



Die  
Bundesregierung

# Aktionsplan Forschung für autonomes Fahren

Ein übergreifender Forschungsrahmen von BMBF, BMWi und BMVI





# Inhalt

1	Einleitung	3
2	Leitlinien für die Forschung	4
3	Ein gemeinsamer Rahmen für die Forschung zum autonomen Fahren	6
4	Beispiele aktueller Forschungsthemen	8
	Impressum	11



# 1 Einleitung

**Das autonome Fahren ist eine der vielversprechendsten neuen Technologien im Mobilitätsbereich. Es bietet nicht nur die Chance auf einen sichereren, umweltschonenderen und effizienteren Straßenverkehr, sondern kann auch eine bessere Teilhabe am mobilen Leben ermöglichen.**

Die Bundesregierung hat sich mit der Hightech-Strategie 2025 zum Ziel gesetzt, die großen Chancen digitaler Technologien und Systeminnovationen auch für eine intelligente, nachhaltige, barrierefreie und bezahlbare Mobilität und Logistik zu nutzen.

Das autonome Fahren im Straßenverkehr bietet die Chance, die Lebensqualität der Bürgerinnen und Bürger durch mehr Verkehrssicherheit, weniger Staus und damit verbundene geringere Emissionen sowie bessere Möglichkeiten zur Nutzung der Fahrzeit zu verbessern. Zudem ermöglicht es die soziale Teilhabe von Menschen, die nicht selbst fahren wollen oder können, sowie eine bessere Erschließung des ländlichen Raums und der „letzten Meile“ bis zur Haustür.

Mit der „Strategie automatisiertes und vernetztes Fahren“ (Strategie AVF) hat die Bundesregierung bereits 2015 den politischen Rahmen abgesteckt, um über Innovationen und durch die Einführung des AVF die Verkehrssicherheit zu erhöhen und die Mobilität bei verbesserter Verkehrseffizienz und verringerten Umweltbelastungen zu fördern.

Im automatisierten Modus kann ein Fahrzeug für begrenzte Zeit und in fest definierten Situationen selbst die Steuerung des Fahrbetriebs übernehmen und den Fahrer oder die Fahrerin so entlasten. Autonome Fahrzeuge, die dauerhaft die Fahraufgabe übernehmen können, werden weitere Vorteile in Sicherheit und Effizienz erschließen und ganz neue Mobilitätslösungen möglich machen.

Der Automobilstandort Deutschland wird in der Entwicklung des autonomen Fahrens aber nur dann eine führende Rolle einnehmen können, wenn es gelingt, forschungsintensive Schlüsseltechnologien und

-kompetenzen einschließlich der Künstlichen Intelligenz (KI) auszubauen. Hierauf müssen alle Akteure gemeinsam hinarbeiten. Auch die Ideen, der Bedarf und die Bedenken der Bürgerinnen und Bürger sind dabei aufzunehmen, um diese bestmöglich im Interesse einer breiten gesellschaftlichen Akzeptanz zukünftiger Mobilitätskonzepte zu berücksichtigen.

Wir – die die Forschung zum automatisierten Fahren fördernden Ressorts der Bundesregierung (BMW, BMVI und BMBF) – haben uns angesichts der enormen Herausforderungen entschlossen, unsere Forschungsaktivitäten zum automatisierten und vernetzten Fahren weiter zu bündeln und an folgenden **Leitlinien** auszurichten:

- **Das autonome Fahren muss sicher sein.**
- **Das autonome Fahren muss effizient, nachhaltig sauber, barrierefrei, bezahlbar und bestmöglich am Bedarf der Bürgerinnen und Bürger ausgerichtet sein.**
- **Die Technologieführerschaft des Automobilstandorts Deutschland soll auch beim autonomen Fahren langfristig gesichert werden.**

## 2 Leitlinien für die Forschung

### Das autonome Fahren muss sicher sein.

---

Übergeordnetes Ziel bei der Gestaltung der zukünftigen straßengebundenen Mobilität ist eine vollständige Vermeidung tödlicher und auch schwerer Unfälle („Vision Zero“). Durch technische Innovationen und regulatorische Maßnahmen konnte die Zahl der Verkehrstoten in Deutschland seit 1970 zwar deutlich gesenkt werden, dennoch sterben jährlich noch immer ca. 3.300 Menschen im deutschen Straßenverkehr. Einer weiteren Reduzierung der Unfallzahlen stehen wachsende Herausforderungen, unter anderem durch ein steigendes Verkehrsaufkommen, entgegen.

Es ist zu erwarten, dass eine signifikante Reduzierung der Unfallopfer in Richtung der „Vision Zero“ mit Automatisierung und Vernetzung im Straßenverkehr erreicht werden kann. Die kontinuierliche Automatisierung von Fahrfunktionen bis hin zum autonomen Fahren wird dazu beitragen Unfallursachen, die durch menschliches Fehlverhalten bedingt sind, zu vermeiden. Voraussetzung hierfür sind jedoch die absolute Zuverlässigkeit der Fahrzeuge, auch in komplexen Situationen, und eine möglichst vollständige Durchdringung der Fahrzeugflotte mit den neuen Technologien des automatisierten Fahrens. Die Zuverlässigkeit der technischen Systeme hängt dabei ganz wesentlich vom Zusammenspiel von Elektronik und Software ab. Fahrzeuge müssen zudem gegen mögliche Angriffe von außen geschützt sein, denn Verkehrssicherheit wird bei zunehmender Vernetzung auch eine Frage der IT-Sicherheit. Bei Automatisierungsgraden, bei denen noch eine Übergabe an den Fahrer erfolgt, muss sichergestellt werden, dass durch die Übergabe der Fahraufgabe zwischen Mensch und Technik keine zusätzlichen Risiken entstehen. Tests und Erprobung automatisierter und autonomer Fahrzeuge und hierfür zu etablierende Validierungsmethoden, gerade auch für Systeme, die sich Methoden der Künstlichen Intelligenz bedienen, sind entscheidende Voraussetzungen, um die Fahrzeugsicherheit zu gewährleisten.

### Das autonome Fahren muss effizient, nachhaltig, sauber, barrierefrei, bezahlbar und am Bedarf der Bürgerinnen und Bürger ausgerichtet sein.

---

Unser Mobilitätssystem steht durch veränderte gesellschaftliche Bedarfe, Nutzungsmuster und Leitbilder vor einem Umbruch. Dem Wunsch nach neuen, flexibleren Mobilitätsangeboten stehen steigende Verkehrslasten im Individualverkehr und Herausforderungen hinsichtlich der Umweltbelastung gegenüber. Diese Problematik wird durch das zunehmende Güterverkehrsaufkommen verstärkt, nicht zuletzt verursacht durch die wachsende Bedeutung des Onlinehandels.

Das Fahren in höheren Automatisierungsstufen bis hin zum autonomen Fahren in Verbindung mit neuen Fahrzeugkonzepten und einem verbesserten Verkehrsmanagement bietet große Chancen, diese Bedarfe wirksam zu decken. Begleitend zur Erforschung von Schlüsseltechnologien müssen jedoch immer auch gesellschaftliche und ethische Grundsatzfragen betrachtet werden, um Zukunftsfähigkeit und Akzeptanz zu gewährleisten. Zukunftsfähigkeit heißt aber auch, dass die technischen Innovationen dazu beitragen, die Nachhaltigkeitsziele und insbesondere die Klimaschutzziele der Bundesregierung zu erreichen. Zielgruppengerechte und nutzerfreundliche Lösungen für die Mensch-Maschine-Interaktion können ergänzend Barrieren abbauen. Eine systemische Betrachtung der Mobilität zeigt geeignete Ansatzpunkte und Hinweise für erforderliche Rahmenbedingungen auf.

Dabei steht fest: Der technische Fortschritt im Dienste der Sicherheit, Nachhaltigkeit und Nutzerfreundlichkeit darf nicht im Widerspruch zur Bezahlbarkeit, Verfügbarkeit und gesellschaftlicher Akzeptanz stehen.

## Die Technologieführerschaft des Automobilstandorts Deutschland soll auch beim autonomen Fahren langfristig gesichert werden.

---

Der Mobilitätsbereich gehört zu den forschungs- und innovationsstärksten Deutschlands und trägt maßgeblich zum Erhalt von Arbeitsplätzen und Wohlstand bei. Doch die Mobilität befindet sich in einem gravierenden Wandel – veränderte gesellschaftliche Bedarfe und Leitbilder, vor allem aber auch digitale Innovationen setzen etablierte Geschäftsmodelle unter Druck. Um die gute Position des Standortes Deutschland für eine intelligente, nachhaltige Mobilität zu erhalten und weiter auszubauen, ist es notwendig, neue Technologien im Bereich der Elektronik und Sensorik, der Software und der KI auf der Basis relevanter Forschungsergebnisse zu entwickeln. Es kommt darauf an, die Chancen und Potenziale der Digitalisierung im Dialog mit der Wirtschaft, mit der Wissenschaft und der Politik zu nutzen und für die Anwendung umzusetzen. Wir wollen die technologische Souveränität Deutschlands in Schlüsselbereichen entlang der Innovationskette stärken und so die Rolle Deutschlands als Leitanbieter des autonomen Fahrens langfristig sichern.

Die Innovationskraft und Wettbewerbsfähigkeit des Standortes Deutschland hängt auch wesentlich von der Qualifizierung und Ausbildung von Fachkräften ab. Hierbei müssen neue und interdisziplinäre Inhalte, die mit dem autonomen Fahren einhergehen, berücksichtigt werden. Basis und Ausgangspunkt, um den steigenden Bedarf an qualifizierten Fachkräften zu decken, sind starke Universitäten und Technische Hochschulen.

## 3 Ein gemeinsamer Rahmen für die Forschung zum autonomen Fahren

Dieser Aktionsplan ist Chance und Instrument zugleich, um Kompetenzen und Mittel der relevanten Ressorts in der Forschungs- und Entwicklungsförderung so effizient wie möglich einzusetzen, Forschung über die gesamte Themenbreite zu fördern und ihre Ergebnisse mit den Anforderungen von Standardsetzung und gesetzlichen Maßnahmen zu verbinden. So wird die koordinierte Umsetzung der Strategie AVF der Bundesregierung gestärkt.

### 3.1 Aktuelle Forschungsschwerpunkte der Ressorts

---

Für eine optimale Abdeckung aller Forschungsschwerpunkte beim autonomen Fahren sind die Maßnahmen der beteiligten Ressorts fokussiert auf die folgenden Themen:

**BMBF:** Elektronik und Sensorik, Künstliche Intelligenz und Softwaretechnologien, IT-Sicherheit inkl. Kommunikationssysteme, Technologien für die Mensch-Technik-Interaktion, Nachhaltigkeitseffekte, gesellschaftliche und kommunale Anforderungen

**BMVI:** Infrastruktur, Mensch-Maschine-Interaktion, Organisation des Straßenverkehrs/Verkehrsmanagement (auch unter Einsatz von KI), Kooperation und Vernetzung, Gesellschaftliche Aspekte, Erprobung im Straßenverkehr

**BMW:** Systemische Aspekte des Transportmittels, Neue Hard- und Software-Architekturen, Sicherheit von Systemen des autonomen Fahrens, KI-Verfahren für hochautomatisiertes Fahren, Datenfusion und -verarbeitung, Testverfahren und Validierung

### 3.2 Eckpunkte der Zusammenarbeit der Ressorts

---

Die Zusammenarbeit von BMBF, BMWi und BMVI in der Forschungs- und Entwicklungsförderung zum autonomen Fahren orientiert sich an den folgenden Eckpunkten:

1. Die FuE-Förderung der Ressorts richtet sich an den Leitlinien für die Forschung aus (Kapitel 2). Sie erstreckt sich einerseits auf Themen, die das Feld als Ganzes betreffen und nur durch einvernehmliche Zusammenarbeit einer Vielzahl von Akteuren vorangebracht werden können. Andererseits fokussiert die FuE-Förderung auf risikoreiche neue Ansätze, die von Innovationsvorreitern getragen werden. Die FuE-Förderung wird auf den effektiven Transfer neuer Erkenntnisse und Ergebnisse aus der wissenschaftlichen und industriellen Forschung in die Umsetzung und Nutzung in Deutschland ausgerichtet. Dazu zählt auch, auf Grundlage der erzielten Ergebnisse die internationale Standardisierung aktiv voran zu bringen.
2. Die Ressorts verständigen sich über Projekte mit besonderer strategischer und ressortübergreifender Bedeutung in der frühen Konzept- und Planungsphase und intensivieren damit die Zusammenarbeit über die etablierten Abstimmungsprozeduren der Projektförderung hinaus. Eine frühzeitige Einbindung aller mit dem Thema befassten Ressorts bei geplanten Förderprogrammen und Richtlinien soll erfolgen.
3. Die Ressorts berücksichtigen bei der nationalen Förderung auch relevante Förderaktivitäten auf europäischer Ebene und setzen sich im Europäischen Forschungsrahmenprogramm Horizont 2020 für eine effiziente und subsidiäre Arbeitsteilung ein. Die Ressorts tauschen sich regelmäßig aus, um das autonome Fahren angemessen im künftigen Europäischen Forschungsrahmenprogramm Horizont Europa zu verankern, und bringen eine deutsche Position in die europäische „Strategic Transport Research and Innovation Agenda (STRIA) Governance Group“ ein.

### 3.3 Weitere Programmgestaltung unter Einbeziehung aller Stakeholder

---

Um die zukünftige programmatische Gestaltung der Förderung der Ressorts auf eine möglichst breite Wissensbasis zu stellen, werden folgende Veranstaltungen zum engen Informationsaustausch mit Wissenschaft und Wirtschaft und zwischen den Ressorts genutzt:



### Ressortrunde Automatisiertes und vernetztes Fahren

Grundsätzliche und übergreifende Fragen des autonomen Fahrens werden in der durch das BMVI geführten Ressortrunde Automatisiertes und vernetztes Fahren behandelt. Im Vordergrund stehen der Informationsaustausch und die Abstimmung aller mit dem Thema befassten Ressorts. Die Ressortrunde bietet auch die Gelegenheit, sich über die Planungen zur Forschungsförderung im Bereich autonomes Fahren der verschiedenen Häuser auszutauschen.

### Dialogforum Forschung für das automatisierte und vernetzte Fahren

Um den Fachdialog bei der Ausgestaltung des Aktionsplans „Forschung für autonomes Fahren“ zu intensivieren, wird das „Dialogforum Forschung für das automatisierte und vernetzte Fahren“, das alternierend durch BMWi, BMBF und BMVI einberufen wird, eingerichtet. Das Dialogforum führt Expertinnen und Experten aus Wissenschaft und Wirtschaft sowie Vertreterinnen und Vertreter der Ressorts regelmäßig zur Identifikation und Beratung von relevanten FuE-Themen zusammen.

### Tagung „Forschung und Technologie für automatisiertes und vernetztes Fahren“

Das zentrale Austauschforum für alle Akteure in der Forschung zum autonomen Fahren ist die Tagung „Forschung und Technologien für automatisiertes und vernetztes Fahren“, die jährlich gemeinsam von BMBF und BMWi und perspektivisch mit vom BMVI organisiert wird. Sie dient dazu, den aktuellen Stand der Forschung und Entwicklung in Deutschland zu präsentieren, und soll die Vernetzung aller Akteure unterstützen.

## 3.4 Austausch mit anderen Gremien

Zahlreiche weitere Aktivitäten der Ressorts im Umfeld des autonomen Fahrens ermöglichen einen Abgleich und eine kontinuierliche Weiterentwicklung der Inhalte des Forschungsrahmens, sowie die Präsentation dieser Entwicklung in einem weiteren Rahmen.

### Internationale Forschungskooperationen

Ein wichtiges Element für die Förderung des autonomen Fahrens ist die europäische und internationale

Forschungskooperation. Neben der deutsch-japanischen Forschungskooperation zum autonomen Fahren bestehen Kooperationen zum automatisierten und vernetzten Fahren mit Frankreich, Luxemburg, und China. Diese umfassen Testfelder, Erprobung und Standards. Zudem findet neben der Zusammenarbeit auf EU-Ebene (Hochrangiger Strukturdialog) auch ein enger Austausch im Rahmen der G7-Verkehrsminister statt.

### Runder Tisch Automatisiertes Fahren

Der vom BMVI eingerichtete Runde Tisch ermöglicht als fachpolitisches Gremium einen engen Austausch von Wirtschaft, Wissenschaft, Verbänden und Verwaltung und bündelt erforderliches Know-how so, dass ein breiter Konsens zu allen relevanten Aspekten der Fahrzeugautomatisierung hergestellt werden kann.

### Nationale Plattform Mobilität der Zukunft

Darüber hinaus findet ein Austausch mit Vertretern aus Wissenschaft und Wirtschaft sowie weiteren Akteuren in der Nationalen Plattform „Zukunft der Mobilität“ (NPM) statt. Ziel der NPM ist die Entwicklung von verkehrsträgerübergreifenden Lösungsansätzen für eine nachhaltige, bezahlbare und klimafreundliche Mobilität. In der Arbeitsgruppe 3 werden die Themen Digitalisierung, autonomes Fahren und neue Mobilitätskonzepte behandelt.

### Plattform Lernende Systeme

Im Rahmen der „Plattform Lernende Systeme“ werden die Chancen, Herausforderungen und Rahmenbedingungen für die Entwicklung und den verantwortungsvollen Einsatz Lernender Systeme behandelt. Ein Schwerpunkt ist der Einsatz von Verfahren der Künstlichen Intelligenz (KI) in der Mobilität bzw. das autonome Fahren im Kontext einer Gesamtbetrachtung der Mobilität.

## 4 Beispiele aktueller Forschungsthemen

Das **BMBF** fördert die Forschung zum autonomen Fahren seit 2015 innerhalb einer „Forschungsagenda autonomes Fahren“. Gegenstand sind u.a. Sicherheitstechnologien für das autonome Fahren, zuverlässige Elektronik und Sensorik, neue Technologien zur Kommunikation mit schwächeren Verkehrsteilnehmern und für die IT-Sicherheit. Seit kurzem bilden Anwendungen der künstlichen Intelligenz einen weiteren Schwerpunkt der Förderung.

### UNICARagil

Im BMBF-geförderten Projekt UNICARagil werden, ausgehend von neuesten Ergebnissen der Forschung zum autonomen Fahren und der Elektromobilität, unter Federführung wissenschaftlicher Einrichtungen vollständig fahrerlose elektrische Fahrzeuge höchster Automatisierungsstufe entwickelt. Die technischen Innovationen liegen unter anderem in einer diensteorientierten elektrisch-/elektronischen Architektur, hochintegrierten Sensorelementen und einem modularen Aufbau von Energieversorgung und Leistungselektronik. Das Projekt vereint sieben Universitäten und sechs Unternehmen an zehn Standorten. Das BMBF fördert UNICARagil mit rund 26,0 Mio. € (Projektlaufzeit: 02/2018 – 01/2022).

Das **BMW**i Förderprogramm „Neue Fahrzeug- und Systemtechnologien“ (NFST) adressiert mit seinen beiden Programmsäulen „Automatisiertes Fahren“ und „Innovative Fahrzeuge“ zwei große Herausforderungen der Automobilindustrie: Digitalisierung sowie neue Antriebe und Fahrzeugkonzepte. Die Projekte sind als Kooperationen von Autobauern, Zulieferern und Forschungsinstitutionen angelegt, die vorwettbewerbliche, anwendungsnahe Ergebnisse liefern. Dabei sind über Jahrzehnte hinweg aufeinander aufbauende Leuchtturmprojekte gefördert worden, die regelmäßig zu erfolgreichen Marktinnovationen beigetragen haben. Momentaner Schwerpunkt der Förderung sind Methoden und Verfahren zur Absicherung (Sicherheit) der neu entwickelten Funktionen. Höhere Automatisierungsgrade (bis hin zum autonomen Fahren) erfordern aber zwingend komplexe Systeme aus dem Bereich der künstlichen Intelligenz. Daher wird KI in den nächsten

Jahren auch den neuen Schwerpunkt im Programm bilden.

Die Programmsäule Innovative Fahrzeuge umfasst die Themen neuartige Fahrzeugkonzepte und -technologien sowie moderne Antriebstechnik, die dazu beitragen, einen wirtschaftlichen, energieeffizienten, schadstoffarmen und leisen Verkehr zu befördern.

### PEGASUS und IMAGinE

Das Forschungsprojekt PEGASUS z. B. soll die Grundlagen für die Entwicklung von Testmethoden für hochautomatisiertes Fahren speziell auf Autobahnen bis Tempo 130 Kilometer pro Stunde schaffen (Laufzeit 01/2016 – 06/2019, 16,3 Mio. Euro Förderung). Im Großverbundprojekt IMAGinE (Intelligente Manöver Automatisierung – kooperative Gefahrenvermeidung in Echtzeit) sollen innovative Assistenzsysteme für das „kooperative Fahren der Zukunft“ entwickelt werden (10 Partner, Laufzeit 09/2016 – 08/2020, 17,9 Mio. Euro Förderung).

Das **BM**VI hat 2016 ein Forschungsprogramm zur Automatisierung und Vernetzung im Straßenverkehr (AVF) veröffentlicht. Im Rahmen des Programmes werden verkehrs- und gesellschaftspolitische Themen erforscht. In 2019 wurde eine neue Förderrichtlinie veröffentlicht, die insbesondere auf anwendungsnahe Forschungsvorhaben zur Weiterentwicklung der Mobilität und des verkehrlichen Gesamtsystems auch unter Nutzung von Methoden der Künstlichen Intelligenz in städtischen und in ländlichen Gebieten zielt.

### PROVIDENTIA

Ziel des vom **BM**VI im Rahmen des AVF-Forschungsprogrammes geförderten Projekts PROVIDENTIA ist es, der Fahrerin bzw. dem Fahrer und bei einem hochautomatisierten Fahrzeug dem Fahrzeug selbst, einen möglichst umfassenden Blick auf die vorausliegende Strecke zu ermöglichen. Der Vorausblick soll zuverlässig, situationsangepasst und auch unter widrigen Umweltverhältnissen funktionieren, wobei Informationsüberfrachtung vermie-

den wird. Er soll bei Tag und Nacht und auch bei widrigen Umweltverhältnissen möglich sein. Das komplexe Abbild der Umwelt, das dem Vorausblick zugrunde liegt, wird mit Hilfe von Sensorik an der Fahrbahn (z. B. Kameras, Radar) und mit Sensorik in den vernetzten Fahrzeugen (z. B. Kameras, Lidar) erzeugt und über das verbindende Mobilfunknetz kommuniziert. In Rechnersystemen der Infrastruktur (Backend) wird durch Datenfusionsverfahren ein möglichst genauer und jederzeit aktueller „digitaler Zwilling“ erzeugt. Aus diesem sind alle für das Fahrzeug relevanten Informationen ableitbar. Dadurch wird eine Visualisierung in manuell geführten und in teilautomatisierten Fahrzeugen ermöglicht. Für die Steuerung hochautomatisierter Fahrzeuge liefern diese Informationen einen wesentlichen Beitrag. Das Vorhaben wird auf dem Digitalen Testfeld Autobahn umgesetzt. Projektlaufzeit: 12/2016 – 06/2019; BMVI-Förderanteil: 6,09 Mio €.



# Impressum

**Herausgeber**

Bundesministerium  
für Bildung und Forschung (BMBF)  
Referat Elektronik und autonomes Fahren  
53175 Bonn

Bundesministerium  
für Wirtschaft und Energie (BMWi)  
Referat Digitalisierung, Industrie 4.0  
11019 Berlin

Bundesministerium  
für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI)  
Referat Automatisiertes Fahren, Intelligente Verkehrssysteme  
10115 Berlin

**Stand**

Juli 2019

**Gestaltung**

VDI/VDE-IT, Berlin

**Bildnachweis**

iStock/metamorworks (Titel)

**Text**

BMBF, BMWi und BMVI

Diese Publikation wird als Fachinformation des Bundesministeriums für Bildung und Forschung, des Bundesministerium für Wirtschaft und Energie sowie des Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur kostenlos herausgegeben. Sie ist nicht zum Verkauf bestimmt und darf nicht zur Wahlwerbung politischer Parteien oder Gruppen eingesetzt werden.

