

# Re-Use – Die Wiederentdeckung der Wiederverwendung im Holzbau

28. November, 2023, Innsbruck

27. Internationales Holzbau-Forum IHF 2023, IHF-PROLOG III, Holzhausbau

= Bundesministerium  
Land- und Forstwirtschaft,  
Regionen und Wasserwirtschaft



= Waldfonds  
Republik Österreich  
Eine Initiative des Bundesministeriums für  
Landwirtschaft, Regionen und Tourismus

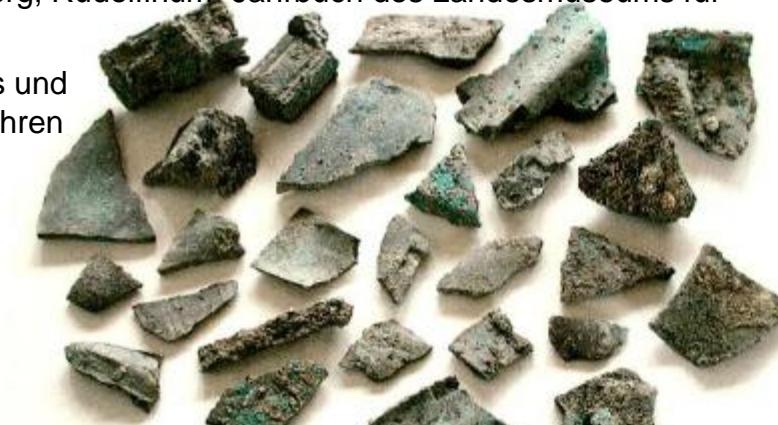
Martin Weigl-Kuska

# „Von der Steinzeit zur Holzzeit“

- Reststoffverwertung hatte schon früh System
- Antike (römische) Beispiele für Recycling von nicht abbaubaren Materialien

- Schindler Kaudelka, E. (2007) Deponierung und Recycling. Erste Gedanken zur Abfall- und Müllwirtschaft auf dem Magdalensberg, Rudolfinum- Jahrbuch des Landesmuseums für Kärnten, 119-129
- Furger, A.R. (2013) Knochen, Altglas und Metallschrott: Recycling vor 1800 Jahren im römischen August Raurica, Ferrum 85, 15-26

## ■ Und Holz?



**Klein geschlagener Schrott von grossen Bronzestatuen wurde an verschiedenen Stellen in Augusta Raurica für die Weiterverwendung (Wiedereinschmelzen) aufbewahrt. Beispiel aus Augst/BL, Insula 27. Massstab ca. 1:3**  
 [Fotos: Philippe Wernher, Ausgrabungen Augst/Kaiseraugst]



*Abb. 5: Amphorenwandscherben zur Verbesserung der Trockenqualität von Wandverputz, Magdalensberg AA/46. Aufn. H. Dolenz*

### Bauholz-Recycling

Manchmal erweisen sich Balken und andere Bauteile aufgrund der dendrochronologischen Untersuchung (Jahrringdatierung) als bedeutend älter als die übrigen Elemente eines Hauses: ein Beleg für Bauholz-Recycling und Wiederverwendung!

Solange der Mensch Häuser aus Holz baut, hat er bei Um- und Neubauten noch brauchbare alte Balken wiederver-

# „Von der Steinzeit zur Holzzeit“

- Recycling & Re-use von Altholz ist so alt wie die Menschheitsgeschichte

- Creasman, P.P. (2013) Ship Timber and the Reuse of Wood in Ancient Egypt, *Journal of Egyptian History* 6, 152–176
  - Albrech, N. (2014) Römerzeitliche Brunnen und Brunnenfunde im rechtsrheinischen Obergermanien und in Rätien, Dissertation Universität Heidelberg, 261 Seiten
  - Klein, A.; Grabner, M. (2015) Analysis of Construction Timber in Rural Austria: Wooden Log Walls, *International Journal of Architectural Heritage*, 9:5, 553-563

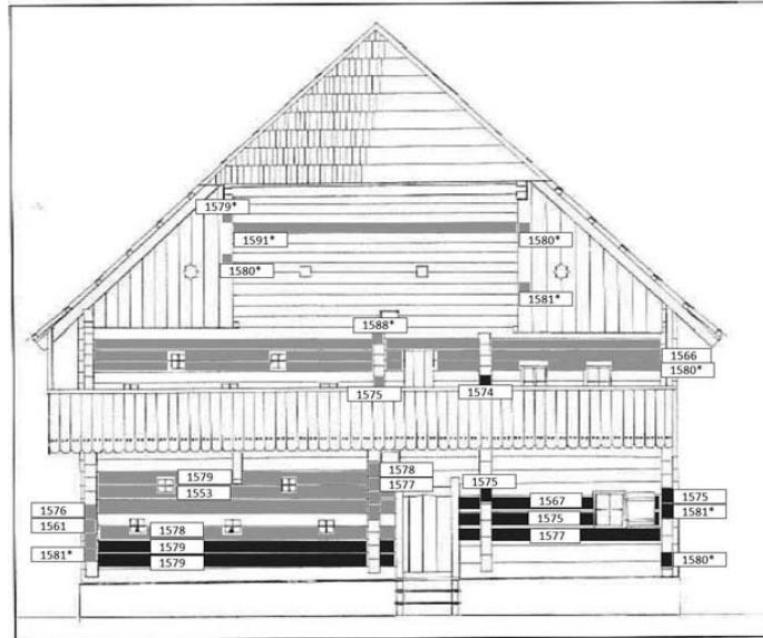


FIG. 10. Drawing of the residential building called *Sauerling* from the alpine part of Styria, extended with the documentation of the study samples.

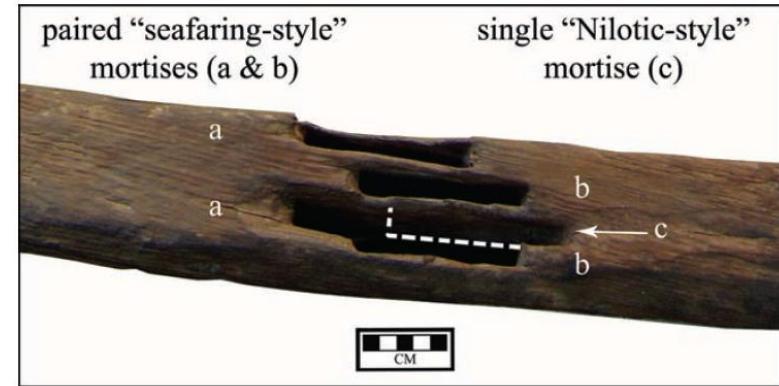
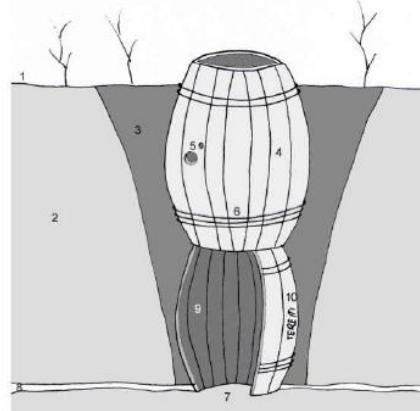


Fig. 3 Evidence of multiple reuses: mortises stacked five across, representing at least three previous iterations; CG 4926, courtesy Egyptian Museum, Cairo (author's photo).



# Wir sind noch immer in der Steinzeit...

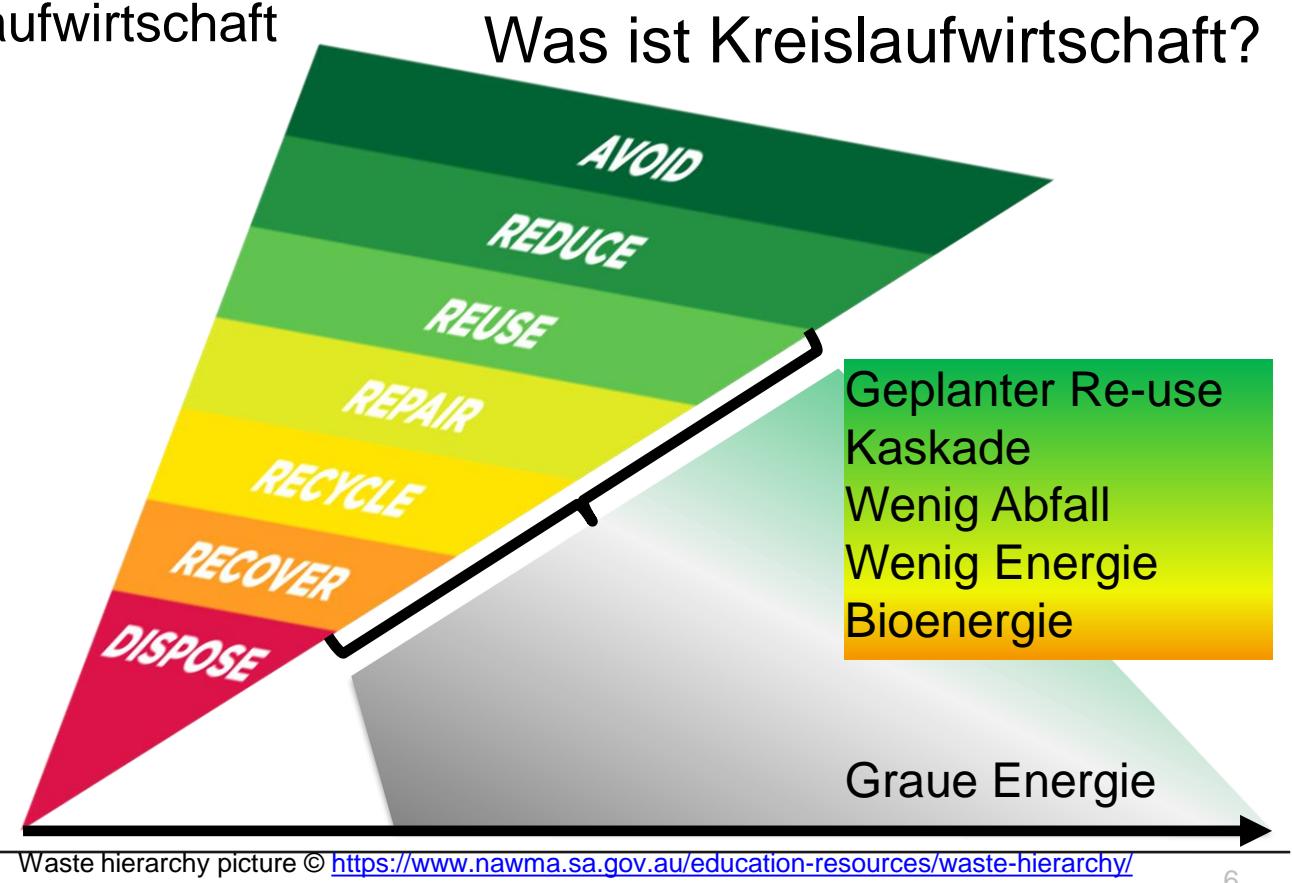
- Die höchsten Re-use bzw. Recyclingraten im Bauwesen bestehen für mineralische Restmassen
- Fast alles kann man zerkleinern, einschmelzen, umformen
- Holz ist ein Störstoff in der Rückgewinnung mineralischer Baurestmassen
  - Holz hat derzeit keinen Fokus in der Schad- und Störstofferkundung
  - Holz muss entfernt werden, bevor Abbruch erfolgen kann
  - Kaskadische Holznutzung scheint damit selbstverständlich zu sein
- Altholznutzung abseits der Kaskade ist **noch** eine Nische

# Standortbestimmung Kreislaufwirtschaft

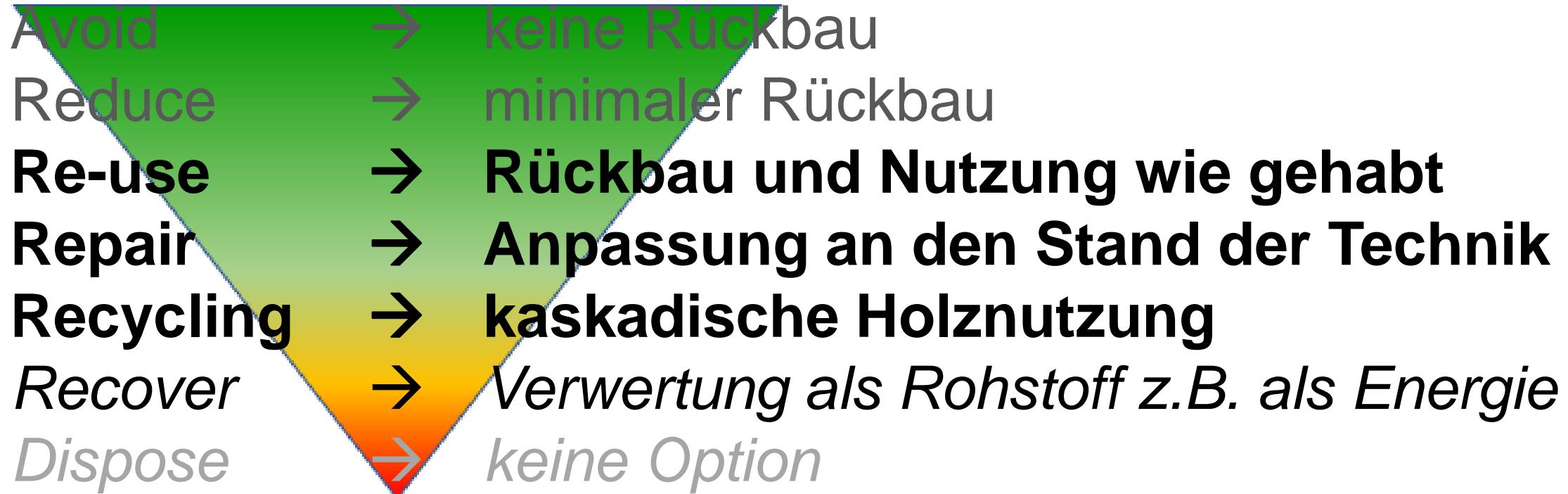
- Zirkulär 4
  - Re-use 2
  - Kreislauf 1
  - Rückbau 1 **Schlagworte in den Titeln der Beiträge zum 27. IHF 2023**
  - Sanieren 1
  - Recycling 0
  - Lebensdauer 0
  - End of Life 0
    - Von etwa 85 Beiträgen zu dieser Veranstaltung
  - **Etwa 10% der Beiträge mit direktem Bezug**
-

# Meinungen aus der österreichischen Holz-Bau-Branche

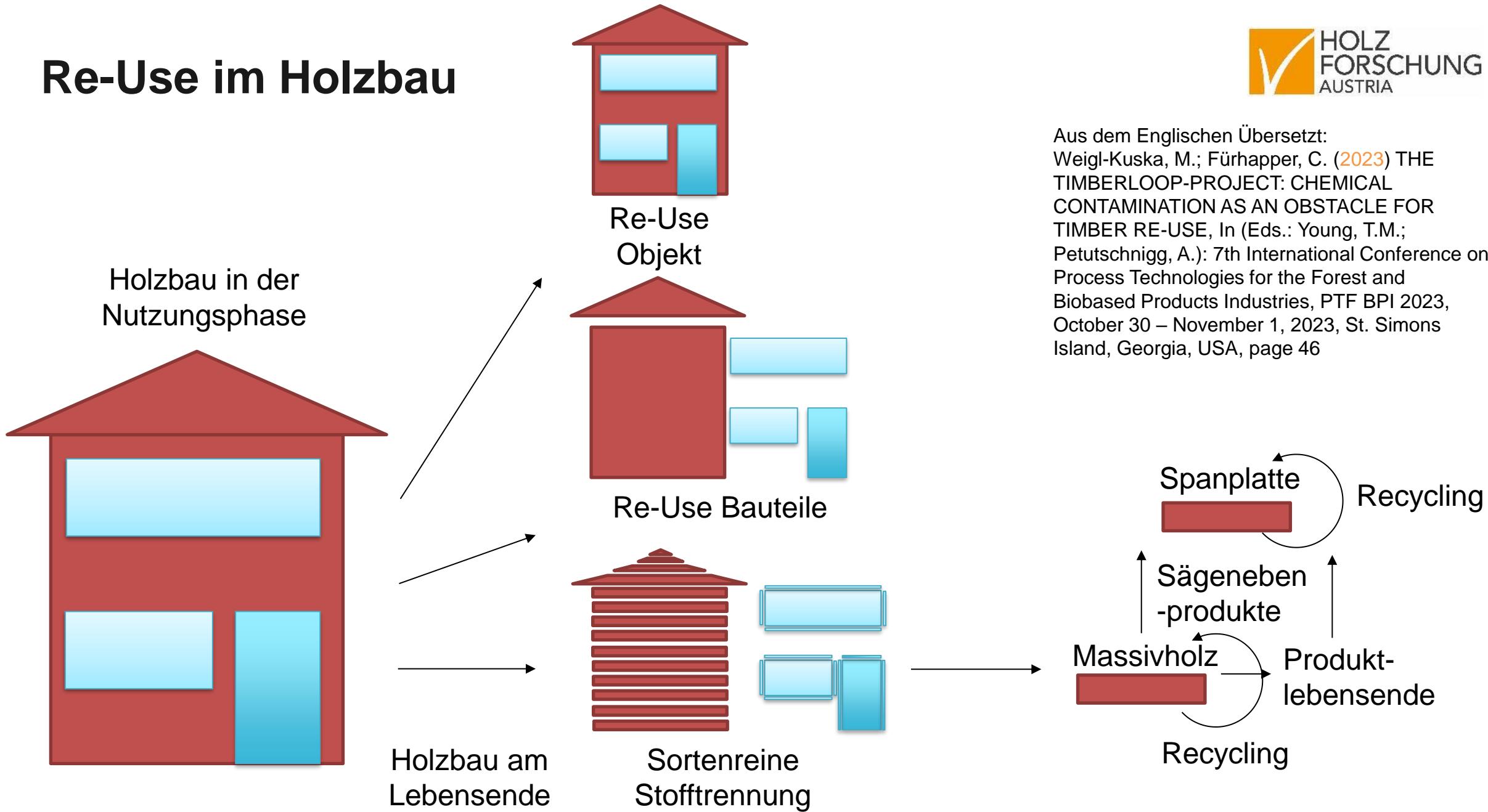
- Umfrage 2022: ausgewählte KOI (n=19)
- 57 Detailfragen
  - Grundsätzliches Verständnis der Kreislaufwirtschaft
  - Objektbau
  - Fertighausbau
  - Architektur



# Abfallhierarchie – Szenarien für einen 2. Lebenszyklus von Holz



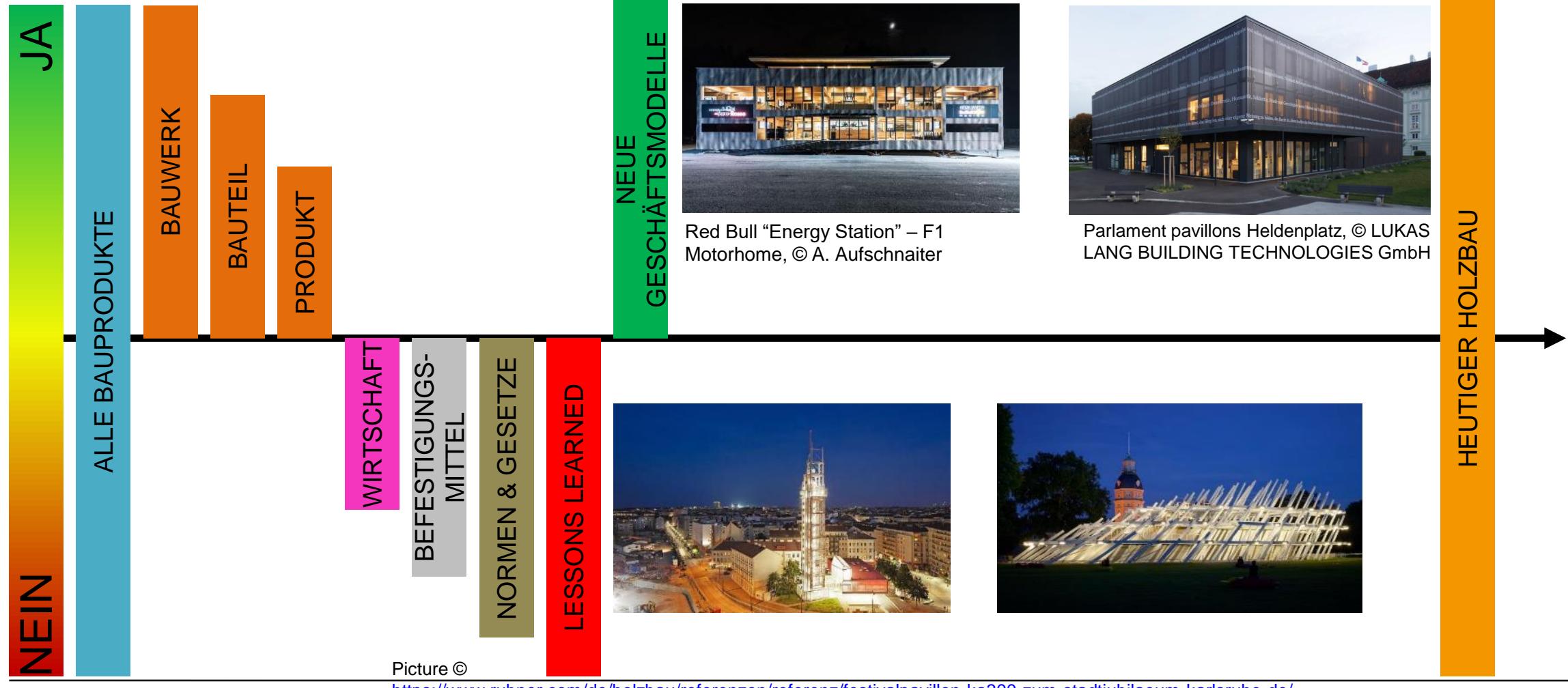
# Re-Use im Holzbau



Aus dem Englischen Übersetzt:  
Weigl-Kuska, M.; Fürhapper, C. (2023) THE  
TIMBERLOOP-PROJECT: CHEMICAL  
CONTAMINATION AS AN OBSTACLE FOR  
TIMBER RE-USE, In (Eds.: Young, T.M.;  
Petutschnigg, A.): 7th International Conference on  
Process Technologies for the Forest and  
Biobased Products Industries, PTF BPI 2023,  
October 30 – November 1, 2023, St. Simons  
Island, Georgia, USA, page 46

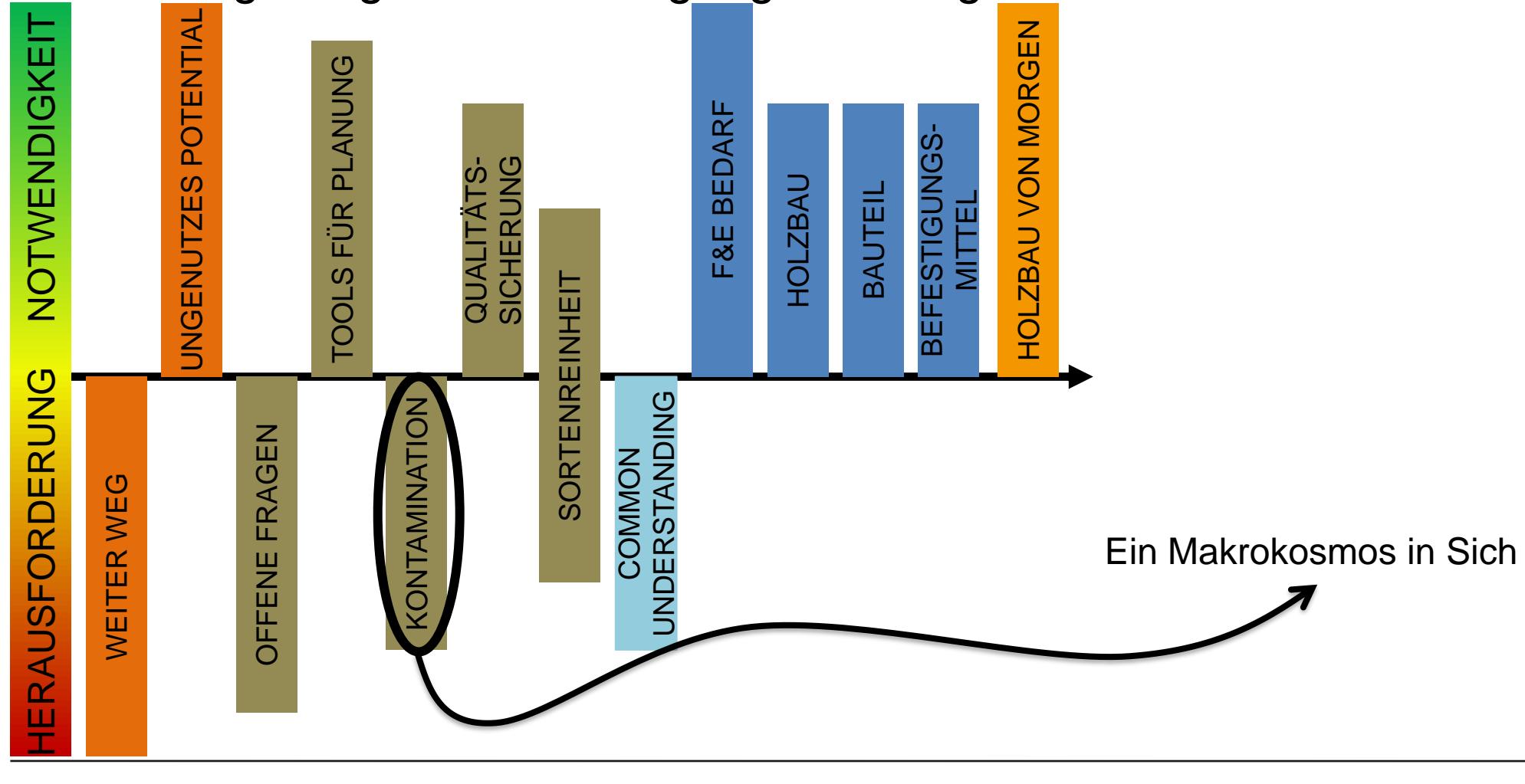
# Meinungen (2022)

- Re-use im Holzbau?



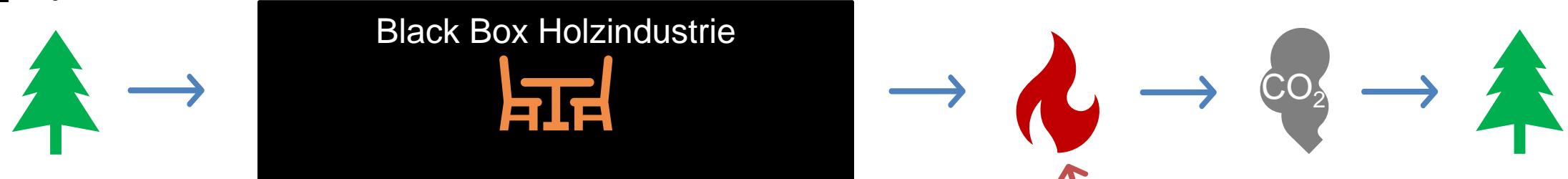
# Meinungen (2022)

- Schlussfolgerungen zum Übergang Richtung Re-use im Holzbau

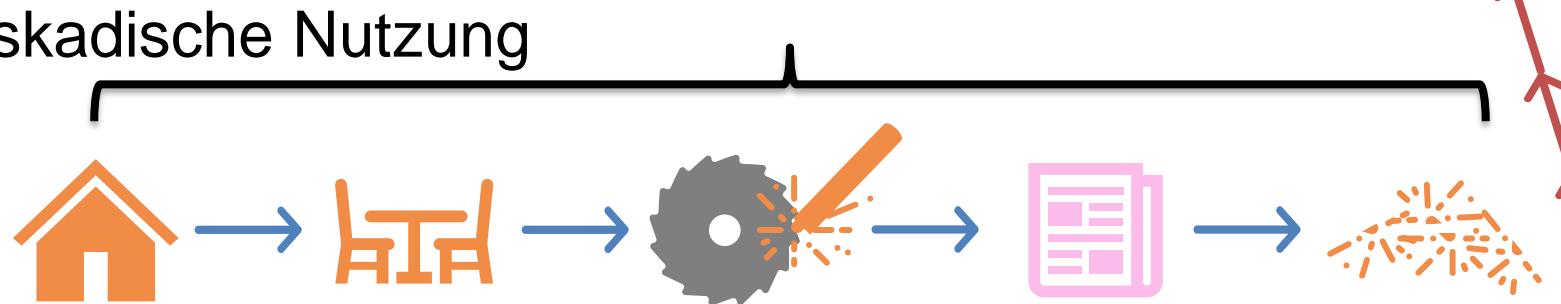


# Kreislaufwirtschaft in der Holzindustrie

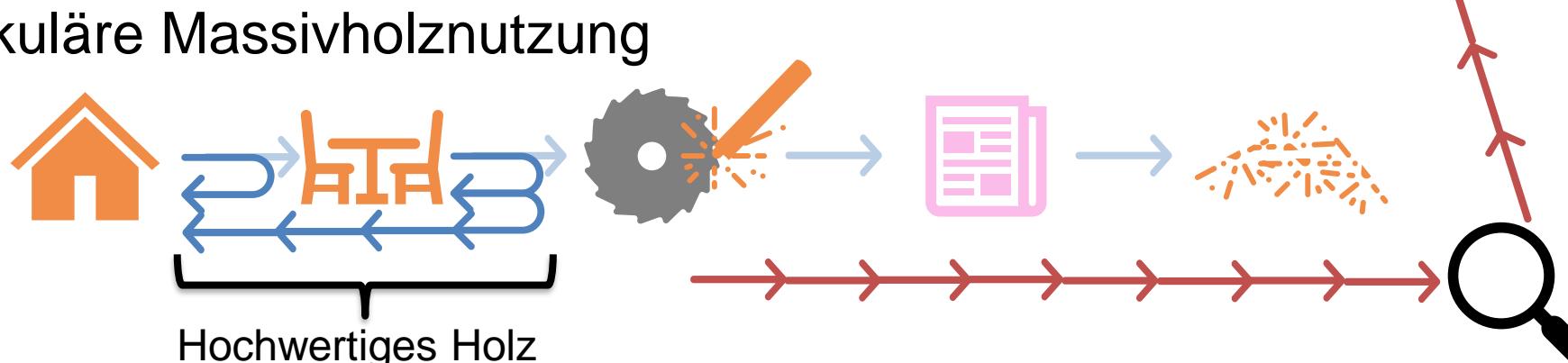
- CO<sub>2</sub> Zyklus



- Kaskadische Nutzung



- Zirkuläre Massivholznutzung



# Grenzwerte – eine grenzwertige Angelegenheit...

	Recyclingholz für stoffliche Anwendungen			Recyclingholz für Verbrennung	Natürliches Holz für Verbrennung	u.a. chem. beh. Gebrauchtholz
Parameter	RecyclingholzV (AT) bis 2020 Median [mg/kg]	RecyclingholzV (AT) seit 2020 Median [mg/kg]	Altholz-V (DE) [mg/kg]	AVV (AT) Median für Ersatzbrennstoffe [mg/kg]	ISO 17225-2 Klasse A1 [mg/kg]	ISO 17225-9 Klasse I4 [mg/kg]
F	15	15	100	15	-	-
Cl	250	250	600	250	200	$\leq 1000$
S	-	-	-	-	400	$\leq 1000$
As	1,2	1,2	2	1,2	1	$\leq 4$
Pb	10	15	30	10	10	$\leq 30$
Cd	0,8	0,8	2	0,8	0,5	$\leq 2$
Cr	10	10	30	10	10	$\leq 30$
Co	-	-	-	-	-	-
Cu	-	-	20	-	10	$\leq 50$
Fe	-	-	-	-	-	-
Hg	0,05	0,05	0,4	0,05	0,1	$\leq 0,1$
Ni	-	-	-	-	10	-
Zn	140	140	-	140	100	$\leq 100$
PCP	-	-	3	-	-	-
Lindan	-	-	-	-	-	-
PAK (16 EPA)	2	-	!	2	-	-
PCB	-	-	5	-	-	-

# Österreichischer Pragmatismus

- Quellensorтировung von Altholz
  - Stofflich vs. energetisch
  - Keine Verwertung (gefährlich)
  - Kein Altholz (< 50% Holzanteil)
- 5 stellige Abfallschlüsselnummer (nicht harmonisiert)
  - Kann in unterschiedlichen Sortierungen gleich sein, z.B.
    - SN 17218 Holzabfälle, organisch behandelt (z.B. Lacke, Beschichtungen)
- Holzmöbel → stofflich → SN 17218

Altholz mit Bitumenanstrich, Dachpappe → energetisch → SN 17218
- Manche Materialien müssen thermisch entsorgt werden (z.B. Fenster, Türen, Holzschutzmittel behandeltes Holz, kontaminiertes Holz, angebranntes Holz,...)
- Abfallschlüsselnummer ist keine Informationsquelle für Zirkularität



# Untersuchung an historischen Daten

## ■ 129 Proben Altholz aus unterschiedlichen Quellen

- Bretter unbekannter Herkunft
- Fenster
- Dachkonstruktion
- Decken
- Fußboden und Unterboden
- Ausschuss aus der Altholzverarbeitung

Dies repräsentiert etwa das zweitbeste Material nach großvolumigem Holz (z.B. CLT), welches technisch gesehen stoffliche Anwendungen finden könnte. Somit ist es eine kritische Auswahl, welche potentiell zukünftiges Altholz für die Verbrennung darstellt.

## ■ Chemische Analyse der geforderten und sinnvoller Parameter

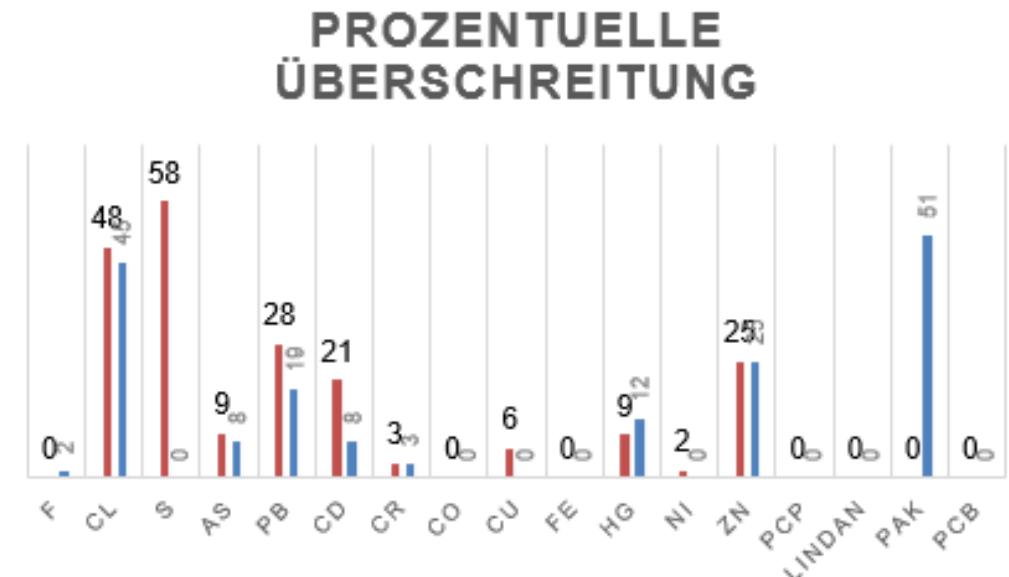
- Nichtmetalle: F, Cl, S
- (Schwer)-Metalle: As, Pb, Cd, Cr, Co, Cu, Fe, Hg, Ni, Zn
- Organische Biozide: PCP, Lindan
- Weitere organische Kontaminationen: PAK (16 EPA), PCB



# Untersuchung an historischen Daten

- Wenn die beste Qualität in den Re-use geht: Was bedeutet das für die Residuen (energetische Fraktion)?
- Antwort: ISO 17225-2 A1 / AVV / ISO 17225-9 I4

- S (58% / 21%)
- Cl (48% / 45% / 4%)
- Pb (28% / 19% / 7%)
- Zn (25% / 25% / 14%)
- Cd (21% / 8% / 2%)
- As (9% / 8% / 2%)
- Hg (9% / 12% / 5%)
- PAK (51%)
- 89% der Proben würden ISO 17225-2 Kriterien nicht erfüllen!
- 95% der Proben würden AVV Kriterien nicht erfüllen!



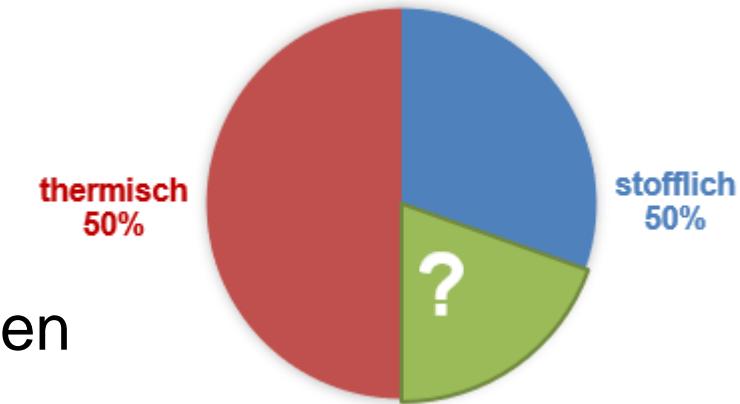
Aber „nur“ 29% des gesamten Datensatz erfüllen nicht ISO 17225-9 I4  
Bzw. 49% der Proben für die thermische Nutzung

# Untersuchung an historischen Daten – Schlussfolgerungen

- Quellensorientierung macht Sinn in Hinblick auf unterschiedliche Anwendungen...
  - ...aber sie sollte von chemischer Analytik begleitet sein
- Evaluierungskriterien sollten harmonisiert werden
  - Selbe Parameter (z.B. AT vs. DE)
  - Grenzwerte sollte eine toxikologische Basis haben
  - Weitere Länder sollten gut etablierte Regelungen übernehmen
- Das Gesamtsystem ist zu komplex
- Schnelle vor Ort Methoden werden für hochauflösende Analysen benötigt
- Erhöhte zirkuläre Holznutzung wird zukünftig die Qualität von Altholz in der Verbrennung reduzieren

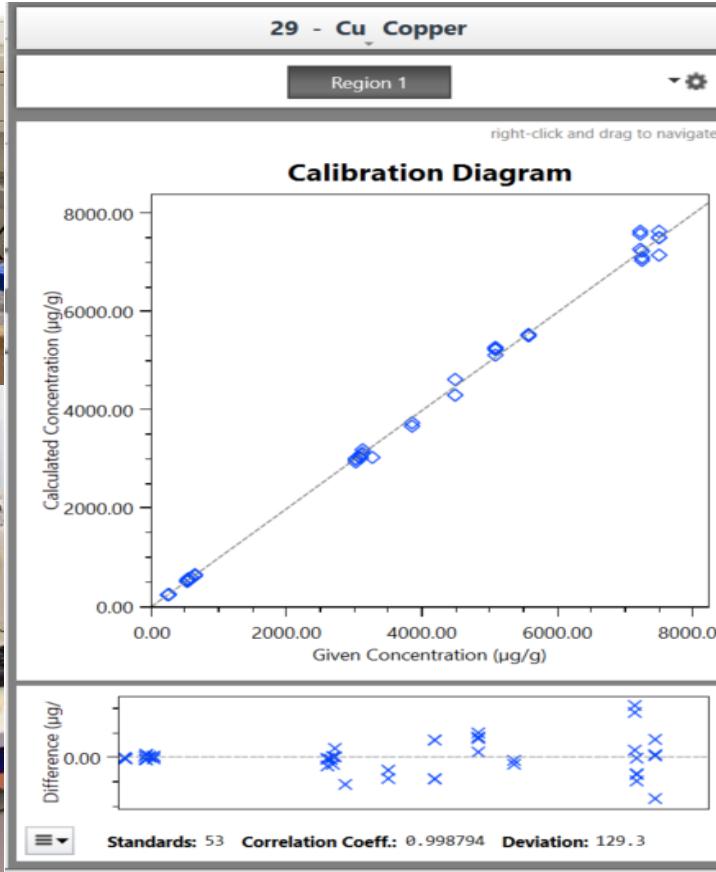
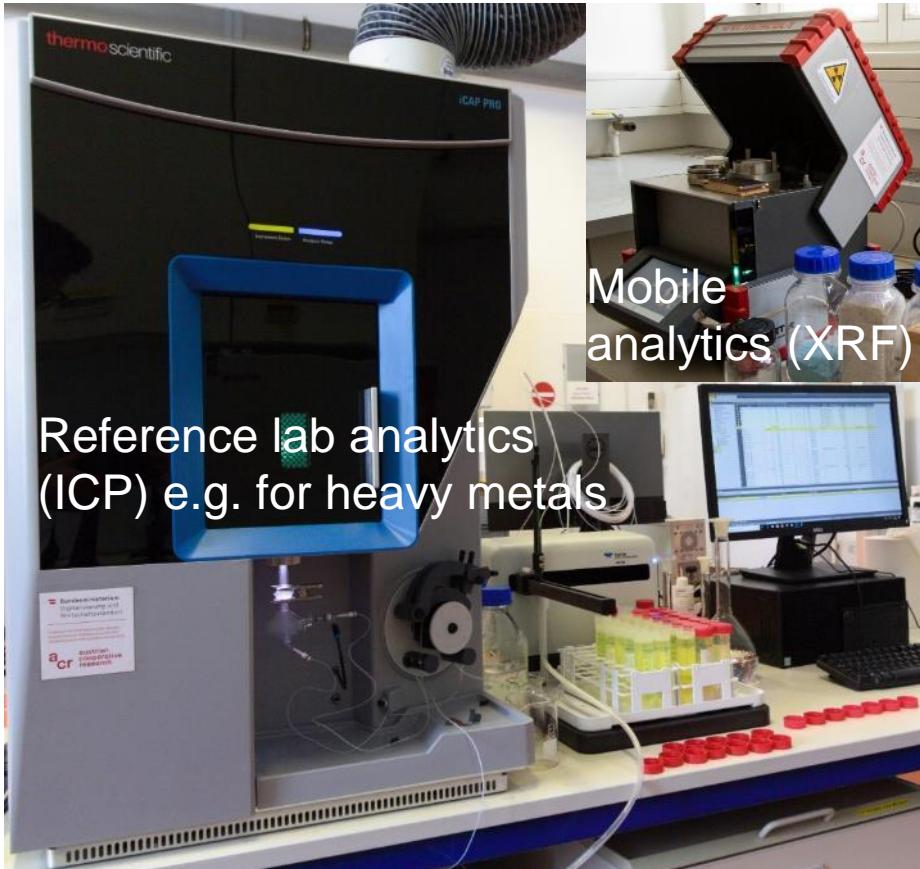
# Untersuchung an historischen Daten – Schlussfolgerungen

- Bisherige Analyse fokussiert nicht auf alle möglichen Holz- und Flammschutzmittel...
  - Cu und PCP z.B. keine Altholzparameter in AT
  - Br, I werden überhaupt nicht im Altholz-Kontext analysiert
  - Kein Fokus auf aktuelle, demnächst auslaufende oder bereits aufgelassene HSM oder FSM (Biozide, P, B)
- Nach dem Vermeidungsprinzip müsste weit über die gesetzlichen oder sonstigen Vorgaben hinaus gemessen werden
- Ein komplexes System noch komplexer machen kann nicht der Weg sein...
- ...Re-use im Holzbau darf aber auch keinen Skandal erleben!



# Schnellbestimmung vor Ort am Bsp. Kupfer

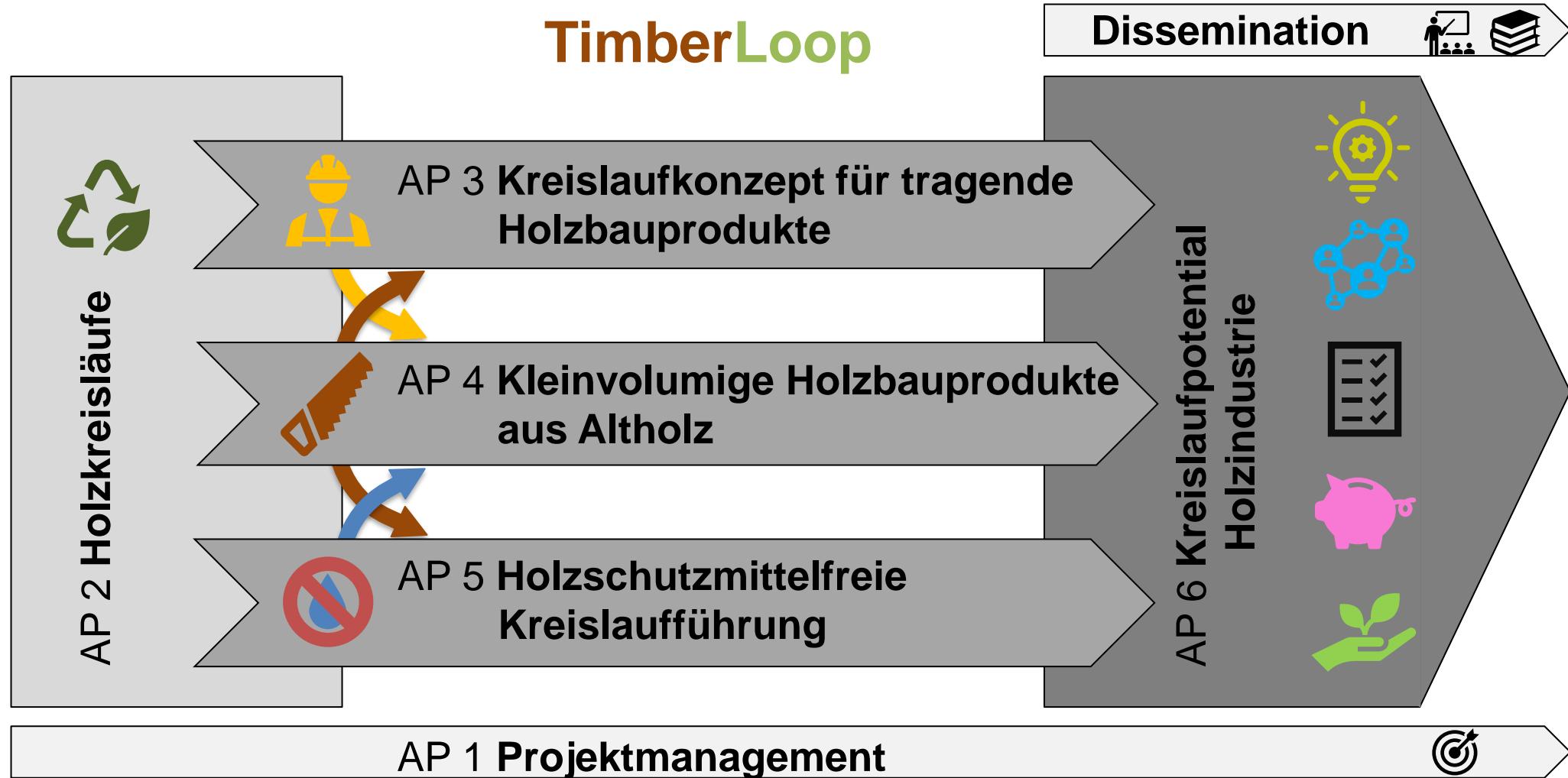
- Cu aus Holzschutzmitteln und natürlichen Ursprungs



Auch anwendbar für Unterscheidung von Flammschutzmitteln (Br als Analyt,  
**HBCD (CAS: 3194-55-6)**  
vs. **p-FR (CAS: 1195978-93-8)**) in EoL XPS

- Gute Übereinstimmung zwischen Methoden; schnell und reproduzierbar

# TimberLoop Arbeitspakete



# Re-use für tragende Holzbauprodukte

- Entwicklung von Konzepten für die Planung und Dimensionierung für den nächsten Produktlebenszyklus



© HFA

# Re-manufacture

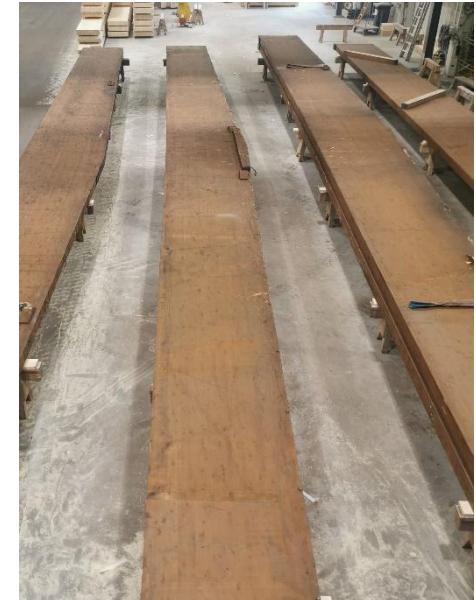
- Entwicklung von Methoden zur Auftrennung von Holzbauprodukten am ersten EoL und Performance Assessments für **daraus neu geschaffene Holzbauprodukte**



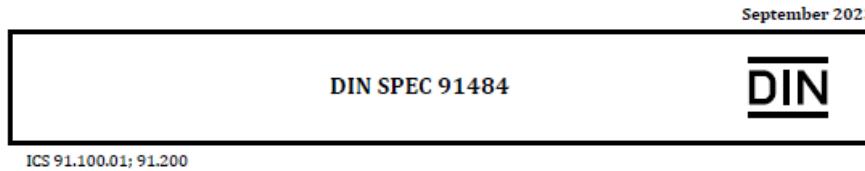
© HFA



**Re-manufacture?**



# Pre-demolition audit sheet



Verfahren zur Erfassung von Bauprodukten als Grundlage für Bewertungen des Anschlussnutzungspotentials vor Abbruch- und Renovierungsarbeiten (Pre-Demolition-Audit);  
Text Deutsch und Englisch

Procedure to record building materials as a base to evaluate the potential for a high-quality reutilization prior to demolition and renovation work (pre-demolition audit);  
Text in German and English

- TimberLoop: Adaptierung für Holz
- Ziel
  - Assessment von Material für den Rückbau
  - Assessment möglicher Re-use

## DIN-Standard für Bauprodukte zur Wiederverwendung

Die neue DIN SPEC 91484 soll eine einheitliche Methode bieten, um das volle Potenzial von Bauprodukten für hochwertige Anschlussnutzungen zu erfassen.

18.08.2023



Markus Vogelbacher, Pixelio.de

# Förderung und Unterstützung

- „Dieses Projekt wird aus Mitteln des Waldfonds, einer Initiative des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Regionen und Wasserwirtschaft gefördert und im Rahmen des Programms Think.Wood der Österreichischen Holzinitiative durchgeführt.“

= Bundesministerium  
Land- und Forstwirtschaft,  
Regionen und Wasserwirtschaft



= Waldfonds  
Republik Österreich  
Eine Initiative des Bundesministeriums  
für Landwirtschaft, Regionen und Tourismus



- Mit freundlicher Unterstützung

**h**  
FACHVERBAND  
HOLZINDUSTRIE  
ÖSTERREICH



**Dr. Martin Weigl-Kuska**  
[m.weigl-kuska@holzforschung.at](mailto:m.weigl-kuska@holzforschung.at)

Tel. +43/1/798 26 23-839

[www.holzforschung.at](http://www.holzforschung.at)