

Trends und Einschätzungen zu elektrischen Maschinen in elektrifizierten Fahrzeugkonzepten

7. Wissenschaftsforum Mobilität

18. Juni 2015

Duisburg

Dipl.-Ing. Matthias Klötzke

Dipl.-Kfm. (t.o.) Benjamin Frieske

Wissen für Morgen



STROMbegleitung

Begleitforschung zu Technologien, Perspektiven und Ökobilanzen der Elektromobilität



- Welche **Trends** zeichnen sich bei Schlüsseltechnologien der Elektromobilität und elektrifizierten Fahrzeugkonzepten ab?
- Welche **Forschungsschwerpunkte** und **Förderaktivitäten** gibt es in anderen Weltregionen?
- Welchen **Stand hat die Technologieentwicklung** im nationalen und internationalen Vergleich?



- **5 Weltregionen** Europa, USA, China, Japan, Indien
- **4 Technologiefelder** Fahrzeugkonzepte, Elektromotoren, Leistungselektronik, Thermomanagement
- **Elektrifizierte PKW** Hybrid-, Batterie-, Konzept-, Prototypen- und Serienfahrzeuge
- **10 Jahres-Zeitraum** Entwicklungen ab 2000

Einordnung internationaler Aktivitäten E-Mobilität



- DLR Fahrzeugkonzept-Datenbank
- Patent- und Publikationsanalysen
- Experteninterviews (national & international)
- Regionalstudien
- Simulation und Fahrzeug-Szenarien (*VECTOR21*)
- Materialintensitätsanalysen

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung



Entwicklung der Fahrzeug-Neuvorstellungen

Aktivitäten nehmen ab 2005/2006 deutlich zu

Über **500 elektrifizierte Fahrzeugkonzepte** konnten weltweit identifiziert werden.

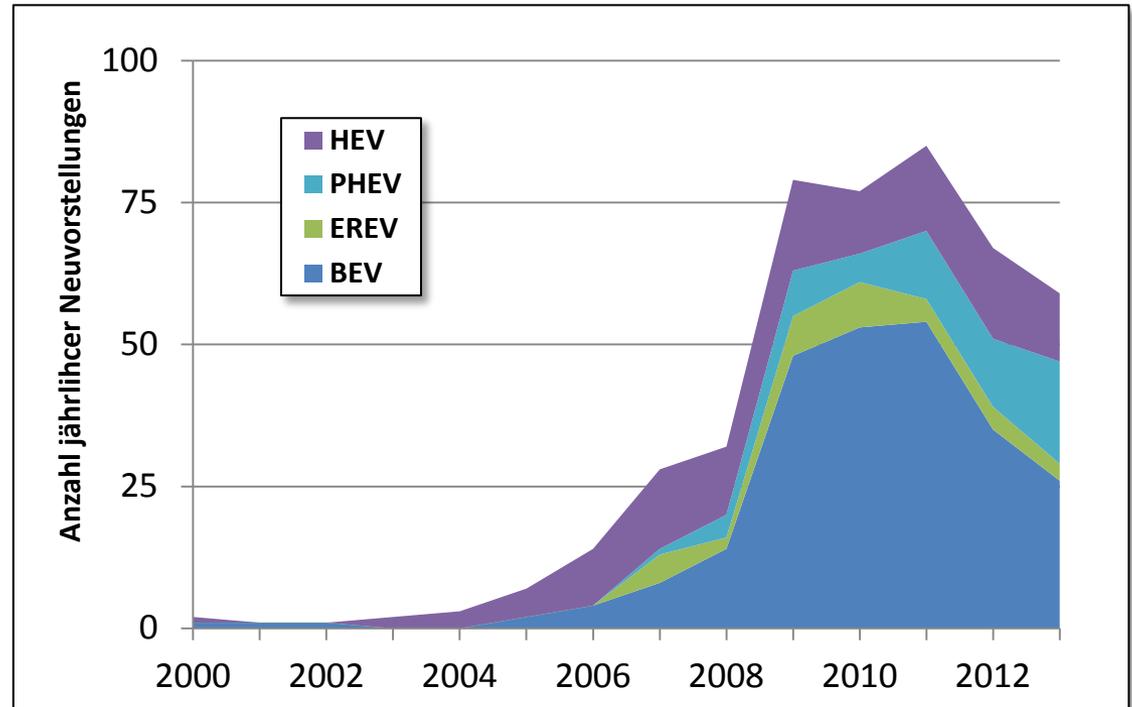
Serien-, Konzept-, Forschungsfahrzeuge sowie Prototypen sind berücksichtigt.

Seit 2005 deutlich **steigende Anzahl** an elektrifizierten Fahrzeugkonzepten.

Insbesondere die Zahl der **BEV** wächst ab 2008 rasant an.

Ab 2012 kann ein Rückgang beobachtet werden.

Nur **PHEV** mit kontinuierlich wachsender Zahl.



Entwicklung des Einsatzes verschiedener EM-Arten

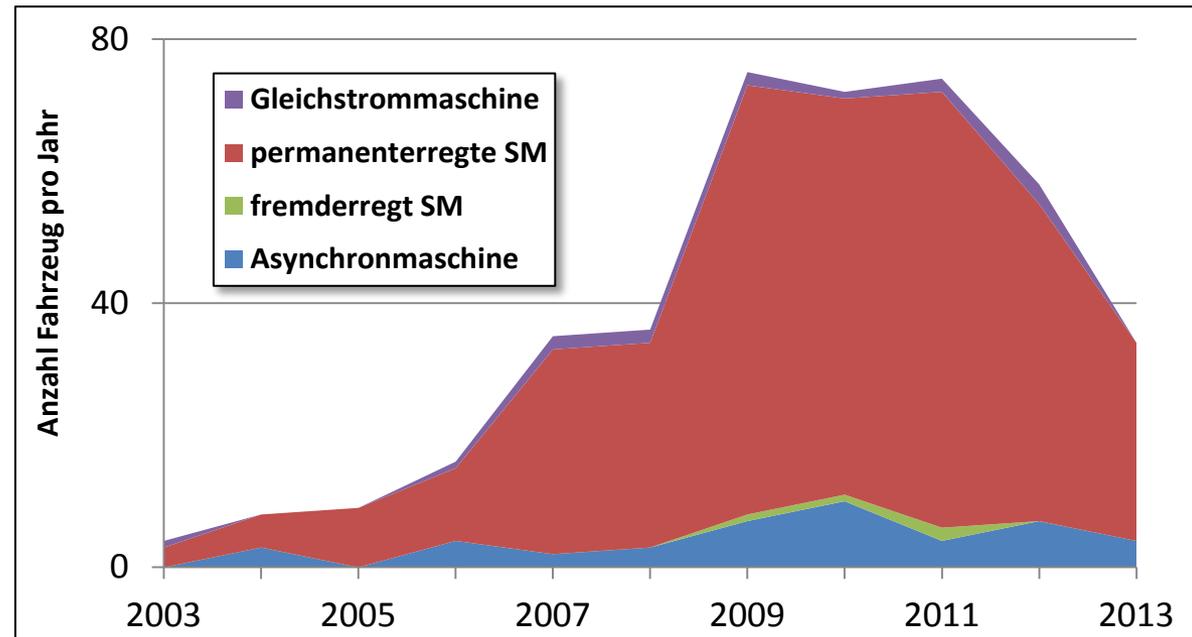
Permanenterregte SM dominieren deutlich

Die deutliche Mehrzahl der elektrifizierten Fahrzeuge wird mit **permanenterregten Synchronmaschinen (PSM)** ausgestattet.

Einige Fahrzeuge verfügen über **Asynchronmaschinen**.

Gleichstrommaschinen haben nur sehr geringen Anteil.

Fremderregte Synchronmaschinen konnten sich bisher noch nicht durchsetzen. Diese findet man nur in Fahrzeugen des französischen Herstellers Renault



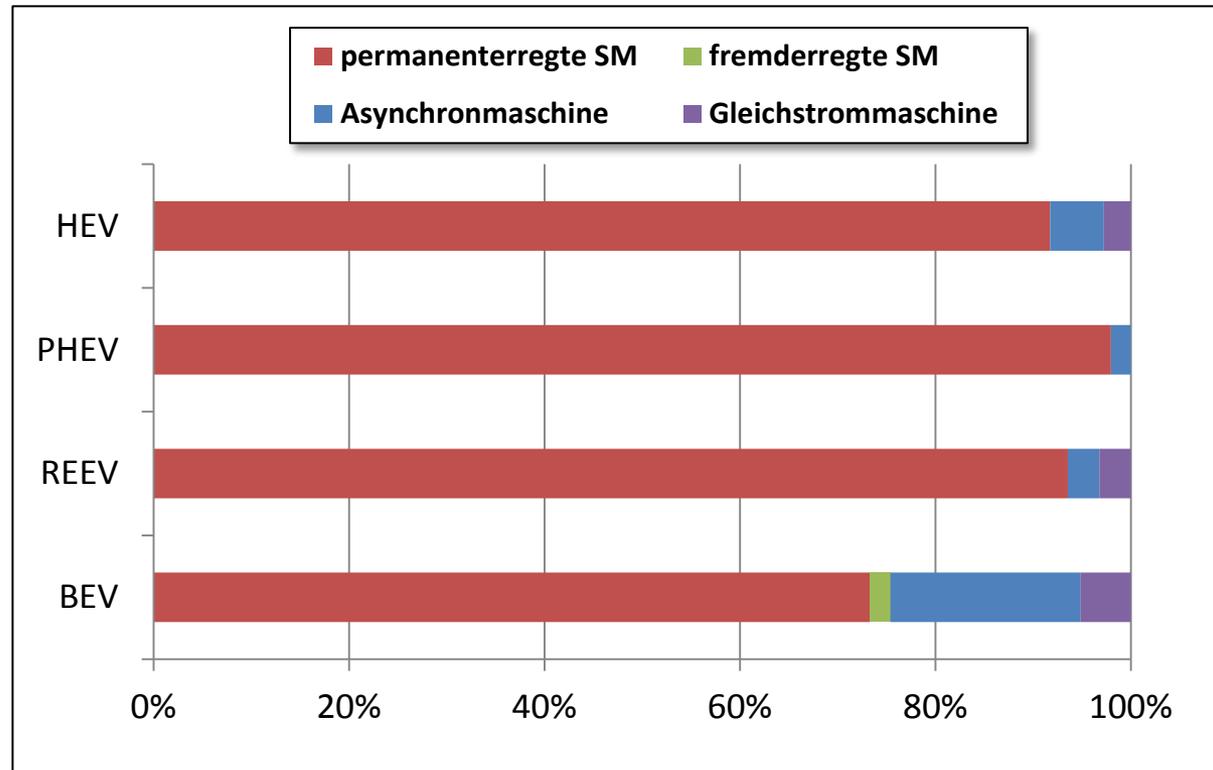
Einsatz von EM in verschiedenen EV

Lediglich bei BEV lassen sich in größerem Umfang alternative EM-Typen finden

Innerhalb aller Elektrifizierungsgrade sind **PSM** die dominante Technologie.

Bei **Batterieelektrischen Fahrzeugen** immerhin gut 25% der Fahrzeuge mit anderen Maschinen ausgestattet.

Bei hybridisierten Fahrzeugen sind die Anforderungen bezüglich **Packaging** oftmals strenger, wobei PSM Vorteile aufweisen.



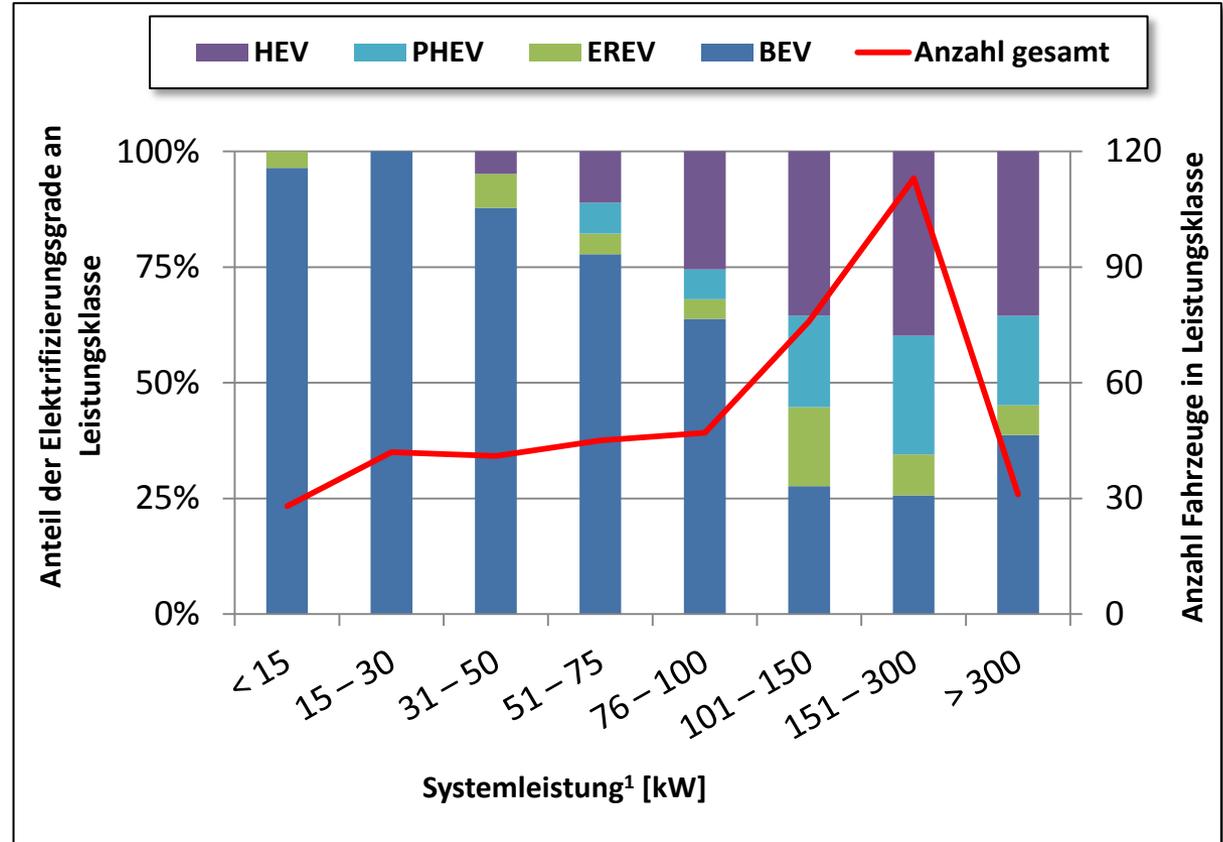
Elektrifizierungsgrad von Fahrzeugen

Anzahl von elektrifizierten Fahrzeugen steigt mit zunehmender Leistung

Die Mehrzahl der elektrifizierten Fahrzeuge verfügt über eine **Systemleistung**¹ von mehr als 100 kW.

Batterieelektrische Fahrzeuge sind eher in niedrigeren Leistungsklassen zu finden.

Anteil von **HEV** und **PHEV** steigen mit zunehmender Systemleistung¹ an.



¹Systemleistung = Leistung EM + Leistung VKM



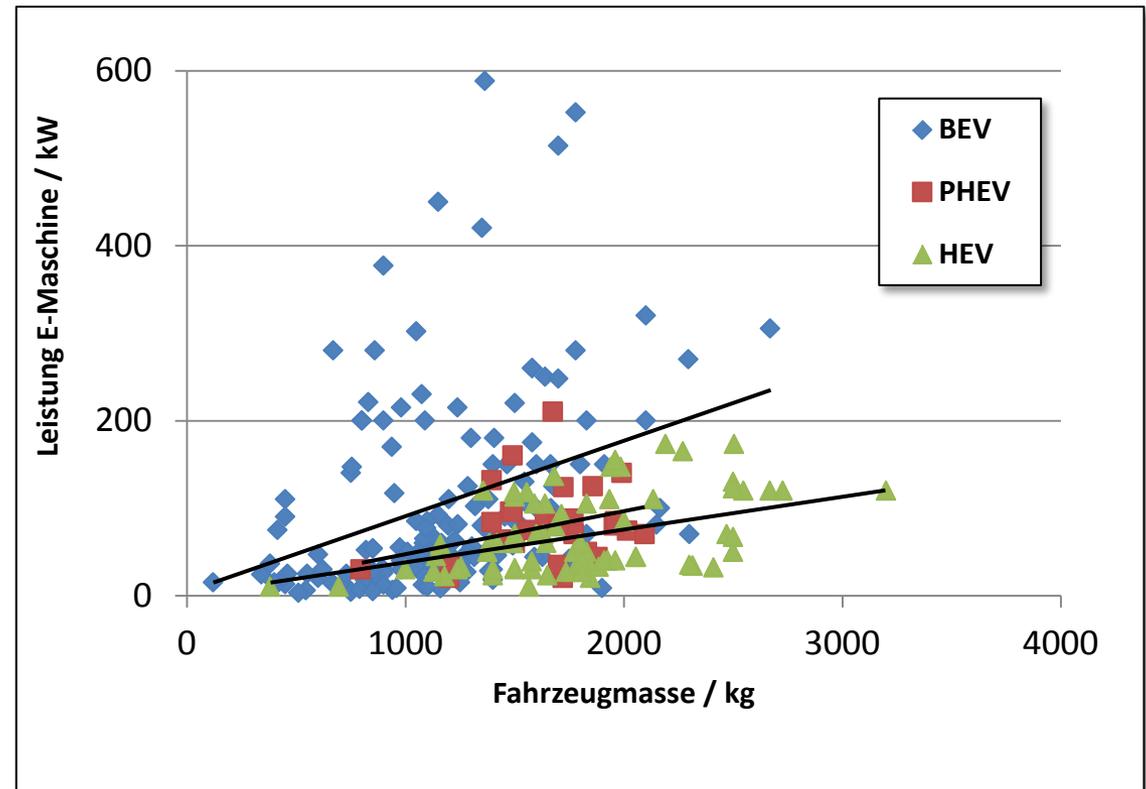
Auslegung der EM in verschiedenen Elektrofahrzeugen

Batterieelektrische Fahrzeuge verfügen über die größte elektrische Leistung

BEV verfügen durchschnittlich über eine elektrische Leistung von $88 \text{ W/kg}_{\text{FZM}}$.

BEV aus **Segment S** (Sportwagen) werden im Mittel mit $130 \text{ W/kg}_{\text{FZM}}$ (bis zu $244 \text{ W/kg}_{\text{FZM}}$) ausgestattet.

HEV weisen im Durchschnitt $38 \text{ W/kg}_{\text{FZM}}$, **PHEV** $47 \text{ W/kg}_{\text{FZM}}$ auf.



FZM = Fahrzeugmasse



Entwicklung der Patentanmeldungen nach Regionen

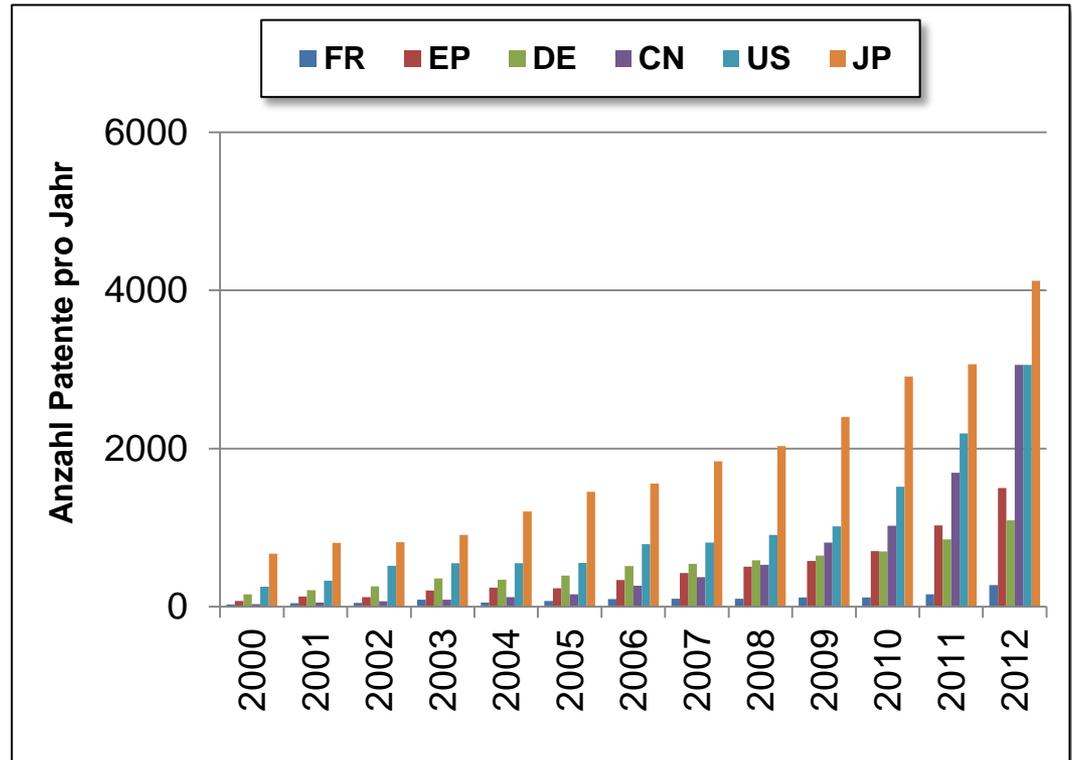
Die größten Aktivitäten auf dem japanischen Markt, China holt auf

Von 2000 bis 2012 konnten **59.000 Patente** für elektrische Maschinen in elektrifizierten Fahrzeugen identifiziert werden.

40% der Patente in diesem Zeitraum sind dem **japanischen Markt** für IP (Intellectual Property) zuzuordnen

Die Zahl der Schutzansprüche innerhalb der **chinesischen Landesgrenzen** steigt seit 2010 deutlich stärker als in anderen Regionen.

Fast die Hälfte der Patente in Europa wurden in **Deutschland** angemeldet.



Anzahl Patente in EP ohne Frankreich und Deutschland



Analyse der Patentaktivitäten der Hersteller

Insbesondere japanische Fahrzeughersteller mit vielen Patenten für EM

Japanische Hersteller führen das Patent-Ranking deutlich an, acht der zehn aktivsten Hersteller stammen aus Japan.

Innerhalb der Top 20 sind japanische Hersteller für knapp 20.000 Anmeldungen verantwortlich, **deutsche Hersteller und Zulieferer** für gut 2.000.

Kein **europäisches** Unternehmen unter den Top 10.

Kein **chinesischer Hersteller** unter den der Top 20

Rang	Institution	Anzahl Inventionen	Land
1	TOYOTA MOTOR	7.789	
2	HONDA MOTOR	3.073	
3	NISSAN MOTOR	2.835	
4	TOYOTA JIDOSHA	1.987	
5	HYUNDAI MOTOR	1.255	
6	MITSUBISHI JIDOSHA KOGYO	1.055	
7	GM GLOBAL TECH OPERATIONS	833	
8	DENSO	829	
9	AISIN AW	722	
10	HITACHI	685	
11	ROBERT BOSCH	679	
12	FORD GLOBAL TECH	655	
13	DAIMLER	637	
14	KIA MOTORS	427	
15	PEUGEOT CITROEN AUTOMOB	411	
16	ZF FRIEDRICHSHAFEN	399	
17	MAZDA MOTOR	367	
18	RENAULT	357	
19	TOSHIBA	353	
20	BAYERISCHE MOTOREN WERKE	347	



Patentaktivitäten nach Maschinentypen

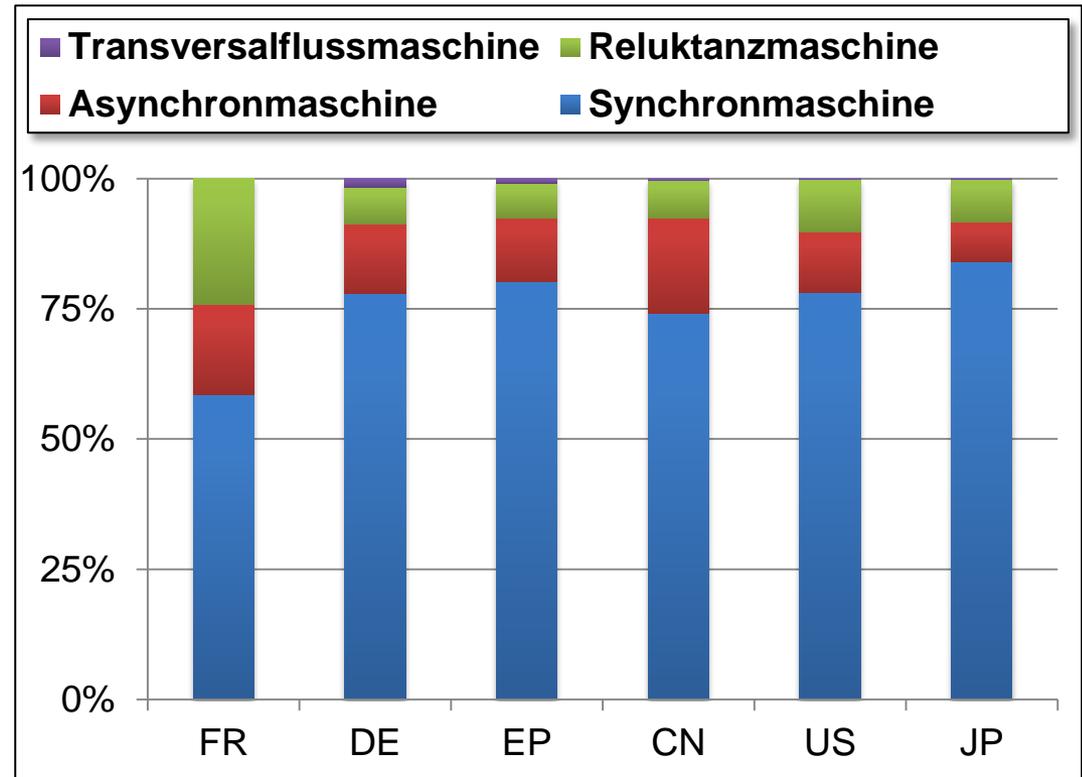
Deutliche Aktivitäten bei alternativen Maschinentypen, dennoch PSM dominant

Auch die Auswertung der Patente zeigt ein Schwerpunkt bei **Synchronmaschinen**.

Asynchronmaschinen mit mehr Anteil als das beim Einsatz in Fahrzeugen der Fall ist.

Frankreich mit signifikanten Aktivitäten hinsichtlich **Reluktanzmaschinen**.

Transversalflussmaschinen für Elektrofahrzeuge als Inhalt von Patentanmeldungen lediglich in Europa, insbesondere in Deutschland zu finden.



FR = Frankreich, DE = Deutschland, EP = Europa, CN = China, US = USA, JP = Japan



Experteneinschätzungen (1/4)

Nordamerika



„**Materialforschung** zur Reduktion von Seltenerd-Elementen in elektrischen Maschinen ist eine zentrale Herausforderung, wobei die **Currie-Temperatur** angehoben werden muss“

„Die Vorteile bei den **technischen Eigenschaften** von PSM können durch fremderregte SM und ASM nicht ausgeglichen werden.“



Experteneinschätzungen (2/4)

Japan



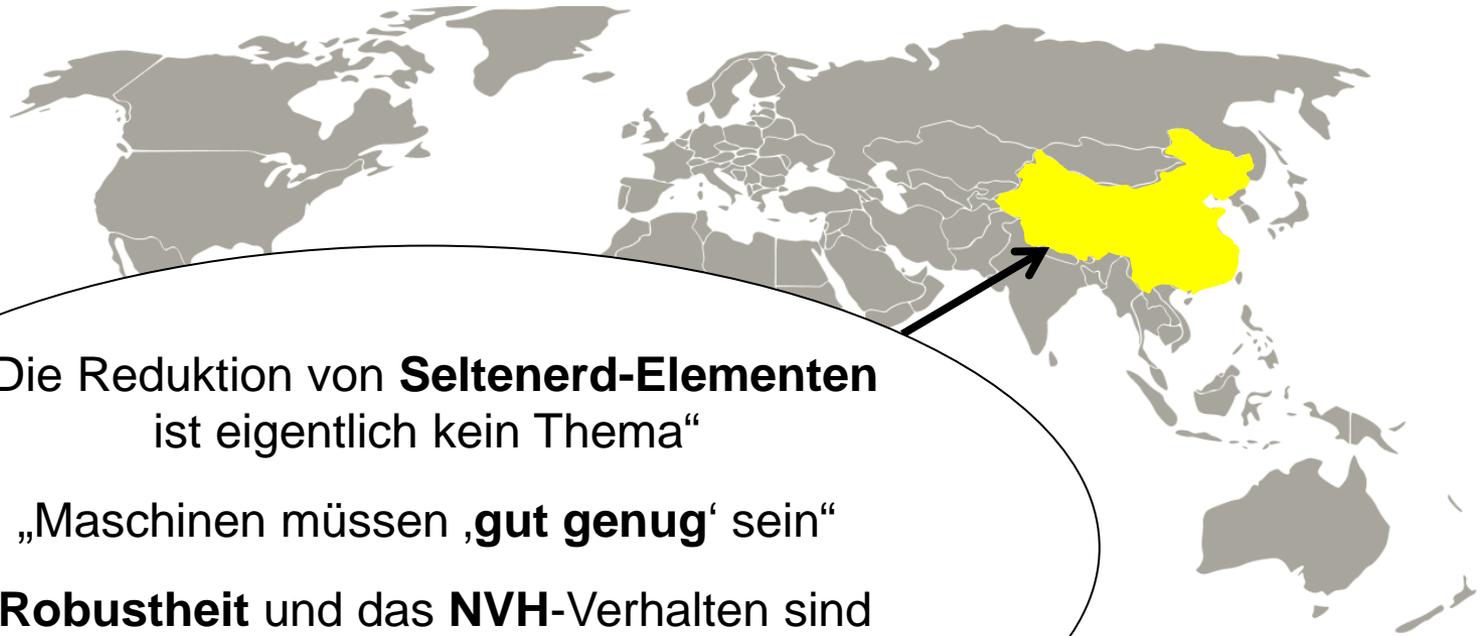
„Der Fokus liegt auf der **Optimierung** bestehender Konzepte. Alternative Technologien spielen keine so große Rolle“

„Auf der **Reduktion von Seltenerd-Elementen** liegt ein Hauptaugenmerk“

„Die **hochgradige Integration** von Leistungselektronik in elektrische Maschinen wird zukünftig wichtig sein“

Experteneinschätzungen (3/4)

China



„Die Reduktion von **Seltenerd-Elementen** ist eigentlich kein Thema“

„Maschinen müssen ‚**gut genug**‘ sein“

„**Robustheit** und das **NVH**-Verhalten sind zentrale Kriterien für den chinesischen Markt“



Experteneinschätzungen (4/4)

Indien



„Auch in naher Zukunft werden in indischen Fahrzeugen viele **Asynchronmaschinen** zu finden sein. Hier haben indische Hersteller viel Erfahrung“

„Zukünftig sollen vermehrt **permanenterregte Synchronmaschinen** eingesetzt werden, diese haben bessere technische Eigenschaften“

Fazit

- In bisherigen Fahrzeugen dominieren PSM klar. Vorteile insbesondere beim der Leistungsdichte sowie der Effizienz sind wohl ausschlaggebend.
- Bei Patentanmeldungen liegt ein Schwerpunkt weiterhin bei PSM, allerdings kann man vermehrte Aktivitäten hinsichtlich alternativer Maschinentypen identifizieren.
- Durch die Versorgungssituation von Seltenerd-Elementen sehen viele Experten die Notwendigkeit, über Alternativen zu PSM nachzudenken.
- Internationale Experten gehen derzeit nicht davon aus, dass andere Maschinentypen die gleichen technischen Eigenschaften haben werden, wie PSM.



Dipl.-Ing. Matthias Klötzke

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V.

Institut für Fahrzeugkonzepte

Matthias.Kloetzke@DLR.de

0711 6862 8092



Wissen für Morgen

