



Vehicle concepts & -systems

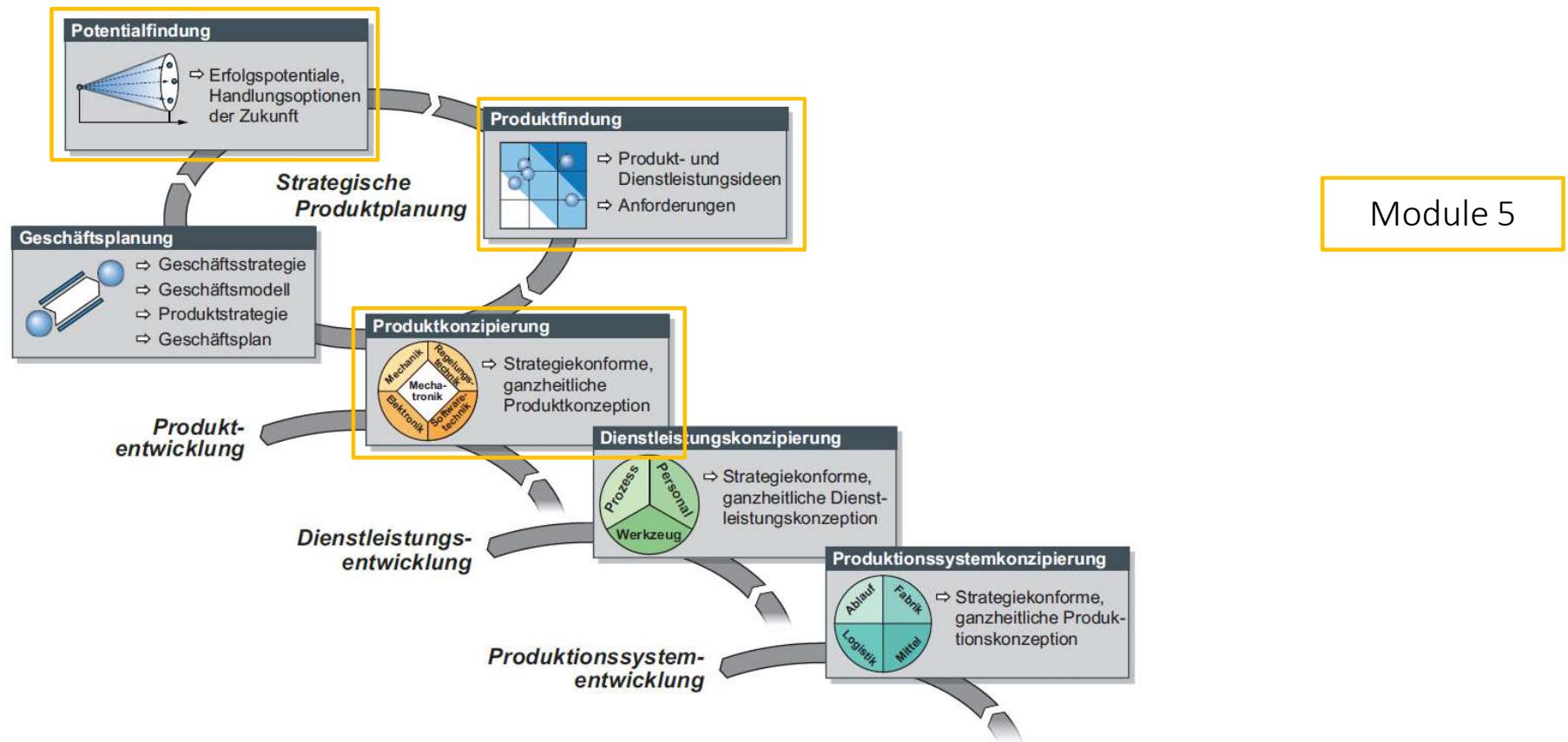
*Module 5 Planning method for vehicle concepts
WS 2022/2023*

Module 5: Planning method for vehicle concepts

- Methods for planning the future
- Scenario method of GAUSEMEIER
- Describing key factors for the automotive environment 2027
- Describing possible future development options for the key factors
- Describing consistent pictures of the future (environmental scenarios) using one consistent development option of every singel key factor
- Method for planning vehicle concepts

Methods for planning the future

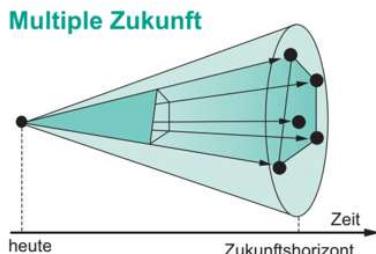
Integration of module 5 in the reference model for strategic planning of GAUSEMEIER



[GDP+19]

Using future development options for sustainable vehicle concepts

Prognosen für das Umfeld



Umfeldszenarien

Steckbrief Umfeldszenario (Nr. 3)

„Technologische Rahmenbedingungen beginnigen hybride Antriebskonzepte; der Markt für Performance-Automobile wächst“

Beschreibung

[1B] Lithium-Schwellen Batterien und Lithium-Luft Batterien der vierten Generation verfügbar. Am Markt sind diese Energiedichte von über 800 Wh/kg erreicht werden.

[2B] Fossile Energie ist insbesondere für die Mobilität ein reiner Rohstoff geworden. Politische Reglementierungen und das „Mindset“ der Gesellschaft möchte weitergehend regenerative Energiequellen einsetzen. Die Forschung und Entwicklung investiert kaum noch in Antriebskonzepte mit fossilen Energierträgern.

[3C] Die Besteuerung von Individualmobilität hat sich in den letzten Jahren kaum verändert. Im Vordergrund steht das Antriebskonzept mit fossiler Energiequelle „Autofahren In“. Die BRICS Länder folgen dem Trend der TRIADE Staaten und haben es in den letzten Jahren geschafft die Lebensqualität in den Mega-Cities durch intelligente Verkehrssysteme und lokal emissionsfreie Antriebskonzepte signifikant zu verbessern.

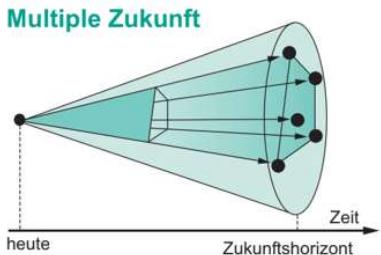
[4C] Emissionsgrenzwerte sind weltweit sehr anspruchsvoll. Die Zulassung von PKWs ohne die Möglichkeit des lokal emissionsfreien Fahrens ist nur noch in wenigen Staaten möglich. Die wichtigsten Märkte der Automobilindustrie verlangen nach „sauberen Antrieben“.

[5A] ...

Bearbeiter: Christoph Söllner | Know-How Träger: Projektteam Strategie | Erstellt am: 09. April 2015 | Letzte Aktualisierung: 11. April 2015

Modul 5

Prognosen für die Technologiebausteine



Produktkonzepte

Quantitative Produktausprägungen

Variable	Indicator	Nr.	F/W	Min	Max	Einheit	W-P	E-P	Erst.
Total Cost of Ownership (TCO)	C ₀ Emission	4.1	W	227	g C ₀ / km	227	219	C.S.	
	Verbrauch fossil (NEFZ)	4.2	W	9,7	l/100km	9,7	8,4	R.R.	
	Verbrauch elektrisch (NEFZ)	4.3	W	n.v.	kWh/100km	n.v.	n.v.	C.S.	
Verbrennungsmotor (VKM)	Hubraum	5.1	W	3600	cm ³	3600	3602	C.S.	
	Leistung	5.2	W	383	kW	383	375	C.S.	
	Drehmoment	5.3	W	50	Nm	66	850	R.R.	
Elektrischer Antrieb	Leistung	6.1	W	n.v.	kW	n.v.	n.v.	C.S.	
	Drehmoment	6.2	W	n.v.	Nm	n.v.	n.v.	C.S.	
Fahrdynamik Längs	Beschleunigung 0-100	7.1	W	n.v.	s	3,5	3,8	C.S.	
	Bremsweg 100 km/h (warm)	7.2	W	n.v.	m	32,5	34,5	R.R.	
	Höchstgeschwindigkeit	7.4	W	310	km/h	315	310	C.S.	
Fahrdynamik Quer	Rundenlauf Nürburgring Nordschleife	8.1	W	7:32	min:sek	7:32	7:35	C.S.	
	...								
Design Exterieur Front	Frontsitzstütze, exkl. Einzellegat	14,1	W	85	%	75	85	C.S.	
	Frontscheibenwärmer & Kühlgebl	14,2	W	70	%	65	70	C.S.	
	Dach, Motorhaube & Außenspiegel	14,3	W	80	%	70	80	C.S.	
	...								

Legende: Übernommener Referenzwert | F = Forderung | W = Wunsch | W-P = Wettbewerbs-Produkt | E-P = Eigen-Produkt

Zukunftsfähige Produktkonzepte

Steckbrief Umfeldszenario (Nr. 3)

„Technologische Rahmenbedingungen beginnigen hybride Antriebskonzepte; der Markt für Performance-Automobile wächst“

Beschreibung

[1B] Die Hybridebatterie ist voll serienmäßig. Post-Lithium-Ionen Technologien haben sich durchgesetzt. Am Markt sind Lithium-Schwellen Batterien und Lithium-Luft Batterien der vierten Generation verfügbar. Es kann je nach Anwendungsfall eine Energiedichte von über 800 Wh/kg erreicht werden.

[2B] Fossile Energie ist insbesondere für die Mobilität ein reiner Rohstoff geworden. Politische Reglementierungen und das „Mindset“ der Gesellschaft möchte weitergehend regenerative Energiequellen einsetzen. Die Forschung und Entwicklung investiert kaum noch in Antriebskonzepte mit fossilen Energierträgern.

[3C] Die Besteuerung von Individualmobilität hat sich in den letzten Jahren kaum verändert. Im Vordergrund steht das Antriebskonzept inkl. der eingesetzten Energiequelle „Autofahren In“. Die BRICS Länder folgen dem Trend der TRIADE Staaten und haben es in den letzten Jahren geschafft die Lebensqualität in den Mega-Cities durch intelligente Verkehrssysteme und lokal emissionsfreie Antriebskonzepte signifikant zu verbessern.

[4C] Emissionsgrenzwerte sind weltweit sehr anspruchsvoll. Die Zulassung von PKWs ohne die Möglichkeit des lokal emissionsfreien Fahrens ist nur noch in wenigen Staaten möglich. Die wichtigsten Märkte der Automobilindustrie verlangen nach „sauberen Antrieben“.

[5A] ...

Bearbeiter: Christoph Söllner | Know-How Träger: Projektteam Strategie | Erstellt am: 09. April 2015 | Letzte Aktualisierung: 11. April 2015

[GDP+19], [Soe16]

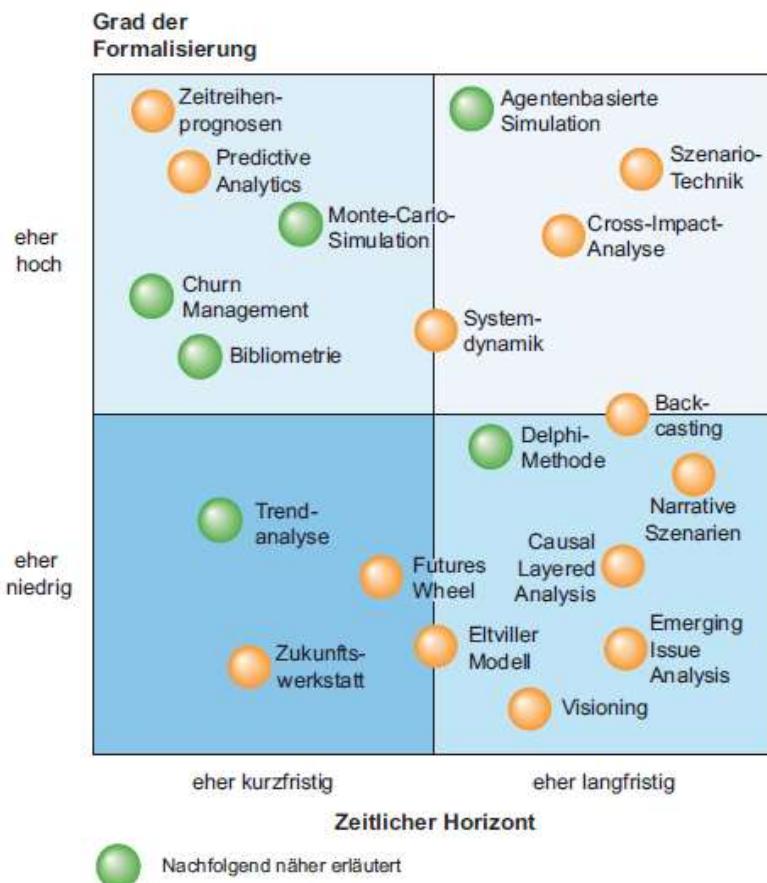
Overview of different methods for planning the future

Methode	Kurze Charakterisierung
Agenten-basierte Simulation	Simulation von Märkten mittels künstlicher Individuen, sogenannten Agenten. Agenten haben Eigenschaften und können Aktionen ausführen. Die Simulation eines Marktes mit Hilfe der agentenbasierten Simulation erfordert sehr genaue Kenntnis über den Markt (vgl. Kapitel 2.3.4) [Ban07].
Backcasting	Ableitung von Konsequenzen und Maßnahmen, um ein entwickeltes Szenario zu erreichen [Löc09].
Bibliometrie	Quantitative Beobachtung von Publikationen, z.B. mittels Zitationsanalyse. Die Durchführung der Beobachtung zu verschiedenen Zeitpunkten ermöglicht die Vorausschau zukünftig wichtiger Themen (vgl. Kapitel 2.3.3).
Causal Layered Analysis	Dekomposition der Ist-Situation in vier Ebenen: 1) Fakten, 2) Struktur und soziales System, 3) Weltsicht sowie 4) Unbewusstes und Emotionales. In der Folge werden alternative Zukünfte auf der Ebene Unbewusstes und Emotionales entwickelt und in den drei verbleibenden Dimensionen konkretisiert.
Churn Management	Identifikation von Signalen für Kundenabwanderung. Dazu werden Muster in Datensätzen ermittelt. Kunden mit einer hohen Abwanderungswahrscheinlichkeit werden mit Kundenbindungsmaßnahmen kontaktiert. Typische Anwendungen finden sich in der Finanzwirtschaft oder dem Internetmarketing (vgl. Kapitel 2.3.6) [Tec08].

[GDP+19]

Methode	Kurze Charakterisierung
Cross-Impact Analyse	Methode zur Untersuchung wechselseitiger Einflüsse von zukünftigen Ereignissen. Die Cross-Impact-Analyse kann gut mit der Delphi Methode und der Szenario-Technik kombiniert werden. Beispielsweise kann die Cross-Impact-Analyse als Alternative zur Konsistenzanalyse in der Szenario-Technik genutzt werden [Wei07].
Delphi-Methode	Vorausschau und Ideenfindung gemäß des Grundprinzips: Meinungen sammeln und die Mitglieder eines (Experten-)Kollektivs mit den Ergebnissen konfrontieren. Wesentliches Alleinstellungsmerkmal dieser Methode ist, dass im Ergebnis ein konsolidiertes Meinungsbild vorliegt (vgl. Kapitel 2.3.1) [BW89].
Eltviller Modell	Das Eltviller Modell besteht aus einem Prozess zur Vorausschau sowie einem Objektmodell, das es ermöglicht, die Ergebnisse strukturiert zu dokumentieren. Der Prozess der Vorausschau beruht im Kern auf der schrittweisen Betrachtung der Zukunft durch fünf sogenannte Zukunftsbrillen [Mic11].
Emerging Issue Analysis	Identifikation und Analyse von Einflussfaktoren, die in der Vergangenheit keinerlei bzw. kaum Bedeutung hatten, aber zukünftig wichtige Einflussfaktoren darstellen.
Futures Wheel	Visualisierungstechnik zur Identifikation von möglichen Folgewirkungen von Trends und Zukunftsszenarien. Das Futures Wheel kann gut verwendet werden, um – zusammen mit Kreativitätstechniken wie Brainstorming – Zukunftsbilder zu erstellen und zu strukturieren.
Monte-Carlo-Simulation	Quantitative Schätzung von zukünftigen Werten mit Hilfe von mehrfach durchgeführten Zufallsexperimenten. Basis der Monte-Carlo-Simulation ist ein mathematisches Simulationsmodell, welches die Kenntnis von Wirkzusammenhängen voraussetzt (vgl. Kapitel 2.3.5) [RSK11].
Narrative Szenarien	Erzählerische Aufbereitung von Szenarien. Durch die Möglichkeit, eine zukünftige Situation anhand der Erlebnisse fiktiver Charaktere darzustellen, erhöhen narrative Szenarien den Immersionsgrad. Dafür muss eine Reduktion der Präzision in Kaufgenommen werden.
Predictive Analytics	Aufbereiten, Analysieren und Interpretieren von Daten mittels statistischer Verfahren, um Voraussagen über zukünftige Ereignisse zu treffen. Eine bekannte Anwendung ist beispielsweise die Prüfung der Kreditwürdigkeit von Kunden in der Finanzwirtschaft [Ken14].
Szenario-Technik	Erstellung von allgemeinverständlichen, nachvollziehbaren und konsistenten Beschreibungen von zukünftigen Situationen, die auf einem komplexen Netz von Einflussfaktoren beruhen (vgl. Kapitel 2.2).
Systemdynamik	Systemdynamik oder System Dynamics ist eine Methode zur ganzheitlichen Analyse komplexer Systeme. Wenn als System das Umfeld eines Unternehmens gewählt wird, kann Systemdynamik auch zur Vorausschau genutzt werden.
Trendanalyse	Trends bezeichnen mögliche Entwicklungen in der Zukunft, die aufgrund einer hohen Wahrscheinlichkeit als relevant für die künftige Geschäftstätigkeit angesehen werden. Die Trendanalyse umfasst das systematische Suchen, Aufbereiten und Auswerten von Trends (vgl. Kapitel 2.3.2).
Visioning	Methode zur kollaborativen Entwicklung von Visionen, also gewünschten Zukunftsentwürfen. Anwendungen finden sich oft im Bereich Städteplanung.
Zeitreihenprognosen	Analyse einer vorliegenden Zeitreihe (Beobachtungswerte) und anschließende Dekomposition in unabhängige Elemente. Letztere können zur Extrapolation genutzt werden, um beispielsweise saisonale Schwankungen zu berücksichtigen [Run10].
Zukunftswerkstatt	Methode zur Findung zukunftsgerichteter Ideen für heutige Probleme. Die drei typischen Phasen sind: Kritikphase, Fantasiephase und Verwirklichungsphase. Zukunftswerkstätten finden in der Regel in Gruppenarbeit statt [BKS98].

Comparison of methods draw pictures of the future



Exkurs: Tipping Points

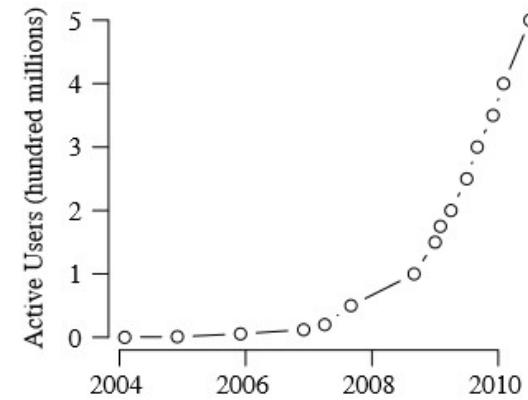


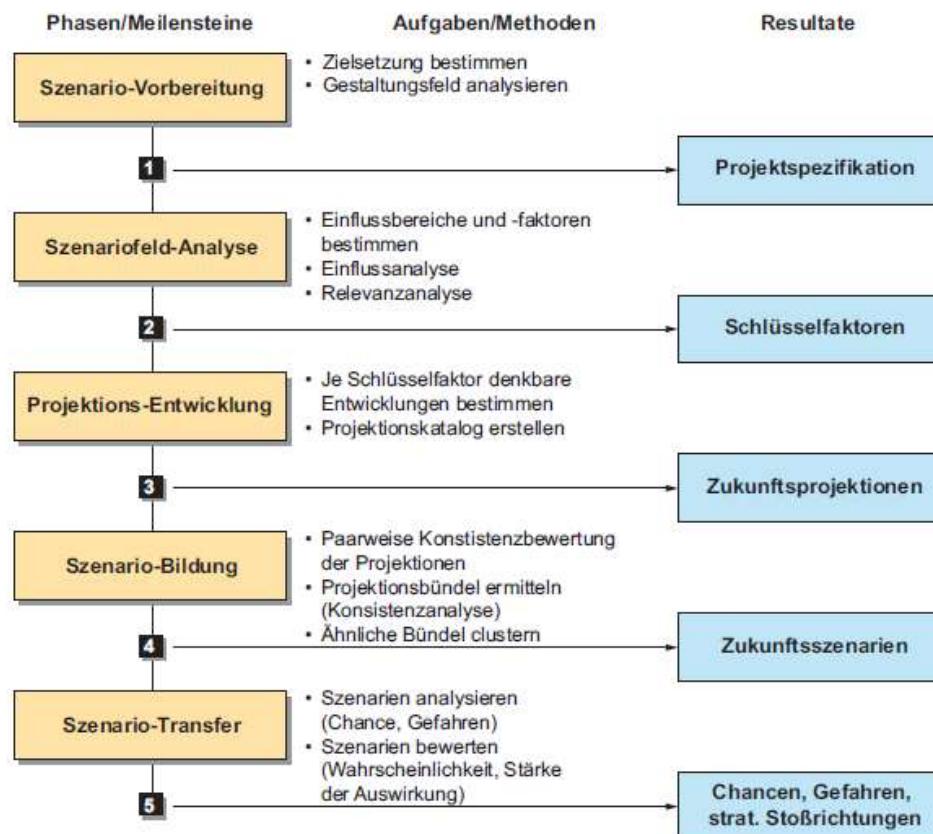
FIGURE 3. The growth of Facebook.

Ein **Tipping Point** bezeichnet einen Moment, an dem eine eindeutige Entwicklung durch mehrere gleichzeitig wirkende Effekte sich umkehrt oder massiv beschleunigt wird.
Man nennt ihn auch „Kippunkt“

[GDP+19], [LP12]

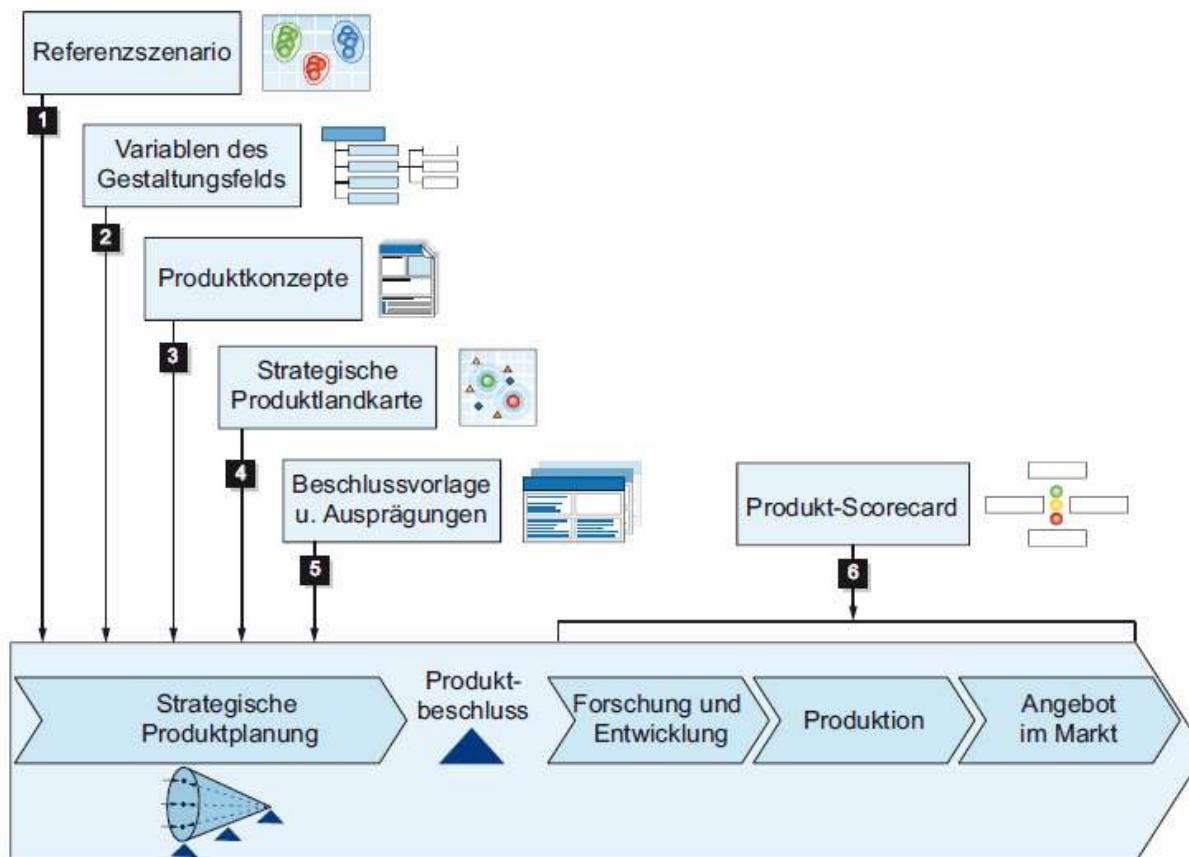
Scenario method of Gausemeier

Process steps of the scenario method



[GDP+19]

Integration of the scenario method in the corporate planning process



[Soe16]

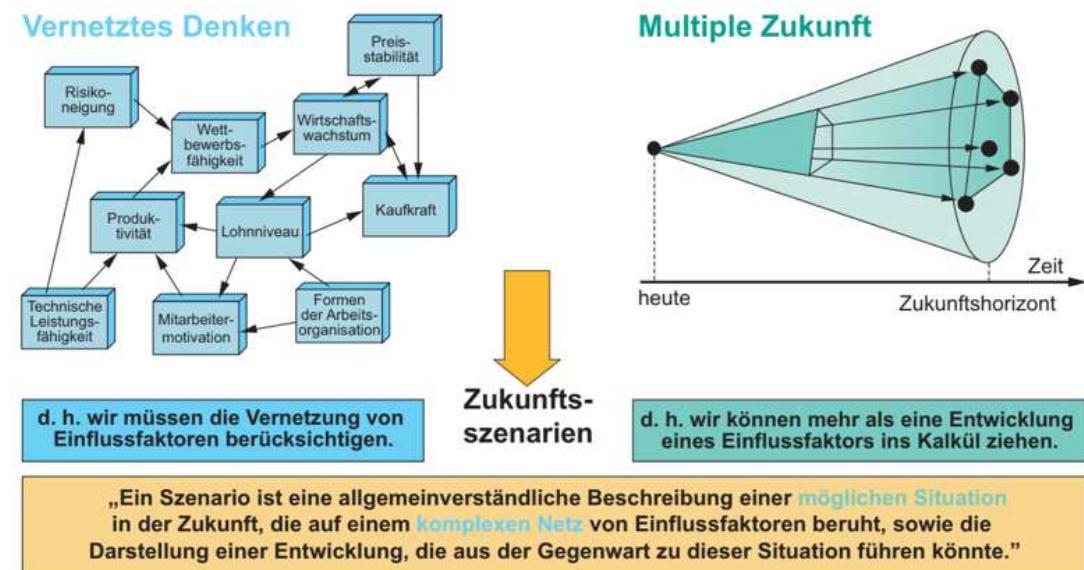
Scenarios follow 2 basic principles

Multiple future

Es postuliert, dass grundsätzlich mehrere Bilder der Zukunft denkbar sind.

Vernetztes Denken

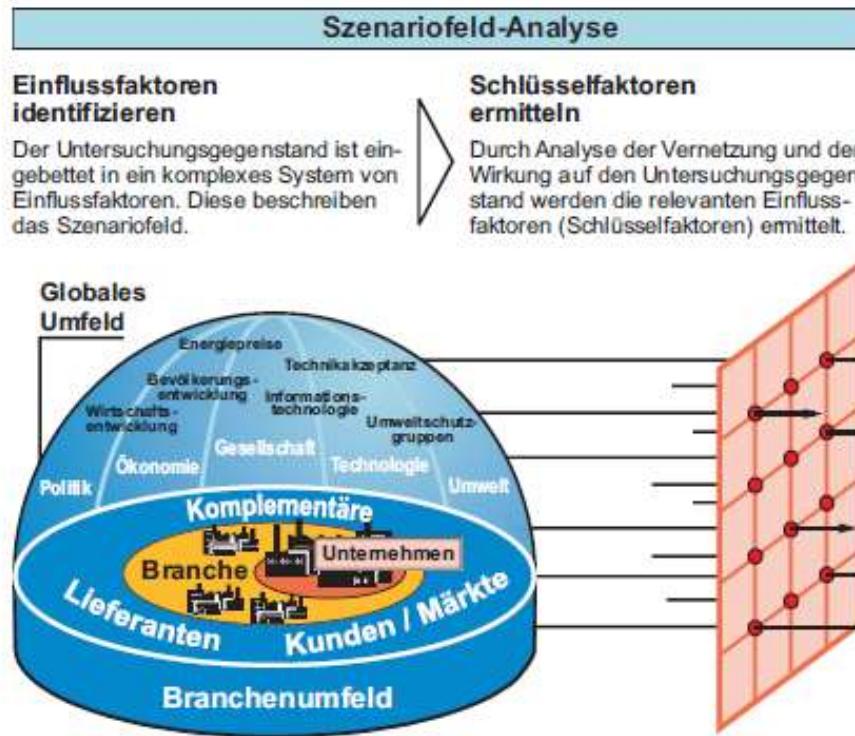
Damit wird erreicht, die Menge der Einflussfaktoren durch Gesellschaft oder Kunden unter dem Gesichtspunkt der gegenseitigen Beeinflussung zu betrachten



[GDP+19]

Describing key factors for the environment „automobile 2027“

The analysis of the scenario field shows factors of influence and key factors



Das Szenariofeld des Moduls 5 ist das Umfeld des Automobils im Jahr 2027

[GDP+19]

Exemplary influence factors for the automotive industry



[GDP+19], [Soe16]

Assessing the level of influence for the identified influence factors

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

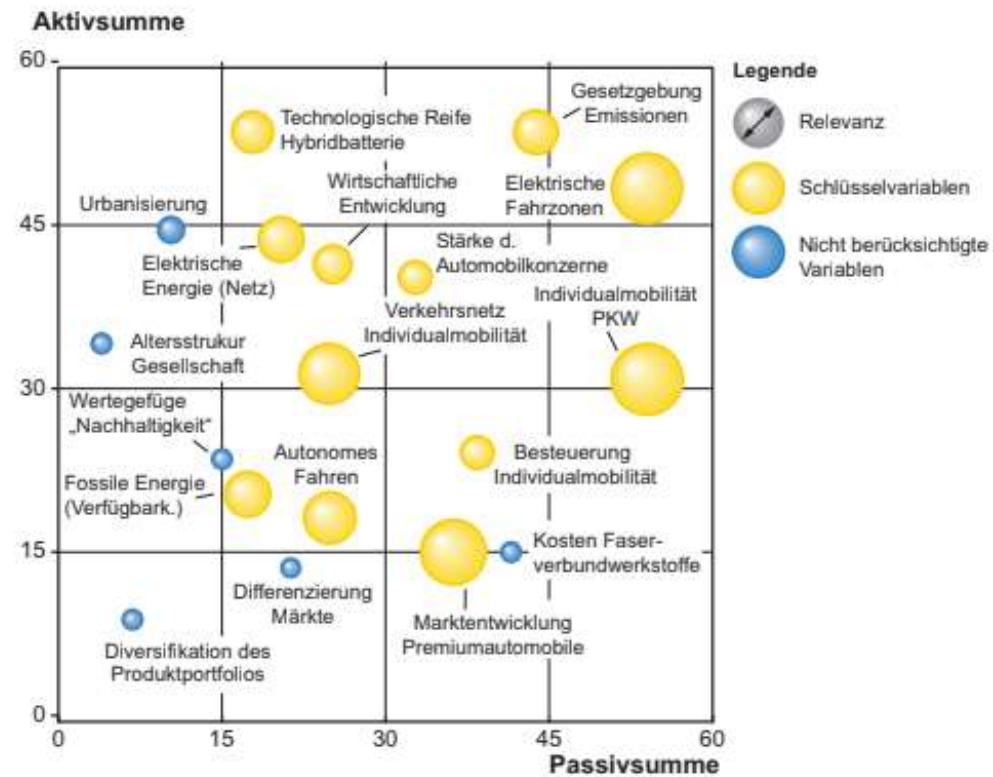
[GDP+19], [Soe16]

Assessing the relevance of the influence factors

Relevanzmatrix		Einflussfaktoren	Einflussfaktoren							Aktivsumme		
Einflussfaktoren	Nr.	1	2	3	4	5	6	7	...	43	44	
Marktentwicklung Premiumautom.	1	0	1	0	0	0	0	1		1	1	25
Wirtschaftliche Entwicklung	2	1	0	0	0	0	0	0		1	0	18
Stärke der Automobilkonzerne	3	0	1	0	1	0	1	0		1	0	14
Elektrische Fahrzonen	4	1	1	0	0	1	1	1		1	1	27
Verkehrsnetz Individualmobilität	5	1	1	1	0	0	1	1		1	0	23
Fossile Energie (Verfügbarkeit)	6	1	1	0	0	0	0	0		1	0	21
Individualmobilität PKW	7	Der Einflussfaktor Nr. 5 „Verkehrsnetz Individualmobilität“ ist unwichtiger als der Einflussfaktor Nr. 4 „Elektrische Fahrzonen“								1	0	28
...												
Wertegefüge Nachhaltigkeit	43										1	8
Altersstruktur Gesellschaft	44	0	0	0	0	0	0	0		0		4

[GDP+19], [Soe16]

Determination of key factors and description of future projections



[GDP+19], [Soe16]

Characteristics of key factors for a „round table discussion“

Steckbrief Schlüsselfaktor	
7 Individualmobilität - PKW	
Definition	
Der Einflussfaktor „Individualmobilität-PKW“ beschreibt die Nutzung von Personenkraftwagen in der Gesellschaft. Die Nutzung aus privaten oder beruflichen Gründen ist nicht entscheidend.	
Ist-Situation	
Der Umsatz der deutschen Automobilindustrie war auch in 2014 mit 367,9 Mrd. Euro auf Rekordniveau. Die Hersteller von Kraftwagen nehmen hierbei einen Anteil von über 75% ein. Die Anzahl der Neuzulassungen von PKW ist in 2014 ggü. 2013 insgesamt um 4,1% gestiegen. Die TRIADE Märkte sind dabei stabil und wachsen mit dem durchschnittlichen Gesamtprozentsatz. Am stärksten wachsen die USA mit 5,8%. Die BRICS Märkte sind sehr durchwachsen, da z.B. Brasilien um 6,9% eingebrochen ist, während China ein Plus von 12,7% zu verzeichnen hat [VDA15, S. 16].	
Quellen	
<p>[BS13] BECKERT, B.; SCHUHMACHER, J.: Szenarien für die Gigabitgesellschaft – Wie die Digitalisierung die Zukunft verändert. Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung (ISI), Fraunhofer Verlag, Stuttgart, 2013</p> <p>[ERZ+14] ECOLA, L.; ROHR, C.; ZMUD, J.; KUHNIMHOF, T.; PHLEPS, P.: The Future of Driving in Developing Countries. Institut für Mobilitätsforschung (Ifmo), RAND, München u.a., 2014</p> <p>[FG14] FRICK, R.; GRAMM, B.: Langstreckenmobilität – Aktuelle Trends und Zukunftsperspektiven. Institut für Mobilitätsforschung (Ifmo), INFRAS, NIT, München, Bern, Kiel, 2014</p> <p>[SDO14] SHELL DEUTSCHLAND OIL GmbH: Shell PKW-Szenarien bis 2040 – Fakten, Trends und Perspektiven für Auto-Mobilität. Münz Kommunikation, Hamburg, 2014</p> <p>[VDA15] VERBAND DEUTSCHER AUTOMOBILINDUSTRIE VDA (Hrsg.): Jahresbericht 2015. Verband der Automobilindustrie, Berlin, 2015</p> <p>[ZEP+13] ZMUD, J.; ECOLA, L.; PHLEPS, P.; FEIGE, I.: The Future of Mobility – Scenarios for the United States in 2030. Institut für Mobilitätsforschung (Ifmo), RAND, München u.a., 2013</p>	
Bearbeiter: Christoph Söllner	Erstellt am: 03. März 2015 Know-How Träger: Projektteam Strategie Letzte Aktualisierung: 11. März 2015

[Soe16]

Sources for information

Statista

<https://de.statista.com/>

Studie Acatech:

<https://www.acatech.de/projekt/neue-automobilitaet-ii-kooperativer-strassenverkehr-und-intelligente-verkehrssteuerung-fuer-die-mobilitaet-der-zukunft/>

Studie Deloitte:

<https://www2.deloitte.com/de/de/pages/trends/urbane-mobilitaet-autonomes-fahren-2035.html>

Studie Avis Budget Group:

Was vor uns liegt: Die Zukunft der Mobilität

Allgemein:

<https://www.trendreport.de>

... und viele mehr

General global mega trends with influence on the product development and for the future of the automotive industry.



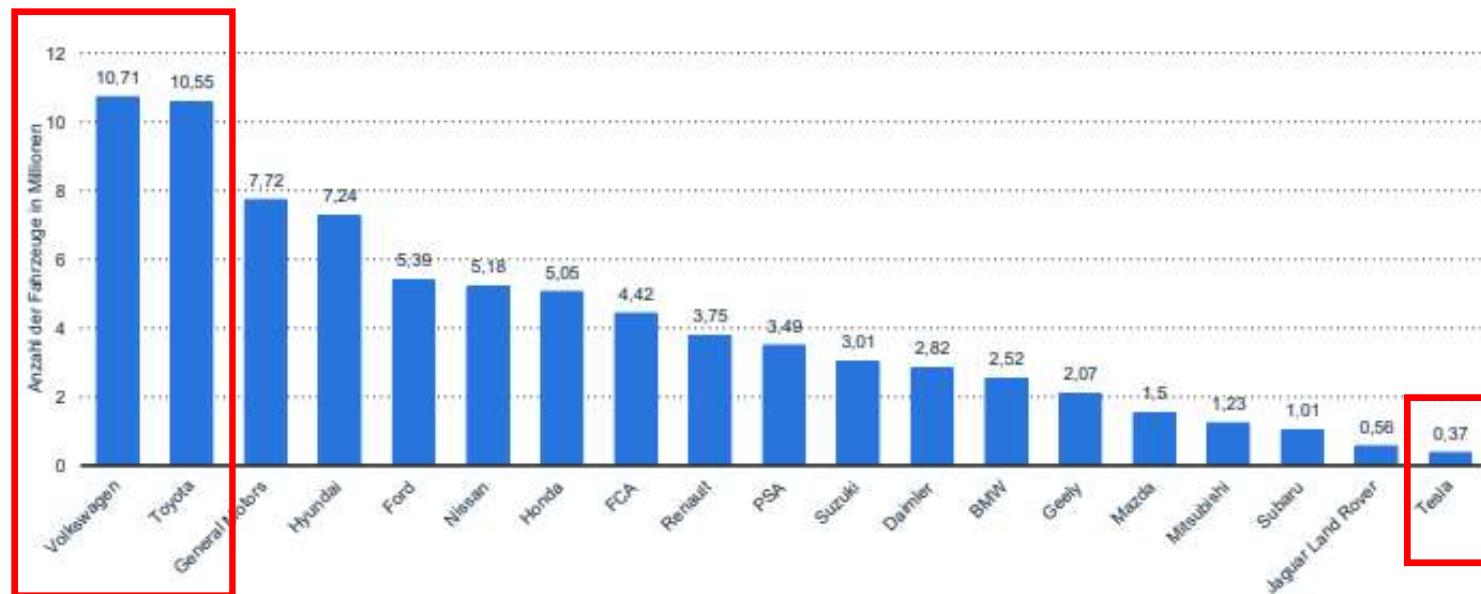
[KB18]

Automotive companies by volume.

Tesla already in 2019 in TOP 20. VW & Toyota ca. 30% bigger as competitors.

Größte Automobilhersteller weltweit nach Fahrzeugabsatz im Jahr 2019 (in Millionen)

Größte Automobilhersteller nach Fahrzeugabsatz in 2019

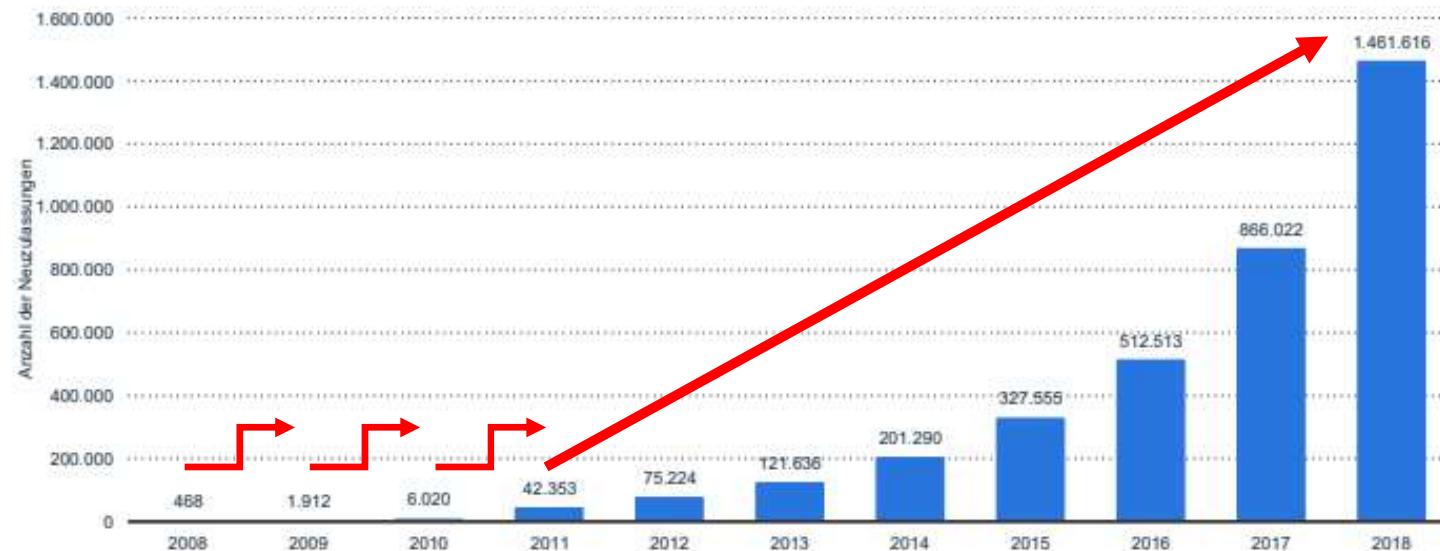


[STA20]

Volume of BEV worldwide.

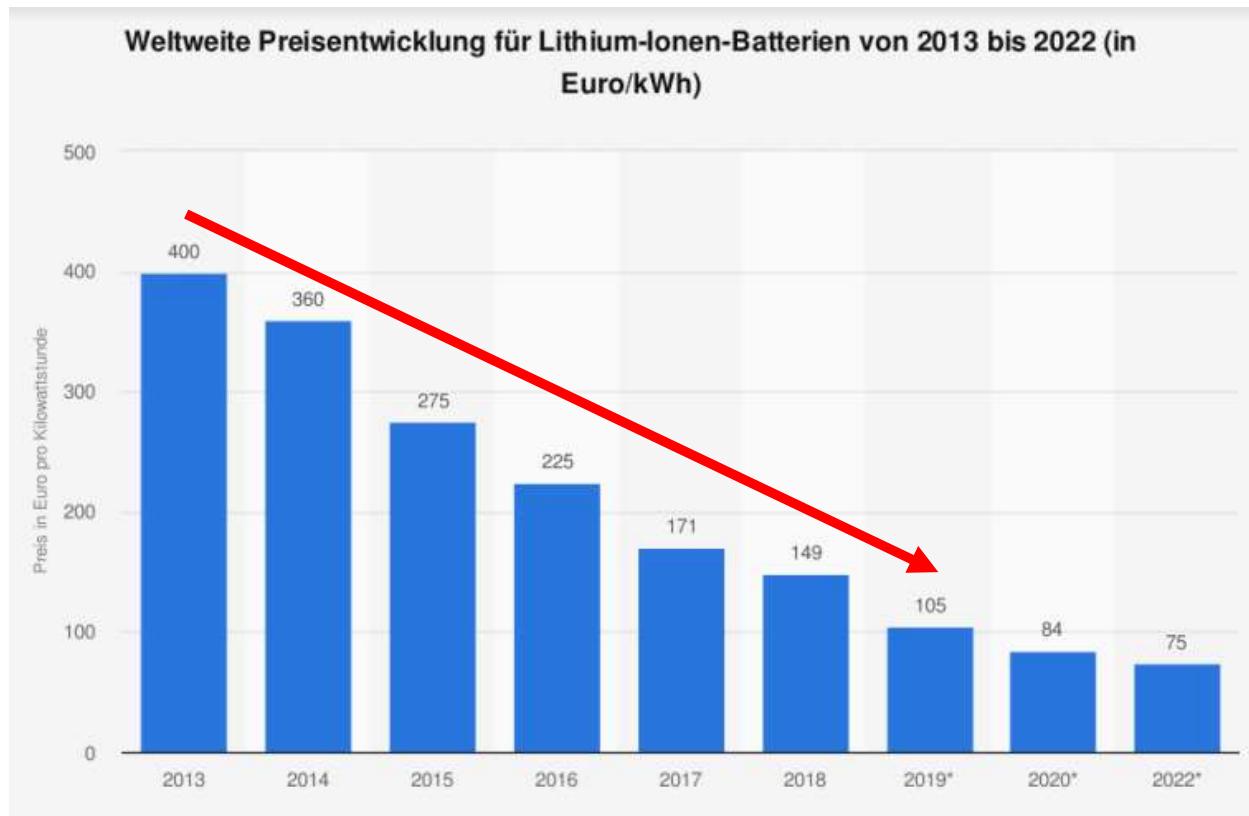
Significant growth from 2008 to 2010; 2011 to 2018 almost yearly doubling.

Anzahl abgesetzter Batterieelektroautos weltweit im Zeitraum der Jahre 2008 bis 2018
Absatz von Elektroautos weltweit bis 2018



[STA20]

Example: Pricing for Lithium-Ionen-Batteries.
In 6 years manufacturing costs dropped by approx. 75%.

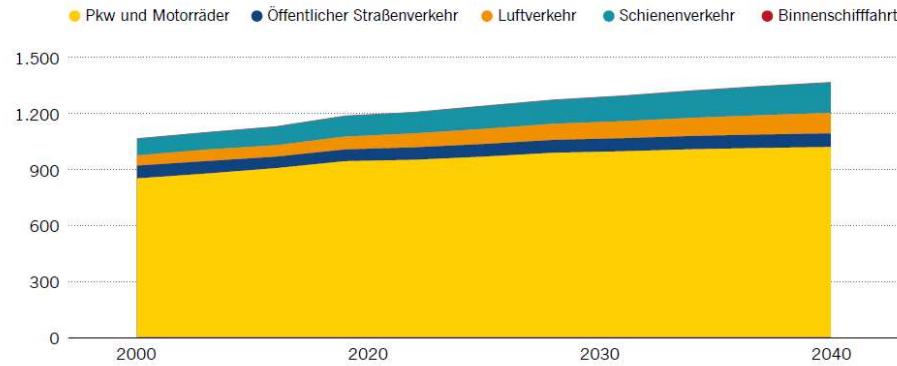


[STA20]

Mobility demand and demographic change as factors of influence for the automotive industry in Germany.

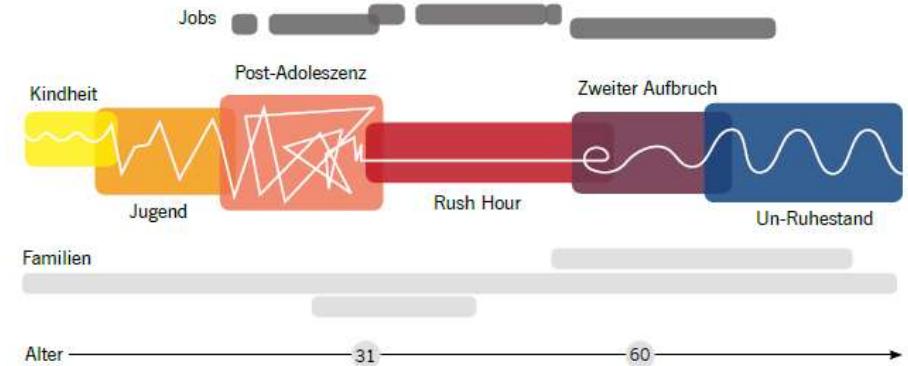
STEIGENDER MOBILITÄTSBEDARF

Personenverkehr in Deutschland (Milliarden Personenkilometer)



von der Biografie zur Multigrafie

Aus klassischen dreiphasigen Lebensläufen wird eine flexible Lebensführung

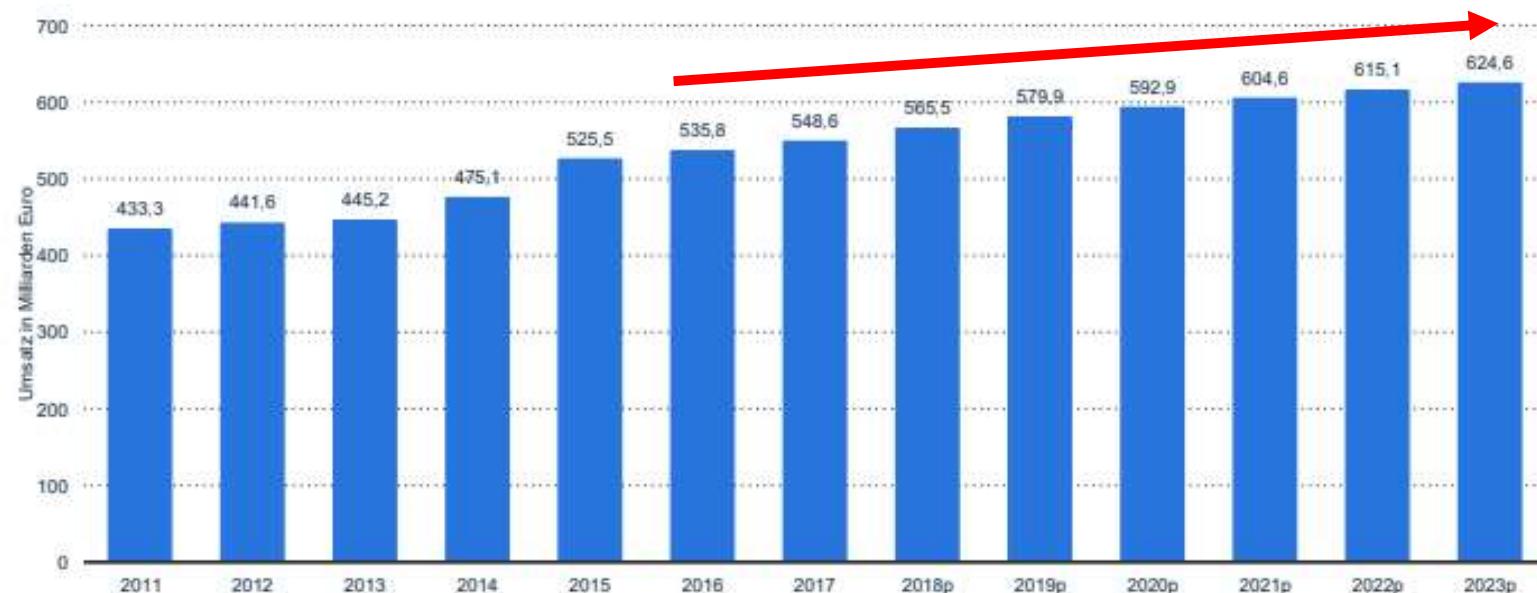


[STA20], [ADA17]

Example: Sales volume of automotive industry in germany with slight growth forecast for 2023

Prognostizierte Umsatzentwicklung in der Automobilindustrie in Deutschland in den Jahren von 2011 bis 2023 (in Milliarden Euro)

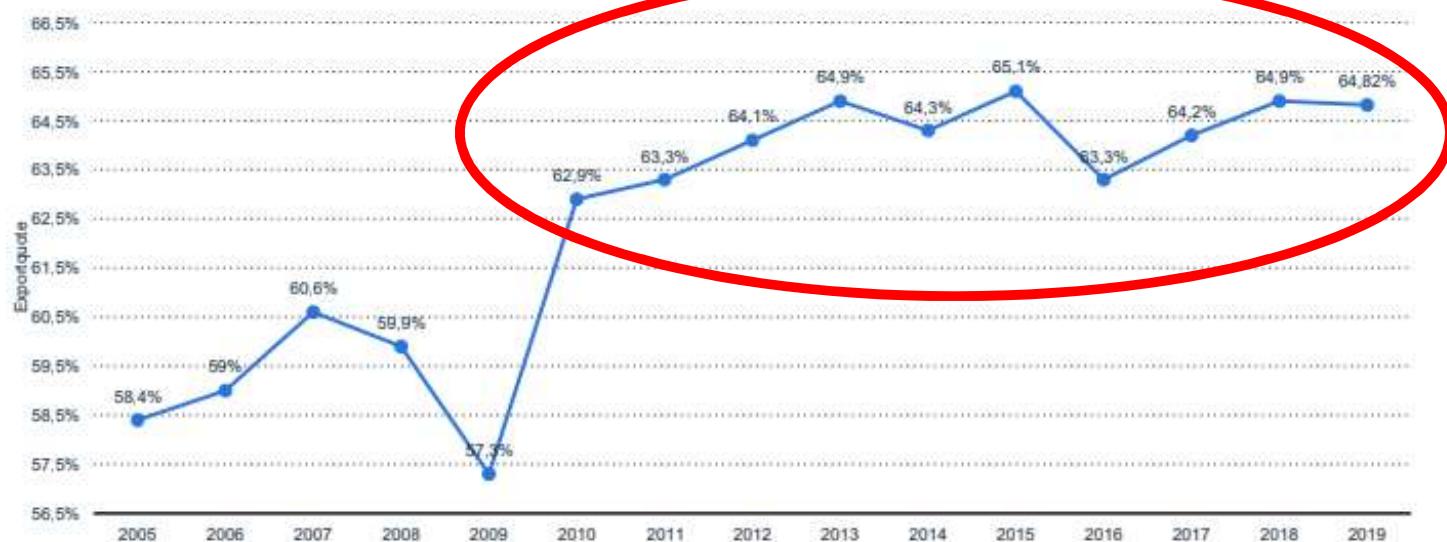
Prognose zum Umsatz in der Automobilindustrie in Deutschland bis 2023



[STA20]

Example: Share of export volume of germany automotive industry on a high level (>60%)

Exportquote der Automobilindustrie in Deutschland im Zeitraum der Jahre 2005 bis 2019
Exportquote der Automobilindustrie in Deutschland bis 2019

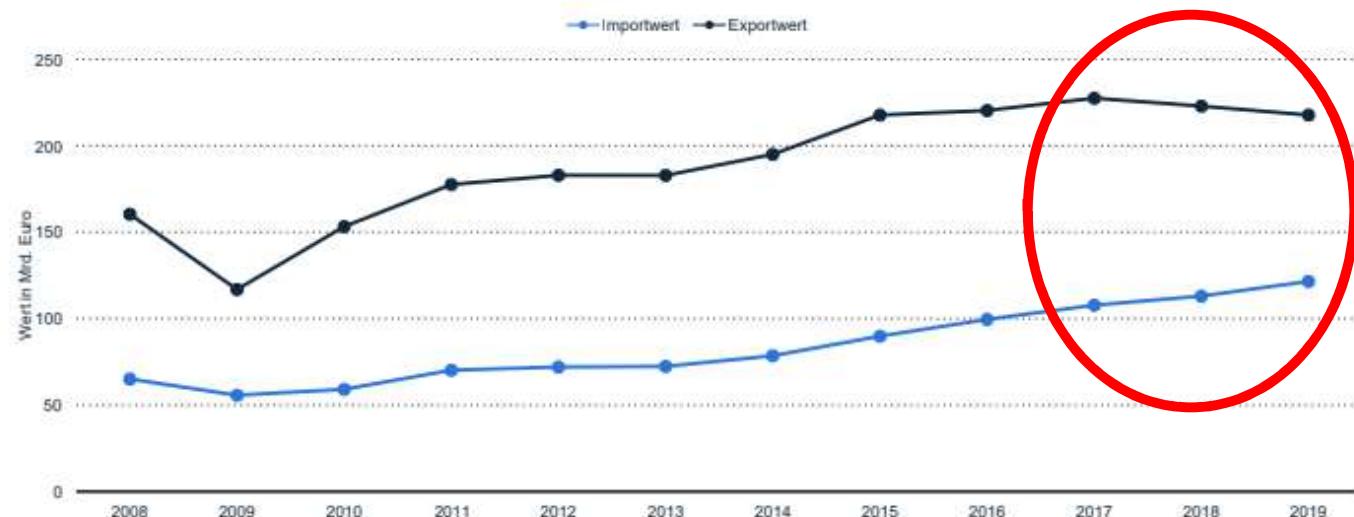


[STA20]

The export values of vehicles in germany exceed the import values significantly. Since 2017 the difference between the two measures sinks.

Wert der exportierten und importierten Kraftfahrzeuge in Deutschland von 2008 bis 2019 (in Milliarden Euro)

Deutschland - Export- und Importwert von Kraftfahrzeugen bis 2019

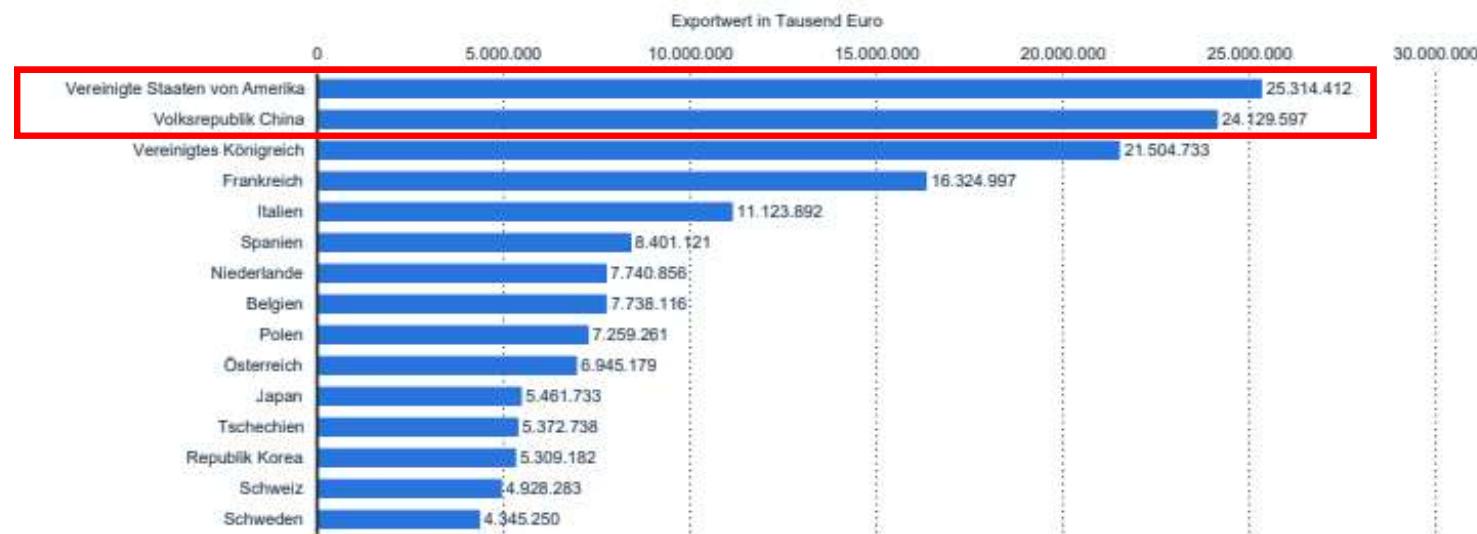


[STA20]

The most important export markets of the german automotive industry are the US & China.

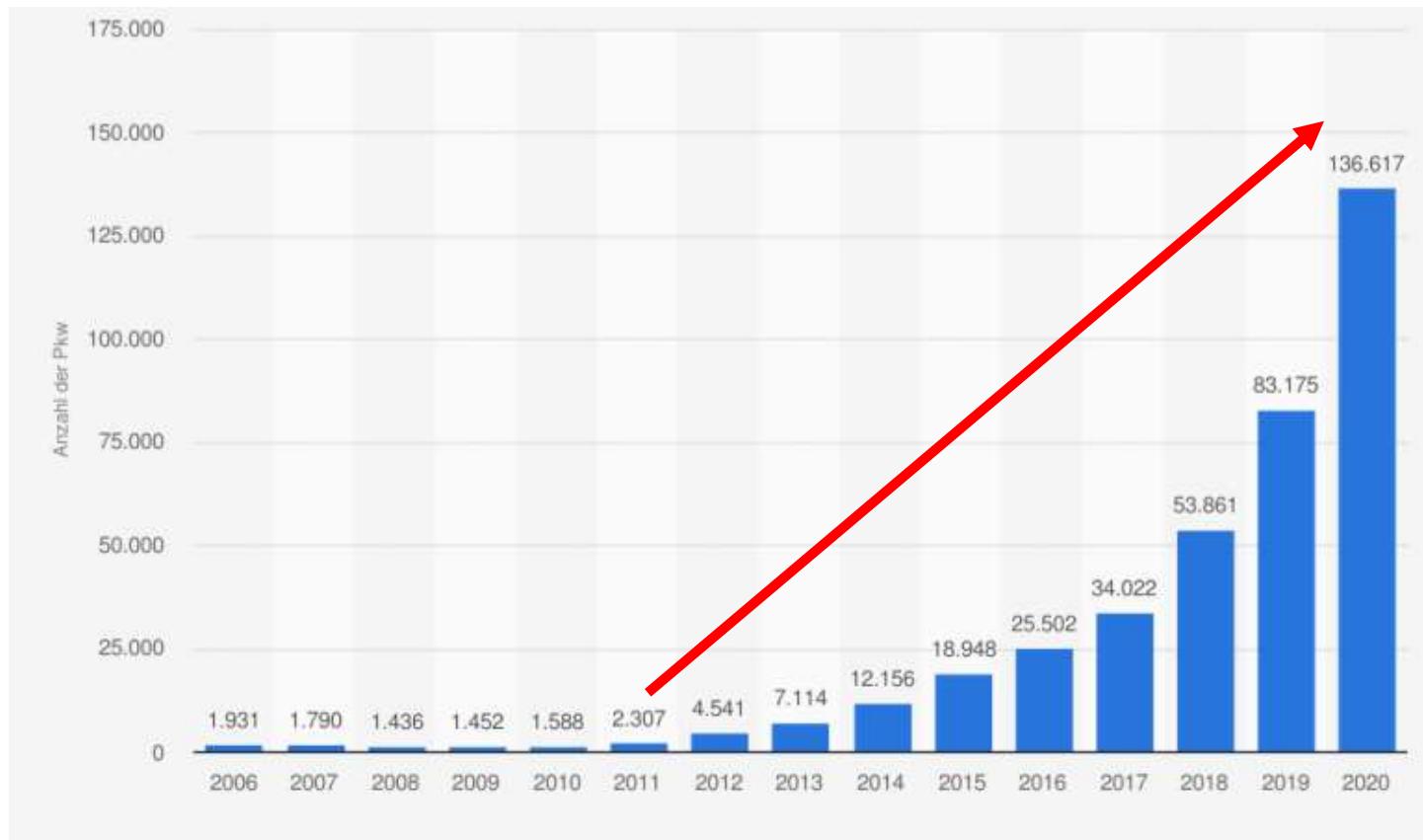
Wichtigste Abnehmerländer für Kraftfahrzeuge und Landfahrzeuge aus Deutschland im Jahr 2019 nach Exportwert (in 1.000 Euro)

Wichtigste Abnehmerländer für Kfz aus Deutschland 2019



[STA20]

Number of BEVs in germany from 2006 to 2020. Forecast for 2027?



[STA20]

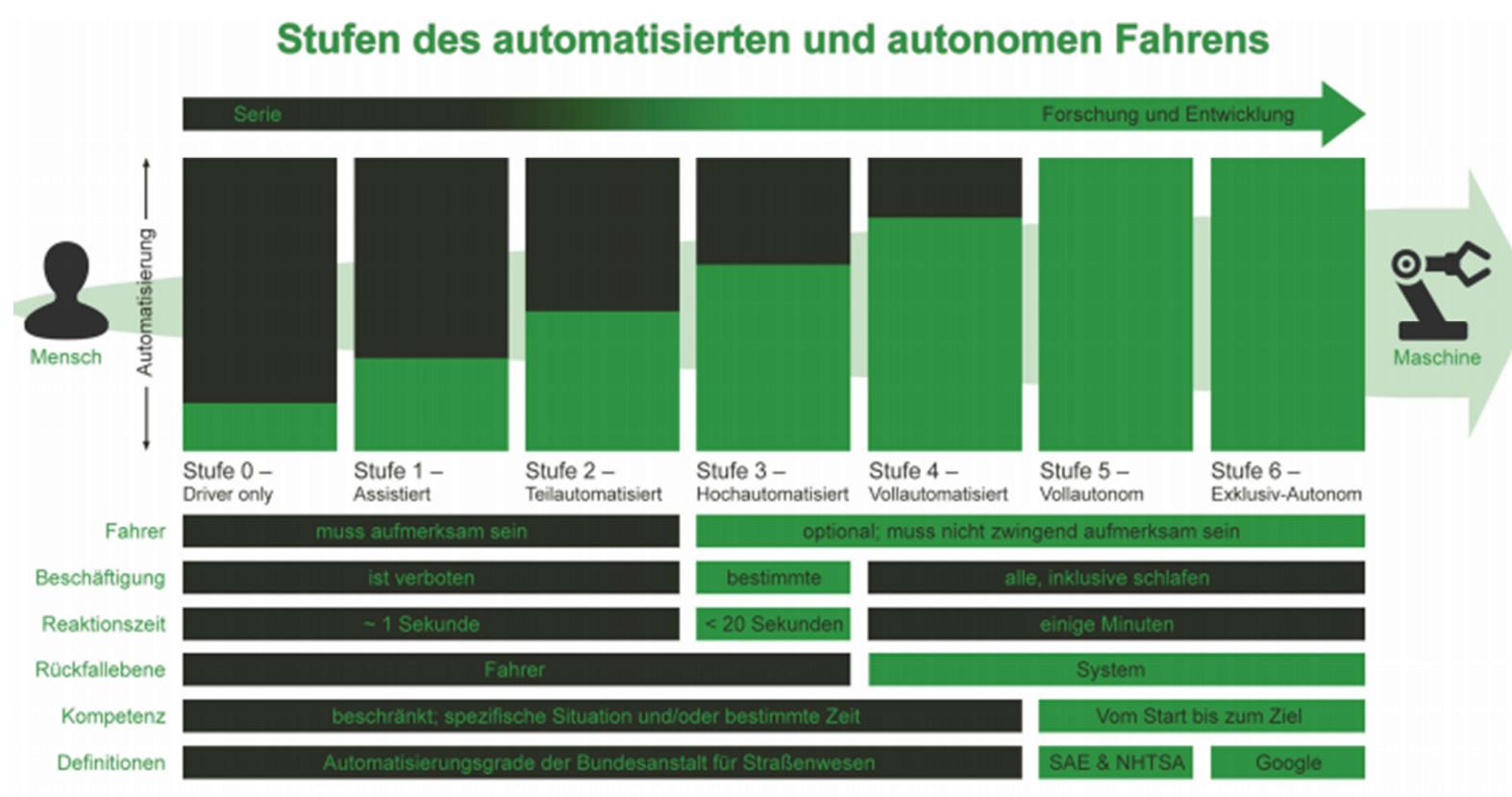
Example: charging infrastructure in germany.
How would you interpret the statistics? What is your conclusion?



[STA20]

Example: Autonomous driving?

When do you think of a broad realization of levels 4 to 6?

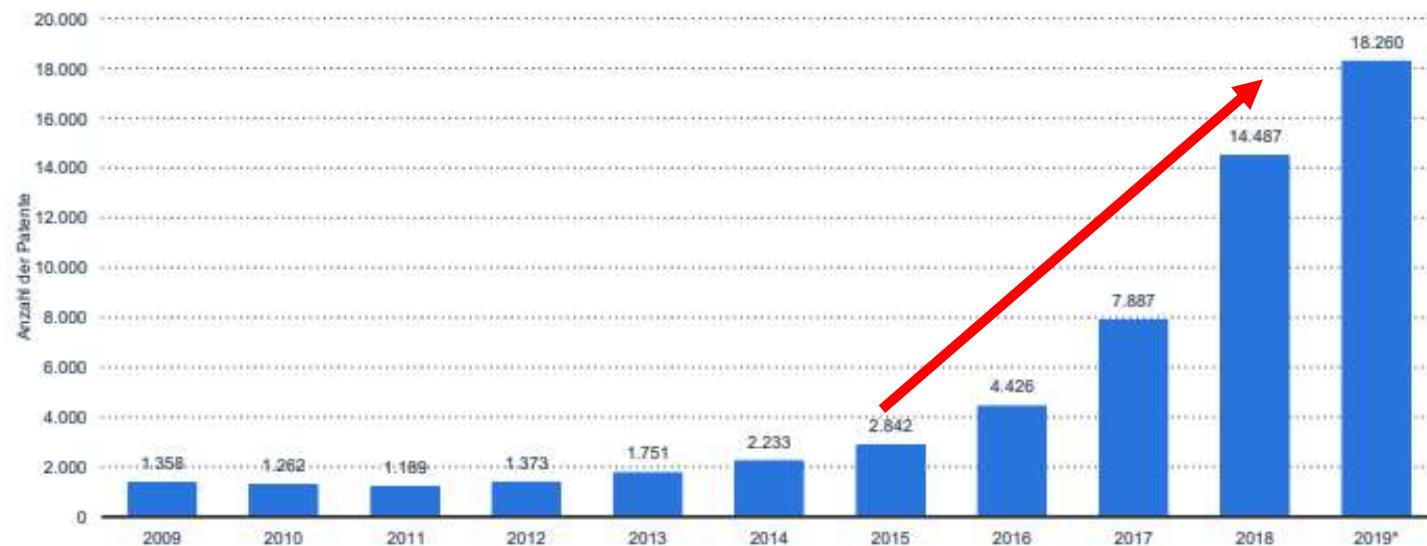


[Vai18]

The signed up patents in the field of autonomous driving have almost doubled worldwide in 2015 to 2018.

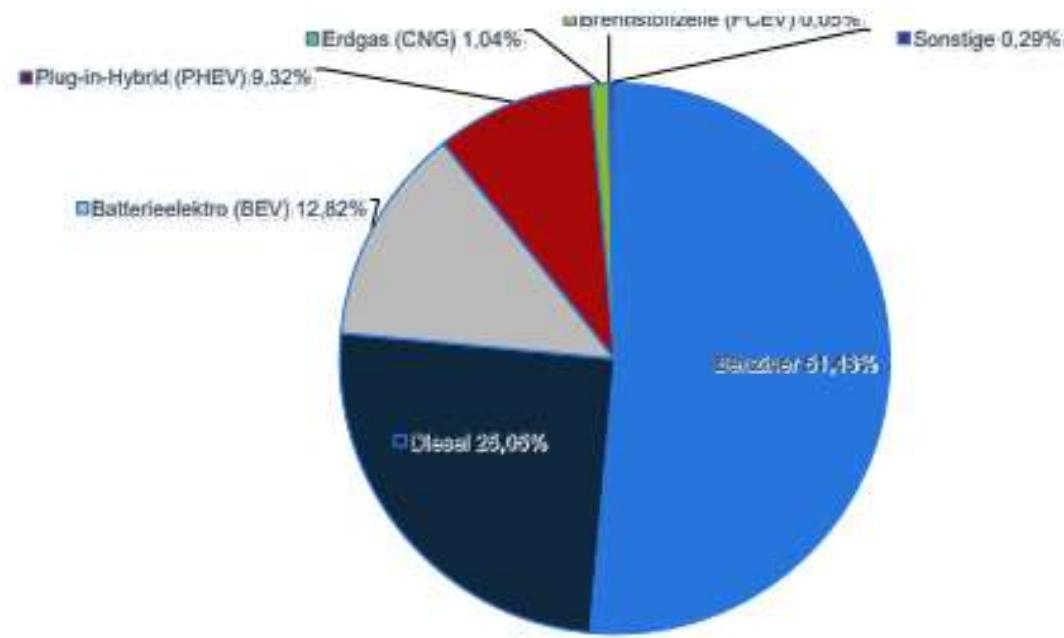
Anzahl der angemeldeten Patente im Bereich autonomes Fahren weltweit in den Jahren 2009 bis 2019*

Anzahl der Patente im Bereich autonomes Fahren weltweit bis zum Jahr 2019



[STA20]

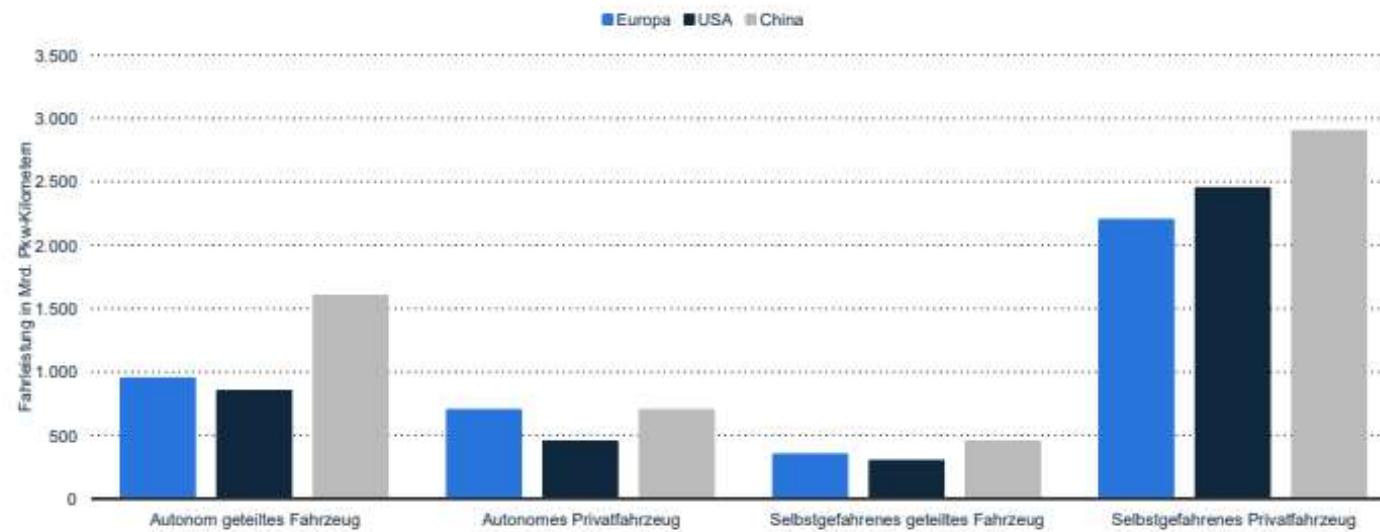
Prognosis of 2020 for the drivetrain share in Europe in 2025.
What do you think now in 2022?



[STA20]

For 2030 a significant number of vehicles is prognosed to be shared and autonomous in Europe, US & China.

Prognose der Fahrleistung von Personenkraftwagen in Europa, den USA und China nach Art der Fahrzeugnutzung im Jahr 2030 (in Milliarden Pkw-Kilometern)
Prognostizierte Fahrleistung von Pkw in Regionen weltweit nach Nutzungsart in 2030

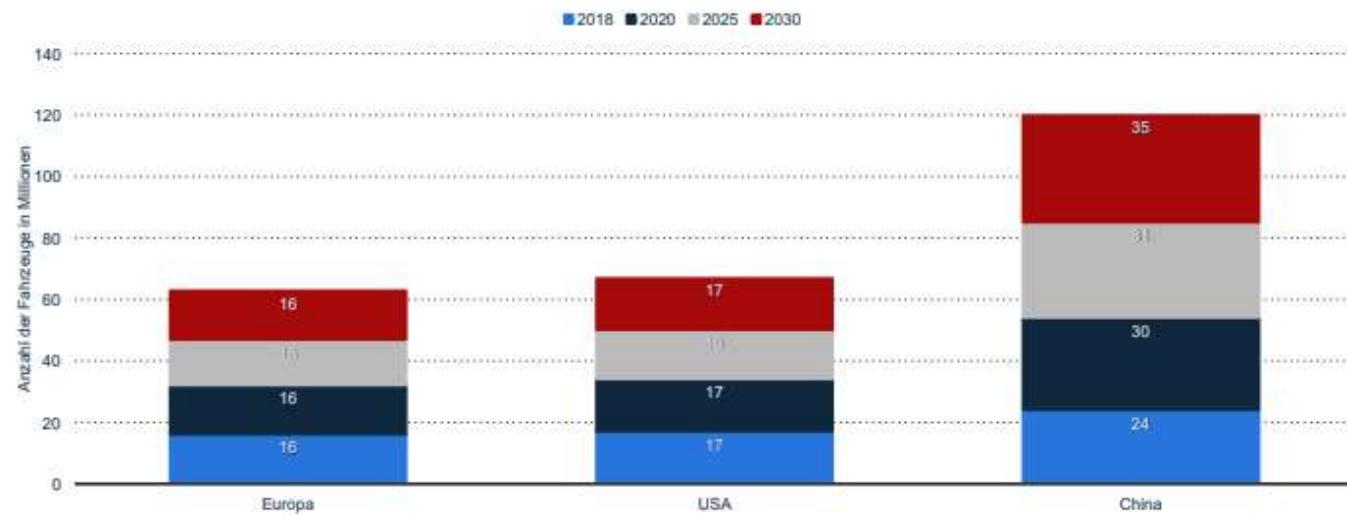


[STA20]

In China in 2030 connected cars (Car to X Communication) should be doubled referring to the number of 2018.

Prognostizierter Absatz von vernetzten Automobilen in den USA, China und der Europäischen Union in den Jahren 2018 bis 2030 (in Millionen Fahrzeugen)

Prognostizierter Absatz von vernetzten Automobilen in Regionen weltweit bis 2030

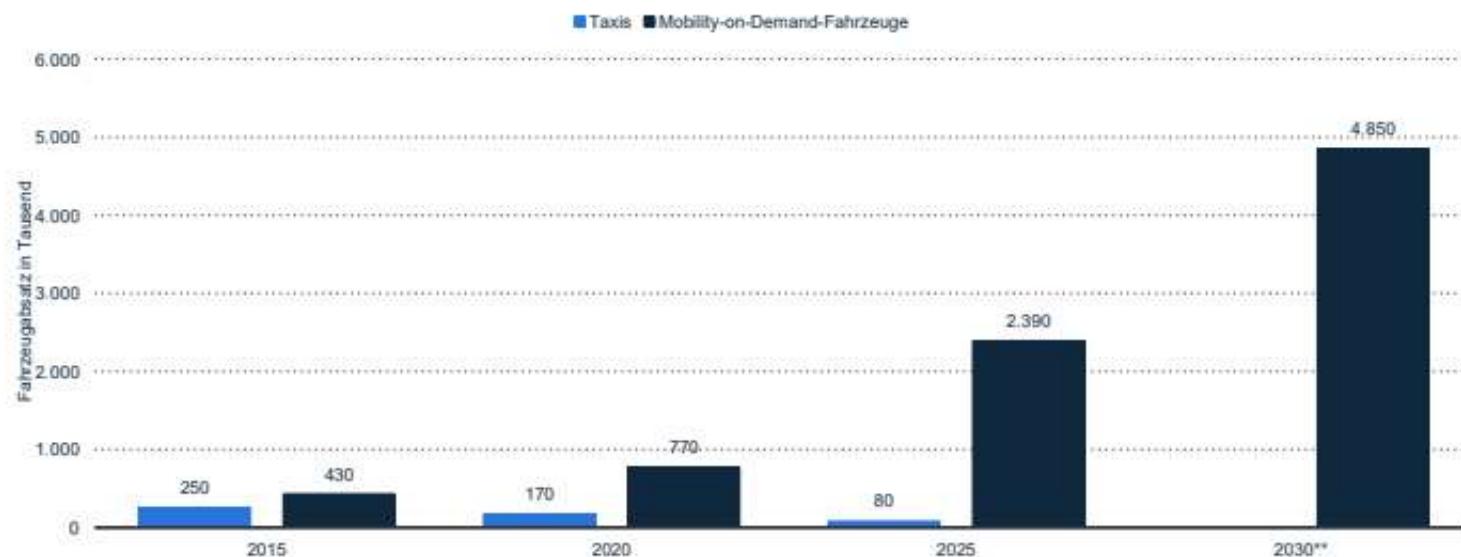


[STA20]

For the big vehicle markets in 2030 taxi drivers will be replaced by mobility on demand services.

Prognostizierter Absatz von Taxis sowie Fahrzeugen für Mobility-on-Demand-Dienste in China, Nordamerika, der Europäischen Union sowie der MENA*-Region in den Jahren 2015 bis 2030 (in 1.000)

Prognose des Fahrzeugabsatzes für Mobility-on-Demand-Dienste bis 2030



[STA20]

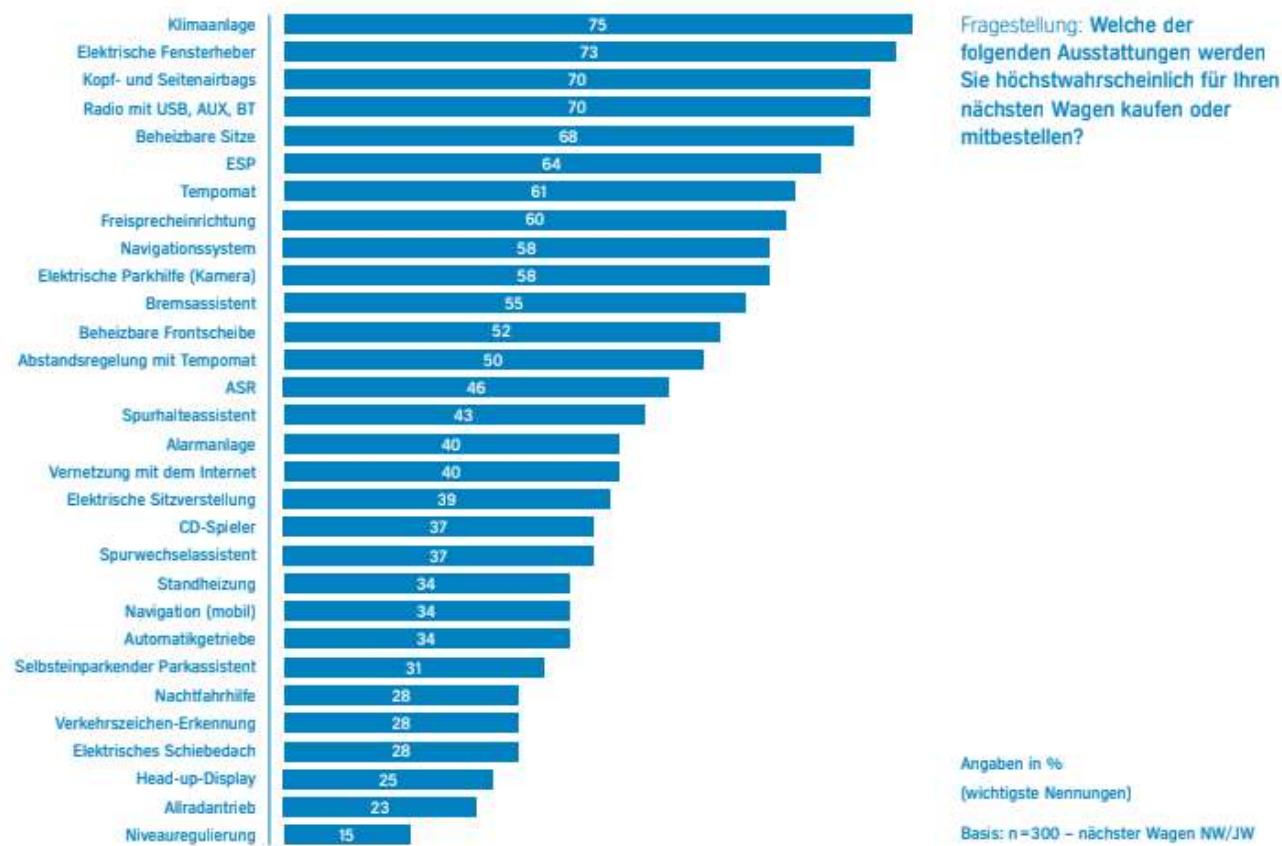
Example: a microscopic perspective on developments in automotive industry.



So sieht es zwar in Deutschland aus.
Jedoch für das weltweite Umfeld: Welche Prognosen gibt es hierzu?

[Ara19]

Survey to the importance of features in 2019: Comfort- und safety features still more important than driver assistance systems



[Ara19]

Example: Prognosis for mobility during a worldwide crisis (COVID)

Mobility patterns in the post-COVID world

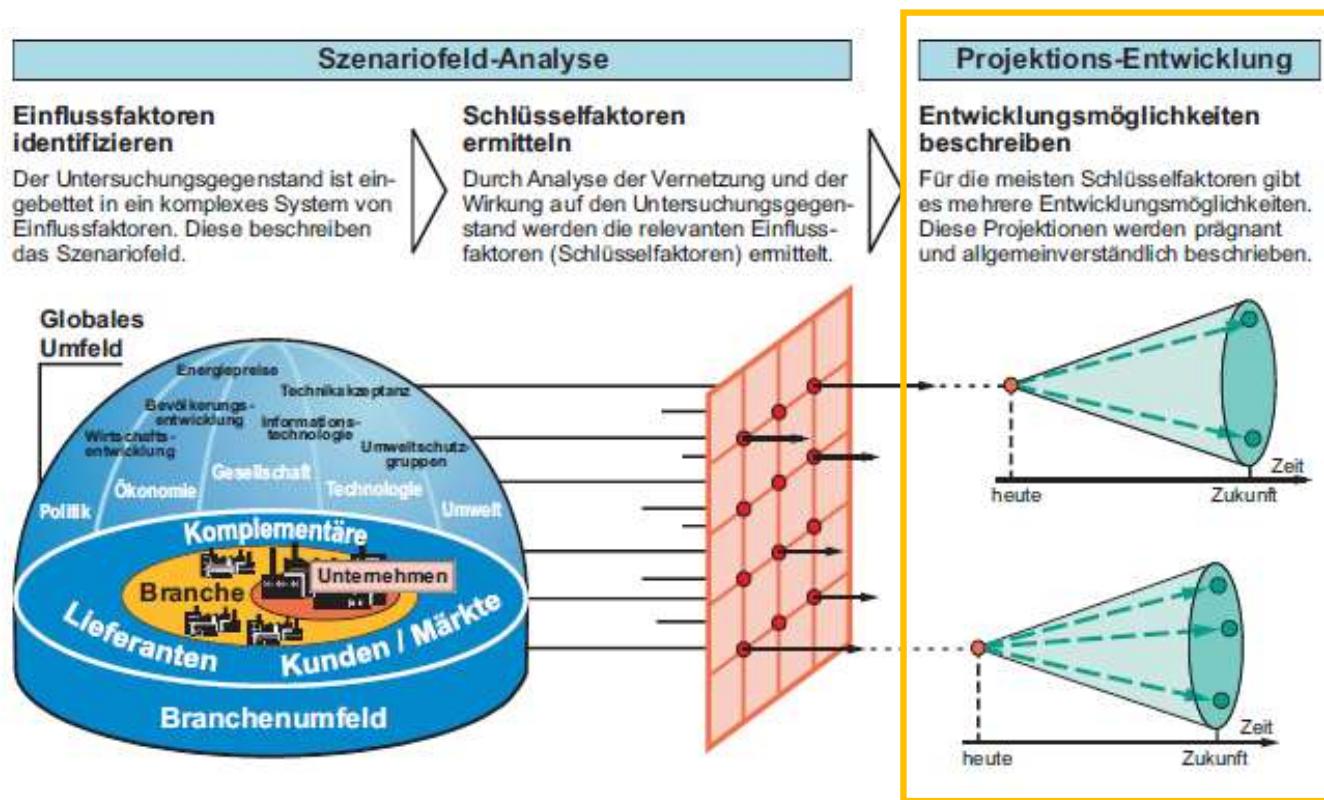
In order to establish a view on how the crisis will affect future mobility patterns and behaviors, we assessed its impact on existing key mobility trends. We identified 12 trends that would be affected across three categories – global, behavioral and technology/market:

- **Global:** Passenger demand growth; socio-economic inequality; e-commerce; city topology transformation.
- **Behavioral:** Working from home/flexible working; travel-safety consciousness; healthier mobility lifestyle; re-spacing and retiming of trip patterns.
- **Technology/market:** Digitalization of offerings; acceptance of new forms of mobility as part of the system; market consolidation of private mobility players; intelligent transport systems.

[ARE20]

Description of possible developments for the future regarding the key factors

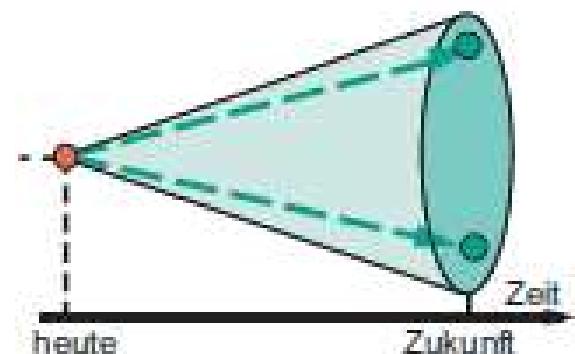
Description of possible developments



[GDP+19]

Example for possible future developments for the key factor „Individual mobility“

Projektionen		
[7A]	Der PKW setzt sich als Statussymbol Nr. 1 durch; In Deutschland wird durch den demographischen Wandel der Anteil der Bevölkerung mit Fokussierung auf Individualmobilität in den nächsten 10 Jahren zunehmen, danach wird er schrumpfen [SHO S. 41]. In den USA sind in 2030 die Ölpreise auf dem Niveau der 1980er und 1990er Jahre [ZEP+13].	
[7B]	Mobilität rückt durch die Vernetzung der Gesellschaft in den Hintergrund; In einer zunehmend digitalisierten Welt ist alles unmittelbar verfügbar. Informationen, Einkaufsmöglichkeiten, Bildung und sonstige Bedürfnisse des alltäglichen Lebens. Wartezeiten und Recherchearbeiten gehören schon lange der Vergangenheit an [BS13, S. 36ff.].	
[7C]	Mobilität ist den Menschen weiterhin wichtig – allerdings nicht individuell; Die Elektromobilität hat sich durchgesetzt, wird aber in vernetzten Verkehrssystemen eingesetzt. Der Besitz eines Fahrzeugs ist für die urbane Gesellschaft von untergeordneter Bedeutung [BS13, S. 43ff.] Das Premiumsegment ist von diesen Entwicklungen aufgrund zahlreicher Innovationen nicht so stark betroffen. Das Niveau von USA und Deutschland hinsichtlich individuell genutzter PKW wird von den meisten BRICS Ländern nicht erreicht [ERZ+14]. Die hohen Ölpreise und die Sensitivität im urbanen Lebensbereich fördern alternative Antriebe und die Nutzung öffentlicher Verkehrsmittel [ZEP+13]. In Mitteleuropa hat der PKW sogar bei Langstreckenreisen an Bedeutung verloren [FG14, S. 29].	
Indikatoren		
Neuzulassungen PKW weltweit [Mio. Fzge.]	A > 75	B < 75
Neuzulassungen PKW TRIADE [Mio. Fzge.]	A > 50	B < 50
Neuzulassungen PKW BRICS [Mio. Fzge.]	A > 60	B < 60
	C < 10	C < 5
	C < 7	



[GDP+19], [Soe16]

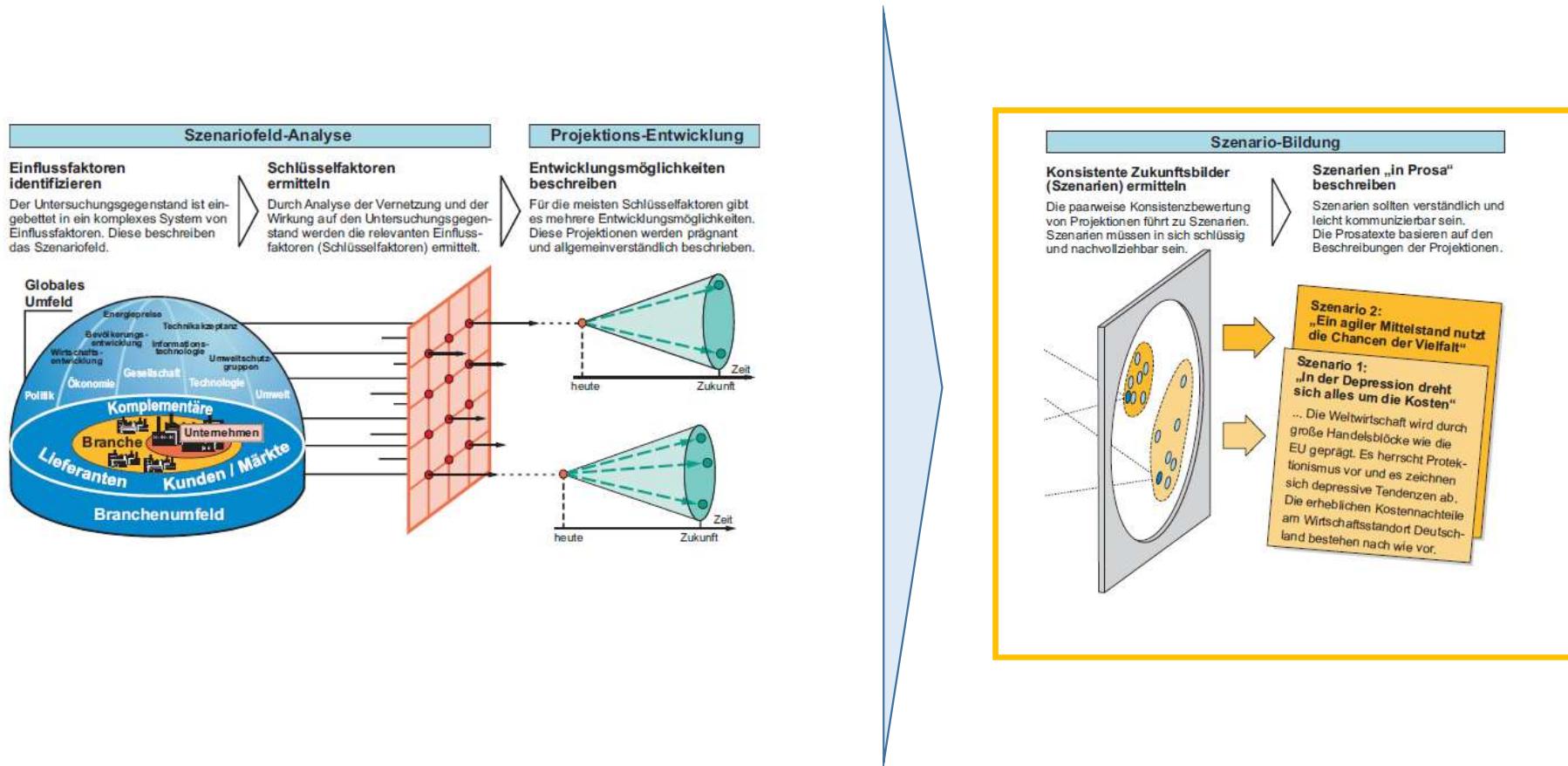
Characteristics of the key factor „individual mobility“

Steckbrief Schlüsselfaktor			
7 Individualmobilität - PKW			
Definition			
<p>Der Einflussfaktor „Individualmobilität-PKW“ beschreibt die Nutzung von Personenkraftwagen in der Gesellschaft. Die Nutzung aus privaten oder beruflichen Gründen ist nicht entscheidend.</p>			
Ist-Situation			
<p>Der Umsatz der deutschen Automobilindustrie war auch in 2014 mit 367,9 Mrd. Euro auf Rekordniveau. Die Hersteller von Kraftwagen nehmen hierbei einen Anteil von über 75% ein. Die Anzahl der Neuzulassungen von PKW ist in 2014 ggü. 2013 insgesamt um 4,1% gestiegen. Die TRIADE Märkte sind dabei stabil und wachsen mit dem durchschnittlichen Gesamtprozentsatz. Am stärksten wachsen die USA mit 5,8%. Die BRICS Märkte sind sehr durchwachsen, da z.B. Brasilien um 6,9% eingebrochen ist, während China ein Plus von 12,7% zu verzeichnen hat [VDA15, S. 16].</p>			
Projektionen			
[7A]	<p>Der PKW setzt sich als Statussymbol Nr. 1 durch; In Deutschland wird durch den demographischen Wandel der Anteil der Bevölkerung mit Fokussierung auf Individualmobilität in den nächsten 10 Jahren zunehmen, danach wird er schrumpfen [SHO S. 41]. In den USA sind in 2030 die Olpreise auf dem Niveau der 1980er und 1990er Jahre [ZEP+13].</p>		
	<p>Mobilität rückt durch die Vernetzung der Gesellschaft in den Hintergrund; In einer zunehmend digitalisierten Welt ist alles unmittelbar verfügbar. Informationen, Einkaufsmöglichkeiten, Bildung und sonstige Bedürfnisse des alltäglichen Lebens. Wartezeiten und Recherchearbeiten gehören schon lange der Vergangenheit an [BS13, S. 36ff.].</p>		
[7C]	<p>Mobilität ist den Menschen weiterhin wichtig – allerdings nicht individuell; Die Elektromobilität hat sich durchgesetzt, wird aber in vernetzten Verkehrssystemen eingesetzt. Der Besitz eines Fahrzeugs ist für die urbane Gesellschaft von untergeordneter Bedeutung [BS13, S. 43ff.] Das Premiumsegment ist von diesen Entwicklungen aufgrund zahlreicher Innovationen nicht so stark betroffen. Das Niveau von USA und Deutschland hinsichtlich individuell genutzter PKW wird von den meisten BRICS Ländern nicht erreicht [ERZ+14]. Die hohen Ölpreise und die Sensitivität im urbanen Lebensbereich fördern alternative Antriebe und die Nutzung öffentlicher Verkehrsmittel [ZEP+13]. In Mitteleuropa hat der PKW sogar bei Langstreckenreisen an Bedeutung verloren [FG14, S. 29].</p>		
Indikatoren			
Neuzulassungen PKW weltweit [Mio. Fzge.]		A > 75	B < 75
Neuzulassungen PKW TRIADE [Mio. Fzge.]		A > 50	B < 50
Neuzulassungen PKW BRICS [Mio. Fzge.]		A > 60	B < 60
Quellen			
<p>[BS13] BECKERT, B.; SCHUHMACHER, J.: Szenarien für die Gigabitgesellschaft – Wie die Digitalisierung die Zukunft verändert. Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung (ISI), Fraunhofer Verlag, Stuttgart, 2013</p> <p>[ERZ+14] ECOLA, L.; ROHR, C.; ZMUD, J.; KUHNIMHOFF, T.; PHLEPS, P.: The Future of Driving in Developing Countries. Institut für Mobilitätsforschung (Ifmo), RAND, München u.a., 2014</p> <p>[FG14] FRICK, R.; GRIMM, B.: Langstreckenmobilität – Aktuelle Trends und Zukunftsperspektiven. Institut für Mobilitätsforschung (Ifmo), INFRAS, NIT, München, Bern, Kiel, 2014</p> <p>[SDO14] SHELL DEUTSCHLAND Oil GmbH: Shell PKW-Szenarien bis 2040 – Fakten, Trends und Perspektiven für Auto-Mobilität. Mänz Kommunikation, Hamburg, 2014</p> <p>[VDA15] VERBAND DEUTSCHER AUTOMOBILINDUSTRIE VDA (Hrsg.): Jahresbericht 2015. Verband der Automobilindustrie, Berlin, 2015</p> <p>[ZEP+13] ZMUD, J.; ECOLA, L.; PHLEPS, P.; FEIGE, I.: The Future of Mobility – Scenarios for the United States in 2030. Institut für Mobilitätsforschung (Ifmo), RAND, München u.a., 2013</p>			
Bearbeiter: Christoph Söllner		Know-How Träger: Projektteam Strategie	Erstellt am: 03. März 2015 Letzte Aktualisierung: 11. März 2015

[Soe16]

Description of consistent pictures of the future („scenarios for the environment“)

From the analysis of the scenario field to future developments and the description of scenarios.



[GDP+19]

Methodological procedure: analysis of consistency.

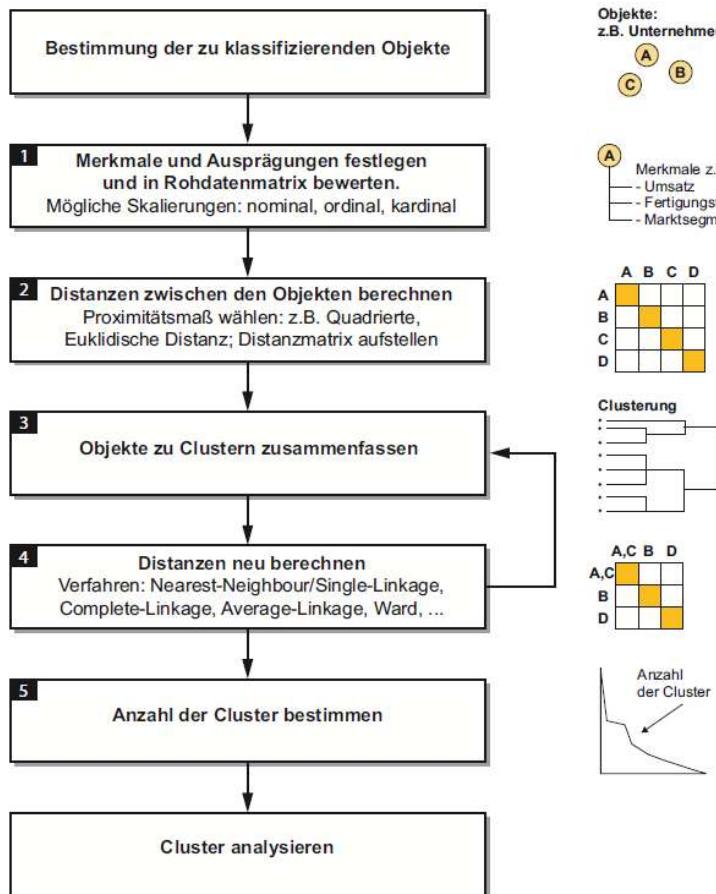
Konsistenzmatrix							
		Projektion					
		Nr. 7A 7B 7C 8A 8B 8C					
Schlüsselfaktor	Projektion						
Individualmobilität PKW	Der PKW setzt sich als Statussymbol Nr. 1 durch	7A					
	Mobilität rückt durch d. Vernetz. d. Ges. i. d. Hintergrund	7B					
	Mobilität ist d. Mensch. weiterh. wichtig - nicht individuell	7C					
Elektrische Energie (Verfügbarkeit)	Elektrische Fahrzonen nur in vereinzelten Märkten	8A	5	2	3		
	Elektrische Fahrzonen in Großstädten	8B	3	3	3		
	Elektrische Fahrzonen auch außerhalb Großstädten	8C	2	4	3		
Technologische Reife Hybrid-Batterie	Hybrid-Batterie auf Stand d. Lithium-Ionen Techn. (2015)	9A				1	
	Hybrid-Batterie mit inkrementeller Verb. ggü. 2015	9B				2	
	Hybrid-Batterie auf Speicherniveau fossiler Energietr.	9C				5	
...							

Die Projektionen 9A „Hybridbatterie auf Stand der Lithium-Ionen Technologie (2015)“ und 8C „Elektrische Fahrzonen auch außerhalb Großstädten“ sind total inkonsistent

Die Projektionen 9C „Hybrid-Batterie auf Speicherniveau fossiler Energieträger“ und 8C „Elektrische Fahrzonen auch außerhalb Großstädten“ sind total konsistent.

[GDP+19]

Cluster analysis using multi-dimensional scaling (MDS)



Objekte:
z.B. Unternehmen
A
B
C

A
Merkmale z.B.
- Umsatz
- Fertigungstiefe
- Marktsegmente

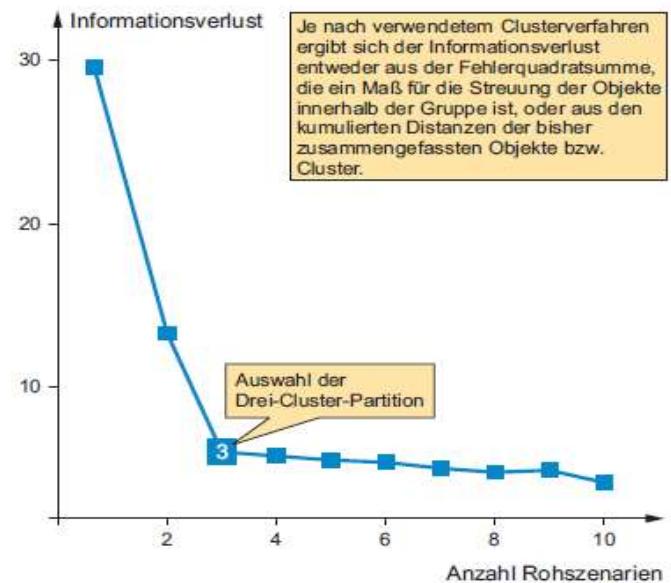
	A	B	C	D
A	■			
B		■		
C			■	
D				■

Clusterung

	A	C	B	D
A	■			
C		■		
B			■	
D				■

Anzahl der Cluster

Scree Diagramm



[GDP+19]

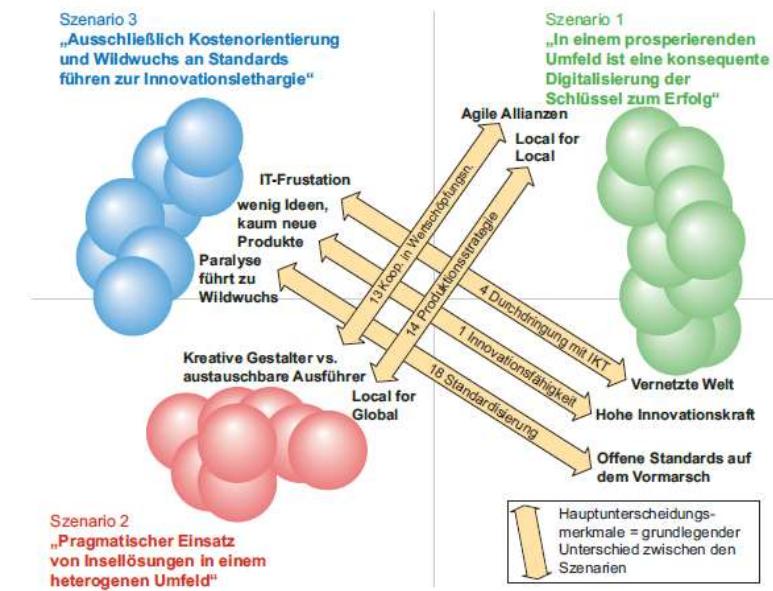
Values of consistency of the key factors are the basis for the scenarios in the visualization in the MDS map.

Schlüsselfaktoren	Projektionen	Wertigkeit der Projektionen		
		Szenario 1	Szenario 2	Szenario 3
SF 1: Innovationsfähigkeit	A Wenig Ideen, kaum neue Prod.	0	0	100
	B Unzureichende Umsetzung	0	95	0
	C Hohe Innovationskraft	100	5	0
SF 2: Attraktivität des Standorts Deutschland	A Nachteile überwiegen	0	0	100
	B Partielle Verbesserung	5	100	0
	C Gravierende Steigerung	95	0	0
SF 3: Image des Produktionsstandorts Deutschland	A High-Tech-Standort	95	0	0
	B Gewinnt an Boden	5	100	0
	C Einer unter vielen	0	0	100
SF 4: Durchdringung mit IKT	A Vernetzte Welt	100	40	1
	B Informationseliten	0	60	10
	C IT-Frustration	0	0	89
:				
SF 18: Standardisierung	A Paralyse führt zu Wildwuchs	0	50	100
	B Standards setzen sich durch	20	50	0
	C Offene Standards auf d. Vorr.	80	0	0
SF 19: Anforderungsprofil Dienstleistungen	A Betreiber beherrschen System	79	12	0
	B Alles aus einer Hand	20	38	0
	C Betreiber haben die Wahl	1	60	2
	D Dienstl. spielen keine Rolle	0	0	98

97 in 97 % der Projektionsbündel des Szenarios kommt diese Projektion vor.

eindeutige Ausprägung
dominante Ausprägung

alternative Ausprägung
Projektion tritt nicht auf



[GDP+19]

Example: Characteristics of one scenario

Beispiel 1:

Steckbrief Umfeldszenario (Nr. 3)	
<p>„Technologische Rahmenbedingungen begünstigen hybride Antriebskonzepte; der Markt für Performance-Automobile wächst“</p>	
Beschreibung	
<p>[1B] Die Hybridbatterie ist voll serientauglich. Post-Lithium-Ionen Technologien haben sich durchgesetzt. Am Markt sind Lithium-Schwefel Batterien und Lithium-Luft Batterien der vierten Generation verfügbar. Es kann je nach Anwendungsfall eine Energiedichte von über 800 Wh/kg erreicht werden.</p> <p>[2B] Fossile Energie ist insbesondere für die Mobilität ein rarer Rohstoff geworden. Politische Reglementierungen und das „Mindset“ der Gesellschaft möchte weitestgehend regenerative Energiequellen einsetzen. Die Forschung und Entwicklung investiert kaum noch in Antriebskonzepte mit fossilen Energieträgern.</p> <p>[3C] Die Besteuerung von Individualmobilität hat sich in den letzten Jahren kaum verändert. Im Vordergrund steht das Antriebskonzept inkl. der eingesetzten Energiequelle. „Autofahren ist In“. Die BRICS Länder folgen dem Trend der TRIADE Staaten und haben es in den letzten Jahren geschafft die Lebensqualität in den Mega-Cities durch intelligente Verkehrsnetze und lokal emissionsfreie Antriebskonzepte signifikant zu verbessern.</p> <p>[4C] Emissionsgrenzwerte sind weltweit sehr anspruchsvoll. Die Zulassung von PKWs ohne die Möglichkeit des lokal emissionsfreien Fahrens ist nur noch in wenigen Staaten möglich. Die wichtigen Märkte der Automobilindustrie verlangen nach „sauberen Antrieben“.</p> <p>[5A] ...</p>	
Bearbeiter: Christoph Söllner	Know-How Träger: Projektteam Strategie
Erstellt am: 09. April 2015 Letzte Aktualisierung: 11. April 2015	

Beispiel 2:

Immobilität vs. Entschleunigung: Ausstieg aus der Mobilitätsgesellschaft?

Im Jahr 2040 werden wir ein vielfältiges Spektrum an Mobilitätsstilen haben, mit jeweils unterschiedlichen Ansprüchen, Gewohnheiten und Notwendigkeiten. Allen gemeinsam ist, dass Mobilität mehr denn je ein menschliches Grundbedürfnis sein wird.

Zugleich wird es Menschen geben, die deutlich weniger mobil sind als der Bevölkerungsdurchschnitt. Dazu zählt beispielsweise die größer werdende Gruppe der Pflegebedürftigen in Deutschland, die von heute rund 3 Millionen auf knapp 4 Millionen im Jahr 2040 steigen wird. Auch der demografische Wandel ist eine unbestrittene Tatsache. Allerdings werden im Jahr 2040 nach aktuellen amtlichen Prognosen nur knapp 1,5 Millionen Menschen im Alter von über 90 Jahren leben. Das sind zwar rund doppelt so viele wie heute, aber immer noch weniger als 2 Prozent der Gesamtbevölkerung. Auch wenn in diesem Alter die Einschränkungen der Mobilität zwar naturgemäß zunehmen, führt das in dieser Gruppe jedoch keineswegs zu einer allgemeinen Immobilität.

Gleichwohl müssen künftig die Rahmenbedingungen und Strukturen zweifellos so beschaffen sein, dass auch Menschen mit eingeschränkter Mobilität – sei es aufgrund des Alters oder infolge von Behinderungen – umfassend am gesellschaftlichen Leben teilhaben und sich möglichst selbstbestimmt fortbewegen können.

Berechtigt ist allerdings die Frage, wie es sich beim Rest der Bevölkerung in puncto Mobilitätsreduktion verhält. Denn wenngleich Mobilität vielfach als Freiheit begriffen wird, stößt die Steigerung des Mobilitätsgrads an Grenzen.

Hohe Flexibilität und permanentes Unterwegssein, die Verdichtung des Alltags und der Arbeitswoche werden von nicht wenigen Menschen auch als Belastung empfunden. Deshalb sucht gerade die hypermobile Gesellschaft nach Möglichkeiten der Entschleunigung.

Denn vor allem im Privatleben erlöst man sich von Zeitknappheit und Alltagsstress nicht durch mehr Effizienz und Speed. Die Steigerung der Lebensqualität wird mittlerweile vielfach mit der Devise verbunden: „Besser statt schneller“. Bei allen Vorteilen und neuen Freiheiten, die Modernisierung und Pluralisierung von Lebenmöglichkeiten mit sich bringen, sie führen auch zu einem enormen Zuwachs an geführter und tatsächlicher Komplexität. Das ist die Kehrseite der Multioptions-Gesellschaft: der Stress steigt.

Die zentrale Lebensknappheit ist nicht mehr der Mangel an Waren, sondern der Mangel an Zeit. Zeitwohlstand wird zur Luxusfahrung, wertvoller als teure Produkte. Was zählt, sind Zeitautonomie, individuelles Wohlergehen und Lebensqualität. Daher werden die Werte in einer als extrem schnelllebig empfundenen Welt immer öfter hinterfragt.

Wir werden daher ein steigendes Bewusstsein für die Sinnhaftigkeit und den Nutzen umfassender Mobilität erleben. Die Notwendigkeit permanenten Unterwegsseins wird häufiger hinterfragt und Menschen werden auf temporäre Situationen mobiler Entschleunigung setzen. Dennoch: Nicht mobil zu sein, sich Mobilität weitgehend zu entziehen oder gar zu verweigern, ist kaum eine dauerhafte Option.

[ADA17], [Soe16]

Method to describe vehicle concepts

Vehicle concepts – Looking in the past.

„Ersatz für Pferde“

1 Zylinder 4 Takt Motor
0,75 PS
16km/h

29.01.1886



Lohner Porsche

Radnabenmotor
2x2,6 kW
50km/h; bis 50km RW

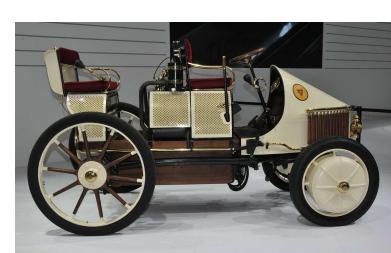
1899



Lohner Porsche Mixte

Hybrid: 18kW, 2x5kW
60km/h

1901



Ford Model T

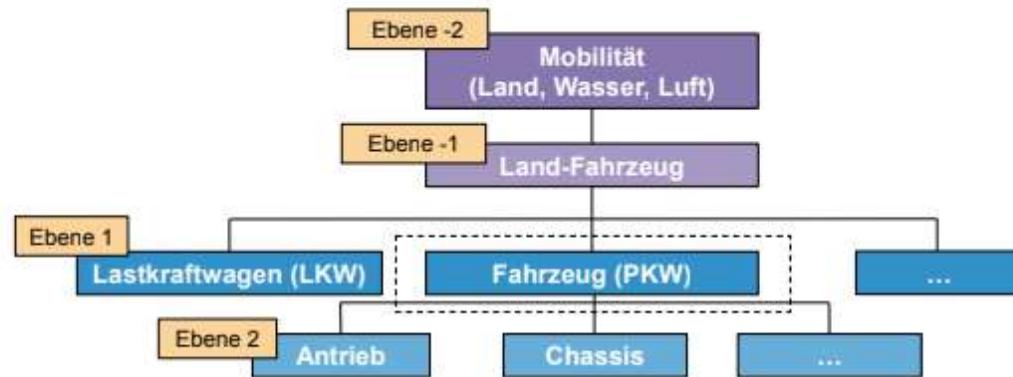
VKM 20PS
65km/h
> 15,5 Mio. Exemplare

1908 - 1927



[DAI20], [WIK20]

Structuring the scope



Legende:

Marktleistungsebene
des aktuellen Gestaltungsfelds

Bild 4-11: Freiheitsgrade des Gestaltungsfelds

[Soe16]

Descprition of the variables



Die Schritte der Einfluss- und Relevanzmatrix zur Ermittlung der Schlüsselvariablen sind methodisch analog zur Umfeldanalyse (aus Modul 5)

Quantitative variables

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

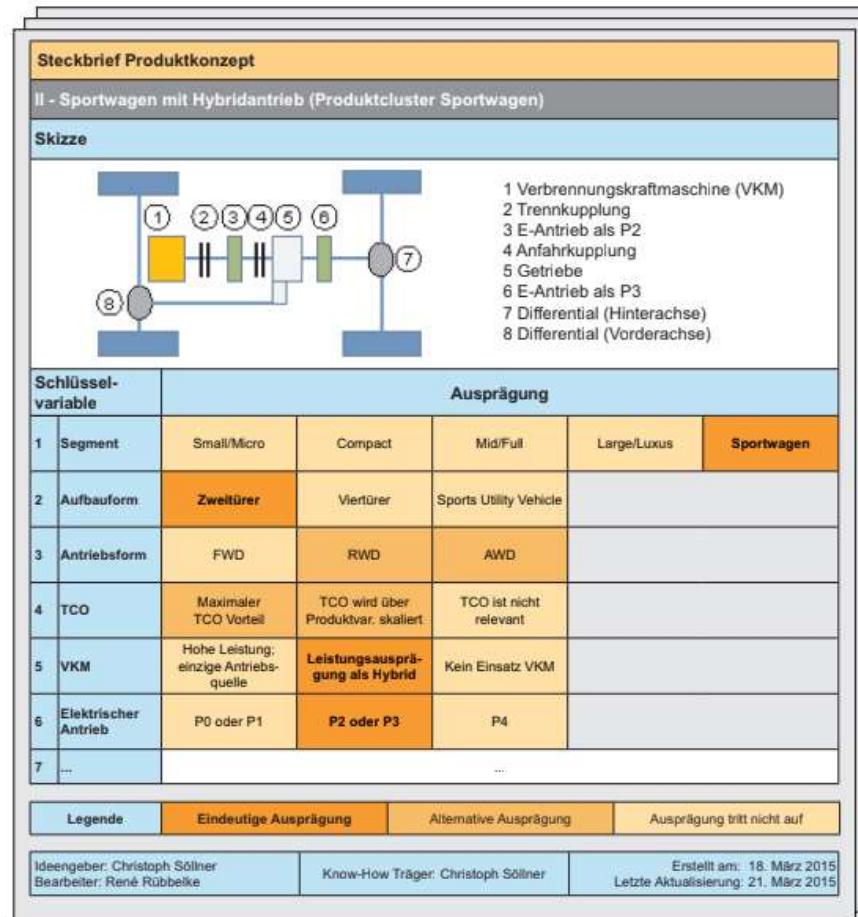
[Soe16]

Qualitative variables



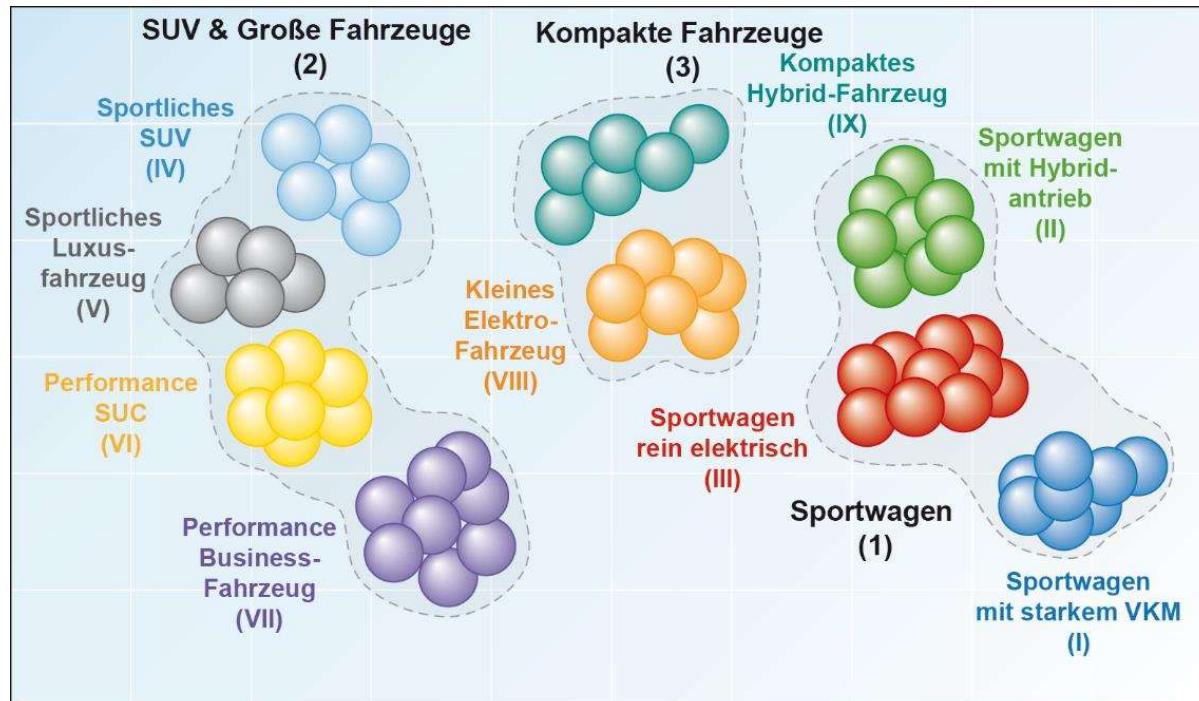
[Soe16]

Example for a characteristic of consistent vehicle concept (including variants)



[Soe16]

Visualization in connection with other vehicle concepts in one portfolio (based on MDS map)



Die MDS zeigt die „**inhaltlichen Unterschiede**“ der Fahrzeugkonzepte über deren Distanz zueinander.

[Soe16]

Example: Defining bandwidths for the values of the defined variables of the product concept.

Produktkonzept II										Kernwettbewerber
Quantitative Produktausprägungen										
Variable	Indikator	Nr.	F/W	Min	Max	Einh.	W-P	E-P	Erst.	
Total Cost of Ownership (TCO)	Co ₂ Emission	4.1	W		227	g Co ₂ / km	227	219	C.S.	
	Verbrauch fossil (NEFZ)	4.2	W		9,7	l/100km	9,7	9,4	R.R.	
	Verbrauch elektrisch (NEFZ)	4.3	W		n.v.	kWh/100km	n.v.	n.v.	C.S.	
Verbrennungsmotor (VKM)	Hubraum	5.1	W		3800	ccm	3800	3982	C.S.	
	Leistung	5.2	W	383		kW	383	375	C.S.	
	Drehmoment	5.3	W		650	Nm	660	650	R.R.	
Elektrischer Antrieb	Leistung	6.1	W	n.v.		kW	n.v.	n.v.	C.S.	
	Drehmoment	6.2	W	n.v.		Nm	n.v.	n.v.	C.S.	
Fahrdynamik Längs	Beschleunigung 0-100 km/h	7.1	W	3,5		s	3,5	3,8	C.S.	
	Beschleunigung 0-200 km/h	7.2	W		11,4	s	10,9	11,4	R.R.	
	Bremsweg 100-0 km/h (warm)	7.3	W		34,5	m	32,5	34,5	R.R.	
	Höchstgeschwindigkeit	7.4	W		310	km/h	315	310	C.S.	
Fahrdynamik Quer	Rundenzeit Nürburgring Nordschleife	8.1	W	7:32		min:ss	7:32	7:35	C.S.	
	...									
Design Exterieur Front	Frontstoßfänger inkl. Einleger	14.1	W	80		%	75	80	C.S.	
	Frontscheinwerfer & Kühlergrill	14.2	W	70		%	65	70	C.S.	
	Dach, Motorhaube & Außenspiegel	14.3	W	80		%	70	80	C.S.	
...	...									

Legende Übernommener Referenzwert F = Forderung W= Wunsch W-P = Wettbewerbs-Produkt E-P = Eigen-Produkt

[Soe16]

Integration of the concepts in the series product map of the company and integrating the competitors

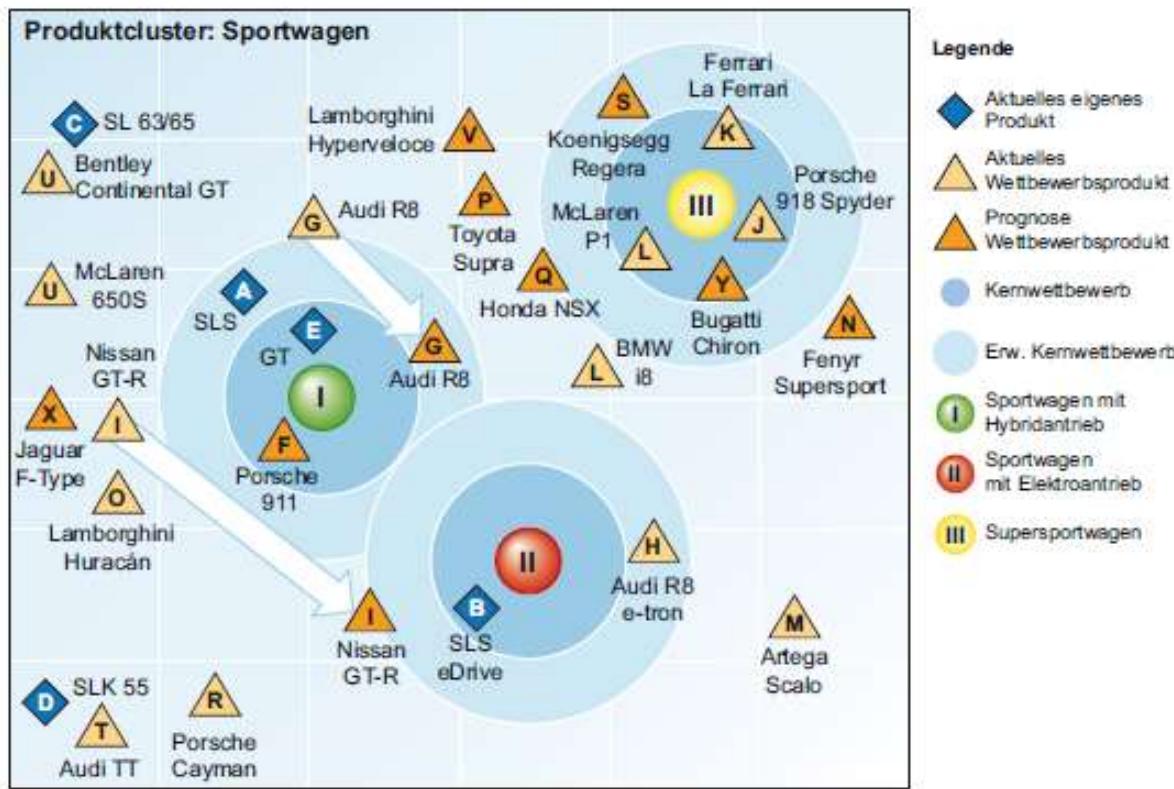
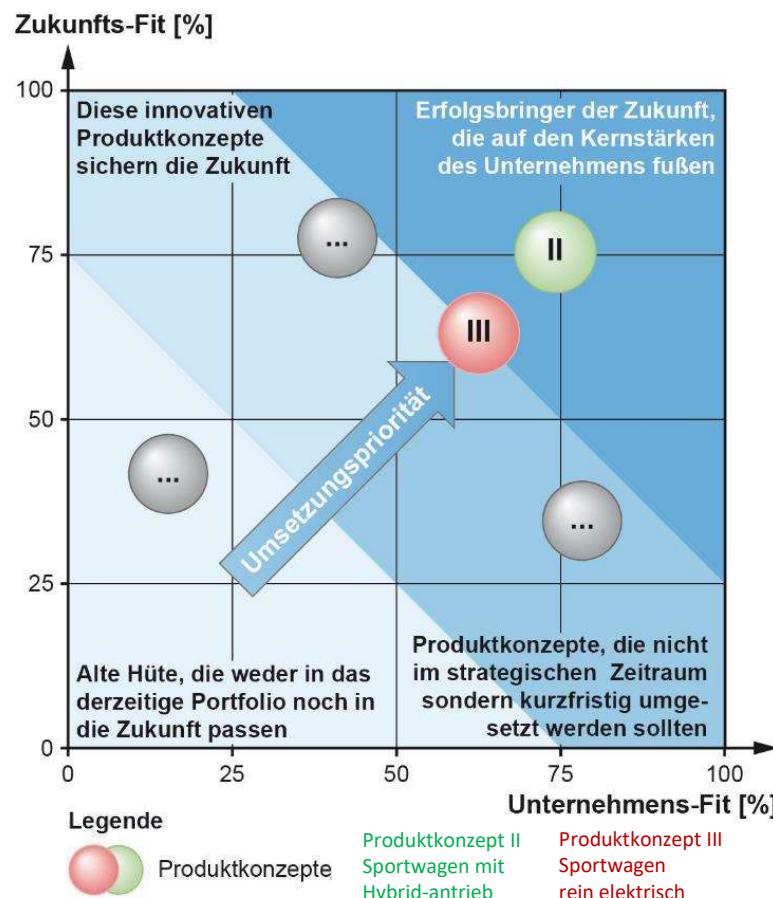


BILD 4.12 Bestimmung der Produktposition im Wettbewerb mit Hilfe einer Produktlandkarte am Beispiel von Sportwagen [Söh6]. Darstellung als Multidimensionale Skalierung

[GDP+19]

Example: assessing product concepts regarding the fit to the future scenarios & to the company's strategy.



[Soe16]

Expert of useful studies

- <https://www.fka.de/de/kompetenzen/fahrzeugkonzepte/highlights/141-speede-fahrzeugkonzept-und-forschungsplattform.html>
- <https://www.fka.de/de/kompetenzen/fahrzeugkonzepte/highlights/567-canyon-future-mobility-concept.html>
- <https://www.fka.de/de/kompetenzen/fahrzeugkonzepte/highlights/142-eu-live-efficient-urban-light-vehicles.html>
- <https://www.fka.de/de/kompetenzen/fahrzeugkonzepte/highlights/143-epsilon.html>
- <https://www.fka.de/de/kompetenzen/fahrzeugkonzepte/highlights/144-deliver-erfüllung-von-nutzerbedürfnissen-in-der-urbanen-logistik.html>
- <https://sonomotors.com/de/technology/>
- <https://www.mw.tum.de/ftm/forschungsfelder/fahrzeugkonzepte/>
- <https://www.hci.iao.fraunhofer.de/de/Vehicle-Experience/Zukuenftige-Fahrzeugkonzepte.html>
- https://www.researchgate.net/publication/299746273_New_Mobility_Concepts_and_Autonomous_Driving_The_Potential_for_Change
- <https://www.mercedes-benz.com/en/eq/concept-cars/>



www.hs-kempten.de/adrive

Source index

- [ARE20] AUDENHOVE, F.-J.; ROMINGER G.; EAGAR, R.: Future of mobility, post-COVID, UITP, Arthur D. Little, Luxembourg, 2020
- [Vai18] VAIK, K.: Selbst ist das Auto – automatisiertes und autonomes Fahren. Die Zukunft der Mobilität. Schriftenreihe der Northern Business School, Hamburg, 2018
- [Ara19] ARAL: Studie – Trends beim Autokauf 2019.
- [LP12] LAMBERSON, P. J.; PAGE, S. E.: Tipping Points. Paper, Santa Fe Institut, 2012
- [ADA17] ADAC: Die Evolution der Mobilität. Eine Studie des Zukunftsinstituts im Auftrag des ADAC. ADAC e.V., München, 2017
- [STA20] STATISTA: <https://de.statista.com>, 28.07.2020
- [GP14] GAUSEMEIER, J.; PLASS, C.: Zukunftsorientierte Unternehmensgestaltung – Strategien, Geschäftsprozesse und IT-Systeme für die Produktion von morgen. Carl Hanser Verlag, München, 2. Auflage, 2014
- [GDP+19] GAUSEMEIER, J.; DUMITRESCU, R.; ECHTERFELD, J.; PFÄNDER, T.; STEFFEN, D.; THIELEMANN, F.: Innovationen für die Märkte von morgen – Strategische Planung von Produkten, Dienstleistungen und Geschäftsmodellen. Carl Hanser Verlag, München, 2019
- [VDA20] VERBAND DER AUTOMOBILINDUSTRIE E.V. (VDA): Jahresbericht 2020. Die Automobilindustrie in Daten und Fakten. VDA, Berlin, 2020