

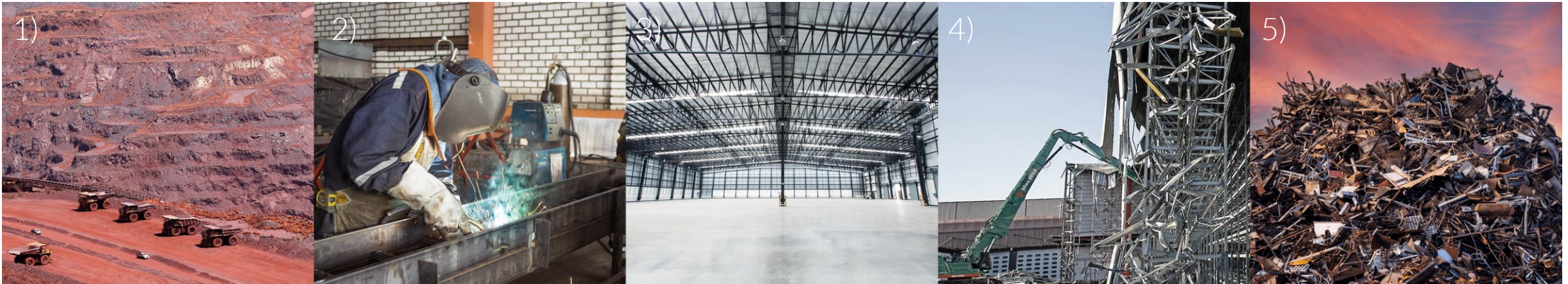
# Alte Stahlbauteile in neuen Bauwerken

–

## zur Frage der Bemessung

Prof. Dr.-Ing. Markus Feldmann  
Dr.-Ing. Helen Bartsch  
Felix Eyben, M. Sc.  
Justus Voelkel, M. Sc.

# Konventionelle Ökonomie



Take...

... Make...

...Use ...

... Demolish ...

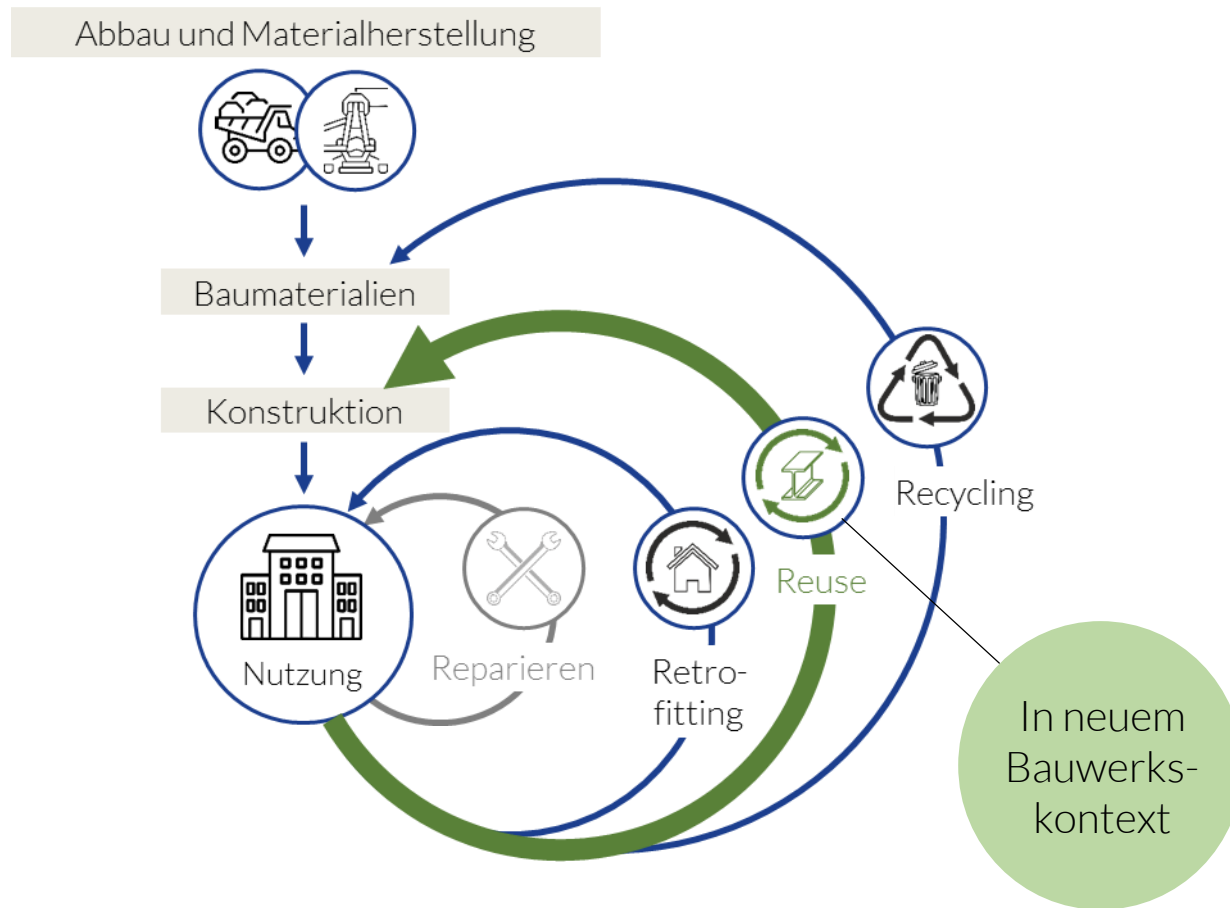
... Dispose.

Quellen:

- 1) <https://www.steeloffice.ch/de>
- 2) <https://www.tvaktuell.com/bayern-mehr-neue-azubis-in-der-metall-und-elektroindustrie-618253/>
- 3) <https://de.mine-cranes.com/steel-buildings/steel-structure.html>
- 4) <https://www.maxwild.com/abbruch-umwelt/abbruch/gebaude-industriebau/>
- 5) <https://www.ecoservice24.com/de/ratgeber/artikel/metallentsorgung/>

# Zirkuläre Ökonomie

© MarcelC



JRC-Report „Circular Technologies in Construction – Putting Science Into Standards“, 2024



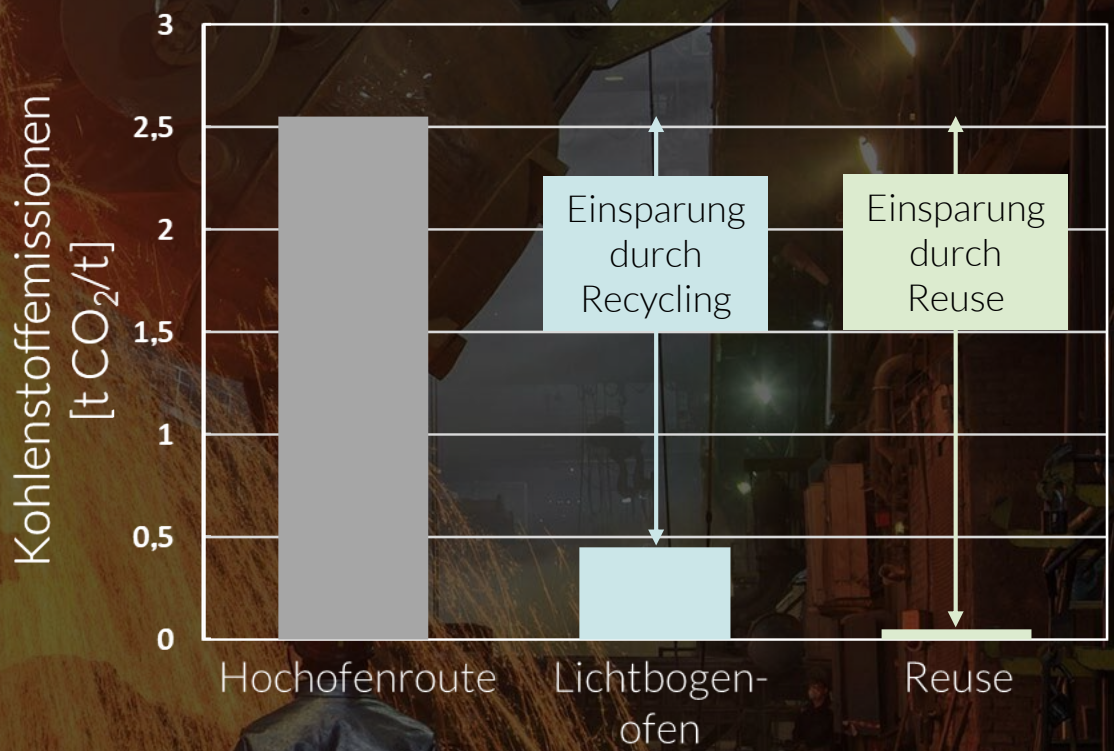
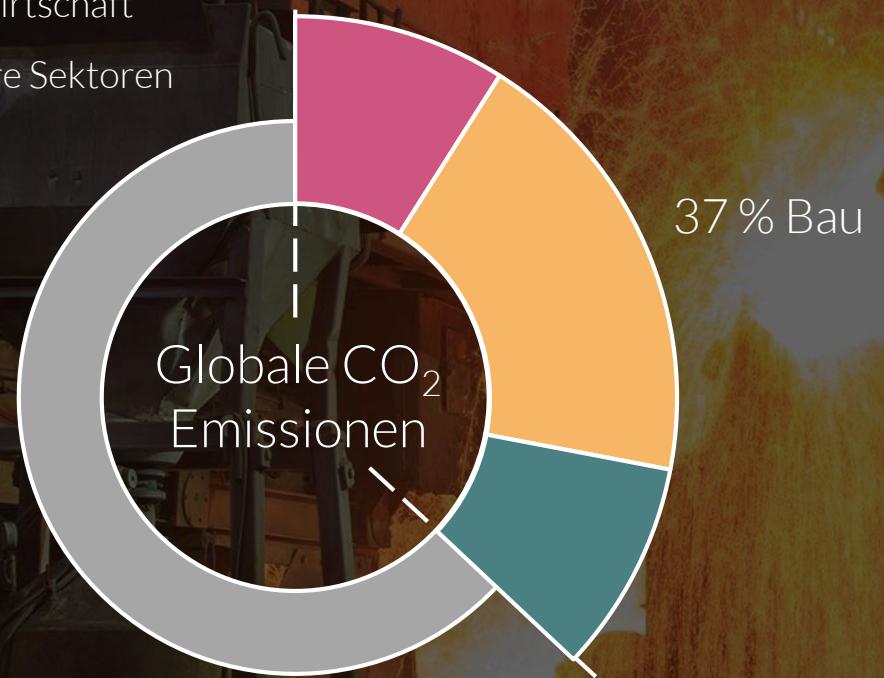
# Gliederung

- 1 Einführung
- 2 Potenzial
- 3 Prozesskette
- 4 Bewertung und Bemessung
- 5 Eurocode 3
- 6 Zusammenfassung



# Potenzial

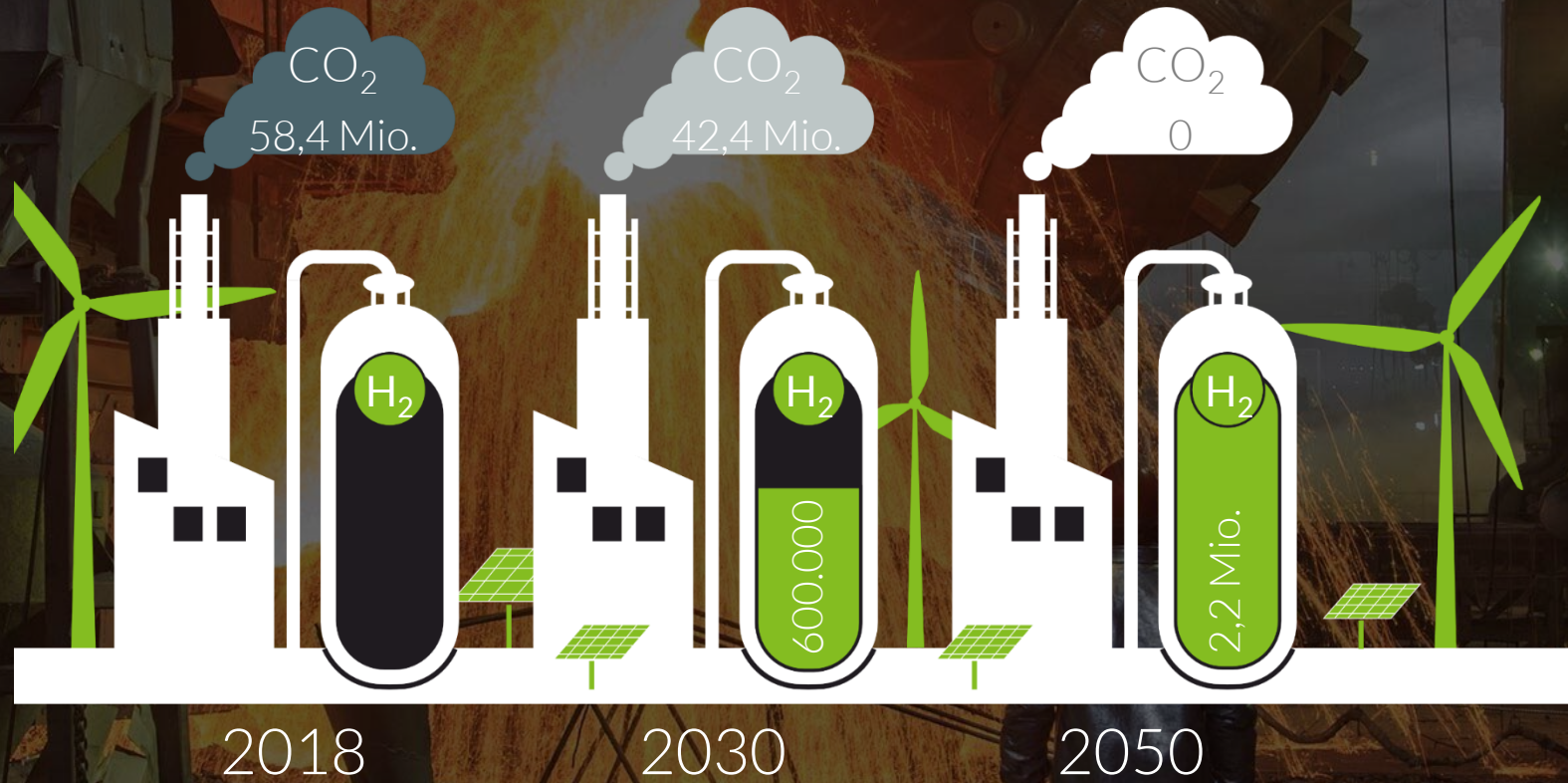
- Gebäude (direkt)
- Gebäude (indirekt)
- Bauwirtschaft
- andere Sektoren



[UN 2022 Status Report on Buildings and Construction]

[worldsteel Association - Sustainability Indicator 2023 Report]

# Reuse vs. Dekarbonisierung



[Wirtschaftsvereinigung Stahl, 2021]

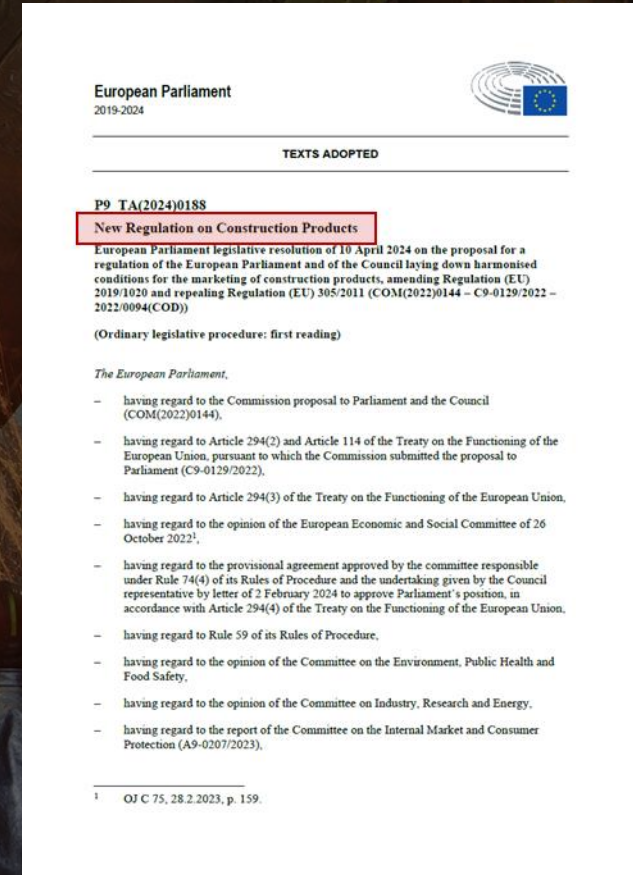
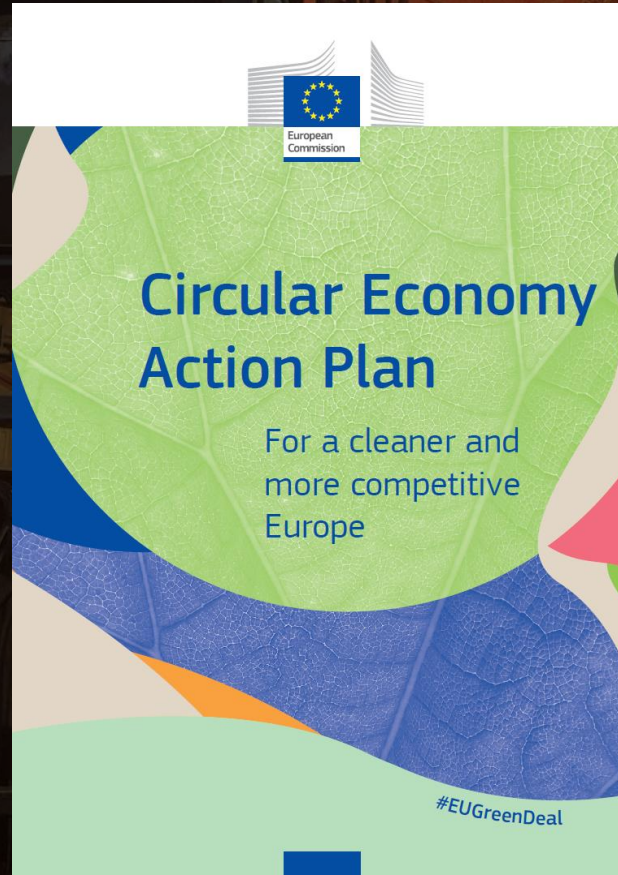
# Reuse – Marktpotenzial

- Geschäftsmodell und Wirtschaftlichkeit
- Rechtliche Rahmenbedingungen



# Reuse

Europäische Kommission



# Reuse

Forschung      Normung





https://www.zeit.de/feature/zweiter-weltkrieg-dresden-rotterdam-warschau-drittes-reich-staedte-luftkrieg

# Reuse 1947

DK 624:351.77 Deutsche Normen Juni 1947

## Altstahl im Hochbau

Richtlinien für Aufarbeitung und Verwendung

**DIN 1050**  
Blatt 2

**1. Begriffsbestimmung**  
Als Altstahl wird der aus zerstörten Bauteilen und Bauwerken geborgene Baustahl (Formstahl, Stabstahl, Breitflachstahl und Bleche) bezeichnet.

**2. Zulassung der Firmen**  
2.1 Altstahl darf nur von Firmen aufgearbeitet werden, die von den Bauaufsichtsbehörden (Baupolizei) hierfür besonders zugelassen worden sind.  
2.2 Voraussetzung für die Zulassung ist fachliche Eignung auf Grund der bisherigen Tätigkeit und ausreichende Ausstattung mit Maschinen. Die Firma muß ferner über geeignete Fachkräfte und mindestens einen Fachingenieur verfügen. Die Fachingenieure müssen ausreichende Kenntnisse und Erfahrungen auf dem Gebiet der Werkstoffkunde und der Richtarbeiten besitzen.  
2.3 Über die Zulassung erhält die Firma eine Bescheinigung, in der sich der Name des oder der Fachingenieure eingetragen ist. Jeder Wechsel des Fachingenieurs ist der zulassenden Behörde sofort anzuzeigen.  
2.4 Der Fachingenieur muß die Richtarbeiten überwachen und trägt die Verantwortung für ihre ordnungsmäßige Durchführung. Er muß jedes Stück vor der Kennzeichnung (vgl. Ziff. 3.3) auf Risse prüfen.  
2.5 Bei Verstößen gegen diese Bestimmungen kann die Zulassung entzogen werden.

**3. Aufarbeitung**  
3.1 Altstahl, der durch Rosten mehr als 25% seiner Dicke verloren hat und verbrannt oder verzunderter Stahl darf für tragende Bauteile nicht verwendet werden und ist daher auszuscheiden. Ist eine derartige Schwächung nur örtlich vorhanden, so darf ausnahmsweise und nur dann davon abgesehen werden, wenn die Verwendung des betreffenden Stücks dem Fachingenieur genau bekannt ist und es sich trotz der Schwächung für die vorgesehene Verwendung eignet.  
3.2 Altstahl darf kalt gerichtet werden, wenn die Dehnung oder Stauchung an den Stellen der stärksten Krümmung nicht größer als 10% ist oder diesen Wert beim Richteln nicht überschreitet. Diese Bedingung ist erfüllt, wenn das Stichtmaß  $f_1$  der Krümmung nach Bild 1 die Werte der Tafel 1 nicht überschreitet.

Bild 1

Ist oder wird dieses Maß überschritten, so sind die betreffenden Stellen vor dem Richteln entweder auf 450 bis 900° (rotwarm bis hellrot) zu erhitzen oder nach dem Kaltrichten auszuglühen.  
3.3 Altstahl aus Bauwerken, die vor dem Jahre 1900 errichtet wurden, darf nur dann kalt gerichtet werden, wenn durch geeignete Prüfungen festgestellt ist, daß es sich um Stahl handelt, der sich kalt richten läßt. Schweißstahl darf nicht kalt gerichtet werden.  
3.4 Die Richtarbeiten sind mit Rollenrichtmaschinen oder mit Stempelpressen auszuführen. Hierbei darf nicht mit zu großer Verformungsgeschwindigkeit gearbeitet werden.

**Tafel 1: Stichtmaß  $f_1$  der Krümmung bei einer Dehnung der Randfaser  $\epsilon = 10\%$**

1	h mm	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200	220	240	260	280	300	320	340	360	380	400	450	500	550	600	
2	$f_1$ mm für $l = 200$ mm	11,3	10,2	9,3	8,6	8,0	7,4	7,0	6,6	6,2	5,9	5,6	5,3	4,6	4,3	4,0	3,7	3,5	3,3	3,3	3,1	2,9	2,8	2,5	2,3	2,1	1,9
3	$f_1$ mm für $l = 300$ mm																	8,4	7,8	7,4	7,0	6,6	6,3	5,6	5,0	4,5	4,2

**Tafel 2: Kennzeichnung des Altstahls.**

Zeile	Kennzeichnung	Altstahl von Bauwerken aus der Zeit		Flanschabrostung
		1	2	
1.	I		seit 1900	bis 10%
2.	II			über 10 bis 25%
3.	S I		vor 1900	bis 10%
4.	S II			über 10 bis 25%

Ausschuß für einheitliche technische Baubestimmungen (ETB) Fortsetzung Seite 2

Einzelverkauf der Normblätter durch Beuth-Vertrieb GmbH Berlin W 15 u. Krefeld-Ürdingen



# Reuse 2024

**EUROCODES**  
**2G**

<https://eurocodes.jrc.ec.europa.eu/resources/eurocodes-visuals>

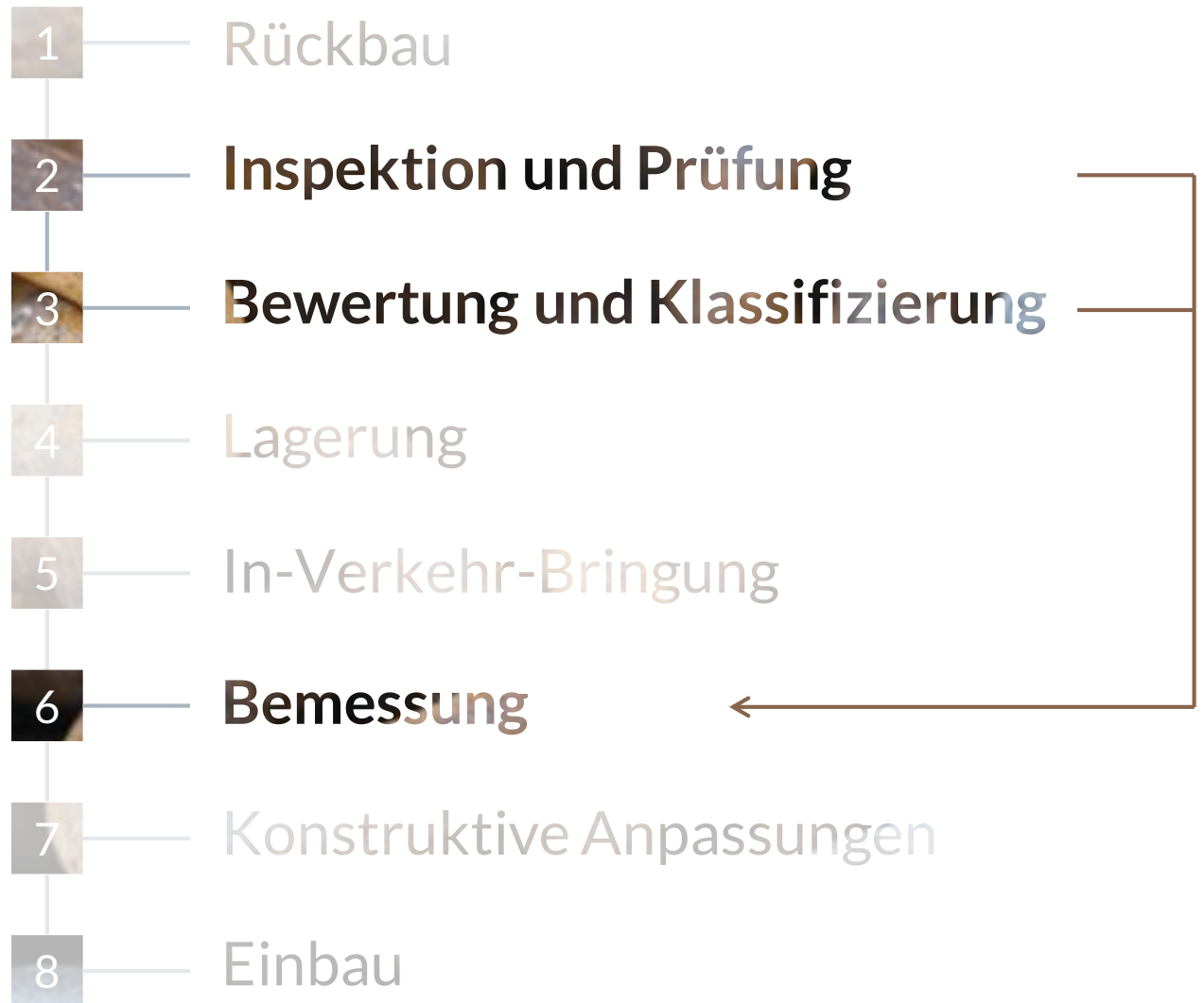
## BEMESSUNG?





# Prozesskette

# Prozesskette



## Datenerhebung

Dokumente	Inspektion	Prüfungen	weitere Checks
Allgemein <ul style="list-style-type: none"> <li>• zeitgenössische Normen</li> <li>• Hauptabmessungen</li> <li>• Stahlgüte</li> </ul>	Standard <ul style="list-style-type: none"> <li>– Stichproben               <ul style="list-style-type: none"> <li>• Geometrie</li> <li>• Korrosion</li> <li>• Schäden</li> </ul> </li> </ul>	Standard <ul style="list-style-type: none"> <li>– Stichproben               <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zugversuch</li> <li>• Charpy</li> <li>• Chemie/OES</li> <li>• Härte</li> </ul> </li> </ul>	vereinzelt <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gefüge</li> <li>• Schliffe</li> </ul>
Spezifisch <ul style="list-style-type: none"> <li>• Originalplanung</li> <li>• Original Lieferdokumente</li> </ul>	Intensiv <ul style="list-style-type: none"> <li>• Geometrie</li> <li>• Korrosion</li> <li>• Schäden</li> </ul>	Intensiv <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zugversuch</li> <li>• Charpy</li> <li>• Chemie/OES</li> <li>• Härte</li> </ul>	Intensiv <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gefüge</li> <li>• Schliffe</li> <li>• REM/EDX</li> <li>• CT, CTOD</li> <li>• etc.</li> </ul>



<https://www.repurposedmaterialsinc.com/steel-structural/steel-h-beam-33-x-11-1-2-x-20-1-4-w18-x-192/>

## Zuordnung

Level	Dokumente	Inspektion	Prüfungen	weitere Checks
0	keine	keine	keine	keine
1	allgemein	keine	keine	keine
2		Standard	keine	
3			Standard	
4	allgemein und spezifisch	Intensiv	Intensiv	keine
5				vereinzelt
6				Intensiv



<https://www.repurposedmaterialsinc.com/steel-structural/steel-h-beam-33-x-11-1-2-x-20-1-4-w18-x-192/>



## Zuordnung Beispiel 1

Level	Dokumente	Inspektion	Prüfungen	weitere Checks
0	keine			
1		keine		
2	allgemein		keine	keine
3		Standard	Standard	
4				
5	allgemein und spezifisch	Intensiv	Intensiv	vereinzelt
6				Intensiv



<https://www.repurposedmaterialsinc.com/steel-structural/steel-h-beam-33-x-11-1-2-x-20-1-4-w18-x-192/>

## Zuordnung Beispiel 2

Level	Dokumente	Inspektion	Prüfungen	weitere Checks
0	keine	keine	keine	keine
1	allgemein	Standard	keine	keine
2			Standard	
3	allgemein und spezifisch	Intensiv	Standard	vereinzelt
4			Intensiv	
5			Intensiv	
6				Intensiv



<https://www.repurposedmaterialsinc.com/steel-structural/steel-h-beam-33-x-11-1-2-x-20-1-4-w18-x-192/>

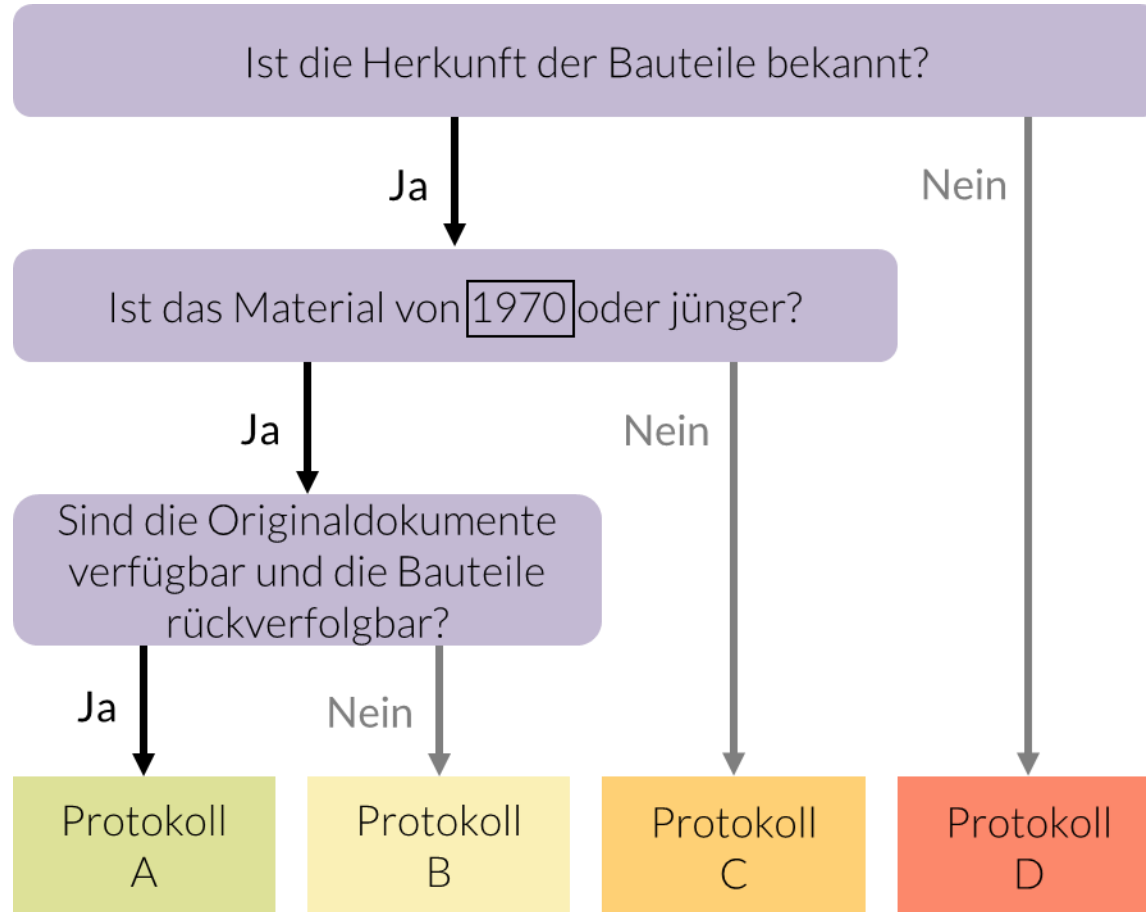
## Zuordnung Beispiel 3

Level	Dokumente	Inspektion	Prüfungen	weitere Checks
0	keine	keine	keine	keine
1	allgemein			
2		Standard	Standard	
3	allgemein und spezifisch	Intensiv	Intensiv	keine
4				vereinzelt
5				Intensiv
6				Intensiv



<https://www.repurposedmaterialsinc.com/steel-structural/steel-h-beam-33-x-11-1-2-x-20-1-4-w18-x-192/>

# Inspektion und Prüfung



Execution of steel structures and aluminium structures -  
Reuse of structural steel

Ausführung von Stahltragwerken und  
Aluminiumtragwerken - Wiederverwendung von  
tragenden Stahlbauteilen

This draft Technical Specification is submitted to CEN members for Vote. It has been drawn up by the Technical Committee CEN/TC 135.

CEN members are the national standards bodies of Austria, Belgium, Bulgaria, Croatia, Cyprus, Czech Republic, Denmark, Estonia, Finland, France, Germany, Greece, Hungary, Iceland, Ireland, Italy, Latvia, Lithuania, Luxembourg, Malta, Netherlands, Norway, Poland, Portugal, Republic of North Macedonia, Romania, Serbia, Slovakia, Slovenia, Spain, Sweden, Switzerland, Türkiye and United Kingdom.

Recipients of this draft are invited to submit, with their comments, notification of any relevant patent rights of which they are aware and to provide supporting documentation.

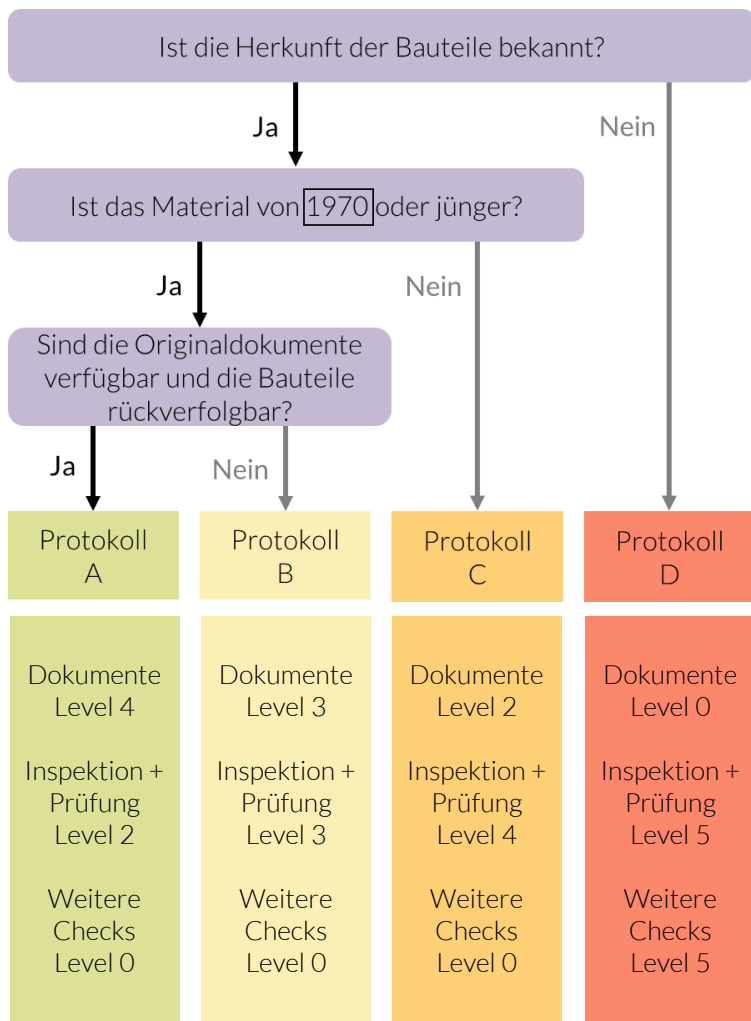
**Warning:** This document is not a Technical Specification. It is distributed for review and comments. It is subject to change without notice and shall not be referred to as a Technical Specification.



EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION  
COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION  
EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG

CEN-CENELEC Management Centre: Rue de la Science 23, B-1040 Brussels

# Inspektion und Prüfung



Level-Mindestanforderungen

April 2024

ICS 91.010.30; 91.080.13

English Version

## Execution of steel structures and aluminium structures -

### Reuse of structural steel

Ausführung von Stahltragwerken und Aluminiumtragwerken - Wiederverwendung von tragenden Stahlbauteilen

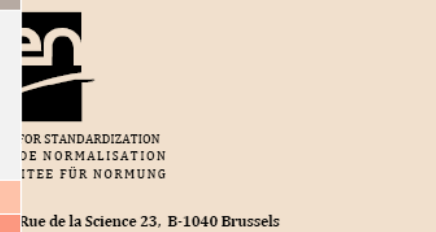
This draft Technical Specification is submitted to CEN members for Vote. It has been drawn up by the Technical Committee CEN/TC 135.

CEN members are the national standards bodies of Austria, Belgium, Bulgaria, Croatia, Cyprus, Czech Republic, Denmark, Estonia, Finland, France, Germany, Greece, Hungary, Iceland, Ireland, Italy, Latvia, Lithuania, Luxembourg, Malta, Netherlands, Norway, Poland, Portugal, Republic of North Macedonia, Romania, Serbia, Slovakia, Slovenia, Spain, Sweden, Switzerland, Türkiye and United Kingdom.

Recipients of this draft are invited to submit, with their comments, notification of any relevant patent rights of which they are aware and to provide supporting documentation.

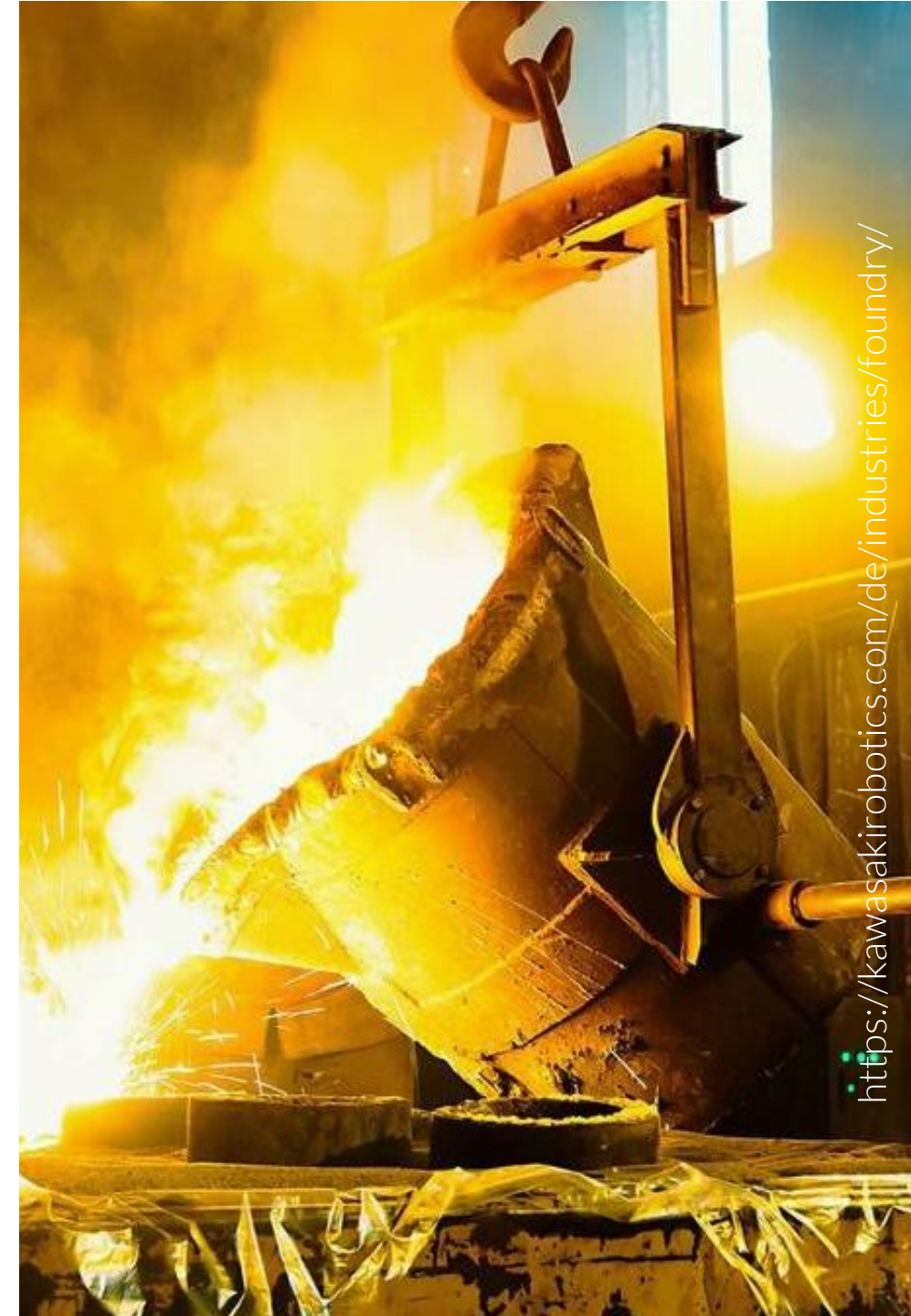
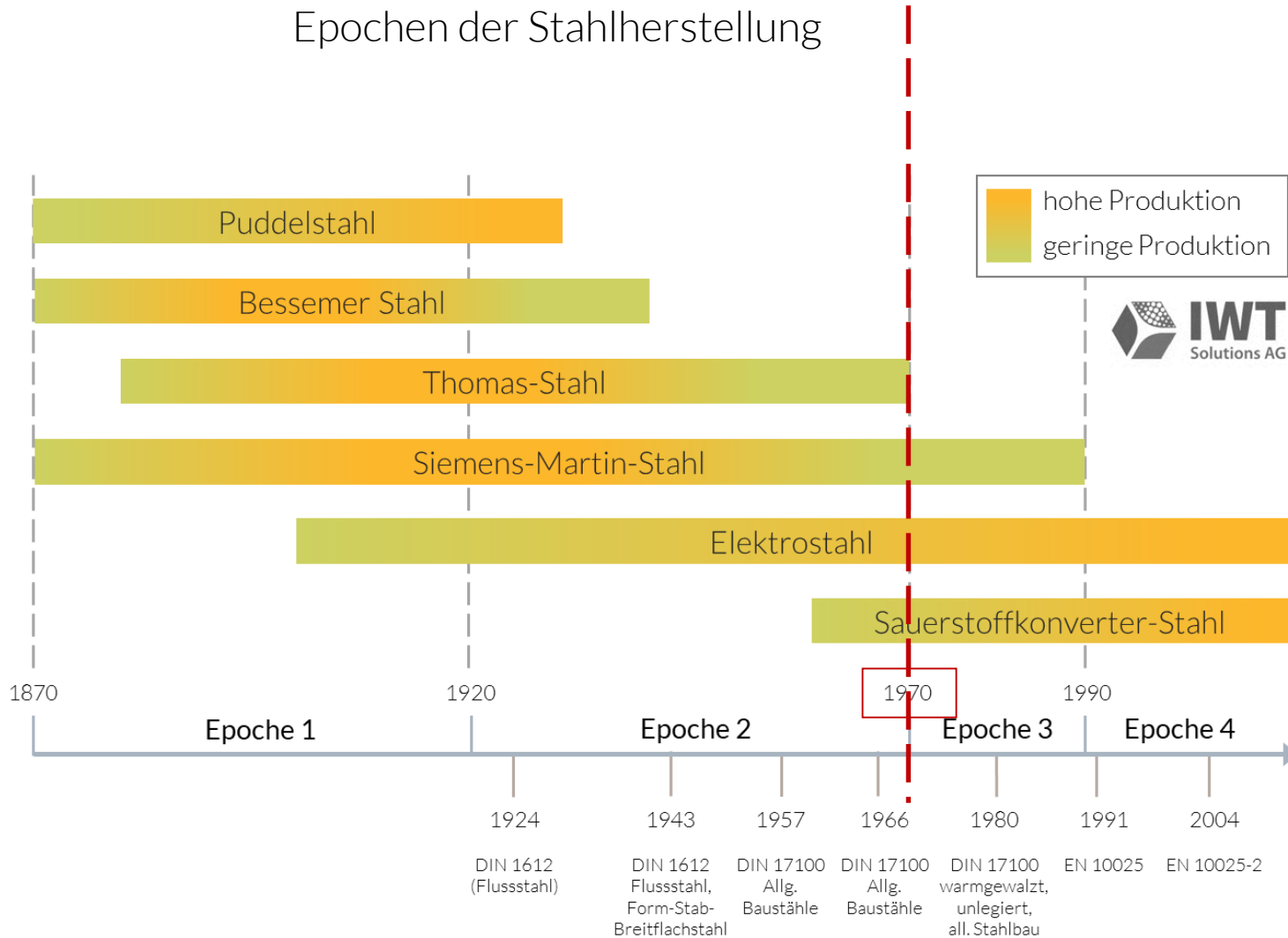
**Warning:** This document is not a Technical Specification. It is distributed for review and comments. It is subject to change without notice and shall not be referred to as a Technical Specification.

Level	Dokumente	Inspektion	Prüfungen	weitere Checks
0	keine	keine	keine	keine
1	allgemein	Standard	Standard	keine
2				
3	allgemein und spezifisch	Intensiv	Intensiv	vereinzelt
4				Intensiv
5				
6				

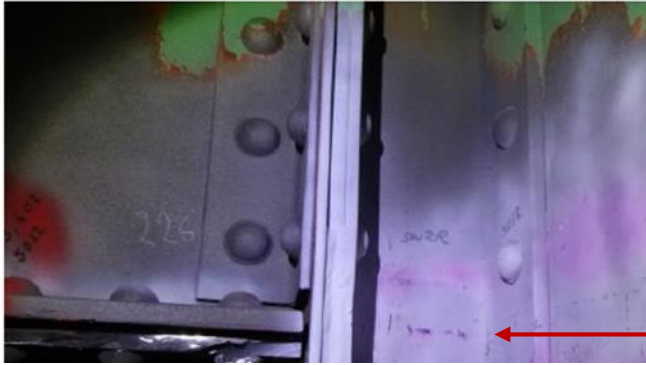


# Inspektion und Prüfung

## Epochen der Stahlherstellung



# Inspektion und Prüfung

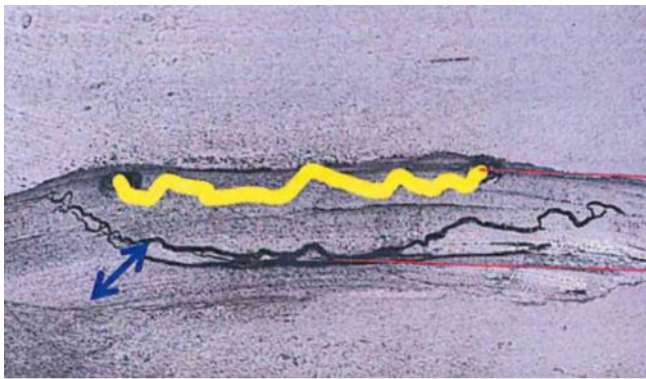


Beispiel  
Walzprofil aus 1951

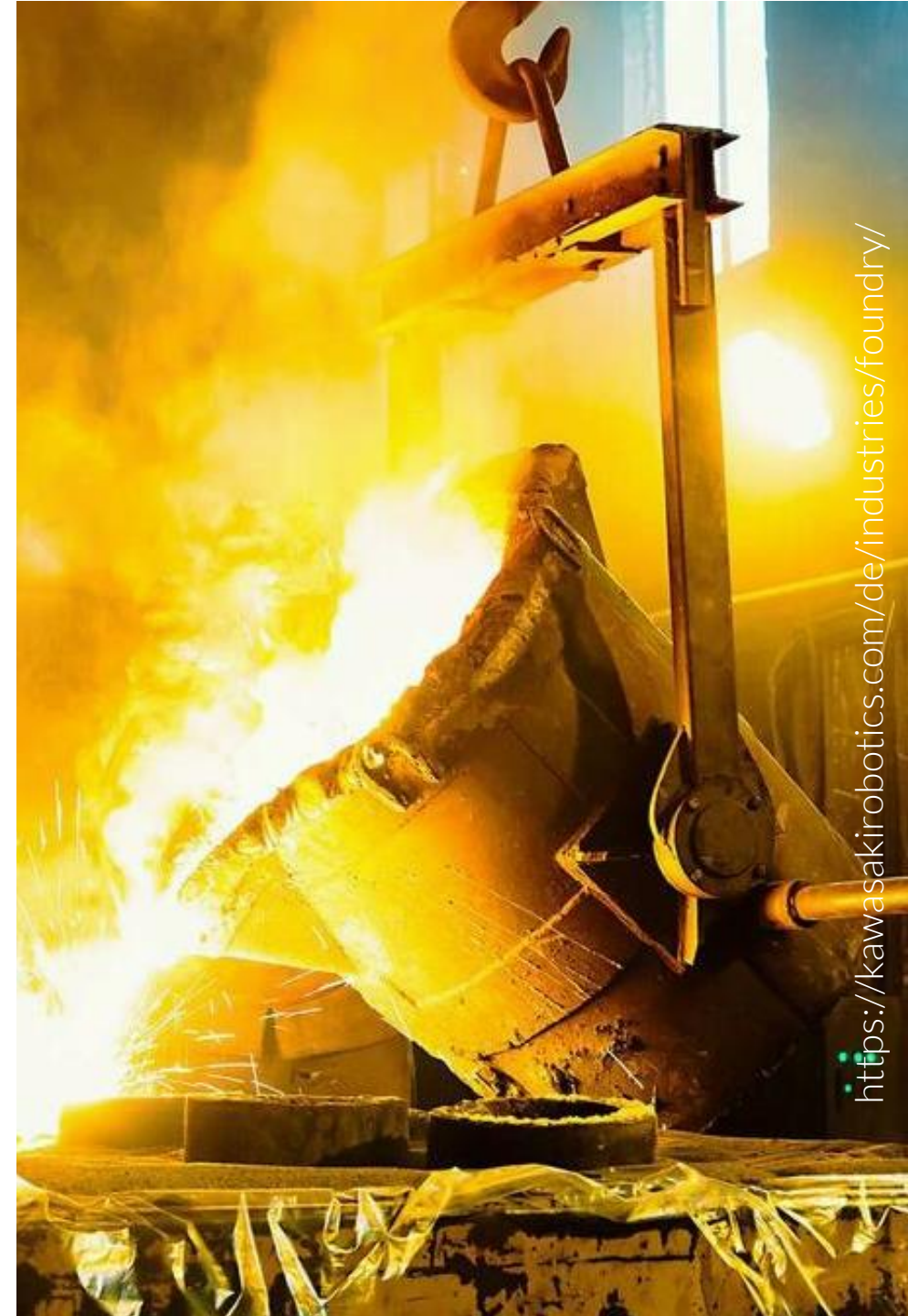
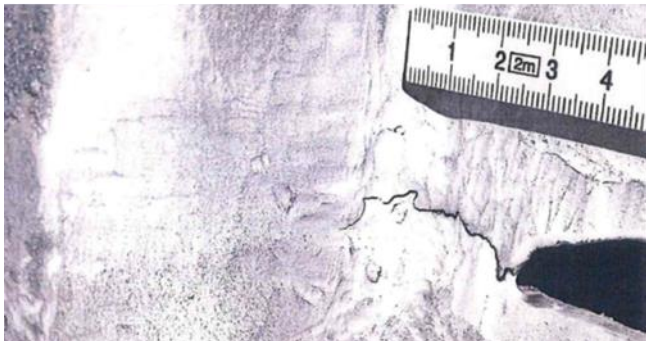
Prüfung der Flansche

- St 52
- schweißbar

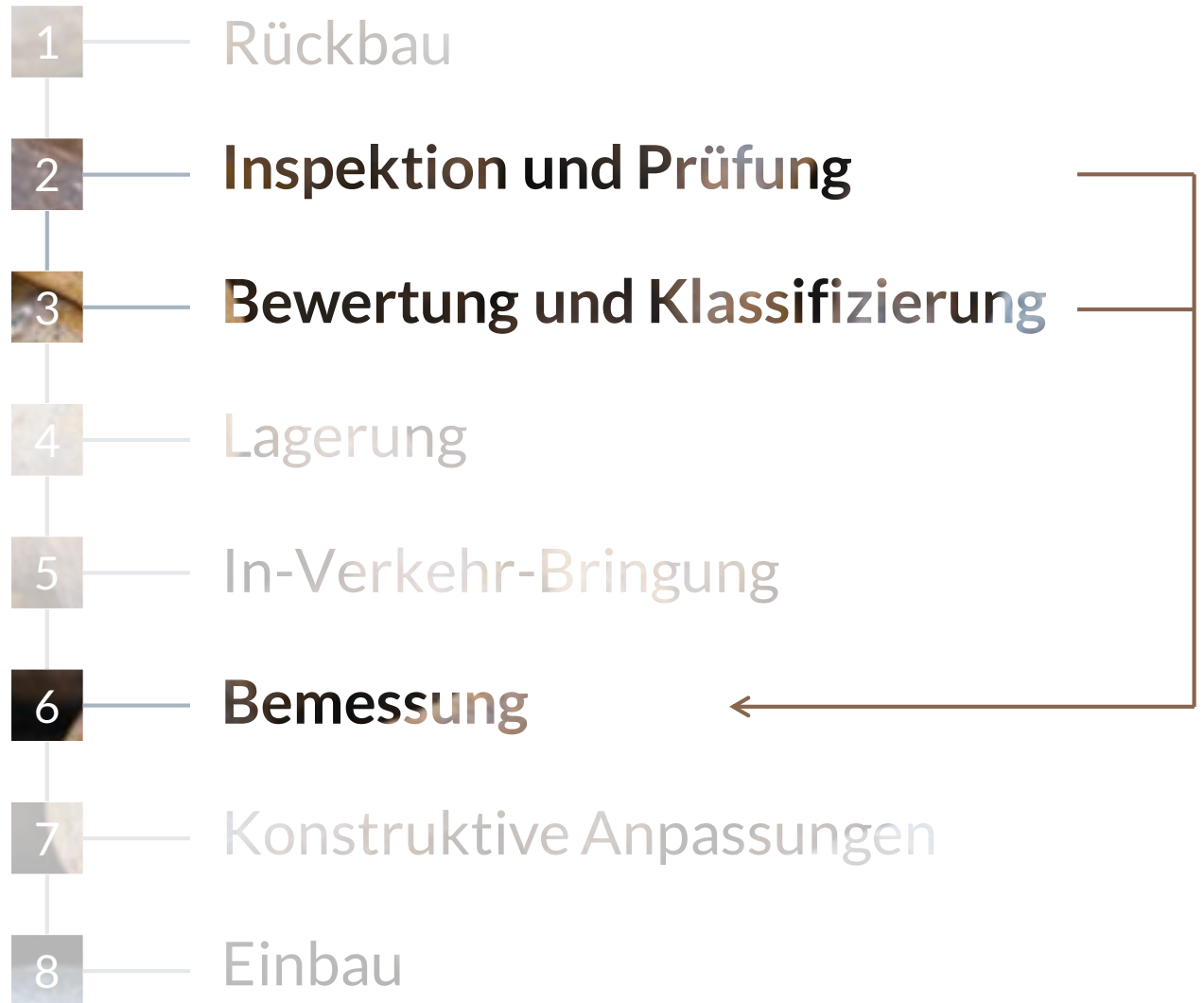
nach Entfernen einer Schweißnaht:  
Anzeigen



Prüfung des Stegs?



# Prozesskette

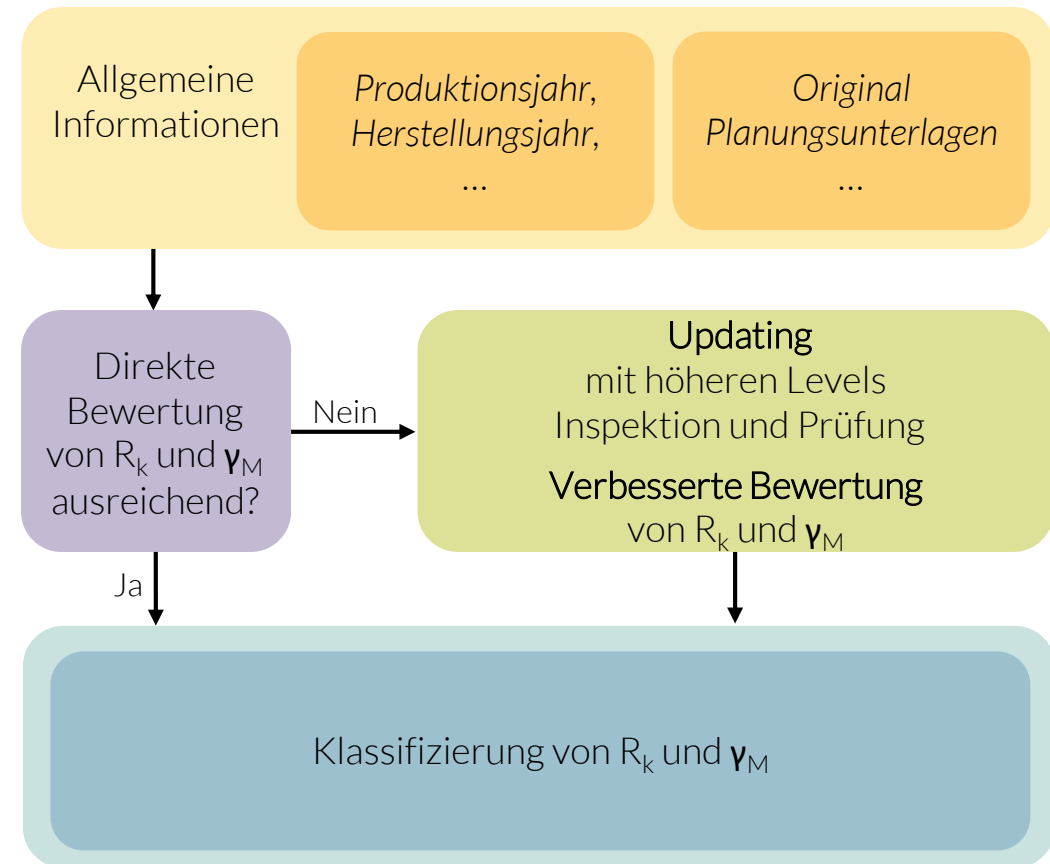






3

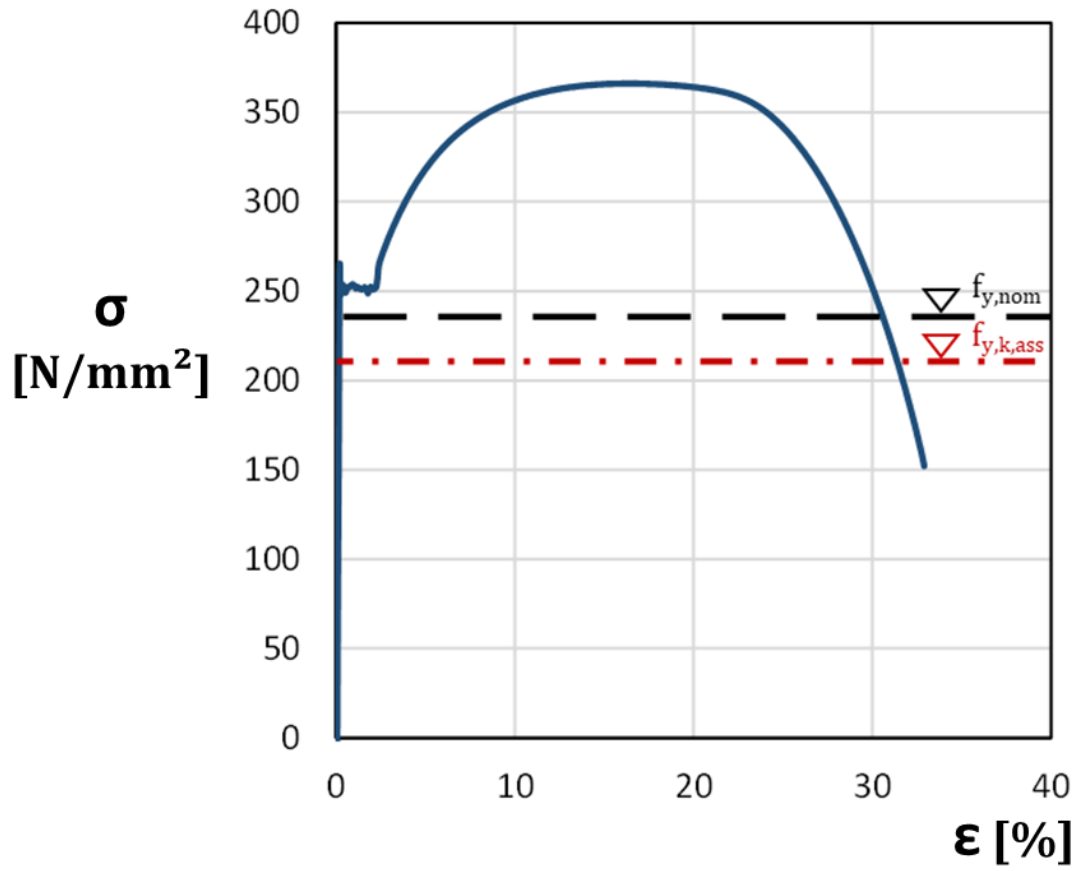
# Bewertung und Klassifizierung





3

# Bewertung und Klassifizierung

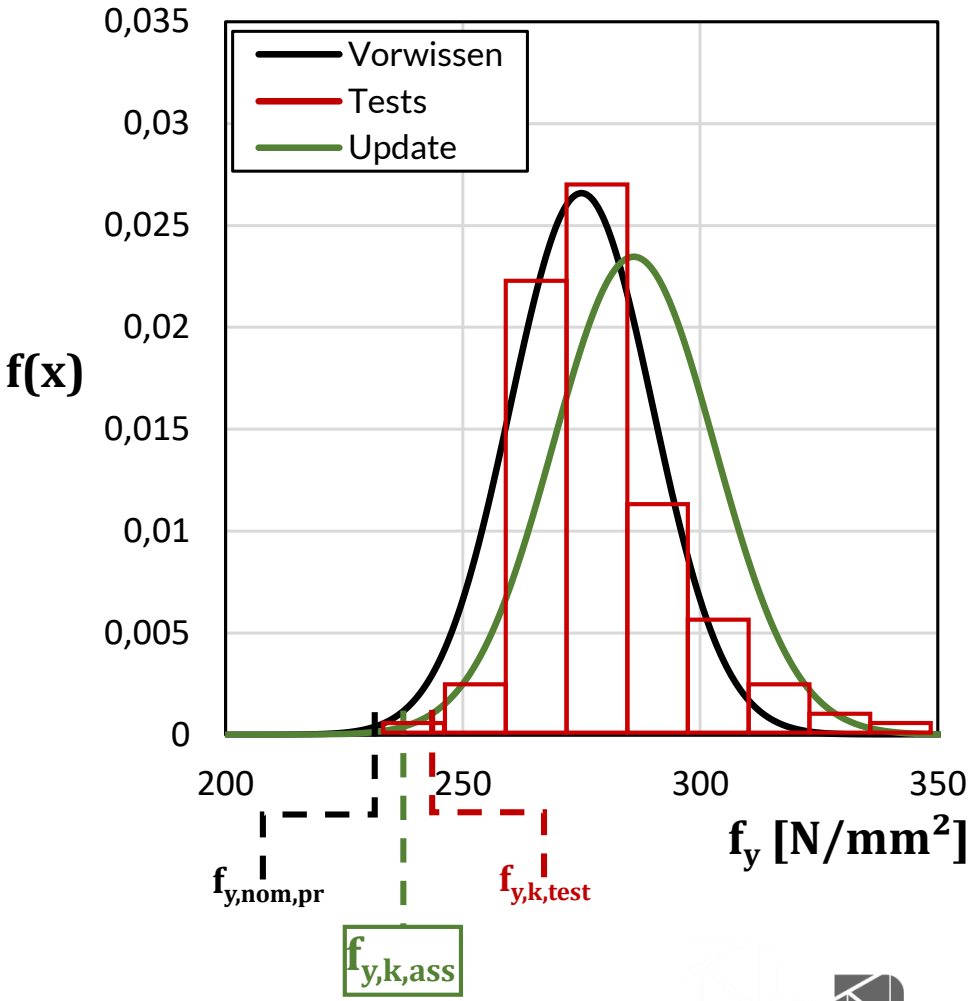




3

# Bewertung und Klassifizierung

Updating  $\beta = 3,8$



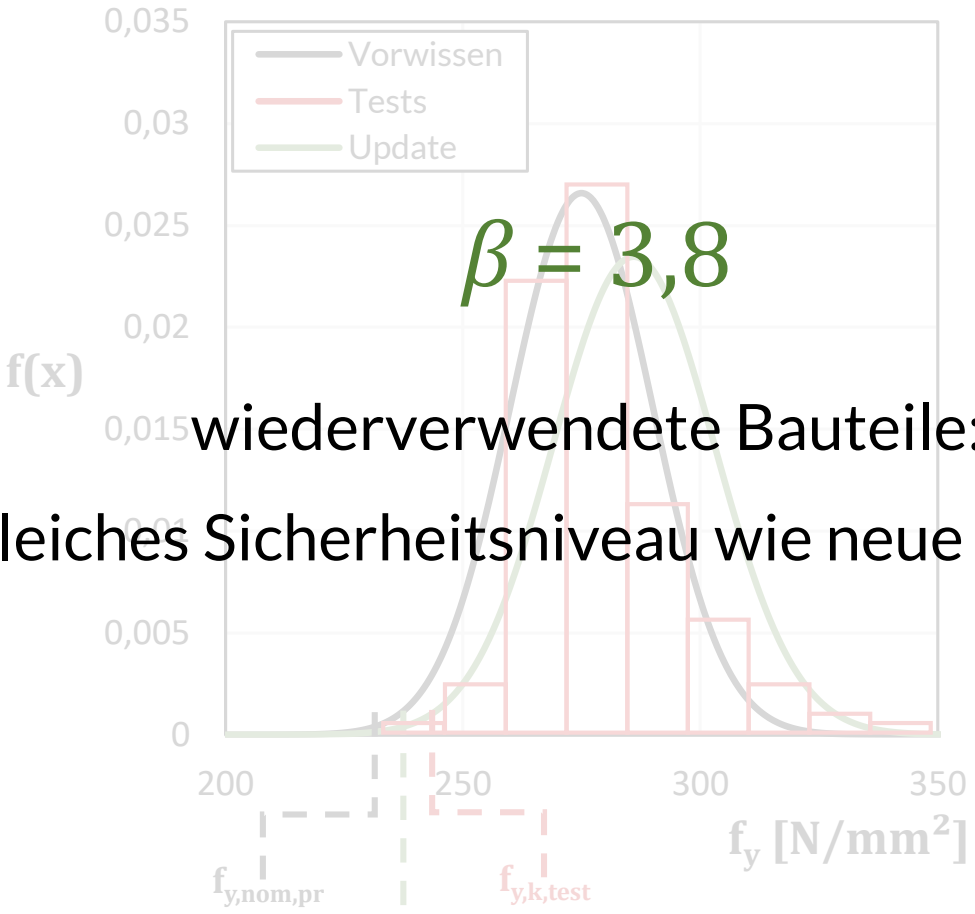
CEN/TS 17440  
oder  
prEN1990-2



3

# Bewertung und Klassifizierung

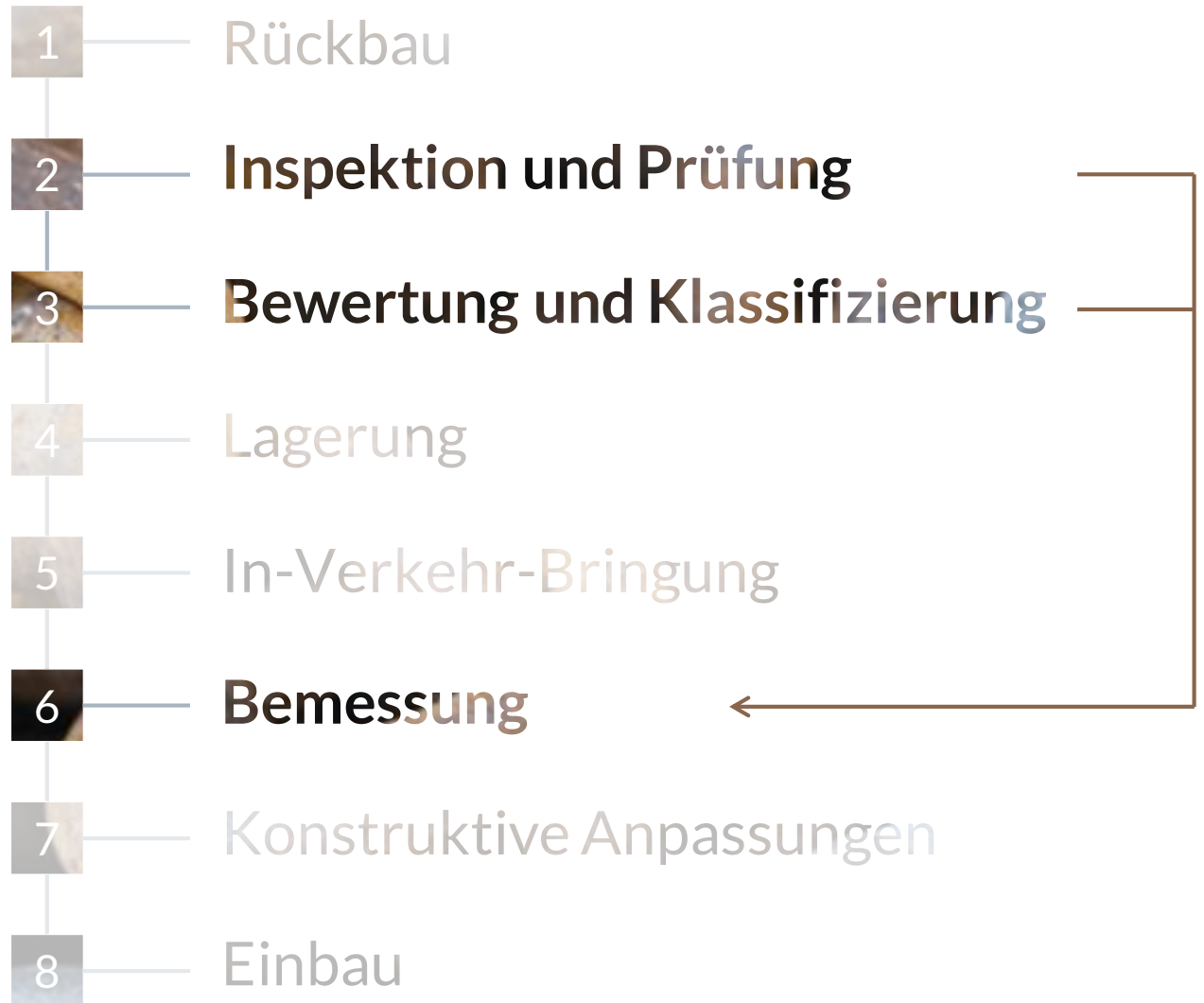
## Updating



CEN/TS 17440  
oder  
prEN1990-2

wiederverwendete Bauteile:  
gleiches Sicherheitsniveau wie neue Bauteile

# Prozesskette



# Bemessung

Aus Phase 3 „Bewertung und Klassifizierung“  
Teilsicherheitsbeiwert, Beispiel  $R_k = \text{const}$

$\gamma_M$	Informationsgrad		
	gering	mittel	hoch
19xx – 1970			
1970 – 1990			
1990 – heute			

	Keine Anpassungen der Sicherheitselemente
	Anpassungen der Sicherheitselemente
	Keine Anpassungen möglich

## 6.3.5 Bemessungswert des Widerstands (Auszug)

[...]

- (3) Alternativ zu Gleichung (6.6a) darf der Bemessungswert des Widerstands direkt aus dem charakteristischen Wert des Widerstands eines Baustoffs oder Bauprodukts ohne explizite Bestimmung von Bemessungswerten einzelner Basisvariablen bestimmt werden:

$$R_d = \frac{R_k}{\gamma_M} \quad (6.6c)$$

### ANMERKUNG

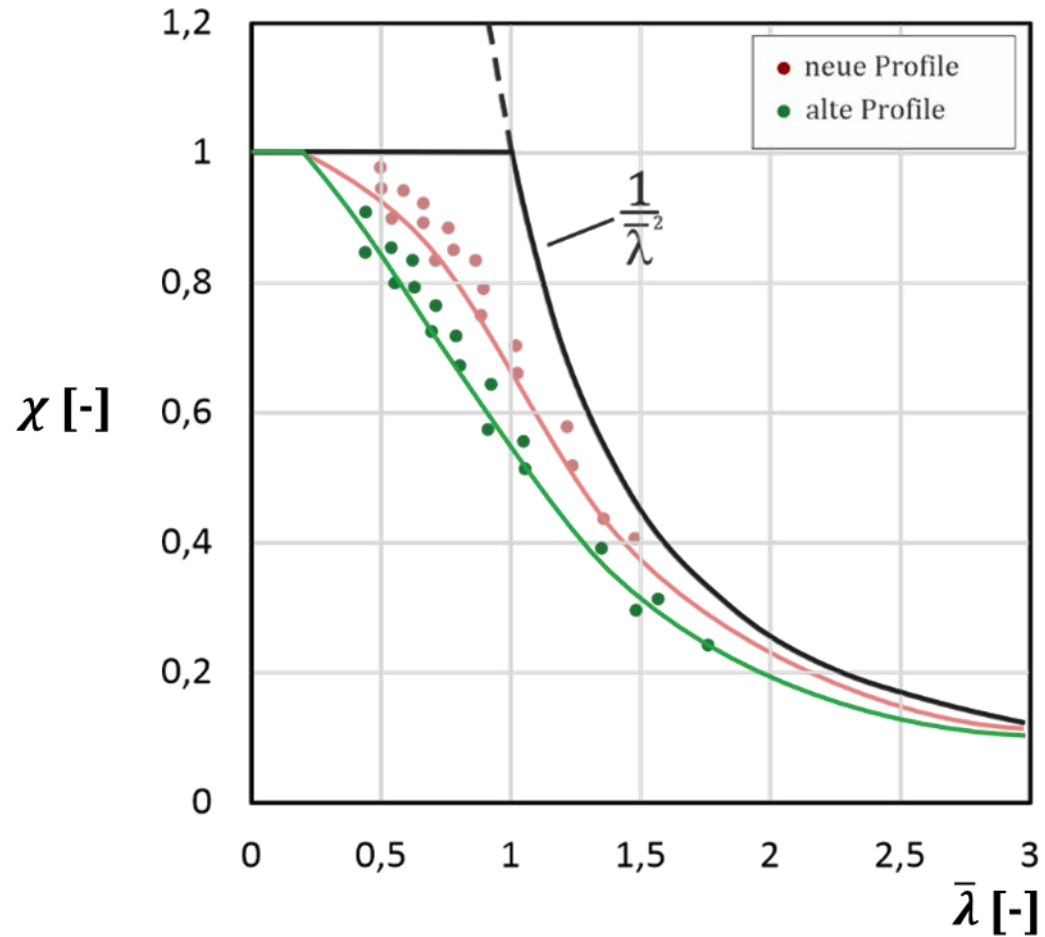
Dies gilt für Produkte oder Bauteile aus einem Baustoff (z. B. Stahl) und wird auch im Zusammenhang mit Anhang D „Versuchsgestützte Bemessung“ angewendet.

[...]

# 6

## Bemessung

### Widerstandsfunktion



## Widerstandsfunktion

- **Gültigkeit** der Widerstandsfunktionen hängt ab von **Epoche** der Herstellung des Stahlprodukts
- Bemessungsregeln umfangreich auf **Anwendbarkeit** alter Stahlprodukte zu überprüfen im **Zusammenhang** mit  $\gamma_M$
- derzeitige Einschätzung für Stahlprodukte
  - ab **1970**: **wenige** Änderungen
  - ab **1990**: **keine** Änderungen





# Bemessung

## Widerstandsfunktion



Antragstellende FV: Deutscher Ausschuß für Stahlbau e.V. - DAST  
Antragstitel: Regeln für die Wiederverwendung von Stahlbauten

IGF Forschungsvohaben\_2024-00921



Projektträger für das



Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Klimaschutz



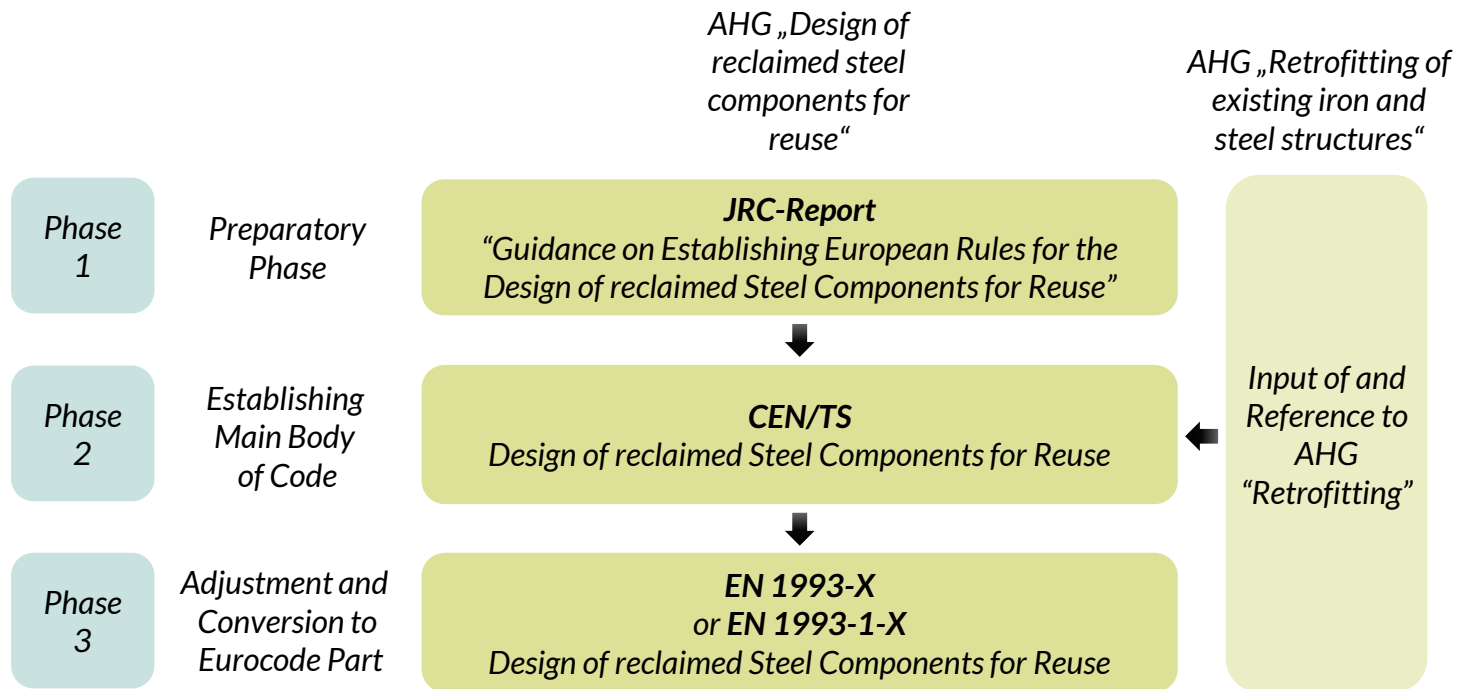


# Eurocode 3

<https://www.steeloffice.ch/de>

# CEN/TC250/SC3/AHG

„Design of reclaimed steel components for reuse“



Convenor: Dr.-Ing. Helen Bartsch, RWTH Aachen

## Guidance on Establishing European Rules for the Design of reclaimed Steel Components for Reuse



M. Feldmann, H. Bartsch, F. Eyben, K. Wolters, M. Knobloch, A. Bours, R. Stroetmann, A. Girao-Coelho, A. Beyer, M. Rauch, M. Charlier, C. Braenstrup, W. Husson, D. Baxter, T. Bogdan, B. Kühn, K. Zimmermann, V. Laine

2024

# Zusammenfassung

- Reuse  
Wichtiger Baustein zur Vermeidung von CO<sub>2</sub> im Bauwesen
- Marktbedingungen schaffen
- Anleitungen und Regeln
  - Rückbau
  - Inspektion und Prüfung
  - Bewertung und Klassifizierung
  - Lagerung
  - In-Verkehr-Bringung
  - Bemessung
  - Konstruktive Anpassungen
  - Einbau
- Besonders für den Stahlbau geeignet



# Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

Alte Stahlbauteile in neuen Bauwerken  
– zur Frage der Bemessung

Prof. Dr.-Ing. Markus Feldmann  
Dr.-Ing. Helen Bartsch  
Felix Eyben, M. Sc.  
Justus Voelkel, M. Sc.

Stahlbautag 2024 | Lindau

