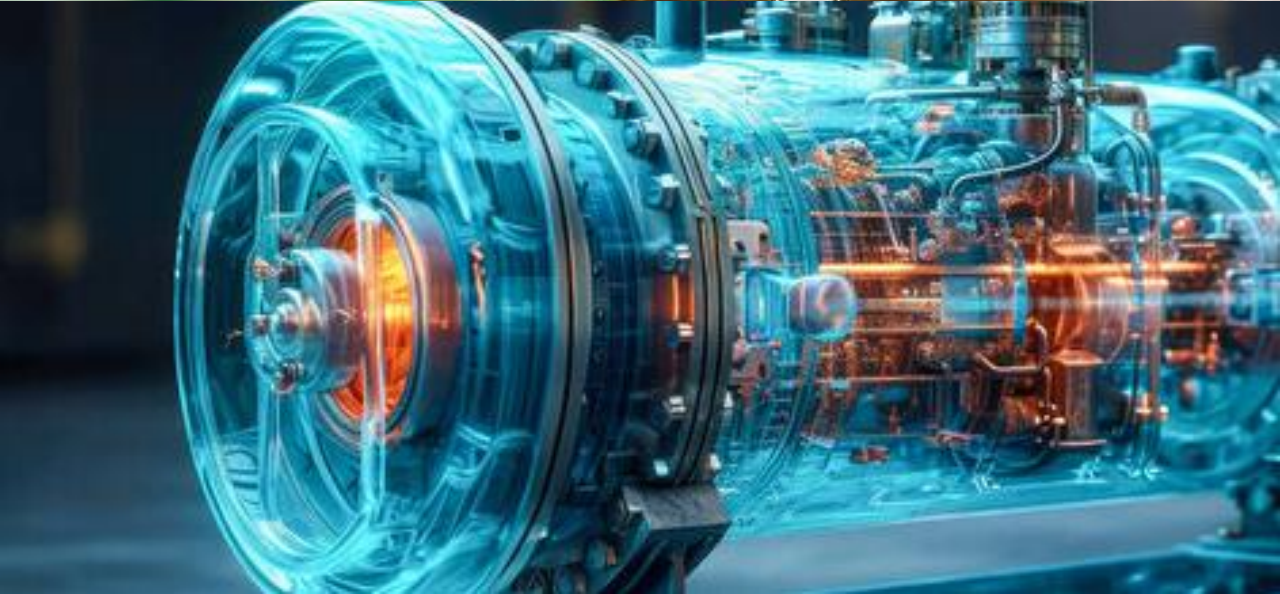




FREEM & HERM

Herzlich Willkommen zur

8. Netzwerksitzung – Phase 2
& 3. Netzwerksitzung – Phase 1

AGENDA (Dienstag, 16.06.2026)

3

09:30 Uhr	Eintreffen der Teilnehmer
9:45 Uhr	Begrüßung und Eröffnung durch die Gastgeber DHBW
09:55 Uhr	Aufteilung in die verschiedenen Räumlichkeiten
10:00 Uhr	Vorstellung des Netzwerk FREEM und Rückblick auf 3 Jahre Netzwerkarbeit
10:15 Uhr	Unternehmenspitches (Themen, Projekte, Unterstützungsbedarf, Ideen)
11:00 Uhr	Workshop zum Thema Kreislauffähigkeit von Elektromotoren in Kleingruppen
12:00 Uhr	Mittagspause
13:00 Uhr	Kurze Vorstellung der Netzwerke FREEM, HERM und PERMARE
13:15 Uhr	Speed Networking und Ideenaustausch

AGENDA (Dienstag, 16.06.2026)

4

15:15 Uhr

Vorstellung der Workshopergebnisse zum Thema Kreislauffähigkeit von Elektromotoren

15:30 Uhr

Gemeinsame Diskussion der Workshopergebnisse

16:00 Uhr

Führung durch die Laborräume der DHBW Stuttgart

16:30 Uhr

Eintreffen der Teilnehmer für de Innovation Night

2. Innovation Night Stuttgart

17:00 Uhr

Impulsvorträge aus Industrie und Forschung

18:15 Uhr

Get-together und Networking bei Getränken und Fingerfood

ZIM Innovationsnetzwerk FREEM

Vorstellung des Netzwerk FREEM und Rückblick auf 3 Jahre Netzwerkarbeit

FREEM im Überblick

22 eingereichte Anträge

17 Partner

11 Netzwerksitzungen

15,5 Mio. €
Projektvolumen

9,2 Mio. €
Fördervolumen

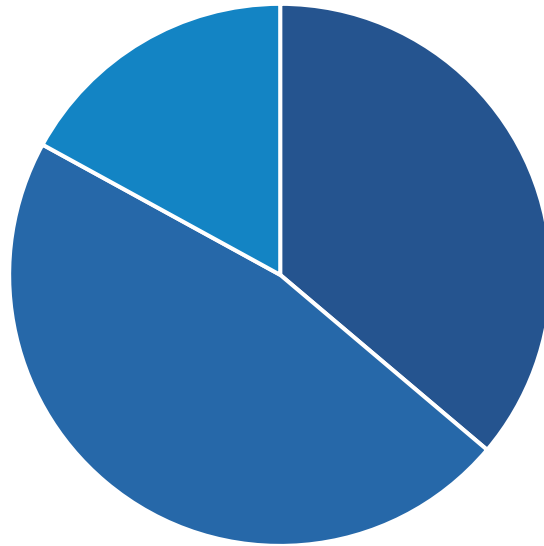
17 bewilligte
Anträge

4,2 Mio. € in
Beantragung

Status Projekte Phase 1 und 2

4,20 Mio. €
Projektvolumen in
Beantragung (06/2026)

8

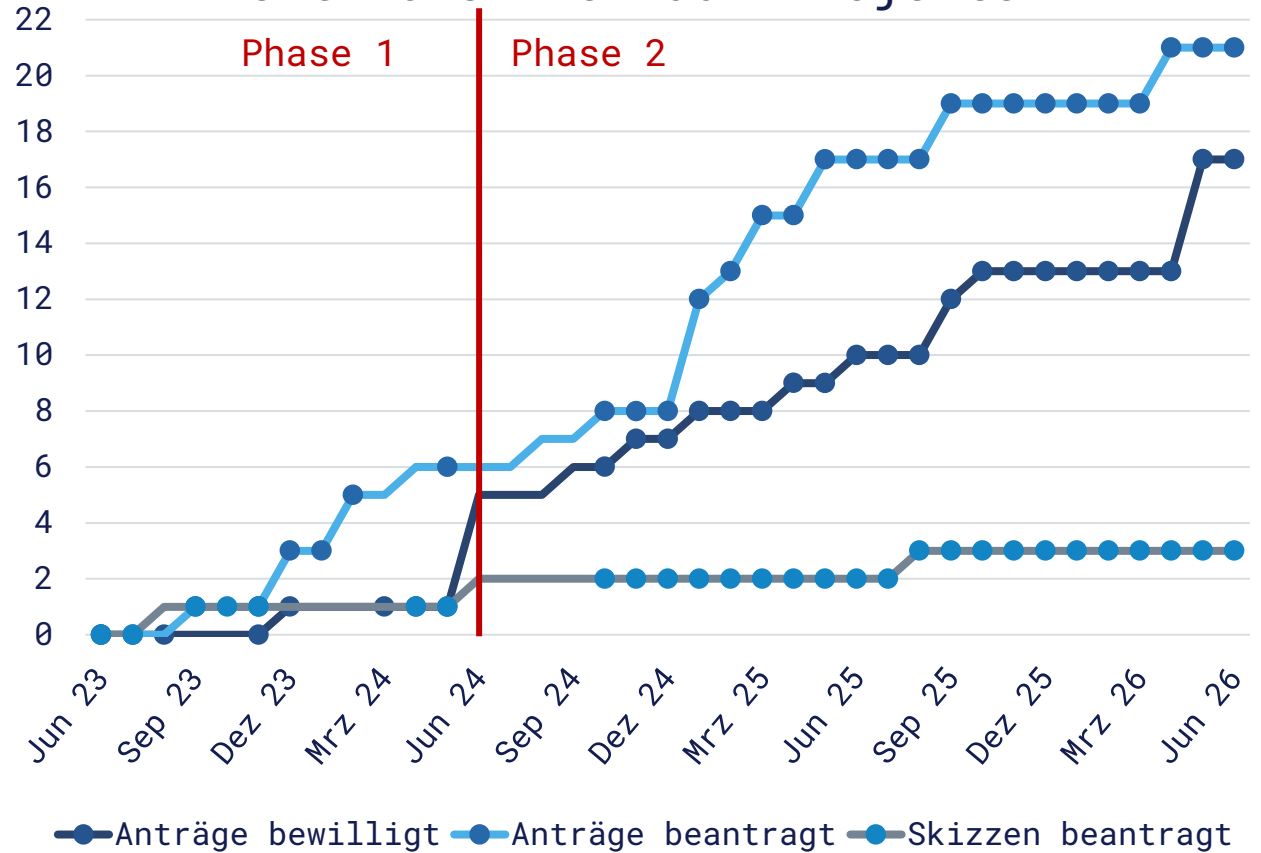


■ Anträge bewilligt (17) ■ Anträge eingereicht (22)
■ Anträge in Vorbereitung (8)

15,45 Mio. €
Projektvolumen
beantragt (06/2026)

9,16 Mio. €
Förderung beantragt
(06/2026)

Zeitlicher Verlauf Projekte



Projektübersicht

Projekte

Förderprogramm

Partner

Kupfer-Matrix Komposite (erfolgreich beendet)

ZIM DS

CMMC GmbH

BAKE – Softwaretool zur Auslegung von Kühlsystemen von Hochleistungselektronik

ZIM FuE

Krecotec GmbH, HTWD

Metallspritzguss von 100% leitfähigem Kupfer (erfolgreich beendet)

ZIM DS

AM Extrusion,
Additive Drives

Multimaterialfertigung elektronische Schaltkreise

KMU innovativ

AM Extrusion

Prozessentwicklung zur Herstellung amorpher Transformatorenkerne

Forschungszulage

Fe-Tec GmbH

Flex-Zentrifuge – schwingungsarmer Hochdrehzahlantrieb für Tischzentrifugen

ZIM FuE

Groschopp AG

Entwicklung einer Hochdrehzahl-Axialflussmaschine

Forschungszulage

AdditiveDrives

Metall- und Keramikfilamente für das FFF Verfahren

Forschungszulage

AM Extrusion

Off-Grid Betrieb Windanlagen

ZIM DS

krecotec

ThermoPro – Auslegungstool für Skiving Kühlkörper

ZIM FuE

Seifert electronic,
Frankfurt UAS

Bewilligt

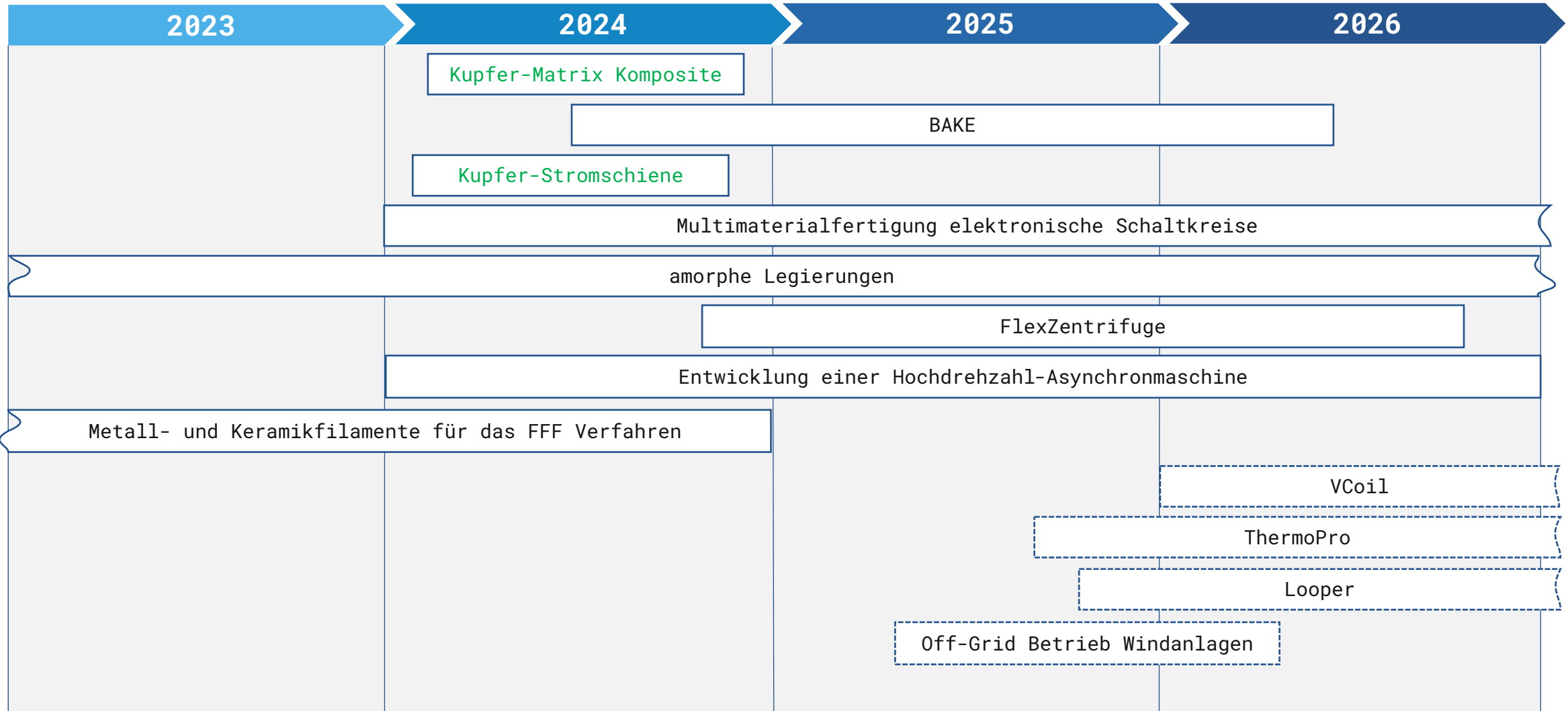
Projektübersicht

10

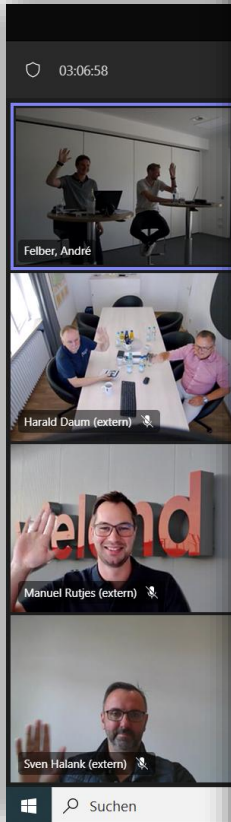
	Projekte	Förderprogramm	Partner
bewilligt	V Coil – Herstellung V-förmiger Einzelspulen für hocheffiziente elektrische Antriebe	LuFo VII	Breuckmann, Additive Drives, HTW Dresden, BTU Cottbus
	Lopper – Luftfahrtkonforme Herstellung hochausgenutzter E-Motoren	LuFo VII	Additive Drives (Verbund)
Weitere	V-Spulen für Servomotoren (in Begutachtung)	ZIM FuE	Groschopp, Breuckmann, HTWD, Fraunhofer IWU
	Hybridrotor (in Beantragung)	ZIM FuE	CMMC, HTWD, Wieland, TU Dresden, Breuckmann
	Erkennungssoftware zur Reparatur von E-Motoren (in Beantragung)	ZIM FuE	Hans Mayer Elektrotechnik, DLR

Technologie-Roadmap/Projektpipeline

11



Netzwerkaktivitäten



Events



zuliefererertag
automobilwirtschaft BW



CYBERJ  IN

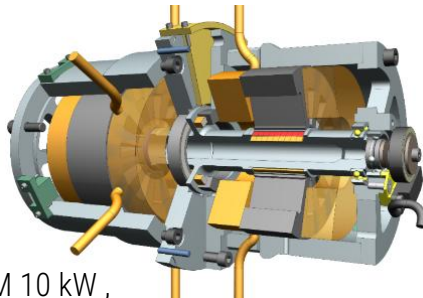
Events



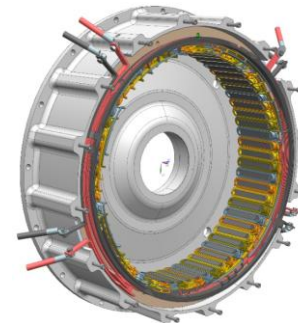
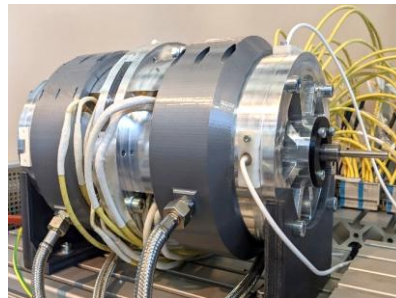
ZIM-Innovationsnetzwerk FREEM
Unternehmenspitches

- **Aktuelle wichtige Themen/Projekte?**

- Auslegung schnelldrehender elektrischer Maschinen, lagerloser Maschinen, Magnetlager
- Auslegung und Modellierung geschalteter und synchroner permanentmagnetfreier Reluktanzmaschinen
- Entwurf von permanentmagnetfreien Direktantrieben für Nutzfahrzeuge
- Auslegung und Regelung multiphasiger Antriebssysteme



Prototyp
lagerlose PMSM 10 kW,
Drehzahl bis 100.000 1/min



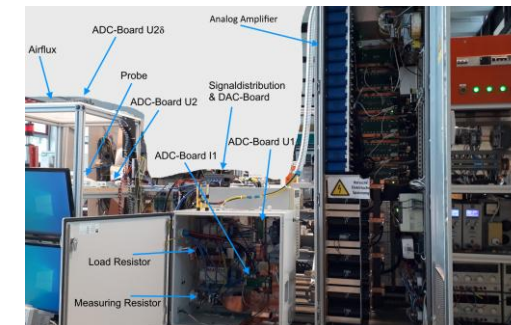
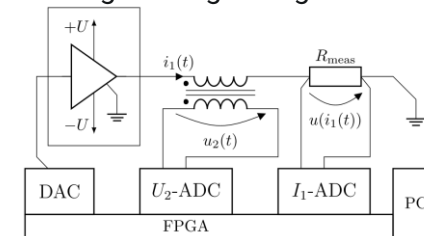
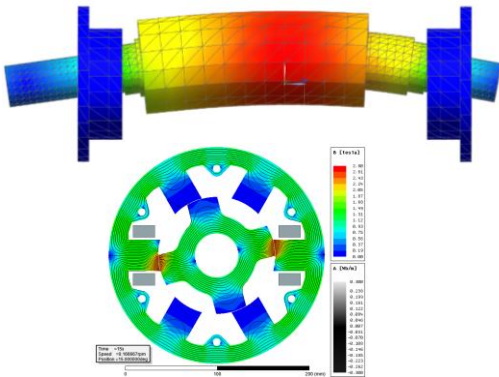
Direktantrieb Traktor 6000 Nm

- **Wo könnte ich Unterstützung gebrauchen?**

- Partnerunternehmen mit Interesse an FuE zu ressourcenschonenden, nachhaltigen Antriebssystemen
- Forschungsunternehmen mit Interesse an gemeinsamen Kooperationsprojekten

- **Wo könnte ich andere unterstützen?**

- Elektromagnetische/strukturmechanische/thermische Auslegung und Modellierung von E-Antrieben
- Testing (Performancetests, Dauerlauf, Teilentladung, Alterung ...)
- Entwicklung und Aufbau von Experimental-Invertern (Si/SiC, 2L/3L, 800 V, 100 kHz), Ansteuerung & Regelung
- Prüfung magnetischer Eigenschaften und Verluste

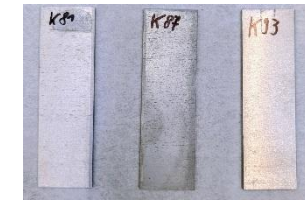


- **Was ist in Zukunft geplant?**

- Initiierung ZIM-Innovationsnetzwerk zu schnell-drehenden elektrischen Maschinen und neuen Umrichtertopologien?

• Aktuelle wichtige Themen/Projekte?

- Untersuchung alternativer, keramikähnlicher Isolierwerkstoffe für Haupt- und Leiterisolation (hochtemperaturfest, hohe Wärmeleitfähigkeit, gute Chemikalienbeständigkeit)
- Auslegung, Modellierung, Vermessung und Prüfung elektrischer Maschinen
- Entwicklung von Auslegungs- und Optimierungswerkzeugen für Kühlkonzepte von Antriebskomponenten
- Auslegung, Modellierung, Simulation und Regelung multiphasiger Antriebssysteme



• Wo könnten wir Unterstützung gebrauchen?

- Forschungspartner für FuE-Projekte / Anwender in den Themenbereichen
 - hochtemperaturfeste Isoliermaterialien mit hoher Wärmeleitfähigkeit
 - magnetfreie Antriebsmaschinen
 - neuartige Kühlkonzepte
 - Antriebsregelungen

• Was ist in Zukunft geplant?

- Weiterführung der Forschungsthemen und Transfer der Ergebnisse in die industrielle Anwendung
- Mitwirkung im ZIM Innovationsnetzwerk PERMARE

- **Wo könnten wir andere unterstützen?**
- Entwurf elektrischer Maschinen
 - Elektromagnetische, mechanische und thermische Modellierung, Simulation und Auslegung
 - kühlttechnische Auslegung
 - Auslegung multiphasiger Maschinen
- Vermessung & Prüfung elektrischer Maschinen und Antriebe
 - Dauerlauf, Belastungsversuche, Verlustermittlung
 - normgerechte Prüfung
 - Hochdrehzahlanwendungen
 - Untersuchung der Alterung elektrischer Isolierwerkstoffe
 - Lebensdaueruntersuchungen (TEAM-Belastungen)
 - Teilentladungsmessungen
- Regelung elektrischer Antriebssysteme
 - hochdynamische Stromregelverfahren
 - Regler mit geringem Parametrierungsaufwand
 - Regelung multiphasiger Elektroantriebe



- **Aktuelle wichtige Themen/Projekte?** (Herausforderungen, aktuelle Projekte+Themen, FuE-Projekte, etc.)

Antragsphase: Projekt mit Mayer Elektromotoren zur KI-gestützten Erfassung von Windungszahlen

- **Wo könnte ich Unterstützung gebrauchen?** (Was können andere für mich/meine Firma/Institution tun?)

Praxiseinblicke Fragestellungen und Austausch zu E-Maschinen

- **Wo könnte ich andere unterstützen?** (Was kannst Du/Deine Firma für andere tun?)

Forschungsideen, Zusammenarbeit und Unterstützung bei E-Maschinen: Auslegung, Topologien, Leistungselektronik, Lebenszyklusuntersuchung, emissionsfreie Wirbelstrom-Bremssysteme, Prüfstandsinfrastruktur

- **Weitere wichtige Infos / Ideen?** (Was könnte die anderen interessieren)

Wir sind Konsortialpartner im Transformations-Hub Scale-Up E-Drive (Unterstützung, Recherche, E-Maschinen-Prüfstandsregister, Veranstaltungen/Workshops)

Name Partner

- **Aktuelle wichtige Themen/Projekte?** (Herausforderungen, aktuelle Projekte+Themen, FuE-Projekte, etc.)
- **Wo könnte ich Unterstützung gebrauchen?** (Was können andere für mich/meine Firma/Institution tun?)
- **Wo könnte ich andere unterstützen?** (Was kannst Du/Deine Firma für andere tun?)
- **Was ist in Zukunft geplant?** (große Ereignisse, Veranstaltungen, Messebesuche, etc.)
- **Weitere wichtige Infos / Ideen?** (Was könnte die anderen interessieren)

A close-up photograph of two hands sketching on a white sheet of paper. The left hand, wearing a silver ring, holds a pen. The right hand holds a black marker. The paper features several hand-drawn sketches, including a circular diagram with internal components and a rectangular structure with internal details. A blue semi-transparent banner is overlaid on the left side of the image, containing white text.

ZIM-Innovationsnetzwerk FREEM
**Workshop Thema Kreislauf-
fähigkeit eMotoren**

Grundlegendes zum Workshop

23

Ziel der Sessions:

Keine vermeintlich fertigen/auszuführenden Lösungen präsentieren, sondern verstehen, wo liegen die größten Herausforderungen, welche Anforderungen entstehen daraus und welche Ansätze könnten hieraus resultieren.

„Spielregeln“:

- Anforderungen vor Lösungen
- Offen denken, auch jenseits des eigenen Unternehmens
- Kein Verkaufs- oder Pitch-Modus

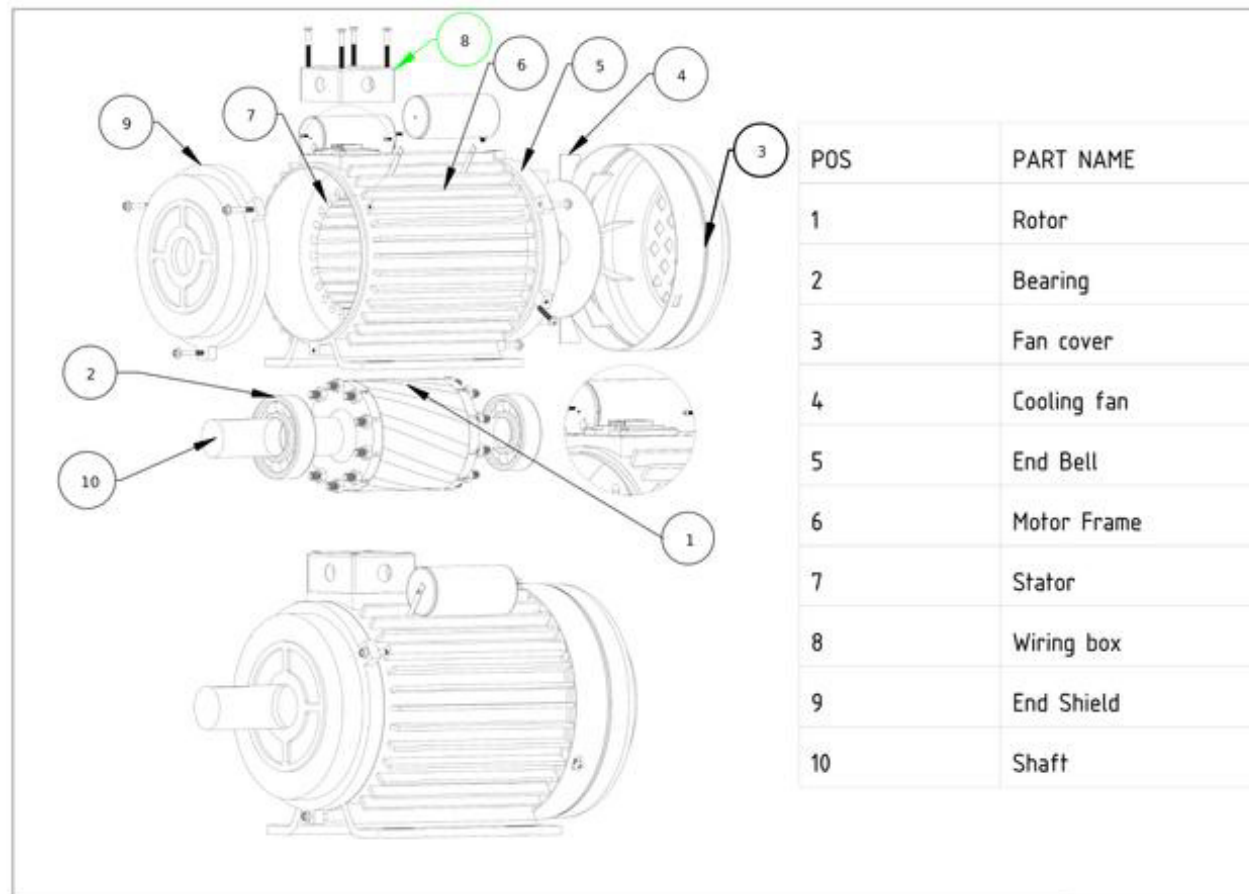
Ablauf Workshop

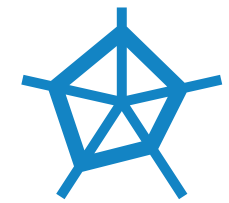
- 3 Schritte/Fragen zur Bearbeitung
- **Kreislaufpotenziale identifizieren: Zuerst Sammeln in der großen Runde (Zettel & Pinnwand) nicht erklären**
- **Aufteilung in Gruppen (siehe Folie für initiale Aufteilung)**
- **In Gruppen Kreislaufpotenziale gemeinsam erarbeiten und auf Flipchart festhalten**

Kreislaufpotenziale identifizieren

25

1.) Welche Komponenten können nach der üblichen Nutzungszeit wiederverwendet werden?
Welche Komponenten sind besonders Reparatur-/Schadensanfällig?





Workshop – initiale Einteilung

Gruppe A): Stöckler (RWTH); Rutjes (Wieland); Zilly (DHBW); Grieger (CMF); Walden (HTWD)

Gruppe B): Henschel (KIT); Buling (ELB); Kästle (Wieland); Ernsperger (VAF); Klupp/Andric (Groschopp)

Gruppe C): Sai (KIT); Dölling (DLR); Bergmeir (Wieland); Lokaj (ELB); Huber (PID)

Gruppe D): Eisert (VAF); Bleher (DLR); Ehrlich (PID); Schubert (IKTS Hermsdorf); Schuhmann (TU Chemnitz); Philipp (KERN)

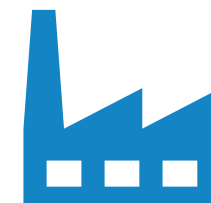


Leitfragen:

Wo liegen die Herausforderungen im Themenfeld Kreislauffähige eMotoren (auf Komponentenebene) unabhängig von bestehenden Lösungen?



Ziel: Potenziale der Kreislauffähigkeit der Motoren identifizieren + erste Ansätze



Kreislaufpotenziale identifizieren

27

2.) Wie könnte der Kreislaufprozess für diese Komponente aussehen? Wie könnte ein neuer Ansatz aussehen? (notieren auf Flipchart)

3.) Welche Kompetenz von mir passt in diesen Schritt? Welche Kompetenzen benötigen wir noch? (notieren auf Flipchart)

Zusammenfassung auf Flipchart

Wir haben identifiziert...

Herausforderung ist...

Unser Ansatz wäre...

Wir haben bereits folgende Kompetenzen vorhanden...

Wir benötigen hier noch folgende Kompetenzen/folgenden Input zur Konkretisierung...

A close-up photograph of a person's hands holding a white ceramic bowl filled with green beans. The person is wearing a dark blue long-sleeved shirt and has red nail polish. A metal serving utensil is visible in the bowl. The background is blurred, showing an outdoor setting with trees and sunlight.

ZIM-Innovationsnetzwerk FREEM/HERM

Gemeinsames Mittagessen

A satellite view of Earth from space, showing the curvature of the planet and the glowing lights of cities and continents against the dark background of space. The lights are concentrated in the lower half of the image, showing a dense network of urban areas.

ZIM-Innovationsnetzwerke **Vorstellung Netzwerke**

Netzwerkvorstellung FREEM

Motivation des Netzwerks

- Automobilindustrie ist mit einem Anteil von 20,8% die **umsatzstärkste Branche** des verarbeitenden Gewerbes in Deutschland
- Der „Motor des Landes“ steht vor großen Herausforderungen durch den **Wandel zur emissionsfreien Mobilität**
- Aktueller Wettbewerbsvorteil außereuropäischer Hersteller
- Leistungsdichte der E-Motoren wekrstoffseitig steigern
- **Schneller Technologiesprung** innerhalb der elektrischen Antriebe notwendig
- **Sicherung der Wettbewerbsfähigkeit** deutscher Fahrzeughersteller und Zulieferer
- **Beschleunigter Markthochlauf** der Elektromobilität

Schwerpunkte

32



Neue Kühlverfahren für den Aktivteil
(z.B. Leiterinnen-, Sprühnebelkühlung, etc.)



Neue Hochdrehzahlkonzepte
(z.B. Hybridrotor)



Festigkeitssteigerung von Komponenten
(z.B. additiv gefertigte Stützstrukturen)



Neue Gieß- und Umformtechnik
(z.B. neue Kupfer-Matrix Komposite)

Netzwerkvorstellung HERM

Motivation des Netzwerks

- große Herausforderungen durch den **Wandel zur emissionsfreien Mobilität**
- Die EU-Batterieverordnung fordert ab 2030 Rezyklatanteile von 12 % Kobalt/4 % Lithium, analoge Regeln für E-Motoren werden erwartet
- Aktueller Wettbewerbsvorteil außereuropäischer Hersteller
- **Technologiesprung** innerhalb der elektrischen Antriebe nach wie vor notwendig
- Leistungsdichte der E-Motoren werkstoffseitig steigern und Ressourcen sparen
- **Sicherung der Wettbewerbsfähigkeit** deutscher Fahrzeug-, Motorenhersteller und Zuliefererindustrie
- **Markthochlauf** der Elektromobilität beschleunigen

Schwerpunkte

34



Neue Isolierwerkstoffe

(z.B. Einsatz keramisch gefüllter Imprägnier und Vergussmassen)



Neue Isolier- und Beschichtungsverfahren

(z.B. Entwicklung neuer Imprägnierverfahren)



Kreislauffähige Produkte durch Reuse, Repair, Recycle

(z.B. moderne Reparaturkonzepte, die auf subtraktiven und additiven Verfahren basieren, kreislauffähige Produktdesigns mithilfe von KI und Digitalisierung oder neue Recyclingkonzepte)



Neue Leitermaterialien und Magnetwerkstoffe (z.B. supraleitende Materialien)

Netzwerkvorstellung PERMARE



Motivation des Netzwerks

- **Transformation der Mobilität** durch Klimaneutralitätsziele und das Aus des Verbrennungsmotors.
- **Steigende Nachfrage nach Permanentmagneten** für Elektromobilität und erneuerbare Energien.
- **Reduzierung strategischer Abhängigkeiten** von asiatischen Lieferketten und Technologien.
- **Wiederaufbau europäischer Wertschöpfung** im Bereich Hartmagnete und magnetischer Werkstoffe.
- **Nutzung vorhandener Forschungsstärken** in Deutschland entlang der gesamten Wertschöpfungskette.
- **Entwicklung innovativer Materialien, Prozesse und Recyclinglösungen** für nachhaltige Magnettechnologien.

Schwerpunkte

36



Rohstoffe und Selten-erdmatalle
(Erhöhung der Unabhängigkeit in der Lieferkette)



Substitution kritische Selten-erdmatalle
(Legierungs-entwicklung für verschiedene Routen)



Recycling
(Einsatz von Rezyklaten und Recyclingmagneten)



Magnete nach Maß
(Innovative Fertigungs-technologien;
Lokale GBD)

Speed Networking und Ideenaustausch

37



Speed - Networking



3er Gruppen (1 Institution = 1 Teilnehmer)



1 Runde á 10 Minuten, 8 Runden



Nach jeder Runde wechseln die Teilnehmer durch



Leitfragen folgen auf nächster Folie



Ergebnisse stichpunktartig festhalten
(Pinnwand, FlipBoard ODER Vorlage)

Speed - Networking

lockerer Einstieg

- Was sind Ihre Schwerpunkte im Unternehmen?
- Welche Lösungen bieten Sie an?

Etwas tiefgründiger:

- Welche Entwicklungsthemen beschäftigen Sie aktuell?
- Wo sehen Sie die größten Herausforderungen bei den Entwicklungsschwerpunkten Ihres Netzwerks?
- Wie würde für Sie die optimale Wunschlösung aussehen?

Abschluss mit Mehrwert

- Worüber sollten wir uns später (Innovation Night) näher unterhalten?

10:00

Start Stop Reset mins: 10 secs: 0 type: None ▼
Breaktime for PowerPoint by Flow Simulation Ltd. Show Settings ☐

ZIM-Innovationsnetzwerke
**Impulse zu Recycling und
Ressourceneffizienz**



Dynamic E Flow:

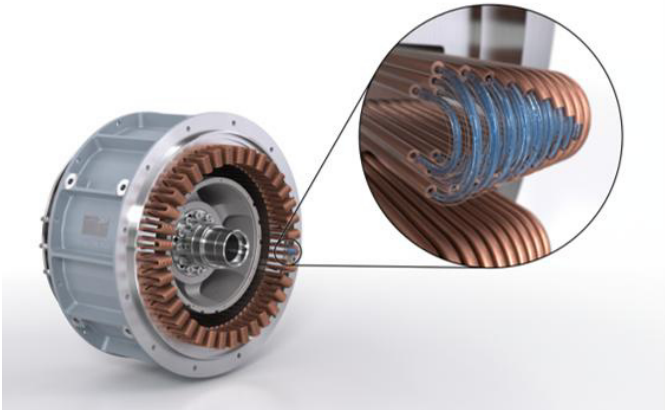
mission is to unlock the full performance
of electric energy

Capcooltech inside

The best material is no material



550 kW	+14,3%	⚡	481 kW
2500 Nm	+8,7%	↺↻	2300 Nm
2100 rpm	+5,0%	⌚	2000 rpm
300 kg	-55,8%	🗑️	680 kg
454 mm	-43,5%	📏	804 mm
600 mm	-3,0%	↗️	619 mm



Resource saving potential with DEF power density



Less Electrical Steel



Less Magnet Material



Less Copper

Technology

Problem: Heat

Heat is the main design boundary for conventional electric drive systems affecting both the size and efficiency.

The main heat sources are:



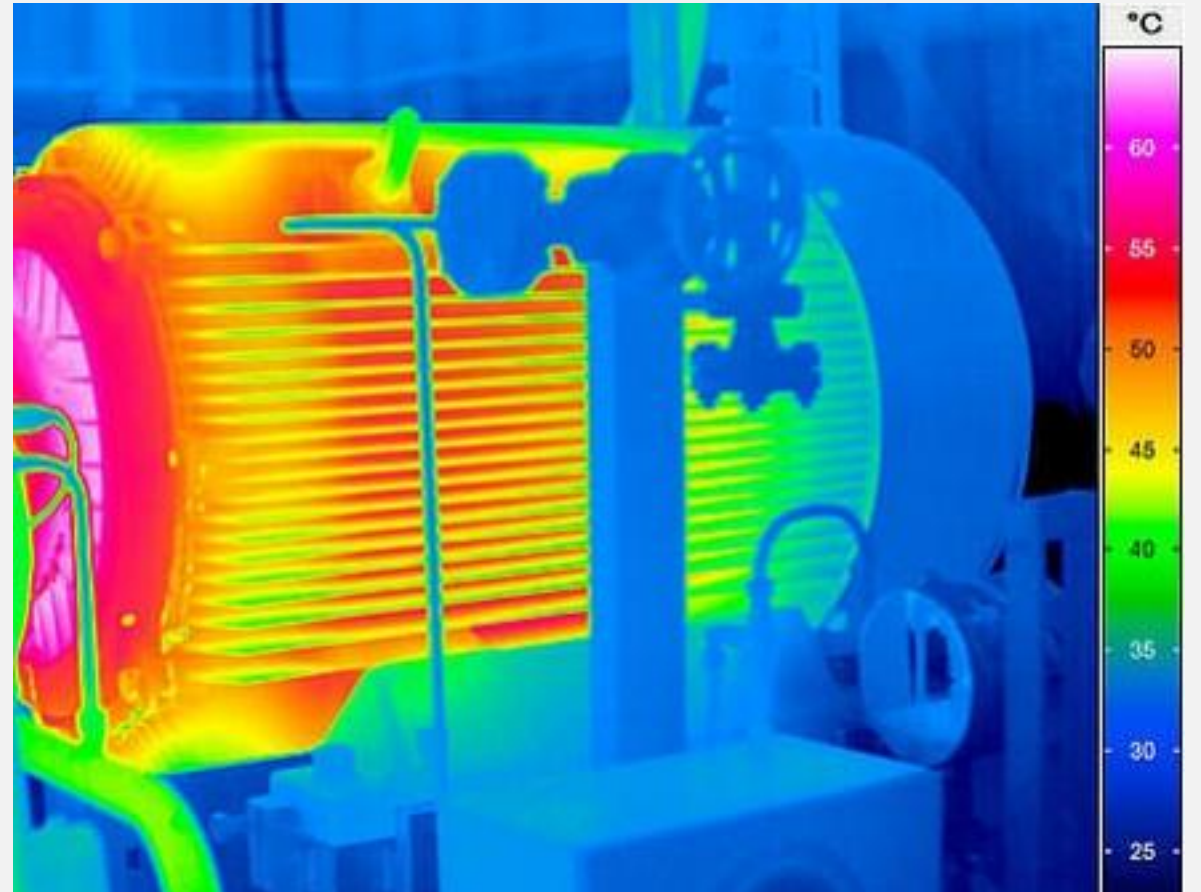
Iron

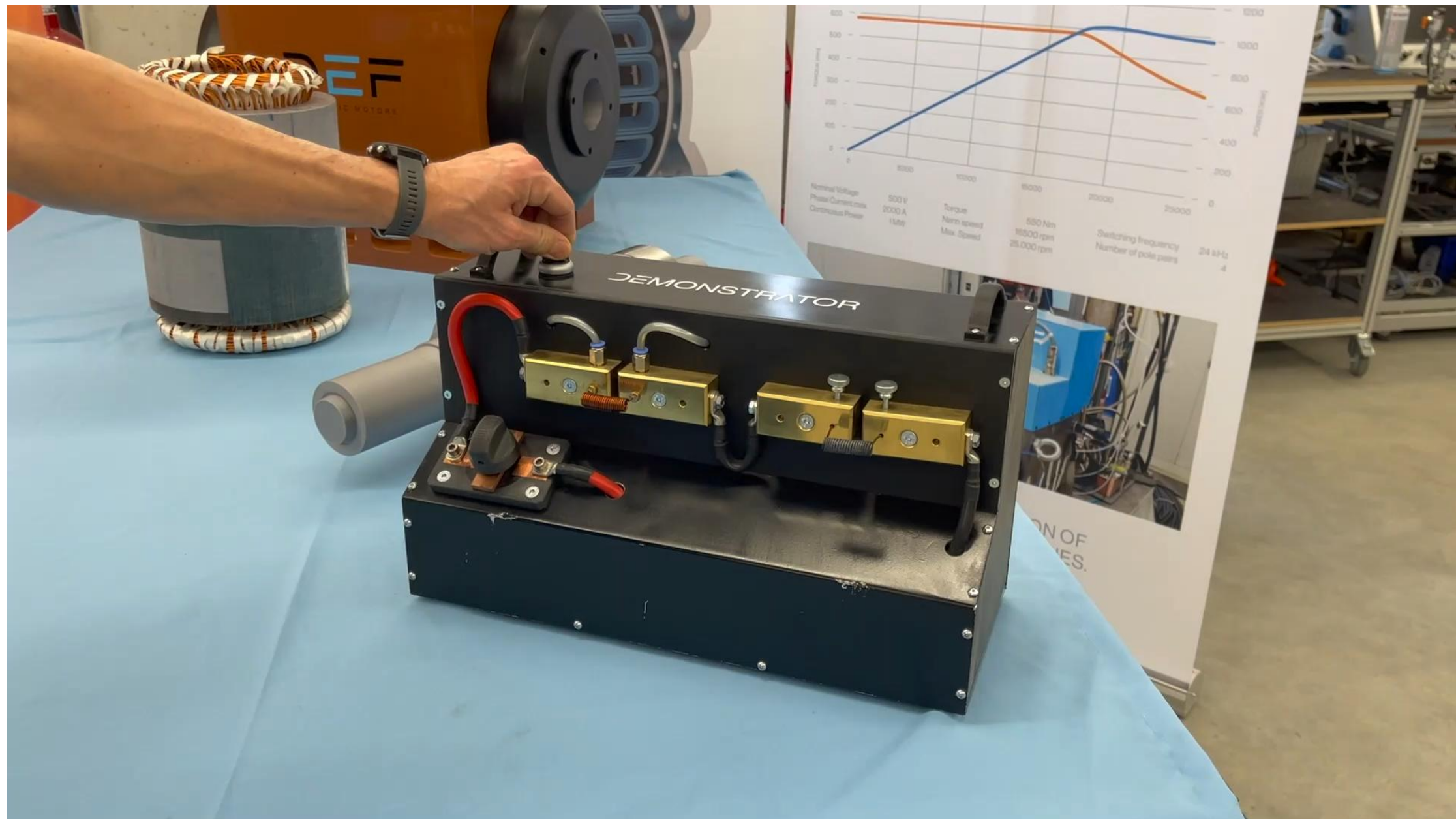


Winding



Magnet





Products

DEF S-ONE - Series



30.000 RPM
/ 800 Nm



25.000 RPM
/ 1.200 Nm



300–840 kW, optionally also below this range

Dynamic E Flow GmbH Company



Pioneer in high performance electric systems



Located in Munich, founded in 2014



Globally leading patent and product position
(>60 patent applications)



Approx. 30 employees



New facility June 2026 with 1.800 m²



NEW LOCATION AT IRSCHENBERG

We are pleased to announce that we are moving to our new facility at [Irschenberg](#).

 **1,800 m²**
of space for
innovation, development
& production

 **New Address**
Salzhub 16
83737 Irschenberg, Germany

 **MORE SPACE. MORE POSSIBILITIES.**
With 1,800 m² we are creating the foundation
for further growth and exciting
new challenges.

 **WE WELCOME YOUR VISIT!**
We look forward to welcoming you
at our new location – let's shape
the future together!



Dynamic E Flow GmbH
Salzhub 16
83737 Irschenberg

sales@dynamicEflow.com
+49 8026 72899 0



HERM
Innovationsnetzwerk

Recycling von Elektromotoren in der Automobilindustrie

16.06.2026



Dipl.Ing (FH) Christian Eisert

Development Engineer

christian.eisert@vaf-bopfingen.de

**Imprägniertechnologie | Brennstoffzellen- und
Elektrolyseurproduktion**

- 01** Firmenpräsentation
- 02** Zahlen und Fakten zur E-Mobilität
- 03** Recycling eines Stators
- 04** Fragen & Antworten



Firmenpräsentation



Für die weltweite Automobilindustrie, deren Zulieferer und den Werkzeugmaschinenbau entwickeln und produzieren wir als kompetenter Partner.



VERKETTUNGSANLAGEN



AUTOMATIONSEINRICHTUNGEN



FÖRDERTECHNIK



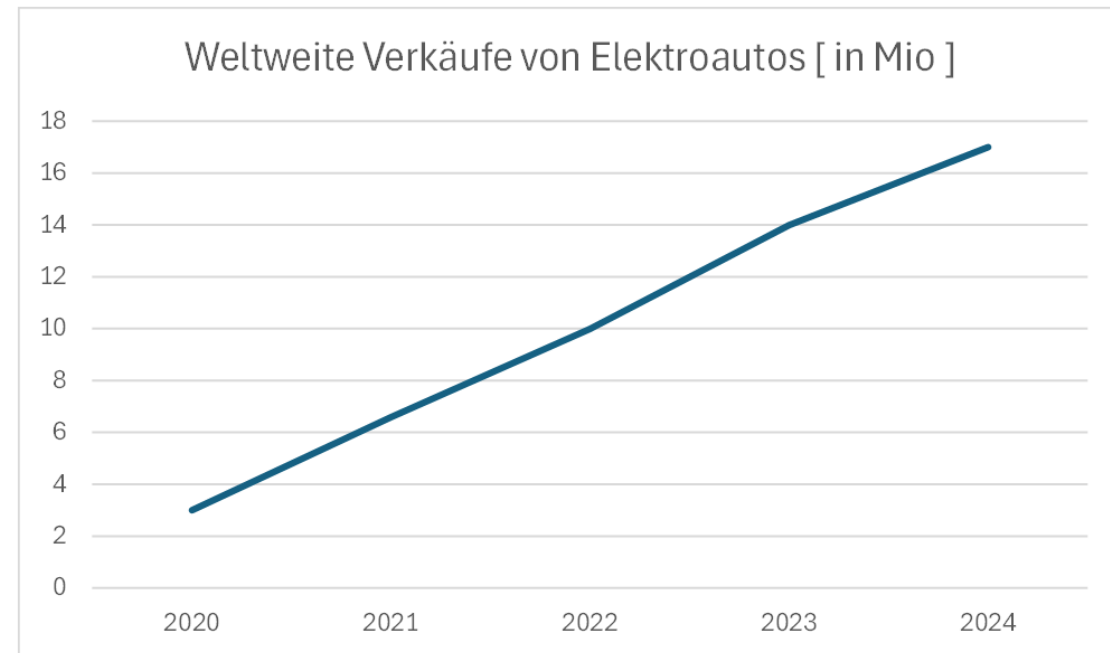
Zahlen und Fakten zur E-Mobilität

Entwicklung der E-Mobilität weltweit

Jahr	Weltweite Verkäufe an Elektroautos
2020	ca. 3 Mio.
2021	ca. 6,6 Mio.
2022	ca. 10 Mio.
2023	ca. 14 Mio.
2024	Über 17 Mio.

2024: Mehr als 20% aller weltweit neu verkauften PKW waren elektrisch.

Quelle: International Energy Agency (IEA)



Marktanteile nach Region

2024 war die Entwicklung regional unterschiedlich

- China: ca. 11 Mio. verkaufte Elektrofahrzeuge
- Europa ca. 2 Mio.
- USA ca. 1,3 Mio.
- Rest der Welt ca. 1,3 Mio.



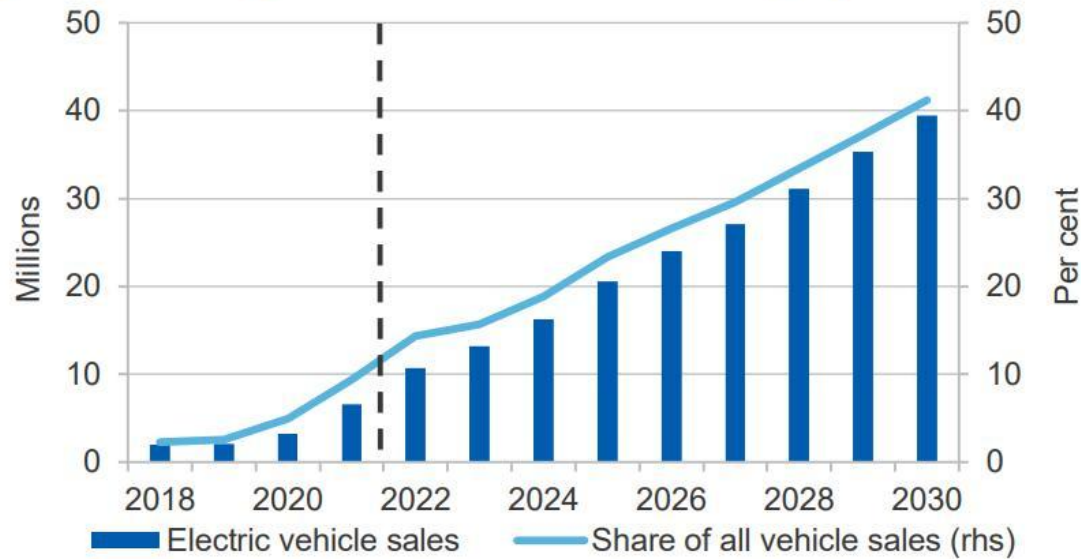
Nur jedes **dritte E-Auto** wird außerhalb von China verkauft!

Prognose für Europa:

- Bis 2030 könnte sich das Volumen auf etwa 8 Mio. Fahrzeuge pro Jahr erhöhen.
- Der Marktanteil elektrischer Fahrzeuge steigt dabei auf etwa 55-60% der Neuwagenverkäufe.

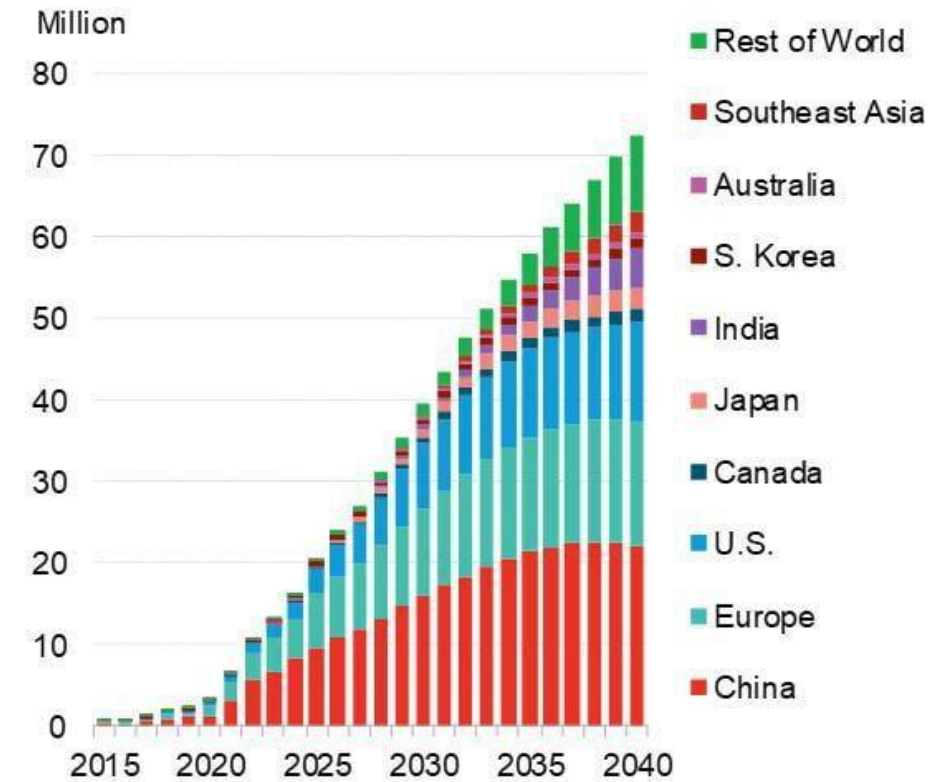
Quelle: International Energy Agency (IEA)

Figure 15.1: Long term electric vehicle sales projections



Quelle: International Energy Agency (IEA)

Global long-term passenger EV sales by market -
Economic Transition Scenario



Source: BNEF. Note: Europe includes the EU, the U.K. and EFTA



Recycling eines Stators

Was sagen uns die Zahlen der E-Auto Verkäufe?



Mehr E-Autos bedeuten mehr Elektromotoren –
Und damit auch mehr Statoren

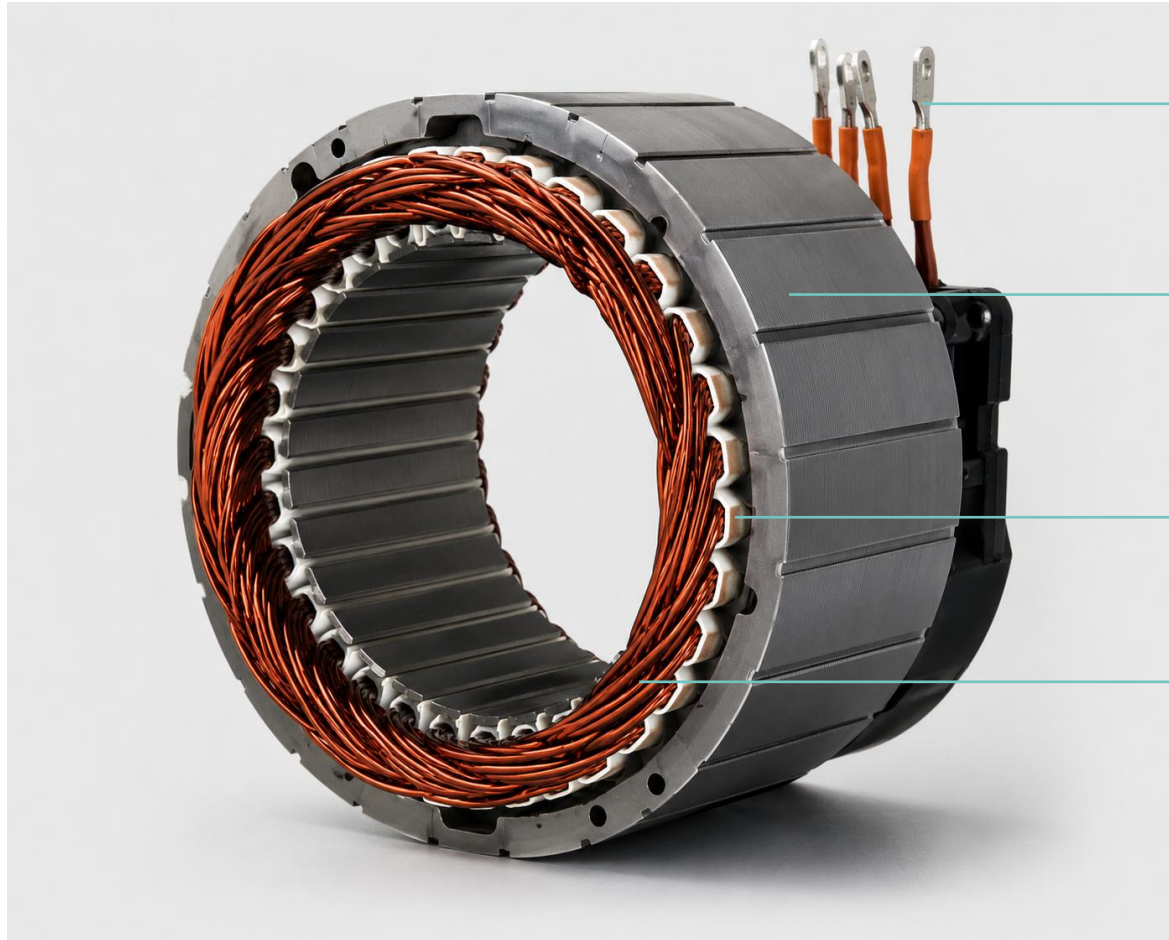
Warum also Recyceln?



Recycling schont wertvolle Rohstoffe (Kupfer),
Reduziert Emissionen und verringert Abhängigkeiten



Recycling ist der Schlüssel für eine nachhaltige und zirkuläre E-Mobilität



Aufbau Stator:

Anschlüsse

Blechpaket
0,1 – 0,5 mm Blechstärke

Isolationspapier

Kupferwicklung

Quelle: International Energy Agency (IEA)



Gewichtverteilung einzelner Komponenten:

Blechpaket	16,8 Kg	(67,2%)
Kupferwicklung	7,7 Kg	(30,8%)
Imprägniermittel (Harz)	0,25 Kg	(1,0%)
Rest	0,25 Kg	(1,0%)
Gesamt	25,0 Kg	

Quelle: International Energy Agency (IEA)

Kupferpreisentwicklung der letzten Jahre:

Kupferpreis Chart in Euro



Quelle: www.Financen.net

Beispielrechnung anhand einer Anlagenanfrage für die zertstörungsfreie Demontage des Blechpaketes:

2025 wurden weltweit 80.000 E-Autos täglich produziert.

Anfrage der Recycling-Anlage bezieht sich auf eine Montagelinienkapazität von 4000 Stk. / Tag

Anzahl	=>	80 Stk. / Schicht	=> im 3-Schichtbetrieb	=	240 Stk./ Tag
		240 Stk./ Tag	x	7,7 Kg Kupfer	= 1840 Kg Kupfer pro Tag
		250 AT / Jahr	x	1840 Kg Kupfer	= 462 Tonnen Kupfer pro Jahr

Recyclingwert Kupfer (11.000 Euro / Tonne) = 5,082 Mio. Euro

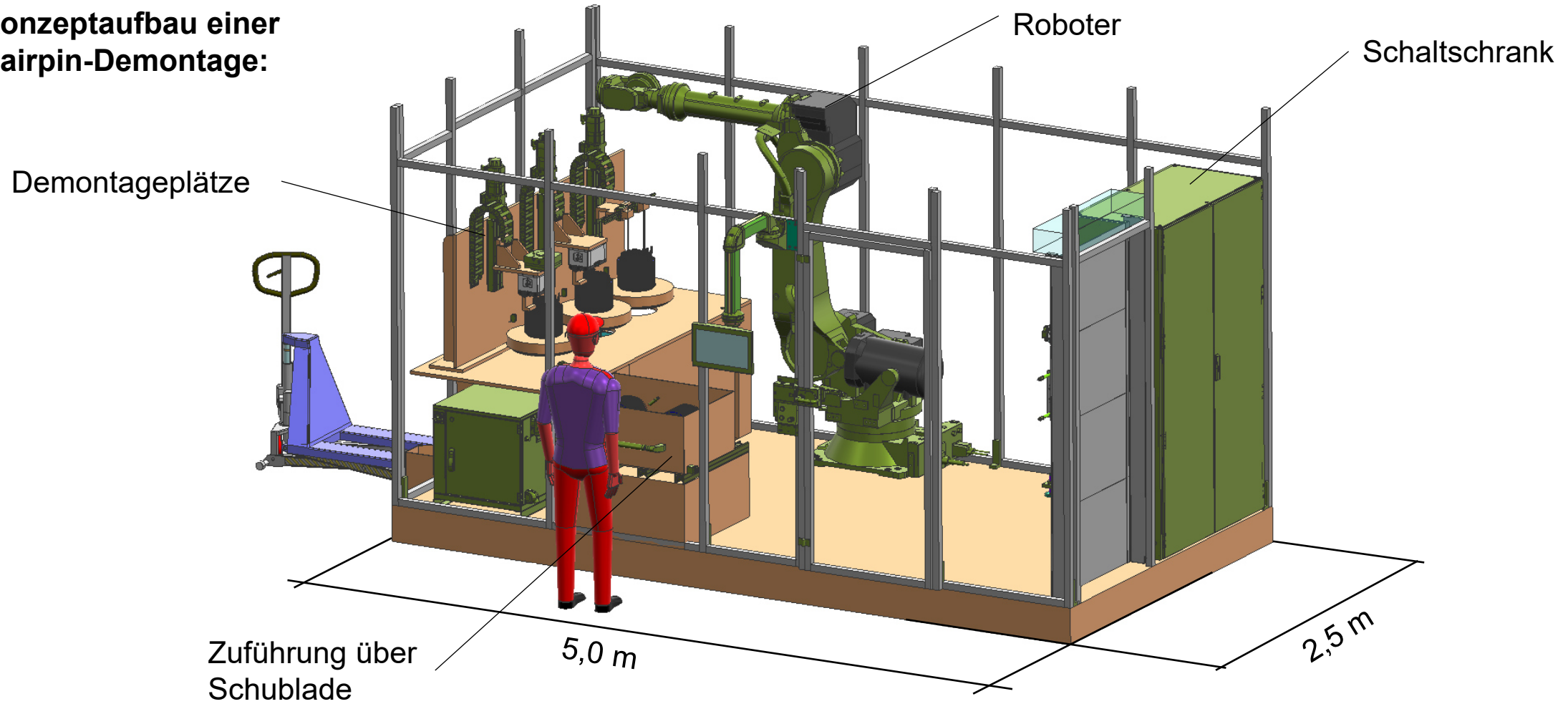
Vorteile des Recyclings:

- Wiederverwendung Blechpaket
- Wiederverwendung sortenreines Kupfer (Sekundärkupfer)
- Kostenreduzierung
- Minimierung der Ressourcenabhängigkeit

Nachteile des Recyclings:

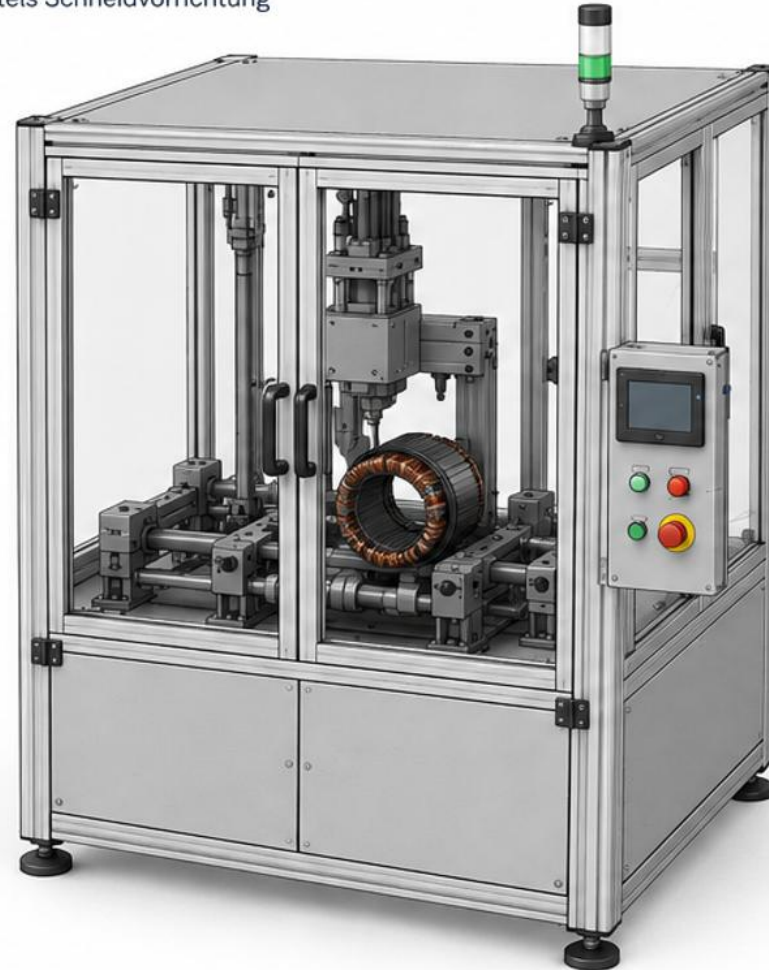
- Höherer Prüfaufwand während der Produktion
- Zerstörungsfreies recyceln nur vor dem Imprägnierprozess möglich

Konzeptaufbau einer Hairpin-Demontage:



Konzeptaufbau Low-Cost:

Maschine zur automatisierten Demontage von Statoren
mittels Schneidvorrichtung



Fragen & Antworten

Magnetdemontage aus Traktionsmotoren – Einblicke aus dem Projekt Reassert

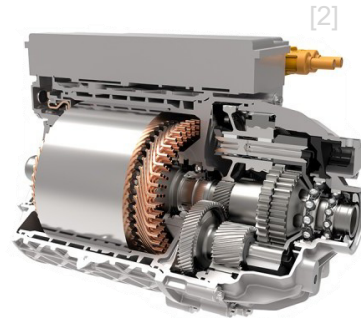
HERM-Netzwerktreffen | 16.06.2026 | Sebastian Henschel



Market development of electric traction drives

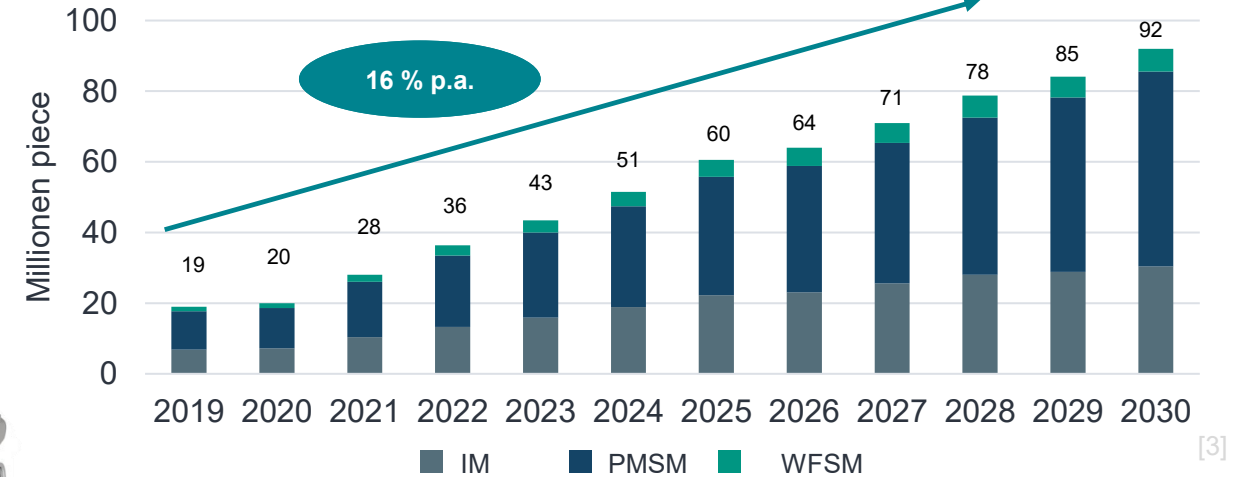


[1]

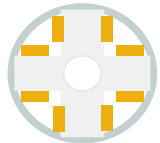


[2]

Global market share of electric traction drives by 2030



PMSM – Permanent Magnet Synchronous Machine



WFSM – Wound-Field Synchronous Machine



IM – Induction Machine

Efficiency

Power Density

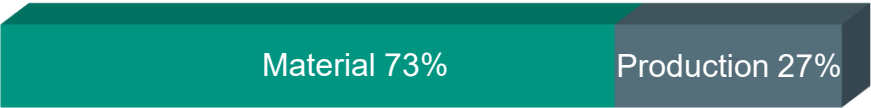
Cost

Sustainability

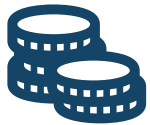
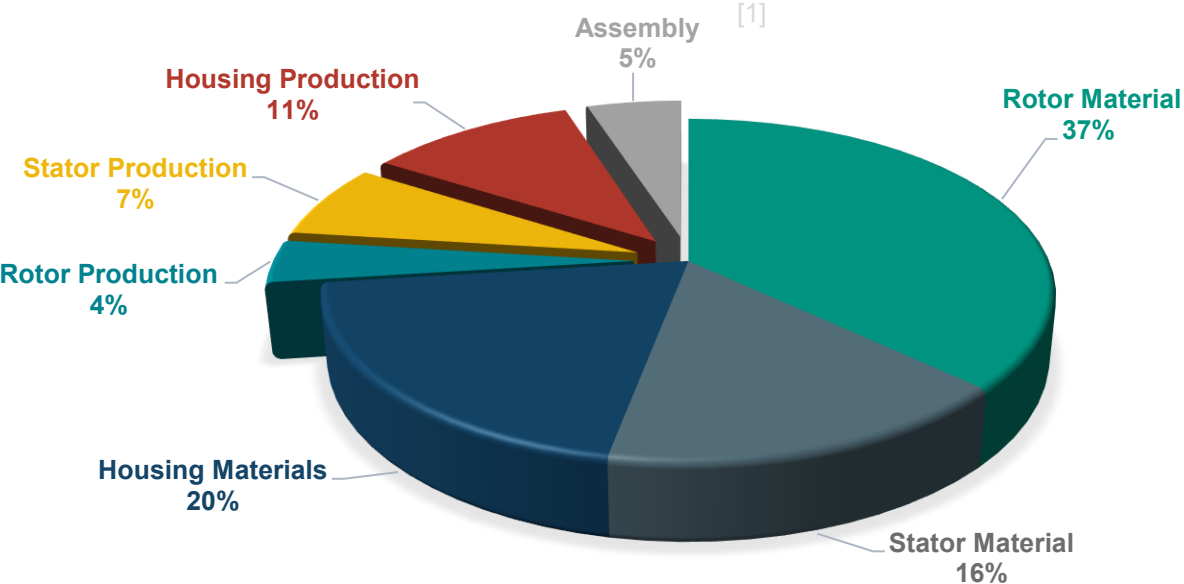


Source: [1] VW, [2] Schaeffler, [3] e-mobil BW 2021

Economic and ecological potential of PMSM

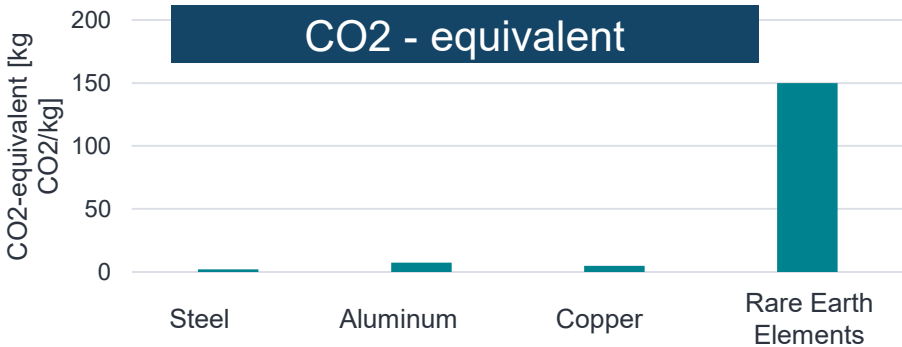


Distribution of the value creation potential of PMSM



Raw material prices for NdFeB magnets

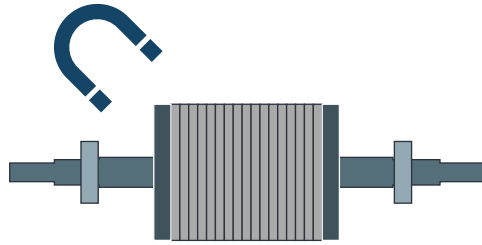
Element	Mass share	Cost/kg in €	Cost/kg share in €
Neodymium	25 %	135.8	33.9
Iron	69 %	0,1	0.07
Boron	1 %	3.3	0.03
Dysprosium	5 %	526.1	26.3
			60.3
Magnet mass per rotor		~ 2 kg	120.7 €



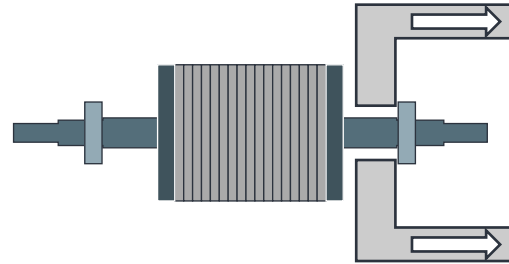
Rare earth magnet reuse und recycling offers enormous economic and environmental potential.

Source: [1] e-mobil BW 2021, [2] Statista 2022, [3] e-mobil BW 2019

Process chain for disassembly of PMSM rotor



1.) Demagnetization (1x)

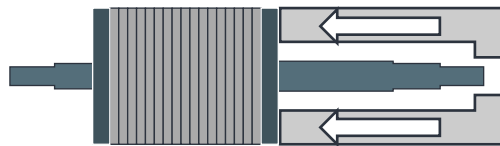


2.) Bearing (2x)

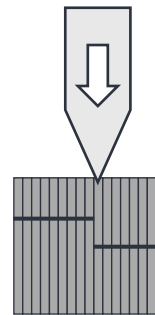


Optional (product)

3.) Axial fixation (1 - 6x)

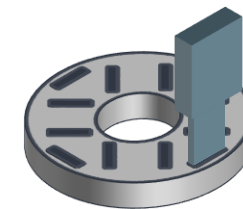


4.) Lamination stack (1x)



Optional (product)

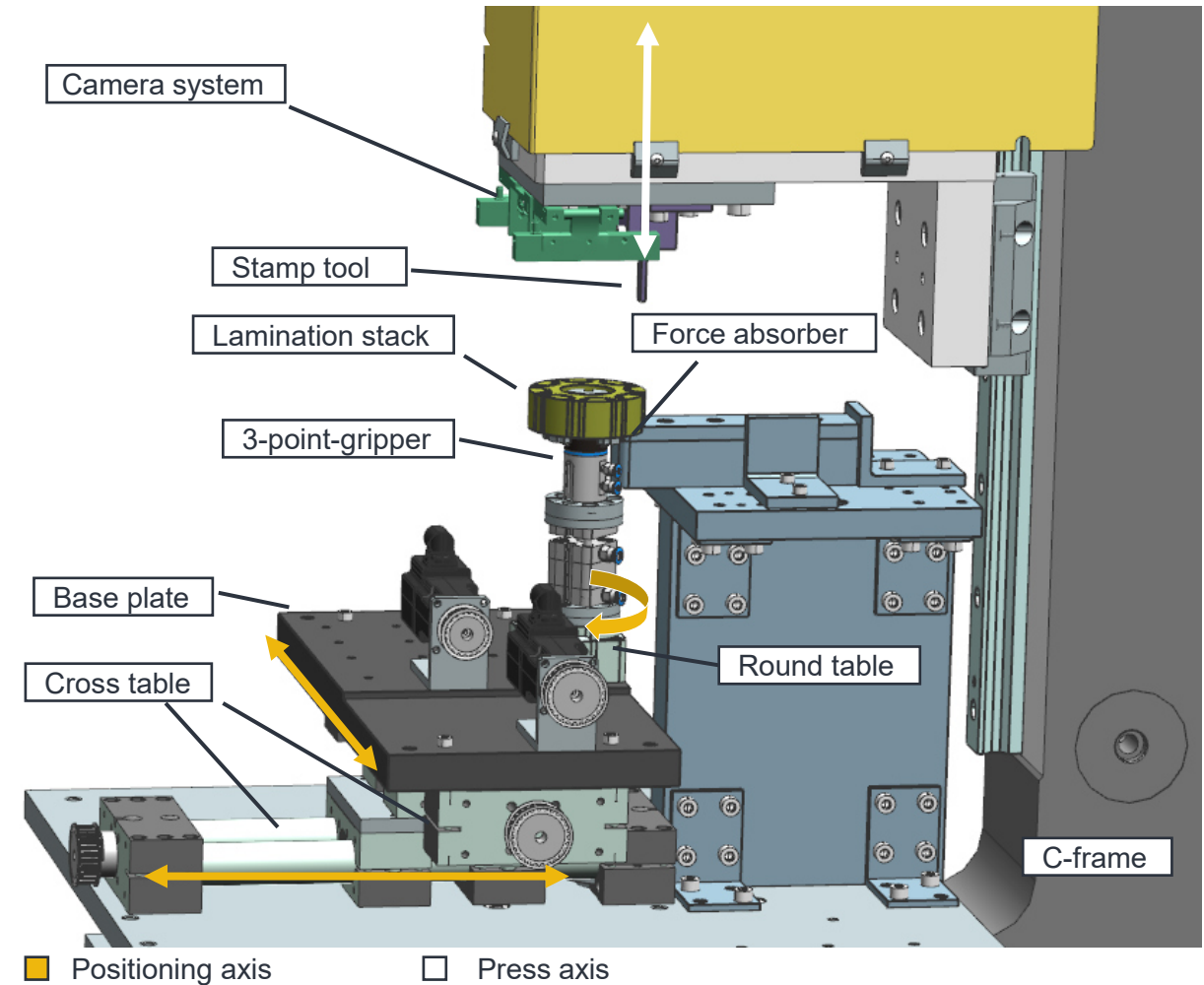
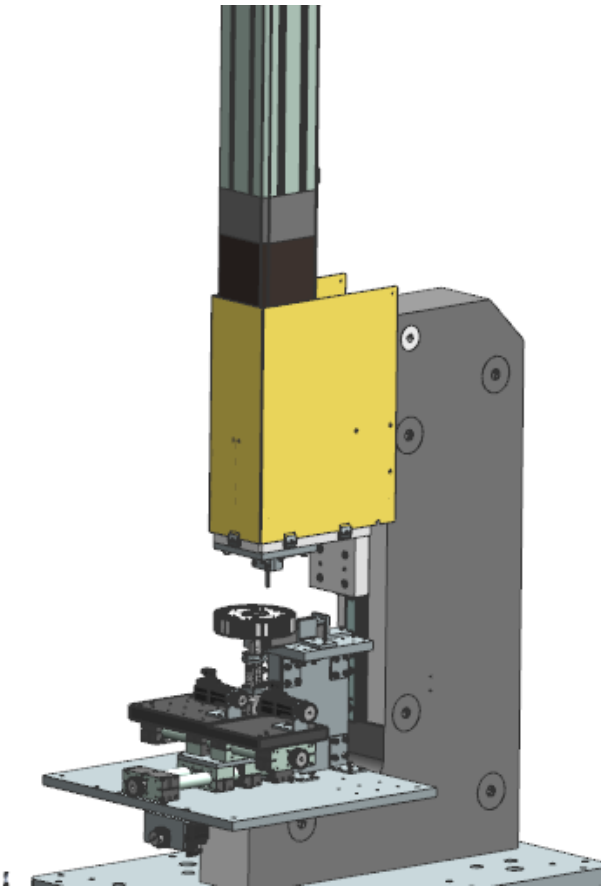
5.) Segment separation (2 - 6x)



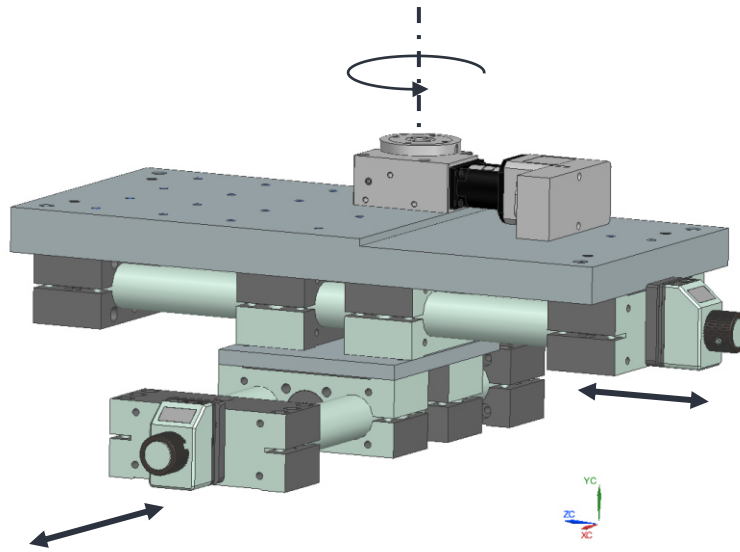
6.) Magnet disassembly (>100x)

Design of the magnet disassembly cell

- Electromechanical C-frame servo press
- High degree of flexibility
- Force flow independent of positioning
- Camera system and force monitoring for robustness
- 3 positioning axes

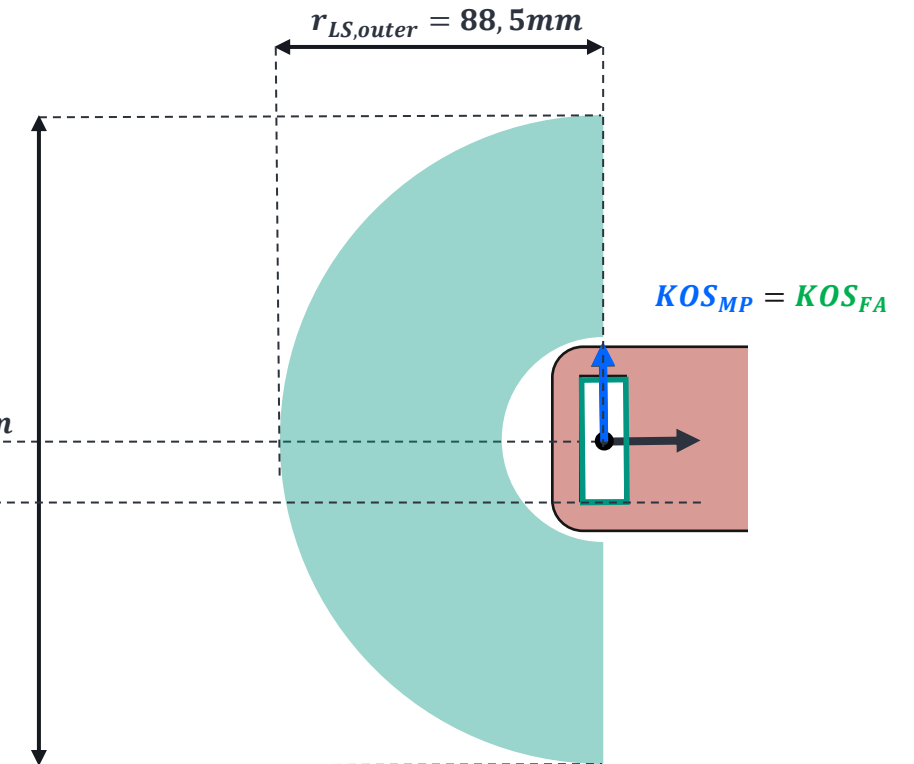
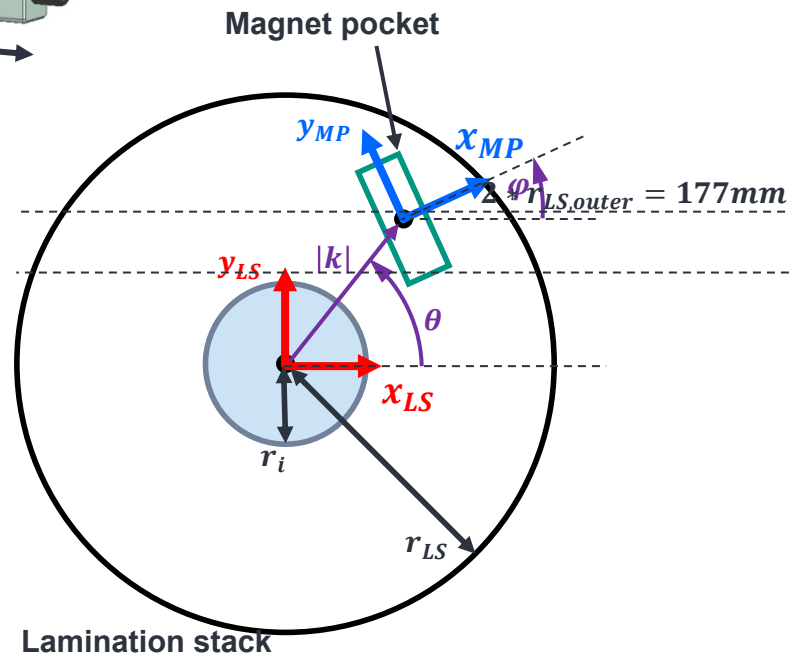


Positioning kinematics



Three positioning axes

- Two translational axes
- One rotatory axis



Implementation of the disassembly cell

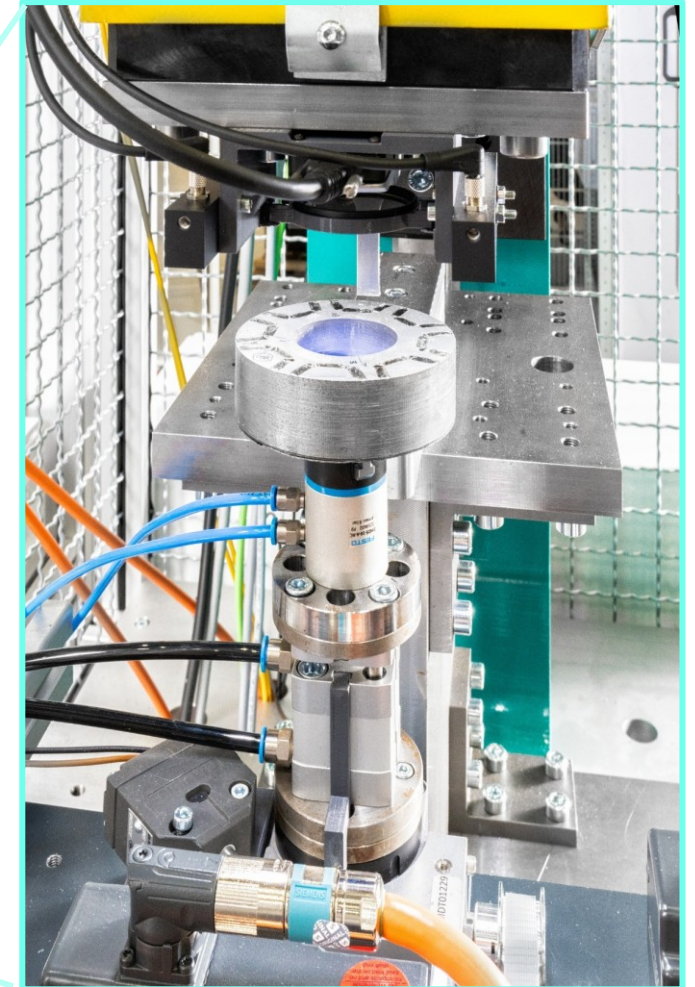
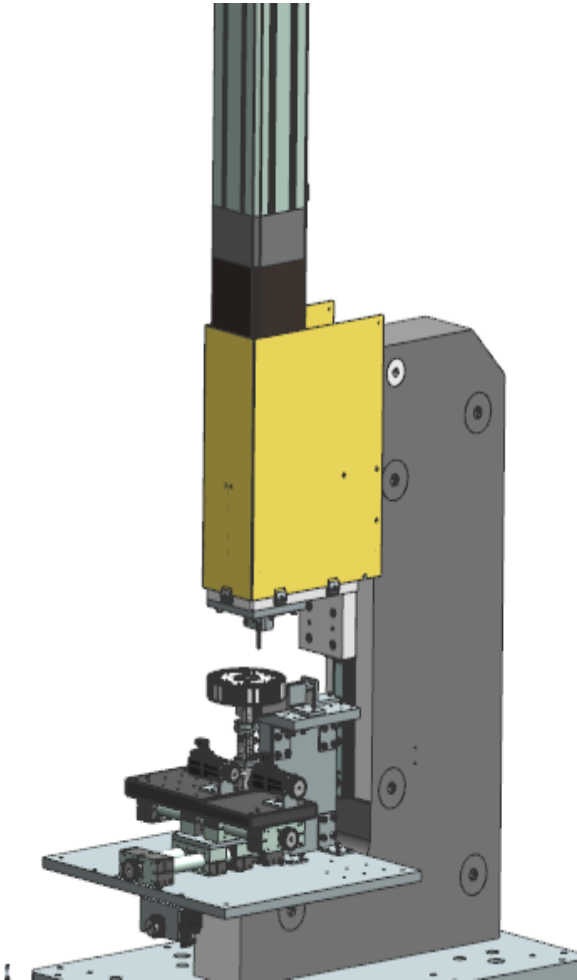
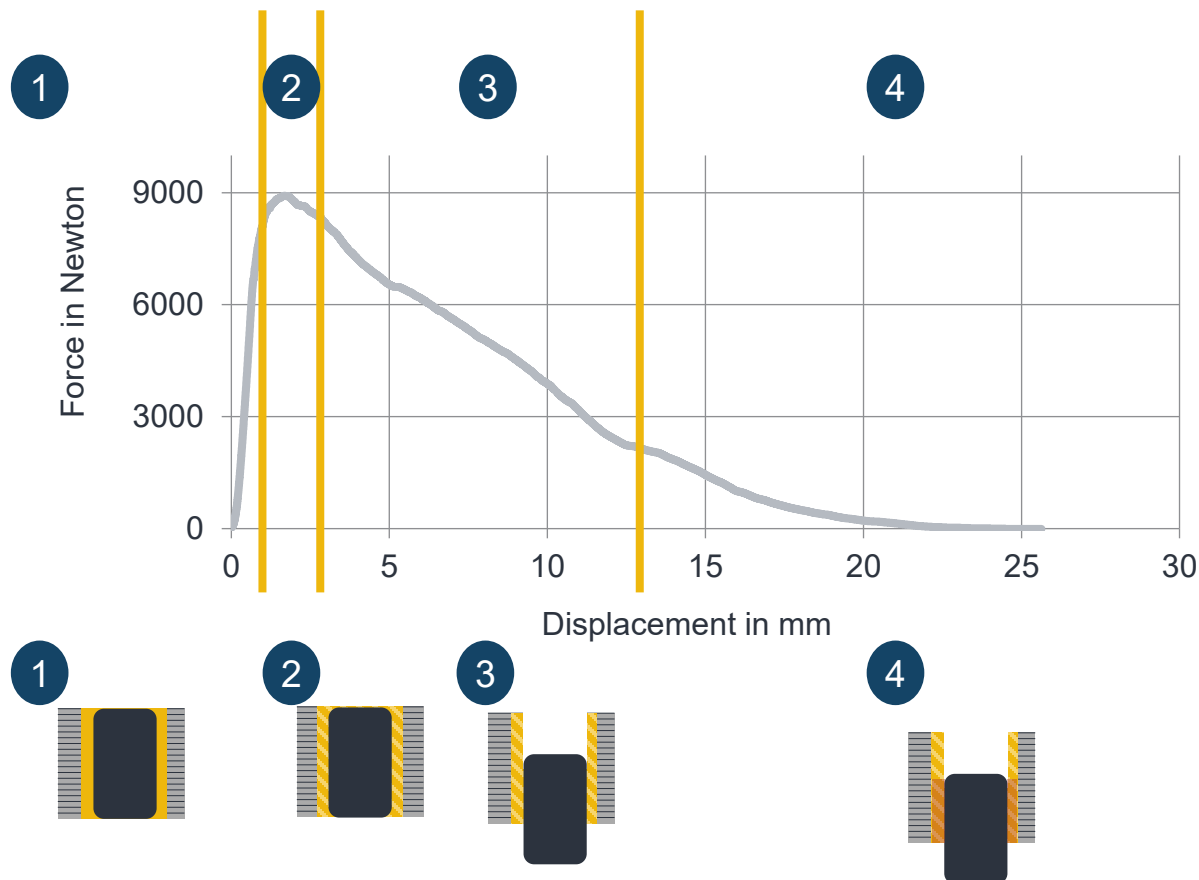


Photo: Amadeus Bramsiepe

Process monitoring to increase robustness

Force-Displacement monitoring



Four characteristic process phases identified:

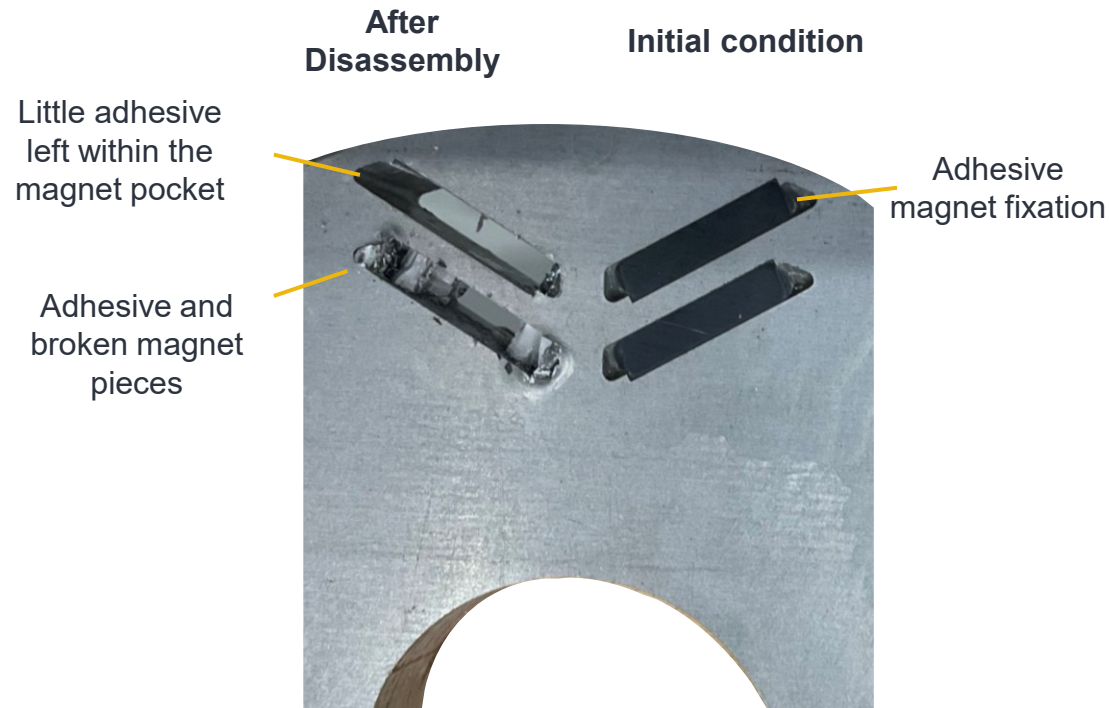
Phase	Name
1	Linear elastic deformation
2	Adhesive separation
3	Frictional behavior
4	Friction depreciation



Photo: Amadeus Bramsiepe

Disassembly results

Lamination stack



Condition of disassembled magnets

Different magnet coatings, adhesive and size



Phosphating coating
without adhesive
attached



Phosphating coating
with much attached
adhesive



Epoxy coating,
partially scratched off

The **magnet disassembly** can be **successfully applied**. **Product and process** parameters will be further investigated.

Summary and outlook

Summary

- Successful implementation of magnet disassembly cell
- Disassembly of lamination stacks
- Flexible design suitable for different lamination stacks

Outlook

- Investigation of the disassembly parameters
- Further automation and industrialization of the disassembly process

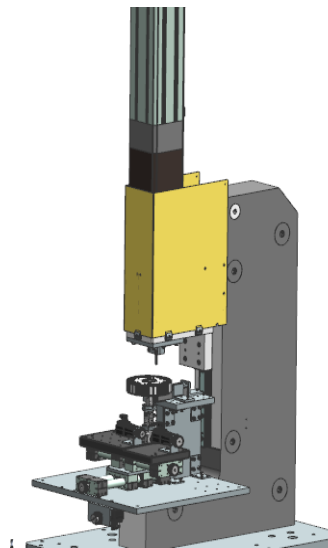
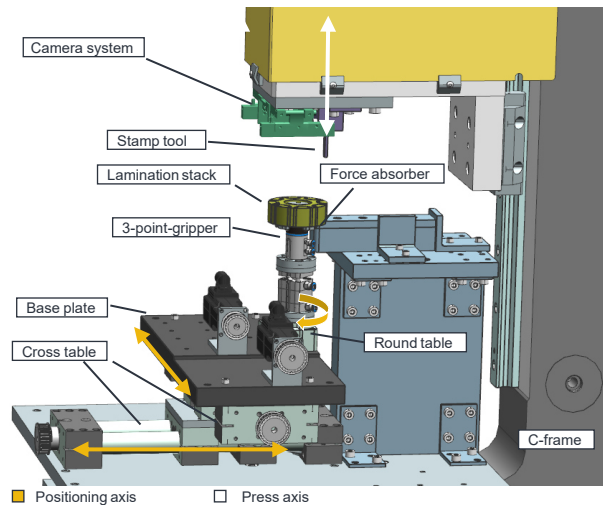


Photo: Amadeus Bramsiepe

Vielen Dank für die Aufmerksamkeit!



Sebastian Henschel

Gruppenleiter Agile Produktionsanlagen

+49 1523 950 2568

sebastian.henschel@kit.edu

Sai Chaitanya Are

Akademischer Mitarbeiter

+49 1523 950 2605

sai.are@kit.edu

**Vernetzen Sie
sich gerne mit uns!**



LinkedIn



Instagram



wbk Institut für Produktionstechnik
Kaiserstraße 12
76131 Karlsruhe
<https://www.wbk.kit.edu/>

ZIM-Innovationsnetzwerk
**Workshopergebnisse und
Diskussion**



ZIM-Innovationsnetzwerk

Laborführung DHBW

Ausblick– 2. EurA Innovation Night Stuttgart

17:00 – Begrüßung

André Felber, EurA AG

17:10 – Fachvorträge

Rohstoffquelle E-Motor? Aktuelle Forschungsansätze und Herausforderungen beim Recycling

Moritz Stöckeler, RWTH Aachen, Production Engineering of E-Mobility Components (PEM)

Keynote Die strategische Rolle von Seltenen Erden in der Elektromobilität

Dipl. Ing. Volker Jahns, ZF Group - Electrified Powertrain Technology

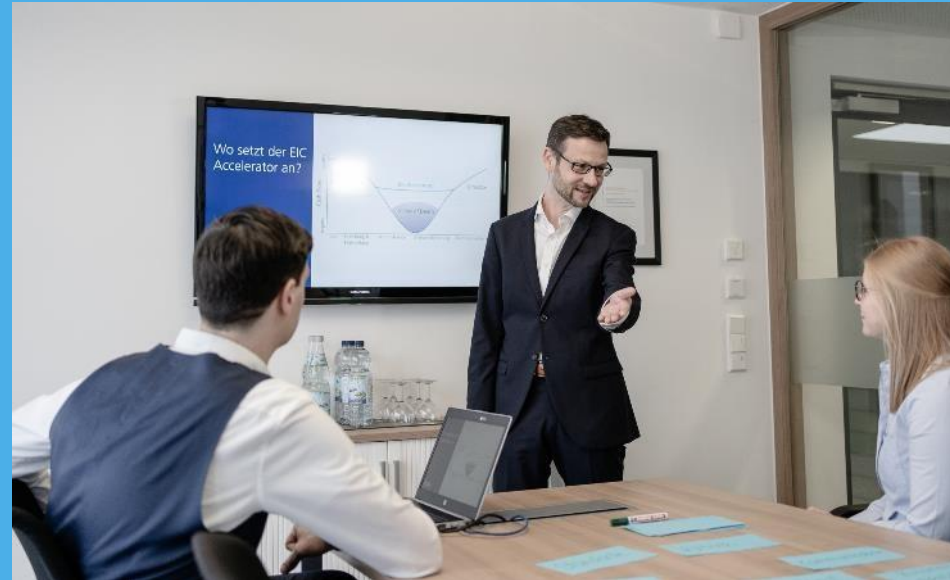
Kreislauf trifft Cluster: Re-X Strategien von Elektromotoren im Dialog – Herausforderungen, Impulse und Projektideen,

Benjamin Kleiner, e-mobil BW, Innovationsagentur des Landes Baden-Württemberg

Botox für Ihren Motor: Smarte Inverter – von einem Longevity-Therapieansatz in der Elektromobilität

Dr. Stefan Hellfeld, Geschäftsführer ARADEX AG

18:15 – Get-together bei Getränken und Fingerfood



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

EurA AG ■ Röhlinger Straße 24 ■ 73479 Ellwangen
T: +49 7961 9256-0 ■ E: info@eur-a.com