

Themeneinheit

Aktuelle Themen

Modul 3

Selbstfahrende Autos – realistisch und sinnvoll?

Version 1.1.2

AutorInnen: Andreas Becker (Wirtschaftsingenieur), Vanessa Schmitt (Gymnasiallehrerin)

Gestaltung: Pro Natur GmbH / N-Komm Agentur für Nachhaltigkeits-Kommunikation UG

Satz: AutorInnen in Apache OpenOffice™ (Writer)

Erstveröffentlichung: 2020

Copyright

Sämtliche Verwertungs- und Nutzungsrechte an diesem Material liegen bei der Stiftung Vernetzt denken. Es ist gestattet, das Material für eigene private und für schulische Zwecke, für die nicht-kommerzielle Jugend- und Erwachsenenbildung sowie die Hochschulausbildung zu nutzen. Hierbei ist es jedoch untersagt, das Material in eigene Veröffentlichungen jeglicher Art zu integrieren. Für solche, andere weitergehende sowie gewerbliche Nutzung müssen Lizenzvereinbarungen mit dem Rechteinhaber getroffen werden.

Stiftung Vernetzt denken, Weltpoststrasse 5, CH-3015 Bern

info@stiftungvernetztdenken.ch

www.wandelvernetztdenken.ch

www.stiftungvernetztdenken.ch

Das Modul im Überblick

Selbstfahrende Autos sind die mobile Zukunft – dies hört man seit einigen Jahren aus Unternehmen, Verbänden und teils auch der Politik. Doch was genau ist ein selbstfahrendes Auto und welche Automatisierungsstufen gibt es? Welche Chancen und Probleme bringt autonome Mobilität mit sich? Antworten auf diese Fragen finden die Schülerinnen und Schüler in diesem Modul. Darüber hinaus erarbeiten sie sich für die Bereiche Technik, Sicherheit, Lebensqualität und Ethik Argumente zur Frage, ob selbstfahrende Autos realistisch und sinnvoll sind.

Zielgruppe	Schülerinnen und Schüler ab 15 Jahren insbesondere der Schularten Gymnasien, FMS, WMS, Bezirks- und Sekundarschulen (Schweiz), Gymnasium, Gesamtschule und Realschule (Deutschland) sowie Allgemeinbildende höhere Schule und Berufsbildende höhere Schule (Österreich).
Zeitbedarf	90 Minuten + 45 Minuten (abgekürzt: 90 Minuten)
Zahl der Teilnehmenden	Keine besonderen Empfehlungen.

Die Teilnehmenden erarbeiten im Modul Antworten zu den folgenden Fragen:

- Selbstfahrende Autos – realistisch und sinnvoll?
(Leitfrage)
- Was ist ein selbstfahrendes Auto?
- Welche Automatisierungsstufen gibt es?
- Welche Hindernisse verzögern oder erschweren die Markteinführung?
- Welche Argumente gibt es zur Beantwortung der Leitfrage seitens der Technik, der Sicherheit, der Lebensqualität und der Ethik?

Vorausgesetztes Modul

-

Module, an die das vorliegende inhaltlich anknüpft

-

Inhaltsverzeichnis

Informationen zum Modul.....	5
Inhalt.....	5
Didaktik.....	23
Erwartungshorizonte.....	26
Ziele und angestrebte Kompetenzen.....	26
Verlaufsplan Teil 1.....	28
Verlaufsplan Teil 2.....	29
Materialübersicht und vorbereitende Aufgaben Teil 1.....	30
Materialübersicht und vorbereitende Aufgaben Teil 2.....	31
Weiterführende Themenvorschläge.....	32
Hinweise zum Materialien-Teil.....	34
Materialien.....	35
Teil 1: Erarbeitungsphase.....	35
L1: Video präsentieren / Stichpunkte an die Tafel schreiben / Leitfrage an die Tafel schreiben	36
L2: Automatisierungsstufen einführen / Stufen abgleichen und Kärtchen einkleben lassen.....	39
L3: Hindernisse abfragen und Tafelbild erstellen / Mischverkehr erläutern / M1 austeilern.....	42
M1: M1.1 bis M1.4 zu Technik, Sicherheit, Lebensqualität und ethischen Fragen.....	46
L4: Präsentationen einleiten und betreuen / Stunde beenden oder Puffer einsetzen.....	54
Teil 2: Sicherung und Urteilsbildung.....	57
L5: In das Thema einführen / Gallery Walk einleiten und betreuen / Abgleich der Argumente einleiten.....	58
M2: Selbstfahrende Autos – realistisch und sinnvoll?	60
L6: Urteilsbildung I einleiten / Diskussion moderieren / Zur Urteilsbildung II überleiten.....	61
L7: Gruppenarbeit einleiten / Austausch moderieren / Stunde beenden oder Puffer einsetzen	62

Informationen zum Modul

Inhalt

Das Thema

Die Vision von selbstfahrenden Autos mag für viele Menschen noch wie Zukunftsmusik klingen. Dabei wird bereits seit Jahren weltweit intensiv zum autonomen Fahren geforscht und entwickelt. Auch werden solche Fahrzeuge höherer Entwicklungsstufen im Straßenverkehr schon getestet. Unternehmen, Verbände und manche Politiker preisen die Vorzüge selbstfahrender Autos in den höchsten Tönen. Es entsteht der Eindruck, als seien selbstfahrende Autos ausschließlich mit Vorteilen verbunden und ihre Einführung zwangsläufig sowie unbedingt notwendig. Hingegen bleibt in der öffentlichen Diskussion offen, wie realistisch und sinnvoll die Vision des selbstfahrenden Autos ist.

Überdies wird in der Diskussion schnell von einem selbstfahrenden Auto gesprochen, ohne dass in allen Fällen klar ist, was darunter zu verstehen ist. Zudem wirft die Vision selbstfahrender Autos bedeutende ethische Fragen auf, auf die die Gesellschaft rasch Antworten finden muss. An all diesen Punkten setzt das Unterrichtsmodul an.

Was ist ein selbstfahrendes Auto?

Bei Autos wird zwischen verschiedenen Stufen des Automatisierungsgrades unterschieden; Grundlage dazu ist eine Systematik der US-amerikanischen Ingenieursvereinigung SAE International: Die Tabelle auf der folgenden Seite fasst die verschiedenen Automatisierungsstufen zusammen.

	Stufe 1 Assistiertes Fahren	Stufe 2 Teilautomati- siertes Fahren	Stufe 3 Hochautomati- siertes Fahren	Stufe 4 Vollautomati- siertes Fahren	Stufe 5 Autonomes Fahren
Was leisten die Funktionen?	Die Funktionen unterstützen beim Lenken <u>oder</u> Bremsen/ Beschleunigen	Unter definierten Bedingungen unterstützen die Funktionen beim Lenken <u>und</u> Bremsen/ Beschleunigen	Das Auto kann dank der Funktionen unter bestimmten Umgebungsbedingungen eigenständig fahren. Es tut das nur, wenn alle notwendigen Bedingungen erfüllt sind.		Das Auto kann dank der Funktionen unter allen möglichen Umgebungsbedingungen eigenständig fahren.
Beispiele	Spurhalteassistent oder Geschwindigkeitsregelung	Spurhalteassistent und Geschwindigkeitsregelung gleichzeitig → Kombination von Assistenzsystemen	System lenkt, bremst und beschleunigt bei bestimmten Verkehrssituationen eigenständig.	Lokale fahrerlose Taxis	Komplett selbstfahrende Autos ohne Einsatz einschränkungen.
Was muss FahrerIn tun?	FahrerIn muss das Fahrzeug führen. FahrerIn muss immer aufmerksam sein und die Funktionen sowie den Verkehr überwachen.		FahrerIn führt das Fahrzeug nicht. Wenn das System dazu auffordert, muss FahrerIn das Fahrzeug übernehmen.	FahrerIn führt das Fahrzeug nicht. FahrerIn muss das Fahrzeug auch nicht in bestimmten Situationen übernehmen. FahrerIn im bisherigen Sinne gibt es nicht mehr. → PassagierIn Lenkrad und Pedale sind nicht mehr notwendig, eventuell aber dennoch vorhanden (z.B. für abwechselnden Betrieb vollautomatisiert/autonom und manuell).	
Charakter der Automatisierung	FahrerInnenunterstützung		Automatisiertes Fahren		Autonomes Fahren

Automatisierungsstufen von Autos

Quellen: Nach SAE International: *SAE J3016 Levels of Driving Automation*, verändert, Allgemeiner Deutscher Automobil-Club e.V. (ADAC): *Autonomes Fahren: Die 5 Stufen zum selbstfahrenden Auto*.

Beim teilautomatisierten Fahren (Stufe 2) kann der Mensch die Hände für kurze Zeit vom Steuer nehmen. Beim hochautomatisierten Fahren (Stufe 3) darf sich der Mensch von der Fahrzeugführung zeitweise abwenden, beispielsweise zum Zeitungslernen. Beim vollautomatisierten Fahren (Stufe 4) kann sich der Mensch völlig abwenden und beispielsweise einen Film schauen. Beim autonomen Fahren (Stufe 5) ist der Mensch nur noch Passagier.

Im Weiteren wird als selbstfahrendes Auto ein Fahrzeug verstanden, das völlig selbstständig von A nach B fährt. Dazu zählen Autos für das vollautomatisierte Fahren (Automatisierungsstufe 4) – sie fahren unter bestimmten Bedin-

gungen eigenständig – und für das autonome Fahren (Automatisierungsstufe 5) – komplett selbstfahrende Autos ohne Einsatzeinschränkungen.

Aktueller Stand der Entwicklung

Bereits heute unterstützen verschiedene Assistenzsysteme (Automatisierungsstufe 1) die FahrerInnen bei der Bedienung des Autos und realisieren so Vorstufen zum selbstfahrenden Auto. Diese Assistenzsysteme erhöhen den Komfort und die Sicherheit des Fahrvorgangs. Beispiele bereits eingesetzter Assistenzsysteme sind:

- Bremsassistent und Notbremsassistent
- Nothaltesystem (autonomer Halt bei gesundheitlichen Beschwerden des Fahrers oder der Fahrerin)
- Spurhalteassistent
- Geschwindigkeitsregelanlage (Tempomat)
- Einparkhilfe

Das teilautomatisierte Fahren (Automatisierungsstufe 2) – die Kombination von Assistenzsystemen – ist heute Stand der Technik. Gegen Aufpreis steht diese Technik für viele Serienautos zur Verfügung. Ein Beispiel eines solchen Assistenten ist der Stauassistent – er kann lenken, beschleunigen und bremsen. Auch Einparkhilfen zählen hierzu.

Intensiv befassen sich im Moment Unternehmen und Forschungsinstitute mit hochautomatisiertem Fahren (Automatisierungsstufe 3) sowie vollautomatisiertem Fahren (Automatisierungsstufe 4). Beide Automatisierungsstufen sind mit einer Vielzahl von technischen und praktischen Herausforderungen verbunden.

BMW testet seit 2015 Prototypen der 4. Automatisierungsstufe auf dem digitalen Testfeld der Bundesautobahn A 9 in Bayern. In Hamburg testet VW seit 2019 eine Flotte von Autos der Automatisierungsstufe 4 auf einer festgelegten Strecke in der Innenstadt. Seit Anfang April 2019 sind selbstfahrende Autos außerdem im Dreiländereck von Deutschland, Luxemburg und Frankreich unterwegs – immer mit Sicherheitsfahrer, der in Notfallsituationen eingreifen kann. Im bayrischen Bad Birnbach verkehrt ein Bus bereits ohne Pedale und Lenkrad, jedoch mit Fahrtbegleiter, der durch einen Joystick eingreifen kann. Der Bus fährt – zwar sehr langsam, aber – zuverlässig.

Auch in Österreich rollen seit 2016 selbstfahrende Autos der Stufe 4 mit Sicherheitsfahrern zu Testzwecken durch die Steiermark, seit Mitte 2019 sind in Wien zwei autonome Busse auf einer festen Teststrecke unterwegs. Solche Fahrten hat es zu Testzwecken auch schon in der Schweiz gegeben, welche sich im Bereich des autonomen Fahrens vor allem auf Tests zum Öffentlichen Nahverkehr konzentriert.

In den USA ist die Gesetzgebung offener für autonomes Fahren und so fährt auf öffentlichen Straßen von Phoenix und in Kalifornien das Auto des Google-Schwesterunternehmens Waymo zu Testzwecken bereits selbständig und ohne Sicherheitsfahrer oder -fahrerin.

Technik und Funktion

Ein Auto, das komplett selbstständig fahren kann, muss Aufgaben übernehmen, die bisher von menschlichen FahrerInnen getätigt wurden. Dafür braucht es eine umfangreiche technische Ausstattung, um die Umgebung erfassen und bewerten zu können.

Zur Erfassung der Objekte im Umfeld von Autos kommen vor allem folgende Sensoren zum Einsatz:

- **Kameras:**
Diese preisgünstigen Sensoren können auch Farben sowie Straßenschilder und Fahrbahnmarkierungen erkennen. Über Systeme mit mehreren Kameras sind dreidimensionale Darstellungen möglich. Ermöglichen dank der großen Datenmengen, erfasste Objekte zu klassifizieren. Verschlechterte Darstellung bei Dunkelheit, Regen, Nebel und Schnee.
- **Radars:**
(Radio Detection and Ranging)
Messen die Entfernung, den Winkel sowie die Geschwindigkeit von Gegenständen in Bezug auf das Auto. Aufgrund der kegelförmigen Erfassung und Darstellung ergibt sich ein eingeschränkter Sichtbereich. Wetterunabhängiger Einsatz.
- **Lidars (Light Detection and Ranging)**
Messen mittels Laserlicht die Entfernung zu Objekten in der Umgebung des Autos. Ermöglichen einen 360°-Blick und dreidimensionale Darstellung der Umgebung. Regen, Nebel und Schnee verschlechtern die Ergebnisse. Zurzeit noch sehr teuer.
- **Ultraschallsensoren:**
Für den Nahbereich geeignet, kommen z.B. bei Einparkhilfen zum Einsatz.

Nach Johannes Ritz:
Mobilitätswende – autonome Autos erobern unsere Straßen, S. 41-47, und Andreas Hermann, Walter Brenner:
Die autonome Revolution, S. 111-112.

Um die Position des Fahrzeuges und den weiteren Verlauf der Straße zu ermitteln, benötigen selbstfahrende Autos ein Satellitenavigationssystem sowie tagesaktuelles digitales Kartenmaterial.

Dazu kommen umfangreiche Computerhardware – eine zentrale Steuerungseinheit – und Software, um die aufgenommenen Daten in Echtzeit zu verarbeiten und die notwendigen Befehle an das Auto und seine Komponenten zu geben. Die Steuerungseinheit muss dabei die ermittelten Daten zu einem einheitlichen Bild verarbeiten. Bewegte Objekte (Fahrzeuge, Menschen, auf die Straße rollende Bälle) sind nicht nur als solche zu erkennen. Vielmehr sind Vorhersagen zu erstellen, wie sie sich weiter verhalten werden könnten.

Eine große Herausforderung liegt in der Aufgabe, die Verkehrssituationen fehlerfrei zu erkennen. Hierbei kommt nicht allein während der Entwicklungsphase Künstliche Intelligenz (KI) zum Einsatz. Über Algorithmen verbessert sich die Leistung autonomer Autos während der Fahrpraxis: Das Auto lernt aus Situationen und wendet das Gelernte auf neue Situationen an, sodass es flexibel und eigenständig auf neue Rahmenbedingungen reagieren kann.

Je nachdem, ob selbstfahrende Autos untereinander und mit der Infrastruktur kommunizieren, ergeben sich zusätzliche Anforderungen an die Technik.

Vernetzung

Die Vernetzung von Autos untereinander und mit der Infrastruktur wird als *Car-to-X* bezeichnet. Fahrzeuge tauschen dabei in Echtzeit über mobiles Internet oder WLAN Informationen aus bzw. dienen als Empfänger für Informationen beispielsweise von Ampeln oder Verkehrsschildern.

Die Vernetzung bzw. Kommunikation zwischen Autos ist mit *Car-to-Car* benannt, jene zwischen Auto und Infrastruktur *Car-to-I*.

Zukünftig sollen Kraftfahrzeuge über Kommunikationssysteme untereinander kommunizieren – unabhängig von der Einführung selbstfahrender Autos – und überdies mit der Infrastruktur. Die Fahrzeuge können sich damit beispielsweise gegenseitig vor Gefahrensituationen wie einem Stau warnen oder über die Informationen von Ampeln berechnen, ob sie bei der aktuellen Fahrgeschwindigkeit die nächste Grünphase schaffen oder nicht. So ließe sich die Fahrweise entsprechend anpassen, was den Verkehr ohne unnötiges Bremsen oder Beschleunigen sowie Stopps vor roten Ampeln flüssiger werden lassen soll. Bei selbstfahrenden Autos würde das automatisiert ablaufen.

Für den Einsatz der Kommunikationssysteme muss in vielen Fällen eine Digitalisierung der Infrastruktur mit einhergehen. Ampeln und Verkehrsschilder beispielsweise müssten mit einer Technologie ausgestattet werden, die sie mit den Autos kommunizieren lässt. Zudem braucht es flächendeckend stabiles mobiles Internet mindestens nach dem 3G-Standard – besser 4G oder 5G – oder entsprechendes WLAN.

Vernetzung bedeutet gleichfalls, dass die Fahrzeuge Informationen an eine zentrale Stelle geben – z.B. Verkehrsleitzentrale, Anbieter digitaler Karten – und in aufbereiteter Form Verkehrsinformationen wieder zurück erhalten.

Die Technologie für die Vernetzung der Autos untereinander ist unabhängig von jener zum autonomen Fahren. Auch die Kommunikation mit der Infrastruktur ist theoretisch jetzt schon möglich – so ist beispielsweise der VW ID.3 vernetzungsfähig. Was fehlt, ist eine kommunizierende Infrastruktur. Die Umrüstung beispielsweise von Ampeln und Verkehrsschildern ist sehr kostenaufwändig und es bleibt die Frage, wer diese Kosten trägt. Da die Vernetzung unabhängig von selbstfahrenden Autos realisiert werden kann, ist der Aspekt der Infrastruktur im Weiteren nur am Rande betrachtet.

Selbstfahrende Autos werden von Elektromotoren angetrieben, Verbrennungsmotoren spielen hier keine Rolle.

Ausblick

Durch selbstfahrende Autos ist eine Veränderung von Mobilität möglich und wahrscheinlich. Vom bisherigen Stand der Entwicklungen ausgehend, könnten sich drei Typen an selbstfahrenden Fahrzeugen durchsetzen:

Nach Andreas Hermann, Walter Brenner:
Die autonome Revolution, S. 101-102.

- **Robotertaxen:**
Sie kommen vor allem in Innenstädten auf vorher vermessenen Routen mit geringen Geschwindigkeiten zum Einsatz.
- **Minibusse:**
Sie sind etwas größer als Robotertaxis und fahren exakt definierte und vermessene Routen ab.
- **Mehrzweckautos:**
Sie müssen sämtliche Strecken autonom fahren können, nicht allein zuvor vermessene. Im Gegensatz zu Robotertaxen und Minibussen werden sich Mehrzweckautos vor allem im Privatbesitz befinden.

Nicht weiter betrachtet seien hier selbstfahrende Lastwagen, um den Umfang der Thematik zu begrenzen.

Während Robotertaxen und selbstfahrende Minibusse der Automatisierungsstufe 4 entsprechen, müssen selbstfahrende Mehrzweckfahrzeuge die Anforderungen der Stufe 5 erfüllen.

Es stellt sich die Frage, ob völlig autonome Fahrzeuge (Automatisierungsstufe 5) ohne Steuer und Pedale die Zukunft sein werden. Sinnvoller könnten über längere Zeit Hybride sein, die autonom fahren können, bei welchen der Mensch jedoch das Steuer übernehmen kann, wenn er das möchte.

Nach einer Studie des Beratungsunternehmens Deloitte könnte bereits im Jahr 2035 etwa ein Drittel des Verkehrs in urbanen Regionen von autonomen Fahrdiensten mit Roboter bestritten werden. Da diese kostengünstiger als die öffentlichen Verkehrsmittel sein sollen und mehr Menschen Mobilität zugänglich machen können als Busse und Züge, wird diese Entwicklung Auswirkungen auf Stadtentwicklung und Lebensqualität haben.

Ob und wann die Zukunftsvision von selbstfahrenden Autos Realität wird, hängt von vielen Aspekten ab. Bedeutende Fragen dazu sind: Als wie realistisch erweisen sich die Visionen selbstfahrender Autos unter den Aspekten Technik und praktischer Umsetzung? Welchen Nutzen bieten selbstfahrende Autos bezüglich Sicherheit, Lebensqualität und Umweltschutz? Und wie gehen Gesellschaft und Politik mit teilweise unbeantwortbaren ethischen Fragen um?

Sind selbstfahrende Autos realistisch?

Diese Frage bezieht sich zum einen auf technische Möglichkeiten, zum anderen auf Aspekte der praktischen Umsetzung.

Technische Möglichkeiten

Wie realistisch ist es, dass die Technik eines Tages sicheres autonomes Fahren unter jeglichen Bedingungen ermöglichen wird (Automatisierungsstufe 5)? Hierzu muss zwischen verschiedenen Fahrsituationen in unterschiedlichen Verkehrsbereichen unterschieden werden: Stadt, Landstraße und Autobahn.

Das Fahren auf der Autobahn ist technisch gesehen am wenigsten anspruchsvoll, da es dort außer Autos, LKWs und Motorrädern keine weiteren Verkehrsteilnehmer gibt. Auch enge Kurven, Kreuzungen und Ampeln sind nicht vorhanden. Demnach ist es unter dem Aspekt der notwendigen Technik realistisch, dass künftig selbstfahrende Autos auf Autobahnen sicher unterwegs sein können.

In Städten hingegen ist das Fahren unübersichtlicher, nicht zuletzt wegen FußgängerInnen und FahrradfahrerInnen. Weder lassen sich diese mit dem Auto vernetzen, noch ihre Aktivitäten von der Steuerungseinheit selbstfahrender Autos eindeutig vorhersagen. Nicht alle möglichen Situationen lassen sich im Vorhinein bedenken und programmieren. Hingegen besitzt der Mensch die Fähigkeiten, um verschiedenste, auch unbekannte Situationen in Sekundenbruchteilen zu erfassen und einzuordnen. Langsames Fahren auf zuvor vermessenen Routen – wie bei Robotertaxi und selbstfahrenden Minibussen der Fall – sind hingegen schon heute möglich (Automatisierungsstufe 4). Diese könnten jedoch aufgrund ihres Tempos den Verkehrsfluss behindern.

Außerhalb von Ortschaften erweisen sich vor allem Überholvorgänge, falls notwendig, als schwierig für selbstfahrende Autos.

Fraglich bleibt, ob die Technik selbstfahrender Autos jemals unter allen Wetterbedingungen funktionieren kann. Liegen beispielsweise die Straßenmarkierungen unter Schnee, können sie durch Kameras nicht erkannt werden. Waymo-Chef John Krafcik stellt dazu fest: unter bestimmten Umständen wie starkem Nebel würde vollautonomes Fahren wohl nie möglich sein.

Abgesehen von der Wetterproblematik kann davon ausgegangen werden, dass sich die technischen Herausforderungen selbstfahrender Autos grundsätzlich in den Griff bekommen lassen. Die Frage wird sein, welcher technischer Aufwand dafür betrieben werden muss und wie teuer ein selbstfahrendes Autos entsprechend sein würde.

Praktische Umsetzung

Eine ganze Reihe an praktischen und organisatorischen Gründen erschweren Einführung und Verbreitung selbstfahrender Autos:

- **Kosten Auto:**
Selbstfahrende Autos benötigen im Vergleich zu herkömmlichen Pkws zusätzliche Technik. Kameras, Radar, Lidar, zentrale Steuerungseinheit mit umfangreicher Software sowie die Komponenten zur Steuerung von Motor und Lenkung kosten Geld. Das verteuert die Autos anfangs deutlich. Der höherer Preis kann die Einführung sowie Verbreitung von selbstfahrenden Autos verzögern oder ausbremsen. Das gilt insbesondere für Mehrzweckautos der Automatisierungsstufe 5. Hingegen sollte es verhältnismäßig kostengünstig möglich sein, Taxiflotten der Stufe 4 durch ein Unternehmen zu betreiben.
- **Kosten Infrastruktur:**
Die Anbieter von selbstfahrenden Autos und entsprechender Mobilitätsdienstleistungen erwarten von Mobilfunkanbietern und Staat den Ausbau der Infrastruktur. Flächendeckendes mobiles Internet sowie digitale Verkehrszeichen

und Ampeln gelten als Voraussetzung für selbstfahrende Autos, insbesondere der Automatisierungsstufe 5. Gute Fahrbahnmarkierungen ebenfalls. Sollten diese enormen Investitionen nicht erfolgen, würde die Verbreitung selbstfahrender Autos gehemmt. Doch der Ausbau der Infrastruktur ist nicht selbstverständlich. So hat die Stadt Wien eine klare Positionierung eingenommen: Selbstfahrende Fahrzeuge sollen sich dem öffentlichen Raum anpassen, nicht umgekehrt. Neue Infrastruktureinrichtungen sollte es demnach nicht geben, sondern die autonomen Autos müssen mit den bestehenden Verkehrsleiteinrichtungen und Verkehrszeichen umgehen können.

- **Mischverkehr:**
Ideal betreiben ließen sich selbstfahrende Autos, falls es herkömmliche, unvernetzte Fahrzeuge im Straßenverkehr nicht mehr geben würde. Doch selbst falls eines Tages selbstfahrende Autos als Serienfahrzeuge angeboten werden sollten, werden herkömmliche Pkws noch über Jahrzehnte unterwegs sein und für einen Mischverkehr aus selbstfahrenden und menschengesteuerten Fahrzeugen sorgen. Das erschwert den Betrieb selbstfahrender Autos stark und könnte ihre Verbreitung dämpfen. Fußgänger sowie Rad-, Roller- und SkateboardfahrerInnen verstärken die Problematik.
- **Vorbehalte von NutzerInnen:**
Erfahrungsgemäß werden neue Technologien von Teilen der Bevölkerung verzögert angenommen. Während die Vorbehalte bei Robotertaxen (Automatisierungsstufe 4) vergleichsweise gering sein könnten, sind bei Fahrzeugen der Automatisierungsstufe 5 größere Zweifel zu erwarten. Sich vollständig dem Auto und seiner Steuerungseinheit anzuvertrauen, ohne dass die zurückzulegende Strecke zuvor vermessen wurde, ist ein Schritt, mit dem sich nicht alle Menschen anfreunden werden können. Hinzu kommt: Eine nicht zu unterschätzende Zahl an Menschen genießt es, beim Autofahren das Fahrzeug selbst zu steuern. Überdies bleibt die Frage: Wie viele Menschen werden es sich finanziell leisten können, sich ein selbstfahrendes Auto mit seinem höheren Kaufpreis im Vergleich zu herkömmlichen Pkws zu kaufen?

Der baldige Einsatz von Robotertaxen, die auf vermessenen Routen mit vergleichsweise geringen Geschwindigkeiten unterwegs sind, scheint sehr realistisch. Indessen ist die weite Verbreitung von Autos der Automatisierungsstufe 5 so schnell nicht zu erwarten.

Welchen Nutzen bieten selbstfahrende Autos?

Sicherheit

Für 88 % der Unfälle auf deutschen Straßen ist laut statistischem Bundesamt menschliches Versagen verantwortlich. Dabei sind ungenügender Abstand und das Nehmen der Vorfahrt die häufigsten Ursachen für Personenschäden. Überdies benutzen 10 % der AutofahrerInnen auf der Autobahn das Smartphone. Ein autonomes Auto hingegen wird sich immer 100 % rechtskonform verhalten. Es wird nie betrunken oder müde fahren, nicht drängeln und nicht rasen. Je nach Automatisie-

rungsgrad versprechen selbstfahrende Autos deutlich weniger Tote und Verletzte im Straßenverkehr als herkömmliche Pkws.

Schon heute sorgen Assistenten wie der Notbremsassistent für mehr Sicherheit auf den Straßen. Ab 2024 müssen europaweit in sämtliche Neuwagen zusätzlich eine Reihe von unterstützenden Assistenten der Automatisierungsstufen 3 und 4 eingebaut sein. Es handelt sich hierbei beispielsweise um einen intelligenten Geschwindigkeitsassistenten, der Tempolimits erkennt und automatisch übernimmt. Ein Fahrerüberwachungssystem warnt bei Müdigkeit oder Ablenkung.

Insgesamt könnten die vorgeschriebenen Assistenten sogar einen höheren Sicherheitsnutzen bieten als er von vollständig automatisierten Autos (Automatisierungsstufe 4) in den nächsten Jahrzehnten zu erwarten ist. Denn selbstfahrende Autos werden zunächst nur auf den Autobahnen einsetzbar sein. Dort passieren allerdings die wenigsten Unfälle mit Personenschäden. Die Mehrzahl der Verkehrstoten gibt es auf Landstraßen, wo laut Prognosen auch im Jahr 2050 noch kaum automatisiertes Fahren stattfinden könnte. Hingegen greifen Assistenten der Automatisierungsstufen 2 bis 4 wie der Notbremsassistent in allen Situationen und erhöhen die Sicherheit vor allem im Stadtverkehr, wo es die meisten Unfälle mit Personenschäden gibt. Allerdings bleiben Fahrfehler als Unfallursache trotz der Assistenzsysteme erhalten, während selbstfahrende Autos fehlerlos unterwegs sein sollten.

In allen Automatisierungsstufen, deutlich aber in den Stufen 4 und 5, kommt ein neues Risiko durch missglückte Interaktion im Mischverkehr hinzu: Beispielsweise fällt die informelle Kommunikation weg, die durch Blickkontakt oder Gesten zwischen VerkehrsteilnehmerInnen erfolgt.

In der Automatisierungsstufe 3 ergeben sich neue Sicherheitsrisiken durch die Interaktion von Technik und Mensch. So können Probleme bei der Übergabe der Fahraufgabe vom System an den Menschen auftreten. Beispielsweise könnte der Fahrer oder die Fahrerin in einer gefährlichen Verkehrssituation zu lange brauchen, bis er bzw. sie nach dem Signal des Autos, die Steuerung zu übernehmen, dies auch tut. Gleichfalls könnte es passieren, dass die Person, die die Fahrzeugführung übernimmt, die gefährliche Situation nicht schnell genug erfasst. Eine Studie des Schweizer *Fonds für Verkehrssicherheit* kommt zu dem Schluss, dass in der Automatisierungsstufe 3 die Sicherheitsverluste die Sicherheitsgewinne übersteigen. Es werden also aufgrund von diesen neuen Risiken mehr Unfälle passieren, als durch die Automatisierungsfunktionen verhindert werden können. Dies gilt für ein Szenario, in welchem ausschließlich Autos der Automatisierungsstufe 3 auf den Straßen fahren, also das Risiko durch Mischverkehr schon außer Acht gelassen wurde. Ab der Automatisierungsstufe 4, in welcher die Übergabe der Fahrzeugführung von der Maschine an den Mensch entfällt, würden die Sicherheitsgewinne dann wieder überwiegen.

Offen ist bislang noch die Frage, wie zuverlässig die Technik selbstfahrender Autos unter Extrembedingungen wie Nebel, Regen und verschneiten Straßen, aber auch in der Dunkelheit ist. Zudem könnten preisgünstige selbstfahrende Autos mit weniger guten Sensoren oder ganz ohne das teure Lidar ausgestattet werden und so die Sicherheit auf den Straßen gefährden. Hinzu kommt außerdem ein neues, noch nicht einschätzbares Risiko durch technische Mängel oder Ausfälle.

Damit die selbstfahrenden Autos untereinander, aber auch mit Verkehrsschildern und Ampeln kommunizieren können, brauchen Sie eine WLAN-Verbindung oder eine Verbindung über ein mobiles Internetnetz. Abgesehen von den noch nicht ausreichend geklärten Risiken der Strahlung für die menschliche Gesundheit bieten solche Einrichtungen Möglichkeiten für Hackerangriffe. In den USA gab es eine Reihe Aufsehen erregender Autohacks von Forschern, die damit bestehende Schwachstellen selbstfahrender Autos offenlegen wollten. So gelang es, von außen die Kontrolle über ein selbstfahrendes Auto zu übernehmen.

Zudem bleibt zu lösen, wie in selbstfahrendes Auto trotz unterbrochener Internet- oder WLAN-Verbindung sicher weiterfahren kann.

Unter dem Aspekt der neuen Risiken, der sehr langsamen Durchsetzung autonomer Autos vor allem auf Landstraßen und aufgrund der Tatsache, dass viele Sicherheitsfunktionen schon vor der Markteinführung von Autos der Automatisierungsstufe 5 realisierbar sind, relativiert sich das Versprechen von höherer Sicherheit durch autonome Fahrzeuge.

Lebensqualität

Bei herkömmlichen Autos können alle Insassen außer der Fahrzeug steuernden Person lesen, arbeiten, spielen, Filme schauen und schlafen. Sie können die Zeit der Autofahrt also nutzen. In selbstfahrenden Autos gilt das zusätzlich auch für die Fahrerin oder den Fahrer. Sollte auf Lenkrad sowie Fußpedale verzichtet werden, ergeben sich größere Möglichkeiten, den Innenraum der Fahrzeuge bequem zu gestalten. Arbeits- und Schlafplätze sind denkbar. Alles in allem kann dies zu einer höheren Lebensqualität führen. Vor allem PendlerInnen – sie verbringen in Deutschland im Schnitt zwei Stunden täglich im Verkehr, viele davon im Auto – verspricht die Befreiung von der Fahraufgabe eine große Entlastung.

Aufgrund der aufwändigen technischen Ausstattung werden selbstfahrende Autos in der Anschaffung um einiges teurer werden als herkömmliche Autos. In der Folge vermuten die AutorInnen der Deloitte-Studie zur urbanen Mobilität und dem autonomen Fahren im Jahr 2035, dass die Anzahl an privaten Pkws zurück geht und selbstfahrende Taxen und Minibusse den Hauptanteil des Verkehrs der Zukunft übernehmen.

Sie würden es ermöglichen, Menschen auf dem Land mobiler zu machen – unabhängig davon, ob sie einen Führerschein besitzen oder nicht. Auch alte Menschen, Jugendliche und Menschen mit Behinderung, die bisher nicht oder kaum Auto gefahren sind, würden mobiler und hätten somit bessere Chancen, am gesellschaftlichen Leben teilzuhaben. Insgesamt sollen durch Robotertaxen und Minibusse die Kosten für Mobilität laut Prognosen günstiger werden – günstiger als bei klassischen öffentlichen Verkehrsmitteln oder der Fahrt mit einem privaten Auto der Fall.

Robotertaxen und Minibusse sind im Gegensatz zu Privatautos, die den Großteil des Tages herumstehen und einen Parkplatz benötigen, ständig im Einsatz. Einerseits führt das zu einem geringeren Bedarf an Parkplätzen. So könnten Flächen in den Städten frei werden, die sich z.B. für FußgängerInnen und FahrradfahrerInnen sowie Grünzonen nutzen lassen – die Lebensqualität stiege an. Andererseits könnte der Verkehr und Staus in den Städten deutlich zunehmen, so stellen Prognosen

fest. Als bedeutsam erweist sich dabei, dass selbstfahrende Taxen in vielen Fällen wohl auch leer herum fahren würden, bis sie wieder einen Einsatz haben. Die Lebensqualität von StadtbewohnerInnen könnte darunter leiden. Zudem könnte es sein, dass Pendeln nicht mehr – oder zumindest weniger negativ – bewertet wird und Menschen daher weiter entfernte Arbeit annehmen als bisher oder weiter entfernt von den Städten auf das Land ziehen. Dies würde zu zunehmendem Verkehr führen.

Gelingt es durch selbstfahrende Autos, die Zahl der Unfälle mit Verletzten und Toten zu verringern, so führt dies nicht allein zu geringeren volkswirtschaftlichen Kosten. Gesamtgesellschaftlich verbessert die verringerte Zahl an Verletzten und Toten die Lebensqualität.

Umweltschutz

Selbstfahrende Autos benötigen weniger Antriebsenergie als herkömmliche Autos. Die Gründe dazu sind vielfältig: Selbstfahrende Autos versprechen ein flüssigeres Verkehrsgeschehen, da unnötiges Abbremsen und Beschleunigen vermieden werden. Dieser Vorteil kommt bei Mischverkehr jedoch kaum zum Tragen. Zugleich können die Fahrzeuge enger hintereinander fahren, was zu geringerem Luftwiderstand führt. Außerdem könnten die Fahrzeuge leichter sein als bisherige Autos, da wegen geringerer Unfallhäufigkeit die Sicherheitsanforderungen niedriger ausfallen. So haben selbstfahrende Autos also einerseits eine positive Wirkung auf die Umwelt.

Auf der anderen Seite brauchen die Kameras, Radars und Lidars sowie die zentrale Steuerungseinheit und die Kommunikationselektronik selbstfahrender Autos zusätzlichen Strom. Gleiches gilt für die Infrastruktur wie Mobilfunknetze und digitale Verkehrsschilder.

Angesichts der großen potentiellen Einsparungen beim Antrieb der Autos könnte sich in der Summe dennoch eine Energieeinsparung größeren Ausmaßes ergeben.

Die Produktion der spezifischen technischen Ausstattung selbstfahrender Autos benötigt Rohstoffe, Energie und Wasser, dazu fallen giftige Abwässer an. Auch die Entsorgung dieser elektronischen Produkte eines Tages hat eine Wirkung auf die Umwelt (Elektronikrecycling).

Für selbstfahrende Autos gibt es noch keine umfassenden Ökobilanzen, die alle Umweltwirkungen betrachten und bewerten. Ein umfassender Vergleich mit den Umweltwirkungen herkömmlicher Autos ist daher zurzeit noch nicht möglich.

Ethische Fragen

Dilemma-Situationen

Eine große Frage stellt sich im Hinblick auf unvermeidliche Unfälle: Wie soll sich ein selbstfahrendes Auto verhalten, wenn bei einer Kollision entweder z.B. eine Passantin/ein Passant oder aber alternativ der Insasse oder die Insassin verletzt werden oder sterben muss? Und wer programmiert dieses Verhalten – wer entscheidet also darüber, welches Leben geschützt und welches im Zweifel geopfert werden

muss? Oder soll die Entscheidung einem erlernten Verhalten überlassen werden, welches das Auto mittels Künstlicher Intelligenz generiert?

Solche Dilemma-Situationen sind in der Praxis zwar eher unwahrscheinlich, aber nicht ausgeschlossen. Im Jahr 2016 hat sich daher die *Ethik-Kommission Automatisiertes und Vernetztes Fahren* mit solchen ethischen Fragen beschäftigt. Die vom Bundesminister für Verkehr und digitale Infrastruktur eingesetzte Expertenkommission bestand aus Vertretern der Philosophie, der Rechts- und Sozialwissenschaften, der Technikfolgenabschätzung, des Verbraucherschutzes und der Automobilindustrie sowie der Softwareentwicklung. Sie hat 20 Regeln für den automatisierten und vernetzten Fahrzeugverkehr aufgestellt. Wichtiger Grundsatz: Der Schutz des Menschen hat Vorrang vor allen anderen Nützlichkeitsüberlegungen. Bezüglich der Dilemma-Situationen formulierte die Kommission vage, dass die Technik so ausgelegt sein müsse, dass die Situationen gar nicht erst entstehen. Bei unausweichlichen Unfallsituationen seien Verhaltensweisen „nicht eindeutig normierbar und auch nicht ethisch zweifelsfrei programmierbar“.

Die Qualifizierung möglicher Opfer nach persönlichen Merkmalen wie Alter ist nicht nur ethisch, sondern auch gesetzlich untersagt. Obwohl es in Deutschland per Gesetz verboten ist, Menschenleben gegeneinander aufzuwiegen, hält die Kommission eine allgemeine Programmierung auf eine Minderung der Zahl von Personenschäden für vertretbar. Sie formuliert jedoch eindeutig: „Die Zulassung von automatisierten Systemen ist nur vertretbar, wenn sie im Vergleich zu menschlichen Fahrleistungen zumindest eine Verringerung von Schäden im Sinne einer positiven Risikobilanz verspricht.“

Datenschutz und Privatsphäre

In Autos mit Fahrassistenzsystemen sind bereits heute Datenspeicher eingebaut, sogenannte Black Boxes. Diese zeichnen Daten auf, welche im Falle eines Unfalls Aufschluss über den genauen Hergang geben sowie zur Klärung von Haftungsfragen beitragen sollen. Unter ExpertInnen der Automobil- und Versicherungsbranche herrscht Konsens, dass die Black Box eine Zulassungsvoraussetzung für hochautomatisierte Pkws sein muss.

Eine Black Box speichert beispielsweise Informationen zu Beschleunigung und Abbremsen, zur Betätigung von Licht und Blinkern. Die Daten werden nach wenigen Sekunden wieder gelöscht, außer im Falle eines Unfalls. Im Fokus sollte die retrospektive Unfallrekonstruktion stehen und nicht eine permanente Überwachung. Eine solche wäre aber möglich.

Vernetzte Autos senden Daten an die Fahrzeughersteller und an Navigationssystemdienstleister. Über das mobile Internet werden zwischen Fahrzeug und den Rechnern der Unternehmen Daten ausgetauscht, beispielsweise über die aktuelle Stausituation. Dafür übermittelt das Auto ständig seinen Standort an die Rechner der Unternehmen, was zwar Vorteile bietet, aber auch neue Risiken birgt: Anhand der angefahrenen Orte beispielsweise sind Verhaltensmuster einzelner Personen erkennbar. Das mindert die informationelle Privatsphäre.

Die Fragen, welche Daten wie lange gespeichert werden, wer unter welchen Bedingungen darauf zurückgreifen kann und wie die Datensicherheit gewährleistet wer-

den kann, muss letztlich der Gesetzgeber regeln. In der praktischen Umsetzung ist der Schutz vor Datenmissbrauch zu gewährleisten und Manipulationen durch Dritte vorzubeugen. Die Datensicherheit wird eine große Rolle bei der Einführung autonomer Autos spielen, ist jedoch bereits heute für die Vorstufen der Automatisierung schon relevant.

Fazit

Wie realistisch ist es, dass autonome Autos in naher Zukunft den Straßenverkehr bestimmen? Zusammenfassend lässt sich feststellen: Autos der Automatisierungsstufe 5 sind so schnell nicht zu erwarten: Für zu viele Herausforderungen des autonomen Fahrens sind noch keine ausgereiften Lösungen in Sicht. Insgesamt bieten sich Autobahnen aufgrund der einfacheren Fahrsituation besser für autonomes Fahren an als Landstraßen und Innenstädte. Es bleibt offen, ob völlig autonome Fahrzeuge jemals für alle Einsatzzwecke und Wetter geeignet sein werden und – falls ja – unter welchem technischen und monetären Aufwand dies der Fall sein würde.

In näherer Zukunft werden wahrscheinlich Robotertaxen der Automatisierungsstufe 4 vor allem in Städten auf vermessenen Routen vollautomatisch unterwegs sein. Aufgrund der langsamen Durchdringung der Flotte wird noch lange Mischverkehr herrschen, weswegen die Vorteile bezüglich Effizienz und Sicherheit, die man sich von selbstfahrenden Autos verspricht, erst langsam zum Tragen kommen kann.

Rechtliche Situation

Die Unterstützung von AutofahrerInnen durch technische Assistenzsysteme entspricht seit jeher dem deutschen Verkehrsrecht und internationalen Vorgaben. Das betrifft das assistierte Fahren (Automatisierungsstufe 1) und das teilautomatisierte Fahren (Automatisierungsstufe 2). Bei beiden Stufen führt ein Mensch das Fahrzeug.

Für das hochautomatisierte Fahren (Automatisierungsstufe 3) – FahrerIn führt das Fahrzeug nicht; wenn das System dazu auffordert, muss FahrerIn das Fahrzeug übernehmen – und das vollautomatisierte Fahren (Automatisierungsstufe 4) machte im Jahr 2014 eine Änderung des Wiener Übereinkommens über den Straßenverkehr den Weg für die Zulassung im Straßenverkehr frei. In der Folge wurde in Deutschland 2017 das Straßenverkehrsgesetz ergänzt. Damit wurde der Betrieb eines Kraftfahrzeugs „mittels hoch- oder vollautomatisierter Fahrfunktion“ grundsätzlich zulässig, falls die Funktion bestimmungsgemäß verwendet wird. Die Fahrzeug führende Person darf sich vom Verkehrsgeschehen und der Steuerung des Fahrzeugs abwenden, falls die Fahrfunktion in Betrieb ist. Jedoch muss die Person „wahrnehmungsbereit“ bleiben, damit sie die Steuerung des Fahrzeugs unverzüglich übernehmen kann, wenn das System sie dazu auffordert. Vollautonomes Fahren (Automatisierungsstufe 5) war demnach weiter nicht zulässig.

Das änderte sich mit einer weiteren Änderung des Straßenverkehrsgesetzes, die zum 28. Juli 2022 in Kraft trat. Als erstes Land der Welt lässt Deutschland nun fahrerlose Kraftfahrzeuge im Normalbetrieb für bestimmte Einsatzzwecke zu (vollautonomes Fahren). Nach Angaben der Bundesregierung ist es dabei das Ziel, inno-

vative Technik, Funktionen und Services in Deutschland schnell voranzutreiben, um „die Mobilität der Zukunft vielseitiger, sicherer, umweltfreundlicher und nutzerorientierter zu gestalten.“

In Österreich ermöglicht die Automatisiertes-Fahren-Verordnung seit Dezember 2016 Testfahrten mit teilweise automatisierten Fahrzeugen unter bestimmten Bedingungen. Mittlerweile ist auch die Nutzung von Autobahn-Assistenten mit automatischer Spurhaltung in Serienfahrzeugen erlaubt.

Verwendete Literatur

Bundesregierung: *Autonomes Fahren in die Praxis holen.*

Deutscher Bundestag: *Autonomes und automatisiertes Fahren auf der Straße – rechtlicher Rahmen.*

Selbstfahrende Autos – die aktuelle Gesetzeslage

Straßenverkehrsgesetz (Deutschland)

Verordnung des Bundesministers für Verkehr, Innovation und Technologie über Rahmenbedingungen für automatisiertes Fahren (Automatisiertes Fahren Verordnung – AutomatFahrV) (Österreich)

Einzelnachweis

Zitat der Bundesregierung zum Ziel der Änderung des Straßenverkehrsgesetzes:

Bundesregierung: *Autonomes Fahren in die Praxis holen.* 28.5.2021.

www.bundesregierung.de/breg-de/suche/faq-autonomes-fahren-1852070,
abgerufen am 3.11.2022.

Literatur

Allgemeiner Deutscher Automobil-Club e.V. (ADAC): *Autonomes Fahren: Die 5 Stufen zum selbstfahrenden Auto.* 7.11.2018.

www.adac.de/rund-ums-fahrzeug/ausstattung-technik-zubehoer/autonomes-fahren/grundlagen/autonomes-fahren-5-stufen/, abgerufen am 12.2.2020.

Andreas K. Bittner: *Autos im moralischen Dilemma? – Zur Ethik des Autonomen Fahrens.* Adfc Blog NRW, 29.10.2018.

www.adfc-nrw.de/aktuelles/aktuelles/article/autos-im-moralischen-dilemma-zur-ethik-des-auto.html, abgerufen am 13.5.2020.

U. Bonn: *Autonomes Fahren mit Voraussicht.* 31.10.2019.

www.pro-physik.de/nachrichten/autonomes-fahren-mit-voraussicht, abgerufen am 25.2.2020.

Bundesregierung: *Autonomes Fahren in die Praxis holen.* 28.5.2021.

www.bundesregierung.de/breg-de/suche/faq-autonomes-fahren-1852070,
abgerufen am 3.11.2022.

Deutscher Bundestag: *Autonomes und automatisiertes Fahren auf der Straße – rechtlicher Rahmen. Ausarbeitung des Wissenschaftlichen Dienstes.* WD 7 -3000 - 111/18 Berlin, 22.5.2018.

www.bundestag.de/resource/blob/562790/c12af1873384bcd1f8604334f97ee4b9/wd-7-111-18-pdf-data.pdf, abgerufen am 25.2.2020.

Deutsches Patent- und Markenamt: Autonomes Fahren, Teil 2: *Recht, Ethik, Datenschutz*. 10.2.2020.

www.dpma.de/dpma/veroeffentlichungen/hintergrund/autonomesfahren-technikteil1/autonomesfahren-rechtethikteil2/index.html, abgerufen am 25.2.2020.

Deloitte Deutschland: *Urbane Mobilität und autonomes Fahren im Jahr 2035. Welche Veränderungen durch Robotaxis auf Automobilhersteller, Städte und Politik zurollen*. München, September 2019.

www2.deloitte.com/de/de/pages/trends/urbane-mobilitaet-autonomes-fahren-2035.html

Wilfried Eckl-Dorna: *Fraunhofer-Präsident nennt Hürden für Roboterauto-Verbreitung: "Durchbruch für automatisiertes Fahren ab dem Jahr 2030"*. Manager Magazin, 6.2.2017.

www.manager-magazin.de/unternehmen/autoindustrie/autonomes-fahren-top-wissenschaftler-fordert-servernetz-an-autobahnen-a-1132951.html, abgerufen am 25.2.2020.

Ethik-Kommission: *Automatisiertes und vernetztes Fahren. Eingesetzt durch den Bundesminister für Verkehr und digitale Infrastruktur*. Bericht 2017. Berlin, 2017.

www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Publikationen/DG/bericht-der-ethik-kommission.pdf?__blob=publicationFile

Bernhard Friedrich: *Verkehrliche Wirkung autonomer Fahrzeuge*. In: *Autonomes Fahren. Technische, rechtliche und gesellschaftliche Aspekte*. Hrsg. Von Markus Maurer, J.Christian Gerders, Barbara Lenz, Hermann Winner. Braunschweig 2015.

Alexander Fanta: *Selbstfahrende Autos könnten bald Radfahrer von der Straße drängen*. netzpolitik.org, 31.10.2018. netzpolitik.org/2018/selbstfahrende-autos-koennten-bald-radfahrer-von-der-strasse-draengen/, abgerufen am 25.2.2020.

Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation: *Hochautomatisiertes Fahren auf Autobahnen. Industriepolitische Schlussfolgerungen. Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie*. 18.11.2015.

www.bmwi.de/Redaktion/DE/Downloads/H/hochautomatisiertes-fahren-auf-autobahnen.pdf?__blob=publicationFile&v=1

Fonds für Verkehrssicherheit: *Automatisiertes Fahren. Auswirkungen auf die Strassenverkehrssicherheit*. Schlussbericht vom 31. Mai 2018. Eine Studie von EBP Schweiz AG im Auftrag des Fonds für Verkehrssicherheit (FVS).

www.astra.admin.ch/dam/astra/de/dokumente/abteilung_strassennetzeallgemein/automatisiertes-fahren_auswirkungen-auf-die-strassenverkehrssicherheit.pdf.download.pdf/2018-05-31_Schlussbericht_aFn.pdf, abgerufen am 25.2.2020.

Hannah Fuchs: *Autonome Autos: Wie weit sind wir?* Deutsche Welle, 8.1.2020. www.dw.com/de/autonome-autos-wie-weit-sind-wir/a-51928247, abgerufen am 25.2.2020.

Stefan Grundhoff: *Autonomes Fahren. VW-Nutzfahrzeugchef Sedran: Globales Level 5 nicht realistisch*. automobil-produktion.de, 7.3.2019. www.automobil-produktion.de/hersteller/wirtschaft/vw-nutzfahrzeugchef-sedran-globales-level-5-nicht-realistisch-353.html, abgerufen am 25.2.2020.

Stefan Häberli, Tobias Müller: *Autonomes Fahren ist noch ein Luftschloss*. Neue Zürcher Zeitung, 22.4.2018. www.nzz.ch/wirtschaft/autonomes-fahren-ist-noch-ein-luftschloss-ld.1379422, abgerufen am 25.2.2020.

Andreas Hermann, Walter Brenner: *Die autonome Revolution: Wie selbstfahrende Autos unsere Straßen erobern*. Frankfurter Allgemeine Buch, Frankfurt am Main 2018.

Fabian Hoberg: Robotorautos. FAQ: *Was können autonome Autos?* Quarks.de, 23.2.2019. www.quarks.de/technik/mobilitaet/was-koennen-autonome-autos-wirklich/, abgerufen am 25.2.2020.

Axel Hofmann: *Aus für das Tablet am Steuer – ohne Wenn und Aber*. 19.11. 2016. www.heise.de/newsticker/meldung/Aus-fuer-das-Tablet-am-Steuer-ohne-Wenn-und-Aber-3492144.html, abgerufen am 2.4.2020.

Michael Kemme: *Deutschlands mobiles Internet zu lahm für selbstfahrende Autos*. Welt.de, 18.5.2018. www.welt.de/wirtschaft/bilanz/article176484041/Autonomes-Fahren-Deutschlands-mobiles-Internet-zu-lahm-fuer-selbstfahrende-Autos.html, abgerufen am 25.2.2020.

Alexander Koch: *Waymo darf ohne Sicherheitsfahrer testen*, autozeitung.de, 4.4.2019. www.autozeitung.de/google-auto-139824.html, abgerufen am 17.2.2020.

Wolfgang Korne: *Selbstfahrende Autos: Wer braucht schon 5G?* 19.9.2019. www.teltarif.de/5g-autonomes-fahren-eu-wlan-g5/news/78047.html?page=all, abgerufen am 2.2.2020.

Christina Kyriasoglou: *Autonomes Fahren – „Womöglich wird es Grenzen geben.“* Manager Magazin 4.7.2019. www.manager-magazin.de/unternehmen/autoindustrie/fraunhofer-studie-zum-autonomen-fahren-womoeglich-wird-es-grenzen-geben-a-1273472.html, abgerufen am 17.2.2020.

Max-Planck-Gesellschaft: *Farbflecke könnten autonome Fahrzeuge verwirren. Verfahren des maschinellen Lernens, die Bewegungen berechnen, sind anfällig für Störsignale*. 3.11.2019. www.mpg.de/14084428/1103-vad-125819-farbfleck-koennte-autonom-fahrende-fahrzeuge-verwirren, abgerufen am 5.2.2020.

Quarks: *Autonomes Fahren. Was sind die technischen Herausforderungen?* 10.5.2019. www.quarks.de/technik/mobilitaet/autonomes-fahren-was-sind-die-technischen-herausforderungen/, abgerufen am 12.5.2020.

Stefan Menzel, Martin Murphy: *VW-Manager zum autonomen Fahren: „Alle sind sehr viel skeptischer“*. handelsblatt.com, 23.4.2019. www.handelsblatt.com/unternehmen/industrie/thomas-sedran-im-interview-vw-manager-zum-autonomen-fahren-alle-sind-sehr-viel-skeptischer/24244018.html?ticket=ST-576826-w5GXdb3Yb264krzxhZCf-ap2, abgerufen am 2.2.2020.

Stefan Mey: *Zukunft der selbstfahrenden Autos: Sicherheit darf kein USP sein. Bericht von der Autonomous-Konferenz in Wien*. derbrutkasten.com, 5.9.2019. www.derbrutkasten.com/selbstfahrende-autos-sicherheit/, abgerufen am 5.2.2020.

Luca-Paulin Sebastian Ohl: *Zukunft des autonomen Fahrens. Eine systematische Bewertung der Rahmenbedingungen und Herausforderungen einer Markteinführung*. Books on demand, Norderstedt 2019.

Fabienne Perret, Tobias Arnold, Remo Fischer, Peter de Haan, Ueli Haefeli: *Automatisiertes Fahren in der Schweiz: Das Steuer aus der Hand geben?* In TA-SWISS Publikationsreihe (Hrsg.): TA 71/2020. Zürich 2020, vdf. https://vdf.ch/index.php?route=product/product/download&ea_id=9138&product_id=2186

Johannes Ritz: *Mobilitätswende – autonome Autos erobern unsere Straßen: Ressourcenverbrauch, Ökonomie und Sicherheit*. Springer Fachmedien, Wiesbaden 2018.

Luca-Paulin Sebastian Ohl: *Zukunft des autonomen Fahrens. Eine systematische Bewertung der Rahmenbedingungen und Herausforderungen einer Markteinführung*. Books on Demand, Norderstedt 2019.

Prognos AG: *Einführung von Automatisierungsfunktionen in der Pkw-Flotte. Auswirkungen auf Bestand und Sicherheit*. Studie für ADAC e.V. Berlin, August 2018.

www.prognos.com/uploads/tx_atwpubdb/ADAC_Automatisiertes_Fahren_Endbericht_final.pdf

Nina Richter: *Braucht Autonomes Fahren die Datenautobahn 5G?* vdi.de des Vereins Deutscher Ingenieure, 9.5.2019. www.vdi.de/news/detail/braucht-autonomes-fahren-die-datenautobahn-5g, abgerufen am 24.1.2020.

SAE International: *SAE J3016 Levels of Driving Automation*. 7.1.2019. www.sae.org/news/2019/01/sae-updates-j3016-automated-driving-graphic, abgerufen am 12.2.2020.

SAE International: *Surface vehicle recommended practice*. Juni 2018. www.sae.org/standards/content/j3016_201806/preview/, abgerufen am 25.2.2020.

Selbstfahrende Autos – die aktuelle Gesetzeslage. Trend.at. 11.9.2017. www.trend.at/branchen/rechtsschutz/selbstfahrende-autos-gesetzeslage-8258667#, abgerufen am 17.2.2020.

Stadt Wien: *Grundpositionen zum automatisierten Fahren*. 12.2.2019. www.wien.gv.at/stadtentwicklung/strategien/autonomes-fahren.html, abgerufen am 18.2.2020.

Verordnung des Bundesministers für Verkehr, Innovation und Technologie über Rahmenbedingungen für automatisiertes Fahren (Automatisiertes Fahren Verordnung – AutomatFahrV). www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=Bundesnormen&Gesetzesnummer=20009740, abgerufen am 17.2.2020.

Volkswagen vernetzt sich. 11.12.2019. www.volkswagen-newsroom.com/de/stories/volkswagen-vernetzt-sich-5661, abgerufen am 20.5.2020.

Einzelnachweise

Für vernetzte Kommunikation braucht es flächendeckend mobiles Internet

Andreas Hermann, Walter Brenner: *Die autonome Revolution: Wie selbstfahrende Autos unsere Straßen erobern*. Frankfurter Allgemeine Buch, Frankfurt am Main 2018, S.81.

VW-Modell ID.3 ist vernetzungsfähig

Volkswagen vernetzt sich. 11.12.2019.

Zitat Waymo-Chef

Christina Kyriasoglou: *Autonomes Fahren – „Womöglich wird es Grenzen geben.“*

Wiener Grundpositionen zum automatisierten Fahren

Stadt Wien: *Grundpositionen zum automatisierten Fahren*.

Unfallursachen für Unfälle mit Personenschaden

Statistisches Bundesamt: *Verkehrsunfälle. Fehlverhalten der Fahrzeugführer bei Unfällen mit Personenschaden*. 6.5.2019. www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Verkehrsunfaelle/Tabellen/fehlverhalten-fahrzeugfuehrer.html, abgerufen am 17.2.2020.

10 % der AutofahrerInnen auf der Autobahn am Handy

Axel Hofmann: *Aus für das Tablet am Steuer - ohne Wenn und Aber*.

Neue Risiken durch Mischverkehr deutlich in den Stufen 4 und 5

Fonds für Verkehrssicherheit: *Automatisiertes Fahren. Auswirkungen auf die Straßenverkehrssicherheit*, S.23.

In Stufe 3 überwiegen die Sicherheitsverluste die Sicherheitsgewinne

Fonds für Verkehrssicherheit: *Automatisiertes Fahren. Auswirkungen auf die Straßenverkehrssicherheit*, S.26.

Im Stadtverkehr entstehen die meisten Unfälle mit Personenschäden

Prognos: *Einführung von Automatisierungsfunktionen in der Pkw-Flotte*, S.41.

Selbstfahrende Autos könnten aus Kostengründen ohne Lidar ausgestattet werden

Stefan Häberli, Tobias Müller: *Autonomes Fahren ist noch ein Luftschloss*.

Neues Risiko selbstfahrender Autos durch technische Mängel oder Ausfälle

Prognos: *Einführung von Automatisierungsfunktionen in der Pkw-Flotte*, S.43.

BerufspendlerInnen durchschnittlich zwei Stunden täglich unterwegs

Matthias Breiting, Paul Blickle und Sascha Venohr: *Lieber Pendeln als Umziehen*. 16.8.2016. www.zeit.de/mobilitaet/2016-08/pendeln-umfrage-zufriedenheit-freizeit-arbeitsklima, abgerufen am 25.2.2020.

Vorteil der Effizienz durch autonome Autos kommt im Mischverkehr nicht zum Tragen

Bernhard Friedrich: *Verkehrliche Wirkung autonomer Fahrzeuge*, S.348.

Konsens unter ExpertInnen über Black Box in automatisierten Autos

Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation (IAO): *Hochautomatisiertes Fahren auf Autobahnen – Industriepolitische Schlussfolgerungen*, S.66.

Zitat Ethik-Kommission

Ethik-Kommission: *Automatisiertes und vernetztes Fahren*. Bericht 2017. S.10.

Definitionen

■ Automatisierungsstufen

Die Automatisierung von Autos wird nach fünf Stufen unterschieden:

- Stufe 1: Assistiertes Fahren
- Stufe 2: Teilautomatisiertes Fahren
- Stufe 3: Hochautomatisiertes Fahren
- Stufe 4: Vollautomatisiertes Fahren
- Stufe 5: Autonomes Fahren

Zur Definition der einzelnen Automatisierungsstufen siehe Tabelle auf Seite 6.

■ Lidar

Lidar (*light detection and ranging*) ist ein Sensor, der mittels Laserstrahlen die Umgebung vermisst. Anhand des reflektierten, also zurückkommenden Lichts lassen sich der Abstand zu Objekten und deren Geschwindigkeit ermitteln.

■ Selbstfahrendes Auto

In diesem Modul wird als selbstfahrendes Auto ein Fahrzeug verstanden, das völlig selbständig von A nach B fährt. Dazu zählen Autos für das vollautomatisierte Fahren (Automatisierungsstufe 4) – sie fahren unter bestimmten Bedingungen eigenständig – und für das autonome Fahren (Automatisierungsstufe 5) – komplett selbstfahrende Autos ohne Einsatzeinschränkungen.

Didaktik

Anknüpfung an Bildungsplänen

Exemplarisch werden Bezüge zum Bildungsplan baden-württembergischer Gymnasien aufgezeigt: Im Basis- wie auch im Leistungsfach NWT (Naturwissenschaft und Technik) in der Kursstufe ist für den Bereich der Technikfolgenabschätzung formuliert, dass die Schülerinnen und Schüler die Folgen von technischen Innovationen und deren vielfältige Auswirkungen auf die Gesellschaft, Technik und Natur abschätzen können, um sich selbst als technikemanzipierte und technikmündige Bürgerinnen und Bürger in entsprechende Meinungs- und Entscheidungsprozesse einbringen zu können. Für den Bereich *Regeln, Steuern, Messen* wird das autonome Fahren im Basisfach NWT explizit genannt als Analysebeispiel von gesteuerten und geregelten Vorgängen.

In den Fächern Gemeinschaftskunde und Ethik lässt sich das Thema an verschiedenen, von Bildungsplänen vorgegebenen Bereichen verankern. So sieht beispielsweise der Bildungsplan für Gymnasien Baden-Württembergs im Fach Sozialkunde das Feld *Frieden und Sicherheit* vor, in welchem in der Oberstufe ein erweiterter Sicherheitsbegriff angewandt wird. Die Sicherheit der Daten wie auch die Gefahr von Cyberangriffen können im Kontext des autonomen Fahrens ebenso thematisiert werden wie die mögliche Gewinnung erhöhter physischer Sicherheit. In der angewandten Ethik passt das Modul in die Bereiche Technik- und Wissenschaftsethik.

Einzelnachweis

Ziel des Leistungsfachs NWT in der Kursstufe in Baden-Württemberg
www.bildungsplaene-bw.de/Lde/LS/BP2016BW/ALLG/GYM/NWTBFO/IK/03/01/03.

Bedeutung des Themas für die Teilnehmenden

In unserer Gesellschaft gilt Mobilität als Grundbedürfnis und erfolgt vor allem durch individuellen Autoverkehr. Von Innovationen in diesem Bereich ist letztlich die ganze Gesellschaft betroffen. Da es sich bei der Einführung von selbstfahrenden Autos um eine weit in die Zukunft reichende Entscheidung handelt, ist sie besonders für junge Menschen relevant. Die Teilnahme an Meinungs- und Entscheidungsprozessen verlangt ein Wissen hierzu.

Erläuterung des Stundenverlaufs

Hinweis: Das Modul ist auf 90 + 45 Minuten ausgelegt. Sollte so viel Zeit nicht zur Verfügung stehen, lässt sich das Modul auch auf 90 Minuten kürzen. Eine Beschreibung der verkürzten Variante findet sich am Ende dieser Stundenerläuterung.

Teil 1

Die Doppelstunde beginnt mit einem kurzen Video (3 Minuten) aus dem offiziellen Videokanal von Mercedes-Benz (**L1**): *The F 015 Luxury in Motion Future City*. In diesem Video ist ein futuristisches Szenario rund um selbstfahrende Autos dargestellt. Das Video wirkt motivierend und gibt inhaltliche Impulse, welche Themenbereiche mit selbstfahrenden Autos zusammenhängen. Dies regt das folgende Brainstorming an, bei welchem die SchülerInnen mögliche Vor- und Nachteile dieser Art von Mobilität formulieren. Die Stichpunkte werden an der Tafel gesammelt und aus ihnen die Leitfrage abgeleitet: **Selbstfahrende Autos – realistisch und sinnvoll?**

Sollte es nicht möglich sein, das Video zu zeigen, kann alternativ ein Bild des selbstfahrenden Autos gezeigt oder das Thema lediglich genannt werden. Da die Inputs aus dem Video bei dieser Variante fehlen, bietet es sich an, Themenbereiche an der Tafel vorzugeben, zu welchen die SchülerInnen mögliche Vorteile und Nachteile nennen. Themenbereiche sind: Komfort und Freizeit, Umwelt und Stadtbild, Verkehr und Stau, Sicherheit und Technik, anderes.

Da das Thema zu Beginn recht unübersichtlich ist, werden mittels der verschiedenen Automatisierungsstufen von Autos Entwicklung, Möglichkeiten und aktueller Stand geklärt (**L2**). Es wird zunächst erläutert, dass einzelne Stufen den Weg der Entwicklung von einem „normalen“ Autos zu einem selbstfahrenden Auto markieren. Die SchülerInnen erhalten Kärtchen, die sie in die entsprechende Reihenfolge legen. Auf den Kärtchen ist ein Beispiel wie der Spurhalteassistent erklärt und außerdem kurz dargestellt, wie sich die Person auf dem Fahrersitz verhält. Durch dieses Spiel setzen sich die SchülerInnen intensiv mit den technischen Unterschieden der verschiedenen Automatisierungsstufen auseinander und entwickeln ein Gefühl für die Komfort-Vorteile, für die technischen Herausforderungen und vollziehen Probleme besser nach. Die Reihenfolge der Stufen wird abgeglichen; die Kärtchen werden in das Heft oder den Ordner geklebt.

Es folgt eine Vertiefung (**L3**) mit der Frage, Autos welcher Stufe die SchülerInnen aktuell auf unseren Straßen vermuten bzw. was ihre Eltern oder sie fahren. Damit wird ein persönlicher Bezug hergestellt und anschließend erläutert, dass aktuell Au-

tos der Stufe 2 käuflich erwerbbar sind, Stufe 3 und 4 auf Straßen getestet und an Stufe 5 geforscht wird. Im Think-Pair-Share erarbeiten die SchülerInnen nun, welche Hindernisse die Durchsetzung von selbstfahrenden Autos hinauszögern oder verhindern könnten, wenn sie marktreif sein werden. Die SchülerInnen-Antworten werden der bestehenden Sammlung an der Tafel unter der Überschrift *Hindernisse* beigelegt und von den SchülerInnen abgeschrieben. Anhand dieser Sammlung von Hindernissen erläutert die Lehrperson den Begriff Mischverkehr, der im Weiteren verwendet und der so in einen Zusammenhang gebettet wird, den die SchülerInnen selbst hergestellt haben.

Es folgt die Erarbeitungsphase (L3). Hierfür werden vier, bei großer TeilnehmerInnenanzahl acht Gruppen gebildet zu den Themen *Technik*, *Sicherheit*, *Lebensqualität* und *ethische Fragen*. Die SchülerInnen lesen in den Gruppen die Texte (M1.1 – M1.4) und bearbeiten die Aufgaben. Die Gruppen erstellen je ein Plakat zu ihrem Thema, welches sie im Anschluss präsentieren (L4). Nach den Präsentationen endet die Doppelstunde (90 Minuten). Die Plakate werden im Klassenraum aufbewahrt oder eingesammelt. Sollte noch Zeit verbleiben, kann ein Puffer eingesetzt werden.

Teil 2

Der zweite Teil des Modul ist auf 45 Minuten ausgelegt. Zu Beginn fasst eine Schülerin oder ein Schüler die vorherige Doppelstunde zusammen und nennt die Leitfrage, sodass alle TeilnehmerInnen wieder in das Thema finden (L5). Es folgt ein Gallery Walk, bei welchem die SchülerInnen alle Argumente von den Plakaten auf einen Laufzettel (M2) übertragen und sie dort nach den Aspekten *realistisch* und *sinnvoll* sortieren. Pro- und Kontra-Argumente werden entsprechend markiert, die Sammlung anschließend im Plenum abgeglichen.

Aufgrund der Fülle der Argumente, ihrer unterschiedlicher Tragweite und der persönlichen Einstellungen zu ihnen werden die einzelnen Argumente in einer ersten Urteilsbildung (L6) gewichtet, und zwar in Gramm und Kilogramm. Somit kann jede Teilnehmerin und jeder Teilnehmer die persönliche Haltung zur Leitfrage zum Ausdruck bringen und ist gezwungen, sich mit jedem Argument im einzelnen, auch im Verhältnis zu anderen Argumenten, auseinanderzusetzen.

Im Plenum werden einzelne Gewichtungen genannt und diskutiert. Da dies eine Urteilsbildung zur Leitfrage darstellt, sie jedoch keine individuelle Ausgestaltung der einzelnen Aspekte erlaubt. Da das Thema Mobilität darüber hinaus noch vielseitiger ist, erfolgt eine weitere Urteilsbildung in kreativer Form (L7). In kleinen Gruppen entwerfen die SchülerInnen eine Vision von Mobilität, wie sie sie sich wünschen. Dazu werden Leitfragen visualisiert, anhand derer konkrete Details festgemacht werden können. Die SchülerInnen können auch über diese Fragen hinausgehen. Zum Abschluss des Moduls werden einige dieser Visionen vorgelesen. Sollte noch Zeit verbleiben, kann der Puffer eingesetzt werden.

Verkürzte Variante

Sollte es nicht möglich sein, beide Modulteile einzusetzen, kann auf 90 Minuten gekürzt werden. Hierzu wird bis zu **L3** identisch vorgegangen wie oben zu Teil 1 beschrieben. Die SchülerInnen sollen in der Erarbeitungsphase (Phase 5) jedoch keine Plakate anfertigen, sondern lediglich Stichpunkte zu den Aufgaben von **M1** notieren, die sie anschließend vorstellen. Damit werden etwa 10 Minuten Zeit in der Erarbeitungsphase eingespart. Während der Präsentationen schreiben die SchülerInnen die Argumente der vorstellenden Gruppe auf **M2** mit. Die Stichpunkte der Gruppen können, sofern vorhanden, als visuelle Unterstützung während der Präsentation unter der Dokumentenkamera gezeigt werden. Nach den Präsentationen sollte Zeit bleiben, um die Argumente in Gramm und Kilogramm zu gewichten (siehe Urteilsbildung **L6**) und die Gewichtungen zu besprechen. Damit schließt die Stunde. Sollten die SchülerInnen nicht fertig werden, wird die Gewichtung Hausaufgabe und die Besprechung sollte in wenigen Minuten zu Beginn der folgenden Stunde nachgeholt werden.

Erwartungshorizonte

Die Erwartungshorizonte zu den Aufgaben finden sich entsprechend des chronologischen Stundenablaufs im jeweiligen L-Material.

Ziele und angestrebte Kompetenzen

■ Stundenziele

Übergeordnetes Stundenziel

- Die Teilnehmenden können beurteilen, wie realistisch und sinnvoll selbstfahrende Autos für die nahe Zukunft sind.

Feinziele

Teil 1:

- Die Teilnehmenden nennen Chancen und Probleme selbstfahrender Autos.
- Sie ordnen und erklären die Automatisierungsstufen von Autos.
- Sie nennen Hindernisse für die Einführung selbstfahrender Autos.

- Sie untersuchen und vergleichen verschiedene Aspekte von autonomen Autos im Alltag.
- Sie beurteilen, bezogen auf ihren Themenbereich, wie realistisch und sinnvoll selbstfahrende Autos sind.

Teil 2:

- Die Teilnehmenden geben alle Argumente der Themenbereiche wieder.
- Sie gewichten die Argumente individuell und beurteilen, wie realistisch und sinnvoll selbstfahrende Autos in naher Zukunft sind.
- Sie formulieren eigene Wünsche und Vorstellungen zur Mobilität der Zukunft.

■ Angestrebte Kompetenzen

Analysekompetenz

- Die Teilnehmenden können Nachrichten zu selbstfahrenden Autos und deren Entwicklung auf dem Automobilmarkt in ihren Wissenshorizont einordnen.

Urteilskompetenz

- Die Teilnehmenden können Berichte in Presse, Funk, Fernsehen und im Internet zu selbstfahrenden Autos sowie technologische Entwicklungen auf dem Automobilmarkt überprüfen.
- Sie können sich ein Urteil zu den Visionen von Automobilunternehmen, Verkehrsforschern, Interessenvertretungen und anderen bilden.

Handlungskompetenz

- Die Teilnehmenden können sich mit eigenen Positionen an der Debatte um Verkehrsvisionen beteiligen.

Verlaufsplan Teil 1

Phase		Dauer in min	Thema/ Inhalt	Sozialform	Handlung der Lehrperson	Handlung der Teilnehmenden
1	Einstieg	10 (Σ 10)	Selbstfahrende Autos: Chancen und Risiken	Kurzvideo Plenum	L1: Video präsentieren, Stichpunkte an die Tafel schreiben, Leitfrage an die Tafel schreiben.	Chancen und Risiken zu selbstfahrenden Autos aus persönli- cher Sicht äußern.
2	Erarbeitung	10 (Σ 20)	Automatisierungsstu- fen von Autos	PartnerInnen- arbeit	L2: Automatisierungsstufen einführen.	Kärtchen in die richti- ge Reihenfolge brin- gen.
3	Ergebnissi- cherung	8 (Σ 28)	Automatisierungsstu- fen von Autos	Plenum	L2: Stufen abgleichen und Kärtchen einkleben lassen.	Ergebnisse verglei- chen, Kärtchen einkle- ben.
4	Vertiefung	12 (Σ 40)	Hindernisse für die Durchsetzung selbst- fahrender Autos	Plenum	L3: Hindernisse abfragen und Tafelbild erstellen, Mischverkehr erläutern, M1 austeilen.	Hindernisse nennen.
5	Erarbeitung	30 (Σ 70)	Technik, Sicherheit, Lebensqualität, ethi- sche Fragen	Gruppenarbeit	Gruppenarbeit betreuen.	M1 bearbeiten, Plakat erstellen..
6	Ergebnissi- cherung I	20 (Σ 90)	Technik, Sicherheit Le- bensqualität, ethische Fragen	Präsentation der ExpertInnen- gruppen	L4: Präsentationen einlei- ten und betreuen, Stunde beenden oder Puffer einset- zen.	Plakat präsentieren, Argumente sichern.
P	Puffer		Probleme im Mischver- kehr	Plenum	L4: Arbeitsauftrag erläutern	Arbeitsauftrag bear- beiten

Legende zum Verlaufsplan: siehe Seite 29.

Verlaufsplan Teil 2

Phase		Dauer in min	Thema/ Inhalt	Sozialform	Handlung der Lehrperson	Handlung der Teilnehmenden
1	Ergebnissi- cherung II	15 (Σ 15)	Argumente zu Technik, Sicherheit, Lebens- qualität und ethischen Fragen	Gallery Walk Plenum	L5: In das Thema einfüh- ren, Gallery Walk einleiten und betreuen, Abgleich der Argumente einleiten	M2 ausfüllen und Ar- gumente abgleichen
2	Urteilsbil- dung	12 (Σ 27)	Argumente gewichten	Einzelarbeit Plenum	L6: Urteilsbildung einleiten, Diskussion moderieren, zum Abschluss überleiten	Argumente auf M2 ge- wichten und Gewich- tung diskutieren
3	Abschluss	18 (Σ 45)	Mobilität der Zukunft in unserer Vorstellung	Gruppenarbeit Präsentation im Plenum	L7: Gruppenarbeit einleiten, Austausch moderieren, Stunde beenden oder Puf- fer einsetzen	In Gruppen eigene Mobilitätsvorstellung formulieren und vor- tragen
P	Puffer		Wer passt sich wem an?	Plenum	L7: Arbeitsauftrag erläutern	Arbeitsauftrag bear- beiten

Legende Verlaufsplan

Phase		Dauer in min	Thema/ Inhalt	Sozialform	Handlung der Lehrperson	Handlung der Teilnehmenden
1	Einleitung	10 (Σ 10)	Probleme haben nicht immer eindeutige Ursache	Plenum	L1: Frage stellen, ...	Fragen diskutieren und beantworten
1*	Erarbeitung 1*	10 (Σ 10)	Probleme haben nicht immer eindeutige Ursache	Plenum	L1: Offen ...	Rollendialog präsentieren, Problematik erfassen
2	Überleitung	5 (Σ 15)				
P	Puffer		Jugendgarantie	Gruppenarbeit	L3: M1 ausgeben	M1 bearbeiten

Kursiv: Alternative zur vorhergehenden Phase
1*= Alternative zu Phase 1

Dauer der Phase.
(Σ x) = Gesamtdauer
des Moduls bis hierhin.

L1, L2, ...: Verweis auf das
**Material für die Lehr-
person.** Das Material ist
durchnummeriert.

Das Material im **Puffer**
kann eingesetzt werden,
wenn die gesamte Gruppe
schneller als vorgesehen
voran kommt.

M1, M2, ...: Verweis auf das
**Material für die Teilneh-
menden.** Das Material ist
durchnummeriert.

Materialübersicht und vorbereitende Aufgaben Teil 1

Mate- rial- Nr.	Titel	Erläuterung	Vorbereitung	Check
L1		Beschreibung des Einstiegs	Drucken (1 x) Video vorbereiten aus dem offiziellen youtube-Videokanal von Mercedes: www.youtube.com/watch?v=SlfpZmCCZ_U Computer und Beamer vorbereiten.	☐
	Selbstfahren- des Auto	Bild als Alternative zum Video und für den Einstieg in den zweiten Modulteil	Auf Folie drucken, falls keine Doku- mentenkamera vorhanden. Alternativ: Ausdrucken (Auflage: mindestens halbe TeilnehmerInnenzahl → 1 Exemplar pro zwei TeilnehmerInnen).	☐
L2		Beschreibung der Erarbeitung und der Sicherung dieser	Drucken (1 x)	☐
	Automatisie- rungsstufen	Kärtchen für die Erarbeitung	Drucken (Auflage: Anzahl der Teilneh- merInnen) und schneiden	☐
L3		Beschreibung der Vertiefung und Sicherung durch Tafelbild, Überleitung zur folgenden An- wendung	Drucken (1 x)	☐
M1.1 – M1.4	Bereiche von Mobilität	Arbeitsblätter zu Technik, Si- cherheit, Lebensqualität und ethischen Fragen	Drucken (Auflage: Anzahl der Teilneh- merInnen geteilt durch 4)	☐
L4		Beschreibung der Ergebnissi- cherung I: Präsentation der Plakate Puffer	Drucken (1 x)	☐
	Verlaufsplan		Drucken (1 x)	☐

Zusätzliches Material / Hilfsmittel	Verwendung	Check
• Beamer und Computer mit Audiozugang sowie Zugang zum Video • Alternativ: Projektionsgerät (Overheadprojektor, Whiteboard, Dokumentenkamera oder Beamer und Computer). Dazu: Bild zum Einstieg für die Projektion vorbereiten oder ausdrucken (siehe Seite 38).	Einstieg (Phase 1, L1)	☐

Materialübersicht und vorbereitende Aufgaben Teil 2

Material-Nr.	Titel	Erläuterung	Vorbereitung	Check
L5		Beschreibung der Ergebnissicherung II	Drucken (1 x)	☐
M2		Laufzettel für den Gallery Walk	Drucken (Auflage: Anzahl der TeilnehmerInnen)	☐
L6		Beschreibung der Urteilsbildung	Drucken (1 x)	☐
L7		Beschreibung des Abschluss	Drucken (1 x)	☐
	Arbeitsauftrag	Arbeitsauftrag für die Gruppenarbeit	Auf Folie drucken, falls keine Dokumentenkamera vorhanden. Alternativ: Dokumentenkamera nutzen oder ausdrucken (Auflage: TeilnehmerInnenzahl geteilt durch 3).	☐
	Verlaufsplan		Drucken (1 x)	☐

Zusätzliches Material / Hilfsmittel	Verwendung	Check
• Dokumentenkamera Alternativ: Argumente schriftlich abgleichen • Projektionsgerät (Overheadprojektor, Whiteboard, Dokumentenkamera oder Beamer und Computer). Alternativ: Arbeitsauftrag ausdrucken, Auflage: Anzahl TeilnehmerInnen geteilt durch 3	Abgleich der Argumente auf M2 (Phase 1, L5) Arbeitsauftrag für die abschließende Gruppenarbeit (Phase 3, L7)	☐

Weiterführende Themenvorschläge

Vorschläge zur Vertiefung

Diese Vorschläge ermöglichen es, das Thema außerhalb des Schulstunden-Rhythmus zu vertiefen. Dabei kann auf die Interessen der SchülerInnen sowie aktuelle Entwicklungen und lokale Gegebenheiten eingegangen werden.

■ Die Sicherheitsrisiken der Automatisierungsstufe 3 genauer untersuchen

- Insgesamt versprechen Prognosen einen Sicherheitsgewinn durch selbstfahrende Autos. Bei Autos der Automatisierungsstufe 3 jedoch vermuten Experten höhere Risiken als Sicherheitsgewinne.
- Die SchülerInnen untersuchen die Gründe hierfür und grenzen sie gegen die Automatisierungsstufen 1, 2, 4 und 5 ab.
- Literatur dazu: Fonds für Verkehrssicherheit: *Automatisiertes Fahren. Auswirkungen auf die Strassenverkehrssicherheit*. Schlussbericht vom 31. Mai 2018. Eine Studie von EBP Schweiz AG im Auftrag des Fonds für Verkehrssicherheit (FVS). www.astra.admin.ch/dam/astra/de/dokumente/abteilung_strassennetzeallgemein/automatisiertes-fahren_auswirkungen-auf-die-strassenverkehrssicherheit.pdf.download.pdf/2018-05-31_Schlussbericht_aFn.pdf, abgerufen am 25.2.2020, S.26.

Die verschiedenen Wirkungen einzelner Unfallursachen und Optimierungsversprechen durch Automatisierungsfunktionen sind auf S.19 dargestellt.

■ Künstliche Intelligenz (KI) unter ethischen Gesichtspunkten untersuchen

- Künstliche Intelligenz hat die Macht, viele Wirtschafts- und Lebensbereiche grundlegend zu verändern und bedarf daher einer ethischen Diskussion. Einen Überblick über diese Diskussion gibt folgender Artikel:

Catrin Misselhorn: *Maschinenethik und "Artificial Morality": Können und sollen Maschinen moralisch handeln?* 2.2.2018. Bundeszentrale für politische Bildung. www.bpb.de/apuz/263684/koennen-und-sollen-maschinen-moralisch-handeln?p=all

- Mögliche konkrete Themen für den Unterricht sind:
 - Die SchülerInnen analysieren das Menschenbild, welches der KI zugrunde liegt. und nehmen Stellung dazu.

Folgender Artikel befasst sich beispielhaft mit dieser Thematik:
Sarah Spiekermann: *Der Mensch als Fehler*. Süddeutsche Zeitung vom 24.3.2019. www.sueddeutsche.de/kultur/kuenstliche-intelligenz-ethik-menschenbild-philosophie-1.4378898-2

- Die SchülerInnen untersuchen, wie Algorithmen entstehen und beurteilen die Frage, ob KI gesellschaftliche Probleme fortschreibt.

Künstliche Intelligenz kann große, unstrukturierte Datenmengen durchforsten, darin Muster erkennen und anhand der gewonnenen Erkenntnisse selbständig weiter lernen. Letztlich basieren diese Erkenntnisse auf dem Tun der Vergangenheit, wenn das Verhalten von Menschen und der Gesellschaft bei einem Thema relevant sind.

Susanne Beck et.al.: *Künstliche Intelligenz und Diskriminierung. Herausforderungen und Lösungsansätze*. Lernende Systeme - Die Plattform für künstliche Intelligenz. Juni 2019. www.plattform-lernende-systeme.de/files/Downloads/Publikationen/AG3_Whitepaper_250619.pdf

■ Unterschiedliche Datenschutzstandards analysieren, beispielsweise anhand der Huawei-Debatte

Die SchülerInnen gehen folgenden Fragen nach:

- Wie gehen in China und den USA Unternehmen und der Staat mit den Daten von BürgerInnen um und entspricht dies dem hiesigen Verständnis von Datenschutz?
- Besteht die Gefahr, dass Europa zukünftig abhängig sein wird von US-amerikanischer und chinesischer Technologie? Was würde das für die Selbstbestimmung bezüglich der Nutzung von Daten und den Datenschutz bedeuten?
- Können hohe Datenschutzstandards hierzulande bezüglich KI-Entwicklungen zu wirtschaftlichen Nachteilen führen, da hiesigen Unternehmen auf nur wenige persönliche Daten von Nutzern zurückgreifen können im Vergleich zu Unternehmen beispielsweise in den USA und China?

Literatur dazu: Patrick Garber: *Sinologin über die Digital-Macht China*. „Huawei war ein Weckruf“. Deutschlandfunk Kultur. 25.5.2019.
www.deutschlandfunkkultur.de/sinologin-ueber-die-digital-macht-china-huawei-war-ein.990.de.html?dram:article_id=449330

■ Aspekte der Wettbewerbsfähigkeit der Automobilindustrie sowie des Wohlstands im Land diskutieren

Verkehrssicherheit und Datenschutz sind in Europa zwei wichtige Themen. Staaten, die hierbei mit geringeren Standards arbeiten, können sich technologisch Vorsprünge bei selbstfahrenden Autos erarbeiten und davon wirtschaftlich profitieren. Dieses Dilemma diskutieren unter der Frage, was das für den Wohlstand hierzulande bedeuten könnte, sowie unter ethischen Aspekten.

Module, die Aspekte dieses Moduls weiterführen

-

Hinweise zum Materialien-Teil

L-Material für die Lehrperson

Die Bildungsplattform *Wandel vernetzt denken* greift Themen und Sichtweisen auf, die im klassischen Schulunterricht meist nicht im Fokus stehen, für Jugendliche aber von hoher Relevanz sind. Die Themen werden überwiegend fächerübergreifend behandelt, wobei die SchülerInnen wichtige Zusammenhänge erkennen sollen. Aufgrund dieses Konzeptes und dieses Ansatzes sind die Erläuterungen für die Lehrperson in den Unterrichtsmodulen vergleichsweise ausführlich gehalten. Die ausführlichen Erläuterungen sind als Angebot zu verstehen, um komplexe und womöglich fachfremde Themen sicher unterrichten zu können.

Aufbau und Sortierung des Materialien-Teils

Der Materialien-Teil des Moduls besteht aus L-Materialien und M-Materialien.

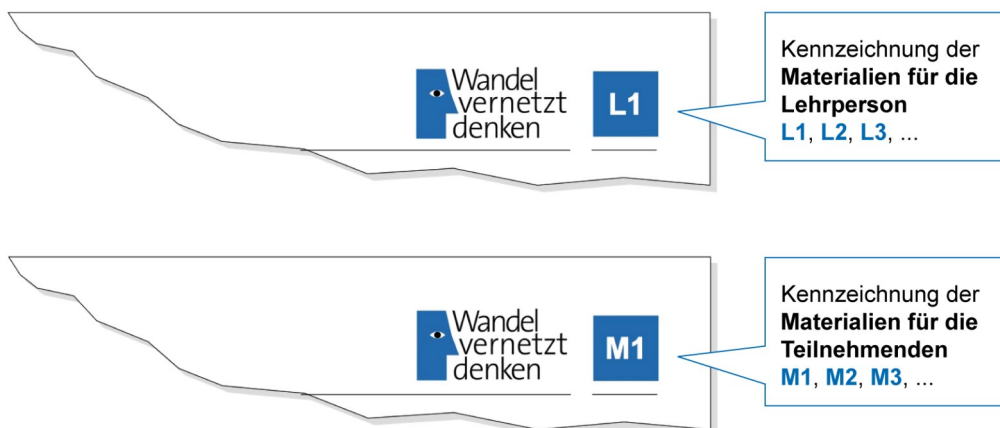
- L-Materialien sind für die Lehrperson bestimmt und fassen deren Aufgaben im Stundenablauf zusammen.
- M-Materialien sind für die SchülerInnen (Teilnehmende) bestimmt und beinhalten Texte und Aufgaben.

L- und M-Materialien befinden sich im Materialien-Teil chronologisch nach dem Stundenablauf und den Phasen des Verlaufsplans sortiert.

So könnte das in einem Modul praktisch aussehen:

- **L1** zeigt, wie die Lehrperson in die Stunde einführt, und endet mit der Ausgabe des Materials **M1** an die Teilnehmenden.
- **M1** enthält Texte und Aufgaben, die die SchülerInnen lesen und bearbeiten.
- **L2** zeigt, wie die Lehrperson die Bearbeitung von **M1** beendet und die Inhalte im Plenum sichert (Musterlösung). Zugleich leitet **L2** zur nächsten Phase des Moduls über.

Legende Materialkennzeichnung



Materialien

Teil 1: Erarbeitungsphase

Hinweis zu Aufbau und Sortierung des Materialteils: siehe Seite 34

- ➔ Video präsentieren
- ➔ Stichpunkte an die Tafel schreiben
- ➔ Leitfrage an die Tafel schreiben

Material	■ Laptop und Beamer, alternativ: Folie S.38 sowie Projektionsgerät ■ Tafel
Tun	■ Das Video zeigen aus dem offiziellen youtube-Videokanal von Mercedes Benz: www.youtube.com/watch?v=SlfpZmCCZ_U ■ Arbeitsauftrag erteilen: 1. Welche Vorteile sehen Sie in der vorgestellten Form der Mobilität? ■ Stichworte an der Tafel sammeln. ■ Arbeitsauftrag erteilen: 2. Könnten daraus auch Probleme entstehen? ■ Stichworte an der Tafel ergänzen. ■ Bei Findungsschwierigkeiten von Vorteilen und Nachteilen Hilfestellung geben, beispielsweise durch die Frage: Sehen Sie eine solche Mobilität in den nächsten Jahren oder Jahrzehnten realisiert?
Ergebnis	■ <i>Musterlösung:</i> Individuelle Ergebnisse, möglich: 1. Nennen Sie Vorteile, die Sie in der vorgestellten Form der Mobilität sehen. • bequem • Zeitersparnis • sicher • Neue Möglichkeiten für Carsharing 2. Nennen Sie etwaige Probleme und Risiken, die Ihnen einfallen. • Risiko des Technikausfalls mit Unfällen und Toten • realistisch? • teuer • Gefahr des Hackens • ethische Fragen

Phase

1 Einstieg

2 Erarbeitung

3 Ergebnissicherung

4 Vertiefung

5 Erarbeitung

6 Ergebnissicherung I

P Puffer

Tun	■ Aus der Stichwortsammlung die Leitfrage ableiten und an die Tafel schreiben: Selbstfahrende Autos – realistisch und sinnvoll? ■ Darauf hinweisen, dass sich die Frage auf die nahe Zukunft, also etwa die nächsten 20 Jahren, bezieht.
------------	---

Hinweis für die Lehrperson

Sollte die Möglichkeit, ein Video zu zeigen, nicht bestehen, kann alternativ ein Bild eines selbstfahrenden Autos (S. 38) visualisiert werden. Sollte auch dies nicht möglich sein, wird lediglich das Thema vorgestellt. Es folgt der Arbeitsauftrag: *Wie stellen Sie sich die Zukunft vor, wenn Autos selbst fahren? Äußern Sie Vorteile, die Sie darin sehen, aber auch Bedenken, die Sie eventuell haben.*

Da Inputs aus dem Video fehlen, können optional Themenfelder an der Tafel vorgegeben werden. Dies erleichtert den Jugendlichen das Finden von Chancen und Problemen. Themenbereiche sind:

- Komfort und Freizeit
- Umwelt und Stadtbild
- Verkehr und Stau
- Sicherheit
- Technik
-

Die Antworten der SchülerInnen werden an der Tafel gesammelt und daraus wird die Leitfrage abgeleitet: **Selbstfahrende Autos – realistisch und sinnvoll?**

Selbstfahrendes Auto

Folie



Screenshot aus dem Video „The F 015 Luxury in Motion Future City“ von Mercedes -Benz (www.youtube.com/watch?v=SlfpZmCCZ_U). Abdruck mit freundlicher Genehmigung der Daimler AG.

→ Automatisierungsstufen einführen
→ Stufen abgleichen und Kärtchen einkleben lassen

Tun	■ Erläutern, dass die Entwicklung eines „normalen“ Autos zu einem selbstfahrenden Auto über einzelne Stufen führt, die nun zugeordnet werden sollen. ■ Kärtchen (S. 41) mischen und verteilen. ■ Arbeitsauftrag erteilen: Bringen Sie die Kärtchen in die Reihenfolge der Automatisierungsstufen von 0 bis 5. ■ Nach etwa 5 Minuten zur Sicherung aufrufen. Einzelne SchülerInnen bitten, eine Stufe nach der anderen vorzustellen, die Kärtchen mit der jeweiligen Stufe zu beschriften und sie anschließend in der richtigen Reihenfolge in das Heft/ den Ordner zu kleben.				
Ergebnis	■ <i>Musterlösung</i> Bringen Sie die Kärtchen in die Reihenfolge der Automatisierungsstufen von 0 bis 5. <table border="1" data-bbox="333 1162 1142 1991"> <tr> <td data-bbox="333 1162 738 1570"> Stufe 0 Keine Automatisierung Es werden lediglich Warnungen abgegeben, zum Beispiel, wenn das Auto die Fahrspur verlässt. Die Person am Steuer muss die ganze Zeit über aufmerksam das Fahrzeug führen. </td><td data-bbox="738 1162 1142 1570"> Stufe 1 Assistiertes Fahren Die Funktionen unterstützen beim Lenken <u>oder</u> Bremsen/ Beschleunigen. Beispiel Spurhalteassistent oder Geschwindigkeitsregelung. Die Person am Steuer muss die ganze Zeit über aufmerksam das Fahrzeug führen. </td></tr> <tr> <td data-bbox="333 1570 738 1991"> Stufe 2 Teilautomatisiertes Fahren Die Funktionen unterstützen beim Lenken <u>und</u> Bremsen/ Beschleunigen. Beispiele: Spurhalteassistent und Geschwindigkeitsregelung gleichzeitig . Die Person am Steuer muss die ganze Zeit über aufmerksam das Fahrzeug führen. </td><td data-bbox="738 1570 1142 1991"> Stufe 3 Hochautomatisiertes Fahren Das System lenkt, bremst und beschleunigt in bestimmten Verkehrssituationen eigenständig. Die Person am Steuer muss, wenn das System dazu auffordert, das Fahrzeug übernehmen. </td></tr> </table>	Stufe 0 Keine Automatisierung Es werden lediglich Warnungen abgegeben, zum Beispiel, wenn das Auto die Fahrspur verlässt. Die Person am Steuer muss die ganze Zeit über aufmerksam das Fahrzeug führen.	Stufe 1 Assistiertes Fahren Die Funktionen unterstützen beim Lenken <u>oder</u> Bremsen/ Beschleunigen. Beispiel Spurhalteassistent oder Geschwindigkeitsregelung. Die Person am Steuer muss die ganze Zeit über aufmerksam das Fahrzeug führen.	Stufe 2 Teilautomatisiertes Fahren Die Funktionen unterstützen beim Lenken <u>und</u> Bremsen/ Beschleunigen. Beispiele: Spurhalteassistent und Geschwindigkeitsregelung gleichzeitig . Die Person am Steuer muss die ganze Zeit über aufmerksam das Fahrzeug führen.	Stufe 3 Hochautomatisiertes Fahren Das System lenkt, bremst und beschleunigt in bestimmten Verkehrssituationen eigenständig. Die Person am Steuer muss, wenn das System dazu auffordert, das Fahrzeug übernehmen.
Stufe 0 Keine Automatisierung Es werden lediglich Warnungen abgegeben, zum Beispiel, wenn das Auto die Fahrspur verlässt. Die Person am Steuer muss die ganze Zeit über aufmerksam das Fahrzeug führen.	Stufe 1 Assistiertes Fahren Die Funktionen unterstützen beim Lenken <u>oder</u> Bremsen/ Beschleunigen. Beispiel Spurhalteassistent oder Geschwindigkeitsregelung. Die Person am Steuer muss die ganze Zeit über aufmerksam das Fahrzeug führen.				
Stufe 2 Teilautomatisiertes Fahren Die Funktionen unterstützen beim Lenken <u>und</u> Bremsen/ Beschleunigen. Beispiele: Spurhalteassistent und Geschwindigkeitsregelung gleichzeitig . Die Person am Steuer muss die ganze Zeit über aufmerksam das Fahrzeug führen.	Stufe 3 Hochautomatisiertes Fahren Das System lenkt, bremst und beschleunigt in bestimmten Verkehrssituationen eigenständig. Die Person am Steuer muss, wenn das System dazu auffordert, das Fahrzeug übernehmen.				

Phase

1 Einstieg

2 Erarbeitung

3 Ergebnissicherung

4 Vertiefung

5 Erarbeitung

6 Ergebnissicherung I

P Puffer

	<table border="1"> <tr> <td> Stufe 4 Vollautomatisiertes Fahren Das Auto kann in bestimmten Verkehrssituationen alleine fahren, beispielsweise als lokales fahrerloses Taxi. Eine Fahrerin oder einen Fahrer gibt es nicht mehr, nur noch Passagiere. Daher sind auch Lenkrad und Pedale nicht mehr notwendig. </td><td> Stufe 5 Autonomes Fahren Das Auto kann unter allen möglichen Umgebungsbedingungen eigenständig fahren. Eine Fahrerin oder einen Fahrer gibt es nicht mehr, nur noch Passagiere. Daher sind auch Lenkrad und Pedale nicht mehr notwendig. </td></tr> </table>	Stufe 4 Vollautomatisiertes Fahren Das Auto kann in bestimmten Verkehrssituationen alleine fahren, beispielsweise als lokales fahrerloses Taxi. Eine Fahrerin oder einen Fahrer gibt es nicht mehr, nur noch Passagiere. Daher sind auch Lenkrad und Pedale nicht mehr notwendig.	Stufe 5 Autonomes Fahren Das Auto kann unter allen möglichen Umgebungsbedingungen eigenständig fahren. Eine Fahrerin oder einen Fahrer gibt es nicht mehr, nur noch Passagiere. Daher sind auch Lenkrad und Pedale nicht mehr notwendig.
Stufe 4 Vollautomatisiertes Fahren Das Auto kann in bestimmten Verkehrssituationen alleine fahren, beispielsweise als lokales fahrerloses Taxi. Eine Fahrerin oder einen Fahrer gibt es nicht mehr, nur noch Passagiere. Daher sind auch Lenkrad und Pedale nicht mehr notwendig.	Stufe 5 Autonomes Fahren Das Auto kann unter allen möglichen Umgebungsbedingungen eigenständig fahren. Eine Fahrerin oder einen Fahrer gibt es nicht mehr, nur noch Passagiere. Daher sind auch Lenkrad und Pedale nicht mehr notwendig.		
Tun	■ Fragen, was mit <i>Funktionen</i> auf den Kärtchen gemeint ist: Welche Funktionen unterstützen das Fahren?		
Ergebnis	■ <i>Musterlösung</i> Bestimmte Funktionen unterstützen oder übernehmen den Fahrprozess. Beispiele: • Einparkhilfe • Bremsassistent		
Tun	■ Frage stellen: Autos welcher Automatisierungsstufe fahren Sie, Ihre Eltern oder welche vermuten Sie aktuell auf unseren Straßen? ■ Erläutern, dass aktuell Autos • der Automatisierungsstufe 2 käuflich erwerbbar sind, • der Automatisierungsstufe 3 und 4 auf Straßen getestet und • an Automatisierungsstufe 5 geforscht wird. ■ Darauf hinweisen, dass als ein selbstfahrendes Auto ein Auto der Automatisierungsstufe 4 oder 5 verstanden wird und sich die Leitfrage und die folgende Beschäftigung auf solche Autos beziehen. ■ Die Leitfrage an der Tafel um diese Spezifizierung ergänzen, etwa: Automatisierungsstufen 4 und 5: Selbstfahrende Autos – realistisch und sinnvoll?		

Automatisierungsstufen selbstfahrender Autos

Stufe Keine Automatisierung Es werden lediglich Warnungen abgegeben, zum Beispiel, wenn das Auto die Fahrspur verlässt. Die Person am Steuer muss die ganze Zeit über aufmerksam das Fahrzeug führen.	Stufe Assistiertes Fahren Die Funktionen unterstützen beim Lenken <u>oder</u> Bremsen/ Beschleunigen. Beispiele: Spurhalteassistent oder Geschwindigkeitsregelung. Die Person am Steuer muss die ganze Zeit über aufmerksam das Fahrzeug führen.
Stufe Teilautomatisiertes Fahren Die Funktionen unterstützen beim Lenken <u>und</u> Bremsen/ Beschleunigen. Zum Beispiel Spurhalteassistent und Geschwindigkeitsregelung gleichzeitig . Die Person am Steuer muss die ganze Zeit über aufmerksam das Fahrzeug führen.	Stufe Hochautomatisiertes Fahren Das System lenkt, bremst und beschleunigt in bestimmten Verkehrssituationen eigenständig. Die Person am Steuer muss, wenn das System sie dazu auffordert, das Fahrzeug übernehmen.
Stufe Vollautomatisiertes Fahren Das Auto kann in bestimmten Verkehrssituationen alleine fahren, beispielsweise als lokales fahrerloses Taxi. Eine Fahrerin oder einen Fahrer gibt es nicht mehr, nur noch Passagiere. Daher sind auch Lenkrad und Pedale nicht mehr notwendig.	Stufe Autonomes Fahren Das Auto kann unter allen möglichen Umgebungsbedingungen eigenständig fahren. Eine Fahrerin oder einen Fahrer gibt es nicht mehr, nur noch Passagiere. Daher sind auch Lenkrad und Pedale nicht mehr notwendig.

- ➔ Hindernisse abfragen und Tafelbild erstellen
- ➔ Mischverkehr erläutern
- ➔ **M1** austeilern

Material	■ M1 ■ Tafel ■ Plakate und Plakatstifte
Tun	■ Arbeitsauftrag erteilen: Nennen Sie Gründe, warum Menschen auf den Kauf von selbstfahrenden Autos zunächst verzichten könnten, wenn Autos der Automatisierungsstufe 4 und 5 in Zukunft auf den Markt kommen. ■ Die Antworten an der Tafel festhalten unter der Überschrift <i>Verzögerung bei der Durchsetzung</i>
Ergebnis	■ Individuelle Lösungen, möglich: • Man will zunächst das aktuelle Auto „zu Ende fahren“ • Kann sich nicht jede/ jeder leisten • Nicht alle Menschen haben grundsätzlich ein Auto • Manche Menschen haben Bedenken gegenüber der Technik, Angst vor Unfällen oder Hackern • Fahrspaß geht verloren
Tun	■ An die Ergebnisse anknüpfend erläutern, dass aus den genannten Gründen laut Prognosen noch lange Zeit Mischverkehr herrschen wird, dass also Autos verschiedener Automatisierungsstufen gleichzeitig auf den Straßen fahren werden. ■ Diese Erläuterung im Tafelbild festhalten, beispielsweise mit einem Folgepfeil und dem Schlagwort <i>Mischverkehr</i> unterhalb der Antworten. → Mischverkehr ■ Erläutern, dass zu dem Begriff Mischverkehr auch andere VerkehrsteilnehmerInnen wie FahrradfahrerInnen und FußgängerInnen gezählt werden können. ■ Das Tafelbild abschreiben lassen. ■ Zurück auf die Stichpunkte an der Tafel verweisen und erläutern, dass relevante Bereiche dieses Themas nun ge-

Phase

- 1 Einstieg
- 2 Erarbeitung
- 3 Ergebnissicherung
- 4 Vertiefung
- 5 Erarbeitung
- 6 Ergebnis-sicherung I
- P Puffer

	nauer untersucht werden sollen, um mit den Informationen am Ende der Stunde bewerten zu können, wie realistisch und sinnvoll selbstfahrende Autos sind. ■ Die ExpertInnen-Gruppen <i>Sicherheit, Technik, Lebensqualität</i> und <i>ethische Fragen</i> bilden bzw. selbst bilden lassen. Bei großen Gruppen können auch 2 Gruppen pro Themenbereich gebildet werden, sodass insgesamt 8 Gruppen entstehen. ■ Das weitere Vorgehen erläutern: Die Gruppen haben 30 Minuten Zeit, um ihre Texte zu lesen, ein Plakat zu erstellen und die anderen Aufgaben auf dem Arbeitsblatt zu bearbeiten. Danach werden alle Gruppen ihren Themenbereich mithilfe des Plakats präsentieren. ■ M1 austeilen, die Arbeitsphase beginnen und betreuen.
--	---

Hintergrundinformation für die Lehrperson

Zu allen Gruppen:

Die Inhalte weisen eine derart unterschiedliche Struktur auf, dass auch die Struktur der Plakate unterschiedlich ausfallen kann (siehe Musterlösungen S.55). Für die Gruppe Lebensqualität bietet es sich beispielsweise an, direkt Vor- und Nachteile selbstfahrender Autos aus dem Text herauszuarbeiten. Die Gruppe Technik hingegen bereitet vor allem Informationen auf, die dem Verständnis selbstfahrender Autos dient. Bei dem Plakat zur Technik muss die Arbeit, Argumente zu erkennen, von allen SchülerInnen während der Sicherungsphase (Gallery Walk) geleistet werden.

Ethische Fragen:

Die Erarbeitung dieser Gruppe weicht von jener der anderen Gruppen ab. Zusätzlich zu dem zweiseitigen Arbeitsblatt gehört ein Auszug aus den Regeln der Ethik-Kommission für selbstfahrenden Autos zum Material (3. Seite von M1.4). Dieses Blatt behalten Sie als Lehrperson ein, bis die Gruppe nach Bearbeitung der ersten Aufgabe auf Sie zukommt. Da es sich um den Originaltext aus dem Bericht der Ethik-Kommission handelt (um die Punkte 5, 8 und 9), kann es zu Verständnisschwierigkeiten kommen. Sie sollten in diesem Fall die SchülerInnen beim Lesen und Interpretieren des Fachtextes unterstützen.

Zu Lebensqualität:

Die Plusaufgabe (Aufgabe 3) erfordert den Entwurf einer Lösung, welche die Gruppe während der Erarbeitungsphase mit der Lehrperson abgleichen soll. Die Antwort zu der Aufgabe lautet:

Wie oben beschrieben, gibt es Menschen, denen das Fahren Freude bereitet, beispielsweise auf freien Landstraßen. Die Freude wird jedoch von der fahrenden Person sicherlich nicht in vollen Innenstädten oder im Berufsverkehr auf der Autobahn empfunden. Entwerfen Sie eine Lösung, die sowohl den Wunsch nach Fahrspaß in

den einen als auch die Entlastung von der Fahraufgabe in den anderen Situationen realisiert.

Ein Auto, dessen Möglichkeiten zum autonomen Fahren gezielt in Anspruch genommen werden können – oder auch nicht. Es muss dazu weiterhin über Steuer und Pedale verfügen und Automatisierungsfunktionen müssen manuell eingestellt werden können für den abwechselnden Betrieb vollautomatisiert/autonom und manuell (Hybride).

Literatur M1

Aus Platzgründen wird auf den M1-Texten keine Literatur angegeben. Es wurde die Literatur verwendet, die am Ende des i-Teils aufgeführt ist, siehe S. 18.

Die **Einzelnachweise** werden im Folgenden aufgeführt:

M1.1

Zitat Waymo-Chef

Christina Kyriasoglou: *Autonomes Fahren – „Womöglich wird es Grenzen geben.“* Manager Magazin 4.7.2019. www.manager-magazin.de/unternehmen/autoindustrie/fraunhofer-studie-zum-autonomen-fahren-womoeglich-wird-es-grenzen-geben-a-1273472.html, abgerufen am 17.2.2020

M1.2:

10 % der AutofahrerInnen auf der Autobahn am Handy

Axel Hofmann: *Aus für das Tablet am Steuer – ohne Wenn und Aber.* 19.11. 2016. www.heise.de/newsticker/meldung/Aus-fuer-das-Tablet-am-Steuer-ohne-Wenn-und-Aber-3492144.html, abgerufen am 2.4.2020.

Unfallursachen für Unfälle mit Personenschaden

Statistisches Bundesamt: *Verkehrsunfälle. Fehlverhalten der Fahrzeugführer bei Unfällen mit Personenschaden.* 6.5.2019. www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Verkehrsunfaelle/Tabellen/fehlverhalten-fahrzeugfuehrer.html, abgerufen am 17.2.2020.

Neues Risiko durch technische Mängel oder Ausfälle oder durch Mischverkehr

Prognos: *Einführung von Automatisierungsfunktionen in der Pkw-Flotte*, S.43.
Fonds für Verkehrssicherheit: *Automatisiertes Fahren. Auswirkungen auf die Strassenverkehrssicherheit*, S.23.

Für die Lehrperson zur Ausgabe an die Gruppe *ethische Fragen* nach Bearbeitung von Aufgabe 1 auf M1.4

Auszug aus den Regeln der Ethik-Kommission zu selbstfahrenden Autos

- (...) Die Technik muss nach ihrem jeweiligen Stand so ausgelegt sein, dass kritische Situationen gar nicht erst entstehen, dazu gehören auch Dilemma-Situationen, also eine Lage, in der ein automatisiertes Fahrzeug vor der „Entscheidung“ steht, eines von zwei nicht abwärgungsfähigen Übeln notwendig verwirklichen zu müssen. Dabei sollte das gesamte Spektrum technischer Möglichkeiten – etwa von der Einschränkung des Anwendungsbereichs auf kontrollierbare Verkehrsumgebungen, Fahrzeugsensorik und Bremsleistungen, Signale für gefährdete Personen bis hin zu einer Gefahrenprävention mittels einer „intelligenten“ Straßen-Infrastruktur – genutzt und kontinuierlich weiterentwickelt werden. (...)
- (...)
- Echte dilemmatische Entscheidungen, wie die Entscheidung Leben gegen Leben sind von der konkreten tatsächlichen Situation unter Einschluss „unberechenbarer“ Verhaltensweisen Betroffener abhängig. Sie sind deshalb nicht eindeutig normierbar und auch nicht ethisch zweifelsfrei programmierbar. Technische Systeme müssen auf Unfallvermeidung ausgelegt werden, sind aber auf eine komplexe oder intuitive Unfallfolgenabschätzung nicht so normierbar, dass sie die Entscheidung eines sittlich urteilsfähigen, verantwortlichen Fahrzeugführers ersetzen oder vorwegnehmen könnten. Ein menschlicher Fahrer würde sich zwar rechtswidrig verhalten, wenn er im Notstand einen Menschen tötet, um einen oder mehrere andere Menschen zu retten, aber er würde nicht notwendig schuldhaft handeln. Derartige in der Rückschau angestellte und besondere Umstände würdigende Urteile des Rechts lassen sich nicht ohne weiteres in abstrakt-generelle Ex-Ante-Beurteilungen und damit auch nicht in entsprechende Programmierungen umwandeln. (...)
- Bei unausweichlichen Unfallsituationen ist jede Qualifizierung nach persönlichen Merkmalen (Alter, Geschlecht, körperliche oder geistige Konstitution) strikt untersagt. Eine Aufrechnung von Opfern ist untersagt. Eine allgemeine Programmierung auf eine Minderung der Zahl von Personenschäden kann vertretbar sein. Die an der Erzeugung von Mobilitätsrisiken Beteiligten dürfen Unbeteiligte nicht opfern.

Verwendete Literatur

Ethik-Kommission: Automatisiertes und vernetztes Fahren. Eingesetzt durch den Bundesminister für Verkehr und digitale Infrastruktur. Bericht 2017. Berlin, 2017, S.10f. www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Publikationen/DG/bericht-der-ethik-kommission.pdf?__blob=publicationFile

Selbstfahrende Autos – die Technik

Ein Auto, das komplett selbstständig fahren kann, muss Aufgaben übernehmen, die bisher von menschlichen FahrerInnen getätigt wurden. Dafür braucht es eine umfangreiche technische Ausstattung, um beispielsweise die Umgebung erfassen und bewerten zu können.

Neben Kameras und Radar helfen Laserstrahlen (Lidar), einen 360 Grad-Blick zu erhalten und die Entfernung zu Objekten in der Umgebung des Autos zu messen. Um die Position des Fahrzeuges und den weiteren Verlauf der Straße zu ermitteln, benötigen selbstfahrende Autos ein Satellitenavigationssystem sowie tagesaktuelle digitale Karten. Straßenmarkierungen müssen perfekt und wirklich überall vorhanden sein. Dazu kommen umfangreiche Computerhardware – eine zentrale Steuerungseinheit im Auto – und Software, um die aufgenommenen Daten in Echtzeit zu verarbeiten, ein umfassendes Bild zu erstellen und die notwendigen Befehle an das Auto und seine Komponenten zu geben. Wichtig ist es, bewegte Objekte wie Fahrzeuge und Menschen nicht nur als solche zu erkennen, sondern auch Vorhersagen zu erstellen, wie sie sich weiter verhalten werden könnten.

Hierbei kommt teilweise künstliche Intelligenz (KI) zum Einsatz: Das Auto lernt aus Situationen und wendet das Gelernte auf neue Situationen an, sodass es flexibel und eigenständig auf neue Rahmenbedingungen reagieren kann. Manche grundlegenden Verhaltensvorgaben werden vorab einprogrammiert.

Die oben genannte Technik muss in allen Wetterlagen gut funktionieren, was bisher noch nicht gewährleistet werden kann. Beispielsweise werden die Strahlen des Lidar von Feuchtigkeitströpfchen bei Regen und Nebel abgelenkt. Liegen die Straßenmarkierungen unter Schnee, können sie durch Kameras nicht erkannt werden, die auch im Dunkeln noch schlecht sehen. Waymo-Chef John Krafcik vermutet: Unter bestimmten Umständen wie starkem Nebel würde vollautonomes Fahren wohl nie möglich sein.

Wie realistisch ist überhaupt die Vorstellung eines Autos, das unter allen Situationen und überall selbstfahrend unterwegs sein kann? Hier muss neben den Wetterbedingungen verschiedene anspruchsvolle Fahrsituationen unterschieden werden: Stadt, Landstraße und Autobahn. Das Fahren auf der Autobahn ist am wenigsten anspruchsvoll, da es dort außer Autos, LKWs und Motorrädern in der Regel keine weiteren VerkehrsteilnehmerInnen gibt. Auch enge Kurven, Kreuzungen und Ampeln sind nicht vorhanden. So ist es unter dem Aspekt der notwendigen Technik realistisch, dass künftig selbstfahrende Autos auf Autobahnen sicher unterwegs sein können.

In Städten hingegen sind die Fahrsituationen unübersichtlicher, nicht zuletzt wegen FußgängerInnen und FahrradfahrerInnen. Weder lassen sich diese mit den Autos



Stoppschild mit Schnee – schwer erkennbar für selbstfahrende Autos

Quelle: Daniel Lobo/flickr
CC-BY-2.0

Waymo

Waymo ist ein Unternehmen zur Entwicklung von Technologien für autonome Fahrzeuge. Es wurde 2016 gegründet und setzt die Arbeiten des Projekt Google Driverless Car fort.

45 vernetzen, noch ihre Aktivitäten von der Steuerungseinheit selbstfahrender Autos eindeutig vorhersagen.

Es bleibt also abzuwarten, wie weit sich die Technik künftig entwickeln wird – teuer sind die notwendigen technischen Einrichtungen wie Lidar momentan auf jeden Fall.

Vernetzung

Datenaustausch zwischen beispielsweise Ampeln und Autos oder zwischen Autos untereinander.

Aufgabe



1. Erstellen Sie ein Plakat zum Themenbereich Technik. Geben Sie auf diesem Informationen an zu
 - wie das selbstfahrende Auto sehen kann,
 - wie es sich orientiert,
 - wie es zu seinen Entscheidungen kommt und
 - welchen Einfluss verschiedene Straßenarten und Wetterlagen auf die Funktionen der Technik haben.
2. Formulieren Sie eine Einschätzung Ihrer Gruppe zu der Frage, für wie realistisch und sinnvoll Sie selbstfahrende Autos in naher Zukunft – lediglich unter dem Aspekt der Technik – halten und stellen Sie diese Einschätzung am Ende Ihrer Präsentation vor. Lassen Sie dabei einfließen, für wie aufwändig Sie die notwendigen technischen Einrichtungen halten.



3. Für Schnelle:
Besprechen Sie tägliche Wege, die Sie zu Fuß, mit dem Fahrrad oder dem Auto zurücklegen und prüfen Sie diese Wege auf Stellen, an denen ein selbstfahrendes Auto Probleme haben könnte, z.B. wegen fehlender Markierungen, Unübersichtlichkeit o.ä.

Selbstfahrende Autos – die Sicherheit

Für 88 % der Unfälle auf deutschen Straßen ist laut dem Statistischen Bundesamt menschliches Versagen verantwortlich. Dabei sind ungenügender Abstand und das Nehmen der Vorfahrt die häufigsten Ursachen für Unfälle mit Personenschäden. Überdies benutzen 10 % der AutofahrerInnen auf der Autobahn das Smartphone.



Handy am Steuer erhöht das Unfallrisiko

Quelle: Lord Jim/flickr [CC-BY-2.0](#)

- 5
- 10 Ein autonomes Auto hingegen wird sich immer 100 % rechtskonform verhalten. Es wird nicht drängeln und nicht rasen, nie betrunken oder müde fahren. So versprechen selbstfahrende Autos der
- 15 Stufe 5 deutlich weniger Tote und Verletzte im Straßenverkehr als herkömmliche Pkws, da sie fehlerfrei fahren und somit 88 % der Unfälle vermeiden sollen.

Schon heute sorgen Assistenzsysteme in Autos für mehr Sicherheit auf den Straßen. Vor allem der Notbremsassistent verhindert viele Unfälle; er warnt bei Gefahr oder bremst selbst. Ab 2024 muss in der Europäischen Union in sämtlichen Neuwagen eine Reihe von unterstützenden Assistenten eingebaut sein. Es handelt sich neben dem Notbremsassistenten beispielsweise um einen intelligenten Geschwindigkeitsassistenten, der Tempolimits erkennt und automatisch übernimmt. Ein Fahrerüberwachungssystem warnt bei Müdigkeit oder Ablenkung.

- 20
- 25 Insgesamt könnten die vorgeschriebenen Assistenten sogar einen höheren Sicherheitsnutzen bieten als er von Autos der Automatisierungsstufen 3, 4 und 5 in den nächsten Jahrzehnten zu erwarten ist. Denn selbstfahrende Autos werden zunächst nur auf den Autobahnen einsetzbar sein. Dort passieren allerdings die wenigsten Unfälle mit Personenschäden. Die Mehrzahl der Verkehrstoten gibt es auf Landstraßen, wo laut Prognosen auch im Jahr 2050 noch kaum automatisiertes Fahren stattfinden wird. Hingegen greifen die vorgeschriebenen Assistenten wie der Notbremsassistent in allen Situationen und erhöhen die Sicherheit vor allem im Stadtverkehr, wo es die meisten Unfälle mit Personenschäden gibt. Allerdings bleiben bei den Automatisierungsstufen 1 und 2 einige menschliche Fahrfehler als Unfallursache trotz der Assistenzsysteme erhalten.
- 30

- 35
- 40 Durch selbstfahrende Autos ergeben sich aber auch neue, noch nicht völlig einschätzbare Sicherheitsrisiken durch Technikdefekte oder Störungen. Im Mischverkehr wird es laut einer Studie des Schweizerischen *Fonds für Verkehrssicherheit* außerdem zu Missverständnissen und dadurch zu Unfällen kommen. Denn nicht nur das Erkennen der anderen VerkehrsteilnehmerInnen ist wichtig; auch die informelle Kommunikation spielt eine Rolle. An der Körpersprache sehen wir Menschen beispielsweise das Verhalten anderer voraus – ein zielstrebig laufender Mensch wird vermutlich gleich die Straße überqueren. Bei selbstfahrenden Autos fällt zu-

sätzlich noch der Blickkontakt weg, der in unklaren Situationen zeigen kann: Du darfst fahren bzw. gehen.

- 45 Damit selbstfahrenden Autos untereinander, aber auch mit Verkehrsschildern und Ampeln kommunizieren können (Vernetzung), müssen sie auf eine WLAN-Verbindung oder eine Verbindung über ein mobiles Internetnetz zugreifen können. Solche Einrichtungen bieten Möglichkeiten für Hackerangriffe. In den USA gab es einen Aufsehen erregenden Angriff von Forschern: Ihnen gelang, über das WLAN einen
- 50 Jeep auf dem Highway zu hacken und neben anderen Funktionen auch die Bremsen auszusetzen. Glücklicherweise ohne böse Intention, sodass sowohl das Auto als auch der Insasse unbeschadet an den Straßenrand gelangte. Gehackt werden können übrigens nicht allein selbstfahrende Autos; auch Fahrzeuge, die vernetzt und mit Assistenzsystemen (z.B. Spurhalteassistent, Geschwindigkeitsregelung)
- 55 ausgerüstet sind, lassen sich von außen manipulieren.

Aufgabe



1. Erstellen Sie ein Plakat zum Themenbereich Sicherheit. Geben Sie auf diesem Informationen dazu an,
 - wieso durch Automatisierung (egal welche Stufe) mehr Sicherheit auf den Straßen zu erwarten ist.
 - inwiefern die EU-weit vorgeschriebenen Assistenzfunktionen Straßen sicherer machen und die Sicherheitsversprechen selbstfahrender Autos (Stufe 5) relativieren.
 - welche neuen Sicherheitsrisiken entstehen könnten.
2. Formulieren Sie eine Einschätzung Ihrer Gruppe zu der Frage, für wie realistisch und sinnvoll Sie selbstfahrende Autos in naher Zukunft – lediglich unter dem Aspekt Sicherheit – halten und stellen Sie diese Einschätzung am Ende Ihrer Präsentation vor.



3. Für Schnelle: Vergleichen Sie die Kärtchen der Automatisierungsstufen 2 und 3 und erläutern Sie, welche neuen Sicherheitsrisiken in Stufe 3 auftreten, die es in der zweiten Stufe nicht gab.

Selbstfahrende Autos – die Lebensqualität

Stressig, ermüdend, langweilig. Die meisten AutofahrerInnen würden es sicherlich vorziehen, während des Autofahrens etwas anderes zu machen als auf den Verkehr zu achten. Die fahrzeugführende Person kann das bislang nicht.



Müder Autofahrer

Quelle: Open Grid Scheduler/flickr [CC0 1.0 Universal](#)

Die Möglichkeit, diese Zeit für sich zu nutzen, birgt ein hohes Potenzial an psychischer Entlastung. Man stelle sich vor, man könnte im Auto lesen, Filme schauen oder schlafen. Das wäre somit allen Insassen möglich. Auch E-Mails könnten abgerufen und

beantwortet werden. Sollte auf Lenkrad sowie Fußpedale verzichtet werden, ergeben sich neue Möglichkeiten, den Innenraum zu gestalten – Arbeits- und Schlafplätze sind denkbar. Vor allem für PendlerInnen, die oft viele Stunden pro Woche im Auto „verlieren“, verspricht die Befreiung von der Fahraufgabe eine große Entlastung.

Auf der anderen Seite gibt es jedoch auch Menschen, denen das Fahren Freude bereitet. Bei selbstfahrenden Autos bliebe der Fahrspaß aus.

Wegen der zu erwartenden sehr hohen Anschaffungskosten für selbstfahrende Autos kommt eine Studie zur Erkenntnis: Die Zahl privater PKWs wird in Zukunft abnehmen, und selbstfahrende Taxen und Minibusse den Hauptanteil des Verkehrs der Zukunft übernehmen. Die Robotertaxen wären nicht nur billiger als die Fahrt mit dem eigenen Auto, sondern auch deutlich kostengünstiger als öffentliche Verkehrsmittel wie Bus und Zug. Damit würde es möglich werden, Menschen auf dem Land mobiler zu machen – unabhängig davon, ob sie einen Führerschein besitzen oder nicht. Auch alte Menschen, Jugendliche und Menschen mit Behinderung, die bisher nicht oder kaum Auto gefahren sind, würden mobiler und könnten vermehrt am gesellschaftlichen Leben teilhaben.

Robotertaxen und Minibusse sind ständig im Einsatz – im Gegensatz zu Privatautos, die den Großteil des Tages herumstehen und einen Parkplatz benötigen. Das könnte zum einen zu einem geringeren Bedarf an Parkplätzen führen und somit zu mehr Platz für Grünflächen oder Fahrradwegen. Andererseits könnten Verkehr und Stau vor allem in den Innenstädten stark zunehmen. In vielen Fällen würden die Taxen wohl auch leer herumfahren, bis sie wieder einen Einsatz haben, um Parkplatzegebühren zu vermeiden. Das bedeutet eine Belastung für die BewohnerInnen von Städten und für die Umwelt.

Aufgabe



1. Erstellen Sie ein Plakat zum Themenbereich Lebensqualität.
 - Geben Sie auf diesem Informationen dazu an, wie sich selbstfahrende Autos positiv und negativ auf die Lebensqualität von Menschen auswirken können.
 - Stellen Sie Vor- und Nachteile, die durch Robotertaxen entstehen können, gesondert dar.
2. Formulieren Sie eine Einschätzung Ihrer Gruppe zu der Frage, für wie sinnvoll Sie selbstfahrende Autos in naher Zukunft – lediglich unter dem Aspekt Lebensqualität – halten und stellen Sie diese Einschätzung am Ende Ihrer Präsentation vor.



3. Für Schnelle: Wie oben beschrieben, gibt es Menschen, denen das Fahren Freude bereitet, beispielsweise auf freien Landstraßen. Die Freude wird jedoch von der fahrenden Person sicherlich nicht in vollen Innenstädten oder im Berufsverkehr auf der Autobahn empfunden. Entwerfen Sie eine Lösung, die sowohl den Wunsch nach Fahrspaß in den einen als auch die Entlastung von der Fahraufgabe in den anderen Situationen realisiert.

Selbstfahrende Autos – ethische Fragen

Die Vision einer Welt mit selbstfahrenden Autos ist eine Welt ohne Unfälle – oder mit kaum Unfällen, denn manche sind unvermeidbar. Doch wie soll sich ein selbstfahrendes Auto verhalten, wenn bei einer Kollision entweder ein kleines Kind oder eine ältere Frau tödlich getroffen wird (erste Dilemma-Situation)?



In einer Dilemma-Situation muss eines von zwei Übeln notwendigerweise realisiert werden. In diesem Beispiel: A (das Kind stirbt) oder B (die alte Frau stirbt). Das Auto kann nicht rechtzeitig bremsen oder ausweichen. Unrealistisch? Aber nicht ausgeschlossen.

Dilemma-Situation

Cartoon: Matthias Kiefel

Solche Dilemma-Situationen sind zwar im Straßenverkehr eher unrealistisch und selten, sie sind aber nicht ausgeschlossen. Zwar können auch menschliche FahrerInnen in eine solche Situation geraten. Der Unterschied zur Maschine ist jedoch: Der Mensch hinter dem Steuer *reagiert*, man kann von einer instinktiven Panikreaktion sprechen. Dem Auto jedoch muss sein Verhalten zuvor einprogrammiert werden, was seine Reaktion zu einem *berechneten Verhalten* macht. Daher ist es unabdinglich, sich noch vor der Zulassung selbstfahrender Autos mit Dilemma-Situationen zu befassen.

So rief der deutsche Bundesverkehrsminister 2016 eine Ethik-Kommission *Automatisiertes und Vernetztes Fahren* ein, die sich mit eben diesen Fragen beschäftigt hat. Ebenso sollen Sie sich im Folgenden Gedanken zu diesen Fragen machen und Ihre Ergebnisse anschließend mit jenen der Ethik-Kommission abgleichen.

Aufgabe



1. a) Diskutieren Sie in der Gruppe folgende Fragen:

- Nach welchen Regeln sollte ein selbstfahrendes Auto seine Entscheidung treffen, wenn es zwischen dem Tod von zwei PassantInnen wählen muss (erste Dilemma-Situation)?
- Soll das Leben von PassantInnen oder das der Menschen im Fahrzeug bevorzugt werden (zweite Dilemma-Situation)?
- Wie soll es sich entscheiden, wenn das Leben eines Menschen gegen das von fünf Menschen steht?
- Wer soll die Verhaltensregeln der selbstfahrenden Autos festlegen – die Bundesregierung, der Fahrzeughersteller oder die Person, die im Fahrzeug mitfährt?

b) Vergleichen Sie Ihre Vorstellungen mit denen der Ethik-Kommission (bei der Lehrkraft) und diskutieren Sie in der Gruppe etwaige Unklarheiten sowie Unterschiede zu Ihren Vorstellungen.

2. Erstellen Sie ein Plakat, auf welchem Sie erläutern, was ein ethisches Dilemma ist. Sie können als Beispiel die Grafik mit dem Kind und der alten Frau nachzeichnen. Notieren Sie die wichtigsten Fragen, die sich Ihnen gestellt haben und die wichtigsten Aussagen der Ethik-Kommission.
3. Starten Sie Ihre Präsentation damit, die erste Dilemma-Situation vorzustellen und die Klasse zu befragen, was das beste Verhalten wäre. Erwarten Sie keine endgültigen oder richtigen Antworten – es geht hier vielmehr um das Stellen der Fragen. Wenn noch Zeit verbleibt, stellen Sie auch die zweite Dilemma-Situation vor und moderieren Sie die Diskussion (maximal 5 Minuten).



4. Für Schnelle: Tauschen Sie sich darüber aus, ob Sie als einzelne Passagierin oder als einzelner Passagier in ein selbstfahrendes Auto steigen würde, welches so programmiert ist, dass es in einer Dilemma-Situation dem Leben der **größeren Zahl an Menschen** den Vorrang gibt. Begründen Sie Ihre Antworten.

→ Präsentationen einleiten und betreuen
→ Stunde beenden oder Puffer einsetzen

Material	■ Plakate
Tun	■ Die Gruppe <i>Technik</i> zur ersten Präsentation aufrufen. Dazu erläutern, dass die Informationen dieser Gruppe die Basis für das Verständnis sind, wie selbstfahrende Autos funktionieren und daher als erstes gehört werden sollten. ■ Anschließend die anderen Gruppen präsentieren lassen. Die Plakate sollten dabei gut sichtbar, bspw. an der Tafel, platziert werden. ■ Die Gruppe <i>ethische Fragen</i> sollte als letzte Gruppe präsentieren, da deren Präsentationsmethode aktivierend wirkt. ■ Nachdem alle Gruppen präsentiert haben, die Stunde beenden oder den Puffer einsetzen. Darauf hinweisen, dass das Modul in der nächsten Stunde fortgesetzt und dafür die Plakate gebraucht werden. Diese im Klassenraum aufbewahren oder ggf. einsammeln.
Ergebnis	■ Musterlösung: siehe S.55.
Puffer	■ Erläutern: Die selbstfahrenden Autos sind so programmiert, dass sie Unfälle vermeiden, d.h. dass sie im Zweifelsfall bremsen, wenn ein Objekt zu nahe kommt. Sie bremsen auch, wenn sie eigentlich im Recht sind, z.B. die Vorfahrt haben, um dadurch einen Unfall zu vermeiden. ■ Frage: Welche Probleme können dadurch in der Interaktion von selbstfahrenden Autos mit menschlichen Fahrern im Mischverkehr ergeben? ■ Musterlösung: • AutofahrerInnen nehmen ihnen bewusst die Vorfahrt und nutzen so deren Programmierung auf Unfallvermeidung aus. Die selbstfahrenden Autos müssten vermehrt bremsen oder stehen und kämen nicht voran. • Neue Unfälle durch unerwartetes Bremsen der selbstfahrenden Autos.

Phase

- 1 Einstieg
 - 2 Erarbeitung
 - 3 Ergebnissicherung
 - 4 Vertiefung
 - 5 Erarbeitung
 - 6 Ergebnis-sicherung I
- P Puffer

Musterlösungen Plakate:

Individuelle Lösungen; zum Beispiel:

Technik

Sehen

Mit Kamera, Radar und Laserstrahlen kommt das Auto zum 360-Grad-Blick.

Entscheidungen

Teilweise einprogrammiert, teilweise künstliche Intelligenz: Das Auto lernt aus Situationen und wendet das Gelernte auf neue Situationen an.

Orientierung

Satellitennavigation, tagesaktuelle Karten, überall perfekte Straßenmarkierungen, Computer mit entsprechender Software im Auto.

Wetterbedingungen

Bei Regen, Nebel und Dunkelheit funktionieren Kamera und die Lidar-Technik noch nicht gut.

Straßen

Autobahnen: Wenig anspruchsvolle Bedingungen, daher realistisch.

Innenstädte: sehr anspruchsvoll, da verschiedene VerkehrsteilnehmerInnen.

Sicherheit

Mehr Sicherheit durch Automatisierung

88 % der Verkehrsunfälle entstehen durch menschliche Fehler, z.B. Ablenkung durch Smartphones. Automatisierungsfunktionen gleichen manche menschliche Fehler aus, z.B. hilft der Spurhalteassistent, in der Fahrspur zu bleiben.

Neue Assistenten EU-weit per Gesetz

Die neuen Assistenten sorgen schon ab 2024 für mehr Sicherheit; sie gelten für alle Autos – auch unterhalb der Automatisierungsstufe 5. Die Systeme helfen in allen Situationen, also auch beim Fahren in Städten und nicht nur auf der Autobahn. Menschliche Fehler können aber dennoch passieren; Stufe-5-Autos hingegen sollten fehlerlos fahren.

Neue Sicherheitsrisiken

Technische Ausfälle, technische Mängel, Probleme und Missverständnisse im Mischverkehr

Lebensqualität

Vorteile

- Die fahrzeugführende Person hat mehr Zeit zur Verfügung, die sich individuell nutzen lässt.
- Entlastung für autofahrende PendlerInnen.

Nachteile

- Fahrspaß geht verloren.
- Hohe Anschaffungskosten

Robotertaxen

Vorteile

- Billiger als ÖPNV und eigener PKW.
- Mobilisierung von Menschen auf dem Land, alten Menschen, Menschen mit Behinderung und jenen ohne Führerschein.
- Wahrscheinlich mehr Platz für Grünflächen und Fahrradwege.

Nachteile

- Wahrscheinlich mehr Verkehr und Stau – Belastung für StädterInnen und die Umwelt.

Ethische Fragen

Dilemma-Situation

Das selbstfahrende Auto kommt in eine Situation, in welcher es unumgänglich Schaden verursachen wird, egal wie es reagiert.

Beispiel für eine Dilemma-Situation: Das selbstfahrende Auto überfährt entweder ein kleines Kind oder eine alte Frau.

Fragen, die sich uns stellen

- Ist jedes Leben gleich viel wert?
- Ist jemand außerhalb des Autos schützenswerter als jemand in dem Auto?
- Kann man Leben gegeneinander aufrechnen? (sind mehrere Leben mehr wert als ein einzelnes?)
- Wer soll die Verhaltensregeln der selbstfahrenden Autos festlegen – die Bundesregierung, der Fahrzeughersteller oder die Person, die im Fahrzeug mitfährt?

Teil 2: Sicherung und Urteilsbildung

- ➔ In das Thema einführen
- ➔ Gallery Walk einleiten und betreuen
- ➔ Abgleich der Argumente einleiten

Material	■ M2 ■ Plakate ■ Projektionsgerät oder Plakat, Lesekamera
Tun	■ Das Bild des selbstfahrenden Autos (siehe S. 38) einblenden. ■ Eine Schülerin oder einen Schüler bitten, die vorherige Doppelstunde zusammenzufassen und die Leitfrage zu nennen. ■ Den Ablauf des Gallery Walks erklären: Die SchülerInnen gehen in eigenem Tempo herum und notieren sich alle markierten Argumente der Plakate auf M2. ■ Laufzettel M2 austeilen. Es soll zunächst nur die erste Aufgabe bearbeitet werden. ■ Gemeinsam mit den SchülerInnen die Plakate im Raum verteilt aufhängen und den Gallery Walk einleiten. ■ Nach 10 Minuten den Gallery Walk beenden und zum Hinsetzen auffordern. ■ Eine oder mehrere SchülerInnen bitten, die Argumente an der Dokumentenkamera zu präsentieren oder alternativ vorzulesen. Die anderen gleichen ab und ergänzen gegebenenfalls.
Ergebnis	■ Musterlösung zu Aufgabe 1 auf Laufzettel M2 siehe S.59.

Phase

1 Ergebnis-sicherung II

2 Urteilsbildung I

3 Urteilsbildung II/ Abschluss

P Puffer

Z Zusatzmaterial

Hintergrundinformationen für die Lehrperson

Methode Gallery Walk:

Der Gallery Walk (Museumsrundgang) ist eine Methode, bei der in kurzer Zeit allen Teilnehmenden unterschiedliche Aspekte eines Themengebiets nahe gebracht werden können. Hierzu werden erarbeitete Ergebnisse, etwa in Form von Postern, im Raum ausgehängt. Je nach Gruppenstärke werden Kleingruppen gebildet, die an verschiedenen Ausgangspunkten den Rundgang starten. Dieser kann durch ein festgesetztes Zeichen fortgeführt werden, auf welches hin jede Gruppe ein Plakat weiter geht. Alternativ wird den Teilnehmenden die Bestimmung ihres Arbeitstempos selbst überlassen, wobei sie sich hierzu aus der Ursprungsgruppe lösen können. Eine Sicherung der Ergebnisse kann in Form eines auszufüllenden Laufzettels erfolgen.

Musterlösung zu Aufgabe 1 auf Laufzettel M2

Realistisch	
Dafür spricht ...	Dagegen spricht ...
auf Autobahnen realistisch	- verschieden komplexe Fahrsituationen: In Innenstädten und auf Landstraßen weniger realistisch - noch nicht realistisch: schwierige Wetterbedingungen wie Nebel und Schnee - Bedenken der Menschen - Wunsch nach Fahrspaß

Sinnvoll	
Dafür spricht ...	Dagegen spricht ...
- weniger Unfälle - Gewonnene Zeit, die individuell genutzt werden kann - Entlastung von PendlerInnen - Robotertaxen: - Mobilisierung von Menschen auf dem Land, alten Menschen, Menschen mit Behinderungen und Menschen ohne Führerschein wie Jugendliche - günstiger als ÖPNV und eigener PKW - wahrscheinlich weniger PKWs insgesamt – mehr Platz für Grünflächen und Radwege	- Weniger Unfälle werden jedoch schon vorher zu einem Teil realisiert durch gesetzlich vorgeschriebene Assistenten - Hohe Kosten für das Auto - Gefahr durch technische Mängel und Ausfälle - Neue Gefahren durch Probleme und Missverständnisse im Mischverkehr - Ethisches Dilemma - Robotertaxen: - wahrscheinlich mehr Verkehr und Stau – Belastung von StädterInnen und Umwelt

Selbstfahrende Autos – realistisch und sinnvoll?

Aufgabe



1. Notieren Sie alle Argumente dafür oder dagegen, ob selbstfahrende Autos in naher Zukunft (innerhalb von etwa 20 Jahren) realistisch und sinnvoll sind. Hinweis: Nicht alle Inhalte auf den Plakaten der vier Gruppen sind Argumente.

Für Robotertaxen gelten eigene Vor- und Nachteile.

2. Übernehmen Sie die Argumente aus dem Tafelbild „Verzögerung bei der Durchsetzung“.
3. Beurteilen Sie schriftlich im Heft/Ordner in ein bis zwei Sätzen, für wie realistisch und für wie sinnvoll Sie selbstfahrende Autos der Stufen 4 und 5 in naher Zukunft halten.

Realistisch	
Dafür spricht ...	Dagegen spricht ...

Sinnvoll	
Dafür spricht ...	Dagegen spricht ...
Robotertaxen:	Robotertaxen:

- ➔ Urteilsbildung I einleiten
- ➔ Diskussion moderieren
- ➔ Zur Urteilsbildung II überleiten

Material	■ M2 ■ Tafel oder Plakat oder Projektionsgerät.
Tun	■ Erläutern und Arbeitsauftrag erteilen, etwa: „Für die Beantwortung der Leitfrage haben Sie nun eine recht hohe Anzahl an Argumenten. Gewichten Sie die Argumente in Einzelarbeit in einer Spanne von 5 Gramm bis zu 5 Kilogramm. Das heißt, dass das für Sie persönlich unwichtigste Argument 5 Gramm schwer wiegen sollte, das wichtigste 5 Kilogramm. Ob es sich um „dafür“- oder „dagegen“-Argumente handelt, ist dabei unwichtig.“ ■ Nach etwa 5 Minuten die Arbeitsphase beenden und einige Gewichtungen in Relation zu anderen nennen lassen. Diese Gewichtungen an der Tafel oder unter der Dokumentenkamera/auf Folie notieren, damit sie während des folgenden Gesprächs präsent sind. Dazu können Sie als Lehrperson beispielsweise folgende Fragen stellen (andere Auswahl an Argumenten möglich): • Wie schwer haben Sie das ethische Dilemma gewichtet? • Wie schwer den Vorteil der gewonnenen Zeit? ■ Gewichtungen begründen und diskutieren lassen. ■ Zur schriftlichen Beantwortung der Leitfrage auffordern: Aufgabe 3 auf dem Laufzettel M2. ■ Nach wenigen Minuten einige Fazits vorlesen lassen.
Ergebnis	■ Musterlösung Aufgabe 3 M2: Beurteilen Sie schriftlich im Heft/Ordner in ein bis zwei Sätzen, für wie realistisch und für wie sinnvoll Sie selbstfahrende Autos der Stufen 4 und 5 in naher Zukunft halten. Individuelle Lösungen

Phase

1 Ergebnissicherung II

2 Urteilsbildung I

3 Urteilsbildung II/
Abschluss

P Puffer

Z Zusatzmaterial

Die Methode des Gewichtens von Argumenten und Gramm und Kilogramm ist entnommen aus: Michael Wittschier: *Gesprächsschlüssel Philosophie. 30 Moderationsmodule mit Beispielen*. Bayerischer Schulbuchverlag, München 2012. S.44.

- ➔ Gruppenarbeit einleiten
- ➔ Austausch moderieren
- ➔ Stunde beenden oder Puffer einsetzen

Material	■ Folie und Projektionsgerät ■ Alternativ: Den Arbeitsauftrag auf Papier drucken.
Tun	■ Gruppen von 3 bis 5 SchülerInnen bilden lassen. ■ Den Arbeitsauftrag von S. 63 visualisieren (Folie) oder alternativ je einen Ausdruck pro Gruppe austeilten. ■ Nach etwa 10 Minuten die Gruppenarbeit beenden. ■ Einige Ergebnisse vorlesen lassen.
Ergebnis	■ Individuelle Lösungen
Tun	■ Die Stunde beenden oder den Puffer einsetzen.
Puffer	■ Erläutern: Ein Artikel des Wall Street Journal folgert, dass unsere Städte nach den Bedürfnissen der Fahrzeuge umgebaut werden müssten. Gefragt seien schnurgerade Straßen, ein Verbot des Mischverkehrs und durchgehende Bodenmarkierungen. ■ Folgefragen stellen: • Wie würde das Ihre unmittelbare Umgebung verändern? • Wer soll sich wem anpassen? Der Mensch (und die Innenstädte) dem Auto oder das Auto dem Menschen?

Phase

- 1 Ergebnis-sicherung II
- 2 Urteilsbildung
- 3 Urteilsbildung II/ Abschluss
- 4 Puffer

Verwendete Literatur Puffer

Christopher Mims: *Driverless Hype Collides With Merciless Reality*. The Wall Street Journal, 13.9.2018. www.wsj.com/articles/driverless-hype-collides-with-merciless-reality-1536831005, abgerufen am 13.5.2020.

Auftrag für die Gruppenarbeit

Folie

Aufgabe



Diskutieren und beantworten Sie die Frage, wie Sie sich die Mobilität der Zukunft wünschen.

Orientieren Sie sich dabei an folgenden Aspekten:

1. Welches Verkehrsmittel würden Sie in Zukunft am liebsten überwiegend benutzen?
 2. Wie hoch ist Ihr Vertrauen gegenüber dem einwandfreien Funktionieren der Technik von selbstfahrenden Autos (0-10)?
 3. Wo sollen selbstfahrende Autos fahren, wo nicht?
 4. Bei welchen Wetterbedingungen würden Sie in einem selbstfahrenden Auto mitfahren, bei welchen nicht?
 5. Welche ethischen Bedingungen müssen Ihrer Meinung nach gelten?
 6. Würden Sie selbst, wenn Geld keine Rolle spielt, ein selbstfahrendes Auto kaufen?
-  7. Wie sollten Städte gestaltet sein – z.B. wo und wie viele Straßen, Parkhäuser, FußgängerInnenbereiche, Grünanlagen, Fahrradwege/ Skateboardwege sollte es geben?

Junge Menschen und die Gesellschaft durch vernetztes Denken stärken!

Die Bildungsplattform *Wandel vernetzt denken* stellt Lehrkräften, Schulen und anderen Interessierten Unterrichtsmaterial kostenlos zur Verfügung, das den gesellschaftlichen und globalen Wandel in Zusammenhängen vermittelt und vernetztes Denken fördert.

Damit junge Menschen diesen Wandel verstehen, sich auf ihn einlassen und ihn konstruktiv-kritisch begleiten können – und sie der Komplexität in ihrem eigenen Leben gewachsen sind.

Inhaltlich unabhängig und gemeinwohlorientiert, bieten wir mit unserer Webplattform fundiertes, Kompetenzen förderndes und handlungsorientiertes Unterrichtsmaterial zum kostenfreien Download. Getragen wird die Bildungsplattform durch die Stiftung Vernetzt denken in Bern.

wandelvernetztdenken.ch