

Gewölbebrücken: CO₂ – Bilanzierung von Teil- und Vollerneuerung

Fachtagung Umweltschutz in Projekten // 16./17.01.2024 // Fulda

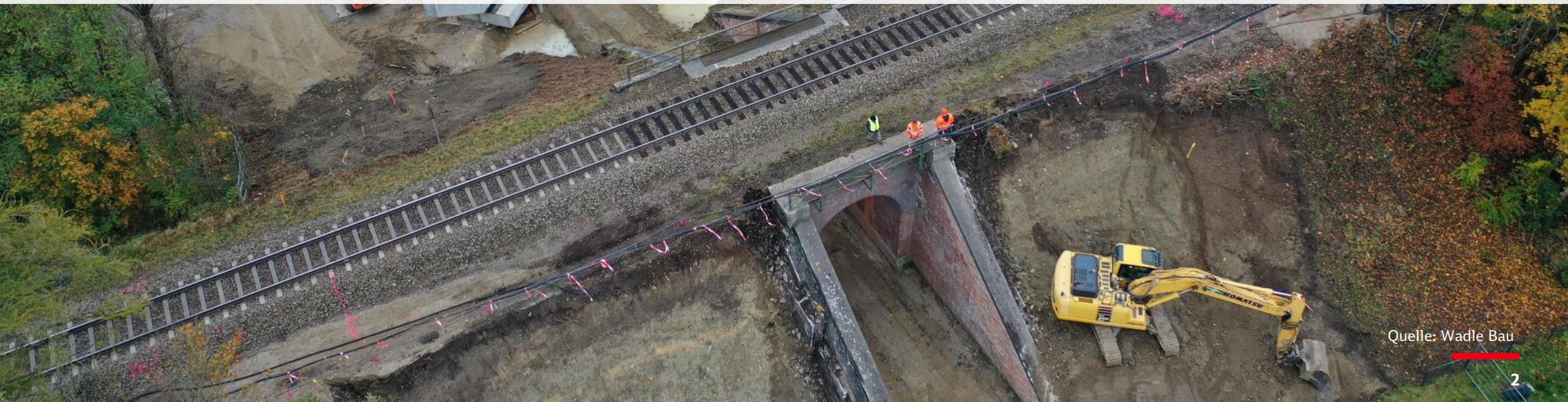
Conrad Pelka; Baukapazitätsmanagement, Umwelt und Logistik (I.NIG 41) & Institut für Massivbau, TU Dresden

 **IMB** Institut für
Massivbau

Pelka/Elstertalbrücke



Warum ist Erhalt so schwer ?

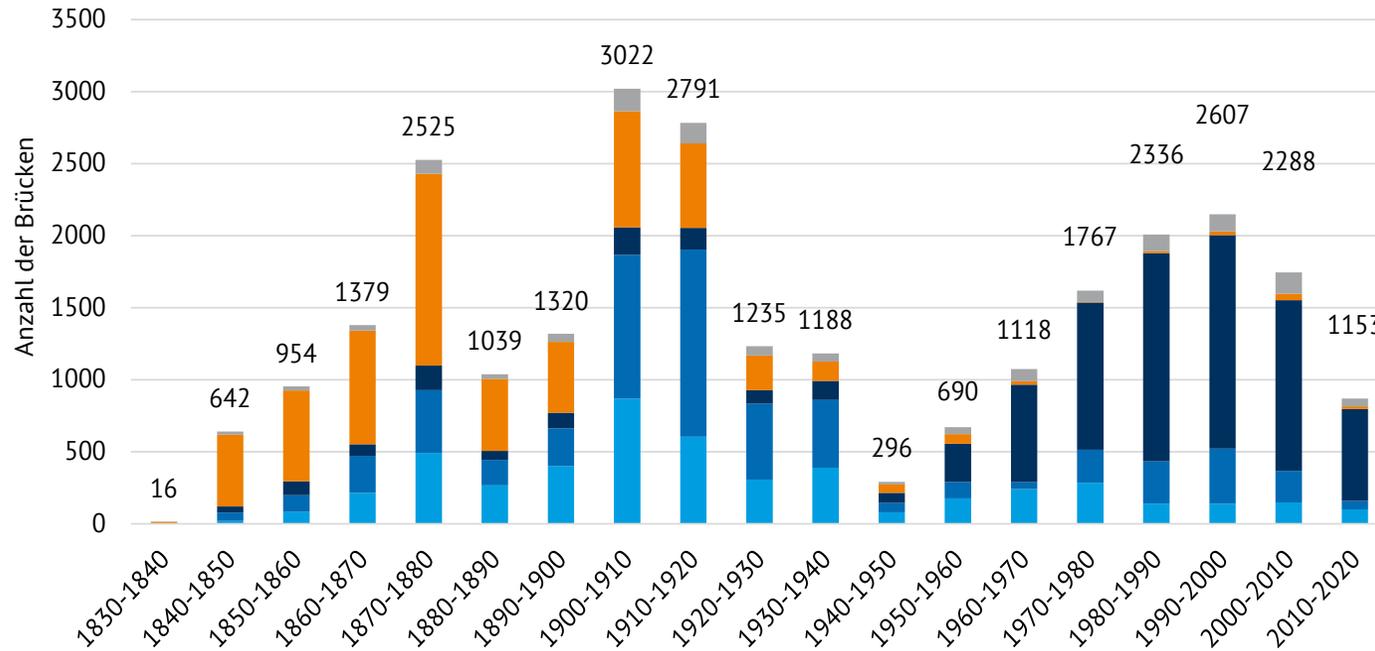


Gewölberückenbestand & Notwendigkeit des Umdenkens



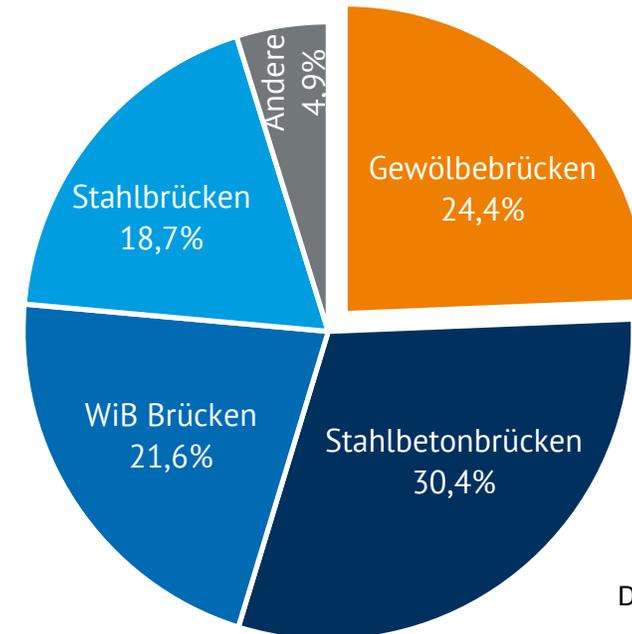
Gewölbebrückenbestand & Notwendigkeit des Umdenkens

Verteilung von 1830 bis 2020 → Abhängigkeit vom Material/Baustoff

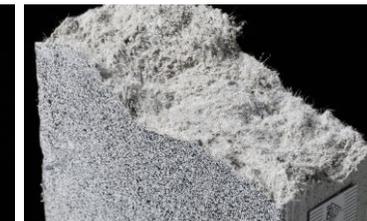
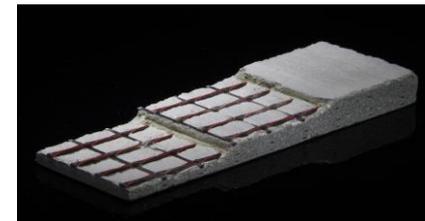


Altersstruktur der Eisenbahnbrücken in Deutschland (Stand Okt. 2020)

Monka-Birkner, TU Dresden



Verteilung der Bauwerksarten in Deutschland (Stand Okt. 2020)



ab 1830

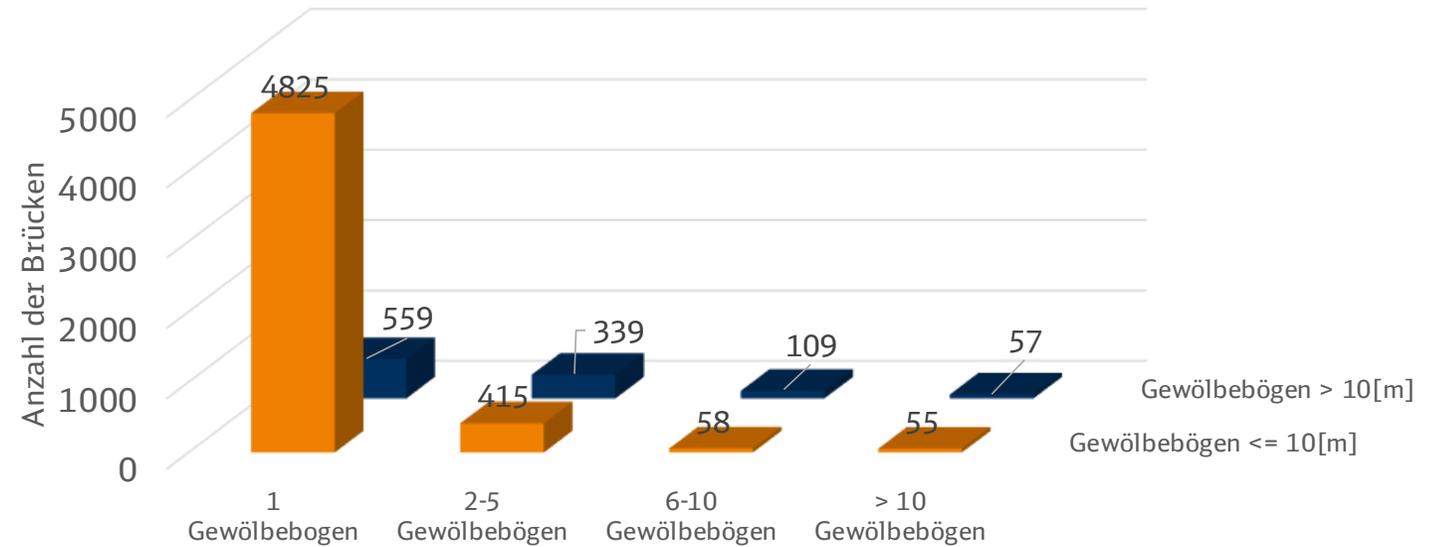
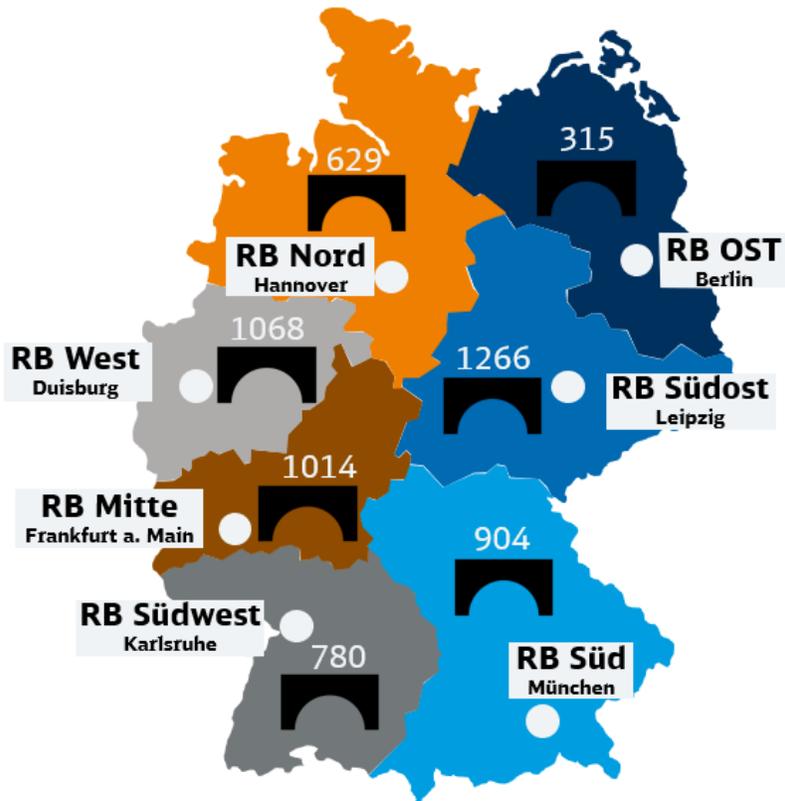
ab 1840

ab 1900

ab ca. 2025

Gewölbebrückenbestand & Notwendigkeit des Umdenkens

Detaillierte Brückenverteilung von Gewölben im Netz

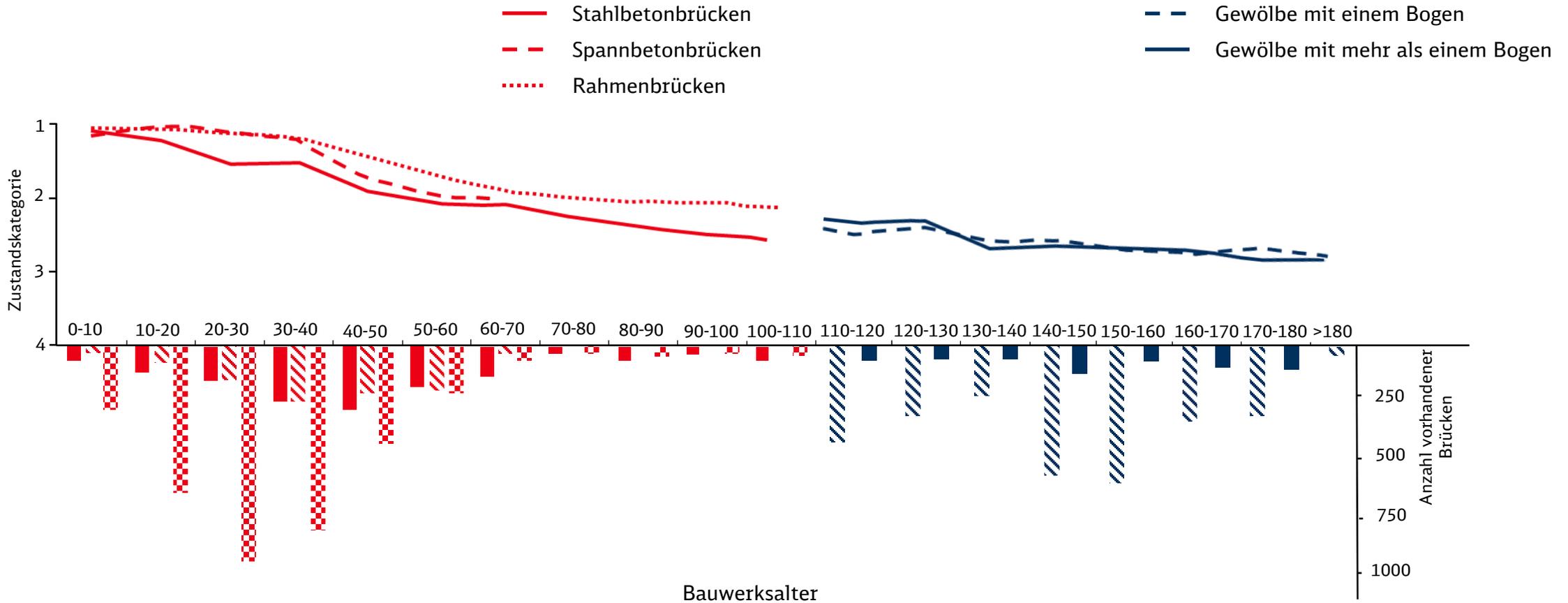


Verteilung der Bauwerksarten in Deutschland (Stand Feb. 2021, Pelka)

■ Gewölbebögen ≤ 10[m] ■ Gewölbebögen > 10[m]

Gewölbebrückenbestand & Notwendigkeit des Umdenkens

„Entwicklung von Zustandskategorien in verschiedenen Bauformen“



Quelle: H. Naraniecki; Zustandsentwicklung und - Prognose von Eisenbahnbrücken

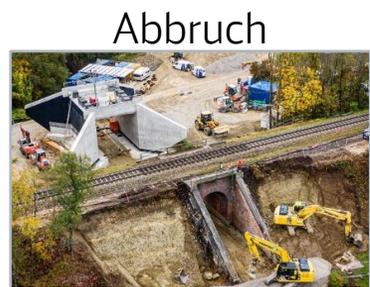
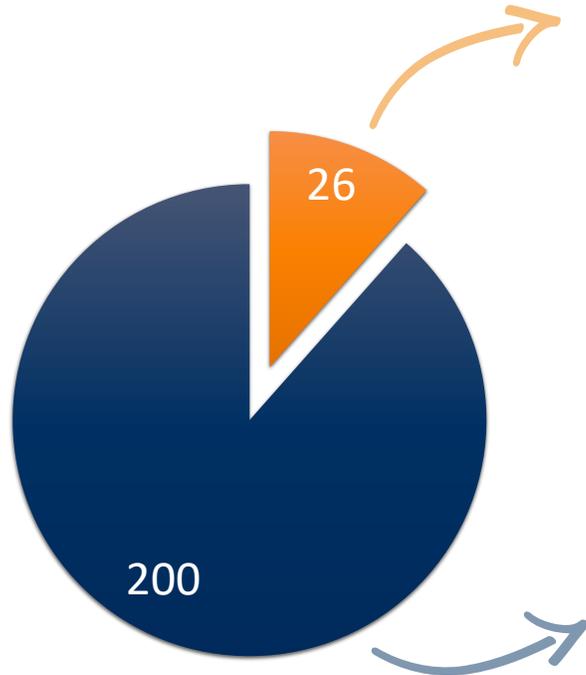
Quelle: J. Keßler; C. Pelka; Klassifizierung der Gewölbebrücken im Netz der Deutschen Bahn

Gewölbebrückenbestand & Notwendigkeit des Umdenkens

Aktuellen Kenntnisstand nutzen, um Erhalt zu optimieren

Erkenntnisse LuFV II

Verteilung der
Gewölbeerneuerungen
in der LuFV II (2015 – 2019)



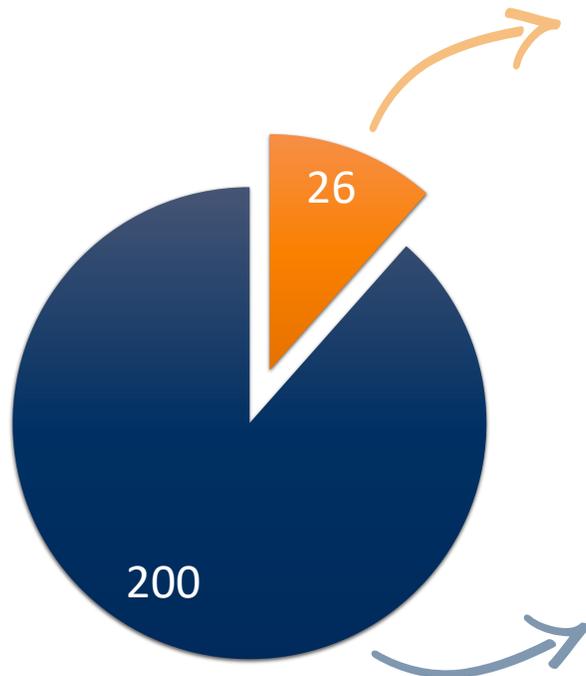
Ableitung Zielbilder LuFV III ff.

Gewölbebrückenbestand & Notwendigkeit des Umdenkens

Aktuellen Kenntnisstand nutzen, um Erhalt zu optimieren

Erkenntnisse LuFV II

Verteilung der Gewölbeerneuerungen in der LuFV II (2015 – 2019)



Ableitung Zielbilder LuFV III ff.



Finanzierung

Checkliste zur Prüfung der Aktivierungsfähigkeit von Baumaßnahmen an Gewölbebrücken

Hinweis: Interne Unterlage für die Planung und zur Abstimmung mit der Anlagenbuchhaltung

Im Zuge der Grundinstandsetzung/Wiederherstellung von Gewölbebrücken ist zu entscheiden, ob die Kosten der Baumaßnahme als Instandhaltungsaufwand oder als zu aktivierende Herstellungskosten anzusehen sind. Bitte füllen Sie hierzu die folgenden 4 standardisierten Kriterien aus.

Projektbezeichnung:

Hinweis: Bitte die Projektbezeichnung eintragen

1. Kriterium: Ermittlung der Restnutzungsdauer
 Restnutzungsdauer = 0 Jahre, Anlage ist komplett abgeschlossen.
 Hinweis: Bitte JA oder NEIN auswählen

2. Kriterium: Technischer Maßnahmenumfang (Herleitung der inhaltlichen Wesentlichkeit)
 Folgende Funktionalitäten bei Gewölbebrücken werden wieder hergestellt:

2.1 Rohbau/Tragkonstruktion - Tragfähigkeit wieder herstellen
 Hinweis: Bitte JA oder NEIN auswählen

2.2 Abdichtung - Abdichtung vollständig erneuern
 Hinweis: Bitte JA oder NEIN auswählen

2.3 Mauerwerk - Mauerwerk grundhaft instanzieren
 Hinweis: Bitte JA oder NEIN auswählen

2.4 Entwässerung - Entwässerungssystem grundhaft instanzieren
 Hinweis: Bitte JA oder NEIN auswählen

Zusammenfassung
Hinweis: Bitte JA oder NEIN bei allen Unterpunkten 2.1 - 2.4 auswählen
Beispielarbeiten können im Blatt Arbeitshilfe unter Punkt 3.1 eingesehen werden

3. Kriterium: Finanzieller Maßnahmenumfang (Herleitung der finanziellen Wesentlichkeit)
 Die Kosten der Baumaßnahmen betragen mindestens 2 Mio. € oder die Kosten sind größer als 30% der mittels SK.Express bestimmten Kosten für einen Neubau.
 Hinweis: Bitte JA oder NEIN auswählen

4. Kriterium: Neue Nutzungsdauer
 Nach Durchführung der Baumaßnahmen beträgt die neue Nutzungsdauer mind. 50 Jahre.
 Hinweis: Bitte JA oder NEIN auswählen

Ergebnis: Hinweis: Bitte JA oder NEIN bei allen Kriterien auswählen u. Projektbezeichnung füllen

Unterschriften: Datum, Projektleiterin Datum, Anlagenbuchhalterin

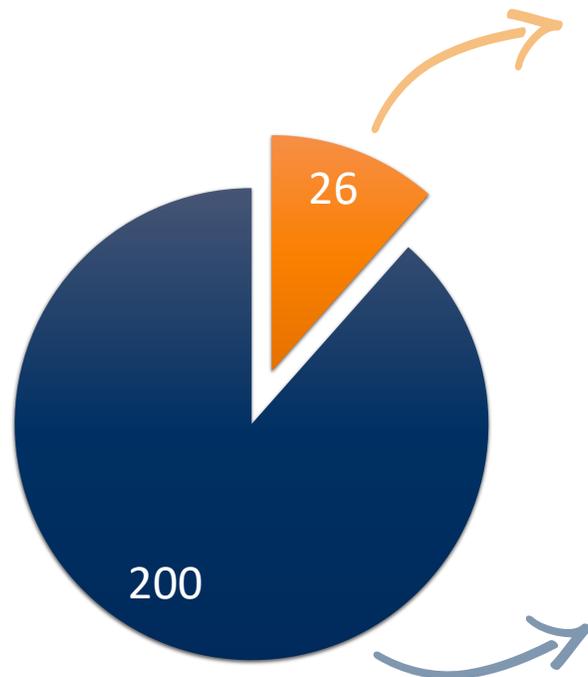
Hinweis: Bitte der Checkliste die aktuelle Bauwerksbegutachtung u. Bst. beilegen. Bei einer fortgeschrittenen Planung können auch andere Unterlagen mit ähnlichen Inhalten beigelegt werden.

Gewölbebrückenbestand & Notwendigkeit des Umdenkens

Aktuellen Kenntnisstand nutzen, um Erhalt zu optimieren

Erkenntnisse LuFV II

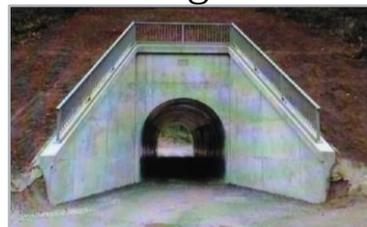
Verteilung der
Gewölbeerneuerungen
in der LuFV II (2015 – 2019)



Fahrbahnplatte



Innentragschalen



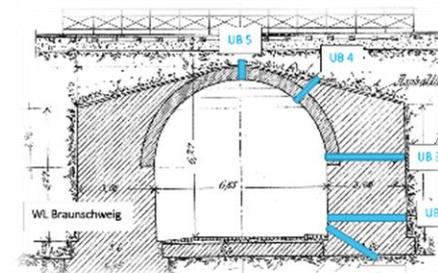
Abbruch



Ableitung Zielbilder LuFV III ff.



Bestandsinformationen

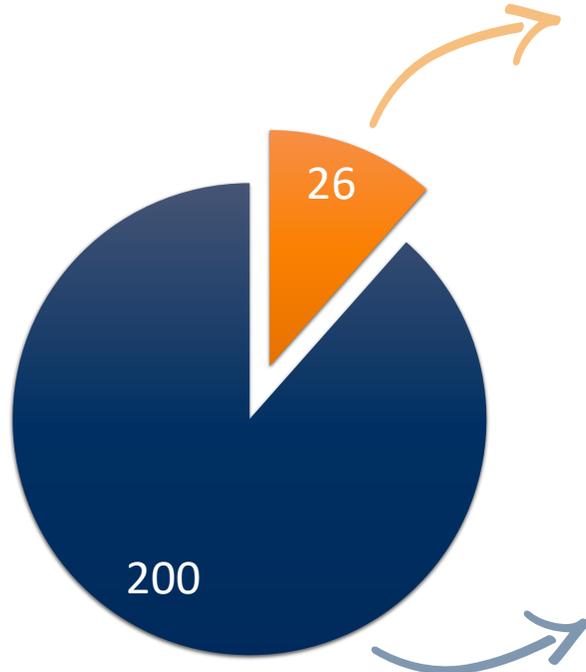


Gewölbebrückenbestand & Notwendigkeit des Umdenkens

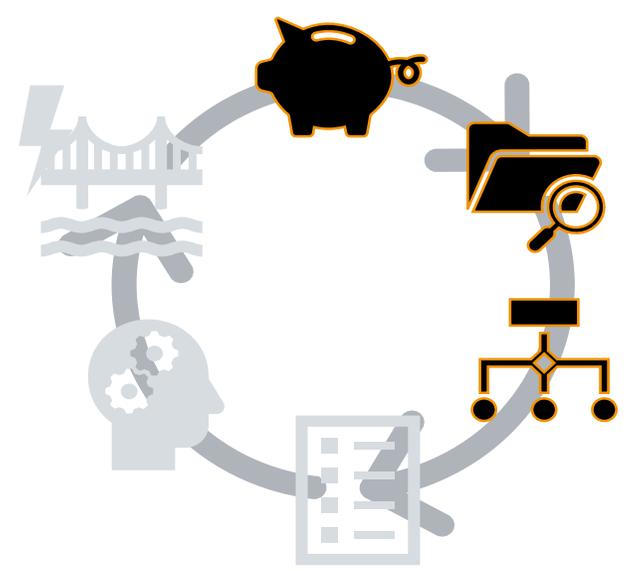
Aktuellen Kenntnisstand nutzen, um Erhalt zu optimieren

Erkenntnisse LuFV II

Verteilung der Gewölbeerneuerungen in der LuFV II (2015 – 2019)



Ableitung Zielbilder LuFV III ff.



Prozesse



N3i-Alt

N3i-Neu

+50 Jahre

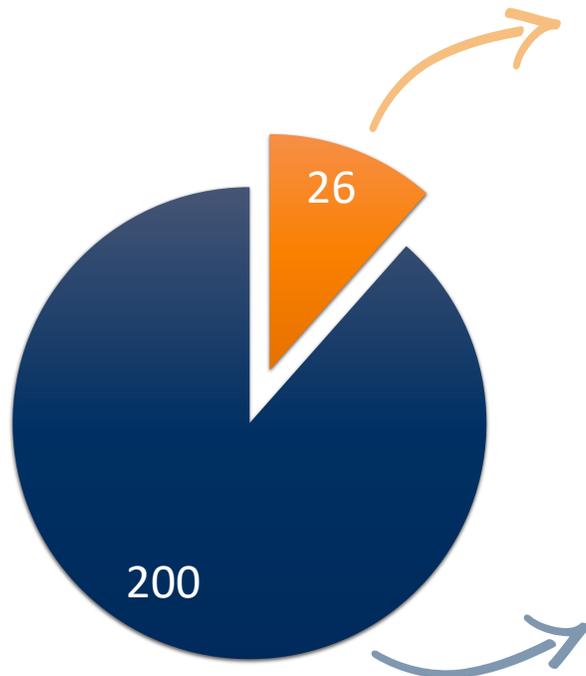
FBP/Rück

Gewölbebrückenbestand & Notwendigkeit des Umdenkens

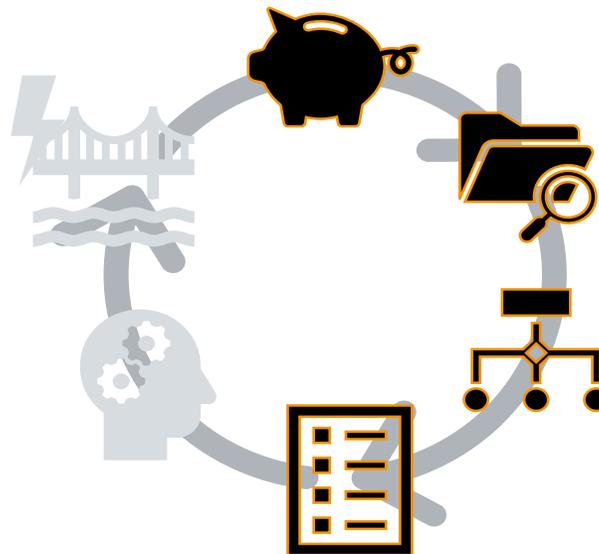
Aktuellen Kenntnisstand nutzen, um Erhalt zu optimieren

Erkenntnisse LuFV II

Verteilung der Gewölbeerneuerungen in der LuFV II (2015 – 2019)



Ableitung Zielbilder LuFV III ff.



Normung

RIL 804 Bestehende Eisenbahngewölbebrücken

DB NETZE

DB Netz AG
Technologiemanagement Fahrwegtechnik
Konstruktiver Ingenieurbau
Maison Landstraße 181
60327 Frankfurt/Main
www.dbnetze.com/fahrweg

- gem. Vertreter -
Dr.-Ing. Eckart Koch
Telefon 069 265 43215
Telefax 069 265 43219
Mobil 0160 974 288 32
eckart.koch@netze.de
Zürcher LVNT 42 (B)

21.12.2012
Richtlinie 804 – Eisenbahnbrücken (und sonstige Ingenieurbauwerke) planen, bauen und instand halten
Inkraftsetzung der Neuherausgabe

Sehr geehrte Damen und Herren,
mit Einführung der Eurocodes wurde eine Überarbeitung der RIL 804 erforderlich. Mit der Veröffentlichung der Neuherausgabe der RIL 804 werden nun die an das europäische Regelwerk angepassten Regelungen bekannt gegeben.

Mit Wirkung vom 01.01.2013 wird die Richtlinie 804 „Eisenbahnbrücken (und sonstige Ingenieurbauwerke) planen, bauen und instand halten“ in Kraft gesetzt.

Die Neuherausgabe wurde mit dem Eisenbahn-Bundesamt abgestimmt.
Der GBR der DB Netz AG war gemäß § 2 BetrVG beteiligt.

Die Neuherausgabe wird in der Zentralen Regelwerksdatenbank – ZRW – eingestellt und für interne Nutzer über www.dboportal.db.de als pdf-Datei abrufbar.

In der Anlage 1 zu diesem Schreiben werden Erläuterungen zur Neuherausgabe der RIL 804 bekannt gegeben.

DB Netz AG
St. Frankfurt am Main
Bahngüterweg
Postfach am Main
60275 Frankfurt
USt-IdNr.: DE199641737

Vorsitzender des
Aufsichtsrats:
Dr. Rüdiger Grube

Verwaltung:
Oliver Korf,
Vorstandsvize

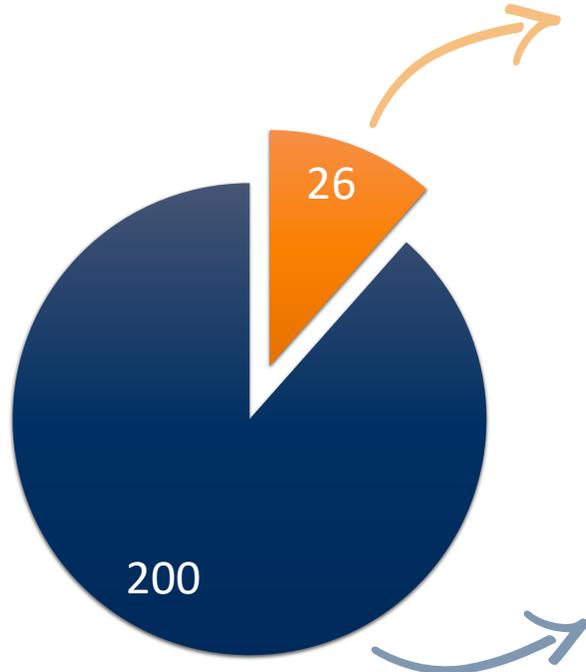
Dr. Roland Baum
Königsplatz
DB Netz AG
Postfach
60473 Frankfurt

Gewölbebrückenbestand & Notwendigkeit des Umdenkens

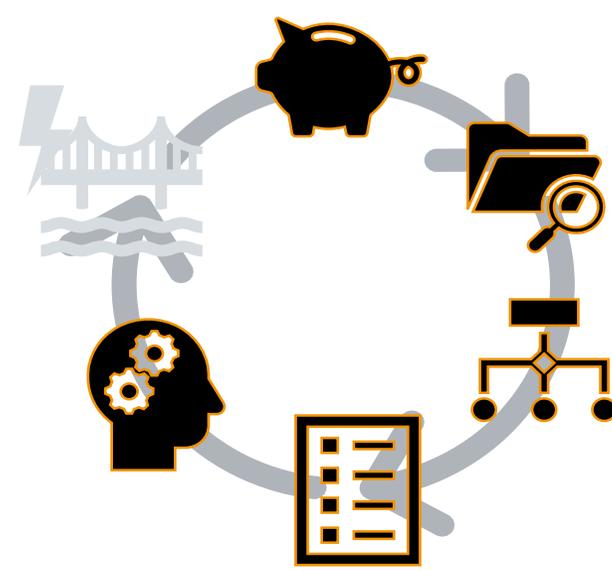
Aktuellen Kenntnisstand nutzen, um Erhalt zu optimieren

Erkenntnisse LuFV II

Verteilung der
Gewölbeerneuerungen
in der LuFV II (2015 – 2019)



Ableitung Zielbilder LuFV III ff.



Know-How

Erfahrungen

ALV & Fachbeauftragten;
Ing. Büros



Nachhaltigkeit

UHFB, Carbonbeton,
Textilbeton
CO₂-Bilanzierung,
Baukultur



Lehrtätigkeit

„Bauen im Bestand“
„Eisenbahninfrastruktur“

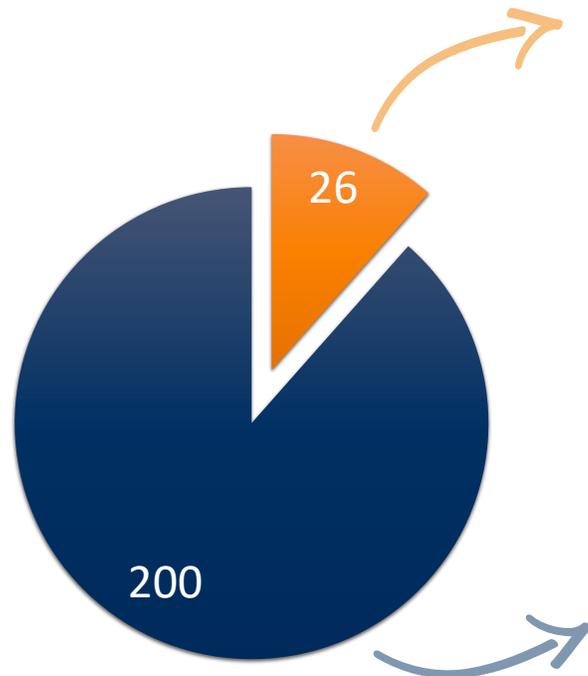


Gewölbebrückenbestand & Notwendigkeit des Umdenkens

Aktuellen Kenntnisstand nutzen, um Erhalt zu optimieren

Erkenntnisse LuFV II

Verteilung der
Gewölbeerneuerungen
in der LuFV II (2015 – 2019)



Fahrbahnplatte



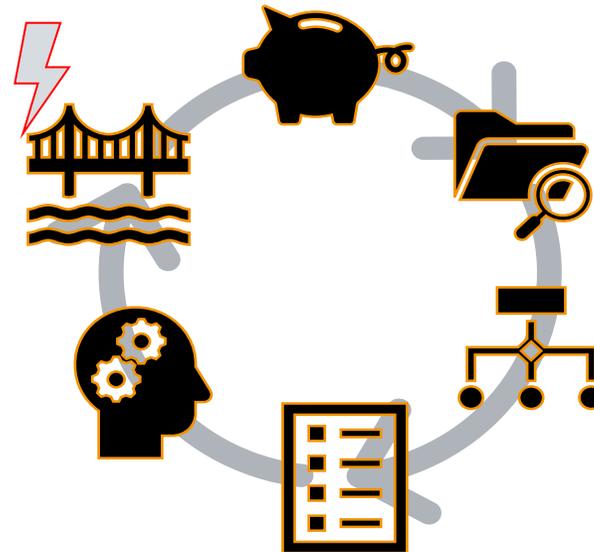
Innentragschalen



Abbruch

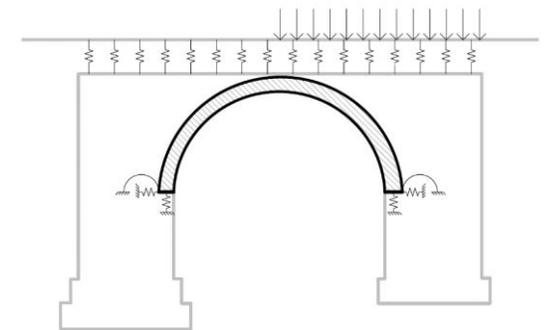


Ableitung Zielbilder LuFV III ff.



Risiko

Statische Nachweisführung



Sperrpausenoptimierung

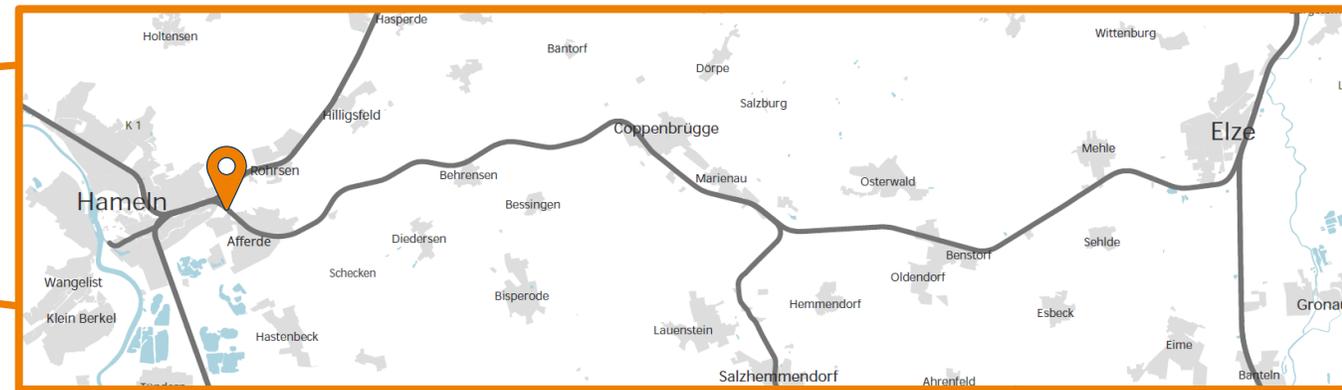
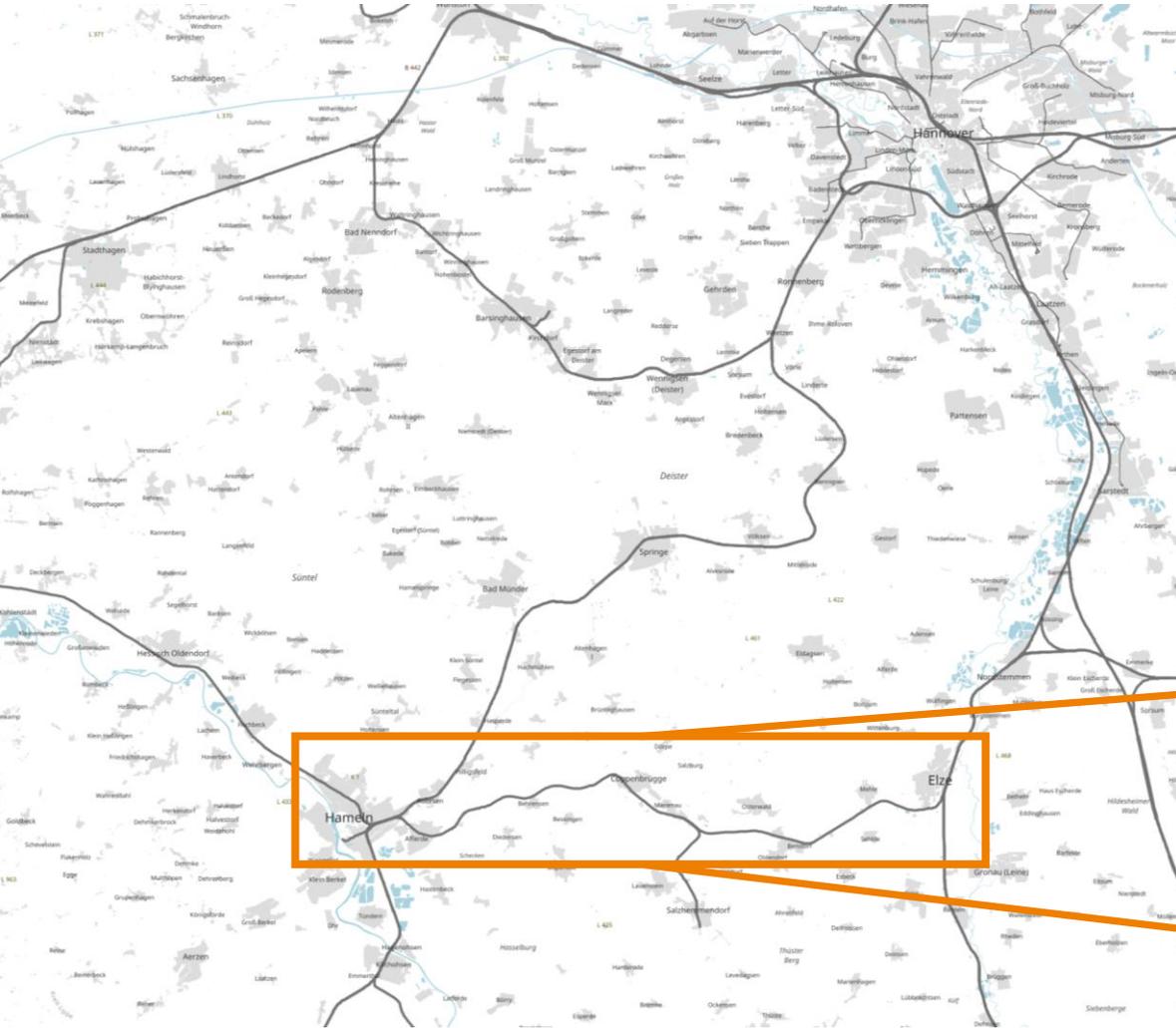


CO₂ – Bilanzierung: Teilerneuerung vs. Vollerneuerung



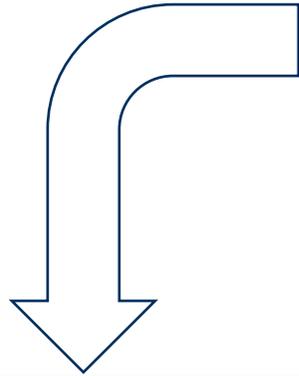
CO2 Ermittlung: Teilerneuerung vs. Vollerneuerung

Nachhaltigkeitsbewertung am Bsp. Gewölbebrücke zu Stahlbetonrahmenbrücke

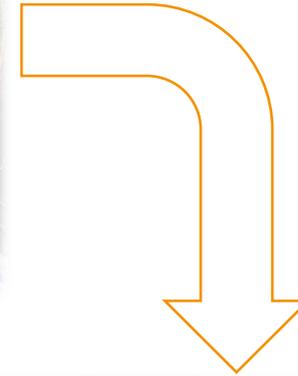


CO2 Ermittlung: Teilerneuerung vs. Vollerneuerung

Nachhaltigkeitsbewertung am Bsp. Gewölbebrücke zu Stahlbetonrahmenbrücke



Vollerneuerung



Teilerneuerung

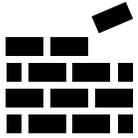


CO2 Ermittlung: Teilerneuerung vs. Vollerneuerung

Nachhaltigkeitsbewertung am Bsp. Gewölbebrücke zu Stahlbetonrahmenbrücke

CO₂ eq in [t]

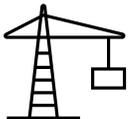
Baustoff



Abbruch



Erdmassen/
BE-Fläche



Schienen-
ersatz



Instand-
haltung



- Rahmenbauwerke
- Gewölbebrücken

CO2 Ermittlung: Teilerneuerung vs. Vollerneuerung

Nachhaltigkeitsbewertung am Bsp. Gewölbebrücke zu Stahlbetonrahmenbrücke

CO₂ eq in [t]

Baustoff	
Abbruch	
Erdmassen/ BE-Fläche	
Schienen- ersatz	
Instand- haltung	

■ Rahmenbauwerke
■ Gewölbebrücken

Neubau Stahlbeton-
Rahmenbauwerk



Erhalt Gewölbe mit
Teilerneuerung durch
Fahrbahnplatte



0,08 t CO₂/ 1 t



1,5 t CO₂/ 1t



*<https://oekobaudat.de/> Rohdichte:7850 kg/m³ Stahl

CO2 Ermittlung: Teilerneuerung vs. Vollerneuerung

Nachhaltigkeitsbewertung am Bsp. einer Gewölbebrücke mit einem Bogen

Vollerneuerung



Lichte Weite [m]	Bauteile	G _{Beton} [t]	G _{Bst} [t]	CO ₂ [t] Beton	CO ₂ [t] Stahl	CO ₂ [t] Summe
4,34	Fundament + Wände	600,0	37,0	58,9	71,0	129,9
	Rahmendecke	136,8	10,3			

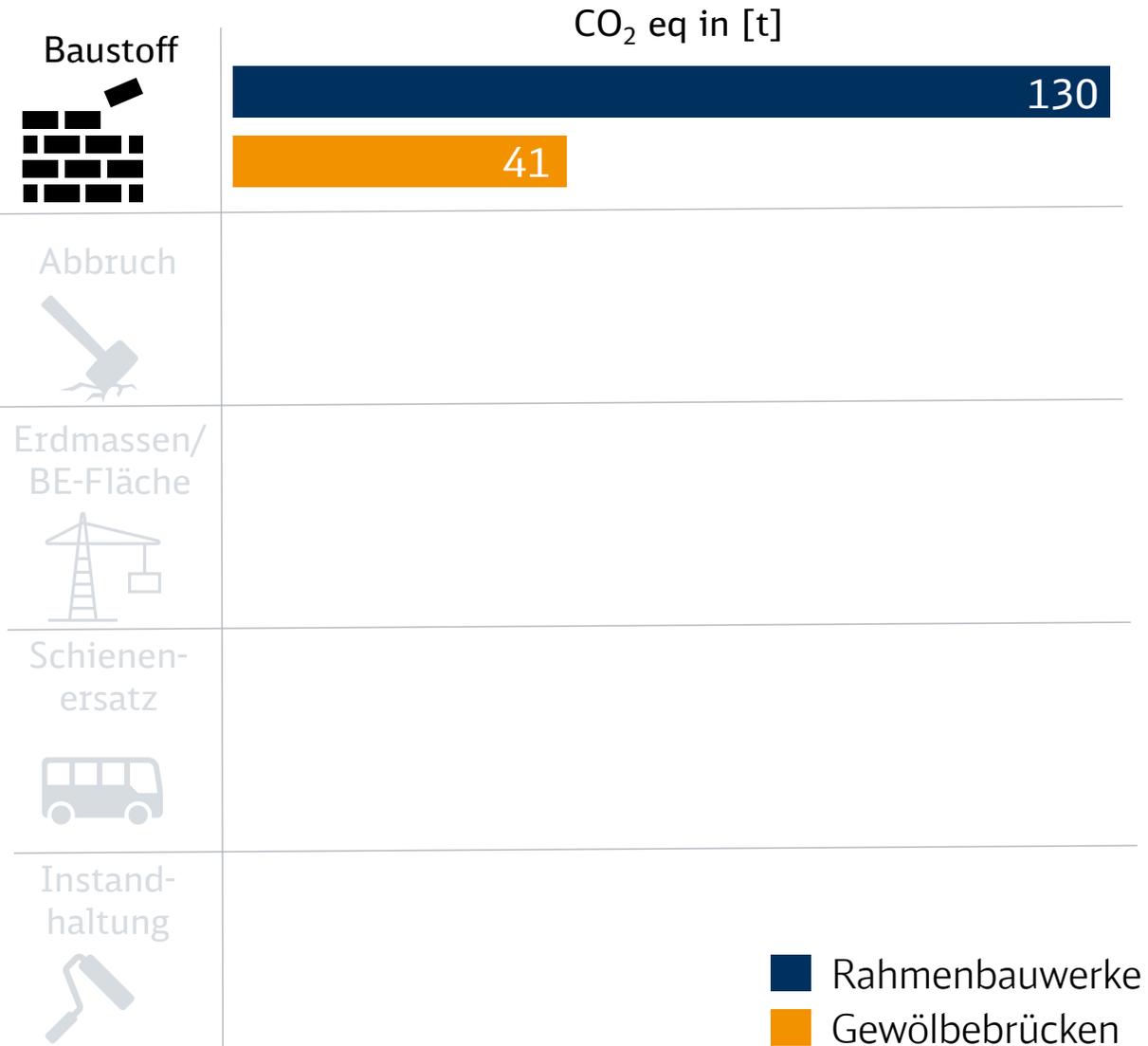
Generalsanierung mit Erhalt



Lichte Weite [m]	Bauteile	G _{Beton} [t]	G _{Bst} [t]	CO ₂ [t] Beton	CO ₂ [t] Stahl	CO ₂ [t] Summe
4,34	Fahrbahnplatte	147,1	11,1	23,8	16,6	40,4
	Hinterfüllung	150	-			

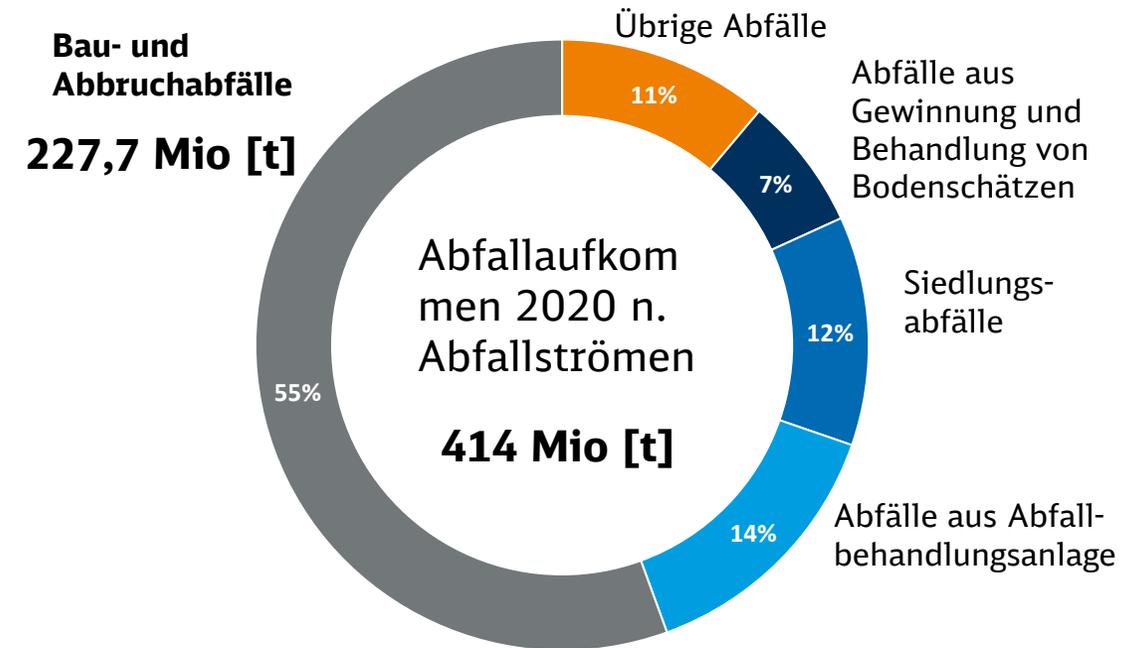
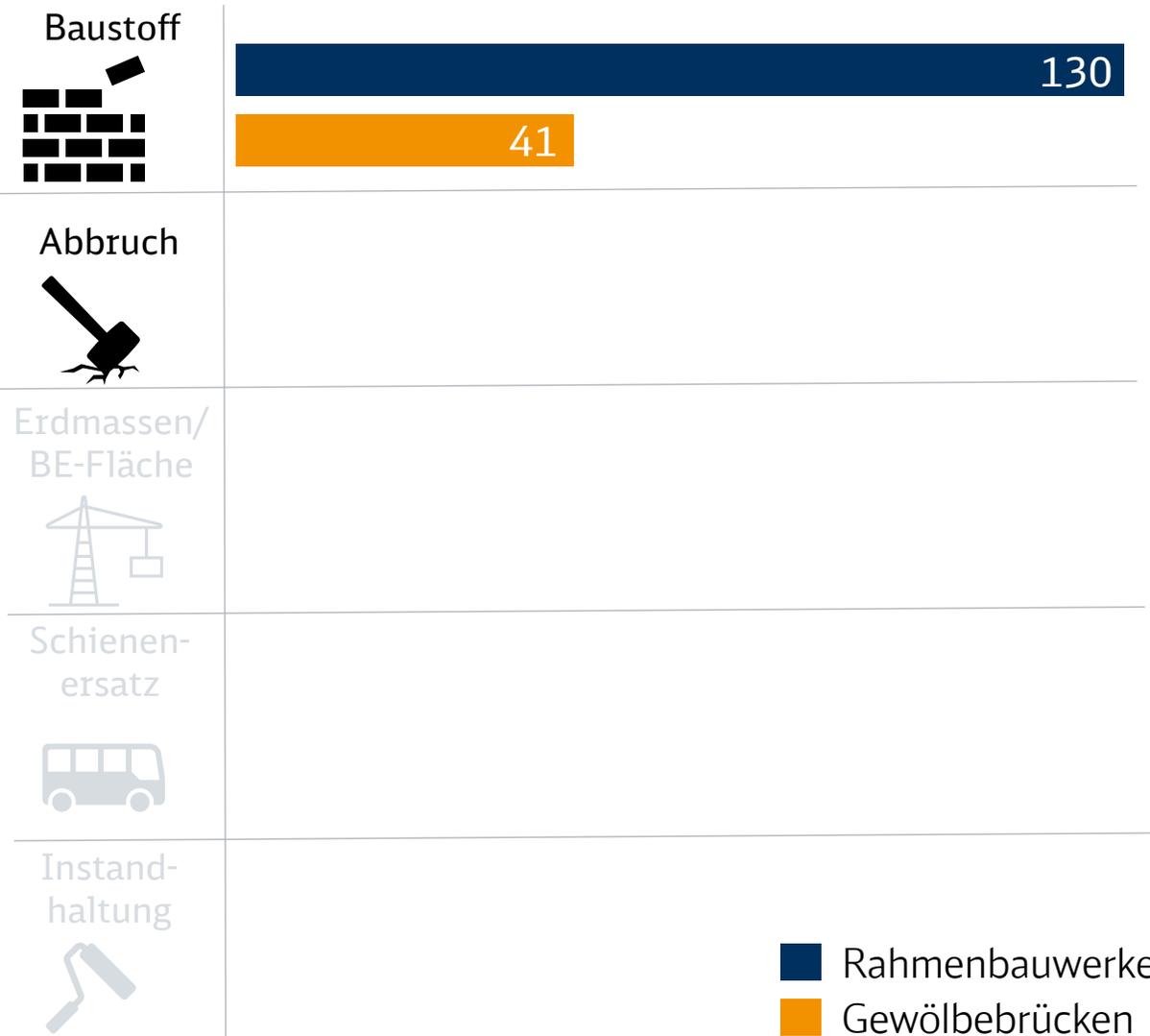
CO2 Ermittlung: Teilerneuerung vs. Vollerneuerung

Nachhaltigkeitsbewertung am Bsp. Gewölbebrücke zu Stahlbetonrahmenbrücke



CO2 Ermittlung: Teilerneuerung vs. Vollerneuerung

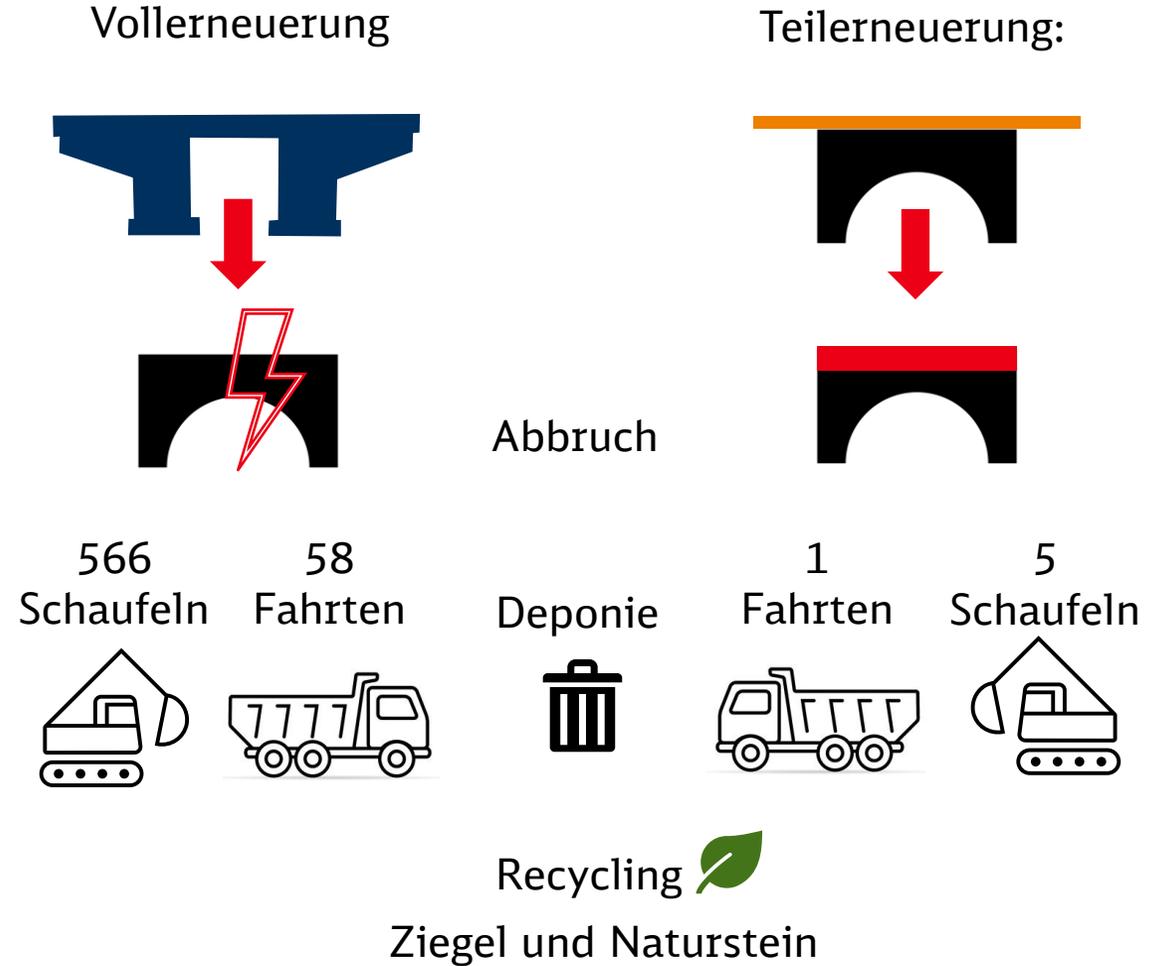
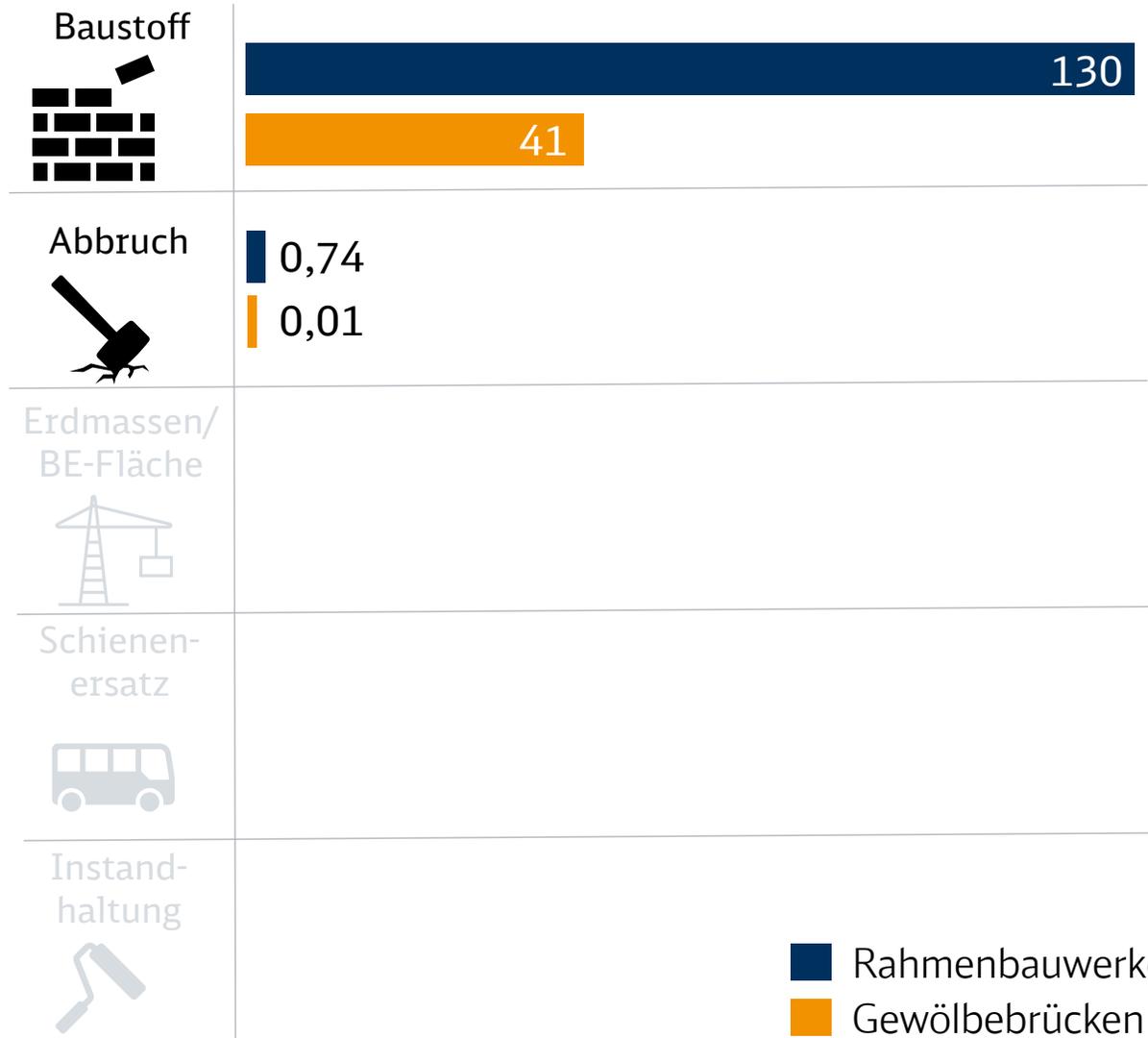
Nachhaltigkeitsbewertung am Bsp. Gewölbebrücke zu Stahlbetonrahmenbrücke



Quelle: Pelka, n. Statistisches Bundesamt

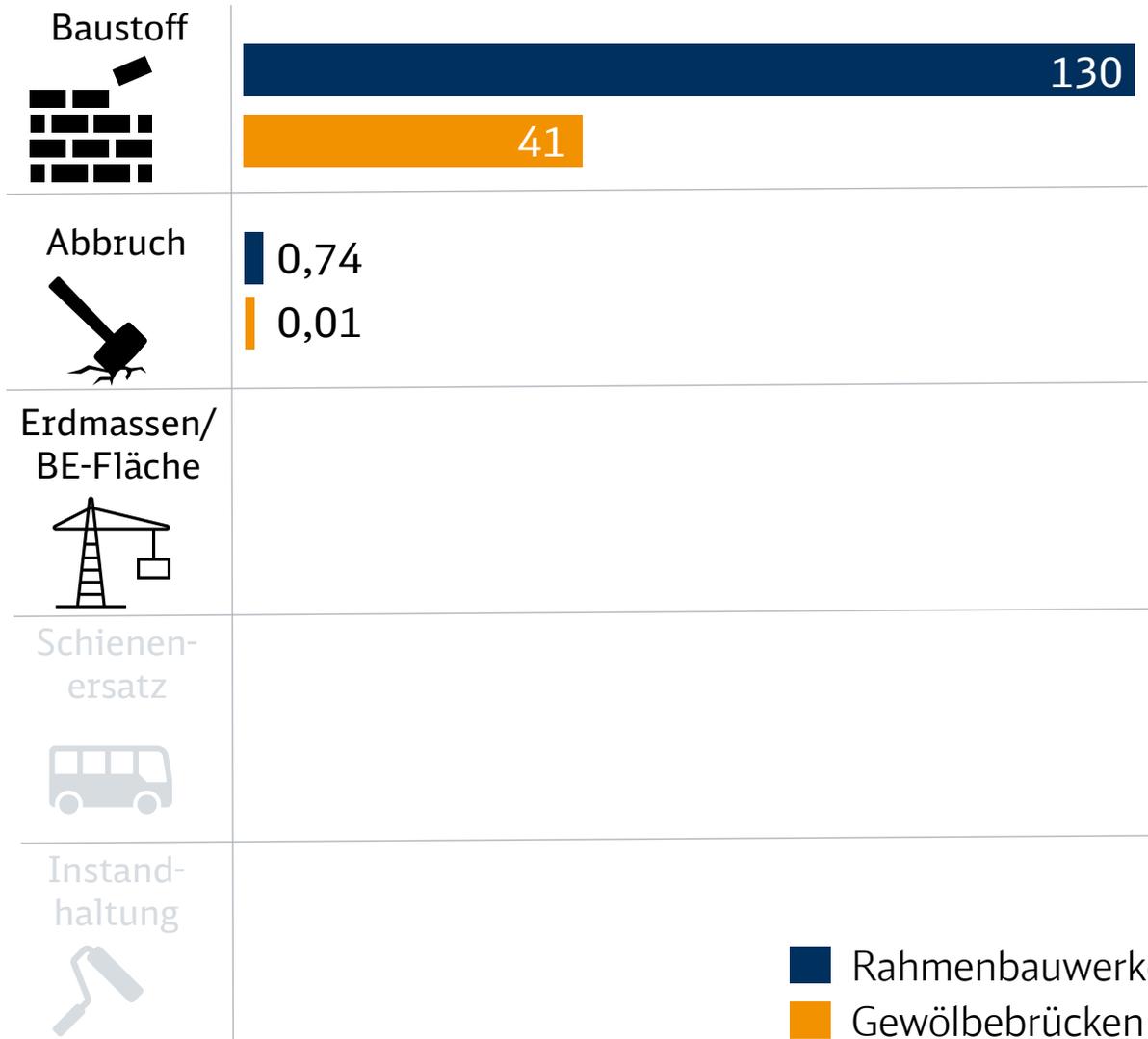
CO2 Ermittlung: Teilerneuerung vs. Vollerneuerung

Nachhaltigkeitsbewertung am Bsp. Gewölbebrücke zu Stahlbetonrahmenbrücke



CO2 Ermittlung: Teilerneuerung vs. Vollerneuerung

Nachhaltigkeitsbewertung am Bsp. Gewölbebrücke zu Stahlbetonrahmenbrücke



Vollerneuerung



Teilerneuerung:



Verbau:

Spundwand: 1,8m^{3*}

Erdmasse:

Aushub/**Wiedereinbau**

Baugrube: 3075,0m³

Böschung: 76,0m³

Hinterfüllung: 450,0m³

Erde Transport: 2549,0m³

Verbau:

Spundwand: - m³

Erdmasse:

Aushub/Wiedereinbau

Baugrube: - m³

Böschung: - m³

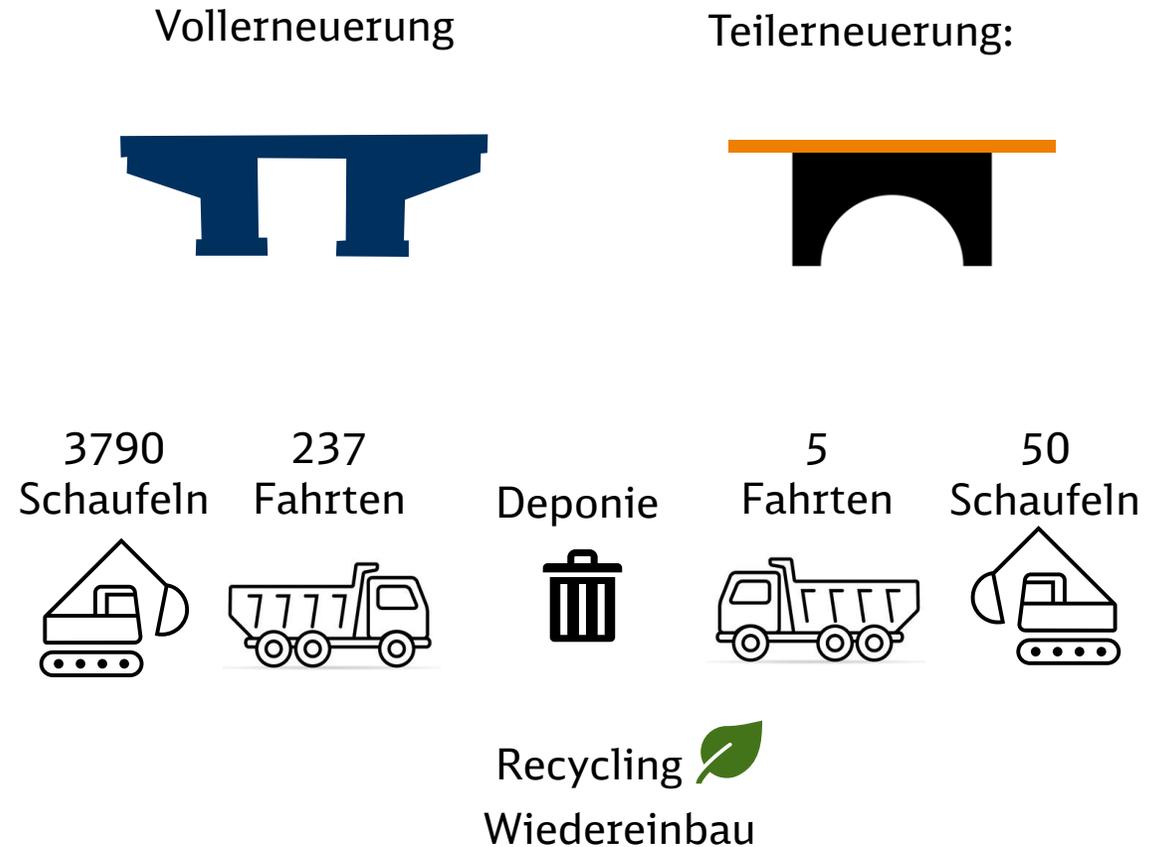
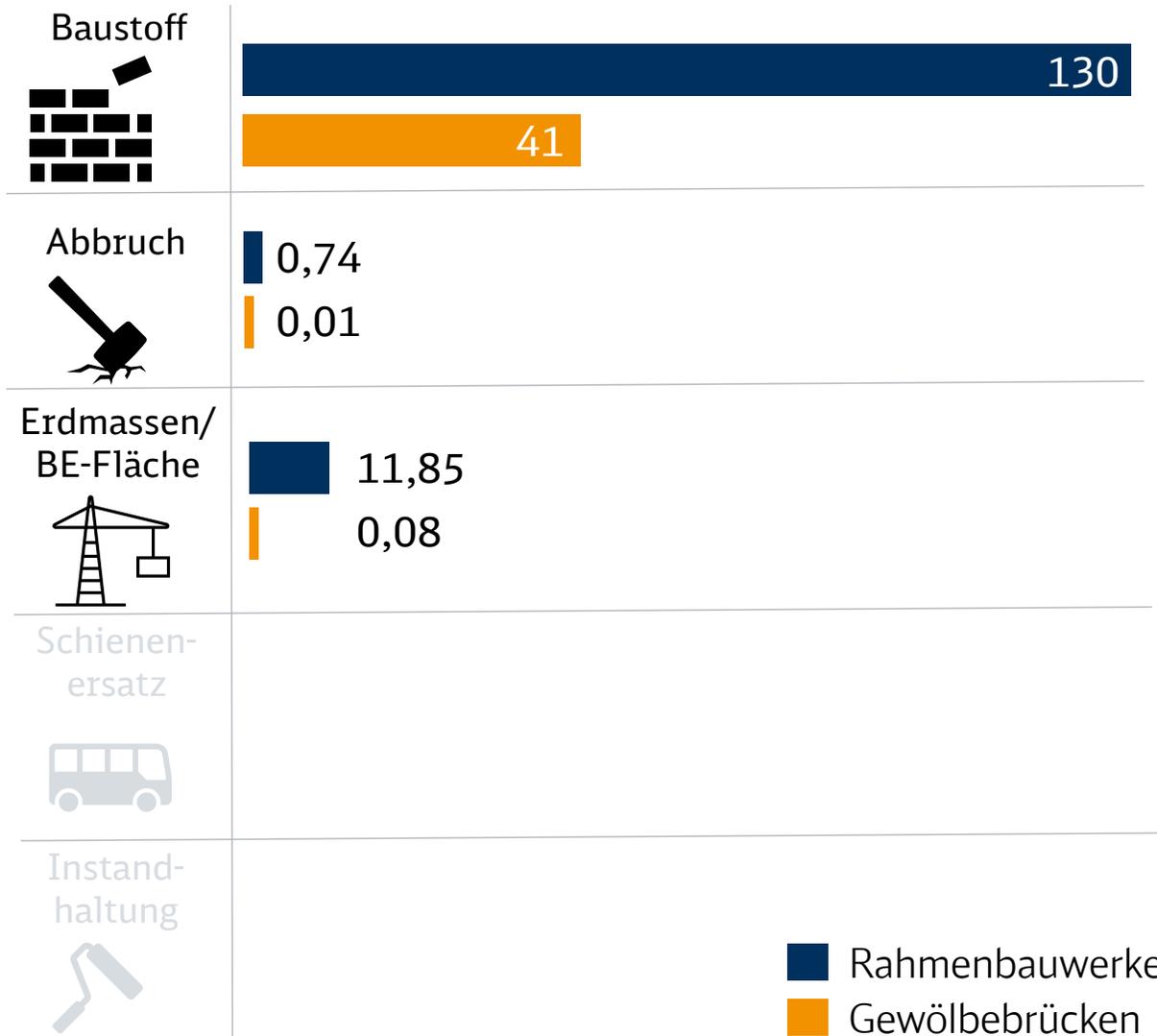
Hinterfüllung: 47,0m³

Erde Transport: 47,0m³

*<https://oekobaudat.de/> Rohdichte:7850 kg/m³ Stahl In grün: Wiedereinbau

CO2 Ermittlung: Teilerneuerung vs. Vollerneuerung

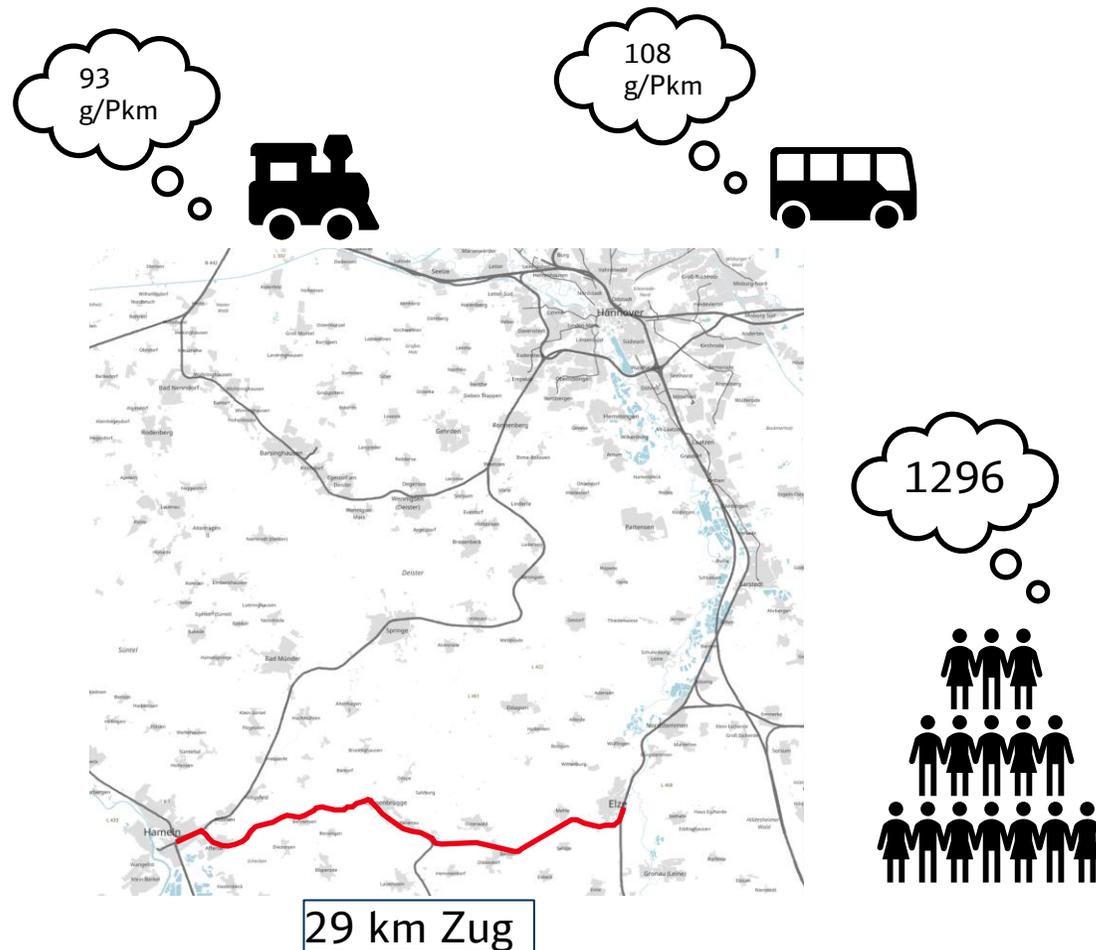
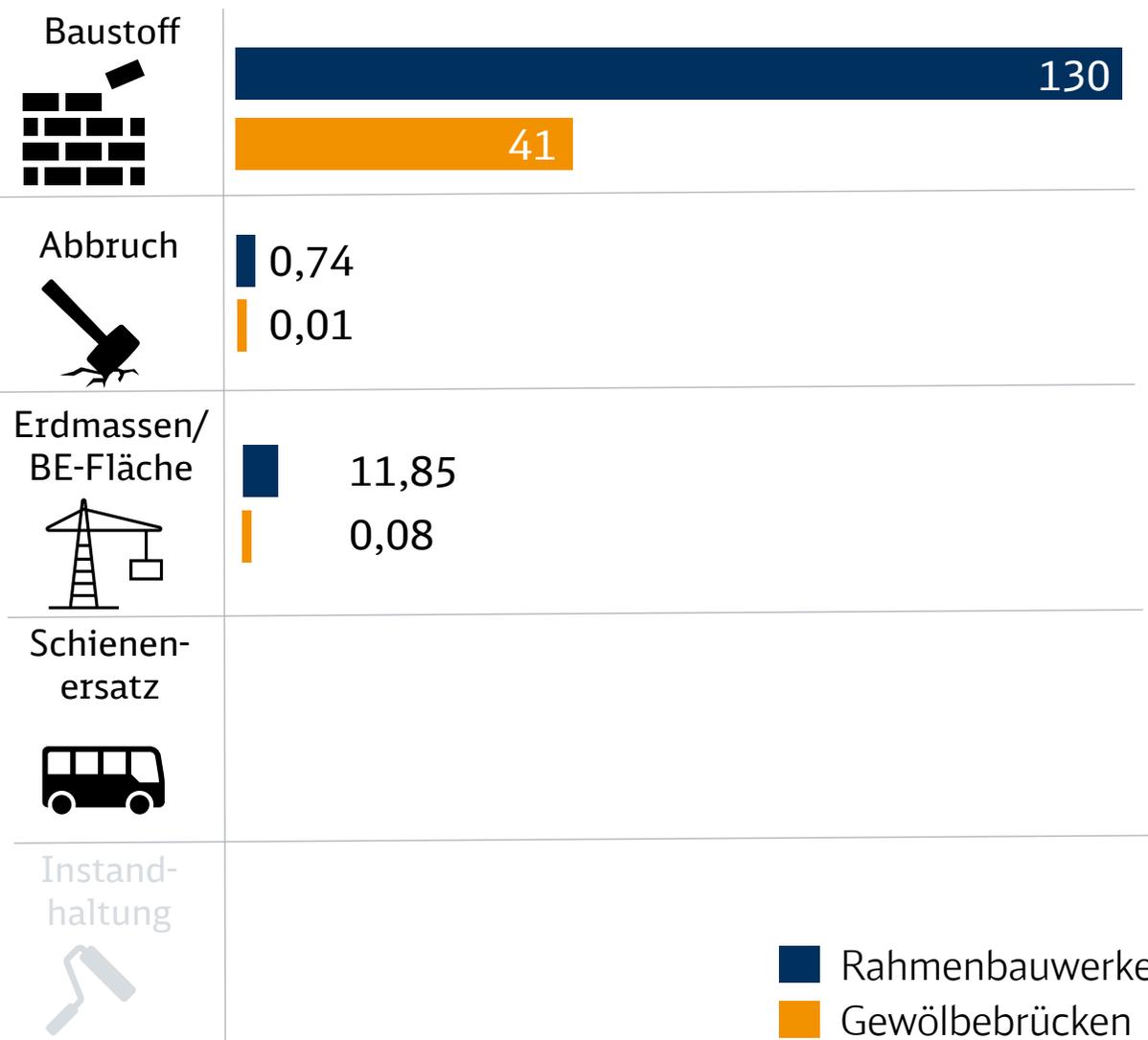
Nachhaltigkeitsbewertung am Bsp. Gewölbebrücke zu Stahlbetonrahmenbrücke



<https://www.oeko.de/>
<https://bmdv.bund.de/>

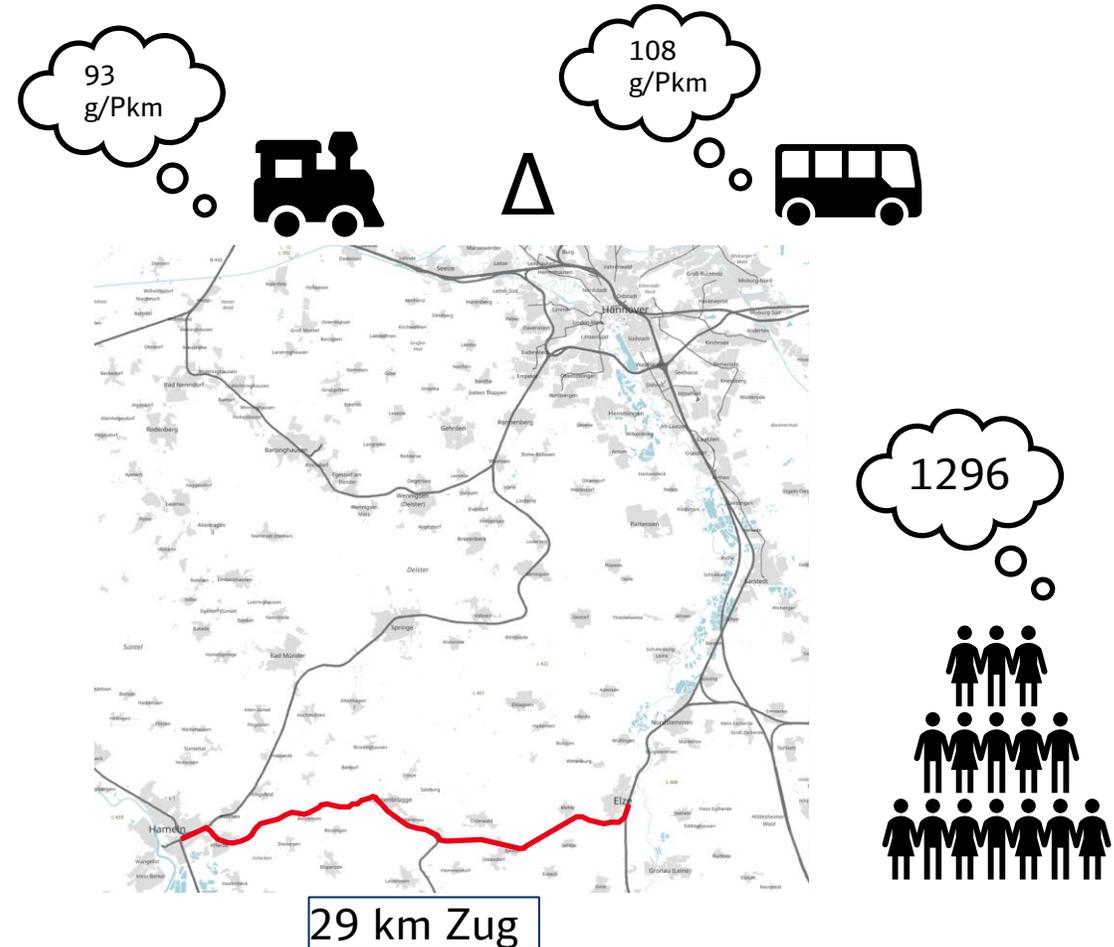
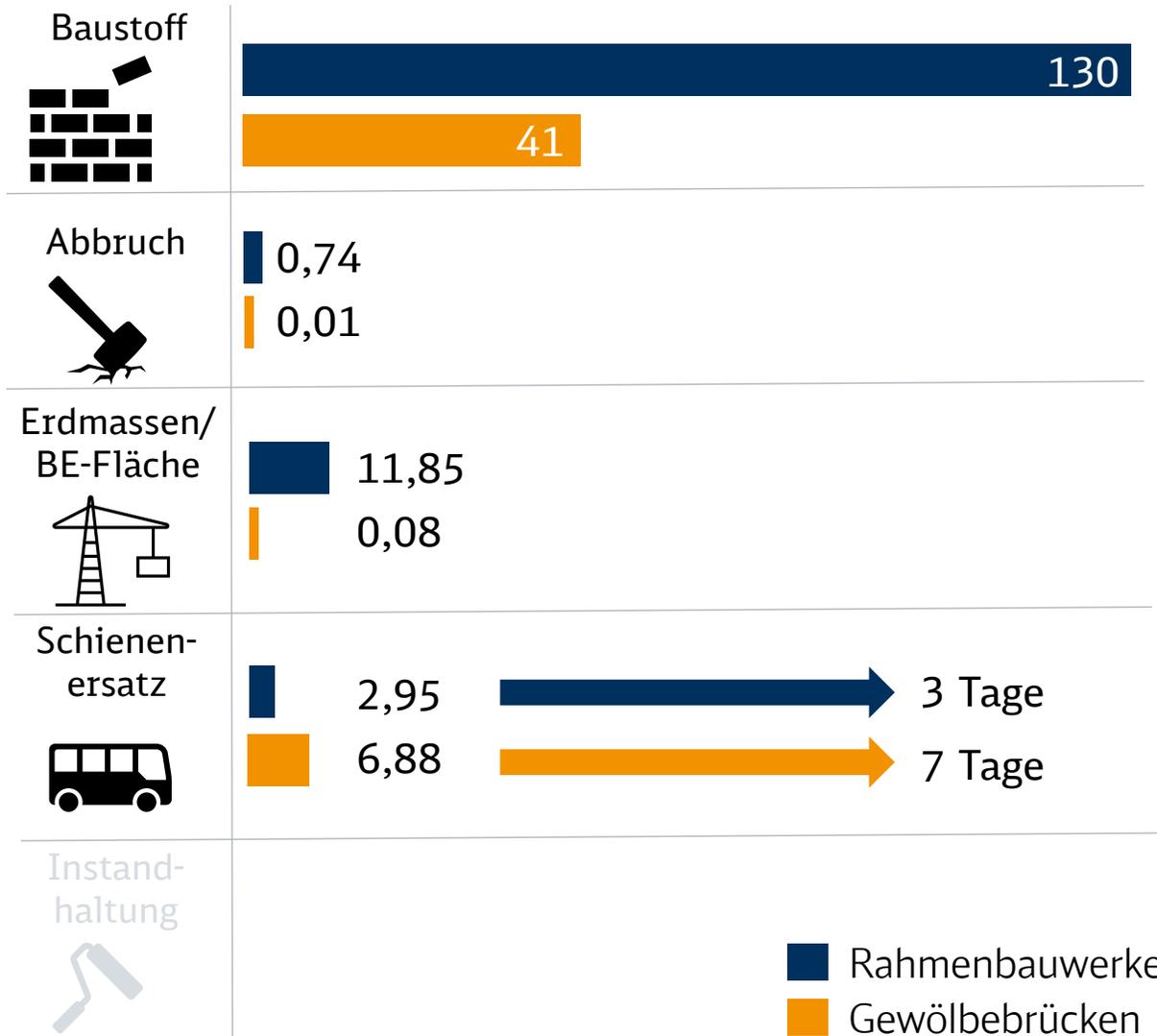
CO2 Ermittlung: Teilerneuerung vs. Vollerneuerung

Nachhaltigkeitsbewertung am Bsp. Gewölbebrücke zu Stahlbetonrahmenbrücke



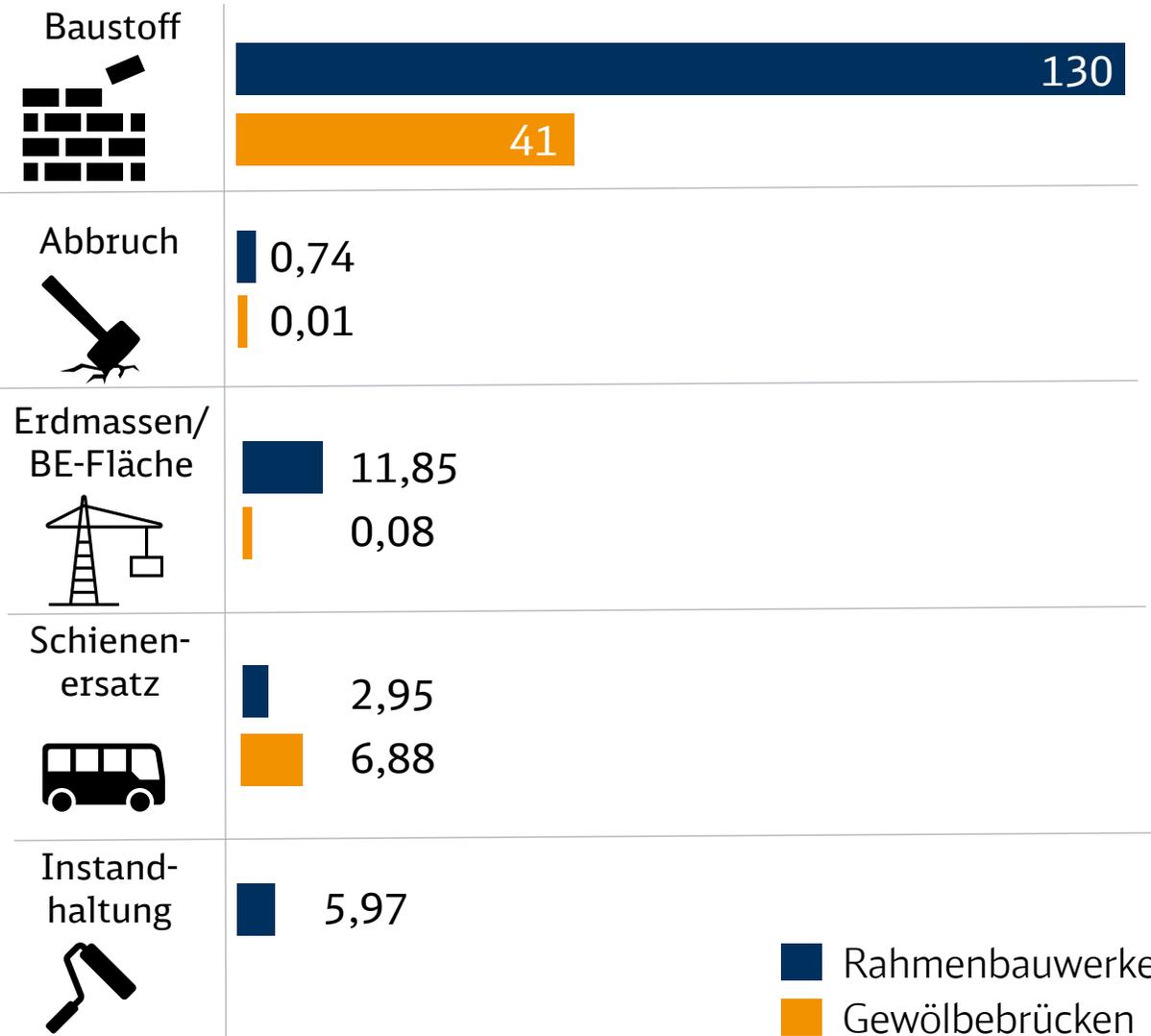
CO2 Ermittlung: Teilerneuerung vs. Vollerneuerung

Nachhaltigkeitsbewertung am Bsp. Gewölbebrücke zu Stahlbetonrahmenbrücke

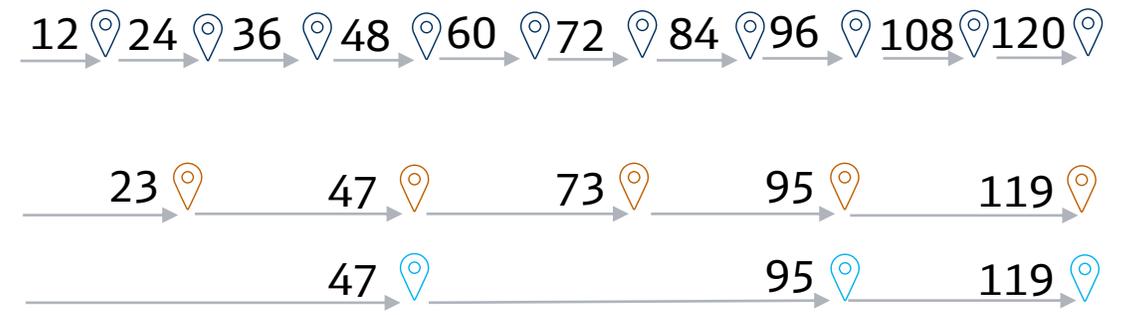


CO2 Ermittlung: Teilerneuerung vs. Vollerneuerung

Nachhaltigkeitsbewertung am Bsp. Gewölbebrücke zu Stahlbetonrahmenbrücke

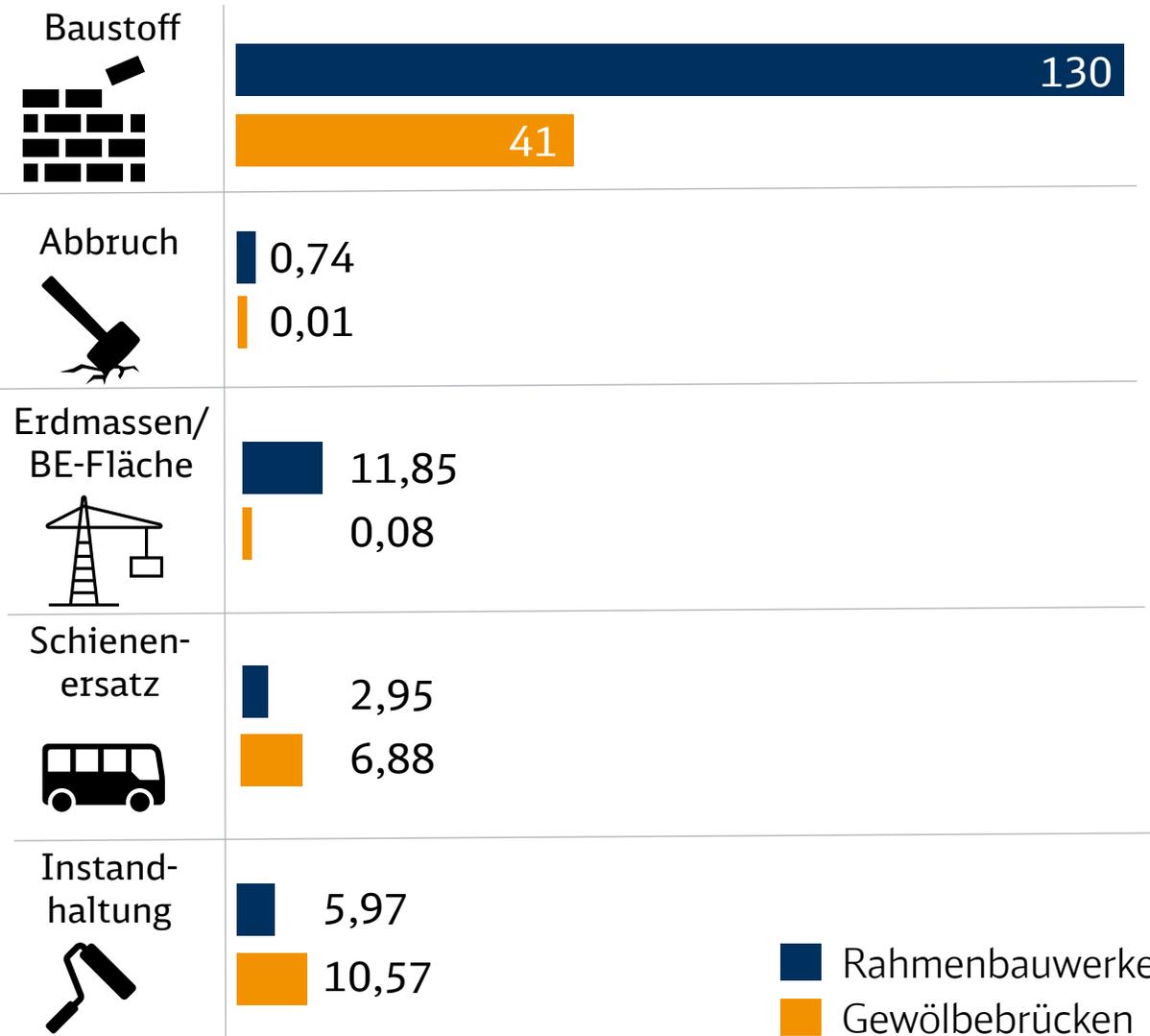


- Sicherungsmaßnahmen → 
- Beton-Instandsetzung → 
- Abdichtung/Entwässerung → 

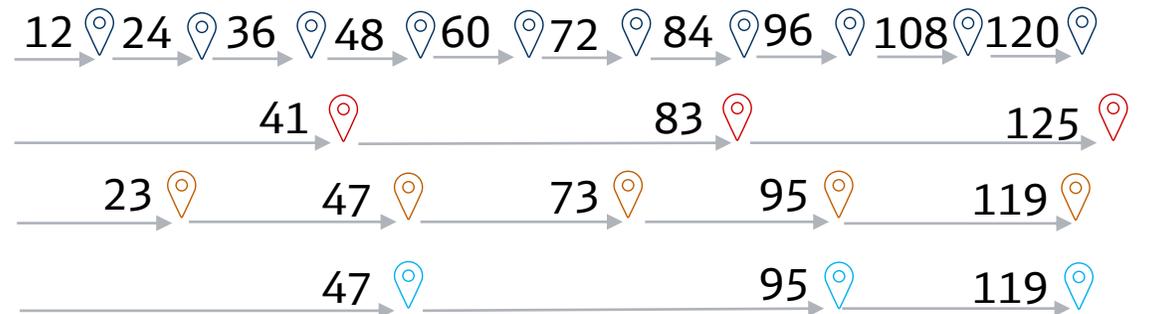


CO2 Ermittlung: Teilerneuerung vs. Vollerneuerung

Nachhaltigkeitsbewertung am Bsp. Gewölbebrücke zu Stahlbetonrahmenbrücke



- Sicherungsmaßnahmen →
- Stirnringverankerung →
- Mauerwerk-Instandsetzung →
- Abdichtung/Entwässerung →



CO2 Ermittlung: Teilerneuerung vs. Vollerneuerung

Nachhaltigkeitsbewertung am Bsp. der EÜ Afferde



Maßnahmen zum Erhalt & Ausblick CO₂ – Bilanzierung



Maßnahmen zum Erhalt & Ausblick CO2 – Bilanzierung

Regionaler Fortschritt

Gutachterliche Stellungnahmen TU Dresden



Fakultät Bauingenieurwesen Institut für Massivbau



MB Institut für Massivbau
 Univ.-Prof. Dr.-Ing. Steffen Marx
 DB Netz AG – Stiftungsinstitut für Ingenieurbau

Bearbeiter: Conrad Pelka
 Wissenschaftlicher Mitarbeiter
 Telefon: 0951 400-41119
 Telefax: 0951 400-37239
 E-Mail: conrad.pelka@tu-dresden.de

Dresden, 19. Januar 2023

Gutachterliche Stellungnahme:
 „EÜ Filethstr.“ Str. 2550 km 63,260

Auftraggeber: DB Netz AG
 z. Hd. Herrn Christoph Leunhardt
 Hermann-Pünder-Str. 3
 50679 Köln

Auftragnehmer: TU Dresden
 Institut für Massivbau
 Univ.-Prof. Dr.-Ing. Steffen Marx
 DB Netz AG – Stiftungsinstitut für Ingenieurbau

Bearbeiter: M. Sc. Conrad Pelka
 TU Dresden
 Institut für Massivbau
 DB Netz AG – Stiftungsinstitut für Ingenieurbau

Datum: 2023.01.19
 22:24:29
 +01'00'

Dresden, 19.01.2023
 Ort, Datum

Unterschrift (Pelka) Unterschrift (Marx)

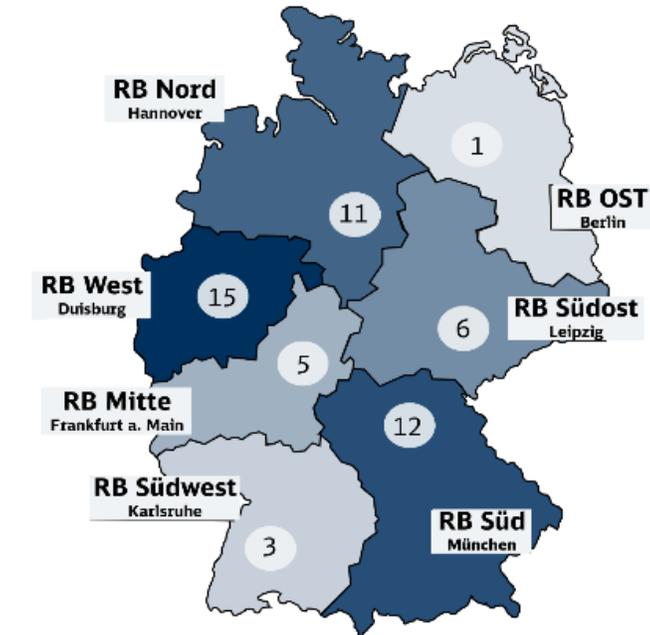
Postfach (Druck): TU Dresden, 01109 Dresden
 Postfach (Elektronik): TU Dresden, 01109 Dresden
 Internet: https://tu-dresden.de

Anschreiben an: Angewandte Informatik 01109 Dresden
 Postfach (Elektronik): TU Dresden, 01109 Dresden
 E-Mail: info@tu-dresden.de

Stempelnummer: 01109 2037402249
 Stempelnummer: 01109 2037402249
 Stempelnummer: 01109 2037402249

Bauverteilung: Conrailbau AG, Filiale Dresden
 DB Netz AG
 0951 400 000 0800 400 00
 0951 400 000 0800 400 00

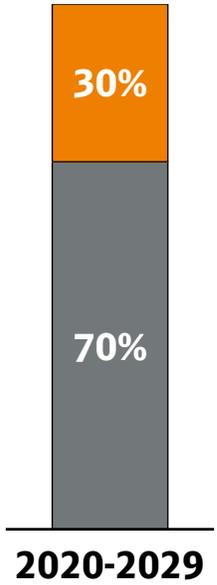
Logo: DB Netz AG



53 Erhaltung → 24 Mit 1 Bogen



Regionale Durchsprachen
DB Netz AG (I.NIG & I.NAP)

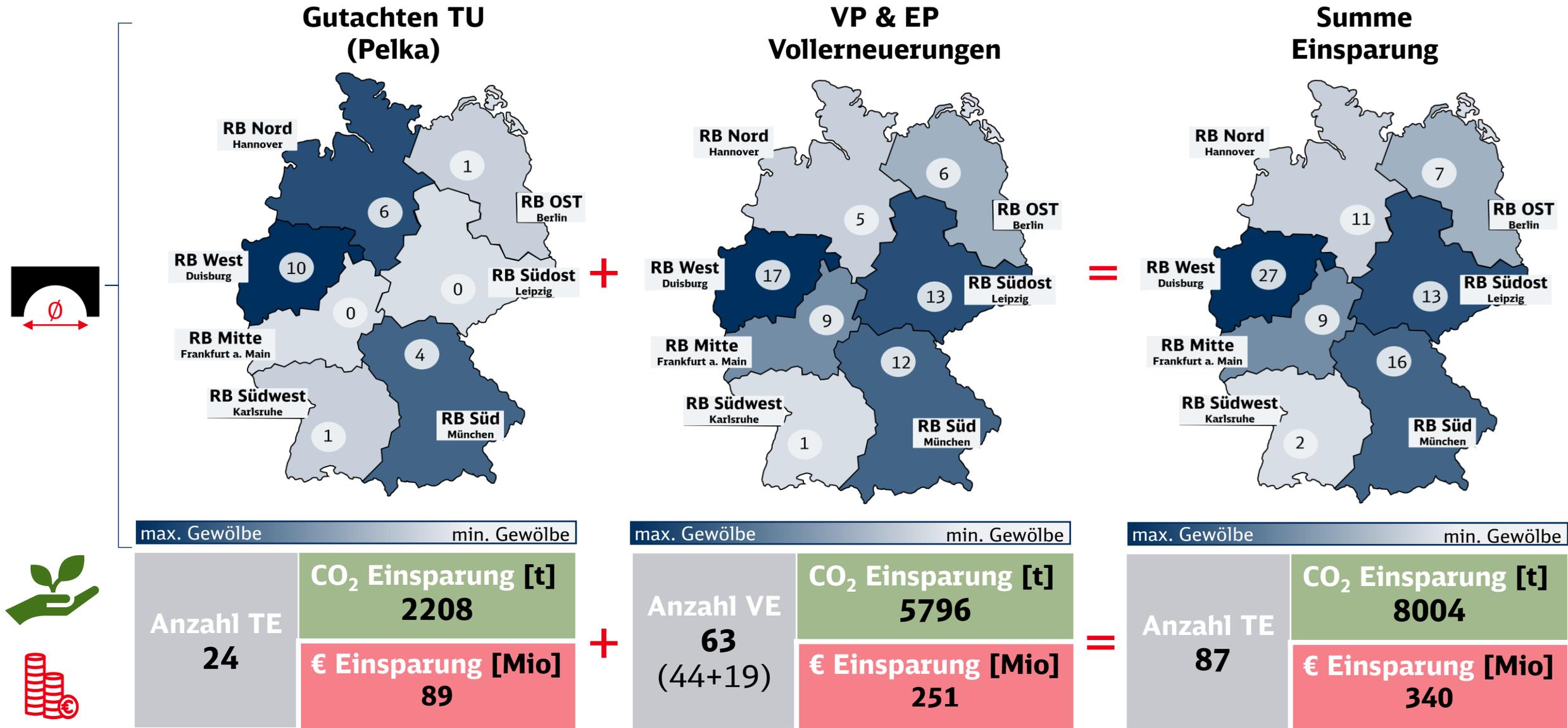


- **Teilerneuerung** wird bei ca. **30%** der **Gewölbe** untersucht
- **Nachgewiesene Tragsicherheit** ist **Grundvoraussetzung** für **Teilerneuerung**
- **Keine Teilerneuerung** bspw. durch **EKrG-Verlangen**, **Bauwerksschäden**



2030 - 2034
Abbruch von 129 Gewölbebrücken –
TE Quote = 13%

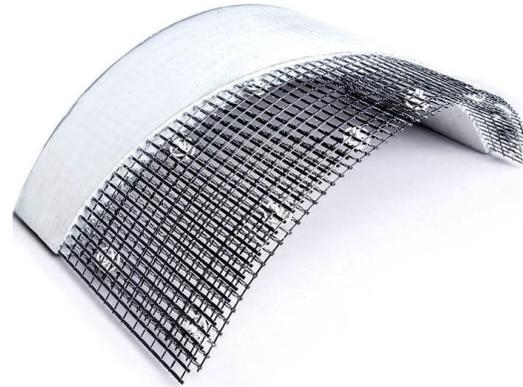
Potentialgewölbe bis 2030 – Ökologische & Ökonomische Auswirkungen



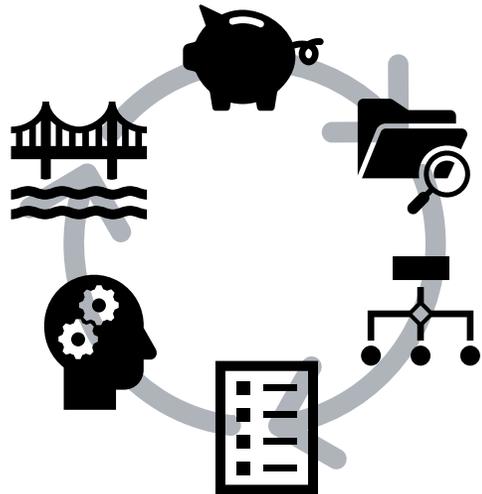
Maßnahmen zum Erhalt & Ausblick CO2 – Bilanzierung

Transformation auf innovative Baustoffe und Brückentypen

Innovationen ableiten
Carbonbeton/UHFB
(ZIB)



Quelle: DAB

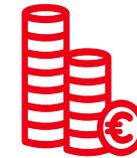


Schwerpunkthemen
für andere Bauformen
ableiten/erarbeiten



Quelle: Yamaogo

Definition einheitlicher
Rahmenbedingungen



Finanzierungswürdigkeit
über Checkliste (Gewölbe)



Bilanzierung
CO2-Footprint



Kriterienkatalog für
historische
Eisenbahnbrücken





TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DRESDEN



Raum für Fragen

Conrad Pelka
Baukapazität, Umwelt und Logistik (I.NIG 41)

DB Netz AG
Elisabeth-Schwarzhaupt-Platz 1, MK3- Nordbahnhof
10115 Berlin
Mobil: 0152/37561279

Wissenschaftlicher Mitarbeiter

Technische Universität Dresden
Fakultät Bauingenieurwesen
Institut für Massivbau
DB Netz AG - Stiftungsprofessur für Ingenieurbau
D - 01062 Dresden

Tel.: +49 351 463-41119

Fax: +49 351 463-37289

E-Mail: conrad.pelka@tu-dresden.de

Internet: massivbau.tu-dresden.de

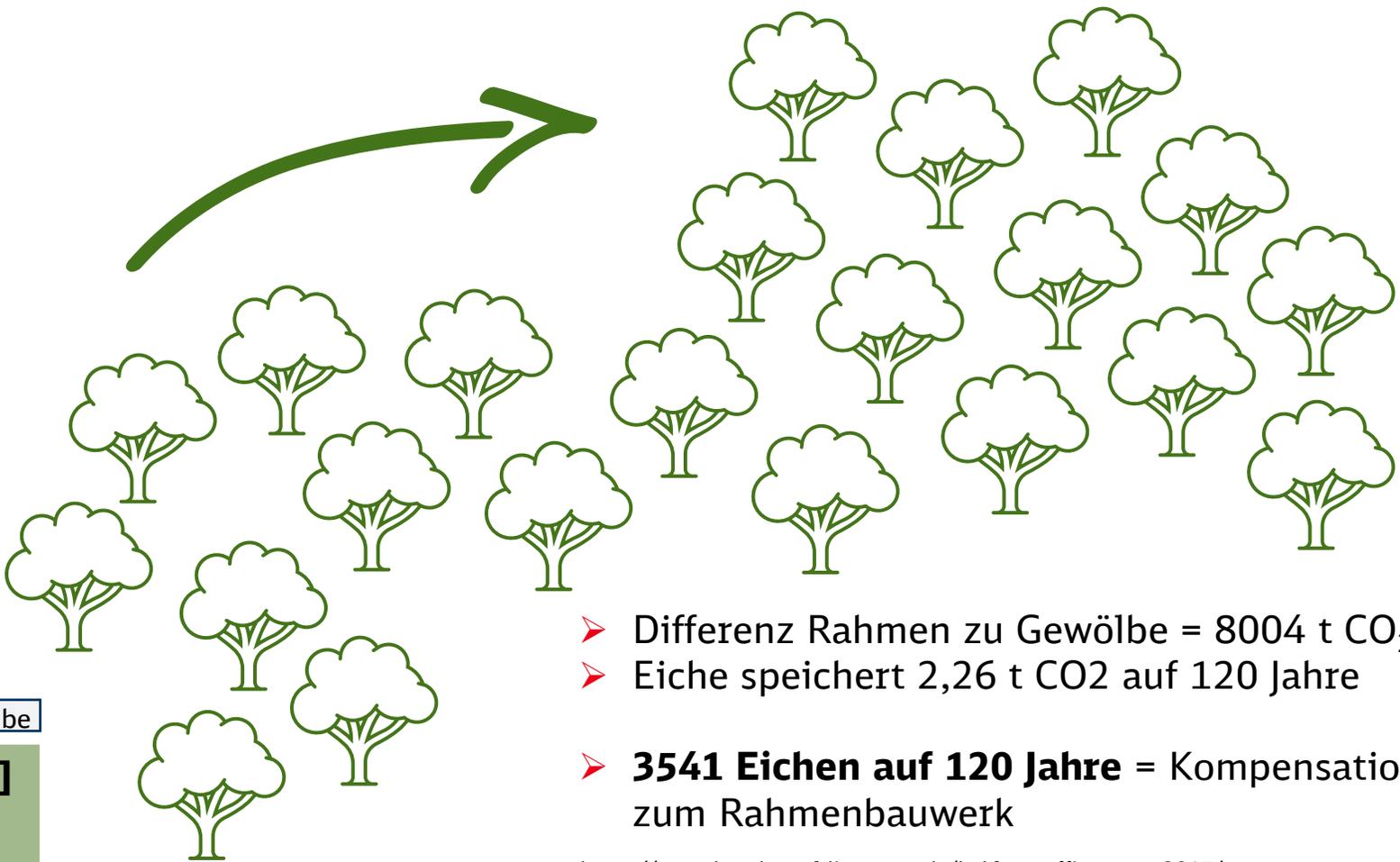
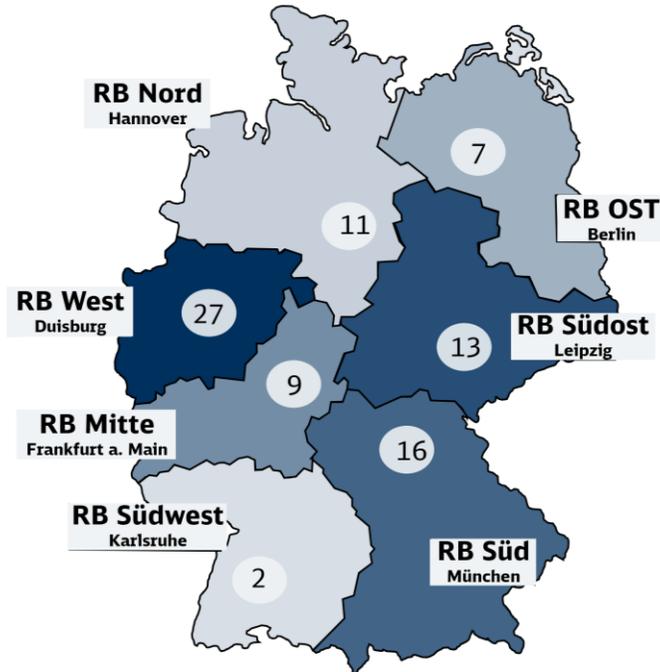
Besucheranschrift:
August-Bebel-Str. 30/30a
5. OG, Raum Nr. 05-035

Back-Up



Potentialgewölbe bis 2030 – Ökologische & Ökonomische Auswirkungen

Summe
Einsparung



max. Gewölbe min. Gewölbe

Anzahl TE	CO ₂ Einsparung [t]
87	8004
	€ Einsparung [Mio]
	340

- Differenz Rahmen zu Gewölbe = 8004 t CO₂
- Eiche speichert 2,26 t CO₂ auf 120 Jahre
- **3541 Eichen auf 120 Jahre** = Kompensation zum Rahmenbauwerk

<https://www.bundeswaldinventur.de/kohlenstoffinventur-2017/>