

Bayerische Kooperation für Transporteffizienz – Truck2030

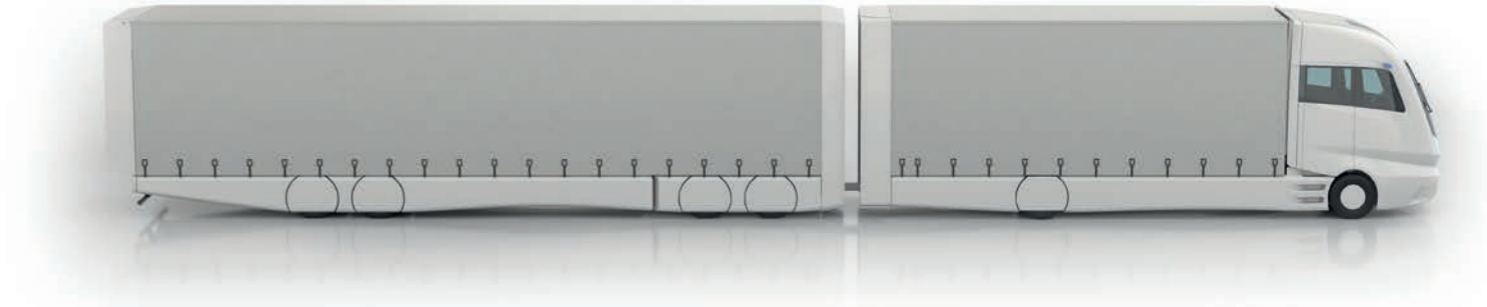


Technische Universität München

Die Technische Universität München (TUM) ist mit rund 550 Professorinnen und Professoren, 41.000 Studierenden sowie 10.000 Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern eine der forschungsstärksten Technischen Universitäten Europas. Ihre Schwerpunkte sind die Ingenieurwissenschaften, Naturwissenschaften, Lebenswissenschaften und Medizin, verknüpft mit den Wirtschafts- und Sozialwissenschaften. Die TUM handelt als unternehmerische Universität, die Talente fördert und Mehrwert für die Gesellschaft schafft. Dabei profitiert sie von starken Partnern in Wissenschaft und Wirtschaft. Weltweit ist sie mit dem Campus TUM Asia in Singapur sowie Verbindungsbüros in Brüssel, Kairo, Mumbai, Peking, San Francisco und São Paulo vertreten. An der TUM haben Nobelpreisträger und Erfinder wie Rudolf Diesel, Carl von Linde und Rudolf Mößbauer geforscht. 2006 und 2012 wurde sie als Exzellenzuniversität ausgezeichnet. In internationalen Rankings gehört sie regelmäßig zu den besten Universitäten Deutschlands.

Truck2030

Der Gütertransport von morgen stellt hohe Anforderungen an eine neue Fahrzeuggeneration: Das Eigengewicht des Lkw muss im Verhältnis zum Gewicht der Zuladung verringert werden, um die Transsporteffizienz zu verbessern. Zusätzlich versprechen schadstoffreduzierende Maßnahmen wie alternative Energieträger und Energierückgewinnungssysteme weitere Fortschritte im Verbrauch und für den Umweltschutz. Darum haben die Technische Universität München und die Ostbayerische Technische Hochschule Regensburg gemeinsam mit Partnern aus Industrie und Forschung ein neues Fahrzeugkonzept für den zukünftigen Straßengüterfernverkehr erarbeitet. Durch die Verknüpfung aus Forschung mit der Erfahrung von Herstellern und Kunden wurde jeder Aspekt des Straßengüterverkehrs betrachtet.



Projektziele

Es wurde ein Fahrzeugkonzept für den Straßengüterverkehr unter ganzheitlicher Betrachtung des Antriebsstrangs und der Gestaltung von Zugmaschine und Auflieger entwickelt. Dabei wurden die Gesamtbetriebskosten um bis zu 30 Prozent reduziert.

Dafür war es notwendig, die Transportszenarien im Jahr 2030 zu prognostizieren. Zur Steigerung der Energieeffizienz werden alternative Energieträger wie Erdgas, synthetische Kraftstoffe oder Batteriespeicher als neue Lösungen für klimafreundliche, schadstoffarme und geräuschreduzierte Antriebe untersucht. In Kombination mit den neuen Entwicklungen in den Bereichen Aerodynamik, Leichtbau und Energierückgewinnung ermöglicht das, die Energieeffizienz in Antrieb und Bremsanlage zu erhöhen. Durch die Anpassung des Fahrzeugkonzepts auf die Einsatzfälle und Schnittstellen des Kunden wird die Transporteffizienz erhöht.

Ein betriebskostenoptimiertes Fernverkehrsfahrzeug, das durch eine deutliche Senkung der Schadstoffemissionen zu mehr Nachhaltigkeit im Güterverkehr beiträgt, ist entstanden. Zudem wurde auch die Fahrzeugkabine so umgestaltet, dass der Fahrer die Zeit, die durch hochautomatisiertes Fahren zur Verfügung steht, besser nutzen kann.

Kernfragen

1. Mensch

Wie kann der Fahrer die, durch automatisiertes Fahren, freigewordene Zeit sinnvoll nutzen?
Wie motiviere ich den Fahrer zu einer gesünderen Lebensweise?

2. Transport & Logistik

Welche Anforderungen hat eine Spedition als Kunde?
Wie sieht ein kosteneffizientes Fahrzeugkonzept im Jahr 2030 aus?

3. Politik

Wie kann der Gesetzgeber die Rahmenbedingungen schaffen, um dem steigenden Transportaufkommen gerecht zu werden?
In welche Infrastruktur lohnt es sich langfristig zu investieren?

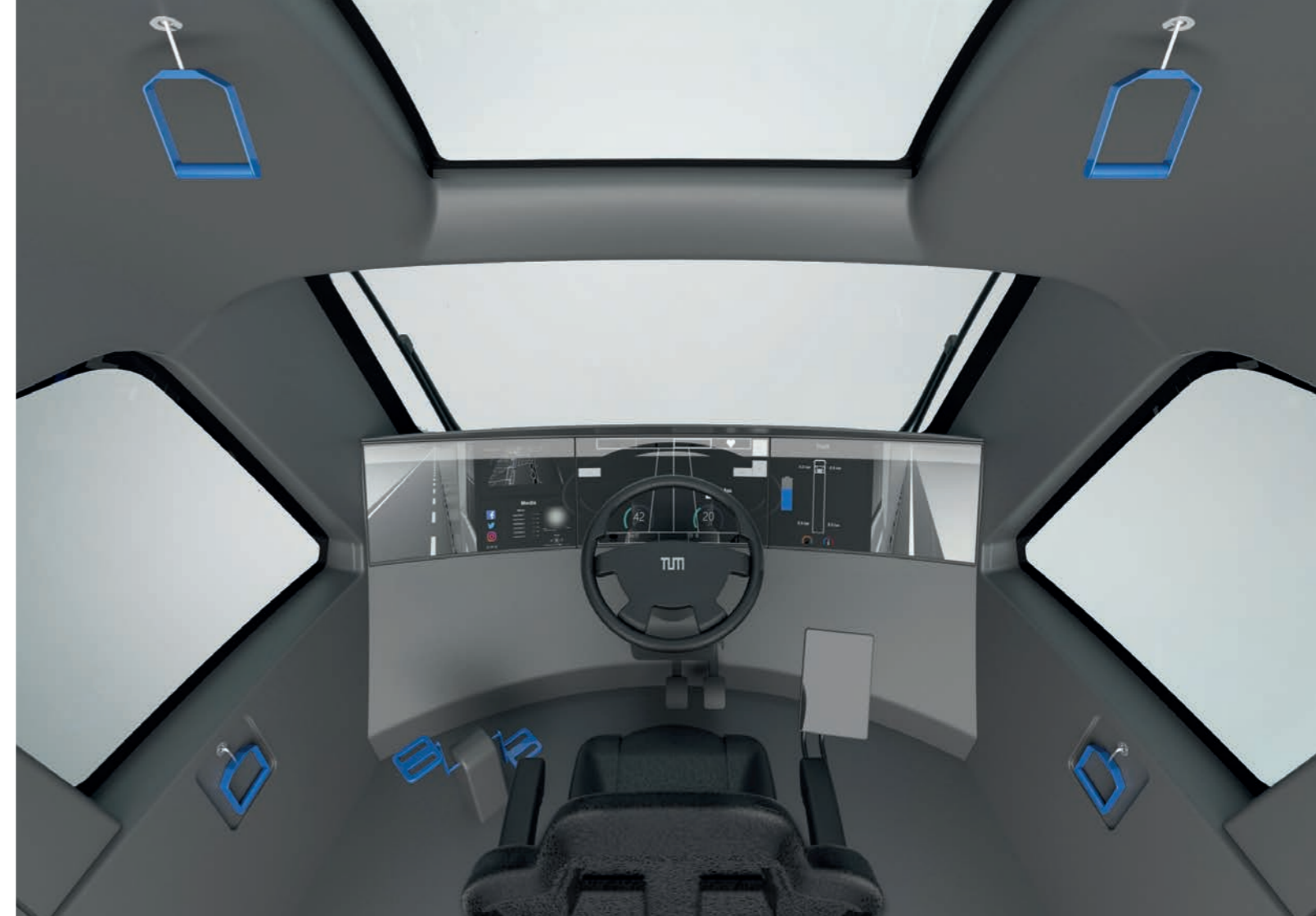
4. Umwelt

Mit welchem Antriebskonzept kann der steigenden Nachfrage nachhaltig begegnet werden?
Wie können die festgelegten Klimaziele erreicht werden?

Mensch

Die Forschung zeigt, dass Langstreckenfahrten die Lkw-Fahrer physisch und mental enorm belasten, was zu Gesundheitsproblemen führt. Das Team ging von der Annahme aus, dass im Jahr 2030 das hochautomatisierte Fahren in Lkw bereits Standard ist. Die dadurch gewonnene Zeit soll sinnvoll genutzt werden. Dazu wurden User Interfaces identifiziert und getestet, die dem Fahrer Sportübungen während der Fahrt ermöglichen. Zu diesem Zweck wurde beispielsweise ein multifunktionaler Fahrersitz entwickelt, der es dem Fahrer ermöglicht, aufzustehen während er angeschnallt ist und somit neue Bewegungsmöglichkeiten schafft.

Die speziell entwickelten Sportübungen können arbeitsbedingten Belastungen vorbeugen und lebensstilbezogene Risiken frühzeitig vermindern. Den gesundheitsbelastenden Arbeitsbedingungen in der Branche wird damit entgegengewirkt, was auch zu einer Imagesteigerung des Berufs führen kann. Eine Förderung der Sportübungen durch Arbeitgeber oder Krankenkassen könnte der Etablierung dienlich sein.



Mensch

Ein besonderer Schwerpunkt wurde auf die Wahl der richtigen Trainingsmöglichkeiten während der Fahrt gelegt. Dabei geht es um zwei Aspekte:

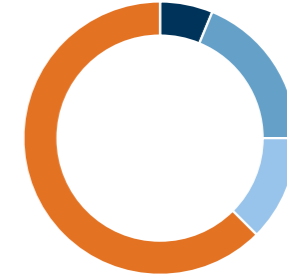
1. Die Sicherheit. Der Fahrer muss in der Lage sein, schnell wieder die Kontrolle über das Fahrzeug übernehmen zu können. Auch dürfen die Übungen kein Sicherheitsrisiko für den Fahrer darstellen.
2. Gesundheit. Die Sportübungen sollen auf die gesundheitlichen Probleme zugeschnitten sein, die durch die Fahraufgabe und die damit verbundene sitzende Haltung entstehen.

In Analyse- und Testverfahren wurden entsprechende exemplarische Sportübungen für Lkw-Fahrer erstellt und ein abgestimmter Trainingsplan erarbeitet. Dieser wurde mit Lkw-Fahrern kritisch diskutiert und in Nutzerumfragen auf Tauglichkeit geprüft.

Die Idee, Sportübungen während der Arbeitszeit durchführen zu können, finde ich gut.



Ich habe genug Platz innerhalb der Kabine, um Sportübungen durchzuführen.



Ich kann mir vorstellen, Sportübungen während hochautomatisierter Fahrt durchzuführen.



Ich fühle mich während der Ausführung von Sportübungen sicher.



■ trifft nicht zu ■ trifft eher nicht zu ■ teils-teils ■ trifft eher zu ■ trifft zu

Transport und Logistik

Gerade im Bereich der Automotive-Güter handelt es sich meist um Volumentransporte. Bei dieser Art von Transporten wird die maximale Nutzlast eines Lkw von 40t nicht ausgenutzt, sondern das Ladevolumen stellt den limitierenden Faktor dar.

Durch einen Lang-Lkw kann mehr Ladung transportiert werden, das heißt, es werden weniger Fahrzeuge benötigt, um das gleiche Transportaufkommen zu bewältigen. Dadurch sind insgesamt weniger Fahrzeuge auf der Straße und der Transport wird günstiger und effizienter in Hinblick auf den CO₂-Verbrauch.

Eine weitere Möglichkeit zur Effizienzsteigerung bei Transporten stellen intelligente Be- und Entladekonzepte dar. Durch die Nutzung spezieller Apps für die Erfassung der Ladung via Scancode oder NFC, könnte aufwendiges Be- und Entladen und die Überprüfung von Frachtpapieren inkl. Aushändigen von Durchdrucken entfallen. Das würde sowohl Zeit als auch Ressourcen sparen.



Transport und Logistik

Für die Erarbeitung eines Fahrzeugkonzepts mit reduzierten Gesamtkosten und gleichzeitig reduzierten Emissionen war es notwendig, entsprechende Daten zu sammeln und aufzubereiten. Hierfür wurde im ersten Schritt ein Flottenversuch mit den Fahrzeugen der Projektpartner Elflein und Kühne + Nagel durchgeführt, um einen repräsentativen Fahrzyklus zu erhalten. Dieser dient als Eingangsgröße für eine Simulation, anhand derer die Kundenanforderungen abgebildet werden konnten. Die Auslegung des Trucks erfolgte dann als Optimierung dieser Kundenanforderungen.

Aus den genannten Daten konnte im nächsten Schritt eine Simulation des Diesel- und Stromverbrauchs aufgebaut werden. Somit konnten Transporteffizienz und Gesamtkostenbetrachtung (TCO Modell) erfolgen. Durch ein Gewichts- und Kostenmodell konnten die Nutzlast und die Anschaffungskosten für verschiedene Fahrzeugkonzepte abgeschätzt und bewertet werden.

Die drei Modelle zu Kosten, Gewicht und Verbrauch wurden mit einem Optimierungsalgorithmus dazu verwendet, das hier vorgestellte Fahrzeugmodell zu erkennen.



Umwelt

Der Transportsektor steht unter Zugzwang, in Zukunft einen stärkeren Beitrag zur Reduzierung der Schadstoffemissionen zu leisten. Dies gilt sowohl für den Ausstoß von Treibhausgasen, als auch für die direkt wirkenden Schadstoffe wie Rußpartikel, Stickstoffoxide und Kohlenstoffmonoxid. Treibhausgasemissionen sind nur durch konsequente Weiterentwicklung der Antriebstechnologien, des Fahrzeugdesigns und der Betriebsstrategie der Fahrzeuge realisierbar. Werden alle Möglichkeiten, die sich in den Feldern bieten, voll ausgeschöpft, ist auch mit fossilen Energieträgern eine Reduzierung der Emissionen und somit ein Beitrag zum Umweltschutz möglich.

Drastische Einsparungen sind mit einem Technologiewechsel bei Verbrennungsmotoren hin zu regenerativen Kraftstoffen verbunden. Abhängig von Kraftstoff sind neue Verbrennungsmotoren notwendig, um das volle Potential auszunutzen. Mit sinkenden Kosten, sowie steigender Verfügbarkeit von regenerativen Energieträgern bei gleichzeitig steigenden Preisen für fossile Kraftstoffe bietet sich die Möglichkeit, die Treibhausgasemissionen im Fernverkehr nachhaltig zu verringern.



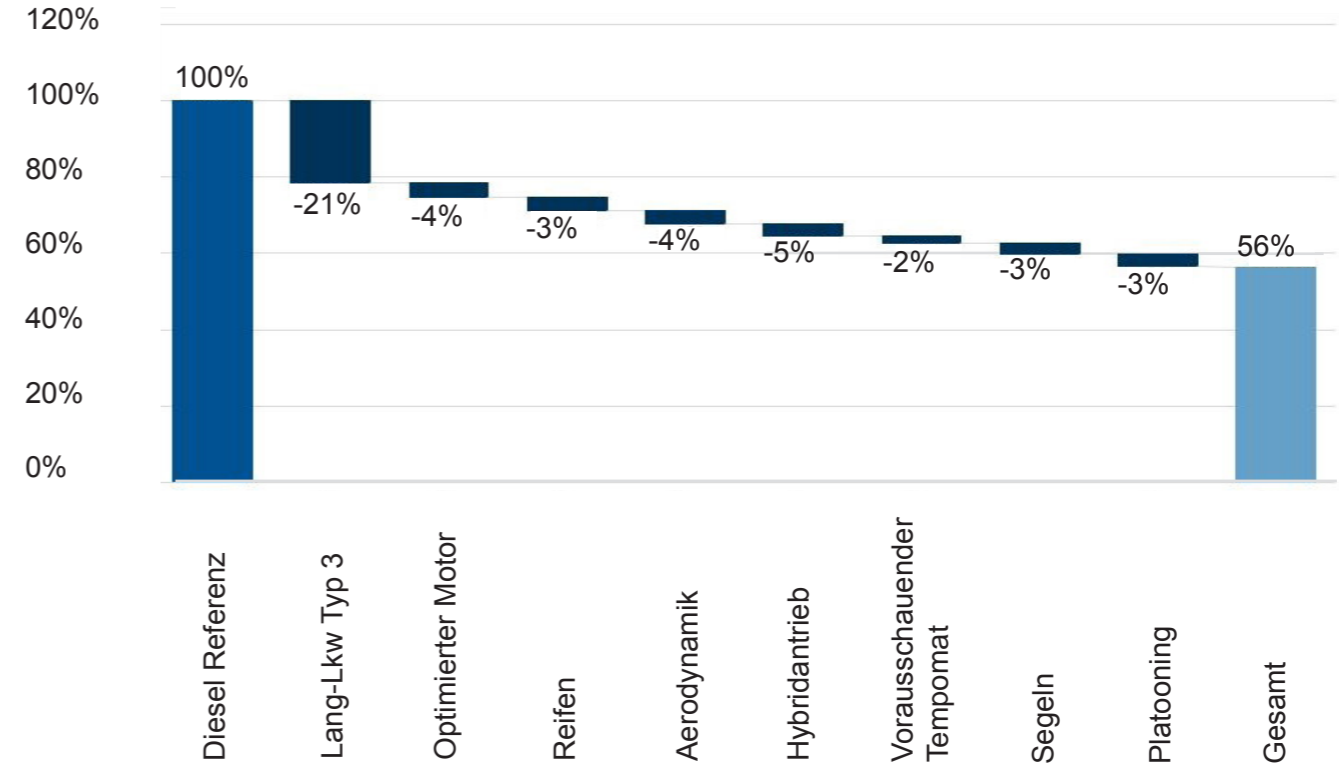
Umwelt

Die Antriebsentwicklung schließt die Evolution von konventionellen Dieselmotoren, sowie die Entwicklung von gänzlich neuen Motoren für Nutzfahrzeuge ein. Lokale Schadstoffemissionen können durch eine moderne Abgasnachbehandlung bei Verbrennungsmotoren sehr stark reduziert werden. Daher sind sie unerlässlich - jedoch auch teuer in ihrer Anschaffung. Der Fokus von Truck2030 bei der Betrachtung der Umweltaspekte des Antriebs liegt auf der Reduzierung der Treibhausgasemissionen im Fernverkehr. Eine ausreichende Abgasnachbehandlung ist bereits heute möglich und wird vorausgesetzt.

Das Fahrzeugdesign trägt zur Reduzierung des Energiebedarfs des Truck2030 zusätzlich bei. Durch Maximierung des möglichen Ladevolumens, sowie Optimierung der Fahrzeugaerodynamik sinkt der Verbrauch des Lkws im Vergleich zum klassischen Sattelzug ab.

Eine weitere Möglichkeit zur Senkung der Emissionen von Nutzfahrzeugen stellt der optimale Betrieb der Fahrzeuge dar. Neben vorausschauenden Tempomaten, welche heute bereits sehr weit verbreitet Anwendung finden, stellt Platooning eine weitere Möglichkeit dar, den Verbrauch zu senken. Dabei fahren Fahrzeuge automatisiert mit geringem Abstand hintereinander her, um den Luftwiderstand zu senken.

CO₂ Emissionen



Politik

Momentan ist eine Länge von 16,50 m bzw. 17,80 m mit Sonderzulassung bei Lang-Lkw erlaubt. Im Projekt haben sich Wissenschaftler der TUM mit den Auswirkungen einer Erhöhung dieser Längenbeschränkung auf 25,25 m beschäftigt. Eine Studie, die die Straßeneignung für entsprechende Fahrzeuge untersucht hat, ergab keine höhere Belastung und somit Abnutzung der Straße. Auch die Fahrzeugsicherheit ist nach wie vor gegeben. Eine Anpassung der zulassungsfähigen Fahrzeuglänge stellt das größte Einsparpotenzial an CO₂ dar und wäre daher auch für den gesamten EU-Raum sinnvoll.

Dank der Änderung in der Richtlinie 96/53/EG von 2015 ist es bereits möglich, die Länge des Fahrzeugs am Heck zu ändern. Für positive aerodynamische Auswirkungen wäre auch eine Änderung der Länge des Fahrzeugs an der Front sinnvoll. Maßgebend hierfür sollte die Einhaltung der gesetzlich vorgeschriebenen Wendekreise sein.

Geht man von dem Konzept eines Diesel-Plugin-Hybrids aus, müsste eine Infrastruktur mit entsprechenden Ladesäulen zum Laden der Batterie aufgebaut werden. Die Ladesäulen würden vor allem an Autobahnen gebraucht werden und könnten somit an Rastplätzen ergänzend umgesetzt werden. Zudem bieten synthetische Kraftstoffe die Möglichkeit, Diesel langfristig CO₂-neutral herzustellen.



Technische Daten

Fahrzeugkonzept	Lang-Lkw Typ1	Lang-Lkw Typ3
Leergewicht	7,68 t (Sattelzug)	10,14 t (Gliederzug)
Max. Zuladung	25,5 t	21,25 t
Lademeter	14,9 m	21,8 m
Anschaffungskosten	115.000 €	115.000 €
Antrieb		
Antriebsart	Diesel Plug-In Hybrid	
Getriebe	10 Gang, automatisiert	
Leistung	323 kW + 95 kW elektrisch	
Drehmoment	1900 Nm + 680 Nm elektrisch	
Elektromotor	Asynchronmaschine	
Energiespeicher		
Bauform	Lithium-Ionen-Akku m. Pouch Zellen	
Kapazität	75 kWh	
Nennspannung	800 V	



Beteiligte Lehrstühle der TUM

Lehrstuhl für Verbrennungskraftmaschinen
Lehrstuhl für Fahrzeugtechnik
Lehrstuhl für Industrial Design



Wissenschaftlicher Projektpartner

Ostbayerische Technische Hochschule Regensburg
Lehrstuhl für allgemeine BWL, Logistik



Projektförderung:

Bayerische Forschungsstiftung



Industriepartner

AVL Software and Functions GmbH



Elflein Spedition und Transport GmbH



Knorr-Bremse Systeme für Nutzfahrzeuge GmbH



Kögel Trailer GmbH & Co.KG



Kühne & Nagel AG & Co.KG



Impressum

Technische Universität München
Lehrstuhl für Fahrzeugtechnik
Boltzmannstr. 15, 85748 Garching, Deutschland
ftm@ftm.mw.tum.de



www.truck2030.tum.de