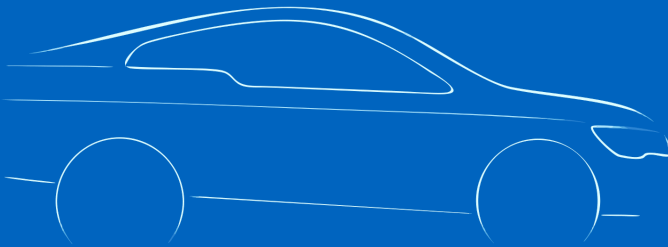


# EV-Roadshow 2023

Von der Komponente bis zum Elektrofahrzeug





## Die Technische Universität München

Die Technische Universität München (TUM), gegründet 1868, zählt zu den führenden Universitäten in Europa. Spitzenleistungen in Forschung und Lehre, Interdisziplinarität und Talentförderung zeichnen sie aus. Starke Allianzen mit Unternehmen und wissenschaftlichen Einrichtungen stehen für das globale Markenzeichen TUM.

Die Technische Universität München bildet 50.484 Studierende in 181 Studiengängen aus (Stand: WS 2022/23). Das Fächerportfolio ist in Europa einzigartig. Ingenieurwissenschaften, Naturwissenschaften, Medizin und Lebenswissenschaften sind die Schwerpunkte, flankiert von den Wirtschaftswissenschaften.

## Die EV-Roadshow 2023

### *„Von der Komponente bis zum Elektrofahrzeug“*

Die TUM forscht entlang der gesamten Wertschöpfungskette im Bereich Elektromobilität und möchte Ihnen im Rahmen der EV-Roadshow aktuelle Forschungsthemen und innovative Forschungskooperationen vorstellen.



Präsentation des aktuellen Stands der Forschung im Bereich Elektromobilität



Kollaboratives Erarbeiten von Innovations-/Forschungsfeldern der Zukunft



Bildung der Grundlage für zukünftige Förderprojekte und Projektkonsortien



# Lehrstühle

## Lehrstuhl für Produktionstechnik und Energiespeichersysteme Prof. Rüdiger Daub

**Forschungsinhalte:** Additive Fertigung, Batterieproduktion, Lasertechnik, Montagetechnik und Robotik, Nachhaltige Produktion, Produktionsmanagement & Logistik, Werkzeugmaschinen



## Lehrstuhl für Erneuerbare und Nachhaltige Energiesysteme Prof. Thomas Hamacher

**Forschungsinhalte:** Energiemodellierung, Entwicklung zukünftiger Verteilnetze als Micro oder Smart-Grids



## Lehrstuhl für Nachhaltige Mobile Antriebssysteme Prof. Malte Jaensch

**Forschungsinhalte:** Elektrische Antriebssysteme, Wasserstoffantriebe, nachhaltige Verbrennungsmotoren und Energie für Mobilität



## Lehrstuhl für Elektrische Energiespeichertechnik Prof. Andreas Jossen

**Forschungsinhalte:** Zell- und Systemmodellierung, Messtechnik für Lithium-Ionen-Zellen, Lebensdaueruntersuchungen, Batteriemanagement und optimierte Betriebsführung, Schnellladeverfahren und Integration von stationären Energiespeichersystemen



## Lehrstuhl für Fahrzeugtechnik Prof. Markus Lienkamp

**Forschungsinhalte:** Elektromobilität inkl. deren Komponenten und Infrastruktur, Automatisiertes Fahren und Smarte Mobilität





# Cell Design and Performance

Die Themeninsel beschäftigt sich mit der Designoptimierung und Performancesteigerung von Einzelzellen sowie Zellsystemen in Elektrofahrzeugen. Exemplarisch werden vier aktuelle Forschungsschwerpunkte des Lehrstuhls für Elektrische Energiespeichertechnik (EES) von der Einzelzelle bis zum Upscaling auf Systemebene präsentiert: Zelldesignoptimierung auf Schnellladefähigkeit, Energiedichtesteigerung durch Silizium als Anodenmaterial, Temperaturmanagement von Batteriesystemen und Optimierung der mechanischen Zellverspannung für Cell-to-Pack Strategy.

## Einzelzellebene

### Fokusthema: Zelldesignoptimierung auf Schnellladefähigkeit

Mehrdimensionale multiphysikalisch gekoppelte Simulationsmodelle ermöglichen lokale Betrachtungen des Zellverhaltens unter verschiedensten Anwendungsszenarien. So können verschiedene Zelldesigns und Formate hinsichtlich Schnellladefähigkeit bewertet werden. Speziell neue Zelldesigns wie das zylindrische 4680 Format mit kontinuierlichen Stromableitern, auch als Tabless-Design bezeichnet, bergen ein großes Potential zur Energiedichtesteigerung bei gleichzeitig verringerten Schnellladezeiten. Vor allem für großformatige Zellen stellt das Tabless-Design durch eine verringerte Wärmegeneration und erhöhte Zellhomogenität eine deutliche Verbesserung gegenüber herkömmlichen Ableitergeometrien dar.

### Fokusthema: Energiedichtesteigerung durch Silizium als Anodenmaterial

Silizium als Anodenmaterial ermöglicht aufgrund seiner hohen gravimetrische Energiedichte von bis zu 3.600 mAh g<sup>-1</sup> im Vergleich zu 372 mAh g<sup>-1</sup> für Graphit eine signifikante Steigerung der Energiedichte. Um die große Volumenarbeit des Aktivmaterials zu kompensieren, sind Silizium-Graphit Komposite ein vielversprechender Ansatz. Der EES erprobt derzeit Komposit-elektroden mit bis zu 20 Gewichtsprozent Silizium.

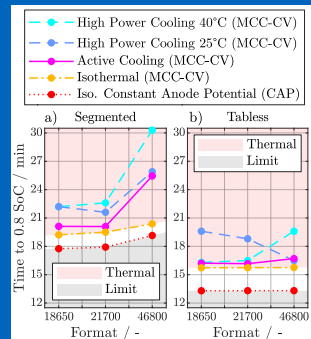


Abb. 1: Schnellladevergleich der zylindrischen 18650, 21700 und 4680 Formate

Frank et al. 2022 Journal of the Electrochemical Society

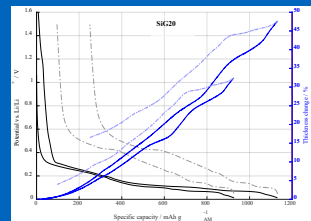


Abb. 2: Potential vs. Li/Li<sup>+</sup> und Dickenänderung einer SiG Komposit-elektrode mit 20 wt.% Silizium  
Moyassari et al. 2022 Journal of the Electrochemical Society

## Upscaling auf Systemebene

### Fokusthema: Temperaturmanagement

Eine der Kernkompetenzen des EES ist die Projektierung von individuell konstruierten Spezialprüfständen. Diese ermöglichen eine detaillierte Parametrierung und Validierung der Batteriemodelle, sowie die empirische Untersuchung von externen Einflussgrößen auf das Betriebsverhalten von Lithium-Ionen-Zellen.

Im Thermoprüfstand können bei definierter Umgebungstemperatur verschiedene Kühlstrategien von konvektiver Kühlung und Flächenkühlung bis hin zur Ableiterkühlung auf Einzelzellen und Zellmodule appliziert werden. Dies ermöglicht die Optimierung der Kühlstrategie in Bezug auf Performance und Lebensdauer, sowie die Hochskalierung von der Zelle bis zum System.



**Abb. 3:** Prüfstand für Lithium-Ionen-Zellen zur Erprobung verschiedener Kühlstrategien  
Steinhardt et al. 2021 *Journal of Energy Storage*

### Fokusthema: Optimierung der mechanischen Zellverspannung für Cell-to-Pack Strategy

Die direkte Integration von Einzelzellen in das Batteriepack ohne Zellmodule als Zwischenebene bietet signifikante Chancen zur Steigerung der Energiedichte bei gleichzeitiger Kostenreduktion und wird als Cell-to-Pack Strategy bezeichnet. Eine Herausforderung ist dabei die mechanische Kontrolle des Breathing- und Swellingverhaltens der Zellen, um einen optimalen Verspanndruck über die gesamte Lebensdauer zu gewährleisten.

Auf der Themeninsel werden zwei Prüfstandkonzepte zur Verspannung von ein oder mehreren Lithium-Ionen-Zellen auf definierte mechanische Randbedingungen von konstantem Druck bis zu konstanter Zelldicke vorgestellt. Somit können anwendungsnahe Betriebszustände nachgebildet und die Initialverspannung der Zellen bei der Speicherassembly hinsichtlich Performance und Lebensdauer optimiert werden.



**Abb. 4:** Prüfstand zur mechanischen Verspannung von Lithium-Ionen-Zellen  
Aufschläger et al. 2023 *Journal of Energy Storage*

### Ansprechpartner & weitere Informationen

Wir arbeiten gerne mit Ihnen an den großen Fragen der Zukunft.  
Sprechen Sie uns einfach an!

Andreas Aufschläger  
Teamleiter Simulation  
andreas.aufschlaeger@tum.de  
+49 89 289 26975





# Cell Production

## Produktionstechnik am *iwb*

Das Institut für Werkzeugmaschinen und Betriebswissenschaften (*iwb*) forscht an der Produktion von morgen. Im breitgestreuten Themenspektrum spielt die Produktion von Lithium-Ionen-Zellen mittlerweile eine zentrale Rolle. Die enorme Nachfrage nach Energiespeichern für elektrisch betriebene Fahrzeuge erfordert eine weitere Entwicklung und Optimierung von Produktionsprozessen für Batteriezellen.

### Produktionslinie am *iwb*

Abbildung der gesamten Prozesskette zur Fertigung von Lithium-Ionen-Zellen

- Zellen im 5-Ah-Maßstab
- Fokus auf Pouch-Zellen
- Höchste Sicherheitsstandards
- Teilautomatisierte Anlagentechnik
- Flexibilität für neue Prozesse



Abb. 5: Am *iwb* produzierte Pouch-Zelle

### Prozessforschung



Forschung im Bereich der Produktion konventioneller Lithium-Ionen-Zellen

- Prozessoptimierung
- Entwicklung neuer Prozesse
- Fügeprozesse mittels Laser und weiterer Alternativen
- Upscaling neuer Materialsysteme

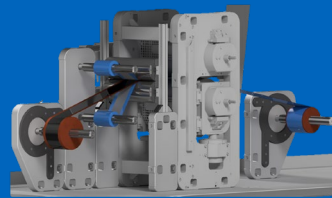


Abb. 6: Neue Prozesstechnologie: Präolithierung

### Industrie 4.0



Forschung im Bereich der Digitalisierung und der vernetzten Produktion

- Intelligente Datengenerierung und -verarbeitung
- Maschinen- und Produktzwillinge
- Abhängigkeiten in der Prozesskette

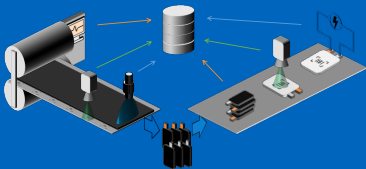


Abb. 7: Tracking- und Tracing-System zur Datenerfassung für Qualitätssicherung

### Neue Speichertechnologien



Forschung im Bereich der Produktion neuer Energiespeichertechnologien

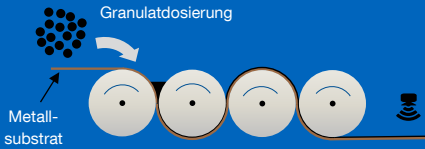
- Vollständige Produktionslinie in Inertgas für Festkörperzellen
- Alle Festelektrolyt-Kategorien
- Fertigungstechnik Brennstoffzellen
- Upscaling Natrium-Ionen-Zellen



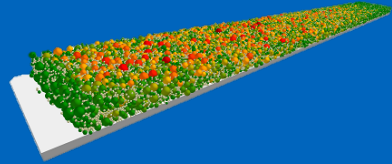
Abb. 8: Pilotlinie zur Assemblierung von Festkörperbatteriezellen in Inertgas-Atmosphäre



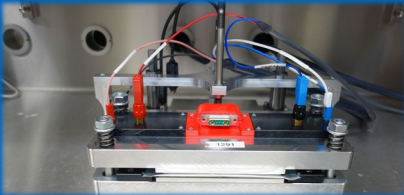
# Ausgewählte Forschungshighlights



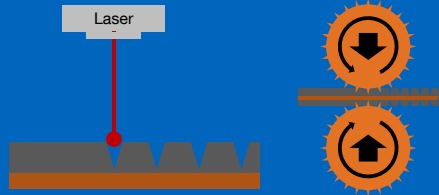
Trockenbeschichten mittels  
Vier-Walzen-Kalender



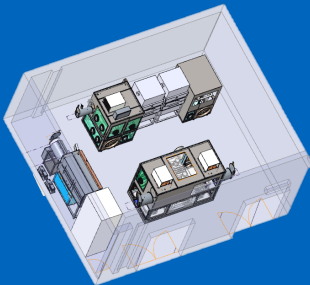
DEM-Simulation des Kalandrierprozesses



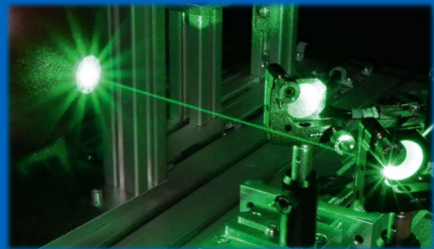
Spezial-Zellhalter zur Inline-Prozess-überwachung  
des Formierens



Laser- und Walzstrukturierung  
von Elektroden



Pilotline für sulfidische Festkörperbatterien



Füge- und Trennprozesse  
mittels Laser

## Ansprechpartner & weitere Informationen

Wir arbeiten gerne mit Ihnen an den großen Fragen der Zukunft. Sprechen Sie uns einfach an!

Fabian Konwitschny  
Abteilungsleiter Batterieproduktion  
fabian.konwitschny@iwb.tum.de  
+49 89 289 15510





# Battery Systems and Integration

Die Integration des HochvoltSpeichers in das Gesamtfahrzeug wird von allen Megatrends der Branche beeinflusst – wir beleuchten drei aktuelle Forschungs-Schwerpunkte des komplexen Batteriesystems.

## Safety

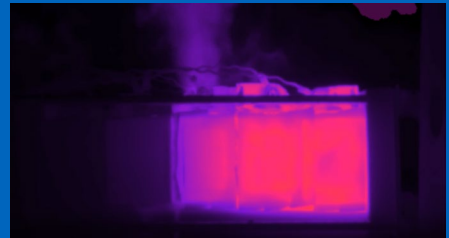
Die Sicherheit der Fahrzeuginsassen steht stets an erster Stelle. Aufgrund dessen erfordern aktuelle Regularien die Vermeidung bzw. Verzögerung der Ausbreitung des thermischen Durchgehens einer Einzelzelle in der Gesamtbatterie (engl. *thermal propagation* - TP). Zusammen mit Projektpartnern forschen wir an der Mitigation dieser Szenarien - ohne bei der Energiedichte und damit bei der Kundenakzeptanz Rückschritte machen zu müs-



sen. Hierzu entwickeln wir einen

Containerprüfstand für Abuse-Tests an Lithium-Ionen-Batterien, welcher uns das Testen auch unter Extrembedingungen erlaubt und Forschung hinsichtlich einer sicheren Batterie und sinnvollen TP-Maßnahmen ermöglicht.

**Abb. 10:** Propagation des thermischen Durchgehens in einem Batteriemodul aus fünf Lithium-Ionen-Zellen mit einer NMC/C Zellchemie und Verbrennung des austretenden Venting-Gases außerhalb des Batteriemoduls



**Abb. 9:** Thermische Propagation (Thermal Propagation, TP) in einem Batteriemodul aus fünf Lithium-Ionen-Zellen (LFP), aufgenommen mit einer Wärmebildkamera

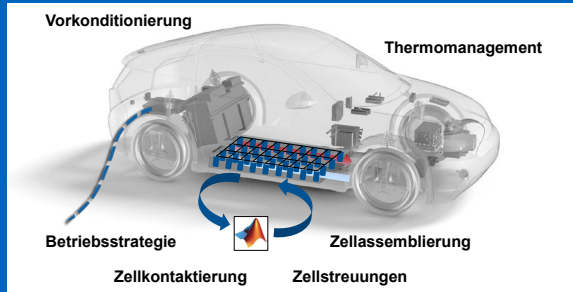
## Fast Charge

Im Rahmen laufender und zukünftiger Projekte forscht die TUM zusammen mit Industriepartnern an neuartigen Schnellladekonzepten.

Mittels einer holistischen Systembetrachtung werden vom Gesamtfahrzeug kommend Vorkonditionierungs- und Betriebsstrategien entwickelt und ein ideal darauf abgestimmtes Batteriepack konzipiert. Auf Modulebene wird ein besonderer Fokus auf die elektrische und thermische Konfiguration gelegt, um eine gleichmäßige Belastung der Einzelzellen sicherzustellen und so den besten Kompromiss zwischen Ladezeit und Zellalterung zu erreichen. Zur Validierung werden prototypische Batteriemodule aufgebaut, die durch modellbasierte Optimierungsverfahren mittels eines digitalen Zwillings innerhalb

von 15 Minuten geladen werden können. Durch batterieschonendes Schnellladen kann eines der zentralen Hindernisse der Elektromobilität bewältigt und ein Ladestopp vergleichbar mit der Dauer eines Tankstellenaufenthalts erreicht werden.

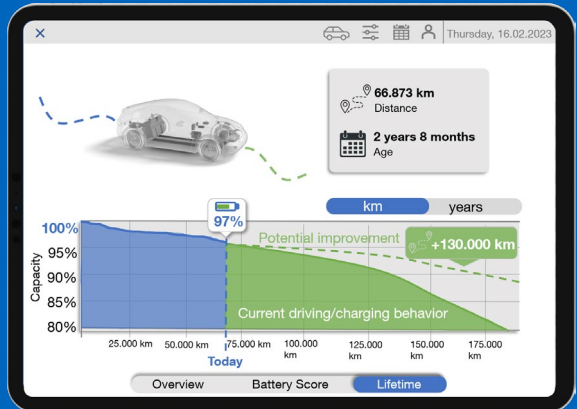
**Abb. 11:** Optimierung für Schnellladefähigkeit von Zell- zu Systemebene



## Lifetime

Elektrofahrzeuge sind einem unweigerlichen Alterungsprozess ausgesetzt, der maßgeblich durch das Nutzerverhalten beeinflusst ist. Dieser hochkomplexe Prozess hängt von vielen Faktoren ab und äußert sich in einem hochgradig batterie-spezifischen Degradationsverhalten. Neben beschleunigten, synthetischen Tests für eine frühzeitige Prognose werden anwendungsnahe Szenarien auf Zell-, Modul- und Fahrzeugebene untersucht, um das reale Alterungsverhalten zuverlässig bewerten zu können.

Zudem ermöglichen KI-basierte Methoden die Prädiktion des Alterungsverhaltens bereits nach kurzer Testzeit und damit die Reduktion des Messaufwandes. Darüber hinaus erhöhen sie die Genauigkeit der Alterungsbestimmung in der Realanwendung. Langfristig wächst der Bedarf nach Methoden zur effektiven Lebensdauerprädiktion aufgrund des steigenden Elektrofahrzeugabsatzes, der zunehmenden Vielfalt neuer Zelltechnologien sowie der stetig prolongierten Lebensdauer.



**Abb. 12:** Vorhersage des State-of-Health einer Lithium-Ionen-Batterie auf Basis von künstlicher Intelligenz (KI)

### Ansprechpartner & weitere Informationen

Wir arbeiten gerne mit Ihnen an den großen Fragen der Zukunft. Sprechen Sie uns einfach an!

Manuel Ank  
 Teamleiter EV Powertrain  
 manuel.ank@tum.de  
 +49 89 289 10440





# Sustainable Mobile Drivetrains

## Forschung und Entwicklung nachhaltiger Antriebssysteme

Während aktuell vollelektrische Antriebssysteme im Pkw-Bereich den Verbrennungsmotor verdrängen, ist dieser für Nutzfahrzeuge und Großmotoren nicht verzichtbar. Neue Technologien und Anforderungen eröffnen Forschungsfragen in beiden Bereichen.

### Electric Drives

Axialflussmaschinen (AFM) bieten durch eine hohe Drehmomentdichte und kurze axiale Länge Vorteile und neue Möglichkeiten in der Antriebsstrangauslegung. Gegenüber Radialflussmaschinen sind diese Maschinen jedoch bis heute noch wenig erforscht, besonders in den Bereichen Pkw und Nfz.

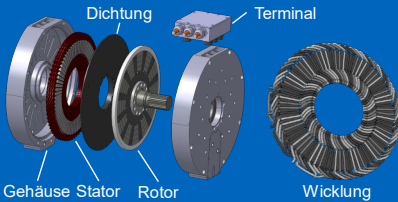


Abb. 13: Explosionsdarstellung einer AFM

### Piston Engines

Wasserstoff und E-Fuels machen Verbrennungsmotoren zu klimafreundlichen und nachhaltigen Energiewandlern. Zukunftslösungen für Schifffahrt, Luftfahrt und Stationäranwendungen werden damit möglich. Wir arbeiten an Konzepten, um die Verbrennung effizient und sauber zu gestalten.



Abb. 14: Kraftstoffvergleich und Simulation

### Highvoltage-Simulation

Zur Auslegung von Komponenten des elektrischen Antriebsstrangs von der Batterie hin zum E-Motor als auch zum Entwurf von Regelstrategien bieten simulative Untersuchungen die Möglichkeit zur Optimierung von Elektrofahrzeugen.

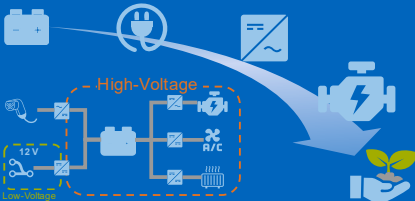


Abb. 15: Nachhaltigkeit durch HV-Simulation

### Testing

Um Lösungen und Entwicklungen im Bereich nachhaltiger Mobilität zu evaluieren, bedarf es zuverlässiger und genauer Prüfmöglichkeiten. Zukunftsweisende Testing-Ansätze zur Verbesserung der Prüfmethodik werden bei uns erforscht.

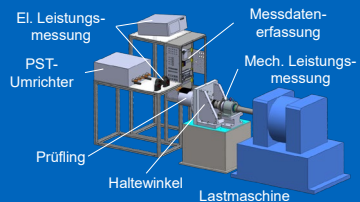


Abb. 16: Leistungsprüfstand am NMA

## Der Lehrstuhl für Nachhaltige Mobile Antriebssysteme (NMA)

Unter der Leitung von Prof. Dr. Malte Jaensch forscht der Lehrstuhl für Nachhaltige Mobile Antriebssysteme der Technischen Universität München technologieoffen auf dem Gebiet der nachhaltigen Mobilität. Wir beschäftigen uns mit der ganzen Bandbreite an zukünftigen Fahrzeugantrieben, von Verbrennungskraftmaschinen, betrieben mit synthetischen Kraftstoffen, über Wasserstoff-Brennstoffzellen bis hin zu elektrischen Antriebssystemen. Hierbei ist uns, der langjährigen Philosophie des Lehrstuhls folgend, insbesondere die Verknüpfung von Simulation, prototypischer Umsetzung und Versuch wichtig.

### Infrastruktur

- 13 Prüfstände, bis zu 700 kW Leistung
- 2x 600 kVA Stromversorgung
- Nutzung aller Energieträger
- Wasserstofftauglichkeit
- Prototypen-Werkstatt
- Elektronik- und Chemielabor



Abb. 17: Gelände des NMA

### Transformation auch in der Forschung

Neue Technologien und Anforderungen aus der Industrie verlangen Veränderungen auch in der Forschung und Lehre. Beispielsweise wurden unsere Prüfstände auf Wasserstofftauglichkeit aufgerüstet, Batteriesimulatoren und Messtechnik beschafft und unsere Simulationslandschaft erweitert. Dies ermöglicht uns die Forschung an allen zukünftigen mobilen Antriebssystemen. Beispielhafte Projekte sind:

#### **LKW-Schnellladen bei 1250 V / 3000 A:**

Erforschung der Stromtragfähigkeit von Ladekabel, MCS-Stecker und fahrzeuginternen HV-System inklusive Prüfstands Aufbau.

#### **Elektrisches Inselnetz SHS/31:**

Untersuchung der Schnittstellen zwischen Energie und Mobilität in einem modularen Micro-Grid.

### Ansprechpartner & weitere Informationen

Wir arbeiten gerne mit Ihnen an den großen Fragen der Zukunft. Sprechen Sie uns einfach an!

Carsten Sonntag  
Teamleiter Elektrische Maschinen  
carsten.sonntag@tum.de  
+49 89 289 24107





# System Design & Vehicle Integration

Moderne Fahrzeuge gehören zu dem komplexesten System in unserem Alltag. Wir präsentieren unsere Forschungsergebnisse zu drei Zukunftsszenarien für das Jahr 2030.



Abb. 18: Entwicklungsprozess EV System Design mit Fahrzeugdaten als zentraler Baustein

Die Entwicklung neuer Fahrzeugkonzepte ist mehr denn je beeinflusst von externen Trends. Die Klimakrise, Unsicherheit, globale Lieferketten oder der demografische Wandel verändern die Anforderungen an Fahrzeuge. Wir stellen die Erhebung detaillierter Fahrzeug- und Nutzerdaten in das Zentrum unserer Forschung. Für einen definierten Anwendungsfall nutzen wir dieses Verständnis der externen und internen Anforderungen, um automatisiert ein Gesamtfahrzeugkonzept abzuleiten und zu bewerten. Wir zeigen Ihnen dieses Vorgehen anhand dreier Zukunftsszenarien:

## Die Nachhaltigkeit von Fahrzeugen ist kaufentscheidend

Den ökologischen Einfluss batterieelektrischer Fahrzeuge über deren gesamte Lebensdauer zu berechnen ist komplex. Wir erarbeiten modulare Simulationssysteme, um die Ökoeffizienz verschiedener Antriebe zu bewerten und damit den Entwicklungsprozess neuer Fahrzeugkonzepte hinsichtlich entscheidender Nachhaltigkeitskriterien zu verbessern.

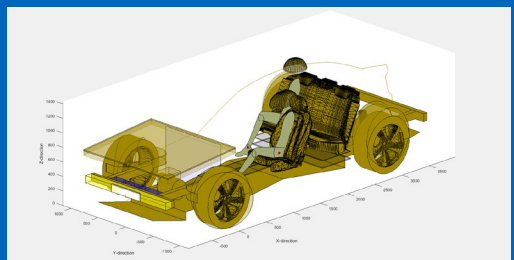


Abb. 19: Optimiertes Simulationsergebnis eines batterieelektrischen Pkw

## Kosteneffizientes Benchmarking ist die Grundlage für Neuentwicklungen

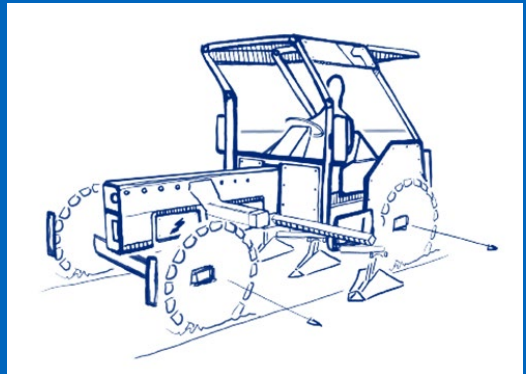


Was zeichnet eigentlich ein gelungenes Fahrzeugkonzept aus? Um diese Frage objektiv zu beantworten, verknüpfen wir Simulationsmodelle mit gemessenen Realfahrdaten und zeigen damit mögliche Optimierungspotenziale auf: egal ob Packageffizienz oder die Auswahl der optimalen E-Maschine.

**Abb. 20:** VW ID.3 auf dem hausinternen Rollenprüfstand

## Batterie-Elektrifizierung geht über den Pkw-Bereich hinaus

Aufbauend auf den erfolgreichen Forschungsprojekten im Pkw-Segment konzentriert sich unsere aktuelle Forschung sowohl auf batterieelektrische Pkw als auch die Elektrifizierung von Sonderfahrzeugen wie Traktoren oder Kommunalfahrzeugen. Mit Hilfe einer umfangreichen Komponentendatenbank sowie Nutzungsdaten aus dem Feldversuch erarbeiten wir das bestmögliche Fahrzeugkonzept für den Anwendungsfall.



**Abb. 21:** Früher Konzeptentwurf eines batterieelektrischen Kleintraktors für den Einsatz in Subsahara Afrika

Zusammen mit unseren Projektpartnern arbeiten wir schon heute an batterieelektrischen Lösungen für morgen. Moderne Prüfstände und eine hauseigene Testflotte ermöglichen von der Simulation bis zur Realfahrt eine holistische Perspektive auf zukünftige Fahrzeugkonzepte.

### Ansprechpartner & weitere Informationen

Wir arbeiten gerne mit Ihnen an den großen Fragen der Zukunft. Sprechen Sie uns einfach an!

Clemens Pizzini  
Teamleiter EV System Design  
clemens.pizzini@tum.de  
+49 89 289 15875





# Charging and Operations

Scaling up e-mobility efficiently, sustainably, and economically for everyone.

Das volle technologische Potential der Elektromobilität ist nur in intelligenten Mobilitätskonzepten nutzbar. Wir zeigen sie am Puls von Wissenschaft, Gesellschaft und Industrie.

## User-Centered Infrastructure Design

Angewandte Forschung muss den Nutzer immer im Fokus haben. Mit unserem selbst entwickelten OBD- & GPS-Logger haben wir Daten aus diversen Flottenversuchen mit insgesamt drei Millionen aufgezeichneten Kilometern gesammelt. In Kombination mit dazugehörigen Befragungen sind wir in der Lage, das Nutzungsverhalten aller Fahrzeugarten detailliert zu analysieren.

Basierend darauf präzisieren wir zeitliche und örtliche Ladebedarfe im privaten, kommerziellen und öffentlichen Raum. In Kopplung mit Verkehrs- bzw. Stromnetzdaten sowie anderen Randbedingungen ermitteln wir daraufhin optimale Ladestandorte zur wirtschaftlichen Erfüllung dieses Bedarfes.

Für einzelne Standortklassen wie z.B. Logistikdepots und Wohnquartiere, die sich besonders für sog. „microgrids“ eignen, zeigen wir modellbasiert auf, wie intelligentes Energiemanagement in der Sektorkopplung von Mobilität, Elektrizität und Wärme sowohl Energiekosten als auch Treibhausgasemissionen resilient senken kann. Wir identifizieren und maximieren innovativ Synergien zwischen Elektromobilität und erneuerbarer Energiebereitstellung.



Abb. 22: In-house entwickelter Mobilitäts- und CAN-Datenlogger

## Smart Charging Management

Ökologie und Ökonomie müssen kein Widerspruch sein – mit Elektromobilität erst recht. Anhand von multidisziplinären Modellen aus den aufgezeichneten Realdaten entwerfen



Abb. 23: Im Projekt NEFTON erproben wir erstmalig das Megawattladen für Nutzfahrzeuge

und publizieren wir Algorithmen zur Optimierung der gesamten Fahrzeugnutzung. Für Einzelfahrzeuge auf Langstreckenfahrten umfasst das neben der adaptiven Ladestopplplanung unter Einbezug von Unsicherheiten und „weichen“ Randbedingungen auch die Entwicklung von Ladeinfrastruktur-Reservierungssystemen inkl. dazugehörigem Backend für maximale Planbarkeit – bei Fahrzeugbetreibern und Energiewirtschaft.



Lademangement ist jedoch standortbezogen mindestens ebenso essenziell. Mit Systemen für geteilte private Ladeinfrastruktur steigern wir einerseits deren Auslastung und Wirtschaftlichkeit im Pkw- & Lkw-Bereich, schaffen andererseits aber auch schnell dringend benötigte Zusatzkapazitäten im Ladepunktausbau. Zudem ermöglichen wir unter Einsatz bidirektionaler Ladetechnologie („vehicle to X“) die sekundäre Nutzung von Fahrzeugspeichern für energiewirtschaftliche Zwecke, sei es vor oder hinter der Messstelle. In Abwägung der dabei möglichen Erlöse mit den Kosten (z.B. durch Speicheralterung) entwerfen wir neue Geschäftsmodelle für Flotten- und Ladepunktbetreiber (CPOs).

## Real-World Labs

Wir bringen unsere Ergebnisse auf die Straße – nur so ist Skalierbarkeit garantiert.

Hierfür steht uns vielfältige Testinfrastruktur zur Verfügung. Verschiedene elektrische Versuchsfahrzeuge, Messtechnik, Rollenprüfstand und Ladesäulen bis 1 MW Leistung dienen zur Methodenentwicklung und schaffen reproduzierbare Messbedingungen. Das frei konfigurierbare und DFG-geförderte „CoSES“-Microgridlabor ist zudem ein ideales Werkzeug zum Test von Innovationen im Energie- und Lademangement.



**Abb. 24:** Im Projekt ComfficientShare zeigen wir, wie quartiersbasiertes Carsharing die urbane Mobilität von morgen einfacher, ökologischer und komfortabler macht



**Abb. 25:** Die Projekte aCar Mobility und SolChargE zeigen die Potentiale der Elektromobilität für ländliche Entwicklung in Afrika

Die eigentliche Validierung kann jedoch nur in Reallaboren erfolgen. Hier setzen wir unsere Konzepte in die Praxis um, erproben sie mit den zukünftigen Nutzern und demonstrieren der Öffentlichkeit wie auch der wissenschaftlichen Community ihren Nutzen, sei er ökonomisch, ökologisch oder sozial. Wir begleiten diese Versuche stets wieder mit objektiver Datenerfassung und subjektiver Befragung. So entwickeln wir Ideen und starten den Innovationszyklus erneut.

### Ansprechpartner & weitere Informationen

Wir arbeiten gerne mit Ihnen an den großen Fragen der Zukunft. Sprechen Sie uns einfach an!

Philipp Rosner  
Teamleiter EV Operations  
philipp.rosner@tum.de  
+49 89 289 15352



**Notizen:**

**Notizen:**

**Technische Universität München**

TUM School of Engineering and Design  
EV-Roadshow 2023

Boltzmannstraße 15  
85748 Garching bei München

[www.tum.de](http://www.tum.de)