

Impulse für den Technologiestandort Deutschland

An orange silhouette of the map of Germany is positioned on the left side of the page, partially overlapping the background image. It contains white text.

VDI-Initiative:
**Zukunft
Deutschland
2050**

A large, solid blue rectangular box is located on the right side of the page, containing white text. The background image is a high-angle, wide shot of a modern, multi-level atrium with a complex glass and steel structure. People are seen walking on various levels and stairs. The lighting is bright, creating strong shadows on the floor.

**Wir
gestalten
Zukunft**

A solid orange rectangular box is located at the bottom left of the page, containing white text.

**Handlungsempfehlungen
für die 21. Legislaturperiode**

Bild: © Peretypole/shutterstock.com

Impulse für die Zukunft setzen

Die neue Bundesregierung muss in gezielten Transformationsfeldern handeln, um den Technologiestandort Deutschland zu stärken.

Die zukünftige Bundesregierung wird in der 21. Legislaturperiode unmittelbar unter enormem Handlungsdruck stehen. Der Wirtschafts- und Technologiestandort befindet sich inmitten umfangreicher herausfordernder Transformationsprozesse.

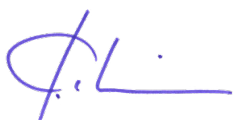
Externe Faktoren, wie unter anderem der Wegfall günstiger fossiler Rohstoffe und wachsender internationaler Protektionismus, treffen das exportorientierte deutsche Wirtschaftsmodell hart. Zusätzliche Binnenfaktoren, wie große Lücken bei der Digitalisierung, ein sich verschärfender Fachkräftemangel und insbesondere Schwächen in der Innovationskraft, führen in der Summe zu zahlreichen wirtschaftlichen, politischen und gesellschaftlichen Herausforderungen. Ein entschlossenes Handeln in entscheidenden Transformationsfeldern ist erforderlich, um positive Signale für Deutschland zu setzen.

Im Wahljahr 2025 setzt der VDI Impulse in fünf entscheidenden Transformationsfeldern:

- Energie
- Mobilität
- Künstliche Intelligenz
- Circular Economy
- Technische Bildung und Arbeitsmarkt

Diese sind aufgrund ihrer gesellschaftlichen Herausforderungen, ihrer Signalwirkung für den

Düsseldorf im Februar 2025



Univ.-Prof. Dr.-Ing. Lutz Eckstein
Präsident des VDI

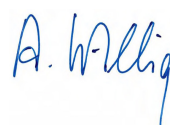
Standort Deutschland sowie ihres Bedarfs an technisch innovativen Lösungen ausgewählt worden. Daneben gibt es weitere wichtige Themenfelder, auf die hier nicht eingegangen wird. Im Laufe der 21. Legislaturperiode wird der VDI auch zu diesen Feldern kontinuierlich weitere Impulse liefern.

Zu den einzelnen Transformationsfeldern und Unterthemen bieten wir in komprimierter Form politische Handlungsempfehlungen und Hintergründe. Diese beziehen sich auf ausführliche Positionen und Inhalte des VDI, die in den angegebenen Verweisen ersichtlich sind.

Darüber hinaus setzt sich der VDI dafür ein, langfristige Perspektiven für einen erfolgreichen Technologie- und Wirtschaftsstandort zu entwickeln und zu verfolgen. Mit seiner Initiative „Zukunft Deutschland 2050“ wird der VDI wichtige Themen aufgreifen und Vorschläge für eine langfristige positive Entwicklung auf Basis von Fakten und Szenarien unterbreiten.

Der VDI ist mit rund 130.000 Mitgliedern und 12.000 ehrenamtlich Engagierten die größte technisch-wissenschaftliche Vereinigung Deutschlands. Mit diesen Handlungsempfehlungen wollen wir zu einem faktenbasierten Diskurs im politischen Raum beitragen. Als unabhängiger Verein ist der VDI kein Interessen- oder Branchenverband: Wir stehen stets für einen offenen Dialog und möchten den Wettbewerb um die besten Lösungen fördern.

Unser Ziel ist es, mit Vertreterinnen und Vertretern aus Politik, Wirtschaft, Wissenschaft und Gesellschaft die besten Lösungsoptionen zu diskutieren, um die nötigen Transformationspfade gemeinsam erfolgreich zu gestalten.



Dipl.-Ing. Adrian Willig
Direktor und geschäftsführendes Präsidiumsmitglied des VDI

Inhalt

Impulse für die Zukunft setzen	1
Fotovoltaik als wichtigen Baustein der Stromversorgung stärken	3
Netzgekoppelte Energiespeicher mit ihrem ökonomischen, ökologischen und systemischen Wert nutzen	5
Wasserstoff als Energieträger der Zukunft stärken	7
Mit der Wärmepumpe die Wärmewende im Gebäudesektor beschleunigen	10
Flexibilisierung der Stromerzeugung mittels Biogas vereint Klimaschutz und Versorgungssicherheit	12
Automatisiertes Fahren als Gamechanger für den Straßenverkehr	14
Elektromobilität nutzergerecht und klimafreundlich etablieren	17
Chancen durch KI als zentrale Schlüsseltechnologie möglich machen	20
Circular Economy stärkt Klimaschutz und Resilienz der Wirtschaft	22
Technische Bildung gegen Fachkräftemangel	25
Qualifizierte Fachkräftezuwanderung unterstützt Technologiestandort Deutschland	27

Fotovoltaik als wichtigen Baustein der Stromversorgung stärken

Transformationsfeld Energie

Der Energiemarkt ist weltweit stark in Bewegung und steht unter großem Veränderungsdruck. Der Klimawandel, dessen Auswirkungen zunehmend spürbar werden, erfordert eine Beschleunigung der Energiewende. Der Krieg in der Ukraine hat die Verletzlichkeit unserer Volkswirtschaft aufgrund einer zu großen Importabhängigkeit von fossilen Energieträgern sichtbar gemacht und große Energiepreissprünge ausgelöst. Vor diesem Hintergrund wächst die Stromerzeugung mit Solarenergie mittels Fotovoltaik(PV)-Anlagen in Deutschland und weltweit derzeit stark an und macht sich auf den Weg, zu einem wichtigen Baustein der Stromerzeugung in Deutschland zu werden.

Handlungsempfehlungen

- **Netzinfrastruktur ausbauen**
Ein flexibles und leistungsstarkes Stromnetz ist durch beschleunigten Ausbau und Modernisierung sowohl der Verteilungs- als auch Übertragungsnetze in Deutschland bei gleichzeitiger Einführung von Systemen zur Nachfragesteuerung und verstärktem Einsatz von Energiespeichern sicherzustellen.
- **Elektrifizierung beschleunigen**
Die direkte und indirekte Elektrifizierung auf Basis erneuerbarer Energien in den Sektoren „Verkehr, Wärme und Industrielle Prozesse“ muss beschleunigt werden, um die Defossilisierungsziele zu erreichen.
- **Akzeptanz durch Beteiligung fördern**
Die Akzeptanz von PV-Anlagen ist durch stärkere Beteiligung von Anwohnerinnen und Anwohnern an PV-Freiflächenanlagen – vergleichbar zu Onshore-Windkraftanlagen – zu fördern, um eine faire und gerechte Energiewende auch auf lokaler Ebene zu gewährleisten.
- **Produktionsbedingungen verbessern**
Gute Rahmenbedingungen für den Ausbau der Produktion von PV-Modulen und deren Vorprodukte sind in Deutschland bereitzustellen, um in der strategisch wichtigen PV-Technologie die monopolartige Abhängigkeit von China zu reduzieren.
- **Flächennutzung erweitern**
Nach deutlichen Fortschritten des „Solarpakets I“ in puncto doppelter Flächennutzung sollten weitere gesetzliche Reformschritte die vollständige Integration der PV in alle Bereiche der Landwirtschaft in Deutschland ermöglichen (z. B. Einführung von Änderungen bei der Erbschaftssteuer, um „Dual-Use“ von landwirtschaftlichen Flächen für Landwirte attraktiver zu machen).

Hintergründe

- **Volatile Entwicklung von Fotovoltaik**
Deutschland war zu Beginn der 2000er-Jahre weltweit führend bei der Energiewende aufgrund der Einführung des Erneuerbare-Energien-Gesetzes (EEG) und hat damit den Startschuss für den globalen Ausbau der PV gegeben. Nach einem kontinuierlichen Marktwachstum bis zum Jahr 2012 wurden die Rahmenbedingungen für die Installation von PV-Anlagen so stark

verschlechtert, dass der Markt um 75 % einbrach. Seit 2018 ist eine Renaissance des PV-Markts zu verzeichnen, da starke Kostensenkungen die Investitionen in die Solarenergie wieder attraktiv machten. Im Jahr 2022 wurde der deutsche Solarmarkt von Großanlagen mit einer Leistung von mehr als 1 MW dominiert (40 %), aber auch PV-Anlagen für Privathaushalte (25 %) und gewerbliche Anlagen (23 %) werden zukünftig stark wachsen, angetrieben durch die Energiekrise und administrative Erleichterungen.

- **Fotovoltaik ist essenzieller Baustein der erneuerbaren Energien**
Über 2 Mio. PV-Anlagen in Deutschland zeigen, dass Fotovoltaik eine praktikable Lösung für das Energietrilemma von günstiger Energieversorgung (Bezahlbarkeit), Energieversorgungssicherheit und Nachhaltigkeit darstellt; und dies in verschiedensten Anwendungsbereichen, vom Einfamilienhaus über den gewerblichen Betrieb bis zum Solarpark in der Landwirtschaft oder auf dem Wasser.
Unterstützt durch die jüngsten regulatorischen Änderungen und die Erhöhung der Ziele der Bundesregierung auf 215 GW installierter Solarkapazität bis 2030 und rund 400 GW bis 2040 ist der deutsche Markt auf dem Weg zu einem neuen Installationsrekord, der erstmals im zweistelligen Gigawatt-Bereich liegt. Der Aufschwung wird auch angetrieben durch die jüngste Energiekrise mit stark gestiegenen Energiepreisen, die das Land für kostengünstige Solar-

anlagen sensibilisiert hat. Das „Solarpaket I“ bietet den richtigen Rahmen, um den Ausbau der Solarenergie in den kommenden Jahren, im Einklang mit den ambitionierten nationalen Zielen, weiter zu beschleunigen.

- **Dynamische Entwicklungsperspektive**
Die Solarbranche steht heute vor einer Vielzahl von Herausforderungen und Hürden, z. B. Netzbeschränkungen oder fehlender lokaler Fertigung, die in Chancen umgewandelt werden können, um wirtschaftlichen Wohlstand, soziale Ausgewogenheit und ökologische Nachhaltigkeit zu schaffen. Unter anderem wird mehr als eine Verdoppelung der Vollzeitbeschäftigten in der Solarbranche auf über 210.000 in den nächsten fünf Jahren erwartet.
Der Ausbau der PV hat eine starke Dynamik gewonnen als wichtiger Baustein der Energiewende im Kampf gegen den Klimawandel. Seit dem Beginn des Kriegs in der Ukraine ist aber auch zunehmend ins Bewusstsein gerückt, dass erneuerbare Energien die Abhängigkeit von Energieimporten reduzieren und so wesentlich zur Energieversorgungssicherheit und -bezahlbarkeit beitragen.
In Deutschland wurden wichtige Rahmenbedingungen für den Ausbau der erneuerbaren Energien und der PV geschaffen, die eine positive Marktentwicklung ermöglichen. Auch die zukünftige Bundesregierung muss weiterhin bestehende Hemmnisse zügig abbauen, um die aktuelle positive Entwicklung zu verstetigen und die ambitionierten Ziele tatsächlich zu erreichen.

Weitere Informationen

- [VDI-Statusreport: Fotovoltaik wird tragende Säule der Stromversorgung](#)

Netzgekoppelte Energiespeicher mit ihrem ökonomischen, ökologischen und systemischen Wert nutzen

Transformationsfeld Energie

Energiespeicher sind ein wichtiger Baustein eines zukünftig möglichst klimaneutralen Energiesystems. Während portable Anwendungen (Mobiltelefon und Notebook) oder Mobilitätsanwendungen (Elektrofahrzeuge) ein Endkundenprodukt darstellen und dementsprechend bekannt sind, werden andere wichtige und kritische Anwendungen von netzgekoppelten Energiespeichern häufig nur in Fachkreisen diskutiert. Die Diskussion bezüglich der Vor- und Nachteile von netzgekoppelten Energiespeichern ist bisher sehr vielschichtig, die daraus resultierende Bewertung von Anwendungen und Technologien häufig schwer vergleichbar. Der „Wert“ wird hierbei sowohl ökonomisch (als Erträge) als auch ökologisch (als Vorteile, wie beispielsweise CO₂-Minderung) sowie systemisch diskutiert. Weiterhin spielen soziale Aspekte (z. B. Akzeptanz) eine zunehmend wichtige Rolle.

Handlungsempfehlungen

- **Einen einheitlichen, umfassenden energie-wirtschaftlichen Rahmen schaffen**
Damit können Energiespeicher für das Gesamtsystem optimal genutzt werden. Bestehende Schranken zwischen den Sektoren Strom, Wärme und Mobilität müssen aufgehoben werden. Es muss eine sektorengerechte Verteilung (Wälzung) der Kosten auf alle Energieerzeugnisse erfolgen.
- **Spezifische Hemmnisse für Power-to-Heat im Wärmemarkt beseitigen**
Wärme, erzeugt unter Nutzung von grünem Strom, sollte nicht teurer sein als fossile Wärmeerzeugung. Hierdurch kann mehr erneuerbare (elektrische) Energie in den Wärmemarkt kommen. Somit können Wärmespeicher der Flexibilisierung und Stabilisierung des Stromsystems dienen.
- **Multivalenten Nutzen von Stromspeichern durch Modifikation des Ausschließlichkeitsprinzips ermöglichen**
Der „Grünstrom“-Anspruch sollte bei Speicherung in Anlagen, die anteilig auch „Graustrom“ speichern, beibehalten werden.
- **Rahmenbedingungen für Finanzierungs- und Geschäftsmodelle schaffen**
Um einen „Hochlauf“ der Langzeitspeichertechnologien zu unterstützen, sind u. a. für deren Betrieb geeignete Finanzierungs- und Geschäftsmodelle zu entwickeln, die den Betreibern eine Refinanzierung von Investitionen ermöglichen.
- **Ökologischen und ökonomische Transparenz bei Energiespeichern schaffen**
Die Vergleichbarkeit der Effizienz von Energiespeichern erfordert Transparenz beispielsweise durch Energieeffizienz-Label, hinsichtlich Lebensdauer, Ressourcenverbrauch, Rohstoffeinsatz und Recyclingfähigkeit. Diese Transparenz ist erforderlich, um den effizienten Einsatz von Energiespeichern zu gewährleisten. Zugleich sind sie Anreiz zu technologischen und ökologischen Verbesserungen.

Hintergründe

- **Komplexes Anforderungsportfolio für Energiespeicher**

Durch die fortschreitende Transformation des Energiesystems und den hierdurch erforderlichen starken Ausbau fluktuierender erneuerbarer Energien erhöht sich der Flexibilitätsbedarf. Hieraus ergeben sich neue Anforderungen an Energiespeicher und Einsatzpotenziale für zentrale und dezentrale Speichertechnologien in allen Zeitbereichen (Kurzzeitspeicher und Langzeitspeicher). Die Einsatzgebiete für Energiespeicher sind sehr vielfältig und reichen von der Ultra-Kurzzeitspeicherung (im Bereich von Millisekunden bis Sekunden) bis hin zur saisonalen Speicherung von Energie über mehrere Wochen und Monate. Hieraus ergibt sich eine große Bandbreite anwendungsspezifischer Anforderungen und Herausforderungen.

- **Barrieren bei Power-to-Heat**

Der Wärmesektor stellt in Deutschland den größten Anteil am Endenergiebedarf dar. Die Verbindung von Wärmesektor und zunehmend erneuerbarem Stromsektor erfolgt über Power-to-Heat-Technologien. Um Flexibilität auch für das Stromnetz zu erschließen, können Wärmespeicher genutzt werden. Spezifische Hemmnisse, wie etwa die Berechnung des Primärenergiefaktors, stehen der Power-to-Heat-Technologie im Wärmemarkt jedoch im Weg.

- **Intelligentes Energiemanagementsystem unabdingbar**

Netzinstabilitäten konnten bisher durch die Bereitstellung von Momentanreserve durch

die in den großen Schwungmassen der Kraftwerksturbinen und -generatoren gespeicherten Energie ausgeglichen werden. Zukünftig werden konventionelle Kraftwerke immer mehr ersetzt, sodass langfristig andere Technologien (Leistungselektronik inklusive Speicher) diese Momentanreserve bereitstellen müssen.

Die optimale Nutzung von netzgekoppelten Energiespeichern erfordert ein intelligentes, digitalisiertes und übergreifendes Energiemanagementsystem entlang der gesamten Wertschöpfungskette (Energiebereitstellung, -transport, -verteilung und -verbrauch).

- **Wirtschaftlichkeit von Energiespeichern schwer zu erreichen**

Der ökonomische und ökologische Wert von Energiespeichern ist abhängig von der Anwendung, den Einsatzbedingungen, den regulatorischen Rahmenbedingungen und der infrage kommenden Speichertechnologie. Ein wirtschaftlicher Betrieb von Energiespeichern ist heute unter den in Deutschland gegebenen Rahmenbedingungen nur in wenigen Fällen möglich.

PV-Heimspeicher werden seit einigen Jahren stark nachgefragt, obwohl deren Wirtschaftlichkeit derzeit häufig noch nicht darstellbar ist. Bei netzdienlicher Betriebsweise können PV-Heimspeicher den weiteren Zubau von PV-Anlagen in Verteilnetzen unterstützen, ohne dass ein zusätzlicher Netzausbaubedarf entsteht. Auch Power-to-Heat-Systeme in Eigenheimen, in Kombination mit Wärmespeichern, könnten hierfür eingesetzt werden.

Weitere Informationen

- [VDI-Statusreport: Ökonomischer, ökologischer und systemischer Wert von netzgekoppelten Energiespeichern](#)
- [VDI-Thesen: Die Energieversorgung Deutschlands](#)

Wasserstoff als Energieträger der Zukunft stärken

Transformationsfeld Energie

Der Weg zur klimaneutralen Energienutzung führt an dem Energieträger Wasserstoff nicht vorbei. Er gilt als ein zentraler Baustein für die Energiewende und die Defossilisierung der Wirtschaft. Als vielseitiger Energieträger hat grüner Wasserstoff das Potenzial, fossile Brennstoffe in vielen Bereichen zu ersetzen, von der Industrie über den Verkehr bis hin zur Energiespeicherung. Dabei spielen auch seine Folgeprodukte eine entscheidende Rolle. Doch der Hochlauf einer Wasserstoffwirtschaft in Deutschland steht weiterhin vor einem Henne-Ei-Problem, wodurch Investitionsentscheidungen aufgeschoben werden. Insbesondere regulatorische Herausforderungen, verlässliche Rahmenbedingungen für Investitionen, Finanzierungsmodelle und technische Unsicherheiten stellen Barrieren für den Hochlauf einer Wasserstoffwirtschaft dar. Zudem bedarf es einer forcierten Förderung von Wasserstoff als resilientem Energiespeicher, wobei Erzeugung und Nutzung mitbetrachtet werden müssen.

Handlungsempfehlungen

- **Abgestimmtes Maßnahmenpaket für den Hochlauf eines Wasserstoffmarkts**
Um das Henne-Ei-Problem eines gleichzeitigen Aufbaus von Wasserstoffherzeugung und -abnahme zu ermöglichen, benötigt es ein abgestimmtes Vorgehen aller Stakeholder. Nur gemeinsam können Maßnahmenpakete entwickelt werden.
- **Ausbau der Infrastruktur für Wasserstoff**
Ein belastbares, auf regenerativen Energien basierendes Energiesystem braucht verlässliche Speicher. Wasserstoff stellt hier einen effizienten Energieträger zur langfristigen Speicherung dar. Hierzu bedarf es des forcierten Ausbaus einer Speicherinfrastruktur für Wasserstoff. Außerdem braucht es ein schnell funktionierendes Wasserstoffnetz als Grundlage für einen Wasserstoffmarkt.
- **Planungssicherheit über Plattform für Normen und Standards ermöglichen**
Normen und Standards sind entscheidende Bausteine für den Wasserstoffmarkthochlauf. Eine vertiefte Standardisierung bei Wasserstofftechnologien beschleunigt den Hochlauf besonders bei Elektrolyseuren. Um weitere technische Risiken für Akteure abzubauen und Synergieeffekte zu nutzen, ist das Instrument einer koordinierenden Plattform für alle Regelsetzer fortzusetzen.
- **Genehmigungsverfahren für Power-to-X-Anlagen beschleunigen**
Das Genehmigungsverfahren für Power-to-X-Anlagen ist aufwendig und verzögert den Hochlauf einer Wasserstoffwirtschaft. Das bereits vorgestellte Wasserstoffbeschleunigungsgesetz und die darin enthaltenen Priorisierungen und Höchstfristen müssen deswegen konsequent zur Anwendung kommen.

Hintergründe

- **Stakeholder vernetzen und Maßnahmen gemeinsam erarbeiten**

Die Wasserstoffwirtschaft steht vor dem Problem, dass potenzielle Erzeuger auf der Suche nach langfristigen sicheren Abnehmern sind, ohne die keine Investitionsentscheidung getroffen werden kann. Gleichzeitig warten potenzielle Abnehmer auf günstigere Preise und planbare Verfügbarkeit von Wasserstoff, was auch zu einem Aufschieben von Investitionsentscheidungen führt. Dieses Henne-Ei-Problem kann nur gelöst werden, wenn Erzeugung und Abnahme gleichzeitig skalieren. Um Maßnahmen dafür zu entwickeln, ist ein Dialogprozess mit allen relevanten Akteuren der Wertschöpfungskette notwendig. Diesen hat der VDI gestartet.

- **Energiesystem braucht Wasserstoffspeicher und Transportmöglichkeiten**

Eine erfolgreiche Energiewende umfasst die Defossilisierung des gesamten Energiesystems. Hier ist die Integration der erneuerbaren Energien unter Berücksichtigung der volkswirtschaftlichen Effizienz, Nachhaltigkeit sowie der Resilienz des Energiesystems zentral. Eine Herausforderung dabei ist das Einbinden von großen, fluktuierenden Energiequellen wie Sonne und Wind. Um die Energiewende zu verwirklichen, braucht es verlässliche Energiespeicher. Wasserstoff kann als längerfristiger Speicher genutzt werden, um Energieüberschüsse aus den Sommermonaten während Dunkelflauten abrufen zu können. Hierfür braucht es den unbürokratischen Ausbau der Speichertechnologien, insbesondere der dazugehörigen Infrastruktur. Für letzteres ist das bereits beschlossene Wasserstoffkernnetz ein guter Start. Um den Markthochlauf effizient zu ermöglichen, muss das Kernnetz schnell realisiert werden.

- **Standardisierung fördert einen Wasserstoffmarkthochlauf und Zusammenarbeit**

Normen und Standards bilden zusammen mit den rechtlichen Rahmenbedingungen das Grundgerüst für den

Wasserstoffmarkthochlauf und die dazugehörige Qualitätsinfrastruktur.

Sie definieren Terminologie, Schnittstellen, Sicherheits-, System- und Qualitätsanforderungen sowie Prüfungs- und Zertifizierungsgrundlagen. Somit schaffen sie ein einheitliches Verständnis über Fachgebietsgrenzen hinweg und ermöglichen die Skalierung dieser Technologie. Technische Regelsetzung unterstützt zudem rechtssicheres Handeln und bildet die Grundlage für belastbare wirtschaftliche Investitionen.

Die Standardisierung insbesondere bei Elektrolyseuren kann hier zu einer Beschleunigung von Wasserstoffproduktionskapazitäten führen. Dazu brauchen Betreiber eine Übersicht der Grundsätze für Planung, Ausführung und Abnahme von Elektrolyseuren. Dazu erstellt der VDI eine Richtlinie. Diese Standardisierung gibt Sicherheit für den Bau von Anlagen und verringert den nötigen Planungsaufwand. Dadurch können die Projekte schneller und kosteneffizienter umgesetzt werden. Die Normungsroadmap Wasserstofftechnologien ist ein Beispiel dafür, wie ein komplexes Themenfeld durch eine koordinierende Plattform effizient strukturiert werden kann. Diese Plattform ist regelsetzerübergreifend und vermeidet dadurch Doppelarbeit, wodurch Ressourcen optimal genutzt werden können. Dieses erfolgreich genutzte Instrument sollte auch zukünftig genutzt werden.

- **Einfachere Genehmigungsverfahren**

Das Genehmigungsverfahren für Power-to-X-Anlagen ist aufwendig und beinhaltet verschiedene Prozesse, die mit unterschiedlichen Stellen bei den zuständigen Behörden durchgeführt werden müssen. Besonders für Start-ups und junge Unternehmen ohne eigene Abteilungen für Genehmigungsverfahren führen diese Prozesse zu großen Hürden. Der VDI befürwortet, dass durch das Wasserstoffbeschleunigungsgesetz bereits auf der regulativen Ebene einfachere Verfahren angestrebt werden und so Kosten und Zeit gespart werden können.

Die Einführung von Höchstfristen für was-
serrechtliche Zulassungen, die Erleichterung
des vorzeitigen Maßnahmenbeginns, die
Verkürzung der Instanzenwege und die
schnellere Umsetzung von Eilverfahren
könnten aus Sicht des VDI zu einer Be-

schleunigung beitragen. Darüber hinaus tra-
gen technische Regeln dazu bei, den Pro-
zess effizienter zu gestalten. Besonders
kleine Unternehmen und Start-ups mit we-
nig Erfahrung können von diesen Hilfelei-
stungen profitieren.

Weitere Informationen

- [Veröffentlichung der Normungsroadmap Wasserstofftechnologien](#)
- [VDI-Themenseite: Wasserstoff](#)

Mit der Wärmepumpe die Wärmewende im Gebäudesektor beschleunigen

Transformationsfeld Energie

Der Einbau von Wärmepumpen ist neben dem Ausbau der Wärmenetze die Schlüsseltechnologie zur Wärmewende im Gebäudesektor. Ein Drittel der CO₂-Emissionen in Deutschland entstehen im Gebäudesektor. Rund 75 % der Wohngebäude werden von oft ineffizienten und unwirtschaftlichen Heizungen warmgehalten, die mit fossilen Brennstoffen betrieben werden. Die Umrüstung auf Wärmepumpen kann deshalb einen bedeutenden Beitrag zum Erreichen der CO₂-Reduktionsziele leisten und die Abhängigkeit von fossilen Importen aus dem Ausland verringern. Obwohl Wärmepumpen eine etablierte Technologie sind und ihre Einsatzfähigkeit und Wirtschaftlichkeit im Neubau und Bestand schon heute zeigen, gibt es viele Unsicherheiten in der Bevölkerung, was die Wärmewende verlangsammt.

Handlungsempfehlungen

- **Investitionen in Wärmepumpen unbürokratisch und verlässlich fördern**
Staatliche Förderung ist ein wichtiges Instrument, um den Einbau von Wärmepumpen vor allem in Bestandsgebäuden zu beschleunigen. Förderprogramme sollten einfach und verlässlich sein.
- **Nur mit verlässlichen politischen Rahmenbedingungen kann die Wärmewende gelingen**
Staatliche Regelungen sind der Grundstein auf dem Wohnungseigentümerinnen und -eigentümer ihre Entscheidung zur Heizungswahl treffen. Es bedarf verlässlicher Rahmenbedingungen, damit sie eine fundierte Entscheidung treffen können.
- **Weiterbildungsmaßnahmen im Handwerk stärken**
Die Planung und der Einbau von Wärmepumpen erfordert qualifiziertes Personal. Weiterbildungsmaßnahmen und Anreize zur Weiterbildung im Handwerk müssen daher gefördert werden.
- **Bevölkerung über Potenziale der Wärmepumpentechnologie aufklären**
In der Bevölkerung herrscht viel Interesse aber auch Verunsicherung über den Einbau und die Nutzung von Wärmepumpen in Wohngebäuden. Wohnungseigentümerinnen und -eigentümer müssen daher faktenbasiert im Hinblick auf die Funktionsweise und die Wirtschaftlichkeit von Wärmepumpen informiert werden.

Hintergründe

- **Eine unbürokratische Förderung des Einsatzes von Wärmepumpen beschleunigt die Wärmewende**
Staatliche Förderungen ist ein wesentlicher Anschlag, um den Einbau von Wärmepumpen vor allem im Bestand zu beschleunigen. Wärmepumpen sind in der Anschaffung zurzeit teurer als fossile Heizungssysteme, haben aber geringere Betriebskosten. Bestehende Förderprogramme unterstützen beim Umstieg mit bis zum 70 % der Anschaffungskosten. Damit möglichst viele Haus- und Wohnungseigentümerinnen und -eigentümer von den

Förderprogrammen und dann von günstigen Betriebskosten profitieren können, bedarf es einfacher und stabiler Förderinstrumente. Auch hier ist eine kontinuierliche Weiterentwicklung statt abrupter Änderungen wünschenswert.

- **Nur mit verlässlichen politischen Rahmenbedingungen kann die Wärmewende gelingen**

Staatliche Regelungen sind der Grundstein, auf dem Wohnungseigentümerinnen und -eigentümer ihre Entscheidung zur Heizungswahl treffen. Es braucht verlässliche Rahmenbedingungen, damit sie eine fundierte Entscheidung treffen können. Rahmenbedingen schließen sowohl technische Regelungen, wie Regelungen zu Aufstellungsorten und den Anforderungen an Wärmequellen ein, als auch Regelungen zum Anteil von erneuerbaren Energien an der Heizenergie. In diesem Bereich sollten Regularien kontinuierlich weiterentwickelt statt abrupt geändert werden.

- **Die Weiterbildung in der Zukunftstechnologie der Wärmepumpe ist für das Handwerk essenziell**

Die Planung, der Einbau und die Wartung von Wärmepumpen erfordert qualifiziertes Personal. Alle drei Schritte sind komplexer als bei herkömmlichen fossilen Heizsystemen, vor allem wenn Wärmepumpen effizient betrieben werden sollen. Des Weiteren braucht es Wissen über verschiedene Gewerke (Elektronik, Heizungsbau, Kältetechnik etc.) hinweg. Darum sind qualitativ gute Weiterbildungsmaßnahmen und Anreize zur Weiterbildung im Handwerk erforderlich. Die Sachkundigenschulungen nach

der Richtlinie VDI 4645 „Heizungsanlagen mit Wärmepumpen in Ein- und Mehrfamilienhäusern“ haben sich hier als Grundlagenschulung bewährt und können bisher durch die „Bundesförderung Aufbauprogramm Wärmepumpe“ (BAW) gefördert werden. Eine Fortführung und Ausweitung der Förderungen kann dafür sorgen, dass die Wärmewende in Zukunft nicht an zu wenigen oder nicht ausreichend qualifizierten Fachkräften scheitert.

- **Mit mehr Technologiewissen der Verunsicherung entgegenzutreten**

In der Bevölkerung besteht viel Interesse am Einbau von Wärmepumpen in Wohngebäuden. Die Diskussionen im letzten Jahr führten aber zu einer großen Verunsicherung, was das technische Potenzial von Wärmepumpen angeht. Es bedarf hochwertiger und verständlicher Angebote, um Wohnungseigentümerinnen und -eigentümer aufzuklären. Ein gelungenes Beispiel hierfür war im November 2024 die „Woche der Wärmepumpe“, die das Bundeswirtschaftsministerium zusammen mit Akteuren der Wirtschaft und Zivilgesellschaft veranstaltete. Tausende Bürgerinnen und Bürger konnten sich niedrigschwellig sowohl lokal als auch online informieren. Mythen wie, dass sich Wärmepumpen nur in neuen oder stark sanierten Gebäuden rentieren und funktionieren, konnten so publikumswirksam ausgeräumt werden. Auch der VDI hat sich mit einer Sonderfolge seines Podcasts „Technik aufs Ohr“ beteiligt. Für eine geeignete Information der Bevölkerung braucht es weitere Anstrengungen dieser Art.

Weitere Informationen

- [VDI-Themenseite: Faktencheck rund um die Wärmepumpe](#)
- [VDI-Themenseite: Schulungen nach VDI 4645](#)

Flexibilisierung der Stromerzeugung mittels Biogas vereint Klimaschutz und Versorgungssicherheit

Transformationsfeld Energie

Aufbereitetes Biogas – in Form von Biomethan – kann Erdgas prinzipiell 1:1 substituieren. Es ist ein zu wenig genutztes Puzzleteil in der Energiewende. Über 40 % der momentan durch Gaskraftwerke erzeugten Stromproduktion ließen sich aus Biogas decken. Ein Ausbau der Biogasproduktion in Deutschland würde die Unabhängigkeit von Energieimporten stärken und preisstabilisierend auf den Strom- und Gaspreis wirken. Biogas stärkt somit die Versorgungssicherheit in einem nachhaltigen Stromnetz und kann einen entscheidenden Beitrag zum Klimaschutz leisten.

Handlungsempfehlungen

- **Biomethan mit dem größtmöglichen Wirkungsgrad nutzen**
Die gesetzlichen Rahmenbedingungen sollten so gesteckt werden, dass das ins Erdgasnetz gespeiste Biomethan später mit dem größtmöglichen Wirkungsgrad genutzt wird.
- **Wärme- und Gasspeichern ausbauen**
Es bedarf einer Beschleunigung beim Ausbau notwendiger Wärme- und Gasspeicher ähnlich zur Beschleunigung des Windkraftausbaus. Dies ermöglicht eine weitgehende Flexibilisierung der Stromerzeugung.
- **Definitionen im Wärmesektor aktualisieren**
Biogas und H₂ready-basierende Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen (KWK) sind als regenerativ entsprechend dem 65%-Ziel im Wärmesektor zu definieren.
- **Wärmenutzung in Blockheizkraftwerken ausbauen**
Die Wärmenutzung in KWK-Anlagen, bevorzugt in Blockheizkraftwerken (BHKW), ist auszubauen. Die Wärmenutzung für Strompeaker (Ausgleich von Dunkelflauten) ist hierfür gesetzlich zu verankern.
- **Anreize für Module oder Anlagen setzen**
Der Zubau von Modulen oder Anlagen muss durch finanzielle Anreize möglich werden, um die Leistung der lokal oder dezentral installierten BHKW um den Faktor 2 bis 4 zu erhöhen

Hintergründe

- **Biogene Reststoffe sind verfügbar**
Biogas kann gezielt aus biogenen Abfall- und Reststoffen gewonnen werden. Es bedarf nicht eigens produzierter nachwachsender Rohstoffe oder tierischer Exkremamente zur Erzeugung. Die sowieso vorhandenen Abfallstoffe sind in großen Mengen sofort verfügbar, werden aber nicht genutzt, da fossiles Erdgas teilweise günstiger ist. Dabei ist der positive Effekt ein doppelter: Diffuses, klimaschädliches Methan wird nicht emittiert, gleichzeitig steht es speicher- und abrufbar für die gekoppelte Strom- und Wärmeerzeugung zur Verfügung und reduziert die eingesetzte Erdgasmenge 1:1.
- **Biogas effizient nutzen**
Biogas kann mit größtmöglichem Wirkungs-

grad in KWK-Anlagen (Wirkungsgrad 90 %) effizient genutzt werden. Diese stützen sich auf ein bereits vorhandenes Erdgasnetz. Dabei spielt die Verteilung der KWK in die Fläche und die Nahwärmenetze eine entscheidende Rolle – im Vergleich zu rein elektrischen Ansätzen ist die gesicherte Versorgung durch KWK mit Nahwärmenetzen kostengünstiger und schneller realisierbar.

- **Nahwärmenetze ausbauen**

Neben der Fernwärme muss die Nahwärme in den Blick rücken. Planungen in Neubausiedlungen und Baubestand sind dahingehend zu ermöglichen. Auch gilt es, KWK und Nahwärmenetze in der Größenordnung von 1 MW und darunter zu forcieren. Volkswirtschaftlich wären damit gegenüber einer reinen, flächendeckenden

Wärmepumpenlösung mehr als 100 Mrd. € an Investitionskosten einsparbar.

- **Wärmenutzung ausbauen**

Die Wärme nicht zu nutzen, hieße ca. 30 % der eingesetzten Energiemenge zu verschwenden. Daher ist die vollständige Nutzung in allen einschlägigen Gesetzeswerken (u. a. EEG, KWKG, Netzverordnungen) vorzuschreiben.

- **Flexibler Speicherzeitraum**

Der Speicherzeitraum und Nutzungszeitpunkt von Biogas liegt bei mehreren Tagen (lokale Gasspeicherung) bis hin zu mehreren Monaten (lokale Substratspeicherung oder Einspeisung ins Erdgasnetz). Ein mehrfacher Überbau ist gut geeignet, die Stromversorgung in Dunkelflauten abzusichern und den Strompreis zu dämpfen. Die Anlagentechnik dafür ist erprobt, kostengünstig und verfügbar.

Weitere Informationen

- [VDI-Policy Factsheet: Biogas für Klimaschutz und Versorgungssicherheit](#)

Automatisiertes Fahren als Gamechanger für den Straßenverkehr

Transformationsfeld Mobilität

Die Potenziale durch das automatisierte Fahren für den individuellen Nutzer wie auch für die Gesellschaft sind vielfältig. Sie reichen beispielsweise von Zeitersparnis, Inklusion sowie Sicherheit bis hin zu erhofften technologischen „Spill-over“-Effekten in andere technische Bereiche. Die Ausgangssituation ist trotz technischer und rechtlicher Fortschritte in allen wichtigen Märkten nach wie vor komplex. Es bedarf daher zur großflächigen Implementierung der Technologie in Deutschland und Europa noch unterschiedlicher Anpassungen und Unterstützungsleistungen durch die Bundespolitik.

Handlungsempfehlungen

- **Kartell- und Wettbewerbsrecht für die Technologien des automatisierten Fahrens ausrichten**
Das automatisierte Fahren erfordert aufgrund der Komplexität eine noch engere Zusammenarbeit der verschiedenen Akteure als bisher. Demgegenüber stehen heute teilweise Bedenken im Sinne des Wettbewerbs- und Kartellrechts. Hier muss die Bundesregierung rechtlich gesicherte und zugleich handhabbare Lösungen ermöglichen.
- **Zulassungsverfahren von Forschungsfahrzeugen vereinfachen**
Um die Innovationskraft von Herstellern, Hochschulen und Forschungseinrichtungen schnell, aber trotzdem sicher auf die Straße zu bringen, bedarf es einer Experimentierklausel bzw. vereinfachten Zulassung für automatisierte Forschungsfahrzeuge und automatisierte Erprobungsträger.
- **Rechtliche Grundlagen für einen „Auto-Knigge“ schaffen**
Automatisierte Fahrzeuge sollen keine Hindernisse im Straßenverkehr darstellen. Doch die gültigen rechtlichen Regelungen und Rechtsprechung sind noch nicht für den Einsatz vom automatisierten Fahren ausgelegt. Jeglicher Verstoß gegen die Straßenverkehrsordnung stellt eine Ordnungswidrigkeit dar und darf somit durch das automatisierte Fahren nicht erfolgen. Hier muss die Bundesregierung eine Änderung des Straßenverkehrsgesetzes prüfen und den Rechtsrahmen für den Einsatz von automatisiertem Fahren anpassen.
- **Forschungsförderung beim automatisierten Fahren aufrecht erhalten**
Die Technologien, die bei automatisierten Fahrzeugen zum Einsatz kommen, werden in andere Anwendungsbereiche entweder direkt oder mit Anpassungen übertragen. Sofern es gelingt, in einer komplexen, offenen „Welt“ wie dem Straßenverkehr KI-basierte Systeme abzusichern, kann dies methodische Synergien bis in die Medizintechnik haben.

Hintergründe

- **Regelungen bei Wettbewerbsrecht und Zulassung**

Das automatisierte Fahren erfordert aufgrund der Komplexität eine noch engere Zusammenarbeit der einzelnen Akteure als bisher. Demgegenüber stehen heute teilweise Bedenken im Sinne des Wettbewerbs- und Kartellrechts. Die Vergrößerung der Rechtssicherheit für Kooperationen zwischen Wettbewerbern zum Informationsaustausch stellt dabei einen zentralen Punkt dar. Bestehende Unsicherheiten müssen abgebaut und entsprechende Sicherheiten und Rahmenbedingungen geschaffen werden.

In den letzten Jahren sind eine Vielzahl von Gesetzen zur Regulierung der Fahrzeugautomatisierung in Kraft getreten. In Deutschland ist die nationale Gesetzgebung relevant, die in der Regel auf EU-Gesetzgebung basiert. Damit sind prinzipiell die gesetzlichen Rahmenbedingungen geschaffen, die eine Einführung in den Markt ermöglichen. Im internationalen Vergleich ermöglichen gerade die USA und China den lokalen Anbietern durch schnellere Anpassungen der Regulatorik robuste Randbedingungen für ein breites Marktangebot von beispielsweise erweiterten L2-Systemen (speziell China) und L4-Funktionen (USA und China). Um die Innovationskraft der Hochschulen, Universitäten und Forschungseinrichtungen der Hersteller schnell aber trotzdem sicher auf die Straße zu bringen, bedarf es einer Experimentierklausel bzw. vereinfachten Zulassung für automatisierte Forschungsfahrzeuge und automatisierten Erprobungsträgern.

- **Auto-Knigge für besseres Verhalten**

Das Verhalten von automatisierten Fahrzeugen im Straßenverkehr basiert auf unterschiedlichen Anforderungen. Neben dem Einhalten der Gesetzgebung und der Wahrung der Verkehrssicherheit sind ethische Aspekte und der Fahrkomfort maßgeblich relevant. In einem sogenannten Auto-Knigge (angelehnt an den „Knigge“ zum

guten Benehmen und zur richtigen Umgangsform unter Menschen) kann das Verhalten der automatisierten Fahrzeuge gegenüber anderen Verkehrsteilnehmern beschrieben werden. Dieser kann über Normen oder freiwillige Selbstverpflichtungen der Hersteller Verbreitung finden.

Der Auto-Knigge verfolgt dabei zwei Ziele: Automatisierte Fahrzeuge sollen erstens durch fehlende Interaktion kein Problem im Straßenverkehr darstellen und zweitens, automatisierte Fahrzeuge sollen durch fehlende Interaktion nicht abschreckend auf andere Verkehrsteilnehmer wirken.

Insbesondere sollen automatisierte Fahrzeuge keine Hindernisse im Straßenverkehr darstellen. Heute gilt es jedoch die geltenden rechtlichen Regelungen und die Rechtsprechung einzuhalten. Jeglicher Verstoß gegen die Straßenverkehrsordnung stellt eine Ordnungswidrigkeit dar und darf somit durch das automatisierte Fahren nicht erfolgen. Hintergrund ist die Übertragung des für Menschen und den menschlichen Fahrer geschaffenen Regelwerks auf die Fahrzeugautomatisierung. Insbesondere Reaktionszeiten und daraus resultierende Mindestabstände sind für menschliche Fahrer festgelegt worden. Eine Prüfung entsprechender Anpassungen unter den oben genannten Anforderungen kann zur Anpassung des Straßenverkehrsgesetzes an betreiberbasierten automatisierten Fahrzeuge führen und somit die Interpretationsspielräume der StVO (gegebenenfalls durch eine normierte technische Übersetzung und Berücksichtigung eines „maschinellen Fahrers“) schließen.

- **Forschungsförderung schafft breite Technologieführerschaft**

Die Entwicklung automatisierter Fahrzeuge kann zu einer Reihe von Spill-over-Effekten führen, beispielsweise in der mobilen Robotik – vor allem dort, wo diese anwendungsbedingt ebenfalls hohe Sicherheitsanforderungen erfüllen muss. Die Technologien, die bei automatisierten Fahrzeugen zum Einsatz

kommen, werden in andere Anwendungsbereiche entweder direkt oder mit Anpassungen übertragen. Sofern es gelingt, in einer komplexen, offenen „Welt“ wie dem Straßenverkehr, KI-basierte Systeme abzusichern, kann dies methodische Synergien bis in die Medizintechnik haben. Es entstehen jedoch nicht nur Synergien, sondern auch Skaleneffekte durch Übertrag von Hardware (v. a. Kamera, LiDAR, Radar) beispielsweise in (teilweise bereits bestehende) Anwendungen in Logistik, Landwirtschaft, Bau, Pflege sowie Umweltschutz und Wartung. Auf der Softwareseite werden Softwarebausteine oder einzelne Algorithmen (z. B. Model Predictive Control (MPC) für die Regelung) bereits in die breite Anwendung gebracht. Hierbei zeigt sich,

dass die Methoden aus den Softwarefunktionen wie Umfeldwahrnehmung, Planung und Regelung sehr einfach an neue Anwendungsbereiche angepasst werden können. Die Forschungs- und Entwicklungsleistung für automatisierte Straßenfahrzeuge führt somit zu intelligenten, effizienten und robusten, mobilen Robotiksystemen, die in unterschiedlichsten Industriezweigen zum Einsatz kommen. Die Technologien des automatisierten Straßenfahrzeugs sind Treiber von Innovationen in der mobilen Robotik und eröffnen vielfältige Möglichkeiten für weitere Applikationen von automatisiert agierenden Maschinen und Systemen. Diese gilt es zu fördern, damit eine bestmögliche Wettbewerbsfähigkeit gegeben ist.

Weitere Informationen

- [VDI-Themenseite: Autonomes Fahren](#)
- [VDI-Statusreport Automatisiertes Fahren](#)

Elektromobilität nutzergerecht und klimafreundlich etablieren

Transformationsfeld Mobilität

Die Transformation der Automobilwirtschaft in Deutschland zu mehr Nachhaltigkeit und Klimaschutz ist in vollem Gange. Doch wann wird Autofahren wirklich grün? Der VDI hat in einer umfangreichen Studie die Ökobilanz von E-Autos, Plug-in-Hybriden (Benzin/Diesel) sowie konventionell angetriebenen Autos (Diesel/Benzin) verglichen. Das Kernergebnis lautet: Erst die grüne Batterie macht die E-Mobilität klimafreundlich. E-Autos sind ab einer Laufleistung von 90.000 Kilometern klimafreundlicher als solche mit konventionellen Antrieben. Neben dem Klimaschutz stellt sich parallel auch die Frage, wie Elektromobilität bei der breiten Bevölkerung etabliert werden kann und welcher Stellhebel es dafür bedarf.

Handlungsempfehlungen

- **Die erneuerbaren Energien in Deutschland ausbauen**
Wir brauchen für eine klimafreundlichere Mobilität in Deutschland den Ausbau der erneuerbaren Energien, um den Betrieb von Elektrofahrzeugen und die Produktion von Batterien nachhaltig zu gestalten.
- **Standort D stärken: Batterien in Deutschland und Europa mit erneuerbarem Strom nachhaltig produzieren**
Eine Batterieproduktion in Deutschland und in anderen europäischen Ländern mit hohem erneuerbarem Energieanteil sorgt neben einer europäischen Wertschöpfung für eine bessere CO₂-Bilanz der Autos.
- **Den Ausbau der Schnellladeinfrastruktur erleichtern**
Für die Nutzerakzeptanz von E-Fahrzeugen ist der Zugang zur Schnellladeinfrastruktur ein wesentlicher Schlüssel. Die Genehmigungsverfahren von Schnellladesäulen und den zugehörigen Trafostationen sind zusammen zu denken und zu beschleunigen.
- **Bezahlbare und transparente Ladestrompreise anstelle von Kaufförderungen**
Eine Akkuladung für 100 km ist an öffentlichen Ladesäulen häufig teurer als der fossile Kraftstoff für die selbe Distanz an der Tankstelle. Es sollte ein Mechanismus geschaffen werden, der Ladestrom preislich attraktiv macht und auch im Betrieb das Fahren eines E-Fahrzeugs kostengünstiger hält.
- **Neubewertung des Einsatzes von elektrifizierten Antriebssystemen**
Auch Plug-in- und Range-Extender-Fahrzeuge mit einer elektischen Reichweite von mehr als 100 km leisten einen erheblichen Beitrag zur klimafreundlicheren Mobilität. Diese müssen auch nach 2035 zulässig sein und entsprechend steuerlich begünstigt werden.

Hintergründe

- **Elektromobilität erfordert eine nachhaltige Stromerzeugung**
Da der Energieträger des Antriebssystems, (elektrisch oder fossil) die Treibhausgas (THG)-Emissionen von Fahrzeugen in der Nutzungsphase erheblich beeinflusst, ist dessen Weiterentwicklung zu einem CO₂-armen Energieträger entscheidend. Ein Ausbau von Fotovoltaik und Windkraft ermöglicht in den 2030er-Jahren eine spürbare

Bilanzverbesserung in der Nutzungsphase. Während heute der Import von fossilem Gas und Öl dominiert, müssen die Energieträger der Zukunft defossilisiert sein, in Form von elektrischer Energie oder „grünen“ Molekülen wie Wasserstoff oder eMethanol. Eine Verbesserung der THG-Emissionen der Fahrzeuge bedarf einer Optimierung der produktionsbedingten THG sowie der Optimierung der Emissionen in der Nutzungsphase.

- **Batterien mit erneuerbarer Energie am heimischen Standort fertigen**

E-Autos und Hybridfahrzeuge starten durch die ressourcenintensive Herstellung der Antriebstechnologie bei ihrer Ökobilanz mit einem erheblichen ökologischen Rucksack, da die Batterieproduktion heutzutage fast ausschließlich in Asien stattfindet. Für die klimafreundlichere Mobilität brauchen wir in Deutschland dringend den Ausbau der erneuerbaren Energien, den Aufbau einer grünen Batterieproduktion, aber auch nachhaltig erzeugte Kraftstoffe für Bestandsfahrzeuge. Erst die grün produzierte Batterie und ihre Vormaterialien reduziert deren ökologischen Fußabdruck und macht die E-Mobilität wirklich klimafreundlich.

- **Ausbau von (Schnell-)Ladepunkten vorantreiben**

Einer der wichtigsten Bausteine der Etablierung der Elektromobilität in Deutschland ist die flächendeckende Möglichkeit des Ladens. Das Thema Reichweite von E-Fahrzeugen ist ein großes Argument vieler Menschen gegen die Anschaffung eines E-Autos. Hier bedarf es einer guten Abdeckung mit Ladepunkten im Land. Dabei ist es notwendig, dass die Infrastruktur im Verhältnis schneller wächst als die Anzahl der E-Autos, damit Attraktivität und Verfügbarkeit gewährleistet sind.

Aktuell haben wir in Deutschland gut 143.000 öffentlich zugängliche Ladepunkte. Davon sind ca. 30.000 Schnellladepunkte, an denen mit mehr als 22 kW geladen werden kann. Im Vergleich hat sich jedoch das Verhältnis von Ladepunkten zu Anzahl

E-Autos verschlechtert.

Es ist zwingend erforderlich, die Ladeinfrastruktur weiter auszubauen, wenn das avisierte Ziel von 15 Mio. E-Autos im Jahr 2030 erreicht werden soll.

Hierfür bedarf es gerade bei den Genehmigungen der Hypercharger-Punkten einer erheblichen Beschleunigung der planungsrechtlichen Schritte. Zwar ist die Erstellung einer Schnellladestation baugenehmigungsfrei, die Errichtung der für Gleichstromlader aber zwingend erforderlichen Trafostation bedarf einer Genehmigung – und das dauert in den meisten Fällen sehr lange und hält den Ausbau auf. Hier besteht Handlungsbedarf.

- **Akzeptanz durch günstige und transparente Ladestrompreise erwirken**

Laden muss nicht nur möglich sein, sondern auch preislich attraktiver als die Nutzung eines reinen Verbrennerfahrzeugs. Laden ist aktuell fast nur an der heimischen Ladesäule mit dem privat abgeschlossenen Stromtarif gleich teuer oder günstiger als das Tanken an der Tankstelle. Bei einem durchschnittlichen Bedarf von 20 kWh auf 100 km und dem durchschnittlichen privaten Strompreis von 40 Cent/kWh ergeben sich Kosten von 8 Euro. Das liegt ungefähr auf dem Niveau eines durchschnittlichen Dieselfahrzeugs. Wird jetzt aber öffentlich – und auch noch schnell – geladen, verdoppeln sich die Ladestromkosten leicht und machen den Betrieb des E-Autos unattraktiv. Hier gilt es, durch geeignete Maßnahmen günstigen öffentlich zugänglichen Ladestrom zu schaffen, um eine größere Nutzerakzeptanz für E-Autos zu erzeugen.

- **Neubewertung des Potenzials von stark elektrifizierten Hybridfahrzeugen**

Hybrid angetriebene Fahrzeuge können einen erheblichen Beitrag zur Reduktion der Treibhausgase beitragen, insbesondere solche mit stark elektrifiziertem Antrieb. Ab einer elektrischen Reichweite von ca. 100 km können statistisch nahezu alle täglichen Fahrten ohne Einsatz der Verbrennungskraftmaschine erfolgen. Neben Plug-in-

Hybriden, die wie ein Elektrofahrzeug an einer Ladesäule aufgeladen werden können und auch noch einen Verbrennungsmotor für den Vortrieb haben, gibt es gerade in China immer mehr Fahrzeuge mit Range-Extender. Diese haben typischerweise eine elektrische Reichweite von über 200 km, sodass die Stromerzeugungseinheit – der Range Extender – nur auf langen Strecken zum Einsatz kommt. Dies spart im Vergleich zum reinen Elektrofahrzeug erheblich Akkukapazität und damit Gewicht und Ressourcen. Beide Antriebstypen sollten ab einer elektrischen Reichweite von mehr als 100 km ähnliche Steuervorteile genießen wie reine E-Autos. Zudem sollte sichergestellt

werden, dass diese auch nach 2035 als sinnvolle Alternative angeboten werden können.

Um auch die nur langsam kleiner werdende Bestandsflotte konventionell angetriebener Pkw von über 40 Mio. Fahrzeugen möglichst klimafreundlich zu betreiben, sind alternative Kraftstoffe ein sinnvoller und notwendiger Baustein. Zur Erreichung der deutschen und europäischen Klimaziele im Verkehrssektor ist die Nutzung von klimaneutralen Kraftstoffen für die Bestandsflotte unabdingbar. Hierfür müssen umgehend die regulatorischen und vertraglichen Rahmenbedingungen geschaffen werden, damit eine entsprechende Skalierung der Technik erfolgen kann.

Weitere Informationen

- [VDI-Studie: Öko-Bilanz für Pkw-Antriebe](#)

Chancen durch KI als zentrale Schlüsseltechnologie möglich machen

Transformationsfeld Künstliche Intelligenz

Künstliche Intelligenz (KI) ist eine sich sehr dynamisch entwickelnde Schlüsseltechnologie. Sie wird bald allgegenwärtig sein und in jedem Bereich von Gesellschaft, Wirtschaft und Wissenschaft Einzug halten. KI-basierte Produkte und Dienstleistungen werden uns zukünftig noch stärker bzw. ständig begleiten, zum Teil ohne, dass sie als solche wahrgenommen werden. Darum ist ein verantwortungsvoller und sicherer Einsatz dieser Technologie auf allen Ebenen unumgänglich. Hierfür bedarf es politischer, rechtlicher und technischer Rahmenbedingungen, damit Vertrauen in KI erreicht werden kann. Künstliche Intelligenz ist eine zentrale Schlüsseltechnologie für alle wertschöpfenden Branchen, für den Standort Deutschland von höchster Relevanz und dementsprechend zu fördern.

Handlungsempfehlungen

- **Regulierungen durch den EU AI Act in Deutschland unbürokratisch umsetzen**
Am 01.08.2024 trat der europäische AI Act als weltweit erstes Gesetz zur Regulierung von KI in Kraft. Nun gilt es, diesen chancenorientiert, innovationsfördernd und unbürokratisch in Deutschland umzusetzen. Die zukünftige Bundesregierung muss dafür sorgen, dass der deutschen Wirtschaft dadurch keine Wettbewerbsnachteile entstehen.
- **Prüfmechanismen und Zertifizierungen für KI-basierte Produkte einführen**
Vertrauen in KI-basierte Produkte und Dienstleistungen lässt sich nur erreichen, wenn ihre Eigenschaften prüfbar sind und international festgelegten Kriterien standhalten – über ihren gesamten Lebenszyklus. Die Etablierung zugehöriger Standards, Prüfeinrichtungen und Zertifizierungen muss die Politik auf geeignete Weise fördern.
- **Die Bundesregierung muss KI-Kompetenzen in der Breite fördern**
Um einen souveränen Umgang mit KI zu etablieren, ist eine Verankerung von KI-Kompetenzen auf allen Ebenen des Bildungssystems erforderlich. Die Chancen von KI als zentrale Schlüsseltechnologie müssen in der Breite der Gesellschaft vermittelt werden; auch auf die Risiken muss dabei hingewiesen werden.
- **Rechenzentren für KI am Standort Deutschland schaffen**
KI bedarf großer Rechenkapazitäten. Um nicht von anderen Staaten abhängig zu sein, müssen Rechenzentren am Standort D in ausreichender Menge aufgebaut werden.

Hintergründe

- **Regulierungen innovationsfreundlich gestalten**
Die Auswirkungen des AI Acts auf den Standort Deutschland werfen bereits erste Schatten voraus: Unternehmen sind verunsichert über die zu erwartende Umsetzung des AI Acts in Deutschland und befürchten eine Situation wie zur DSGVO. Dadurch entstehen Wettbewerbsnachteile, die dazu führen, dass die Entwicklung von KI-basierten Produkten und Dienstleistungen am Standort nicht beschleunigt wird.

Stattdessen kommt es zu Verlagerungen von Entwicklungskapazitäten in andere Regionen. Internationale Kooperationen werden durch den AI Act und damit bestehenden Unsicherheiten erschwert. Diese negativen Auswirkungen müssen durch geeignete Regulierungen und ordnungspolitische Maßnahmen vermieden werden.

- **Verantwortung für KI-basierte Produkte und Dienstleistungen klar festlegen**

KI-basierte Produkte und Dienstleistungen bieten Unterstützungs- und Entscheidungsleistung. Es muss rechtlich sichergestellt werden, dass die Verantwortung für die Ergebnisse von KI-Systemen letztlich beim Menschen verbleiben muss. Daher ist zu gewährleisten, dass Entscheidungen von KI-Systemen stets nachvollziehbar und plausibel sind. Dies gilt für das jeweils betrachtete Gesamtsystem als auch für gegebenenfalls integrierte KI-Subsysteme sowie damit verbundene Auswirkungen. Hierfür hat der VDI die „Ethischen Grundsätze des Ingenieurberufs“ formuliert.

- **Vertrauen in KI-Systeme durch Standardisierung und Prüfmechanismen vorantreiben**

Die technische Zuverlässigkeit von KI-Systemen ist ein wichtiger Faktor für ihre Vertrauenswürdigkeit. Erwartungen und abstrakten Grundsätze lassen sich in konkrete Normen übersetzen, die eine vertrauenswürdige KI im Sinne aller beteiligten Akteure gestalten. Die Wirtschaft profitiert von der Festlegung und Einführung technischer und prüfbarer Mindestanforderungen. Dies ist vor allem im internationalen

Wettbewerb sehr wichtig. Deutsche Aktivitäten in der internationalen Standardisierung müssen daher Unterstützung durch die zuständigen Bundesministerien finden. Eine Infrastruktur für Prüfungen von KI-Systemen muss in Deutschland aufgebaut werden.

- **Bildung für einen souveränen Umgang mit KI etablieren**

Ein souveräner Umgang mit KI-basierten Produkten und Dienstleistungen, die sogenannte „AI-Literacy“, erfordert ein Mindestmaß an entsprechenden Kompetenzen, die auf allen Ebenen des Bildungssystems zu vermitteln sind. Eine Teilhabe ist allen Menschen zu ermöglichen – auch denjenigen, die bisher nicht oder nur wenig in die digitale Welt integriert sind. Es gilt, primär die Chancen und Möglichkeiten von KI-Systemen anwendungsbezogen zu vermitteln, z. B. in der Medizin. Auf der anderen Seite muss Teil der KI-Bildung sein, sich der Risiken durch KI bewusst zu sein.

- **KI-Infrastrukturen resilient aufstellen**

Vertrauenswürdige Infrastrukturen und Rechenzentren sind für die Entwicklung und den Betrieb von KI-Systemen unabdingbar und stellen einen wichtigen Erfolgsfaktor dar. Daher sollte ein Ausbau öffentlicher Rechenkapazitäten und ihre Zugänglichkeit gefördert werden. Dies fördert die Resilienz der Standorts Deutschland und verringert die Abhängigkeit von nicht-europäischen Playern der KI-Anwendungen. Der dafür notwendige Energiebedarf ist zu berücksichtigen.

Weitere Informationen

- [VDI: Ethische Grundsätze des Ingenieurberufs](#)
- [Normungsroadmap Künstliche Intelligenz](#)
- [VDI-Studie: Digitalisierung in der Medizintechnik – Herausforderung und Chance](#)
- [VDI-Themenseite: Künstliche Intelligenz \(KI\)](#)

Circular Economy stärkt Klimaschutz und Resilienz der Wirtschaft

Transformationsfeld Circular Economy

Eine Circular Economy trägt dazu bei, den Primärrohstoffverbrauch deutlich zu senken und Kreisläufe zu schließen. Dies stärkt die Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Industrie durch eine Reduzierung der Abhängigkeit von globalen Rohstoffmärkten. Gleichzeitig leistet eine Circular Economy auch einen wichtigen Beitrag zum Umwelt- und Klimaschutz. Das Ziel einer weitgehenden Kreislaufführung unserer Rohstoffe bedeutet aber auch einen Paradigmenwechsel in bisher wenig zirkulären Sektoren, wie etwa dem Gesundheitswesen. Eine gemeinsame Plattform kann hier koordinierend wirken. Wichtige Maßnahmen wie die Digitalisierung und das Setzen von ökonomischen und regulatorischen Anreizen sind zusätzlich wichtige Bausteine, um Kreisläufe zu schließen.

Handlungsempfehlungen

- **Nationale Plattform für Kreislaufwirtschaft einrichten**
Wie in der beschlossenen Nationalen Kreislaufwirtschaftsstrategie (NKWS) beschrieben, ist dieses Instrument zentral zur Gestaltung der Transformation einer Circular Economy.
- **Kreislaufwirtschaft im Gesundheitswesen stärker in den Fokus nehmen**
Geeignete Maßnahmen für die Aufbereitung von Medizinprodukten sind einzuführen.
- **Die Chancen von digitalen Produktpässen nutzen**
Die Potenziale der Digitalisierung, insbesondere durch die Einführung von Produktpässen, sind voranzutreiben.
- **Kombinationen von Instrumenten auf Schließung von Kreisläufen prüfen und einführen**
Geeignete Kombinationen aus ökonomischen und ordnungspolitischen Lenkungsinstrumenten für relevante Handlungsfelder sind zu prüfen und anschließend einzuführen, z. B. für Kunststoffe.

Hintergründe

- **Plattform für Circular Economy einrichten**
Der Paradigmenwechsel zur zirkulären Wertschöpfung, die Veränderung von Geschäftsmodellen und die Transformation ganzer Wirtschaftsbereiche erfordern nicht nur ein klares Bekenntnis aller Kreislaufbeteiligten, sondern auch ein neues Ausmaß an Kooperation. Neben einer gemeinsamen Zielformulierung sollte eine Plattform aufeinander abgestimmte Maßnahmen und Kooperationsmodelle prüfen und erproben sowie den Erfolg in der Umsetzung messen und bilanzieren. Eine wesentliche Voraussetzung für den Betrieb der Plattform ist, dass sie akteursübergreifend, technologieoffen und unabhängig sowohl von der Politik als auch von den wirtschaftlichen und zivilgesellschaftlichen Akteuren ist. Plattformen sind dann besonders erfolgreich, wenn die fachliche Expertise und die gemeinsame Zielerreichung von größerer Bedeutung sind als die Vertretung unterschiedlicher Interessen. Bei der Ausgestaltung einer solchen Plattform sollten daher – wie in der

beschlossenen NKWS formuliert – Erfahrungen mit bereits etablierten Organisationsstrukturen zur nachhaltigen Transformation von Industrien berücksichtigt und auf Übertragbarkeit untersucht werden.

- **Ressourcenschonung und Kreislaufführung im Gesundheitswesen**

Das Gesundheitswesen trägt in relevantem Maße zu Abfallaufkommen, Rohstoffkonsum und Treibhausgasemissionen in Deutschland bei. Erhebliche Potenziale für Ressourcenschonung sind über eine effiziente Nutzung und Kreislaufführung, u. a. von Medizinprodukten, zwar vorhanden, werden aufgrund bestehender Hemmnisse – beispielsweise Zielkonflikte mit Sicherheits- und Hygieneanforderungen – allerdings kaum genutzt.

So sollte die technische Ausstattung von Krankenhäusern und Praxen sowie die Qualifizierung der Mitarbeitenden zur Aufbereitung komplexer Medizinprodukte inklusive von Einmalprodukten verbessert werden. Geeignete Anreizsysteme und Weiterbildungsprogramme können Voraussetzungen für die Aufbereitung schaffen.

Weiterhin müssen auch die regulativen Rahmenbedingungen für die Aufbereitung komplexer Medizinprodukte erfüllbar sein. Dazu gehört die ausreichende Verfügbarkeit von Zertifizierungsstellen (sogenannte Benannte Stellen) für die Auditierung entsprechender Qualitätsmanagementsysteme in Einrichtungen, die solche Produkte aufbereiten. Um die Aufbereitung komplexer Medizinprodukte zu erleichtern, müssen die regulativen Anforderungen über die Europäische Gesetzgebung auf das notwendige Maß reduziert werden: EU-Verordnung 2017/745 über Medizinprodukte MDR und EU-Durchführungsverordnung 2020/1207. FuE-Aktivitäten zu aufbereitbaren Medizinprodukten und zirkulären Geschäftsmodellen sollten gezielt gefördert werden. Austauschformate wie Plattformen sollten die Abstimmung von Bedarfen und Angeboten unterstützen und Kooperationen mit spezialisierten Anbietenden ermöglichen, um

nachhaltige Lösungen im Markt durchsetzen und skalieren zu können.

- **Digitalsierung vorantreiben**

Für den breiten Hochlauf einer Kreislaufwirtschaft spielt die Digitalisierung eine zentrale Rolle.

Der entscheidende Hebel zur Förderung der Kreislaufwirtschaft ist der Aufbau eines umfassenden Informationsaustauschs entlang der Wertschöpfungskette. Ein zentrales Element dieses Vorhabens ist der „Digitale Produktpass“ (DPP). Ein digitaler Produktpass zielt darauf ab, verständliche Informationen und Merkmale zur Nachhaltigkeit der Produkte für alle in der Wertschöpfungskette Beteiligten – einschließlich Endkundinnen und -kunden – bereitzustellen.

Die Einführung des DPP könnte eine tiefgreifende Veränderung in der Art und Weise bewirken, wie Daten über die gesamte Wertschöpfungskette hinweg ausgetauscht werden. Der DPP würde sicherstellen, dass der CO₂-Fußabdruck jedes Produkts nachvollziehbar und transparent ist, was die Entscheidungen der Herstellenden sowie Verbraucherinnen und Verbrauchern hin zu nachhaltigeren Alternativen lenken könnte.

Dazu müssen die Informationen zum CO₂-Fußabdruck sowie zu weiteren nachhaltigkeitsrelevanten Merkmalen konsequent von den Vorlieferanten eingefordert und über die gesamte Wertschöpfungskette weitergegeben werden. Dies ermöglicht nicht nur eine genauere Bewertung der Nachhaltigkeit von Produkten, sondern könnte auch als Entscheidungskriterium bei der Auswahl von Vorprodukten dienen.

Der DPP ist damit ein wesentliches, aber mit der erforderlichen akteursübergreifenden Koordination auch voraussetzungsvolles Werkzeug zur Förderung der Transparenz und Effizienz in nachhaltigen und kreislaufgeführten Wertschöpfungsketten.

- **Intelligenten Mix an Lenkungsinstrumenten für Kunststoffe prüfen und einführen**

Der Markt allein wird nicht in der Lage sein,

die zirkuläre Transformation der Kunststoffwirtschaft in der Intensität und Dringlichkeit voranzutreiben, die für eine Rohstoffwende erforderlich sind. Die Politik ist gefragt, hier einen ganzheitlichen Rahmen zu schaffen, der diesen Wandel durch ökonomische Anreize, regulatorische Vorgaben und Bürokratievereinfachung unterstützt und beschleunigt. Der Paradigmenwechsel kann nur durch einen intelligenten Instrumentenmix aus ökonomischen und ordnungspolitischen Lenkungsinstrumenten effektiv unterstützt werden, der für alle relevanten Handlungsfelder spezifisch und idealerweise

gemeinsam mit den relevanten Akteuren entwickelt wird. Ein starke Lenkungswirkung wird durch die Einführung verbindlicher Rezyklateinsatz- oder Substitutionsquoten erwartet, die ein Level-Playing-Field für kreislaufgerechte Kunststoffprodukte schaffen helfen. Der VDI spricht sich daher dafür aus, die Wirkung einer Kombination verschiedener Quotentypen und ökonomischer Lenkungsinstrumente anhand von Studien zu überprüfen und eine mögliche Ausgestaltung im Dialog mit allen Kreislaufbeteiligten pro Anwendungsfeld zu diskutieren.

Weitere Informationen

- [VDI-Policy Factsheet: Kreislaufwirtschaft für mehr Nachhaltigkeit im Gesundheitswesen](#)
- [VDI-White Paper: Circular Economy für Kunststoffe neu denken](#)
- [VDI-Statusreport: Digitalisierung schafft Transparenz für die Kreislaufwirtschaft](#)

Technische Bildung gegen Fachkräftemangel

Transformationsfeld Technische Bildung und Arbeitsmarkt

Deutschland hat sich in den letzten Jahrzehnten als weltweit führender Technikstandort etabliert. Im Zuge der fortschreitenden Globalisierung und des damit verbundenen stärker werdenden internationalen Wettbewerbs ist es eine Herausforderung, diese Position zu behaupten und auszubauen. Insbesondere technische Allgemeinbildung und gezielte Nachwuchsförderung in der Technik sind Schlüsselemente des wirtschaftlichen Erfolgs und der Innovationsstärke Deutschlands. Eine in der Bildungskette früh angelegte technische Bildung ist eine wichtige Weichenstellung bei der Fachkräftesicherung. Die zukünftige Bundesregierung ist aufgerufen, insbesondere das „Technische“ in MINT im Rahmen von Bund-Länder-Maßnahmen, z. B. des Digitalpakts 2.0, in größerem Umfang als bisher nachhaltig zu fördern.

Handlungsempfehlungen

- **Technische Allgemeinbildung für den Standort Deutschland forcieren**
Technische Allgemeinbildung und Nachwuchsförderung sind Grundvoraussetzungen für den Innovations- und Technikstandort Deutschland. Der Bedarf an qualifizierten Ingenieurinnen, Ingenieuren und technischen Fachkräften erfordert eine gezielte Förderung von an Technik interessierten jungen Menschen. Auch die Bundesregierung muss hier mit entsprechenden Förderprogrammen unterstützen.
- **Notstand bei der Anzahl von Lehrkräften und bei der Fachausstattung beseitigen**
Für einen attraktiven Unterricht über Technik müssen fachlich angemessen ausgebildete Lehrkräfte in ausreichender Anzahl zur Verfügung stehen und kontinuierlich fortgebildet werden. In allen Bundesländern sollte eine Lehrerbildung für technische Allgemeinbildung angeboten werden. Die Hochschulen müssen der gesamtgesellschaftlichen Verantwortung für technische Allgemeinbildung gerecht werden und entsprechende Lehrstühle und Studiengänge einrichten, erhalten und stärken. Fachräume und deren mediale Ausstattung müssen didaktischen Ansprüchen und denen einer zeitgemäßen Technik entsprechen. Hierbei muss es zu einer verstärkten Zusammenarbeit zwischen den Ländern und dem Bund kommen. Der Digitalpakt 2.0 muss dauerhaft verstetigt werden.

Hintergründe

- **Technische Allgemeinbildung ist entscheidend für die deutsche Wertschöpfung**
Die Förderung von Interessen und Talenten junger Menschen für Technik bildet eine entscheidende Basis für Berufs- und Studienwahlentscheidungen und damit für den Ingenieur- und Fachkräftenachwuchs. Gerade vor dem Hintergrund des internationalen Wettbewerbs gilt es, die hohe Fachkompetenz unserer Ingenieurinnen, Ingenieure und der technischen Fachkräfte sowie den potenziellen Kompetenzvorsprung gegenüber anderen Ländern zu sichern und auszubauen. Deutschland sieht sich bereits seit Jahren mit einem massiven Mangel an Ingenieurinnen, Ingenieuren und technischen Fachkräften konfrontiert. Das Fehlen von qualifiziertem technischem Nachwuchs in

ausreichender Zahl schadet unserer Volkswirtschaft in erheblichem Maße. Bis 2030 werden auf dem deutschen Arbeitsmarkt, nach Prognose des VDI und des IW Köln, ca. 200.000 Ingenieurinnen und Ingenieure fehlen. Der Bedarf an Nachwuchs in diesen Bereichen wird künftig sogar noch zunehmen. Ursachen dafür sind demografische Prozesse, die Zunahme der Ingenieur-tätigkeiten in Wirtschaft und Gesellschaft sowie die voraussichtliche wirtschaftliche Entwicklung. Die Lösungen zentraler gesellschaftlicher Herausforderungen wie die Eindämmung des Klimawandels, der Umbau des Energiesystems, der Schutz von Umwelt und natürlichen Ressourcen sowie die Alterung der Bevölkerung setzen technologische Innovation, einen verantwortungsbewussten Umgang mit Technik sowie die Fähigkeit zur Aufklärung über Chancen und Risiken von Technik voraus. Gerade auch hierfür braucht der Technikstandort Deutschland hoch qualifizierten Nachwuchs in den technischen Bereichen.

- **Technikstandort Deutschland braucht technikstarke Lehrkräfte**

Eine zentrale Voraussetzung für technische Allgemeinbildung an den Schulen ist die deutliche Verbesserung bei der derzeitigen Lehrkräftesituation. In allen Schulformen, insbesondere in den gymnasialen, mangelt es an ausgebildeten Lehrkräften. Oft wird Unterricht über Technik von fachfremden Lehrkräften erteilt, was allenfalls eine

Notlösung sein kann. In vielen Schulen kann gar kein Unterricht über Technik angeboten werden, da die entsprechenden Lehrkräfte fehlen. Die Lehrerbildung für technische Allgemeinbildung an den Hochschulen wurde in den letzten Jahren deutlich zurückgefahren und an vielen Orten bereits eingestellt. Trotz Lehrkräftemangels und steigenden Bedarfs an Lehrkräften für Technik wurden viele Studiengänge für den Unterricht über Technik abgeschafft. In einigen Ländern gibt es gar keine Lehrerbildung mehr. Auch in der Fortbildung der Lehrkräfte gibt es dringenden Handlungsbedarf. Vor allem sollte für die aktuell fachfremd Unterrichtenden ein Angebot an kontinuierlicher Fortbildung geschaffen werden, um diese in die Lage zu versetzen, einen ansprechenden Unterricht über Technik vorzubereiten. Eine weitere Voraussetzung hierfür sind zeitgemäß ausgestattete Fachräume. Aufgrund der unterschiedlichen Finanzlage der Kommunen sowie den Unterschieden in der regionalen Bildungsinfrastruktur und den damit verbundenen Kooperationsmöglichkeiten können diese Anforderungen oftmals nicht erfüllt werden. Der Bund muss sein Engagement hier deutlich ausbauen und z. B. im Rahmen des Handlungsstrangs „digitalisierungsbezogene Schul- und Unterrichtsentwicklung“ des Digitalpakts 2.0 die Entwicklung zukunftsrelevanter Kompetenzen, z. B. im Bereich der KI, verbindlich verankern.

Weitere Informationen

- [VDI-Handlungsempfehlung: Den Standort Deutschland stärken – Technische Allgemeinbildung an Schulen](#)

Qualifizierte Fachkräftezuwanderung unterstützt Technologiestandort Deutschland

Transformationsfeld Technische Bildung und Arbeitsmarkt

Im täglichen Leben ist es überall spürbar: In Deutschland fehlen Fachkräfte an allen Ecken und Enden. Die Gefahr ist groß, dass Unternehmen wirtschaftliche Chancen deshalb nicht nutzen können. Gerade bei Fachkräften aus akademischen Berufen wie Ingenieurinnen und Ingenieuren ist die Kluft zwischen Bedarf und Angebot besonders eklatant. So schwankt die Zahl offener Stellen in den klassischen Ingenieurberufen laut VDI/IW-Ingenieurmonitor um 160.000 - Tendenz steigend. Der VDI sieht in der qualifizierten Zuwanderung einen wichtigen Baustein, dem Fachkräftemangel entgegenzuwirken. Mit der Einführung der Chancenkarte hat die Bundesregierung entsprechend reagiert und Voraussetzungen geschaffen, die die qualifizierte Zuwanderung erleichtern. Es bleibt allerdings fraglich, ob angesichts der weiteren enormen bürokratischen Hürden, wie komplexer Visa- und Anerkennungsverfahren, die Zuwanderungszahlen steigen werden. Darüber hinaus dürfen die Fachkräfte vor Ort nicht alleine gelassen werden - integrative Maßnahmen sind hier unerlässlich.

Handlungsempfehlungen

- **Fachkräftezuwanderung muss verbessert werden**
Das Gesetz zur Fachkräfteeinwanderung ist ein wichtiger Baustein dafür, dass Fachkräfte schneller und unbürokratischer in Deutschland arbeiten können. So wurde etwa die Verdienstgrenze für die Blaue Karte abgesenkt und Mitte 2024 eine Chancenkarte mit Punktesystem eingeführt. Die angestoßene Richtung muss beibehalten und Wege der weiteren Vereinfachung müssen gefunden werden.
- **Internationale Best-Practice-Beispiele prüfen und für Deutschland nutzen**
Der Blick auf den globalen Kontext sollte genutzt werden, um hier Best-Practice-Beispiele zu suchen. So ist die Chancenkarte ein gutes Beispiel, die auch zukünftig zur Anwendung kommen muss.
- **Instrument von Mentoring-Programmen stärker nutzen**
Gerade für hochqualifizierte zugewanderte Ingenieurinnen und Ingenieure sind Mentoring-Programme ein passendes Integrationsinstrument für den deutschen Arbeitsmarkt und müssen bundesweit verstärkt gefördert werden.

Hintergründe

- **Rahmenbedingungen für Fachkräftezuwanderung auf dem richtigen Weg**
In den kommenden Jahren wird durch Digitalisierung und Klimaschutz der Bedarf an Beschäftigten in Ingenieur- und Informatikerberufen deutlich zunehmen. Dazu ist mit einem stark steigenden demografischen Ersatzbedarf zu rechnen. Sorge macht, dass die Anzahl der Studienanfängerinnen und -anfänger in den Ingenieurwissenschaften und Informatik in den letzten Jahren stark rückläufig ist, und oft auch nur durch die

hohe Zahl ausländischer Studierender stabilisiert wird. Positiv zu bewerten ist deswegen, dass die Zuwanderung in den letzten Jahren bereits stark zur Fachkräftesicherung in den Ingenieur- und Informatikerberufen beigetragen hat. So ist die Anzahl der ausländischen Beschäftigten in den Ingenieurberufen insgesamt von Ende 2012 bis September 2023 um 146,6 % gestiegen. Der Anteil der ausländischen Beschäftigten an allen Beschäftigten in den Ingenieurberufen stieg von 6,0 % Ende 2012 auf 11,0 % im September 2023 (VDI/IW-Ingenieurmonitor 2024). Die verstärkte Gewinnung und Integration ausländischer Fachkräfte bleibt angesichts des absehbar hohen Bedarfs in Ingenieur- und Informatikerberufen von herausragender Bedeutung für die Zukunftsfähigkeit des Wirtschaftsstandorts Deutschland. Die Bundesregierung muss hier auch zukünftig die Rahmenbedingungen für eine qualifizierte Zuwanderung stärken.

- **Chancenkarte muss mit weiteren integrativen Maßnahmen begleitet werden**

Die Chancenkarte wurde eingeführt, um den qualifizierten zugewanderten Fachkräften die Jobsuche vor Ort zu erleichtern. Die Chancenkarte alleine führt aber noch nicht dazu, dass eine bildungsadäquate Beschäftigung gefunden wird. Die Inhabenden einer Chancenkarte werden nicht ausreichend bei der Suche nach einem passenden Arbeitsplatz unterstützt bzw. darauf vorbereitet. Das Wissen über Bewerbungsprozesse, geeignete Unternehmen und Regionen für eine erfolgreiche Arbeitsplatzsuche wird nicht vorausgesetzt bzw. nicht ausreichend vermittelt und begleitet. So verfügen Zugewanderte oft über keine optimalen

Bewerbungsunterlagen und sind so bei der Suche nach einem geeigneten Arbeitsplatz benachteiligt.

Zusätzlich zur Chancenkarte müssen weitere integrative Maßnahmen getroffen werden, damit qualifizierte ausländische Fachkräfte Erfolg bei der Suche nach einem bildungsadäquaten Job haben. Dabei muss dringend das Augenmerk darauf gerichtet sein, die fehlenden Kenntnisse über den deutschen Arbeitsmarkt zu vermitteln. Eine weitere Integrationsmaßnahme liegt in der Öffnung bestehender Netzwerke für Zugewanderte, um ihnen so eine Heimat zu bieten und den Einstieg in den deutschen Arbeitsmarkt, aber auch in die Gesellschaft zu erleichtern.

- **Mentoring als wichtiger Integrationsbeitrag**

Gerade weil bei vielen zugewanderten Fachkräften Kenntnisse über den deutschen Arbeitsmarkt fehlen, sind weitere integrative Maßnahmen notwendig. Ein wirksames Instrument sind Mentoring-Programme, wie sie der VDI mit „VDI-Xpand – building bridges for migrant engineers“ pilothaft in Nordrhein-Westfalen anbietet. Zugewanderten Ingenieurinnen und Ingenieuren werden hier von berufserfahrenen Ingenieurinnen und Ingenieuren aus der VDI-Mitgliedschaft begleitet. Diese persönlichen Betreuungsangebote fördern eine Integration in den Arbeitsmarkt und die deutsche Gesellschaft.

Das bundesweite Ausrollen dieses pilothaften Ansatzes für Mentoring-Programme wäre daher zu begrüßen und sollte auf politischer Ebene bundesweit Unterstützung finden.

Weitere Informationen

- [VDI-Diskussionspapier: Fachkräftesicherung in Zeiten konjunktureller Abkühlung](#)
- [VDI-Themenseite: VDI/IW-Ingenieurmonitor](#)
- [VDI-Themenseite: Xpand](#)

Der VDI

Sprecher, Gestalter, Netzwerker

Seit mehr als 165 Jahren gibt der VDI wichtige Impulse für den technischen Fortschritt. Mit seiner einzigartigen Community und seiner enormen Vielfalt ist er Gestalter, Wissensmultiplikator, drittgrößter technischer Regelsetzer und Vermittler zwischen Technik und Wissenschaft, Wirtschaft und Politik. Er motiviert Menschen, die Grenzen des Möglichen zu verschieben, setzt Standards für nachhaltige Innovationen und leistet einen wichtigen Beitrag, um Fortschritt und Wohlstand in Deutschland zu sichern. Der VDI gestaltet die Welt von morgen – als Schnittstelle zwischen Ingenieurinnen und Ingenieuren, Wissenschaft, Wirtschaft, Politik und Gesellschaft. In seinem einzigartigen multidisziplinären Netzwerk mit rund 130.000 Mitgliedern bündelt er das Wissen und die Kompetenzen, die nötig sind, um den Weg in die Zukunft zu gestalten.

VDI Verein Deutscher Ingenieure e.V.
Politik und Gesellschaft
Christian Krause
Tel. +49 30 27595713
krause_c@vdi.de
www.vdi.de/politik

ISBN 978-3-911670-98-2 | E-ISBN 978-3-911670-00-5