches Recht dienenden EG-FGV. [13, § 19 StVZO, Rn. 2]

Die technischen Anforderungen für die Erteilung einer EG-Betriebserlaubnis finden sich hauptsächlich in einer Vielzahl von einzelnen EU-Richtlinien, auf die RL 2007/46/EG in Anhang IV verweist.

Neben den dargestellten Rechtsquellen sind weiterhin die Regeln der Economic Commission for Europe (ECE-Regeln) erwähnenswert. Teil 2 Anhang IV RL 2007/46/EG erklärt eine Vielzahl der existierenden ECE-Regeln für gleichwertig zu bestimmten EG-Einzelrichtlinien.

## 2.3 Sichtfeld

Einen fundamental wichtigen Gesichtspunkt bei der Konzeption von teleoperierten Fahrzeugen stellen die an den Operator aus dem Fahrzeug übertragenen visuellen Informationen (Videostream) dar. Da die bisherige Rechtsordnung einen im Fahrzeug anwesenden Fahrer voraussetzt, existieren hierzu keine spezifischen Bestimmungen. Die StVZO und verschiedene Richtlinien der EU legen jedoch detaillierte Anforderungen an das Sichtfeld des Fahrers fest, und zwar in Fahrtrichtung und entgegen dieser (mittels Spiegeln).

Zwar ist davon auszugehen, dass der für den teleoperierten Betrieb umgerüstete Q7 diese Anforderungen ab Werk erfüllt. Den Vorschriften liegt dabei aber offensichtlich der Hauptgedanke (ratio legis) zugrunde, eine für den sicheren Betrieb ausreichende Wahrnehmbarkeit des Verkehrsgeschehens durch den Fahrzeugführer zu gewährleisten. Insofern ist davon auszugehen, dass auch bei einer Fernsteuerung der an den Operator übertragene Videostream den für das Sichtfeld aufgestellten Anforderungen im Wesentlichen genügen muss.

Sowohl die RL 77/649/EWG (Anhang I Nr. 1.1) wie auch die ECE-Regel 125 (Abs. 1.1) gehen von einem ungestörten Sichtfeld des Fahrers von 180° nach vorne aus, das lediglich einzelne Verdeckungen (wie etwa durch die A-Säule) enthalten darf. Das Sichtfeld entgegen der Fahrtrichtung muss durch den Fahrer dagegen lediglich ausschnittsweise (mittels Spiegeln) wahrnehmbar sein.

Für Fahrzeuge der Klasse M1 sind nach der Tabelle in Nr. 2.1.1. Anhang III RL 2003/97/EG ein Innenrückspiegel der Gruppe I und ein Hauptrückspiegel der Gruppe III vorgeschrieben. Nr. 5.1. des Anhangs III der Richtlinie stellt nun konkrete Anforderungen an das mit einem Spiegel der Gruppe I wahrnehmbare Sichtfeld. Für die Hauptaußenrückspiegel der Gruppe III finden sich die relevanten Anforderungen an das Sichtfeld in Nr. 5.3. des Anhangs III der Richtlinie. Nr. 5.3.1 legt dabei das für einen Außenrückspiegel auf der Fahrerseite notwendige Sichtfeld fest und Nr. 5.3.2 analog das für einen Spiegel auf der Beifahrerseite.

Insgesamt werden die in Bild 2.1 dargestellten Anforderungen an das Sichtfeld normiert:

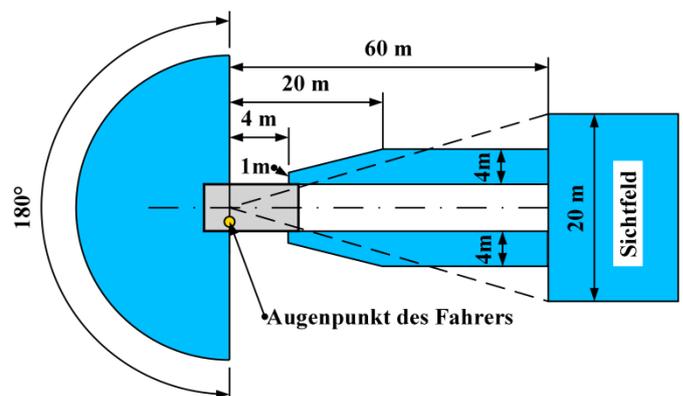


Bild 2.1: Anforderungen an das Sichtfeld

## 2.4 Notw. Auflösungsvermögen der Kameras

Für die Ausstattung eines teleoperierten Fahrzeugs mit Kameras und die Realisierung eines Operatorarbeitsplatzes besonders relevant ist die Frage, welchen Bereich des Sichtfeldes (insbesondere des geforderten 180° Sichtfeldes nach vorne) der Operator ständig überwachen bzw. überwachen können muss. Schließlich kann auch ein im Fahrzeug anwesender Fahrer diesen Raum aufgrund des begrenzten menschlichen Sehvermögens nur teilweise wahrnehmen.

Anhaltspunkte hierzu bietet die Fahrerlaubnisverordnung (FeV), und der in dieser für Führerscheinanwärter vorgeschriebene Sehtest. Es kann davon ausgegangen werden, dass die Videoausrüstung eines teleoperierten Fahrzeugs keine strengeren Voraussetzungen erfüllen muss, als sie an das Sehvermögen eines im Fahrzeug anwesenden Fahrers gestellt werden.

Bei den angestellten Überlegungen ist je nach Einsatzzweck des teleoperierten Fahrzeugs zu unterscheiden: Handelt es sich um eine Leerfahrt zur Überführung des Pkw, ist lediglich ein normaler Führerschein der Klasse B erforderlich (§ 6 Abs. 1 S. 1 FeV). Gem. § 12 Abs. 2 S.1 FeV muss sich der Bewerber um eine Fahrerlaubnis der Klasse B einem Sehtest unterziehen und dabei nach S. 4 mindestens die in Anlage 6 Nr. 1.1 genannten Werte erreichen. Allerdings wird in diesem Test nur die Sehschärfe der Augen geprüft. Weitere Informationen lassen sich aus den Vorschriften für das Nichtbestehen des Sehtests gewinnen: Gem. § 12 Abs. 5 FeV ist in einem solchen Fall eine augenärztliche Untersuchung erforderlich, bei der nach Anlage 6 Nr. 1.2 FeV deutlich mehr Parameter untersucht, jedoch geringfügig weniger strenge Anforderungen erfüllt werden müssen. Eine Umrechnung kann näherungsweise nach der folgenden Formel 1 erfolgen:

$$N = 60 \beta V$$

V: Visus     $\beta$ : Bildwinkel [°]    N: Zeilenzahl

Es ergibt sich dann eine notwendige horizontale Auflösung von 3600 und eine vertikale von 1200 Zeilen. Durch Multiplikation erhält man eine minimale Auflösung der Kamera von 4,32 Megapixeln. Nach [14] ist dabei jedoch zu berücksichtigen, dass eine Kamera nur 60-80 % ihrer Pixel wirklich zur Auflösung nutzt (der Rest dient ggf. der Wahrnehmung von Farben). Demnach müsste die eingesetzte Kamera, ausgehend von den Anforderungen für einen Führerschein der Klasse B, eine Mindestauflösung von 5,4-7,2 Megapixeln besitzen.

Werden in dem Fahrzeug dagegen entgeltlich oder geschäftsmäßig Fahrgäste befördert, ist nach § 48 Abs. 1 FeV eine zusätzliche Fahrerlaubnis zur Fahrgastbeförderung erforderlich. Voraussetzung hierfür ist (unter anderem) gem. § 48 Abs. 4 Nr. 4 FeV, dass der Bewerber die strengeren Anforderungen an das Sehvermögen nach § 12 Abs. 6 FeV i.V.m. Anlage 6 Nummer 2 FeV erfüllt.

Eine analoge Berechnung für die Anforderungen an einen Bewerber um eine Fahrerlaubnis zur Fahrgastbeförderung ergibt eine notwendige Auflösung von 6720 Zeilen horizontal und 1920 Zeilen vertikal. Eine Kamera in einem zur Fahrgastbeförderung eingesetzten Fahrzeug müsste also eine Auflösung von 16,1-21,5 Megapixeln aufweisen. Die Anforderungen sind in Bild 2.1 zusammengefasst dargestellt.

	Klasse B	Fahrgastbef.
<b>Min. Sichtfeld (horiz. x vertik.)</b>	120° x 40°	140° x 40°
<b>Sehschärfe (Visus)</b>	0,5	0,8
<b>Kameraauflösung</b>	5,4–7,2 MP (3600 x 1200)	16,1–21,5 MP (6720 x 1920)

Tabelle 2.1 Notwendiges Sehvermögen nach Anl. 6 FeV und errechnete Kameraauflösung

## 2.5 Bremsen

Der hier betrachtete Audi Q7 verfügt bereits ab Werk über ein für den normalen Einsatz zugelassenes Bremssystem. Allerdings ergeben sich für den teleoperierten Betrieb einige spezielle Konstruktionsanforderungen.

Anforderungen an die Bremsanlage eines Fahrzeugs der Klasse M1 finden sich auf europäischer Ebene in RL 71/320/EWG und ECE-Regel 13-H. Die gestellten Anforderungen gleichen sich weitestgehend, weshalb hier nur auf die aktuellere ECE-Regel 13-H eingegangen werden soll.

Nach Abs. 5.2.1 der ECE-R 13-H müssen Fahrzeuge der Klasse M1 insgesamt 3 Bremsanlagen aufweisen: Ein Betriebsbremssystem gem. Abs. 5.1.2.1, ein Hilfsbremssystem gem. Abs. 5.1.2.2 und ein Feststellbremssystem ( $\approx$  normale Handbremse) gem. Abs. 5.1.2.3.

Nach Abs. 5.2.2 dürfen diese Bremssysteme jedoch bestimmte gemeinsame Teile besitzen. Insbesondere ist es nach Abs. 5.2.2.1 ausreichend, wenn die Bremssysteme lediglich über zwei voneinander unabhängige Betätigungseinrichtungen verfügen, wobei nach Abs. 5.2.2.2 die Betätigungseinrichtung des Betriebsunabhängig von der des Feststellbremssystems sein muss.

Dies ist zunächst am Operatorarbeitsplatz zu berücksichtigen, indem zwei separate Bremspedale oder -hebel vorgesehen werden. Fraglich ist aber, ob sich hieraus auch besondere Anforderungen an die Verbindung zwischen Operatorarbeitsplatz und Bremshebel bzw. -pedal im Fahrzeug ergeben, i.e. ob die beiden voneinander unabhängigen Bremsen auch durch voneinander unabhängige Komponenten und Funkverbindungen angesteuert werden müssen.

Nach Abs. 2.4 ist eine Betätigungseinrichtung der Teil der Bremsanlage, „den der Fahrzeugführer unmittelbar betätigt, um die zur Bremsung erforderliche Energie in die Übertragungseinrichtung einzuleiten oder zu steu-

ern...“. Die Betätigungseinrichtung ist also nur das Schaltgerät, welches der Fahrer direkt physisch bedient. Eine Ausstattung des Operatorarbeitsplatzes mit zwei separaten Schaltgeräten (die aber eine gemeinsame Verbindung zum Fahrzeug nutzen) würde daher dem Wortlaut nach die Forderung nach zwei verschiedenen Betätigungseinrichtungen erfüllen.

Allerdings gehört die Verbindung zwischen dem Operatorarbeitsplatz und den Bremsen im Fahrzeug dann zu der Übertragungseinrichtung i.S.d. Abs. 2.5 der ECE-Regel 13-H, an die ebenfalls bestimmte Anforderungen gestellt werden. Nach Abs. 5.2.2.6 muss es auch bei Störungen oder Bauteilversagen (mit Ausnahme einiger weniger mechanischer Teile die als sicher angesehen werden) möglich sein, das Fahrzeug unter den für die Hilfsbremsung vorgeschriebenen Bedingungen anzuhalten.

Sollte also eine Störung der Funkverbindung zwischen Operatorarbeitsplatz und Fahrzeug oder bei der zur Ansteuerung der Betriebsbremse am Arbeitsplatz oder im Fahrzeug eingesetzten Technik auftreten, müsste dennoch ein sicheres Abbremsen des Fahrzeugs möglich sein. Ein teleoperiertes Fahrzeug ist daher mit zwei voneinander unabhängigen Bremssystemen auszustatten. Üblicherweise genügt es dazu, zwei vollständig separate Ansteuerungsmöglichkeiten, die keinerlei gemeinsame Komponenten nutzen, für die im Fahrzeug vorhandenen Bremspedale (bzw. das Fußbremspedal und den Handbremshebel) vorzusehen.

Weiter ist die Vorschrift des Abs. 5.2.2.8 zu beachten:

**Abs. 5.2.2.8 ECE Regel 13-H**

*Entsteht die Betriebsbremskraft und erfolgt ihre Übertragung ausschließlich durch einen vom Fahrzeugführer gesteuerten Energievorrat, so müssen mindestens zwei voneinander völlig unabhängige Energiespeicher mit je einer eigenen, ebenfalls unabhängigen Übertragungseinrichtung vorhanden sein; jeder Vorrat darf auf die Bremsen von nur zwei oder mehr Rädern wirken, die so gewählt sind, dass sie allein die vorgeschriebene Wirkung der Hilfsbremse gewährleisten, ohne dass die Stabilität des Fahrzeugs während des Bremsens beeinträchtigt wird; jeder Energievorrat muss außerdem mit einer Warneinrichtung nach Absatz 5.2.14 ausgerüstet sein.*

Bei einem teleoperierten Fahrzeug werden die Bremsen vom Operator rein elektrisch bedient, mithin entsteht die Bremskraft durch einen vom Fahrzeugführer gesteuerten Energievorrat. Am Teleoperatorarbeitsplatz und im Fahrzeug sind demnach gem. Abs. 5.2.2.8 separate Energiespeicher für die separaten Bremssysteme vorzusehen. Zudem müssen diese Energiespeicher nach Abs. 5.2.2.8 i.V.m. Abs. 5.2.14 von einer Warneinrichtung überwacht werden, die dem Fahrer ggf. ein Abfallen der gespeicherten Energiemenge anzeigt.

Für die Speisung dieser Energiespeicher genügt allerdings nach Abs. 5.2.4 „eine einzige Energiequelle (...),

doch muss die Art des Antriebs dieser Energiequelle so sicher wie irgend möglich sein.“.

Gleiche Anforderungen ergeben sich auch für die Bremsen eines autonomen Fahrzeugs, da die Bremsbetätigung hier ebenfalls rein elektrisch bzw. elektronisch erfolgt. Die Zulassungsanforderungen an eine teleoperierte oder autonome Bremse sind abschließend in Bild 2.2 noch einmal zusammengefasst dargestellt.

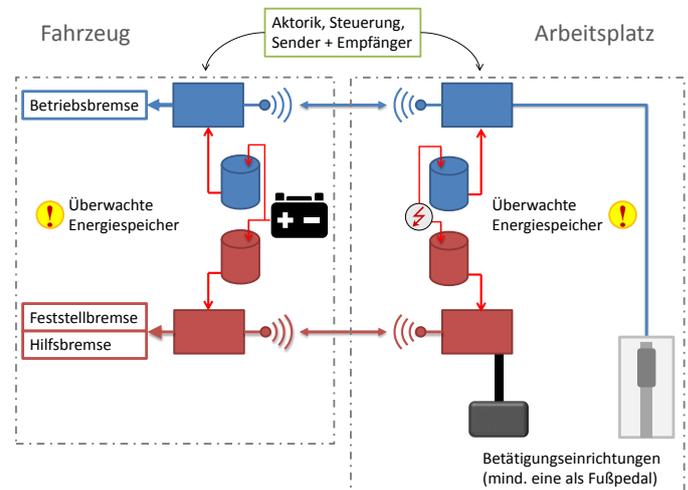


Bild 2.2: Anforderungen an eine teleoperierte Bremse

**2.6 Lenkanlagen**

Bei herkömmlichen Fahrzeugen besteht zwischen dem Steuerrad und den gelenkten Rädern eine mechanische Verbindung, wodurch eine hohe Ausfallsicherheit der Lenkung gewährleistet ist. Bei einem teleoperierten Fahrzeug muss die Verbindung zwischen Steuerrad und Rädern dagegen zwangsläufig elektrisch und teilweise lediglich sogar per Funk erfolgen.

**2.6.1 Zulässigkeit von teleoperierten Lenkanlagen**

Auf europäischer Ebene kann eine Genehmigung einer Lenkanlage zunächst erteilt werden, wenn diese den Bestimmungen der RL 70/311/EWG entspricht. Nach Nr. 0.2. RL 70/311/EWG gilt dies jedoch

**Nr. 0.2. RL 70/311/EWG**

*„...nicht für Lenkanlagen mit rein pneumatischer, rein elektrischer oder rein hydraulischer Übertragungseinrichtung...“*

Sowohl teleoperierte wie auch autonome Fahrzeuge müssen jedoch zwangsläufig über eine rein elektrische Lenkanlage verfügen, sodass diese nicht nach RL 70/311/EWG genehmigungsfähig sind.

Alternativ könnte eine europäische Genehmigung auch nach ECE-Regel 79 erfolgen, die von RL 2007/46/EWG Anhang IV Teil 2 für äquivalent zu RL 70/311/EWG erklärt wird. In Abs. 1.2.2 wird jedoch festgelegt, dass die Regelung nicht für autonome Lenkanlagen gelten soll. Diese sind in Abs. 2.3.3 definiert:

„autonome Lenkanlage“ eine Anlage mit einer Funktion in einem komplexen elektronischen Steuersystem, die bewirkt, dass das Fahrzeug einer festgelegten Fahrspur folgt oder seine Fahrspur aufgrund von Signalen ändert, die außerhalb des Fahrzeugs ausgelöst und von dort übertragen werden. Der Fahrzeugführer hat dabei nicht unbedingt die Hauptverantwortung für das Führen des Fahrzeugs.

Ein teleoperiertes Fahrzeug, das von außerhalb (vom Operatorarbeitsplatz) ferngesteuert wird, ist damit auch nicht nach ECE-Regel 79 genehmigungsfähig. Gleiches gilt für ein vollautonomes Fahrzeug, da dieses einer festgelegten Fahrspur folgt und mithin ebenfalls eine autonome Lenkanlage im Sinne der Vorschrift darstellt.

Begründet wird dieses faktische Verbot (in der Einleitung der Regel 79) mit der befürchteten Unklarheit bezüglich der Hauptverantwortung für das Führen des Fahrzeugs und dem Fehlen von international abgestimmten Datenübertragungsprotokollen.

### 2.6.2 Absehbare Anforderungen

Obwohl teleoperierte und autonome Lenkungen zurzeit nicht genehmigungsfähig sind, ist absehbar, dass sie im Falle einer zukünftigen Gesetzesänderung mindestens die in ECE-Regel 79 festgelegten Anforderungen für rein elektrische Lenkungen werden erfüllen müssen. Diese sollen daher im Folgenden kurz vorgestellt werden.

Detaillierte Anforderungen für den Störfall elektrischer Lenkanlagen stellt Abs. 5.3.3 ECE-R 79 auf. Danach muss das Fahrzeug auch beim Auftreten eines Fehlers den normalen Anforderungen an intakte Lenkanlagen entsprechend lenkbar bleiben (Abs. 5.3.3.2). Daraus ergibt sich wohl zwangsläufig die Notwendigkeit, eine separate und redundante Steuerungseinrichtung für die Lenkung vorzusehen.

Im Falle des Ausfalls der Energiequelle müssen nach Abs. 5.3.3.3 bei einer Geschwindigkeit von 10 km/h noch mindestens 24 „Achten“ mit einem Bahndurchmesser von 40 m gefahren bzw. gelenkt werden können. Es sind daher ausreichend große Puffer in der Energieversorgung der Lenkung vorzusehen. Nach dem Fahren der 24 „Achten“ muss die Maximalgeschwindigkeit des Fahrzeugs auf weniger als 10 km/h begrenzt werden, ansonsten wäre die volle Lenkfähigkeit weiter zu gewährleisten (Schluss aus Abs. 5.3.3.4 und Abs. 5.3.3.1).

Diese Anforderungen sind konzeptionell im nachfolgenden Bild 2.3 veranschaulicht.

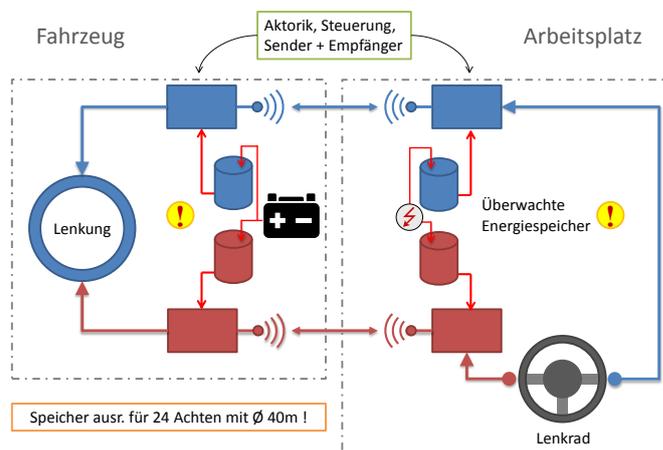


Bild 2.3: Anforderungen an eine elektrische Lenkanlage

## 3 Verhaltensanforderungen an den Fahrer

In der StVO und der StVZO werden dem Fahrzeugführer darüber hinaus verschiedene Verhaltensweisen abverlangt. Diese gehen vom bisherigen Leitbild eines selbst im Fahrzeug anwesenden und dieses beherrschenden Fahrers aus. Vielfach sind daher Anforderungen normiert, die der Fahrer eines teleoperierten Fahrzeugs nicht erfüllen kann. Im Folgenden soll ein Überblick über derartige Vorschriften gegeben werden.

### 3.1 Überprüfung mitzuführender Gegenstände

§ 31b StVZO bestimmt:

#### § 31b StVZO

*Führer von Fahrzeugen sind verpflichtet, zuständigen Personen auf Verlangen folgende mitzuführende Gegenstände vorzuzeigen und zur Prüfung des vorschriftsmäßigen Zustands auszuhändigen: ...*

Von der nachfolgenden Auflistung sind für ein teleoperiertes Fahrzeug der Klasse M1 nur Nr. 2 (Erste-Hilfe-Material nach § 35 h Abs. 3 und 4) sowie Nr. 4 (Warn-dreiecke und Warnleuchten gem. § 53a Abs. 2) relevant.

Problematisch ist hierbei nicht, dass das Fahrzeug mit derartigen Gegenständen ausgestattet sein muss. Kritisch ist vielmehr, dass der Führer diese Gegenstände zur Prüfung ggf. vorzeigen und aushändigen muss. Insbesondere der Begriff „aushändigen“ legt dabei eindeutig ein aktives Handeln einer Person nahe: Laut Duden bedeutet er (jemandem, der zu dem Empfang berechtigt ist) etwas übergeben, in die Hand geben [15].

Im Fall eines teleoperierten Fahrzeugs befindet sich der Fahrzeugführer jedoch nicht im Fahrzeug. Bei einer Kontrolle ist es ihm daher unmöglich, Warndreieck und Erste-Hilfe-Material auszuhändigen.

Kommt der Fahrzeugführer dieser Anforderung aber nicht nach, handelt er gem. § 69a Abs. 5 Nr. 4b ordnungswidrig im Sinne des § 24 StVG und kann gem. § 24 Abs. 2 StVG mit einer Geldbuße bis 2000 € belegt werden.

### 3.2 15 StVO

Ein ähnliches Problem tritt auch bezüglich § 15 StVO auf: Der Fahrzeugführer eines mehrspurigen Fahrzeugs (= Fahrzeuge mit mindestens 3 Rädern) muss gem. § 15 S. 2 StVO beim Liegenbleiben seines Fahrzeugs ein Warndreieck aufstellen. Der Operator ist nicht (im möglicherweise leeren Fahrzeug) anwesend, weshalb es ihm unmöglich ist, dieser Anforderung zu entsprechen. § 15 S. 2 StVO ist daher mit einem teleoperierten Fahrzeug nicht erfüllbar.

Eine Zuwiderhandlung stellt eine Ordnungswidrigkeit gem. § 49 I Nr. 15 iVm § 24 StVG (Nr. 66 BKat) dar. Bei qualifizierten Verstößen kann sogar der Straftatbestand des § 315 c I Nr. 2 g StGB erfüllt sein. [16, § 15 StVO, Rn. 8]

Im ungünstigsten Fall drohen dem Operator dann Gefängnisstrafen von bis zu 5 Jahren. Außerdem kann das Unterlassen der Absicherung eine zivilrechtliche Haftung für entstehende Schäden auslösen [16, § 15 StVO, Rn. 9].

### 3.3 § 142 StGB: Unfallflucht

Der häufig auch als Fahrerflucht bezeichnete § 142 StGB (Strafgesetzbuch) stellt das unerlaubte Entfernen vom Unfallort unter Strafe. Dadurch soll verhindert werden, dass ein Unfallbeteiligter keine Feststellungen zum Unfallhergang bzw. zu seiner Identität ermöglicht und sich etwaigen Schadensersatzforderungen entzieht. [17]

Der Operator eines teleoperierten Fahrzeugs ist jedoch zu keinem Zeitpunkt am Unfallort anwesend. Folglich kann er sich auch nicht von diesem entfernen und sich daher auch nicht wegen Unfallflucht nach § 142 StGB strafbar machen.

§ 142 StGB zeigt also exemplarisch, dass die bestehende Rechtsordnung einen im Fahrzeug anwesenden Fahrer voraussetzt, ist jedoch selbst nicht auf teleoperierte Fahrzeuge anwendbar. Gleiches gilt für autonome Fahrzeuge.

## 4 Haftungsrecht

Neben der Frage, unter welchen Bedingungen ein teleoperiertes Fahrzeug überhaupt zugelassen werden kann, ist von besonderem Interesse, wer für etwaige während des Betriebs durch das Fahrzeug verursachte Schäden aufkommen muss. Dieser Aspekt ist nicht nur bei einer betriebswirtschaftlichen Betrachtung zu berücksichtigen, sondern wird auch bei der Abschätzung der anzustrebenden Ausfall- und Funktionssicherheit des Systems relevant.

Im Folgenden wird lediglich auf die gesetzlich angeordnete Haftung eingegangen. Sofern zwischen den einzelnen Beteiligten Verträge bestehen, ist daneben auch eine vertragliche Haftung denkbar. Diese hängt dann aber in erheblichem Maße von der jeweiligen Ausgestaltung der Vertragsbeziehungen ab.

### 4.1 Haftung des Fahrzeughalters

Für den Fahrzeughalter sieht § 7 StVG (Straßenverkehrsgesetz) eine der weitestgehenden Haftungsregeln des deutschen Rechts vor. Halter ist dabei, wer das Fahrzeug für eigene Rechnung in Gebrauch hat und die für den Gebrauch erforderliche Verfügungsgewalt über dieses besitzt (also üblicherweise der Betreiber des teleoperierten Fahrzeugs) [18, Rn. 62]. § 7 Abs. 1 StVG bestimmt:

#### § 7 Abs. 1 StVG

*Wird bei dem Betrieb eines Kraftfahrzeugs oder eines Anhängers, der dazu bestimmt ist, von einem Kraftfahrzeug mitgeführt zu werden, ein Mensch getötet, der Körper oder die Gesundheit eines Menschen verletzt oder eine Sache beschädigt, so ist der Halter verpflichtet, dem Verletzten den daraus entstehenden Schaden zu ersetzen.*

Anders als sonst im Haftungsrecht üblich, kommt es also nicht auf ein individuelles Fehlverhalten (Verschulden) des Halters an [16, § 7 StVG, Rn. 1]. Der Halter haftet somit prinzipiell für alle Schäden, die durch das Fahrzeug als solches verursacht werden. Ob der Halter selbst kausal für diese Schäden verantwortlich ist (etwa durch ungenügende Wartung), ob er sie hätte vorhersehen oder vermeiden können, ist dabei irrelevant. Der Halter muss vielmehr für die erhöhte Gefahr eintreten, die von dem Fahrzeug selbst bei ordnungsgemäßem Betrieb ausgeht (sog. Gefährdungshaftung). Dabei haftet der Halter nach § 12 StVG bis zu einem Betrag von 5 Millionen Euro für Personen- und bis zu 1 Million Euro für Sachschäden.

Nur für wenige eng begrenzte Fallkonstellationen sieht § 7 Abs. 2, 3 StVG die Möglichkeit eines Entfallens der Halterhaftung vor (höhere Gewalt, unbefugte Benutzung des Fahrzeugs).

Weiter kommt eine Haftung des Halters aus § 823 Abs. 1 BGB in Betracht. Im Gegensatz zu § 7 StVG muss der Halter den Schaden hierfür jedoch durch vorsätzliches (≈ gewolltes/wissentliches) oder fahrlässiges Handeln hervorrufen. Eine Haftung tritt damit nur unter höheren Anforderungen ein als bei § 7 Abs. 1 StVG, sodass § 823 Abs. 1 demgegenüber nur eine geringe eigenständige Bedeutung hat.

Aufgrund der sehr weitgehenden Halterhaftung ist der Halter eines Fahrzeugs nach § 1 PflVersG (Gesetz über die Pflichtversicherung für Kraftfahrzeughalter) verpflichtet, für sich, den (ggf. vorhandenen nicht personengleichen) Eigentümer und den Fahrer eine Haftpflichtversicherung zur Deckung der durch das Fahrzeug verursachten Schäden abzuschließen. Speziell bei einem teleoperierten Fahrzeug sollten individuelle Versicherungsbedingungen ausgehandelt werden, die einen teleoperierten Betrieb auch erlauben.

### 4.2 Haftung des Fahrzeugführers / Operators

Die Haftung des Fahrzeugführers bzw. hier des Operators richtet sich in erster Linie nach § 18 Abs. 1 StVG, der bestimmt, dass der Fahrzeugführer ebenso wie der

Halter für Schäden haftet. Dabei hat der Fahrzeugführer jedoch nach S. 2 die Möglichkeit, den Nachweis zu führen, dass ihn kein Verschulden an dem Schaden trifft. Dies kann beispielsweise in der Form geschehen, dass der Fahrer sein verkehrsrichtiges Verhalten in der fraglichen Situation beweist [16, StVG § 18, Rn. 8]. Gelingt ihm dies, muss er für Schäden nicht eintreten.

Könnte der Operator also beispielsweise nachweisen, dass der Schaden aufgrund eines technischen Fehlers des teleoperierten Fahrzeugs entstanden ist (etwa eine Störung in der Funkverbindung vorlag) und dass ihm hierfür kein Verschulden zukommt, müsste er nicht haften.

Daneben ist, wie beim Halter, eine Haftung des Fahrers aus § 823 Abs. 1 BGB denkbar. Hierfür gilt das zur Halterhaftung aus § 823 Abs. 1 BGB Gesagte, es ergibt sich auch bei der Fahrerhaftung kaum eine eigene Bedeutung gegenüber § 18 Abs. 1 StVG.

### 4.3 Haftung des Herstellers

Weiter kommt ggf. eine Haftung des Herstellers des teleoperierten Fahrzeugs in Betracht. Von Bedeutung ist hier zunächst das am 1.1.1990 in Kraft getretene ProdHaftG (Produkthaftungsgesetz). Dieses bestimmt in § 1 Abs. 1 S. 1:

#### **§ 1 Abs. 1 S. 1 ProdHaftG**

*Wird durch den Fehler eines Produkts jemand getötet, sein Körper oder seine Gesundheit verletzt oder eine Sache beschädigt, so ist der Hersteller des Produkts verpflichtet, dem Geschädigten den daraus entstehenden Schaden zu ersetzen.*

Wie schon bei der Haftung des Fahrzeughalters fällt auch hier auf, dass § 1 ProdHaftG kein Verschulden voraussetzt. Der Hersteller haftet also jeder beliebigen Person grundsätzlich für jeden Fehler seines Produkts, er muss den Schaden nicht einmal fahrlässig herbeigeführt haben.

Ein Schadensersatzanspruch gem. § 1 Abs. 1 S. 1 ProdHaftG setzt zunächst voraus, dass der Anspruch gegen den Hersteller geltend gemacht wird, dass eine Verletzung von Leben, Körper, Gesundheit oder Eigentum durch ein Produkt vorliegt und dass dieses Produkt einen Fehler aufweist.

Bei der hier vorgenommenen Betrachtung ist insbesondere von Interesse, wann das Produkt einen Fehler aufweist, weil es der Hersteller in der Hand hat, Fehler möglichst konstruktiv und organisatorisch auszuschließen. Nach § 3 Abs. 1 ProdHaftG ist ein Produkt fehlerhaft, wenn es nicht die Sicherheit bietet, die berechtigterweise erwartet werden kann.

In der juristischen Literatur und der Rechtsprechung werden meist drei Fehlerkategorien unterschieden: Konstruktions-, Fabrikations- und Instruktionsfehler.

#### 4.3.1 Konstruktionsfehler

Ein Konstruktionsfehler liegt vor, wenn das Produkt infolge fehlerhafter technischer Konzeption oder Planung für eine gefahrlose Benutzung nicht geeignet ist [21, ProdHaftG § 3, Rn. 8]. Im Rahmen der Konstruktion muss der Hersteller die Maßnahmen ergreifen, die zur Vermeidung einer konkreten Gefahr erforderlich und zumutbar sind [19]. Technische Normen und gesetzliche Sicherheitsbestimmungen bilden dabei den Mindeststandard an Sicherheit, dessen Einhaltung die Allgemeinheit berechtigterweise erwarten kann [20, 21, ProdHaftG § 3, Rn. 4]. Ein teleoperiertes Fahrzeug muss daher unbedingt alle relevanten Normen einhalten. Dies sind hier insbesondere die Normen IEC/EN 61508 und DIN/ISO 26262.

#### 4.3.2 Fabrikationsfehler

Neben den Konstruktionsfehlern muss der Hersteller auch für Fabrikationsfehler eintreten. Diese haften nur einzelnen Stücken an und beinhalten eine Abweichung vom allgemeinen Standard, den der Hersteller für eine Produktserie definiert hat. Dazu gehören auch sogenannte Ausreißer, selbst wenn der Hersteller alle zumutbaren Vorkehrungen getroffen hat und der Fabrikationsfehler trotzdem unvermeidbar war. [21, ProdHaftG § 3, Rn. 9]

Ist also auch nur in einem von Tausenden von Fahrzeugen etwa ein Kondensator fehlerhaft, so haftet der Hersteller für die entstehenden Schäden. Dies gilt selbst dann, wenn dieser Fehler nicht erkennbar und für den Hersteller unvermeidbar war.

#### 4.3.3 Instruktionsfehler

Schließlich muss der Hersteller auch für sogenannte Instruktionsfehler eintreten. Ein Instruktionsfehler liegt vor, wenn die Gebrauchsanweisung mangelhaft ist oder der Hersteller nicht ausreichend vor Gefahr bringenden Eigenschaften des an sich fehlerlosen Produkts warnt [21, ProdHaftG § 3, Rn. 10].

Ein weiterer wichtiger Aspekt wird von Bewersdorf angeführt: Die Bedienung eines gewöhnlichen Fahrzeugs ist dem Fahrer aus dem Fahrunterricht zur Erlangung des Führerscheins bekannt. Der Hersteller kann daher entsprechende Grundkenntnisse voraussetzen. Anders verhält es sich bei Autos mit aufwendigen Fahrerassistenzsystemen sowie teleoperierten Fahrzeugen, die Wissensvermittlung ist hier gerade nicht durch die Führerscheinplicht gesichert. [7, S. 173]

Der Hersteller solcher Fahrzeuge muss daher ein spezielles Augenmerk auf die einfache und verständliche Beschreibung der Funktionen und der Bedienung legen. Außerdem wird gefordert, dass das System den Fahrer in kritischen Situationen aktiv auf ein Versagen hinweisen muss (z.B. durch ein optisches oder akustisches Signal). [22; 7, S. 174]

### 4.3.4 Produzentenhaftung nach § 823 Abs. 1 BGB

Neben der Produkthaftung nach dem § 1 Abs. 1 ProdHaftG besteht des Weiteren die Möglichkeit, dass der Hersteller nach § 823 Abs. 1 BGB haften muss. Die Rechtsprechung hat diese sog. Produzentenhaftung jedoch derart weiterentwickelt, dass sie nahezu der verschuldensunabhängigen Produkthaftung entspricht, insbesondere treffen den Hersteller die gleichen Fehlervermeidungspflichten.

### 4.4 Haftung des Infrastrukturbetreibers und Zulieferers

Neben dem Endhersteller haftet auch der Zulieferer nach den oben genannten Grundsätzen (§ 1 Abs. 1 ProdHaftG, § 823 Abs. 1 BGB), allerdings nur für Fehler des eigenen Produkts, also des jeweiligen Zulieferteils [33, § 823, Rn. 605].

In Betracht kommt daneben auch noch eine Haftung des Infrastrukturbetreibers und -herstellers, also etwa des Herstellers der Sendemasten [vgl. 33, ProdHaftG § 2, Rn. 8]. Sind diese defekt, muss unter Umständen der Hersteller dafür einstehen. Hierbei ist jedoch zu berücksichtigen, dass der Mobilfunk üblicherweise nicht für derart sicherheitskritische Anwendungen wie das teleoperierte Fahren genutzt wird. Ein Verschulden des Herstellers einer Antenne wird regelmäßig wohl ebenso wenig gegeben sein wie ein berechtigtes Sicherheitsinteresse.

Ob der Infrastrukturbetreiber gegenüber dem Betreiber des teleoperierten Fahrzeugs schadensersatzpflichtig ist, bestimmt sich primär nach dem zwischen diesen geschlossenen Vertrag, insbesondere nach der Vereinbarung über die Netzverfügbarkeit.

### 4.5 Zusammenfassung und Bewertung

Abschließend sind die typischen Haftungsbeziehungen im Straßenverkehr noch einmal schematisch in Bild 4.1 dargestellt.

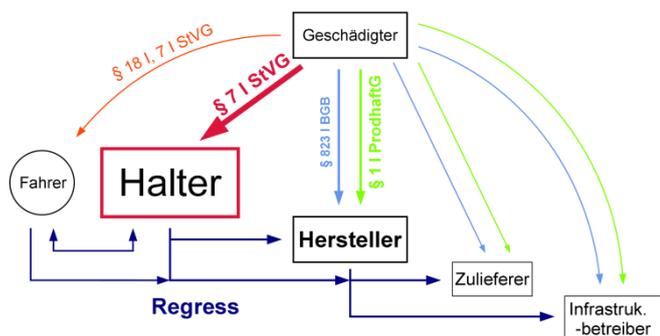


Bild 4.1: Typ. Haftungsbeziehungen im Straßenverkehr

So passend diese Haftungsverteilung zwischen den Beteiligten für die heute existierenden Fahrzeuge auch ist, erscheint sie mit dem teleoperierten Fahren doch nur eingeschränkt vereinbar: Tritt bei einem herkömmlichen Fahrzeug ein Defekt auf, ist dieser in aller Regel mechanisch bedingt. Verursacht dies die Schädigung eines Dritten, kann dieser zunächst Schadensersatz vom Hal-

ter verlangen. Dem Halter seinerseits wird es dann gegebenenfalls relativ leicht gelingen, einen Fehler des Herstellers nachzuweisen und von diesem Schadensersatz zu erhalten. Bei teleoperierten Fahrzeugen (und komplexen Fahrerassistenzsystemen) werden Schäden häufig aber auch durch eine fehlerhafte Software oder den fehlerhaften Eingriff eines Hilfsystems in einer bestimmten Situation bedingt sein. Für den Halter ist es dann sehr schwierig, einen Fehler des Herstellers nachzuweisen.

Es steht daher zu befürchten, dass der Halter in vielen Fällen auf dem Schaden „sitzen bleiben“ wird, ohne diesen auch nur irgendwie hervorgerufen zu haben. Diese Situation erscheint aus haftungsrechtlicher Sicht als bedenklich. [23, 387; 24, S. 230, 231; 25, S. 5; 26]

## 5 Rechtslage bzgl. anderer autonomer Systeme

Weiter soll noch ein vergleichender Blick auf die rechtliche Situation anderer autonomer Systeme geworfen werden.

Außerhalb des normalen Straßenverkehrs existieren bereits einige Fahrzeuge bzw. Systeme, die wesentlich autonom agieren oder indirekter gesteuert werden als die heute üblichen Pkw.

### 5.1 Paravan Space Drive

Zu nennen ist hier an erster Stelle der sogenannte „Space Drive“ der Firma Paravan. Es handelt sich dabei um ein System, das in handelsübliche Pkw nachgerüstet werden kann und behinderten Menschen erlaubt, ihr Fahrzeug elektrisch/elektronisch zu steuern. Die Bedienung der primären Fahrfunktionen (Bremsen, Gas geben und Steuern) ist dann beispielsweise über einen 4-Wege-Joystick, auch für Menschen mit stark eingeschränkter Beweglichkeit, möglich. Dabei nutzt das Space Drive System für die Ansteuerung von Brems- und Gaspedal sowie Lenkung Servomotoren. Aus Sicherheitsgründen sind diese redundant ausgelegt, sodass für die Ansteuerung jeder Funktion jeweils zwei Servomotoren nötig sind. [27, S. 5]

Die Bewegung der Servomotoren wird von jeweils einem Potenziometer und einem Drehgeber überwacht [27, S. 17]. Jedes Paar von Servomotoren wird von ebenfalls redundant (zweifach) vorhandenen CPUs kontrolliert [27, S. 15]. Zwischen CPU und Servos sind immer jeweils zwei Verbindungen vorhanden, die die Funktion der anderen teilweise übernehmen können [27, S. 17].

Das Space Drive System umfasst also die gesamte für einen teleoperierten Betrieb notwendige Aktorik und müsste für diesen lediglich noch um eine Funkfernsteuerung ergänzt werden. Derartige Komplettsysteme bietet Paravan als Industrielösung zur Fernsteuerung etwa von Tunnelbohrmaschinen und Baggern an [28].

Dies ist deshalb von besonderem Interesse, weil das Space Drive System (ohne Funkfernsteuerung) vom TÜV vollständig nach Teilegutachten Nr. 05-00100-CC-GBM-00 für den Straßenverkehr zugelassen ist gem.

§ 19 Abs. 3 Nr. 4 StVZO [29]. Dass ein derartiges System zugelassen ist, deckt sich mit dem Ergebnis der in Abschnitt 2 vorgenommenen Analyse, nach der eine elektrische/elektronische Ansteuerung von Bremsen und Lenkung, bei ausreichender Absicherung und redundanter Auslegung, durchaus möglich ist, die Zulassung eines teleoperierten Fahrzeugs jedoch daran scheitert, dass eine Fernsteuerung der Lenkung unzulässig ist (vgl. 2.6). Der Paravan Space Drive stellt damit das Maximum dessen dar, was an „Fernsteuerung“ nach heutiger Rechtslage im normalen Straßenverkehr zulässig ist.

## 5.2 Flugzeuge

Andere sehr stark automatisierte Fahrzeuge sind Flugzeuge, in denen Autopiloten schon seit Jahren zum Einsatz kommen.

Die Rechtsgrundlage für deren Zulassung findet sich in der CS 25 (Certification Specifications for Large Aeroplanes) [30].

Im Wesentlichen wird darin die Anforderung aufgestellt, dass der Pilot jederzeit schnell die manuelle Kontrolle über das Flugzeug übernehmen können muss. Für teleoperierte Fahrzeuge lassen sich daraus keine Rückschlüsse ziehen. Schließlich ist der Operator nicht selbst im Fahrzeug anwesend. Im Vergleich zu autonomen Fahrzeugen ist zu beachten, dass die Verkehrsdichte im Luftraum deutlich geringer ist als im normalen Straßenverkehr. Hier wäre ein autonomes Fahrzeug, das der Fahrer ständig überwachen muss, um im Notfall eingreifen zu können, vergleichsweise sinnlos. Im Luftraum droht hingegen auch bei verzögerter Kontrollübernahme durch den Piloten nicht unmittelbar ein Unfall. Zudem bietet ein Autopilot zusätzliche Sicherheit, da auf diese Weise im Idealfall Pilot und Autopilot das Flugzeug überwachen.

## 5.3 Führerlose Bahnen

In Nürnberg ist seit 2008 Deutschlands erste vollautomatische und fahrerlose U-Bahn in Betrieb [31]. Die Zulassung einer Bahn kann nur erfolgen, wenn sie von der technischen Aufsichtsbehörde (TAB) nach § 54 PBefG abgenommen wird. Inhaltlich richtet sich die Zulassung nach der „Verordnung über den Bau und Betrieb der Straßenbahnen“ (BOStrab). [32]

Den meisten auf führerlose Bahnen anwendbaren Paragraphen (etwa §§ 16 Abs. 1, Abs. 9; 31 Abs. 5; § 43 Abs. 5 Nr. 3 BOStrab) liegt der Hauptgedanke zugrunde, die von der autonomen Bahn ausgehende Gefahr dadurch zu minimieren, dass Passanten möglichst ferngehalten werden. Dieses Regelungskonzept ist so auf autonome und teleoperierte Pkw nicht übertragbar, da auf öffentlichen Straßen zwangsläufig immer mehrere Verkehrsteilnehmer anwesend sind. Eine Abschottung dieser Fahrzeuge ist daher unmöglich.

## 5.4 Drohnen

Seit einigen Jahren werden insbesondere von Polizei und Militär unbemannte und teilweise autonom gesteu-

erte Kleinstflugzeuge (Drohnen), vor allem zur Überwachung des Luftraums, eingesetzt.

Deren Zulässigkeit ist in der Luftverkehrs-Ordnung (LuftVO) geregelt. Diese untersagt den zivilen Betrieb von Drohnen nahezu vollständig. Bezüglich des polizeilichen und militärischen Einsatzes von Drohnen ist allerdings § 30 Abs. 1 S. 1 LuftVG zu beachten, nach dem Polizei und Militär die §§ 1 bis 32c des LuftVG nicht einhalten müssen. Auf Grundlage des § 32 Abs. 1 Satz 1 LuftVG wurde jedoch die LuftVO erlassen (mit dem Verbot von Drohnen). Polizei und Militär dürfen Drohnen also einsetzen, ohne wie auch immer geartete (technische) Anforderungen beachten zu müssen, soweit dies zur Erfüllung ihrer Aufgaben erforderlich ist.

## 6 Rechtliche Situation in anderen Ländern

Abschließend soll noch die rechtliche Situation von teleoperierten (und autonomen) Fahrzeugen in anderen Ländern beleuchtet werden.

### 6.1 EU-Staaten

In unseren nächsten Nachbarländern dürfte sich die rechtliche Situation nicht wesentlich von derjenigen in Deutschland unterscheiden. Die in Abschnitt 2 vorgestellten EU-Richtlinien und ECE-Regeln (insbesondere die für Bremsen und Lenkung), sind prinzipiell für alle EU-Staaten verbindlich, sodass sich die jeweilige zulassungsrechtliche Situation nicht wesentlich von der in Deutschland unterscheidet.

Gleiches gilt für die Haftung des Herstellers. Diese wird maßgeblich durch das Produkthaftungsgesetz geregelt. Das ProdHaftG beruht seinerseits auf der europäischen Richtlinie 85/374/EWG [33, Einleitung ProdHaftG, Rn.1], welche alle Mitgliedsstaaten zum Erlass von Gesetzen mit weitestgehend ähnlichem Inhalt verpflichtete.

Zudem soll insbesondere im deutschen Rechtskreis und den nordischen EU-Ländern eine dem deutschen Recht vergleichbare Halterhaftung für Fahrzeuge existieren [34].

Es lässt sich daher festhalten, dass bzgl. teleoperierter Fahrzeuge in den anderen EU-Ländern eine dem deutschen Zulassungs- und Haftungsrecht weitestgehend vergleichbare Situation vorliegt.

### 6.2 USA

In den USA finden sich die technischen Zulassungsanforderungen im Wesentlichen in der FMVSS (Federal Motor Vehicle Safety Standard).

Soweit ersichtlich existiert im FMVSS keine Bestimmung, die teleoperiertem oder autonomem Fahren explizit entgegensteht. Für autonome Fahrzeuge wird diese Einschätzung von Kalra/Anderson/Wachs bestätigt [35, S. 39]. Demnach wären teleoperierte und autonome Fahrzeuge in den USA nach materiellem Zulassungsrecht wohl nicht verboten.

Gleichwohl könnte der Einsatz eines teleoperierten oder autonomen Fahrzeugs im Widerspruch zu Verkehrsregeln (bei uns primär in der StVO geregelt) stehen. In den USA fallen diese in die Gesetzgebungskompetenz der einzelnen Bundesstaaten, vgl. Liste mit Links zu den einzelnen Gesetzen [36]. Was in dem einen Staat erlaubt ist, kann daher in einem anderen verboten sein.

Bemerkenswert ist hier insbesondere ein jüngst in Nevada erlassenes Gesetz [37], welches dem Nevada Department of Transportation (≈ Landesverkehrsministerium) den Auftrag erteilt, autonome Fahrzeuge zu erlauben und umfängliche rechtliche Rahmenbedingungen für deren Betrieb in Nevada zu schaffen.

Der amerikanischen Presse ist zu entnehmen, dass dieses Gesetz insbesondere durch Lobbyarbeit von Google ermöglicht wurde. Der Suchmaschinenkonzern unterhält selbst ein Programm zum autonomen Fahren. [38]

In Bezug auf eine zivilrechtliche Haftung unterscheidet sich das US-Rechtssystem in erheblichem Maße von dem deutschen.

Interessanterweise existieren im US-amerikanischen Haftungsrecht jedoch in etwa die gleichen Arten von rechtlich relevanten Produktfehlern: Fabrikations-, Konstruktions- und Instruktions- bzw. Aufklärungsfehler [35, S. 28-32].

## 7 Zusammenfassung und Fazit

Wie dargestellt, muss konstatiert werden, dass teleoperierte und autonome Fahrzeuge mit der bestehenden Rechtsordnung in Deutschland nicht vereinbar sind. Dies ist insbesondere auf die Unzulässigkeit einer teleoperierten bzw. autonomen Lenkung nach Abs. 1.2.2 ECE-Regel 79, Nr. 0.2. RL 70/311/EWG und § 2.1.7 BMV/StV 33/36.25.10-06 zurückzuführen.

Daneben sind in Bezug auf teleoperierte Fahrzeuge Vorschriften problematisch, die dem Operator bestimmte Handlungen abverlangen, welche seine physische Anwesenheit im Fahrzeug voraussetzen.

Beispielsweise für Forschungsfahrzeuge sind jedoch Ausnahmegenehmigungen nach § 70 StVZO und § 46 StVO möglich.

Haftungsrechtlich ergeben sich für den Hersteller eines teleoperierten Fahrzeugs darüber hinaus nur wenige Besonderheiten. Er muss jedoch nach den strengen allgemeinen Haftungsregeln prinzipiell für jeden Fehler seines Produktes einstehen, unabhängig davon, ob er diesen fahrlässig herbeigeführt hat oder nicht.

In den anderen EU-Ländern existieren dem deutschen Zulassungs- und Haftungsrecht weitestgehend vergleichbare Normen, da diese auf Vorgaben der EU zurückgehen. Das amerikanische Recht weist dagegen zwar zahlreiche Unterschiede zu der deutschen Rechtsordnung auf, in den für teleoperierte Fahrzeuge relevanten Bereichen finden sich materiellrechtlich jedoch ähnliche Anforderungen. Anders als in Europa scheint in den USA jedoch keine Zulassungsvorschrift zu existie-

ren, die teleoperierten oder autonomen Fahrzeugen explizit entgegensteht. Darüber hinaus ist die Rechtsentwicklung in den USA insofern weiter fortgeschritten, als der Staat Nevada sein Department of Transportation beauftragt hat, umfassende rechtliche Rahmenbedingungen für den Betrieb autonomer Fahrzeuge zu schaffen. Für die Zukunft ist daher eine spannende Entwicklung zu erwarten, sodass eine weitere Beobachtung der rechtlichen Situation in Nevada als lohnenswert erscheint.

Außerhalb des Straßenverkehrs sind schon heute eine Reihe anderer, autonom oder teleoperiert agierender Systeme in Betrieb (Drohnen, Autopilot, führerlose Bahnen). Diese kommen jedoch nur in Spezialbereichen mit einem vergleichsweise wenig komplexen Umfeld zum Einsatz. Entsprechend sind die rechtlichen Rahmenbedingungen stark auf den jeweiligen spezifischen Anwendungszweck zugeschnitten und lassen daher nur begrenzte Rückschlüsse auf die zukünftige rechtliche Situation teleoperierter Fahrzeuge zu.

Insgesamt lässt sich daher festhalten: Teleoperierte Fahrzeuge sind nach gegenwärtiger Rechtslage unzulässig, weisen jedoch weniger Konfliktbereiche mit der Rechtsordnung auf als autonome Fahrzeuge. Autonome Fahrzeuge sind hingegen schon aufgrund internationalen Rechts unzulässig und dürften in Deutschland nicht einmal im Wege einer Gesetzesänderung erlaubt werden.

Es steht daher zu hoffen, dass der Gesetzgeber die entgegenstehenden Normen ändern wird, sobald die Sicherheit teleoperierter und autonomer Fahrzeuge technisch gewährleistet werden kann und nachgewiesen ist.

## 8 Literaturverzeichnis

- [1] Fenz, W. / Casimir-van den Broek, E.: Völkerrechtliche Zulässigkeit von Fahrerassistenzsystemen, NZV 2009, S. 529-534
- [2] Gasser, T.: Rechtliche Aspekte bei der Einführung von Fahrerassistenz- und Fahrerinformationssystemen, VKU 2009, S. 224
- [3] Winner, H / Hakuli, S. / Wolf, G.: Handbuch Fahrerassistenzsysteme, Vieweg+Teubner Verlag, Wiesbaden 2009
- [4] Albrecht, F.: Fahrerassistenzsysteme zur Geschwindigkeitsbeeinflussung, DAR 4/2005, S. 186-198
- [5] Berz, U. / Dedy, E. / Granich, C.: Haftungsfragen bei dem Einsatz von Telematiksystemen im Straßenverkehr, DAR 2000, S. 545-554, 547
- [6] Bewersdorf, C.: Zur Vereinbarkeit von nicht-übersteuerbaren Fahrerassistenzsystemen mit dem Wiener Übereinkommen über den Straßenverkehr vom 8. November 1968, NZV 2003, S. 266-271
- [7] Bewersdorf, C.: Zulassung und Haftung bei Fahrerassistenzsystemen im Straßenverkehr, Duncker & Humblot GmbH, Berlin 2005

- [8] Kempen, B.: Fahrerassistenzsysteme und das Wiener Übereinkommen über den Straßenverkehr, Präsentation im Rahmen des Aktiv-Projekt "Aktive Sicherheit", 15.3.2007, URL: <http://www.aktiv-online.org/deutsch/Downloads/2007-03-15-BAST-Workshop/Praes-02-W-334-StV-Prof-Kempen.pdf> [abgerufen am 15.1.2012]
- [9] Stellungnahme der Niederlande bei der ECE 2002 (Intelligent Speed Adaption): Dok. RANS/WP.1/2002/9, URL: [www.unece.org/trans/roadsafe/wp12002.html](http://www.unece.org/trans/roadsafe/wp12002.html) [abgerufen am 30.11.2011]
- [10] Die vollständige Liste mit Ratifizierungsstatus ist abrufbar unter: [http://www.unece.org/trans/conventn/legalinst\\_10\\_rtrss\\_crss1968.html](http://www.unece.org/trans/conventn/legalinst_10_rtrss_crss1968.html)
- [11] Pieper, in: Epping / Hillgruber, Beck'scher Online-Kommentar GG, C.H.Beck Verlag, München, Edition 12, Stand 1.10.2011
- [12] Patent US613809 vom 8.11.1898
- [13] Dauer, Hentschel, Straßenverkehrsrecht, 41. Auflage, C.H.Beck Verlag, München 2011
- [14] Kirchheim, Benjamin: Das menschliche Auge – wie wir Bilder sehen, 3.9.2009, [http://www.digitalkamera.de/Fototipp/Das\\_menschliche\\_Auge\\_wie\\_wir\\_Bilder\\_sehen/5619.aspx](http://www.digitalkamera.de/Fototipp/Das_menschliche_Auge_wie_wir_Bilder_sehen/5619.aspx) [abgerufen am 1.12.2011]
- [15] <http://www.duden.de/rechtschreibung/aushaendigen> [abgerufen am 6.1.2012]
- [16] Burmann/Heß/Jahnke/Janker: StVR, 21. Auflage, C.H.Beck Verlag, München 2010
- [17] v. Heintschel-Heinegg, B.: Beck'scher Online-Kommentar StGB, C.H.Beck Verlag, München, Stand: 1.12.2011, Edition: 17, § 142, Rn. 1
- [18] Medicus, D.: Bürgerliches Recht, 23. Auflage, C.H.Beck Verlag, München 2011
- [19] BGH NJW 2009, 2952, 2953 (Tz. 15)
- [20] BGH NJW 1968, 248
- [21] Palandt, O.: Bürgerliches Gesetzbuch, 71. Auflage, C.H.Beck Verlag, München 2012
- [22] Vogt, W.: Fahrerassistenzsysteme: Neue Technik – Neue Rechtsfragen?, NZV 2003, S. 153–160, 159
- [23] Fenz, W.: Haftungsfragen bei Fahrerassistenzsystemen, ZFS 2003, S. 381-387 (384)
- [24] Gasser, T.: Rechtliche Aspekte bei der Einführung von Fahrerassistenz- und Fahrerinformationssystemen, VKU 2009, S. 224
- [25] Seeck, A. / Gasser, T.: Klassifizierung und Würdigung der rechtlichen Rahmenbedingungen im Zusammenhang mit der Einführung moderner FAS, Vortrag im Rahmen der Tagung "aktive Sicherheit durch Fahrerassistenzsystem", München, 2006, URL: [http://www.fahrzeugtechnik-muenchen.de/component-option.com\\_docman/task,doc\\_download/gid,65-/Itemid,86/lang,de/](http://www.fahrzeugtechnik-muenchen.de/component-option.com_docman/task,doc_download/gid,65-/Itemid,86/lang,de/)
- [26] Albrecht, F.: Fahrerassistenzsysteme und rechtliche Rahmenbedingungen, VD 6/2006, S. 143-149, 149
- [27] PARAVAN® Space Drive® Installations manual, Part 1, Version 11. 2005, URL: <http://www.handicare.no/upload/Auto%20Norge/Dokumentasjon/monteringsanvisninger/E-Betjening/E06%20H%C3%A5ndbetjent%20gassbrems,%20spesiall%C3%B8sninger-elektronisk-joystick/EI%20gassbrems%20inkl%20el%20pbrems%20SpaceDrive/SpaceDrive%20%20mont%20h%C3%A5ndbok%20del%201.pdf> [abgerufen am 15.1.2012]
- [28] <http://www.paravan.de/industrie/systemanbieter.html> [abgerufen am 15.2.2011]
- [29] Teilegutachten Nr. 05-00100-CC-GBM-00, 1.9.2005, URL:<http://www.handicare.no/upload/Auto%20Norge/Dokumentasjon/tester/E-Betjening/E06%20H%C3%A5ndbetjent%20gassbrems,%20spesiall%C3%B8sninger-elektronisk-joystick/EI.%20gassbrems%20inkl.%20el.%20parkeringsbrems,%20SpaceDrive/Rapport,%20TUV,%20tysk.pdf> [abgerufen am 15.1.2011]
- [30] <http://easa.europa.eu/agency-measures/certification-specifications.php#CS-25> [abgerufen am 5.2.2011]
- [31] <http://www.vag.de/RUBIN/m841id281/RUBIN-aDeutschlands-erste-vollautomatische-U-Bahn.html> [abgerufen am 7.2.2012]
- [32] <http://rubin-nuernberg.de/> → Technik → Zulassung [abgerufen am 7.2.2012]
- [33] Wagner, in: Habersack, M.: Münchener Kommentar zum Bürgerlichen Gesetzbuch, Bd. 5, 5. Auflage, C.H. Beck Verlag, München 2009
- [34] Sieghörtner, R.: Internationales Straßenverkehrsunfallrecht, Mohr Siebeck, Tübingen 2002, S. 65
- [35] Kalra, N. / Anderson, J. / Wachs, M.: Liability and Regulation of Autonomous Vehicle Technologies, 2009, Final Report for 6122, Path Research Report, URL: [http://www.dot.ca.gov/research/researchreports/reports/2009/prr-200928\\_liability\\_reg\\_&\\_auto\\_vehicle\\_final\\_report\\_2009.pdf](http://www.dot.ca.gov/research/researchreports/reports/2009/prr-200928_liability_reg_&_auto_vehicle_final_report_2009.pdf) [abgerufen am 5.2.2012]
- [36] <http://www.mit.edu/~jfc/laws.html> [abgerufen am 12.2.2012]
- [37] Healey, T.: Nevada Passes Law Allowing Self-Driving Cars, 24.6.2011, URL: [http://www.motorauthority.com/news/1062178\\_nevada-passes-law-allowing-self-driving-cars](http://www.motorauthority.com/news/1062178_nevada-passes-law-allowing-self-driving-cars) [abgerufen am 13.2.2012]
- [38] Driverless car: Google awarded US patent for technology , 15.12.2011, URL: <http://www.bbc.co.uk/news/technology-16197664> [abgerufen am 15.2.2012]