

---

# *A3PS Positionspapier 2026+*

Forschungs- und Entwicklungsbedarf für nachhaltige Antriebstechnologie und Energieträger, softwaredefinierte Fahrzeuge, verbesserte Materialien und Produktionstechnologien

---

Wien, Juni 2026



Rethinking Propulsion.

<b>Einleitung .....</b>	<b>3</b>
<b>A3PS – Austrian Association for Advanced Propulsion Systems .....</b>	<b>5</b>
<b>A F&amp;E-Herausforderungen: Vehicle Innovation, Safety and Sustainability 2026-2029 .....</b>	<b>6</b>
A.1 Kernaussagen für die Arbeitsgruppe VISS – Vehicle Innovation, Safety and Sustainability .....	6
A.2 Anforderungen an Technologieentwicklung und Forschungsbedarf.....	6
A.2.1 Methodik, Entwicklungswerkzeuge, Software-Definierte Fahrzeuge .....	6
A.2.2 Hochentwickelte Nebenaggregate, Komponenten und Systeme zur Ermöglichung von Energieeinsparungen....	8
A.2.3 Hochentwickelte Fahrzeugsteuerungssysteme.....	9
A.2.4 Nicht-Abgaspartikelemissionen .....	11
<b>B F&amp;E Herausforderungen: Battery and Electric Powertrains 2026-2029 .....</b>	<b>12</b>
B.1 Kernaussage der Arbeitsgruppe BEP – Battery and Electric Powertrains .....	12
B.2 Anforderungen an Technologieentwicklung und Forschungsbedarf.....	12
B.2.1 Entwicklung neuartiger Batteriekonzepte auf Basis fortschrittlicher Materialien und Komponenten.....	12
B.2.2 Elektrische Komponenten und elektrische Antriebseinheiten (EDU) .....	14
B.2.3 Charging Technologies .....	15
<b>C F&amp;E Herausforderungen: Fuel Cells and Hydrogen 2026-2029 .....</b>	<b>16</b>
C.1 Kernaussagen für die Arbeitsgruppe FCH – Fuel Cells and Hydrogen .....	16
C.2 Anforderungen an Technologieentwicklung und Forschungsbedarf.....	16
C.2.1 Brennstoffzellenfahrzeugkonzepte .....	16
C.2.2 Wasserstoffproduktion via Elektrolyse .....	18
C.2.3 Andere Möglichkeiten zur Wasserstoffproduktion.....	19
C.2.4 Wasserstoffspeicherung und -verteilung.....	20
<b>D F&amp;E Herausforderungen: Hybrids and Sustainable Fuels 2026-2029 .....</b>	<b>21</b>
D.1 Kernaussagen für die Arbeitsgruppe HYF – Hybrids and Sustainable Fuels .....	21
D.2 Anforderungen an Technologieentwicklung und Forschungsbedarf.....	21
D.2.1 ICE and Hybrid Powertrains.....	21
D.2.2 Nachhaltige Energieträger .....	24
<b>E F&amp;E Herausforderungen: Innovative Materials and Production 2026-2029.....</b>	<b>25</b>
E.1 Kernaussagen für die Arbeitsgruppe IMP – Innovative Materials and Production .....	25
E.2 Anforderungen an Technologieentwicklung und Forschungsbedarf.....	25
E.2.1 Fertigungsgerechte Konstruktion / Kreislaufwirtschaft .....	25
E.2.2 Advanced Materials / Leichtbau-Hybrid-Strukturen .....	26
E.2.3 Produktionsprozesse für eine wettbewerbsfähige Industrie .....	27
E.2.4 Kosteneffiziente und agile Automatisierung, Robotik, Sensoren.....	28
<b>Abkürzungsverzeichnis.....</b>	<b>29</b>
<b>Impressum.....</b>	<b>33</b>










## Einleitung

Das vorliegende **A3PS-Positionspapier 2026+** fasst die erwarteten Entwicklungen und Trends sowie die Forschungs- und Technologieprioritäten der A3PS-Mitglieder aus Forschung und Industrie zusammen. Es bietet einen Überblick über die Herausforderungen in Forschung und Entwicklung der kommenden Jahre sowie die notwendigen F&E-Aktivitäten zur Stärkung Österreichs als Forschungs- und Industriestandort und fasst die erwarteten Entwicklungen sowie die industriellen und wissenschaftlichen Prioritäten im Kontext nationaler und europäischer Politikziele zusammen.

Das in den fünf A3PS-Arbeitskreisen erarbeitete Papier unterstreicht die Relevanz der **Schlüsseltechnologien und Stärkefelder** der im Januar 2026 vorgestellten **Industriestrategie Österreich 2035**<sup>1</sup> sowie die Bedeutung der **Schlüsseltechnologieoffensive**<sup>2</sup> und **Transformationsoffensive**<sup>3</sup>, die im **FTI-Pakt**<sup>4</sup> (Forschungs-, Technologie- und Innovationspakt) für die Jahre 2027 bis 2029 verankert sind.

Die Industriestrategie Österreich 2035 hat die ambitionierte Vision, dass Österreich bis 2035 zu einer der zehn wettbewerbsfähigsten Volkswirtschaften der Welt wird. Als A3PS sind wir überzeugt, dass dies nur mit sehr starken F&E Aktivitäten realisierbar sein wird, und skizzieren in diesem Papier die Beiträge, die F&E im Mobilitätssektor zu dieser Vision leisten können.

Kern der Industriestrategie sind die definierten Schlüsseltechnologien und Stärkefelder:

- **Schlüsseltechnologien:**
  -  Künstliche Intelligenz und Dateninnovation
  -  Chips, Elektronische Komponenten und Systeme
  -  Fortgeschrittene Produktionstechnologien und Robotik
  -  Quantentechnologie und Photonik
  -  Fortgeschrittene Werkstoffe (Advanced Materials)
  -  Life-Science & Biotech
- **Stärkefelder:**
  -  Energie- und Umwelttechnologien
  -  Mobilitätstechnologien
  -  Weltraum- und Luftfahrttechnologien



Die bestehenden **Stärkefelder** der österreichischen Industrie zeichnen sich durch hohe Wettbewerbsfähigkeit, Innovationskraft, qualifizierte Arbeitskräfte und eine starke internationale Marktposition aus. **Schlüsseltechnologien** bergen ein überdurchschnittlich hohes Potenzial für positive Spillover-Effekte. Sie steigern nicht nur die direkte Innovationskraft der Unternehmen, sondern fördern auch Wissen, Kompetenzen und technologischen Fortschritt in angrenzenden Branchen und Wertschöpfungsketten. Dies führt zu Produktivitätssteigerungen, neuen Geschäftsfeldern und langfristigen Wettbewerbsvorteilen für den gesamten Industriesektor.

Die im A3PS-Positionspapier 2026+ behandelten Themen beziehen sich hauptsächlich auf das Stärkefeld **Mobilitätstechnologien, Energie- und Umwelttechnologien, Digitalisierung, Produktionstechnologien** und fortschrittliche **Materialien** werden ebenfalls als wesentliche Treiber für die Energie-, Ressourcen- und die Mobilitätswende betrachtet. Die meisten Herausforderungen in Forschung und Entwicklung erfordern die Kombination mehrerer Technologien. Schlüsseltechnologien können in Stärkefeldern angewendet werden. Dieses Positionspapier zeigt die möglichen Wertschöpfung als Ergebnis von F&E Aktivitäten im Bereich von Schlüsseltechnologien und Stärkefeldern - speziell dem Mobilitätsbereich - durch die Transformationsoffensive auf.

Der Begriff „Fahrzeug“ umfasst Straßenfahrzeuge (z. B. Pkw, Lkw, Busse), mobile Arbeitsmaschinen (z. B. Land-, Forst-, Garten- und Baumaschinen, Gabelstapler) sowie Sonderfahrzeuge (z. B. Kommunalfahrzeuge, Feuerwehrfahrzeuge, Mobilkräne).

### Ziele:

- Stärkung der österreichischen Industrie und Wissenschaft in Forschung und Entwicklung mit globaler Perspektive, um die Wettbewerbsfähigkeit Österreichs zu sichern.
- Alle im A3PS-Bereich vorgestellten F&E-Themen umfassen ausschließlich CO<sub>2</sub>-neutrale Lösungen.
- Alle Technologien müssen im Vergleich zum Stand der Technik überlegene Leistung und Kosteneffizienz bieten.
- Technologische Kompetenz in der Serienproduktion, nicht nur im Prototypen- oder Labormaßstab.

<sup>1</sup> <https://www.bmimi.gv.at/service/presse/hanke/2026/0116-industriestrategie.html> (aufgerufen am 12.3.2026)

<sup>2</sup> [https://www.bmimi.gv.at/service/presse/hanke/2025/0911\\_schluesselfeldtechnologien.html](https://www.bmimi.gv.at/service/presse/hanke/2025/0911_schluesselfeldtechnologien.html) (aufgerufen am 12.3.2026)

<sup>3</sup> <https://www.ffg.at/transformationsoffensive> (aufgerufen am 20.3.2026)

<sup>4</sup> <https://www.bundeskanzleramt.gv.at/bundeskanzleramt/nachrichten-der-bundesregierung/2026/02/bundesregierung-beschliesst-fti-pakt-fuer-die-jahre-2027-bis-2029.html> (aufgerufen am 12.3.2026)

- Einsatz von rezyklierten oder wiederverwendeten Materialien und Komponenten auf Basis der Kenntnis der Lebensdauerbelastung und Restlebensdauer.
- Absicherung der Supply Chain für europäische Produkte und Produktion (*Critical Raw Materials Act*<sup>5</sup>).
- Schutz der europäischen Märkte und Unterstützung der europäischen Produktion gegenüber weniger sicherer und subventionierten Produkten von außerhalb der Europäischen Grenzen (*Industrial Accelerator Act*<sup>6</sup>).
- Datenzusammenführung in der kompletten Wertschöpfungskette und Datensouveränität für die zehn Grundsätze der Kreislaufwirtschaft<sup>7</sup> (10R) und System-Funktionsoptimierung (*Data Act*<sup>8</sup>).

### **Strategische Bedeutung von Mobilitäts- und Fahrzeugtechnologien:**

Mobilitäts- und Fahrzeugtechnologien stellen eine der zentralen Säulen der österreichischen Industriestrategie dar und spielen eine entscheidende Rolle für die wirtschaftliche, ökologische und technologische Zukunft des Landes. Im Jahr 2024 umfassten Kraftfahrzeuge und -komponenten das zweitgrößte Exportvolumen in der Sachgüterproduktion. Insgesamt wurde 2024 ein Produktionswert von 17,5 Milliarden Euro erwirtschaftet, wovon rund 87 % exportiert wurden. Dies unterstreicht seine strategische Bedeutung sowohl für die nationale Wettbewerbsfähigkeit als auch für das gesamte europäische Industrieökosystem.<sup>9</sup>

Gleichzeitig sind Mobilitätstechnologien zentral für die Transformation hin zu einer klimaneutralen Wirtschaft. Regulatorische Rahmenbedingungen auf europäischer Ebene, einschließlich des Ausstiegs aus Fahrzeugen mit Verbrennungsmotor, erfordern eine rasche und umfassende Transformation der Verkehrssysteme. Dieser Wandel ist in Österreich bereits in vollem Gange: Mehr als 200.000 Elektrofahrzeuge sind aktuell zugelassen. Die Zulassungsrate batterieelektrischer Fahrzeuge steigt weiter und wird 2025 voraussichtlich 21,3 % aller Pkw-Neuzulassungen ausmachen. Damit belegt Österreich den 9. Platz in der Europäischen Union. Besonders herausfordernd für den Ladeinfrastrukturausbau in den Depots und an den Transitachsen wird das Wachstum der batterieelektrischen LKW-Flotte in der zweiten Hälfte des laufenden Jahrzehnts.<sup>10</sup>

Obwohl Elektromobilität in vielen Mobilitätssegmenten effizient ist, werden einige Anwendungen zumindest kurz- und mittelfristig schwer zu elektrifizieren bleiben. Wasserstoff-Brennstoffzellenfahrzeuge sowie Fahrzeuge mit Verbrennungsmotoren und Hybridfahrzeuge, die mit erneuerbaren Kraftstoffen betrieben werden, spielen eine wichtige Rolle bei der Defossilisierung des Verkehrssektors.

Angesichts dieser Entwicklungen ist die kontinuierliche und strategische Förderung von Mobilitäts- und Fahrzeugtechnologien unerlässlich, um die Industrie- und Klimaziele Österreichs bis 2035 zu erreichen. Öffentliche Investitionen ermöglichen nicht nur den technologischen Wandel des Sektors, sondern sichern auch die Wettbewerbsfähigkeit und fördern die Beschäftigung. Die Automobilindustrie beschäftigt insgesamt mehr als 368.000 Menschen – das entspricht jedem zwölften Arbeitsplatz in Österreich.<sup>9</sup> Mobilitätstechnologien sind daher nicht nur eine sektorale Priorität, sondern ein grundlegender Bestandteil der umfassenderen Industrie- und Innovationspolitik Österreichs.

### **Regulatorische Rahmenbedingungen**

Entwicklungen bis 2029 werden in den Jahren 2031+ in Serienproduktion gehen, da die Überführung eines *Proof of Concept* in ein Serienprojekt (d.h. Fertigungsentwicklung mit entsprechender Reife) eine entsprechende Zeit benötigt.

In der industriellen Forschung werden nur jene F&E Themen bearbeitet, die einen nachfolgenden Industrialisierungszweck verfolgen. Alle in diesem Positionspapier genannten Themen sollen zur Wertschöpfung unserer eigenen Produktion beitragen. Die Ergebnisse der Vorentwicklungsprojekte sollen es ermöglichen, die KPIs für neue Produkthanfragen von Kunden zu erreichen, wie z. B. Kosten, NVH-Grenzwerte, EMC-Grenzwerte, Effizienz usw.

Gemeinsame Standardisierung und Methodenentwicklung können die Entwicklungszeit verkürzen und die Qualität der einzelnen Entwicklungsphasen verbessern (und somit Kosten senken). Branchenspezifische Standards und Methoden (z. B. zur CO<sub>2</sub>-Berechnung) müssen eingeführt und von der Regierung reguliert werden, um die Wettbewerbsfähigkeit zu erhalten.

Einen umfassenderen Überblick über den Forschungsbedarf – mit mittelfristigen (2025–2030) und langfristigen (ab 2030) Perspektiven – bietet die A3PS-Roadmap, die unter <https://www.a3ps.at/a3ps-roadmaps> abrufbar ist.

<sup>5</sup> [https://single-market-economy.ec.europa.eu/sectors/raw-materials/areas-specific-interest/critical-raw-materials/critical-raw-materials-act\\_en?prefLang=de](https://single-market-economy.ec.europa.eu/sectors/raw-materials/areas-specific-interest/critical-raw-materials/critical-raw-materials-act_en?prefLang=de) (aufgerufen am 20.3.2026)

<sup>6</sup> [https://single-market-economy.ec.europa.eu/publications/industrial-accelerator-act\\_en?prefLang=de](https://single-market-economy.ec.europa.eu/publications/industrial-accelerator-act_en?prefLang=de) (aufgerufen am 20.3.2026)

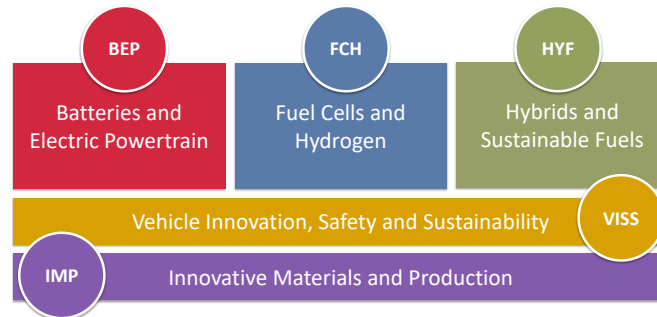
<sup>7</sup> <https://www.bmluk.gv.at/themen/klima-und-umwelt/abfall-und-kreislaufwirtschaft/kreislaufwirtschaft/kreislaufwirtschaftsstrategie.html> (aufgerufen am 1.6.2026)

<sup>8</sup> <https://digital-strategy.ec.europa.eu/de/policies/data-act> (aufgerufen am 20.3.2026)

<sup>9</sup> <https://www.fahrzeugindustrie.at/publikation/statistikjahrbuch> (aufgerufen am 13.4.2026)

<sup>10</sup> [https://austriatech.at/assets/Uploads/Themen/Dateien/Fortschrittsbericht\\_E-Mobilitaet\\_2025.pdf](https://austriatech.at/assets/Uploads/Themen/Dateien/Fortschrittsbericht_E-Mobilitaet_2025.pdf) (aufgerufen am 13.4.2026)

A3PS ist die **strategische Plattform** der österreichischen Technologiepolitik, Industrie und Forschung und fördert die Entwicklung fortschrittlicher Antriebssysteme und Energieträger – mit dem Ziel, gemeinsame Kompetenzen aufzubauen und Markteinführungen zu beschleunigen. A3PS befasst sich mit allen **fortschrittlichen Antriebstechnologien**, die zur Verbesserung der Energieeffizienz und zur Reduzierung von Emissionen beitragen und den gesamten Innovationszyklus (Forschung, Entwicklung, Anwendung) unterstützen. Die A3PS-Mitglieder sind in fünf thematischen Arbeitskreisen organisiert. Diese Expertengruppen haben für das vorliegende Positionspapier Positionen, Trends, F&E-Bedarfe und Anforderungen an den rechtlichen Rahmen für Zukunftstechnologien erarbeitet.



**Figure 1: A3PS Arbeitskreise**

### **Arbeitskreis VISS – Vehicle Innovation, Safety and Sustainability (Fahrzeuginnovation, Sicherheit und Nachhaltigkeit)**

Der Arbeitskreis VISS befasst sich als übergreifender Arbeitskreis mit fortschrittlichen und zukünftigen Fahrzeugkonzepten. Das Fahrzeug wird zunehmend als Teil eines Systems von Systemen verstanden. Energieeffizienz und Sicherheit werden durch diese neue Sichtweise gefördert. Um jedoch Akzeptanz und Vertrauen der Nutzer in diese neuen, aber notwendigen Konzepte zu erreichen, müssen große Anstrengungen in Digitalisierung, Automatisierung und Vernetzung investiert werden.

### **Arbeitskreis BEP – Batteries and Electric Powertrain (Batterien und elektrischer Antriebsstrang)**

Der Arbeitskreis konzentriert sich auf fundierte wissenschaftliche und informative Öffentlichkeitsarbeit zu Energiespeichern und elektrischen Komponenten von batterieelektrischen Fahrzeugen. Die thermische Betrachtung ist sowohl für den batterieelektrischen Antriebsstrang als auch für das gesamte Fahrzeugmanagement von großer Bedeutung. Letztere Aspekte werden im Arbeitskreis VISS behandelt.

### **Arbeitskreis FCH – Fuel Cells and Hydrogen (Brennstoffzellen und Wasserstoff)**

Der Schwerpunkt im Arbeitskreis FCH liegt auf Brennstoffzellentechnologien für Elektrofahrzeuge und erneuerbarem Wasserstoff. Im Bereich Wasserstoff werden die Produktion aus nicht-fossilen Quellen sowie die Verteilung, Speicherung und Wasserstofftankstellen (HRS) behandelt. Die Wasserstoffverbrennung wird in der Arbeitskreis HYF behandelt.

### **Arbeitskreis HYF – Hybrids and Sustainable Fuels (Hybride und Nachhaltige Kraftstoffe)**

Der Arbeitskreis HYF konzentriert sich auf die Ermittlung des Forschungsbedarfs im Bereich nachhaltiger Energieträger und effizienter Hybridantriebstechnologien aller Art, einschließlich Verbrennungsmotoren, die mit nachhaltigen flüssigen und gasförmigen Kraftstoffen, z. B. „grünem“ Wasserstoff, betrieben werden. Die Wasserstoffproduktion aus nicht-fossilen Quellen sowie Verteilung, Speicherung und Wasserstofftankstellen werden von der Arbeitskreis FCH behandelt.

### **Arbeitskreis IMP – Innovative Materials and Production (Innovative Materialien und Produktion)**

Der Arbeitskreis IMP konzentriert sich auf fertigungsorientiertes und kreislauforientiertes Design, Leichtbaumaterialien und Hybridstrukturen. Er hat zum Ziel, Produktionsprozesse für wettbewerbsfähige Industrien zu stärken sowie die Aus- und Weiterbildung von Fachkräften in allen Bereichen (Arbeiter, Führungskräfte, Ingenieure, Wissenschaftler) und eine kosteneffiziente und flexible Automatisierung zu forcieren.

## A F&E-Herausforderungen: *Vehicle Innovation, Safety and Sustainability 2026-2029*

### A.1 Kernaussagen für die Arbeitsgruppe VISS – *Vehicle Innovation, Safety and Sustainability*

Mit zunehmendem Reifegrad software-definierter Fahrzeuge (SDV) besteht eine zentrale Herausforderung darin, die sich rasant entwickelnde, domänenübergreifende Software in wiederverwendbare, hardwareunabhängige Bausteine umzuwandeln und gleichzeitig die Sicherheits- und Zulassungssicherung von ECU-zentrierten auf plattformbasierte, softwaregesteuerte Konzepte zu verlagern, die eine virtualisierte, kontinuierliche Homologation ermöglichen.

Parallel dazu konzentrieren sich F&E auf prädiktive, modellbasierte und KI-gestützte Thermal- und Energiemanagementsysteme, die zukünftige Betriebsbedingungen antizipieren. Zukünftige SDV-, AIDV- und automatisierte Fahrkonzepte basieren auf zuverlässigen virtuellen, physischen und fusionierten Sensorlösungen für fortschrittliche Wahrnehmung und Steuerung. Ein weiterer Schwerpunkt liegt auf der Reduzierung von Emissionen abseits der Abgase (Bremsen und Reifen) und der nutzerzentrierten Fahrzeugbedienung, um messbare ökologische, ökonomische und gesellschaftliche Nachhaltigkeitseffekte zu erzielen.

### A.2 Anforderungen an Technologieentwicklung und Forschungsbedarf

Nachfolgend sind die wichtigsten Forschungsziele für die Arbeitsgruppe *Vehicle Innovation, Safety and Sustainability (VISS)* genannt.

#### A.2.1 Methodik, Entwicklungswerkzeuge, Software-Definierte Fahrzeuge

##### F&E-Thema A1: *Software-Definiertes Fahrzeuge (SDV)*

- Beitrag zur Weiterentwicklung von 
- Anwendung von 
- Mehr: A3PS-Roadmap A.1 Methodology, Development Tools and Measurement (p. 9f)
- **Ziele:** Einrichtung von KI-gestützten Toolboxes zur Unterstützung einer integrierten Entwicklungsumgebung

Ein **softwaredefiniertes Fahrzeug** (SDV) stellt den Übergang von traditionellen, hardwarezentrierten Automobilen zu modernen Fahrzeugen dar, die überwiegend softwaregesteuert sind und elektronische Systeme gegenüber mechanischen Komponenten in den Vordergrund stellen. In einem SDV ist die Software die treibende Kraft und ermöglicht die Integration fortschrittlicher Funktionen wie Fahrerassistenzsysteme (ADAS) und vollständig autonomes Fahren (AD).

Der Begriff SDV umfasst alle Fahrzeuge: Straßenfahrzeuge (z. B. Pkw, Lkw, Busse), mobile Arbeitsmaschinen abseits der Straße (z. B. Land-, Forst-, Garten- und Baumaschinen, Gabelstapler) und Sonderfahrzeuge (z. B. Kommunalfahrzeuge, Feuerwehrfahrzeuge, mobile Kräne), AGVs usw.









Eine zentrale Herausforderung für SDV besteht darin, sich schnell entwickelnde Fahrzeugfunktionen in wiederverwendbare, plattformunabhängige Software umzuwandeln. Aktuell schränkt die starke Fragmentierung über Hardwareplattformen, Betriebssysteme und Middleware hinweg die Wiederverwendung ein, erzwingt wiederholte Anpassungen, verlangsamt die Entwicklung, erhöht die Kosten und führt zu einer langfristigen Abhängigkeit von einzelnen Anbietern.

Um Entwicklungszeit und -kosten zu reduzieren, muss die Forschung und Entwicklung auf Software-First-Engineering umstellen, unterstützt durch groß angelegte virtuelle Validierung mittels virtueller Steuergeräte, digitaler Zwillinge und automatisierter MiL/SiL/HiL-Pipelines (siehe auch [F&E-Thema A6: xCU inkl. Software](#)). Die aktuelle Entwicklung basiert jedoch weiterhin auf fragmentierten, domänenspezifischen *Toolchains* mit manueller Integration und später Validierung an physischen Prototypen, was zu kostspieligen Änderungen in späten Phasen und verlängerten Zyklen führt.

Serviceorientierte, virtualisierte SDV-Architekturen stellen etablierte, ECU-zentrierte Sicherheits- und Homologationspraktiken in Frage. Zukünftige Forschung und Entwicklung muss plattformbasierte, softwaregesteuerte Sicherheits- und Konformitätskonzepte mit durchgängiger Rückverfolgbarkeit und skalierbaren, virtualisierten Homologationsprozessen, einschließlich KI-gestützter Tests und automatisierter Nachweisgenerierung, implementieren, um kontinuierliche Typgenehmigungen und OTA-Updates zu ermöglichen.

Nachhaltigkeit bringt zusätzliche Komplexität mit sich, da software- und KI-basierte Energieoptimierung robuste Methoden erfordert, um sicherzustellen, dass der Rechenaufwand die Effizienzgewinne nicht zunichtemacht. Schließlich erfordert der Übergang zu zonalen oder zentralisierten Architekturen eine robuste Standardisierung und Zusammenarbeit auf nicht-differenzierenden Ebenen, gemeinsamen Schnittstellen und offenen Ökosystemen, um Skalierbarkeit, Wirtschaftlichkeit und langfristige Interoperabilität zu gewährleisten.

## F&E-Thema A2: Automatisiertes Fahren und hochentwickelte Fahrerassistenzsysteme

- Beitrag zur Weiterentwicklung von    
- Anwendung von    
- Mehr: A3PS-Roadmap A.1 Methodology, Development Tools and Measurement (p.9f), A.3 Advanced Vehicle Control Systems and Software (p.12f)
- **Ziele:** Steuerungsfunktionen; Sicherheit; SDV; sensorische Möglichkeiten

Automatisiertes Fahren umfasst verschiedene Automatisierungsstufen und ein breites Anwendungsspektrum. Diese Stufen reichen vom **assistierten Fahren**, bei dem die Technologie Lenkung, Beschleunigung und Bremsen unterstützt, bis zum **vollautomatisierten Fahren**, bei dem das System innerhalb seines Betriebsbereichs alle Fahraufgaben übernehmen kann, außerhalb dieses Bereichs jedoch der Fahrer eingreifen muss. Die höchste Stufe ist das **autonome Fahren**, bei dem kein Fahrereingriff mehr erforderlich ist und das System das Fahrzeug unter allen Bedingungen selbstständig steuern kann.

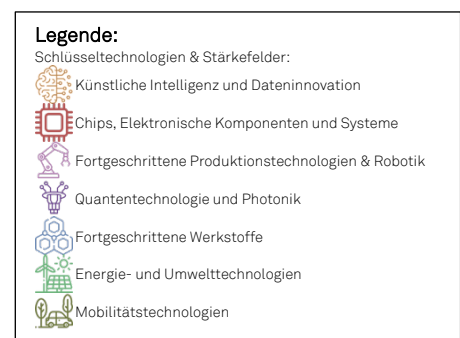
Anwendungsgebiete für automatisiertes Fahren umfassen Straßenfahrzeuge, mobile Arbeitsmaschinen und Sonderfahrzeuge. Wichtige Forschungs- und Entwicklungsschwerpunkte sind **Sicherheit** (z. B. Kommunikation zwischen Fahrzeugen, Infrastruktur und Umgebung), **Nutzerakzeptanz**, **künstliche Intelligenz** (intelligente Mobilitätsdienste, Sensorik und Steuerung) sowie **Test und Validierung**.

Während bei Straßenfahrzeugen die Steigerung von Komfort und Verkehrssicherheit, und eine Kostentlastung für Straßengüterverkehr im Vordergrund stehen, sind für mobile Arbeitsmaschinen und Sonderfahrzeuge andere Nutzen im Vordergrund. Um dem Fachkräftemangel entgegenzuwirken und schärfere Sicherheitsvorgaben ohne große Auswirkungen auf die Produktivität umzusetzen, kann bereits eine Fernsteuerung einer mobilen Arbeitsmaschine eine attraktivere Arbeitsumgebung für den Menschen abseits möglicher Gefahr rund um die Maschinen und damit einen großen Mehrwert bieten. Unterstützt durch moderne Assistenz- und Teilautomatisierungsfunktionen kann auch unter Einfluss von Latenz effektiv gearbeitet werden. Außerdem können monotone Tätigkeiten von mobilen Arbeitsmaschinen im voll-autonomen Betrieb durchgeführt werden. Im Gegensatz zu kontinuierlichen Prozessen *onroad* arbeiten mobile Arbeitsmaschinen in Arbeitszyklen, können sich nicht auf Bodenmarkierungen, Verkehrsschilder oder dauerhaften GPS-Empfang berufen, verändern ihre Einsatzumgebung aktiv selbst und sind dabei intensiven Umweltbedingungen ausgesetzt. Diese mobilen Roboter zu robusten Produkten weiterzuentwickeln ist daher eine große Aufgabe. Neben der Anforderung an modernste Algorithmik, robuste Sensorik, High-Performance Computing und KI-Knowhow.

Neben bodengebundenen Verkehr tragen Innovationen im Bereich automatisierte Mobilität auch zur Erhöhung der Sicherheit, Effizienz und Nachhaltigkeit von Schienenverkehr, in der Luftfahrt und im Schiffsverkehr bei.

Zu den Schlüsseltechnologien in diesen Bereichen zählen softwaredefinierte Fahrzeuge (SDV) (siehe auch **F&E-Thema A1: Software-Definiertes Fahrzeuge (SDV)**), (kollaborative) Wahrnehmung (siehe auch **F&E-Thema A7: Vorausschauender Betrieb und Steuerung**), Sensoren (siehe auch), Konnektivität (siehe auch **F&E-Thema A6: xCU inkl. Software**), digitale Zwillinge, Cybersicherheit sowie Validierungs- und Testmethoden. Fortschritte in der ADAS-Forschung und -Entwicklung bieten zahlreiche Vorteile, darunter verbesserte Mobilität und Zugänglichkeit für einen breiteren Nutzerkreis, erhöhter Komfort, gesteigerte Effizienz mit reduziertem Kraftstoffverbrauch und die Ermöglichung neuer Einsatzszenarien. Dazu gehört der Einsatz autonomer Maschinen und Fahrzeuge in gefährlichen Arbeitsumgebungen oder in Situationen, in denen hochqualifizierte Fahrzeugführer Mangelware sind.



Während sich der Arbeitskreis VISS auf fahrzeug- und technologiebezogene Themen konzentriert, befasst sich SAAM Austria (<https://www.saam-austria.at>) mit zusätzlichen Aspekten wie Vernetzung, Rahmenbedingungen, Strategie und Infrastrukturanforderungen. Darüber hinaus legt SAAM Austria großen Wert auf die Entwicklung einer österreichischen Strategie für autonomes Fahren und erarbeitet einen Fahrplan für automatisiertes Fahren bis Ende 2026. Der Stand der automatisierten Mobilität im Jahr 2025 wird im SAAM-Positionspapier<sup>11</sup> dargestellt.



<sup>11</sup> [https://www.saam-austria.at/fileadmin/user\\_upload/Projektwebsites/strategische-allianz-automatisierte-mobilitaet/Statische\\_Inhalte/SAAM\\_Austria\\_Positionspapier.pdf](https://www.saam-austria.at/fileadmin/user_upload/Projektwebsites/strategische-allianz-automatisierte-mobilitaet/Statische_Inhalte/SAAM_Austria_Positionspapier.pdf) (abgerufen am 24.5.2026)

## A.2.2 Hochentwickelte Nebenaggregate, Komponenten und Systeme zur Ermöglichung von Energieeinsparungen

### F&E-Thema A3: Energie- und Thermal-Management

- Beitrag zur Weiterentwicklung von 
- Anwendung von 
- Mehr: A3PS-Roadmap A.2 Advanced Auxiliaries, Components and Systems enabling Energy-Savings / Table A-1: Energy and Thermal Management (p. 11f)
- **Ziele:** Steigerung der Effizienz und Optimierung der verfügbaren Energie

Das Thermal-Management beeinflusst sowohl die Betriebsbedingungen der Komponenten als auch den Fahrkomfort. Extreme Erwärmung oder Abkühlung können die Reichweite von (Elektro-)Fahrzeugen erheblich reduzieren – im Stadtverkehr kann das den Energiebedarf für den Antrieb sogar übersteigen. Eine zuverlässige Reichweitenprognose erfordert daher eine präzise Vorhersage des Energie- und Wärmemanagements. Neue Konzepte zur Nutzung der Abwärme von elektrischen Antriebskomponenten wie Motoren und Leistungselektronik gewinnen zunehmend an Bedeutung. Vielversprechende Ansätze sind integrierte Wärmepumpensysteme, kompakte thermische Architekturen, verbesserte Isolierung, Wärmespeicherlösungen und chemische Wärmespeichersysteme. Letztere ermöglichen die Langzeitspeicherung ohne Isolierung und bieten erhebliches Potenzial; allerdings ist hierfür noch umfangreiche Forschung und Entwicklung erforderlich.



Das Thermomanagement in (Elektro-)Fahrzeugen ist ein ausgereiftes Forschungsgebiet; es muss sich jedoch kontinuierlich an neue Batterietechnologien und Energiequellen anpassen. Weitere Verbesserungen lassen sich durch eine verbesserte Systemintegration erzielen. Eine zentrale Herausforderung besteht darin, hohe Ladeleistungen zu ermöglichen, ohne die Alterung der Batterie zu beschleunigen, da Temperaturgradienten und lokale Hotspots weiterhin schwer zu kontrollieren sind. Dauerhaftes Hochleistungs-Laden ( $>3C$ ) ist thermisch begrenzt und erfordert typischerweise eine aktive Konditionierung und Leistungsreduzierung. Daher sind flexiblere, räumlich aufgelöste Kühlkonzepte erforderlich, um thermische Schwankungen auf Zellebene zu kompensieren.

Die Temperaturkontrolle von Batterien ist entscheidend, da sie Ladegeschwindigkeit, Effizienz und Abbauprozesse wie die Lithiumplattierung direkt beeinflusst. Neue chemische Zusammensetzungen und Designs – z. B. nickelreiches NMC, siliziumreiche Anoden und großformatige oder *Cell-to-Pack*-Architekturen – reagieren empfindlicher auf Temperaturgradienten und Hotspots. Konventionelle Lithium-Ionen-Zellen arbeiten optimal in einem engen Temperaturbereich (ca. 20–40 °C), wobei Schnellladen oft ein Vorheizen auf über 25 °C erfordert. Einige Festkörperbatteriekonzepte (siehe auch [Entwicklung neuartiger Batteriekonzepte auf Basis fortschrittlicher Materialien und Komponenten](#))

[F&E-Thema B1: Entwicklung neuartiger Batteriekonzepte auf Basis fortschrittlicher Materialien und Komponenten](#)) erhöhen die thermischen Anforderungen zusätzlich, da höhere Temperaturen ( $\geq 60$  °C) notwendig sind, um eine ausreichende Ionenleitfähigkeit zu erreichen.

Ein aktuelles Entwicklungsgebiet ist der Übergang zu einem prädiktiven, modellbasierten Thermal-Management mit KI-gestützten Elementen (z. B. *Reinforcement Learning*), bei dem Regelungsstrategien zukünftige Betriebsbedingungen explizit berücksichtigen. Solche Ansätze nutzen Routen-, Umgebungs- und Systemzustandsinformationen, um thermische Zustände im Voraus zu steuern, beispielsweise durch Batterie-Vorkonditionierung vor dem Schnellladen. Zunehmend werden Physik-informierte, lernbasierte Regelungsmethoden (z. B. *Reinforcement Learning* mit eingebetteten physikalischen Randbedingungen) untersucht, um die Systemkomplexität zu bewältigen und gleichzeitig Robustheit und Interpretierbarkeit zu gewährleisten.

### F&E-Thema A4: Heizung, Lüftung und Klimatisierung (HVAC)

- Beitrag zur Weiterentwicklung von 
- Anwendung von 
- Mehr: A3PS-Roadmap A.2 Advanced Auxiliaries, Components and Systems enabling Energy-Savings, Table A-2: HVAC (p. 12)
- **Ziele:** Effizienz im Hinblick auf Reichweite vs. Komfort und Leistung; Integration; selbstadaptive Steuerung

Aufgrund der begrenzten Kapazität aktueller Batterien reduzieren Anlagen zur Heizung, Lüftung und Klimatisierung (engl. *Heating, Ventilation and Air-Conditioning* – HVAC) die Fahrzeugreichweite erheblich. Effizientere Klimaanlage-Lösungen – wie Latent-Wärmespeicher, Zeolith-basierte Materialien, aktive Wärmedämmstoffe, Infrarot-Heizpaneele, fahrzeugintegrierte Photovoltaik (engl. *Vehicle Integrated Photovoltaics* – VIPV) und Wärmepumpen – sind daher unerlässlich. Darüber hinaus müssen die Auslegung der

Wärmesysteme überarbeitet und Komponenten entwickelt werden, die mit neuen Kältemitteln kompatibel sind. Dies entspricht der EU-Verordnung 2024/573<sup>12</sup>, welche die Verwendung fluorierter Treibhausgase einschränkt.

Darüber hinaus müssen Klimaanlage individuell an unterschiedliche Fahrzeuge, Antriebskonzepte und Betriebsbedingungen angepasst werden. Wie bereits in **F&E-Thema A3: Energie- und Thermal-Management** beschrieben, verlagert sich die Entwicklung von Klimaanlage hin zu einem prädiktiven, modellbasierten und KI-gestützten Management. Adaptive Algorithmen und multiple Komfortzonen berücksichtigen wechselnde Umgebungsbedingungen und individuelle Komfortpräferenzen der Fahrgäste. Die physikalischen Modellierungen höherer Ordnung des Kabinenzustands, des menschlichen Körpers und der thermischen Komfortwahrnehmung stellen weiterhin eine Herausforderung in der Forschung und Entwicklung dar.

Der Einsatz additiv gefertigter oder gefräster Mikrokanäle (z. B. *Pin Fins*) als Wärmetauscher oder Kühlkörper birgt Herausforderungen sowohl hinsichtlich der Integration in das Fahrzeugsystem als auch der Fertigung.

### A.2.3 Hochentwickelte Fahrzeugsteuerungssysteme

#### F&E-Thema A5: Sensoren

- Beitrag zur Weiterentwicklung von 
- Anwendung von 
- Mehr: A3PS-Roadmap A.3 Advanced Vehicle Control Systems and Software / Table A-3: Sensors (p. 13)
- **Ziele:** Effizienzsteigerung; Verbesserung der Wahrnehmung; Lebensdauerverlängerung

Die Zustandsüberwachung mittels virtueller Sensoren sowie neuer, nicht-invasiver Sensoren für Batterien und Brennstoffzellen ist unerlässlich, um Betriebsbedingungen zu erfassen, ohne die Leistung zu beeinträchtigen. Da Fahrzeuge zunehmend Sensoren für die Umwelterfassung, die Komponentenüberwachung, Steuerungsfunktionen und zukünftige digitale Zwillinge einsetzen, steigt der Bedarf an effizienten und koordinierten On-Board-Sensorsystemen.

Sensoren sind 2026 von hoher Relevanz, da der Übergang zu SDV zuverlässige, effiziente und systemintegrierte Sensorkonzepte als Grundlage für eine fortschrittliche Fahrzeugsteuerung erfordert. Sensorfusion, virtuelle Sensoren und nicht-invasive Sensortechnologien, einschließlich Quantensensorik, ermöglichen eine präzise Zustandsüberwachung von Batterien und Brennstoffzellen und damit Effizienzsteigerungen und eine verlängerte Lebensdauer der Komponenten ohne zusätzliche Hardwarekomplexität. Gleichzeitig erfordert die zunehmende Interaktion zwischen Fahrzeugen, Ladeinfrastruktur und Energiesystem validierte Sensordaten als Schnittstelle zum Energiebereich, um intelligentes Laden und Sektorkopplung zu unterstützen. Die Entwicklung und Validierung solcher Sensorkonzepte sind direkt von einer fortschrittlichen Test- und Messinfrastruktur abhängig und tragen somit zu den Zielen von Maßnahme 68 der Industriestrategie bei. Investitionen in diesem Forschungs- und Entwicklungsbereich zielen daher sowohl auf die technologische Reife für SDVs als auch auf die Stärkung strategischer industrieller Kapazitäten in den Bereichen Testen, Messen und energiebezogene Fahrzeugintegration ab.

#### F&E-Thema A6: xCU inkl. Software

- Beitrag zur Weiterentwicklung von 
- Anwendung von 
- Mehr: A3PS-Roadmap A.3 Advanced Vehicle Control Systems and Software / Table A-4 (p. 13)
- **Ziele:** beschleunigte Markteinführung; kontinuierliche Steigerung von Produktivität und Effizienz; Effizienzsteigerung; Emissionsreduzierung; Sicherheit

Der Trend hin zu domänenübergreifenden Fahrzeugcomputern ist ein grundlegender Entwicklungsschritt hin zu softwaredefinierten Fahrzeugen (SDVs) und schließlich zu KI-gesteuerten Fahrzeugen (AIDVs). Dies beinhaltet einen Wandel von rein domänenorientierten Architekturen hin zu **zentralisierten und zonalen Rechenparadigmen**.

Zu den wichtigsten Anforderungen dieses Trends gehören:

- **Domänenübergreifende Interoperabilität:** Die Architektur zielt darauf ab, eine nahtlose Interoperabilität zwischen zuvor getrennten Domänen zu ermöglichen, wie beispielsweise die Integration von Antriebsstrang- und Betriebsstrategiefunktionen, Fahrerassistenzsystemen (ADAS), Informations- und Kommunikationssystemen (IVI) und Karosseriesystemen. Dies führt zu zusätzlichen Anforderungen an Sicherheit und Schutz, die

Legende:	
Schlüsseltechnologien & Stärkefelder:	
	Künstliche Intelligenz und Dateninnovation
	Chips, Elektronische Komponenten und Systeme
	Fortgeschrittene Produktionstechnologien & Robotik
	Quantentechnologie und Photonik
	Fortgeschrittene Werkstoffe
	Energie- und Umwelttechnologien
	Mobilitätstechnologien



<sup>12</sup> <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/?uri=CELEX:32024R0573> (aufgerufen am 19.5.2026)

typischerweise durch die Implementierung von Technologien zur Vermeidung von Interferenzen (*Freedom-from-Interference*, FFI) wie hardwaregestützten Hypervisoren adressiert werden.

- **Unterstützung von Echtzeitleistung und Skalierbarkeit:** Diese zentralisierten Rechenplattformen, die als „Gehirn“ des Fahrzeugs konzipiert sind, bieten **Echtzeit-Reaktionsfähigkeit durch integrierte KI** und ergänzen gleichzeitig *Cloud-Computing*.
- **Komplexitätsbeherrschung und Kostenreduzierung:** Durch die Verwendung vorintegrierter Standardlösungen und die Optimierung der Systemintegration zielen domänenübergreifende Architekturen darauf ab, die Komplexität zukünftiger Fahrzeuge zu beherrschen und erhebliche Hardware-Kosteneinsparungen zu ermöglichen. Ein wichtiger Aspekt ist die Validierung dieser komplexen Systeme, die neue Ansätze wie Tests auf virtualisierten Zielen erfordert.
- **Entwicklungsgeschwindigkeit und -effizienz** sind für SDVs aufgrund der sich stetig weiterentwickelnden Kundenerwartungen hinsichtlich der Funktionsverfügbarkeit und des Bedarfs an schnelleren Updatezyklen auch nach dem Einsatz im Feld (z. B. per *Over-the-Air-Update*) entscheidend. Diese Entwicklungs- und Updatezyklen sind typischerweise nicht zwischen den verschiedenen Domänen synchronisiert, was die Implementierung von *Freedom-from-Interference* (FFI)-Technologien wie hardwaregestützten Hypervisoren, entkoppelten *Toolchains* und überarbeiteten Verifizierungs- und Homologationsmethoden erforderlich macht.
- **Flexible und skalierbare Hardwarearchitekturen**, einschließlich moderner SoCs und Hochgeschwindigkeitsnetzwerke, um den steigenden Rechenbedarf für fortschrittliche Funktionen und höhere Autonomiegrade zu decken.

Integrierte KI-Technologie ist **entscheidend für die Weiterentwicklung von softwaredefinierten Fahrzeugen (SDVs) zu KI-gesteuerten Fahrzeugen (AIDVs)** und dient als grundlegendes „Rechenzentrum“ für zukünftige Fahrzeugarchitekturen. Sie ermöglicht **Echtzeitreaktionen durch On-Board-KI am Netzwerkrand** und ergänzt Cloud Computing für groß angelegte Simulationen und schnelle Modelliterationen. Diese Integration unterstützt **umfassende KI-Lösungen** in verschiedenen Bereichen, darunter fortschrittliche Fahrerassistenzsysteme (ADAS) und KI-gestützte Cockpit-Benutzeroberflächen, die als essenziell für zukunftssichere und personalisierte Fahrzeugplattformen gelten. **Chiplet-Architekturen** und fortschrittliche SoC-Architekturen bieten die **Möglichkeit**, einen **evolutionären Weg hin zu optimierten SDV- und AIDV-Architekturen** zu ebnen, indem sie Leistungssteigerungen, Skalierbarkeit und Flexibilität ermöglichen.

### F&E-Thema A7: Vorausschauender Betrieb und Steuerung

- Beitrag zur Weiterentwicklung von 
- Anwendung von 
- Mehr: A3PS-Roadmap A.3 Advanced Vehicle Control Systems and Software / Table A-5: Predictive Operation & Control (p. 14)
- **Ziele:** Anpassung der Bauteildimensionierung; Verbesserung der Fahrzeugeffizienz und -sicherheit; Verlängerung der Lebensdauer; Reduzierung der Emissionen



Optimierte und vorausschauende Betriebs- und Wartungsstrategien sowie die Berücksichtigung kombinierter Steuerungssysteme werden in allen Arten von Straßenfahrzeugen, NRMM und Sonderfahrzeugen auf Fahrzeug-, System- und Komponentenebene (Mehrstufensteuerung) angewendet. Die übergeordneten Ziele sind die Steigerung der Effizienz, die Reduzierung von Emissionen, die Verbesserung des Fahrverhaltens und die Verlängerung der Lebensdauer. Für einzelne Komponenten gelten spezifische Ziele, wie beispielsweise die Verbesserung der Schaltqualität bei Getrieben, die Überwachung des Zustands bzw. der Alterung bei Batterien oder die Steuerung der Rekuperations-Energie bei Bremsen.

Insbesondere die vorausschauende Wartung spielt eine entscheidende Rolle für den ausfallsicheren Betrieb und die Reduzierung von Effizienzverlusten durch Komponentenverschleiß. Die frühzeitige Fehlererkennung und -behebung basieren auf geeigneten Diagnosefunktionen. Diese ermöglichen beispielsweise die frühzeitige Erkennung interner Batterieschäden und verhindern so deren Fortschreiten und Verschlimmerung.

Zukünftige Steuerungssysteme müssen zudem KI-Technologien integrieren, die auf die spezifischen Anforderungen von Fahrzeugen, Systemen und Komponenten zugeschnitten sind und drahtlose Diagnose und Updates ermöglichen. Datengenerierung, Datenzugriff, Datensicherheit und Datenstandards müssen ebenfalls berücksichtigt werden.

## A.2.4 Nicht-Abgaspartikelemissionen

### F&E-Thema A8: Nicht-Abgaspartikelemissionen

- Beitrag zur Weiterentwicklung von 
- Anwendung von 
- Mehr: A3PS-Roadmap A.4 Non-exhaust Particle Emissions / Table A-6 (p. 14)
- **Ziele:** Effizienzsteigerung; Entwicklung neuer Materialien und Komponenten; Reduktion von Partikel-Emissionen; Einhaltung gesetzlicher Vorschriften


Die Partikelemissionen durch Bremsen und Reifenabrieb sind bereits um eine Größenordnung höher als die Abgaspartikel und werden in der kommenden Euro-7-Abgasnorm der EU für die Typgenehmigung neuer Fahrzeuge erstmals begrenzt.

Diese Grenzwerte und weitere Emissionsreduzierungen lassen sich sowohl durch Einzeltechnologien als auch durch Kombinationen davon erreichen. Innovative und effiziente Technologien werden sich zukünftig auf dem Markt durchsetzen und sollten erforscht und weiterentwickelt werden. Die Forschung kann sich auf Komponenten und insbesondere auf Demonstrationsfahrzeuge konzentrieren, in denen beispielsweise elektrische Bremsen und Drehmomentregelung optimiert werden können.

Weitere Forschung ist erforderlich, um effektive Wege zur Reduzierung von Nicht-Abgaspartikelemissionen zu finden. Ansätze umfassen die Optimierung von Fahrzeugbetriebsstrategien, die Entwicklung emissionsarmer oder partikelbindender Reifen- und Bremsmaterialien, die Minimierung des Fahrbahnabriebs und den Einsatz von Staubbekämpfungstechnologien auf Baustellen. Zusätzlich sollen emissionsfreie Bremsen wie nasslaufende Bremssysteme in die Entwicklung einbezogen werden. Neue dynamische Methoden zur Vor-Ort-Messung von Nicht-Abgaspartikeln für flächendeckende Untersuchungen müssen entwickelt werden. KI-Methoden können zur Modellierung eingesetzt werden.

#### Legende:

Schlüsseltechnologien & Stärkefelder:

 Künstliche Intelligenz und Dateninnovation

 Chips, Elektronische Komponenten und Systeme

 Fortgeschrittene Produktionstechnologien & Robotik

 Quantentechnologie und Photonik

 Fortgeschrittene Werkstoffe

 Energie- und Umwelttechnologien

 Mobilitätstechnologien

## B F&E Herausforderungen: Battery and Electric Powertrains 2026-2029

### B.1 Kernaussage der Arbeitsgruppe BEP – Battery and Electric Powertrains



In den kommenden Jahren müssen batterieelektrische Fahrzeuge (engl. *Battery Electric Vehicles* – BEP) die neuen Vorschriften zu kritischen Rohstoffen, dem obligatorischen Recyclinganteil und verbesserten Kreislaufwirtschaftsquoten erfüllen. Es ist unerlässlich, diese Lösungen im Hinblick auf Kosteneffizienz, Leistung, Langlebigkeit, Nachhaltigkeit und Sicherheitsstandards zu optimieren.

### B.2 Anforderungen an Technologieentwicklung und Forschungsbedarf

Nachfolgend sind die wichtigsten Forschungsziele für die Arbeitsgruppe *Battery and Electric Powertrains (BEP)* genannt.



#### B.2.1 Entwicklung neuartiger Batteriekonzepte auf Basis fortschrittlicher Materialien und Komponenten

##### **F&E-Thema B1: Entwicklung neuartiger Batteriekonzepte auf Basis fortschrittlicher Materialien und Komponenten**

- Beitrag zur Weiterentwicklung von 
- Anwendung von 
- Mehr: A3PS-Roadmap B.1.1 Battery Technologies (p. 17f)
- **Ziele:** Ermöglichung von ultraschnellem Laden bei gleichzeitiger Erhaltung von Leistung und Akkulaufzeit; Erhöhung der Energiedichte; Verbesserung der Sicherheit

Batterien für Elektrofahrzeuge müssen die Anforderungen an Lebensdauer, Effizienz und Schnellladefähigkeit erfüllen. Darüber hinaus müssen sie im Anwendungstemperaturbereich (ca. 20–40 °C) sicher und betriebsbereit sein (siehe auch **F&E-Thema A3: Energie- und Thermal-Management**). Bereits bestehende Hochleistungs- und Hochenergie-Zellchemien und -architekturen – wie z. B. hoch-nickelhaltige NMC-Zellen, siliziumdominante Anoden und großformatige zylindrische oder Zell-zu-Pack-Designs – müssen weiter optimiert werden, um Temperaturgradienten, lokale Hotspots und Lithiumplattierung beim Schnellladen zu reduzieren und dadurch Sicherheit und Leistung zu verbessern. Während Kühlkonzepte in das Batteriepack-Design für Zellen mit flüssigen Elektrolyten integriert werden müssen, können erhöhte Temperaturen ( $\geq 60$  °C) erforderlich sein, um für Zellen mit Festkörperelektrolyten eine ausreichende Ionenleitfähigkeit zu erreichen. Angesichts der anhaltenden asiatischen Dominanz auf dem Batteriemarkt müssen europäische Anbieter die Entwicklung neuartiger Batteriekonzepte auf Basis fortschrittlicher Materialien und Komponenten wie hochenergetischer Kathodenmaterialien, Festkörperelektrolyte und der Verwendung metallischer Anoden oder anodenfreier Systeme vorantreiben. Künstliche Intelligenz (KI) wird dabei als Schlüsseltechnologie zur Beschleunigung der Materialentwicklung eingesetzt. Forschungs- und Innovationsmaßnahmen müssen zudem die Fertigung fortschrittlicher Batterien in Europa unterstützen, und Robotik muss als Schlüsseltechnologie zur Senkung der Zellherstellungs- und Recyclingkosten weiterentwickelt werden. Schließlich müssen Nachhaltigkeit, europäische Autonomie und Resilienz durch die Integration nachhaltiger, in Europa gewonnener Materialien in das Batteriedesign und die frühzeitige Implementierung des 10R-Konzepts berücksichtigt werden.

##### **F&E-Thema B2: Batterieintegration in das Elektrofahrzeug**

- Beitrag zur Weiterentwicklung von 
- Anwendung von 
- Mehr: A3PS-Roadmap B.1.2 / Table B-4: Structural Battery Integration (p. 21)
- **Ziele:** Entwicklungsgeschwindigkeit; Effizienz; geringere Kosten; Sicherheit; Nachhaltigkeit

Neben Hochleistungsbatterien lassen sich weitere Effizienzsteigerungen durch die Integration der Batterie in das Elektrofahrzeug erzielen. Insbesondere kann die gesamte nutzbare Energie auf Fahrzeugebene durch die Weiterentwicklung neuer Architekturen wie Cell-to-Chassis (C2C) und Cell-to-Vehicle (C2V) erhöht werden. Diese Konzepte dürften zukünftig gegenüber den bestehenden Cell-to-Pack-Technologien (C2P) an Bedeutung gewinnen, da sie eine höhere gravimetrische und volumetrische Effizienz, funktionale Integration und eine Reduzierung der Strukturmasse ermöglichen.

Der Übergang zu solch hochintegrierten Batteriearchitekturen erfordert eine grundlegende Transformation des Produktentwicklungsprozesses. Die Batterieintegration darf nicht länger als nachgelagerte Aktivität betrachtet werden, sondern muss frühzeitig in der Entwicklungsphase als fahrzeugdefinierendes System berücksichtigt

werden. Um die neuen automobilen Standards hinsichtlich Entwicklungsgeschwindigkeit, Sicherheit, Nachhaltigkeit und Kosten zu erfüllen, ist ein innovationsbeschleunigter Ansatz erforderlich, der eine schnelle Technologieeinführung gewährleistet. Dieser umfasst die frühzeitige gemeinsame Entwicklung von Batterie, Fahrzeugstruktur, Thermomanagement, elektrischer/elektronischer Architektur, Sicherheitskonzepten und Fertigungsprozessen, unterstützt durch modellbasierte Systementwicklung (MBSE), digitale Zwillinge, umfassende virtuelle Validierung im Vorfeld und KI-gestützte Designoptimierung.

Gleichzeitig müssen C2C- und C2V-Architekturen Nachhaltigkeits- und Kreislaufwirtschaftsanforderungen erfüllen. Die Konstruktionen müssen Demontage, Reparatur, Zweitnutzung und Recycling gemäß den Cradle-to-Cradle- und 10R-Prinzipien ermöglichen. Robotertechnologien spielen dabei eine Schlüsselrolle, da automatisierte Systeme für die sichere Batterieentladung, Demontage und den Abbau hochintegrierter Fahrzeugarchitekturen unter industriellen Bedingungen erforderlich sind. Daher sind Forschungs- und Innovationsmaßnahmen notwendig, um robotische, sensorbasierte und KI-gestützte Lösungen für die Entsorgung integrierter Batteriesysteme zu entwickeln.






Parallel dazu stellen alternative Batterieintegrationskonzepte wie Batteriewechselsysteme (siehe **F&E-Thema B3: Batteriewechselsysteme für den breiten Bereich der mobilen Off-Road-Maschinen und Sonderfahrzeuge**) eine komplementäre Lösung für spezifische Fahrzeugsegmente dar. Während C2C und C2V auf maximale Integration und Effizienz für Pkw abzielen, stellt der Batteriewechsel grundlegend andere Anforderungen an Produktarchitektur, Schnittstellen und Gehäuse. Dies ist insbesondere für mobile Arbeitsmaschinen und Sonderfahrzeuge relevant, bei denen Betriebsbereitschaft, flexible Energiedimensionierung und schnelle Energieaufladung entscheidend sind. Die Erkenntnisse aus Modularisierung, Schnittstellenstandardisierung und Zugänglichkeitsanforderungen bei Batteriewechselsystemen fließen in die Entwicklung integrierter Batteriearchitekturen ein und tragen zu robusteren, wartungsfreundlicheren und lebenszyklusoptimierten Fahrzeugkonstruktionen bei.

Aus Sicht der Industrialisierung sind neue Entwicklungs- und Produktionsmethoden erforderlich, um sowohl hochintegrierte Batteriearchitekturen als auch austauschbare Systeme zu ermöglichen. Dies umfasst die synchronisierte Produkt- und Produktionsentwicklung, die virtuelle Inbetriebnahme von Montageprozessen, skalierbare Integrationskonzepte und beschleunigte Validierungsstrategien, um die Einhaltung der sich wandelnden Sicherheits- und Homologationsanforderungen zu gewährleisten. Innovationen in der Batterieintegration müssen daher den gesamten Produktlebenszyklus – von der Konzeption und Entwicklung über Produktion und Betrieb bis hin zur Entsorgung – berücksichtigen und gleichzeitig Konsistenz und Synergien zwischen integrierten Architekturen (B2) und modularen oder austauschbaren Konzepten (B3) sicherstellen.

### **F&E-Thema B3: Batteriewechselsysteme für den breiten Bereich der mobilen Off-Road-Maschinen und Sonderfahrzeuge**

- Beitrag zur Weiterentwicklung von   
- Anwendung von   
- Mehr: A3PS-Roadmap B.1.2 Battery Integration (p. 21); B.4 Charging Technologies (p. 25)
- **Ziele:** Entwicklungsgeschwindigkeit; Effizienz; geringere Kosten; Sicherheit; Nachhaltigkeit

Batteriewechselsysteme können als Ansatz zur schnellen Energieversorgung ohne lange Ladezeiten entwickelt werden. Eine austauschbare Fahrzeugbatterie eröffnet im Vergleich zu einer fest verbauten Batterie weitere Möglichkeiten. Zum einen können vergleichsweise kleine Batterien bei Betriebsbedingungen mit moderatem Energiebedarf eingesetzt werden, indem eine Batterie im Fahrzeug betrieben und gleichzeitig andere Batterien geladen werden. Zum anderen gibt es Reichweitenanforderungen, die aufgrund der Einbaubeschränkungen mit fahrzeugmontierten Systemen nicht erfüllt werden können. Hier kann ein Wechselsystem dazu beitragen, die Betriebszeit zu verlängern, ohne dass das Fahrzeug oder die Maschine zum Laden außer Betrieb genommen werden muss, insbesondere bei Anwendungen, bei denen ultraschnelles Laden (Megawatt-Laden) nicht möglich oder verfügbar ist. Obwohl die Batterieintegration für fest verbaute Systeme bereits behandelt wurde (siehe **F&E-Thema B2: Batterieintegration in das Elektrofahrzeug**), ergeben sich für Batteriewechselsysteme deutlich andere Anforderungen und Herausforderungen. Aufgrund der Zugänglichkeitsanforderungen für den Wechselmechanismus bestehen entsprechende Einschränkungen bei der Gehäusekonstruktion für Fahrzeuge mit austauschbaren Batterien. Darüber hinaus müssen geeignete steckbare und koppelbare Schnittstellen für elektrische Energie, Kommunikation und Kühlmedien entwickelt und für den Dauerbetrieb zyklensfest ausgelegt werden. Eine weitere Herausforderung ist der Batteriewechsel selbst, der geeignete Manipulationswerkzeuge erfordert – entweder fahrzeugmontierte oder fahrzeugunabhängige Systeme. Aufgrund der Vielfalt an Typen und Varianten mobiler Maschinen und Sonderfahrzeuge dürfte die Entwicklung standardisierter und identischer Lösungen

Legende:	
Schlüsseltechnologien & Stärkefelder:	
	Künstliche Intelligenz und Dateninnovation
	Fortgeschrittene Produktionstechnologien und Robotik
	Fortgeschrittene Werkstoffe
	Energie- und Umwelttechnologien
	Mobilitätstechnologien

schwierig sein. Daher erfordert der Ansatz für Batteriewechselsysteme einen hohen Standardisierungsgrad über verschiedene OEMs hinweg und ist möglicherweise nicht auf Elektrofahrzeuge im Personentransport anwendbar, insbesondere da ultraschnelles Laden für Pkw immer üblicher wird.



## B.2.2 Elektrische Komponenten und elektrische Antriebseinheiten (EDU)

### F&E-Thema B4: Entwicklung von Leistungsmodulen

- Beitrag zur Weiterentwicklung von 
- Anwendung von 
- Mehr: A3PS-Roadmap B.2 Electric Components & Electric Drive Units (EDU) (p. 23f)
- **Ziele:** Kostenreduzierung; Verbesserung der Haltbarkeit

Leistungsmodul sind die wichtigsten Komponenten der elektrischen Antriebseinheit (EDU). Sie vereinen mehrere leistungselektronische Bauteile in einem einzigen, thermisch optimierten Gehäuse, um hohe elektrische Leistungen effizient zu schalten und zu steuern. Kritische Aspekte wie der Einsatz neuartiger elektrischer Bauteile (z. B. IGBT oder MOSFET), die Beständigkeit bei hohen Temperaturen, innovative Kühlkonzepte, Gehäuse, Sicherheit und Integrationskonzepte für Wechselrichter und EDU sind Schlüsselfaktoren, die das Design von Leistungsmodulen, die Kosten, die Funktionen und die Effizienz beeinflussen (siehe auch IMP-Kapitel [E.2.1 Fertigungsgerechte Konstruktion / Kreislaufwirtschaft](#)).

### F&E-Thema B5: Entwicklung von Alternativen für Permanentmagnet-Synchronmotore ohne (schwere) Seltenerdmetallen

- Beitrag zur Weiterentwicklung von 
- Anwendung von 
- Mehr: A3PS-Roadmap B.2 / Table B-6: Electric Motor (p. 22)
- **Ziele:** Unabhängigkeit von CRM-Import; Kostenreduktion; Effizienzsteigerung; Lieferkettensicherheit; 10R

Permanentmagnete sind wichtige Komponenten von Elektromotoren. Die in diesen Magneten verwendeten schweren Seltenerdmetalle – die für den Betrieb bei hohen Temperaturen und damit für Effizienz und Leistungsdichte erforderlich sind – unterliegen jedoch aufgrund der Marktdominanz Chinas internationalen Handelsspannungen. Um diese Abhängigkeit zu verringern, sollten Forschungsaktivitäten verschiedene Wege verfolgen: (a) die Entwicklung von Recyclingtechnologien und der Aufbau einer Recycling-Wertschöpfungskette für Seltenerd-Permanentmagnete; (b) die Erforschung alternativer Materialien auf Basis weniger kritischer Lieferketten; und (c) die Entwicklung alternativer Elektromorttechnologien, die auf schwere Seltenerdmetalle verzichten und gleichzeitig die erforderliche Effizienz und Leistungsdichte zu vergleichbaren Kosten und innerhalb der vorgegebenen Konstruktionsbeschränkungen wie Platz und Volumen im Elektromotor gewährleisten. Hochgeschwindigkeitsdesigns und neuartige Steuerungsmethoden sind notwendige Forschungsfelder, um Effizienz, Leistungsdichte und Wirtschaftlichkeit weiter zu verbessern. Da die Kosten ein wesentlicher Faktor sind, müssen alle neuen Ansätze erschwinglich sein, um die Technologieakzeptanz zu fördern. Darüber hinaus sollten die in alternativen Ansätzen verwendeten Magnetmaterialien, um nachhaltig zu sein, eine geringe CO<sub>2</sub>-Bilanz aufweisen, leicht verfügbar und nicht kritisch sein. Dementsprechend ist Forschung erforderlich, um fortschrittliche Motorlösungen auf Basis europäischer Materialien zu entwickeln und so die europäische Unabhängigkeit von globalen Lieferketten zu gewährleisten. Neben den Materialaspekten müssen auch die Steuerungsstrategien für Elektromotoren und Wechselrichter weiterentwickelt werden, wobei KI als Schlüsseltechnologie zum Einsatz kommen kann.

### F&E-Thema B6: Entwicklung von Kühlstrategien und -architekturen

- Beitrag zur Weiterentwicklung von 
- Anwendung von 
- Mehr: A3PS-Roadmap B.2 Electric Components & Electric Drive Units (EDU) (p. 22f)
- **Ziele:** Verbesserung der Leistungsdichte und des Wirkungsgrads von Elektromotoren; 10R

Um die Leistungsdichte und den Wirkungsgrad von Elektromotoren zu steigern, müssen Kühlstrategien, -architekturen und -systeme so konzipiert werden, dass ein zuverlässiger Batteriebetrieb gewährleistet ist. Diese Innovationsaktivitäten sind erforderlich, um die Kühlung der Hotspots, insbesondere in den Wicklungen und Leistungsmodulen, sicherzustellen. Dadurch wird eine hohe Leistungsdichte erreicht, die Degradation der Magnete über den gesamten Anwendungsbereich verhindert und eine präzise Drehmomentregelung gewährleistet. Derzeit verwendet die Industrie Standard-Flüssigkeitsmedien zur Kühlung der EDU und der

Batterie. Die Entwicklung verbesserter Kühlmethode bleibt jedoch ein zentrales Forschungsgebiet. Zukünftig müssen 10R-Strategien in die Auslegung und Auswahl des Flüssigkeitskühlmediums einfließen. Zur Bewertung der Wirksamkeit verschiedener Kühlstrategien und -lösungen werden Daten zu den Wärmeübergangskoeffizienten der unterschiedlichen Komponentenmaterialien benötigt. Darüber hinaus müssen Modelle entwickelt werden, die die Temperaturverteilung und Hotspots präzise abschätzen und/oder vorhersagen können. In diesem Zusammenhang kann KI als Schlüsseltechnologie eingesetzt werden, um Kühlstrategien zu identifizieren, zu bewerten und zu optimieren, wobei die Energieverteilung des gesamten Fahrzeugs berücksichtigt wird (siehe auch [F&E-Thema A3: Energie- und Thermal-Management](#) und [F&E-Thema A4: Heizung, Lüftung und Klimatisierung \(HVAC\)](#)).

### **F&E-Thema B7: Entwicklung von Simulationsmethoden für FE-Analysen und NVH-Reduzierung**

- Beitrag zur Weiterentwicklung von 
- Anwendung von 
- Mehr: A3PS-Roadmap B.2 / Table B-8: Electric Drive Unit (EDU) (p. 23)
- **Ziele:** Kostenreduktion; erhöhte Haltbarkeit; verbesserte Funktionalität; Sicherheit; 10R



Forschungs- und Innovationsaktivitäten müssen sich auch auf die Entwicklung von Kontrollmethoden zur aktiven Minderung oder Unterdrückung von Geräuschen, Vibrationen und Rauigkeit/Härte (NVH) konzentrieren, die hauptsächlich vom Elektromotor ausgehen. Diese sind eng mit folgenden Aspekten verknüpft: (a) Sicherheit, da Vibrationsanregungen zu mechanischem Verschleiß von Bauteilen oder zum Verlust des elektrischen Kontakts führen können, was wiederum die Kühlung, die kurzfristige Fahrzeugleistung (Leistungsverlust) und das langfristige Fahrzeugverhalten (Bauteilverschleiß, Lebensdauer des Elektromotors) beeinträchtigen kann; und (b) Komfort für den Nutzer.

Um komplexe und kostspielige Neukonstruktionen des Elektromotors zu vermeiden, die Entwicklungskosten zu senken und die Gesamtentwicklungszeit zu verkürzen, sind von Beginn der Forschung und Entwicklung an neuartige Methoden erforderlich. FE-Modelle müssen zudem für neue und/oder recycelte Materialien entwickelt werden.




Schließlich spielen Anwendungssoftware-Tools eine wichtigere Rolle für die Kreislaufwirtschaft. Insbesondere kann Finite-Elemente-Software zur Berechnung der Restlebensdauer von EDU- und Batteriekomponenten eingesetzt werden. Daher sind individuelle Betriebsdaten von Fahrzeugen (Zustandsüberwachung) erforderlich, um bisher nichtexistierende Wälzmaterialparameter zu erstellen und in Finite-Elemente-Software zu integrieren. Die Ergebnisse können genutzt werden, um maßgeschneiderte Wartungsstrategien zu entwickeln oder die Weiterverwendung von Komponenten in Zweitnutzungsanwendungen vorzuschlagen. In beiden Fällen gelten KI und maschinelles Lernen als Schlüsseltechnologien. Darüber hinaus können die Informationen zur Erstellung von Konstruktionsrichtlinien für Wiederaufbereitungsverfahren verwendet werden.

### **B.2.3 Charging Technologies**

### **F&E-Thema B8: Entwicklung kosteneffizienter Komponenten zur Ermöglichung bidirektionalen Ladens**

- Beitrag zur Weiterentwicklung von 
- Anwendung von 
- Mehr: A3PS-Roadmap B.4 Charging Technologies (p. 25f)
- **Ziele:** Kostenreduktion, Effizienzsteigerung

Die Entwicklung effektiver und effizienter Ladetechnologien ist entscheidend für den Erfolg von Elektrofahrzeugen. Konzepte wie das bidirektionale Laden ermöglichen die Integration von Elektrofahrzeugen in das Stromnetz (V2G-Betrieb). Dies erfordert eine effektive Kommunikation zwischen dem Batteriemanagementsystem des Fahrzeugs und dem Stromnetz, um Entscheidungen auf Basis der potenziellen Auswirkungen des V2G-Ladens auf den Batteriezustand treffen zu können. Daher sind Forschungs- und Innovationsaktivitäten zur Entwicklung von Software-Kommunikationstools in Kombination mit Batteriezustandsbewertungen notwendig, um V2G-Laden ohne negative Auswirkungen auf die Batterieleistung zu ermöglichen.

Legende:	
Schlüsseltechnologien & Stärkefelder:	
	Künstliche Intelligenz und Dateninnovation
	Chips, Elektronische Komponenten und Systeme
	Fortgeschrittene Produktionstechnologien und Robotik
	Fortgeschrittene Werkstoffe
	Energie- und Umwelttechnologien
	Mobilitätstechnologien

## C F&E Herausforderungen: *Fuel Cells and Hydrogen 2026-2029*

### C.1 Kernaussagen für die Arbeitsgruppe FCH – *Fuel Cells and Hydrogen*

- **Industrielle Transformation & Technologische Wertschöpfung:** Umstellung des Automobilsektors auf Wasserstoff durch Priorisierung von Forschung und Entwicklung in den Bereichen Elektrolyse, Speicherung und Brennstoffzellentechnologien, um eine hohe österreichische Wertschöpfung und technologische Führungsrolle zu sichern.
- **Technologische Skalierung & Industrielle Reife:** Weiterentwicklung von Wasserstoffprojekten vom Machbarkeitsnachweis bis zur industriellen Umsetzung durch Forschung und Entwicklung sowie die Implementierung von Marktrahmen (wie z. B. RFNBO-Zertifikate) für eine kosteneffiziente Produktion.
- **Infrastrukturinnovation & -integration:** Stärkung der technologischen Entwicklung von Verteilungs- und Betankungssystemen bei gleichzeitiger Koordination internationaler Forschungsaktivitäten, um eine flexible, hochverfügbare und sichere Wasserstoffversorgungskette zu gewährleisten.



### C.2 Anforderungen an Technologieentwicklung und Forschungsbedarf

Nachfolgend sind die wichtigsten Forschungsziele für die Arbeitsgruppe *Fuel Cells and Hydrogen* (FCH) genannt.

#### C.2.1 Brennstoffzellenfahrzeugkonzepte

Dieses Thema konzentriert sich auf die Integration und Industrialisierung von Brennstoffzellenfahrzeugen und schließt die Lücke zwischen aktueller Forschung und der Überführung in die marktreife Serienproduktion. Während die Forschungs- und Entwicklungsprioritäten auf Anwendungen im Schwerlastbereich (z. B. Lkw, mobile Arbeitsmaschinen), die Luft- und Schifffahrt ausgerichtet sind, um den Effekt der Dekarbonisierung zu maximieren, bleibt der Technologieansatz offen, um einen branchenübergreifenden Transfer auf andere Fahrzeugkategorien zu ermöglichen.

#### F&E-Thema C1: Brennstoffzellentechnologie in allen Transportsegmenten



- Beitrag zur Weiterentwicklung von 
- Anwendung von 
- Mehr: A3PS-Roadmap C.1 / Table C-1: Fuel Cell Vehicle Concepts (p. 28f)
- **Ziele:** Kostenreduktion; Effizienzsteigerung; erhöhte Zuverlässigkeit; verlängerte Lebensdauer; verbesserte Fahrzeugintegration einschließlich Thermomanagement und höherer Brennstoffzellen-Betriebstemperaturen; gesteigerte Kundenakzeptanz; NVH-Optimierung; Recyclingfähigkeit

Zwischen 2026 und 2029 bilden intensive Fahrzeugforschung und -entwicklung, Demonstrationsaktivitäten und Flottentests die Grundlage für die industrielle Skalierung. Da in diesem Zeitraum wichtige strategische Entscheidungen zu Antriebstechnologien und Zulieferern anstehen, sind dringende Kostensenkungen unerlässlich, um die Wettbewerbsfähigkeit österreichischer Brennstoffzellenfahrzeuge (FCVs) zu sichern. Die Sicherung der heimischen Produktion und Forschung und Entwicklung durch europäische Kooperation ist entscheidend, um die Verlagerung von Technologie und Arbeitsplätzen zu verhindern.

Ein erfolgreicher Markteintritt hängt von der Skalierbarkeit von Subkomponenten wie Elektronik, Sensoren und Ventilen, Stacks und Speichersystemen sowie der Umrüstung österreichischer Anlagen für die Wasserstoffkomponentenproduktion ab. Kosteneffizienz und Systemlebensdauer werden durch verbesserte Fertigung, fortschrittliche Materialien und innovative System- und Fahrzeugdesigns erreicht. Darüber hinaus sind die Integration von KI zur Beschleunigung der Entwicklungszyklen und die Optimierung des Energie- und Thermal-Management-Komponenten für höhere Betriebstemperaturen zentrale technische Prioritäten. Diese Fortschritte werden es der österreichischen Zulieferindustrie ermöglichen, anspruchsvolle KPIs zu erfüllen und eine relevante Position in der globalen Wasserstoffwende zu sichern.

Bei Brennstoffzellenfahrzeugen (Straßenfahrzeuge, NRMM und Sonderfahrzeuge) stellt die Gehäusegestaltung aufgrund des größeren Platzbedarfs für die Komponenten des Wärmemanagements eine Herausforderung dar. Dies liegt daran, dass Brennstoffzellenfahrzeuge im Vergleich zu Fahrzeugen mit Verbrennungsmotor deutlich mehr Abwärme über den Kühlkreislauf abführen müssen. Daher gewinnt die Entwicklung innovativer (platzsparender) Kühler zunehmend an Bedeutung.

#### F&E-Thema C2: PEM Brennstoffzellensysteme



- Beitrag zur Weiterentwicklung von 
- Anwendung von 
- Mehr: A3PS-Roadmap Table C-2: PEM Fuel Cell Systems (p. 30)

- **Ziele:** Kostenreduktion; Effizienzsteigerung; längere Lebensdauer; PFAS-freie Membranen; höhere Leistungsdichte; Recyclingfähigkeit und Umweltverträglichkeit; Produktionsskalierung

Der Zeitraum 2026–2029 ist entscheidend für den Übergang von PEM-Brennstoffzellensystemen von F&E zur industriellen Marktreife jenseits des Machbarkeitsnachweises. Angetrieben durch regulatorische Vorgaben (PFAS-Verbot) und Überlegungen zur Ressourceneffizienz konzentriert sich F&E auf PFAS-freie Membranen und reduzierte Katalysatorbelastung, um die österreichische Wertschöpfungskette zu sichern.

Zu den Kernaktivitäten gehören die Entwicklung von Degradationsmodellen und Prognosemodellen zur Verlängerung der Lebensdauer unter realen Betriebsbedingungen sowie die Fertigungsforschung zur Skalierung der Produktion elektrochemischer Komponenten. Der industrielle Transfer wird durch die Optimierung der Leistungselektronik und die Vereinfachung der Kühlsysteme durch höhere Betriebstemperaturen unterstützt. In Hybridantrieben nutzen fortschrittliche Betriebsstrategien die Brennstoffzelle als primäre Energiequelle, während die Batterie Lastspitzen abdeckt. Das Zusammenspiel von Brennstoffzellenlayout, Batteriearchitektur und Leistungselektronik ist ein zentrales Forschungsgebiet, das sich bis hin zur integrierten technologieübergreifenden Diagnostik erstreckt. Die Integration von Kreislaufdesign und Umweltverträglichkeitsprüfungen gewährleistet die Einhaltung zukünftiger Vorgaben und positioniert die österreichische Zulieferindustrie im Bereich nachhaltiger, leistungsstarker PEM-Technologie.


### F&E-Thema C3: Festoxidbrennstoffzellen (SOFCs) und protonenleitende keramische Brennstoffzellen (PCCFCs)

- Beitrag zur Weiterentwicklung von 
- Anwendung von 
- Mehr: A3PS-Roadmap C.1.1: Solid Oxide Fuel Cells / Table C-3: Solid oxide fuel cells (p.30f)
- **Ziele:** Kostengünstige Stacks und BoP-Komponenten; erhöhte Leistungsdichte und Langzeitstabilität; neue sauerstoff- und protonenleitende Keramikkomponenten; reduzierte Betriebstemperatur und Anlaufzeit; Ersatz kritischer Elemente

Der Einsatz von Festoxidbrennstoffzellen (SOFCs), die mit Wasserstoff oder anderen erneuerbaren Brennstoffen betrieben werden können, ist vielversprechend für den Einsatz in schweren Straßen- und Schienenfahrzeugen sowie in Schiffen. Zu diesen Anwendungen gehören auch Hilfsaggregate (APUs).

Die Forschung muss sich mit neuen Zellkomponenten für SOFCs und PCCFCs befassen, um höhere Leistungsdichten und eine verbesserte Langzeitstabilität zu erreichen und dadurch den Einsatz kritischer Elemente zu reduzieren oder vollständig zu vermeiden. Die Forschung und Entwicklung umfassten die KI-basierte Optimierung von Materialien und die Verlängerung der Lebensdauer. Weitere Ziele sind die Senkung der Betriebstemperatur und die Verkürzung der Anlaufzeit. Dies kann durch ein kosteneffizientes Stack-Design sowie durch den Einsatz metallgestützter Zellen und kostengünstiger BoP-Komponenten erreicht werden.







### F&E-Thema C4: H<sub>2</sub>-On-Board-Speichersysteme

- Beitrag zur Weiterentwicklung von 
- Anwendung von 
- Mehr: A3PS-Roadmap C.1.3: On-Board Hydrogen Storage / Table C-5: Gaseous hydrogen on-board hydrogen storage, Table C-6: LH<sub>2</sub>-storage systems, Table C-7: alternative storage systems (p. 31–34)
- **Ziele:** Kosten- und Gewichtsreduktion; höhere Energiedichte; Verbesserung der Recyclingfähigkeit; höhere Zyklusstabilität; Verringerung des CO<sub>2</sub>-Fußabdrucks; Verkürzung der Betankungszeit; Sicherheit;

Dieses Thema konzentriert sich auf die Optimierung der H<sub>2</sub>-on-Board-Speicherung durch Kostenreduzierung, Gewichtsreduzierung und Modularität. Im Bereich LH<sub>2</sub> befasst sich die Forschung und Entwicklung mit Kryopumpen, Ventilen und dem Verdampfungsmanagement. Im Bereich CGH<sub>2</sub> umfasst die Forschung die Entwicklung von Typ-5-Tanks sowie neuer Sensortechnologien, Systemdiagnostik und modellbasierter Lebensdauerüberwachung, um die Sicherheit und Zuverlässigkeit aller Tanktypen zu gewährleisten. Um die österreichische Wertschöpfungskette zu sichern, ist die Verwendung europäischer Rohstoffe und fortschrittlicher Fertigungsprozesse unerlässlich. Entscheidend für die Forschung und Entwicklung ist die angestrebte Mehrfachzertifizierung (UN/ECE R134<sup>13</sup>, PED<sup>14</sup>, TPED<sup>15</sup>). Die branchen-übergreifende Zulassung für Anwendungen im Automobil-, Off-

#### Legende:

Schlüsseltechnologien & Stärkefelder:

-  Künstliche Intelligenz und Dateninnovation
-  Chips, Elektronische Komponenten und Systeme
-  Fortgeschrittene Produktionstechnologien und Robotik
-  Fortgeschrittene Werkstoffe
-  Energie- und Umwelttechnologien
-  Mobilitätstechnologien



<sup>13</sup> <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2019/795/oj/eng> (aufgerufen am 9.4.2026)

<sup>14</sup> [https://single-market-economy.ec.europa.eu/sectors/pressure-equipment-and-gas-appliances/pressure-equipment-sector/pressure-equipment-directive\\_en](https://single-market-economy.ec.europa.eu/sectors/pressure-equipment-and-gas-appliances/pressure-equipment-sector/pressure-equipment-directive_en) (aufgerufen am 1.4.2026)

<sup>15</sup> <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2010/35/oj/eng> (aufgerufen am 1.4.2026)

Road- und Transportsektor ermöglicht standardisierte Komponenten für Lkw, Züge und mobile Betankungsanlagen. Diese Synergie reduziert die Entwicklungskosten und vereinfacht die Skalierung für die Zulieferindustrie sowie die Implementierung mobiler Betankungsanlagen. Darüber hinaus muss die Entwicklung von On-Board-Speichern mit den Infrastrukturanforderungen abgestimmt sein, um eine nahtlose Interaktion zwischen Fahrzeug und Tankstelle zu gewährleisten.

### F&E-Thema C5: Digitalisierung und KI in der FCH-Entwicklung



- Beitrag zur Weiterentwicklung von 
- Anwendung von 
- Mehr: A3PS-Roadmap Table C-13: Test and Validation (p. 38)
- **Ziele:** Schaffung eines vorausschauenden Energie- und Wärmemanagements auf Basis von Streckendaten; Effizienzsteigerung; Implementierung von Echtzeit-On-Board-Diagnose mit virtuellen Sensoren und physikalisch basierten Alterungsmodellen; Integration von KI zur Beschleunigung von Entwicklungszyklen und zur Entwicklung verbesserter Technologien

Dieses Thema konzentriert sich auf den Einsatz von KI zur drastischen Verkürzung von Entwicklungszyklen. KI-Methoden werden gezielt in der Material-, Komponenten- und Systementwicklung eingesetzt, um optimierte Designs schneller zu erzielen. Darüber hinaus ermöglichen neue KI-basierte Testmethoden – unter Verwendung virtueller Sensoren und physikalischer Alterungsmodelle – Echtzeit-On-Board-Diagnose ohne Erhöhung der Hardwarekomplexität. Mit dem Wachstum der FCV-Fahrzeugflotten ab 2026 wird die drahtlose, modellbasierte Datenanalyse zu einem entscheidenden Faktor für vorausschauende Wartung und Lebensdaueroptimierung. Vorausschauendes Energie- und Thermalmanagement unter Berücksichtigung von Routen, Verkehr etc. maximiert die Betriebseffizienz. Diese digitale Integration durch „digitale Zwillinge“ senkt die Gesamtbetriebskosten (TCO) für Schwerlastanwendungen signifikant und sichert der österreichischen Zulieferindustrie einen Technologievorsprung bei softwaredefinierten Wasserstoffantrieben.

### C.2.2 Wasserstoffproduktion via Elektrolyse

Die hocheffiziente Wasserstoffproduktion mittels Elektrolyse bildet das Rückgrat einer nachhaltigen Wasserstoffwirtschaft. Die strategische Nutzung der technologischen Synergien zwischen Elektrolyseuren und Brennstoffzellen – insbesondere im Hinblick auf Stack-Komponenten, Materialien und Herstellungsverfahren – beschleunigt die Skalierung und verbessert die Kosteneffizienz des gesamten Ökosystems.



### F&E-Thema C6: Fortschrittliche PEM-Elektrolyse (PEMEL)

- Beitrag zur Weiterentwicklung von 
- Anwendung von 
- Mehr: A3PS-Roadmap Table C-3: PEM Electrolysers (p. 3)
- **Ziele:** Sicherstellung der Skalierbarkeit trotz Rohstoffmangel durch Reduktion der Iridium-Beladung an der Anode; Kostensenkung durch automatisierte CCM-Produktion und Stack-Montage; Entwicklung von Fertigungsplattformen; Entwicklung PFAS-freier Membranen mit hoher Protonenleitfähigkeit und mechanischer Stabilität; Verbesserung der dynamischen Betriebsstabilität für die direkte Kopplung mit flüchtigen erneuerbaren Energiequellen

Als ausgereifteste Technologie für die flexible Produktion von grünem Wasserstoff befindet sich PEMEL im Übergang von kleinen Pilotanlagen Anlagen im Gigawatt-Bereich. Dies erfordert automatisierte, standardisierte Fertigungsplattformen, die eine zuverlässige Skalierung elektrochemischer Komponenten ermöglichen und Europas Wettbewerbsfähigkeit in der Elektrolyseurproduktion stärken. F&E muss nun dringend den „Iridium-Engpass“ und die anstehenden Umweltauflagen angehen, um die globale Wettbewerbsfähigkeit zu sichern. Zu den wichtigsten Prioritäten gehören eine signifikante Verringerung der Iridium-Beladung der Anode, um trotz Rohstoffknappheit die Skalierbarkeit zu gewährleisten, sowie die Entwicklung PFAS-freier Membranen mit hoher Protonenleitfähigkeit und mechanischer Stabilität.

Um die direkte Kopplung mit flüchtigen erneuerbaren Energiequellen zu unterstützen, konzentriert sich die Forschung auf die Verbesserung der dynamischen Betriebsstabilität. Die industrielle Skalierung wird zudem durch Kostensenkungen dank automatisierter Produktion von katalysatorbeschichteten Membranen (CCM) und fortschrittlicher Stack-Montage vorangetrieben. Durch die Integration KI-gestützter Materialforschung und -entwicklung können österreichische Anbieter Entwicklungszyklen beschleunigen und sich eine relevante Position auf dem globalen Elektrolyseurmarkt sichern, indem sie leistungsstarke und nachhaltige Komponenten und Systeme anbieten.



### F&E-Thema C7: Festoxidelektrolyse (SOEL) und protonenleitende keramische Elektrolyse (PCCEL)

- Beitrag zur Weiterentwicklung von 
- Anwendung von 
- Mehr: A3PS-Roadmap C.2.1: Hydrogen production / Table C-9: Solid Oxide Electrolysers (p. 34f)
- **Ziele:** kosteneffiziente BoP-Komponenten; kosteneffiziente Stacks; Hochdruckanwendungen; erhöhte Leistungsdichte und Langzeitstabilität; neue sauerstoff- und protonenleitende Keramikkomponenten; reduzierte Betriebstemperatur; Ersatz kritischer Elemente

Die Festoxidelektrolyse (SOEL), betrieben mit erneuerbarer Energie, ermöglicht die effiziente Produktion von grünem Wasserstoff oder, im Co-SOEC-Modus (Co-SOEL), von Synthesegas. Dieses ist ein Gemisch aus H<sub>2</sub> und CO für die anschließende Herstellung von E-Fuels (Power-to-X-Technologie). Die Forschung und Entwicklung umfassen die KI-basierte Optimierung von Materialien und die Verlängerung der Lebensdauer.

Weitere Forschung ist im Bereich neuer sauerstoff- und protonenleitender Keramikelektroden sowie Elektrolyte für Festoxidelektrolysezellen (SOECs) und protonenleitende Keramikelektrolysezellen (PCCECs) erforderlich, die keine oder nur reduzierte Mengen kritischer Rohstoffe enthalten. Die Zellen sollten eine höhere Leistungsdichte und Langzeitstabilität aufweisen, auch bei niedrigen Betriebstemperaturen. Weitere Ziele sind kostengünstige Stack-Designs, die auch für den Hochdruckbetrieb geeignet sind, sowie kostengünstige BoP-Komponenten.



### F&E-Thema C8: Anionenaustauschmembran-Elektrolyse (AEMEL)

- Beitrag zur Weiterentwicklung von 
- Anwendung von 
- Mehr: A3PS-Roadmap C.2 Electrolysis / Table C-3 (p. 31)
- **Ziele:** Entwicklung hochstabiler, hydroxidleitender Membranen und Ionomere zur Verlängerung der Lebensdauer (> 20.000 h); Steigerung der Leistungsdichte, um die Leistungslücke zu PEMEL zu schließen; Optimierung von Nicht-PGM-Katalysatoren (z. B. auf Nickelbasis) für die O<sub>2</sub>- und H<sub>2</sub>-Bildung; Standardisierung von Stack-Designs zur Ermöglichung einer kostengünstigen Massenfertigung unter Verwendung reichlich vorhandener Materialien

AEMEL bietet sich als vielversprechende, kostengünstige Elektrolysetechnologie an und kombiniert die dynamische Leistungsfähigkeit von PEM mit den wirtschaftlichen Vorteilen alkalischer Systeme. Das primäre F&E-Ziel besteht darin, die Leistungslücke zu PEMEL durch die Entwicklung hochstabiler, hydroxidleitender Membranen und Ionomere mit einer Lebensdauer von über 20.000 Stunden zu schließen. Ein entscheidender industrieller Vorteil liegt in der Optimierung von Nicht-PGM-Katalysatoren (z. B. auf Nickelbasis), wodurch die Abhängigkeit von Edelmetallen wegfällt, und ein kostenunabhängiger Produktionsweg gewährleistet wird. Darüber hinaus sind fortschrittliche Elektroden- und Stapelarchitekturen erforderlich, um interne parasitäre Verluste zu minimieren, wobei der Fokus insbesondere auf der Reduzierung von Nebenschlussströmen liegt, um die Gesamtsystemeffizienz zu steigern. Für AEMEL, das nun von der Laborforschung in die vorindustrielle Phase übergeht, ist die Fokussierung auf die Massenproduktion mit reichlich vorhandenen Materialien von entscheidender Bedeutung. Durch die Integration von KI-gestützter Materialwissenschaft und Grundlagenforschung in elektrochemische Schnittstellen können Wissenschaft und Industrie Österreichs die technologischen Grundlagen für eine hocheffiziente Elektrolyse ohne Edelmetalle schaffen und so die nächste Generation skalierbarer grüner Wasserstoffsysteme vorantreiben.







### C.2.3 Andere Möglichkeiten zur Wasserstoffproduktion

#### F&E-Thema C9: Alternative Möglichkeiten zur Wasserstoffproduktion

- Beitrag zur Weiterentwicklung von 
- Anwendung von 
- Mehr: A3PS-Roadmap Table C-10: Other forms of hydrogen generation (p. 36), and E.3: Biofuels (p. 45)
- **Ziele:** Weiterentwicklung chemischer Kreislaufsysteme mit Festmetallträgern, Photo-Elektrolyse, Photolyse und thermo-elektrochemischen Prozessen zur Nutzung von Solar- und Wärmeenergie; Entwicklung von KI-gestützten Katalysatoren, hochreiner Gasreinigung und skalierbaren Reaktorkonzepten für neuartige Elektrolysevarianten; Optimierung der Methanpyrolyse, Plasmolyse und biogenen Vergasung zur Gewinnung von CO<sub>2</sub>-neutralem H<sub>2</sub> und festem Kohlenstoff; Integration von CCS/U zur Gewinnung von CO<sub>2</sub>-neutralem oder CO<sub>2</sub>-negativem H<sub>2</sub> aus lokalen Abfällen und Biomasse

#### Legende:

Schlüsseltechnologien & Stärkefelder:



-  Künstliche Intelligenz und Dateninnovation
-  Chips, Elektronische Komponenten & Systeme
-  Fortgeschrittene Produktionstechnologien & Robotik
-  Fortgeschrittene Werkstoffe
-  Energie- und Umwelttechnologien
-  Mobilitätstechnologien

Im Einklang mit Roadmap-Tabelle C-10 konzentriert sich dieses Thema auf die Diversifizierung der Produktion, um die Versorgungssicherheit zu gewährleisten und die Abhängigkeit von Strompreisschwankungen zu verringern. Die Forschung fokussiert sich auf Biomassevergasung, chemische Kreislaufprozesse im Festbett zur H<sub>2</sub>-Erzeugung (bei denen ein Feststoff Sauerstoff zwischen den Reaktionen überträgt), Methanpyrolyse und Plasmolyse zur Produktion von Wasserstoff und festem Kohlenstoff. Wichtige Zukunftsfelder sind Photo-Elektrolyse, Photolyse und thermoelektrochemische Prozesse sowie neuartige Elektrolysevarianten, die thermische oder Solarenergie nutzen. Zu den Forschungs- und Entwicklungsprioritäten gehören die KI-gestützte Katalysatorentwicklung, optimierte Reaktorkonstruktionen für Skalierbarkeit und fortschrittliche Gasreinigung. Die Integration von CCS/U in biogene Prozesse ermöglicht zudem negative Emissionen. Durch die Nutzung von Industrieabfällen und lokalen Rohstoffen können Österreich mit diesen diversifizierten Verfahren Materialkreisläufe schließen und eine kosteneffiziente, stabile Wasserstoffversorgung für den wachsenden Mobilitätssektor gewährleisten. Sie ergänzen den primären Elektrolyseweg durch hocheffiziente, alternative Technologien.

#### C.2.4 Wasserstoffspeicherung und -verteilung



Die Schaffung einer widerstandsfähigen und effizienten Wasserstoffinfrastruktur – einschließlich fortschrittlicher Speicherlösungen, hochreiner Verarbeitung und vielfältiger Vertriebswege – ist das entscheidende Bindeglied, um die Lücke zwischen der großtechnischen Produktion und den sektorübergreifenden Anforderungen einer dekarbonisierten Wirtschaft zu schließen.

##### **F&E-Thema C10: Verteilung, Reinigung und Integration von natürlichem Wasserstoff**

- Beitrag zur Weiterentwicklung von 
- Anwendung von 
- Mehr: A3PS-Roadmap C.2.2 / Table C-11: Hydrogen Storage and Distribution (p. 36)
- **Ziele:** Sicherstellung der Versorgungssicherheit; Kostenreduzierung; Effizienzsteigerung; Innovation von Transportlösungen auf Eisenbasis; Sicherheit

Dieses Thema konzentriert sich auf die notwendige Infrastruktur zur Integration verschiedener Wasserstoffquellen. Zu den wichtigsten Prioritäten zählen die Gewinnung von natürlichem (weißem) Wasserstoff, die Entwicklung von Energieträgern für den interkontinentalen Transport und die Erschließung internationaler Importquellen. Die F&E zielt auf fortschrittliche, auf natürlichen Wasserstoff zugeschnittene Reinigungstechnologien ab, sowie auf die Optimierung von Verdichtung und Verflüssigung für die Versorgung per Pipeline und Tankwagen. Darüber hinaus werden neue Lösungen wie metallbasierte Energieträger (z. B. Eisen-Redox-Systeme) erforscht, welche integrierte Lösungen für die Wasserstoffproduktion, -speicherung und den -transport bieten und gleichzeitig den indirekten Wasserverbrauch und den virtuellen Wassertransfer entlang der Wasserstofflieferketten reduzieren. Weitere Forschung konzentriert sich auf die KI-gestützte Optimierung des Ökosystems zur Steigerung der Verteilungseffizienz und -sicherheit. Durch die Weiterentwicklung von Fertigungsprozessen für Kompressions- und Verteilungskomponenten sowie die Optimierung von Gasreinigungstechnologien gewährleistet dieses Thema eine resiliente und kosteneffiziente H<sub>2</sub>-Versorgung.

##### **F&E-Thema C11: Wasserstofftankstellen (HRS)**

- Beitrag zur Weiterentwicklung von 
- Anwendung von 
- Mehr: A3PS-Roadmap C.2.3 / Table C-12: Hydrogen Refueling Stations (p. 36f)
- **Ziele:** Kostenreduzierung (Investitions- und Betriebskosten) der Betankungsinfrastruktur; Versorgungssicherheit mit Wasserstoff; Sicherheit

F&E priorisieren die rasche Einführung von Wasserstofftankstellen (HRS) für den Schwerlastverkehr, um einen FCV-Marktanstieg zwischen 2026 und 2029 zu ermöglichen. Der Fokus liegt auf verbesserten Kompressionskonzepten, dem Qualitätsmanagement von Wasserstoff und mobilen Betankungsanlagen zur Reduzierung von Investitions- und Betriebskosten. Für die Versorgungssicherheit ist ein hybrider Ansatz, der Pipeline-, Trailer- und Vor-Ort-Produktion kombiniert, unerlässlich.

Ein zentrales strategisches Ziel ist die Mehrfachzertifizierung (UN/ECE R134<sup>13</sup>, PED<sup>14</sup>, TPED<sup>15</sup>), die es ermöglicht, standardisierte Komponenten gleichzeitig für die Automobil-, Off-Road- und Transportbranche einzusetzen. Diese Synergie beschleunigt die Produktionsmengen und stärkt die europäische Wertschöpfungskette. Durch die Entwicklung skalierbarer Fertigungsplattformen und hochverfügbarer Netzwerke sichert sich die österreichische Industrie technologische Souveränität und eine führende internationale Position und wandelt isolierte Pilotprojekte in eine robuste, kosteneffiziente Infrastruktur für eine dekarbonisierte Logistik um.

## D F&E Herausforderungen: *Hybrids and Sustainable Fuels 2026-2029*

Dieses Positionspapier-Kapitel konzentriert sich auf die Forschungs- und Entwicklungsanforderungen für Hybridantriebe, die Verbrennungsmotoren in Kombination mit nachhaltigen Energieträgern einschließen. Dabei werden Straßenfahrzeuge (z. B. Pkw, Lkw, Busse), mobile Arbeitsmaschinen (z. B. Land-, Forst-, Garten- und Baumaschinen, Gabelstapler) sowie Sonderfahrzeuge (z. B. Kommunalfahrzeuge, Feuerwehrfahrzeuge, Mobilkrane) berücksichtigt, wobei die Defossilisierung bestehender und zukünftiger Antriebsstränge durch den Einsatz nachhaltiger Kraftstoffe erreicht wird.

### D.1 Kernaussagen für die Arbeitsgruppe HYF – *Hybrids and Sustainable Fuels*





- **Dedicated Hybridantriebe und andere hochentwickelte Antriebskonzepte:** Deutliche Verbesserung der CO<sub>2</sub>-Bilanz über den gesamten Lebenszyklus (LCA) und Kostensenkung für Pkw, Motorräder, Nutzfahrzeuge und Off-Road-Anwendungen.
- **Quantensensorik:** Entwicklungs- und Validierungswerkzeuge der nächsten Generation.
- **Maximale Effizienz und minimale Emissionen durch alternative Kraftstoffe:** Kraftstoffe wie Erdgas (NG), Wasserstoff (H<sub>2</sub>), Ammoniak (NH<sub>3</sub>) und Methanol (MeOH) sollten für Nutzfahrzeuge angestrebt werden. Hydriertes Pflanzenöl (HVO), Power-to-X (PtX), wobei X flüssig oder gasförmig sein kann, Methanol (MeOH), Wasserstoff (H<sub>2</sub>) und Ammoniak (NH<sub>3</sub>) sind für schwere Nutzfahrzeuge, mobile Arbeitsmaschinen und Sonderfahrzeuge relevant, ebenso wie Flex-Fuel-Ethanol (E20–E100) und Wasserstoff (H<sub>2</sub>) für Pkw. Die Verwendung unterschiedlicher Kraftstoffe erfordert stets Anpassungen des Verbrennungsprozesses, beispielsweise des Einspritzsystems, des Zündsystems, der Gemischbildung, des Verdichtungsverhältnisses und der Ladungsverteilung.
- **Synthese nachhaltiger Kraftstoffe und E-Alkohole:** Verbesserung des Fischer-Tropsch-Verfahrens durch effiziente, kostengünstige und langzeitstabile Katalysatoren.

### D.2 Anforderungen an Technologieentwicklung und Forschungsbedarf

Nachfolgend sind die wichtigsten Forschungsziele für die Arbeitsgruppe *Hybrids and Sustainable Fuels* (HYF) genannt.

#### D.2.1 ICE and Hybrid Powertrains

#### **F&E-Thema D1: Neue Antriebskonzepte für Nutzfahrzeuge auf Basis von Verbrennungsmotoren (Straßenfahrzeuge, mobile Arbeitsmaschinen und Sonderfahrzeuge)**









- Beitrag zur Weiterentwicklung von 
- Anwendung von   
- Mehr: A3PS-Roadmap D.2 Sustainable Combustion Engine / Table D-1 (p. 39f)
- **Ziele:** Versorgungssicherheit; Flexibilität; Eignung für verschiedene Kraftstoffe; Optimierung

Die Entwicklung innovativer Antriebskonzepte für Nutzfahrzeuge auf Basis verbrennungsmotorischer Systeme (ICE) stellt sowohl im On-Road- als auch im Off-Road-Segment einen zentralen Forschungsschwerpunkt dar. Im Fokus stehen dabei unterschiedliche Fahrzeugklassen, darunter Straßenfahrzeuge, mobile Arbeitsmaschinen und Sonderfahrzeuge. Diese heterogenen Einsatzprofile erfordern differenzierte Antriebsarchitekturen, die Effizienz, Emissionsreduktion und Betriebssicherheit gleichermaßen adressieren. In diesem Zusammenhang spielt die Optimierung des Aufladesystems (Turbolader, E-Kompressor, E-Turbo), des Kraftstoffeinspritz- und Verbrennungssystems (PFI und DI) sowie der Abgasnachbehandlung eine entscheidende Rolle.

Hybridisierte Antriebssysteme und Range-Extender-Konzepte gelten auch in diesem Segment als besonders vielversprechende Übergangstechnologien. Sie ermöglichen die Kombination hochoptimierter Verbrennungsmotoren und Getriebe mit elektrischen Antriebskomponenten. Die Entwicklung sogenannter *Dedicated Hybrid Engines* zielt darauf ab, Verbrennungsmotoren speziell für den hybriden Betrieb auszulegen und auch den Einsatz alternativer Kraftstoffe zu ermöglichen. Dadurch lässt sich die CO<sub>2</sub>-Bilanz über den gesamten Lebenszyklus (LCA) signifikant verbessern. Ergänzend soll eine Multi-Fuel-Tauglichkeit untersucht werden, um Versorgungssicherheit, Preisstabilität und Resilienz gegenüber geopolitischen oder marktbedingten Schwankungen zu erhöhen. Diese Flexibilität ist insbesondere in der Übergangsphase von fossilen zu vollständig nachhaltig erzeugten Energieträgern von strategischer Bedeutung.

Im Off-Road- und Heavy-Duty-Bereich stehen robuste, hochbelastbare Hybridstrukturen im Vordergrund. Dazu zählen optimierte

**Legende:**  
Schlüsseltechnologien & Stärkefelder:

-  Künstliche Intelligenz und Dateninnovation
-  Chips, Elektronische Komponenten und Systeme
-  Fortgeschrittene Produktionstechnologien und Robotik
-  Quantentechnologie und Photonik
-  Fortgeschrittene Werkstoffe
-  Life-Science & Biotech
-  Energie- und Umwelttechnologien
-  Mobilitätstechnologien

Batteriekonzepte, komplexe neuartige Getriebestrukturen (variable Übersetzung, mechanisch-elektrisch leistungsverzweigt) und leistungsfähige Elektromotoren und Umrichtertechnik, die den anspruchsvollen [Anm.: große Spreizung, hohe Lasten, häufige Schaltvorgänge, ...] Lastkollektiven dieser Anwendungen gerecht werden.

Künstliche Intelligenz spielt zunehmend eine Schlüsselrolle bei der Systemauslegung und Betriebsstrategieoptimierung. KI-gestützte Methoden ermöglichen sowohl die automatisierte Konzeption komplexer Antriebsarchitekturen als auch die adaptive Optimierung des realen Fahrbetriebs.

### F&E-Thema D2: Neue Antriebskonzepte für mobile Großmotoren

- Beitrag zur Weiterentwicklung von 
- Anwendung von 
- Mehr: A3PS-Roadmap D.1 Sustainable Combustion Engine (p. 39f)
- **Ziele:** Effizienz; fossilfreier Betrieb

In den kommenden Jahren werden neue Antriebskonzepte für mobile Großmotoren maßgeblich von der Notwendigkeit der Klimaneutralität und der Unabhängigkeit von fossilen Brennstoffen geprägt sein. Insbesondere bei dezentralen Anwendungen ist die kurzfristige Elektrifizierung großer Motoren aufgrund hoher Energiedichten, Reichweitenanforderungen, Ladeinfrastrukturbedarf und Betriebsprofile oft unrealistisch – insbesondere, aber nicht ausschließlich, in der Schifffahrt, im Bergbau und im Güterverkehr.

Die Forschung an flexiblen Dual-Fuel-Konzepten wird zunehmend wichtiger, da der konventionelle Dieselbetrieb in vielen Fällen eine notwendige Backup-Lösung bleibt. Der hocheffiziente Betrieb mit Erdgas (NG) stellt eine Brückentechnologie dar, der Fokus liegt hier jedoch insbesondere auf alternativen Kraftstoffen wie Ammoniak, Methanol und Wasserstoff, die anpassungsfähige Motor- und Verbrennungskonzepte erfordern. Für stationäre Anwendungen rücken hingegen Monofuel-Motorenkonzepte immer stärker in den Fokus, um einen vollständig fossilfreien Betrieb mit Wasserstoff, Ammoniak oder Methanol zu ermöglichen.

Die Forschungsanforderungen umfassen hier nicht nur die Weiterentwicklung von Verbrennungsprozessen, sondern auch die Auslegung von Einspritz- und Kraftstoffsystemen, die Anpassung von Schmieröltechnologien an neue Kraftstoffe sowie die Entwicklung effizienter Abgasnachbehandlungssysteme, um die zukünftigen Emissionsanforderungen für alle genannten Konzepte zuverlässig zu erfüllen. Darüber hinaus ist eine systematische Untersuchung der Material- und Komponentenverträglichkeit entlang des Kraftstoffpfades (z. B. Einspritzsysteme, Dichtungen, Kolbenringe, Gleitlager usw.) unter realen Betriebsbedingungen erforderlich.

Die Auswirkungen alternativer Kraftstoffe und potenzieller Reaktionsprodukte auf das Schmierölssystem und das gesamte tribologische System (Ölalterung, Additivchemie, Korrosion, Verschleißmechanismen, Ablagerungen) sind weitgehend unerforscht und müssen dringend untersucht werden, um einen sicheren und dauerhaften Betrieb zu gewährleisten. Gleichzeitig bietet die Weiterentwicklung dieser Technologien großes Potenzial für den Technologietransfer in stationäre Anwendungen, beispielsweise in Stromaggregaten. Die gewonnenen Erkenntnisse hinsichtlich Kraftstoffflexibilität, Komponentenrobustheit und Betriebsstrategie können skaliert und zur Dekonstruktion fossiler Brennstoffe in der dezentralen Energieversorgung genutzt werden.

### F&E-Thema D3: Dedicated Hybridantriebe für Pkw, Motorräder und Off-Road-Fahrzeuge



- Beitrag zur Weiterentwicklung von 
- Anwendung von 
- Mehr: A3PS-Roadmap D.1 Sustainable Combustion Engine (p. 39f)
- **Ziele:** Verbesserung der Fahrzeugeffizienz

*Dedicated* Hybride mit hohem Integrationsgrad von Komponenten und Funktionen bieten enormes Potenzial zur Steigerung der Gesamteffizienz von Pkw, Motorrädern und Off-Road-Anwendungen. Hierbei kommen Vollhybride (HEV), Range Extender (REX) und Plug-in-Hybride (PHEV) infrage. Um dieses Ziel zu erreichen, müssen verschiedene Hardware- und Softwareaspekte berücksichtigt werden. Hocheffiziente REX-Motoren mit erweiterter Expansion ermöglichen minimale CO<sub>2</sub>-Emissionen und emissionsfreien Betrieb. Sie werden zunehmend für den Betrieb mit Flex-Fuel, Ethanol und Wasserstoff weiterentwickelt. Hybridantriebe mit effizienter, langlebiger und funktionssicherer elektromechanischer Betätigung, elektronisch/elektrisch gesteuerten CVT-Getrieben (e-CVTs), elektromechanischen Differenzialen und kompakten, *dedicated* Hybridgetrieben (DHT) mit Hochgeschwindigkeits-Elektromotoren und effizienten, langlebigen Klauenkupplungen müssen auf verschiedenen Ebenen – von der mechanischen bis zur Materialebene – berücksichtigt werden. Letzteres wird beispielsweise durch die Wahl fortschrittlicher Fertigungsverfahren sowie neuer Beschichtungs- und Materialtechnologien angegangen. Dabei wird für Wechselrichter auf Siliziumkarbid (SiC), Galliumnitrid (GaN) und Halbleiter mit großer Bandlücke umgestiegen, um Verluste und den Energieverbrauch des Fahrzeugs zu reduzieren. Darüber hinaus müssen Kühl- und Schmierstoffe im Hinblick auf die Optimierung des Wärmemanagements und der Reibung verbessert werden.

Zusätzlich sollen universelle und prädiktive KI- und modellbasierte Regelalgorithmen für Komponenten, Getriebe und Verbrennungsmotoren untersucht werden. Außerdem kann der Anteil des elektrisch betriebenen Antriebs maximiert werden, indem solche Regelstrategien mit KI-gestützter intelligenter Routenwahl kombiniert werden.

Zum Testen der genannten Funktionalitäten müssen skalierbare, modell- und KI-basierte Testmethoden für SiL/HiL sowohl auf System- als auch auf Komponentenebene entwickelt werden.

#### F&E-Thema D4: Fortschrittliche Getriebesysteme für emissionsfreie Nutzfahrzeuge, mobile Arbeitsmaschinen und Sonderfahrzeuge

- Beitrag zur Weiterentwicklung von 
- Anwendung von 
- Mehr: A3PS-Roadmap D.2 Transmission / Table D-2 (p. 40f)
- **Ziele:** Steigerung der Effizienz auf Systemebene

Nutzfahrzeuge, mobile Arbeitsmaschinen und Sonderfahrzeugen verfügen über den Fahrtrieb hinausgehend zumeist über mehrere voneinander unabhängigen Antriebe, bspw. für den Betrieb von großen Nebenaggregaten, leistungsstarken Hydraulikantrieben und Anbaugeräten.

Darüberhinausgehend zeichnet sich der Fahrtrieb von Nutzfahrzeugen im Vergleich zu PKW und Bus oftmals durch einen großen Bedarf an Spreizung hinsichtlich hoher Zugkraft / Radmoment versus Fahrgeschwindigkeit / Drehzahl aus, womit elektrische Direktantriebe an ihre Grenzen stoßen bzw. eine vergleichsweise teure Lösung durch die Notwendigkeit sehr großer Komponenten resultieren kann.

Der Einsatz von ausgeklügelten Getriebekonzepten eröffnet für elektrisch hybride Fahrzeuge das Potential, die Komponentengrößen von E-Motoren und Leistungselektronik optimieren zu können. Dies erlaubt einerseits deutliche Kostenreduktion für den Hochvoltantrieb, und andererseits das Ausreizen von Bestpunkt-Wirkungsgraden über weite Bereiche. Beispiele hierfür sind die Kombinationen von Elektroantrieben mit Getriebe mit variabler Übersetzung (e-CVT) für Elektrofahrzeuge sowie elektrisch leistungsverzweigte Getriebe für Hybridfahrzeuge. Der Einsatz von Getrieben ermöglicht zudem die Nutzung von Hochdrehzahl-E-Antrieben für Nebenaggregate und Hydraulikantriebe. Darüberhinausgehend kann die Integration des Thermomanagements von E-Motoren und Leistungselektronik in den Getriebehaushalt zweckmäßig sein.

#### F&E-Thema D5: Quantensensorik für Antriebsstranganwendungen

- Beitrag zur Weiterentwicklung von 
- Anwendung von 
- Mehr: A3PS-Roadmap A.1 Advanced Vehicle Control Systems and Software (p. 11)
- **Ziele:** Etablierung hochpräziser Entwicklungs- und Validierungswerkzeuge

Die Erforschung und Entwicklung von Quantensensorik mit *Nitrogen-Vacancy* basierten Konzepten zur Magnetfeldmessung, ist essenziell, beispielsweise für die indirekte, kontaktlose Strommessung als Schlüsselkomponente elektrifizierter Systeme. Parallel dazu müssen Synergien mit Photonik untersucht werden, um Miniaturisierung, höhere Funktionsdichte und skalierbare Systemkonzepte zu ermöglichen. Obwohl die monolithische Integration auf Chipebene nicht angestrebt wird, sollen Fortschritte in dieser Richtung die Systemkosten durch skalierbare Fertigung senken und hochminiaturisierte, integrierbare Sensorarchitekturen auf Systemebene ermöglichen.

Ein zentrales Element ist die Datenintelligenz, die fortschrittliche Signalverarbeitung mit KI/ML-Methoden kombiniert, um Robustheit, Unsicherheitsquantifizierung und die Gewinnung verwertbarer Informationen aus den Messwerten von Quantensensoren unter realistischen Betriebsbedingungen zu verbessern.

Quantensensorik wird auch in hybriden Messketten zusammen mit konventionellen Sensoren und komplementären Schlüsseltechnologien evaluiert, um eine verbesserte Sensorleistung, Redundanz und Systemdiagnostizierbarkeit zu ermöglichen. Diese Aktivitäten werden durch rigorose Benchmarks mit etablierten Sensortechnologien und alternativen physikalischen Prinzipien begleitet, mit dem Ziel, hochpräzise Entwicklungs- und Validierungswerkzeuge für die Realisierung bereitzustellen.

Während die ersten Zielanwendungen im Bereich der Hybridsysteme liegen werden, sollen die Ansätze so allgemein gehalten sein, dass sie später auch in der Elektromobilität, bei Energiesystemen, autonomen Systemen und darüber hinaus Anwendung finden können.

##### Legende:

Schlüsseltechnologien & Stärkefelder:



-  Künstliche Intelligenz und Dateninnovation
-  Chips, Elektronische Komponenten & Systeme
-  Quantentechnologie und Photonik
-  Fortgeschrittene Produktionstechnologien und Robotik
-  Fortgeschrittene Werkstoffe
-  Energie- und Umwelttechnologien
-  Mobilitätstechnologien

## D.2.2 Nachhaltige Energieträger

Die Herstellung von Biokraftstoffen und erneuerbaren Kraftstoffen nicht-biologischen Ursprungs (RFNBOs) umfasst E-Kraftstoffe (mittels Fischer-Tropsch-Synthese), E-Methanol und E-Methan (*Power-to-X*-Technologien). Ein technologieoffener Ansatz wird dabei verfolgt. Die Produktion erneuerbarer Kraftstoffe zielt einerseits darauf ab, die österreichische Mobilitätsindustrie bei der Herstellung emissionsfreier Fahrzeuge zu unterstützen. Andererseits soll sie die Umrüstung bestehender Fahrzeuge auf nachhaltige Kraftstoffe ermöglichen (und damit Wertschöpfung und Beschäftigung in Österreich sichern).

Die Wasserstoffproduktion mittels Elektrolyse, die Synthesegasproduktion mittels Co-Elektrolyse und die Wasserstoffproduktion aus anderen Quellen werden in Kapitel [C.2.2 Wasserstoffproduktion via Elektrolyse](#) und Kapitel [C.2.3 Andere Möglichkeiten zur Wasserstoffproduktion](#) behandelt.

### F&E-Thema D6: Kraftstoffproduktion durch Fischer-Tropsch-Synthese und direkte CO<sub>2</sub>-Hydrierung zu e-Alkoholen

- Beitrag zur Weiterentwicklung von 
- Anwendung von 
- Mehr: A3PS-Roadmap E.2 / Table E-1: Renewable Fuels of Non-Biological Origin (RFNBO), A3PS-Roadmap E.3: Biofuels / Table E-2: Fischer-Tropsch fuels from biomass (p. 44f)
- **Ziele:** Kommerzielle Anlagen; Kostenreduzierung; Langzeitstabilität von Katalysatoren; höhere Effizienz; Pilotanlagen oder Demonstrationsanlagen; Ersatz der Diesel-/Premiumkraftstoffproduktion

Unabhängig von der Wasserstoff- und erneuerbaren Kohlenstoffquelle lassen sich nachhaltige Kraftstoffe mittels Fischer-Tropsch-Synthese herstellen. Das Fischer-Tropsch-Verfahren (FT-Verfahren) ist eine etablierte Methode zur Herstellung hochwertiger synthetischer Kraftstoffe aus kohlenstoffhaltigen Materialien. Es umfasst drei Hauptschritte: die Vergasung des Ausgangsmaterials zur Erzeugung von Rohgas, die Aufbereitung des Gases zu Synthesegas (*Syngas*) und die katalytische Synthese zu flüssigen Kraftstoffen. Fischer-Tropsch-Kraftstoffe (FT-Kraftstoffe) aus Biomasse gelten als Biokraftstoffe, FT-Kraftstoffe nicht-biologischen Ursprungs, die auch als synthetische Kraftstoffe oder E-Fuels bezeichnet werden, als RFNBOs (*Renewable Fuel of Non-Biological-Origin*). Das FT-Verfahren kann durch effiziente, kostengünstige und langzeitstabile Katalysatoren, einschließlich künstlicher Intelligenz (KI), weiter verbessert werden, was die Forschung und Entwicklung beschleunigen. Ein weiterer Ansatz ist die direkte Hydrierung von CO<sub>2</sub> zu Alkoholen als Kraftstoffe und Rohstoffe. Technologien zur CO<sub>2</sub>-Abscheidung aus industriellen Punktquellen gelten als besonders wichtig für eine rasche industrielle Transformation. Darüber hinaus wird die Weiterentwicklung der CO<sub>2</sub>-Abscheidung aus der Atmosphäre empfohlen, die derzeit noch zu teuer ist.

Obwohl industrielle E-Fuel-Anlagen vorwiegend in Regionen mit günstigem Strom aus erneuerbaren Energien und einer Quelle für nicht-fossiles CO<sub>2</sub> angesiedelt werden sollten, ist es sinnvoll, die notwendige Technologie in Österreich oder unter österreichischer Beteiligung, z. B. in Demonstrationsanlagen, zu entwickeln und zu verbessern. Die Weiterentwicklung von Biomasse-Vorbehandlungsverfahren und die verbesserte Integration der CO<sub>2</sub>-Abscheidung sind ebenfalls zentrale Prioritäten.

Angesichts der anhaltenden Energiekrise und des Kerosinmangels ist die Synthese nachhaltiger Alkohole besonders wichtig. Erstens können Methanol und Ethanol bestehenden Kraftstoffen (z. B. E20 oder E85) beigemischt werden, wodurch die Abhängigkeit von importierten erdölbasierten Rohstoffen verringert wird. Zweitens können Alkohole über das bereits etablierte Verfahren zur Herstellung von Flugkraftstoffen aus Methanol verarbeitet werden.

## E F&E Herausforderungen: *Innovative Materials and Production 2026-2029*

### E.1 Kernaussagen für die Arbeitsgruppe IMP – *Innovative Materials and Production*

Der Bereich „Innovative Materialien und Produktion“ ist explizit als Querschnittsthema innerhalb der A3PS angelegt und wird auch in mehreren anderen Arbeitskreisen behandelt. Es geht dabei insbesondere um die Verwendung kritischer Rohstoffe, deren Substitution durch alternative Materialien und die Kreislaufwirtschaft. Sowohl bei Verbrennungsmotoren als auch bei Elektroantrieben mit Batteriesystemen und Brennstoffzellen spielen Materialeigenschaften und letztlich Materialkosten eine zentrale Rolle. Das 10R-Konzept ist keine bloße abstrakte Phrase, sondern wird sehr ernst genommen und in der Industrie umgesetzt.

Europa als Produktionsstandort und Österreich als kleines, aber bedeutendes Industrieland stehen aktuell vor nie dagewesenen Herausforderungen. Die intelligente Digitalisierung innerhalb von Wertschöpfungsnetzwerken (z. B. durch die Einrichtung und zuverlässige Nutzung von Datenräumen) ist kein Selbstzweck, sondern eine logische Konsequenz der Anforderungen moderner Kommunikation.

Um wieder wettbewerbsfähig zu sein, müssen wir alle geeigneten Instrumente einsetzen und die neuen Möglichkeiten prüfen. Dazu gehören selbstlernende fahrerlose Transportsysteme (engl. *Autonomous guided vehicles*- AGVs) und die Kinematik humanoider Roboter, die erst kürzlich auf Hannover Messe 2026 im Mittelpunkt standen. All diese Systeme werden uns helfen, die Herausforderungen des Arbeitsmarktes zu meistern und die Stückkosten zu senken.

### E.2 Anforderungen an Technologieentwicklung und Forschungsbedarf

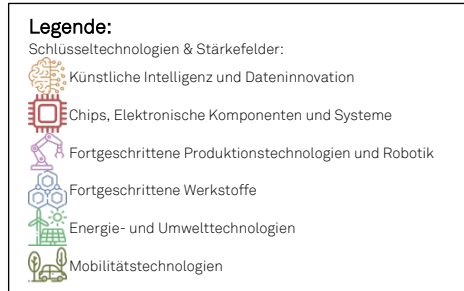
Nachfolgend sind die wichtigsten Forschungsziele für die Arbeitsgruppe *Innovative Materials and Production* (IMP) genannt.

#### E.2.1 Fertigungsgerechte Konstruktion / Kreislaufwirtschaft

##### **F&E-Thema E1: Entwicklung von 10R-Technologien**



- Beitrag zur Weiterentwicklung von 
- Anwendung von 
- Mehr: A3PS-Roadmap F.1 Design for Manufacturing / Circularity / Table F-1 (p. 48f)
- **Ziele:** Sicherstellung der Material-/Komponentenverfügbarkeit; Kostenreduktion; Verringerung der Abhängigkeit von Rohstoffimporten; Verlängerung der Lebensdauer; Erstellung eines Business Case für Kreislauffabriken; Konzeptentwicklung für Recycling/Wiederverwendung; Erfüllung regulatorischer Anforderungen

Die Demontagefähigkeit von Komponenten und Systemen ist entscheidend für die Recyclingfähigkeit. Um die Recyclingfähigkeit vom Stadium der Produktion bis zum Ende der ersten Nutzung zu gewährleisten, müssen zunehmende Komplexität und Designkonzepte mit mehreren Materialien berücksichtigt werden. Recyclingunternehmen müssen in der Lage sein, verschiedene Produkte branchenübergreifend zu demontieren. Künstliche Intelligenz (KI) muss diese Entwicklungen unterstützen. Produktionsprozesse müssen grundlegend überdacht werden, da bestimmte Fertigungstechniken wie Schweißen oder Löten keine zerstörungsfreie Demontage ermöglichen und somit die Wiederverwendung von Komponenten verhindern. Gemäß dem 10R-Konzept sollte Recycling als letzte Option betrachtet werden, während Wiederverwendung und Aufarbeitung nach Möglichkeit Priorität haben. Die Erfüllung der 10R-Ziele erfordert die Entwicklung von Produktionstechnologien für noch nicht vollständig definierte Anwendungsfälle, wie beispielsweise die Zweitnutzung oder Wiederaufbereitung bestimmter Komponenten von Elektrofahrzeugen und Batterien. KI spielt eine zunehmend wichtige Rolle bei der Ermittlung optimaler Verarbeitungsparameter für komplexe Materialkombinationen und angewandte Produktionstechnologien. Dadurch werden Kosten gesenkt, die Qualität verbessert und die Agilität in der Produktion von elektrischen Antriebssträngen und Batterien erhöht.





## E.2.2 Advanced Materials / Leichtbau-Hybrid-Strukturen

### F&E-Thema E2: Prozess- und produktübergreifende, harmonisierte Legierungskonzepte (Uni-Legierung)

- Beitrag zur Weiterentwicklung von 
- Anwendung von 
- Mehr: A3PS-Roadmap F.2 Advanced Materials/Lightweight Hybrid Structures / Table F-2 (p. 49f)
- **Ziele:** Alternative zum Gigacasting; Verbesserung der Kreislaufwirtschaft von Aluminium und Magnesium; Sicherstellung der Verfügbarkeit von Leichtbaumaterialien für die Automobilindustrie bei gleichzeitig erhöhter Souveränität der Lieferkette

Kreislaufwirtschaft für Leichtbaumaterialien wie Magnesium und Aluminium ist für die europäische Souveränität unerlässlich. Da im Automobilsektor eine Vielzahl unterschiedlicher Legierungen gleichzeitig verwendet wird, stellt das Recycling in dieser Branche eine große Herausforderung dar. Recycling funktioniert derzeit gut, wenn die Trennung verschiedener Legierungen kosteneffizient erfolgen kann, beispielsweise wenn Produktionsabfälle einer einzigen Legierung direkt dem Recyclingprozess zugeführt werden können. Im Automobilsektor wird die höchste Recyclingquote aktuell für Gusslegierungen in Motorblöcken erzielt – ein Bereich, der mit dem Übergang der Branche zur Elektromobilität zukünftig an Bedeutung verlieren wird. Abgesehen von Gusslegierungen ist die Herstellung von recycelten Legierungen für die Blechproduktion und das Strangpressen aufgrund unterschiedlicher Anforderungen kaum realisierbar, was im Automobilsektor jedoch notwendig wäre. Daher ist es im Sinne des 10R-Ansatzes (R1 „Umdenken“) erforderlich, neue Legierungskonzepte sowie zugehörige Produkte und Wertschöpfungsketten zu entwickeln, die im Sinne von R2 „Reduzieren“ die Komplexität der vielen spezifischen Legierungen verringern. Ziel ist die Entwicklung von Basislegierungen, die sowohl als Guss- als auch als Knetlegierungen eingesetzt werden können. Diese Legierungen sollten sich auch für die additive Fertigung eignen und schweißbar sein, wodurch sie zu R4 „Reparatur“ beitragen und die Umsetzung im Rahmen von R8 „Recycling“ ermöglichen. Mit diesen „Universallegierungen“ ist es daher möglich, eine einzige Basislegierung – die nicht unbedingt für jede Anwendung optimal ist – für alle Produktionswege (vom Gießen über Schmieden und Strangpressen bis hin zur Blechbearbeitung usw.) zu verwenden. Dieses Konzept stellt somit eine Alternative zum „Gigaguss-Ansatz“ dar. Da auch zukünftig eine Vielzahl von Bauteilen mit unterschiedlichen Verfahren hergestellt wird, ist eine Standardbasislegierung optimal, um die Nutzung der vorhandenen Ressourcen auf dem Weg zur Erreichung der Ziele der Kreislaufwirtschaft zu maximieren.

### F&E-Thema E3: Beschichtungstechnologie

- Beitrag zur Weiterentwicklung von 
- Anwendung von 
- Mehr: A3PS-Roadmap F.2 Advanced Materials/Lightweight Hybrid Structures / Table F-2 (p. 49f)
- **Ziele:** Kostenreduktion; CRM-Unabhängigkeit; verbesserte Haltbarkeit; verbesserte Qualität; Umweltverträglichkeit; 10R

Beschichtungstechnologien gewinnen ab 2026 an strategischer Bedeutung, da sie es ermöglichen, bestehende und neue Werkstoffe an die veränderten Randbedingungen zukünftiger Mobilitätssysteme anzupassen. In allen Anwendungsbereichen begegnen Beschichtungen steigenden chemischen, tribologischen, elektrischen und thermischen Belastungen, darunter Korrosion, Kavitation, Hochspannung und lokal auftretende extreme Temperaturen. Durch die funktionelle Gestaltung von Bauteiloberflächen gewährleisten fortschrittliche Beschichtungen Medienverträglichkeit, stabilisieren tribologische und elektrische Grenzflächen, verbessern das Wärmemanagement und schützen vor Degradationsmechanismen, während gleichzeitig etablierte Werkstoffe und Konstruktionen erhalten bleiben. Im Vergleich zum vollständigen Materialaustausch reduziert dieser Ansatz Entwicklungsaufwand, Materialverbrauch und Kosten und verbessert gleichzeitig Haltbarkeit und Qualität. Gleichzeitig sind Beschichtungstechnologien ein wichtiger Hebel, um die Abhängigkeit von kritischen Rohstoffen zu verringern, die regulatorischen und Lieferkettenengpässen unterliegen. Durch die Übertragung funktionaler Eigenschaften von Basismaterialien auf Oberflächenschichten ermöglichen Beschichtungen den Ersatz oder die Verringerung des Einsatzes kritischer Elemente bei gleichzeitiger Aufrechterhaltung von Leistung, Sicherheit und Lebensdauer. Sie unterstützen darüber hinaus Lebensdauererlängerung, Reparatur, Wiederaufbereitung und Wiederverwendung und tragen so zu der Umsetzung der 10R-Grundsätze der Kreislaufwirtschaft, der Umweltverträglichkeit und der langfristigen Wettbewerbsfähigkeit der europäischen Mobilitätsindustrie bei. Neuartige Beschichtungen werden typischerweise nicht nur für Lager oder Zahnräder, sondern auch für Leiterplatten in der Automobilindustrie (Hochvolt-Anwendungen) eingesetzt. Sie reduzieren die Schichtdicke, verkürzen die Prozesszykluszeit und senken den Energieverbrauch in der Produktion (z. B. in der Härtingsphase). Da das Aufbringen von Beschichtungen sehr energieintensiv ist, haben neue Technologien einen wichtigen Einfluss

auf die Ökobilanz und den CO<sub>2</sub>-Ausstoß des Produkts. Für innovative Wicklungsmaterialien für Elektromotoren sind spezielle Beschichtungen erforderlich, um die geforderten Materialeigenschaften (z. B. Durchschlagsfestigkeit) zu erfüllen. Beschichtungen müssen stets in Abstimmung mit der verwendeten Fertigungstechnologie und dem Basismaterial entwickelt werden. Beschichtungen haben erhebliche wirtschaftliche Auswirkungen auf die Industrie und sollten gemäß der österreichischen Industriestrategie als fortschrittliche Technologie hervorgehoben werden.

### E.2.3 Produktionsprozesse für eine wettbewerbsfähige Industrie

#### F&E-Thema E4: Entwicklung eines konsistenten Datenmanagementsystems



- Beitrag zur Weiterentwicklung von   
- Anwendung von   
- Mehr: A3PS-Roadmap F.3 Production Processes for Competitive Industries (p. 50f)
- **Ziele:** Kostenreduktion; Verbesserung der Produktqualität; 10R

In Produktion, Montage und Fertigung werden in jeder Phase Daten erfasst und abgerufen. Der Digitale Produktpass wird diesen Prozess zukünftig optimieren und systematisieren.

Durch die Vernetzung der einzelnen Prozessschritte und Standorte lassen sich entscheidende Daten für den Produktionsprozess bis hin zum Einsatzort generieren. Diese Vernetzung führt zu Optimierungen, da Doppelmessungen vermieden werden. Künstliche Intelligenz (KI) wird eingesetzt, um diese Daten zu verknüpfen und zu analysieren.

Ziel: Daten so zu erfassen, dass sie auch zur Prozessoptimierung genutzt werden können – entlang der gesamten Prozesskette und über Unternehmensgrenzen hinweg. Hierfür werden auch Softwarelösungspartner benötigt.

#### F&E-Thema E5: Entwicklung und Anwendung alternativer Produktionstechnologien

- Beitrag zur Weiterentwicklung von    
- Anwendung von   
- Mehr: A3PS-Roadmap F.3 Production Processes for Competitive Industries (p. 50f)
- **Ziele:** Kostenreduktion; Verringerung des CO<sub>2</sub>-Fußabdrucks; Verbesserung der Produktqualität; 10R






Alternative Fertigungstechnologien für Komponenten sind unerlässlich, um die Kosten im Vergleich zu *state-of-the-art*-Technologien zu senken und somit Elektrofahrzeuge erschwinglicher und CO<sub>2</sub>-neutral in der Produktion zu machen. Neben der Kostenreduzierung zielen alternative Fertigungstechnologien darauf ab, die erforderlichen Materialeigenschaften bei der Verarbeitung neuartiger Materialien und ihrer Kombinationen zu erzeugen und zu gewährleisten. Zu den wichtigsten Forschungsfeldern im Bereich elektrischer Antriebsstränge gehören Wicklungen, elektrische Bleche, Isolierbeschichtungen, Hochspannungskomponenten, Leiterplatten, Chips, Kühler und Abdeckungen (z. B. für Wechselrichter). Im Batteriebereich umfasst dies alternative Elektrodenherstellungsverfahren (z. B. Trockenelektrodenbeschichtung), fortschrittliche Kalanderverfahren, innovative Stapel- und Wickelkonzepte, *tabless* oder *reduced-tab* Zelldesigns sowie neuartige Isolier- und Beschichtungslösungen für Zellen, Module und Packs. Verbindungstechnologien spielen eine entscheidende Rolle bei der Miniaturisierung und Integration einzelner Hochspannungskomponenten in kompakte Leistungsmodule, für Stromschienen oder für die komplette Rotormontage. Ebenso sind fortschrittliche Füge- und Schweißverfahren (Laserschweißen, Ultraschallschweißen, Kleben) Schlüsselprozesse für die Verbindung von Batteriezellen, die Modulmontage und die Packintegration.

Um Materialverschwendung von vornherein zu reduzieren, den Energieverbrauch zu senken, Kosten zu reduzieren und die elektromagnetischen Eigenschaften zu verbessern, müssen innovative Stanztechnologien für neue elektrische Bleche entwickelt werden. Analog dazu sind in der Batterieproduktion, insbesondere für die Elektrodenbeschichtung und -trocknung, die Zellbildung und die Modul-/Pack-Montage, eine Reduzierung des Materialverschwendungsanteils und energieeffiziente Prozesse erforderlich.

Erhebliche Forschungs- und Entwicklungsanstrengungen sind notwendig, um neue Materialien und Verarbeitungstechnologien für kosteneffiziente Leiterplatten (Materialstapel und Oberflächenveredelung) sowie für SMD- und Presspassungstechnologien zu entwickeln. Vergleichbare Innovationsbedürfnisse bestehen für batterierelevante Materialien wie Stromabnehmer, Separatoren, Gehäusematerialien und Wärmeleitmaterialien. Die CO<sub>2</sub>-Reduzierung durch den Ersatz oder die Reduzierung von Stahl und Aluminium durch alternative Materialien muss ganzheitlich bewertet werden, einschließlich Batteriegehäusen, Abdeckungen und Kühlkonzepten.

#### Legende:

Schlüsseltechnologien & Stärkefelder:

-  Künstliche Intelligenz und Dateninnovation
-  Fortgeschrittene Produktionstechnologien und Robotik
-  Fortgeschrittene Werkstoffe
-  Energie- und Umwelttechnologien
-  Mobilitätstechnologien

Additive Fertigungsverfahren gewinnen in der Serienproduktion zunehmend an Wettbewerbsfähigkeit. In Kombination mit den faszinierenden Möglichkeiten der Designfreiheit und Funktionsintegration sollte diese Technologie genutzt und in neue Produktionslinien integriert werden. Die Zerspanung ist nach wie vor ein bedeutender Sektor und muss durch Datenverarbeitung (z. B. Edge Computing) verbessert werden, um die Werkzeugstandzeit und die Produktqualität zu erhöhen.

### F&E-Thema E6: Entwicklung von Fertigungstechnologien jenseits bestehender Grenzen

- Beitrag zur Weiterentwicklung von 
- Anwendung von 
- Mehr: A3PS-Roadmap F.3 Production Processes for Competitive Industries (p. 50f)
- **Ziele:** Verringerung des CO<sub>2</sub>-Fußabdrucks; Steigerung der Energieeffizienz; Optimierung der geometrischen Grenzen (kleiner, größer, schneller, präziser); Prozessstabilisierung

Einige etablierte Fertigungstechnologien stoßen an geometrische Grenzen, beispielsweise können Bauteile mit kleineren Abmessungen oder Durchmessern aufgrund von Kapazitätsbeschränkungen in den Produktionsanlagen nicht hergestellt werden. Um diese Grenzen zu überwinden, ist eine Weiterentwicklung erforderlich.

### E.2.4 Kosteneffiziente und agile Automatisierung, Robotik, Sensoren

#### F&E-Thema E7: Automatisierung, Robotik und autonome Fahrsysteme für den intralogistischen Transport

- Beitrag zur Weiterentwicklung von 
- Anwendung von 
- Mehr: A3PS-Roadmap F.4 Cost-Effective and Agile Automation, Robotics, Sensors (p.52f)
- **Ziele:** KI-basierte Roboterprogrammierung (Gesten, Sprache usw.); Entwicklung von Handhabungsgeräten für Humanoide; Evaluierung von Szenarien mit intensivem Einsatz von AGVs und Humanoiden; Sicherheit („Liquid Safety“) unter Berücksichtigung von Veränderungen im Umfeld

Die klassische Automatisierungsbranche befindet sich derzeit in einem tiefgreifenden Wandel. Selbstlernende Systeme, fahrerlose Transportsysteme, humanoide Roboter und weitere Innovationen versprechen Umwälzungen in der Produktion. Die „Dark Factory“, die bisher als unrealistisches Konzept galt, rückt plötzlich in greifbare Nähe der Zukunft. Nahezu alle Berufsfelder sind von massiven Veränderungen bedroht. All dies wird sich zunächst in der Automobilindustrie bemerkbar machen, da der Kostendruck im Mobilitätssektor aktuell besonders hoch ist. Die neuesten Robotikprodukte, die auf der Hannover Messe 2026 vorgestellt wurden, zeigten deutlich die Richtung, in die es geht. Es ist wahrscheinlich, dass humanoide Roboter schneller Realität werden als noch vor Kurzem prognostiziert.

## Abkürzungsverzeichnis

10R	10 Grundsätze der Kreislaufwirtschaft: <i>Refuse</i> / Überflüssig machen, <i>Rethink</i> / Neu denken und zirkulär designen, <i>Reduce</i> / Reduzieren, <i>Reuse</i> / Wiederverwendung, <i>Repair</i> / Reparatur, <i>Refurbish</i> / Verbessern, <i>Remanufacture</i> / Wiederaufbereiten, Repurpose / Anders weiternutzen, <i>Recycle</i> / Recycling, <i>Recover</i> / Thermische Verwertung
AD	<i>Autonomous/Automated Driving</i> / Autonomes/Automatisiertes Fahren
ADAS	<i>Advanced Driver Assistance Systems</i> / Fortgeschrittene Fahrerassistenzsysteme
AEM	<i>Anion Exchange Membrane</i> / Anionenaustauschmembran
AEMEL	Anionenaustauschmembran-Elektrolyse
AGV	<i>Automated Guided Vehicle</i> / Fahrerloses Transportsystem
AIDV	<i>Artificial Intelligence Driven Vehicle</i> / Fahrzeug, dessen Funktionen, Verhalten und Nutzererlebnis maßgeblich durch Künstliche Intelligenz (KI), datengesteuerte Prozesse und agentische Systeme bestimmt werden
AM	<i>Additive Manufacturing</i> / Additive Fertigung
APU	<i>Auxiliary Power Unit</i> / Hilfsenergieeinheit oder Hilfstriebwerk, die Strom, Klimatisierung oder Druckluft bei abgeschaltetem Hauptmotor bereitstellt, um Kraftstoff zu sparen und Leerlaufzeiten zu vermeiden
BEP	<i>Battery and Electric Powertrains</i> / Batterie- und elektrische Antriebe (Bezeichnung A3PS-Arbeitskreis BEP)
BEV	<i>Battery Electric Vehicle</i> / Batterieelektrisches Fahrzeug
BMIMI	Bundesministerium für Innovation, Mobilität und Infrastruktur
BoP	<i>Balance of Plant</i> / bezeichnet die gesamte Anlagenperipherie bzw. alle unterstützenden Hilfssysteme und Komponenten einer technischen Anlage, die für den eigentlichen Betrieb notwendig sind, jedoch nicht den Kern (wie den Generator, den Reaktor oder die Brennzelle) selbst darstellen
C	Coulomb / SI-Einheit der elektrischen Ladung; ein Coulomb ist die Ladungsmenge, die transportiert wird, wenn ein Strom von einem Ampère für eine Sekunde fließt;
C2C	<i>Cell-to-Chassis</i> / im BEV-Kontext: Hier werden die Batteriezellen direkt in das Fahrgestell (Chassis) des Fahrzeugs integriert. Der Akku wird Teil der Fahrzeugstruktur, was die strukturelle Integrität erhöht und das Gewicht weiter senkt. Dies erfordert eine engere Zusammenarbeit zwischen Fahrzeugherstellern (OEMs) und Batterieherstellern.
C2P	<i>Cell-to-Pack</i> / im BEV-Kontext: Hierbei werden Batteriezellen direkt in das Akkupack integriert, ohne den Zwischenschritt von Modulen. Die Zellen werden zu einem Pack zusammengefasst, was Platz spart und die Energiedichte gegenüber herkömmlichen Modul-basierten Systemen erhöht.
C2V	<i>Cell-to-Vehicle</i> / im BEV-Kontext: Dies ist die umfassendste Integration, bei der die Zellen direkt in die Fahrzeugkarosserie oder den Rahmen integriert werden. Ähnlich wie bei CTC wird die Batterie zum tragenden Strukturbauteil des Autos.
CAPEX	<i>Capital Expenditures</i> / Investitionsausgaben für den Erwerb, die Modernisierung oder Instandhaltung langfristiger Vermögenswerte wie Maschinen, Gebäude oder IT-Infrastruktur
CCM	<i>Catalysis Coated Membrane</i> / katalysatorbeschichtete Membran
CCS	<i>Carbon Capture and Storage</i> / CO <sub>2</sub> -Abscheidung und -Speicherung
CCS/CCU/ CCSU	<i>Carbon Capture and Storage, Utilization</i>
CCU	<i>Carbon Capture and Utilization</i> / CO <sub>2</sub> -Abscheidung und Nutzung
CGH <sub>2</sub>	<i>Compressed Gaseous Hydrogen</i> / komprimierter gasförmiger Wasserstoff
CO	Kohlenmonoxid
CO <sub>2</sub>	Kohlendioxid
CRM	<i>Critical Raw Materials</i>
CU	<i>Control Unit</i> / Steuereinheit
CVT	<i>Continuously Variable Transmission</i> / Stufenloses Automatikgetriebe
DHT	<i>Dedicated Hybrid Transmission</i> / Dediziertes Hybridgetriebe
e-CVT	<i>Electric Drive with Continuously Variable Transmission</i> / Elektrischer Antrieb mit stufenlosem Getriebe
E-Fuel	<i>Electricity-based Fuel</i> / strombasierter Kraftstoff
ECU	<i>Electronic Control Unit</i> / Elektronisches Steuergerät

EDU	<i>Electric Drive Unit</i> / Elektrische Antriebseinheit: vereint den Elektromotor, das Getriebe und oft auch die Leistungselektronik in einem einzigen, kompakten System
EMC	<i>Electro-Magnetic Compatibility</i> / Elektromagnetische Verträglichkeit: beschreibt die Fähigkeit eines elektronischen Geräts, in seiner Umgebung zu funktionieren, ohne sich selbst oder andere Geräte durch elektromagnetische Felder zu stören
F&E	Forschung und Entwicklung
FC	<i>Fuel Cell</i> / Brennstoffzelle
FCV	<i>Fuel Cell Vehicle</i> / Brennstoffzellenfahrzeug
FE	Finite Elemente / Finite-Elemente-Methode (FEM) bzw. Finite Element Analysen (FEA): allgemeines, bei unterschiedlichen physikalischen Aufgabenstellungen angewendetes numerisches Verfahren
FFI	<i>Freedom-from-Interference</i> / Rückwirkungsfreiheit oder Wechselwirkungsfreiheit. Es handelt sich um ein zentrales Konzept in der funktionalen Sicherheit (ISO 26262), das sicherstellt, dass Komponenten oder Softwaremodule unabhängig arbeiten, sich nicht gegenseitig stören und keine kaskadierenden Fehler verursachen, selbst wenn sie sich Ressourcen teilen.
FT	Fischer-Tropsch / Die Fischer-Tropsch-Synthese (FT-Synthese) ist ein chemisches Verfahren, das Synthesegas (CO und H <sub>2</sub> ) an Metallkatalysatoren in flüssige Kohlenwasserstoffe, u.a. Kraftstoffe, umwandelt.
GaN	Galliumnitrid, ein Halbleitermaterial
GW	Gigawatt
H <sub>2</sub>	Wasserstoff
HEV	<i>Hybrid Electric Vehicle</i> / Hybrid-Elektrofahrzeug; Diese Fahrzeuge kombinieren einen Verbrennungsmotor mit einem Elektromotor, laden die Batterie durch Bremsen (Rekuperation) selbst auf und müssen nicht extern an der Steckdose geladen werden. Sie ermöglichen rein elektrisches Fahren bei niedrigen Geschwindigkeiten.
HiL	<i>Hardware in the Loop</i> / Simulationsverfahren, bei dem reale Komponenten (Hardware, z. B. Steuergeräte) in einer virtuellen Umgebung getestet werden
HRS	<i>Hydrogen Refuelling Station</i> / Wasserstofftankstelle
HV	<i>High Voltage</i> / Hochvolt oder Hochspannung
HVAC	<i>Heating, Ventilation and Air Conditioning</i> / Heizung, Lüftung und Klimatisierung
HVO	<i>Hydrogenated or Hydrotreated Vegetable Oils</i> / Hydriertes Pflanzenöl; Pflanzenöle, die durch katalytische Reaktion mit Wasserstoff (Hydrierung) in Kohlenwasserstoffe umgewandelt werden können, die in ihren Eigenschaften an fossile Kraftstoffe (insbesondere Diesel) angepasst werden.
HW	Hardware
ICE	<i>Internal Combustion Engine</i> / Verbrennungskraftmaschine, Verbrennungsmotor
IGBT	<i>Insulated-Gate Bipolar Transistor</i> / elektronisches Halbleiterbauelement, das als hocheffizienter, schneller Schalter für hohe Spannungen und Ströme fungiert
IR	<i>Infrarot</i>
IVI	<i>In-Vehicle Infotainment</i> / Systeme im Fahrzeug, die Funktionen zur Information und Unterhaltung auf einer gemeinsamen Plattform im Armaturenbrett oder im Rücksitzbereich bündeln
KI	Künstliche Intelligenz
KPI	<i>Key Performance Indicators</i> / Leistungs- oder Schlüsselleistungskennzahlen
LCA	<i>Life Cycle Assessment</i> / Lebenszyklusanalyse, wissenschaftliche Methode, auch Ökobilanz genannt, zur Bewertung der Umweltauswirkungen eines Produkts, Prozesses oder einer Dienstleistung über dessen gesamten Lebensweg
LH <sub>2</sub>	<i>Liquid Hydrogen</i> / Flüssigwasserstoff; Wasserstoff, der durch starke Abkühlung auf unter -253 °C (20 K) verflüssigt wurde
Li	Lithium
MBSE	<i>Model-Based Systems Engineering</i> / strukturierter Ansatz für die Entwicklung komplexer Produkte, der digitale Modelle statt herkömmlicher Quellen als zentrale Informationsquelle nutzt
MeOH	Methanol
MiL	<i>Model in the Loop</i> / Simulationsverfahren in der modellbasierten Softwareentwicklung, bei dem Steuerungsalgorithmen und die zugehörige Umgebung in einer virtuellen Umgebung getestet werden
ML	<i>Machine Learning</i> / Maschinelles Lernen; Teilbereich der Künstlichen Intelligenz (KI), bei dem Computer Systeme befähigt werden, eigenständig aus Daten und Erfahrungen zu lernen, ohne explizit für jede Aufgabe programmiert zu werden

MOSFET	<i>Metal Oxide Semiconductor Field-Effect Transistors</i> / Metall-Oxid-Halbleiter-Feldeffekttransistor; ein elektronisches Halbleiter-Bauelement, das zur Steuerung, Verstärkung oder zum Schalten von elektrischen Signalen und Strömen verwendet wird
MtG	<i>Methanol-to-Gasoline</i> / chemischer Prozess, der Methanol oder Dimethylether mittels Zeolith-Katalysatoren in hochwertigen synthetischen Kraftstoff umwandelt
MW	Megawatt
N <sub>2</sub>	Stickstoff
NG	<i>Natural Gas</i> / Erdgas
NH <sub>3</sub>	Ammoniak
NMC	Nickel-Mangan-Kobalt
NRMM	<i>Non-Road Mobile Machinery</i> / Mobile Arbeitsgeräte, z.B. Baumaschinen, landwirtschaftliche und fortwirtschaftliche Fahrzeuge
NVH	<i>Noise, Vibration and Harshness</i> / Geräusch, Vibration und Rauigkeit; bezeichnet in der Fahrzeugtechnik die Analyse und Optimierung des akustischen und haptischen Verhaltens. Es umfasst alle hör- und spürbaren Schwingungen.
OEM	<i>Original Equipment Manufacturer</i> / Originalausrüstungshersteller oder Erstausrüster; Ein Unternehmen, das Teile herstellt, aber nicht zwingend selbst an den Endkunden verkauft
OPEX	<i>Operational Expenditures</i> / Betriebsausgaben oder Betriebskosten
OTA	<i>Over-The-Air</i> / Technologie, bei der Software-Updates, Firmware oder Daten drahtlos über Mobilfunk oder WLAN auf Geräte übertragen und installiert werden
PCB	<i>Printed Circuit Boards</i> / Leiterplatte, Leiterkarte oder Platine
PCCEC	<i>Proton-Conducting Ceramic Electrolysis Cell</i> / protonenleitende keramische Elektrolysezelle
PCCEL	<i>Proton-Conducting Ceramic Electrolysis</i> / protonenleitende keramische Elektrolyse
PCCFC	<i>Proton-Conducting Ceramic Fuel Cell</i> / protonenleitende keramische Brennstoffzelle
PED	<i>Pressure Equipment Directive</i> / Druckgeräterichtlinie (DGRL) 2014/68/EU, ist eine verbindliche EU-Richtlinie für die Konstruktion, Herstellung und Konformitätsbewertung von Druckgeräten
PEM	<i>Polymer Electrolyte Membrane</i> / Protonen-Austausch-Membran
PEMEL	<i>Polymer Electrolyte Membrane Electrolysis</i> / Protonen-Austausch-Membran Elektrolyse
PEMFC	<i>Polymer Electrolyte Membrane Fuel Cell</i> / Protonen-Austausch-Membran Brennstoffzelle
PFAS	Per- und Polyfluoralkylsubstanzen
PGM	Platingruppenmetalle / Ruthenium, Rhodium, Palladium, Osmium, Iridium und Platin
PHEV	Hybridauto mit Verbrennungsmotor, Elektromotor und einer größeren Batterie, die extern über die Steckdose oder Ladesäule aufgeladen werden kann
PMSM	Permanentmagnet-Synchronmotor
PtX (PtL, PtG)	<i>Power-to-X (X= Liquid or Gas)</i> / Technologien, die Strom nutzen, um diesen in chemische Energieträger (z.B. Kraftstoffe) umzuwandeln. Das X steht als Platzhalter für die Zielenergieform: flüssig oder gasförmig
REX	<i>Range Extender</i> / "Reichweitern-Verlängerer" - meist ein kleiner Generator, der nicht die Räder antreibt, sondern Strom für den Elektromotor generiert
RFNBO	<i>Renewable Fuel of Non-Biological Origin</i> / Erneuerbare Kraftstoffe nicht-biologischen Ursprungs
SAAM Austria	Strategische Allianz Automatisierte Mobilität Österreich
SDV	<i>Software Defined Vehicle</i> / software-definiertes Fahrzeug; Fahrzeug, dessen Funktionen und Fahrverhalten primär durch Software statt durch feste Hardware gesteuert werden - durch Over-the-Air (OTA) Updates bleiben die Fahrzeuge über den gesamten Lebenszyklus aktuell
SiC	Siliziumcarbid / extrem hartes, hitzebeständiges Material; wird u.a. als Hochleistungskeramik oder Halbleiter in der Elektronik eingesetzt
SiL	<i>Software in the Loop</i> / Methode zur virtuellen Absicherung von Software, bei der Programmcode (z.B. für Steuergeräte) ohne echte Hardware in einer simulierten Umgebung getestet wird
SoC	<i>System on Chip</i> / Chip, in welchem eine Vielzahl von Funktionen eines programmierbaren elektronischen Systems realisiert ist;
SOEC	<i>Solid Oxide Electrolysis Cell</i> / Festoxid-Elektrolysezelle
SOEL	<i>Solid Oxide Electrolysis</i> / Festoxid-Elektrolyse
SOFC	<i>Solid Oxide Fuel Cell</i> / Festoxid-Brennstoffzelle
TCO	<i>Total Cost of Ownership</i> / Gesamtbetriebskosten
TPED	<i>Transportable Pressure Equipment Directive</i> / umgesetzt durch die Richtlinie 2010/35/EU, regelt die TPED in der EU das Inverkehrbringen und die Verwendung ortsbeweglicher Druckgeräte (z. B. Gasflaschen, Tanks) für den Transport gefährlicher Güter

---

<b>UN/ECE</b>	<i>United Nations Economic Commission for Europe /</i> Wirtschaftskommission für Europa der Vereinten Nationen
<b>V2G</b>	<i>Vehicle-to-Grid /</i> „Vom Fahrzeug ins Netz“; bezeichnet die Technologie, Elektroautos als mobile Stromspeicher zu nutzen, um Energie bei Bedarf zurück in das öffentliche Netz zu speisen
<b>V2X</b>	<i>from Vehicle to X (e.g. Vehicle, Infrastructure, ...)</i> / vom Fahrzeug zu X (steht für ein anderes Fahrzeug, Infrastruktur, etc.)
<b>VIPV</b>	<i>Vehicle Integrated Photovoltaics /</i> Fahrzeugintegrierte Photovoltaik; nahtlose Integration von Solarzellen oder -modulen in die Karosserieoberflächen von Fahrzeugen
<b>xCU</b>	<i>Any Control Unit /</i> Steuereinheit, das x steht als Variable für z.B. e (electronic), v(vehicle), etc.
<b>XiL</b>	<i>Model, Software or Hardware in the Loop /</i> Überbegriff für Simulations- und Testverfahren in der Entwicklung, bei denen Komponenten eines Systems (wie Steuergeräte oder Software) in einer geschlossenen Schleife mit virtuellen oder realen Umgebungsmodellen getestet werden. Das „X“ steht dabei für die jeweilige Komponente, die getestet wird, wie Modell (MiL), Software (SiL) oder Hardware (HiL)

---

---

## Impressum

---

### A3PS – Austrian Association for Advanced Propulsion Systems

**A3PS** ist die **strategische Partnerschaft** zwischen der österreichischen Technologiepolitik, der Industrie und Forschungseinrichtungen.

**A3PS** fördert die Entwicklung fortschrittlicher Antriebssysteme und Energieträger, um gemeinsame Kompetenzen aufzubauen und Markteinführungen zu beschleunigen.

**A3PS** befasst sich mit allen **fortschrittlichen Antriebstechnologien** und trägt zur Verbesserung der Energieeffizienz und zur Reduzierung von Emissionen bei, indem es den gesamten Innovationszyklus (Forschung, Entwicklung, Anwendung) unterstützt.

### Medieninhaber und Redakteur

A3PS – Austrian Association for Advanced Propulsion Systems

Österreichische Plattform zur Förderung von innovativen Antriebssystemen und -technologien für mobile Anwendungen sowie deren Energieträger.

Webgasse 9/2/3, 1060 Wien

Phone: +43-(0)1-890-4906

E-Mail: [office@a3ps.at](mailto:office@a3ps.at)

web: [www.a3ps.at](http://www.a3ps.at)

Juni 2026 Edition

Autoren:

Prof. Dr. Bernhard Brandstätter, *Member of the A3PS Executive Board* (Virtual Vehicle Research)

Dr. Christian Chimani, *Vice Chairman of the A3PS Executive Board* (AIT)

Dr. Damian Cupid, Arbeitskreisleiter “*Battery and Electric Powertrain*” (AIT)

Univ. Prof. Dr. Franz Haas, Arbeitskreisleiter “*Innovative Materials and Production*” (TU Graz IFT)

Dr. Michael Nöst, MBA, *Member of the A3PS Executive Board* (IESTA)

Prof. Dr. Günter Offner, Arbeitskreisleiter “*Hybrids and Sustainable Fuels*” (AVL)

Prof. h.c. Dr. Peter Prenninger, *Chairman of A3PS Executive Board* (AVL)

Ass. Prof. Dr. Alexander Trattner, Arbeitskreisleiter “*Fuel Cells and Hydrogen*” (HyCentA, TU Graz ITnA)

Dr. Barbara Unterauer, Arbeitskreisleiterin “*Vehicle Innovation, Safety and Sustainability*” (Magna)

Mag. Anton Werkgartner, *Member of the A3PS Executive Board*

Dr. Astrid Wolfbeisser (A3PS)

Bildnachweis:

Symbolbilder für KI/Gehirn, Chips, Robotik, Materialien, Biowissenschaften, erneuerbare Energien, Fahrzeuge und Raketen, erstellt von Freepic, [www.flaticon.com](http://www.flaticon.com)

Symbolbild für Quantencomputing, erstellt von anilofex, [www.flaticon.com](http://www.flaticon.com)

Symbolbild Stärke + Schlüssel, KI-generiert mit ChatGPT (Open AI), 2026.