

# Inhalt Vorlesung Achskonzepte WS 2021/22

## 1. Vorlesung (Teil 5a) 19.11.2021

- **Vorstellung**
- Prozess
- Fahrwerk
- Achskinematik
- Zielgrößen

## 2. Vorlesung (Teil 5b) 19.11.2021

- **Achskonzepte**
  - Einführung
  - Starrachsen
  - Halbstarrachsen
  - Einzelradaufhängungen
  - Beispiele
  - Achsen im Wettbewerb

## 3. Vorlesung (Teil 6a) 03.12.2021

Achsbaukästen

## 4. Vorlesung (Teil 6b) 03.12.2021

## 5. Vorlesung (Teil 7a) 17.12.2021

Erprobung,  
Simulation und  
Innovationen

## 6. Vorlesung (Teil 7b) 17.12.2021

# Agenda 19.11.2021 - Rückblick

| Uhrzeit     | TOP                                                    |
|-------------|--------------------------------------------------------|
| 08.00-08.40 | Begrüßung, Vorstellung, Ablauf, Prozess                |
| 08.40-09.00 | Fragen zum Prozess                                     |
| 09.00-09.45 | Fahrzeug und Grundgrößen                               |
| 09.45-10.00 | Pause                                                  |
| 10.00-10.45 | Achskinematik und Auslegung                            |
| 10.45-11.15 | Erstauslegung                                          |
| 11.15-12.15 | Mittagspause                                           |
| 12.15-13.00 | Wissensaustausch Achskonzepte (Hebebühne)              |
| 13.00-13.45 | Achskonzepte Teil 1 (Starrachsen, Halbstarrachsen)     |
| 13.45-14.30 | Innovation Talk - Fahrdynamik                          |
| 14.30-14.45 | Pause                                                  |
| 15.45-15.30 | Achskonzepte Teil 2 (Einzelradaufhängungen, Beispiele) |
| 15.30-16.00 | Fragen und Antworten                                   |
| 16.00       | Ende                                                   |

# Inhalt Vorlesung Achskonzepte WS 2021/22

## 1. Vorlesung (Teil 5a) 19.11.2021

- **Vorstellung**
- Prozess
- Fahrwerk
- Achskinematik
- Zielgrößen

## 2. Vorlesung (Teil 5b) 19.11.2021

- **Achskonzepte**  
Einführung  
Starrachsen  
Halbstarrachsen  
Einzelradaufhängungen  
Beispiele  
Achsen im Wettbewerb

## 3. Vorlesung (Teil 6a) 03.12.2021

- **Review 19.11.21**
- **Beispiele**  
**Vertikal-, Längs-  
und  
Querdynamik**
- **Achsbaukästen**

## 4. Vorlesung (Teil 6b) 03.12.2021

- **MQB**
- **MEB**

## 5. Vorlesung (Teil 7a) 17.12.2021

## 6. Vorlesung (Teil 7b) 17.12.2021

Erprobung,  
Simulation und  
Innovationen

# Agenda 03.12.2021

| Uhrzeit     | TOP                                                        |
|-------------|------------------------------------------------------------|
| 08.00-08.30 | Wiederholung Entwicklungsprozess (für Versäumte am 19.11.) |
| 08.30-09.00 | Start für alle: Essentials aus Vls. am 19.11.2021          |
| 09.00-10.00 | Beispiele Vertikal-, Längs- und Querdynamik                |
| 10.00-10.30 | Pause                                                      |
| 10.30-11.30 | Einführung in die Baukastenentwicklung                     |
| 11.00-11.50 | Der Modulare Querbaukasten (MQB)                           |
| 11.50-12.00 | Kurzübersicht VA+HA MLB                                    |
| 12.00-13.00 | Mittagspause                                               |
| 13.00-14.00 | Übung 45 Min. Achsauslegung + 15 Minuten Durchsprache      |
| 14.00-15.00 | Der MQB/A0                                                 |
| 14.45-15.00 | Pause                                                      |
| 15.00-16.00 | Der ID.3 im MEB Baukasten                                  |
| 16.00       | Ende                                                       |



# Produktentstehungsprozess

## Unternehmensprozesse

Produktstrategie



Produktentstehung



Serienbetreuung



## Produktentstehungsprozess

Produktdefinition



Konzeptentwicklung  
Serienentwicklung



Serienvorbereitung



Serienanlauf

# Produktentstehungsprozess (PEP)

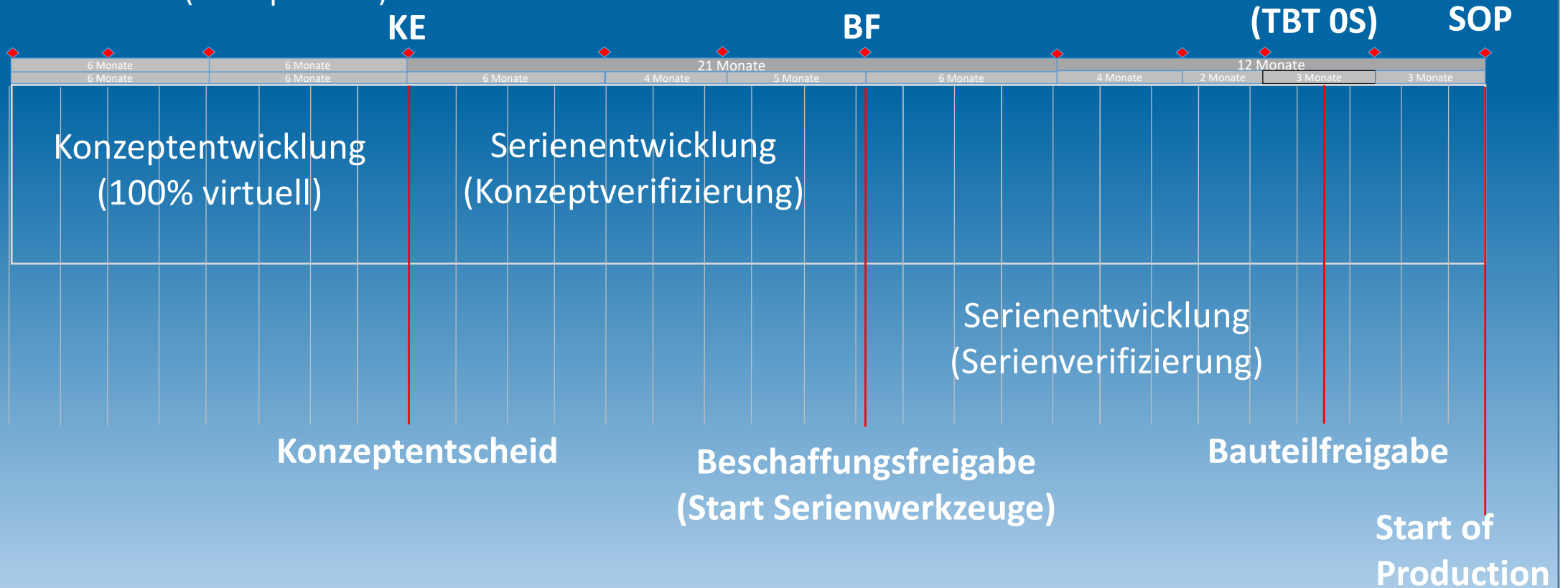
## Produktentstehungsprozess (PEP)

- Der Produktentstehungsprozess ist ein Referenzprozess, um eine gezielte Produktentwicklung zu ermöglichen
- Der Produktentstehungsprozess ist durch klare **Meilensteine** und Untermeilensteine unterteilt, welche dann in konkreten Arbeitsprozessen münden
- Der Produktentstehungsprozess kaskadiert sich vom einheitlichen Konzern PEP über einzelne Marken in die Geschäftsbereiche des Unternehmens
- Ein Unternehmen besteht in der Regel aus einer Matrixstruktur mit den Geschäftsbereichen **Vertrieb/Marketing, Beschaffung, Finanz, Produktion, Qualitätssicherung und Entwicklung**
- Je nach Sichtweise kann ein Produkt „Fahrzeug“, „Fahrwerk“, „Achse“ oder „Bauteil“ heißen
- Die Entwicklung erfolgt in sogenannten SE-Teams (Simultaneous Engineering) zur größtmöglichen Effizienz

# Produktentstehungsprozess (PEP)

## Produktentstehungsprozess (PEP)

- Meilensteine (exemplarisch)



# Produktentstehungsprozess (PEP)

## Produktentwicklungsprozess

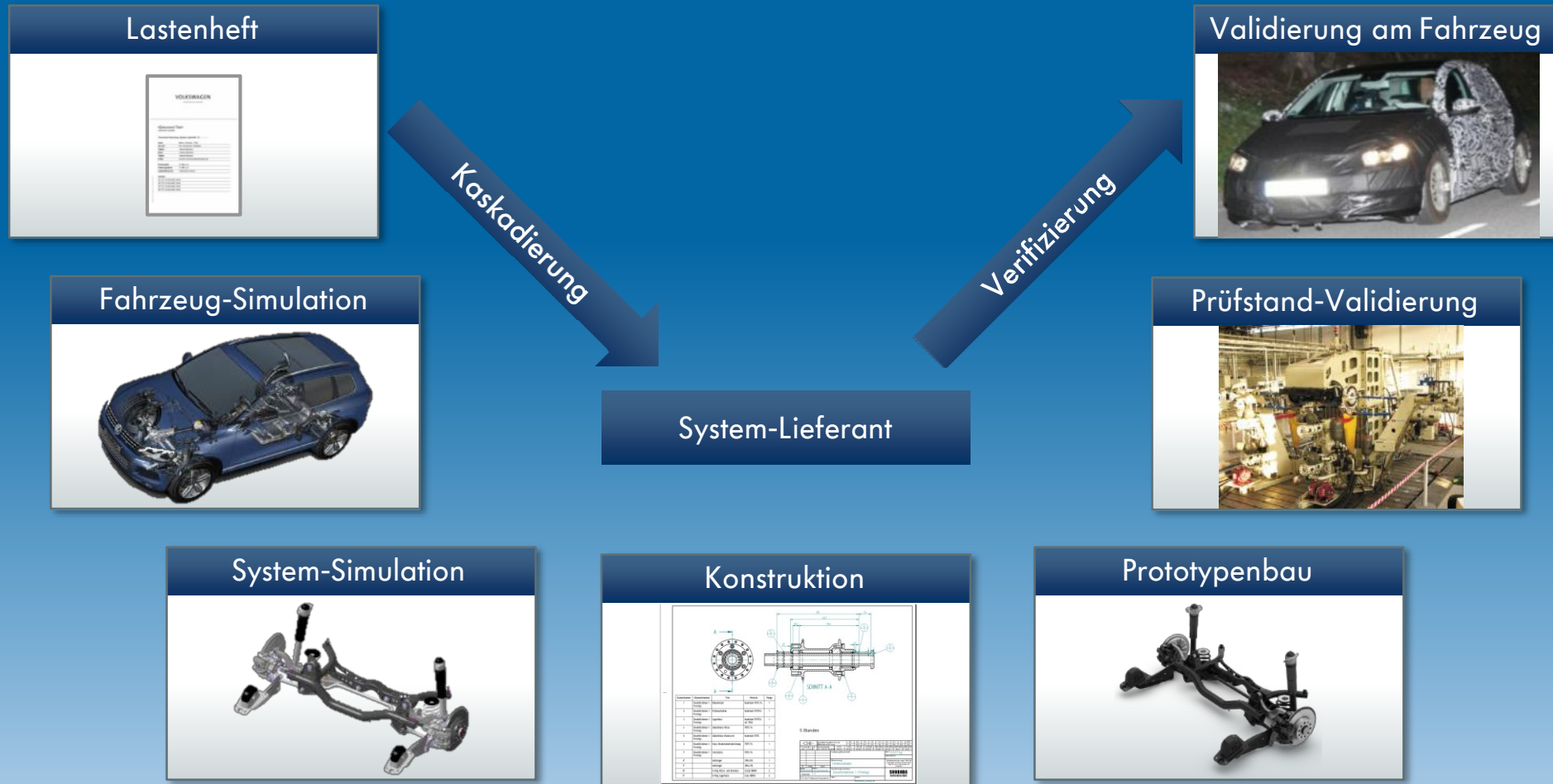


## Fahrwerk-Entwicklungsprozess

- |                         |                            |                                               |                    |                                    |                     |
|-------------------------|----------------------------|-----------------------------------------------|--------------------|------------------------------------|---------------------|
| ■ Lastenheft-definition | ■ Validierung der Konzepte | ■ Konstruktive Ausarbeitung                   | ■ Komponenten      | ■ Abstimmung Fahrwerk              | ■ Markt-einführung  |
| ■ Zielvorgaben          | ■ Aufbau Konzept-fahrzeug  | ■ Validierung der Ergebnisse durch Simulation | ■ Aggregate-träger | ■ Abstimmung Fahrwerk-regelsysteme | ■ Lessons Learned   |
| ■ Zielwert-kaskadierung |                            |                                               | ■ Konzeptfzg.      |                                    | ■ Serien-begleitung |
|                         |                            |                                               | ■ Baustufenfzg.    |                                    |                     |
|                         |                            |                                               | ■ Vorserienfzg.    |                                    |                     |

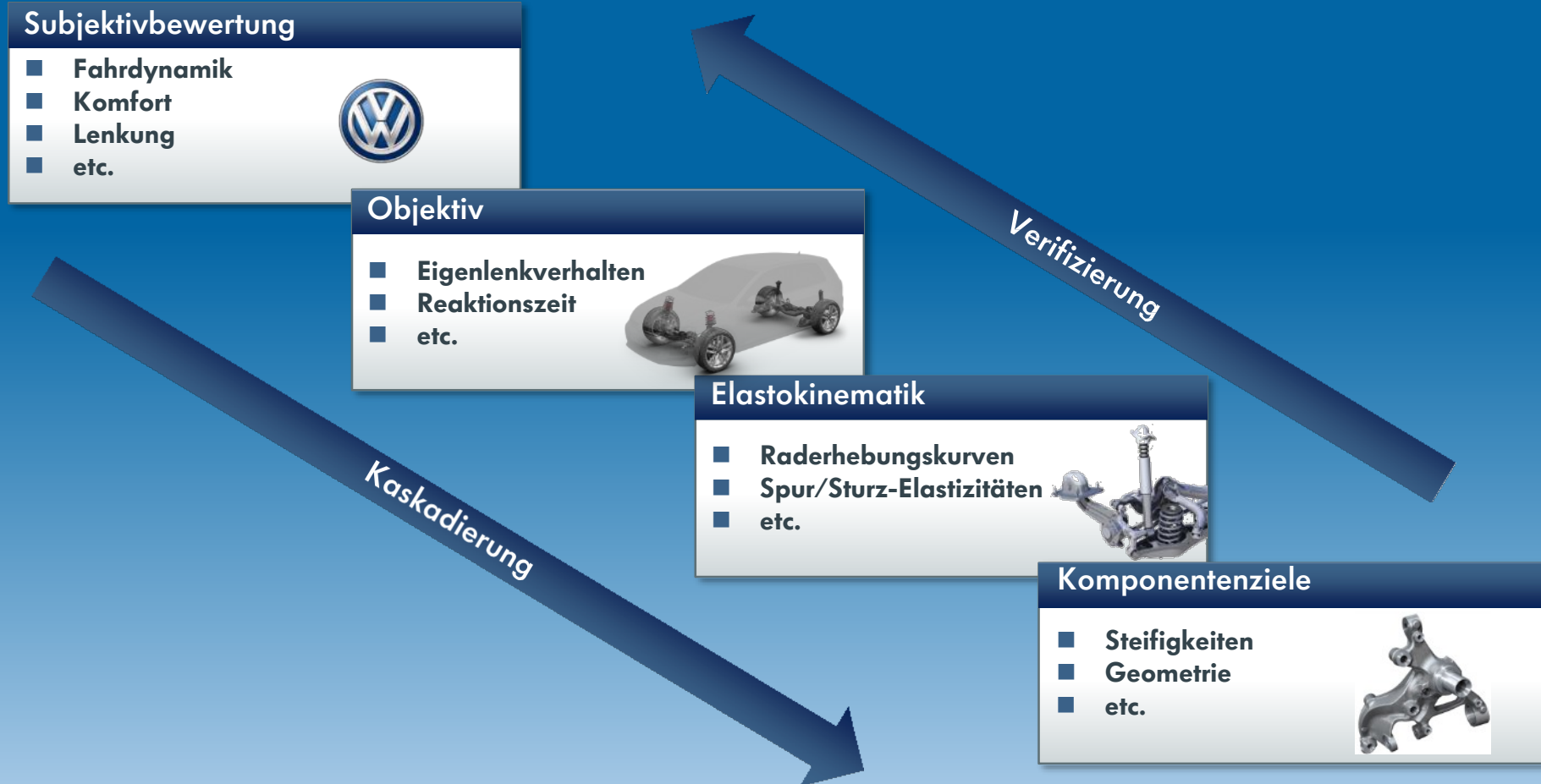
Quelle: Fahrwerkhandbuch [1]

# V-Plan Entwicklungsablauf



Quelle: Fahrwerkhandbuch [1]

# V-Plan Entwicklungsablauf



Quelle: Fahrwerkhandbuch [1]

# Prozess der Fahrwerkentwicklung

| Prozessziel                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Prozessbeschreibung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Entwickeln von PKW-Fahrwerken zu serienreifen Produkten, die durch ihre Wettbewerbs-überlegenheit den Kunden über seine Erwartungen hinaus zufrieden stellen und begeistern.</li> <li>■ Indikatoren hierfür liefern Marktanalysen zur Kundenzufriedenheit.</li> <li>■ Die Vorgaben hierfür werden in Abstimmung mit den übrigen Geschäftsbereichen abgeleitet aus Markt-/Kundenanforderungen, Gesetzen und Unternehmensstrategien.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ In Technischen Produktbeschreibungen werden die Entwicklungsvorgaben festgeschrieben und in den zuständigen Entscheidungsgremien freigegeben. Bei Abweichungen von den Entwicklungsvorgaben wird in den Entscheidungsgremien das weitere Vorgehen festgelegt.</li> <li>■ Aus dem PEP-Handbuch werden die jeweiligen Projektpläne der Fahrzeugprojekte abgeleitet. Diese bilden die Basis für die Abläufe in der PKW-Fahrwerkentwicklung.</li> <li>■ Die Prozesse in der PKW-Fahrwerkentwicklung werden im Detail durch Verfahrens- und Arbeitsanweisungen geregelt, soweit diese nicht schon durch übergeordnete Regelungen vorgegeben sind. Durch Änderungsantrag oder Änderungskontrolle werden konstruktive Änderungen durchgeführt.</li> <li>■ Das Entwicklungsergebnis wird abgesichert durch virtuelle (DMU, Berechnungen, Simulationen) und physische (Versuche, Erprobungen, Laborprüfungen, Abnahmefahrten) Methoden.</li> <li>■ Die Dokumentation erfolgt in der Technischen Stückliste und im Konstruktionsdatenverwaltungssystem.</li> </ul> |

Quelle: Fahrwerkhandbuch [1]



# Inhalte der Fahrwerkentwicklung



Eine optimale Abstimmung aller Systeme führt zu herausragenden Fahreigenschaften.



# Einflussfaktoren für Dynamik, Komfort und Sicherheit



Quelle: Fahrwerkhandbuch [1]

# Randbedingungen für die Fahrwerkentwicklung (Achsen)



Fahrwerk: Etwa 25% des Fahrzeuggewichts und etwa 20% der Kosten eines Fahrzeuges!

# Inhalt Vorlesung Achskonzepte WS 2021/22

## 1. Vorlesung (Teil 5a) 19.11.2021

- **Vorstellung**
- Prozess
- Fahrwerk
- Achskinematik
- Zielgrößen

## 2. Vorlesung (Teil 5b) 19.11.2021

- **Achskonzepte**  
Einführung  
Starrachsen  
Halbstarrachsen  
Einzelradaufhängungen  
Beispiele  
Achsen im Wettbewerb

## 3. Vorlesung (Teil 6a) 03.12.2021

- **Review 19.11.21**
- **Beispiele**  
**Vertikal-, Längs-  
und**  
**Querdynamik**
- **Achsbaukästen**

## 4. Vorlesung (Teil 6b) 03.12.2021

- **MQB**
- **MEB**

## 5. Vorlesung (Teil 7a) 17.12.2021

## 6. Vorlesung (Teil 7b) 17.12.2021

Erprobung,  
Simulation und  
Innovationen

# Agenda 03.12.2021

| Uhrzeit     | TOP                                                        |
|-------------|------------------------------------------------------------|
| 08.00-08.30 | Wiederholung Entwicklungsprozess (für Versäumte am 19.11.) |
| 08.30-09.00 | Start für alle: Essentials aus VlsG. am 19.11.2021         |
| 09.00-10.00 | Beispiele Vertikal-, Längs- und Querdynamik                |
| 10.00-10.30 | Pause                                                      |
| 10.30-11.30 | Einführung in die Baukastenentwicklung                     |
| 11.00-11.50 | Der Modulare Querbaukasten (MQB)                           |
| 11.50-12.00 | Kurzübersicht VA+HA MLB                                    |
| 12.00-13.00 | Mittagspause                                               |
| 13.00-14.00 | Übung 45 Min. Achsauslegung + 15 Minuten Durchsprache      |
| 14.00-15.00 | Der MQB/A0                                                 |
| 14.45-15.00 | Pause                                                      |
| 15.00-16.00 | Der ID.3 im MEB Baukasten                                  |
| 16.00       | Ende                                                       |

# Fahrzeug/Fahrdynamik/Achskinematik Grundlagen

## Achskinematik



## Auslegung

- Allgemeines zur Kinematik
- Lenkinematik
  - Lenkachse
  - Spreizung
  - Lenkrollradius
  - Nachlauf
  - Störkrafthebelarm
- Radhubkinematik
  - Spur
  - Sturz
- Momentanpole
  - Wankpol, Wankachse
  - Längspol, Schrägfederung, Stützwinkel
- **Kinbench – Kennwerte (Messung/Simulation)**

## Kinbench - Kennwerte

- ☐ Zur Beurteilung einer Achskinematik wird ein sogenannten KnC (Kinematik and Compliance) Benchmark gemacht
- ☐ Neben der reinen kinematischen Größen (quasistatisches Federn) werden Größen der Lenkung und die Änderungen der Kinematik infolge von Kräfteinwirkungen (Elastokinematik) ermittelt
- ☐ Darüber hinaus werden einfache fahrdynamische Ableitungen (Brems- und Anfahrnicken, Wanken, Gierverstärkung) gemacht
- ☐ Die Ermittlung kann auf dem Prüfstand oder Vollvirtuell (MKS) erfolgen
- ☐ Aufbau Prüfstand/MKS Testrig
- ☐ Wesentliche Meßgrößen
- ☐ **Beispielbenchmark Tesla**



## Komponenten

- Aktuator - Sensor
- Radsensoren
- Fahrzeugklemmen
- Lenkmaschine
- Echtzeit-Regelung
- Programmierrechner
- Analysesoftware

# Fahrzeug/Fahrdynamik/Achskinematik Grundlagen

## Achskinematik

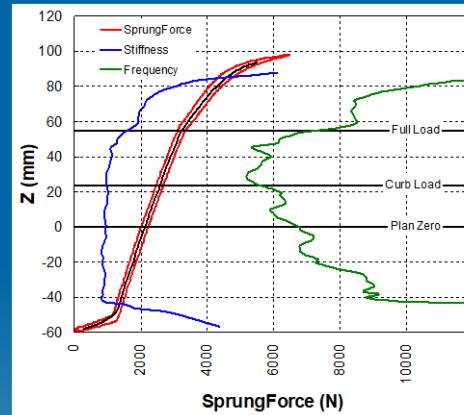


## Auslegung

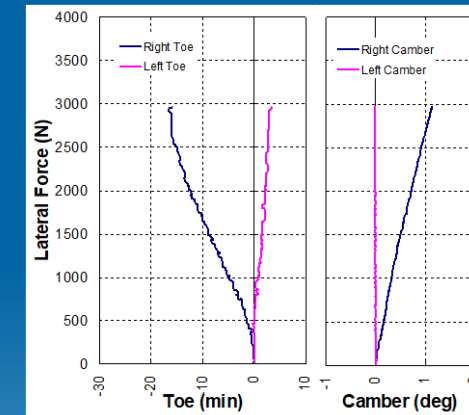
- Allgemeines zur Kinematik
- Lenkinematik
  - Lenkachse
  - Spreizung
  - Lenkrollradius
  - Nachlauf
  - Störkrafthebelarm
- Radhubkinematik
  - Spur
  - Sturz
- Momentanpole
  - Wankpol, Wankachse
  - Längspol, Schrägfederung, Stützwinkel
- **Kinbench – Kennwerte (Messung/Simulation)**

Quelle: Fahrwerkhandbuch [1]

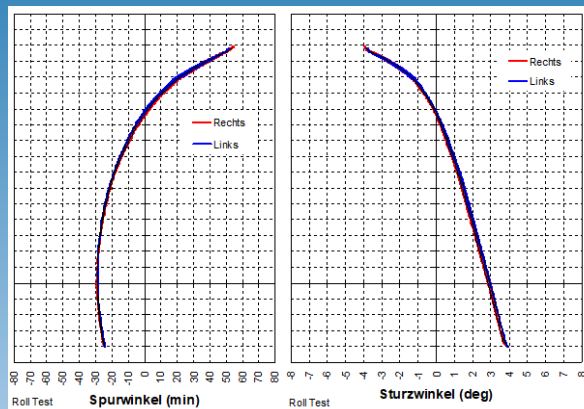
## Kinbench – Kennwerte – Wesentliche Diagramme



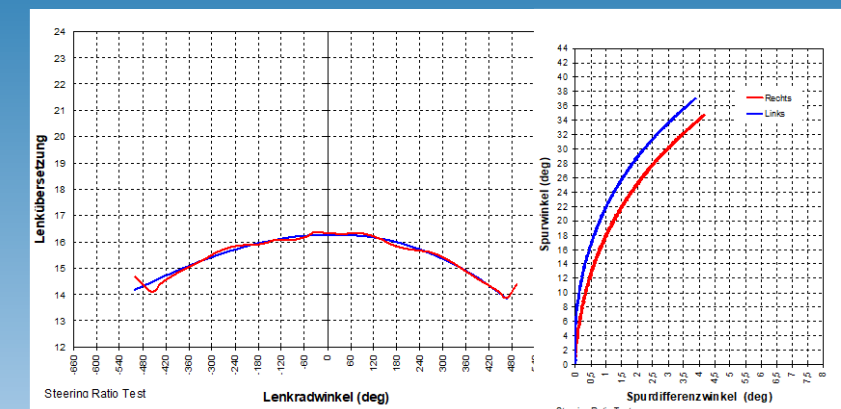
Radlastkurve



Spur und Sturz unter Seitenkraft



Spur und Sturz beim Federn



Lenkübersetzung und Spurdifferenzwinkel

# Einleitung – Auswahlkriterien

| Achstypen           | Achse |           | Einzelradaufhängung |           |          |
|---------------------|-------|-----------|---------------------|-----------|----------|
| Merkmale            | starr | halbstarr | eben                | sphärisch | räumlich |
| Auslegungspotential | -     | 0         | 0                   | +         | ++       |
| Längsfederung       | -     | -         | 0                   | +         | ++       |
| Herstellkosten      | +     | +         | 0                   | -         | --       |
| Raumausnutzung      | --    | +         | 0                   | 0         | +        |
| Gesamtgewicht       | -     | ++        | 0                   | +         | +        |
| Robustheit          | ++    | 0         | 0                   | -         | -        |
| Fahrverhalten       | -     | 0         | 0                   | +         | ++       |
| Fahrkomfort         | --    | 0         | 0                   | +         | ++       |

# Agenda 03.12.2021

| Uhrzeit     | TOP                                                        |
|-------------|------------------------------------------------------------|
| 08.00-08.30 | Wiederholung Entwicklungsprozess (für Versäumte am 19.11.) |
| 08.30-09.00 | Start für alle: Essentials aus VlsG. am 19.11.2021         |
| 09.00-10.00 | Beispiele Vertikal-, Längs- und Querdynamik                |
| 10.00-10.30 | Pause                                                      |
| 10.30-11.30 | Einführung in die Baukastenentwicklung                     |
| 11.00-11.50 | Der Modulare Querbaukasten (MQB)                           |
| 11.50-12.00 | Kurzübersicht VA+HA MLB                                    |
| 12.00-13.00 | Mittagspause                                               |
| 13.00-14.00 | Übung 45 Min. Achsauslegung + 15 Minuten Durchsprache      |
| 14.00-15.00 | Der MQB/A0                                                 |
| 14.45-15.00 | Pause                                                      |
| 15.00-16.00 | Der ID.3 im MEB Baukasten                                  |
| 16.00       | Ende                                                       |



# Fahrzeug/Fahrdynamik/Achskinematik Grundlagen

## Fahrzeug → Grundgrößen

- Bezugssystem
- Bewegungsfreiheitsgrade (Bewegungsgleichungen)
- Rodstand
- Spurweite
- Achslast
- Achslastverteilung
- Räderpalette
- Reifen
- Lenkübersetzung
- Wendekreis
- Spurdifferenzwinkel

## Achskinematik → Auslegung

- Allgemeines zur Kinematik
- Lenkkinematik
  - Lenkachse
  - Spreizung
  - Lenkrollradius
  - Nachlauf
  - Störkrafthebelarm
- Radhubkinematik
  - Spur
  - Sturz
- Momentanpole
  - Wankpol, Wankachse
  - Längspol, Schrägfederung, Stützwinkel
- Kinbench – Kennwerte (Messung/Simulation)

## Fahrdynamik → Eigenschaften

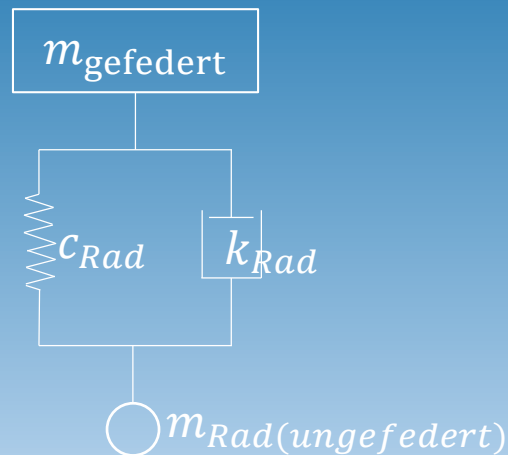
- Funktion
- Vertikal:
  - Federwege, Federraten
- Längs:
  - Bremsstabilität
  - Schlotziehen
  - Nicken
- Quer:
  - Kippen/Wanken
  - Gierversränkung
  - Seitenwindempfindlichkeit
- Lenkung
  - Lenkübersetzung
  - Wendekreis
- Dynbench – Kennwerte (Messung/Simulation)
- Subjektivbewertung



# Vertikalauslegung: Feder-, Dämpfersystem

## Feder-, Dämpferauslegung („Papierkennung“)

- Startpunkt: Aufbaueigenfrequenzen VA/HA
- Basis (Theorie): Einmassenschwinger
- Eingangsgrößen: Massen (gefedert, ungefedert)
- Vorgabezielwerte: Eigenfrequenzen aus Benchmark
- Ergebnisgrößen:
  - Federsteifigkeit (radbezogen)
  - Dämpferkonstante (radbezogen) / Dämpfungsmaß
- Beachte: Umrechnung der Konstanten mit Feder- und Dämpferübersetzung



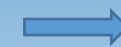
$$m_{\text{gefedert}} = \frac{\text{Achslast}}{2} - m_{\text{ungefedert}}$$

$$f = \sqrt{\frac{c_{\text{Rad}}}{m_{\text{gefedert}}}}$$



$$c_{\text{Rad}} = f^2 \cdot m_{\text{gefedert}}$$

$$D = \frac{k_{\text{Rad}}}{2\sqrt{c_{\text{Rad}} \cdot m_{\text{gefedert}}}}$$

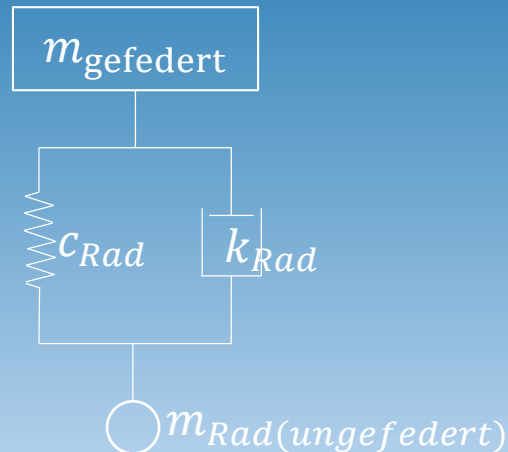


$$k_{\text{Rad}} = 2D \sqrt{c_{\text{Rad}} \cdot m_{\text{gefedert}}}$$

# Vertikalauslegung: Feder-, Dämpfersystem

## Feder-, Dämpferauslegung („Papierkennung“)

- Startpunkt: Aufbaueigenfrequenzen VA/HA
- Basis (Theorie): Einmassenschwinger
- Eingangsgrößen: Massen (gefedert, ungefedert)
- Vorgabezielwerte: Eigenfrequenzen aus Benchmark
- Ergebnisgrößen:
  - Federsteifigkeit (radbezogen)
  - Dämpferkonstante (radbezogen) / Dämpfungsmaß
- Beachte: Umrechnung der Konstanten mit Feder- und Dämpferübersetzung

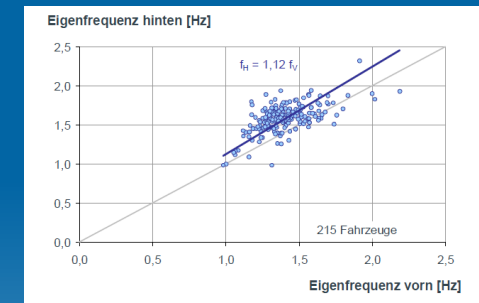


$$m_{\text{gefedert}} = \frac{\text{Achslast}}{2} - m_{\text{ungefedert}}$$

$$f = \sqrt{\frac{c_{\text{Rad}}}{m_{\text{gefedert}}}}$$

$$D = \frac{k_{\text{Rad}}}{2\sqrt{c_{\text{Rad}} \cdot m_{\text{gefedert}}}} \Rightarrow k_{\text{Rad}} = 2D\sqrt{c_{\text{Rad}} \cdot m_{\text{gefedert}}}$$

$$f_h \approx 1,12 \cdot f_v$$



$$c_{\text{Rad}} = f^2 \cdot m_{\text{gefedert}}$$

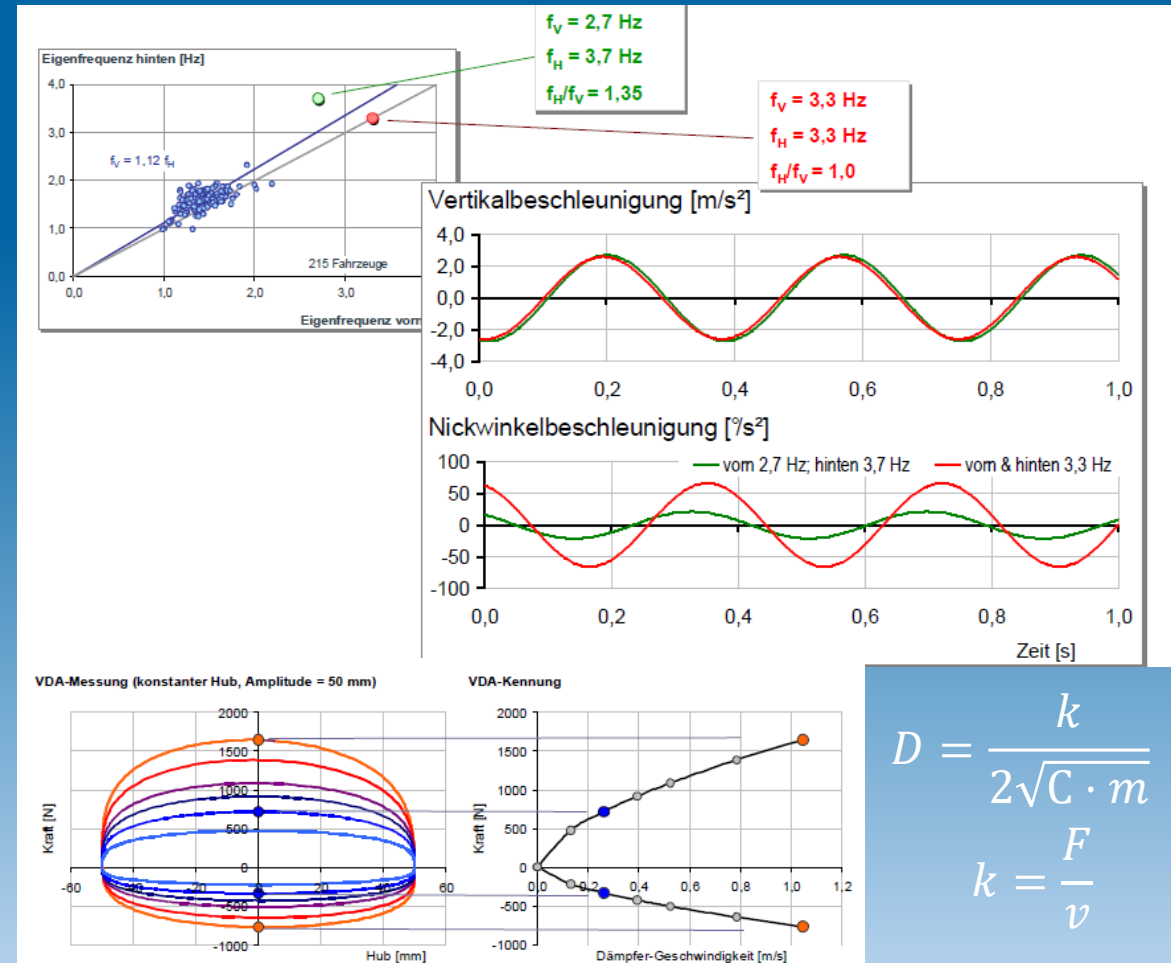
# Vertikalauslegung: Feder-, Dämpfersystem

## Feder-, Dämpferauslegung („Papierkennung“)

- Gleiche Hubeigenfrequenzen an Vorderachse und Hinterachse sind nachteilig (3-Massen Schwinger)
- Eigenfrequenz Hinterwagen ist höher zu wählen als Eigenfrequenz Vorderwagen

→ Positiver Einfluss auf Nickverhalten bei gleicher Hubeigenfrequenz des Gesamtfahrzeuges

- Weitere Verbesserung des Nickverhaltens durch Dämpfungsmaß
- Dämpfungsmaßverhältnis abhängig von Schwerpunktrücklage (Fahrzeuglängsrichtung)
- Dämpfungsmaß hinten größer als vorn zu wählen
- Ausgangspunkt: VDA-Messung → F-V-Kennung

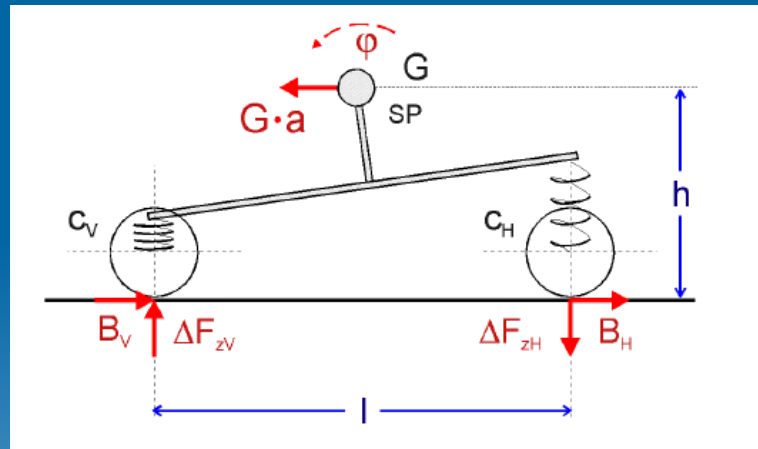


$$D = \frac{k}{2\sqrt{C \cdot m}}$$

$$k = \frac{F}{v}$$

# Längsdynamik: Bremsnicken

## Bremsnicken ohne Achsen



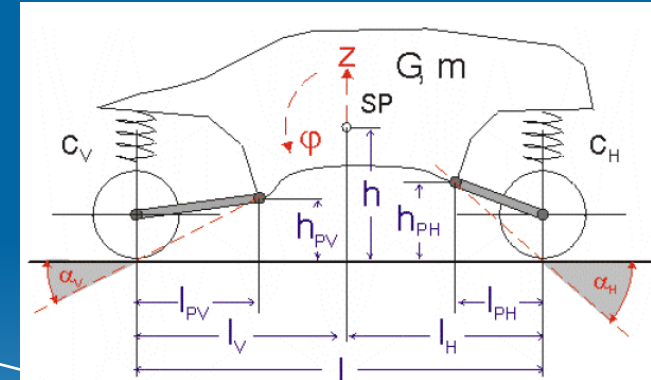
Nickwinkel:

$$\varphi = \frac{G \cdot a}{l} \left( \frac{1}{c_v} + \frac{1}{c_h} \right) \frac{h}{l}$$

Nickstärke:

$$\varphi/g = \frac{G}{l} \left( \frac{1}{c_v} + \frac{1}{c_h} \right) \frac{h}{l}$$

## Bremsnicken mit Achsen



$$i = \frac{B_H}{B_V + B_H}$$

Bremskraftverteilung

Nickstärke:

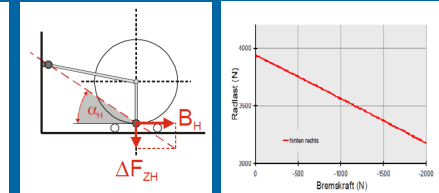
$$\frac{\varphi}{g} = \frac{G}{l} \left[ \left( \frac{1}{c_v} + \frac{1}{c_h} \right) \frac{h}{l} - \frac{(1-i) \tan \alpha_v}{c_v} - \frac{i \tan \alpha_h}{c_h} \right]$$

Aufbau      Vorderachse      Hinterachse

Beispiel Polo:      3,2°/g      -      0,4°/g      -      0,8°/g      = 2,0°/g

Hubstärke:

$$\frac{z}{g} = \frac{G}{l} \left[ \left( \frac{l_v}{c_v} - \frac{l_h}{c_h} \right) \frac{h}{l} + \frac{(1-i) l_h \tan \alpha_v}{c_v} - \frac{i l_v \tan \alpha_h}{c_h} \right]$$



$$\tan \alpha_h = \frac{\Delta F_{ZH}}{B_H}$$

# Längsdynamik: Bremsnicken

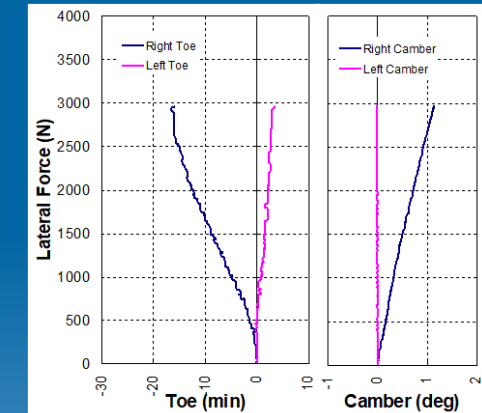
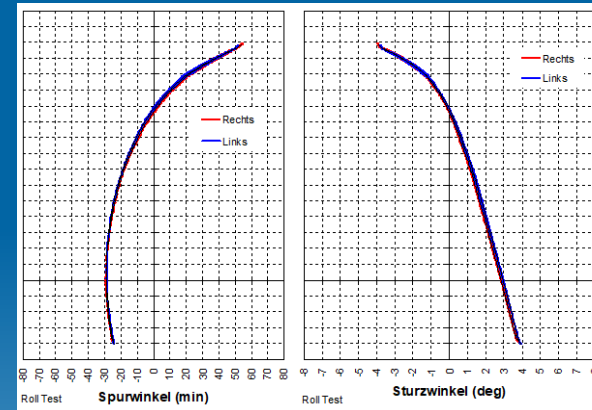
## Kernaussagen Bremsnicken

- Der Nickwinkel des Aufbaus wird durch Bremsabstützwinkel der Achsen reduziert → Prinzip: Aufbau innerer Kräfte
- Begriffe wie Nickstärke und Hubstärke sind nicht gebräuchlich, stattdessen:
  - Bremsabstützwinkel oder
  - prozentualer Bremsnickausgleich (achsbezogen)
- Betrachtung über Gesamtfahrzeug besser zur Grenzwertdefinition ( $2^\circ/\text{g}$ ) (analog Wankstärke ( $5^\circ/\text{g}$ ))
- Große Spreizung bei Fahrzeugen in Bremsabstützwinkeln ( $1,9^\circ$ - $8,2^\circ$  Vorderachse;  $2,3^\circ$ - $37,1^\circ$  Hinterachse)
- Umrechnung auf Nick- und Hubstärke:
  - Nickstärke:  $1^\circ/\text{g}$ - $2,3^\circ/\text{g}$  (Hubstärke: große Streuung → Fazit: Nickstärke wichtiger als Hubstärke)
- Bedeutung Kleine Bremsabstützwinkel → Fzge nicken mehr
- Zur Berechnung der Nick- und Hubstärke sind Schwerpunkthöhe und Bremskraftverteilung notwendig, die meist nicht vorliegen → Es müssen „sinnvolle Annahmen“ getroffen werden

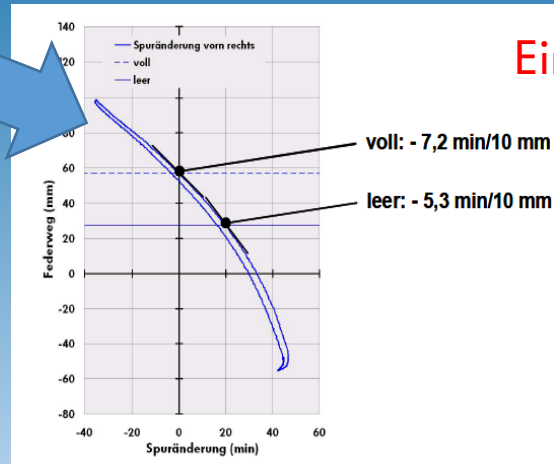
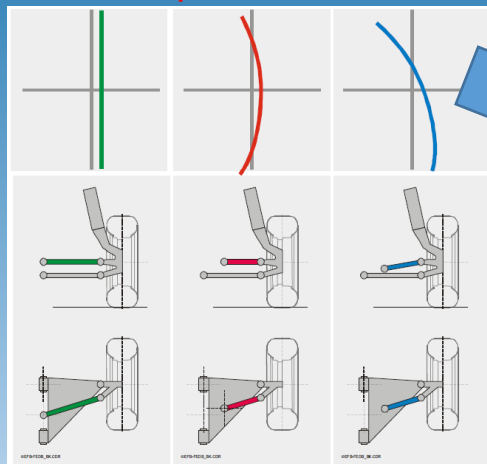
# Querdynamik

## Basis: Achskinematik → Konstruktion

- Vorgehensweise in der Konstruktion:
  - Auswahl Achskonzept
  - Wahl der Kinematikpunkte  
→ Erreichung von gewünschten  
Spur und Sturzkurven für Fahrdynamik
- Input: Ein-/Ausfederung und Kräfte (Seitenkraft)
- Output: Radstellung (Spur- und Sturz)
- **Beispiel rechtes Vorderrad (McPherson):**



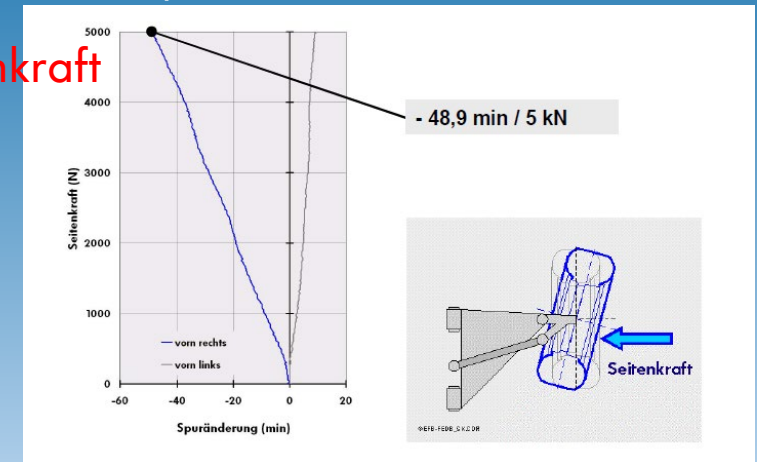
Spur und Sturz beim Federn    Spur und Sturz unter Seitenkraft



Einfederung    Seitenkraft

Nachspur

(Untersteuern)

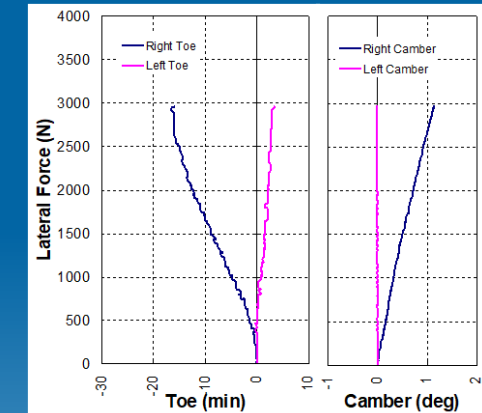
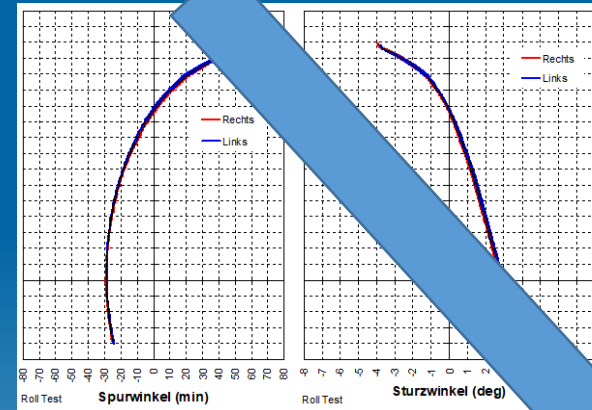




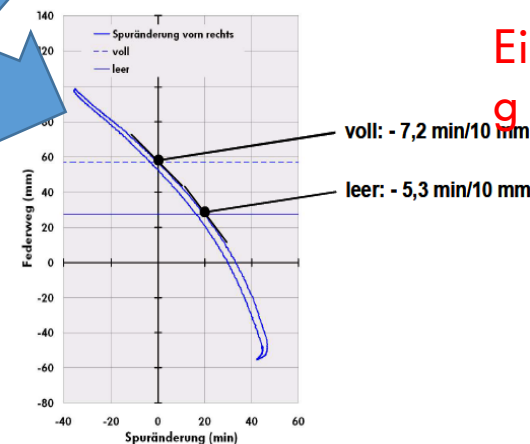
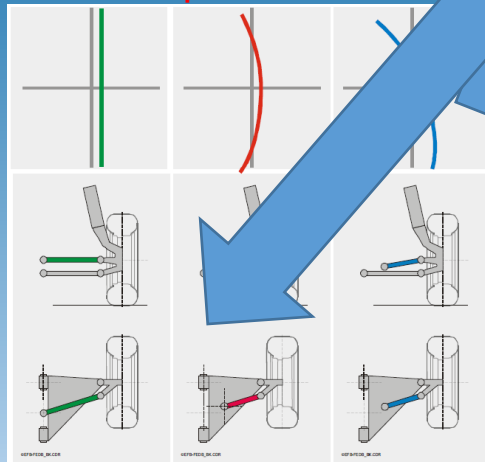
# Querdynamik

## Basis: Achskinematik → Konstruktion

- Vorgehensweise in der Konstruktion:
  - Auswahl Achskonzept
  - Wahl der Kinematikpunkte  
→ Erreichung von gewünschter Spur und Sturzkurven für Fahrdynamik
- Input: Ein-/Ausfederung und Seitenkraft (Seitenkraft)
- Output: Radstellung (Sturzwinkel und Sturz)
- Beispiel rechtes Vorderachsbau (McPherson):



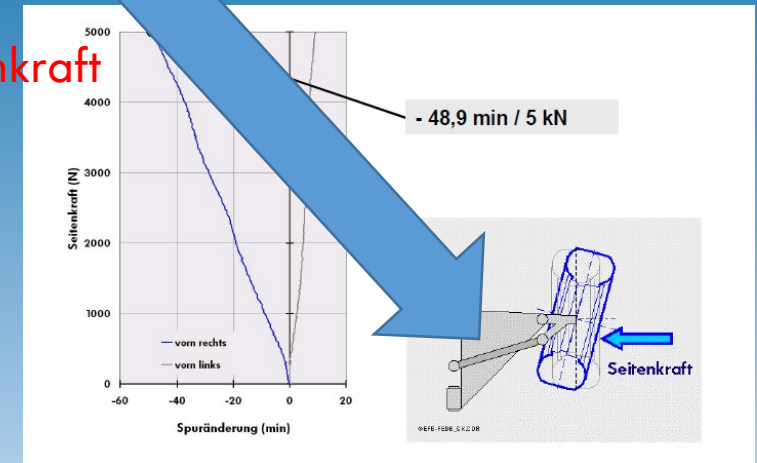
Spur und Sturz beim Federn und unter Sturz unter Seitenkraft



Einfederung Seitenkraft

Nachspur

(Untersteuern)

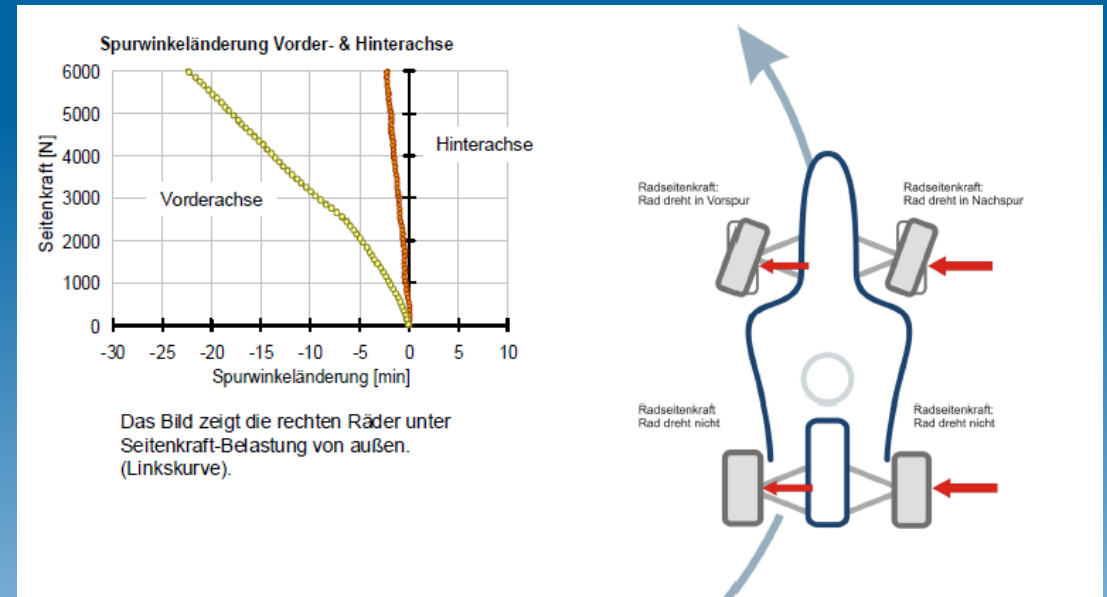
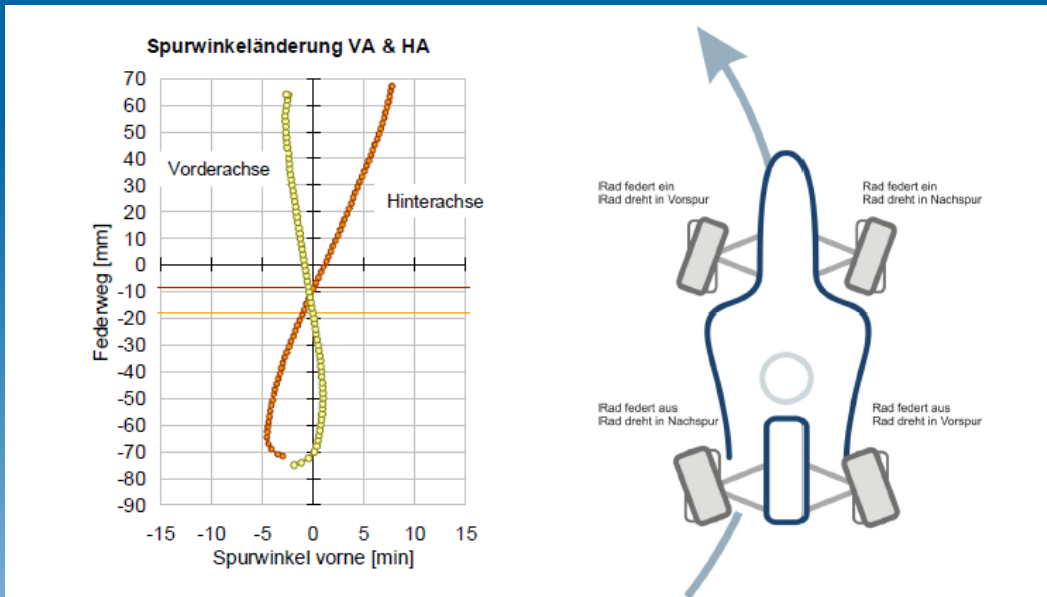




# Querdynamik

## Zusammenhang: Achskinematik → Querdynamik

- Erreichung von gewünschten  
Spur und Sturzkurven für Fahrdynamik



- Kinematisches Lenken (Wanklenken)
- Hier: Untersteuernd an beiden Achsen

- Elastokinematisches Lenken (Seitenkraftlenken)
- Hier: Untersteuernd nur an der Vorderachse

**Das kinematische Lenken und elastokinematische Lenken ist nur ein Beitrag zur Querdynamik. Weitere Effekte kommen aus der Sturzänderung, dem Reifen, sowie Lenkübersteigung und Radstand**

# Querdynamik

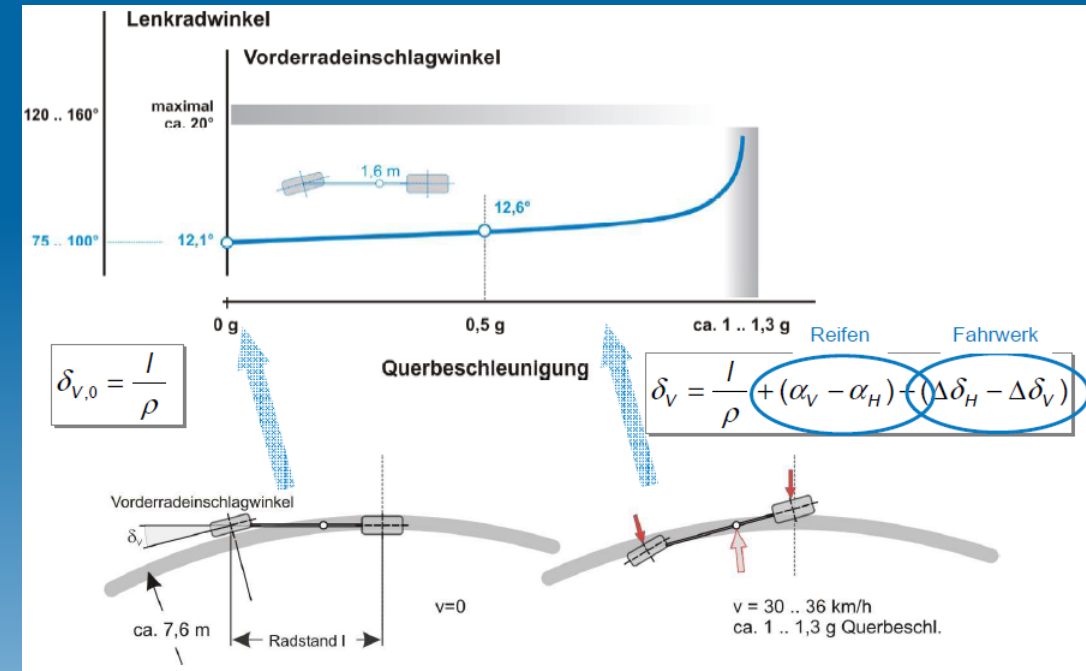
## Querdynamik: Stationäre Gierverstärkung

- Betrachtet man die folgenden Einflussgrößen:

- Kinematisches Lenken
- Elastokinematisches Lenken
- Sturzeinfluss
- Reifeneinfluss und
- Lenkübersetzung

so lässt sich aus dem Einspurmodell der Fahrdynamik eine stat. Gierverstärkungskurve ableiten, die zu einer ersten querdynamischen Interpretation wichtige Aussagen liefert. Eine stationäre Kreisfahrt wird dabei zugrunde gelegt.

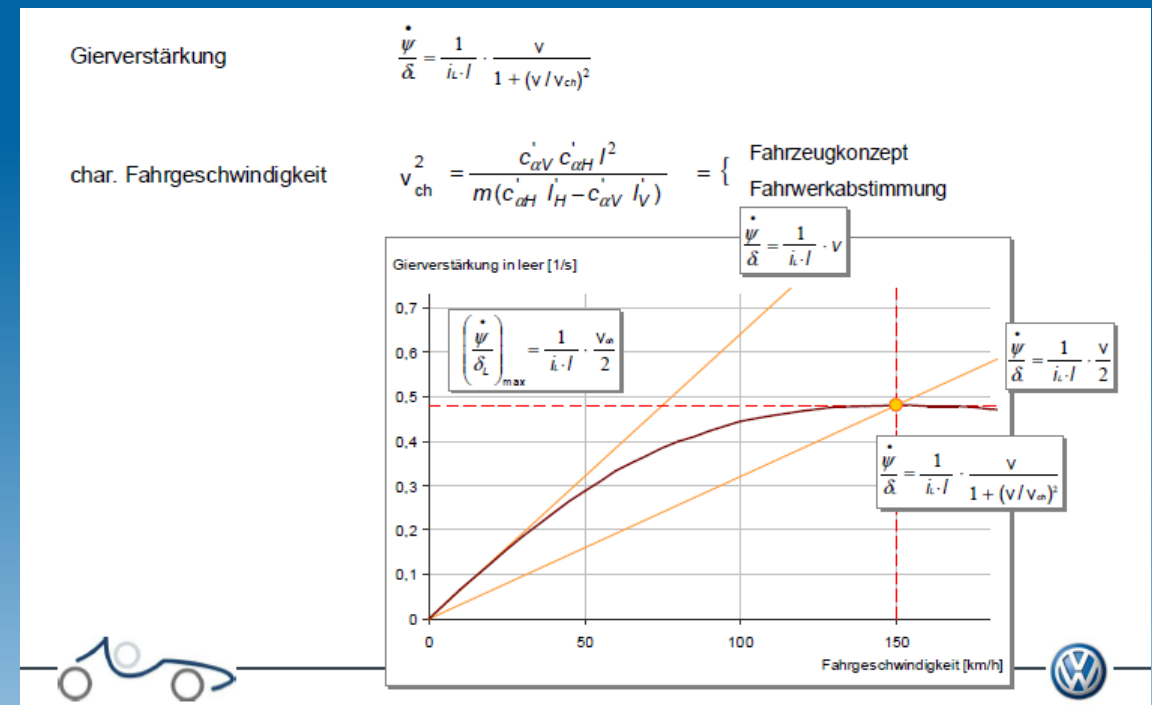
- Zum kinematischen Lenken (Wanken) sei darüber hinaus bemerkt, dass die Höhe des Momentanzentrums das Wankverhalten beeinflusst.



# Querdynamik

## Querdynamik: Stationäre Gierverstärkung

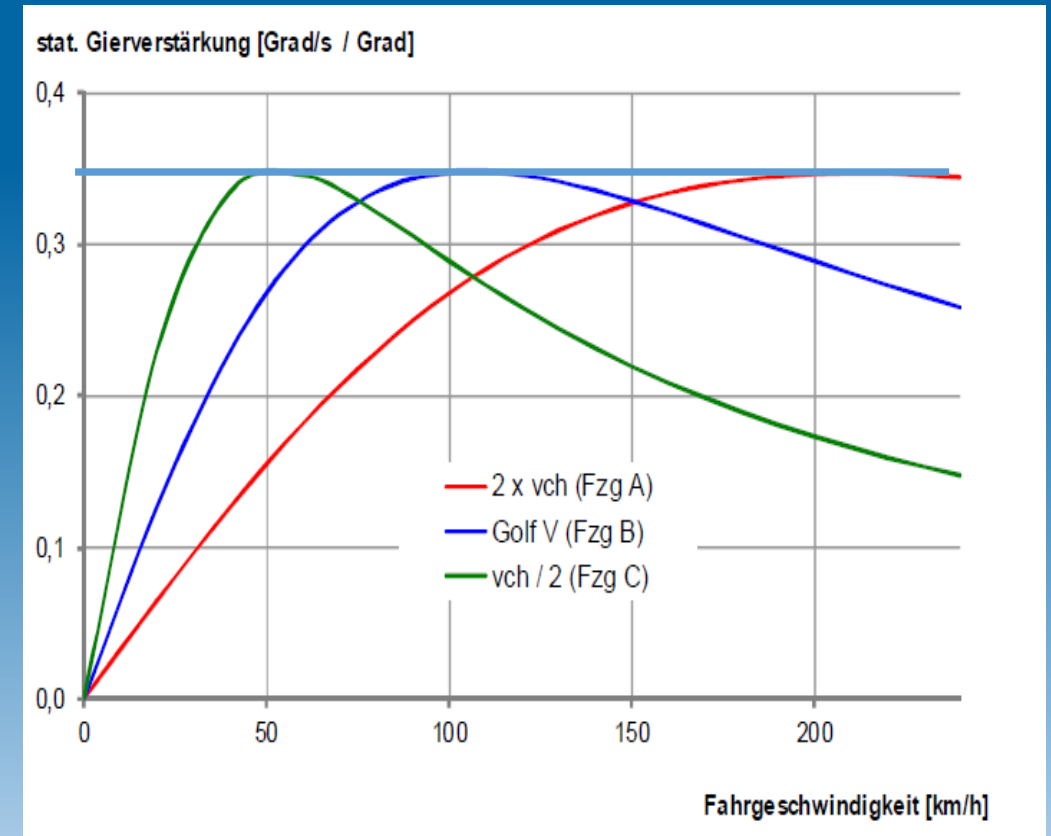
- Die Gierverstärkung wird über die Fahrgeschwindigkeit dargestellt
- Im vorderen Bereich sind die Einflußgrößen aus der Geometrie bestimmt: Lenkübersetzung und Radstand
- Bei steigenden Geschwindigkeiten wird die Gierverstärkung vom Fahrwerkkonzept und der Fahrwerkabstimmung bestimmt
- Sowohl der Maximalwert der Gierverstärkung als auch das Maximum sind wichtige Kenngrößen in der Fahrdynamikentwicklung. Das Maximum wird dabei als charakteristische Fahrgeschwindigkeit bezeichnet und ist ein Maß für die Stabilität bzw. Untersteuerstärke eines Fahrzeuges.
- Eine Herleitung der Gierverstärkung findet sich u.a. im Fahrwerkhandbuch



# Querdynamik

## Querdynamik: Stationäre Gierverstärkung: Beispiele

- Beispiele 3 verschiedener Fahrzeuge mit unterschiedlicher Lenkübersetzung und gleicher Gierverstärkung
- Blau: Referenzfahrzeug (Golf V)
- Grün:
  - Bei allen Fahrgeschwindigkeiten schnell ansprechend
  - Bzgl. Giergeschwindigkeit überschwingend
  - Bei langsamem Spurwechsel kleinster Lenkaufwand
  - Bei schnellem Spurwechsel größter Lenkaufwand
- Rot:
  - Bei allen Fahrgeschwindigkeiten langsam ansprechend
  - Bzgl. Querbefleunigung „nachdrängend“
  - Bei langsamem Spurwechsel hoher Lenkaufwand
  - Beim schnellen Spurwechsel Notwendigkeit, schnell



# Agenda 03.12.2021

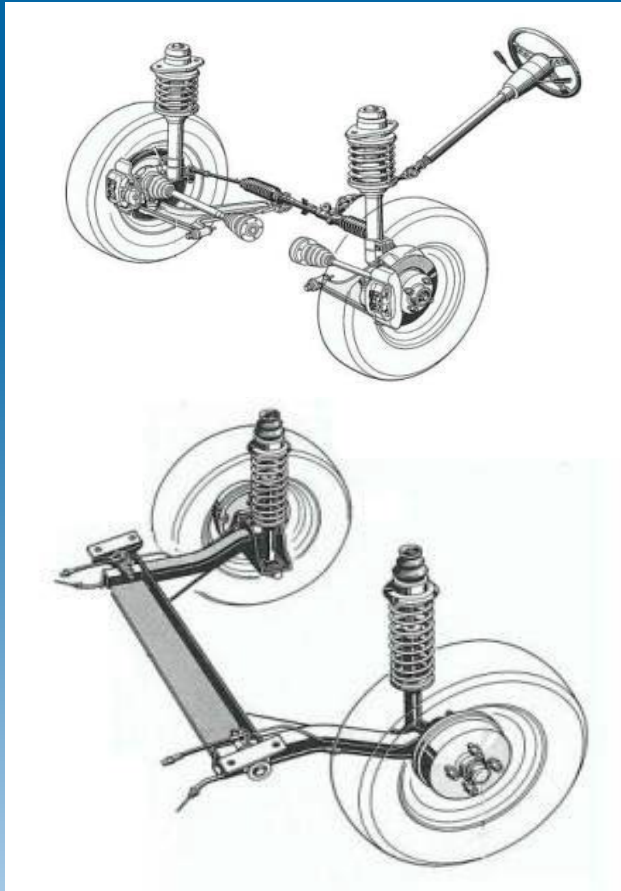
| Uhrzeit     | TOP                                                        |
|-------------|------------------------------------------------------------|
| 08.00-08.30 | Wiederholung Entwicklungsprozess (für Versäumte am 19.11.) |
| 08.30-09.00 | Start für alle: Essentials aus VlsG. am 19.11.2021         |
| 09.00-10.00 | Beispiele Vertikal-, Längs- und Querdynamik                |
| 10.00-10.30 | Pause                                                      |
| 10.30-11.30 | Einführung in die Baukastenentwicklung                     |
| 11.00-11.50 | Der Modulare Querbaukasten (MQB)                           |
| 11.50-12.00 | Kurzübersicht VA+HA MLB                                    |
| 12.00-13.00 | Mittagspause                                               |
| 13.00-14.00 | Übung 45 Min. Achsauslegung + 15 Minuten Durchsprache      |
| 14.00-15.00 | Der MQB/A0                                                 |
| 14.45-15.00 | Pause                                                      |
| 15.00-16.00 | Der ID.3 im MEB Baukasten                                  |
| 16.00       | Ende                                                       |

# Agenda 03.12.2021

| Uhrzeit     | TOP                                                        |
|-------------|------------------------------------------------------------|
| 08.00-08.30 | Wiederholung Entwicklungsprozess (für Versäumte am 19.11.) |
| 08.30-09.00 | Start für alle: Essentials aus VlsG. am 19.11.2021         |
| 09.00-10.00 | Beispiele Vertikal-, Längs- und Querdynamik                |
| 10.00-10.30 | Pause                                                      |
| 10.30-11.30 | Einführung in die Baukastenentwicklung                     |
| 11.00-11.50 | Der Modulare Querbaukasten (MQB)                           |
| 11.50-12.00 | Kurzübersicht VA+HA MLB                                    |
| 12.00-13.00 | Mittagspause                                               |
| 13.00-14.00 | Übung 45 Min. Achsauslegung + 15 Minuten Durchsprache      |
| 14.00-15.00 | Der MQB/A0                                                 |
| 14.45-15.00 | Pause                                                      |
| 15.00-16.00 | Der ID.3 im MEB Baukasten                                  |
| 16.00       | Ende                                                       |

# Wie kommt man von der Achse zum Achsbaukasten ?

## Historie der Baukastenentwicklung: Golf I (1974) -> 2 Derivate



Mc Pherson VA



Verbundlenkerachse



### **Variantentreiber:**

- 1 VA/ 1 HA
- 1 Radstand
- 1 Rädergröße
- Nur Verbrennungsmotoren

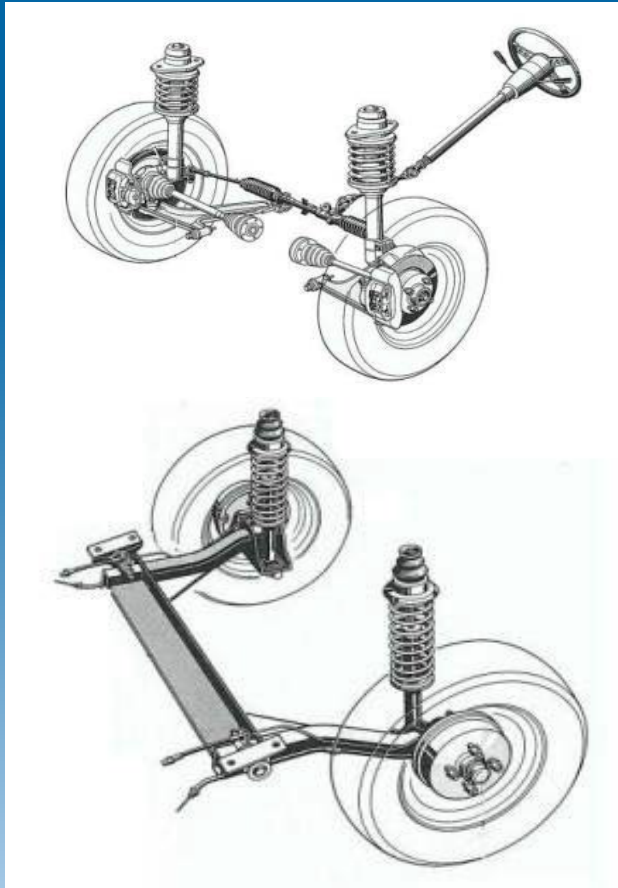
### **Hutumfänge:**

- Steilheck
- Cabrio



# Wie kommt man von der Achse zum Achsbaukasten ?

## Historie der Baukastenentwicklung: Golf I (1974) -> 2 Derivate





# Wie kommt man von der Achse zum Achsbaukasten ?

## Historie der Baukastenentwicklung: Golf V (2004) ca. 30 Derivate

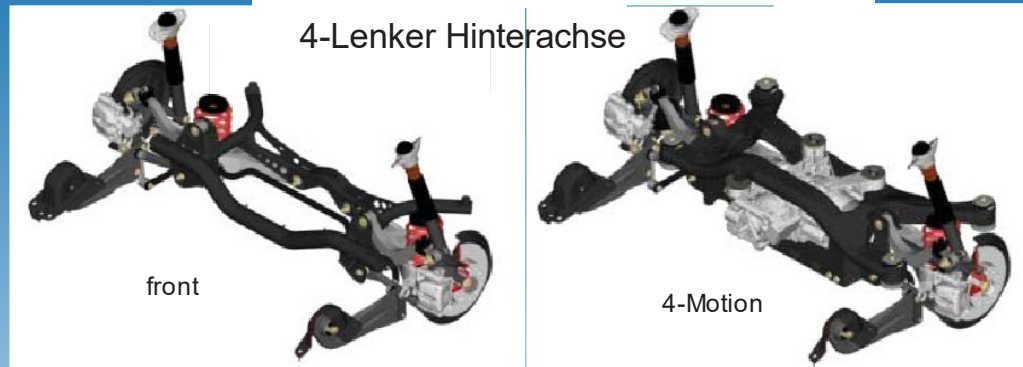


- 2 Spurweiten VA / 2+1 Spurweiten HA
- diverse Radstände
- 4 Rädergröße
- Verbrennungsmotoren und E-Antrieb



### *Hutumfänge:*

- Steilheck
- Schrägheck
- Stufenheck
- CC
- Cabrio



GolfVI



Coupe



SUV



MPV

*später folgen:* • SUV, B-MPV und XC

# Wie kommt man von der Achse zum Achsbaukasten ?

## Historie der Baukastenentwicklung: Golf V (2004) ca. 30 Derivate



Golf VI



Coupe



SUV



MPV



# Wie kommt man von der Achse zum Achsbaukasten ?

## Historie der Baukastenentwicklung: Golf V (2004) ca. 30 Derivate



### Das Auto

- innovativ
- werthaltig
- verantwortungsvoll



### Vorsprung durch Technik

- sportlich
- progressiv
- hochwertig



### Enjoyneering

- sportlich
- design-orientiert
- lebendig



### Simply clever

- intelligent
- attraktiv
- hingebungsvoll

Innovative Technik  
im Volumensegment.

Wegweisende  
Technologie als Maßstab  
im Segment.

Leidenschaftlich  
und agil.

Konzentration  
auf das Wesentliche.

**Fahrdynamik und der Fahrkomfort sind entscheidende Differenzierungsmerkmale,  
die durch die Fahrwerksauslegung bestimmt werden !**

# Wie kommt man von der Achse zum Achsbaukasten ?

Beispielfahrzeuge für:

**PQ35:** Golf V+VI, Touran

**PQ46:** Passat B5, B6

**PQmix:** Tiguan

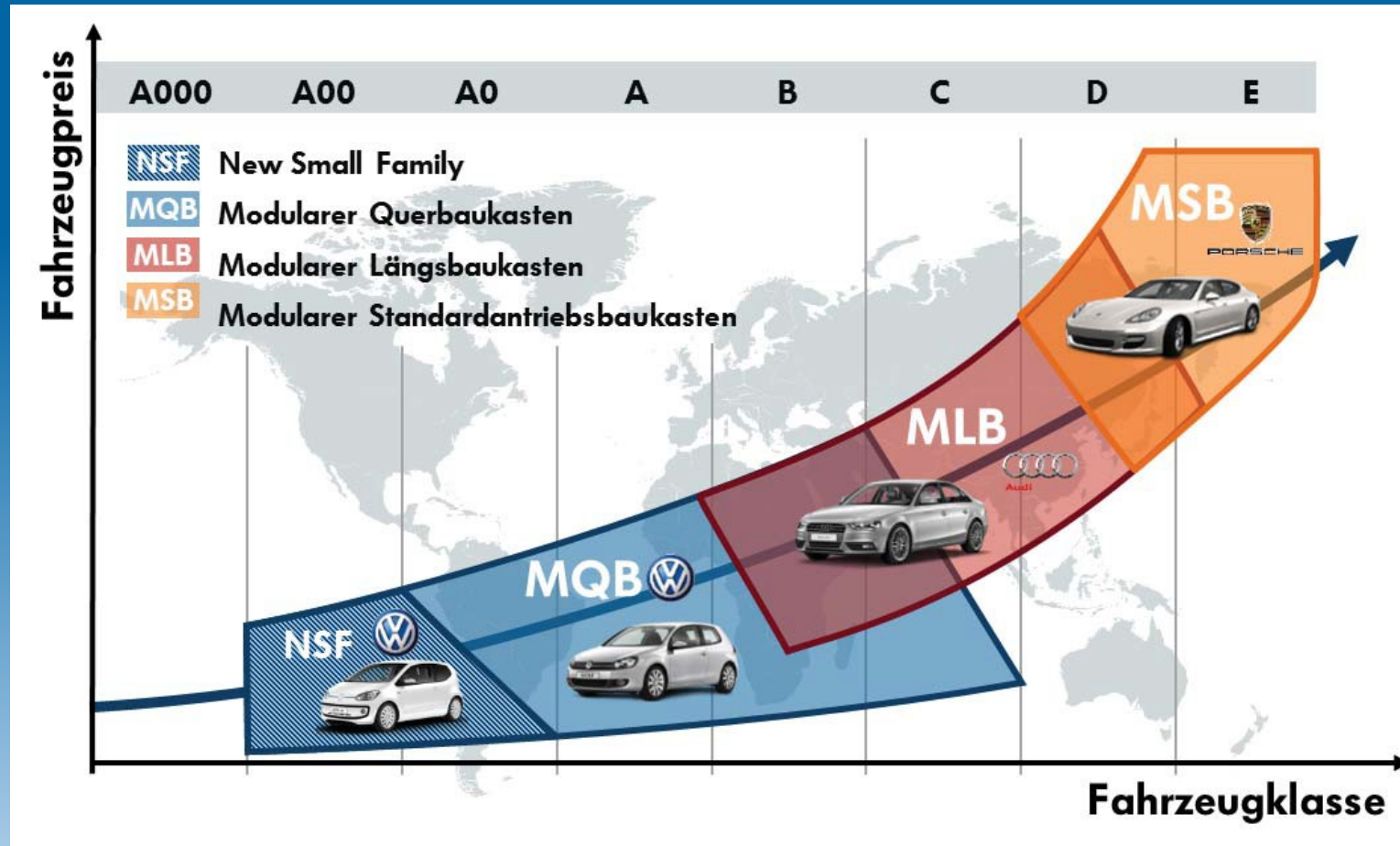
|                                           |                             | PQ35/46/PQmix                                               |              |                         |       |                                              |                                  |              | Sharan         |
|-------------------------------------------|-----------------------------|-------------------------------------------------------------|--------------|-------------------------|-------|----------------------------------------------|----------------------------------|--------------|----------------|
| Vierlenker - HA                           | Plattenspur 1               |                                                             |              | Plattenspur 2           |       |                                              |                                  |              | Plattenspur 3  |
|                                           | Basisplattenspur 15" 1599mm |                                                             |              | +30mm = 1629mm          |       |                                              |                                  |              | 1679mm         |
|                                           | 1000                        | 1160/<br>1170 (Touran)                                      | 1250         | 1000                    | 1050  | 1170                                         | 1200                             | 1250         | 1350           |
|                                           | 65"                         |                                                             |              | 65"                     |       | 675/700                                      | 650/700                          | 650/700      | 665-675        |
|                                           |                             |                                                             |              |                         |       |                                              |                                  |              |                |
|                                           |                             |                                                             |              |                         |       |                                              |                                  |              |                |
| VW350<br>VW359<br>SE350<br>SE359<br>AU350 |                             | VW351<br>VW352<br>VW358<br>SE352<br>SK351<br>SK352<br>AU352 | PQ35 4motion | VW354<br>AU354<br>AU355 | VW465 | VW 324<br>VW 325<br>VW 411<br>VW316<br>AU316 | VW461<br>VW462<br>VW469<br>SK461 | PQ46 4motion | VW428<br>SE428 |

**PQmix: Erste Schritte in Richtung Baukastenstrategie → Zielfahrzeug Tiguan**



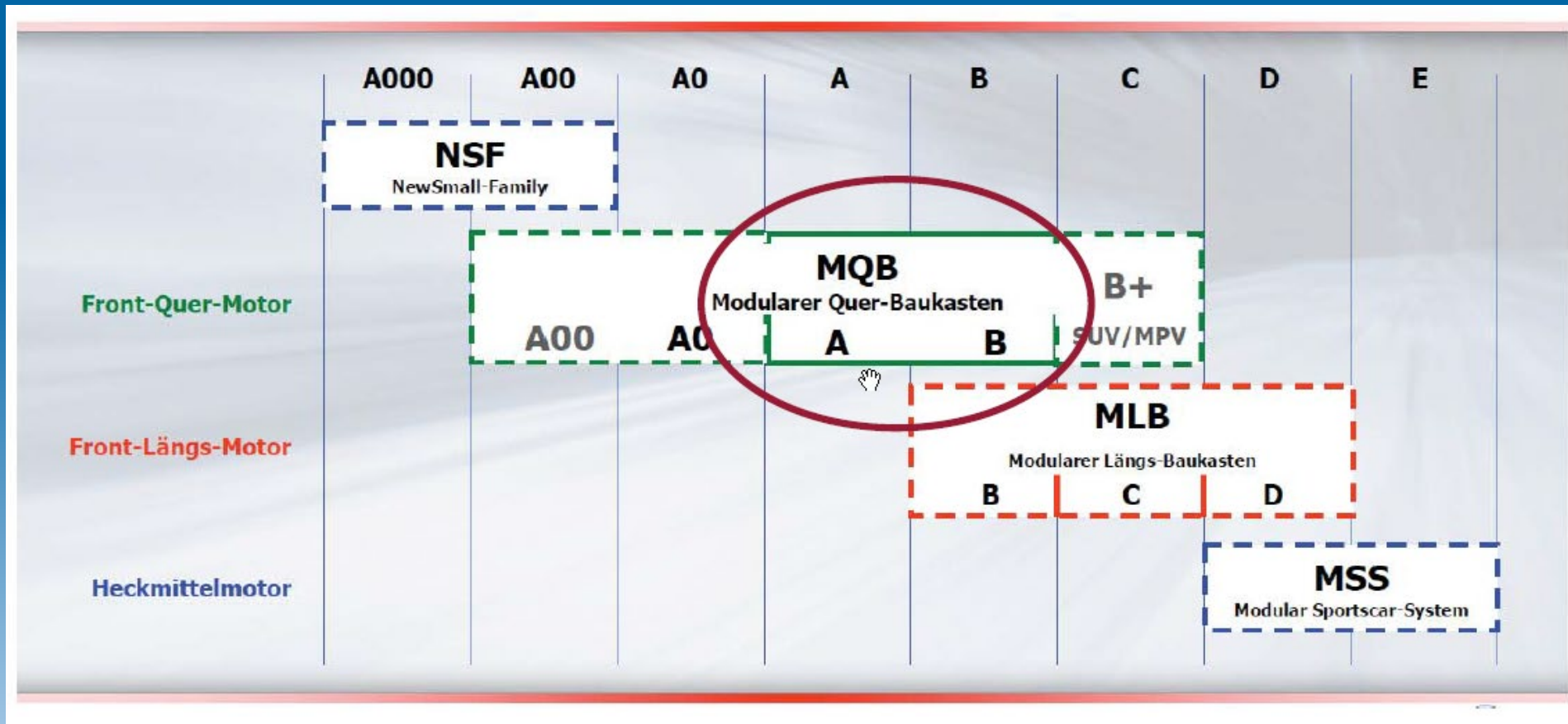
# Wie kommt man von der Achse zum Achsbaukasten ?

## Historie der Baukastenentwicklung: Golf VII (2012) MQB



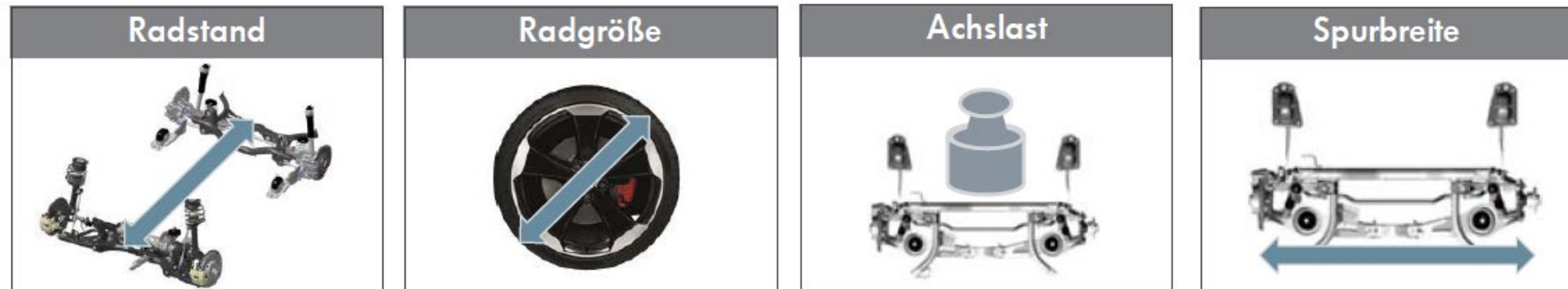
Wie kommt man von der Achse zum Achsbaukasten ?

## Historie der Baukastenentwicklung: Golf VII (2012) MQB



# Wie kommt man von der Achse zum Achsbaukasten ?

## Historie der Baukastenentwicklung: Golf VII (2012) MQB/A1



### MQB



Zusätzlich Differenzierung durch Abstimmenteile, um dem Fahrzeug in Summe die gewünschten Fahrwerkseigenschaften zu verleihen. Übergang von der Plattformstrategie zum Baukasten!

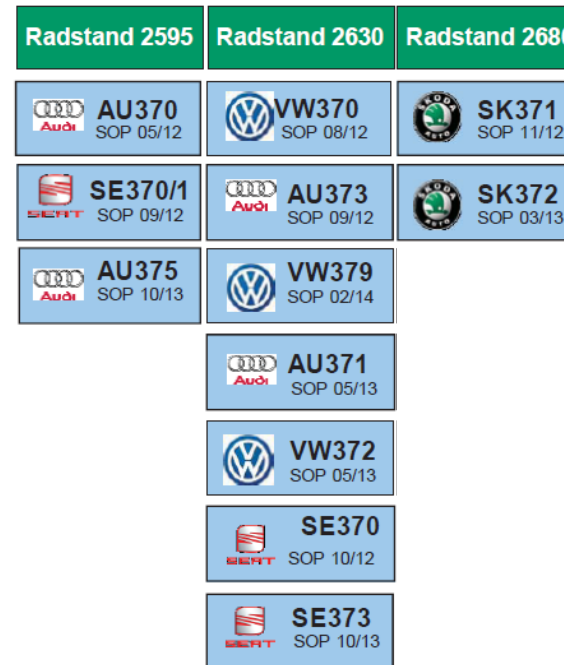


# Wie kommt man von der Achse zum Achsbaukasten ?

## Historie der Baukastenentwicklung: MQB/A1, MQB/A2, MQB/B

Beispielfahrzeuge für:

**MQB/A1:** Golf, Audi A3,  
Seat Leon, Skoda Octavia



Legende:

MQB/A1

In einem Baukasten werden Bauteile plattformübergreifend verwendet!

# Modularer Querbaukasten (MQB)



Baukasten fertig ?

→ Nein

→ MQB/A2

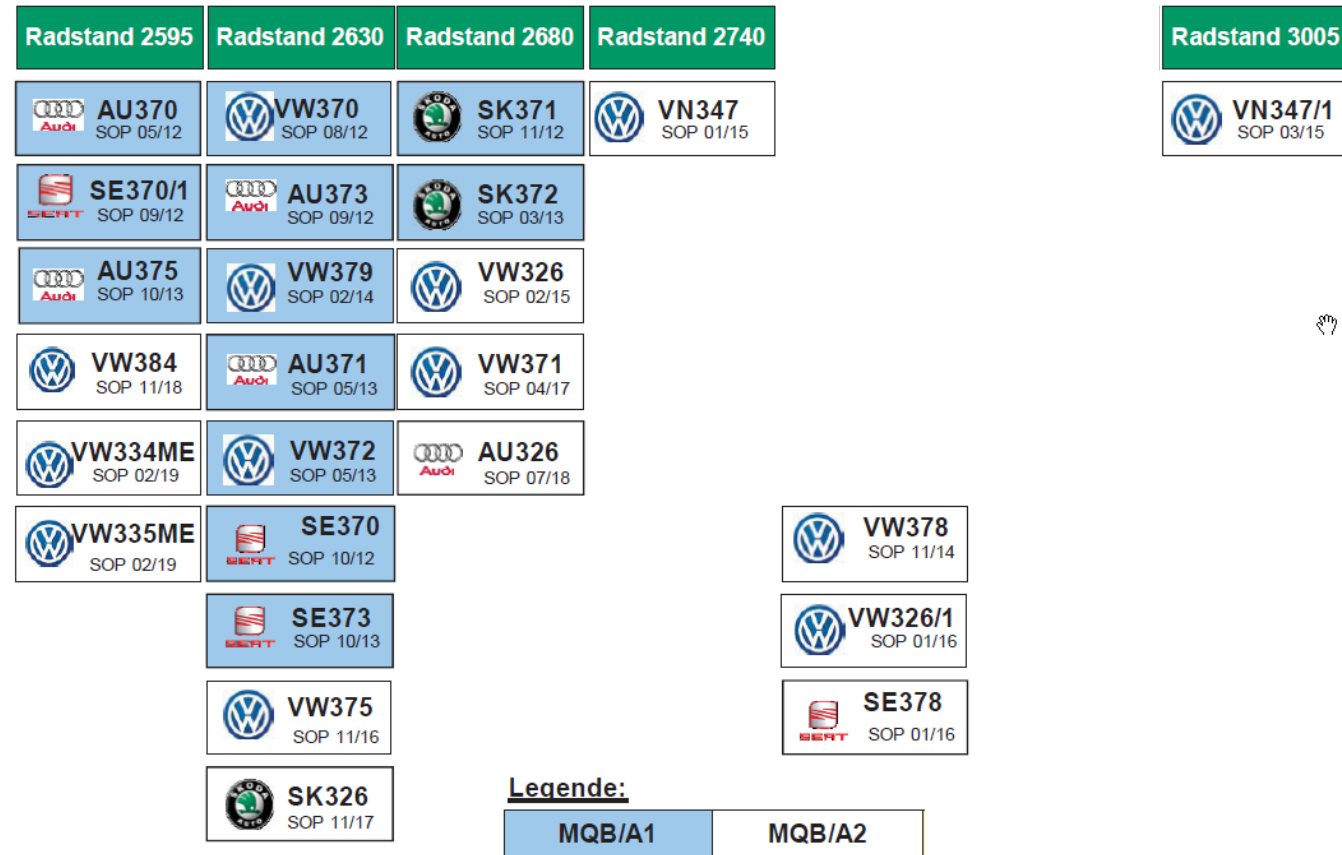
# Wie kommt man von der Achse zum Achsbaukasten ?

## Historie der Baukastenentwicklung: MQB/A1, MQB/A2, MQB/B

Beispielfahrzeuge für:

**MQB/A1:** Golf, Audi A3,  
Seat Leon, Skoda Octavia

**MQB/A2:** Tiguan (SUV),  
Touran (MPV)



In einem Baukasten werden Bauteile plattformübergreifend verwendet!

# Modularer Querbaukasten (MQB)



Baukasten fertig ?

→ Nein

→ MQB/B

# Wie kommt man von der Achse zum Achsbaukasten ?

## Historie der Baukastenentwicklung: MQB/A1, MQB/A2, MQB/B

Beispielfahrzeuge für:

**MQB/A1:** Golf, Audi A3,  
Seat Leon, Skoda Octavia

**MQB/A2:** Tiguan (SUV),  
Touran (MPV)

**MQB/B:** Passat,  
Skoda Superb

| Radstand 2595                                                                                                 | Radstand 2630                                                                                                  | Radstand 2680                                                                                                 | Radstand 2740                                                                                                 | Radstand 2790                                                                                                   | Radstand 2840                                                                                                     | Radstand 3005                                                                                                   |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  <b>AU370</b><br>SOP 05/12   |  <b>VW370</b><br>SOP 08/12  |  <b>SK371</b><br>SOP 11/12 |  <b>VN347</b><br>SOP 01/15 |  <b>VW481</b><br>SOP 08/14   |  <b>SK481</b><br>SOP 02/16     |  <b>VN347/1</b><br>SOP 03/15 |
|  <b>SE370/1</b><br>SOP 09/12 |  <b>AU373</b><br>SOP 09/12  |  <b>SK372</b><br>SOP 03/13 |                                                                                                               |  <b>VW482</b><br>SOP 08/14   |  <b>SK482</b><br>SOP 06/16     |                                                                                                                 |
|  <b>AU375</b><br>SOP 10/13   |  <b>VW379</b><br>SOP 02/14  |  <b>VW326</b><br>SOP 02/15 |                                                                                                               |  <b>VW484</b><br>SOP 07/16   |  <b>VW481 NMS</b><br>SOP 07/18 |                                                                                                                 |
|  <b>VW384</b><br>SOP 11/18   |  <b>AU371</b><br>SOP 05/13  |  <b>VW371</b><br>SOP 04/17 |                                                                                                               |  <b>SE481</b><br>SOP 09/14   |                                                                                                                   |                                                                                                                 |
|  <b>VW334ME</b><br>SOP 02/19 |  <b>VW372</b><br>SOP 05/13  |  <b>AU326</b><br>SOP 07/18 |                                                                                                               |  <b>SE482</b><br>SOP 01/15   |                                                                                                                   |                                                                                                                 |
|  <b>VW335ME</b><br>SOP 02/19 |  <b>SE370</b><br>SOP 10/12  |                                                                                                               |                                                                                                               |  <b>VW378</b><br>SOP 11/14   |                                                                                                                   |                                                                                                                 |
|                                                                                                               |  <b>SE373</b><br>SOP 10/13  |                                                                                                               |                                                                                                               |  <b>VW326/1</b><br>SOP 01/16 |                                                                                                                   |                                                                                                                 |
|                                                                                                               |  <b>VW375</b><br>SOP 11/16  |                                                                                                               |                                                                                                               |  <b>SE378</b><br>SOP 01/16   |                                                                                                                   |                                                                                                                 |
|                                                                                                               |  <b>SK326</b><br>SOP 11/17 |                                                                                                               |                                                                                                               |                                                                                                                 |                                                                                                                   |                                                                                                                 |

**Legende:**

|        |        |        |
|--------|--------|--------|
| MQB/A1 | MQB/A2 | MQB/B1 |
|--------|--------|--------|

In einem Baukasten werden Bauteile plattformübergreifend verwendet!

# Modularer Querbaukasten (MQB)



Baukasten fertig ?

→ Nein

→ Komponentennutzer



# Wie kommt man von der Achse zum Achsbaukasten ?

## Historie der Baukastenentwicklung: MQB/A1, MQB/A2, MQB/B

Beispielfahrzeuge für:

**MQB/A1:** Golf, Audi A3,  
Seat Leon, Skoda Octavia

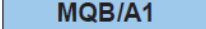
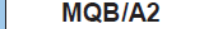
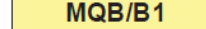
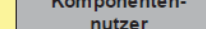
**MQB/A2:** Tiguan (SUV),  
Touran (MPV)

**MQB/B:** Passat,  
Skoda Superb

**Komponentennutzer:**  
Audi TT

| Radstand 2505                                                                                               | Radstand 2595                                                                                                 | Radstand 2630                                                                                                   | Radstand 2680                                                                                                 | Radstand 2740                                                                                                 | Radstand 2790                                                                                                   | Radstand 2840                                                                                                     | Radstand 3005                                                                                                   |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  <b>AU334</b><br>SOP 06/14 |  <b>AU370</b><br>SOP 05/12   |  <b>VW370</b><br>SOP 08/12   |  <b>SK371</b><br>SOP 11/12 |  <b>VN347</b><br>SOP 01/15 |  <b>VW481</b><br>SOP 08/14   |  <b>SK481</b><br>SOP 02/16     |  <b>VN347/1</b><br>SOP 03/15 |
|  <b>AU335</b><br>SOP 11/14 |  <b>SE370/1</b><br>SOP 09/12 |  <b>AU373</b><br>SOP 09/12   |  <b>SK372</b><br>SOP 03/13 |                                                                                                               |  <b>VW482</b><br>SOP 08/14   |  <b>SK482</b><br>SOP 06/16     |                                                                                                                 |
|                                                                                                             |  <b>AU375</b><br>SOP 10/13   |  <b>VW379</b><br>SOP 02/14   |  <b>VW326</b><br>SOP 02/15 |                                                                                                               |  <b>VW484</b><br>SOP 07/16   |  <b>VW481 NMS</b><br>SOP 07/18 |                                                                                                                 |
|                                                                                                             |  <b>VW384</b><br>SOP 11/18   |  <b>AU371</b><br>SOP 05/13   |  <b>VW371</b><br>SOP 04/17 |                                                                                                               |  <b>SE481</b><br>SOP 09/14   |                                                                                                                   |                                                                                                                 |
|                                                                                                             |  <b>VW334ME</b><br>SOP 02/19 |  <b>VW372</b><br>SOP 05/13   |  <b>AU326</b><br>SOP 07/18 |                                                                                                               |  <b>SE482</b><br>SOP 01/15   |                                                                                                                   |                                                                                                                 |
|                                                                                                             |  <b>VW335ME</b><br>SOP 02/19 |  <b>SE370</b><br>SOP 10/12   |                                                                                                               |                                                                                                               |  <b>VW378</b><br>SOP 11/14   |                                                                                                                   |                                                                                                                 |
|                                                                                                             |                                                                                                               |  <b>SE373</b><br>SOP 10/13   |                                                                                                               |                                                                                                               |  <b>VW326/1</b><br>SOP 01/16 |                                                                                                                   |                                                                                                                 |
|                                                                                                             |                                                                                                               |  <b>VW375</b><br>SOP 11/16 |                                                                                                               |                                                                                                               |  <b>SE378</b><br>SOP 01/16 |                                                                                                                   |                                                                                                                 |
|                                                                                                             |                                                                                                               |  <b>SK326</b><br>SOP 11/17 |                                                                                                               |                                                                                                               |                                                                                                                 |                                                                                                                   |                                                                                                                 |

**Legende:**

|                                                                                              |                                                                                              |                                                                                              |                                                                                                         |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  MQB/A1 |  MQB/A2 |  MQB/B1 |  Komponentennutzer |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|

In einem Baukasten werden Bauteile plattformübergreifend verwendet!

# Modularer Querbaukasten (MQB)



Baukasten fertig ?

→ ja, aber....

→ ....zusätzliche Achskonzepte (VLA)

# Baukastenentwicklung

# Derivatentwicklung



Klasse

A

X

B

X

Marke

X

VW

X

Audi

X

Skoda

X

SEAT

Bodystyle

Mainstream

Kurzheck

Stufenheck

Fließheck

Variant

sportiv

Sport-coupé

Roadster

Coupé

Cabrio

Beetle

Architektur

Techn. Überhang vorn L604

Radstand

Reifen- Klasse

Ø-vorn"

Sitzhöhe L605

Techn. Basis-hinten

Überhang

26 850

26 440

3

2.505

11

650

8

195

19

450

10

750

3

2.595

8

665

14

220

4

960

9

2.630

4

235

5

1080

2

2.680

2

2.700

B-spezifisch

4

2.790

7

675

7

630

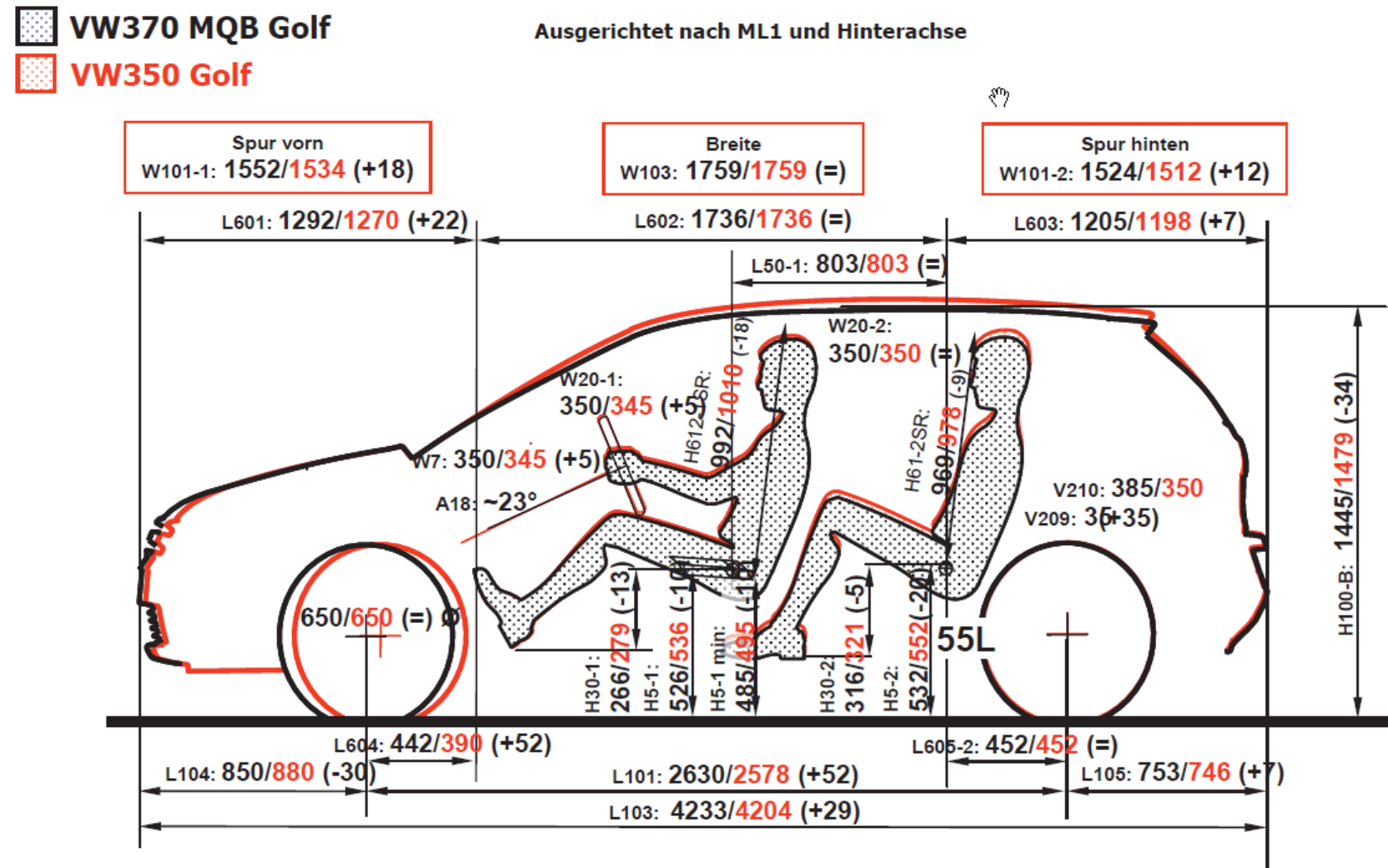
7

1.100

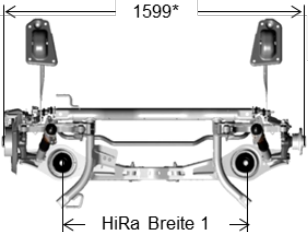
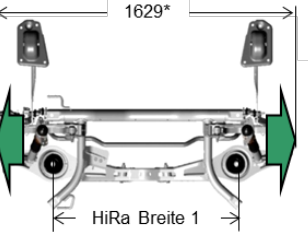
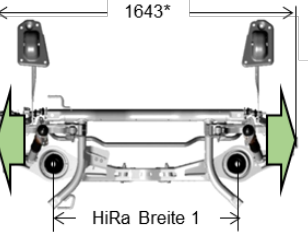
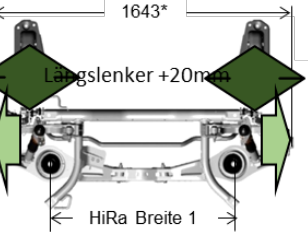
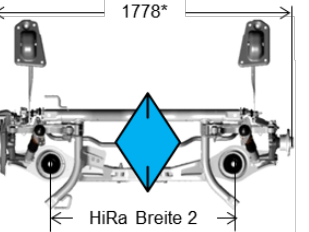
3

2.840

# Ein Vergleich....Golf V (PQ35) vs. Golf 7 (MQB/A1)



# Achsvarianten nach Grundgrößen

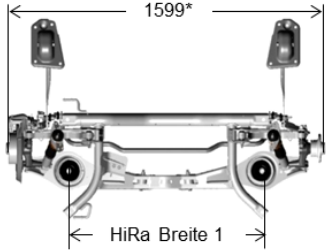
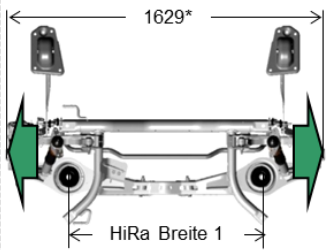
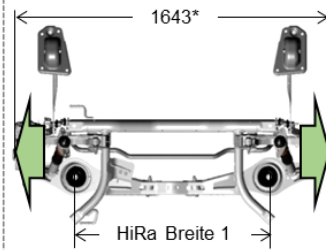
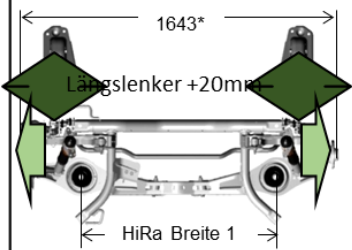
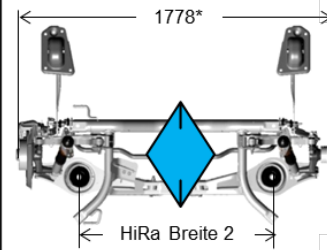
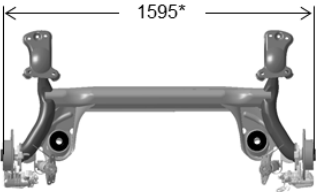
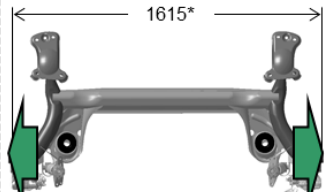
| Vierlenker - HA | 15" ML-Achse                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | A2-SUV-Achse                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 17" ML-Achse                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|-----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                 | Plattenspur 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Plattenspur 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Plattenspur 2+                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Plattenspur 2+                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Plattenspur 4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|                 | 1599mm*                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | +30mm = 1629mm*                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | +14mm = 1643mm*                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 1643mm*                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 1778mm*                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|                 | front und 4-Motion<br>max. HA-Last: 1050/1150kg (4M)<br>Reifen: ø 650mm / ø 665mm Alltrack                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | front und 4-Motion<br>max. HA-Last: 1050/1150kg (4M)<br>Reifen: ø 665 - 690 mm                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | front und 4-Motion<br>max. HA-Last: 1200/1250kg (4M)<br>Reifen: ø 675 - 690 mm (ET≥40)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | front und 4-Motion<br>max. HA-Last: 1150/1400kg (4M)<br>Reifen: ø 725mm (ET≥40)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | front und 4-Motion<br>max. HA-Last: 1550kg (front/4M)<br>Reifen: ø 765mm                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|                 |  VW370/0 Golf**<br> VW372 ...Variant**<br> VW375 ...Cabrio<br> VW370/2...Sportsvan**<br> VW372...Variant Alltrack<br> AU370 A3**<br> AU371 ...Limo**<br> AU373 ...Sportback**<br> AU375 ...Cabrio<br> SE370 Leon**<br> SE372 ...Sporttourer**<br> SE372 ...Xperience<br> SK371 Oktavia**<br> SK372 ...Variant**<br> SK372... Variant Scout |  VW276 (front mit VL 1+)<br>(4M mit ML)<br> VW316/5 (front mit VL 1+)<br>(4M mit ML)<br> VW371 Jetta**<br> VW313 CC A-Class<br> VW374 Scirocco<br> VW378 Touran (1210kg)<br> AU276 (front mit VL 1+)<br>(4M mit ML)<br> AU434 TT Roadster<br> AU435 TT Cabrio<br> SE326 (front mit VL 1+)<br>(4M mit ML)<br> SK326 (front mit VL 1+)<br>(4M mit ML)<br> SK371 GP Oktavia**<br> SK372 GP ...Variant** |  VW481 Passat<br> VW482 ...Variant<br> VW483 ...CC<br> VW482 ...Alltrack<br> VW421 NMS<br> SK481 Superb<br> SK482 ...Variant |  VW326/0 Tiguan<br> VW326/0 Tiguan LWB<br> VW326/0 7-Sitzer(1400kg)<br> VW326/4 .... Coupe<br> AU326/0 Q3<br> AU326/ Q4<br> SK326/1 7-Sitzer(1400kg)<br> SE326/1 7-Sitzer(1400kg) |  VW416 B-SUV NAR<br> VW416 B-SUV CS<br> VW416 B-SUV RU<br> VW416/1CS...Coupe<br> VW418/2 B-MPV<br> VW416/2 BSMV |

\*Plattenspur in KL (Konstruktionslage)

\*\* Zuordnung ML und VL über markenspezifische Motorenzuordnung



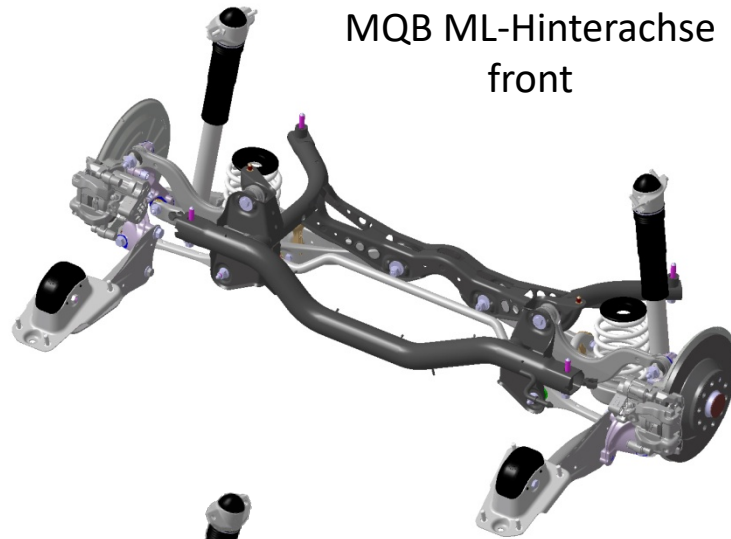
# Achsvarianten nach Grundgrößen

|                    | 15" ML-Achse                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | A-SUV-Achse                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 17" ML-Achse                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|--------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Vierlenker - HA    | Plattenspur 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Plattenspur 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Plattenspur 2+                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Plattenspur 2+                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Plattenspur 4                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|                    | <p>Basisplattenspur 15"<br/>1599mm*</p> <p>front und 4-Motion</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•Radträger 1 (Basis)</li> <li>•Hira-Breite 1 (Basis 15")</li> </ul> <p>max. HA-Last: 1050/1150kg (4M)</p> <p>Reifen: ø 650mm/ ø 665mm Alltrack</p>  | <p>+30mm = 1629mm*</p> <p>front und 4-Motion</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•Radträger 2 (Basis + 2x15mm)</li> <li>•Hira-Breite 1 (Basis 15")</li> </ul> <p>max. HA-Last: 1050/1150kg (4M)</p> <p>Reifen: ø 665 - 690 mm</p>  | <p>+14mm = 1643mm*</p> <p>front und 4-Motion</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•Radträger 3 (Basis + 2x22mm)</li> <li>•Hira-Breite 1 (Basis 15")</li> </ul> <p>max. HA-Last: 1200/1250kg (4M)</p> <p>Reifen: ø 665 – 690 mm (ET≥40)</p>  | <p>1643mm*</p> <p>front und 4-Motion</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•Radträger 3mod (Basis + 2x22mm)</li> <li>•Hira-Breite 1 (Basis 15")</li> </ul> <p>max. HA-Last: 1200/1400kg (4M)</p> <p>Reifen: ø 725 mm (ET≥40)</p>  | <p>1778mm*</p> <p>front und 4-Motion</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•Radträger 4 (Basis 17")</li> <li>•Hira-Breite 2 (Basis 17")</li> </ul> <p>max. HA-Last: 1550kg</p> <p>Reifen: ø 765mm</p>  |
| Verbundlenker - HA | Plattenspur 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Plattenspur 1+                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|                    | <p>front – Basisplattenspur 1595mm*</p> <p>max. HA-Last: 1050kg</p> <p>Reifen: ø 650 mm</p>                                                                                                                                                                | <p>front - +20mm=1615mm*</p> <p>max. HA-Last: 980 kg (ET≥40)</p> <p>Reifen: ø 675mm (nur mit HFW)</p>                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                |

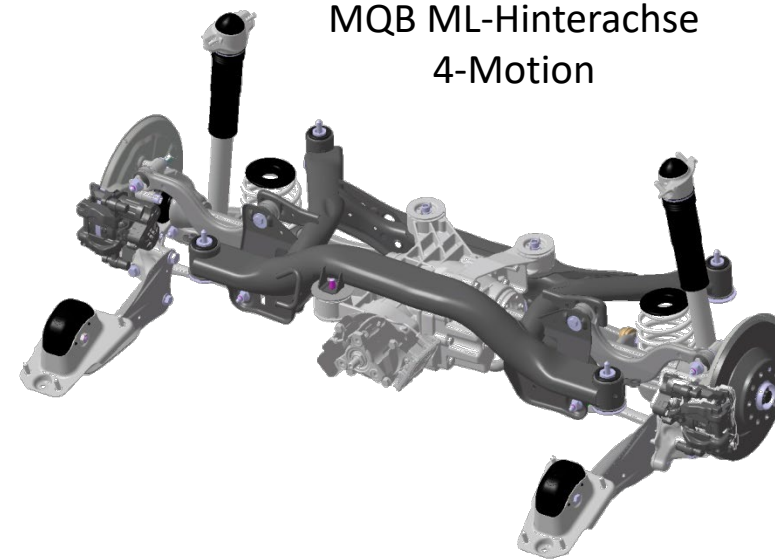
\*Plattenspur in KL (Konstruktionslage)



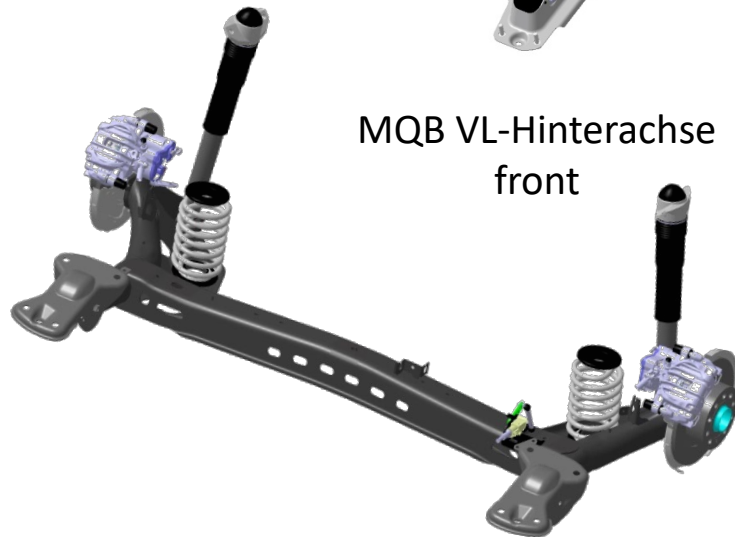
# Beispiel: Achsvarianten Spur 1



MQB ML-Hinterachse  
front



MQB ML-Hinterachse  
4-Motion



MQB VL-Hinterachse  
front

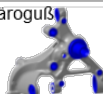
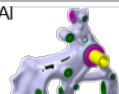
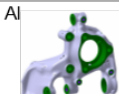
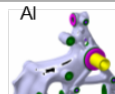
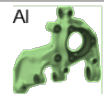
ML = Mehrlenkerachse  
VL = Verbundlenker

# Beispiel: Varianz in den Grundgrößen

| Region   | Projekt          | Spur VA | Radstand | 1.0l TSI<br>Front * | 1.6 MPI<br>Front * | 1.2l TSI<br>Front * | 1.4TSI<br>Front * | 1.5l TSI<br>Front * | Allrad               |
|----------|------------------|---------|----------|---------------------|--------------------|---------------------|-------------------|---------------------|----------------------|
| Europa   | T-Roc/ Q2        | 1       | 2595     | VL 675er Räder      |                    |                     |                   |                     | ML-4M<br>675er Räder |
|          | T-Roc Cabrio     | 1       | 2630     | ML 675er<br>Räder   | -                  | -                   | ML 675er Räder    |                     | -                    |
|          | Ateca + Karoq EU | 2       | 2630     | VL 675er Räder      |                    |                     |                   |                     | ML-4M<br>690er Räder |
|          | Tarek RU         | 2       | 2630     | VL 675er Räder      |                    |                     |                   |                     | ML-4M<br>690er Räder |
| China    | Q2               | 1       | 2630     | -                   | -                  | -                   | ML 675er<br>Räder | -                   | ML-4M<br>675er Räder |
|          | T-Roc            | 1       | 2680     | -                   | -                  | VL<br>675er Räder   | ML 675er<br>Räder | -                   | ML-4M<br>675er Räder |
|          | Tharu CS         | 2       | 2680     | -                   | -                  | VL<br>675er Räder   | ML<br>690er Räder | -                   | ML-4M<br>690er Räder |
|          | Skoda Karoq CS   | 2       | 2680     | -                   | VL<br>675er Räder  |                     |                   | -                   | ML-4M<br>690er Räder |
| NAR/ SAM | Tarek ME         | 2       | 2680     | -                   | -                  | -                   | VL<br>675er Räder |                     | ML-4M<br>690er Räder |
|          | Tarek SAM        | 2       | 2680     | -                   | -                  | -                   | ML<br>703er Räder | -                   | -                    |

\* Aktuelles MGW –Programm ist zu prüfen

# Bauteile im MQB Baukasten

|                 | 15" ML-Achse                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                            |                                                                                                                                                             |                                                                                                                          |                                                                                                                              |                                                                                                                            | A-SUV-Achse                                                                                                                            |                                                                                                                                         | 17" ML-Achse                                                                                                                       |
|-----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Hilfsrahmen     | <div><div><br/>front starr<br/>(1170kg)</div><div><br/>front Cabrio<br/>(1050kg)</div><div><br/>front elast.<br/>(1200kg)</div><div><br/>4-Motion<br/>(1400kg)</div><div><br/>Spur4(+124mm)</div></div> |                                                                                                                            |                                                                                                                                                             |                                                                                                                          |                                                                                                                              |                                                                                                                            |                                                                                                                                        |                                                                                                                                         |                                                                                                                                    |
| Radträger       | <div><br/>Sphäroguß<br/>Spur1 front</div>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | <div><br/>Al<br/>Spur1 4-Motion</div>     | <div><br/>Al<br/>Spur2 front</div>                                       | <div><br/>Al<br/>Spur2 4-Motion</div> | <div><br/>Al<br/>Spur2+ front</div>       | <div><br/>Al<br/>Spur2+4Motion</div>    | <div><br/>Al<br/>Spur2+ front<br/>725er Räder</div> | <div><br/>Al<br/>Spur2+ 4-Mot.<br/>725er Räder</div> | <div><br/>Al<br/>Spur4<br/>4-Motion/front</div> |
| Radlager        | <div><br/>Spur1 front<br/>1050kg</div>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | <div><br/>Spur1 4-Motion<br/>1150kg</div> |                                                                                                                                                             |                                                                                                                          | <div><br/>Spur2/2+<br/>front 1200kg</div> | <div><br/>Spur2/2+<br/>4-M 1250kg</div> | <div><br/>Spur2/2+<br/>4-M 1400kg</div>             |                                                                                                                                         | <div><br/>4-Motion/front<br/>1450kg</div>       |
| Federlenker     | <div><br/>15" Dämpfer innen (2,0mm)</div>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                            | <div><br/>15" Dämpfer außen (2,3mm)</div> |                                                                                                                          |                                                                                                                              |                                                                                                                            |                                                                                                                                        |                                                                                                                                         | <div><br/>verstärkt</div>                       |
| Querlenker oben | <div><br/>15"</div>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                            |                                                                                                                                                             |                                                                                                                          |                                                                                                                              |                                                                                                                            |                                                                                                                                        |                                                                                                                                         | <div><br/>17"</div>                             |
| Spurstange      | <div><br/>15"</div>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                            |                                                                                                                                                             |                                                                                                                          |                                                                                                                              |                                                                                                                            |                                                                                                                                        |                                                                                                                                         | <div><br/>17"</div>                            |
| Längslenker     | <div><br/>15"</div>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | <div><br/>Hydrolager</div>              |                                                                                                                                                             |                                                                                                                          |                                                                                                                              |                                                                                                                            | <div><br/>725er Räder</div>                       | <div><br/>17"</div>                                |                                                                                                                                    |
| Lagerbock       | <div><br/>15"</div>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                            |                                                                                                                                                             |                                                                                                                          |                                                                                                                              |                                                                                                                            |                                                                                                                                        |                                                                                                                                         |                                                                                                                                    |
| Stabilisatoren  | front<br>Rohr 19,6x2,6<br>Voll18                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | front<br>Rohr 20,7x2,8<br>voll 19                                                                                          | front<br>Rohr 21,7x3,0<br>voll 20                                                                                                                           | front<br>Rohr 21,7x3,6<br>Voll 21                                                                                        | 4-Motion<br>Rohr 19,6x2,6                                                                                                    | 4-Motion<br>Rohr 20,7x2,8                                                                                                  | 4-Motion<br>Rohr 21,7x3,0                                                                                                              | 4-Motion<br>Rohr 21,7x3,6                                                                                                               | Rohr 28x4,0<br>Rohr 27x4,5                                                                                                         |

Zusätzlich diverse Varianten der Abstimmenteile  
Stoßdämpfer, Federzur Festlegung der speziellen Fzg. DNA.

# Agenda 03.12.2021

| Uhrzeit     | TOP                                                        |
|-------------|------------------------------------------------------------|
| 08.00-08.30 | Wiederholung Entwicklungsprozess (für Versäumte am 19.11.) |
| 08.30-09.00 | Start für alle: Essentials aus VlsG. am 19.11.2021         |
| 09.00-10.00 | Beispiele Vertikal-, Längs- und Querdynamik                |
| 10.00-10.30 | Pause                                                      |
| 10.30-11.30 | Einführung in die Baukastenentwicklung                     |
| 11.00-11.50 | Der Modulare Querbaukasten (MQB)                           |
| 11.50-12.00 | Kurzübersicht VA+HA MLB                                    |
| 12.00-13.00 | Mittagspause                                               |
| 13.00-14.00 | Übung 45 Min. Achsauslegung + 15 Minuten Durchsprache      |
| 14.00-15.00 | Der MQB/A0                                                 |
| 14.45-15.00 | Pause                                                      |
| 15.00-16.00 | Der ID.3 im MEB Baukasten                                  |
| 16.00       | Ende                                                       |

# Der Modulare Querbaukasten (MQB)

## Die Räderpalette

|          | (8x) Reifen | Felge   | ET | Breite | Ø     |
|----------|-------------|---------|----|--------|-------|
| A-Klasse | 195/65 R 15 | 6Jx15   | 43 | 209mm  | 645mm |
|          | 205/55 R 16 | 6,5Jx16 | 46 | 223mm  | 642mm |
|          | 225/45 R 17 | 7Jx17   | 49 | 229mm  | 642mm |
|          | 225/40 R 18 | 7,5Jx18 | 51 | 234mm  | 645mm |

|       | (4x) Reifen | Felge   | ET | Breite | Ø     |
|-------|-------------|---------|----|--------|-------|
| A-MPV | 205/60 R 16 | 6,5Jx16 | 48 | 222mm  | 662mm |
|       | 215/55 R 17 | 6,5Jx17 | 52 | 230mm  | 678mm |
|       | 225/45 R 18 | 7Jx18   | 52 | 229mm  | 667mm |

|             | (8x) Reifen | Felge   | ET | Breite | Ø     |
|-------------|-------------|---------|----|--------|-------|
| Sportcoupes | 205/60 R 16 | 6,5Jx16 | 41 | 222mm  | 662mm |
|             | 225/55 R 16 | 7Jx16   | 46 | 242mm  | 664mm |
|             | 225/50 R 17 | 7Jx17   | 46 | 242mm  | 668mm |
|             | 225/45 R 18 | 8Jx18   | 44 | 239mm  | 667mm |
|             | 225/40 R 19 | 8Jx19   | 44 | 239mm  | 671mm |

|          | (5x) Reifen | Felge   | ET | Breite | Ø     |
|----------|-------------|---------|----|--------|-------|
| B-Klasse | 215/60 R 16 | 6,5Jx16 | 41 | 230mm  | 674mm |
|          | 215/55 R 17 | 7Jx17   | 40 | 235mm  | 677mm |
|          | 235/45 R 18 | 8Jx18   | 44 | 245mm  | 677mm |
|          | 235/40 R 19 | 8Jx19   | 44 | 245mm  | 679mm |

|         | (8x) Reifen | Felge   | ET | Breite | Ø     |
|---------|-------------|---------|----|--------|-------|
| XC / CC | 215/55 R 17 | 7Jx17   | 38 | 235mm  | 678mm |
|         | 225/55 R 17 | 7,5Jx17 | 40 | 247mm  | 690mm |
|         | 245/45 R 18 | 8Jx18   | 42 | 253mm  | 685mm |
|         | 245/40 R 19 | 8Jx19   | 40 | 253mm  | 687mm |
|         | 245/35 R 20 | 8Jx20   | 40 | 253mm  | 686mm |

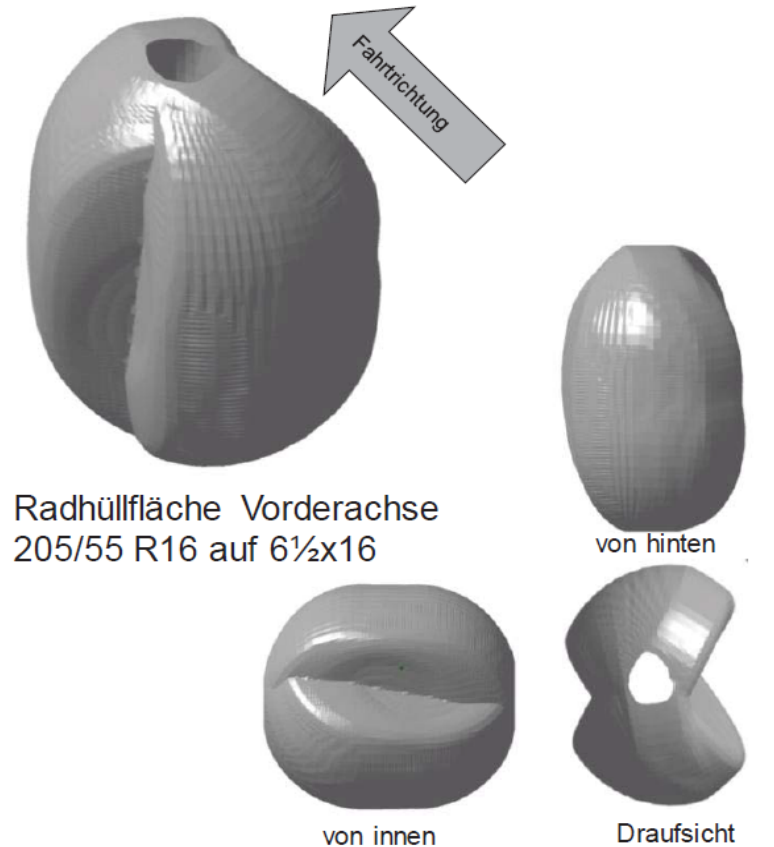
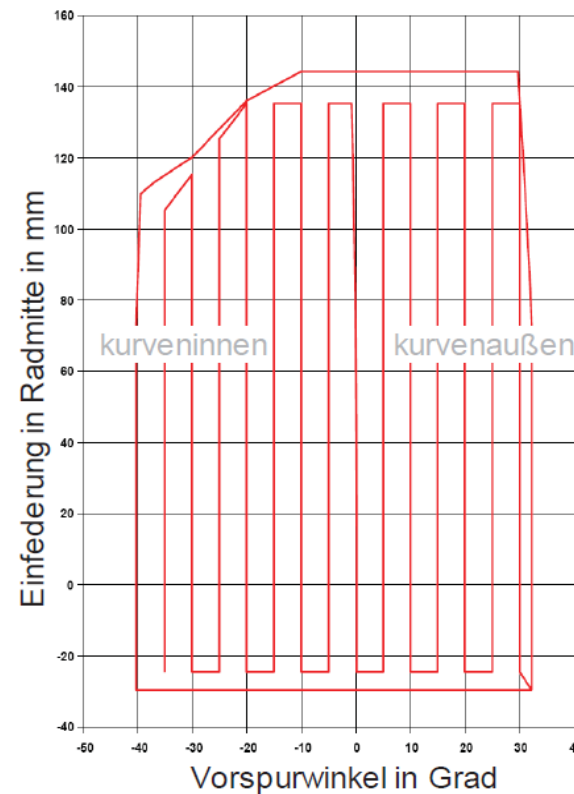
|       | (7x) Reifen | Felge   | ET | Breite | Ø     |
|-------|-------------|---------|----|--------|-------|
| A-SUV | 215/65 R 17 | 6,5Jx17 | 38 | 230mm  | 724mm |
|       | 235/55 R 18 | 7Jx18   | 43 | 250mm  | 725mm |
|       | 235/50 R 19 | 7Jx19   | 43 | 250mm  | 729mm |
|       | 235/45 R 20 | 8Jx20   | 41 | 245mm  | 728mm |

# Der Modulare Querbaukasten (MQB)

## Package – Radhüllflächen

- ❑ Berechnung nach „Dachdiagramm“
- ❑ Betrachtung der Radhüllfläche bei diversen Einfederungszuständen und Lenkwinkeln → Prüfung auf Kollisionen
- ❑ Besondere Herausforderung: Betrachtung der Reifennachgiebigkeit
- ❑ Verifizierung im Fahrversuch mit „Bärenkitt“

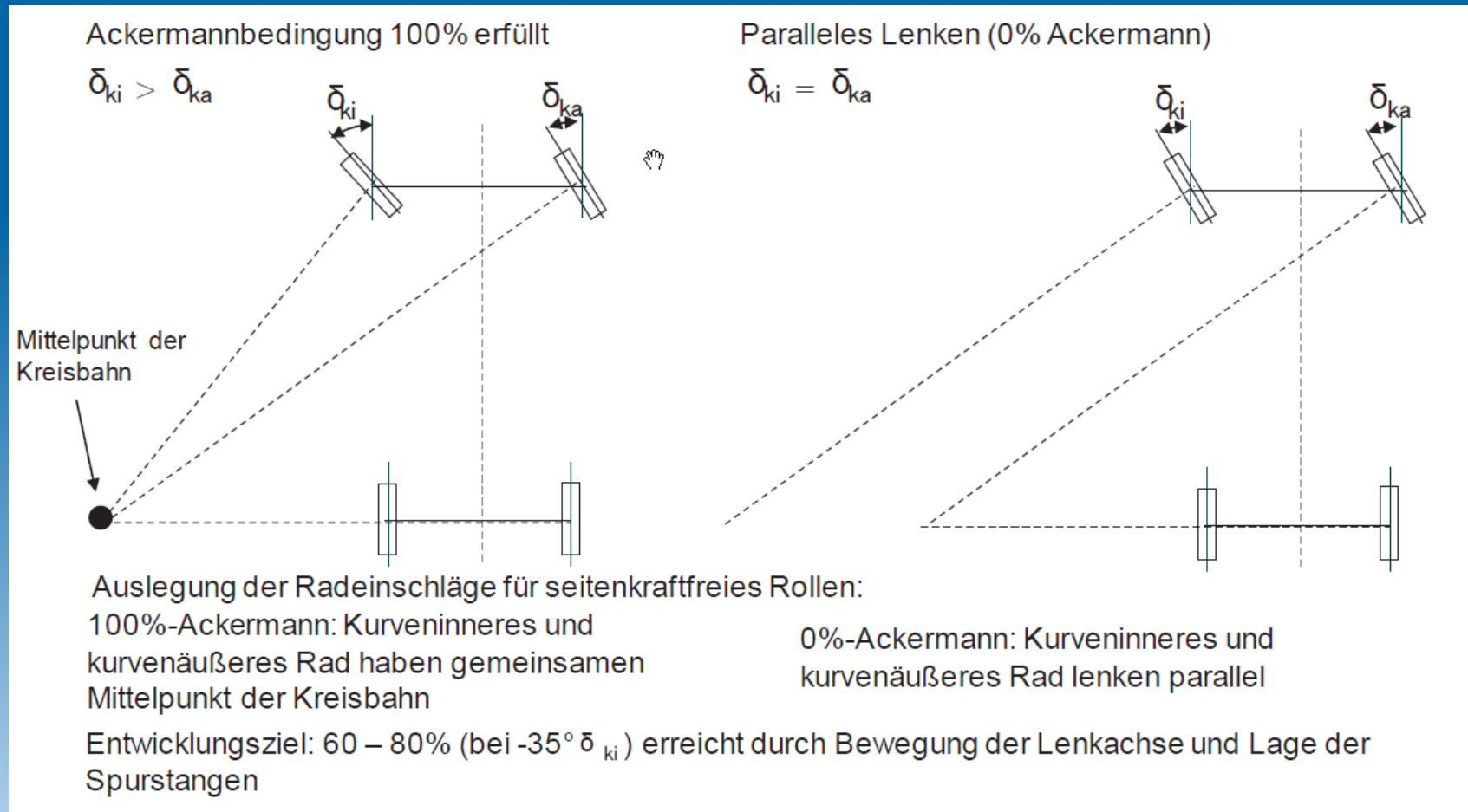
Berechnungsvorschrift der Vorderachse





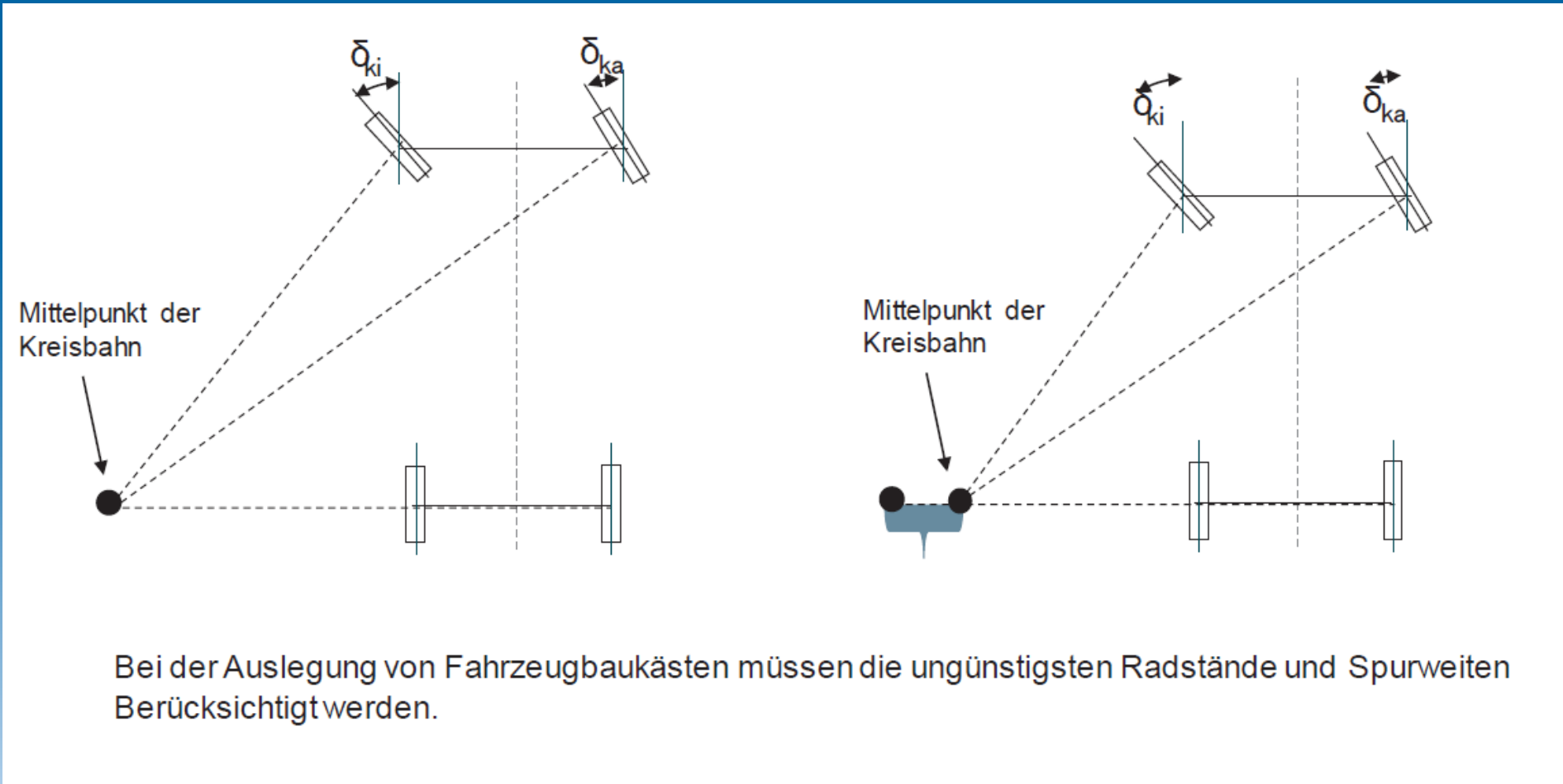
# Der Modulare Querbaukasten (MQB)

## Auslegung der Radeinschläge → Ackermannbedingung



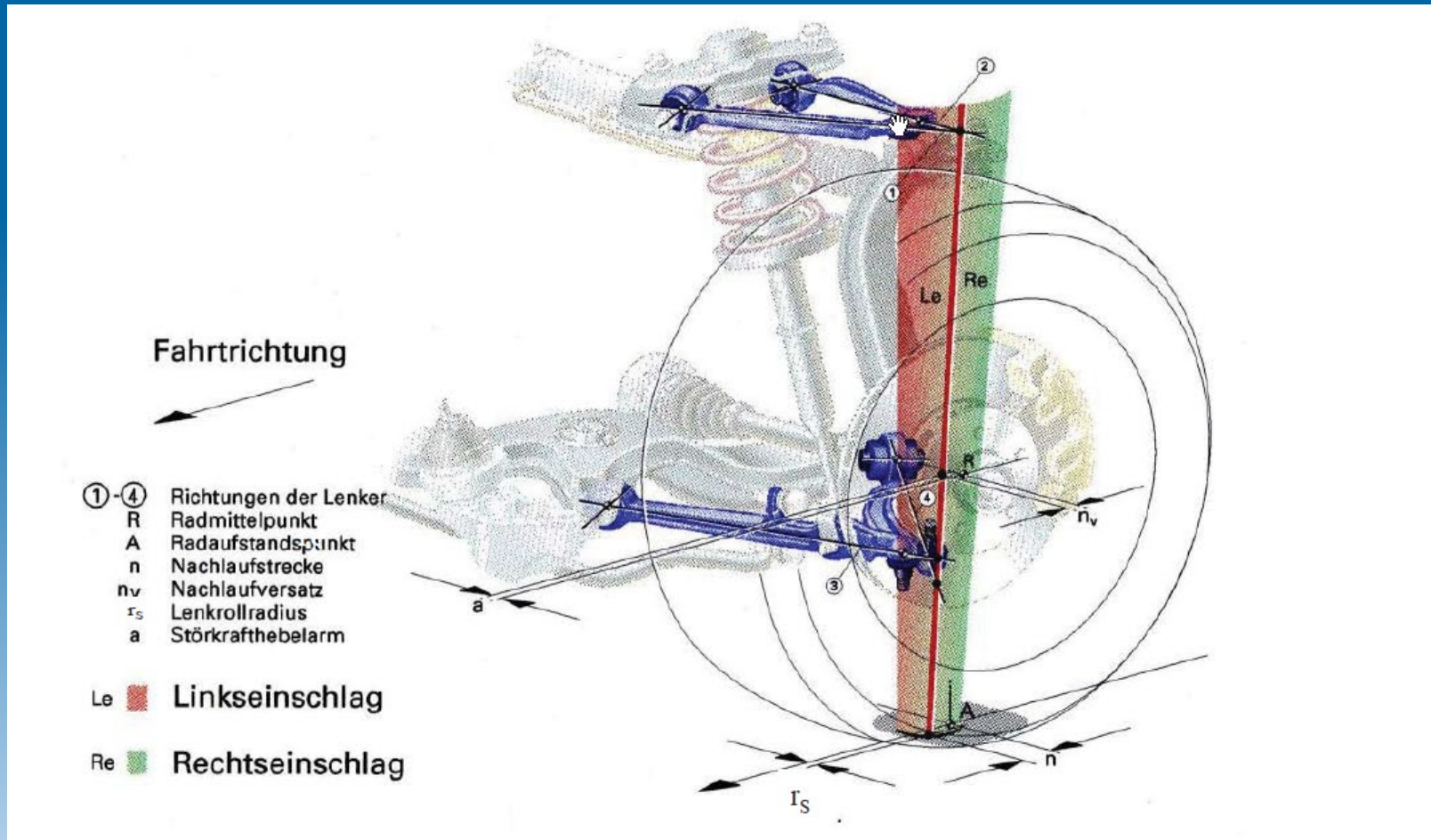
# Der Modulare Querbaukasten (MQB)

## Auslegung der Radeinschläge → Ackermannbedingung



# Der Modulare Querbaukasten (MQB)

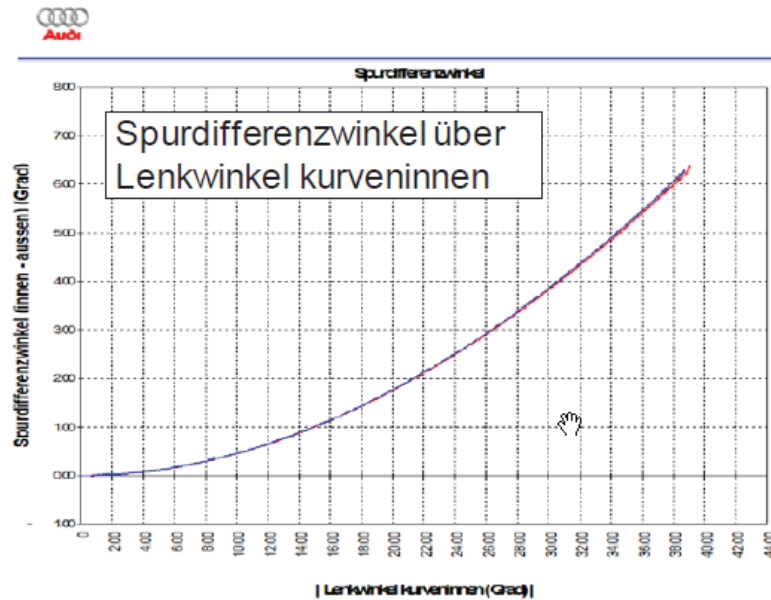
## Auslegung der Radeinschläge → Ackermannbedingung



# Der Modulare Querbaukasten (MQB)

## Auslegung der Radeinschläge → Ackermannbedingung

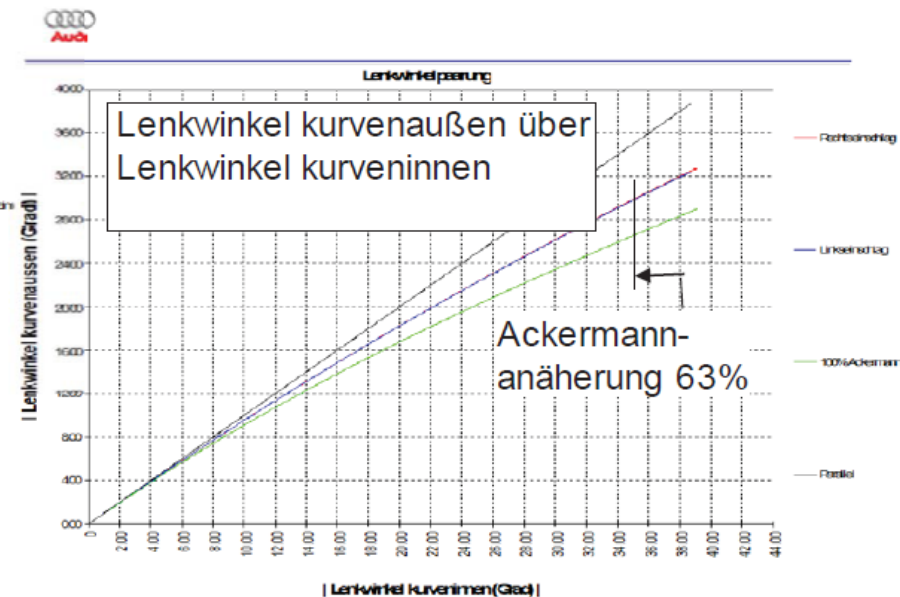
Auslegung Spurdifferenzwinkel und Ackermannannäherung Audi A5



- Fahrdynamik: Anlenkverhalten
- Verzängung der Achse beim Parkieren

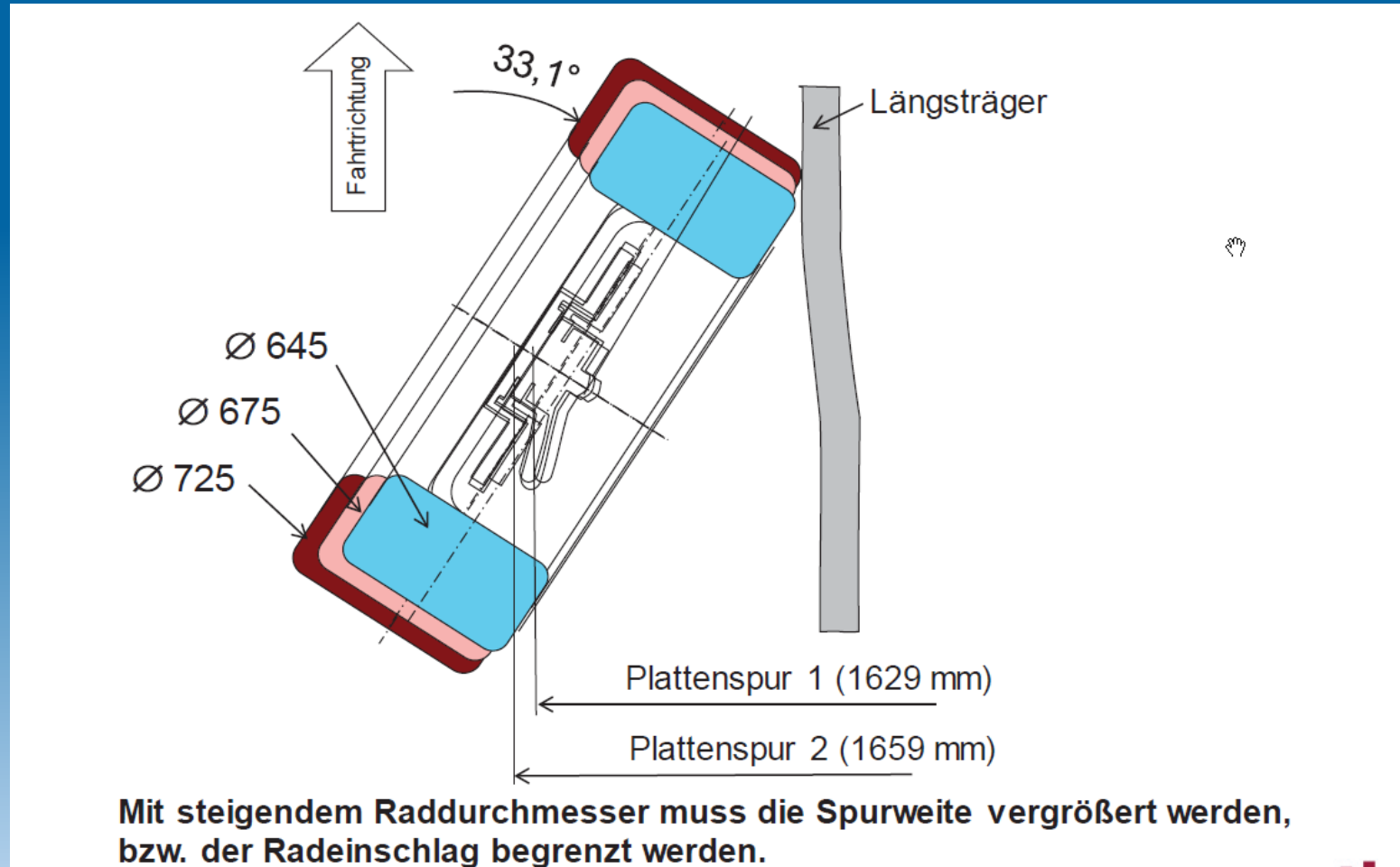


Messergebnisse KnC-Prüfstand



# Der Modulare Querbaukasten (MQB)

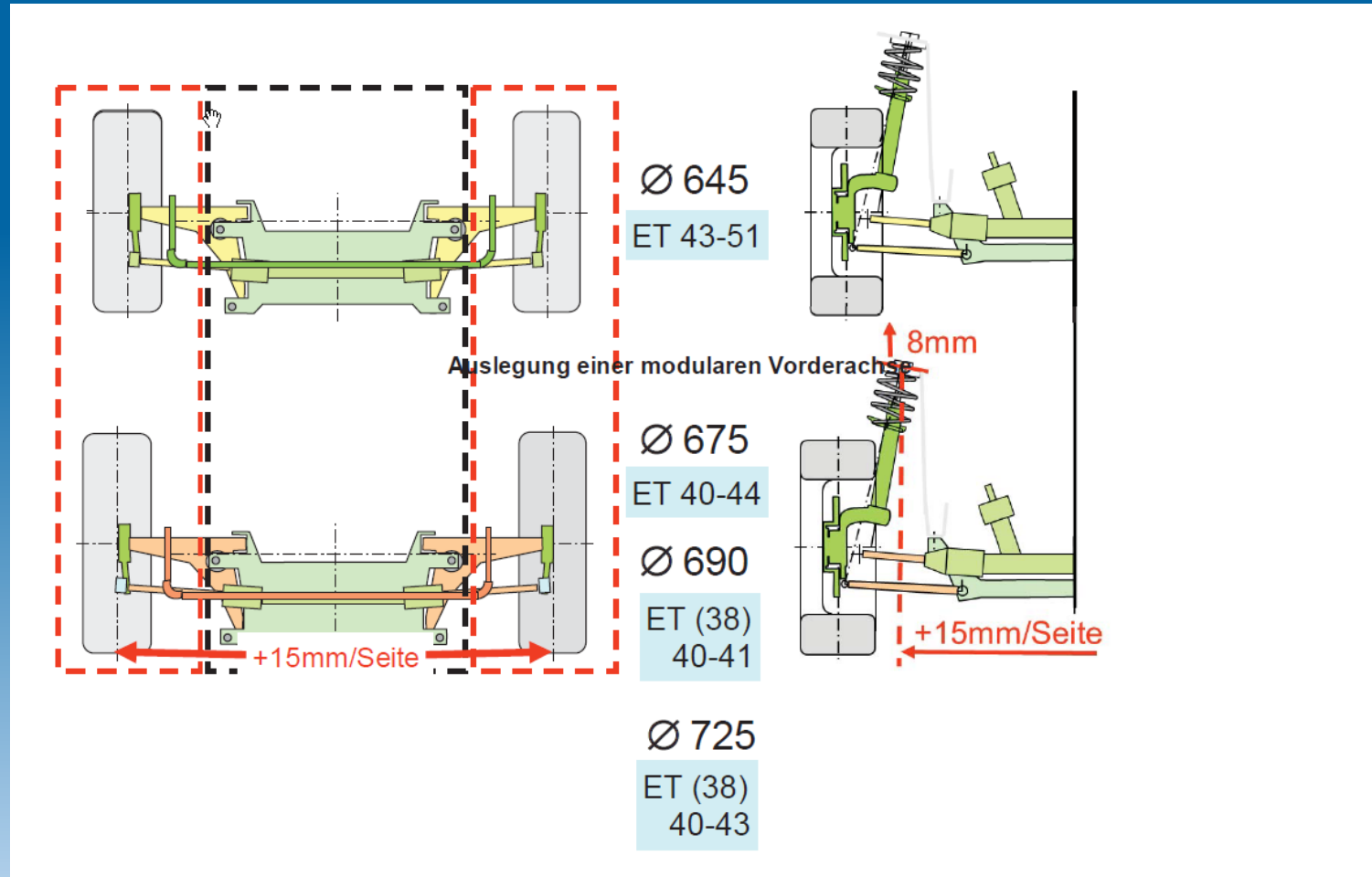
## Auslegung der Radeinschläge → Ackermannbedingung



# Der Modulare Querbaukasten (MQB)

## Die modulare Vorderachse

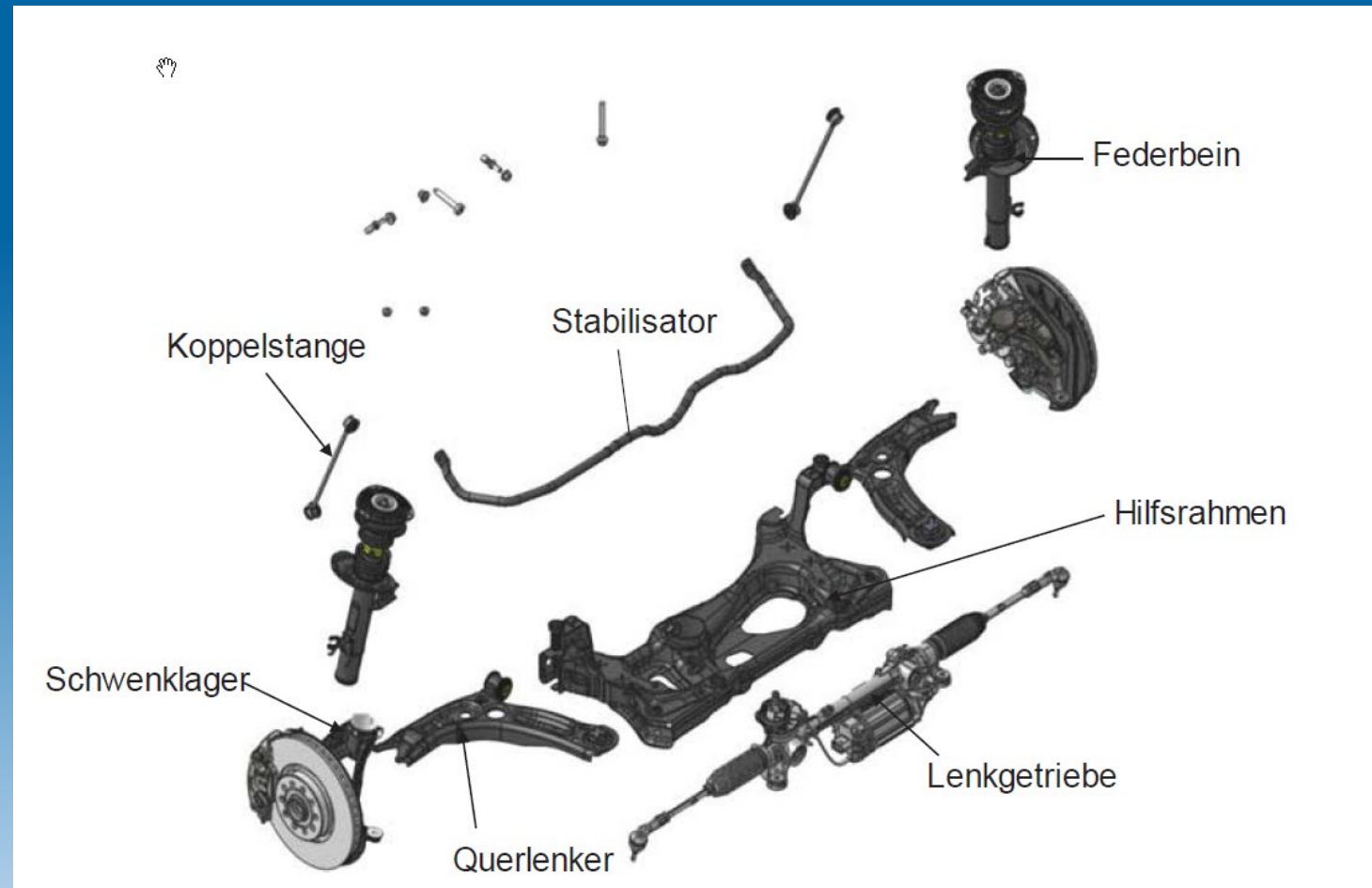
- ❑ 4 Räderpaletten (645 bis 725)
- ❑ 2 Plattenspuren
- ❑ Modularität über:
  - ❑ Querlenker
  - ❑ Spurstange
  - ❑ Antriebswelle
  - ❑ Stabis
  - ❑ Federbeindomposition
- ❑ Einheitsbauteile:
  - ❑ Hilfsrahmen
  - ❑ Lenkgetriebe
  - ❑ Schwenklager
  - ❑ Federbein





# Der Modulare Querbaukasten (MQB)

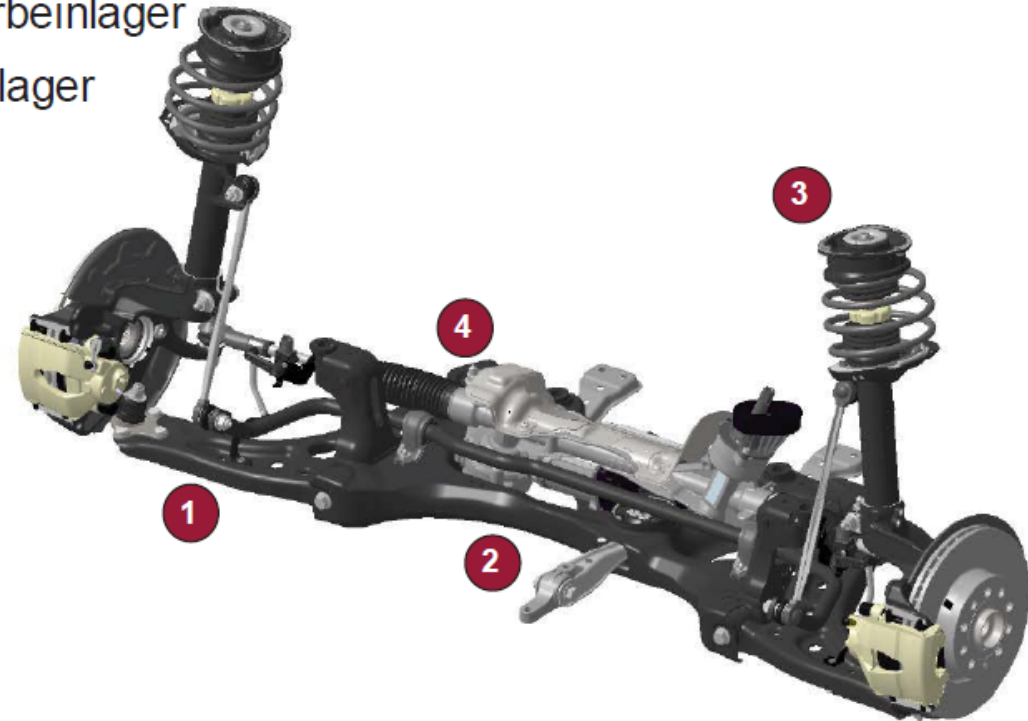
## Die modulare Vorderachse - Explosionsdarstellung



# Der Modulare Querbaukasten (MQB)

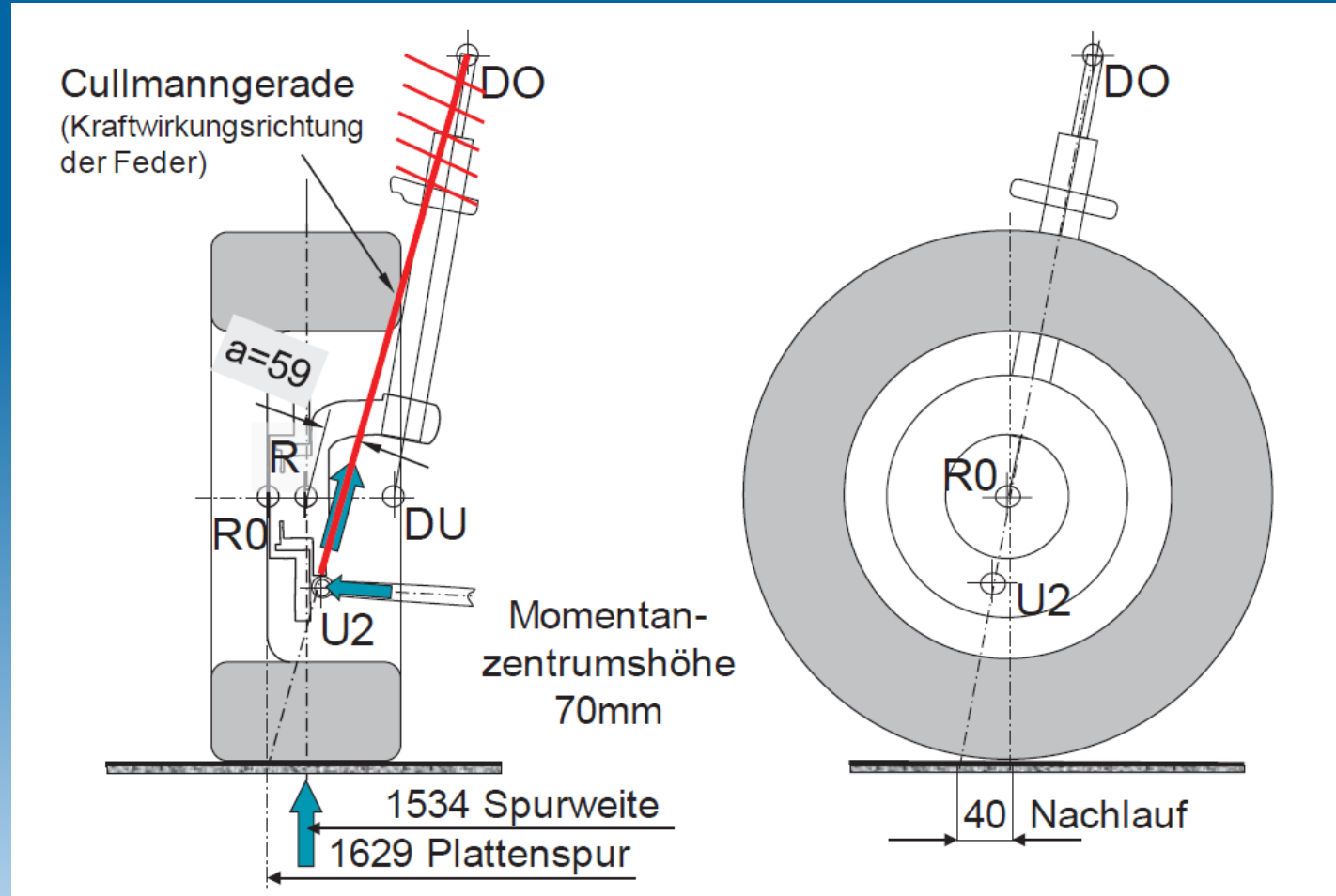
## Die modulare Vorderachse - Zusammenbau

- 1 - modulare Spurweitenvariabilität
- 2 - Blechhilfsrahmen oder Aluhilfsrahmen
- 3 - optimiertes entkoppeltes Federbeinlager
- 4 - stehendes hinteres Querlenkerlager  
- einheitliche Kinematik



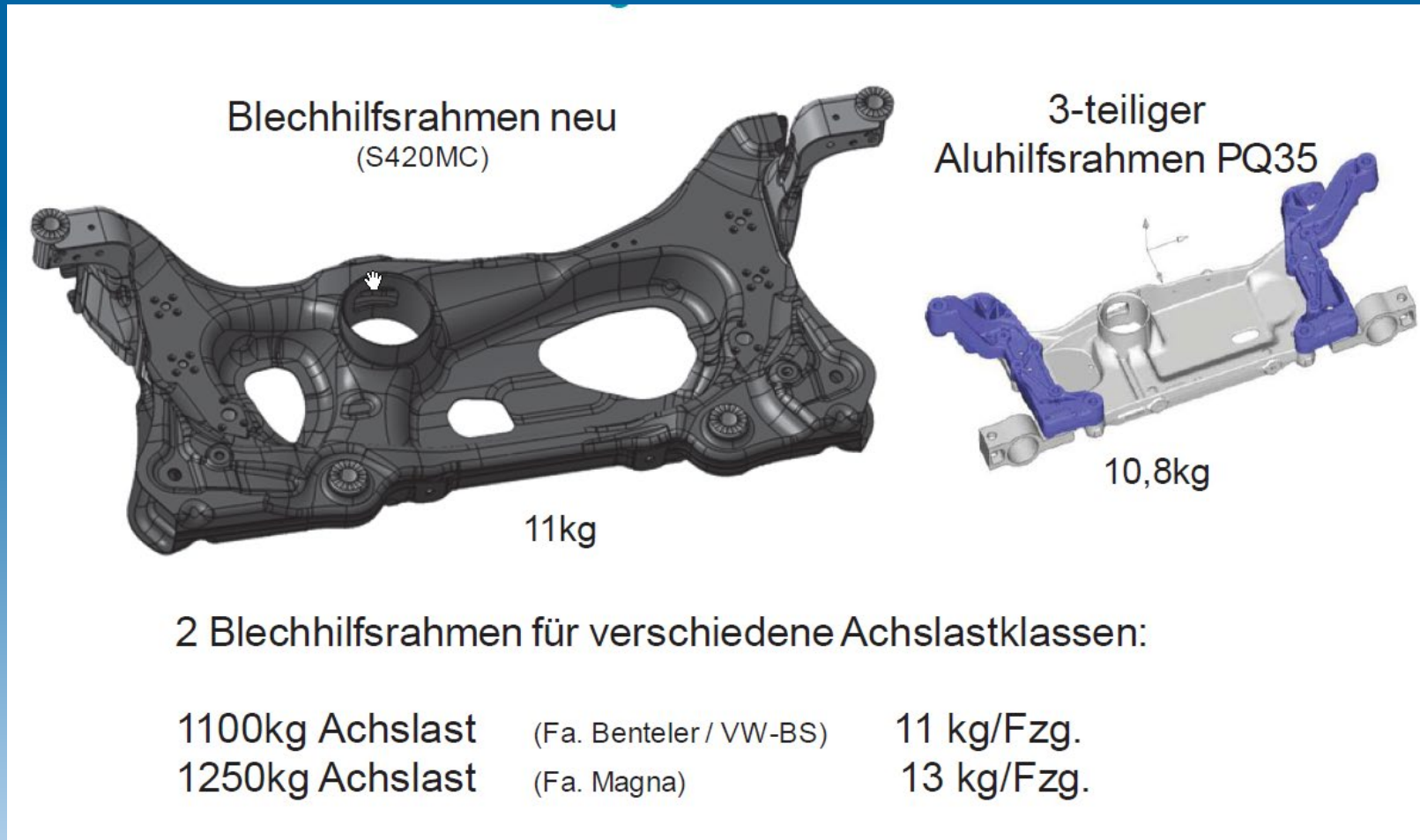
# Der Modulare Querbaukasten (MQB)

## Die modulare Vorderachse - Kinematik



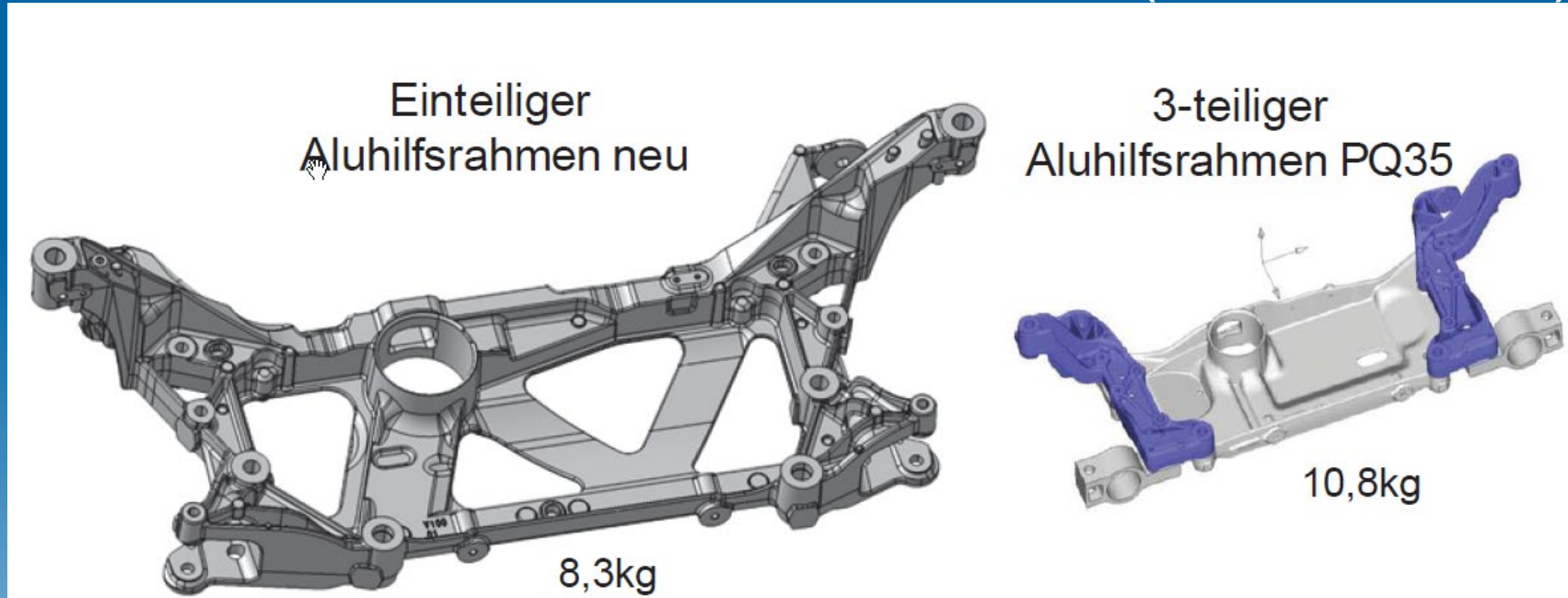
# Der Modulare Querbaukasten (MQB)

## Die modulare Vorderachse – Stahlhilfsrahmen (Fahrschemel)



# Der Modulare Querbaukasten (MQB)

## Die modulare Vorderachse – Aluhilfsrahmen (Fahrschemel)



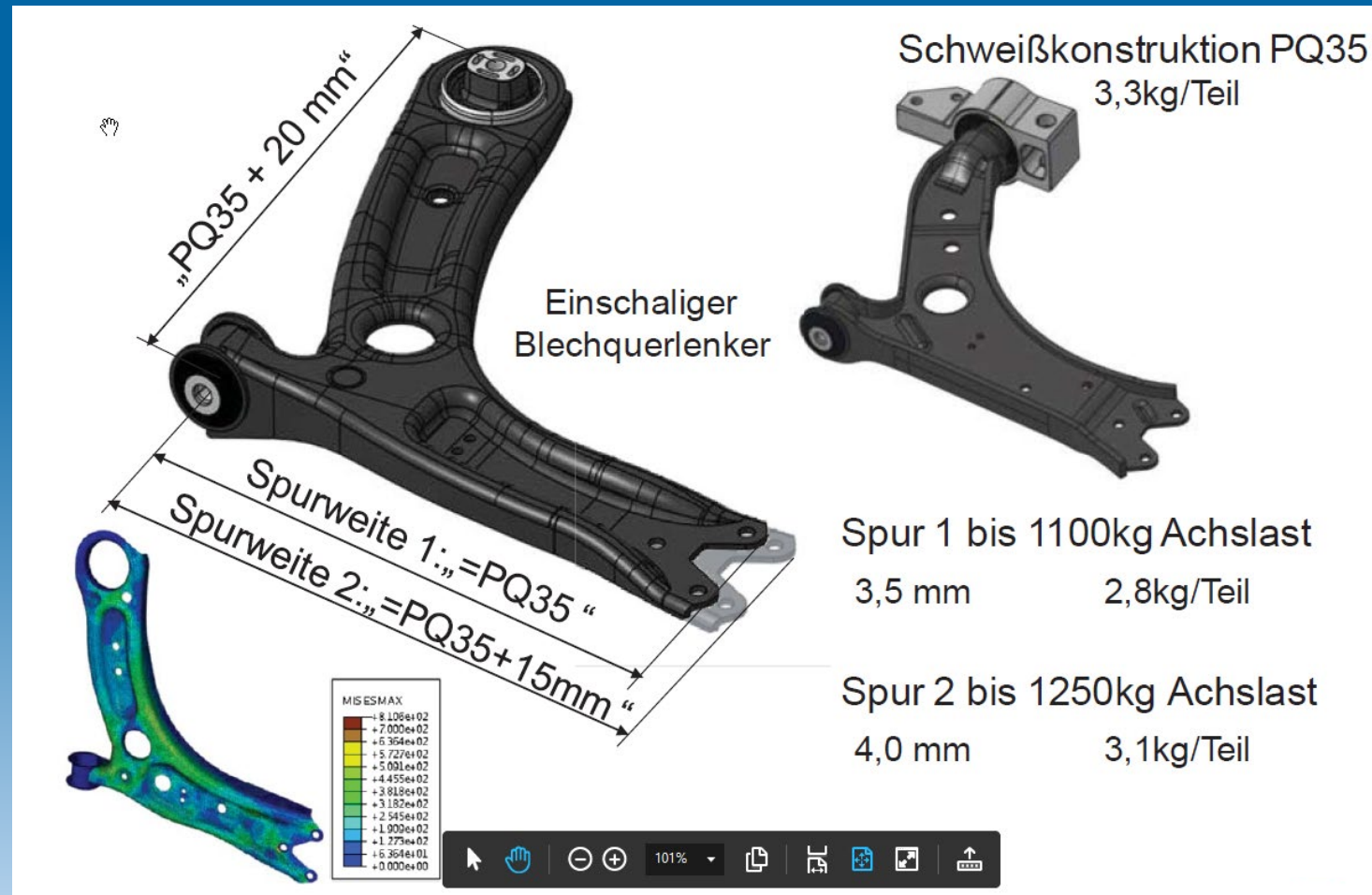
2 Aluminium-Hilfsrahmen für verschiedene Achslastklassen:

|                 |               |            |
|-----------------|---------------|------------|
| 1100kg Achslast | (VW-BS)       | 8,3kg/Fzg. |
| 1250kg Achslast | (VW-Hannover) | 10 kg/Fzg. |



# Der Modulare Querbaukasten (MQB)

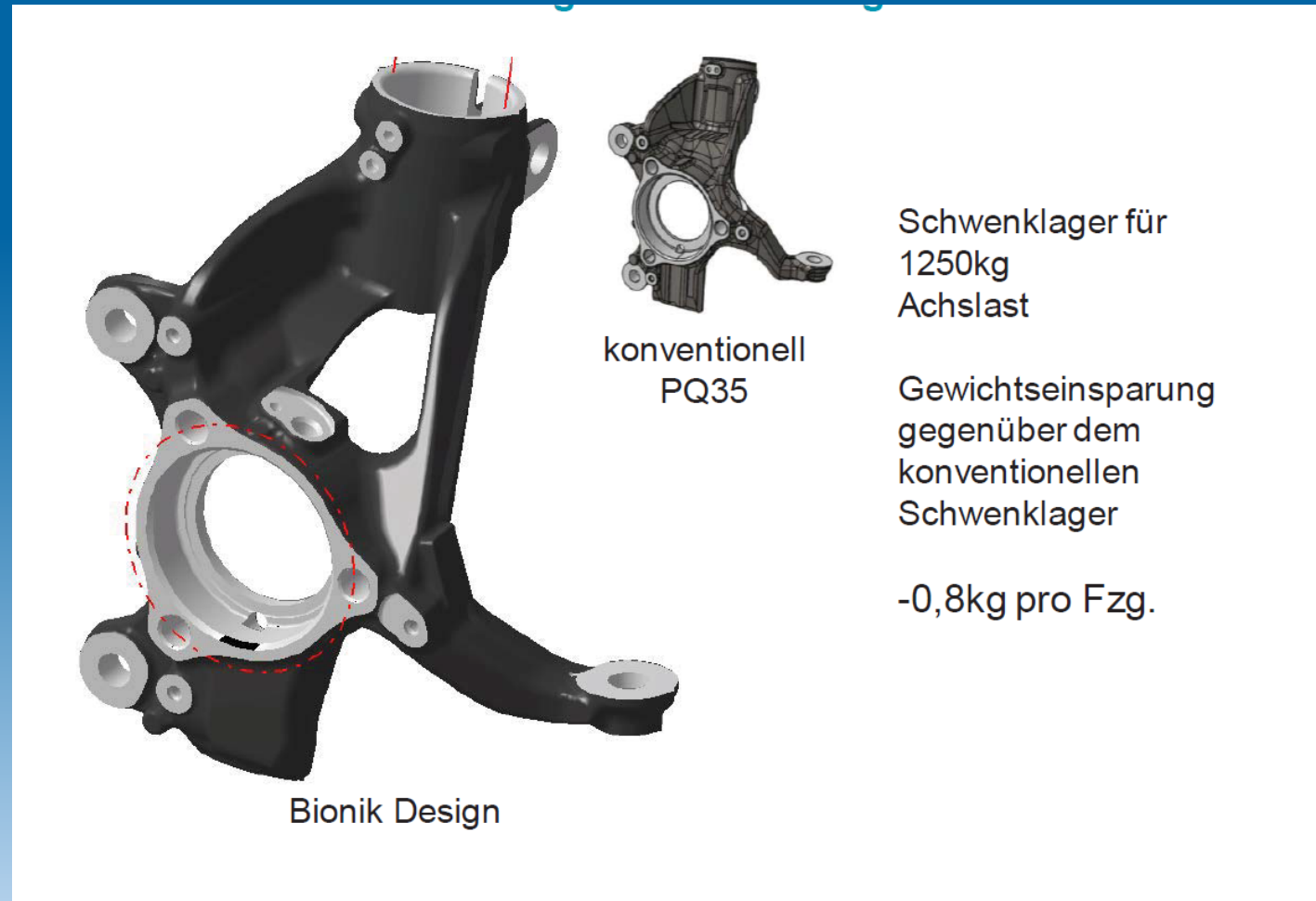
## Die modulare Vorderachse – Querlenker





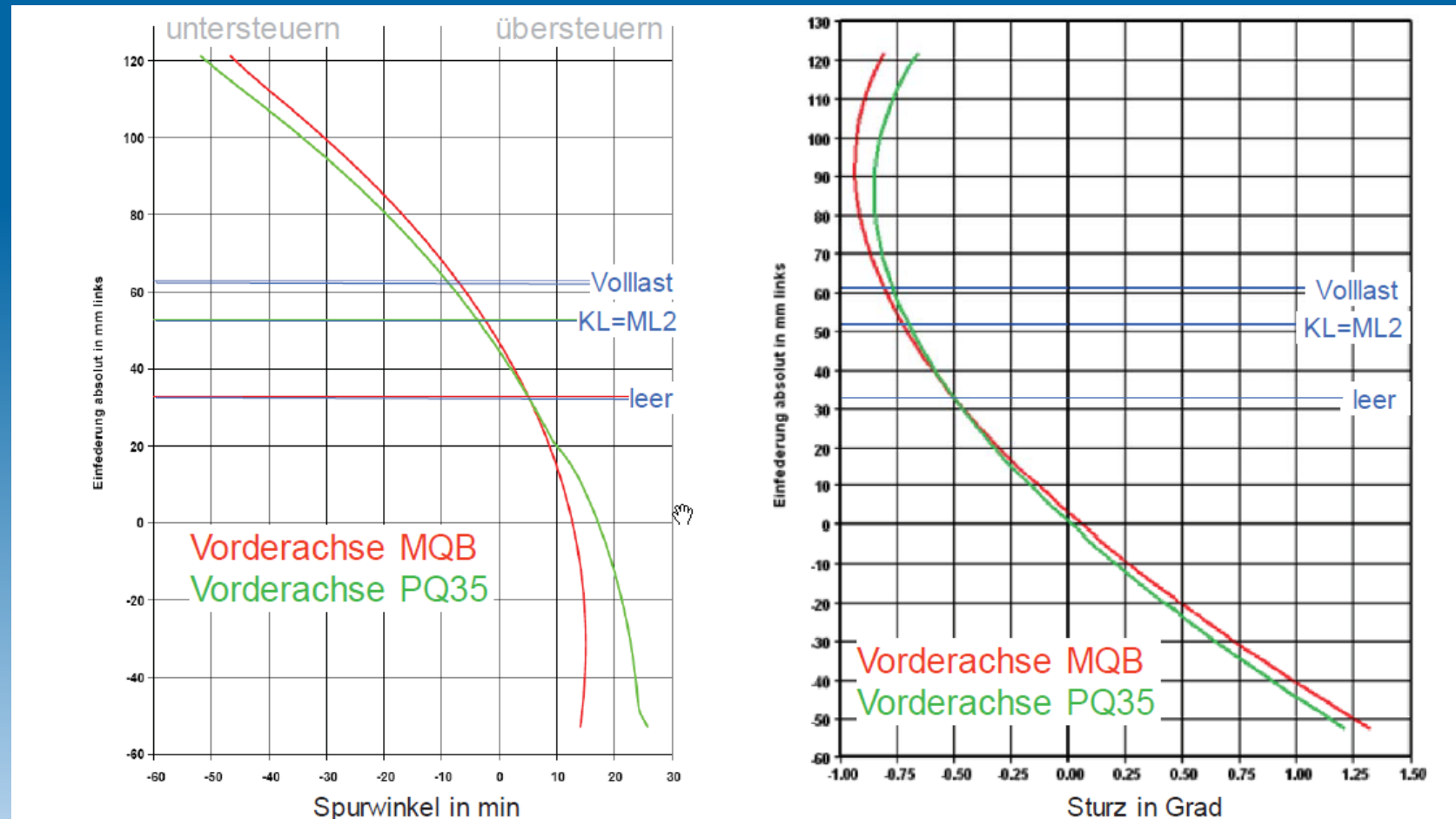
# Der Modulare Querbaukasten (MQB)

## Die modulare Vorderachse – Schwenklager

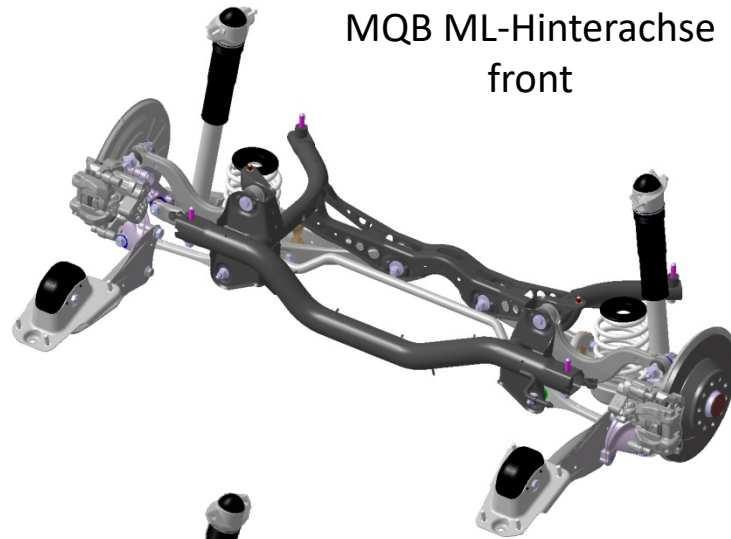


# Der Modulare Querbaukasten (MQB)

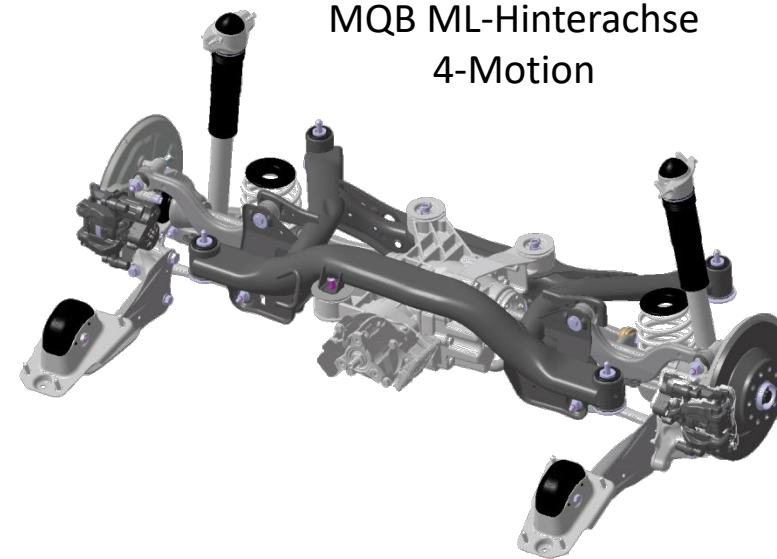
## Die modulare Vorderachse – Spur- und Sturzkurve



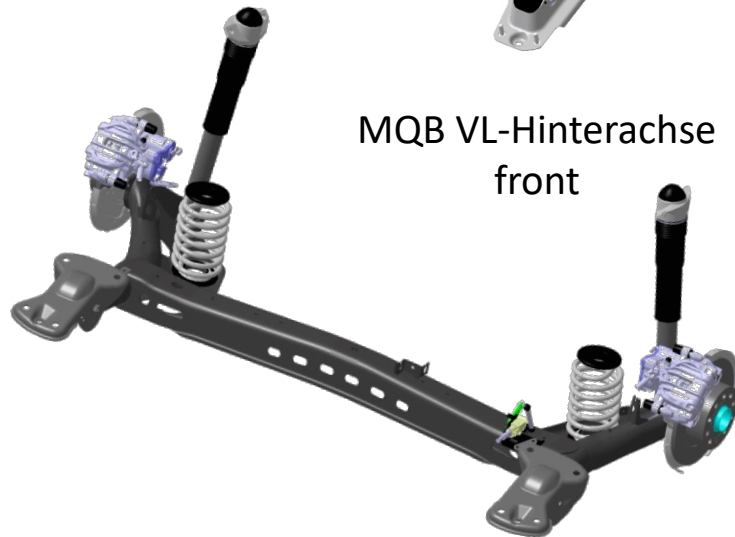
# Beispiel: Achsvarianten Spur 1



MQB ML-Hinterachse  
front



MQB ML-Hinterachse  
4-Motion

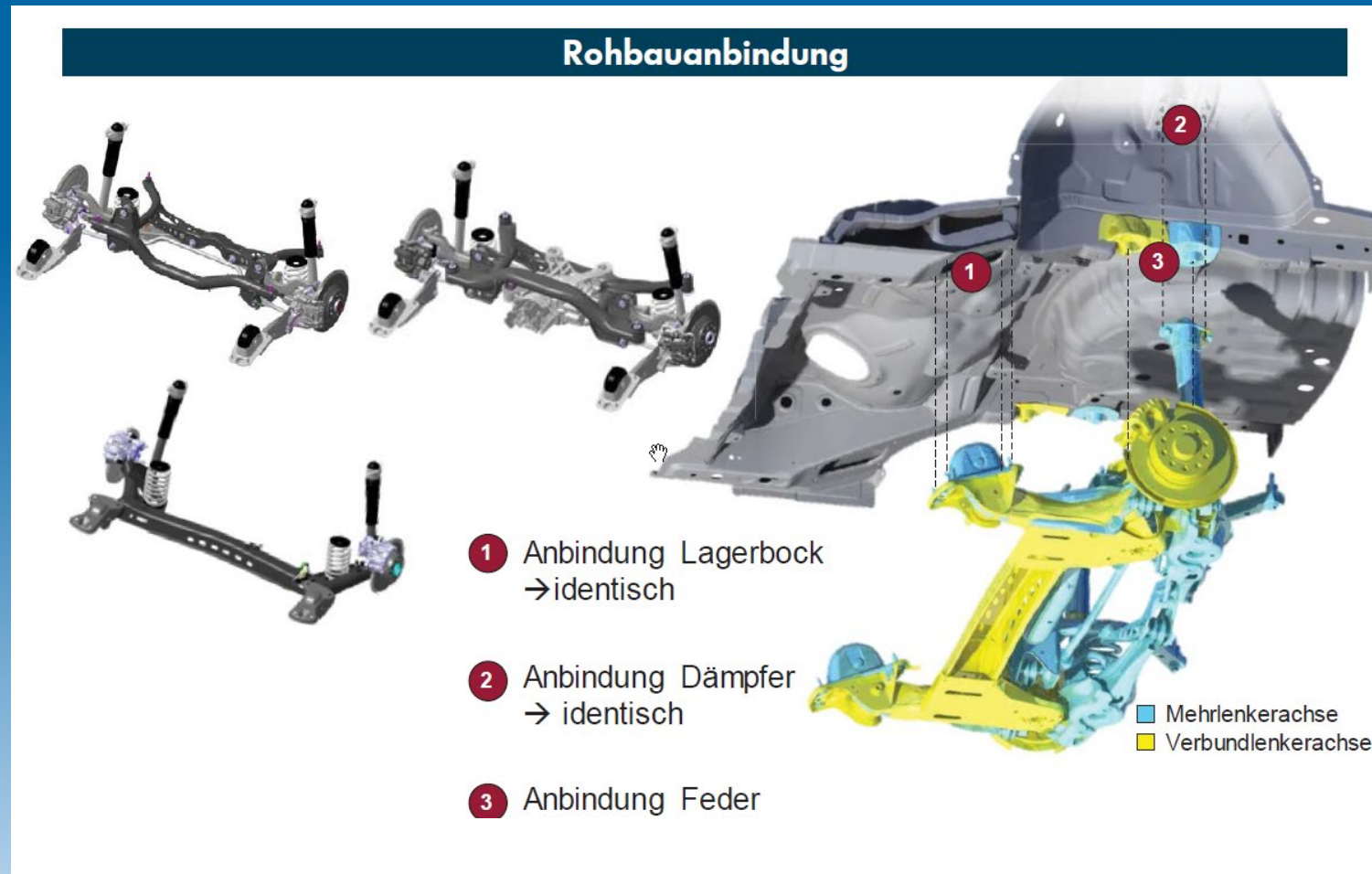


MQB VL-Hinterachse  
front

ML = Mehrlenkerachse  
VL = Verbundlenker

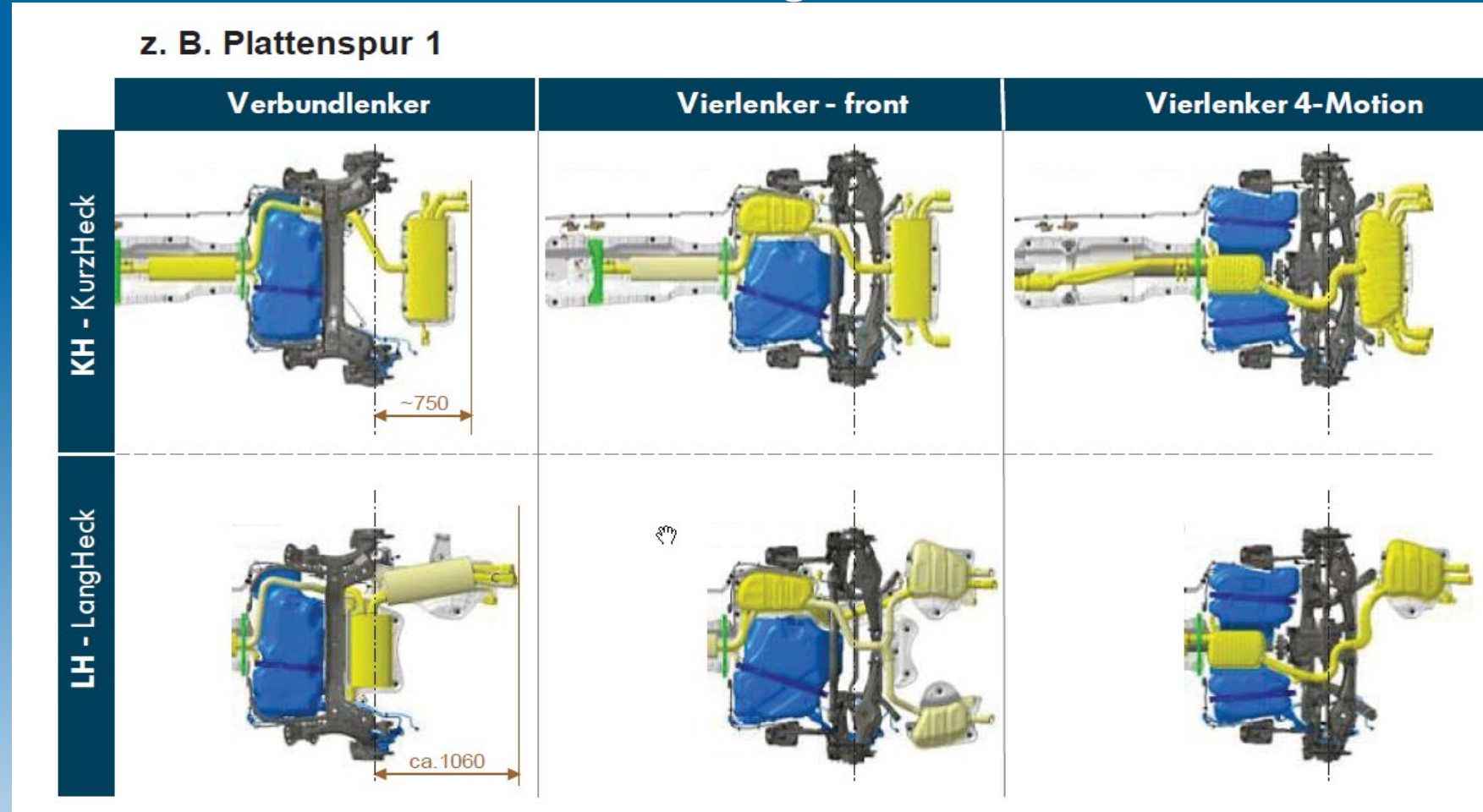
# Der Modulare Querbaukasten (MQB)

## Die modulare Hinterachse – Package



# Der Modulare Querbaukasten (MQB)

## Die modulare Hinterachse – Packagevarianten I

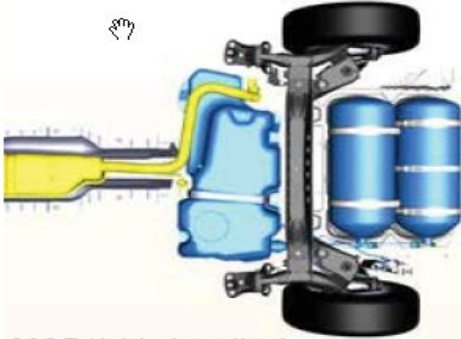
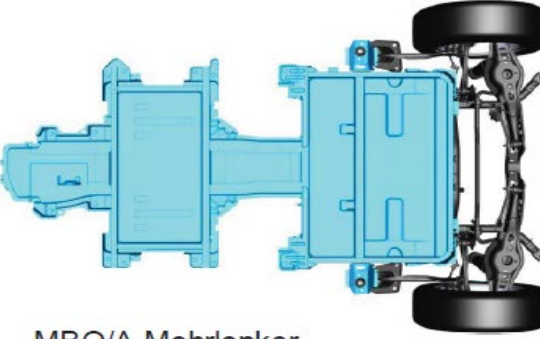
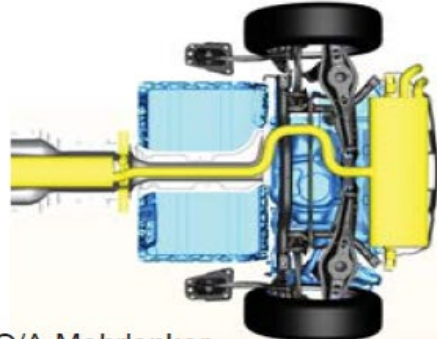
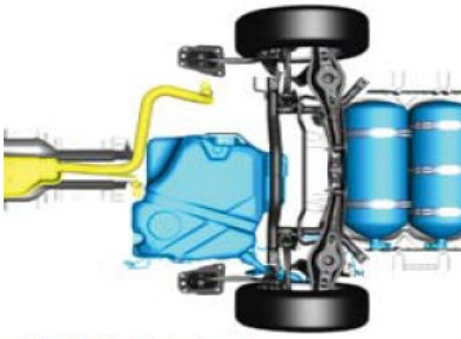
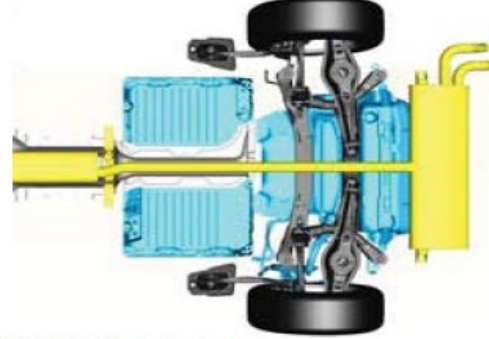




# Der Modulare Querbaukasten (MQB)

## Die modulare Hinterachse – Packagevarianten II

z. B. alternative Antriebe

|               | CNG                                                                                                          | BEV                                                                                                         | PEHEV                                                                                                        |
|---------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| KH - KurzHeck |  <p>MQB/A Verbundlenker</p> |  <p>MBQ/A Mehrlenker</p> |  <p>MBQ/A Mehrlenker</p>  |
| LH - LangHeck |  <p>MBQ/A Mehrlenker</p>   |                                                                                                             |  <p>MBQ/B Mehrlenker</p> |



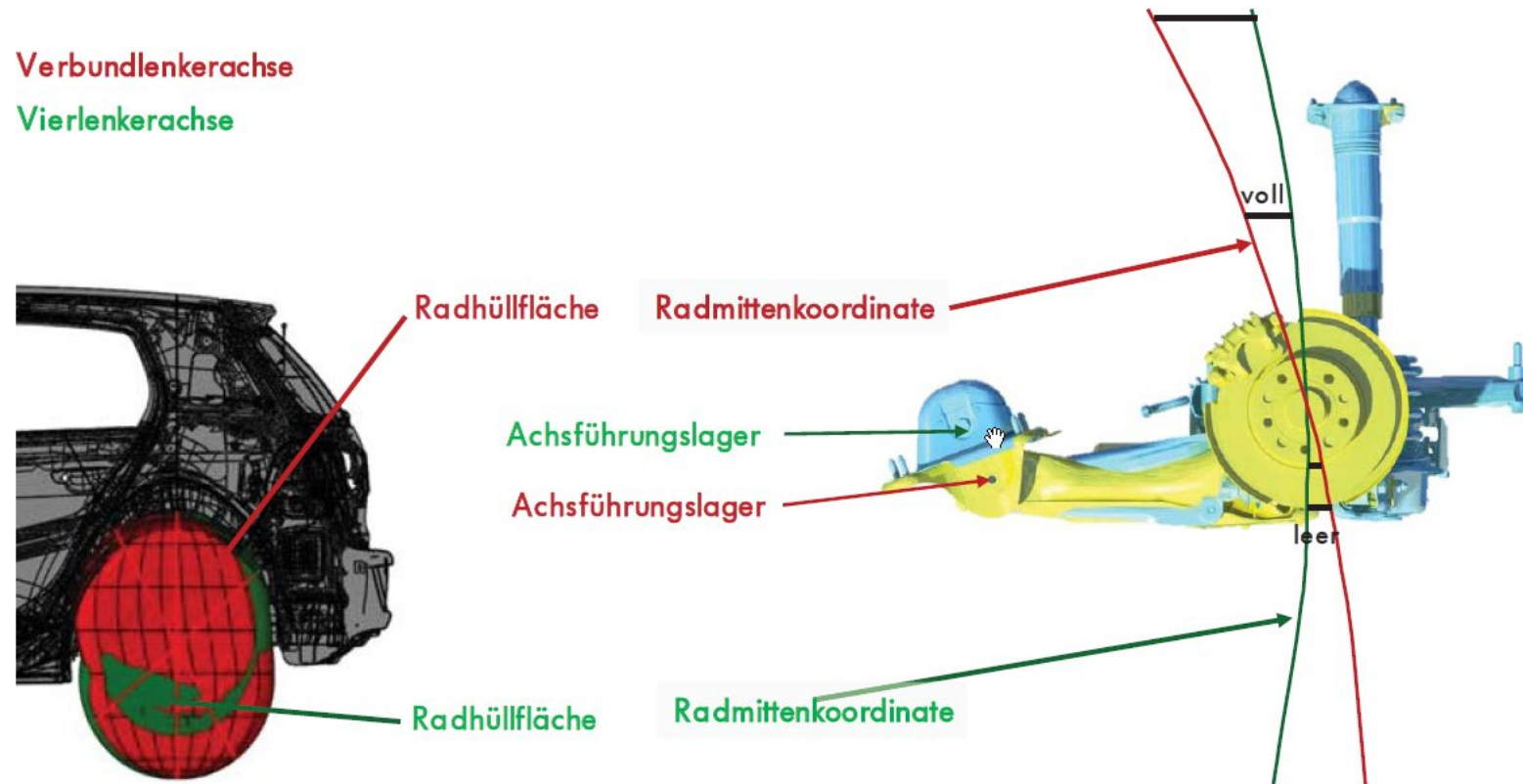
# Der Modulare Querbaukasten (MQB)

## Die modulare Hinterachse – Radhüllkurven MLA und VLA

### Radraumbedarf in Fahrzeuginnenrichtung

Verbundlenkerachse

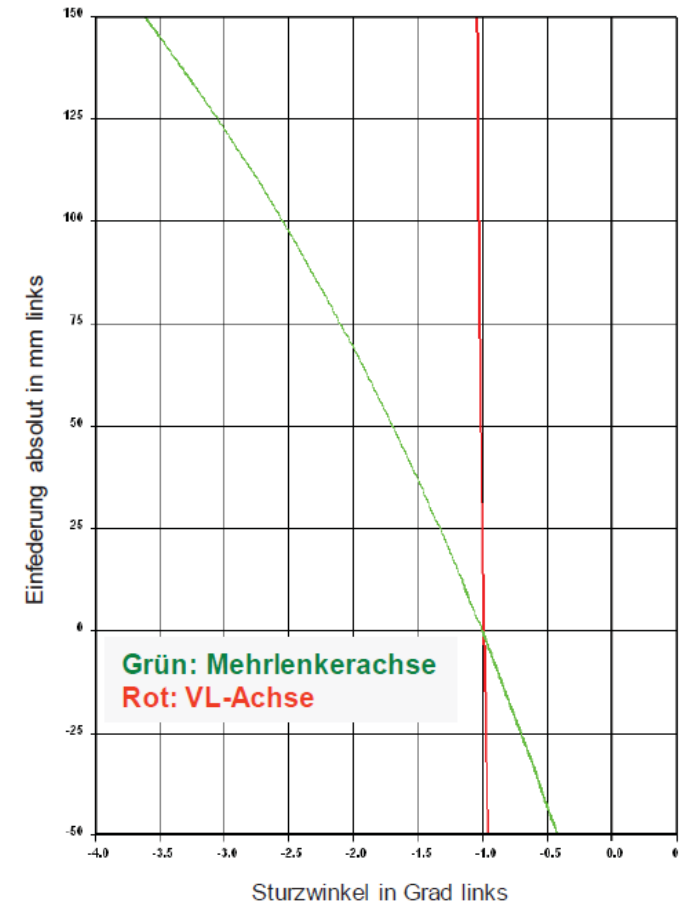
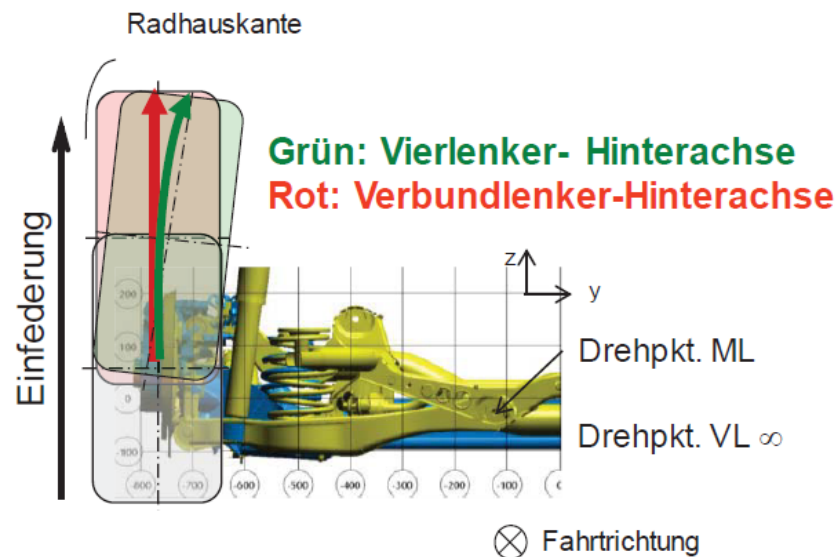
Vierlenkerachse



# Der Modulare Querbaukasten (MQB)

## Die modulare Hinterachse – Radhüllkurven MLA und VLA

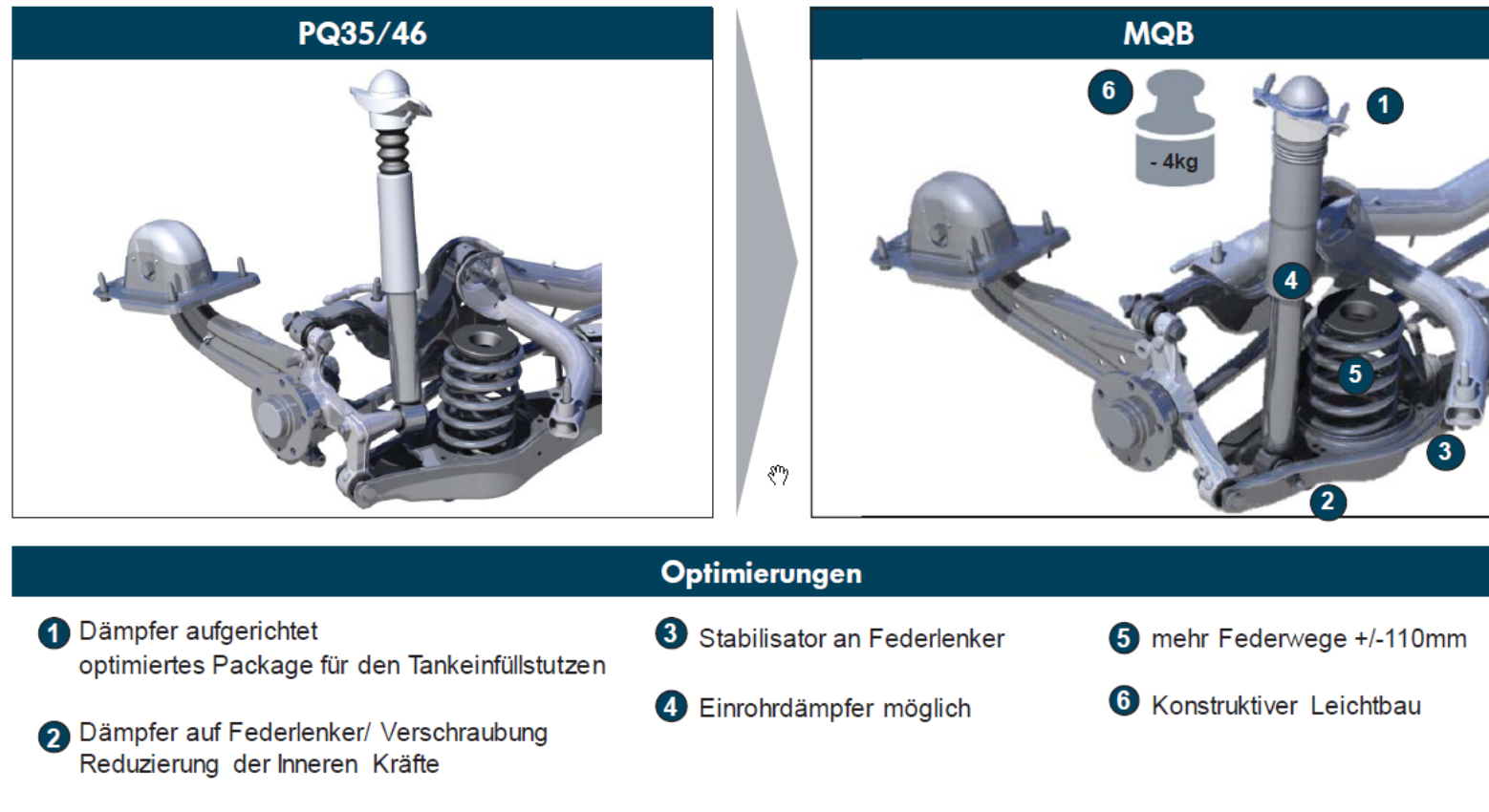
Durch die unterschiedlichen Achskinematiken kommt zu unterschiedlichen Radraumbedarfen und einem Kompromiss bei der Lage der Radhauskante.



# Der Modulare Querbaukasten (MQB)

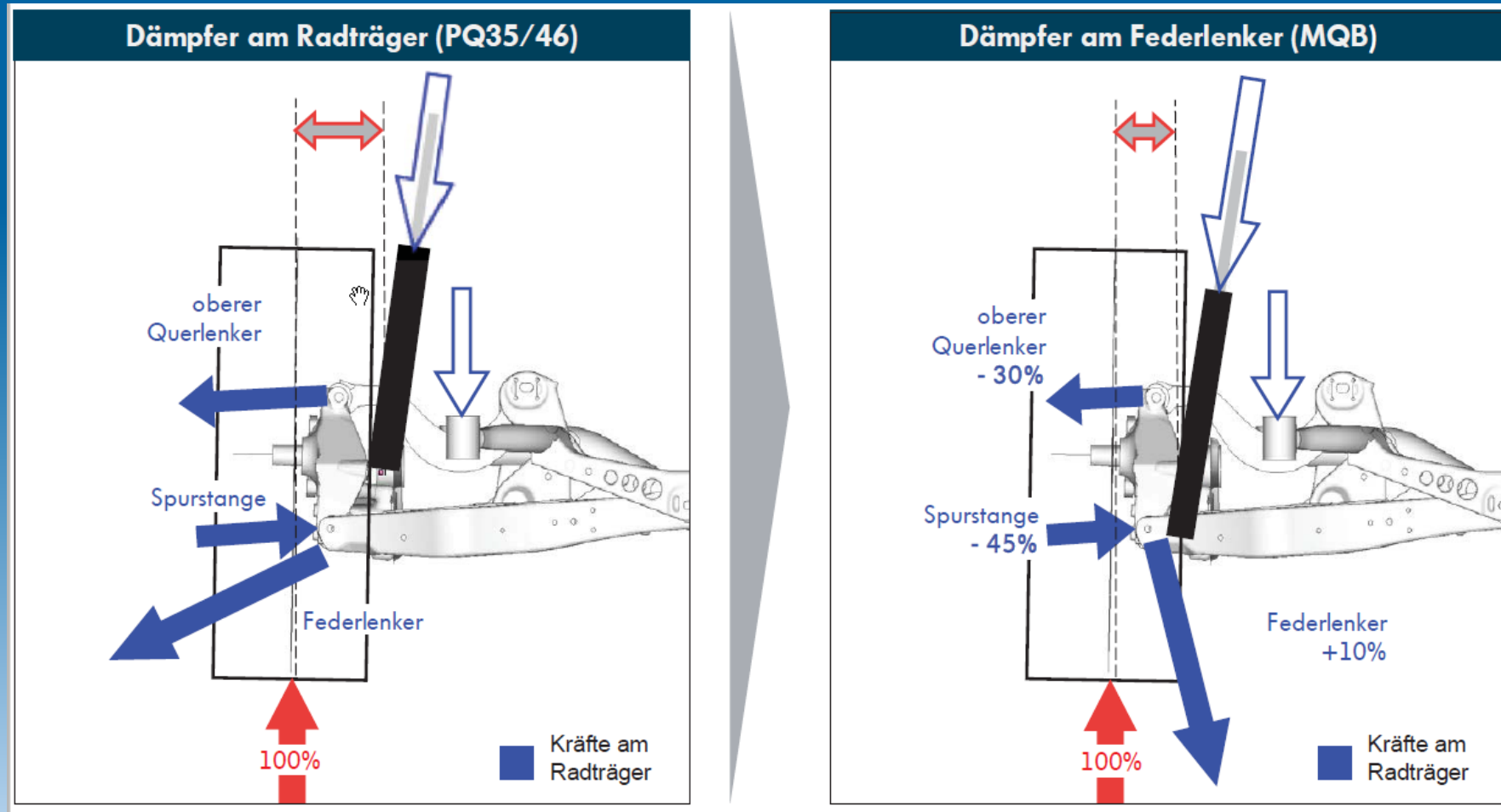
## Die modulare Hinterachse – MLA Optimierungen PQ35 → MQB

### Die Vierlenkerachse



# Der Modulare Querbaukasten (MQB)

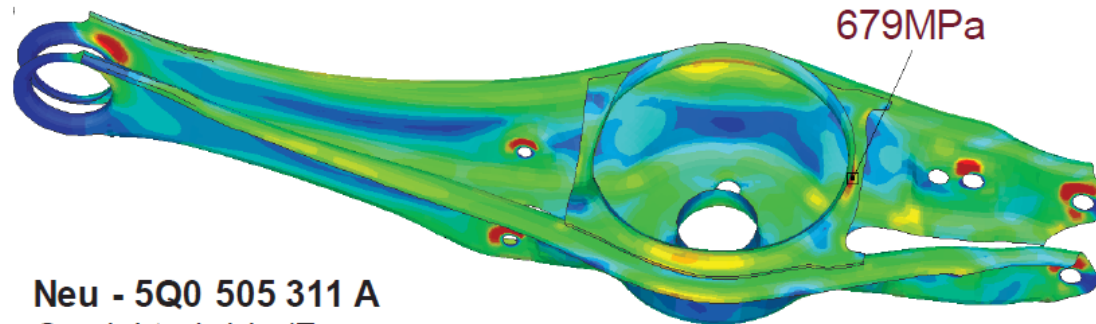
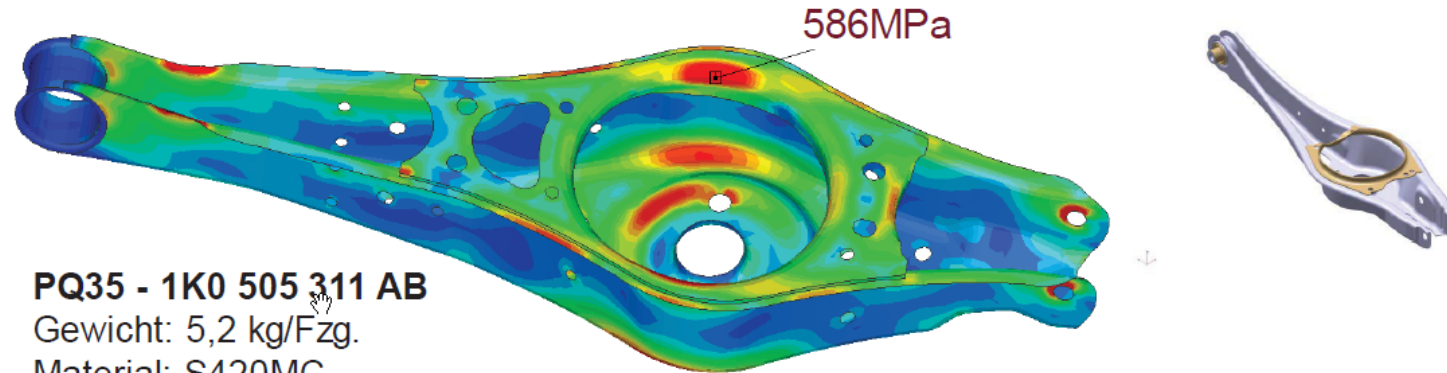
## Die modulare Hinterachse – MLA Optimierungen PQ35 → MQB



# Der Modulare Querbaukasten (MQB)

## Die modulare Hinterachse – Federlenker PQ35 → MQB

**Spannungsvergleich** (Überlagerung der linearen Lastfälle)



**Neu - 5Q0 505 311 A**  
Gewicht: 4,4 kg/Fzg.  
Material: SZBS800

**Leichtbaumaßnahmen:**

Formoptimierung,  
Fertigungskonzept,  
Materialauswahl

**Leichtbaupotential:**

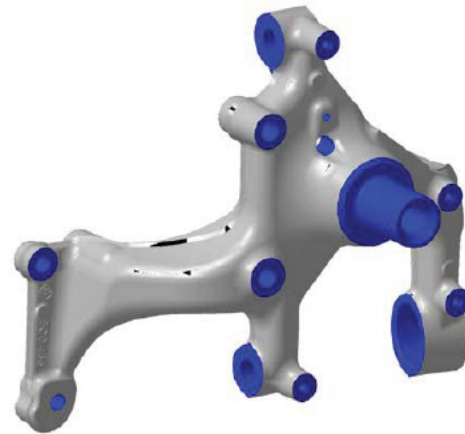
0,8 kg/Fzg  
ca. -15 %

**Dämpfer- und Stabilisator-  
kräfte müssen zusätzlich  
aufgenommen werden !**



# Der Modulare Querbaukasten (MQB)

## Die modulare Hinterachse – Radträger (front) PQ35 → MQB

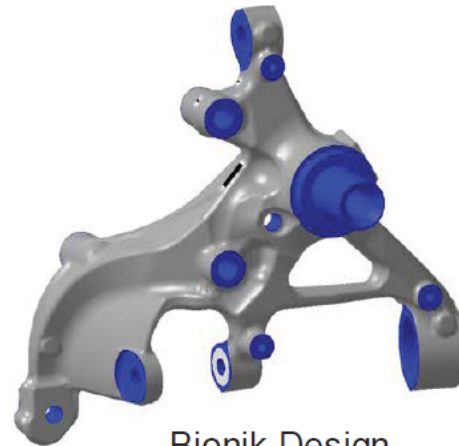


**PQ35 - 1K0.505.435.F / 436.F**

Gewicht: 4,75 kg/Teil

Material: Sphäroguß (Sibodur)

max. Achslast: 1000kg



**Neu - 5Q0.505.435.D / 436.D (Spur 1)**

Gewicht: 3,81 kg/Teil

Material: Sphäroguß (Sibodur)

max. Achslast: 1050kg

**Leichtbaupotential:**

1,9 kg/Fzg

ca. 40 %

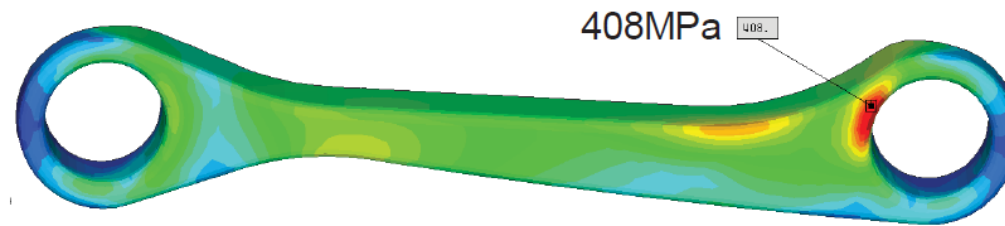
Bionik Design



# Der Modulare Querbaukasten (MQB)

## Die modulare Hinterachse – Spurlenker PQ35 → MQB

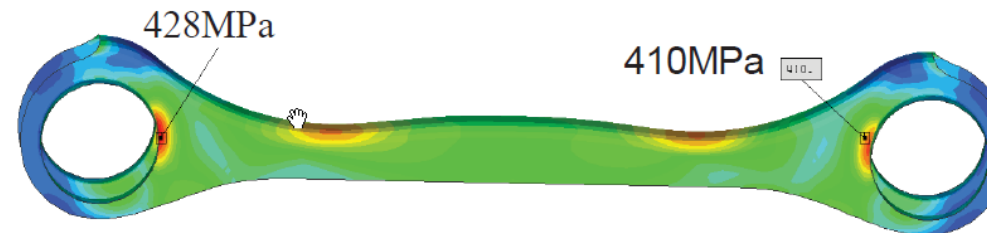
**Spannungsvergleich** (Überlagerung der linearen Lastfälle)



**PQ35 - 1K0.501.529.F / 530.C**

Gewicht: 1,95 kg/Fzg.

Material: S420MC



**Neu - 5Q0 501 529 B**

Gewicht: 1,15 kg/Teil

Material: S500MC

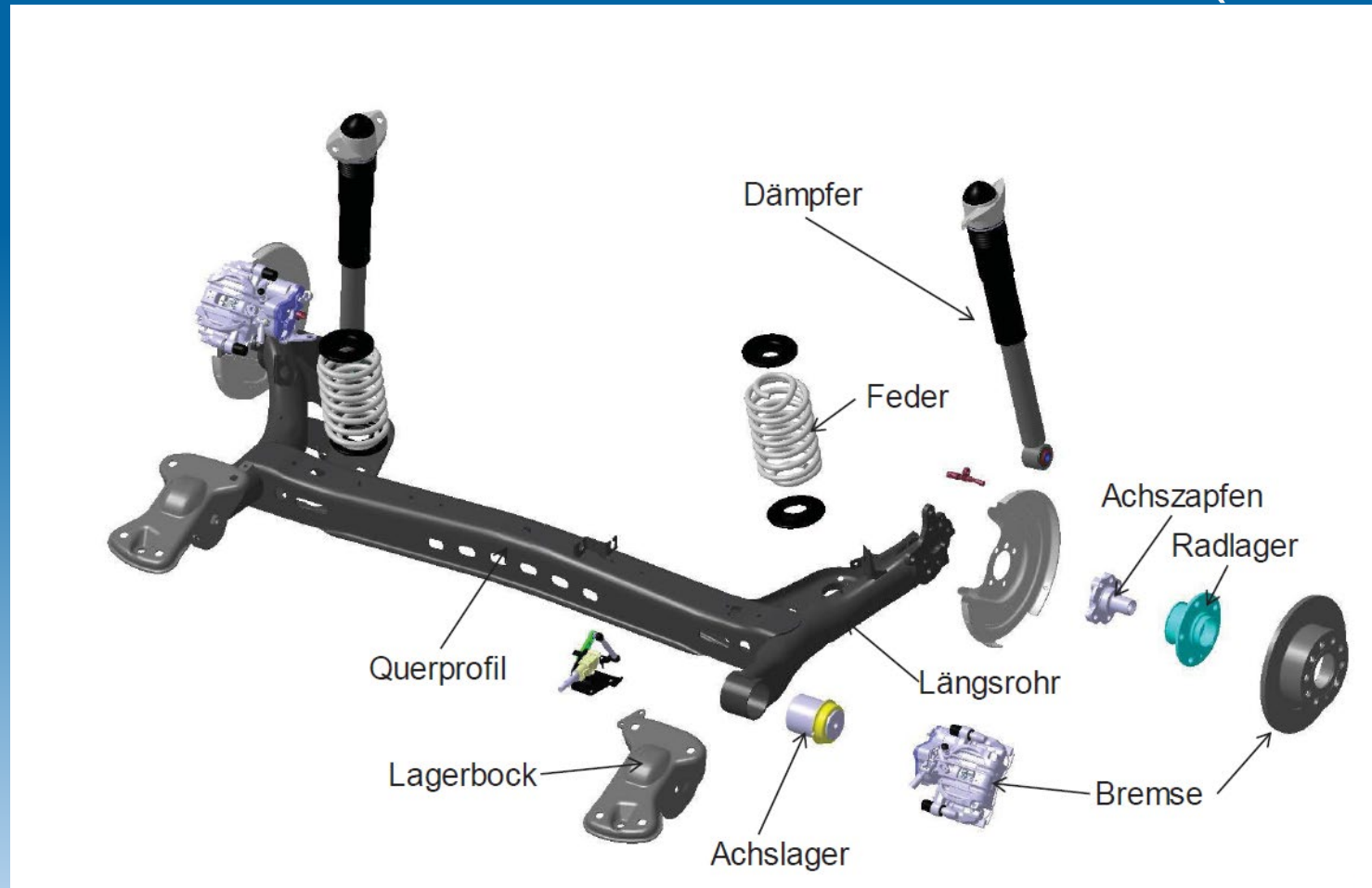
**Leichtbaupotential:**

0,8 kg/Fzg

ca. -40 %

# Der Modulare Querbaukasten (MQB)

## Die modulare Hinterachse – Verbundlenkerachse (Leichtbauachse)



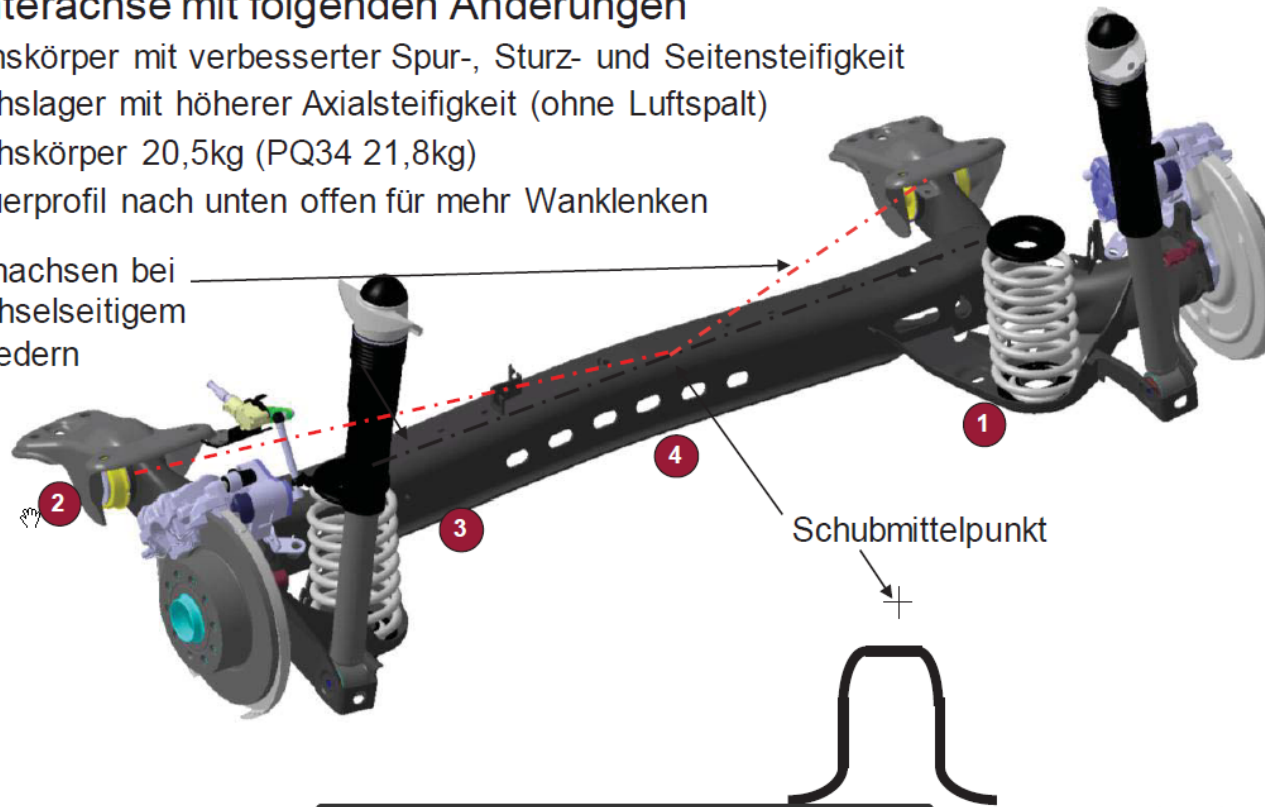
# Der Modulare Querbaukasten (MQB)

## Die modulare Hinterachse – Verbundlenkerachse PQ34 vs. MQB

Weiterentwicklung der PQ34  
Hinterachse mit folgenden Änderungen

- 1 - Achskörper mit verbesserter Spur-, Sturz- und Seitensteifigkeit
- 2 - Achslager mit höherer Axialsteifigkeit (ohne Luftspalt)
- 3 - Achskörper 20,5kg (PQ34 21,8kg)
- 4 - Querprofil nach unten offen für mehr Wanklenken

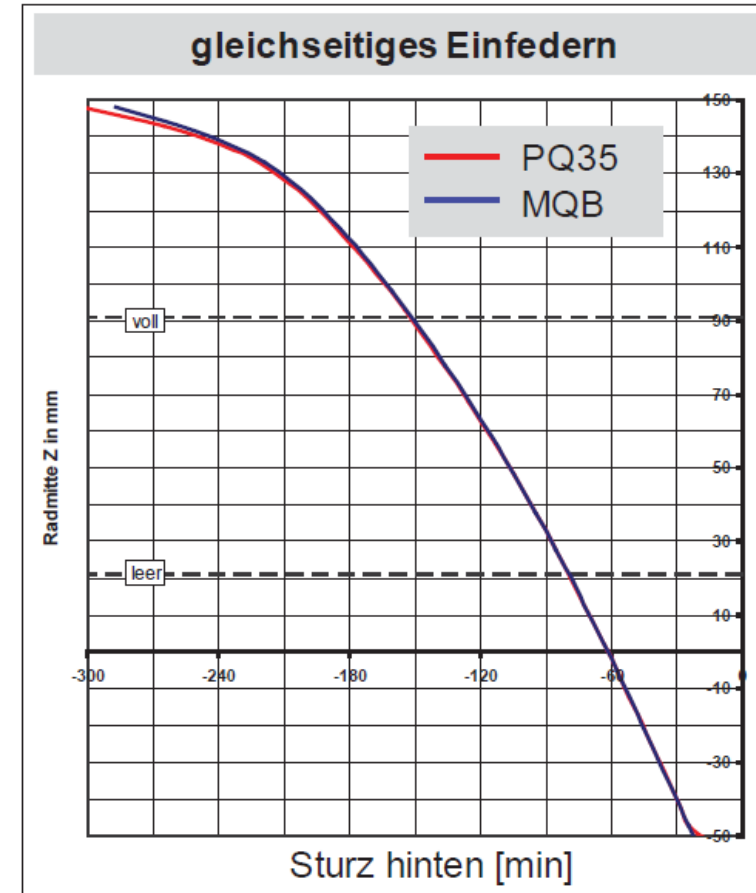
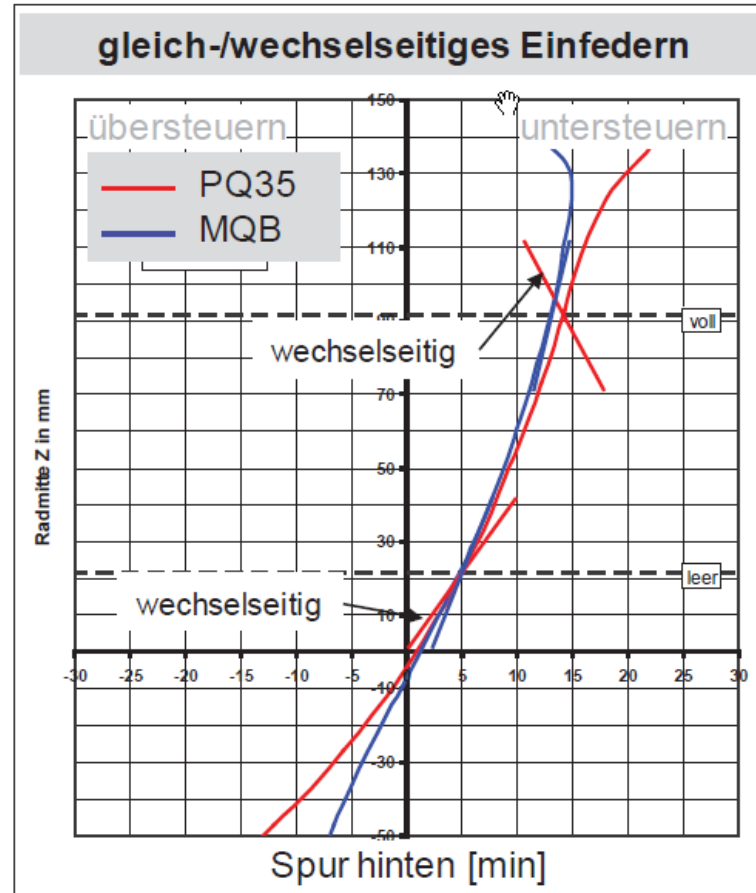
Drehachsen bei  
wechselseitigem  
Einfedern





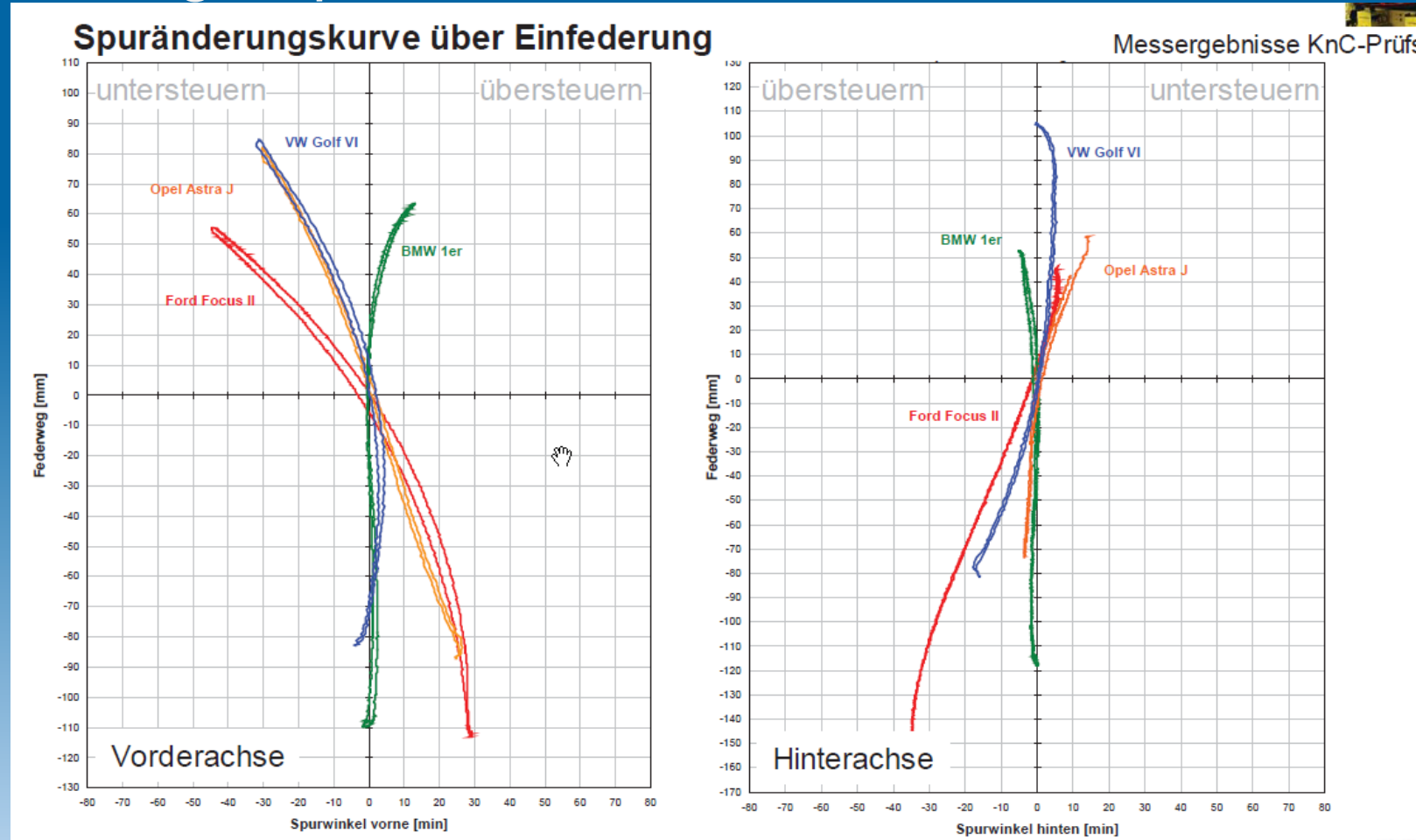
# Der Modulare Querbaukasten (MQB)

## Die modulare Hinterachse – Spur- und Sturzkurve MLA



# Der Modulare Querbaukasten (MQB)

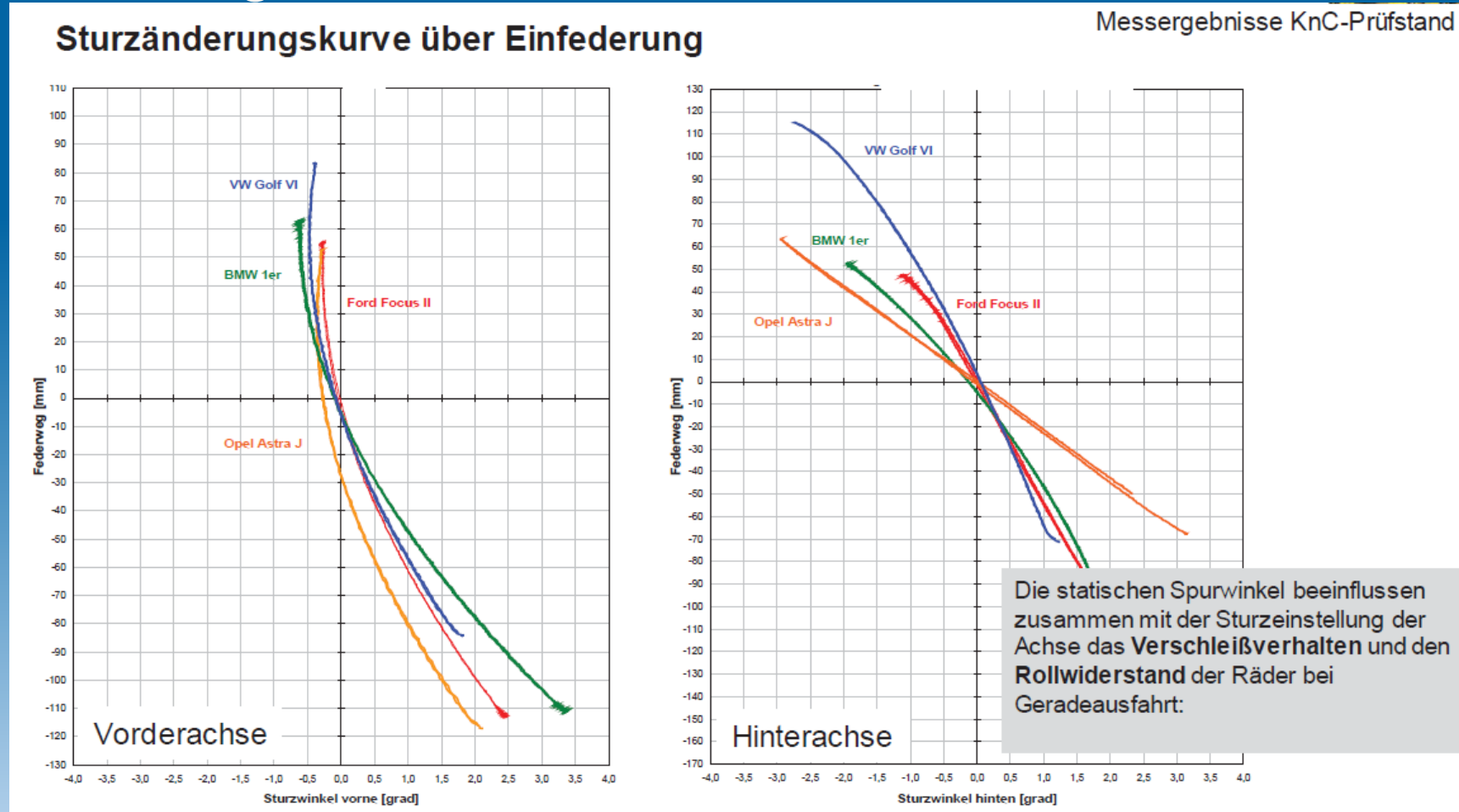
## Gesamtfahrzeug– Spurkurven im Wettbewerb





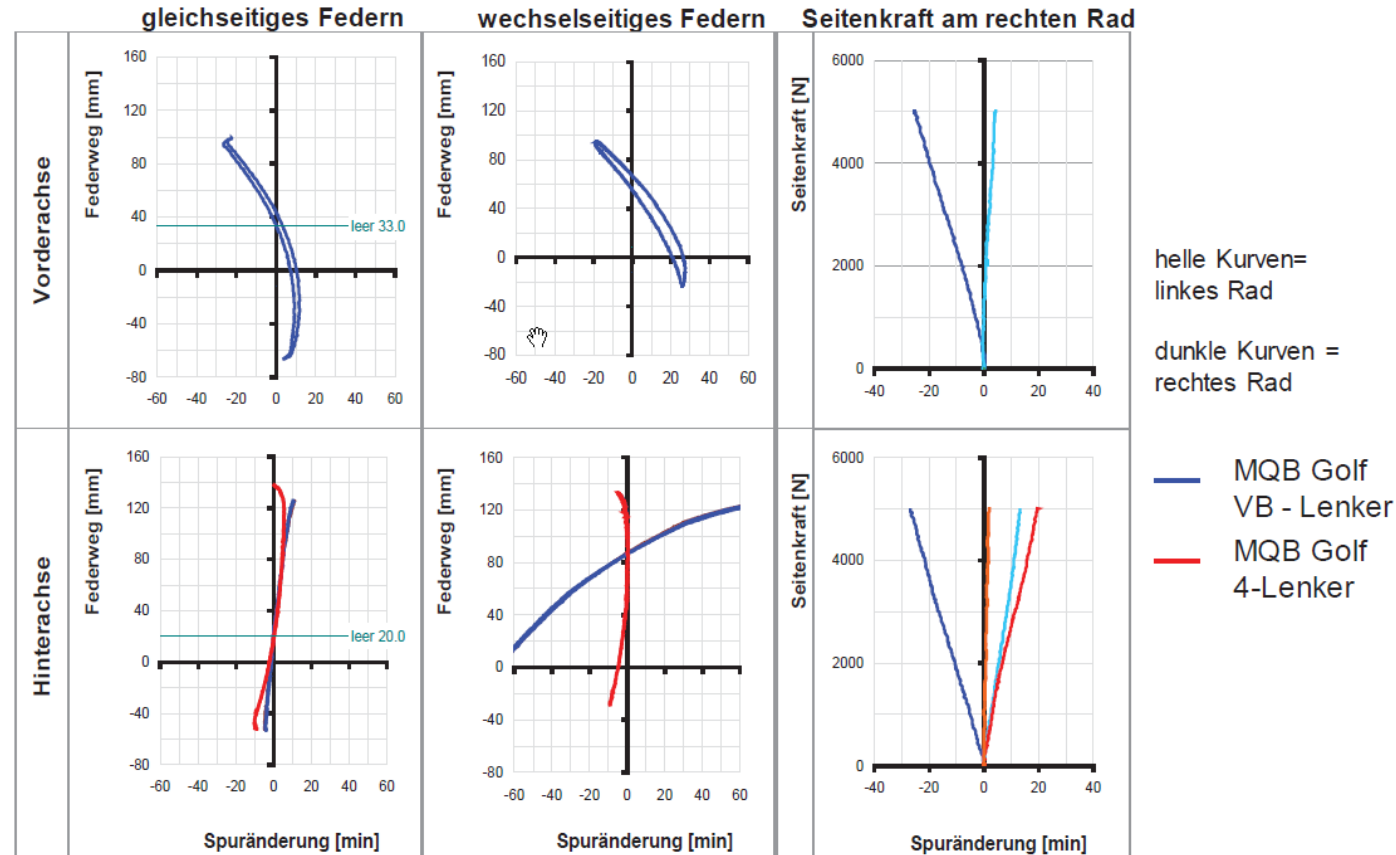
# Der Modulare Querbaukasten (MQB)

## Gesamtfahrzeug– Sturzkurven im Wettbewerb



# Der Modulare Querbaukasten (MQB)

## Gesamtfahrzeug– Achskinematik MQB MLA vs. VLA



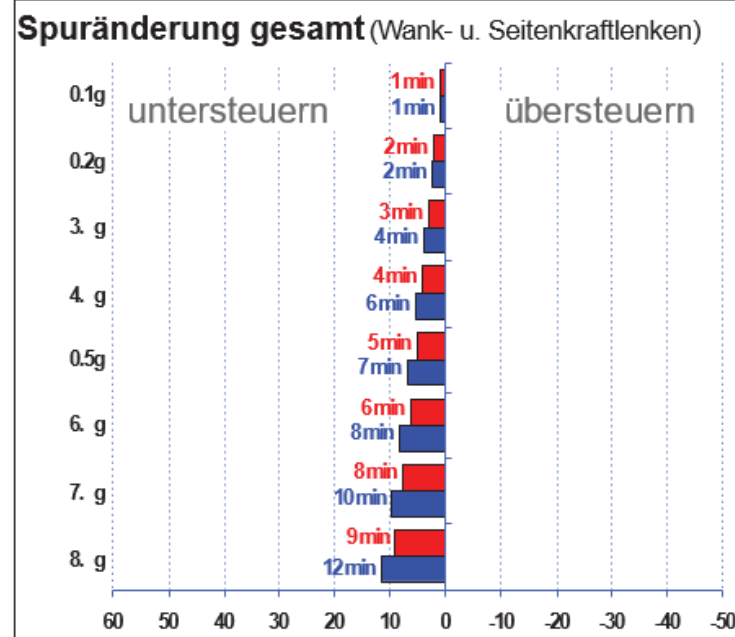
# Der Modulare Querbaukasten (MQB)

## Gesamtfahrzeug– Achskinematik MQB MLA vs. VLA

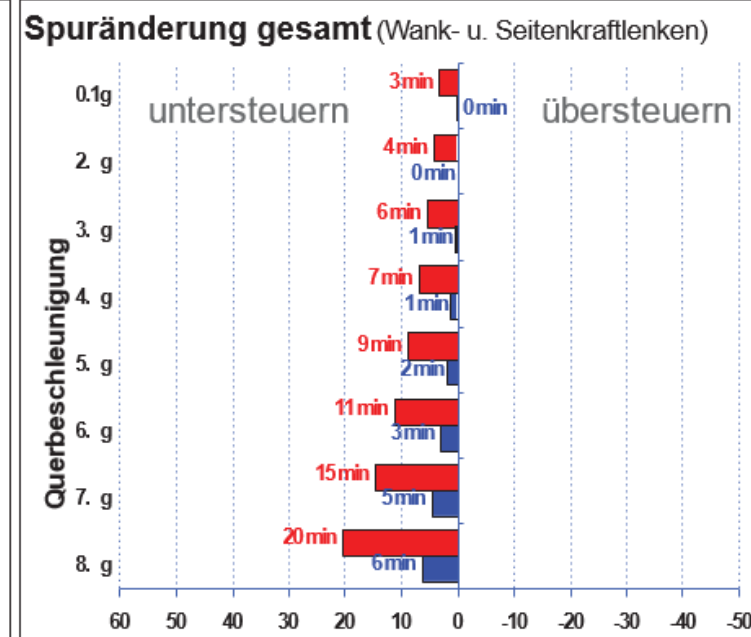
Achskinematiksimulation: Lastfall stat. Kreisfahrt

4L-Achse  
VB-Achse

Fahrzeug leer



Fahrzeug voll

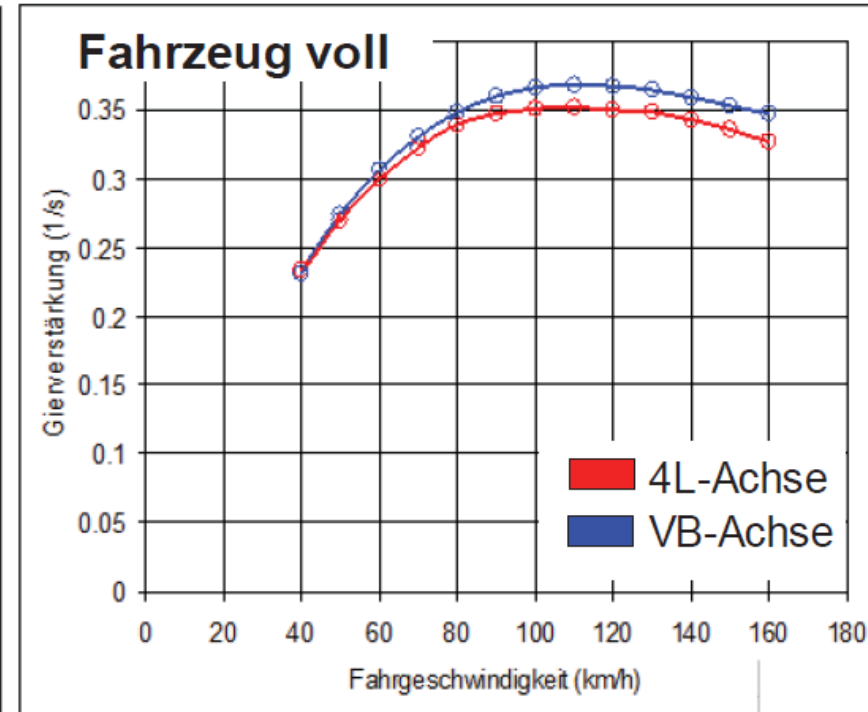
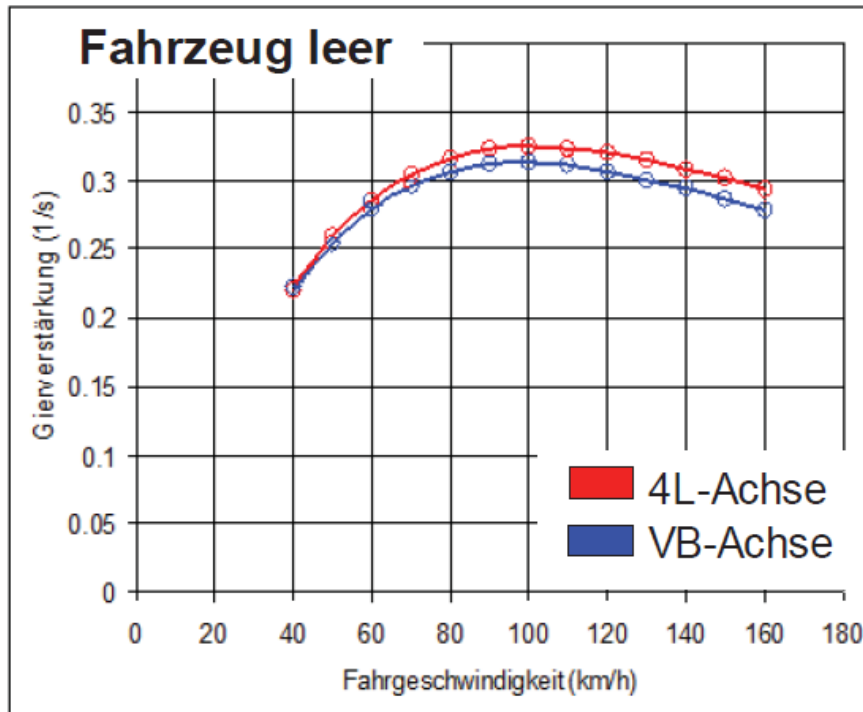


# Der Modulare Querbaukasten (MQB)

## Gesamtfahrzeug – Gierverstärkung MQB MLA vs. VLA

### Gierverstärkung:

Gewichtsverteilung ca. 57% VA und 43% HA (in leer)

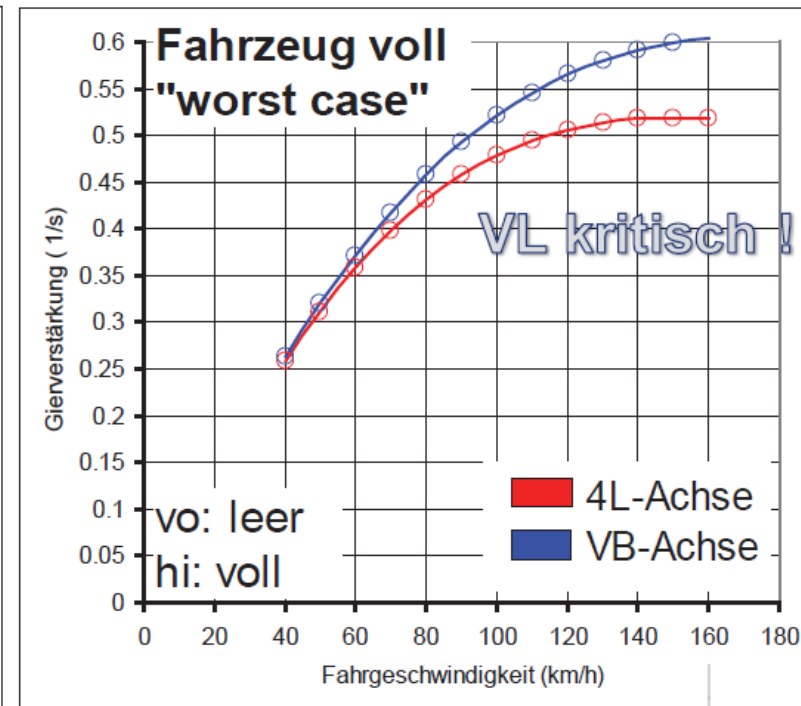
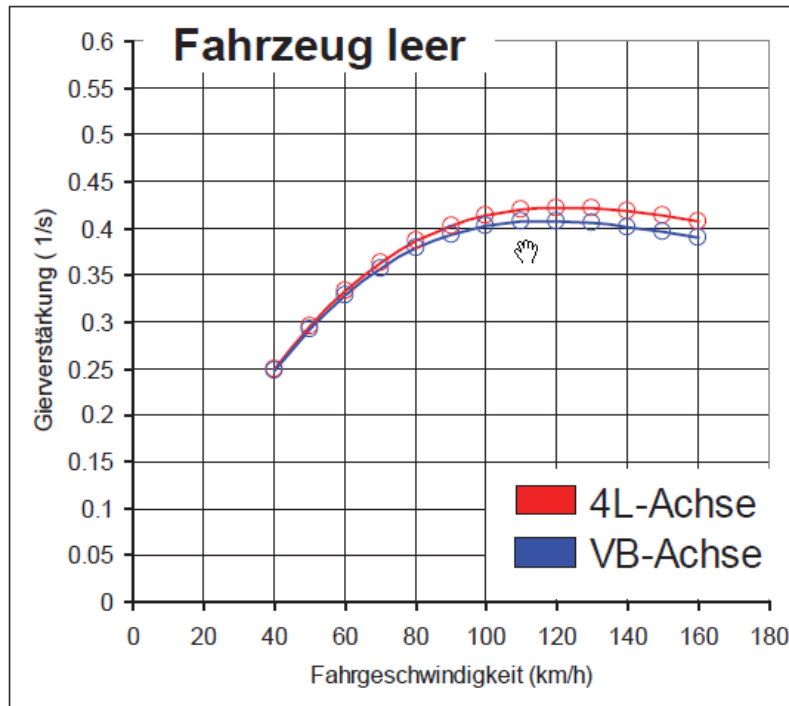


# Der Modulare Querbaukasten (MQB)

## Gesamtfahrzeug – Gierverstärkung MQB MLA vs. VLA

### Gierverstärkung:

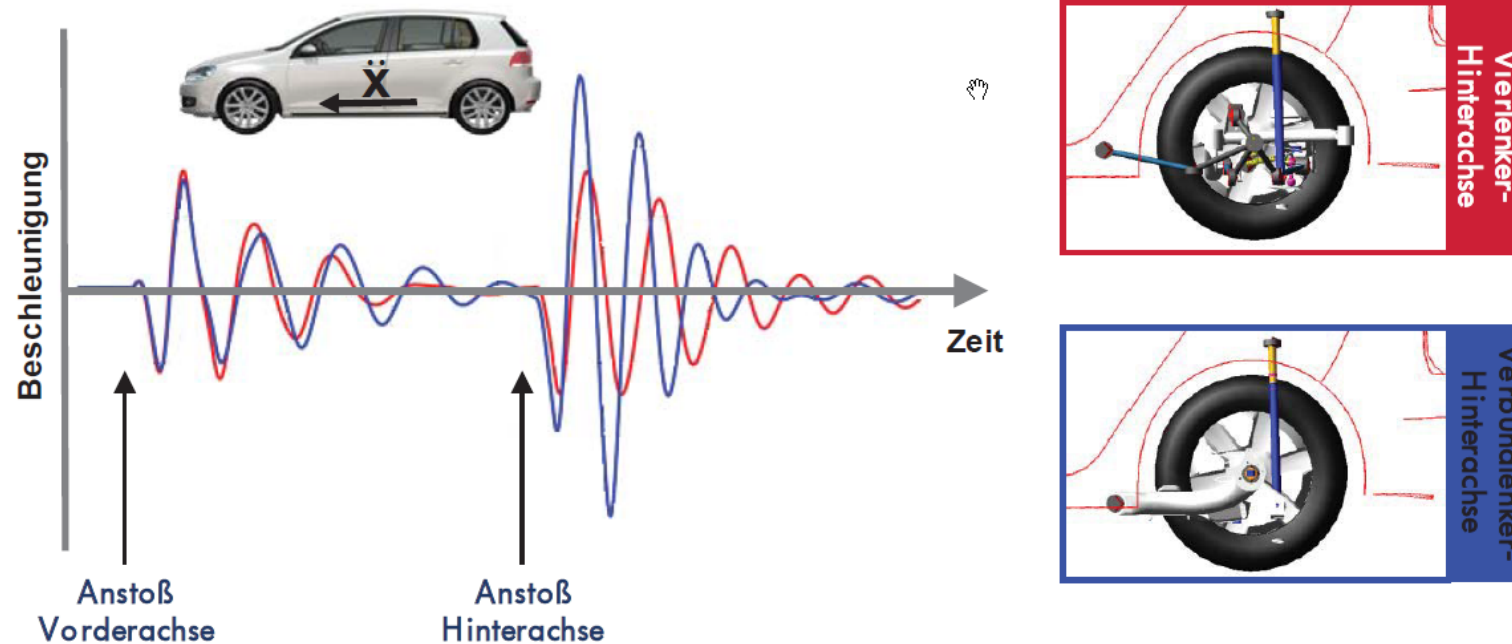
Gewichtsverteilung ca. 52% VA und ca. 48% HA (in leer) z.B. E-Fzg.



# Der Modulare Querbaukasten (MQB)

## Gesamtfahrzeug – Kantenkomfort MQB MLA vs. VLA

Komfort: Überfahrt Schlagleiste



**Die Verbundlenkerachse erreicht prinzipbedingt nicht den Kantenkomfort der Vierlenkerachse.**



**MQB B  $\Sigma$  55 ZSB Achsdämpfer:**

- Passat konv. 31
- Passat DCC 7
- Passat Nivomat 2
- Skoda Superb konv. 10
- Skoda Superb DCC 3
- Skoda Superb Nivomat 2

**MQB A1  $\Sigma$  180 ZSB Achsdämpfer:**

- der Golf hat alleine 40 Kennungen weltweit

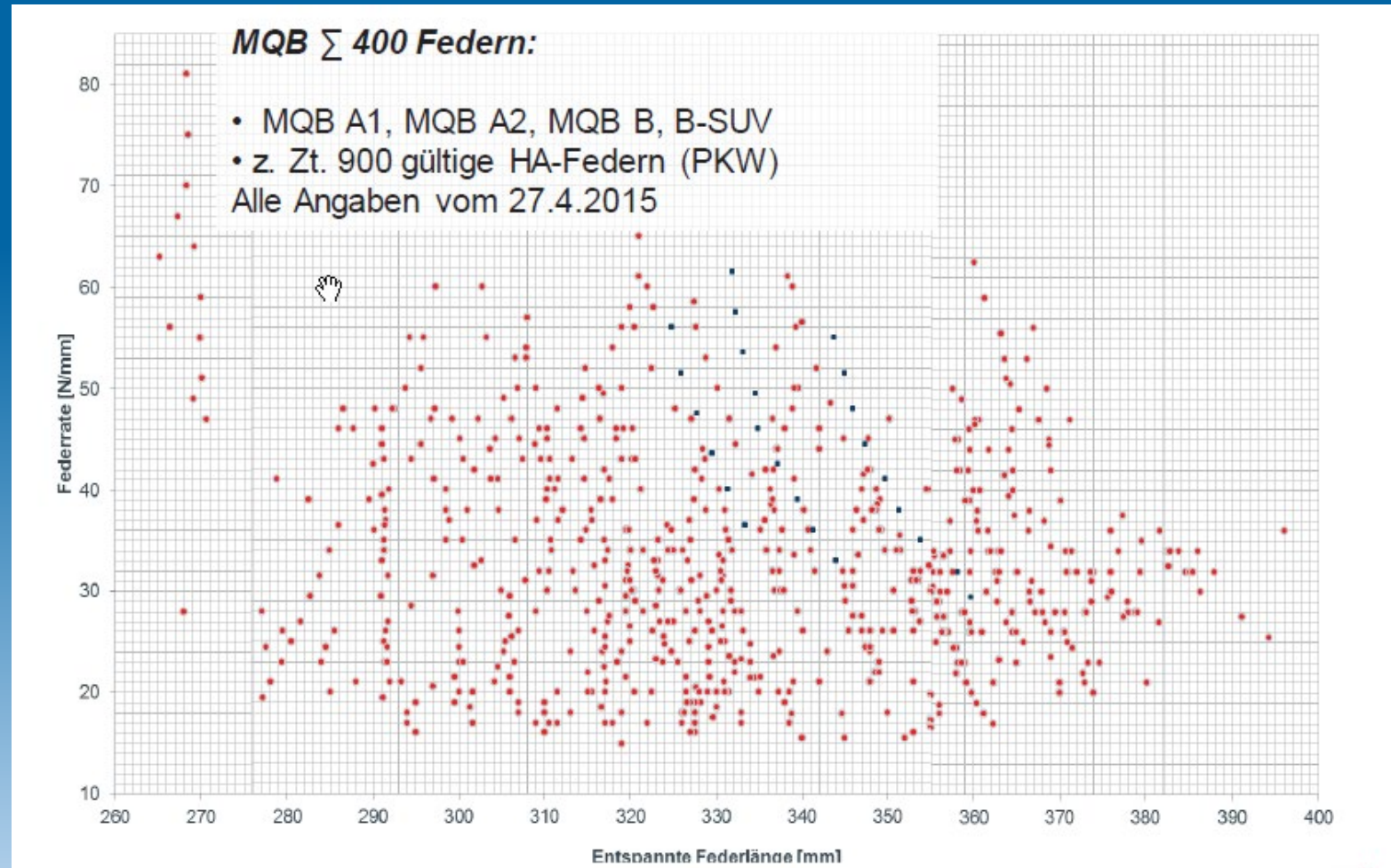
**MQB  $\Sigma$  279 ZSB Achsdämpfer:**

- MQB A1, MQB A2, MQB B, B-SUV
- Grundvolumen A1-SUV

Alle Angaben vom 27.4.2015

# Der Modulare Querbaukasten (MQB)

## Bauteilvielfalt: Varianz Federn

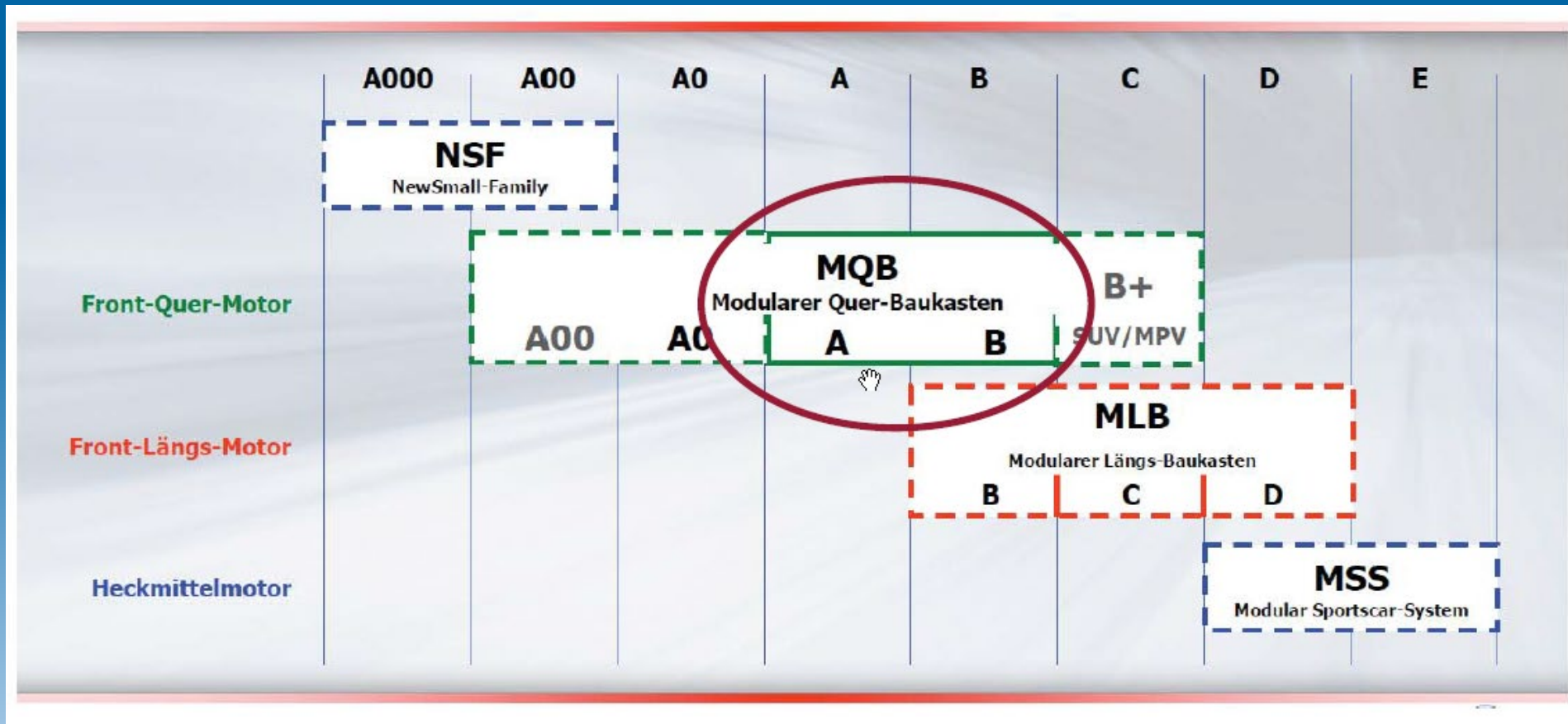


# Agenda 03.12.2021

| Uhrzeit     | TOP                                                        |
|-------------|------------------------------------------------------------|
| 08.00-08.30 | Wiederholung Entwicklungsprozess (für Versäumte am 19.11.) |
| 08.30-09.00 | Start für alle: Essentials aus VlsG. am 19.11.2021         |
| 09.00-10.00 | Beispiele Vertikal-, Längs- und Querdynamik                |
| 10.00-10.30 | Pause                                                      |
| 10.30-11.30 | Einführung in die Baukastenentwicklung                     |
| 11.00-11.50 | Der Modulare Querbaukasten (MQB)                           |
| 11.50-12.00 | Kurzübersicht VA+HA MLB                                    |
| 12.00-13.00 | Mittagspause                                               |
| 13.00-14.00 | Übung 45 Min. Achsauslegung + 15 Minuten Durchsprache      |
| 14.00-15.00 | Der MQB/A0                                                 |
| 14.45-15.00 | Pause                                                      |
| 15.00-16.00 | Der ID.3 im MEB Baukasten                                  |
| 16.00       | Ende                                                       |

# Weitere Baukästen im VW-Konzern

## Baukastenübersicht nach Fahrzeugklassen

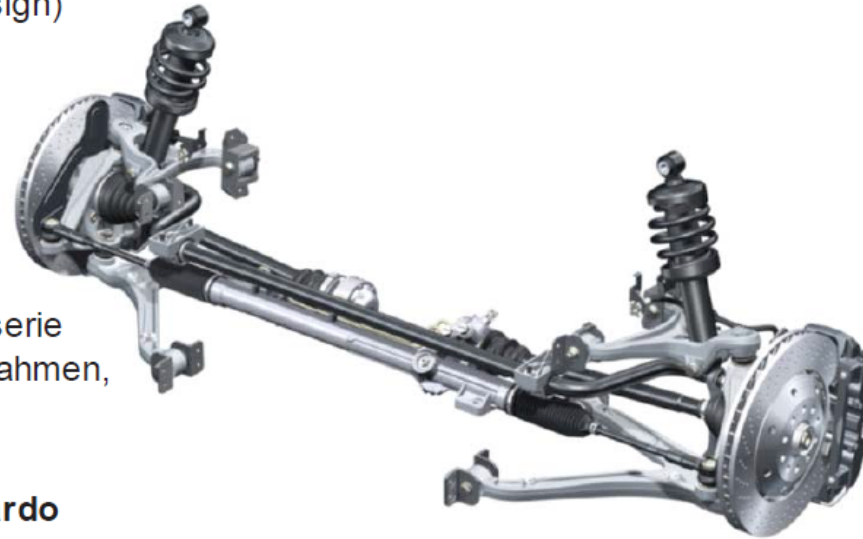




# Doppelquerlenkerachse Audi

## Doppelquerlenker Vorderachse, Variante für Sportwagen

- Anordnung des oberen Querlenkers innerhalb des Rades zur Erzielung einer niedrigen Bauhöhe (Design)
  - höhere Kräfte bedingen steifere Lager
  - Beeinträchtigung des Komforts (wird bei Sportwagen akzeptiert)
- Befestigung der Lenker direkt an der Karosserie einfacher als Lösung mit zusätzlichem Hilfsrahmen, aber mit Nachteilen bei der Montage



**Einsatz im Audi R8 und Lamborghini Gallardo**

# Der Modulare Längsbaukasten (MLB) - Vorderachse

## Eigenlenkverhalten, elastokinematische Spurwinkeländerung

### Beispiel MLB Vorderachse

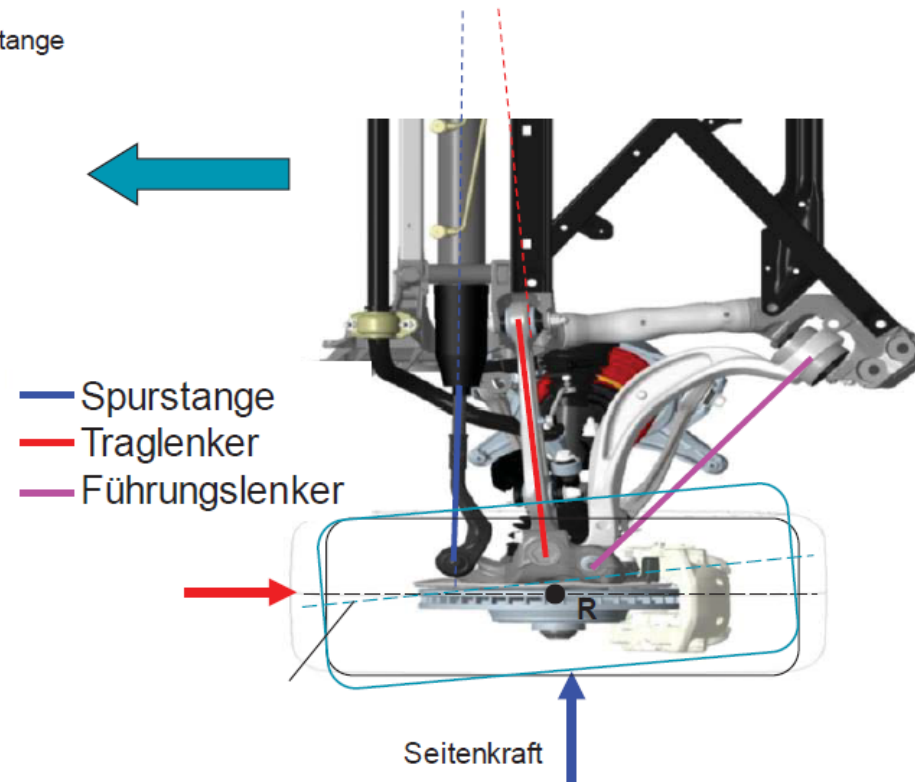
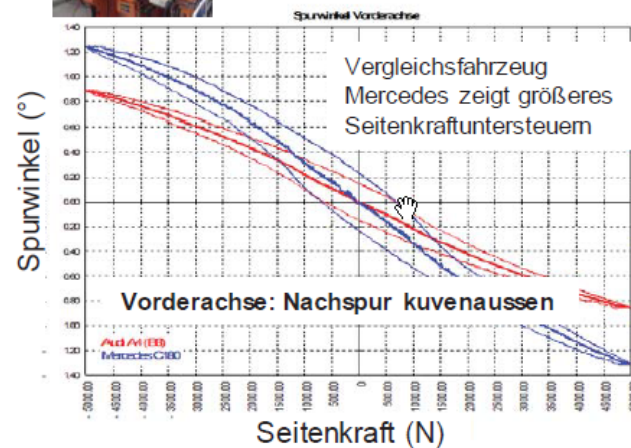
Der Drehpol ist gegeben durch Anordnung von Spurstange und Traglenker.

Der Drehpol liegt fahzeuginnen und vor Radmitte:

→ untersteuerndes Fahrverhalten



Messergebnisse KnC-Prüfstand

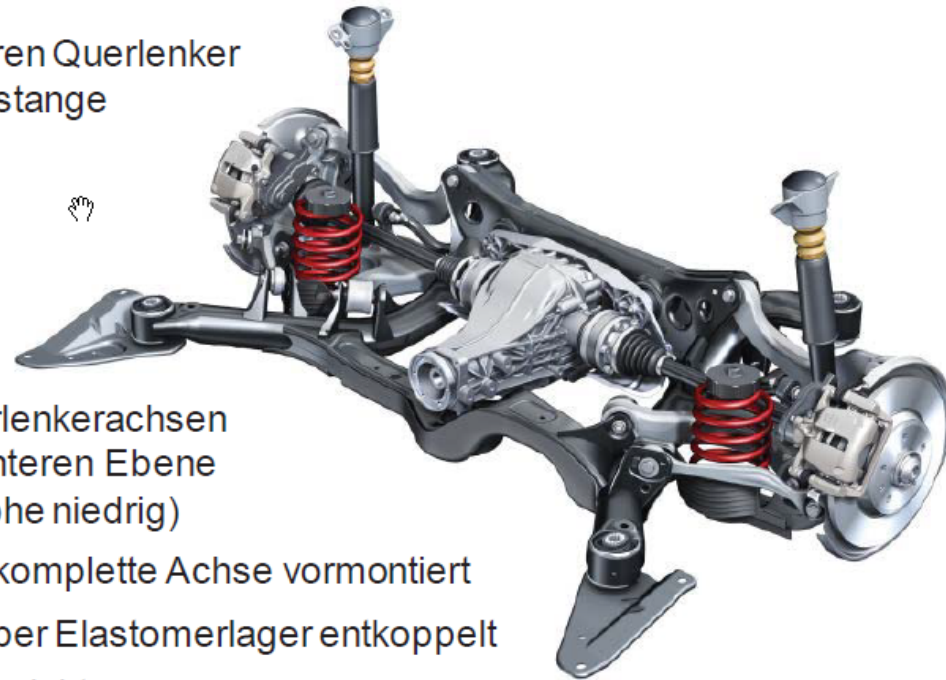




# Der Modulare Längsbaukasten (MLB) - Hinterachse

## Trapezlenkerachse

- Radführung durch Trapezlenker und oberen Querlenker spurstabilisierend durch zusätzliche Spurstange
- Getrennte Feder-Dämpferanordnung, Luftfedertauglich
- Großes Abstimmungspotenzial hinsichtlich Kinematik und Elastokinematik, gutes Komfortpotenzial
- Raumsparendes Konzept unter den Mehrlenkerachsen durch multifunktionales Element in der unteren Ebene (Durchladebreite groß und Ladebodenhöhe niedrig)
- Lagerung der Lenker im Hilfsrahmen → komplette Achse vormontiert
- Hilfsrahmen gegenüber der Karosserie über Elastomerlager entkoppelt
- Gleiche Bauweise bei angetriebenen und nicht angetriebenen Hinterachsen



## Einsatz im modularen Längsbaukasten (MLB)

# Der Modulare Längsbaukasten (MLB) - Hinterachse

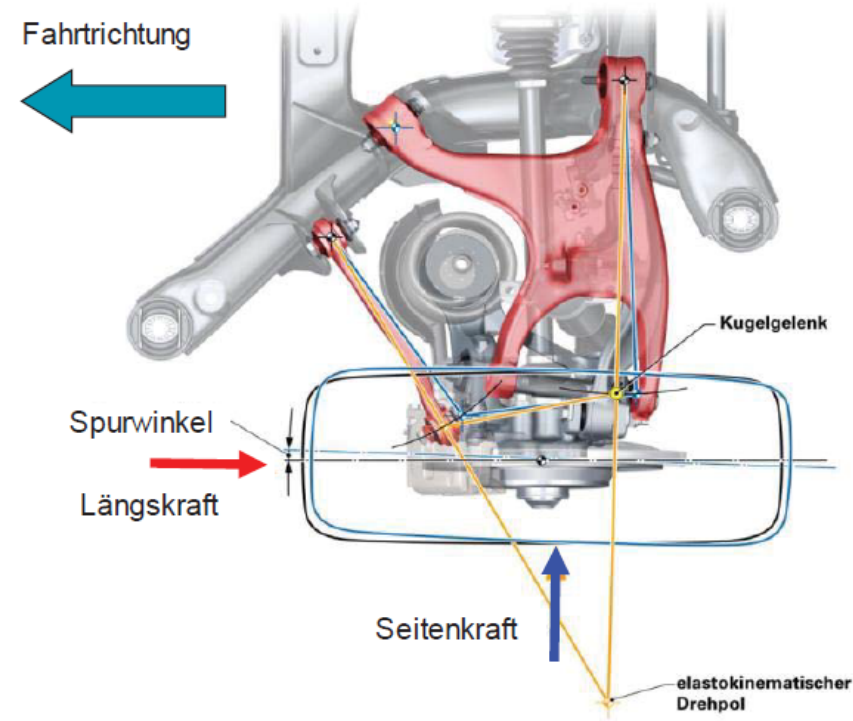
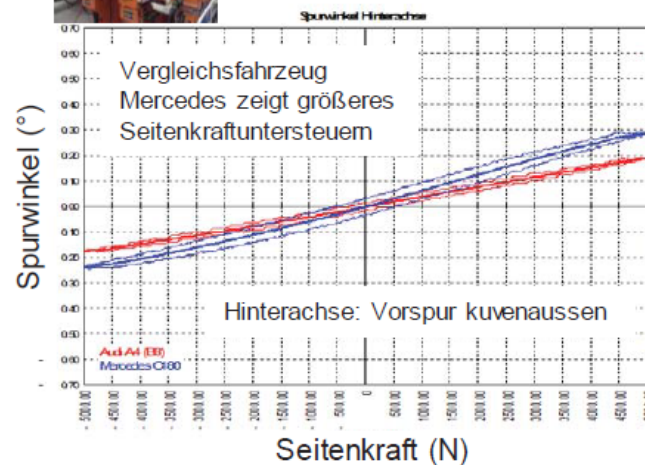
## Eigenlenkverhalten, elastokinematische Spurwinkeländerung

### Beispiel MLB Hinterachse

Die Anordnung der Lenker und die Steifigkeit der Elastomerlager legen die Lage der virtuellen Lenkachse fest, um die das Rad bei angreifenden Längs- und Seitenkräften schwenkt.



Messergebnisse KnC-Prüfstand



# Agenda 03.12.2021

| Uhrzeit     | TOP                                                        |
|-------------|------------------------------------------------------------|
| 08.00-08.30 | Wiederholung Entwicklungsprozess (für Versäumte am 19.11.) |
| 08.30-09.00 | Start für alle: Essentials aus VlsG. am 19.11.2021         |
| 09.00-10.00 | Beispiele Vertikal-, Längs- und Querdynamik                |
| 10.00-10.30 | Pause                                                      |
| 10.30-11.30 | Einführung in die Baukastenentwicklung                     |
| 11.00-11.50 | Der Modulare Querbaukasten (MQB)                           |
| 11.50-12.00 | Kurzübersicht VA+HA MLB                                    |
| 12.00-13.00 | Mittagspause                                               |
| 13.00-14.00 | Übung 45 Min. Achsauslegung + 15 Minuten Durchsprache      |
| 14.00-15.00 | Der MQB/A0                                                 |
| 14.45-15.00 | Pause                                                      |
| 15.00-16.00 | Der ID.3 im MEB Baukasten                                  |
| 16.00       | Ende                                                       |

# Agenda 03.12.2021

| Uhrzeit     | TOP                                                        |
|-------------|------------------------------------------------------------|
| 08.00-08.30 | Wiederholung Entwicklungsprozess (für Versäumte am 19.11.) |
| 08.30-09.00 | Start für alle: Essentials aus VlsG. am 19.11.2021         |
| 09.00-10.00 | Beispiele Vertikal-, Längs- und Querdynamik                |
| 10.00-10.30 | Pause                                                      |
| 10.30-11.30 | Einführung in die Baukastenentwicklung                     |
| 11.00-11.50 | Der Modulare Querbaukasten (MQB)                           |
| 11.50-12.00 | Kurzübersicht VA+HA MLB                                    |
| 12.00-13.00 | Mittagspause                                               |
| 13.00-14.00 | Übung 45 Min. Achsauslegung + 15 Minuten Durchsprache      |
| 14.00-15.00 | Der MQB/A0                                                 |
| 14.45-15.00 | Pause                                                      |
| 15.00-16.00 | Der ID.3 im MEB Baukasten                                  |
| 16.00       | Ende                                                       |



Gruppenübung (45 Min.): Skizzieren Sie die Vorgehensweise für eine querdynamische Fahrzeugauslegung aus achskinematischer Sicht.

# Agenda 03.12.2021

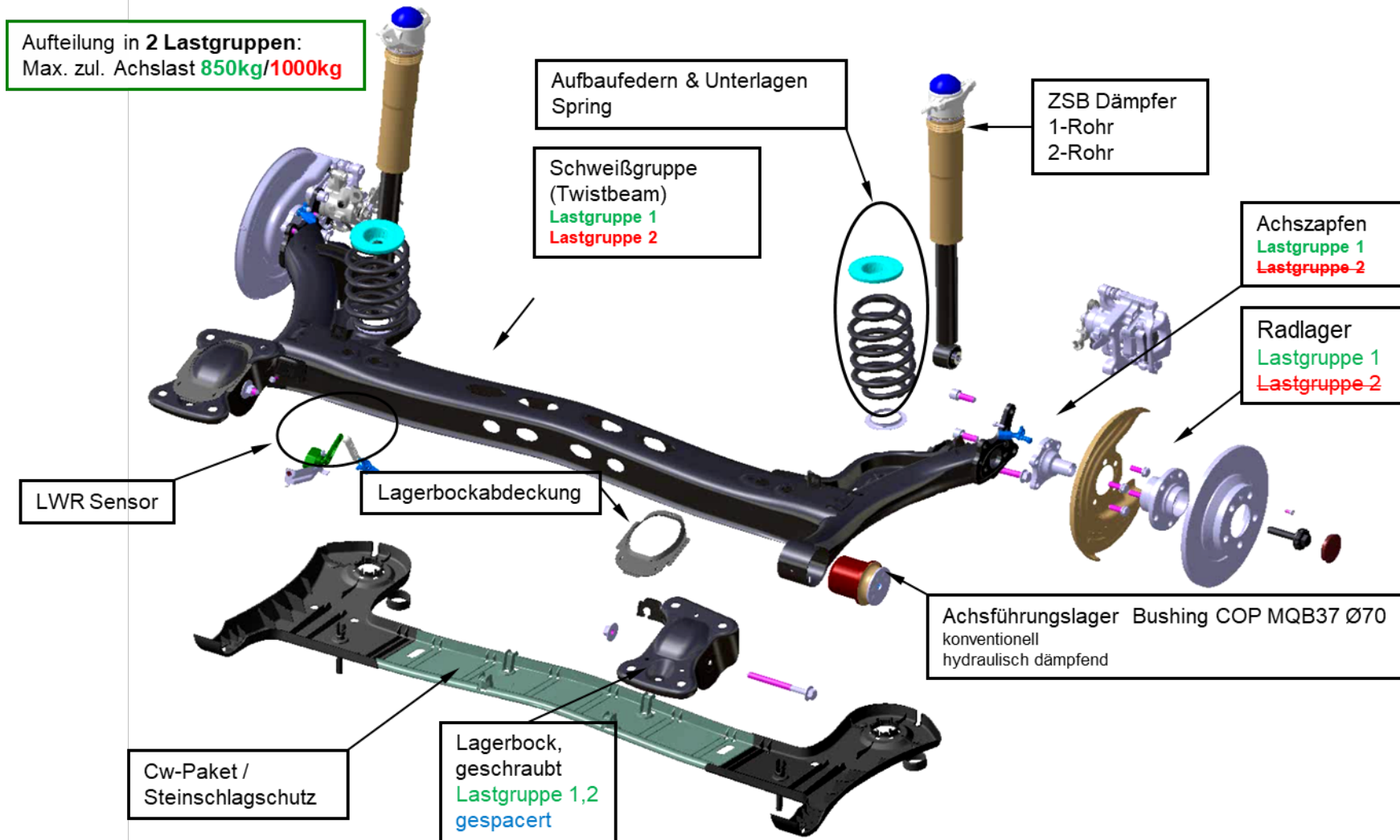
| Uhrzeit     | TOP                                                        |
|-------------|------------------------------------------------------------|
| 08.00-08.30 | Wiederholung Entwicklungsprozess (für Versäumte am 19.11.) |
| 08.30-09.00 | Start für alle: Essentials aus VlsG. am 19.11.2021         |
| 09.00-10.00 | Beispiele Vertikal-, Längs- und Querdynamik                |
| 10.00-10.30 | Pause                                                      |
| 10.30-11.30 | Einführung in die Baukastenentwicklung                     |
| 11.00-11.50 | Der Modulare Querbaukasten (MQB)                           |
| 11.50-12.00 | Kurzübersicht VA+HA MLB                                    |
| 12.00-13.00 | Mittagspause                                               |
| 13.00-14.00 | Übung 45 Min. Achsauslegung + 15 Minuten Durchsprache      |
| 14.00-15.00 | Der MQB/A0                                                 |
| 14.45-15.00 | Pause                                                      |
| 15.00-16.00 | Der ID.3 im MEB Baukasten                                  |
| 16.00       | Ende                                                       |



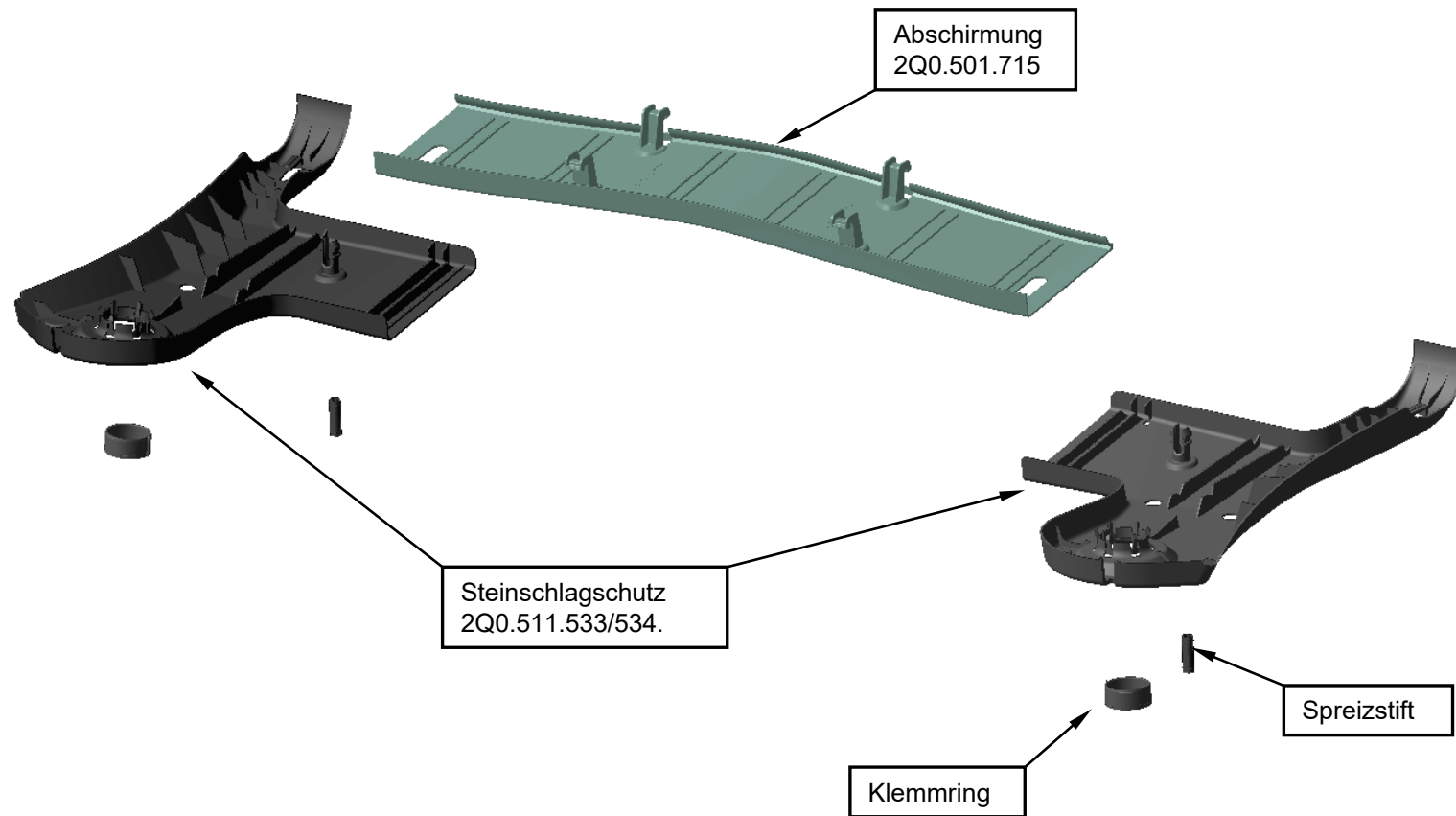
# Übersicht und Historie der Verbundlenkerachsen

| Achse                                 | VW120                                                                             | PQ24 (schmal)                                                                     | PQ24mod (breit)                                                                                | PQ34, A-Entry, Polo G                                                                                                           | PQ34 (breit)                                                                        | Saveiro (alt)                                                                         | MQB 27                                                                              | MQB 37                                                                                                                                     | Saveiro NF                                                                          |
|---------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| Darstellung                           |  |  |              |                                              |  |    |  |                                                         |  |
| Zul. HA-Last [kg]                     | 700                                                                               | 840                                                                               | 800 / 840                                                                                      | 1000                                                                                                                            | 950                                                                                 | 900                                                                                   | 850 / 1000                                                                          | 1050                                                                                                                                       | 1150                                                                                |
| Plattenspur [mm]                      | 1484                                                                              | 1481,4                                                                            | 1511,4                                                                                         | 1553,7                                                                                                                          | 1583,7                                                                              | 1553,7                                                                                | 1571                                                                                | 1595                                                                                                                                       | 1649                                                                                |
| Max. Reifen-Ø [mm]                    | 600                                                                               | 600                                                                               | 612                                                                                            | 645 (PQ34)<br>612 (Polo G, A-Ent)                                                                                               | 645                                                                                 | 612-630                                                                               | 630 / 645 / 665                                                                     | 645                                                                                                                                        | 665                                                                                 |
| U1-Lager Ø/Breite                     | 56/64                                                                             | 69/90                                                                             | 69/90                                                                                          | 69/90                                                                                                                           | 69/90                                                                               | 69/90                                                                                 | 70/94                                                                               | 70/94                                                                                                                                      | 70/90                                                                               |
| Schwinglänge [mm]                     | 402                                                                               | 402                                                                               | 402                                                                                            | 420                                                                                                                             | 420                                                                                 | 420                                                                                   | 440                                                                                 | 458                                                                                                                                        | 458                                                                                 |
| Bockspur [mm]<br>(zwischen U1 Lagern) | 1100                                                                              | 1100                                                                              | 1100                                                                                           | 1099                                                                                                                            | 1099                                                                                | 1099                                                                                  | 1178                                                                                | 1192                                                                                                                                       | 1180                                                                                |
| Bemerkung                             | Ø612 für Hochstand LAM                                                            | Mit Torsionsrohr oder V-Profil                                                    | Mit verstärktem Achslenker 840kg zul. HA-Last zu KW45/13 in EU. Mit Torsionsrohr oder V-Profil | Im Polo G durch Anbauteile nur 900kg zul. Achslast. HA-Last Polo G und A-Entry durch Federwege und Bodenfreiheit eingeschränkt. | Achslenker zur Spurverbreiterung nach außen gekröpft                                | Zul. HA-Last von 900kg unter NFZ-Bedingungen. Modifikation der PQ34-HA, progr. Federn | A0 SUV bis max. 990kg (SGR LG2 mit Achszapfen u. Radlager LG1)                      | Reduzierung der HA-Last auf 980kg durch Plattenspur 1+                                                                                     | Entwicklung unter Nutzfahrzeug-Bedingungen                                          |
| Nutzer                                | Up!, Up! GII<br>Up! CNG<br>E-Up!<br>(max. 770kg)<br>Citigo (Skoda)<br>Mii (Seat)  | Polo<br>Fabia (SK25x)<br>Ibiza<br>Fox<br>Suran                                    | Polo<br>Fabia (SK26x)<br>Ibiza<br>Audi A1                                                      | Roomster,<br>Vento Indien,<br>A-Entry,<br>Lavida CS, Jetta Mex.,<br>Bras., Golf Bras.                                           | New Bora CN                                                                         | Saveiro                                                                               | Versorgung der Fahrzeuge mit 2 Lastgruppen                                          | VW370, 372, 379<br>SE370, 373, 374<br>SK371, 372<br>AU370, 371, 373<br><br>MQB A 1 SUV:<br>Plattenspur 1615,<br>980kg HA-Last, ReifenØ 675 | Saveiro NF                                                                          |

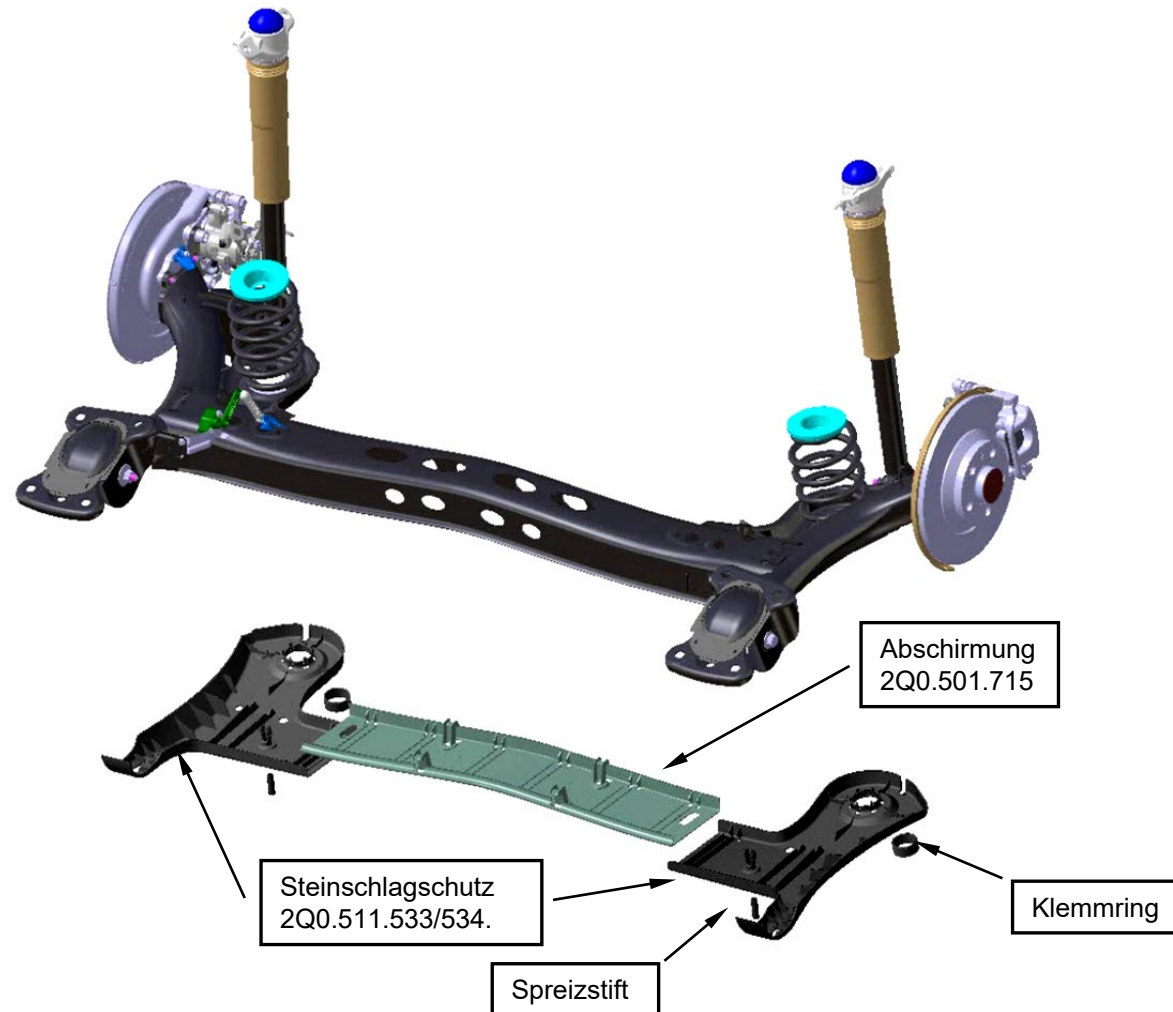
# Der MQB/A0



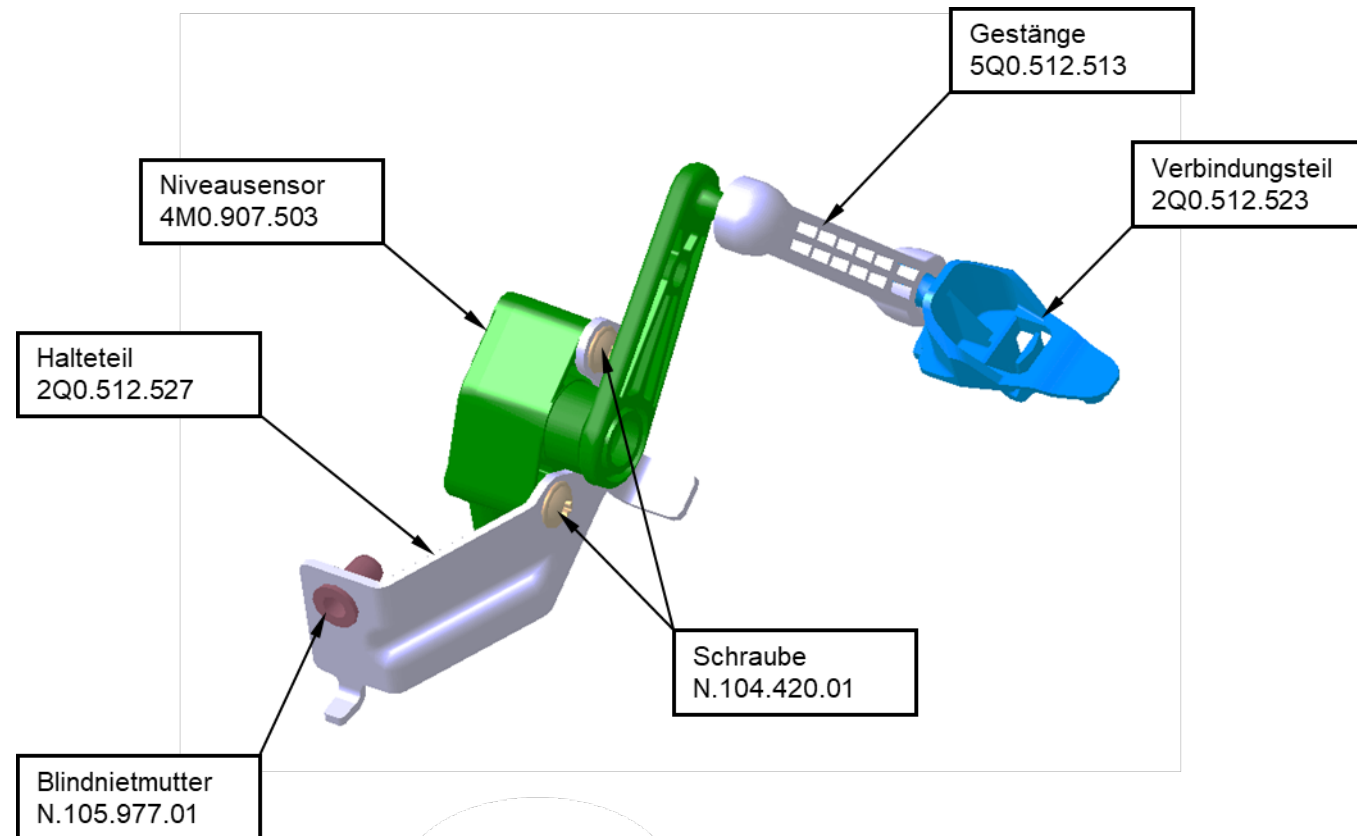
# Steinschlagschutz



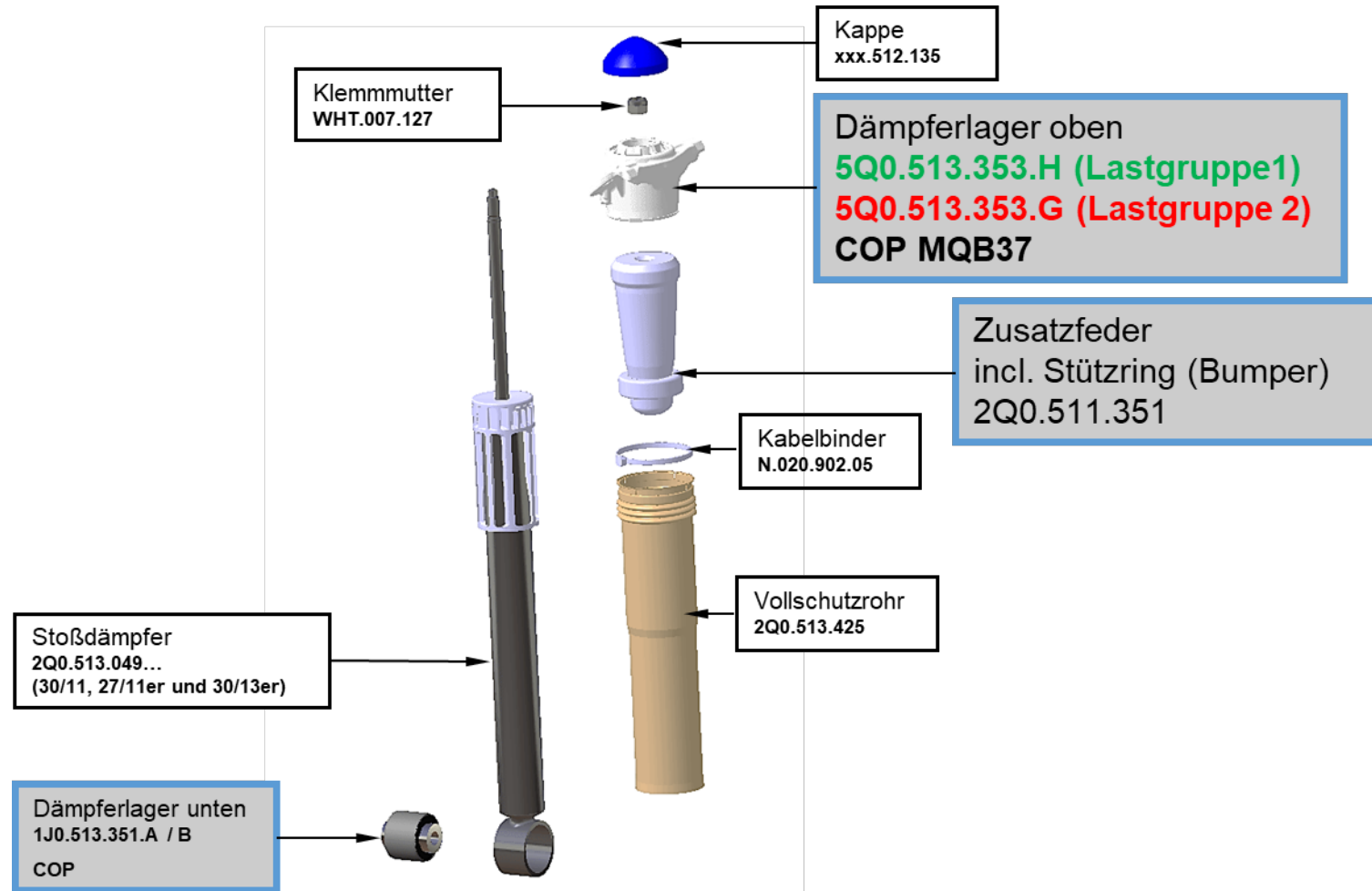
# Steinschlagschutz



# LWR Sensor

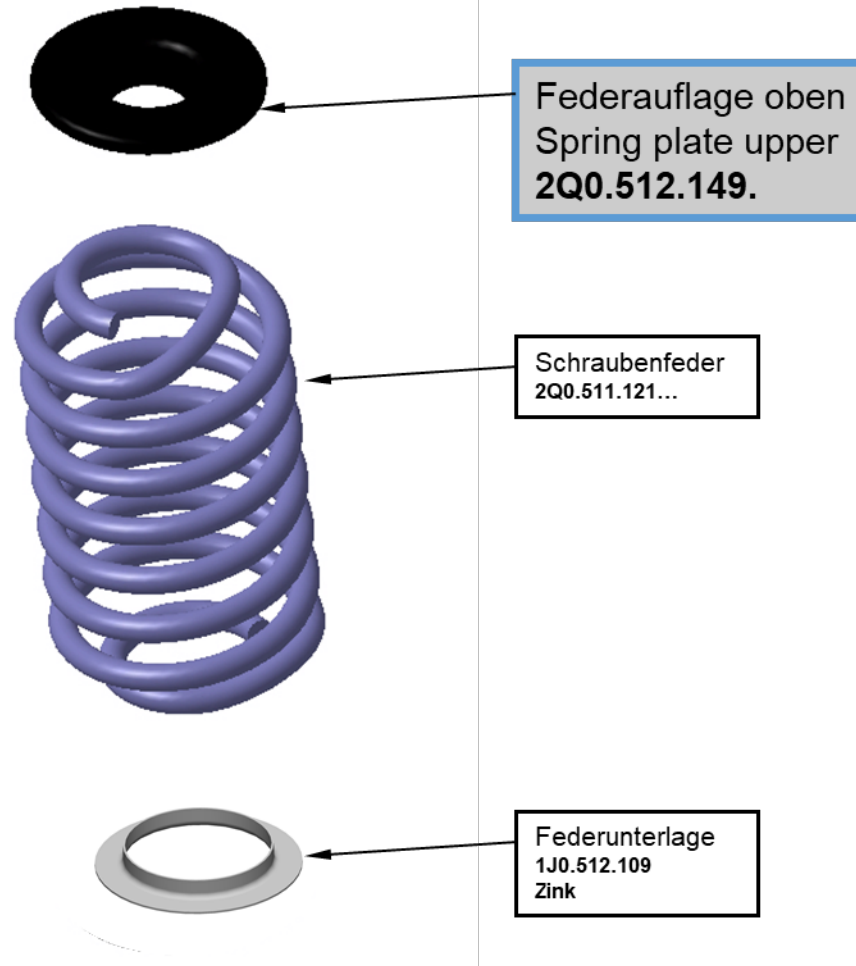


# Dämpfer





# Feder



# Baukastenübersicht MQB/A0

## Bauteilvielfalt Verbundlenkerachse

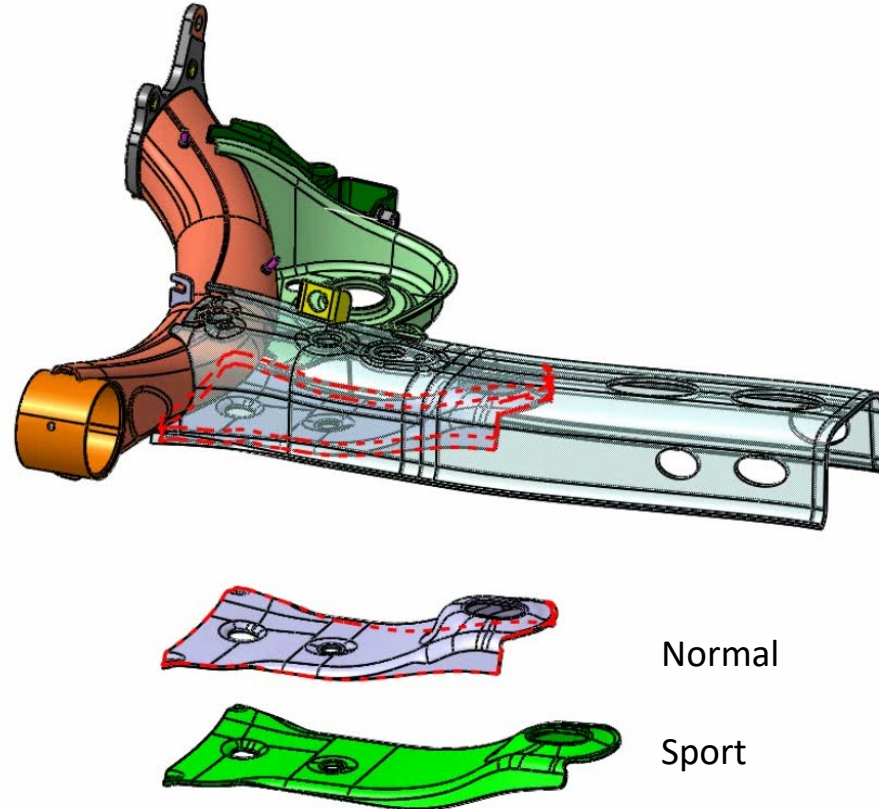
|                            | LG1                                                                                |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     | LG2                                                                                 |                                                                                     |                                                                                      |                                                                                      |
|----------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| Schweißgruppe              |   |   |  |  |  |  |   |   |
| Stabrate                   | 12                                                                                 | 12                                                                                  | 15                                                                                  | 19<br><small>Neues Einlegeblech,<br/>Querprofil aus LG2</small>                     | 15                                                                                  | 12                                                                                  | 15                                                                                   | 15                                                                                   |
| Rad-Ø                      |                                                                                    |                                                                                     | 630 – 645                                                                           |                                                                                     |                                                                                     | 630 – 645                                                                           |                                                                                      | 665                                                                                  |
| ET                         |                                                                                    |                                                                                     | 38-51                                                                               |                                                                                     |                                                                                     | 35-40                                                                               |                                                                                      | 35-40                                                                                |
| Achszapfen                 |                                                                                    |                                                                                     |  |                                                                                     |  |  |   |   |
| Radlager                   |                                                                                    |                                                                                     |  |                                                                                     |  |  |   |   |
| Lagerbock normal           |                                                                                    |                                                                                     |  |                                                                                     |  |                                                                                     | /                                                                                    | /                                                                                    |
| Lagerbock <u>gespacert</u> |  |  | /                                                                                   | /                                                                                   | /                                                                                   | /                                                                                   |  |  |
| Zul. Achslast              |                                                                                    |                                                                                     | 850                                                                                 |                                                                                     | 900                                                                                 | 1000                                                                                | 900                                                                                  | 1000                                                                                 |
| (Nutzer)                   |                                                                                    |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     | (CNG)<br><small>(Kombination<br/>möglich, kein<br/>Projektstand)</small>            | (SK370/3)                                                                           |                                                                                      | (SK370/4)                                                                            |

kein Projektstand / nicht entwickelt

mit dieser Achslast noch nicht erprobt

# Stabirate - Einlegeblech

## Modifikation des Einlegebleches



# Agenda 03.12.2021

| Uhrzeit     | TOP                                                        |
|-------------|------------------------------------------------------------|
| 08.00-08.30 | Wiederholung Entwicklungsprozess (für Versäumte am 19.11.) |
| 08.30-09.00 | Start für alle: Essentials aus VlsG. am 19.11.2021         |
| 09.00-10.00 | Beispiele Vertikal-, Längs- und Querdynamik                |
| 10.00-10.30 | Pause                                                      |
| 10.30-11.30 | Einführung in die Baukastenentwicklung                     |
| 11.00-11.50 | Der Modulare Querbaukasten (MQB)                           |
| 11.50-12.00 | Kurzübersicht VA+HA MLB                                    |
| 12.00-13.00 | Mittagspause                                               |
| 13.00-14.00 | Übung 45 Min. Achsauslegung + 15 Minuten Durchsprache      |
| 14.00-15.00 | Der MQB/A0                                                 |
| 14.45-15.00 | Pause                                                      |
| 15.00-16.00 | Der ID.3 im MEB Baukasten                                  |
| 16.00       | Ende                                                       |

# Agenda 03.12.2021

| Uhrzeit     | TOP                                                        |
|-------------|------------------------------------------------------------|
| 08.00-08.30 | Wiederholung Entwicklungsprozess (für Versäumte am 19.11.) |
| 08.30-09.00 | Start für alle: Essentials aus VlsG. am 19.11.2021         |
| 09.00-10.00 | Beispiele Vertikal-, Längs- und Querdynamik                |
| 10.00-10.30 | Pause                                                      |
| 10.30-11.30 | Einführung in die Baukastenentwicklung                     |
| 11.00-11.50 | Der Modulare Querbaukasten (MQB)                           |
| 11.50-12.00 | Kurzübersicht VA+HA MLB                                    |
| 12.00-13.00 | Mittagspause                                               |
| 13.00-14.00 | Übung 45 Min. Achsauslegung + 15 Minuten Durchsprache      |
| 14.00-15.00 | Der MQB/A0                                                 |
| 14.45-15.00 | Pause                                                      |
| 15.00-16.00 | Der ID.3 im MEB Baukasten                                  |
| 16.00       | Ende                                                       |

# Der ID.3 im MEB Baukasten

**ATZ** live

FACHKONFERENZEN FÜR FAHRZEUG- UND MOTORENINGENIEURE

www.ATZlive.de

**chassis.tech plus 2020**

4 Kongresse in einer Veranstaltung

23. – 24. Juni 2020  
München

**chassis.tech**  
plus

chassis.tech  
steering.tech  
brake.tech  
tire.wheel.tech



**KEYNOTE**

12:00

(V.l.n.r.)

**Dr. Thomas Kersten**

Leiter Entwicklung Hinterachse,  
Volkswagen AG

**Dr. Andreas Saathoff**

Leiter Entwicklung Vorderachse,  
Volkswagen AG

**Das Fahrwerk des neuen Volkswagen ID.3 im MEB-Baukasten –  
Vorderachse, Hinterachse**





# Das Fahrwerk des neuen Volkswagen ID.3 im MEB Baukasten

Vorderachse,  
Hinterachse

**Dr. Andreas Saathoff**  
**Dr. Thomas Kersten**  
Volkswagen AG



# Agenda

- 1) Die neue MEB Plattform des VW ID.3
- 2) Achsen: Konzept, Randbedingungen, Rechnerische Auslegung
- 3) Die neue MEB McPherson Vorderachse
- 4) Die neue Fünflenkerhinterachse
- 5) Achserprobung und Simulation des MEB
- 6) Zusammenfassung



# Agenda

- 1) Die neue MEB Plattform des VW ID.3
- 2) Achsen: Konzept, Randbedingungen, Rechnerische Auslegung
- 3) Die neue MEB McPherson Vorderachse
- 4) Die neue Fünflenkerhinterachse
- 5) Achserprobung und Simulation des MEB
- 6) Zusammenfassung



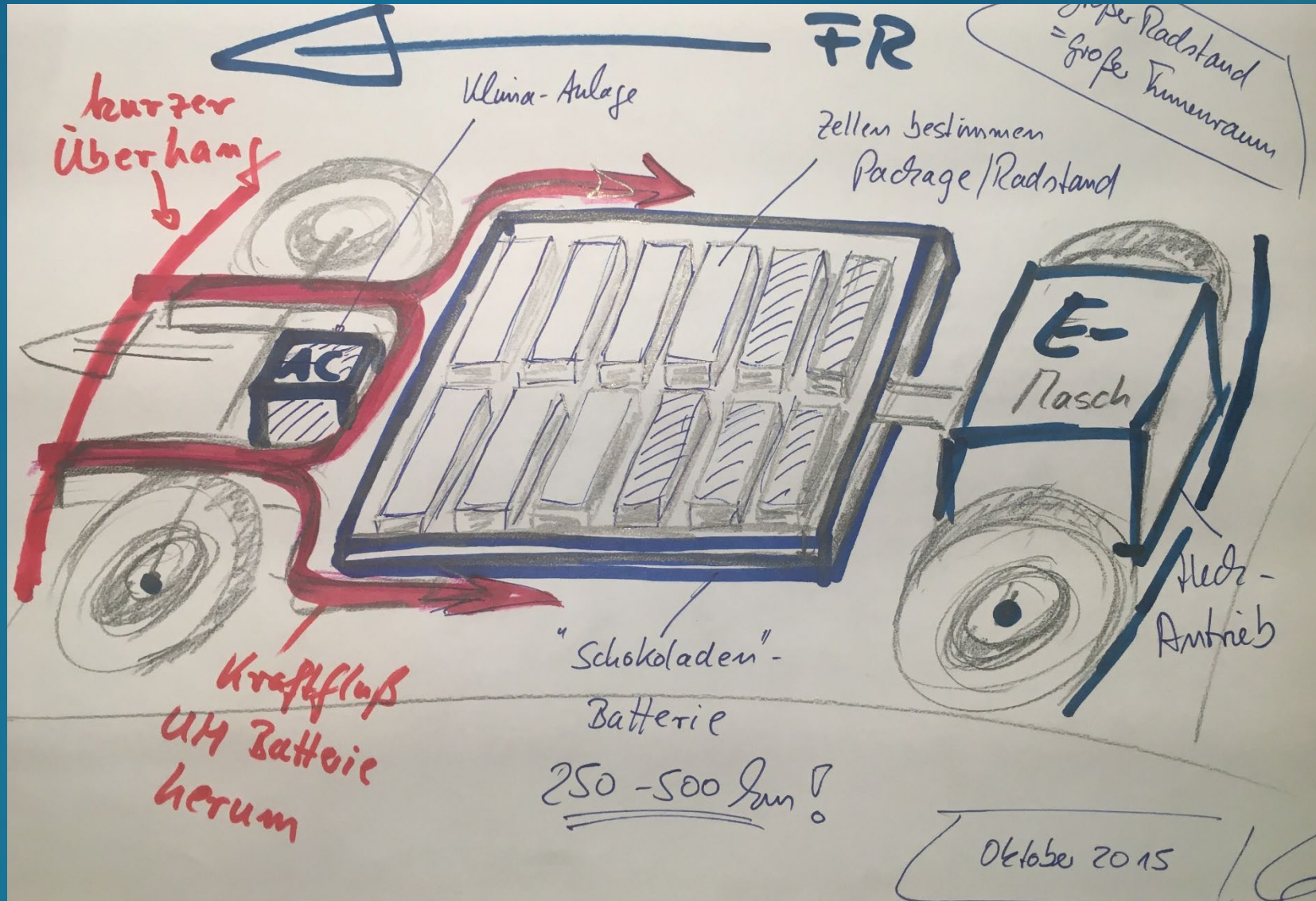
# Der MEB – Intro Video





# Modularer E-Antriebs-Baukasten (MEB)

Der Beginn





# Modularer E-Antriebs-Baukasten (MEB)

## Das Konzept

### Ideale Gewichtsverteilung | Skalierbare Plattform | Langer Radstand | Ideale Gewichtsverteilung

Die MEB-Plattform ist modular und ermöglicht die Herstellung von Elektrofahrzeugen mit verschiedenen Antriebskonfigurationen (Vorderradantrieb, Heckantrieb, Allradantrieb) und Reichweiten (bis zu 600 km). Die Plattform ist für die Herstellung von Elektrofahrzeugen mit verschiedenen Antriebskonfigurationen (Vorderradantrieb, Heckantrieb, Allradantrieb) und Reichweiten (bis zu 600 km) geeignet.



Vollelektrisch | Höchste Flexibilität | Skalierbare Plattform | Langer Radstand | Ideale Gewichtsverteilung  
Vollelektrisch | Höchste Flexibilität | Skalierbare Plattform | Langer Radstand | Ideale Gewichtsverteilung

# Design und Package

Von außen ein Golf.

**Von innen wie ein Passat.**



Kurze Überhänge

**Δ Gesamtlänge + 230mm**  
im Vergleich zum Golf 8

Kurze Überhänge

# Fahrwerk

## McPherson Vorderachse

Kleiner Wendekreis

Vollintegrierte dritte Lastebene für Frontcrash

Elektromechanisches Lenkgetriebe

Vorhalt für optionales Aggregat (Allradbetrieb)





# Fahrwerk

## 5-Lenker-Hinterachse

Hydro-geformter Hilfsrahmen zur Aufnahme des Heckantriebs

Elastisch entkoppelte Hinterachse

Bauraumoptimiert für großes Batteriegehäuse

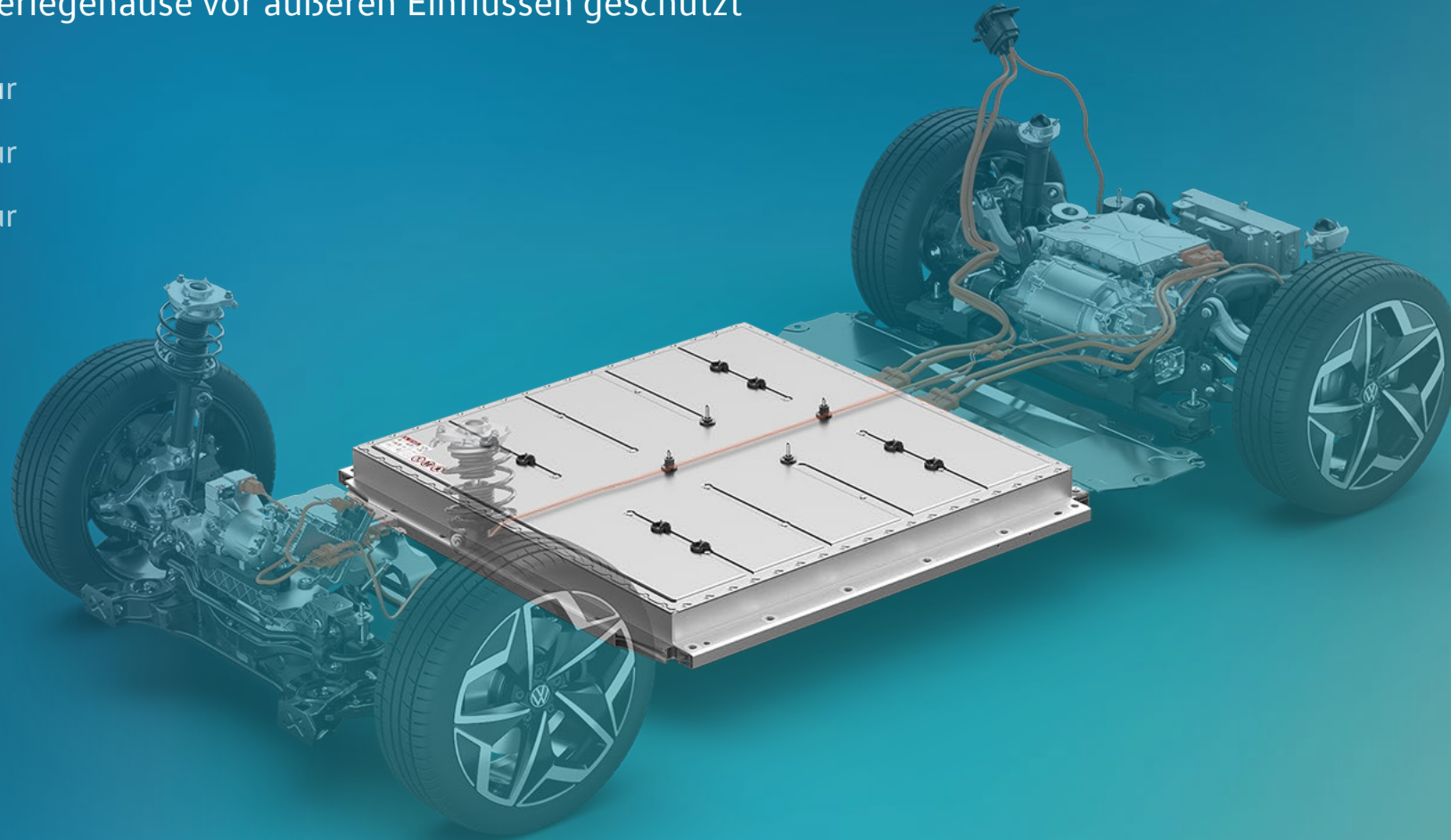


# Batterie

## **Energy Performance System**

Das Konzept der Mehrfach- und Mehrschicht-Batterien wird durch die Batterie als oblonge, graue, V-förmige Zelle dargestellt, die einen Zellhersteller-Sicherheits-Batteriegehäuse vor äußeren Einflüssen geschützt

- ~~Zellsystem~~ As-Syktor
- ~~Zell~~ ~~System~~ Architektur
- Einfache Architektur



# Skalierbare Reichweite

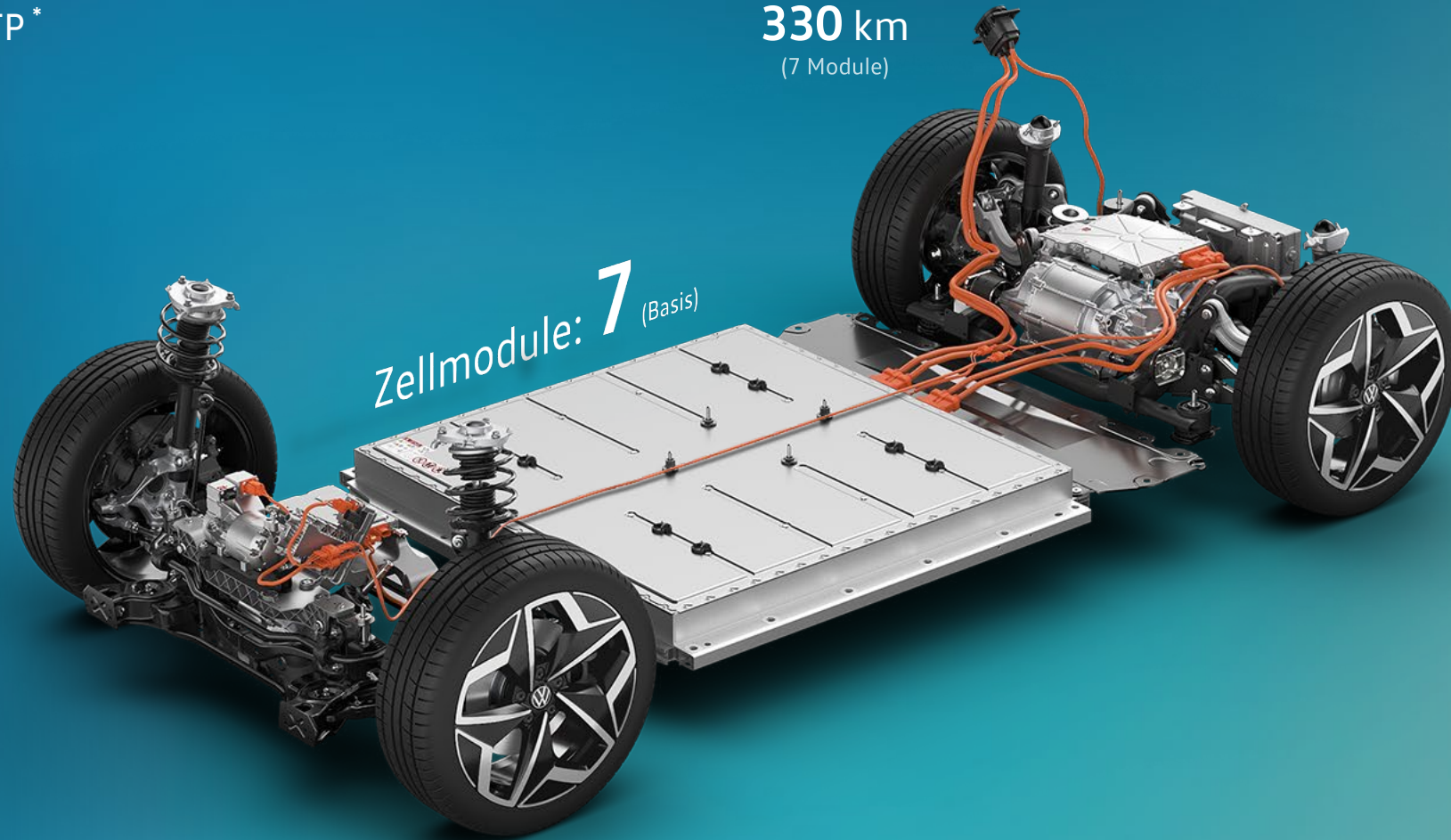
Potsdam



Reichweite nach WLTP \*

Bayreuth

330 km  
(7 Module)





# Skalierbare Reichweite

Potsdam

Bayreuth

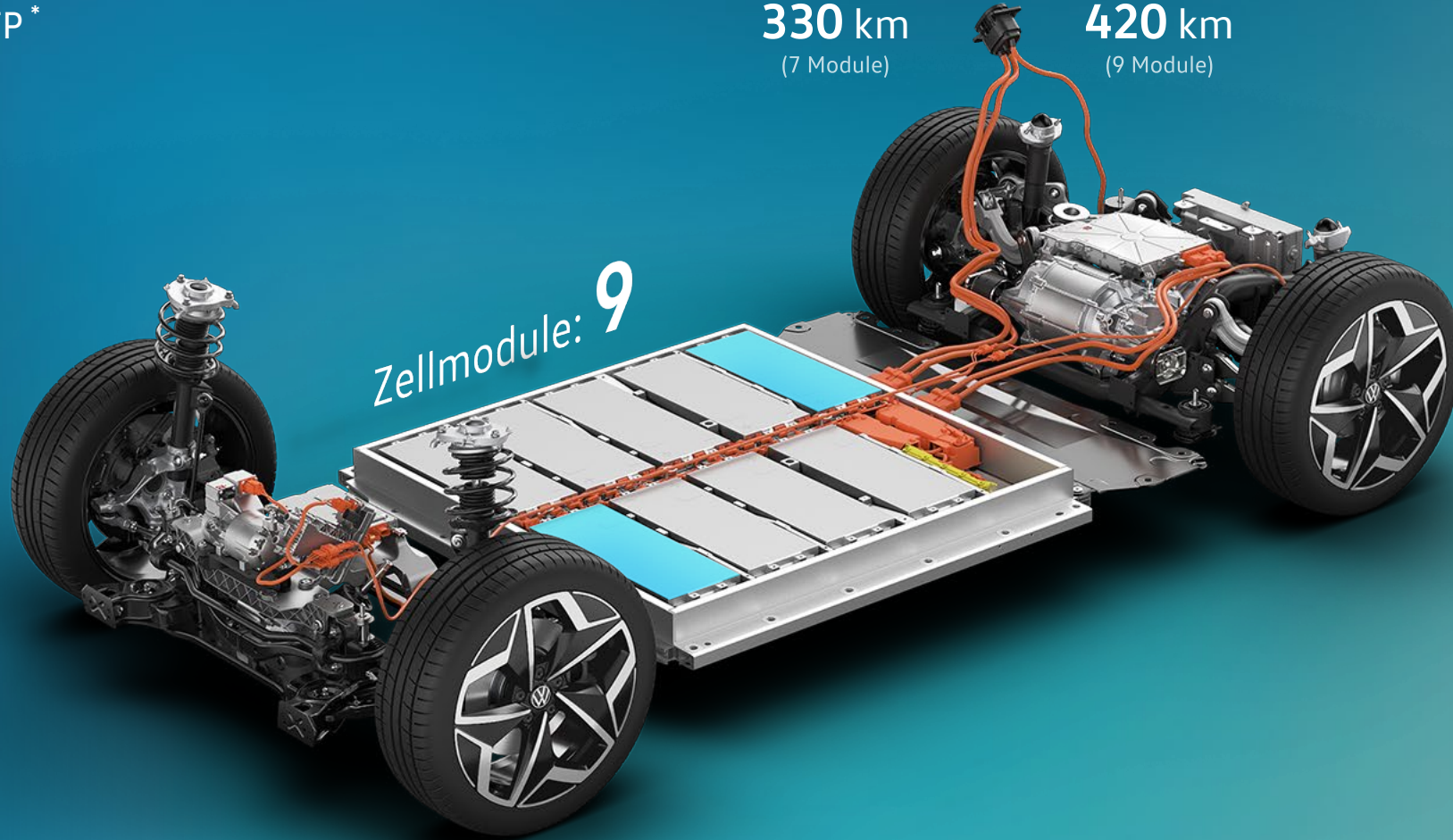
Nürnberg

Reichweite nach WLTP \*

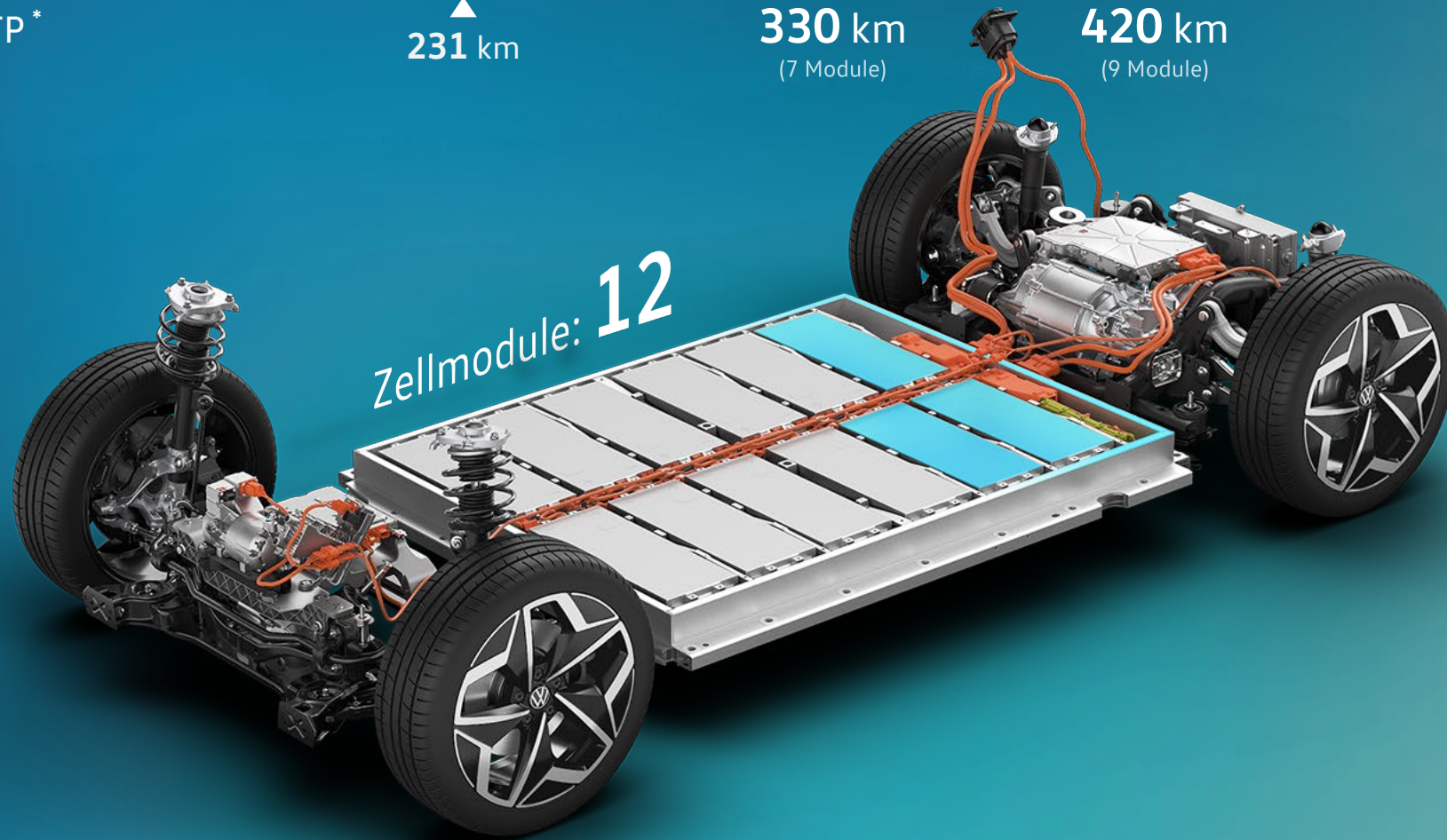
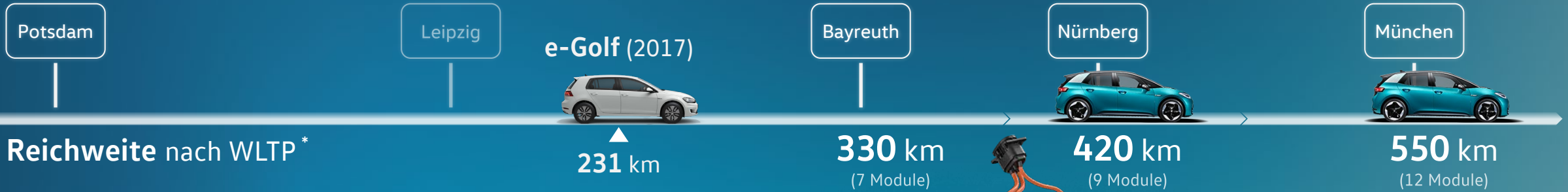
330 km  
(7 Module)

420 km  
(9 Module)

Zellmodule: 9



# Skalierbare Reichweite



# e-Mobilität für alle

## MEB-Lineup

**MEB**  
vollelektrisch



ID.3



ID. CROZZ ID. ROOMZZ



ID. VIZZION

Golf



Tiguan



Passat



**MQB**  
konventionell und elektrifiziert



# Agenda

- 1) Die neue MEB Plattform des VW ID.3
- 2) Achsen: Konzept, Randbedingungen, Rechnerische Auslegung**
- 3) Die neue MEB McPherson Vorderachse
- 4) Die neue Fünflenkerhinterachse
- 5) Achserprobung und Simulation des MEB
- 6) Zusammenfassung

# Neue Fahrzeugkonzepte bei Volkswagen

1938

1974

Zukunft



Einfach

Robust

Bezahlbar

Universell

Zeitlos

Max. Kundenwert

Elektromobilität

Autonomes Fahren

User Experience

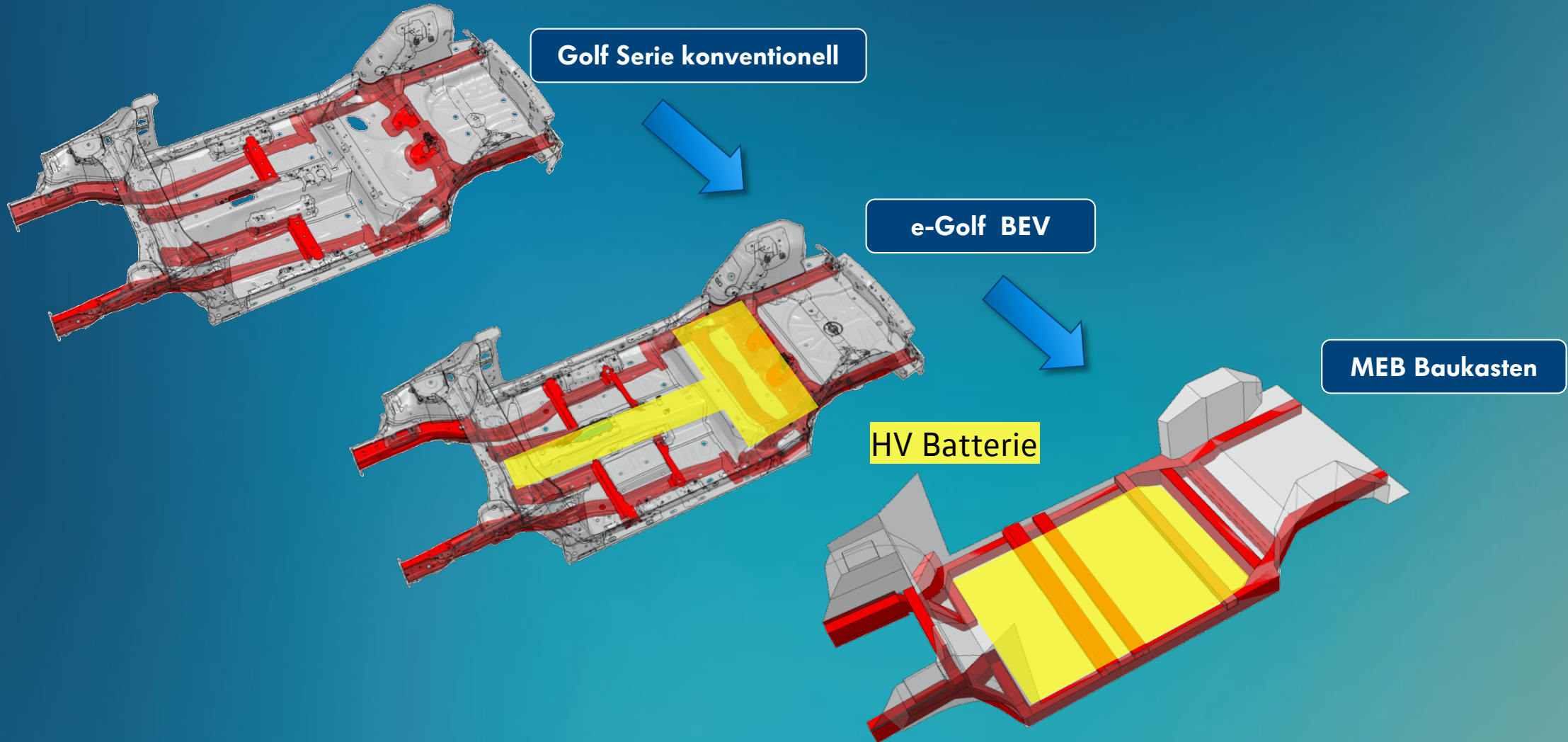
Volle Konnektivität

Mobilitäts-Service-  
Öko-System



# Auswahl des Achskonzeptes im MEB

Entwicklungsschritte zur reinen BEV-Plattform





# Auswahl des Achskonzeptes im MEB

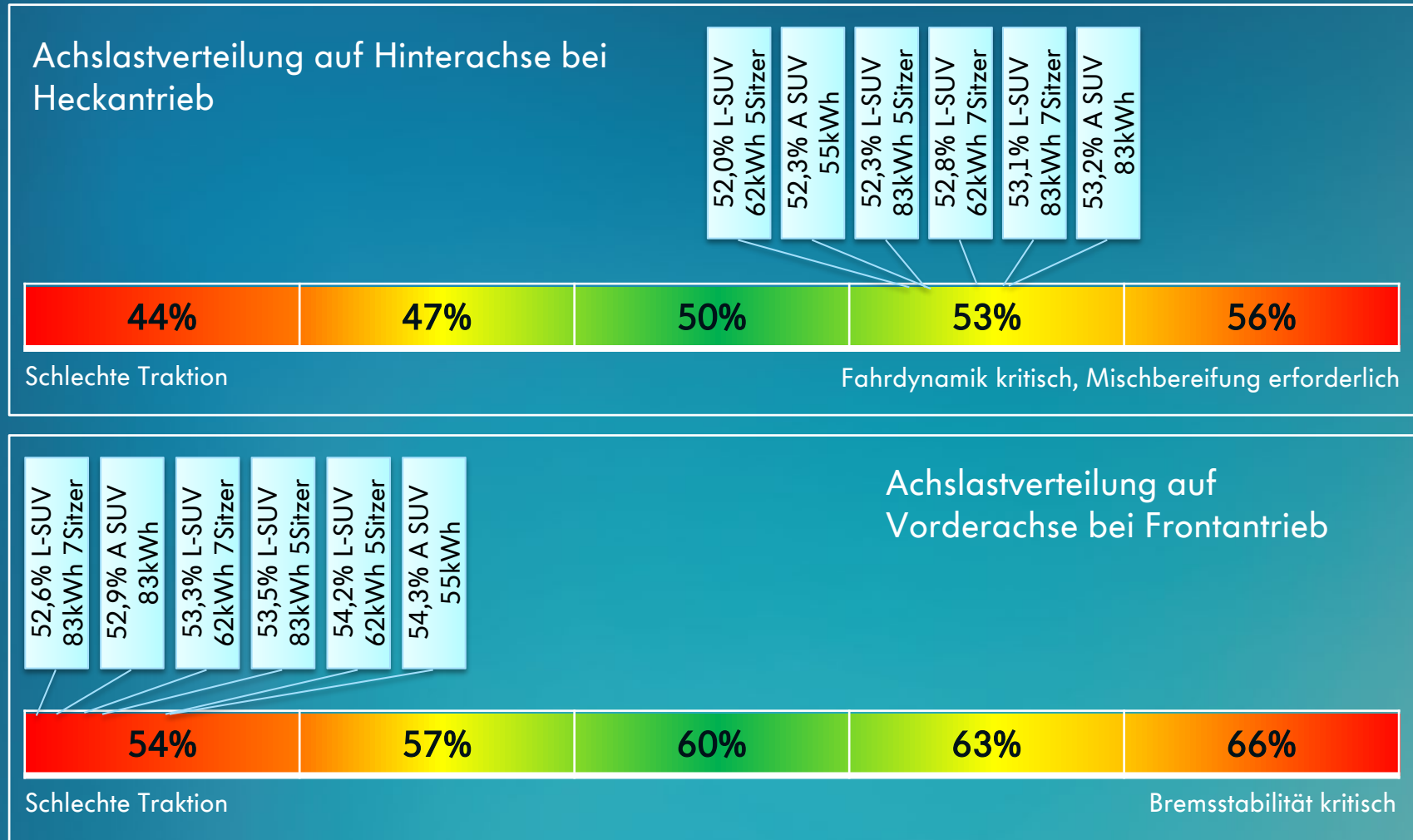
## Baukastenmatrix

|              | PV0          | PV1          | PV2          | PV5/6 | PV4          |
|--------------|--------------|--------------|--------------|-------|--------------|
| Max. VA Last | HA Lastgr. 0 | VA Lastgr. 1 | VA Lastgr. 2 |       |              |
| Max. HA Last | HA Lastgr. 0 | HA Lastgr. 2 |              |       | HA Lastgr. 3 |
| Rädergröße   | Ø Größe 1    |              | Ø Größe 2    |       |              |
| VA Spurweite | Spur 0       | Spur 1       | Spur 2       |       |              |
| HA Spurweite | Spur 0       | Spur 1       | Spur 2       |       | Spur 3       |



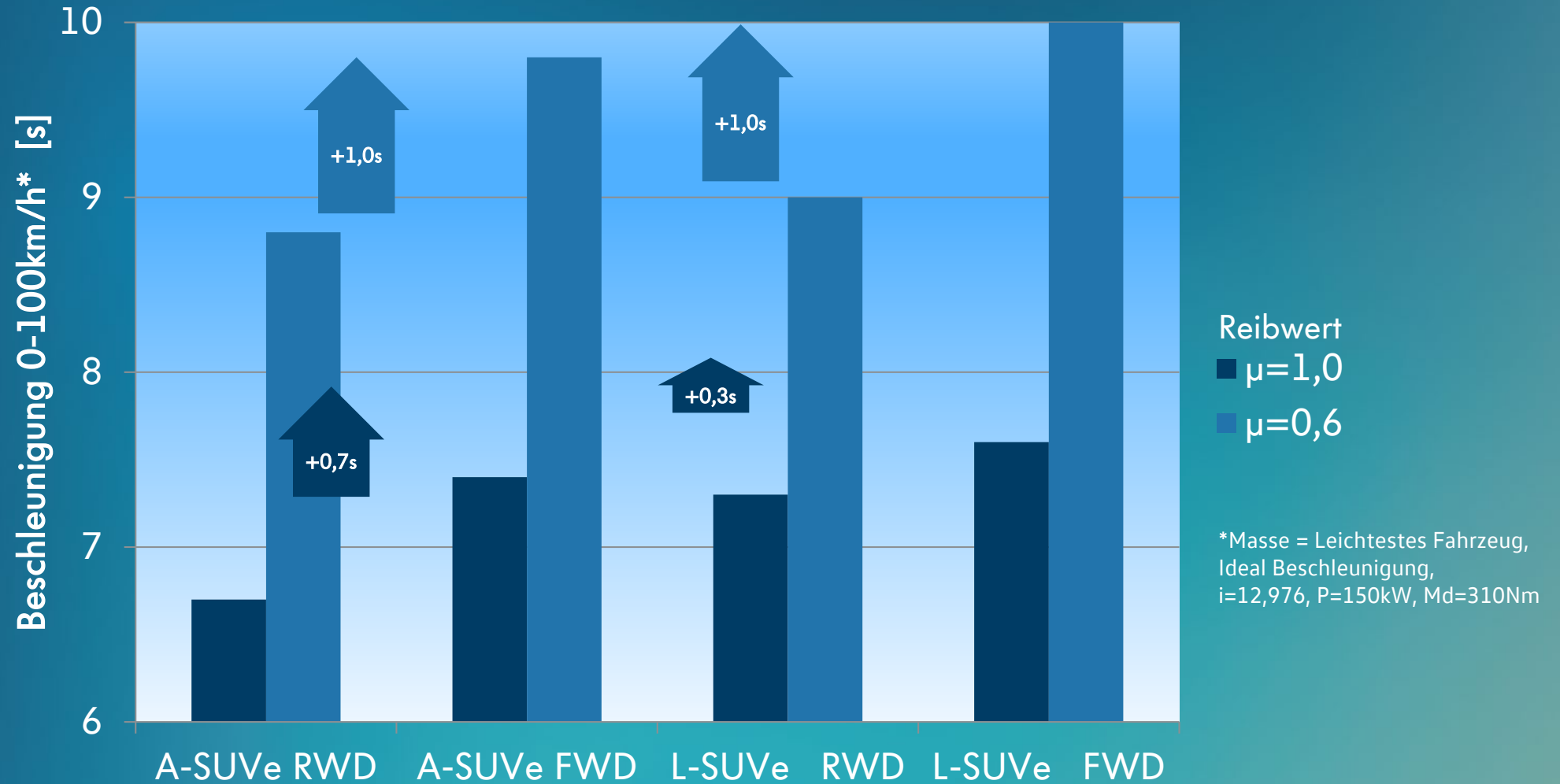
# Auswahl des Achskonzeptes im MEB

Heckantrieb vs. Frontantrieb



# Auswahl des Achskonzeptes im MEB

Heckantrieb vs. Frontantrieb - Beschleunigungsvermögen



Traktionsvorteile sind Basis für die Entscheidung pro Heckantrieb



# MEB Gesamtfahrzeugberechnung

Stationäres Fahrverhalten / Kinematic and Compliance - KnC

## Prüfstandsmessung

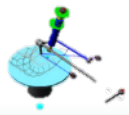


Daten  
speichern



Daten  
speichern

## ADAMS-Simulation



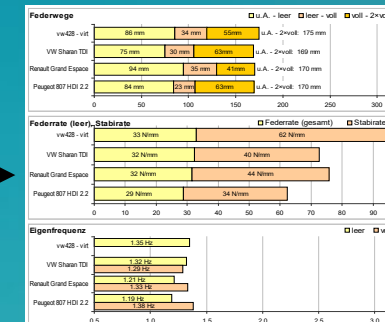
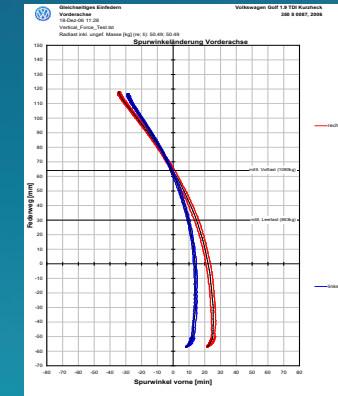
Datensatz  
abrufen

KnC<sup>3</sup>

Standard  
Analyse

Daten auswerten und  
darstellen

KinBench



# MEB Gesamtfahrzeugberechnung

Seitenkraftlenken an Vorder- und Hinterachse

## Spuränderung bei 5 KN Seitenkraft, leer

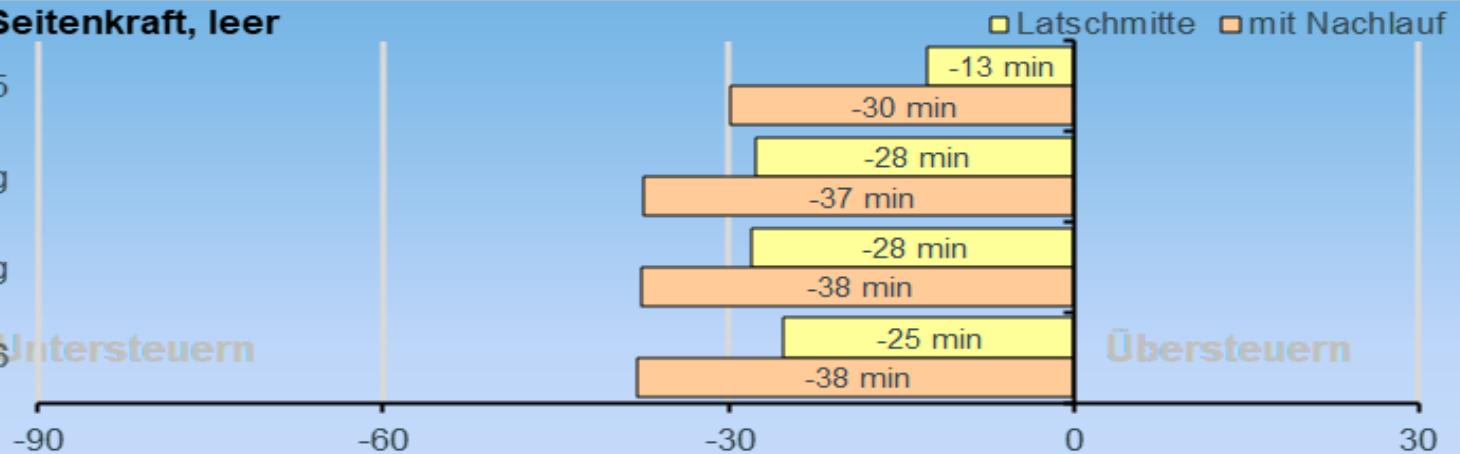
Volkswagen Passat 2.0 2015

Neo Rechnung

CUV Rechnung

Wettbewerber 2016

VA



## Spuränderung bei 5 KN Seitenkraft, leer

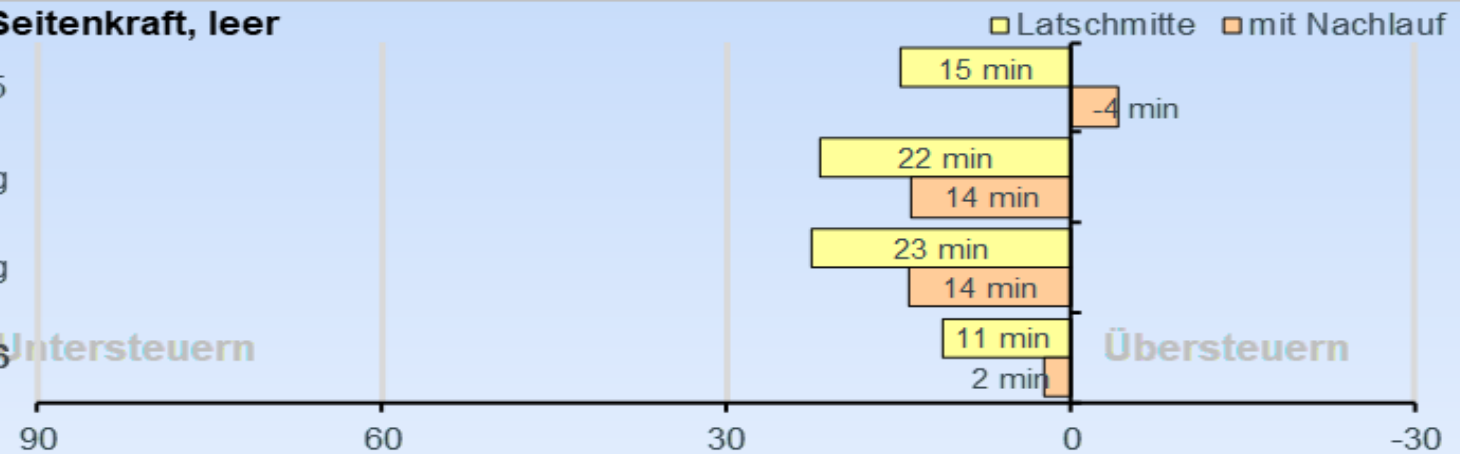
Volkswagen Passat 2.0 2015

Neo Rechnung

CUV Rechnung

Wettbewerber 2016

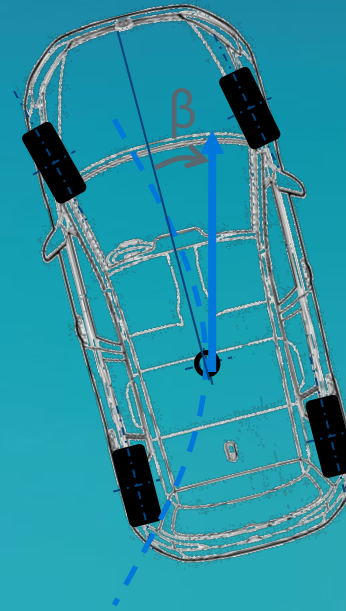
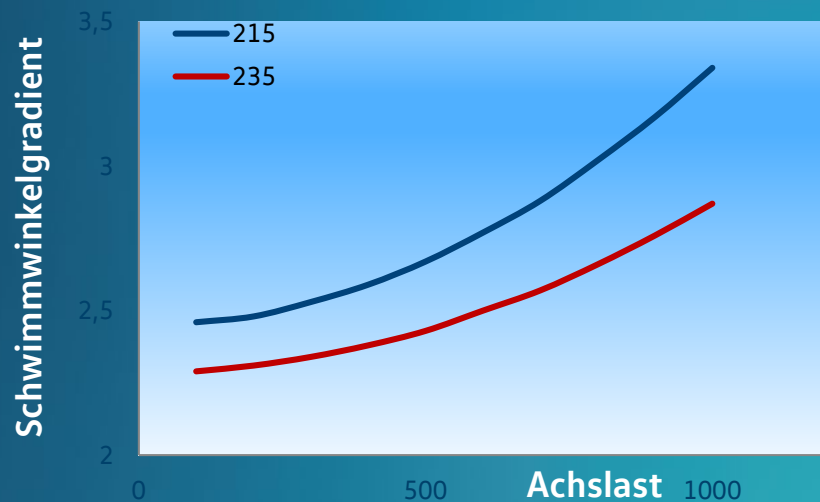
HA



# MEB Gesamtfahrzeugberechnung

## Dynamisches Fahrverhalten

- Schwimmwinkelgradient ist das Kriterium zur Beurteilung der Fahrstabilität und Fahrsicherheit
- Achseinfluss ca. 20%, Reifeneinfluss ca. 80% + Achslasten
- VW Grenzwert deckt sich mit den Einschätzungen im Konzern und Reifenherstellern



- Fazit: Einsatz von Mischbereifung bei hohen Achslasten notwendig



# Zusammenfassung Konzept - Heckantrieb

- + Sehr gute Traktion
- + Großer Radstand = Großer Innenraum
- + Verbesselter Wendekreis
- + Lenkungslage vor Radmitte
- Seitenwindempfindlichkeit
- Enges Hinterachspackage
- Hohe Hinterachslast (Mischbereifung erforderlich)

# Agenda

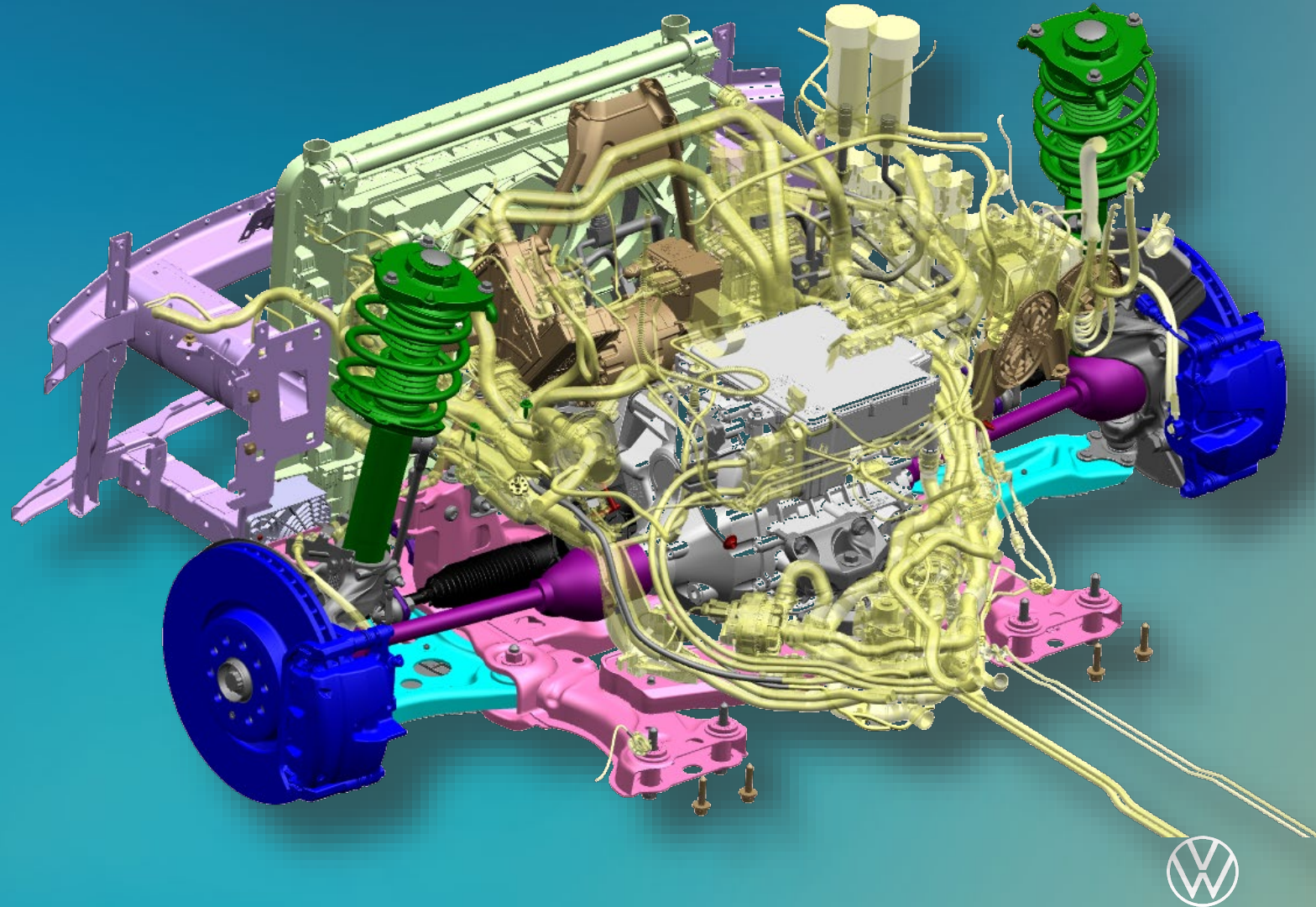
- 1) Die neue MEB Plattform des VW ID.3
- 2) Achsen: Konzept, Randbedingungen, Rechnerische Auslegung
- 3) Die neue MEB McPherson Vorderachse**
- 4) Die neue Fünflenkerhinterachse
- 5) Achserprobung und Simulation des MEB
- 6) Zusammenfassung



# Die neue MEB Vorderachse

## Beschreibung - Package

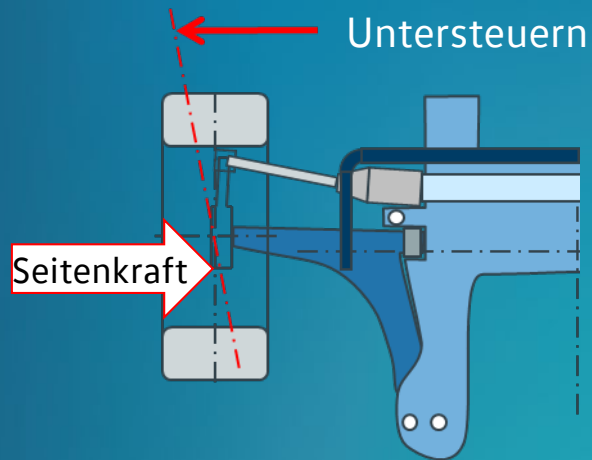
- Hilfsrahmen starr,  
Integrierte untere Crashebene
- Einschaliger Blechquerlenker,  
ohne Schweißnähte
- Lenkung vor Radmitte
- SWL Alu mit gestecktem Federbein,  
MC Pherson
- 3 Punkt Aggregatlagerung
- Aufnahme Nebenaggregate und  
Kühlerpaket inkl. Verschlauchung



# MEB Vorderachse - Lenkungslage

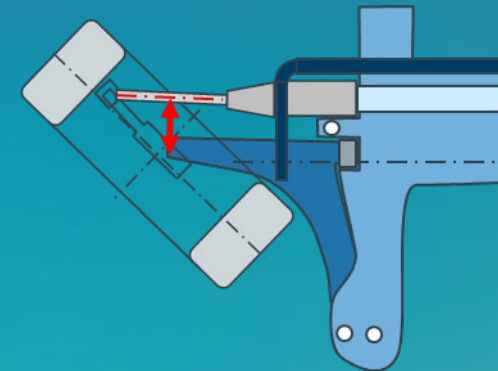
## Vor Radmitte

Hecklastige Fahrzeuge  
Deutlich mehr **Seitenkraftlenken**  
möglich



Das Seitenkraftlenken ist durch die Wahl der Querlenkerlager einstellbar.

Radeinschlagwinkel  
Kurve innen 48°  
Kurve außen 40°

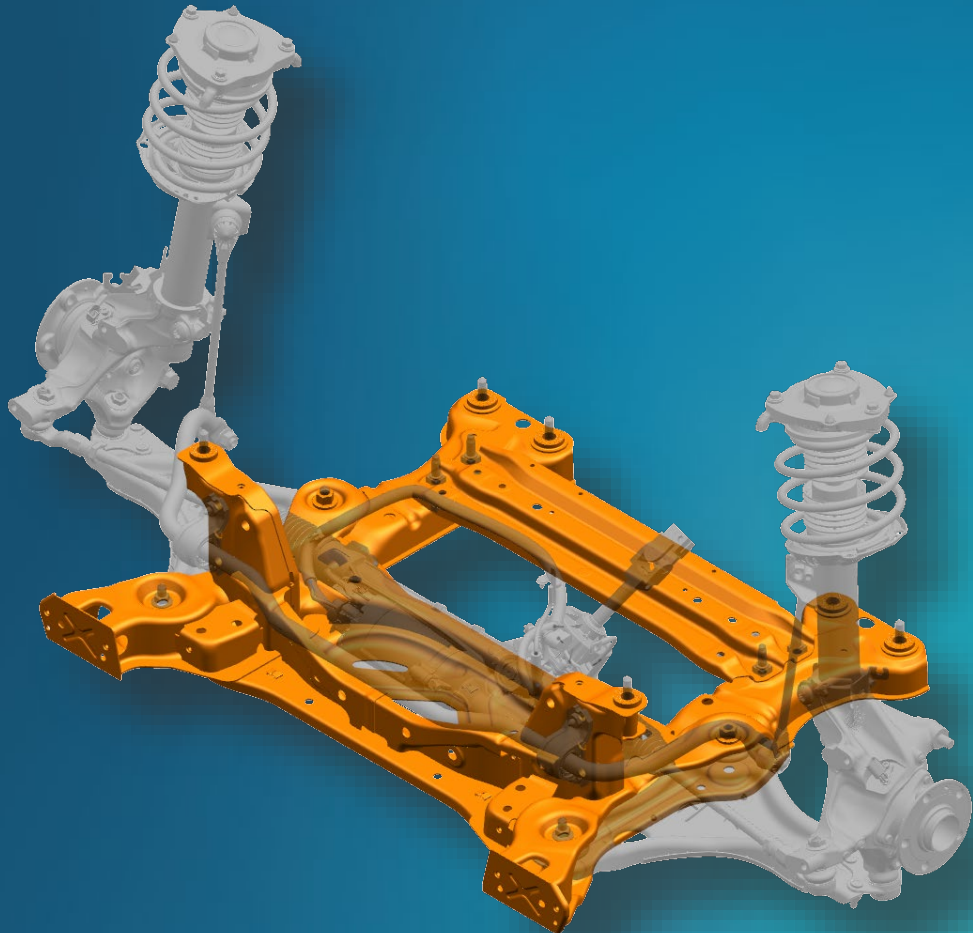


Lenkkrafthebelarm Kurve innen

Der maximale Radeinschlagwinkel wird durch den minimalen Lenkkrafthebelarm begrenzt

# Die neue MEB McPherson Vorderachse

VA Hilfsrahmen



Hilfsrahmen

PV1 – ID3  
Heck

A-SUVe/LSUVe  
Heck

A-SUVe/LSUVe  
Allrad

Hilfsrahmen

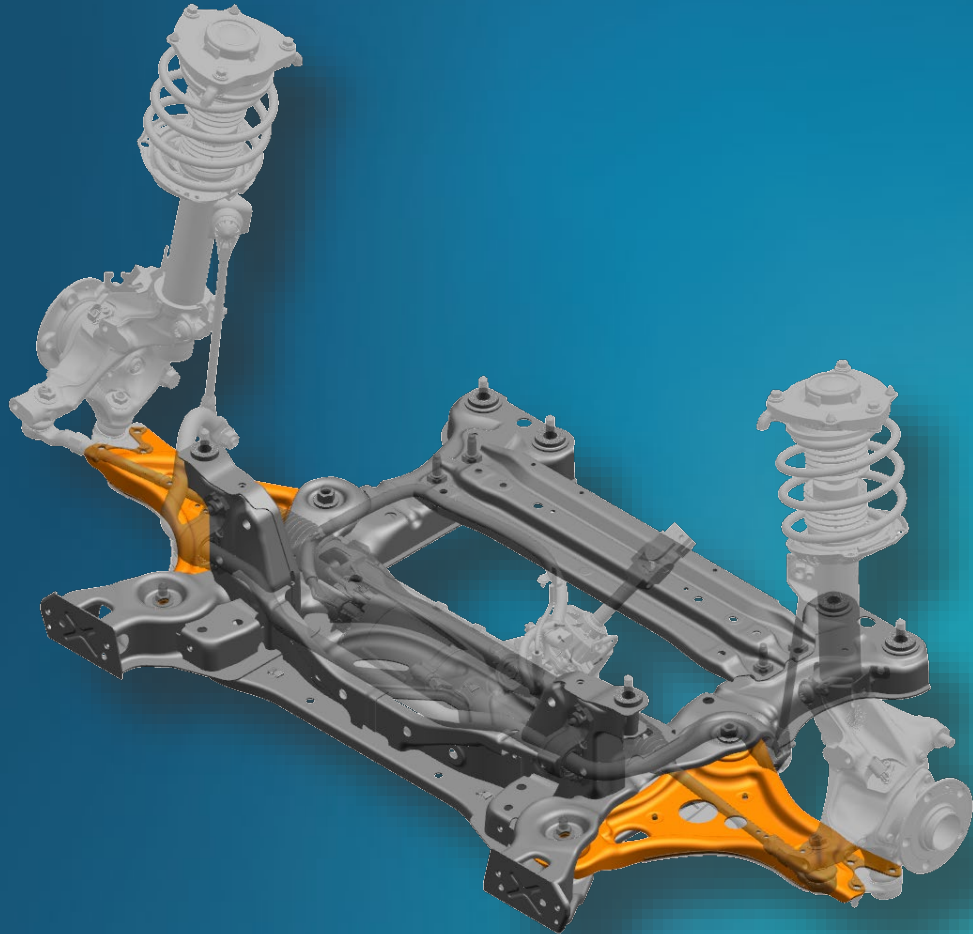
## Technik:

- Werkstoff: Stahl
- 6-fach starr verschraubt
- Quertraverse aus Blech bei Heckantrieb
- Querbrücke aus Alu Druckguss bei Allradantrieb
- (Modularer Aufbau)



# Die neue MEB McPherson Vorderachse

VA Querlenker



Hilfsrahmen

Querlenker

PV1 – ID3

Heck

A-SUVe/LSUVe

Heck

A-SUVe/LSUVe

Allrad

Hilfsrahmen

Spur 1

Spur 2

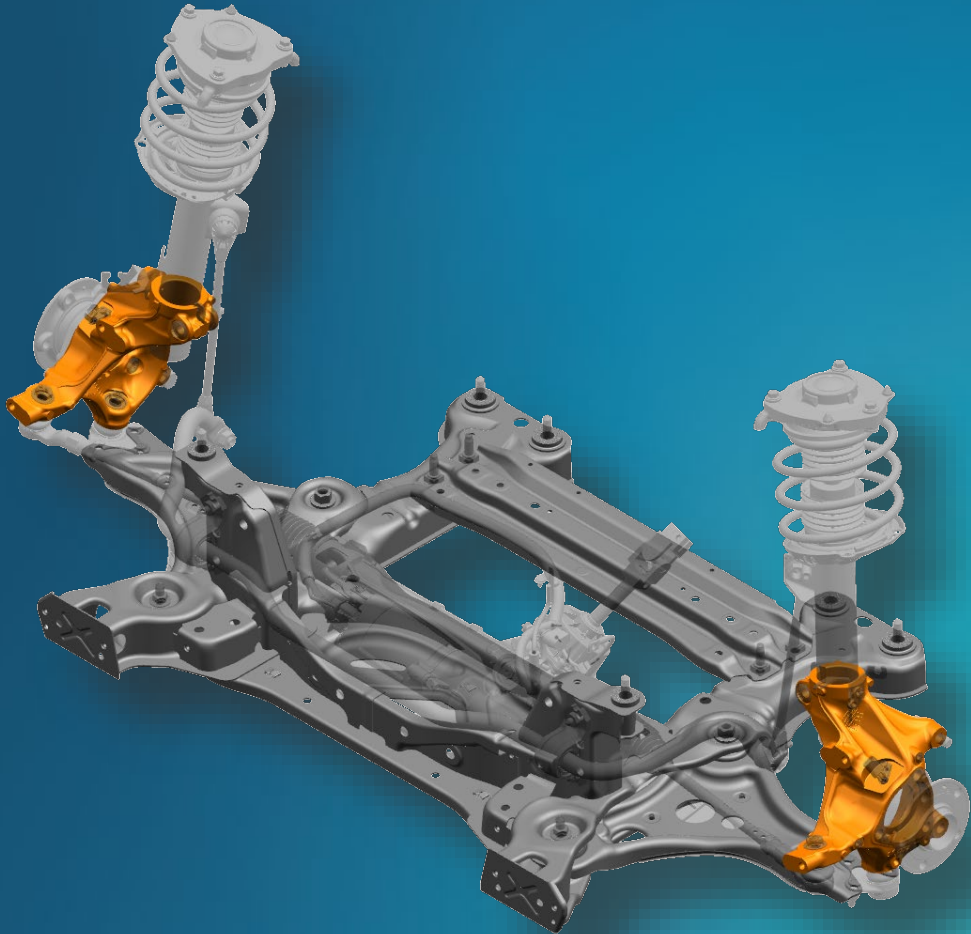
Technik:

- Werkstoff: hochfester Stahl
- einschaliger Blechlenker, ohne Schweißnähte
- stehende Lagerachsen, U1 & U3



# Die neue MEB McPherson Vorderachse

VA Schwenklager



Hilfsrahmen

Querlenker

Schwenklager

PV1 – ID3  
Heck

A-SUVe/LSUVe  
Heck

A-SUVe/LSUVe  
Allrad

Hilfsrahmen

Spur 1

Spur 2

Variante 1

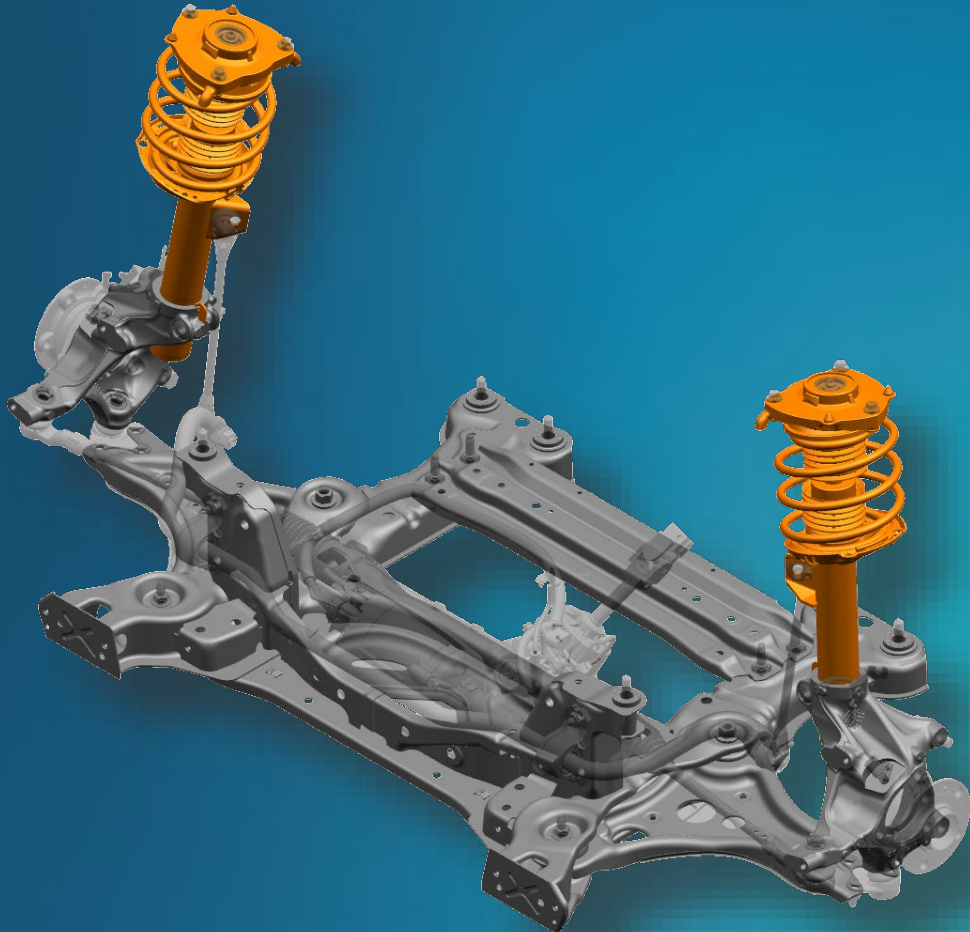
Variante 2

Technik:

- Werkstoff: Aluminium Guss
- 2 Größen Ø Dämpferbeinaufnahme
- 2 Größen Radlager
- Dämpferaufnahme geklemmt

# Die neue MEB McPherson Vorderachse

VA Federbein



|              |
|--------------|
| Hilfsrahmen  |
| Querlenker   |
| Schwenklager |
| Federbein    |

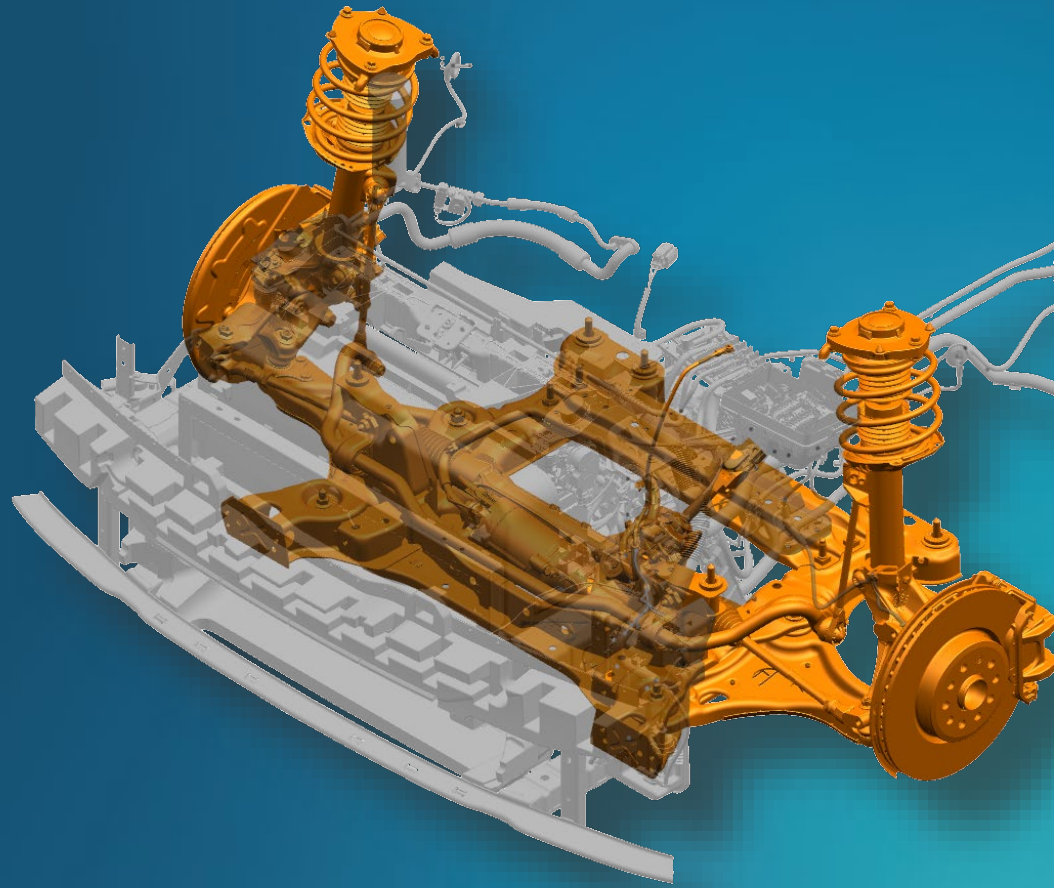
| PV1 – ID3<br>Heck | A-SUVe/LSUVe<br>Heck | A-SUVe/LSUVe<br>Allrad |
|-------------------|----------------------|------------------------|
| Hilfsrahmen       |                      |                        |
| Spur 1            | Spur 2               |                        |
| Variante 1        |                      | Variante 2             |
| Ø klein           |                      | Ø groß                 |

Technik:

- 2 Größen Ø Behälterrohr
- konventionelle und geregelte Dämpfungstechnik

# Die neue MEB McPherson Vorderachse

## VA Variantenmatrix



|                 |
|-----------------|
| Hilfsrahmen     |
| Querlenker      |
| Schwenklager    |
| Federbein       |
| Querlenkerlager |
| Radlager        |
| Führungsgelenk  |
| Stabilisator    |
| Koppelstange    |
| Radwegsensor    |
| Cw-Verkleidung  |

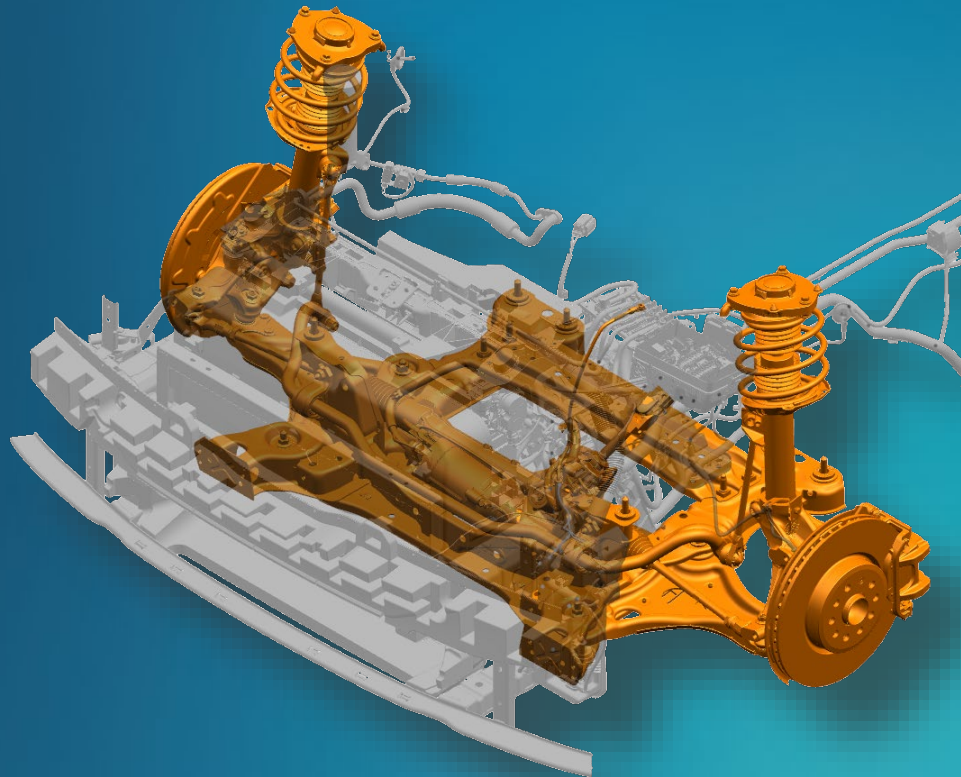
| PV1 – ID3<br>Heck      | A-SUVe/LSUVe<br>Heck | A-SUVe/LSUVe<br>Allrad |
|------------------------|----------------------|------------------------|
| Hilfsrahmen            |                      |                        |
| Spur 1                 | Spur 2               |                        |
| Variante 1             |                      | Variante 2             |
| Ø klein                |                      | Ø groß                 |
| U1 & U3 „stehend“      |                      |                        |
| 3 Pkt. Verschraubung   |                      | 4 Pkt. Verschr.        |
| Kugel Ø 27, geschraubt |                      |                        |
| Spur 1                 | Spur 2               |                        |
| 1 Variante             |                      |                        |
| 1 Variante             |                      |                        |
| Spur 1                 | Spur 2               |                        |



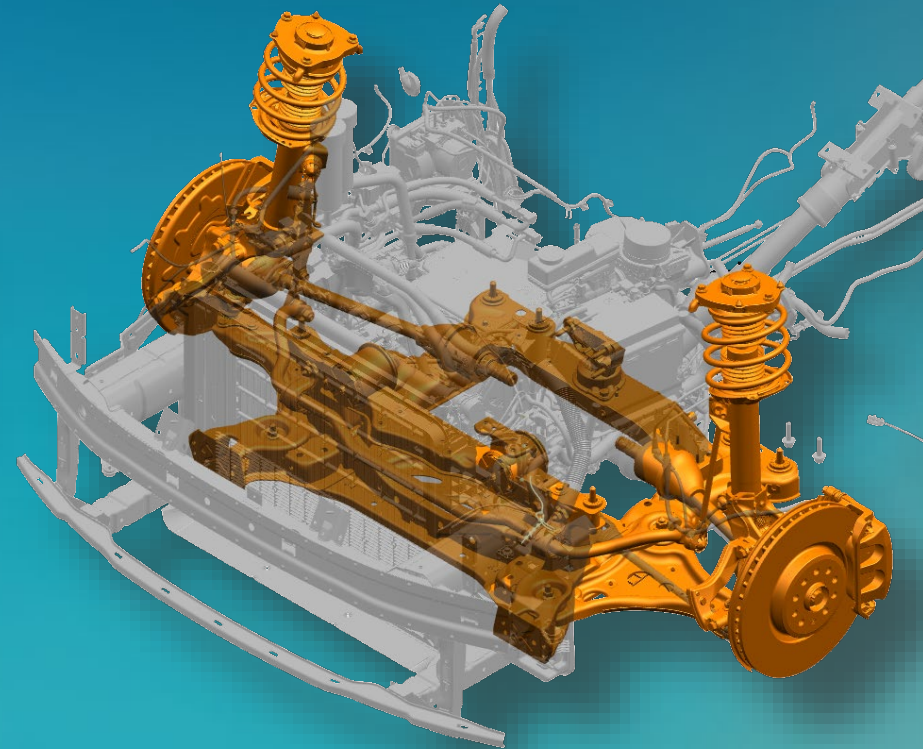
# Die neue MEB McPherson Vorderachse

MEB31 VA Varianten

Heckantrieb Spur 1 und 2



Allradantrieb Spur 2



# Agenda

- 1) Die neue MEB Plattform des VW ID.3
- 2) Achsen: Konzept, Randbedingungen, Rechnerische Auslegung
- 3) Die neue MEB McPherson Vorderachse
- 4) Die neue Fünflenkerhinterachse**
- 5) Achserprobung und Simulation des MEB
- 6) Zusammenfassung



# Die neue Fünflenkerhinterachse

Hydro-geformter Hilfsrahmen zur Aufnahme des Heckantriebs

Elastisch entkoppelte Hinterachse

Bauraumoptimiert für großes Batteriegehäuse

| Achstyp       | Package              | Antriebs-<br>fähigkeit | Fahr-<br>dynamik/<br>- stabilität | Fahr-<br>komfort | Lenkbar-<br>keit | Gewicht | Kosten |
|---------------|----------------------|------------------------|-----------------------------------|------------------|------------------|---------|--------|
| Verbundlenker | --                   | -                      | --                                | -                | -                | +       | +      |
| 4 Lenker      | -<br>Batterie        | +                      | +                                 | +                | -                | 0       | 0      |
| Trapetzlenker | ++                   | ++                     | +                                 | ++               | +                | --      | --     |
| 5 Lenker      | ++                   | ++                     | +                                 | +                | +                | -       | -      |
| LDQ           | -<br>Batterie        | +                      | 0                                 | +                | -                | 0       | 0      |
| Federbein     | -<br>Durchladebreite | +                      | +                                 | +                | +                | +       | +      |

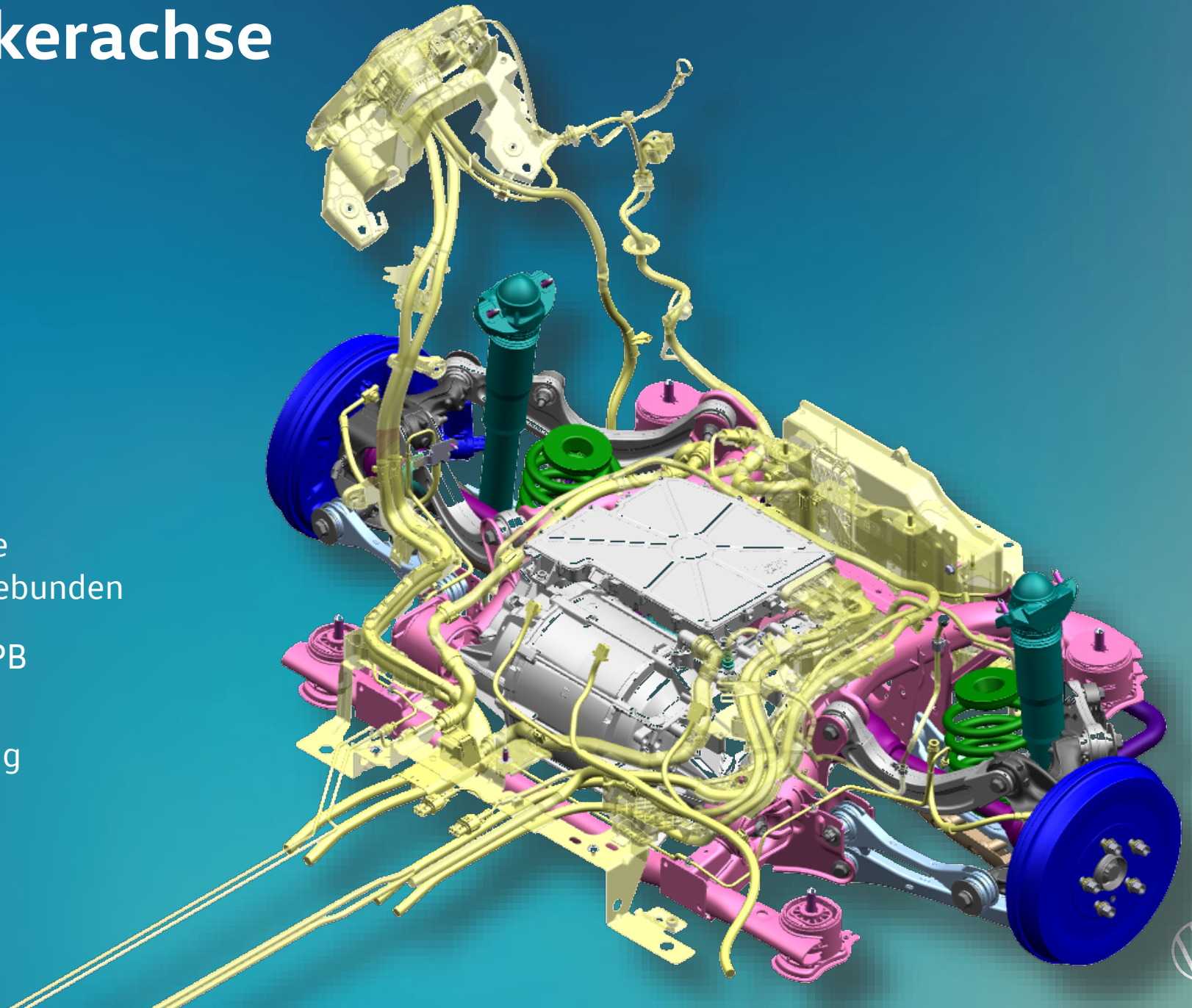




# Die neue 5-Lenkerachse

## Package

- Entkoppelter Hilfsrahmen
- 3 Punkt Aggregatlagerung
- Spurstange vor Radmitte
- Stabilisator hinter Radmitte  
am oberen Querlenker angebunden
- 11" Trommelbremse mit EPB
- Integration Crashabstützung



# Die neue Fünflenkerhinterachse

HA Hilfsrahmen

Hilfsrahmen

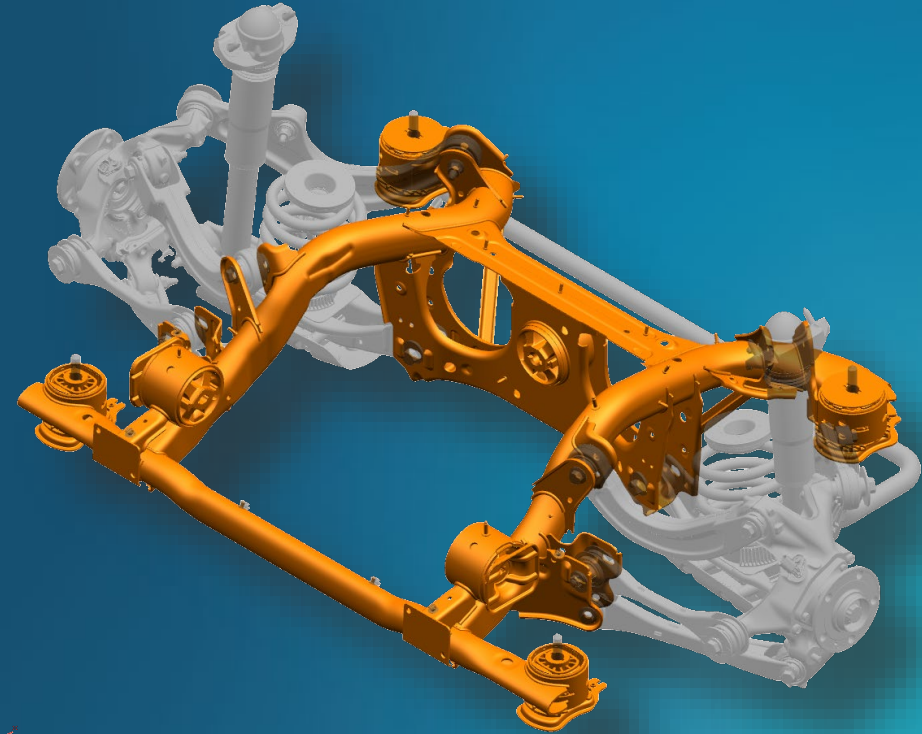
PV1 – ID3

A-SUVe

L-SUVe

HA Lastgr. 2

HA Lastgr. 3

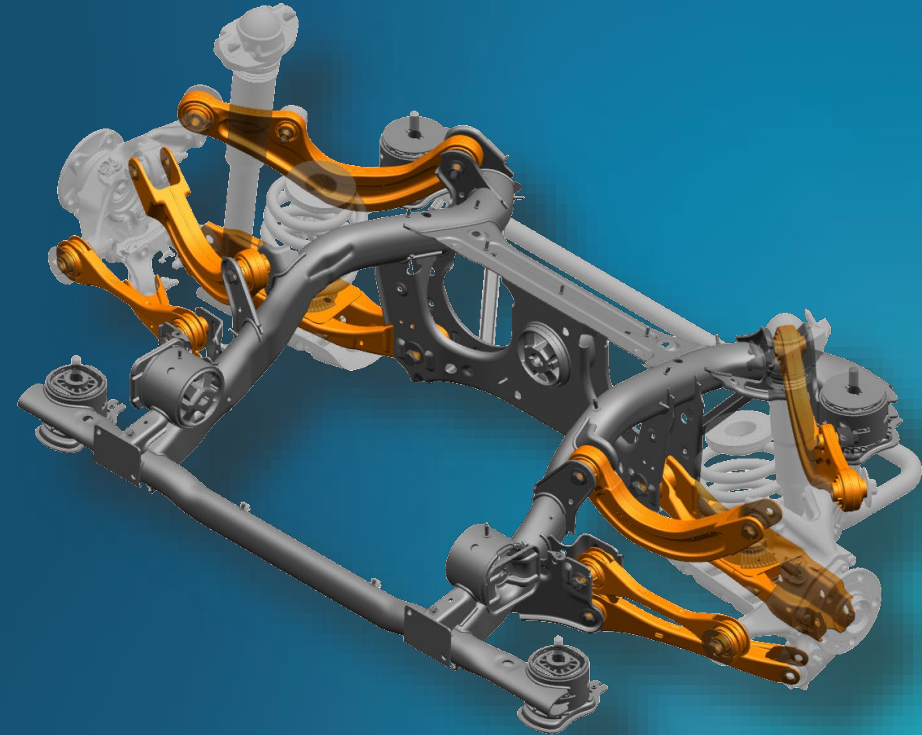


Technik:

- Stahl-Schweißkonstruktion 9,2 m Schweißnaht
- 2 Varianten – bauraumidentisch
- Aufdickung nach innen

# Die neue Fünflenkerhinterachse

## HA Lenkerpaket



Hilfsrahmen

Querlenker Unten Vorn

Querlenker Unten Hinten

Querlenker Oben Vorn

Querlenker Oben Hinten

Spurlenker

PV1 – ID3

HA Lastgr. 2

A-SUVe

HA Lastgr. 3

L-SUVe

HA Lastgr. 3

HA Lastgr. 2

HA Lastgr. 3

HA Lastgr. 3

HA Lastgr. 3

HA Lastgr. 2

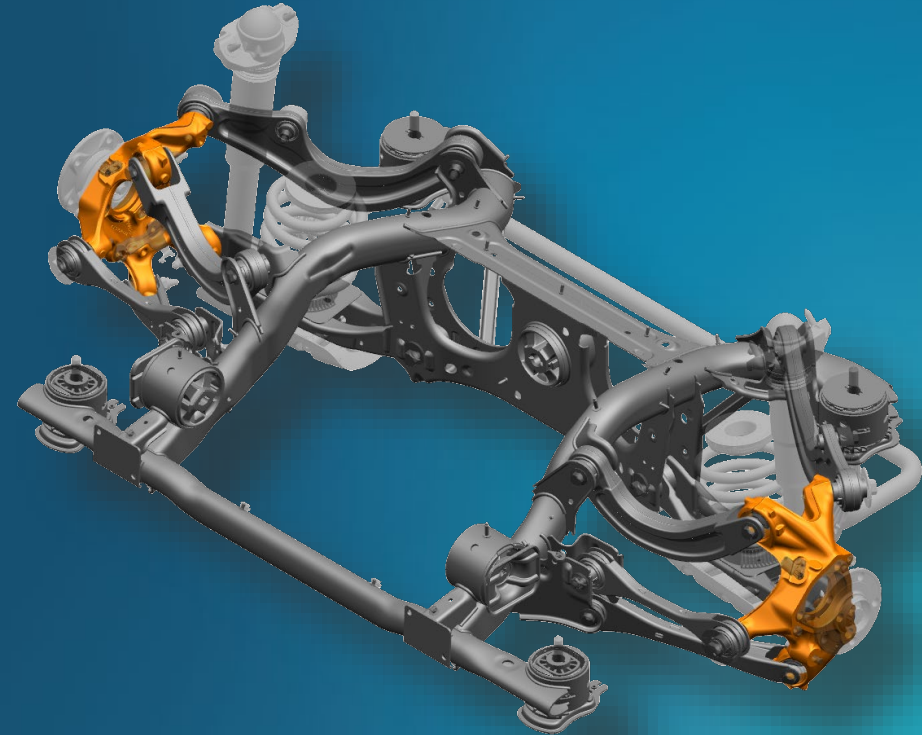
HA Lastgr. 3

### Technik

- Untere Lenkerebene Stahl-Schweißbauteile
- Obere Lenkerebene Aluminiumguß

# Die neue Fünflenkerhinterachse

HA Radträger



Hilfsrahmen

Querlenker Unten Vorn

Querlenker Unten Hinten

Querlenker Oben Vorn

Querlenker Oben Hinten

Spurlenker

Radträger

PV1 – ID3

HA Lastgr. 2

A-SUVe

HA Lastgr. 3

L-SUVe

HA Lastgr. 3

HA Lastgr. 2

HA Lastgr. 3

HA Lastgr. 3

HA Lastgr. 3

HA Lastgr. 2

HA Lastgr. 3

Spur 1

Spur 2

Spur 3

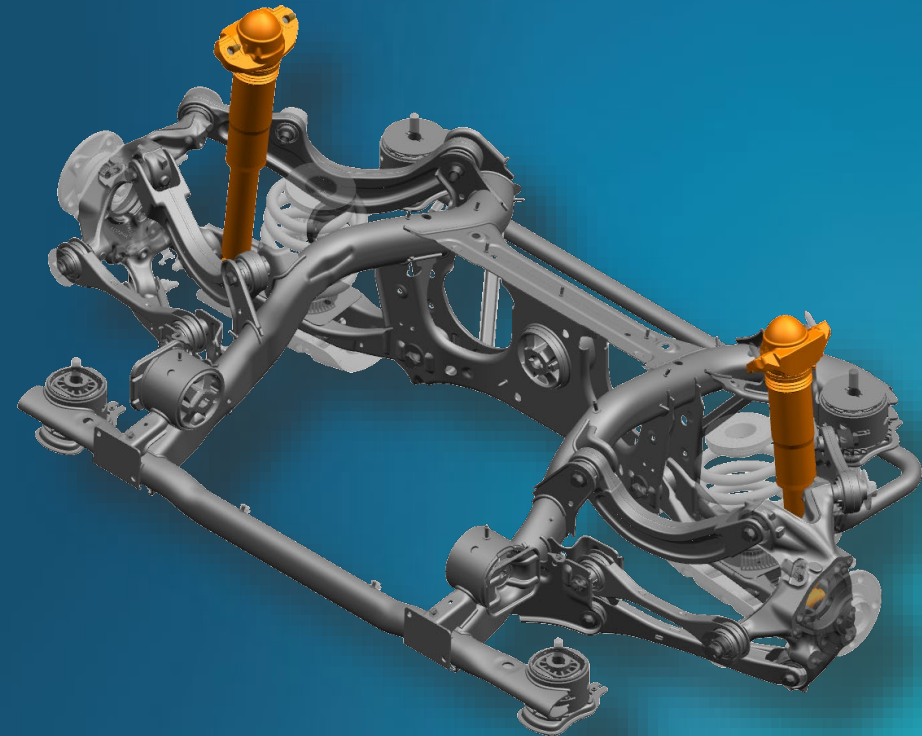
Technik

- 3 Radträgervarianten (Plattenspur 1 bis 3)
- CPC Aluguß



# Die neue Fünflenkerhinterachse

HA Dämpfer



Hilfsrahmen

Querlenker Unten Vorn

Querlenker Unten Hinten

Querlenker Oben Vorn

Querlenker Oben Hinten

Spurlenker

Radträger

ZSB Dämpfer

PV1 – ID3

A-SUVe

L-SUVe

HA Lastgr. 2

HA Lastgr. 3

HA Lastgr. 3

HA Lastgr. 2

HA Lastgr. 3

HA Lastgr. 3

HA Lastgr. 3

HA Lastgr. 2

HA Lastgr. 3

Spur 1

Spur 2

Spur 3

Ø klein

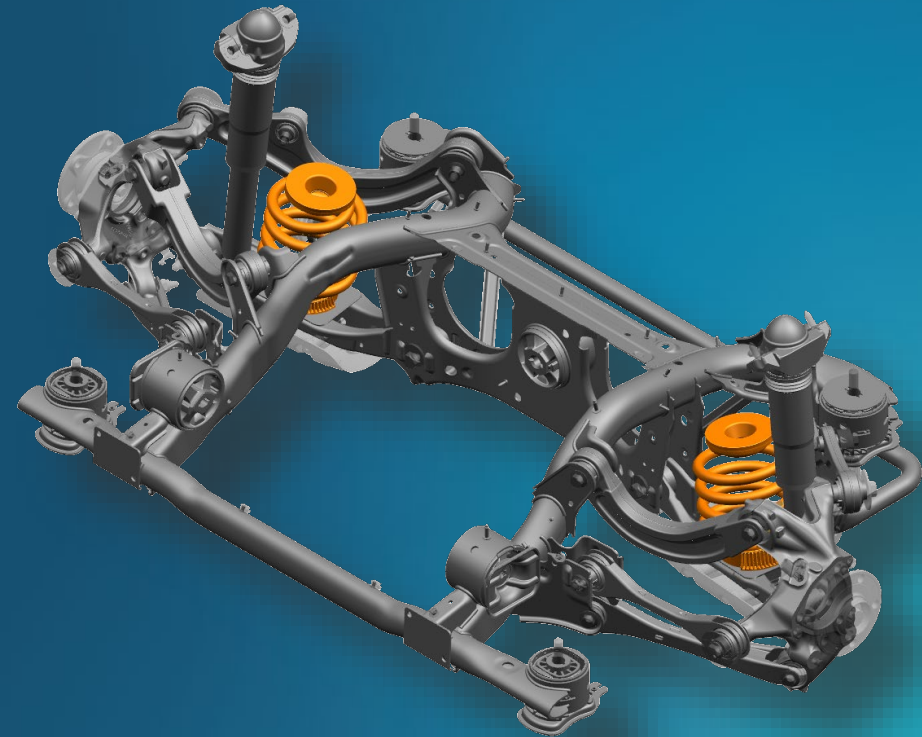
Ø groß

Technik

- Dämpfersystem in zwei Varianten

# Die neue Fünflenkerhinterachse

HA Dämpfer



Hilfsrahmen

Querlenker Unten Vorn

Querlenker Unten Hinten

Querlenker Oben Vorn

Querlenker Oben Hinten

Spurlenker

Radträger

ZSB Dämpfer

ZSB Schraubenfeder

PV1 – ID3

A-SUVe

L-SUVe

HA Lastgr. 2

HA Lastgr. 3

HA Lastgr. 3

HA Lastgr. 2

HA Lastgr. 3

HA Lastgr. 3

HA Lastgr. 3

HA Lastgr. 2

HA Lastgr. 3

Spur 1

Spur 2

Spur 3

Ø klein

Ø groß

HA Lastgr. 2

HA Lastgr. 3

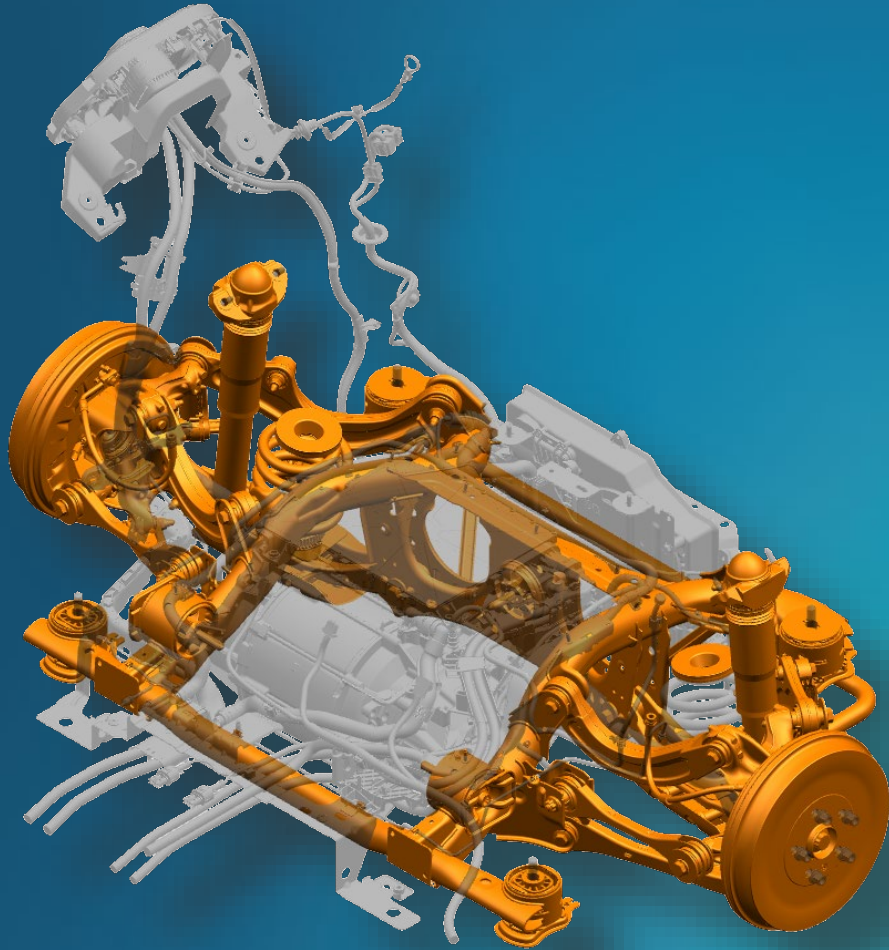
Technik

- Geklebte Federunterlage



# Die neue Fünflenkerhinterachse

## HA Variantenmatrix



Hilfsrahmen

Querlenker Unten Vorn

Querlenker Unten Hinten

Querlenker Oben Vorn

Querlenker Oben Hinten

Spurlenker

Radträger

Stabilisator

Koppelstange

ZSB Dämpfer

ZSB Schraubenfeder

Cw-Verkleidung

PV1 – ID3

A-SUVE

L-SUVE

HA Lastgr. 2

HA Lastgr. 3

HA Lastgr. 3

HA Lastgr. 2

HA Lastgr. 3

HA Lastgr. 3

HA Lastgr. 3

HA Lastgr. 2

HA Lastgr. 3

Spur 1

Spur 2

Spur 3

Verschiedene Raten

1 Variante

Ø klein

Ø groß

HA Lastgr. 2

HA Lastgr. 3

Variante 1

Variante 2

# Agenda

- 1) Die neue MEB Plattform des VW ID.3
- 2) Achsen: Konzept, Randbedingungen, Rechnerische Auslegung
- 3) Die neue MEB McPherson Vorderachse
- 4) Die neue Fünflenkerhinterachse
- 5) Achserprobung und Simulation des MEB**
- 6) Zusammenfassung



# Achserprobung des MEB

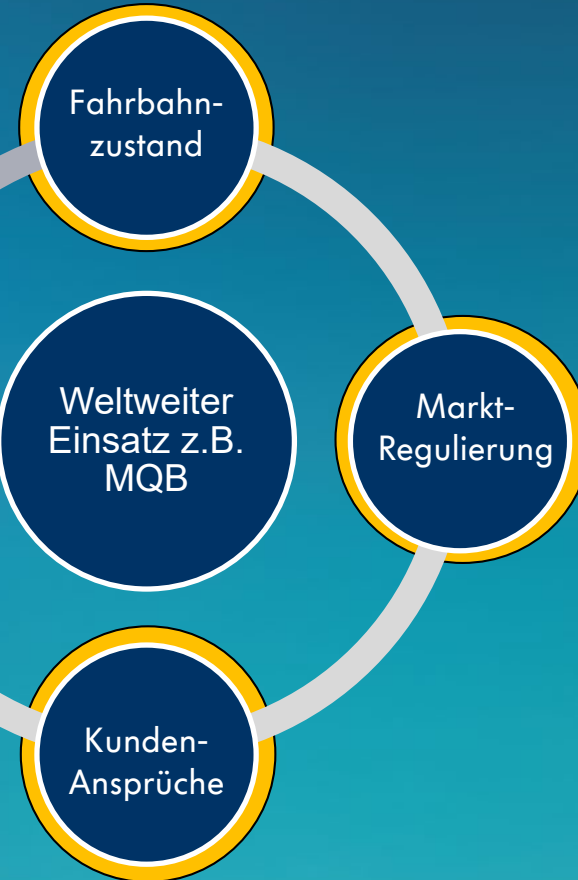


- Unbefestigte Straßen
- Naturstrecken

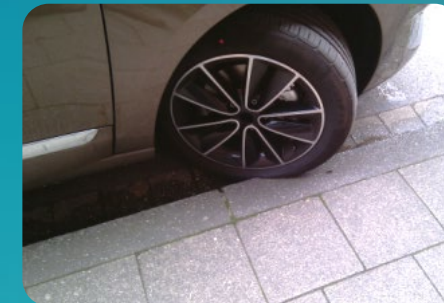


- Temperatur
- Umweltbedingungen

**+ Fahrstabilität**



- Lokalisierung
- Prüfvorschriften



- Sondermanöver
- Missbrauch

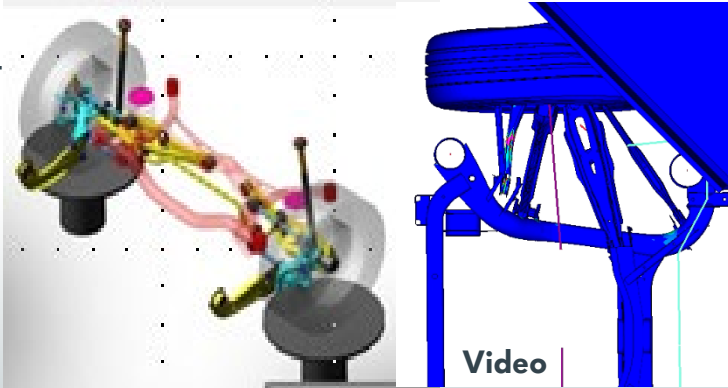
**+ Fahrspaß**



# Virtuelle Entwicklung in der Achserprobung

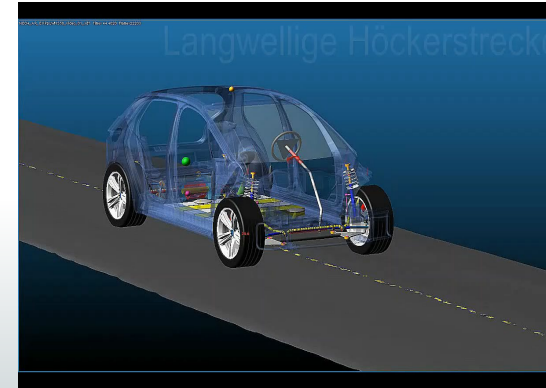
## Berechnung von Standard- und Traglasten

- Extreme Kurvenfahrt
- Vertikalstoß
- Bremsen rückwärts
- Antreiben
- Längsstoß



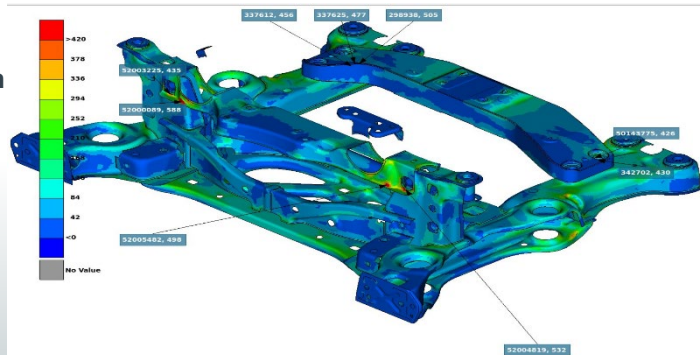
## Berechnung von Betriebslasten

- Betriebsfestigkeitskurs
- MKS Gesamtfahrzeugmodell
- Reifenmodell
- Fahrermodell



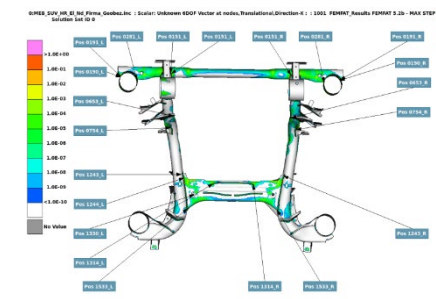
## Lineare FEM am Bauteil

- Standardlasten:  
Dimensionierung gegen  
Streckgrenze
- Misuse:  
min. plast. Dehnung



## Betriebsfestigkeitsrechnung

- Berechnung von  
Schädigungsfaktoren



## Prüfstandsbetrieb

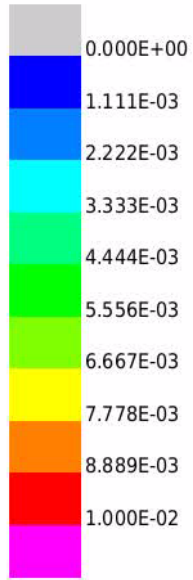


- Achsnachfahrprüfstand

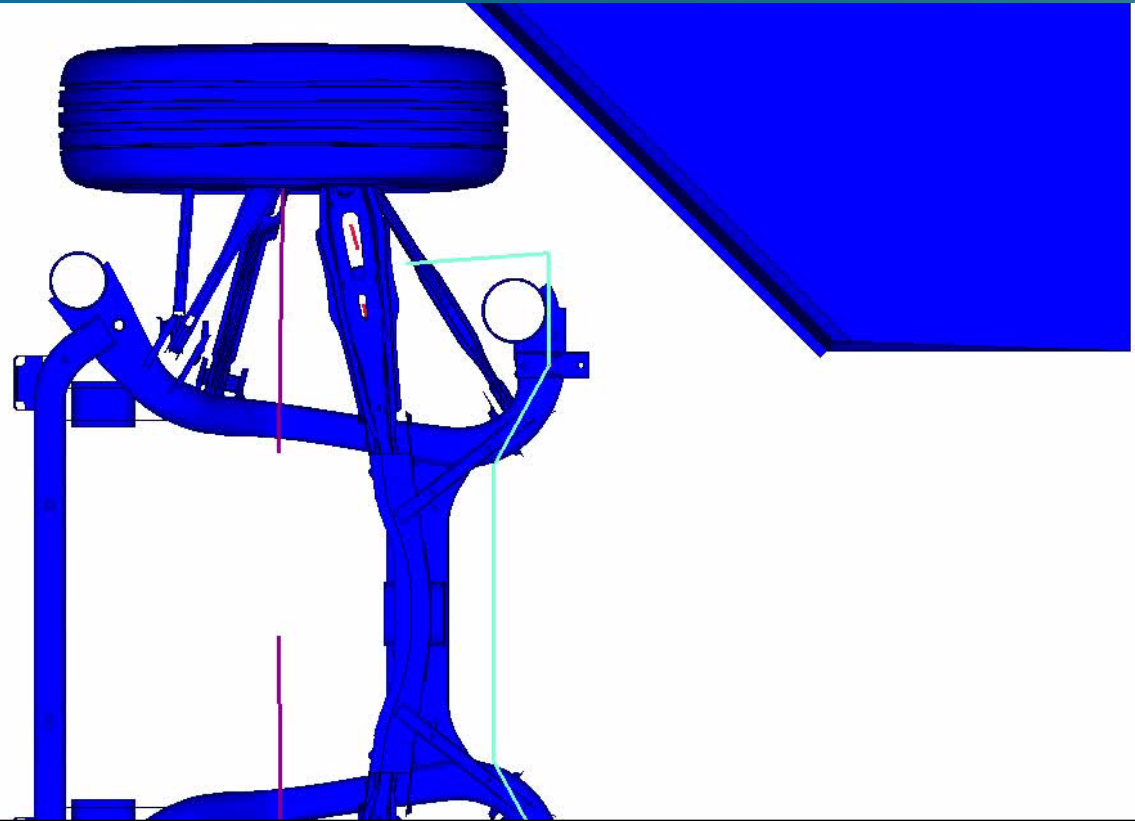


# Die neue Fünflenkerhinterachse

Element: Maximum equivalent plastic strain through the section points (PEEQMAX):



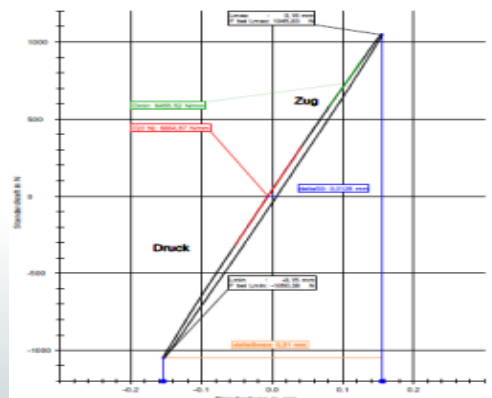
Step-5 at Incr. 0, Time = 4.000000



# Erprobungsumfänge Achsentwicklung

## Labor / Messtechnik

- Materialkennwerte
- Kennungen
- Einpresskräfte
- Korrosionsschutz
- Schweißnähte / -Spalte
- ...



## Missbrauch/Sonderereignisse

- Schwelle / Schlagloch
- Bordstein-Anrutschen
- Bordstein rückwärts
- Schraubenfestsitzkurs



## Funktion

- **Akustik**
- **Freigang**
- **KL / WL-Erprobung**



## Betriebsfestigkeit (Prüfstand und Dauerlauf)

- Achsnachfahrprüfung (Pst.)
- Ersatzprüfungen (Pst.)
- Fzg.-DL (EVP, EWP, HLP)





# Achserprobung des MEB - Betriebsfestigkeit

Fahrzeug

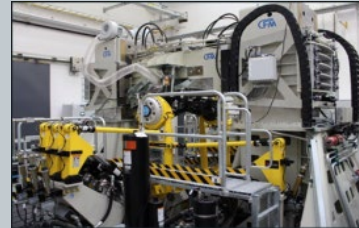


Systemerprobung

Karosserie

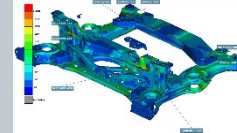


Achse

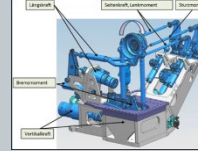


Modulerprobung

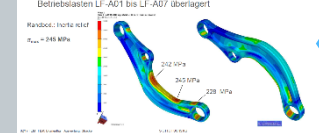
VA-Hilfsrahmen



ZSB-Radträger



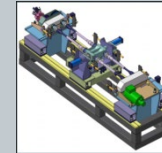
Querlenker



Feder-Dämpfersystem

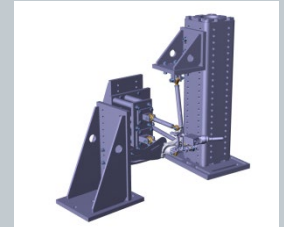


Gelenkwelle



Komponenten-  
erprobung

Qualitätssicherung  
Radträger (7K)



# Agenda

- 1) Die neue MEB Plattform des VW ID.3
- 2) Achsen: Konzept, Randbedingungen, Rechnerische Auslegung
- 3) Die neue MEB McPherson Vorderachse
- 4) Die neue Fünflenkerhinterachse
- 5) Achserprobung und Simulation des MEB
- 6) Zusammenfassung



# Zusammenfassung Fahrwerk ID.3

## McPherson Vorderachse

Kleiner Wendekreis

Vollintegrierte dritte Lastebene für Frontcrash

Elektromechanisches Lenkgetriebe

Vorhalt für optionales Aggregat (Allradbetrieb)



## 5-Lenker-Hinterachse

Hydro-geformter Hilfsrahmen zur Aufnahme des Heckantriebs

Elastisch entkoppelte Hinterachse

Bauraumoptimiert für großes Batteriegehäuse

# e-Mobilität für alle



## Vielen Dank.



# Agenda 03.12.2021

| Uhrzeit     | TOP                                                        |
|-------------|------------------------------------------------------------|
| 08.00-08.30 | Wiederholung Entwicklungsprozess (für Versäumte am 19.11.) |
| 08.30-09.00 | Start für alle: Essentials aus VlsG. am 19.11.2021         |
| 09.00-10.00 | Beispiele Vertikal-, Längs- und Querdynamik                |
| 10.00-10.30 | Pause                                                      |
| 10.30-11.30 | Einführung in die Baukastenentwicklung                     |
| 11.00-11.50 | Der Modulare Querbaukasten (MQB)                           |
| 11.50-12.00 | Kurzübersicht VA+HA MLB                                    |
| 12.00-13.00 | Mittagspause                                               |
| 13.00-14.00 | Übung 45 Min. Achsauslegung + 15 Minuten Durchsprache      |
| 14.00-15.00 | Der MQB/A0                                                 |
| 14.45-15.00 | Pause                                                      |
| 15.00-16.00 | Der ID.3 im MEB Baukasten                                  |
| 16.00       | Ende                                                       |