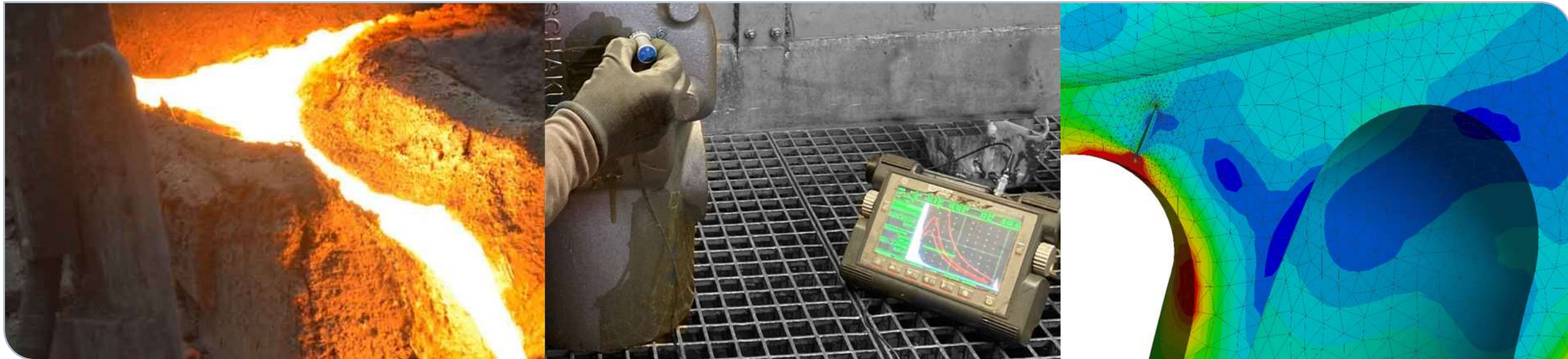


Die neue DAST-Richtlinie 033: Stahlguss im Bauwesen

Deutscher Stahlbautag 2026, Bielefeld

Prof.- Dr.-Ing. Thomas Ummenhofer, M.Sc. Marcel Mott KIT- Stahl- und Leichtbau VAKA



1. Motivation

- Warum Stahlguss?
- Herausforderungen
- Regelungsbedarf

2. Struktur & Inhalte

- Bemessung
- Technische Lieferbedingungen
- Abnahme

3. Hintergründe

- Ringversuche zur zerstörungsfreien Prüfung
- Nachweis mechanischer Eigenschaften von Gussbauteilen



Queen Richmond Centre West, Toronto

- 11-geschossige Aufstockung über einem Bestandsgebäude
- 17 t Gussknoten verbindet zentral 22 m hohe Hohlprofilstruktur
- RHP mit 1000 mm Durchmesser, 50 mm Wanddicke
- 80 MN Vertikallasten pro Knoten



The Sphere, Las Vegas

- weltgrößte sphärische Struktur mit 158 m Durchmesser
- 368 Stahlgussknoten mit je 3,9 t
- CNC bearbeitete Knotenpunkte sind formgebende Elemente
- Rundhohlprofile zwischen den Knoten sind nicht gekrümmt
- Gusswerkstoff ASTM A958 Grade SC8620 entspricht weitestgehend G20Mn5:
 - $R_{p0,2} = 345 \text{ MPa}$
 - $R_m = 550 \text{ MPa}$
 - $A \geq 18 \%$



Vancouver International Airport

- standardisierte Endverbinder in Kombination mit Brettschichtholz
- kraftflussoptimierte Knoten mit nur 227 kg Stückgewicht
- ideale gelenkige Ausbildung der Knotenanschlüsse
- korrosionsbeständige Ausführung in nichtrostendem Stahlguss
- „off-the-shelf“-Produkt mit kurzen Lieferzeiten



© Vancouver International Airport (YVR)



© Vancouver International Airport (YVR)

Warum Stahlguss?

- **kraftflussgerechtes Design** verringert lokale Spannungsspitzen und ermöglicht schlankere Konstruktionen
- Verlagerung von **Schweißnähten** in Bereiche **niedrigerer Beanspruchung**
- **verbesserter Zugang** zu Schweißbereichen reduziert die Herstellkosten und erleichtert die Fertigung
- **vereinfachte Montage** durch hohe Passgenauigkeit
- gestalterischer **Freiraum** für höchste **ästhetische** und **funktionale** Anforderungen
- **Kostenvorteile** in der Serienfertigung



© Donges Steeltec GmbH



© FraPort AG



Die Regelungslücke

Werkstoffnorm:

- DIN EN 10340:2007 Stahlguss für das Bauwesen

Technische Lieferbedingungen:

- DIN EN 1559-2:2014 Gießereiwesen – Technische Lieferbedingungen – Teil 2: Zusätzliche Anforderungen an Stahlgussstücke

Ausführungsvorschriften:

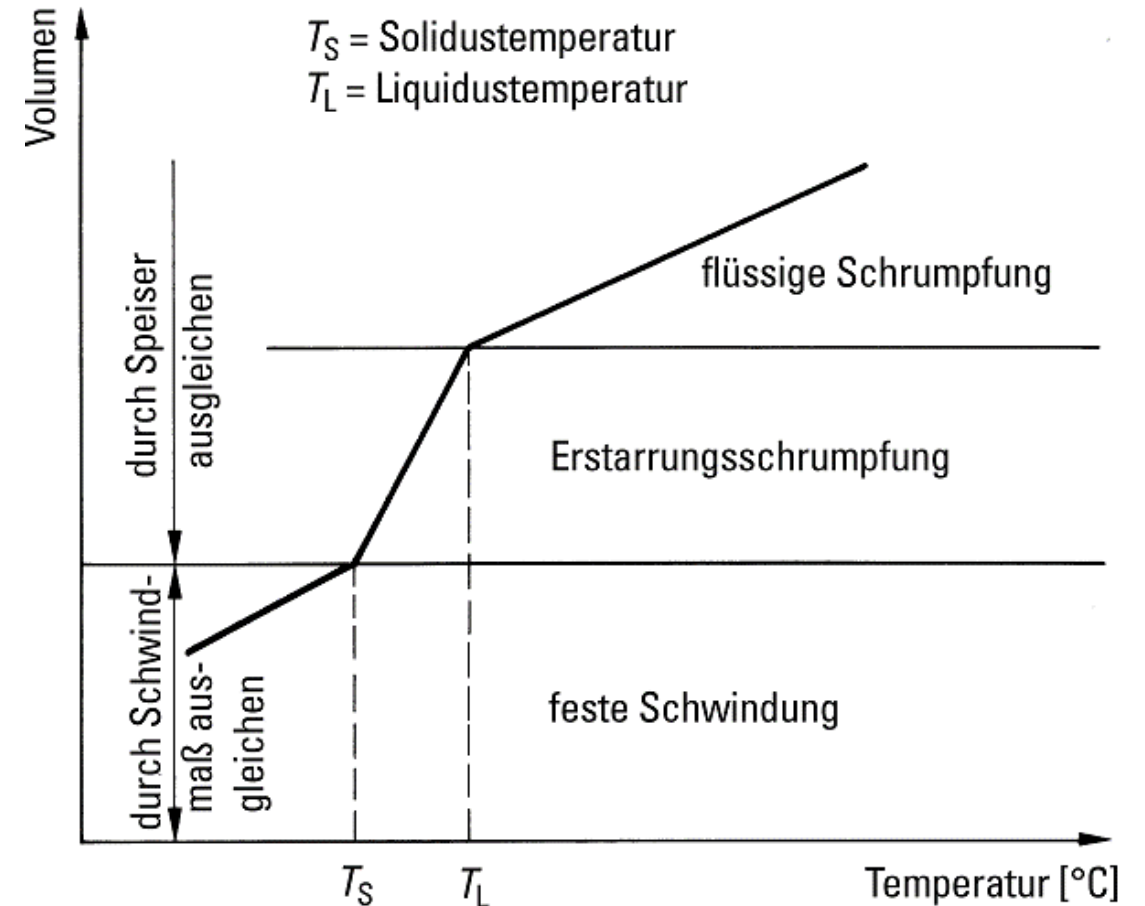
- DIN EN 1090-2:2018+A1:2024
Ausführung von Stahltragwerken und Aluminiumtragwerken – Teil 2: Technische Regeln für die Ausführung von Stahltragwerken

Bemessungsregeln:

 Der Eurocode 3 enthält keine spezifischen Bemessungsregeln für Stahlgussteile

Gibt es „fehlerfreien“ Stahlguss?

- **Schwindmaß** (Längenänderung pro Masseinheit) beträgt ungefähr **2,0 %**
- Das **Volumendefizit** (Lunkervolumen) liegt zwischen **4,0 % - 7,0 %**
- **Erstarrungsschrumpfung** hängt stark von der **Legierung** der Schmelze ab



Vielfalt an möglichen Ungängen

- **Schwindung** und **Volumendefizite** lassen sich während der Erstarrung **nie vollständig vermeiden**.
- Ungängen können nicht/bedingt beseitigt werden – ihre **strukturelle Bedeutung** kann jedoch **bewertet** werden.

Porosität ($< 2\text{ mm}$)



Lunker ($> 2\text{ mm}$)



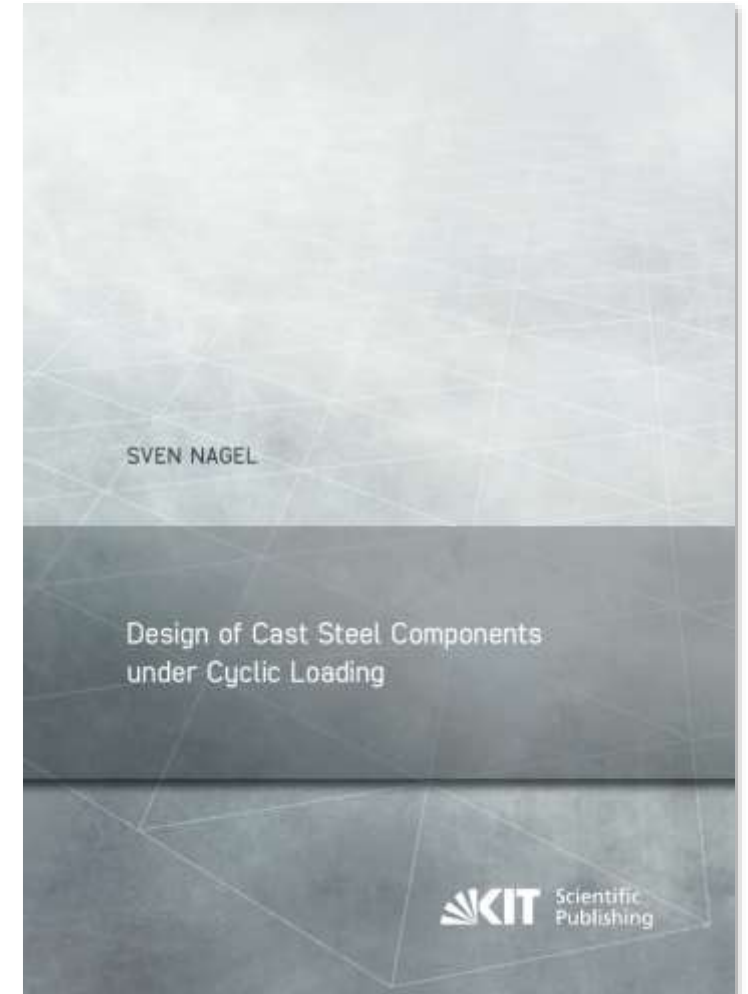
Risse



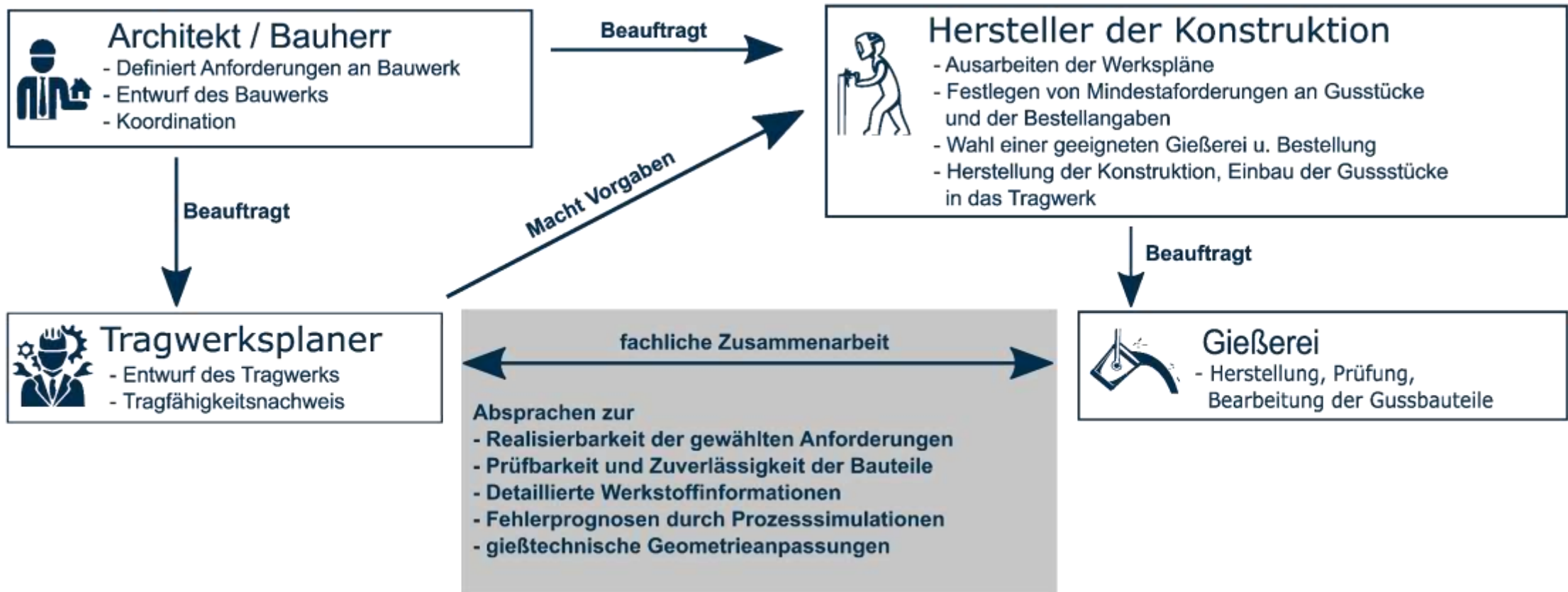
Umgang mit ungängenbehafteten Stahlgussbauteilen

- Ungängen **müssen** bei der Bemessung zwingend **berücksichtigt werden**
- Bemessungsverfahren wurden im Rahmen von Dissertationen an der Versuchsanstalt des KIT entwickelt
- Spannaus (2016): Bemessung unter vorwiegend ruhender Beanspruchung
- Nagel (2020): Bemessung unter Ermüdungsbeanspruchung

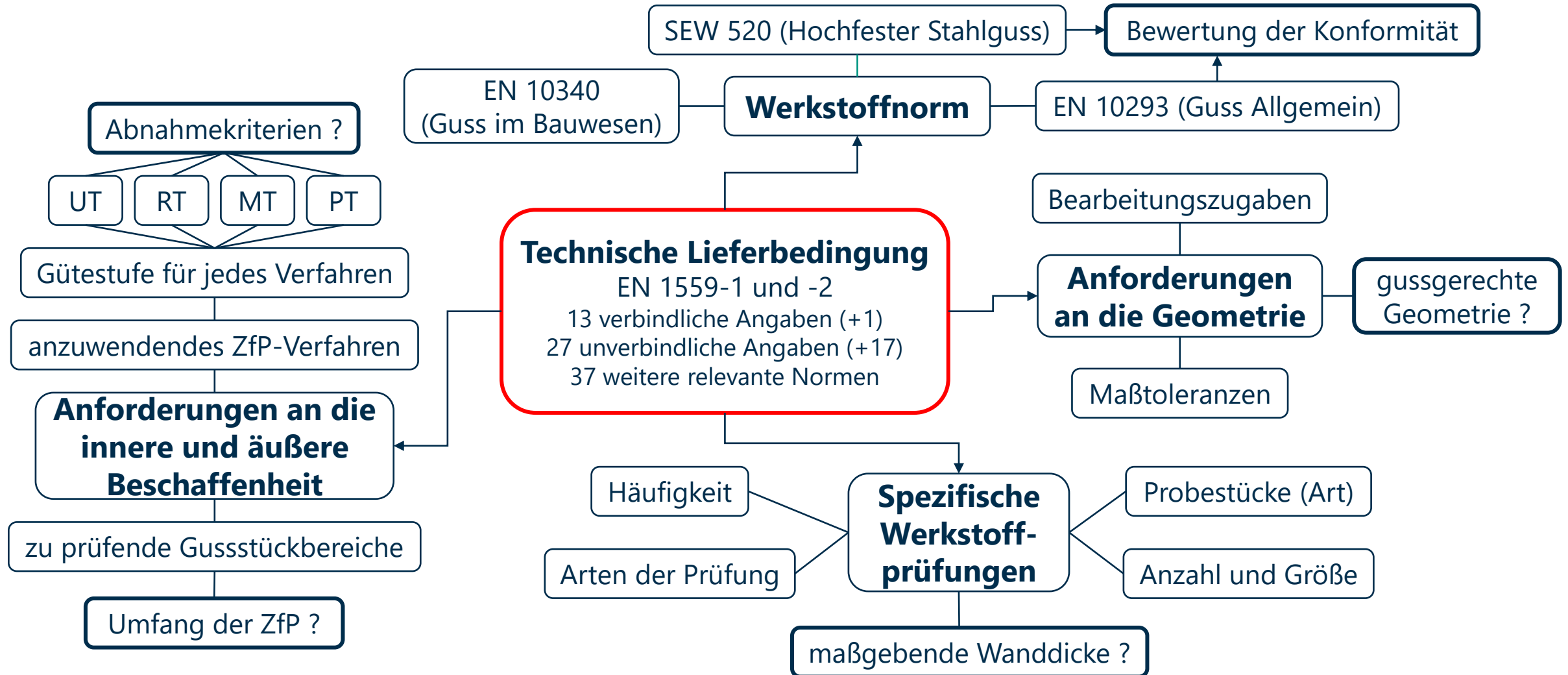
Was gibt es jetzt noch zu tun?



Motivation: Die fehlende Schnittstelle zwischen Tragwerksplanung und Gießerei



Motivation: Hoher Klärungsbedarf bei den technischen Lieferbedingungen



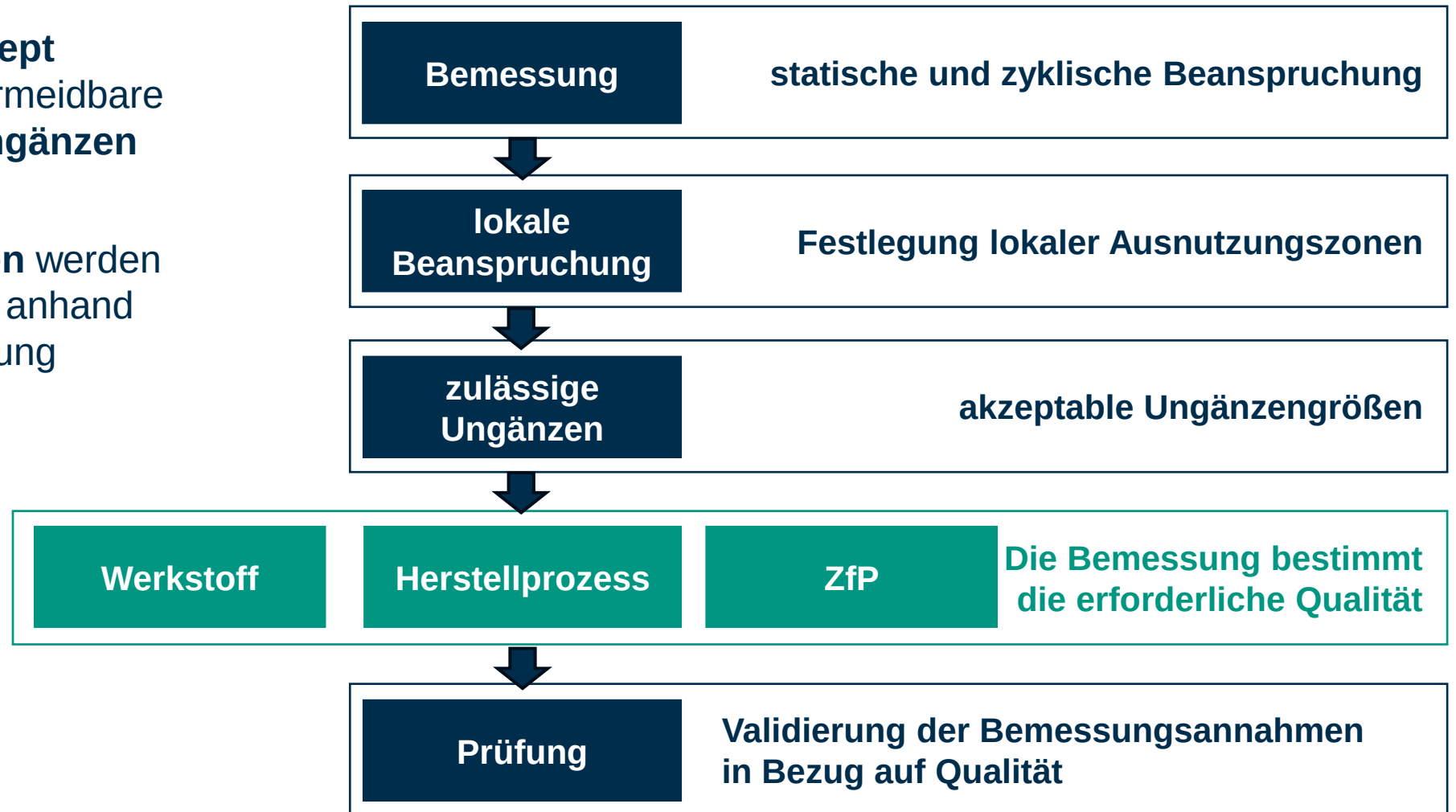


Struktur, Umfang & Inhalte

2

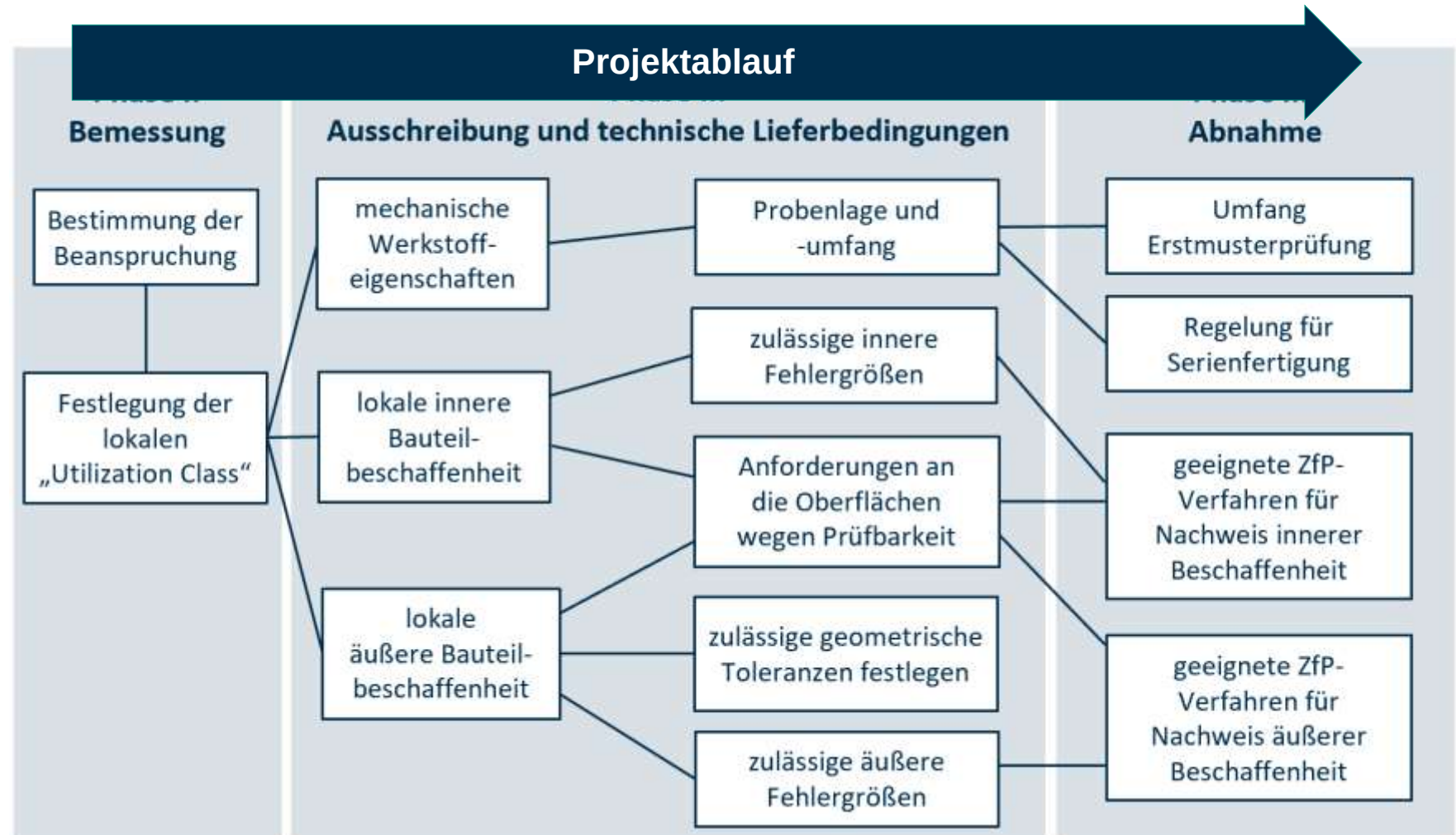
Das Bemessungskonzept der neuen DAST 033

- **Das Bemessungskonzept** berücksichtigt das unvermeidbare **Vorhandensein von Ungängen**
- **Qualitätsanforderungen** werden nicht pauschal, sondern anhand der lokalen Beanspruchung festgelegt



Von der Bemessung bis zur Abnahme – Begleitung des gesamten Projektzyklus

- logische **Verknüpfung** von **Beanspruchung** und **Qualität**
- Übersetzung der mechanischen Anforderungen in konkrete **technische Lieferbedingungen**
- **transparente Abnahmekriterien** für alle Projektbeteiligten



Gusswerkstoffe für das Bauwesen

Bezeichnung		Wärmebe- handlung ¹⁾	Dicke ²⁾	Zugversuch bei Raumtemperatur			Kerbschlag- biegeversuch ⁵⁾	
Kurzname	Werkstoff- nummer	Symbol	t [mm] max.	R _{p0,2} [MPa] min.	R _m [MPa] min.	A [%] min.	KV [J] min.	Temp- eratur [°C]
G20Mn5	1.6220	+QT	100 150 ⁴⁾	300 350 ⁴⁾	500 bis 650	22	27	- 40
G24Mn6 ³⁾	1.1128	+QT2	100	500	650 bis 800	15	27	-30
		+QT3	150	400	600 bis 800	18	27	-30
G18NiMoCr3-6 ³⁾	1.6759	+QT1	80	700	830 bis 980	12	27	-40
		+QT2	120	630	780 bis 930	12	27	-40

¹⁾ Temperaturen der Wärmebehandlungsstufen nach DIN EN 10340

²⁾ Beanspruchungsart und Qualitätsanforderungen können zu kleineren zulässigen Wanddicken führen.

³⁾ Wärmebehandlung nach dem Schweißen sowie geeignete Schweißzusatzwerkstoffe entsprechend Beiblatt SEW 520

⁴⁾ Erhöhte Eigenschaften können zwischen Auftraggeber und Hersteller vereinbart werden.

⁵⁾ Sind mehrerer Prüftemperaturen angegeben, müssen die Prüfungen stets unter der Niedrigsten Temperatur durchgeführt werden.

Beschränkung auf drei im Bauwesen besonders relevante Gusswerkstoffe:

- G20Mn5 mit $R_{p0,2} = 300$ MPa und G24Mn6 mit $R_{p0,2} = 500$ MPa **zur Kombination mit Halbzeugen**
- G18NiMoCr3-6 mit $R_{p0,2} = 700$ MPa für **hochfeste Verbindungselemente**

Fertigungsschweißen - unverzichtbarer Teil des Herstellungsprozesses

- Die Gusswerkstoffe der Richtlinie sind **grundsätzlich schweißgeeignet**
- Ziel: **Vertrauen** der Anwender stärken
- **Schweißverbotszonen** auf ein notwendiges Mindestmaß **beschränken**
- Fertigungsschweißungen sind zulässig, setzen aber eine **Zertifizierung** voraus, welche die Anwendung der Normenreihe **DIN EN ISO 3834** voraussetzt.



Tabelle 1.2: Mindestanforderungen an das Fertigungsschweißen

Art der Beanspruchung	Anforderungen an ISO 3834	Anforderungen an Schweißaufsichtspersonal
Statische Beanspruchung	DIN EN ISO 3834-3	Spezifisches Niveau (s) nach DIN EN ISO 14731
Ermüdungsbeanspruchung	DIN EN ISO 3834-2	Umfassendes Niveau (c) nach DIN EN ISO 14731

Bemessungskonzepte – abhängig von der Beanspruchungsart

- Bemessungskonzepte antizipieren das **unvermeidliche** Vorhandensein von **Ungänzen**
- Qualitätsanforderungen sollen stets in Abhängigkeit der **lokalen Bauteilbeanspruchung** festgelegt werden
- Unterscheidung der angewendeten Konzepte nach **Beanspruchungsart**:

Statische Beanspruchung:



Ermüdungsbeanspruchung:



Bemessung bei statischer Beanspruchung

- Bestimmung der einwirkenden Strukturspannungen durch numerische Analyse nach DIN EN 1993-1-14
- Einteilung des Bauteils in lokale Ausnutzungsklassen (utilization classes, UC-SL) in Abhängigkeit der einwirkenden Spannungen
- Streckgrenzenabminderungsfaktoren R_{UC-SL} in Abhängigkeit der Ausnutzungsklasse
- Sprödbbruchnachweis in Tabellenform ähnlich DIN EN 1993-1-10 mit Abminderungsfaktor R_{frac}

$$\sigma_{x,ED,ULS} \leq R_{p0,2} \cdot R_{UC-SL}$$

$$\sigma_{x,ED,Außergewöhnlich} \leq R_{p0,2} \cdot R_{UC-SL} \cdot R_{frac}$$

Tabelle 2.1: Statische Ausnutzungsklasse (UC-SL) und Streckgrenzenabminderungsfaktoren in Abhängigkeit des Spannungsausnutzungsgrades

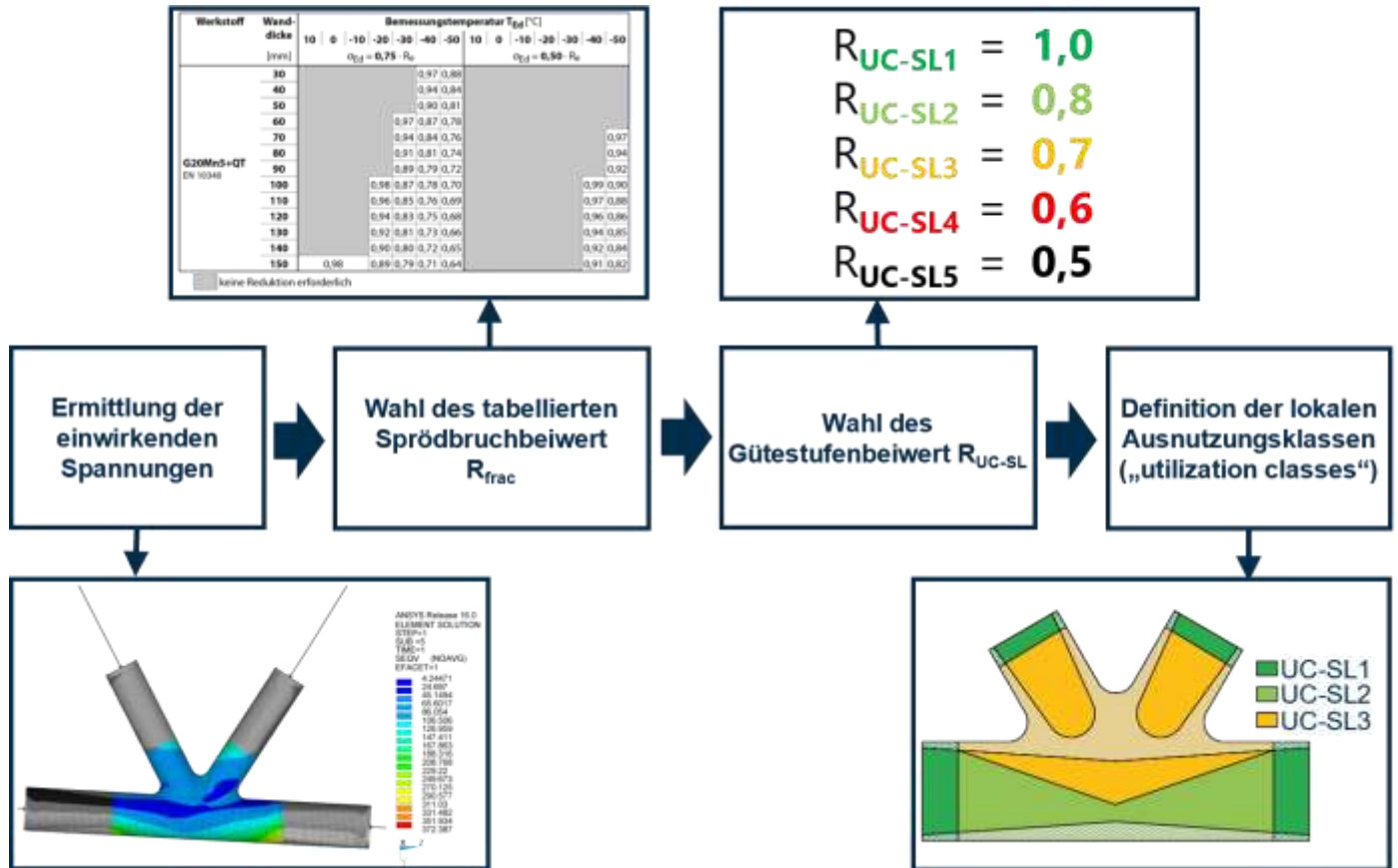
Spannungsausnutzungsgrad $\eta = \frac{\sigma_{x,Ed}}{R_{p0,2}}$	Ausnutzungsklasse	Streckgrenzen- abminderungsfaktor R_{UC-SL}	Sonder- anforderung an die Wanddicke
$100 \% \leq \eta < 80 \%$	UC-SL1 ¹⁾	1,00	$t_{max} = 50 \text{ mm}$
$80 \% \leq \eta < 70 \%$	UC-SL2	0,80	$t_{min} = 30 \text{ mm}$
$70 \% \leq \eta < 60 \%$	UC-SL3	0,70	$t_{min} = 30 \text{ mm}$
$\eta \leq 60 \%$	UC-SL4 ²⁾	0,60	$t_{min} = 50 \text{ mm}$

¹⁾Ausnutzungsklasse UC-SL 1 ist einzuhalten bis zu einem Abstand der zweifachen angrenzenden Wanddicke von Schweißnahtflanken aus gemessen, in Bereichen, in denen eine Krafteinleitung rechtwinklig zur Wanddicke vorliegt, in Bereichen von lokalen Krafteinleitungen (z.B. Sacklochgewinde) sowie im Druckkegel von HV-Schrauben.
²⁾Ausnutzungsklasse UC-SL 4 ist wegen der damit verbundenen großen zulässigen Ungängen nicht erstrebenswert und sollte nur in Ausnahmefällen zur Anwendung kommen

Tabelle 2.4: Abminderungsfaktor R_{frac} für Ausnutzungsklasse UC-SL2 bis UC-SL4 für Bauteilbereiche mit geometrische Kerbe (Kerbformzahl ≥ 4)

Werkstoff	Wand- dicke [mm]	Bemessungstemperatur T_{m} [°C]																					
		10	0	-10	-20	-30	-40	-50	10	0	-10	-20	-30	-40	-50	10	0	-10	-20	-30	-40	-50	
		$\sigma_{Ed} = 0,75 \cdot R_{m0,2}$						$\sigma_{Ed} = 0,5 \cdot R_{m0,2}$						$\sigma_{Ed} = 0,25 \cdot R_{m0,2}$									
G20Mn5 +QT	30						0,97	0,88															
	40						0,94	0,84															
	50						0,90	0,81															
	60					0,97	0,87	0,78															
	70					0,94	0,84	0,76							0,97								
	80					0,91	0,81	0,74							0,94								
	90					0,89	0,79	0,72							0,92								
	100				0,98	0,87	0,78	0,70							0,99	0,90							
	110				0,96	0,85	0,76	0,69							0,97	0,88							
	120				0,94	0,83	0,75	0,68							0,96	0,86							
	130				0,92	0,81	0,73	0,66							0,94	0,85							
	140				0,90	0,80	0,72	0,65							0,92	0,84							
	150		0,98		0,89	0,79	0,71	0,64							0,91	0,82							

Beispiel: Workflow zur Bemessung von statisch beanspruchten Bauteilen



- Numerisch gestützte Ermittlung von **Strukturspannungen**
- Tabellierte Beiwerte zur Berücksichtigung von **Spröbruch**
- Beiwert zur Berücksichtigung der **Ungänzengröße** und **-verteilung**
- Zuordnung von **lokalen „Ausnutzungsklassen“** im Bauteil.
- **Schnittstelle** zu erforderlichen technischen **Lieferbedingungen**

Bemessung bei Ermüdungsbeanspruchung

- Bestimmung der einwirkenden Spannungen durch numerische Analysen nach DIN EN 1993-1-14
- Festlegung der lokalen Ermüdungsausnutzungs-klasse (utilization class – fatigue loads; UC-FL)
- Gegenüberstellung der einwirkenden Spannungsschwingbreite mit dem Bemessungswiderstand

$$\frac{\Delta\sigma_{Ed}}{\Delta\sigma_{Rd}} \leq 1,0$$

- Ausnutzungs-klassen (UC-FL) bilden Schnittstelle zu technischen Lieferbedingungen
- Direkte Korrelation zu mechanischen Fehlergrößen

Tabelle 3.2: Zusammenhang von Ermüdungsfestigkeit und Ermüdungsausnutzungs-klasse (UC-FL) für $16 \leq t \leq 100$ mm;

UC-FL [-]	1	2	3	4	5
$\Delta\sigma_c$ [MPa]	100 ¹⁾	90	71	56	45
¹⁾ nur gültig für $t > 30$ mm					

Tabelle 5.4: Maximal zulässige Fehlergrößen in Abhängigkeit der Ermüdungsausnutzungs-klasse (UC-FL), für Wanddicken $30 \text{ mm} \leq t \leq 100 \text{ mm}$

UC-FL	Kernzone			Randzone	
	A_{sing} [mm ²]	2a [mm]	A_{mult} [mm ²]	2c [mm]	A_{sing} [mm ²]
1	25	4	$2,4 \cdot t - 6$	8	11
2	40	5	$3,0 \cdot t - 9$	10	17
3	$0,4 \cdot t + 85$	7	$4,8 \cdot t - 20$	16	41
4	$1,4 \cdot t + 155$	11	$7,7 \cdot t - 55$	25	98
5	$6,3 \cdot t + 7$	$0,1 \cdot t + 7$	$13,0 \cdot t - 200$	25	98

Von der Bemessung zu den technischen Lieferbedingungen

Übersetzung von Beanspruchbarkeit in Technische Lieferbedingungen:

- Die **Ausnutzungs-klasse** bestimmt die erforderliche **Qualität** und den **Prüfungsumfang**
- Unterscheidung der Prüfverfahren zwischen „**Erstmusterprüfung**“ und „**Serienprüfung**“
- Angepasste Qualitätsanforderungen für Bauteile unter Ermüdungsbeanspruchung
- Zielsetzung ist **beanspruchungsgerechte Qualität** bei **umsetzbaren Anforderungen**

Utilization Class	Innere Beschaffenheit		Äußere Beschaffenheit	
	Prüfverfahren	Annahme-kriterium	Prüfverfahren	Annahme-kriterium
UC-SL 1	Erstmusterprüfung Durchstrahlungsprüfung (RT) nach DIN EN 12681-1 - Ergänzend zur Qualifizierung - Ultraschallprüfung (UT) nach DIN EN 12680-1 ^{1), 2)}	Gütestufe 1	Erstmuster und Serienprüfung	
			Sichtprüfung (VT) nach DIN EN 1370	VC1
			Oberflächenrauheit:	SCRATA A2 / BNIF 2S1 / BNIF 2S2 ¹⁾
	Serienprüfung - bevorzugt – Durchstrahlungsprüfung (RT) nach DIN EN 12681-1 ^{1), 2)} - alternativ – Ultraschallprüfung (UT) nach DIN EN 12680-1 ^{1), 2)}		Magnetpulverprüfung (MT) nach DIN EN 1369	SM 1, LM 1, AM 1 ³⁾
UC-SL 2	Erstmuster und Serienprüfung Durchstrahlungsprüfung (RT) nach DIN EN 12681-1 ²⁾ - alternativ – Ultraschallprüfung (UT) nach DIN EN 12680-1 ²⁾	Gütestufe 2	Sichtprüfung (VT) nach DIN EN 1370	VC2
			Oberflächenrauheit:	SCRATA A2 / BNIF 2S1 / BNIF 2S2
			- bevorzugt – Magnetpulverprüfung (MT) nach DIN EN 1369 - alternativ – Eindringprüfung (PT) nach DIN EN 1371-1	SM 2, LM 2, AM 2 ³⁾ SP 2, LP 2, AP 2 ³⁾
	Erstmuster und Serienprüfung Durchstrahlungsprüfung (RT) nach DIN EN 12681-1 ²⁾	Gütestufe 3	Sichtprüfung (VT) nach DIN EN 1370	VC3
			Oberflächenrauheit:	SCRATA A2 / BNIF 2S1 / BNIF 3S2

Ergänzende technische Lieferbedingungen der DAST 033

Ergänzung und Erweiterung der Bedingungen aus DIN EN 1559-1 und -2 in zwei Schwerpunkten:

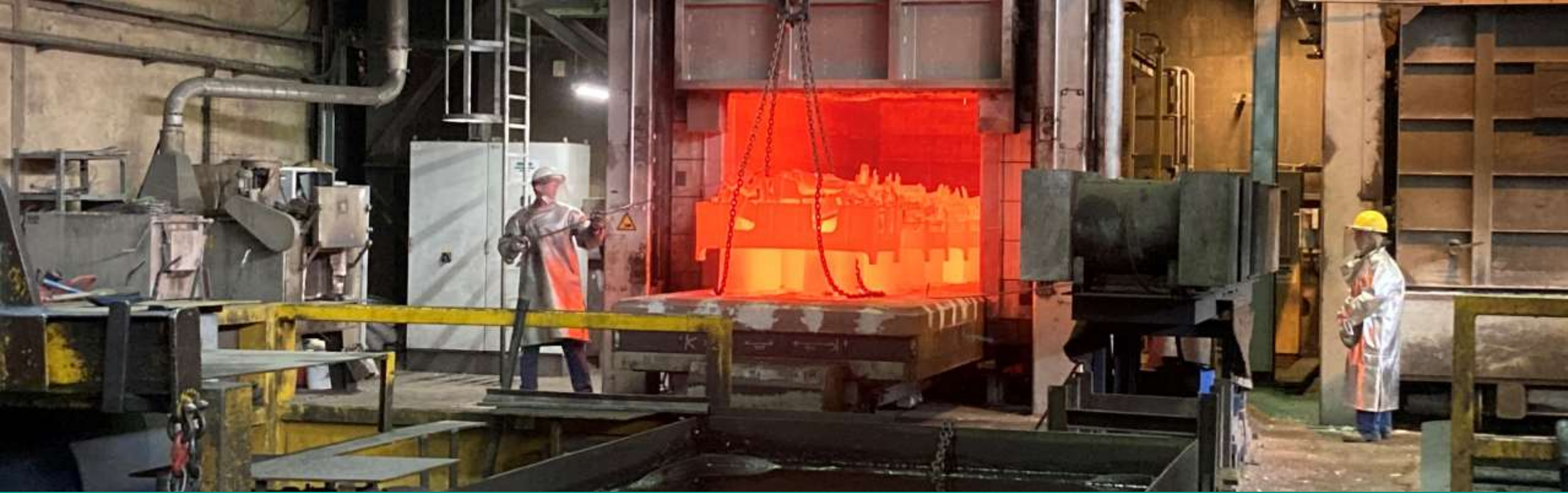
Ergänzenden Anforderungen an Prüfverfahren:

- Anwendungseinschränkungen der ZfP-Verfahren (insbesondere Ultraschallprüfung)
- verbindliche Forderung nach qualifiziertem und zertifiziertem Prüfpersonal
- Anzeigenvergrößerungsbeiwerte für die Ultraschallprüfung

Einführung der obligatorischen Erstmusterprüfung:

- detaillierte Regelungen zum Nachweis der mechanisch-technologischen Werkstoffkennwerte
- Nachweis zur **Anwendbarkeit** der **ZfP-Verfahren**
- Nachweis der **Übertragbarkeit** von **Prüfblöcken**





Hintergründe: Ergebnisse des Forschungsprojekts DeQaGuss

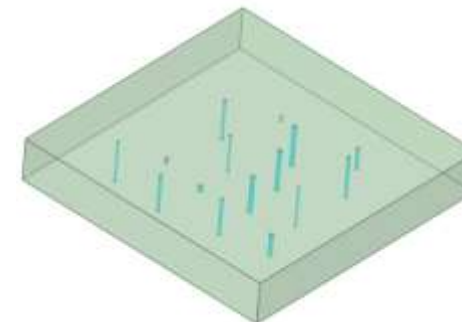
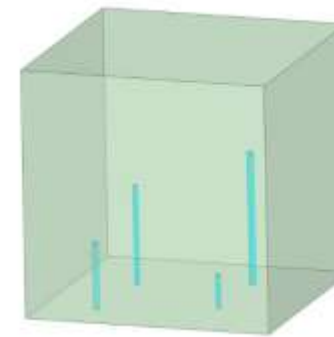
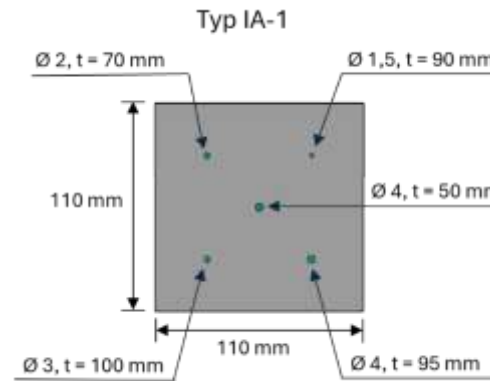
3

Forschungsfrage: Können die für die Bemessung relevanten Ungängen zuverlässig erkannt werden?

- Bedeutung der ZfP wächst, da **Ungängengrößen** und –verteilung jetzt **bemessungsrelevant** sind
- **Erschwerte Prüfbedingungen** durch Oberfläche, Gefüge und Geometrie von **Gussbauteilen**

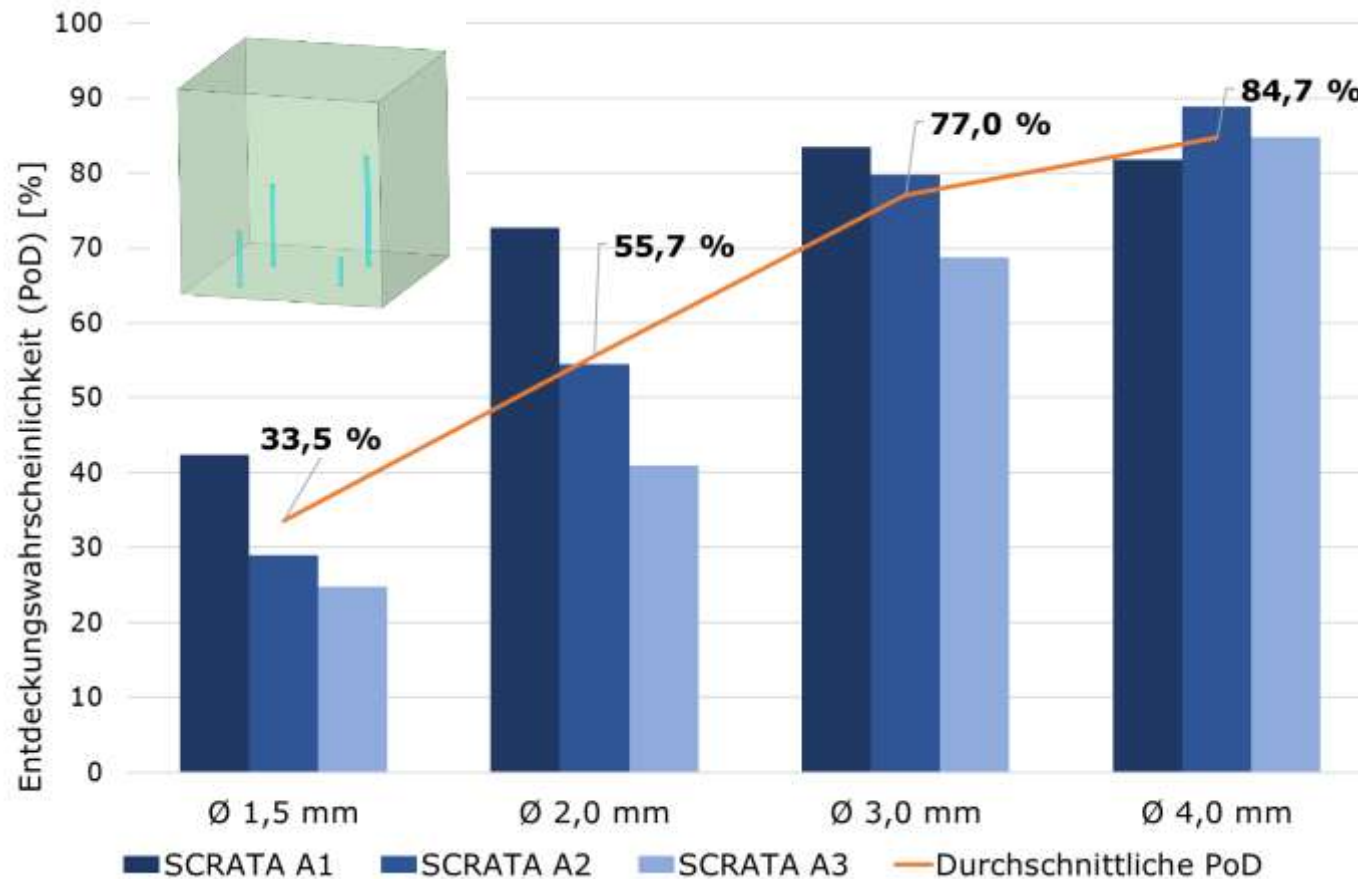
Ultraschallringversuche im DeQaGuss-Forschungsprojekt:

- Trennung der Einflussparameter durch idealisierte Geometrie
- künstliche Ungängen $\varnothing 1,5 - \varnothing 4,0$ mm
- unterschiedliche, gusstypische Oberflächen
- Typ I-A Probekörper für „tiefliegende“ Ungängen > 40 mm
- Typ I-B Probekörper für „oberflächennahe“ Ungängen < 40 mm



Wie zuverlässig lassen sich Ungängen detektieren?

Untersuchungsziel: Auswertung der Entdeckungswahrscheinlichkeit (PoD)

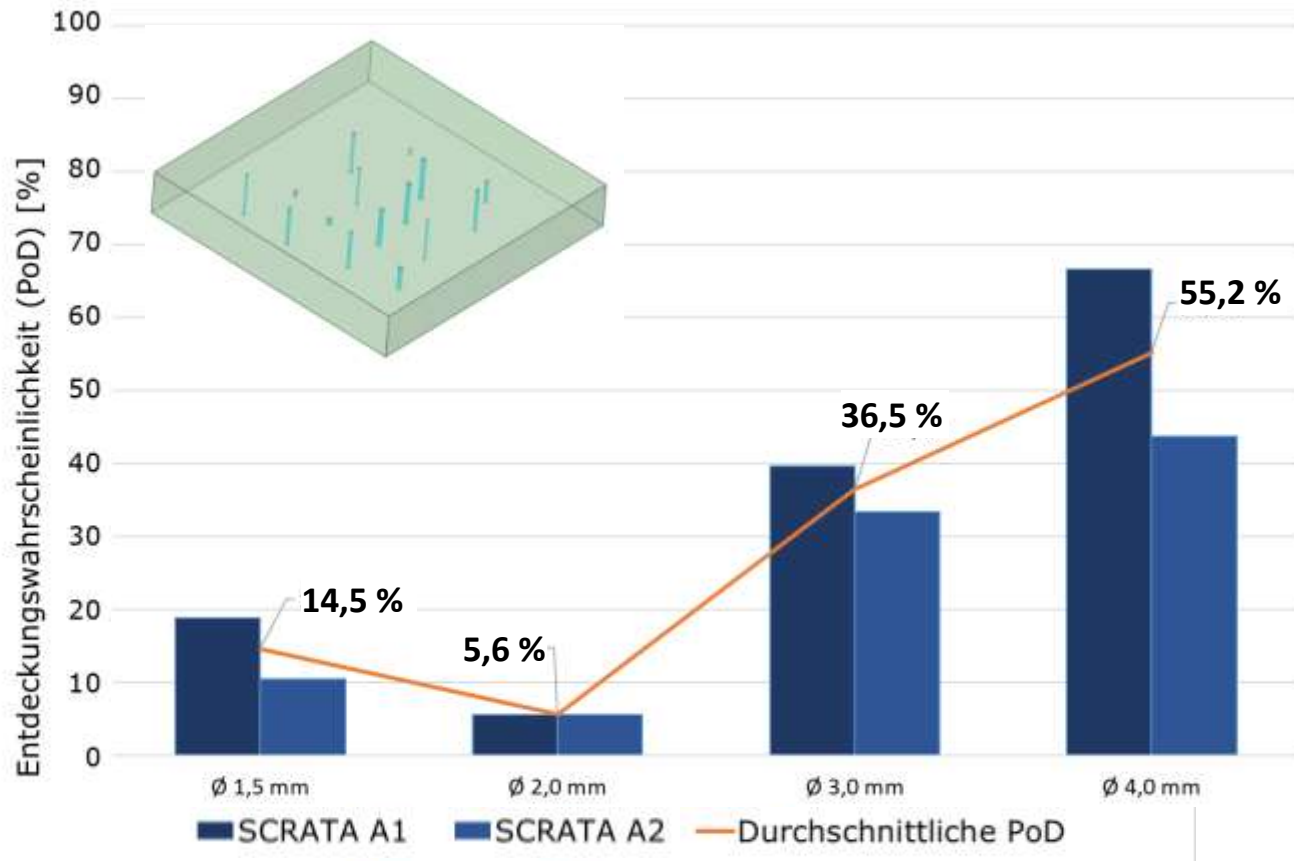


Schlussfolgerungen:

- Oberflächenqualität hat signifikanten Einfluss auf PoD
- Mindestgüte der Oberflächenrauigkeit in Abhängigkeit der zu detektierenden Fehlergröße
- Ungängen < Ø 3,0 mm nicht zuverlässig detektierbar
- DIN EN 12680-2 nur bedingt anwendbar

Wie zuverlässig lassen sich Ungängen detektieren?

Sonderfall: Entdeckungswahrscheinlichkeit (PoD) oberflächennaher Ungängen

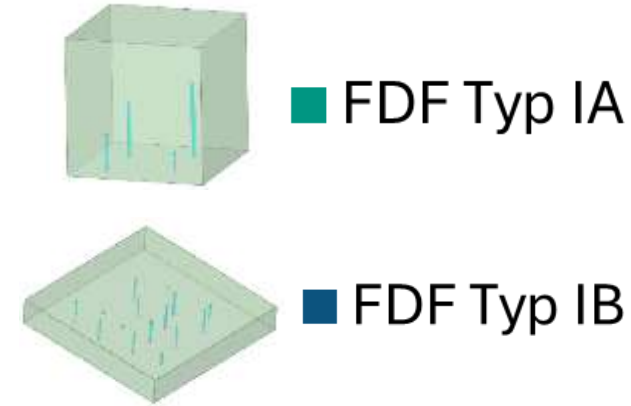
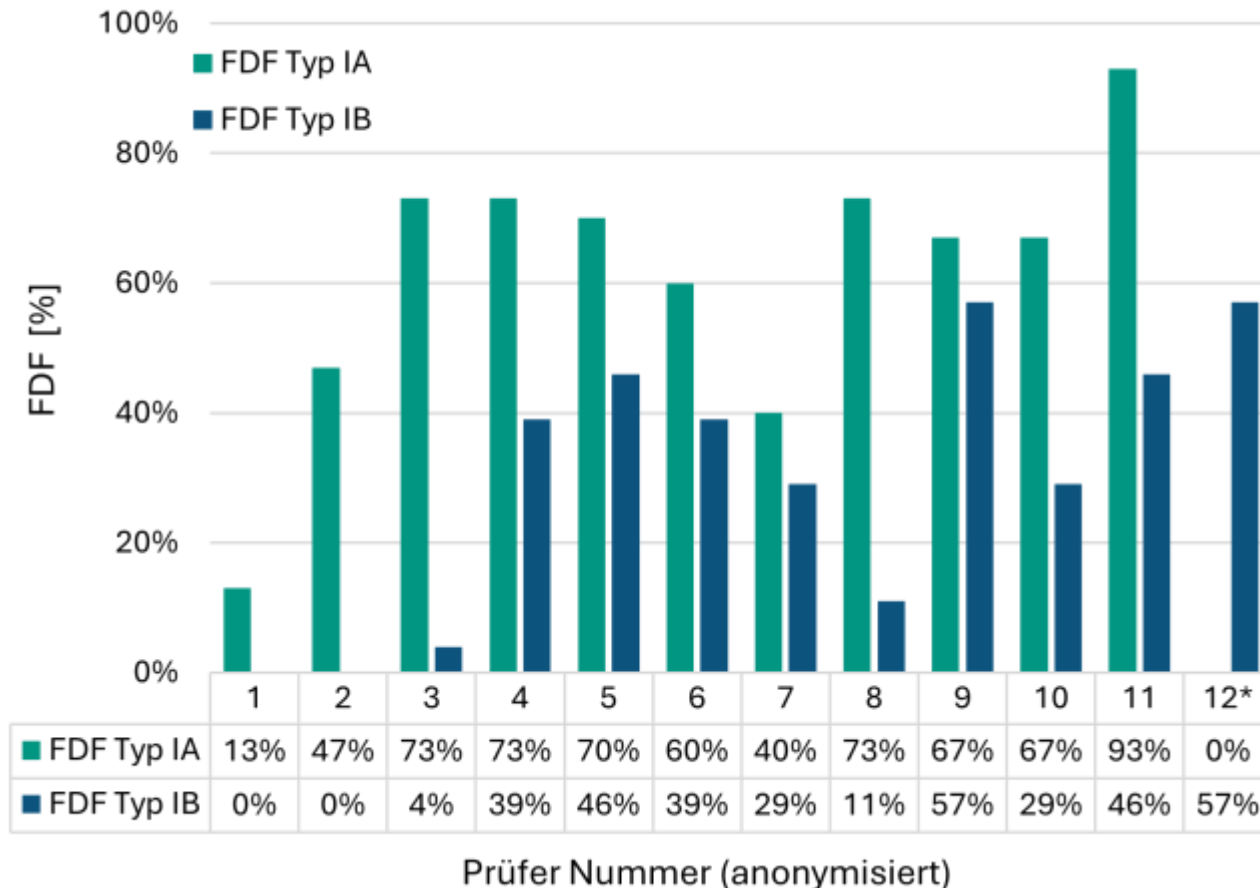


Schlussfolgerungen:

- oberflächennahe Fehler sind nicht zuverlässig detektierbar
- Bauteile müssen deshalb von beiden Seiten prüfbar sein und geprüft werden
- Durchstrahlungsprüfung für besonders kritische Bereiche erforderlich

Ergebnisse der Ultraschall-Ringversuche

Der maßgebende Einflussfaktor: das Prüfpersonal



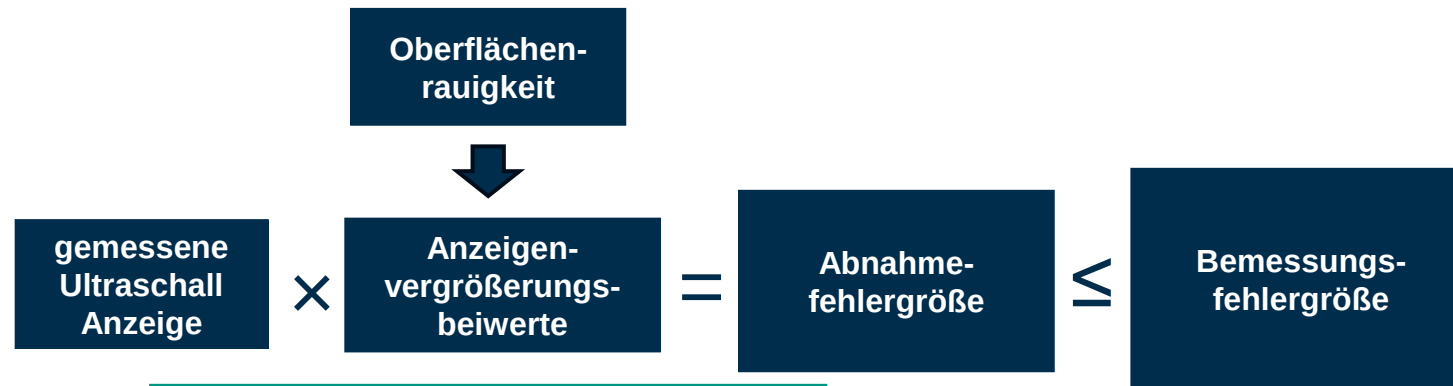
Schlussfolgerungen:

- **Qualifikation** und **Erfahrung** des **Prüfpersonals** hat den größten Einfluss auf das Prüfergebnis
- verbindliche Forderung nach qualifiziertem und zertifiziertem Personal für Prüfung und **Prüfaufsicht**
- Einführung eines **Sicherheitsbeiwerts** zur Bewertung von Ultraschallanzeigen

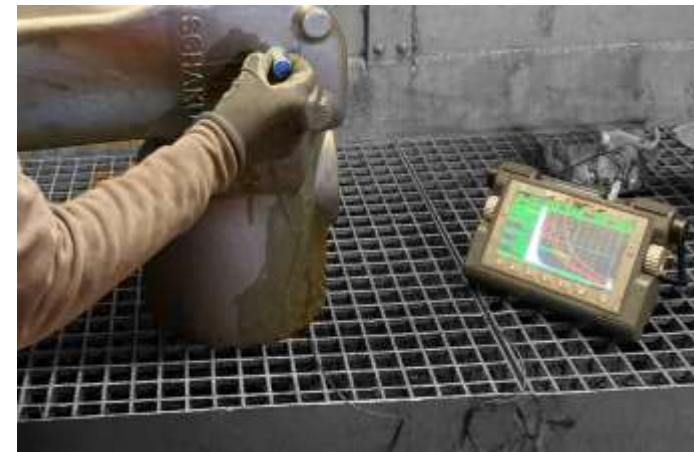
Wie groß ist eine erkannte Ungänze tatsächlich?

Untersuchungsziel: Oberflächenabhängige Anzeigenvergrößerungsbeiwerte

- Systematische Unterschätzung der Fehlergrößen wegen gusstypischer Randbedingungen
- Ableiten von oberflächenabhängigen „Anzeigenvergrößerungsbeiwerten“



Gussoberfläche / mechanisch geputzt		Beiwert
SCRATA	BNIF	
-	0S1 / 2S2	1,0
A1	1S1 / 3S2	2,1
A2	2S1 / 4S2	2,8
A3 / H1	3S1 / 5S2	3,0



Forschungsfrage: mechanische Eigenschaften - repräsentiert der Prüfblock das Bauteil?

Stand der Technik: Nachweis der Werkstoffeigenschaften an Prüfblöcken

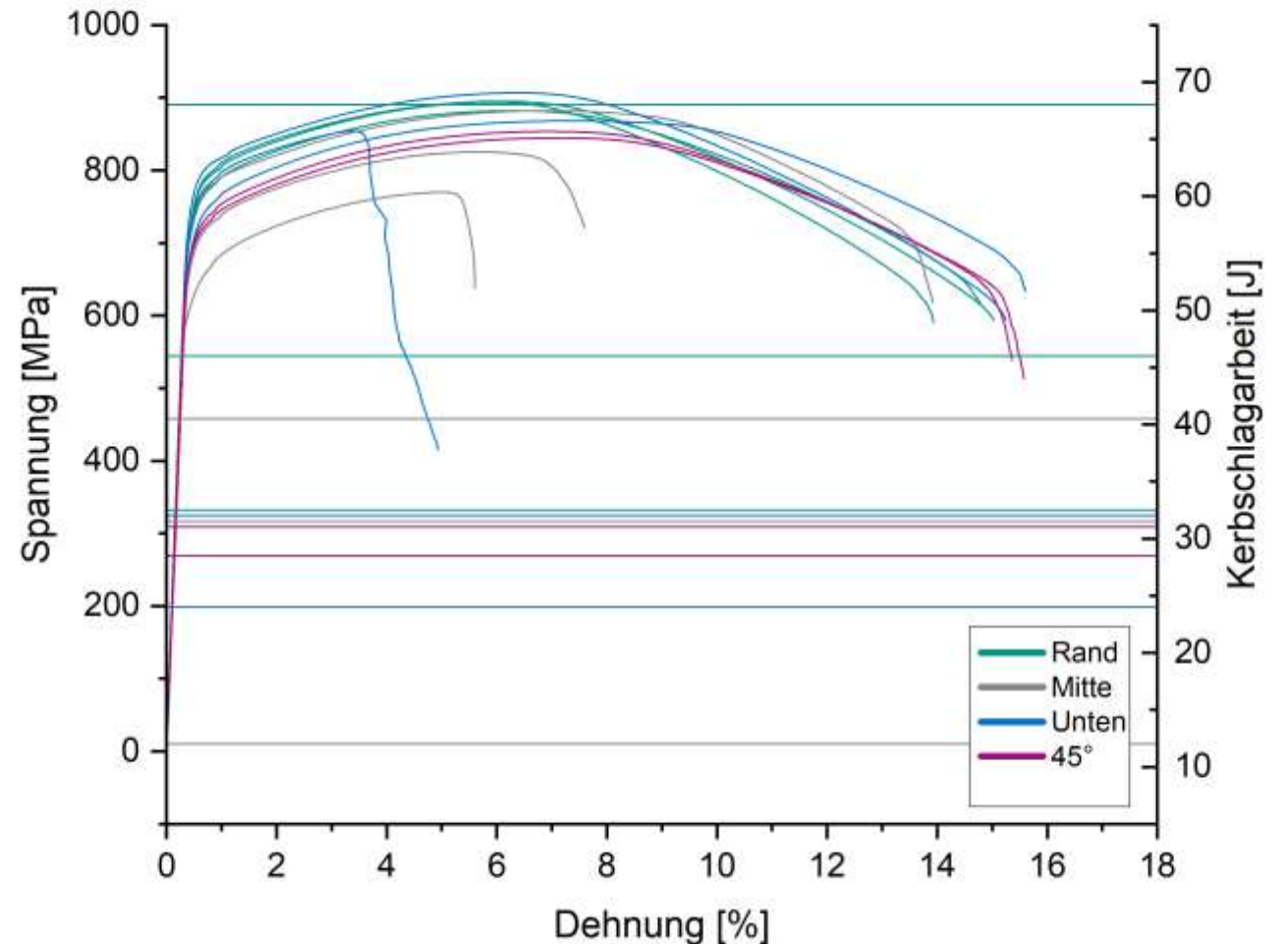
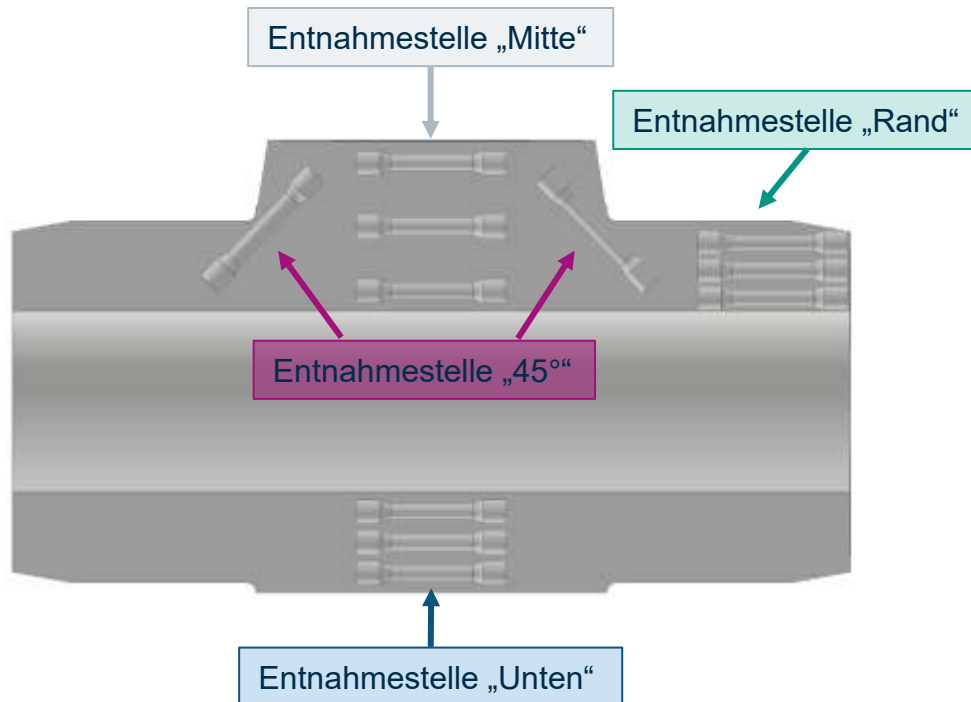
- keine verbindlichen Regelungen zur Dimensionierung der Prüfblöcke
- Prüfblöcke sind gießtechnisch optimierte Formen für optimale Eigenschaften
- DeQaGuss-Forschungsprojekt hat die Übertragbarkeit der Ergebnisse aus Prüfblöcken infrage gestellt



Gussbauteile weisen inhomogene Werkstoffeigenschaften auf

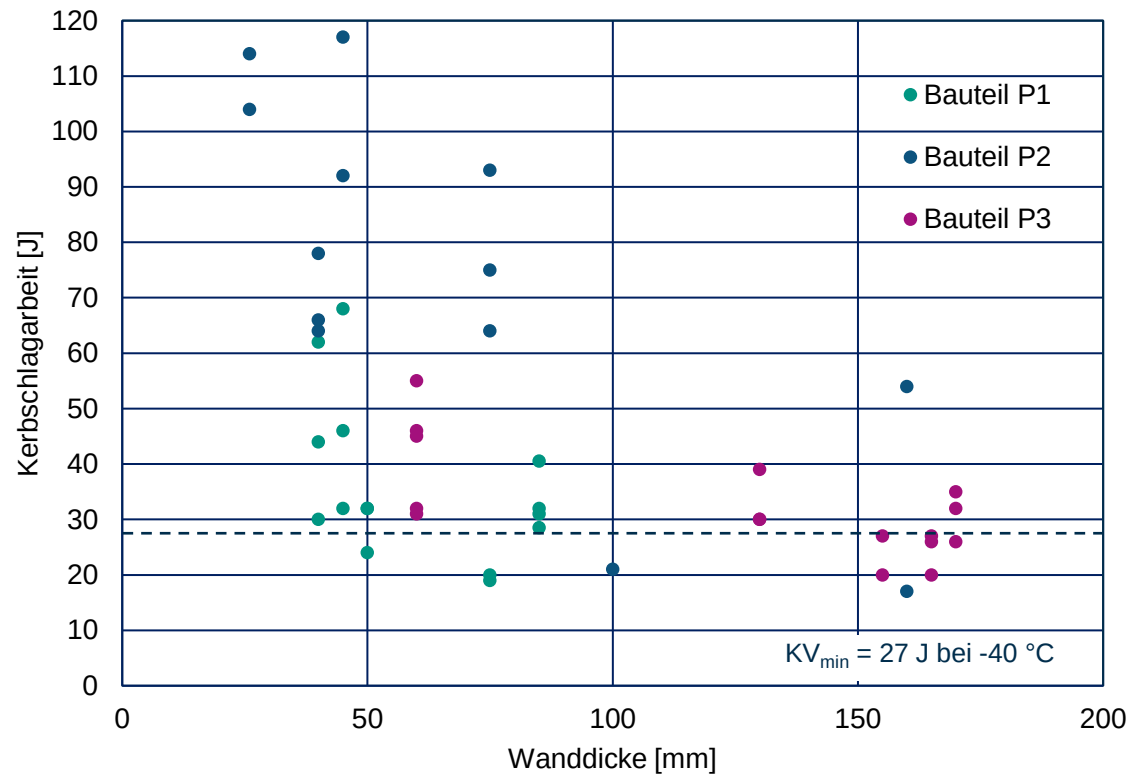
Bemusterung verschiedener Bauteilbereiche – große Streuung der Eigenschaften im Bauteil

- teilweise deutlich reduzierte Bruchdehnung
- starke Streuung der Kerbschlagwerte



Die Wanddicke allein abzubilden reicht zur Beurteilung nicht aus

Vergleichende Bemusterung von Gussbauteilen und zugehörigen Prüfblöcken



- insgesamt **große Streuung** der mechanischen Kennwerte **innerhalb der Bauteile**
- gießtechnisch optimierte **Prüfblöcke überschätzen Materialeigenschaften** der zugehörigen Bauteile
- **Wanddicke ist kein** hinreichendes **Kriterium** zur Dimensionierung von Prüfblöcken

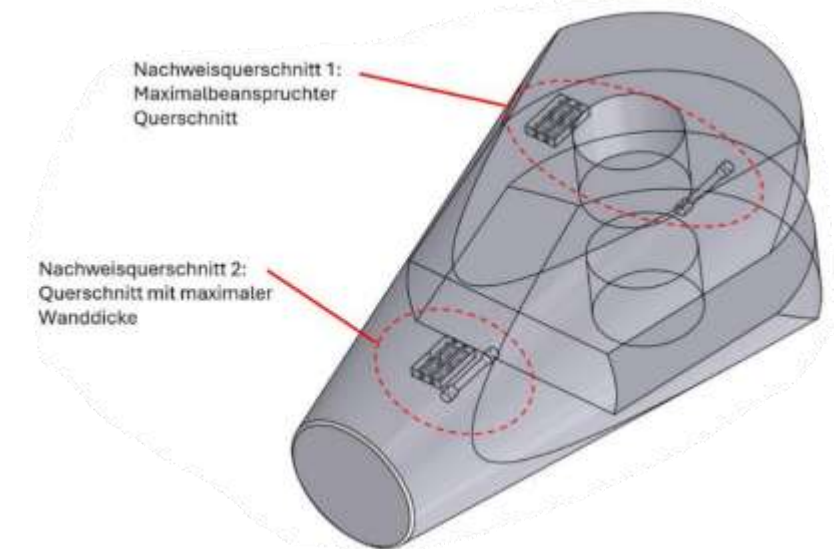
Schlussfolgerungen:

- zerstörende **Erstmusterprüfung** muss **Werkstoffqualität** im **Bauteil** sicherstellen
- **Prüfblöcke** können in der **Serienfertigung** nach erfolgreicher Validierung eingesetzt werden

Von der mechanischen Prüfung zur bauteilbezogenen Qualifizierung

Zwingende Qualifizierung der Prüfblöcke am Erstmuster

- mechanisch-technologische **Werkstoffeigenschaften** müssen stets am Bauteil selbst durch eine **Probennahme** im Rahmen der **Erstmusterprüfung** nachgewiesen werden
- **maßgebende Stellen** für die Probenentnahme sind bei der Bestellung des Bauteils **in den Planunterlagen zu definieren**
- bei **Serienproduktion von Bauteilen** ist die Verwendung von Prüfblöcken nach EN 1559-2 zulässig, sofern die ausreichende **Aussagequalität** dieser im Rahmen der Erstmusterprüfung **validiert** wurde



Von der Bauteilbeanspruchung zur Gussqualität

Stahlgussteile weisen unvermeidbare Streuungen der Werkstoffeigenschaften auf

- Ungängen und heterogene Werkstoffeigenschaften müssen bei der Bemessung berücksichtigt werden

Qualitätsanforderungen müssen sich an der Bauteilbeanspruchung orientieren

- erforderliche Gussqualität wird aus der lokalen Ausnutzung des Bauteils abgeleitet

Prüfungen müssen mit der Bemessung verknüpft sein

- ZfP und mechanische Prüfungen müssen nachweisen, dass das gefertigte Bauteil die in der Bemessung vorausgesetzten Eigenschaften erfüllt

Die DAST 033 macht Stahlguss im Bauwesen sicher und planbar – von der Bemessung bis zur Abnahme.



Besten Dank für Ihre Aufmerksamkeit

Deutscher Stahlbautag 2026, Bielefeld

Prof.- Dr.-Ing. Thomas Ummenhofer, M.Sc. Marcel Mott KIT- Stahl- und Leichtbau VAKA

