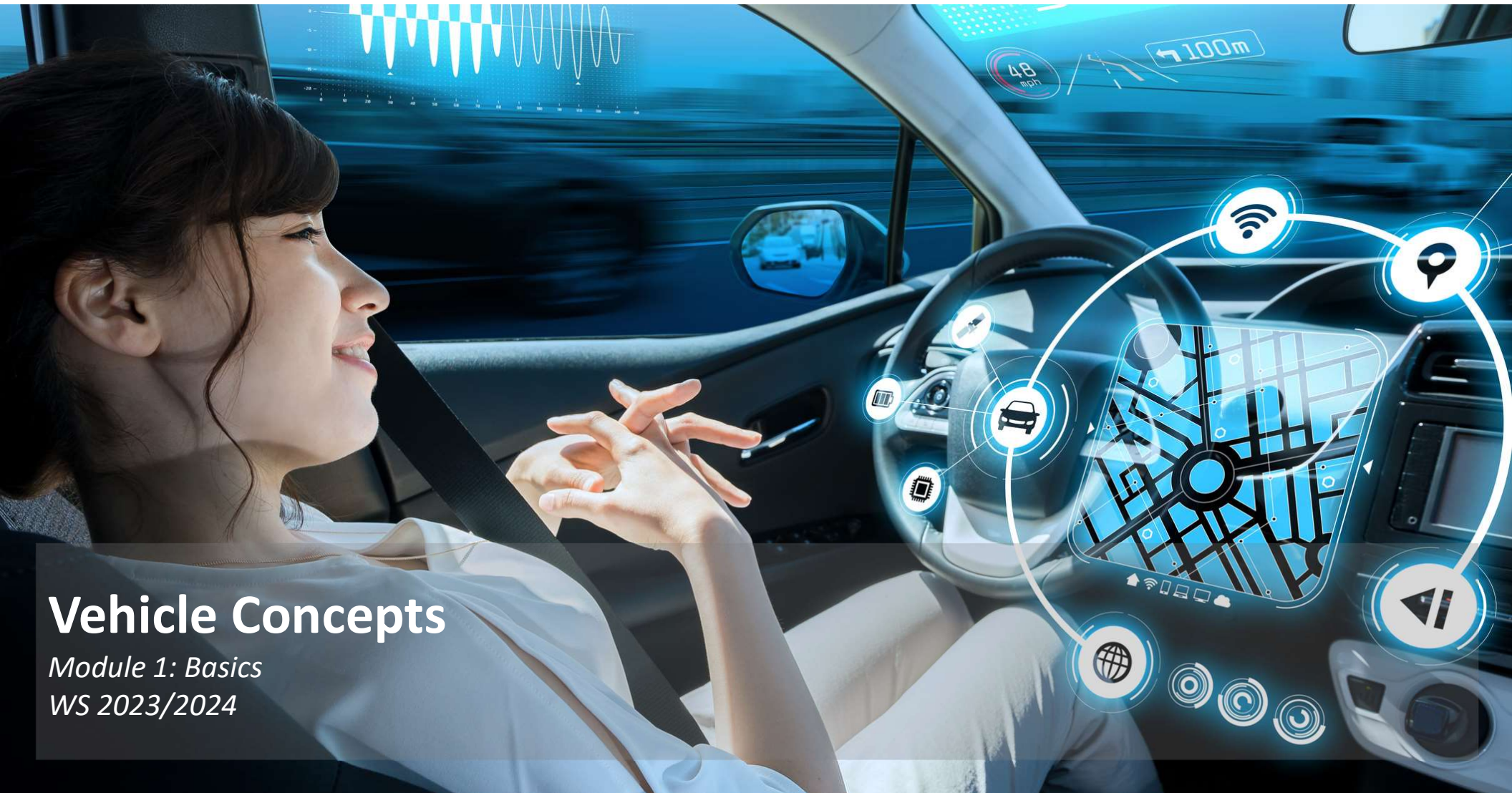




Vehicle Concepts

Module 1: Basics
WS 2023/2024

Schedule for today

- | | |
|--------------------------------------|---------------|
| • Get to know each other | 08:00 – 08:30 |
| • Basics | 08:30 – 09:30 |
| • Coffee break | 09:30 – 09:45 |
| • Workshop (discussing car concepts) | 09:45 – 11:30 |
| • Recap experiences | 11:30 – 12:30 |
| • Lunch break | 12:30 – 13:00 |
| • Teamwork „car concept part 1“ | 13:00 – 16:00 |

[www.mercedes-amg.com]

Expectations?

- INTERACTION!
- Fun with vehicle development
- Useful methods and tools
- Basics to vehicle systems and components
- „Hands On“ – and work ;)
- Practical experience on the vehicle
- Shared experience regarding your career
- Team based project work
- „Self-developed“ vehicle concept

Questions? Please ask!

[www.mercedes-amg.com]

First task

Please build teams with a size of 5-6 students
The teams will work together throughout all modules / sessions regarding the research project

Module 1: Basics

Goal: Level out the background of students

- Some Input on vehicles (please make notes)
- Interactive brainstorming to influence factors of vehicles
- HANDS ON EXPERIENCE: LIFTING PLATFORM

Vehicle Concept – Street legal race car



<https://youtu.be/zmixrlz8IIg>

(486) Menzel fährt Mercedes-AMG GT Black Series: Warum ist das Auto so extrem? | auto motor und sport - YouTube

[www.mercedes-amg.com]

2023: Impressions Shanghai Auto Show / IAA / Social Media

[\(486\) Hyundai IONIQ 5 N: Ein Meister der Täuschung! | auto motor und sport - YouTube](#)

[Autoshow Shanghai 2023: Das sind die Neuheiten | ADAC](#)

[IAA Mobility 2023 in München: Alle Infos, alle Autoneuheiten \(adac.de\)](#)

⇒ Changing from vehicle to mobility is already present – not future
⇒ Examples?

Some thoughts on vehicles...

Types of vehicles

Driving resistance

Vehicle dynamics &
forces

Energy demand

- Real coast down and test bench cycles
- Influence Factors on real driving

Basics

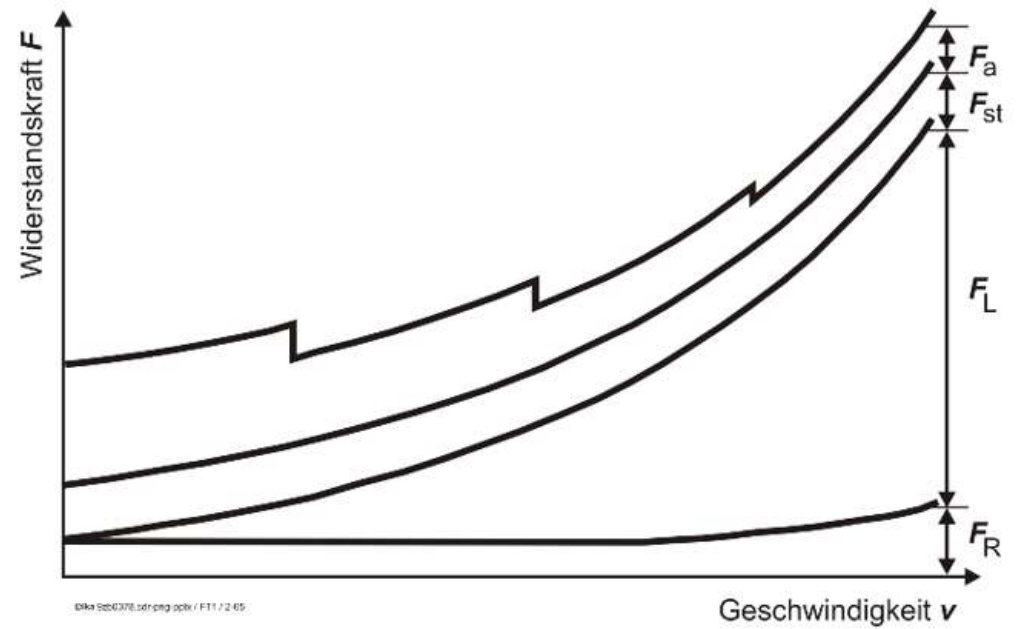
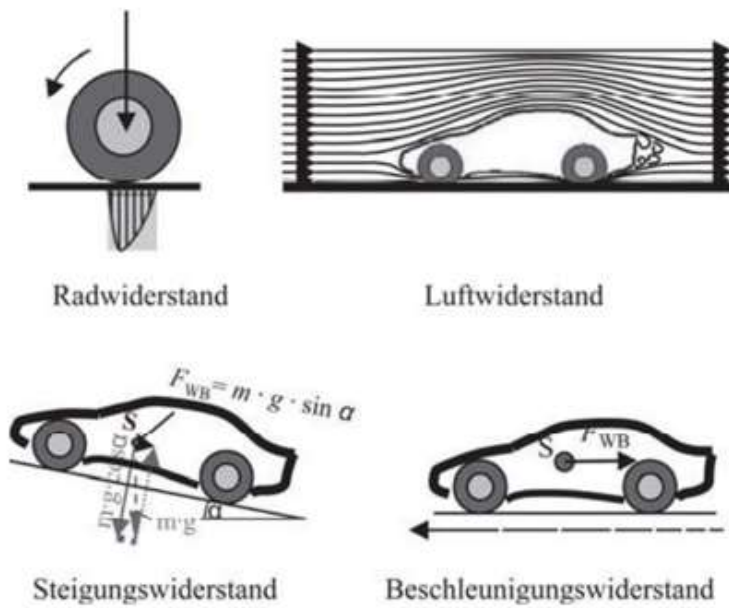
- Influence Factors: External not influencable (e.g. inflation rate)
- Attributes / Features: Internal influenceable (e.g. vehicle weight)

Please keep in mind there are a lot of vehicle concepts (=> mobility concepts)
... but even the german classification of vehicles has a broad concept basis

- **L – weniger als 4 Räder:** Krafträder, 3-Räder
- **M- mind. 4 Räder:** Kraftfahrzeuge zur Personenbeförderung
- **N – Kraftfahrzeuge zur Güterbeförderung mit mind. 4 Rädern**
- **O – Anhänger oder Sattelanhänger**

[Hak17]

Driving resistances - overview



[Hak17]

$c_w \cdot A$ for different vehicles

	c_w []	Stirnfläche [m ²]	$c_w A$ [m ²]
VW Up	 0,32	 2,07	0,66
Mercedes E-Klasse T-Modell S212	 0,30	 2,33	0,70
BMW 3er F30	 0,28	 2,20	0,62
BMW X3 F25	 0,34	 2,65	0,90
Audi R8	 0,36	 1,99	0,72

Abb. 2-2: Gegenüberstellung der Luftwiderstandsparemeter aktueller Fahrzeuge

$$c_w = \frac{F_w}{q A} = \frac{2F_w}{\rho v^2 A}$$

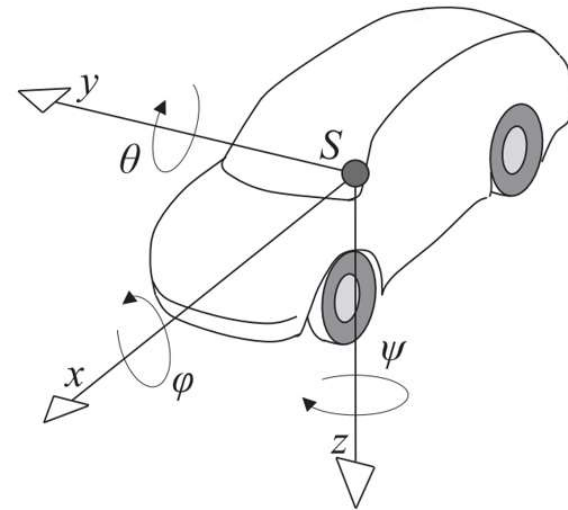
q = Staudruck
 ρ = Dichte

[Hak17]

Vehicle behaviour & effects regarding driving resistance

Ein Körper im Raum hat 3 translatorische und 3 rotatorische Freiheitsgrade

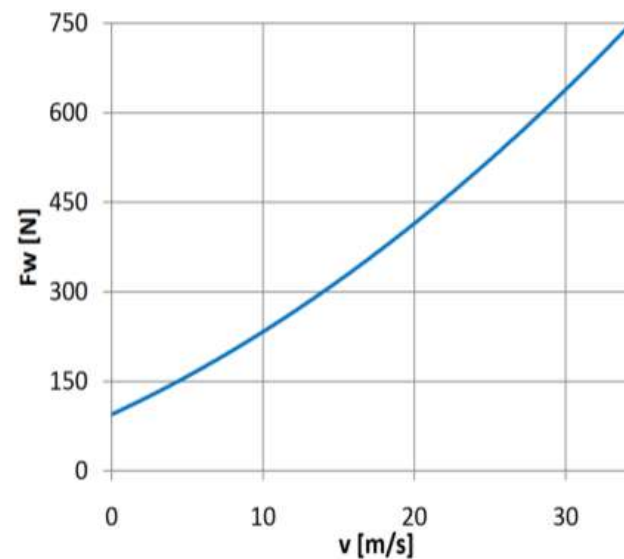
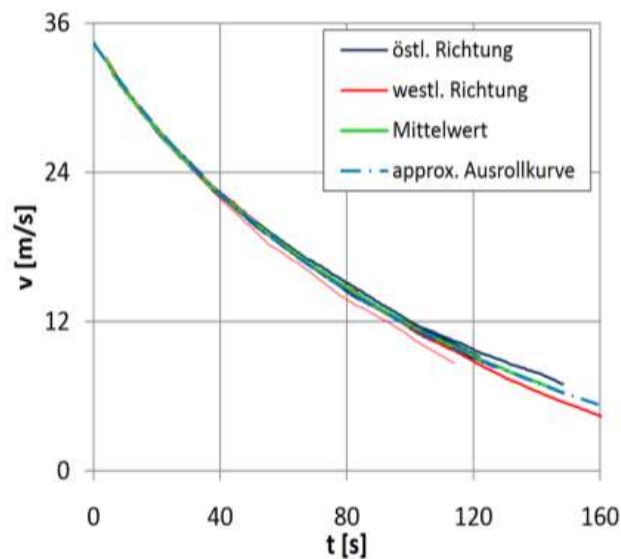
	x-Achse	y-Achse	z-Achse
Bewegung in Richtung der	Fahren (Zucken, Rucken)	Schieben	Federn
Drehung um die	Wanken bzw. Rollen → Wankwinkel φ	Nicken → Nickwinkel θ	Gieren → Gierwinkel ψ



[Hak17]

Driving resistance (Review session with Prof. Schick)

Resistance forces on a vehicle measured by coasting test



Set of curves of the coasting test in the plane and determined compensation curve (left); resulting transient driving resistance above vehicle speed (right)

c_0, c_1 represents roll resistance, bearing friction, oil splash etc.

c_2 represents air resistance

$$a = \frac{dv}{dt} = c_0 + c_1 * v_{rel} + c_2 * v_{rel}^2$$

Measurement of energy demand & emissions on a testbench

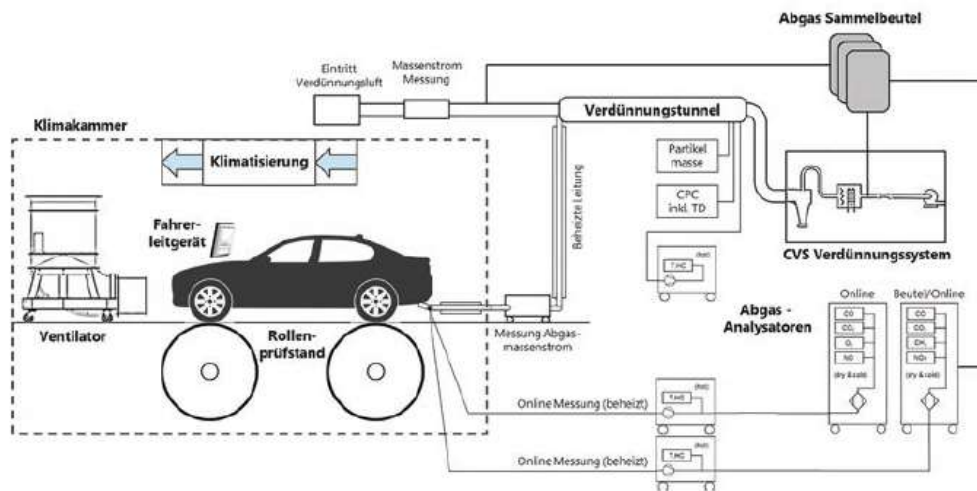


Abb. 4.2 Versuchsaufbau zur Ermittlung von Abgas- und Verbrauchswerten von Personenwagen im Labor

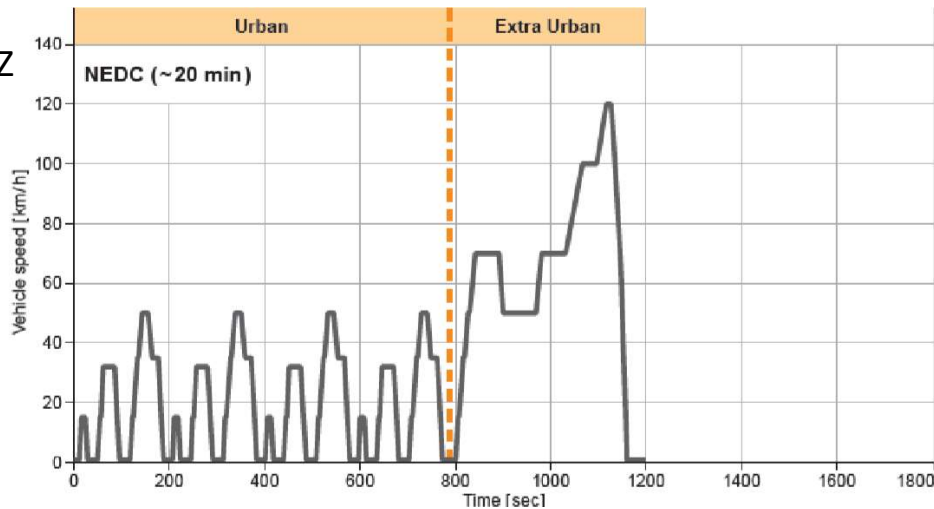
$$FC = \frac{1}{\rho_{\text{Fuel}}} \times \frac{1}{CWF_{\text{Fuel}}} \times \frac{100}{1000} \times (HC \times CWF_{\text{HC}} + CO \times CWF_{\text{CO}} + CO_2 \times CWF_{\text{CO}_2})$$

ρ_{Fuel}	Kraftstoffdichte bei 15 °C [kg/dm ³] bzw. [kg/m ³]
CWF_{Fuel}	Kohlenstoffmassenanteil des Kraftstoffs [-]
CWF_{HC}	Kohlenstoffmassenanteil der HC-Emission [-]
CWF_{CO}	Kohlenstoffmassenanteil der CO-Emission [-]
CWF_{CO_2}	Kohlenstoffmassenanteil der CO ₂ -Emission [-]
$\frac{100}{1000}$	Umrechnungsfaktor von 1 auf 100 km und von g auf kg

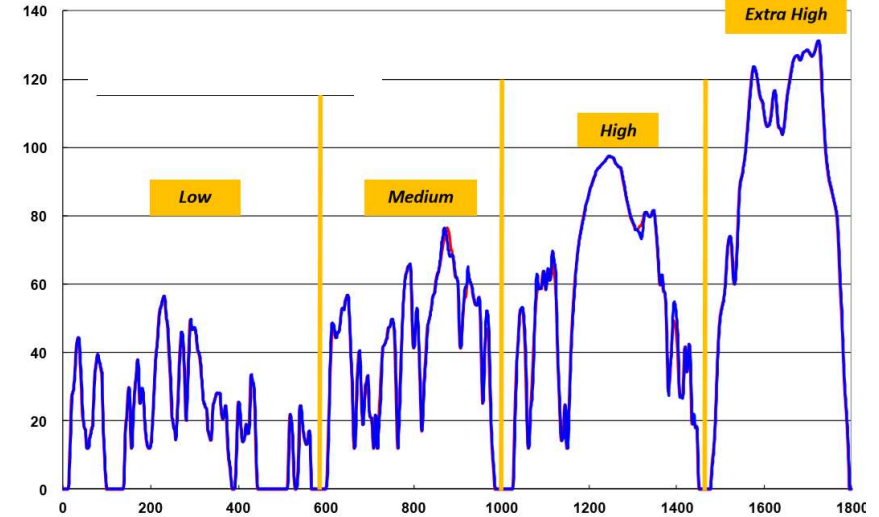
[ZPB+20]

Europe: Comparison of test cycles NEFZ & WLTC

NEFZ



Parameter	WLTP	NEFZ
Starttemperatur	kalt	kalt
Zyklusdauer	1.800 s	1.180 s
Standzeit	242 s	267 s
Stoppanteil	13,4 %	22,6 %
Distanz	23.262 m	10.931 m
Höchstgeschwindigkeit	131,3 km/h	120 km/h
Durchschnittsgeschwindigkeit	46,5 km/h	33,35 km/h
Temperatur	23° Celsius	25 +/- 5° Celsius
Sonderausstattung des individuellen Modells	Werden berücksichtigt für Gewicht, Aerodynamik, Rollwiderstand, Bordnetzbedarf, ohne Klimaanlage in Stufe I.	Bleiben außer Reifen unberücksichtigt; ohne Klimaanlage.



WLTC

Fahrzeuge mit Verbrennungsmotor	Plug-in-Hybrid-Fahrzeuge	Elektrofahrzeuge
Ein nach zeitlicher Dauer, Streckenprofil (Stadt, Land, Autobahn), Temperaturbedingungen, Beschleunigung etc. definierter Prüfstandzyklus wird einmal gefahren.	Der Zyklus wird analog zu Verbrennern mehrmals gefahren, bis die Batterie des Hybridfahrzeugs leer ist. Damit erfasst man die rein-elektrische Reichweite.	Der Zyklus wird analog zu Plug-in-Hybriden so oft gefahren, bis die Batterie leer ist.
Als Ergebnis wird aus den CO ₂ -Emissionen der Kraftstoff-Verbrauch ermittelt. Ebenso werden die Schadstoffemissionen (NOx, Partikel, ...) gemessen.	Die elektrische Reichweite im Verhältnis zur Gesamtreichweite ergibt den Nutzenfaktor (UF). Der PIH Nutzenfaktor liegt zwischen 100% (reine E-Fahrzeuge) und 0% (reine Verbrenner).	Über ein mit Stromzähler ausgestattetes Ladegerät wird der Stromverbrauch zur Komplettaufladung der Batterie in kWh gemessen.
	Der CO ₂ -Wert errechnet sich aus dem konventionellen Fahranteil und den gemessenen CO ₂ -Emissionen.	Die verbrauchte Strommenge und die Reichweite des Fahrzeugs ergeben den Strombedarf in kWh/100 km.

[www.daimler.com], [CPT19]

USA: Test Cycles for Passenger Cars & Light duty vehicles

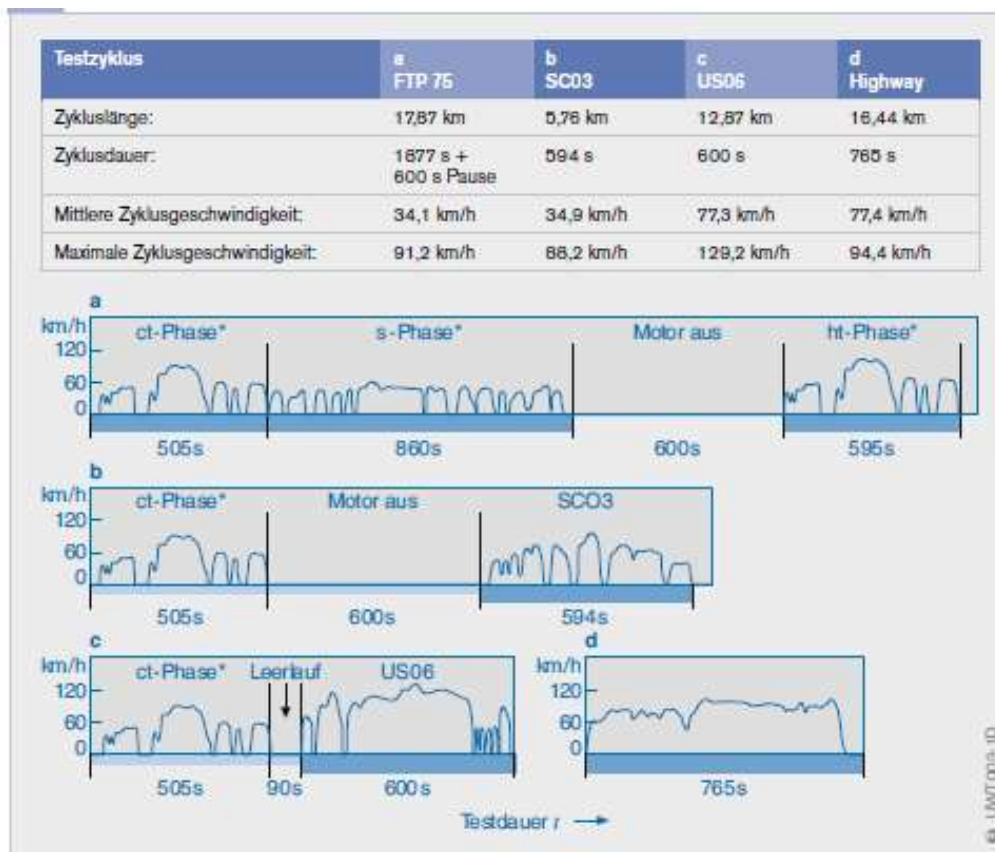
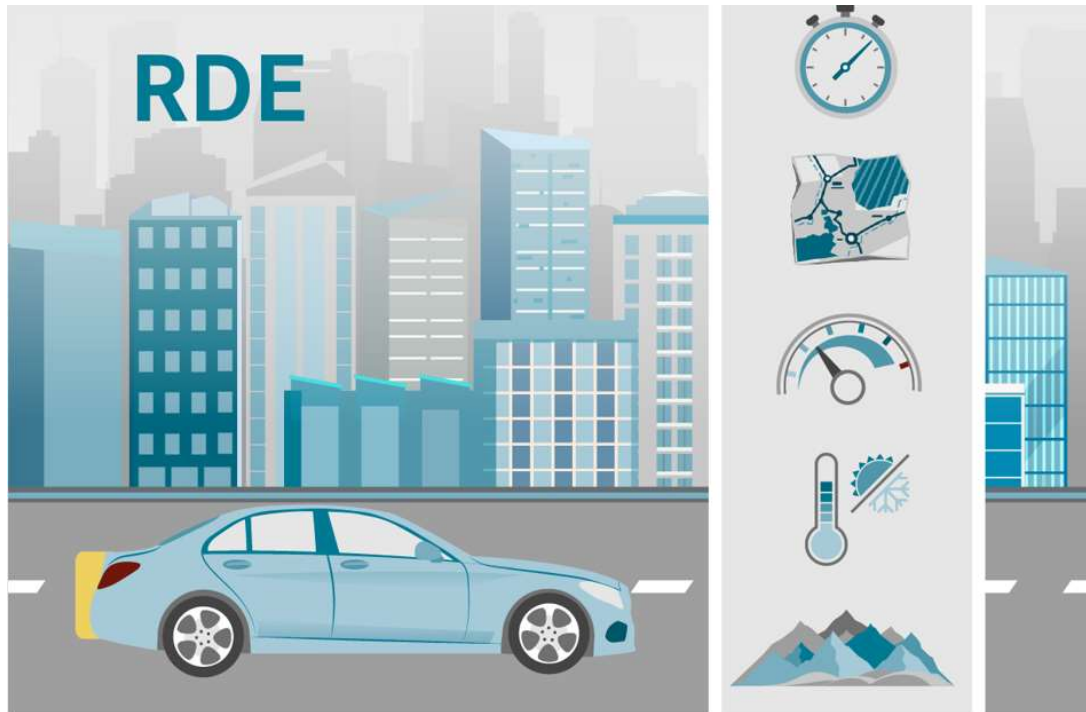


Bild 13
 * ct Kaltphase
 * s stabilisierte Phase
 * ht Heißtest

[Rei20]

Measurement of emissions in real „on the road conditions“ „Real Driving Emissions“ (RDE)



[www.daimler.com], [AVL20]

Components of a vehicle & weight contribution

Karosserie (ca. 50% Gewichtsanteil)	Antrieb (ca. 30% Gewichtsanteil)	Fahrwerk (ca. 20% Gewichtsanteil)
• Rohkarosserie inkl. Türen, Hauben und evtl. Verdeck Verglasung Dichtungen • Tür- und Haubenschlösser • Scheibenwischanlage • Beleuchtungseinrichtungen • Zierleisten • Stoßfänger • Instrumente • Sitze • Innenausschlag und -verkleidungen, Teppiche • Heizung und Klimatisierung • Pedalerie, Batterie • <i>Elektrik und Elektronik</i>	• Motor inkl. Ansaug- und Auspufftrakt • Motorkühlung • Energiespeicher • Drehzahl-Drehmomentwandler (z. B. Kupplung und Schaltgetriebe) • Achsgetriebe • Antriebswellen • <i>Elektrik und Elektronik</i> Optional: Kardanwelle	• Reifen und Räder • Radführungen • Federn und Dämpfer • Bremsanlage • Lenkung • <i>Elektrik und Elektronik</i>

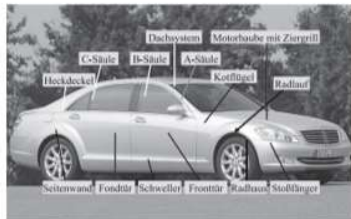
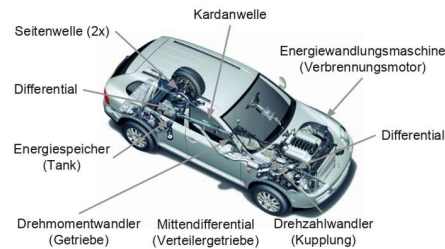
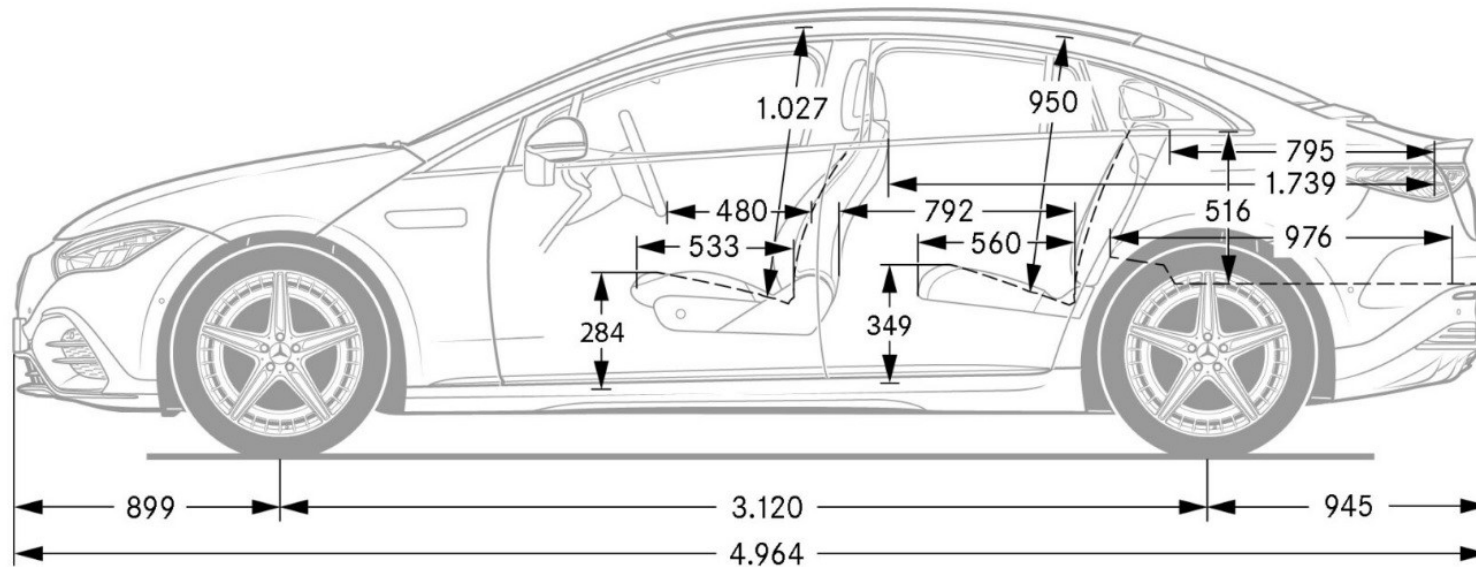


Bild 5.1: Bezeichnungen der wichtigsten Bauteile an einer Pkw-Karosserie



[Hak17], [www.kfztech.de]

Design relevant parameters (inside dimensions)



[www.mbpassion.de]

Design relevant parameters (outside dimensions)

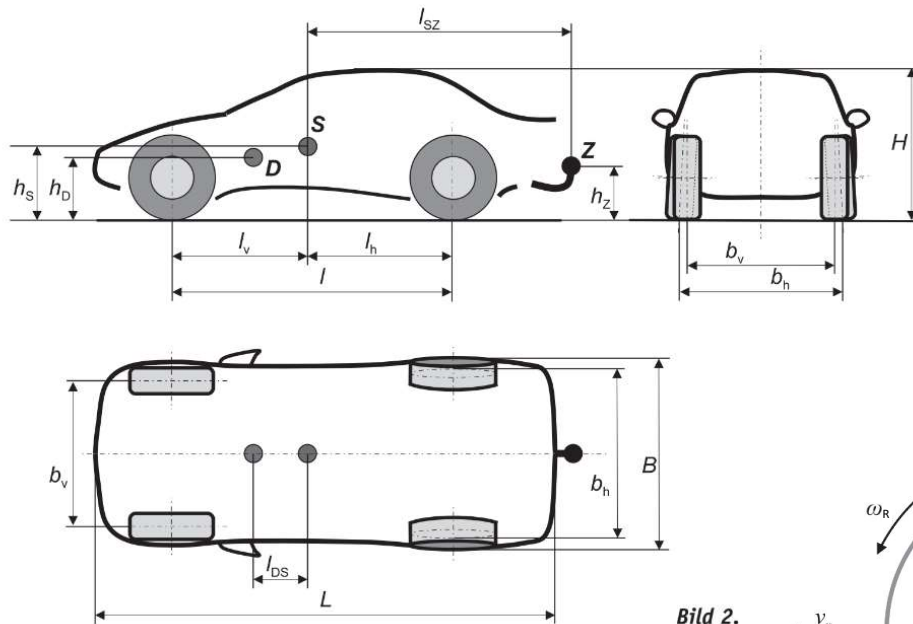
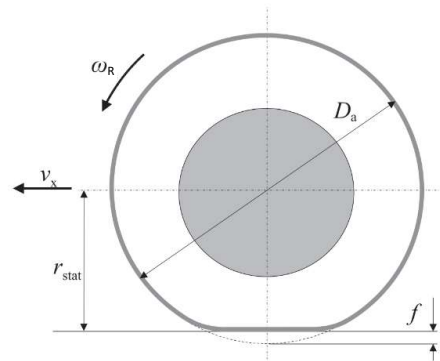


Bild 2.

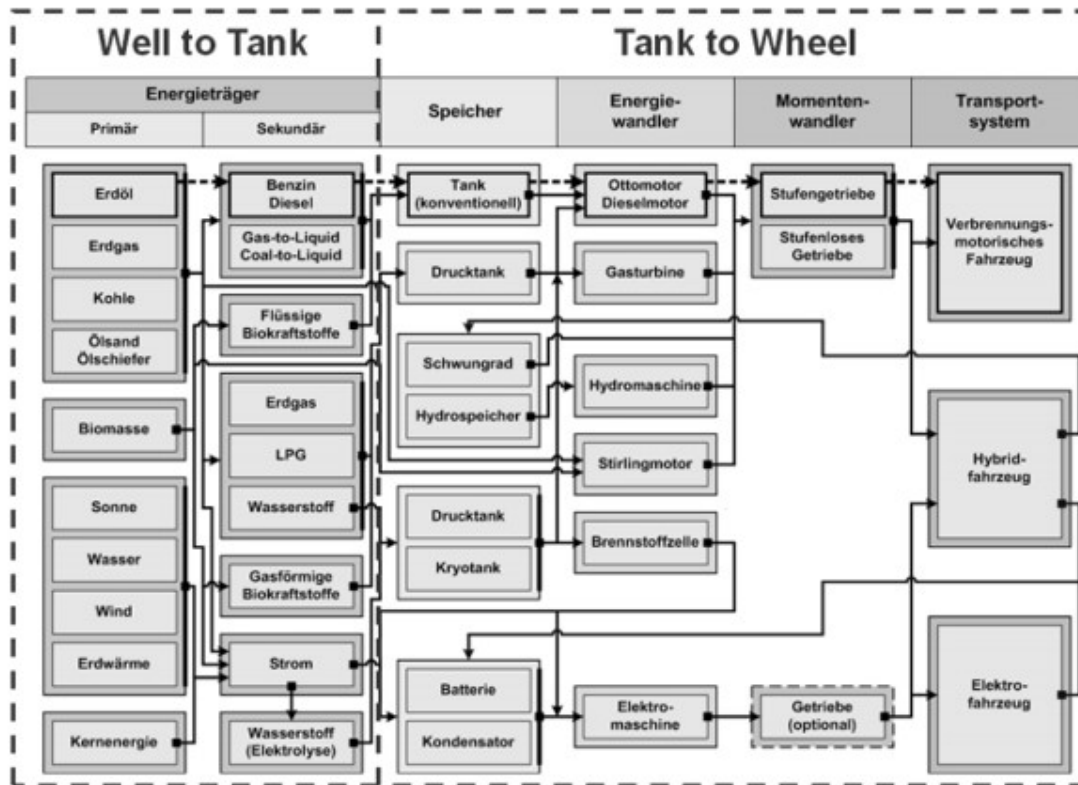


Relevant für Fahrdynamik:

- Breite B
- Höhe H
- Länge L
- Radstand l
- Spurweiten b
- Schwerpunktlage S
- Sturzwinkel (abhängig von Radaufstands-Mittelpunkt)
- Druckpunkt D (idealisierte Angriffspunkt Windkräfte)
(je weiter D vor S, desto höher Giermoment (Fzg Dreht aus dem Wind))
- Zughaken Z
- Radabmessungen
 - Außendurchmesser D_a
 - Reifenbreite
 - r_{stat}
 - r_{dyn}
 - v_x Fahrgeschwindigkeit
 - ω_R Radkreisfrequenz
 - f Reifeneinfederung

[Hak17]

Well to Wheel scheme



[Hak17]

Well to Wheel - example: Drivetrains of Golf 7



[Hak17]

EQE350

		EQE 350
Antrieb		
E-Maschine	Typ	Permanenterregte Synchronmaschine
Leistung	kW	215
Drehmoment	Nm	530
Nennspannung	Volt	328,5
Onboardlader (Serie/Option)	kW	11/22
AC-Ladezeit, dreiphasig (11/22 kW)	h	8,25/4,25
DC-Ladeleistung max.	kW	170
DC-Ladezeit an Schnellladestation	min	32
DC-Laden: Max. Reichweite nach 15 Minuten (WLTP)	km	250
Fahrzeug		
Länge/Breite/Höhe	mm	4.946/1.961/1.512
Länge/Breite/Höhe (USA)	mm	4.995/1.961/1.513
Radstand	mm	3.120
Wendekreis (ohne/mit Hinterachslenkung 4,5°/10°)	m	12,5/11,6/10,7
Kofferraumvolumen VDA	L	430
Verbrauch und Reichweite		
Stromverbrauch (WLTP)	kWh/100 km	19,3-15,7
CO ₂ -Emissionen (WLTP)	g/km	0
Reichweite (WLTP)	km	545-660

[www.jesmb.de]

Mercedes-Benz C-Class 2022

Source: Mercedes C-Klasse (300/300 d/300 e):
[Vergleich | autozeitung.de](#)

Preise			
Grundpreis	54.780 €	56.317 €	57.953 € (52.328 € nach Abzug E-Prämie)
Kosten pro Kilometer*	0,34/0,28 € 0,98/0,64 € inkl. Wertverlust	0,34/0,26 € 1,04/0,64 € inkl. Wertverlust	0,31/0,25 € 0,93/0,60 € inkl. Wertverlust

AUTO ZEITUNG 19/2022	Mercedes C 300 4Matic T-Modell	Mercedes C 300 d T- Modell	Mercedes C 300 e T- Modell
Technik			
Zylinder/Ventile pro Zyl.	4-Zylinder, 4-Ventiler, Turbo; Starter-Generator, 48-Volt	4-Zyl., 4-Vent., Turbodiesel; Starter-Generator, 48 Volt	4-Zylinder, 4-Ventiler, Turbo + E-Maschine
Hubraum	1999 cm³	1993 cm³	1999 cm³
Gesamtleistung	-	-	230 kW/313 PS
Leistung Verbrenner/E-Motor	190 (+15) kW/258 (+20) PS, 5800 /min	195 (+15)kW/265 (+20)PS, 4200 /min	150 kW/204 PS 95 kW/204 PS
Max. Gesamtdrehmoment	400 Nm, 2000 - 3200 /min	550 Nm, 1800 - 2200 /min	320 Nm, 2000 - 4000 /min
Batterie	-	-	Lithium-Ionen
Spannung/Kapazität (brutto)	-	-	354 V / 25,4 kWh
Getriebe/Antrieb	9-Stufen-Automatik / Allrad	9-Stufen-Automatik / Hinterrad	9-Stufen-Automatik / Hinterrad

Messwerte			
Leergewicht (Werk/Test)	1715/1810 kg	1760/1862 kg	2045/2106 kg
Beschleunigung 0-100 km/h (Test)	6,1 s	5,9 s	5,9 s
Höchstgeschwindigkeit (Werk)	250 km/h	250 km/h	240 km/h (140 km/h rein elektr.)
Bremsweg aus 100 km/h kalt/warm (Test)	33,6/33,2 m	33,7/33,7 m	33,5/34,5 m
Verbrauch auf 100 km (Test/WLTP)	8,6/7,3 l	6,3/5,1 l	5,1 l S+ 13,6 kWh / 0,5 l S + 18,3 kWh
CO2-Ausstoß (Test/WLTP)	205/165 g/km	167/135 g/km	171/12 g/km
Reichweite	685 km	794 km	625 km (bei leerem Akku) 109 km (elektr. lt. WLTP)

From scenarios to promising vehicle concepts

- Step 1:

From a society perspective: which influence factors (not influenceable) are from your point of view most important?

- Birth rate
- Regulatory reg. energy consumption
- ...

Step 1 comes in a later module;
we start with the engineering perspective!

- Step 2:

From an engineering perspective: which components & systems (influenceable) are crucial to for the design of a car concept?

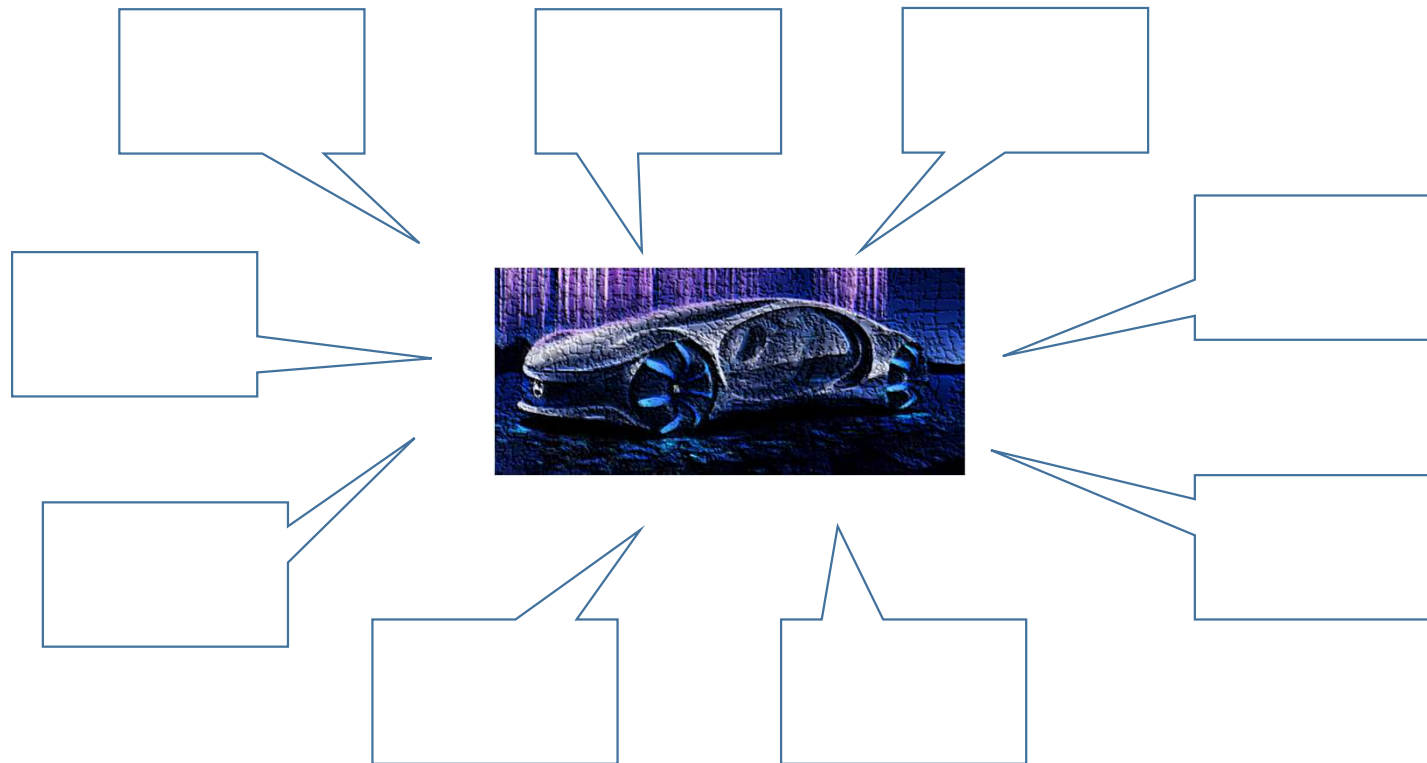
- Drivetrain
- Battery
- Length
- ...

- Step 3:

Assessing promising concepts based on the predicted influence factors & scenarios

Step 3 comes in a later module;
we start with the engineering perspective!

Brainstorming: collect components & systems



Quantitative description

Steckbrief Schlüsselvariable				
5 Verbrennungsmotor (Quantitativ)				
Definition				
Der Verbrennungsmotor ist eine Wärmekraftmaschine, die mit fossilen Energieträgern (Diesel, Benzin, Gas) betrieben werden kann [HAK15, S. 18ff.]				
Ist-Situation				
Nahezu alle aktuellen Produkte verwenden einen Verbrennungsmotor als einzige Antriebsquelle. Der Verbrennungsmotor wird technologisch permanent weiterentwickelt.				
Indikatoren und Ausprägungen				
	A: Hohe Leistung; Einziges Antriebsquelle	B: Leistungsausprägung als Hybrid	C: Kein Einsatz VKM	
Leistung [kW]	> 400	< 400	0	
Drehmoment [Nm]	> 650	< 650	0	
Hubraum [ccm]	> 4.000	< 4.000	0	
Quellen				
Workshop Strategieteam am 17. April 2015				
Bearbeiter: Christoph Söllner		Know-How Träger: Projektteam Strategie		Erstellt am: 18. April 2015 Letzte Aktualisierung: 25. April 2015

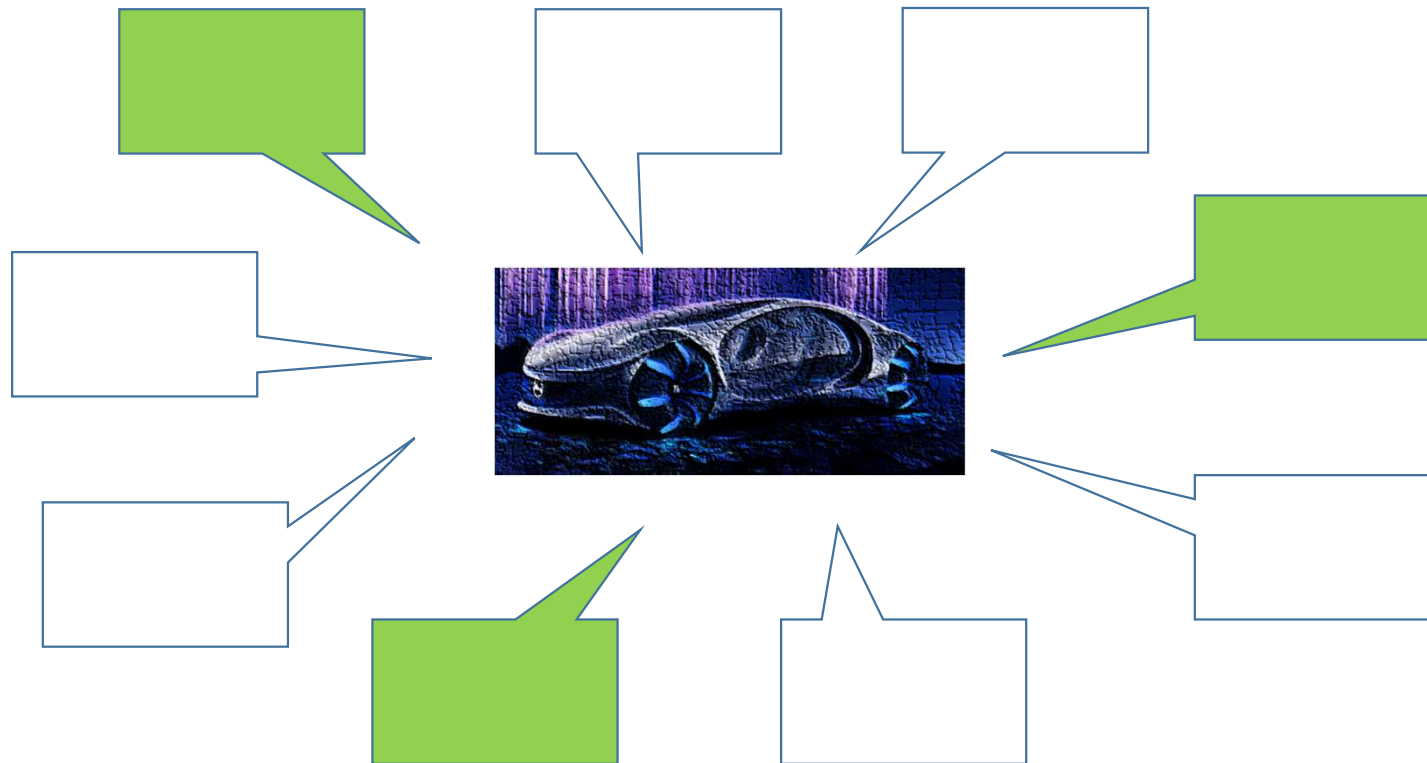
[Soe16]

Qualitative description



[Soe 16]

What are key influence factors?



Assessing the level of influence for the identified influence factors

Einflussmatrix													
Fragestellung: „Wie stark beeinflusst Einflussfaktor i (Zeile) den Einflussfaktor j (Spalte)?"													
Bewertung: 0 = keinen Einfluss 1 = schwacher Einfluss 2 = mittlerer Einfluss 3 = starker Einfluss													
	Einflussfaktoren	Marktentw. Premiumautom.	Wirtschaftliche Entwicklung	Stärke der Automobilkonzerne	Elektrische Fahrzonen	Verkehrsnetz Individualmob.	Fossile Energie (Verfügbar.)	Individualmobilität PKW	...	Wertefüge Nachhaltigkeit	Altersstruktur Gesellschaft	Aktivsumme	
Einflussfaktoren	Nr.	1	2	3	4	5	6	7		43	44		
Marktentwicklung Premiumautomobile	1		0	0	1	0	0	0		0	0	12	
Wirtschaftliche Entwicklung	2	3		3	1	2	1	2		2	1	39	
Stärke der Automobilkonzerne	3	3	1		2	3	1	2		1	0	37	
Elektrische Fahrzonen	Der Einflussfaktor Nr. 2 „Wirtschaftliche Entwicklung“ beeinflusst den Einflussfaktor Nr. 3 „Stärke der Automobilkonzerne“ stark										0	0	45
Verkehrsnetz Individualmobilität											0	0	26
Fossile Energie (Verfügbarkeit)											2	0	15
Individualmobilität PKW										7	3	1	2
...													
Wertefüge Nachhaltigkeit	43	2	1	1	2	1	0	2			0	20	
Altersstruktur Gesellschaft	44	1	2	1	1	1	0	2		2		34	
Passivsumme		34	19	29	44	24	13	43		13	6		

Der Einflussfaktor Nr. 2 „Wirtschaftliche Entwicklung“ beeinflusst den Einflussfaktor Nr. 3 „Stärke der Automobilkonzerne“ stark

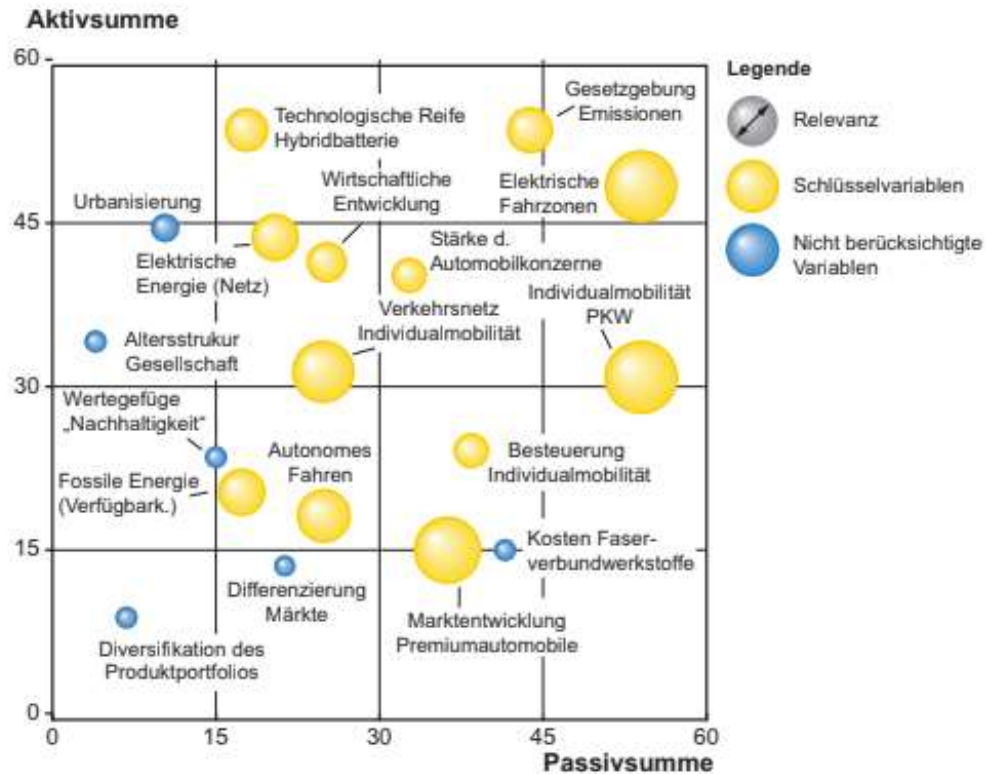
[GDP+19], [Soe16]

Assessing the relevance of the influence factors

Relevanzmatrix Fragestellung: „Ist Einflussfaktor i (Zeile) wichtiger als Einflussfaktor j (Spalte)?“ Bewertung: 0 = i ist unwichtiger als j 1 = i ist wichtiger als j													
	Einflussfaktoren								Wertefüge Nachhaltigkeit		Altersstruktur Gesellschaft	Aktivsumme	
Einflussfaktoren	Nr.	1	2	3	4	5	6	7		43	44		
Marktentwicklung Premiumautomobile	1		0	1	0	0	0	1		1	1	25	
Wirtschaftliche Entwicklung	2	1		0	0	0	0	0		1	0	18	
Stärke der Automobilkonzerne	3	0	1		1	0	1	0		1	0	14	
Elektrische Fahrzonen	4	1	1	0		1	1	1		1	1	27	
Verkehrsnetz Individualmobilität	5	1	1	1	0		1	1		1	0	23	
Fossile Energie (Verfügbarkeit)	6	1	1	0	0	0		0		1	0	21	
Individualmobilität PKW	7									1	0	28	
⋮		Der Einflussfaktor Nr. 5 „Verkehrsnetz Individualmobilität“ ist unwichtiger als der Einflussfaktor Nr. 4 „Elektrische Fahrzonen“											
Wertefüge Nachhaltigkeit	43										1	8	
Altersstruktur Gesellschaft	44	0	0	0	0	0	0	0		0		4	

[GDP+19], [Soe16]

Determination of key factors and description of future projections



[GDP+19], [Soe16]

Teamwork

- From an engineering perspective: which components & systems (influenceable) are crucial for your car concept? Please find out 10 key components / systems and describe them with values of one current series car (e.g. Golf 8).
 - Drivetrain
 - Battery
 - Length
 - ...

Task for Teamwork:

- Please answer the question until module 2 (27.10.)
- Please upload in moodle until 26.10. (23:59)
- 1 team presents the results in module 2 (27.10.)

Time: 180+ min



www.hs-kempten.de/adrive