

# »MÖGLICHKEITEN DER ALTHOLZ- WIEDERVERWERTUNG MIT MARKÜBERSICHT«

Peter Meinschmidt

Fraunhofer-Institut für Holzforschung,  
Wilhelm-Klauditz-Institut (WKI)

Bienroder Weg 54E  
38108 Braunschweig

HolzBau-Innovationstage, Online-Messe 13.10.2021



2017



1961

# Fachbereiche des Fraunhofer WKI



Holzwerkstoff- und Naturfaser-Technologien

HNT



Materialanalytik und Innenluftchemie

MAIC



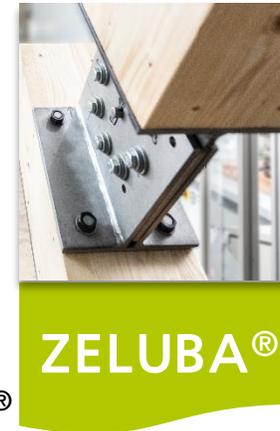
Oberflächentechnologie

OT



Qualitätsprüfung und -bewertung

QA



Zentrum für leichte und umweltgerechte Bauten ZELUBA®

ZELUBA®



Anwendungszentrum für Holzfaserforschung HOFZET®

HOFZET®

# Holzwerkstoff- und Naturfaser-Technologien (HNT)

Dr. Dirk Berthold

HNT

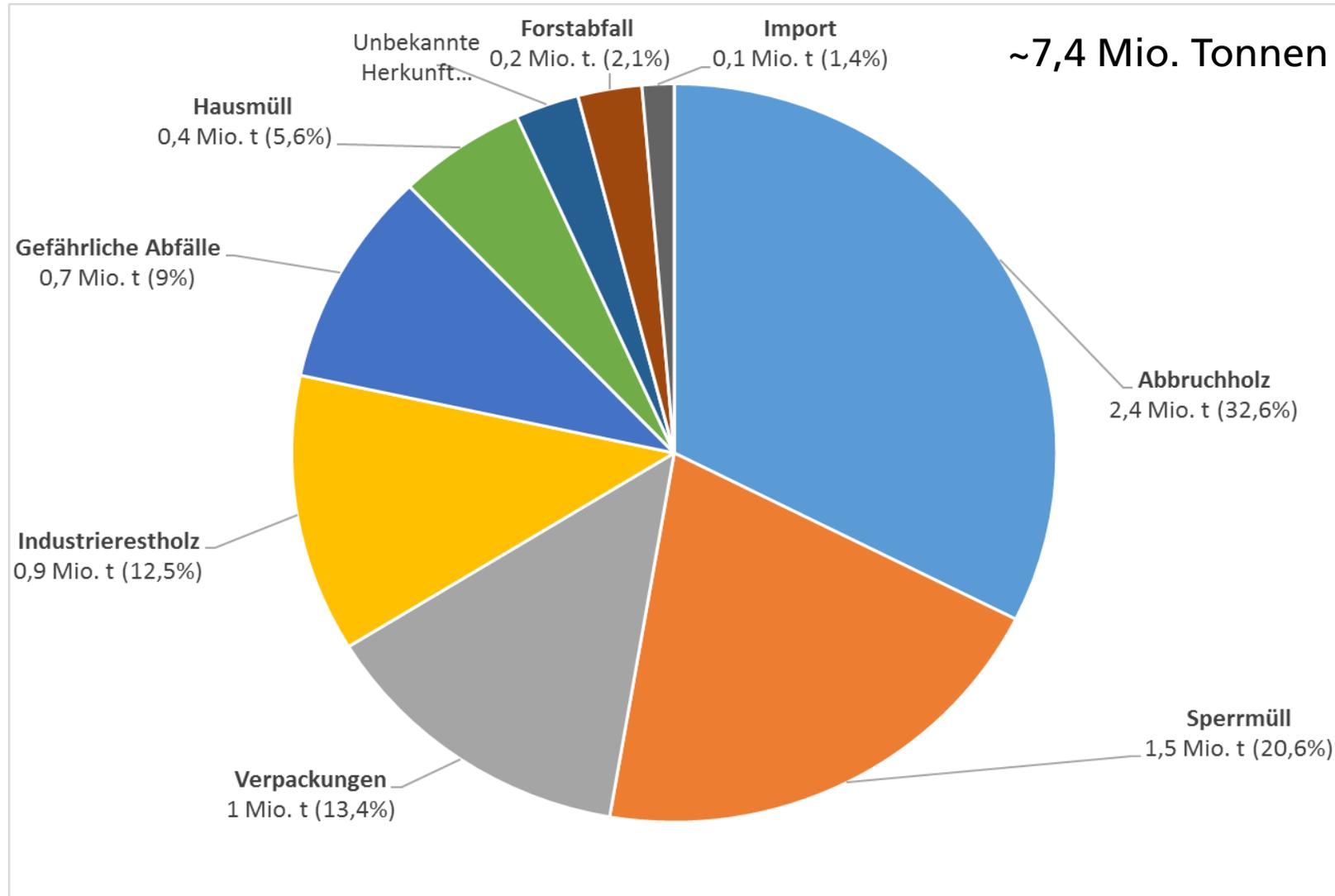


# Altholz - Wiederverwertung

- Altholzaufkommen und mögliche Nutzung / Kaskaden
- Preise und Marktübersicht
- Detektion von Verunreinigungen
- Herstellung neuer Produkte aus recyceltem Altholz
- Zusammenfassung und Ausblick

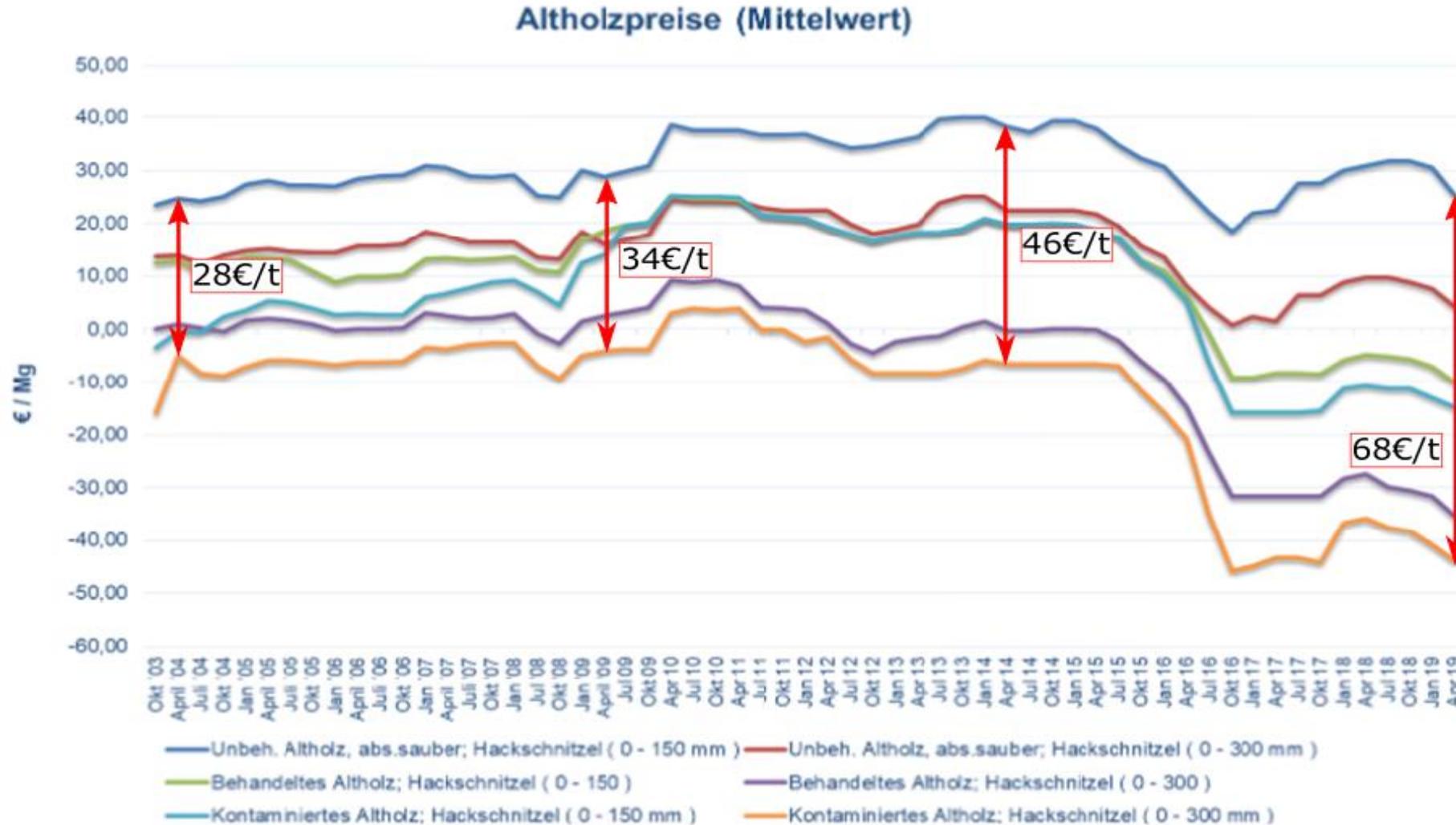


# Herkunft des Altholzes in Deutschland



Source: Döring, Cords und Mantau März 2018, Altholz im Entsorgungsmarkt – Aufkommen und Verwertung 2016

# Marktpreise für Altholz in Deutschland



Altholzpreise 2003 - 2019 [EUWID] - Gewinnpotential durch Reinigung kontaminierter Altholzanteile; Preisdifferenz kontaminiertes zu sauberes Altholz

# Anteil recycelten Holzes in der europäischen Spanplattenindustrie

Alt- und recyceltes Holz wird derzeit praktisch nur in der Spanplatte stofflich verwendet

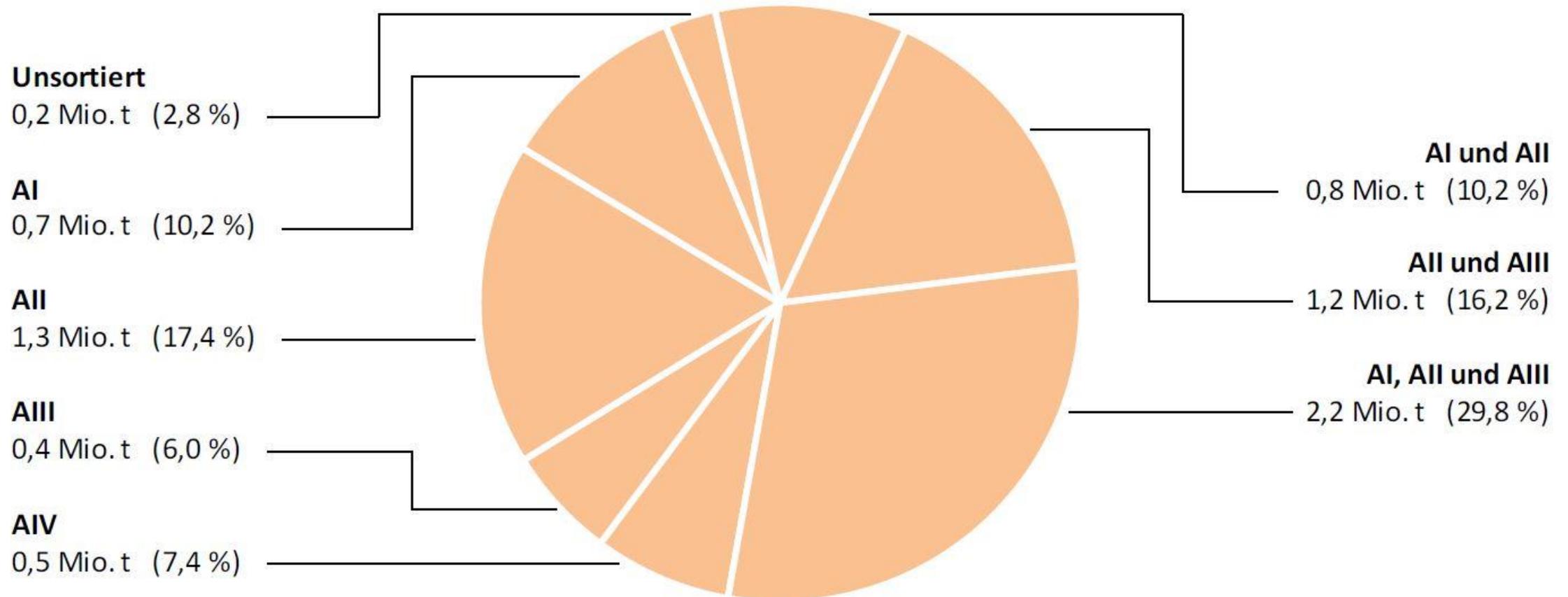
Land	Anteil recycelten Holzes
Deutschland	48 %
Belgien / Dänemark / UK	69 %
Italien	95 %
Polen	20 %
Frankreich	42 %

# Altholzkategorie nach Altholzverordnung

	Definition	Menge	Stoffliche Nutzung	Nutzung
A I	naturbelassenes oder mechanisch bearbeitetes Altholz	~25%	Ja	Spanplatte
A II	verleimtes, gestrichenes, beschichtetes, lackiertes Altholz	~65%	Ja	Spanplatte
A III	Altholz mit halogenorganischen Verbindungen (PVC) in der Beschichtung <b>ohne Holzschutzmittel</b>		Nein	Energetisch
A IV	<b>mit Holzschutzmitteln</b> behandeltes Altholz, wie Bahnschwellen, Leitungsmasten, Hopfenstangen, Rebpfähle	~10%	Nein	Energetisch

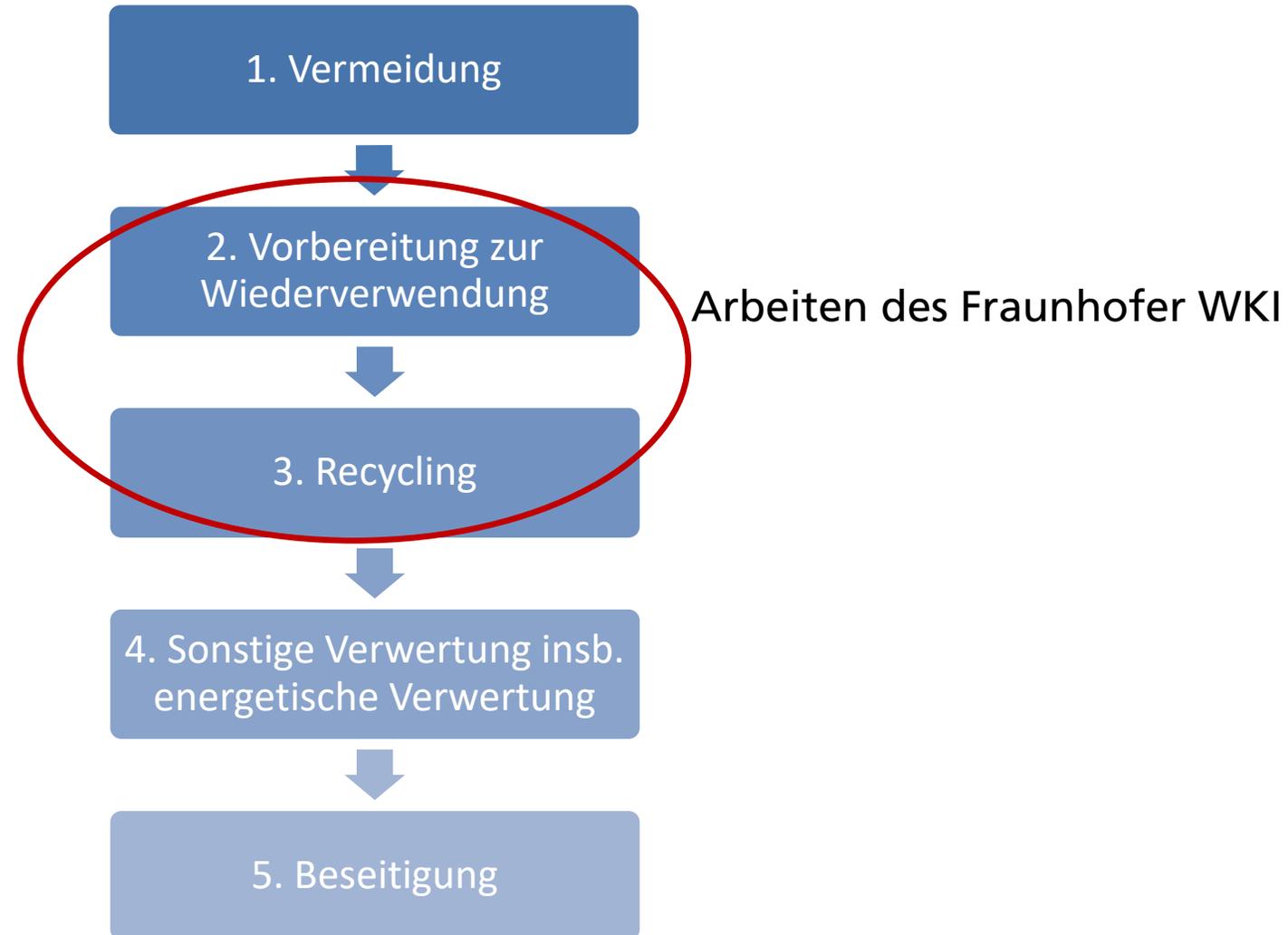
Quelle: Fraunhofer WKI

# Altholzkategorie nach Altholzverordnung



Source: Döring, Cords und Mantau März 2018, Altholz im Entsorgungsmarkt – Aufkommen und Verwertung 2016

# Abfallhierarchie



Richtlinie 2008/98/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 19. November 2008 über Abfälle und zur Aufhebung bestimmter Richtlinien (Abfallrahmenrichtlinie); Gesetz zur Förderung der Kreislaufwirtschaft und Sicherung der umweltverträglichen Bewirtschaftung von Abfällen (Kreislaufwirtschaftsgesetz – KrWG, 1. Juni 2012) § 6 Abfallhierarchie

# Vorbereitung zur Wiederverwertung



Altholz

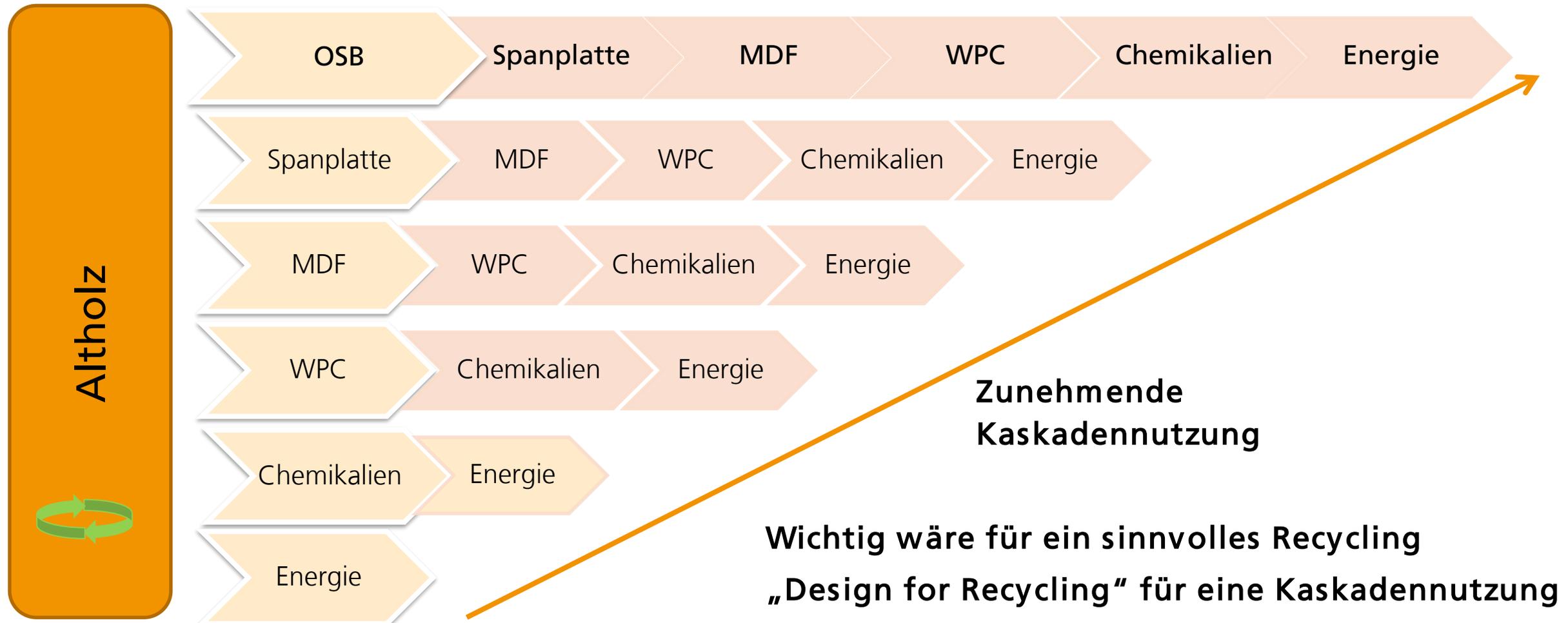
Zerkleinerung

Sortierung

Reinigung

Neues Produkt

# Recycling: Mögliche Kaskaden



# Wiederverwendung von Vollholz



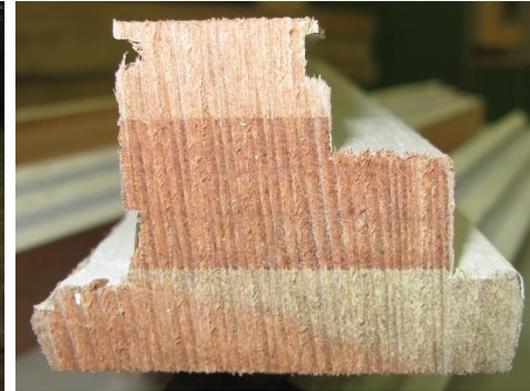
Source: Fraunhofer WKI



# Reinigung der Deckschichten von Lackoberflächen

Test:

- Sandstrahlen
- Sägen
- Wasserstrahlen
- Bürsten
- Schleifen



Source: Fraunhofer WKI

# Herstellung von neuen Fenstern aus Altholz



(WKI 2014)

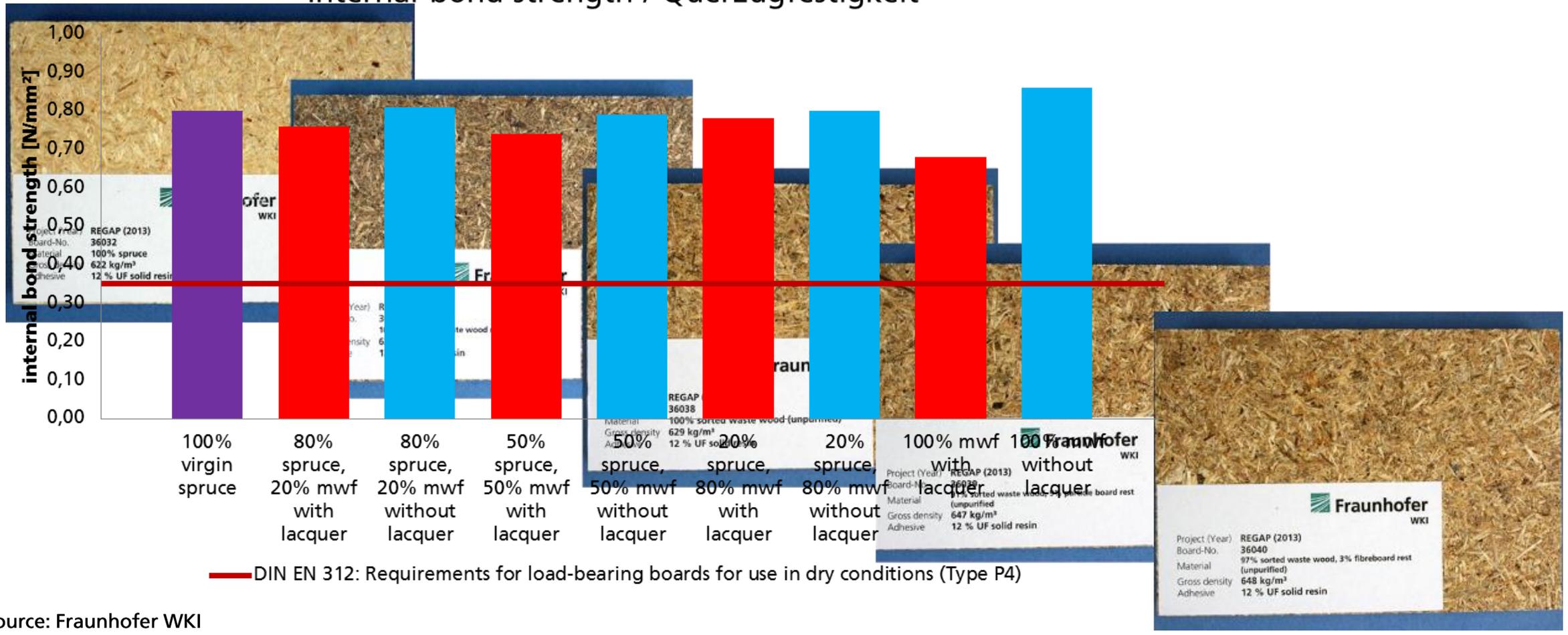
Source: Fraunhofer WKI



(M Sora 2015)

# Herstellung von Spanplatten aus Altholz

## ■ Eigenschaften der Spanplatten mit / ohne Oberflächenmaterial Internal bond strength / Querzugfestigkeit



Source: Fraunhofer WKI

# Altholz für die Herstellung von neuem WPC

**Probe:**  
WKI-MS-AP1-Holz.120531.A  
60 % Holzmehl BK 40/90  
37 % PE (BorPex HE 2590)  
2 % TSPE 1112 GALL  
1 % Licolub H12

**Kochquellung**  
- Länge 0.2 %

**Probe:**  
WKI-MS-AP1-Holz.120531.D  
60 % HPL-Folie  
37 % PE (BorPex HE 2590)  
2 % TSPE 1112 GALL  
1 % Licolub H12

**Kochquellung**  
- Länge  
- Breite  
- Dicke  
- Wasseraufnahme

**Rohdichte**  
**Biegefestigkeit  $F_{max}$**   
**Biegefestigkeit**  
**E-Modul**

**Probe:**  
WKI-MS-AP1-Holz.120531.B  
60 % Gegenzugpapier  
37 % PE (BorPex HE 2590)  
2 % TSPE 1112 GALL  
1 % Licolub H12

**Kochquellung**  
- Länge 0,3 %  
- Breite 1,3 %  
- Dicke 4,4 %  
- Wasseraufnahme 5,0 %

**Rohdichte** 1154,7 kg/m<sup>3</sup>  
**Biegefestigkeit  $F_{max}$**  74,1 N  
**Biegefestigkeit** 46,7 N/mm<sup>2</sup>  
**E-Modul** 4437 N/mm<sup>2</sup>

*Versuch 3.2  
Altholz verdichtet  
3%ige Harnstofflösung  
Datei: Versuch\_03\_2023*

# Recycling von Balsaholz aus Rotorblättern von WEA



Source: Sier

Source: Fraunhofer WKI

# Lignocellulose-Aufschlussverfahren

Organosolv-Verfahren



Steam Explosion

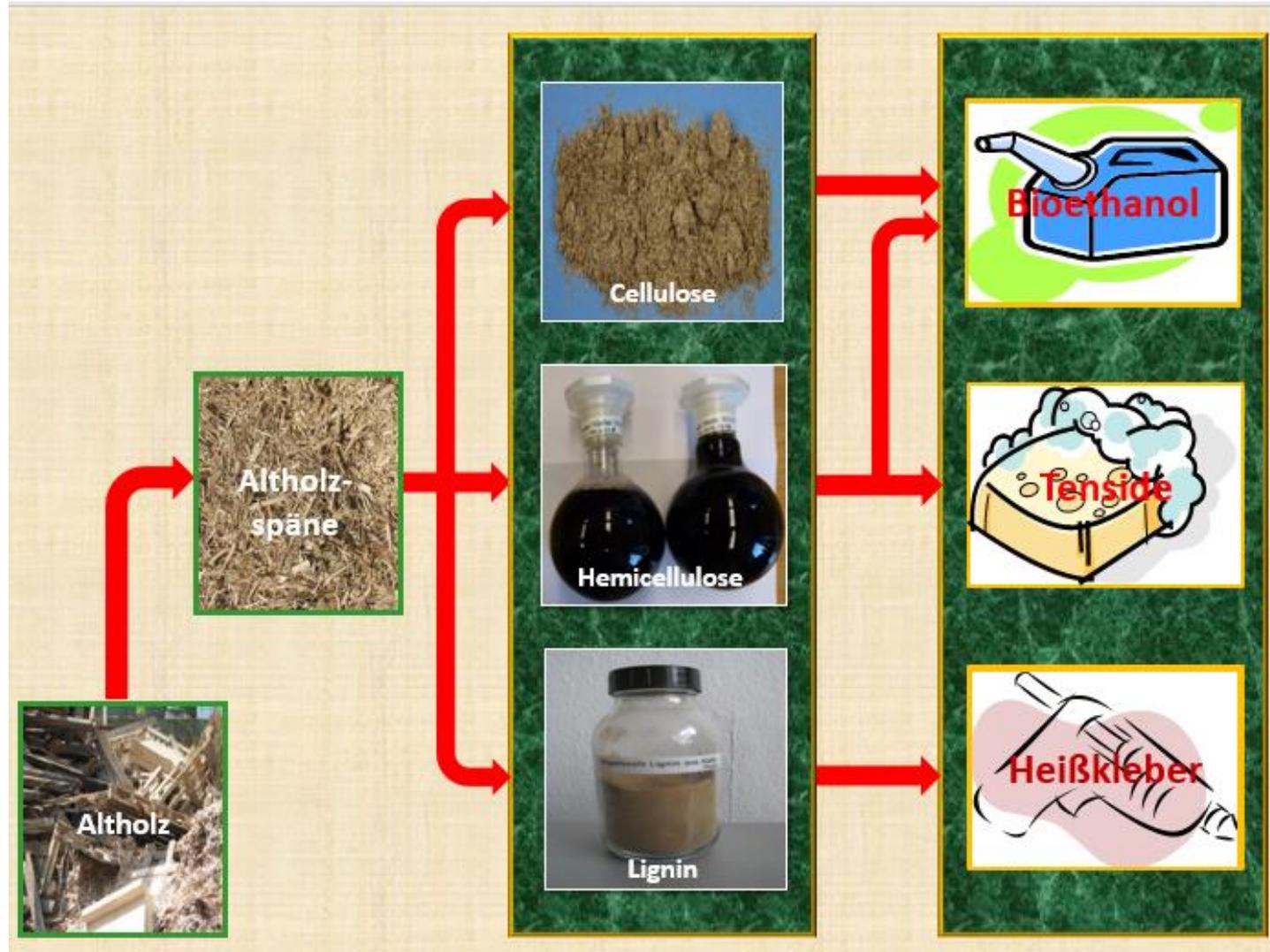


Alkalische Oxidation



Source: Fraunhofer WKI

# Nutzung von Recyclingholz in Bioraffinerien



Source: Fraunhofer WKI

# Erkennung unerwünschter Elemente mit XRF

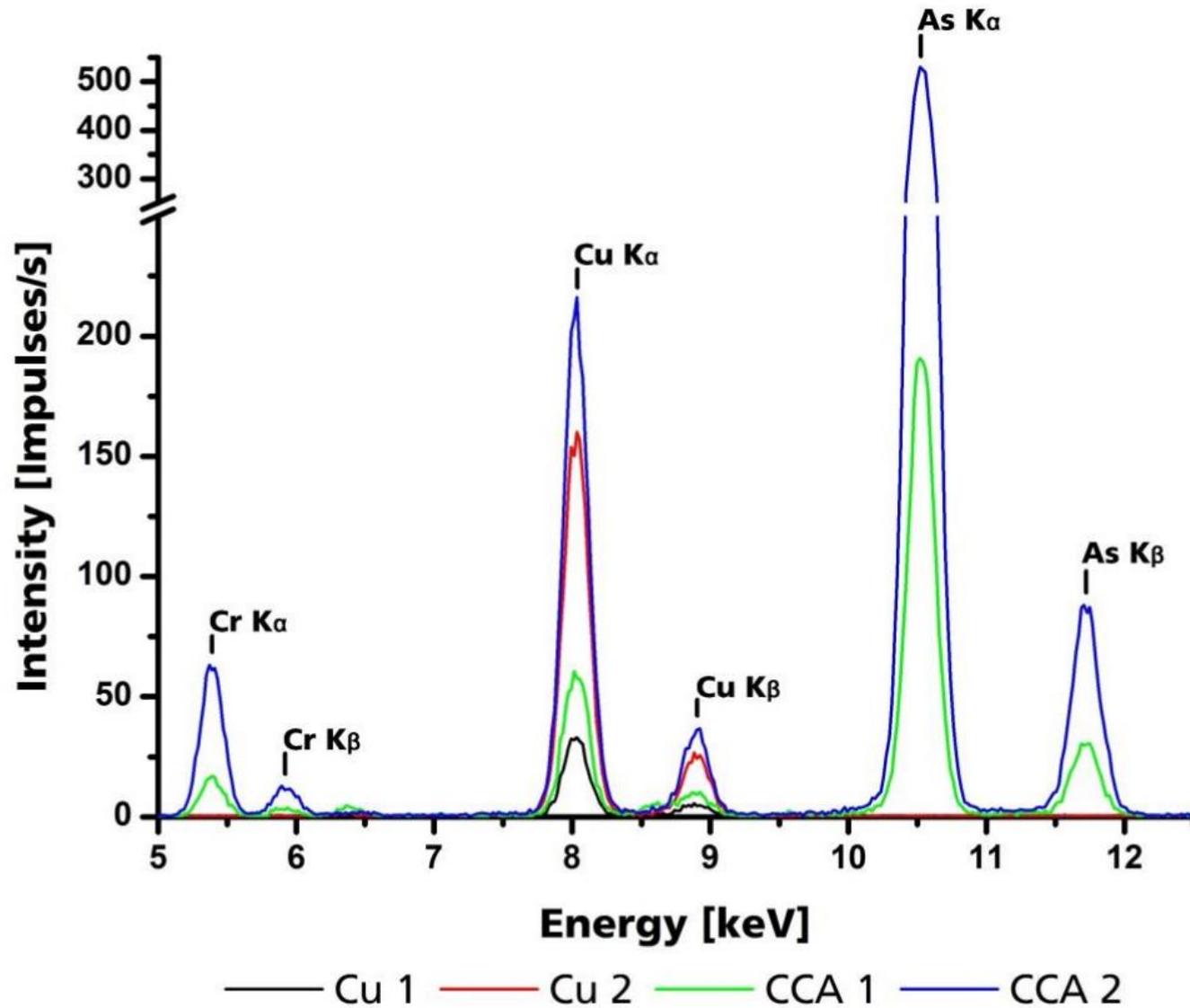


Source: FhG WKI, Meinschmidt und Firma Steinert

# Schnelle Elementanalyse → Kontaminationserkennung



# Detektion von Chrom, Kupfer, Arsen (CCA) behandelten realen Proben mit XRF



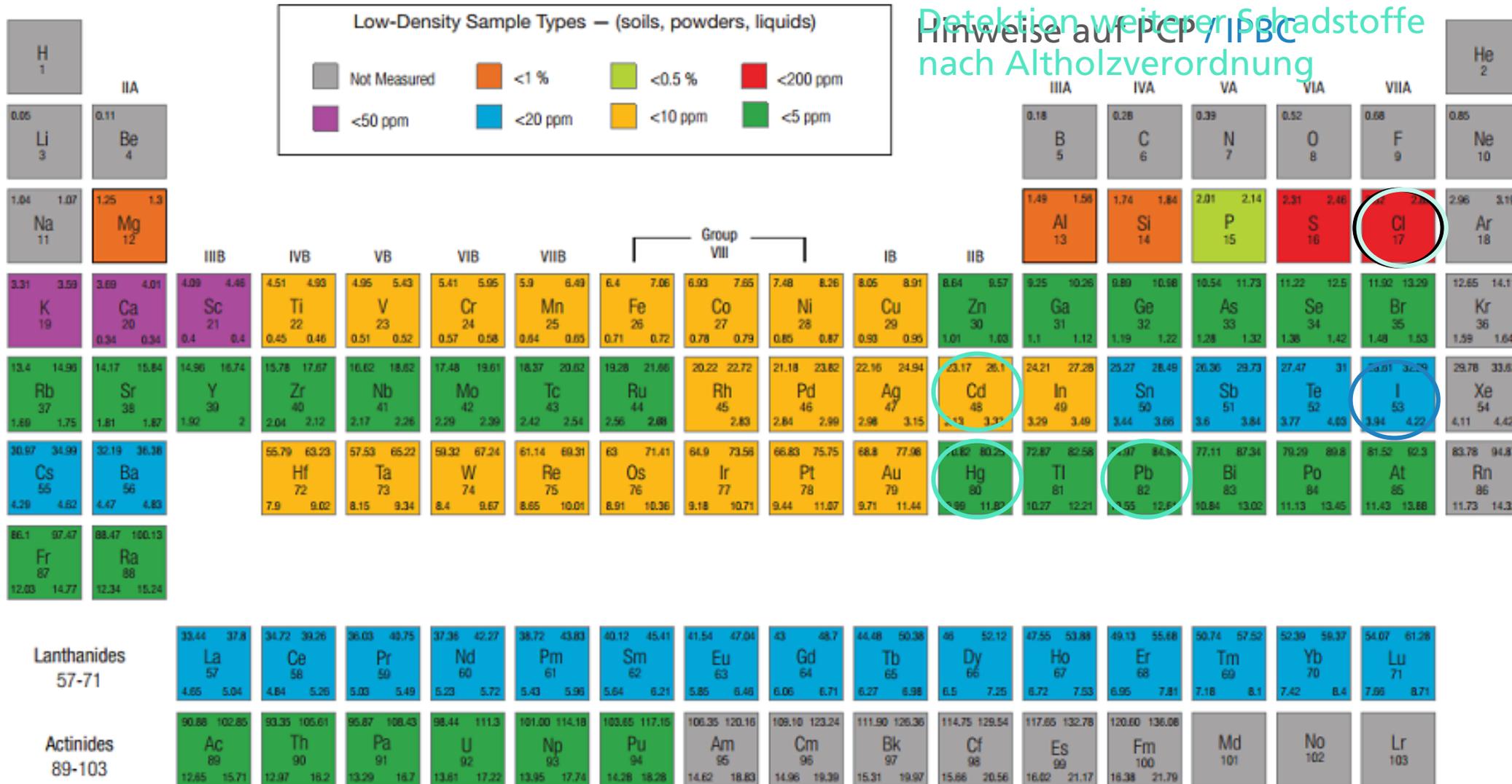
Source: Fraunhofer WKI

# Erkennung CCA behandelter Hölzer mit XRF



Source: FhG WKI, Meinschmidt und Firma Steinert

# Erkennung von „metallischen“ Holzschutzmitteln



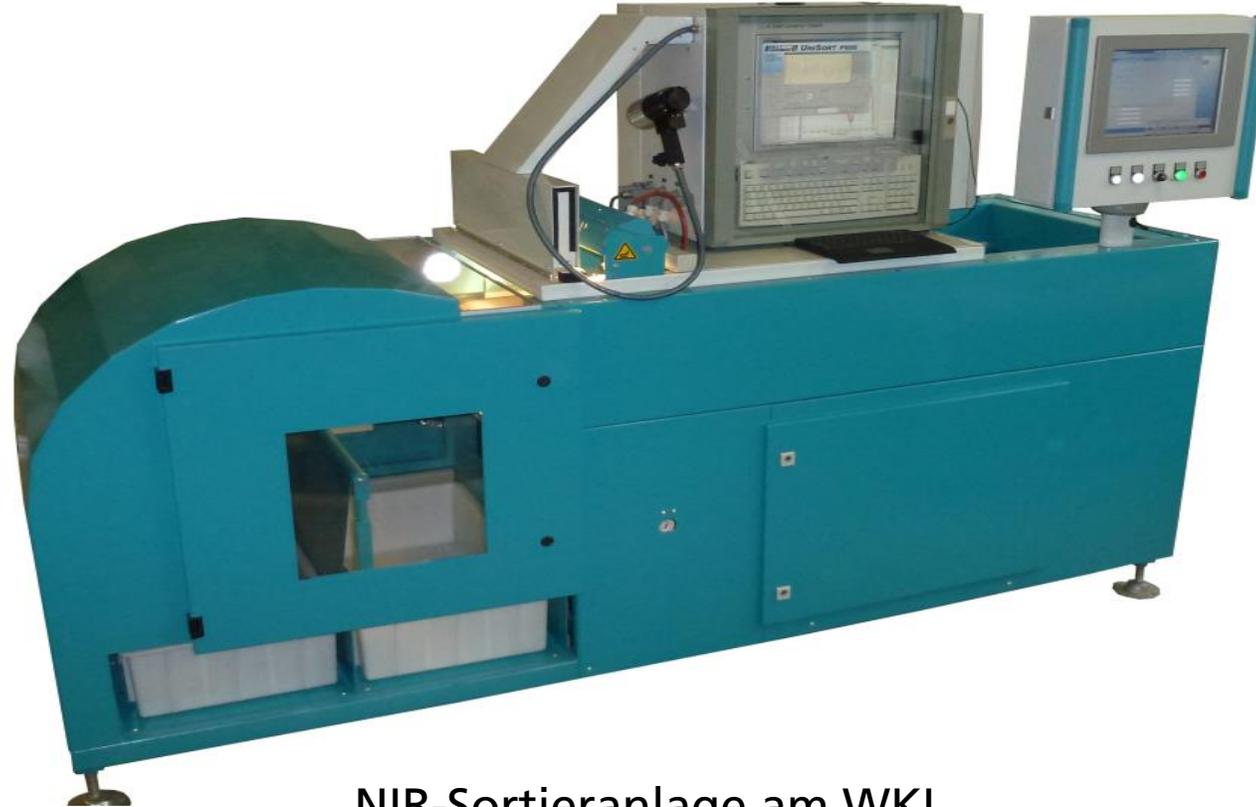
Source: Fraunhofer WKI

# Erkennung organischer Verbindungen mit NIR-Spektroskopie



NIR-  
Hyperspektralkamera  
am WKI (800-2500nm)

Source: Fraunhofer WKI



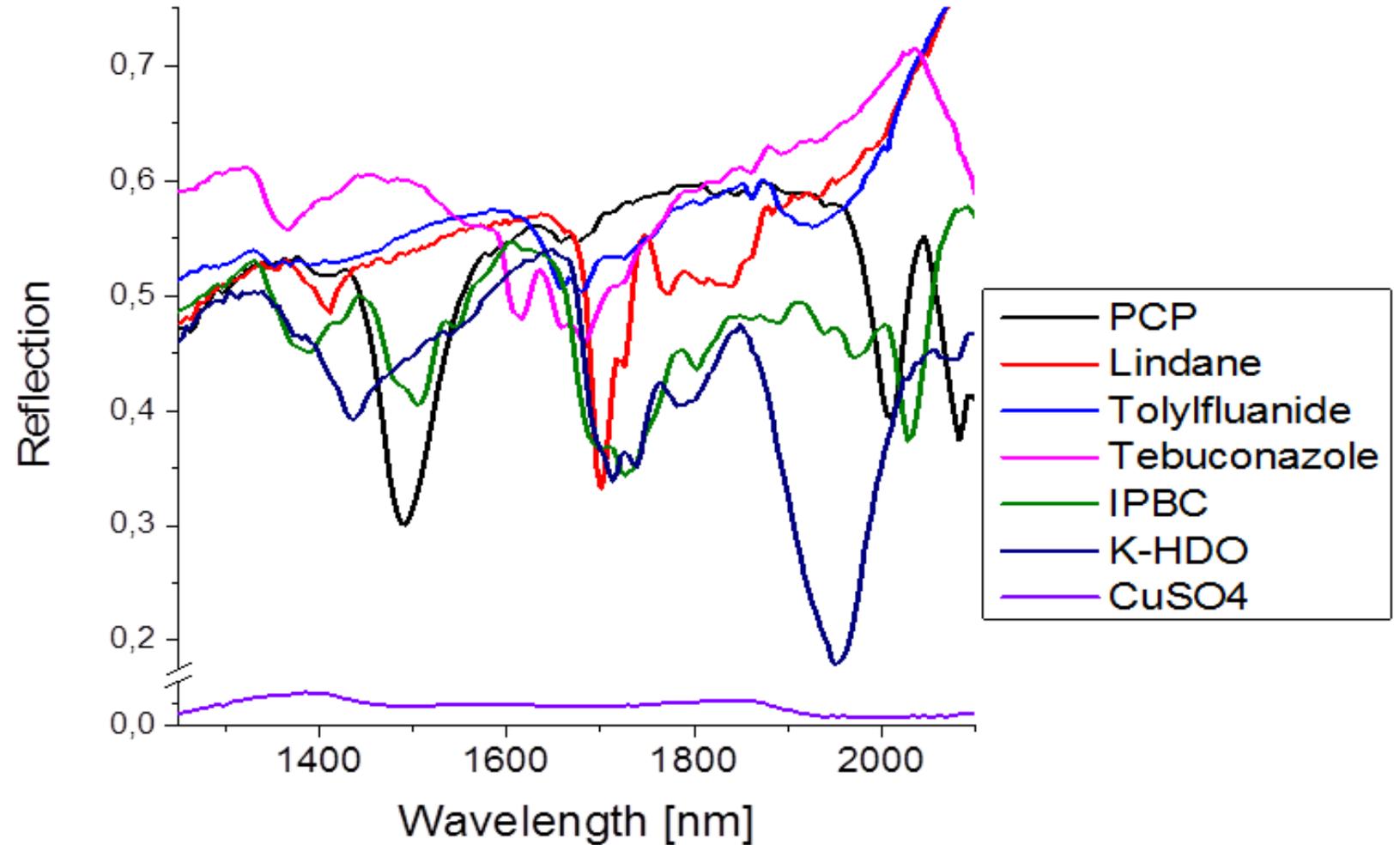
NIR-Sortieranlage am WKI

# Erkennung organischer Verbindungen mit NIR-Spektroskopie

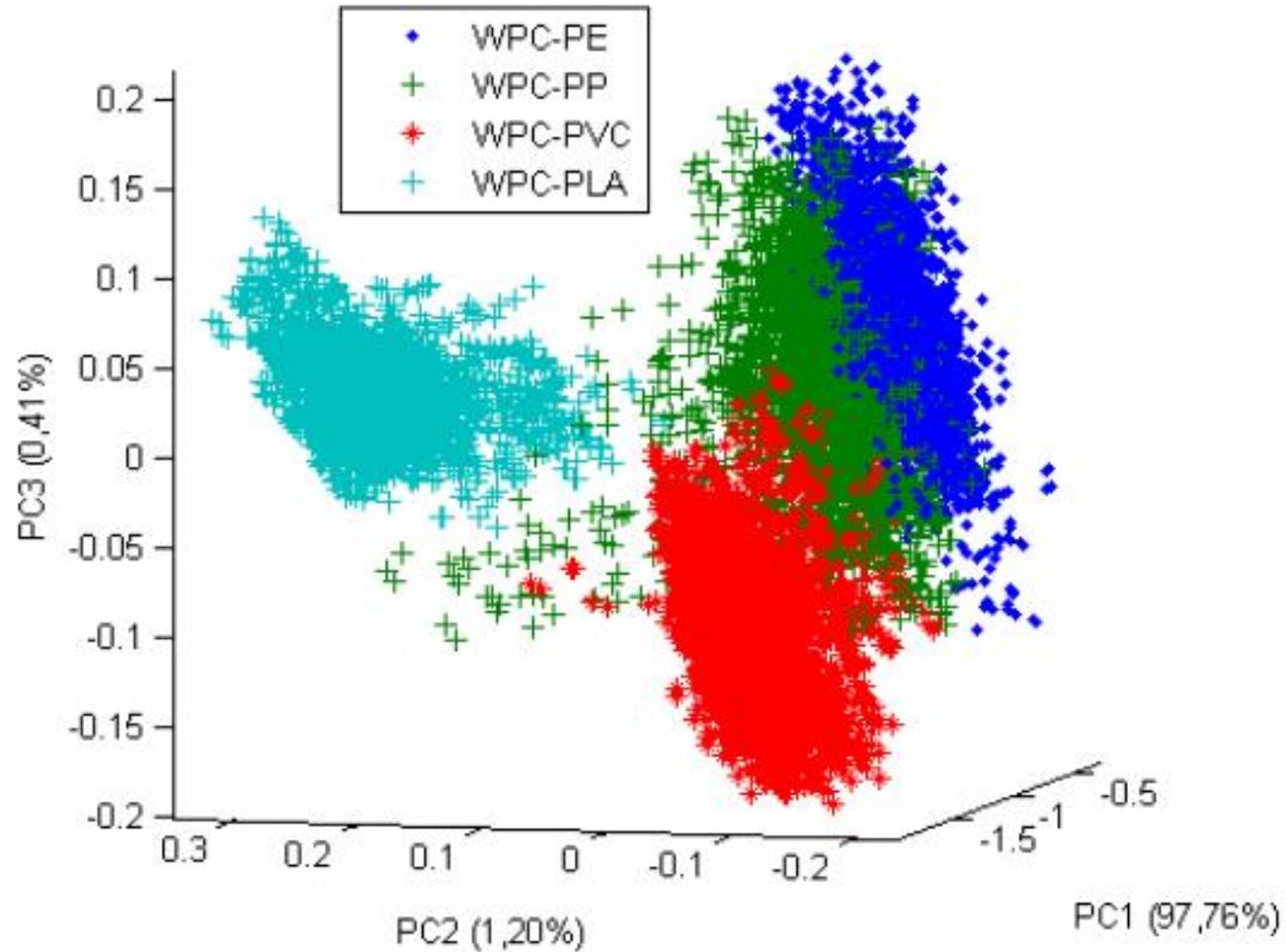


NIR-  
Hyperspektralkamera  
am WKI (800-2500nm)

Source: Fraunhofer WKI, Mauruschat PhD



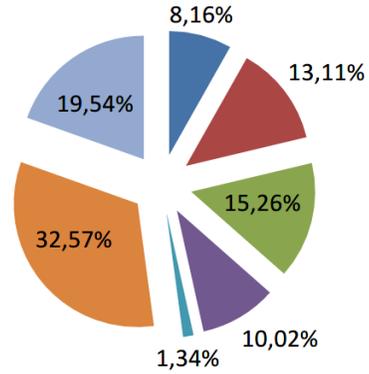
# Nahinfrarotspektroskopie – NIRS



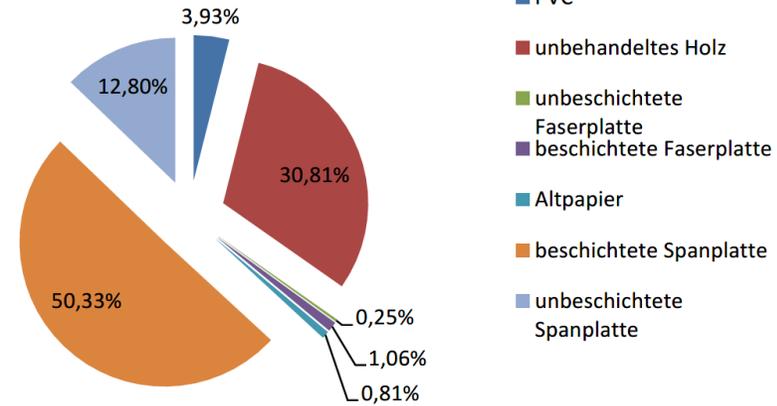
Scoreplot nach PCA

Source: Fraunhofer WKI

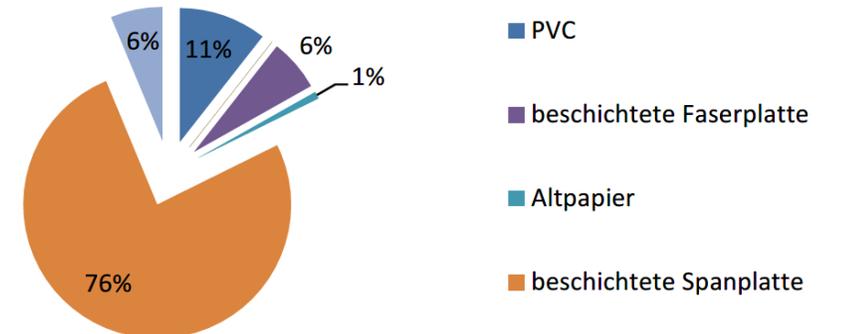
# NIRS zur Aussortierung von PVC Beschichtungen



- PVC
- unbehandeltes Holz
- unbeschichtete Faserplatte
- beschichtete Faserplatte
- Altpapier
- beschichtete Spanplatte
- unbeschichtete Spanplatte



- PVC
- unbehandeltes Holz
- unbeschichtete Faserplatte
- beschichtete Faserplatte
- Altpapier
- beschichtete Spanplatte
- unbeschichtete Spanplatte



- PVC
- beschichtete Faserplatte
- Altpapier
- beschichtete Spanplatte

Source: Fraunhofer WKI

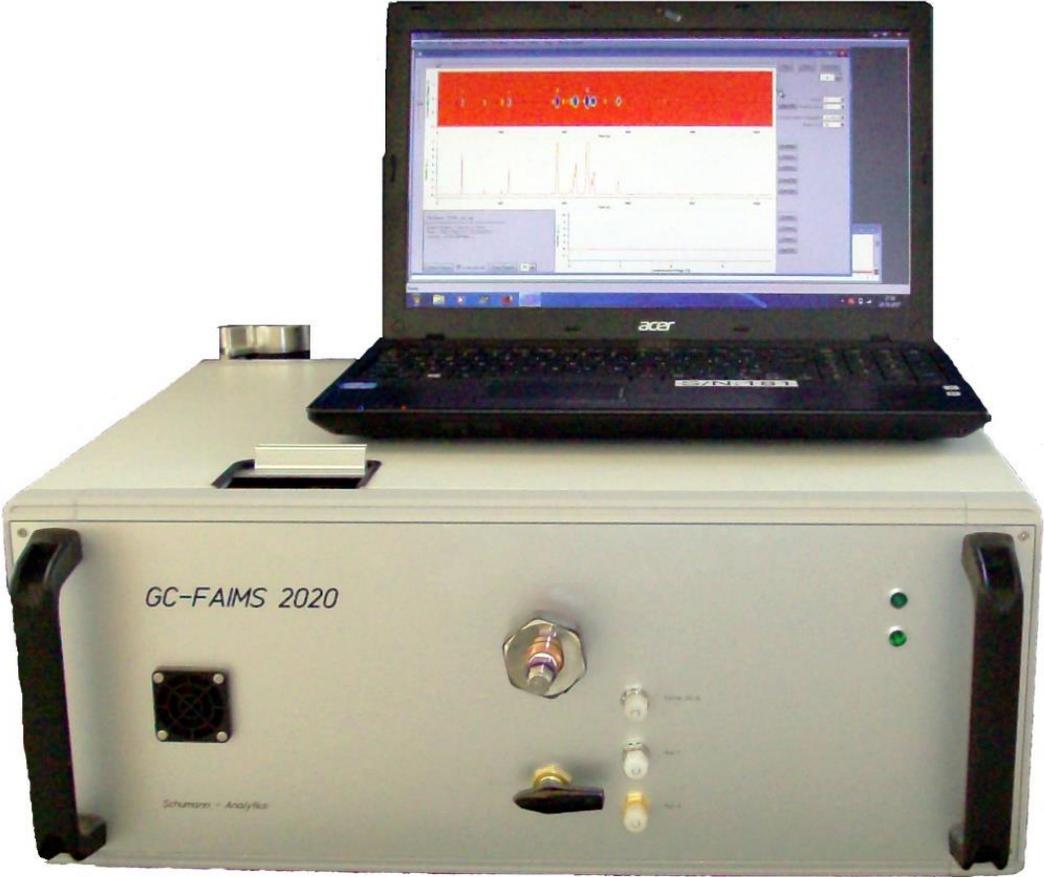
# NIRS zur Aussortierung von PVC Beschichtungen



	PVC	3 x NIR Sortierung
Firma A	8,2%	93%
Firma B	4 %	99,5%
Firma C	11 %	97%

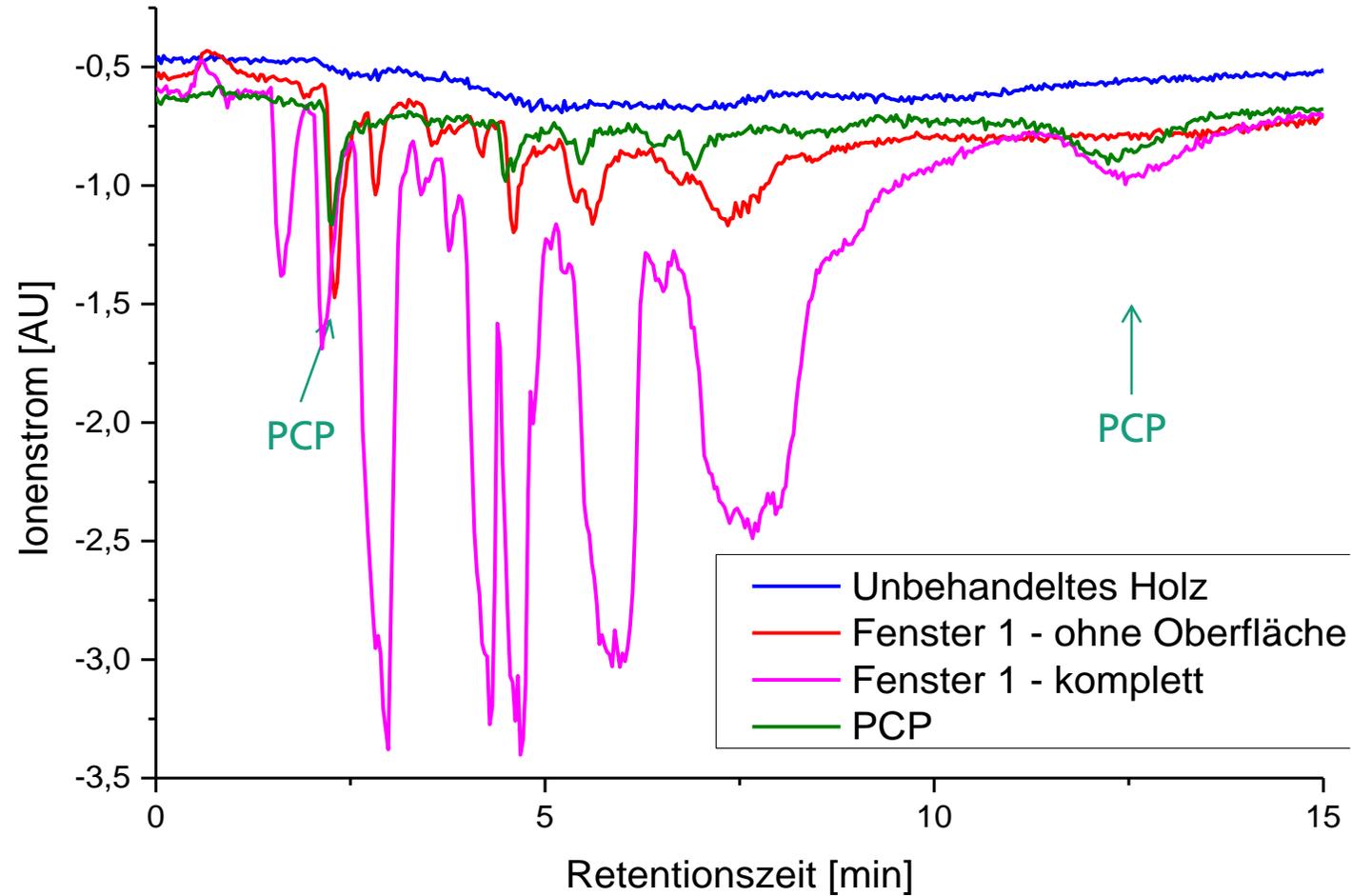
Source: Fraunhofer WKI

# GC-IMS Ionenmobilitätsspektrometrie



Source: Fraunhofer WKI

# GC-IMS zur Erkennung von PCP



Source: Fraunhofer WKI

# Zusammenfassung und Ausblick

- Auch Altholz sollte mehrfach genutzt werden (Kaskade)
- Die Energieproduktion sollte immer der letzte Schritt in der Kaskade sein
- NIR-Spektroskopie kann Kunststoffe insb. PVC und auch organische Holzschutzmittel erkennen und sortieren
- FAIMS kann der Erkennung von organischen Holzschutz-mitteln wie Lindan, DDT oder Teerölen dienen
- Die Röntgenfluoreszenzanalyse erkennt anorganische Holzschutzmittel
- Produktion einer reinen Spanplatte mit guten mechanischen und hygrischen Eigenschaften ist derzeit auch schon möglich
- Die erneute Nutzung von bestimmten Altholzsortimenten (z.B. aus Abbruchholz) für hochwertige Anwendungen (z.B. Fensterrahmen / Holzrahmen) wird möglich sein
- Aber auch die Herstellung von chemischen Stoffen aus Holz insb. Altholz wird in Zukunft sicher notwendig werden