

Elektromobilität und Beschäftigung



Quantitative und qualitative Beschäftigungswirkungen neuer Antriebstechniken

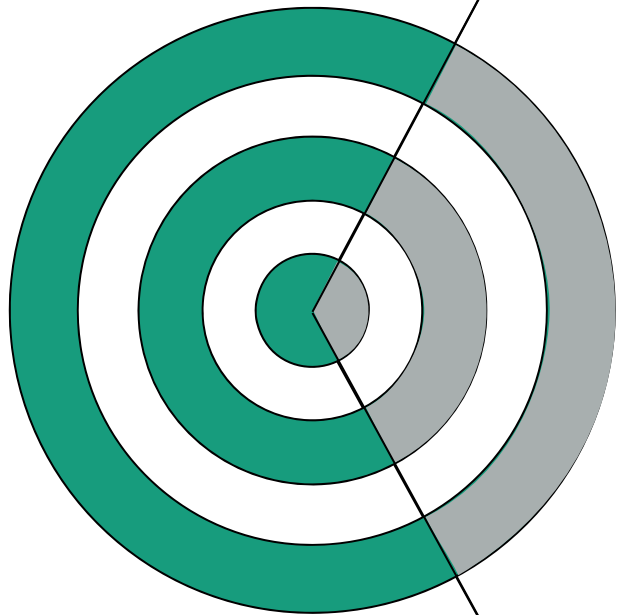
Daniel Borrmann

Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft
und Organisation IAO, Stuttgart



Agenda

- Überblick über das Forschungsprojekt ELAB
- Antriebskonzepte und Szenarien
- Produktionsprozesse und Personalbedarf
- Quantitative Wirkungsanalyse
- Qualitative Wirkungsanalyse
- Zusammenfassung



■ **Zentrale Fragestellung:**

Welche Arbeitsplatzeffekte resultieren aus der Elektrifizierung des Antriebsstrangs?

- *Wie viel Beschäftigung ist mit der Produktion der einzelnen Antriebskonzepte verbunden?*

Quantitative Beschäftigungswirkungen

- *Wie wirkt sich der Wandel im Antriebsstrang auf Arbeitsinhalte und Qualifikationsbedarfe aus?*

Qualitative Beschäftigungswirkungen

Projektstruktur

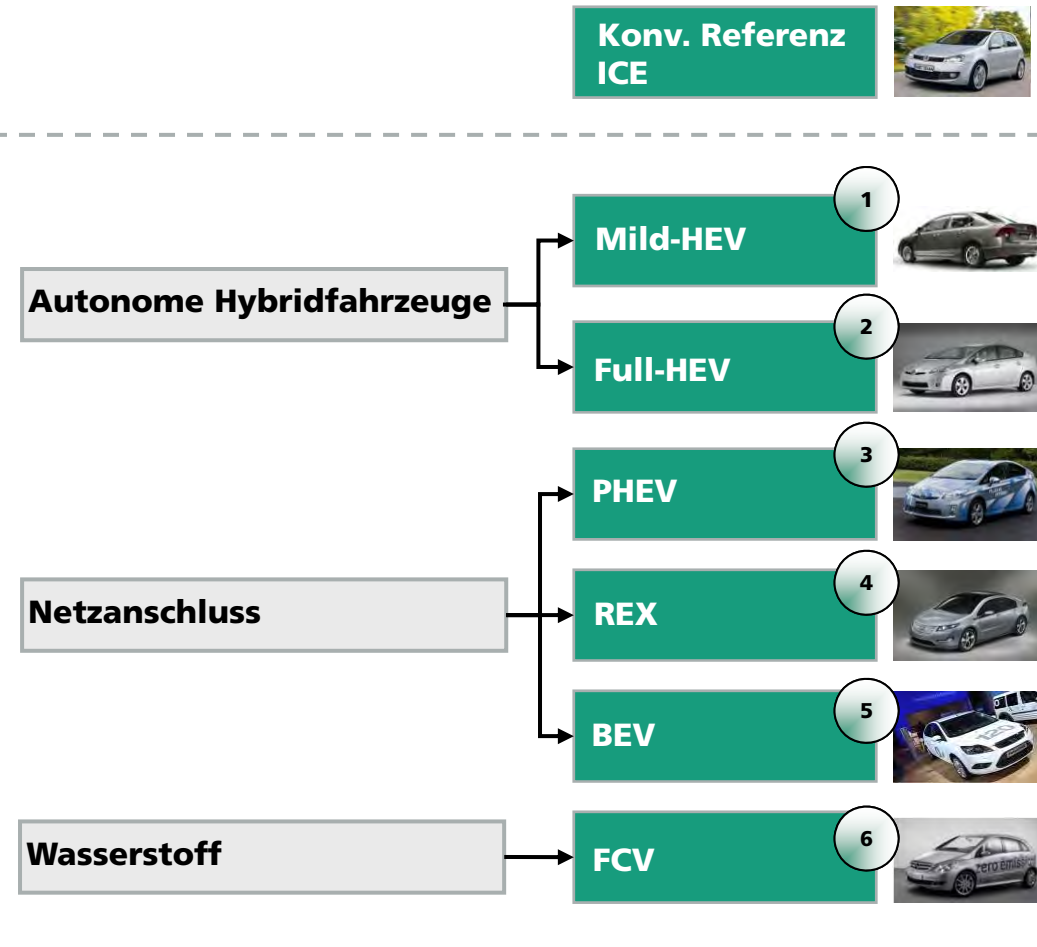


Agenda

- Überblick über das Forschungsprojekt ELAB
- **Antriebskonzepte und Szenarien**
- Produktionsprozesse und Personalbedarf
- Quantitative Wirkungsanalyse
- Qualitative Wirkungsanalyse
- Zusammenfassung

Methodik ELAB-Antriebskonzepte

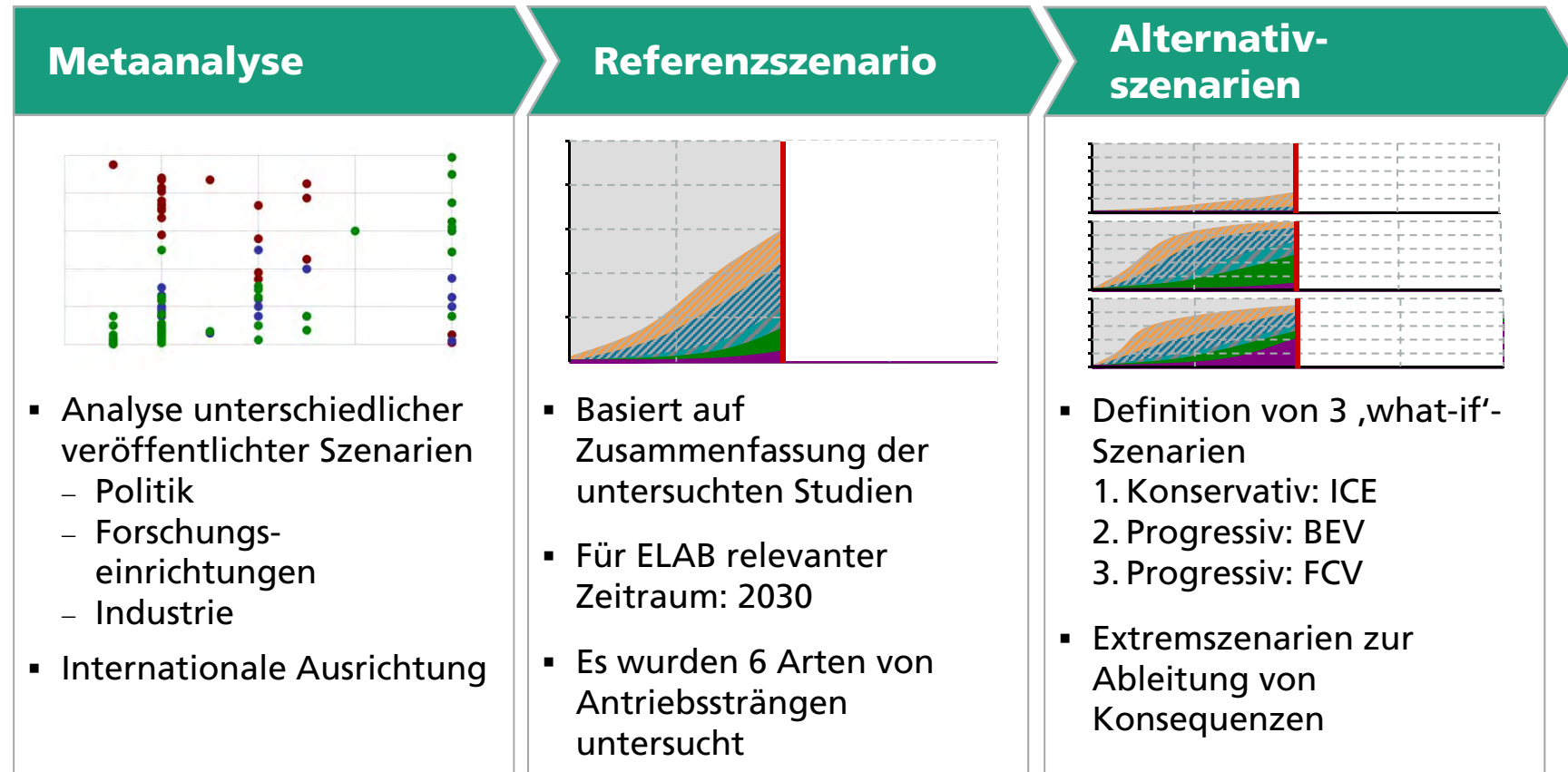
- Es wurden insgesamt **6 alternative Antriebskonzepte** betrachtet
- Jedem Konzept wurde **ein Referenz-Antriebsstrang** zugrunde gelegt
- Jeder Antriebsstrang ist definiert durch charakteristische **Systeme**
- Systeme bestehen weiter aus **Subsystemen, Komponenten** und **Produkteinzelteilen**
- Produkteinzelteile wurden hinsichtlich **Werkstoffen** und **Fertigungskategorien** analysiert
- Neue, nicht mehr benötigte bzw. modifizierte Komponenten je Referenz-Antriebsstrang werden identifiziert



BEV: Batterieelektrisches Fahrzeug (Battery Electric Vehicle), FCV: Brennstoffzellenfahrzeug (Fuel Cell Vehicle), HEV: Hybridfahrzeug (Hybrid Electric Vehicle), PHEV: Hybridfahrzeug mit Auflademöglichkeit (Plug-in Hybrid Electric Vehicle), ICE: Verbrennungsmotorbasiertes Fahrzeug (Internal Combustion Engine), REX: Elektrofahrzeug mit Reichweitenverlängerung (Range-extended Electric Vehicle)

Methodik ELAB-Marktszenarien

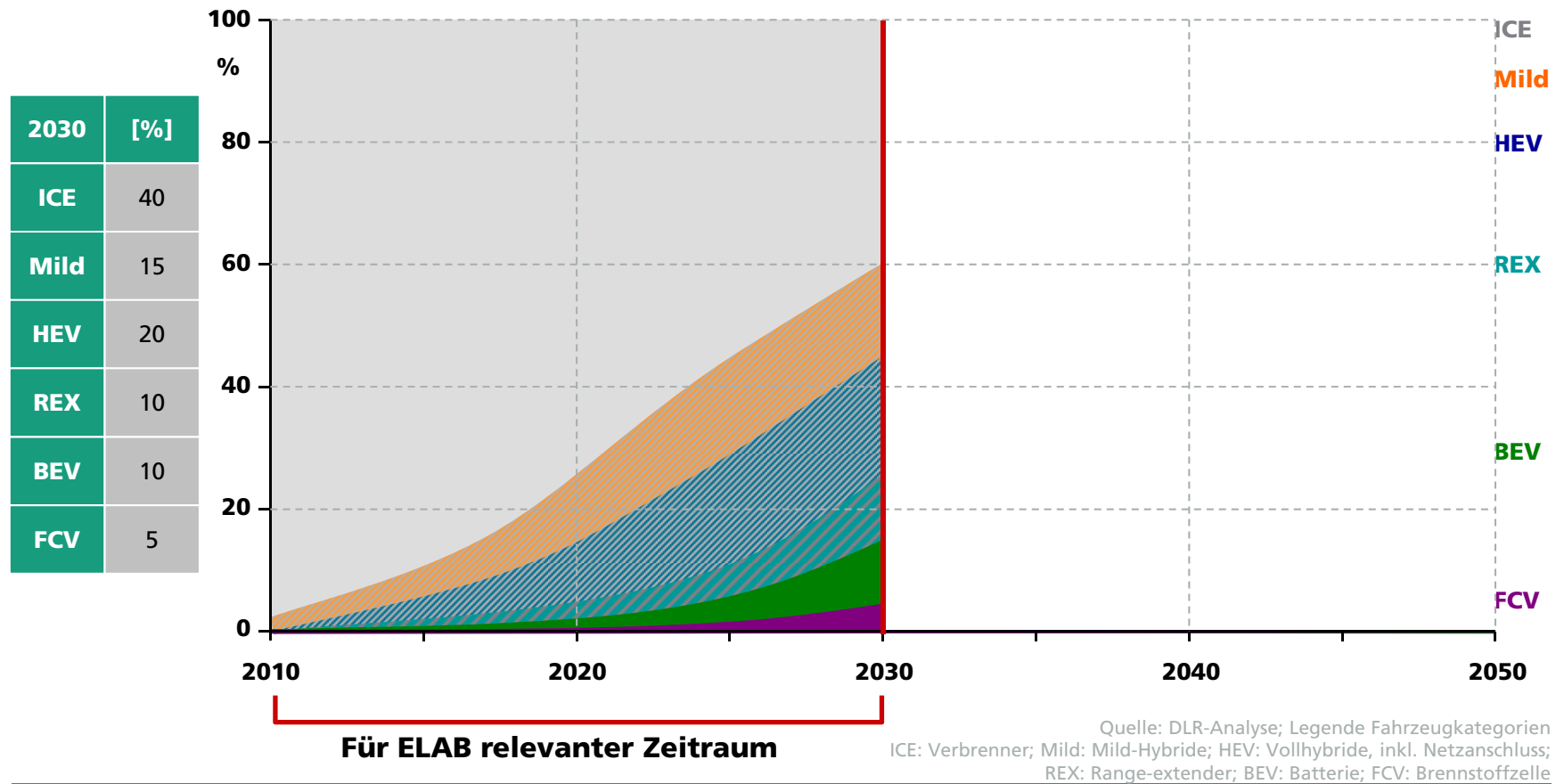
Auf Basis einer umfassenden Metaanalyse wurden ein Referenzszenario sowie drei Sensitivitätsszenarien definiert



ELAB-Referenzszenario

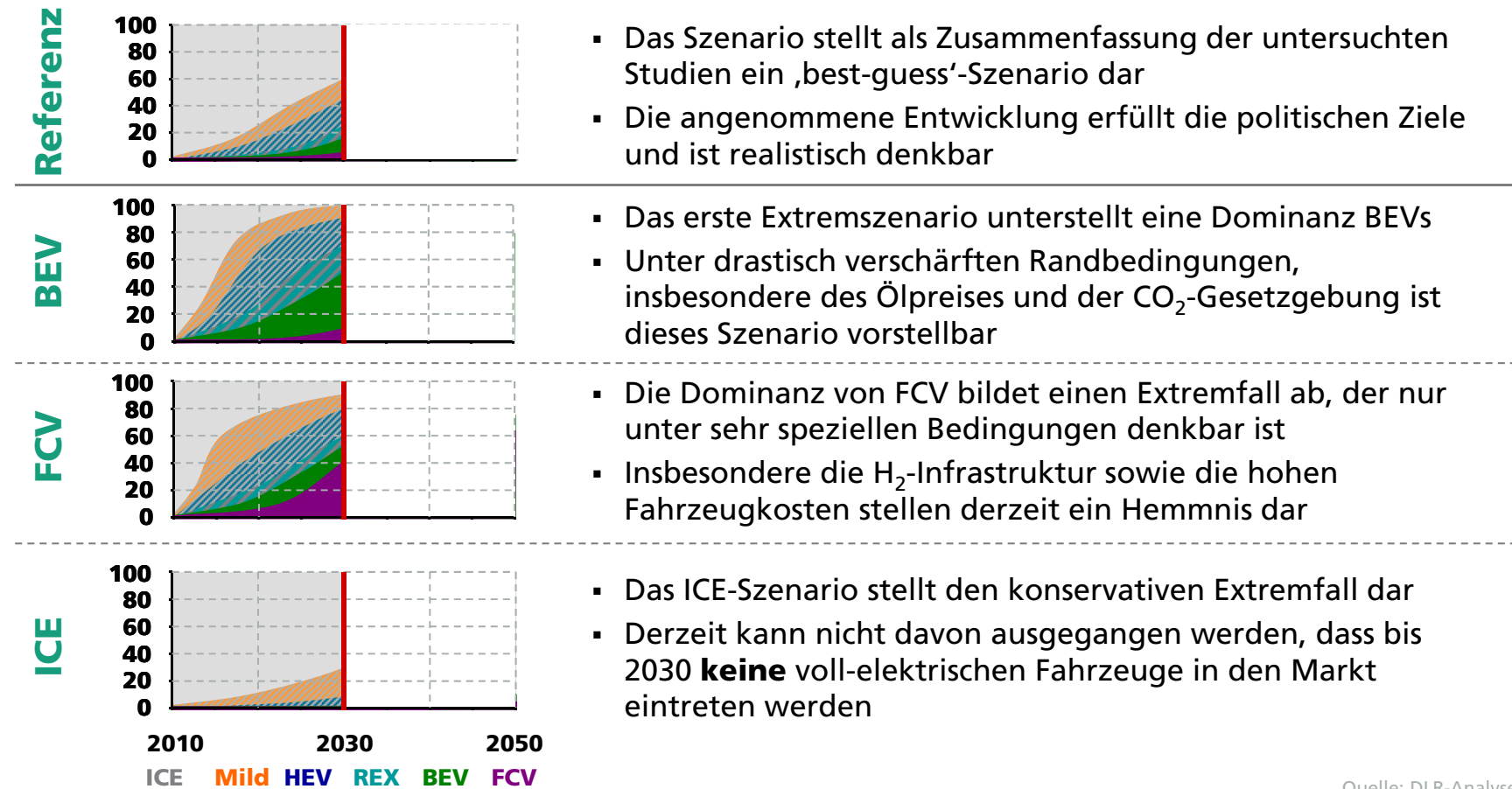
Das ELAB-Referenzszenario basiert auf einer Zusammenfassung der untersuchten Studien

Marktanteile ELAB-Referenzszenario [%] (PKW-Neufahrzeugmarkt, weltweit)



ELAB-Alternativszenarien

Die drei ‚what-if‘-Szenarien dienen zur Abschätzung von Konsequenzen und spiegeln extreme zukünftige Entwicklungen wider

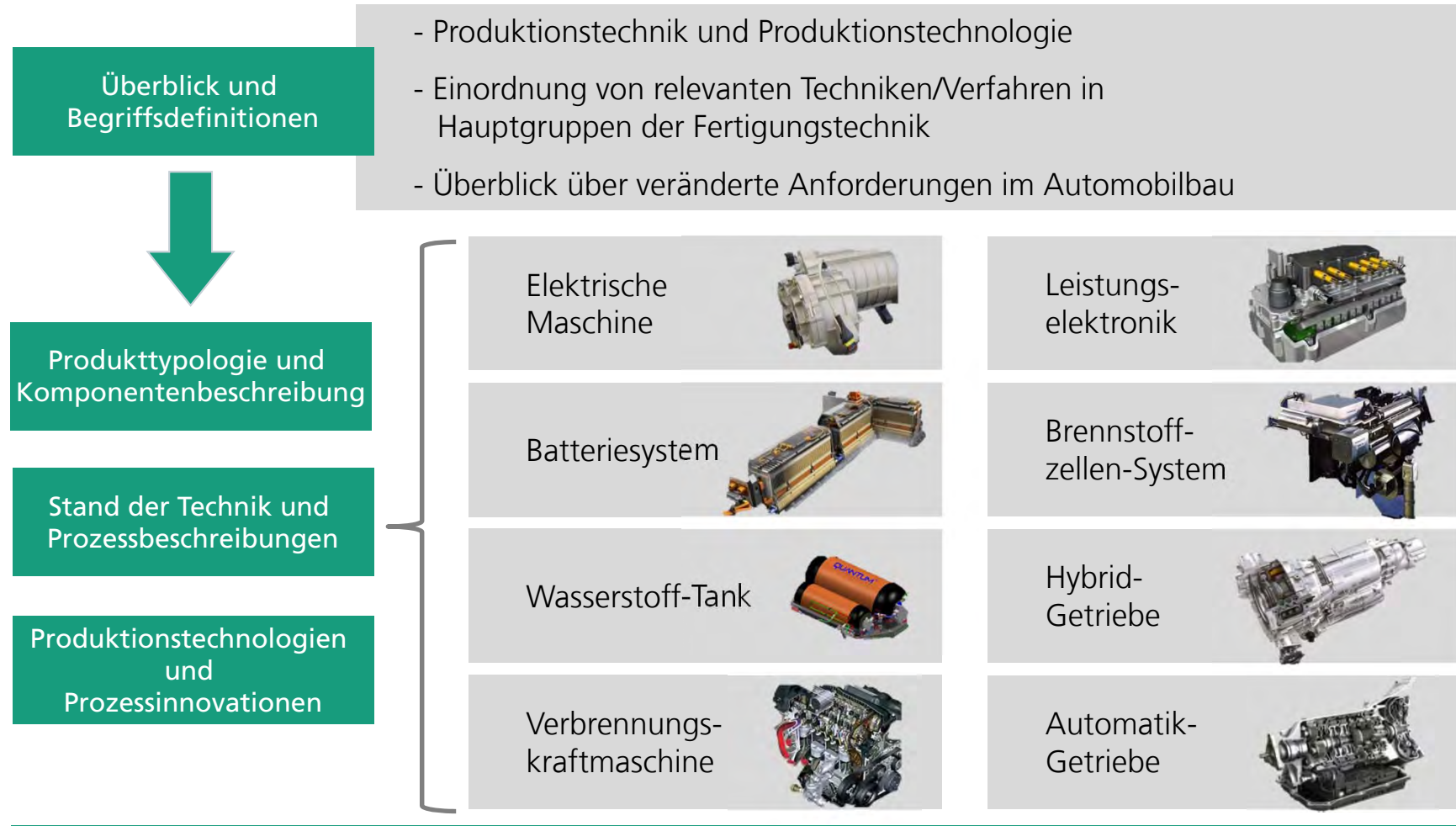


Quelle: DLR-Analyse

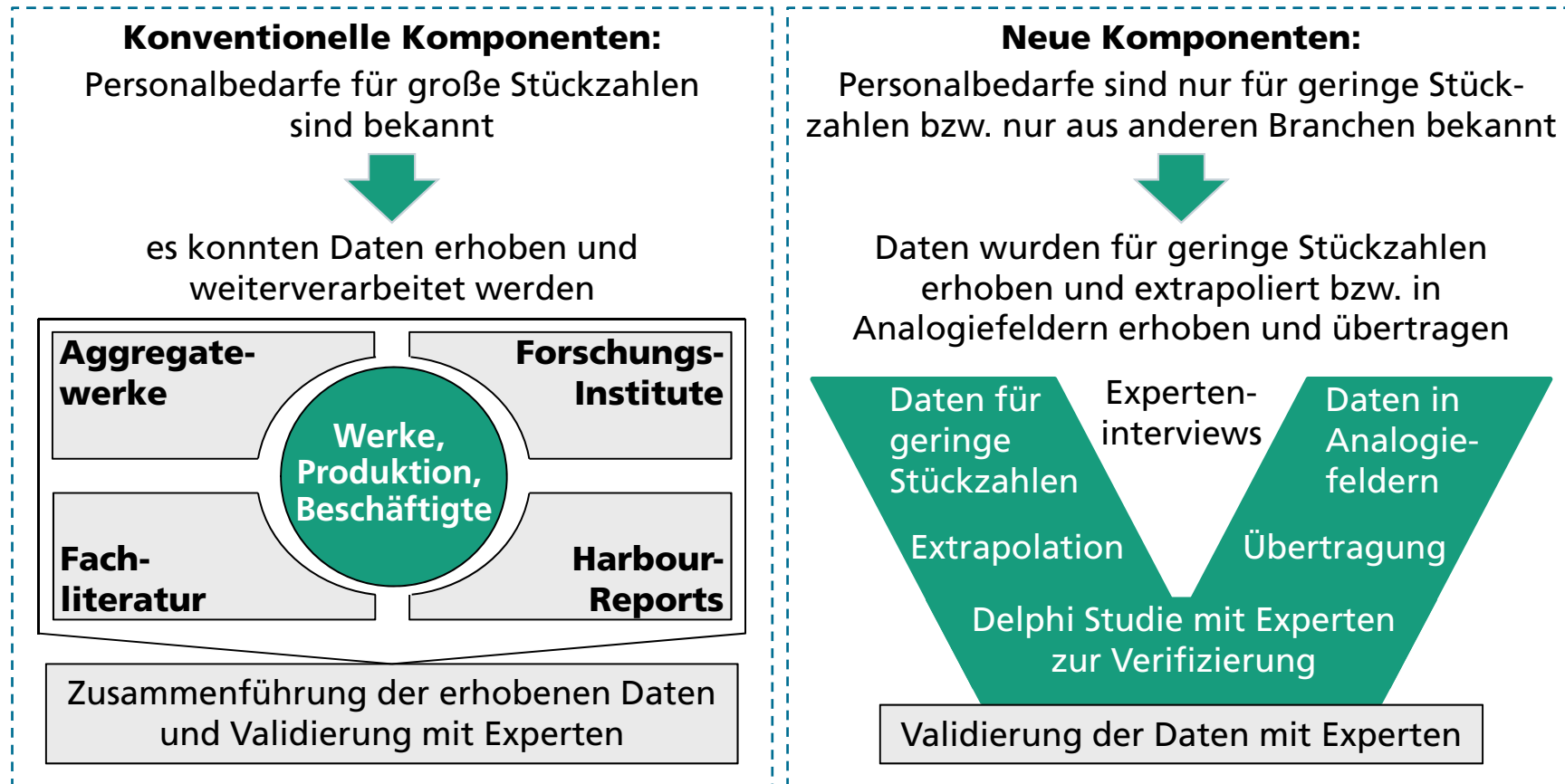
Agenda

- Überblick über das Forschungsprojekt ELAB
- Antriebskonzepte und Szenarien
- Produktionsprozesse und Personalbedarf
- Quantitative Wirkungsanalyse
- Qualitative Wirkungsanalyse
- Zusammenfassung

Übersicht zu den behandelten Themenfeldern im Kontext der »Wirkungsanalyse Produktion«



Vorgehen bei der Erhebung der Personalbedarfe in der Antriebsstrangproduktion



Anzahl Beschäftigte (direkt / produktionsnah indirekt / indirekt) auf Komponenten-Ebene

Definition der Mitarbeitergruppen

Mitarbeitergruppen zur Beschreibung der Beschäftigungswirkungen

■ Direkte Mitarbeiter (MA):

Aufgaben sind direkt dem Produktionsfortschritt zuordenbar.

Beispiele: Drehen, fräsen, montieren, prüfen (am Produkt), einrichten, Wartung (vorbeugende Instandhaltung)

■ Produktionsnahe indirekte Mitarbeiter (MA):

Aufgaben sind dem Produktionsfortschritt nur mittelbar zuordenbar.

Beispiele: Logistik, Transportieren, Qualitätssicherung, Instandhaltung/ Instandsetzung

■ Indirekte Mitarbeiter (MA):

Aufgaben sind nur indirekt dem Produktionsfortschritt zuordenbar, auch dann, wenn sie im Produktionsbereich angesiedelt sind.

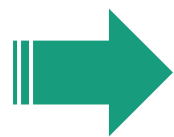
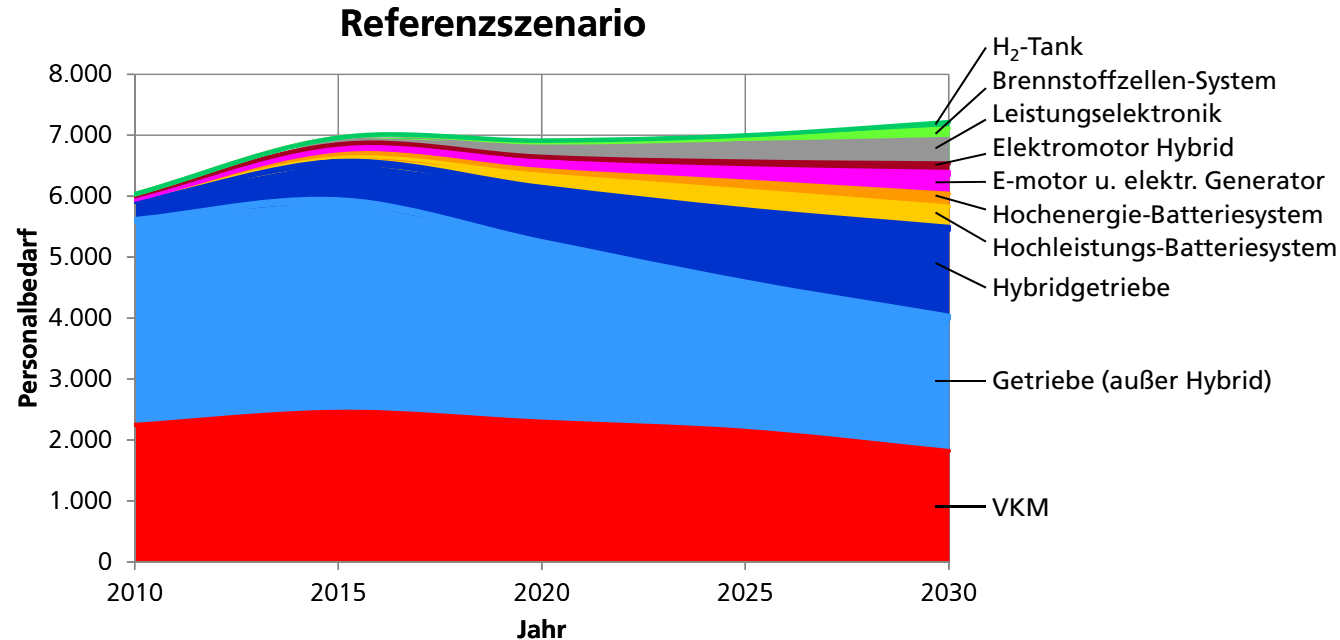
Beispiele: Führen (ab Meister), Engineering, Planung, sonstige Datenerfassung, sonstige Verwaltung

Agenda

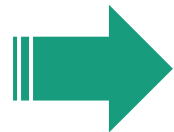
- Überblick über das Forschungsprojekt ELAB
- Antriebskonzepte und Szenarien
- Produktionsprozesse und Personalbedarf
- **Quantitative Wirkungsanalyse**
- Qualitative Wirkungsanalyse
- Zusammenfassung

Kernaussagen:

Gesamtpersonalbedarf im Referenzszenario



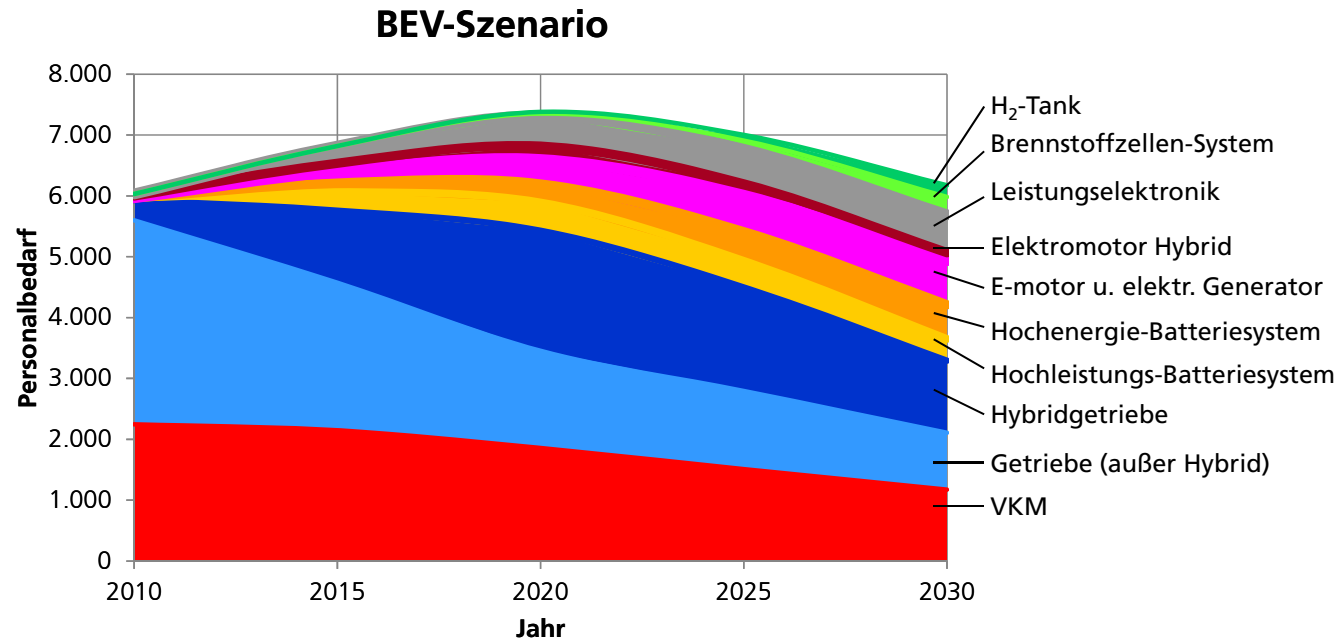
Beim Referenzszenario führen in Summe die alten und neuen Komponenten zu einem Anstieg des Personalbedarfs in der idealtypischen Antriebstrangproduktion



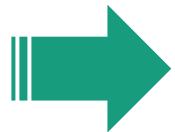
In diesem Szenario steigt der Gesamtbedarf an Mitarbeitern

Kernaussagen:

Gesamtpersonalbedarf im BEV-Szenario



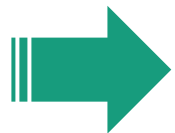
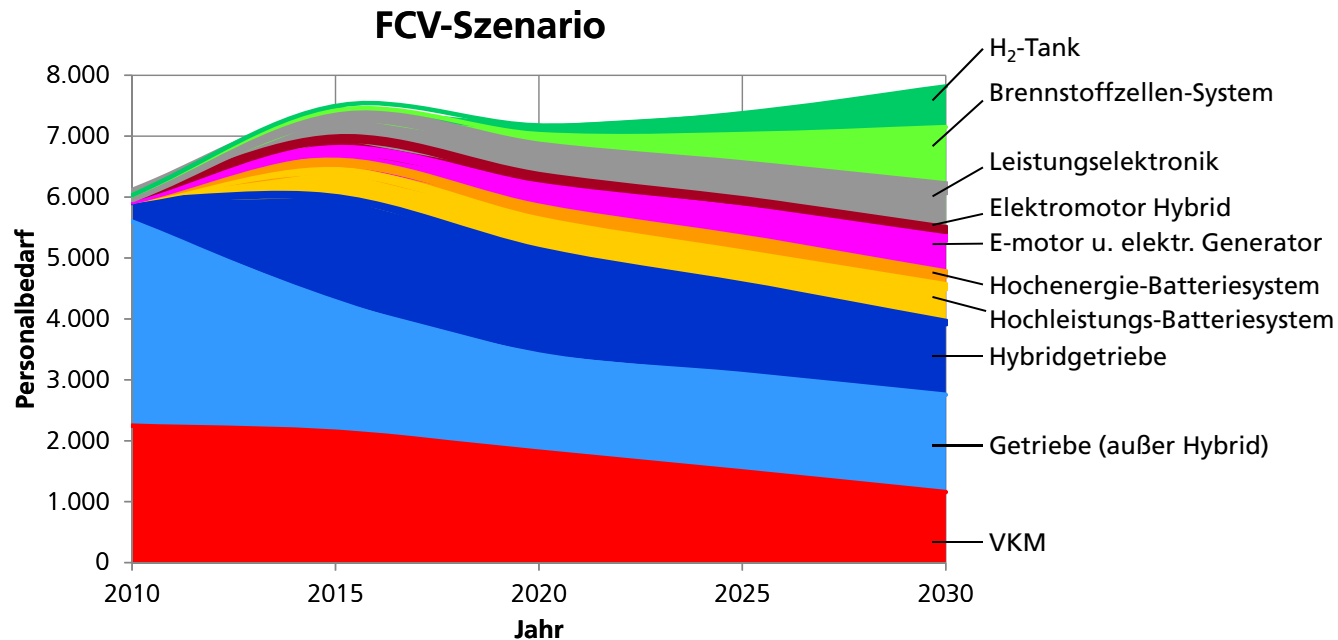
Im BEV-Szenario sinkt der Personalbedarf in einer idealtypischen Antriebsstrangproduktion nach einem deutlichen Anstieg wieder auf den Ausgangsstand



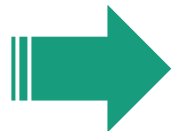
In diesem Szenario stagniert der Gesamtbedarf an Mitarbeitern

Kernaussagen:

Gesamtpersonalbedarf im FCV-Szenario



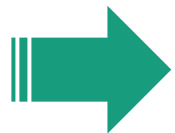
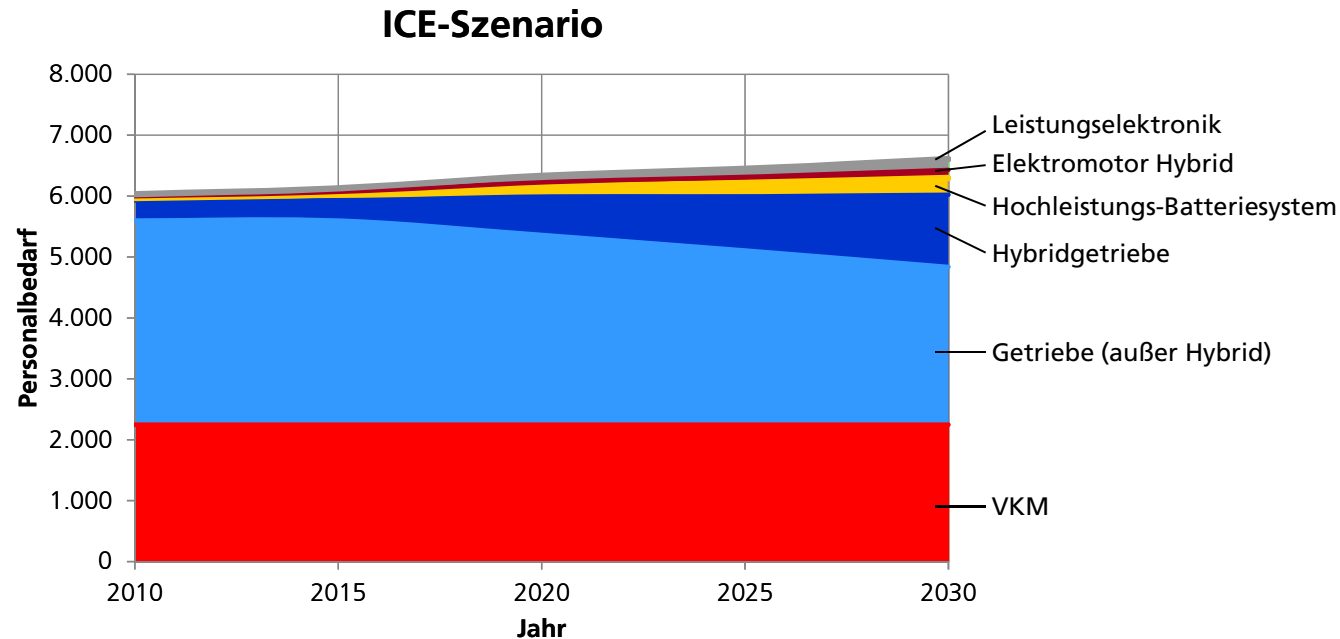
Im FCV-Szenario steigt der Personalbedarf in einer idealtypischen Antriebsstrangproduktion deutlich über den Ausgangsstand



In diesem Szenario schwankt aber steigt der Gesamtbedarf an Mitarbeitern stark

Kernaussagen:

Gesamtpersonalbedarf im ICE-Szenario



Im ICE-Szenario steigt der Personalbedarf in einer idealtypischen Antriebsstrangproduktion leicht über den Ausgangsstand



In diesem Szenario steigt der Gesamtbedarf an Mitarbeitern langsam aber kontinuierlich

Agenda

- Überblick über das Forschungsprojekt ELAB
- Antriebskonzepte und Szenarien
- Produktionsprozesse und Personalbedarf
- Quantitative Wirkungsanalyse
- Qualitative Wirkungsanalyse
- Zusammenfassung

Qualitative Wirkungsanalyse:

Vorgehensweise

Forschungsfragen „Kompetenzanforderungen und Qualifikationen“:

- Wie verändern sich Kompetenzanforderungen im Technologiewandel?
- Welche Qualifikationen von Beschäftigten sind für die Produktion von neuen Antriebssträngen erforderlich?
- Wie können Institutionen der Standortumgebung den Technologiewandel durch eine Verbesserung von Standortfaktoren unterstützen?
- Welchen Einfluss haben Arbeitsmarkt und demographischer Wandel?

Forschungsfrage „Branchenumfeld“:

- Wie wirkt sich der Technologiewandel auf Zuliefererstrukturen im Branchenumfeld aus, welche Herausforderungen für Zulieferer zeichnen sich ab?

Qualitative Wirkungs- und Bedarfsanalyse – Methodenmix:

1. Ableitung von Kompetenzanforderungen und Qualifizierungsbedarfen aus der ELAB-Analyse von Produktionsprozessen.
2. Expertengespräche mit Akteuren aus Unternehmen (OEM, Zulieferer), aus Forschungsinstituten und weiteren Institutionen.
3. Sekundäranalyse von Literatur und weiteren Dokumenten.

Kompetenzanforderungen und Qualifikationen:

Ausgangsthese

These:

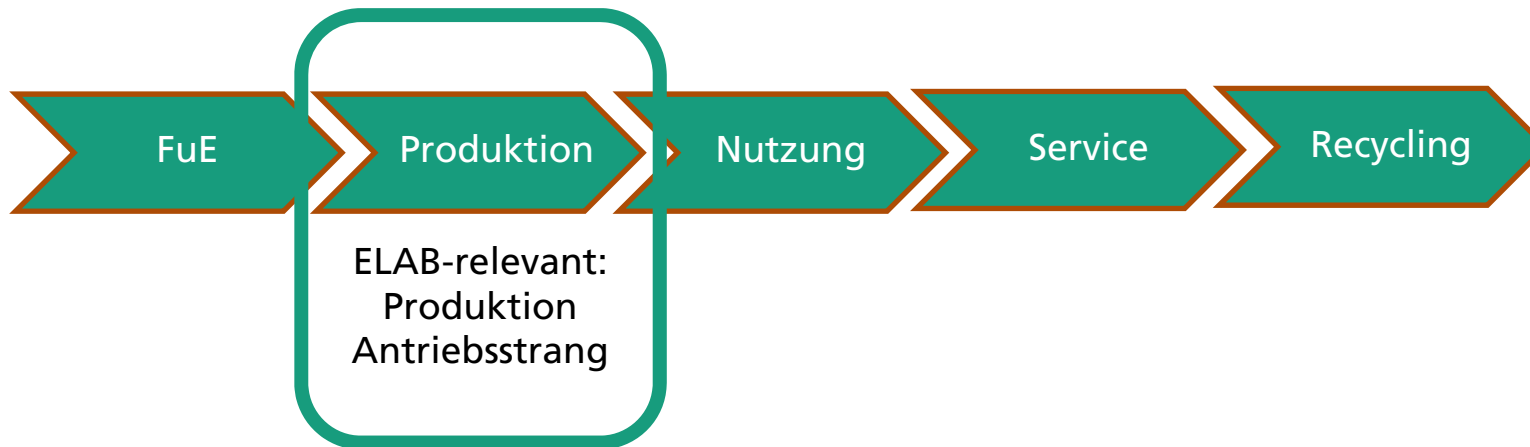
Die Elektrifizierung des Antriebsstrangs

verändert **Kompetenzanforderungen**,

verschiebt **Qualifikationsprofile** und

generiert **Weiterbildungsbedarf**

entlang der gesamten Prozesskette



These: Herstellung elektrischer Antriebe erfordert neue Prozesse, Anlagen und Kompetenzen

Verbrennungs-Motorenbau:
Schwerpunkt „Spanende Fertigung“



Bilder: Audi, EMAG, Böhringer

Elektro-Motorenbau:
Schwerpunkt „Montagetechnik“



Bilder: Bosch, Lehner

Quelle: Franke 2011

Kompetenzanforderungen und Qualifikationen:

Ergebnisse / Kernaussagen (1)

- Bedeutungszunahme **Elektrik/Elektronik** im Vergleich zu Mechanik.
- Bedeutungszuwachs **Montagetätigkeiten**. Montageprozesse lösen formgebende Fertigungsprozesse mehr und mehr ab.
- Montagearbeit kann nicht mit »Einfacharbeit« gleichgesetzt werden, sondern wird immer komplexer, flexibler, anspruchsvoller. »Qualifikationsshift« hin zu **Fach- und Prozesskompetenzen; »Erfahrungswissen«**.
- **Umgang mit Hochvolt-Systemen** als zentrales neues Qualifikationserfordernis für Beschäftigte in Produktions- und Montagebereichen.
- Erweiterte Kompetenzanforderungen durch Optimierung konventioneller Komponenten (Reinraum, Sorgfalt) sowie Leichtbau und neue Werkstoffe.
- **Ausbildung:** Integration elektromobilitätsspezifischer Qualifikationsinhalte in bestehende Berufsbilder (z. B. Umgang mit Hochvolt-Systemen als Modul).
- **Wandel im Mix der Ausbildungsberufe** setzt sich durch Elektrifizierung weiterhin fort (Zunahme mechatronischer Berufe und industrielle Elektro-Berufe).

Kompetenzanforderungen und Qualifikationen:

Ergebnisse / Kernaussagen (2)

- **Weiterbildung:** größere Qualifizierungsbedarfe für Umgang mit Hochvolt-Systemen (»elektrotechnisch unterwiesene Person«, »Elektrofachkraft«).
- **Arbeits- und Gesundheitsschutz:** Umgang mit den Traktionsbatterien als größte potenzielle Gefahrenquelle – elektrische Spannung (Hochvolt!) und Gefahrstoffe (wie z. B. Lithium).
- **Neue Antriebsstrangkomponenten:** Kompetenzanforderungen durch künftig wesentlich höhere Automatisierung sowie durch Sicherstellung hoher, gleichbleibender Qualität.
Weitere komponentenspezifische Qualifikationserfordernisse:
 - **Batteriesystem:** Verbindungs-/Fügetechnik (Arbeiten unter Spannung), Qualitätssicherung, Prüfung, Tests (Elektrik, Dichtigkeit).
 - **Elektromotoren:** Montage, Qualitätssicherung, Prüfung, Tests.
 - **Brennstoffzellensysteme:** Technische Kompetenzen (z. B. Dünnschichtbearbeitung, elektrochemische Beschichtung) und Qualitätssicherung, Sorgfalt, Reinheit. Spezifische Kenntnisse bei H₂-Tanks (Hochdruck, Leichtbau).

Kompetenzanforderungen und Qualifikationen:

Bedarfsanalyse Bildungsinfrastruktur

- **Berufliche Bildung in der Region:** In Automotive-Regionen sind Bildungseinrichtungen vielfach stark auf den klassischen Metall- und Mechanik-Bereich orientiert. Elektromobilitätsspezifische Qualifikationsinhalte (Kompetenzen in Elektrik/Elektronik, Umgang mit Hochvolt-Systemen) sollten stärker in die bestehenden Weiterbildungsangebote integriert werden.
- **Koordinierung und Standardisierung** von Weiterbildungsangeboten (insbesondere bei der Zusatzqualifikation „Umgang mit Hochvolt-Systemen“).
- **Regionales Arbeitsmarktmanagement unter Einbeziehung der relevanten Akteure:** Bildung einer Plattform bzw. eines Netzwerks aller Akteure der beruflichen und akademischen Bildung, um abgestimmte Konzepte hinsichtlich zukünftiger Maßnahmen sowie eine koordinierte, transparente Umsetzung zu erreichen. Initiierung eines regionalen Arbeitsmarktmanagements als Gestaltungs- und Steuerungsinstrument für regionale Arbeitsmärkte und Qualifizierungssysteme.

Kompetenzanforderungen und Qualifikationen:

Kontextanalyse Arbeitsmarkt und demographischer Wandel

- **Demographischer Wandel** wird großen Einfluss auf die zukünftige Arbeitswelt in der Autoindustrie ausüben (ob mit oder ohne E-Mobilität).
- **Stark rückläufiges Erwerbspersonenpotenzial** bis 2030 (und darüber hinaus) und der anhaltende Trend zur **Akademisierung der Arbeitswelt** könnte zu Engpässen am für die Antriebsstrangproduktion relevanten Arbeitsmarkt führen.
- Als Konsequenz gilt es, das Arbeitskräftepotenzial besser auszuschöpfen und **Teilhabechancen für alle** zu verbessern! (Anpassung der Arbeitsbedingungen an Erfordernisse der älter werdenden Belegschaft, der Vereinbarkeit von Familie und Beruf, der Chancengleichheit und Integration).
- Hervorragender **Technologiestandort** für Elektromobilität bezieht seine Stärke auch aus Synergien, Rückkoppelungsprozessen und gegenseitigen Lerneffekten mit dem gleichzeitig vorhandenen **Produktionsstandort**. Auch deshalb ist die **Industrialisierung der Elektromobilität** eine wichtige Zielsetzung!

Branchenumfeld:

Ergebnisse / Kernaussagen (insb. Zuliefererstruktur in Baden-Württemberg)

- **Reorganisation der Wertschöpfungskette** mit Neuverteilung von Wert schöpfungsanteilen (Wettbewerb etablierter und neuer Zulieferer).
- Wandel zur Elektromobilität mit **enormen Auswirkungen für das „Autoland Baden-Württemberg“** (mit seiner starken technologischen Ausrichtung auf den Antriebsstrang).
- Management des Wandels ist speziell für kleine und mittlere Unternehmen (KMU) eine große Herausforderung – **KMU-Zulieferer bisher wenig auf Technologiewandel vorbereitet** (technologische Zukunftsfähigkeit zahlreicher Autozulieferer bei alternativen Antriebskonzepten ist kritisch einzuschätzen).
- **Engpässe bei KMU-Zulieferern:**
 - (1) generelle Innovationsdefizite;
 - (2) technologischer Fokus auf Verbrennungsmotoren;
 - (3) unzureichende Awareness für Herausforderung Elektromobilität.
- **Strategieoptionen:** aktives Handeln im technologischen Wandel (Produktinnovation, Fertigungskompetenz) / Diversifizierung / Kooperationen bei neuen Technologien

Agenda

- Überblick über das Forschungsprojekt ELAB
- Antriebskonzepte und Szenarien
- Produktionsprozesse und Personalbedarf
- Quantitative Wirkungsanalyse
- Qualitative Wirkungsanalyse
- Zusammenfassung

ELAB:

Zusammenfassung



Elektromobilität und Beschäftigung

Wirkungen der Elektrifizierung des Antriebsstrangs auf Beschäftigung und Standortumgebung (ELAB)

STUDIENERGEBNISSE



- Basierend auf den **Marktszenarien** ist im **Jahr 2030** mit einem **Mix verschiedener Antriebskonzepte** zu rechnen.
- Die **Herstellung elektrifizierter Antriebsstrangkomponenten** erfordert Kompetenzen bislang im Automobilbau nicht eingesetzter Fertigungsverfahren.
- Die Antriebsstrang-Hersteller können ihren **Personalbedarf** halten oder sogar steigern, sofern sie zusätzlich zu den konventionellen auch Komponenten für den **elektrifizierten Antriebsstrang produzieren**.
- Innerhalb der Wertschöpfungskette kann es zu massiven **Verschiebungen**, vor allem bei **Zulieferunternehmen**, kommen.
- Mit der Elektromobilität ist ein **Wandel in der Arbeitswelt** verbunden, mit sich verändernden Kompetenzanforderungen und Qualifikationen der Beschäftigten.
- Erforderlich wird eine Anpassung der **beruflichen Aus- und Weiterbildung** sowie eine Standardisierung von Qualifizierungsinhalten und -abschlüssen.

ELAB-Projektteam

Ansprechpartner

Forschungsinstitute



Fraunhofer IAO

Daniel Borrmann

Nobelstraße 12

70569 Stuttgart

0711 970-2030

daniel.borrmann@iao.fraunhofer.de

IMU Institut

Dr. Jürgen Dispan

Hasenbergstraße 49

70176 Stuttgart

0711 23705-0

jdispan@imu-institut.de

DLR-FK

Benjamin Frieske

Pfaffenwaldring 38-40

70569 Stuttgart

0711 6862623

benjamin.frieske@dlr.de