



Arbeitskreis Grünes Bordnetz

2. Meilensteintermin

Im Rahmen des Projekts
Transformations-Hub Leitungssatz

Dr. Niklas Langmaack

Wolfsburg, 02.10.2025

Hinweise zum Kartellrecht

Folgende Hinweise sind die Grundlage der heutigen Veranstaltung und aller weiteren Abstimmungen:

- Wir treffen uns hier im Rahmen des Transformations-Hubs Leitungssatz und arbeiten ausschließlich **vorwettbewerblich** entlang dieser Kartellrecht-Richtlinie zusammen.
- Das bedeutet insbesondere, dass **keine Abstimmung oder Austausch über wettbewerbsrelevante Parameter** stattfindet, egal ob das Preise, Kosten, Strategien oder für den Wettbewerb wichtige technische Produktmerkmale betrifft.
- Bitte tauschen Sie insbesondere **keine internen oder geheimen Informationen** Ihres Unternehmens aus und seien Sie kritisch auch bei allen anderen Informationen, die sich auf den Wettbewerb auswirken können.
- Der Moderator wird intervenieren, wenn die Diskussionen in eine kartellrechtlich bedenkliche Richtung laufen.
- **Fragen Sie im Zweifel um Rat** – entweder uns oder Ihre internen Juristen! Wir prüfen gerne, ob in bestimmten Fällen ein Austausch von Informationen über den Transformations-Hub Leitungssatz möglich ist.

2. Meilensteintermin AK Grünes Bordnetz

Agenda

- Begrüßung und Kartellrechtshinweise
- 09:00 - 12:00 | Arbeit am Whitepaper
 - Zentrale Aussagen aus Quellen herausarbeiten
 - Handlungsfelder, Maßnahmen und Hemmnisse sammeln
- 13:00 - 13:30 | Offene Fragen sammeln
 - an IKV, C4D, ENNEATECH, DEUMU, Aurubis, ggf. weitere (?)
- 13:30 - 15:00 | Ausblick auf 2026
 - Welche Themen wollen wir priorisieren?
 - Welche Formate stellen wir uns vor?
 - Was können wir erreichen?
 - Was müssen wir vorbereiten?

Whitepaper

- Materialsammlung wurde mit Gliederung abgeglichen und auf Vollständigkeit geprüft.
=> In 0-3 kaum echte Lücken, aber sicherlich Raum für Ergänzungen.

Gliederung	Material vorhanden	Status
0 Glossar	Ja	Abschließende Kontrolle nötig
1 Einleitung	Ja	Schreibearbeit
2 Stand der Technik		
2.1 Beschreibung der Produktzusammensetzung	Ja	kann gerne noch ergänzt werden
2.2 Beispielhafte Analyse der Umweltwirkungen	Ja	muss noch in Folien eingefügt werden und kann gerne noch ergänzt werden
2.3 Aktuelle Herausforderungen bei der Demontage	Ja	
2.4 Existierende Recyclingprozesse und -routen für beteiligte Materialien	Ja	PP Mitrovic fehlt noch, Studie 1 Bericht fehlt noch
2.5 Biobasierte Werkstoffe	Nein	Studie 1 abwarten
2.6 Problemstoffe - <i>besser aufteilen!</i> 2.6 Verbotene und besonders besorgniserregende Substanzen (REACH, PFAS, SVHC) 2.7 Kritische und strategische Rohstoffe	Ja (wenig)	kann noch ergänzt werden, aber nicht höchste Prio
3 Gesetzliche und OEM-Anforderungen		
3.1 Übersicht über relevante europäische Richtlinien (+ weltweit)	Ja	Zusammenfassen für Paper, abschließende Kontrolle
3.2 Querschnitt von OEM-Anforderungen	Ja (wenig)	Ergänzen gemäß zweistufigem Vorgehen schwierig, aber nicht zwingend erforderlich, daher Streichkandidat

Whitepaper

- Materialsammlung wurde mit Gliederung abgeglichen und auf Vollständigkeit geprüft.
=> In 4&5 müssen wir noch arbeiten, Ideen sammeln und Ergebnisse sichern.

Gliederung	Material vorhanden	Status
4 Handlungsfelder und Empfehlungen		
4.1 Systematische Suche nach Optionen zur Steigerung der Nachhaltigkeit anhand 9R-Framework	Ja	Schreibarbeit
4.2 Einsatz alternativer Leitermaterialien	Ja	sollte noch ergänzt werden
4.3 Einsatz von Recycling-Kunststoffen	Jein	Studien abwarten
4.4 Erste Maßnahmen zur Vereinfachung der Demontage	Jein	müssen wir noch sammeln
4.5 Erste Maßnahmen zur Vereinfachung des Recyclings	Nein	müssen wir noch sammeln
5 Zusammenfassung und Ausblick		
5.1 Zusammenfassung		
5.2 Einordnung		
5.3 Executive Summary		
5.4 Ausblick auf Folgeaktivitäten		

Handlungsfelder → Maßnahmen → Empfehlungen

Übergeordnetes Handlungsfeld

- Konkrete Maßnahme 1
 - Bewertung des Effekts
 - Bewertung der Hemmnisse
 - Was können wir dazu beitragen?
 - Welche Priorität hat das Thema für uns?
 - Sehen wir hier jemand anderen in der Pflicht?
 - Wie lautet unsere abschließende Empfehlung?
- Konkrete Maßnahme 2
 - ...
- ...

Handlungsfelder

Materialeinsatz Kunststoff

- Wahl von Substituten (Kunststoffe)
 - Ergebnis: Tabelle mit Materialien, Rezyklat? Bio? Bewertung?
 - Daraus folgen Materialempfehlung
- Einführung von Kunststoff-Rezyklaten (in Produktgruppen)
- Einführung von Bio-Kunststoff

Materialeinsatz Metalle

- Sinnvolle Wahl des Leitermaterials
 - CO₂e, Rezyklierbarkeit
Alu vs. Kupfer
 - Form des Leiters
 - Abhängig vom Hochlauf eMobility
- Einführung von Metall-Rezyklaten in Produktgruppen

Einheitliche Bewertungsverfahren

- Product Category Rule (PCR) o.ä.
 - Sammeln der Umweltwirkungen
 - Priorisierung, Festlegung der **relevanten** Umweltwirkungen
 - Bewertung kann für unterschiedliche Kategorien linear oder digital sein.
- REACH, PFAS, SVHC, kritische Rohstoffe fließen als Bewertungskriterium ein, stellen aber kein eigenes Handlungsfeld dar.
- Aber: Umfassendes Bewertungsverfahren ist nicht bordnetzspezifisch

Handlungsfelder

Begünstigung des **Dismantling**

- Zunächst:
Bewerten ob erforderlich!
- Demontagefreundliche Integrationskonzepte, Auswahl der Komponenten
- Fokus auf automatisierte Demontage/Zerlegung?

Einbindung in die **Gesamtfahrzeugdemonontage**

- Input in Form von Anforderungen, Ideen, Konzepten
- Begleitung, Austausch
- Berücksichtigung der Ergebnisse

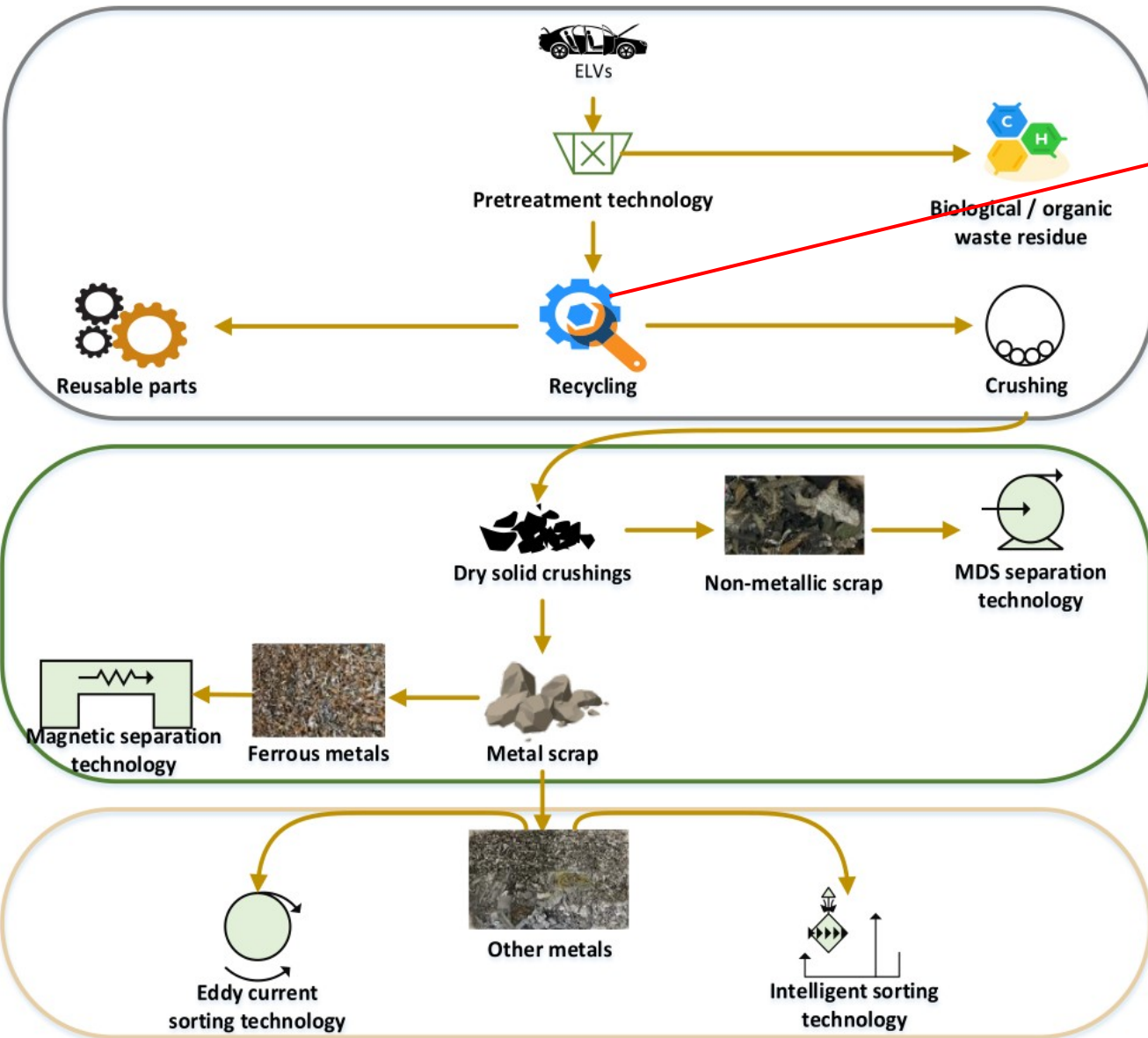
Begünstigung des **Recyclings**

- Design for Recycling
 - Reduktion des Materialmix
 - Auswahl der Komponenten
 - Vermeidung von Additiven, die beim Recycling stören
 - Vermeidung von Silikonen und anderen Stoffen, die nicht recycelt werden (können)
- Wirtschaftliche Aspekte, Geschäftsmodelle, Fördern von Closed-Loop-Routen, Mengen
- KI-gestützte Sortierung
 - Verständnis aktueller und zukünftiger Verfahren
 - Unterstützung durch geeignetes Produktdesign

Fragen

- Ist Dismantling erforderlich und sinnvoll?
 - Erfolgt eine Verunreinigung von Recyclingstahl durch Kupfer?
 - Erfolgt überhaupt eine Zurückgewinnung von Kupfer aus gepresstem Schrott?
 - Wenn ja, wie steht es um Qualität/Verunreinigung/Rückgewinnungsquote des Kupfers?
 - Parallele Fragestellung: Welchen Anteil stellen Leitungssätze überhaupt am Gesamtkupfer dar?

Zwei mögliche Pfade



Leitungssatz-
Dismantling



Antworten?

-  2005_Fundamental_limits_recycling_ELV.pdf
-  2006_Copper_ELV_Recycling.pdf
-  2006_recycling_efficiency_copper_Europe.pdf
-  2010_material_flow_analysis_aluminum_ELV_Europe.pdf
-  2010_Recycle_metals_ELV_Kyoto_protocol.pdf
-  2013_international_comparative_ELV_recycling_systems.pdf
-  2015_Comparative_greenhouse_gas_emissions_ELV_recycling_methods.pdf
-  2020_Comparison_ELV_material_flows_Japan_EU.pdf
-  2022_ELV_recycling_EU.pdf
-  2022_Recycling_Material_Flow_ELV_South_Korea.pdf
-  2025_metal_recycling_technology_ELV.pdf

-
- „Copper in End-of-Life Vehicle Recycling“ (2006)
 - Beschreibung der Prozesse
 - Kabelbäume werden typ. nicht ausgebaut
 - Kupfer wird mit Messing und Zink vermischt
 - Kupfer verbleibt in Schredder-Rückständen
 - Kupfer verunreinigt andere Fraktionen → strenge Grenzwerte insb. f. Stahl (0,3 %)
 - Leitungssätze stellen größten Kupferanteil dar.
 - „A significant fraction of copper from certain components, such as wire harness or electronics, may not be separated and could find its way into landfills.“

-
- „Assessing the recycling efficiency of copper from end-of-life products in Western Europe“ (2006)
 - International Copper Study Group
 - Stoffströme für Kupferrezyklate
 - Kabel lassen sich leichter und günstiger recyceln
 - Dokumentation ist ein Problem, Nachweis der Herkunft
 - Stoffströme von Kupfer schwer nachvollziehbar
 - Quellen für Kupferschrott zum Recycling: #1 Hochbau, Transportation ca. 8 %

-
- „End-of-life product-specific material flow analysis. Application to aluminum coming from end-of-life commercial vehicles in Europe“ (2010)
 - Materialflussanalyse von Aluminium, rückwirkend für 2000..2003
 - Materialflussanalyse als Methode
 - Fragebogen für Dismantler
 - 130.000 t Altaluminium aus Nutzfahrzeugen innerhalb der EU zurückgewonnen

-
- „Recycle of metals for end-of-life vehicles (ELVs) and relation to Kyoto protocol“ (2010)
 - Fokus auf Türkei
 - Quelle der GHG-Emissionen
 - Analyse der Metalle in Fahrzeugen, die in der Türkei im Umlauf sind → Kupfer nur unter sonstige

-
- „An international comparative study of end-of-life vehicle (ELV) recycling systems“ (2013)
 - Geografischer Vergleich von Recyclingtechniken
 - Automobile Shredding Resue (ASR) – 30 %
 - Welche Mengen liegen wo vor?
 - Detaillierte Analyse der Zusammensetzung des ASR
 - Kritische Rohstoffe: 25..70 kg Kupfer pro Fahrzeug
 - Tabelle 10: „Challenges“
 - z.B. Dismantling ausdrücklich genannt

-
- „Comparative assessment on greenhouse gas emissions of end-of-life vehicles recycling methods“ (2015)
 - ...

-
- „Comparison of end-of-life vehicle material flows for reuse, material recycling, and energy recovery between Japan and the European Union“ (2020)
 - Vergleich des Umgangs mit Altfahrzeugen in Japan und EU
 - EU-Ziele: Möglichst viel zurückgewinnen
Mehr Export und „Verlust“
 - Fokus Japan: Eliminieren von umweltschädlichen Stoffen
Mehr Reuse, weniger Recycling, mehr energetische Verwertung
 - Mengengerüst der Materialströme für Japan und EU
 - Legislativ gesteckte Ziele jeweils wohl aktuell erreicht
 - EU: Hohe Dunkelziffer der „verschwundenen“ Fahrzeuge

-
- „End-of-life vehicle recycling in the European Union: Analysing changing material flows of end-of-life steel, aluminum, copper and plastics due to the transition toward zero-emission vehicles“ (2022)
 - Neue Aspekte gemäß Altfahrzeugrichtlinie 2020
 - 1/3 der ELV in der EU verschwinden
 - Plastik- und Aluminium-Einsatz nehmen zu und erschweren Recycling
 - 85 % des Altfahrzeuges sollte recycelt werden, Berechnungsmethode jedoch nicht einheitlich festgelegt
 - Kupfer wurde bisher nach dem Schreddern nur wenig zurückgewonnen, hier besteht demnach Handlungsbedarf
 - Autoverwerter noch nicht auf eMobility vorbereitet
 - Berücksichtigung von Extended Producer Responsibility (EPR)

-
- „Recycling and Material-Flow Analysis of End-of-Life Vehicles towards Resource Circulation in South Korea“ (2022)
 - Flammenschutzmittel (PBDE) verunreinigen Schreddergut, Rezyklate und Abfälle
 - Prozesskette:
 - Öl, Kraftstoff, Kühlmittel, Kältemittel
 - Ersatzteile
 - Schreddern → Eisen, Nicht-Eisen-Metalle
 - ASR-Behandlung
 - Ziel in Südkorea: 95 % Recycling, max. 10 % thermisch
 - Sortiermethoden
 - 2020: 1.500 Altfahrzeuge pro Anlage und Jahr

-
- „Current development status and research progress of metal recycling technology for end-of-life vehicles“ (2025)
 - ...

- Zusammenfassung

- Dismantling scheint eine Wertschöpfung darzustellen, da

- Kupfer andere Rezyklatfraktionen verunreinigt
 - Kupfer aus dem Schreddergut nicht vollständig geborgen werden kann
 - Separierte Kupferkabel eigentlich gut recycelt werden können

Fragen

- Ist eine Fokussierung auf Vorzugsmaterialien und eine Reduktion des Materialmix erforderlich und sinnvoll?
 - Welche Materialien wären das?
 - Gibt es eine Schnittmenge aus guten technischen, ökologischen und ökonomischen Eigenschaften?
 - Oder andersherum: Welche Stoffe sollten vermieden werden, da sie schlecht recyclebar sind oder einen großen Umweltwirkungsrucksack mitbringen?
 - Multimaterialkomponenten ggü. Anzahl Materialien im Produkt Leitungssatz
- → Handlungsfelder „Materialeinsatz/Tabelle“ und „Begünstigung Recycling“

Mittagspause
12:00-13:00

Fragen an Experten

- ENNEATECH – Kunststoffrecycling
 - Qualität gemäß Norm - Wie wird das praktisch umgesetzt?
Welche Merkmale, welche Grenzen, Qualitätsüberwachung, langfristige Verfügbarkeit
 - Grenzen für Verunreinigungen im Schrott
 - Generelle Schwierigkeiten, unerwünschte Füllstoffe vs. Stoffe, die keine Probleme machen
 - Was würde helfen?
 - Was beeinflusst den Aufwand?
 - Produkte: Granulat, Flakes?
 - Zukunft der Normung? Zwischenergebnisse?
 - Vorher klären: Wie viel Vorwissen zum Thema Leitungssatz besteht schon?
- IKV, C4D – Studieninhalte
 - IKV: Zusammenfassung bezogen auf unsere Kernfragen, Zeithorizont Abschlussbericht?
 - C4D: Beim Halbzeitmeeting abschätzen, ob Ziele erreichbar sind, damit die Auswertung und Zusammenfassung der Daten nicht hinten runterfällt.
- Aurubis – Kupferrecycling
 - Welche unterschiedlichen Recycling-Routen gibt es für unterschiedliche Schrottkategorien?
 - Sind Fremdmetalle problematisch, welche Methoden kommen zum Einsatz, was beeinflusst den Aufwand?
 - Was umfasst der Wertschöpfungsprozess? Wie ist die Prozesskette?
- DEUMU – Stahlrecycling
 - Welchen Aufwand verursachen Kupfer und Aluminium im Stahlschrott?
 - Wie weit werden die Nicht-Eisen-Metalle separiert?
 - Wer verarbeitet die Nicht-Eisen-Metalle weiter?
 - Was beeinflusst den Aufwand, wie ließe er sich reduzieren?
 - Sind die 0,3 % korrekt und was bedeutet das in der Praxis?
 - Ggf. offene Fragen aus den Themen der Paper durch DEUMU einschätzen lassen

Ausblick 2026

Transformations-Hub Leitungssatz – AK Grünes Bordnetz

- Verlängerung des Transformations-Hub, zunächst um ein Jahr, relativ wahrscheinlich.
- Seitens OHLF wird dann das Forschungsthema „Gesamtfahrzeugdemontage“ angedockt.
- Frage dann: Wer bleibt dabei? → ALLE
- Wen wollen wir noch gewinnen?
 - Stecksysteme könnten eine gute Ergänzung sein
 - Tape-Hersteller, regelmäßig oder sonst als Experte
 - (Sicherungen, Sicherungsträger)
 - Steuergerätehersteller und Elektronikrecycler als externe Experten

Parallele Aktivitäten

- Ein gefördertes Forschungsprojekt (z.B. Förderlinie DNS...) könnte erheblich viel mehr Kapazitäten seitens TU BS (z.B. 2 WiMis für 3 Jahre) auf spezifische Themen ermöglichen.

Ausblick 2026

Einheitliche Bewertungsverfahren → Studie?

- Product Category Rule (PCR) o.ä.
 - Sammeln der Umweltwirkungen
 - Priorisierung, Festlegung der **relevanten** Umweltwirkungen
 - Bewertung kann für unterschiedliche Kategorien linear oder digital sein.
 - Aber: Umfassendes Bewertungsverfahren ist nicht bordnetzspezifisch

Materialeinsatz Kunststoff

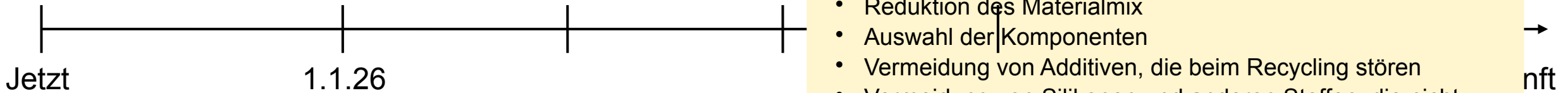
- Wahl von Substituten (Alternativen, Recycling-/Bio-Kunststoffe)
 - Ergebnis: Tabelle mit Materialien, Rezyklat? Bio? Bewertung?
 - Daraus folgen Materialempfehlung

Materialeinsatz Metalle

- Sinnvolle Wahl des Leitermaterials
 - CO2e, Rezyklierbarkeit Alu vs. Kupfer
 - Form des Leiters
 - Abhängig vom Hochlauf eMobility

(Konkrete Maßnahmen zur) Begünstigung des **Recyclings**

- Design for Recycling
 - Reduktion des Materialmix
 - Auswahl der Komponenten
 - Vermeidung von Additiven, die beim Recycling stören
 - Vermeidung von Silikonen und anderen Stoffen, die nicht recycelt werden (können)
- Wirtschaftliche Aspekte, Geschäftsmodelle, Fördern von Closed-Loop-Routen, Mengen
- KI-gestützte Sortierung
 - Verständnis aktueller und zukünftiger Verfahren
 - Unterstützung durch geeignetes Produktdesign



Begünstigung des **Dismantling**

- Zunächst: Bewerten ob erforderlich!
- Demontagefreundliche Integrationskonzepte, Auswahl der Komponenten
- Fokus auf automatisierte Demontage/Zerlegung?

Einbindung in die **Gesamtfahrzeugdemanontage**

- Input in Form von Anforderungen, Ideen, Konzepten
- Begleitung, Austausch
- Berücksichtigung der Ergebnisse

Themenspeicher

- Vernetzungstreffen mit allen Experten als größeres Event
- AP 5 implizit parallel bearbeitet, keine eigenständige Ergebnisdarstellung