



Technische  
Universität  
Braunschweig



NIEDERSÄCHSISCHES  
FORSCHUNGSZENTRUM  
FAHRZEUGTECHNIK



# Technologische Entwicklungen in den Bereichen Elektrifizierung, Intelligentes Fahren und Digitalisierung

Dipl.-Ing. Nico Selle, Dr.-Ing. David Schneider, Institut für Konstruktionstechnik (IK)  
Dr.-Ing. Maximilian Flormann, Dr.-Ing. Axel Sturm, Institut für Fahrzeugtechnik (IfF)

# Diskussionsgruppen




**Fahrzeugkonzepte**  
**Nico Selle**



**Fahrzeugdigitalisierung**  
**David Schneider**

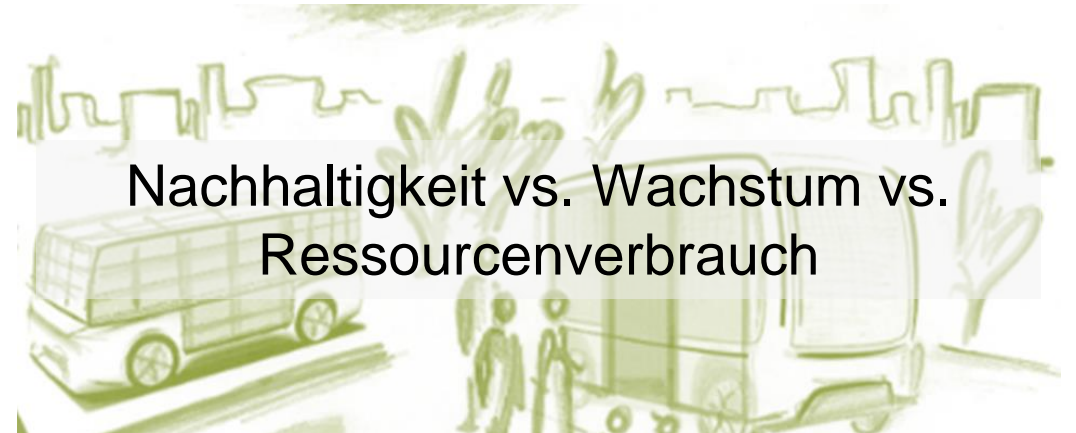
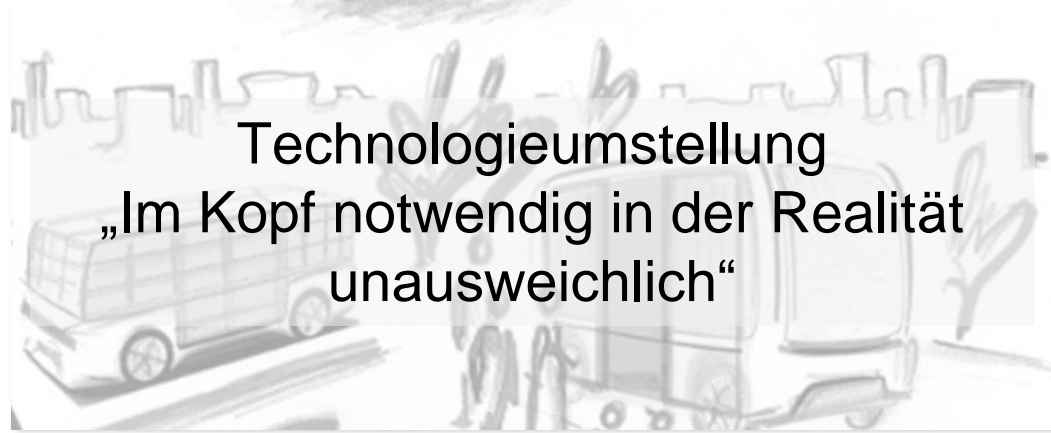


**Intelligentes Fahrzeug und  
vernetztes Fahren**  
**Maximilian Flormann**



**Antriebe und Energieträger  
der Zukunft**  
**Axel Sturm**

# Diskussions- bzw. Herausforderungsfelder





# Gesellschaft und Bildung

Gestaltung neuer Arbeitsplätze beachten

- neue Technologien erlauben und erfordern Anpassungen  
z.B. „Supervisor“ zur Überwachung autonomer Systeme bzw. Systemkomponenten

Schulungs- und Weiterbildungsangebote erstellen und anbieten

(Alle) unterschiedlichen Bevölkerungsteile und -Schichten einbinden  
z.B. Zugang durch ausschließlich neue Technologien kann Personenkreise mit fehlendem Zugang und Bezug ausschließen.



Quelle: DC-Studios, „The Dark Knight“, 2008“

# Zusammenspiel/Zusammenarbeit

## Intermodales Zusammenspiel

- Schnittstellen zwischen Mobilitätsträgern verbessern
- "Kampf" zwischen Mobilitätsanbietern auflösen (z.B. Straße vs. Schiene beim Gütertransport)
- Dispositionszentren vorsehen
- Rollen aller Räume beim Zusammenspiel der Modalitäten berücksichtigen (urban, rural)

## Strategische Zusammenarbeiten (der Zulieferer)

- Branchenübergreifendes Know How nutzen
- Wissenstransfer ermöglichen
- Entwicklungskosten sparen

## Gesetzgebung

- Alte Richtlinien überarbeiten
- Totalverbote vermeiden
- Versicherungs- und Haftungsfragen klären



Quelle: [www.insekt-control.de](http://www.insekt-control.de)

# Technologieumstellung

Systemische Betrachtung statt Einzellösungen

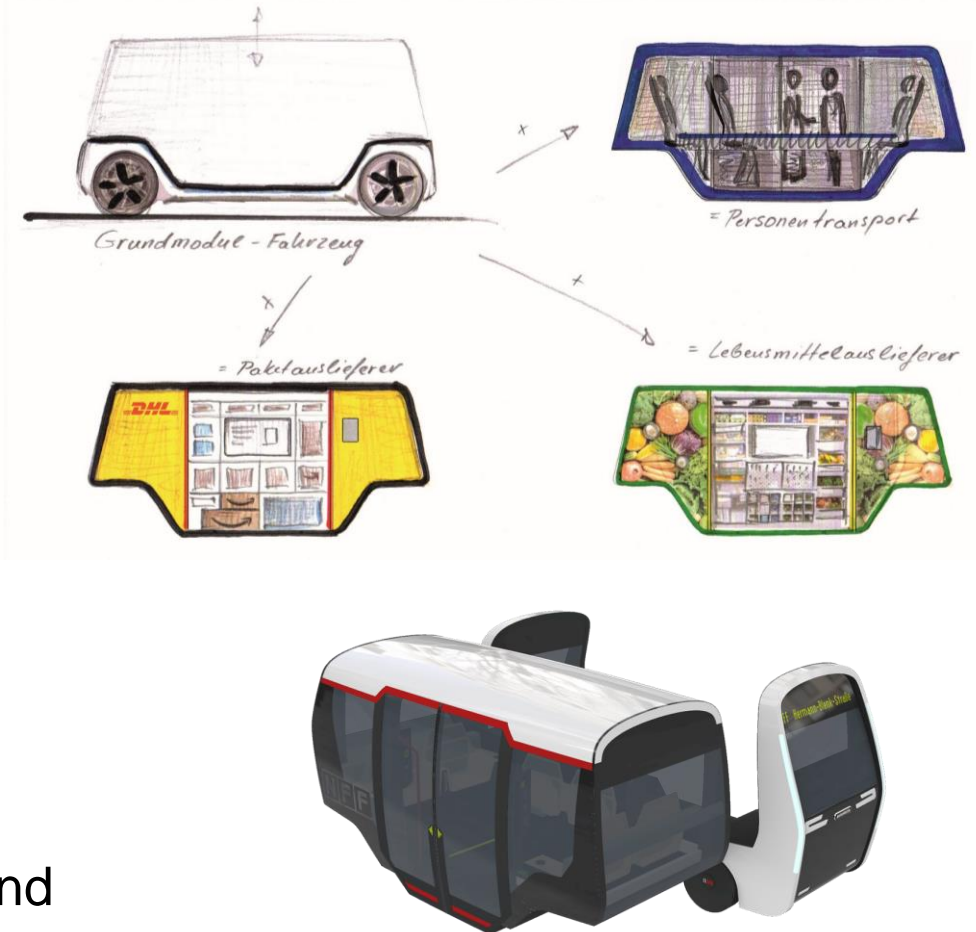
- Wandel betrifft das ganze Verkehrssystem
- Verkehrsmittel und Verkehrsgrund übergreifend betrachten (Personen, Waren, Informationen)
- Digitalisierung auf die Nutzer zentriert betrachten

Neue Antriebstechnologien

- Welches Know How wird benötigt? Was ist schon da?
- Neue Technologien entwickeln/produzieren und weiterhin Service für auslaufende Technologien anbieten können

Modulare Fahrzeugarchitekturen

- Zentrale langlebige Trägerkomponente als Backbone und austauschbare Funktionsmodule
- Große Flotten mit austauschbaren Komponenten (hohe Laufleistungen beachten)



# Diskussion

Sehen Sie weitere Herausforderungsfelder?

Welche Felder sollten aus ihrer Sicht am ehesten adressiert werden?



# Diskussionsgruppen




**Fahrzeugkonzepte**  
Nico Selle



**Fahrzeugdigitalisierung**  
David Schneider



**Intelligentes Fahrzeug und  
vernetztes Fahren**  
Maximilian Flormann



**Antriebe und Energieträger  
der Zukunft**  
Axel Sturm

# Fahrzeugdigitalisierung

## Zitat des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klima – Call for Evidence:

*Neben der Elektrifizierung der Fahrzeuge wird das automatisierte und **vernetzte Fahren** die Automobilindustrie und die relevanten Zulieferbranchen in den kommenden Jahren prägen. Das automatisierte Fahren ist ein wichtiger Treiber für mehr Innovation, Investition, Wachstum und Beschäftigung. **KI-basierte Fahrzeugsteuerungen, Innovationen zur Mensch-Maschine-Interaktion sowie Technologien zur Umfelderkennung** bieten große Chancen für die Schaffung hochwertiger Arbeitsplätze und zusätzlicher Wertschöpfung.*

*Die zunehmende Automatisierung, **Digitalisierung und Vernetzung** ermöglicht zudem völlig neue Mobilitätsdienste und datenbasierte Geschäftsfelder. Intelligente Fahrzeuge und Infrastrukturen ermöglichen die Bereitstellung einer intermodalen und nahtlosen Mobilität und können zur Emissionsminderung im Verkehr, Erhöhung der Verkehrssicherheit und mehr sozialer Teilhabe beitragen.*

<https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Artikel/Industrie/automatisiertes-und-vernetztes-fahren/call-for-evidence/Formular.html>

# Kernthemen der Diskussionsrunde

## Themenschwerpunkte der Diskussionsrunden

**Hürden in der  
Entwicklung und  
Kollaboration**

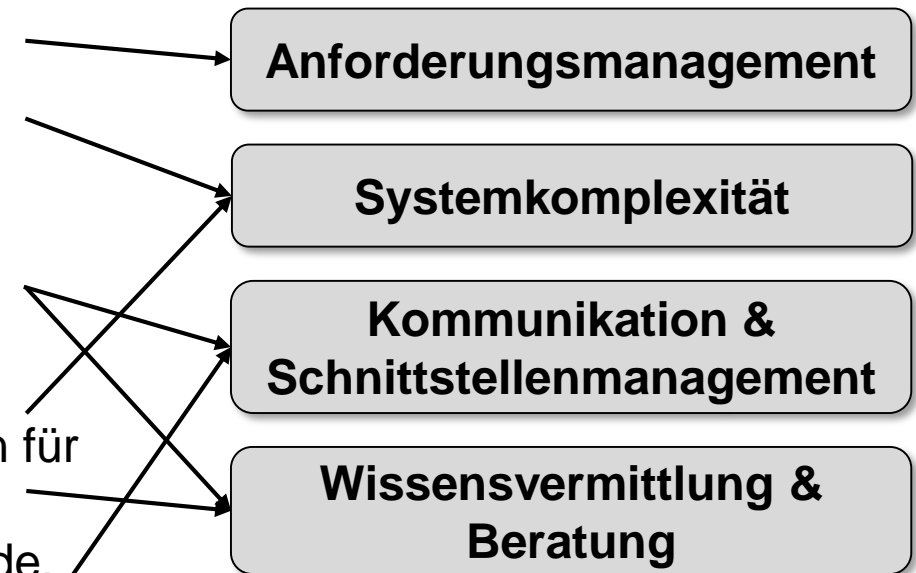
**Digitalisierungsprozess  
und -fortschritt**

**Cyber Security in der  
Systementwicklung**

# Kernergebnisse der Diskussionsrunde

## Hürden in der Entwicklung und Kollaboration

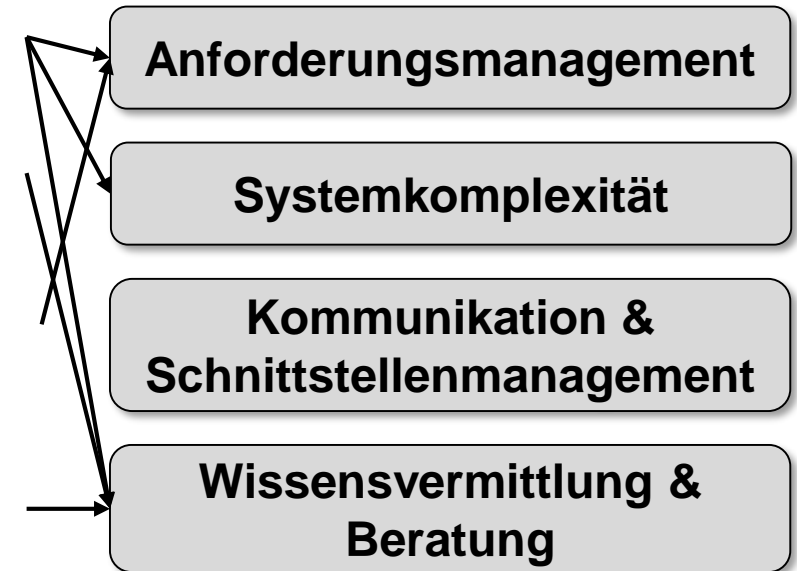
- Weg von Anforderungsdefinition bis Entwicklung von Software- und Systemfunktionen sehr weit
- Weg beinhaltet viele verschiedene Interessen und Stakeholder. Mit steigender Systemkomplexität wird es schwieriger schnell auf den Markt reagieren zu können
- Unterstützung durch Software und Beratung notwendig. Insbesondere für Schnittstellen- und Anforderungsmanagement
- Mangel an geeigneten Schulungsangeboten und Abhilfen für Komplexitätsbeherrschung
- Kooperation von OEM und Zulieferern durch weitreichende, softwaregestützte Vernetzung und Abstimmung unterstützen



# Kernergebnisse der Diskussionsrunde

## Hürden in der Entwicklung und Kollaboration

- Reduktion Systemkomplexität und Entwicklungsaufwand durch geschulten und verbesserten Umgang mit Anforderungen und Prozessen
- Bedarf an gezielter Schulung (CS, MBSE) und Beratung bietet großes, nicht abgeschöpftes Marktpotential
- Entwicklung neuer, fortschrittlicher Systeme und resultierende Anforderungskollektive müssen gemeinsam wachsen
- Ingenieure sind keine Softwareentwickler und andersherum. Disziplinen müssen schon in der Lehre enger zusammengeführt werden. Ingenieure und Informatiker müssen viel früher, viel enger in Projekten zusammenarbeiten. Universitäten müssen hier fruchtbaren Boden bieten



# Kernergebnisse der Diskussionsrunde

## Hürden in der Entwicklung und Kollaboration

Anforderungsmanagement

3

Systemkomplexität

3

Kommunikation &  
Schnittstellenmanagement

2

**Wissensvermittlung &  
Beratung**

**5**

**Fragen/Anregungen an das  
und aus dem Konsortium?!**

# Kernergebnisse der Diskussionsrunde

## Digitalisierungsprozess und -fortschritt

- Neben Digitalisierung des Fahrzeugs auch Digitalisierung der Infrastruktur notwendig
- Gefahr der „Überdigitalisierung“ für Fahrzeuge. Overkill an Technik bei Vernachlässigung von Entwicklungsprozessen und Infrastruktur
- Fokus häufig auf dem Fahrzeug alleine
- Schonung von Umwelt und Mensch durch optimale Verkehrsflüsse (digit. Verkehrssysteme)
- Kein Mangel an Technologie, sondern Mangel an Investitionsbereitschaft, Optimismus und Weitblick bei Bevölkerung und Markt



# Kernergebnisse der Diskussionsrunde

## Digitalisierungsprozess und -fortschritt

- Mangelhaftes, förderbedürftiges Verständnis Einzelner als Teil des Großen Ganzen
- Notwendigkeit (politischer) Kampagnen zur Förderung des WIR-Verständnis auch am Markt
- Neben Technologien Implementierung neuer Geschäftsmodelle notwendig. Gezielte Beratung benötigt (KMU)
- Digitalisierungsprozess eingeschränkt durch „Sperrren“ in den Köpfen.
- Mangel an Reallaboren und Leuchtturmprojekten
- Notwendigkeit verstärkter Vernetzung (N2N) entlang Wertschöpfungsketten

**Vernachlässigung der Digit. der Infrastruktur**

**Überdigitalisierung des Fahrzeugs**

**Mangelnde Bereitschaft & motivierende Initiativen**

**Entwicklung und Implementierung neuer Geschäftsmodelle (Beratung)**



# Kernergebnisse der Diskussionsrunde

## Digitalisierungsprozess und -fortschritt

Vernachlässigung der  
Digit. der Infrastruktur

3

Überdigitalisierung des  
Fahrzeugs

3

**Mangelnde Bereitschaft &  
motivierende Initiativen**

4

Entwicklung und  
Implementierung neuer  
Geschäftsmodelle  
(Beratung)

2

**Fragen/Anregungen an das  
und aus dem Konsortium?!**

# Kernergebnisse der Diskussionsrunde

## Cyber Security in der Systementwicklung

- Cyber Security (CS) ist wichtiges Thema für die Entwicklung, aber schwierig zu handhaben
- Mangel an einheitlichem Verständnis und einheitlichen Prozesse
- Digitalisierung im Fahrzeug ist fortgeschritten und Technologien vorhanden, aber Entwicklung nachläufig (insb. im Kontext CS)
- Mangel an Klarheit der CS-Anforderungen von OEM (Stille-Post-Prinzip)
- Aktuelles Requirements-Engineering adressiert Handhabung und Identifikation von CS-Anforderungen nur unzureichend
- Es bedarf gezielter Beratung und Neuentwicklung von Methoden!

**Defizite in Verständnis, Relevanz und Reichweite**

**Unreife im Anforderungsmanagement**

**Unterstützung in der Implementierung durch Beratung**

# Kernergebnisse der Diskussionsrunde

## Cyber Security in der Systementwicklung

Defizite in Verständnis,  
Relevanz und Reichweite

3

Unreife im  
Anforderungsmanagement

1

**Unterstützung in der  
Implementierung durch  
Beratung**

4

**Fragen/Anregungen an das  
und aus dem Konsortium?!**

# Kernergebnisse der Diskussionsrunde

## Zusammenfassende Kernergebnisse

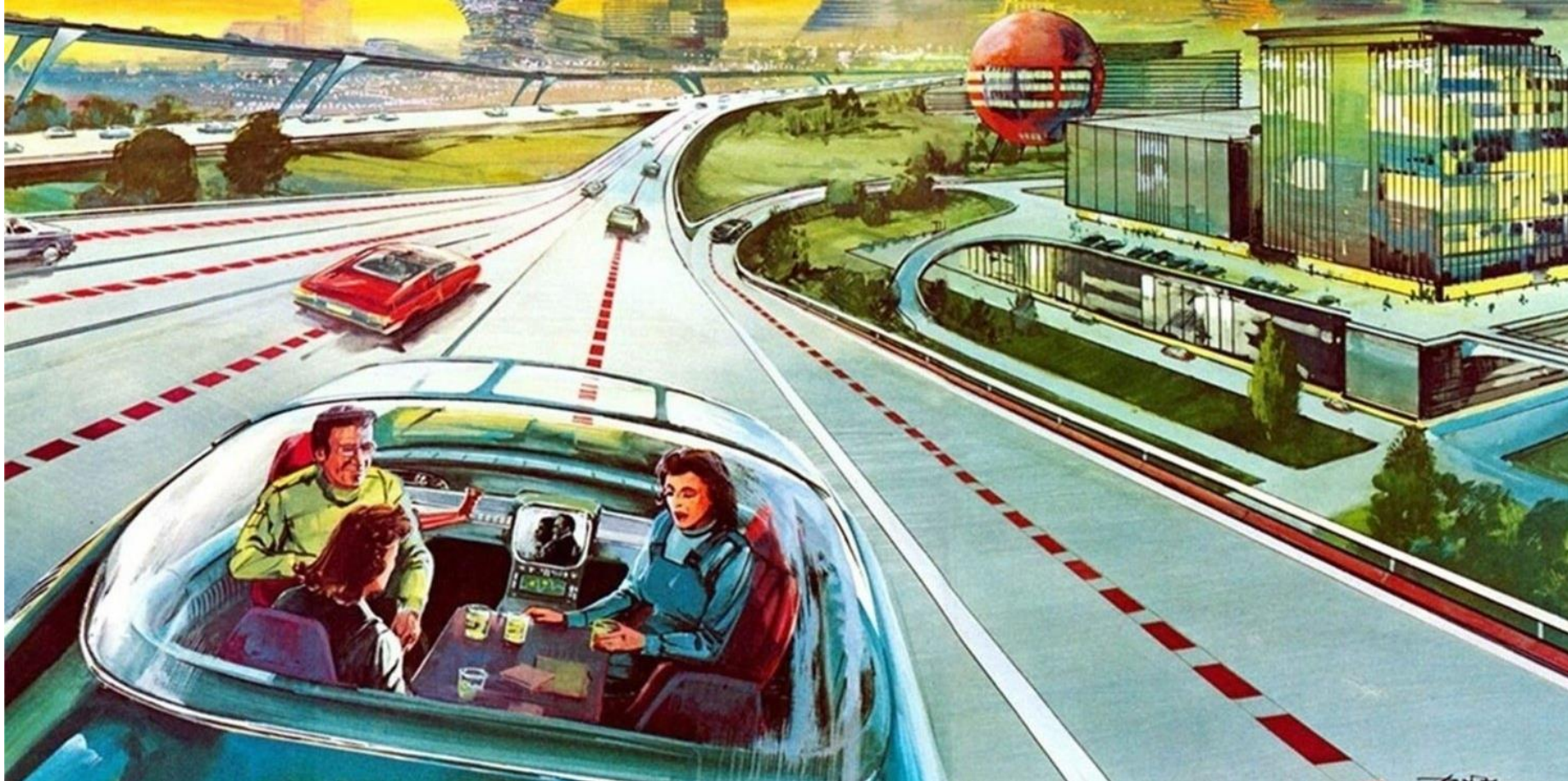


# Kernergebnisse der Diskussionsrunde

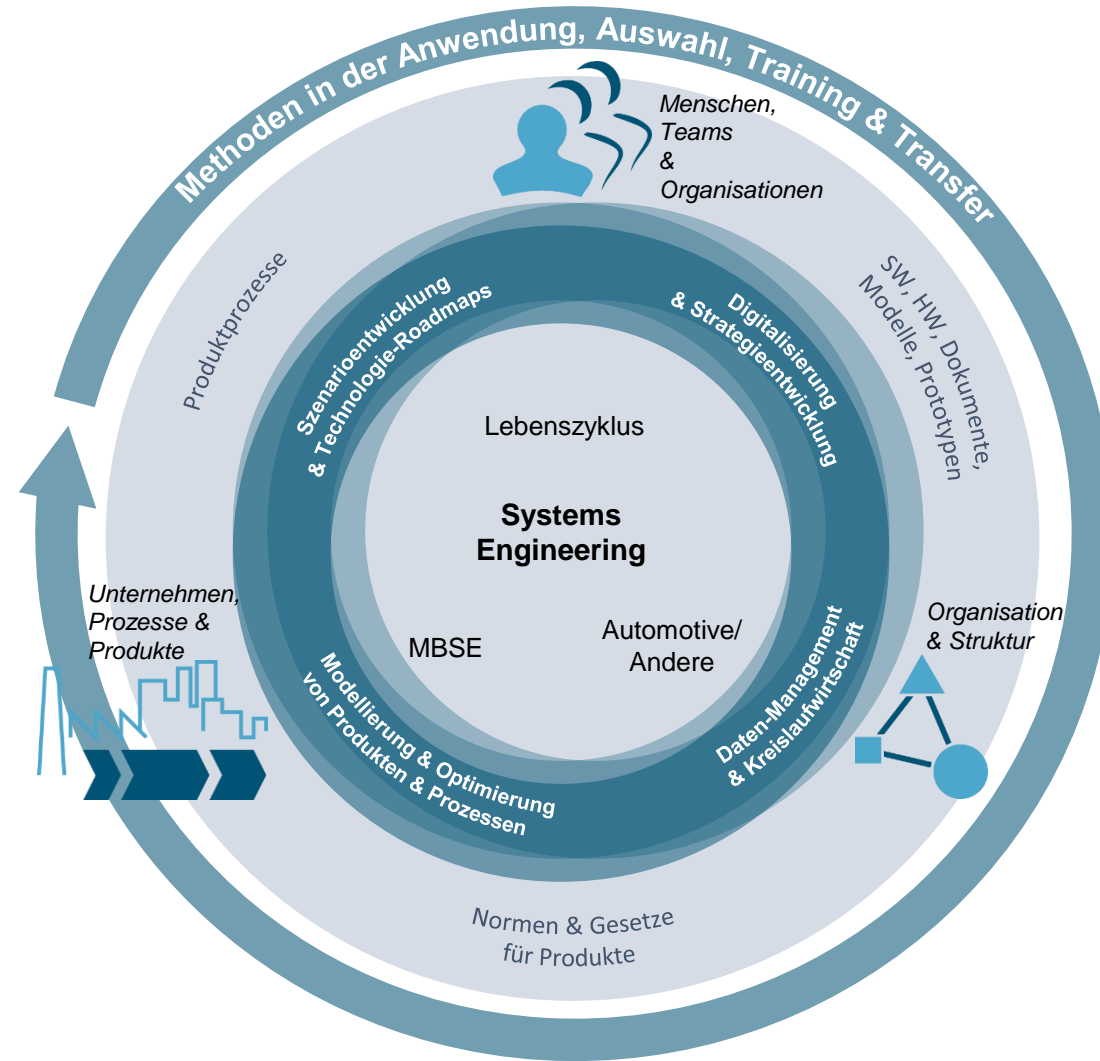
## Zusammenfassende Kernergebnisse



# Weitere Diskussionspunkte?



# Forschungsstrategie und Schwerpunkte der IPE



# Diskussionsgruppen




Fahrzeugkonzepte  
Nico Selle



Fahrzeugdigitalisierung  
David Schneider



Intelligentes Fahrzeug und  
vernetztes Fahren  
Maximilian Flormann



Antriebe und Energieträger  
der Zukunft  
Axel Sturm



# Intelligentes Fahrzeug und vernetztes Fahren

## Zitat des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klima – Call for Evidence:

Neben der Elektrifizierung der Fahrzeuge wird das **automatisierte und vernetzte Fahren** die Automobilindustrie und die relevanten Zulieferbranchen in den kommenden Jahren prägen. Das automatisierte Fahren ist ein wichtiger Treiber für mehr Innovation, Investition, Wachstum und Beschäftigung. **KI-basierte Fahrzeugsteuerungen, Innovationen zur Mensch-Maschine-Interaktion sowie Technologien zur Umfelderkennung** bieten große Chancen für die Schaffung hochwertiger Arbeitsplätze und zusätzlicher Wertschöpfung.

Die zunehmende **Automatisierung**, Digitalisierung und **Vernetzung** ermöglicht zudem völlig neue Mobilitätsdienste und datenbasierte Geschäftsfelder. **Intelligente Fahrzeuge und Infrastrukturen** ermöglichen die Bereitstellung einer **intermodalen und nahtlosen Mobilität** und können zur Emissionsminderung im Verkehr, Erhöhung der Verkehrssicherheit und mehr sozialer Teilhabe beitragen.

<https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Artikel/Industrie/automatisiertes-und-vernetztes-fahren/call-for-evidence/Formular.html>

# Kernthemen der Diskussionsrunde

## Themenschwerpunkte der Diskussionsrunden

**Vernetztes Fahren**

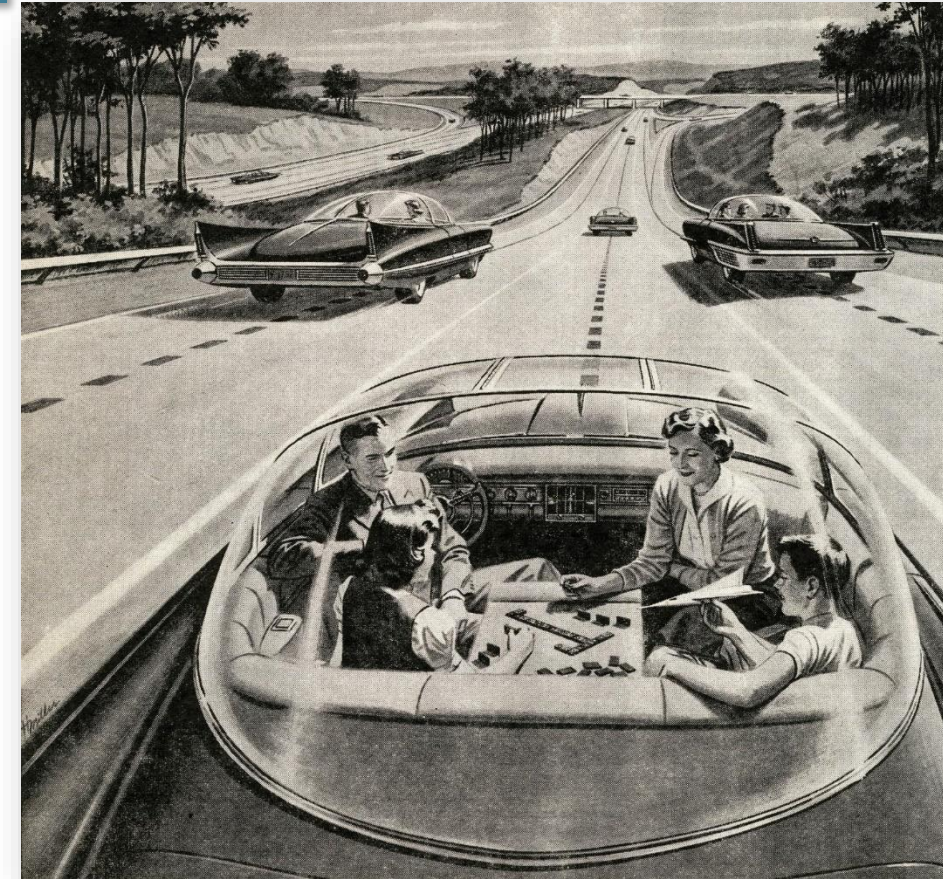
**Multimodale Mobilität**

**Automatisierter  
Lieferverkehr**

# Kernergebnisse der Diskussionsrunde

## Vernetztes Fahren

- Ziel: Steigerung der Verkehrssicherheit und -Effizienz
- Vision:
  - Fahrzeuge vernetzen zur Unfallvermeidung
  - Fahrzeuge stimmen sich miteinander und mit Infrastruktur ab und steigern die Effizienz
  - Vernetzung mit Ladeinfrastruktur
- Herausforderungen:
  - Absicherung von Szenarien & Funktionen der KI
  - Robuste Sensorik
  - Standardisierung von Kommunikationstechnologien & Software-Stacks
  - Bereitstellen der Infrastruktur



# Kernergebnisse der Diskussionsrunde

## Multimodale Mobilität

- Ziel: Barrierefrei, lückenlose Mobilität für alle Menschen
- Vision:
  - Automatisierte Shuttle
  - Optimierung der Route mit bedarfsorientierten Haltestellen
  - Automatisierte Arbeitsfahrzeuge in der Nacht, Personen- & Gütertransport am Tag
  - ÖPNV auf der Fläche
  - Vernetzung von o.g. Mobilitätskonzepten mit Park&Ride sowie AVP
- Herausforderungen:
  - Vernetzung von Betreibern und Plattformen
  - Barrierefreiheit (Demographie, Beeinträchtigungen) in Nutzung und MMI
  - Nutzer:innen-Akzeptanz
  - Finanzierung, Geschäfts- & Betreibermodelle
  - Geteilte Daten- und Diensträume
  - Standardisierung von Kommunikationstechnologien
  - Bereitstellen der Infrastruktur & neuer Verkehrskonzepte der Kommunen



# Kernergebnisse der Diskussionsrunde

## Automatisierter Lieferverkehr

- Ziel: Barrierefrei, lückenlose Mobilität für alle Menschen
- Vision:
  - Automatisierter Schwerlastverkehr von Hub zu Hub
  - Anknüpfung an multimodale Systeme zur Entlastung von Stadtverkehr
  - Umgehen von Fächkräftemangel durch Automatisierung
  - Psychische Entlastung von Personal
  - Effizienzsteigerung durch Platooning (Energieverbrauch & optimierte Logistikketten)
- Herausforderungen:
  - Standardisierung von Kommunikation & Funktionsprotokollen
  - Bereitstellen der Infrastruktur



# Kernthemen der Diskussionsrunde

## Identifizierte übergreifende Herausforderungen & Tasks

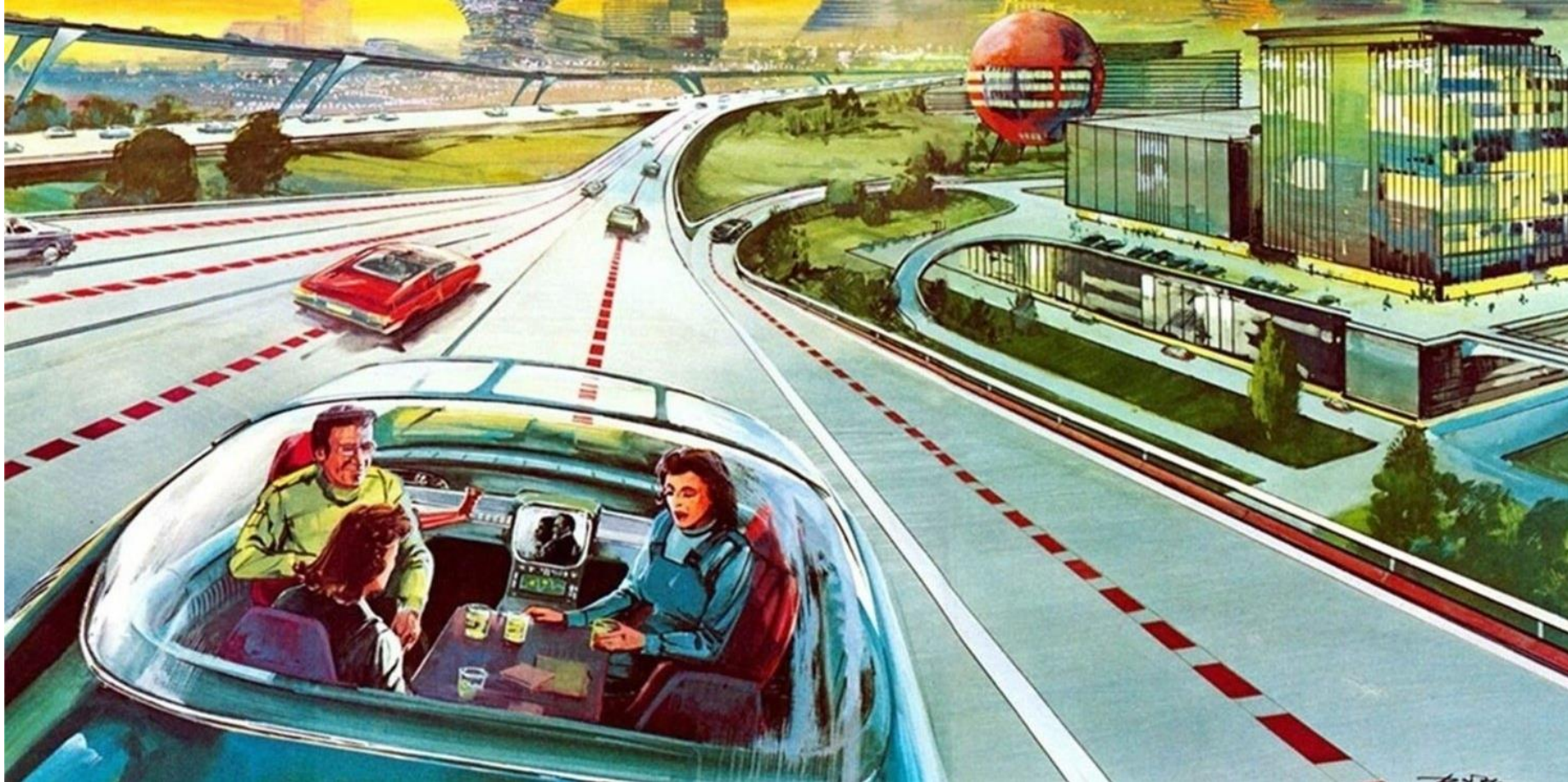
Vernetztes Fahren

Multimodale Mobilität

Automatisierter  
Lieferverkehr

1. Ist alles Standardisiert?
2. Wie sieht eine Bereitstellung & Anbindung an Infrastruktur aus?
3. Was ist öffentliche und privatwirtschaftliche Aufgabe?

# Weitere Diskussionspunkte?



# Diskussionsgruppen




Fahrzeugkonzepte  
Nico Selle



Fahrzeugdigitalisierung  
David Schneider



Intelligentes Fahrzeug und  
vernetztes Fahren  
Maximilian Flormann



Antriebe und Energieträger  
der Zukunft  
Axel Sturm



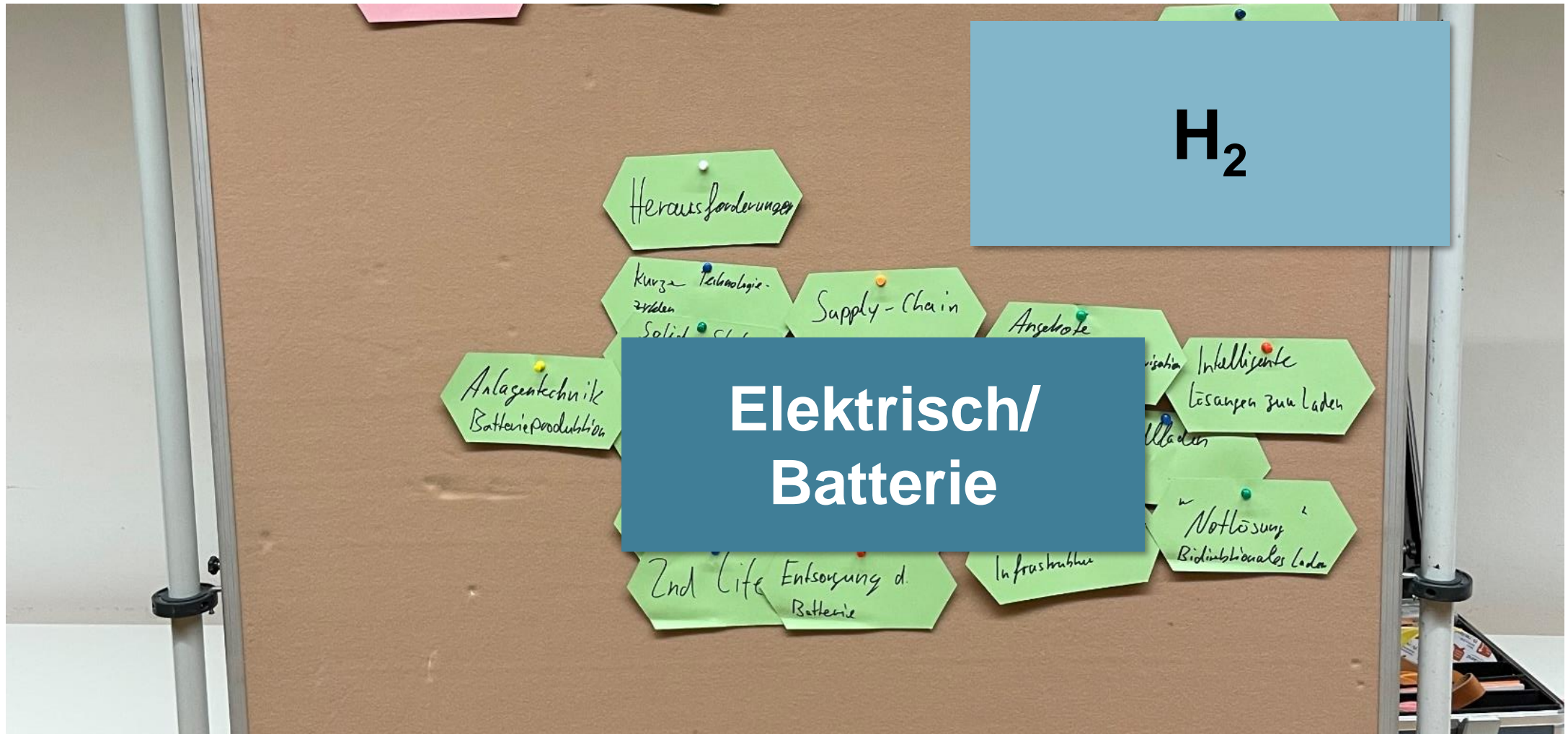
# Antriebe und Energieträger der Zukunft

## Zitat des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klima – Call for Evidence:

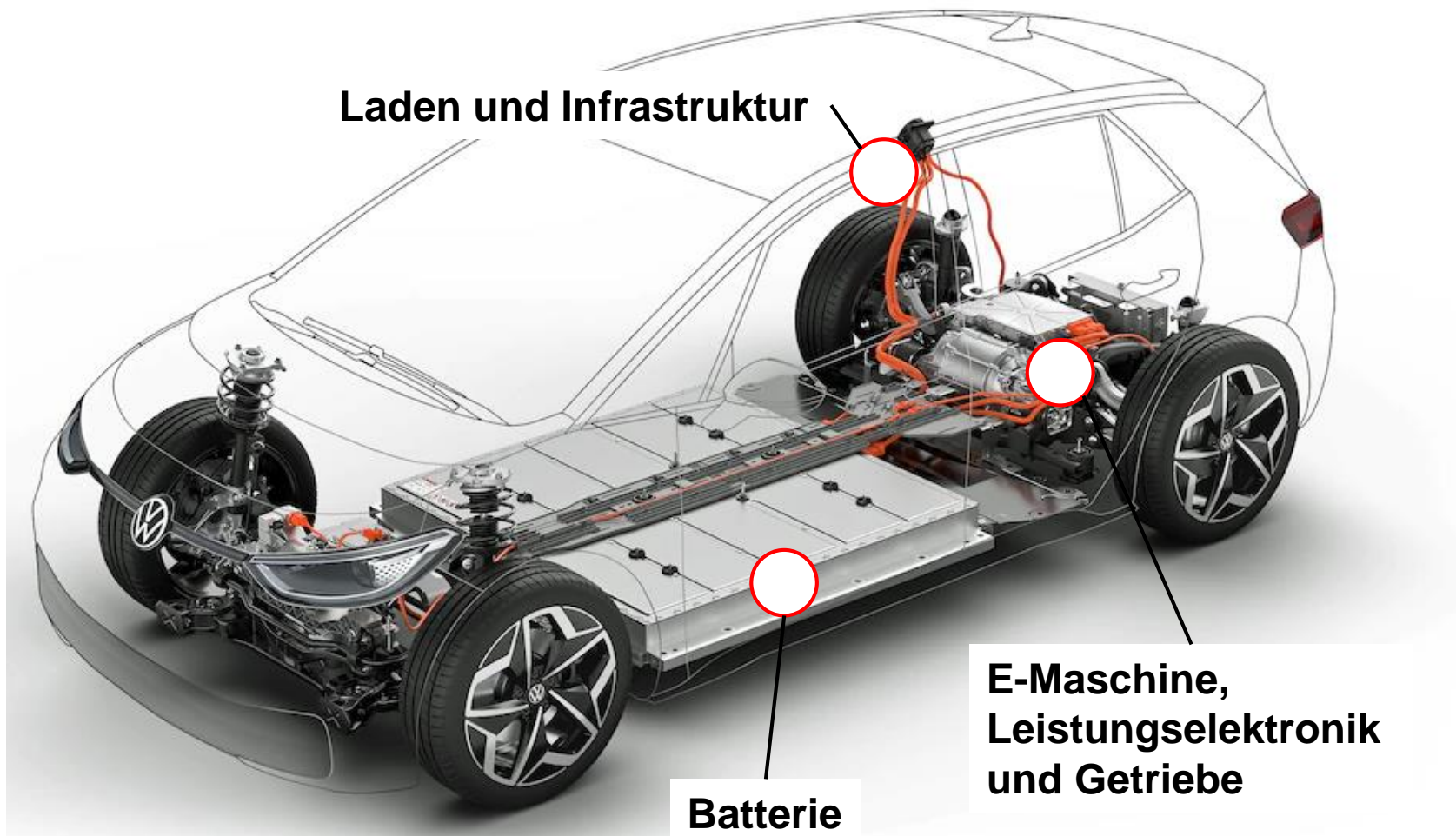
*Neben der **Elektrifizierung der Fahrzeuge** wird das automatisierte und vernetzte Fahren die Automobilindustrie und die relevanten Zulieferbranchen in den kommenden Jahren prägen. Das automatisierte Fahren ist ein wichtiger Treiber für mehr Innovation, Investition, Wachstum und Beschäftigung. KI-basierte Fahrzeugsteuerungen, Innovationen zur Mensch-Maschine-Interaktion sowie Technologien zur Umfelderkennung bieten große Chancen für die Schaffung hochwertiger Arbeitsplätze und zusätzlicher Wertschöpfung.*

*Die zunehmende Automatisierung, Digitalisierung und Vernetzung ermöglicht zudem völlig neue Mobilitätsdienste und datenbasierte Geschäftsfelder. **Intelligente Fahrzeuge und Infrastrukturen** ermöglichen die Bereitstellung einer intermodalen und nahtlosen Mobilität und **können zur Emissionsminderung im Verkehr, Erhöhung der Verkehrssicherheit und mehr sozialer Teilhabe beitragen.***

# Kernthemen der Diskussionsrunde



# Technologische Entwicklungen beim Antrieb



**CO<sub>2</sub>-Emissionen,  
Nachhaltigkeit  
und Produktlebenszyklus**

**H<sub>2</sub> und Brennstoffzelle**

# Technologische Entwicklungen beim Antrieb

## Batterie

- 2<sup>nd</sup> Life Anwendungen, Batteriedemontage, Recycling und Entsorgung der unverwertbaren Werkstoffe
- Recycling kann signifikant Kosten senken -> *Key Beförderer: Recyclinggerechtes Design, Demontage auf Elektrodenenebene, Recyclingprozesse und Verwendung von Produktionsausschuss*
- Batteriechemie und Technologien (Solid-State sowie use-case spezifische Zellchemien)  
-> *Herausforderung insb. für Zulieferer: kurze Technologiezyklen*
- Zukünftige Herausforderung in Europa: Rohstoffabhängigkeit, *Recycling kann höhere Kosten ggf. kompensieren*
- Anlagentechnik zur Batterieproduktion
- Zellproduktion in der Region SON

## E-Maschine (EM) & Leistungselektronik (LE)

- Hochdrehzahl-EMs
- EM-Konzepte ohne/geringem Anteil von seltenen Erden -> *Senkung der Rohstoffabhängigkeit*
- Neue Halbleiter-Materialien (SiC & GaN), SiC ermöglicht auf Systemebene bis zu 12% höhere Effizienz in Kombination mit 800V
- Verschiebung hin zu lokaler Halbleiterfertigung (Bsp. Intel in Magdeburg)
- Höhere Bordnetzspannung von 400V zu 800V -> *Vorteile hinsichtlich Schnellladefähigkeit, Kabelmasse und Wirkungsgrad*
- Herausforderung Mega-Charging bei LKW

## Getriebe und mechanische Komponenten

- Hochdrehzahl-Antriebe
- Fokus auf 1-Gang und 2-Gang Getriebe für Elektrofahrzeuge
- Systemintegration wichtiger Stellhebel, 3in1 Konzepte, Getriebe, EM und LE
- Thermomanagement, Kühlsysteme und Materialien zukünftig wichtig

# Technologische Entwicklungen beim Antrieb

## Laden & Infrastruktur

- „Alles in einem“ – Angebote (*Laden+Bezahlen+Navigation*) zielführend um Kundenakzeptanz zu erhöhen
- Intelligente Ladelösungen erforderlich (*hohe Anzahl an Elektrofahrzeugen, Netzstabilität wichtig*)
- Schnellladen und Bidirektionale Lademöglichkeiten (*Vehicle2Grid, Vehicle2Home, Vehicle2Vehicle in Notsituationen*)
- Koppelung von Ladeschnittstelle im Fahrzeug mit Ladesäulen, Schnittstellendefinition -> *gesamtheitliche Lösungen erforderlich*

## CO<sub>2</sub>-Emissionen, Nachhaltigkeit & Produktlebenszyklus

- Ab 2035 voraussichtlich Verbrennungsmotor-Verbot, e-Fuels Möglichkeit/ Chance
- Globaler CO<sub>2</sub>-Abdruck im Produktleben (Produktion-Nutzung-Recycling) entscheidend nicht nur CO<sub>2</sub> in der Nutzungsphase -> *Zukünftiges „Tracken“ von Materialien erforderlich zum Nachvollziehen der globalen CO<sub>2</sub>-Emissionen*
- Batterie CO<sub>2</sub>-Emissionen zu 60% durch Materialien bestimmt
- Materialien, Produktionsprozesse sowie Rezyklierbarkeit und Recyclingprozesse werden zukünftig stärker im Fokus stehen
- Lebensdauer/ Verlängerung des Produktlebenszyklus Stellhebel

## H<sub>2</sub> und Brennstoffzelle (BZ)

- Zellenentwicklung, Zellkonzepte und deren Auslegung inkl. Kühlkonzepte
- Branchenübergreifende Zellenentwicklung und Modularität, PKW – LKW – Bahn
- Potential Region SON hinsichtlich H<sub>2</sub>-Kompetenzen durch Aufbau H<sub>2</sub>-Campus an der TU-BS
- Gewinnung von Wasserstoff mit niedrigen CO<sub>2</sub>-Emissionen
- Speicherung sowie Transport von H<sub>2</sub>: Lokale/Regionale Produktion vs. Überregionale Produktion und Import

# Weitere Diskussionspunkte?



**Fragen an das und aus dem Konsortium?!**





Technische  
Universität  
Braunschweig



NIEDERSÄCHSISCHES  
FORSCHUNGSZENTRUM  
FAHRZEUGTECHNIK



# Technologische Entwicklungen in den Bereichen Elektrifizierung, Intelligentes Fahren und Digitalisierung

Dipl.-Ing. Nico Selle, Dr.-Ing. David Schneider, Institut für Konstruktionstechnik (IK)  
Dr.-Ing. Maximilian Flormann, Dr.-Ing. Axel Sturm, Institut für Fahrzeugtechnik (IfF)