

Masterprüfung

„Werkstoffdesign der Metalle“

Prüfungsteil „Steel Design“ & „Werkstoffkunde der Hochtemperaturstoffe“

27.07.2016

Name, Vorname:

Matrikelnummer:

Erklärung: Ich fühle mich gesund und in der Lage an der vorliegenden Prüfung teilzunehmen.

Unterschrift:

Aufgabe	Punkte:	Erreichte Punkte:	Punkte nach Einsicht (zusätzliche Punkte)
1	3		
2	1		
3	4,5		
4	2		
5	2		
6	2		
7	1,5		
8	5,5		
9	2		
10	2		
11	4		
12	1,5		
13	9		
14	4,5		
15	2		
16	5		
17	3		
18	4		
19	4		
20	3,5		
Summe	66		

Zum Bestehen der Klausur werden 44 % der Punkte benötigt.

Aufgabe 1 Werkstoffkunde der Hochtemperaturstoffe I 3 Punkt(e)

Welches ist die Beanspruchungstemperatur ab der Hochtemperaturwerkstoffe eingesetzt werden müssen und welches sind für Stähle die physikalischen Hintergründe hierfür? (3 Punkte)

Aufgabe 2 Werkstoffkunde der Hochtemperaturstoffe II 1 Punkt(e)

Erläutern Sie kurz den Unterschied zwischen Primär- und Sekundärkarbidhärtung.
(1 Punkt)

Aufgabe 3 Werkstoffkunde der Hochtemperaturstoffe III 4,5 Punkt(e)

- a) Nennen Sie die 3 Gittertypen welche für die metallische Hochtemperaturwerkstoffe eine wesentliche Rolle spielen. (1.5 Punkte)
- b) Was beeinflusst der Gittertyp bei Hochtemperaturwerkstoffen? (1 Punkt)
- c) Erläutern Sie kurz wie es zu dieser Beeinflussung kommt. (2 Punkte)

Aufgabe 4 Werkstoffkunde der Hochtemperaturstoffe IV 2 Punkt(e)

Zwischen welchen zwei Arten von Reinheitsgraden unterscheidet man? Geben Sie jeweils 2 Beispiele für die entsprechenden Spurenelemente an. (2 Punkte)

Aufgabe 5 Werkstoffkunde der Hochtemperaturstoffe V 2 Punkt(e)

In der Literatur wird oft ab einem Chromgehalt von 12-13% von einer Korrosionsresistenz gesprochen. Wie kommt es das ebenfalls Werkstoffe mit einem Chromgehalt von 8% in korrosiven Medien den Einsatz finden? (2 Punkte)

Aufgabe 6 Werkstoffkunde der Hochtemperaturstoffe VI 2 Punkt(e)

Bitte nennen Sie die beiden Gruppen von intermetallischen Phasen, die in Hochtemperaturwerkstoffen auftreten können mit jeweils zwei Beispielen. (2 Punkte)

Aufgabe 7 Werkstoffkunde der Hochtemperaturstoffe VII 1.5 Punkt(e)

Was versteht man unter kohärenten, semi-kohärenten und inkohärenten Phasengrenzen? (1.5 Punkte)

Aufgabe 8**AHSS I****5.5 Punkt(e)**

- a) Erläutern Sie kurz den TRIP-Effekt. (0.5 Punkte)
- b) In Tabelle 1 sind chemische Zusammensetzungen von verschiedenen Stählen angegeben. Tragen Sie, anhand der Informationen aus Tabelle 1, die ungefähren Gefügebestandteile des vollständig prozessierten Stahls in Tabelle 2 ein. Geben Sie zusätzlich an, ob für den jeweiligen Stahl bei Verformung mit einem TRIP-Effekt gerechnet werden kann. Sofern Sie davon ausgehen, dass kein TRIP-Effekt auftreten kann, begründen Sie Ihre Antwort kurz. (5 Punkte)

Tabelle 1: chemische Zusammensetzung verschiedener Stähle (Angaben in Gew.-%)

Stahlgüte	C	Si	Mn	Al	Cr	Ni	Ti
H300X (AHSS 1. G)	0.1	0.1	1	-	-	-	-
RA700K (AHSS 1. G)	0.2	1.5	1.5	-	-	-	-
IF-HS (hochfester IF-Stahl)	0.003	0.1	0.4	0.04	-	-	0.02
1.4301 (rostfreier Edelstahl)	0.02	0.3	1.5	-	18	8.5	-
HMS (AHSS 2. G)	0.02	3	15	3	-	-	-

Tabelle 2: Gefügebestandteile verschiedener Stähle (Angaben in Vol.-%)

Stahlgüte	α (Ferrit)	α_M (Martensit)	α_B (Bainit)	γ (Austenit)	TRIP-Effekt möglich?
H300X (AHSS 1. G)					
RA700K (AHSS 1. G)					
IF-HS (hochfester IF-Stahl)					
1.4301 (rostfreier Edelstahl)					
HMnS (AHSS 2. G)					

Aufgabe 9

AHSS II

2 Punkt(e)

Dualphasenstähle weisen üblicherweise ein Gefüge mit 5 bis 30 Volumen-% Martensit auf. Erläutern Sie die untere und obere Grenze des Martensitgehaltes anhand der mechanischen Eigenschaften. (2 Punkte)

Aufgabe 11**AHSS IV****4 Punkt(e)**

Bild 1 zeigt 4 verschiedene “nano-engineering” Konzepte für AHSS-Stähle. Die Mikrostruktur wird durch Wärmebehandlung oder Deformation eingestellt.

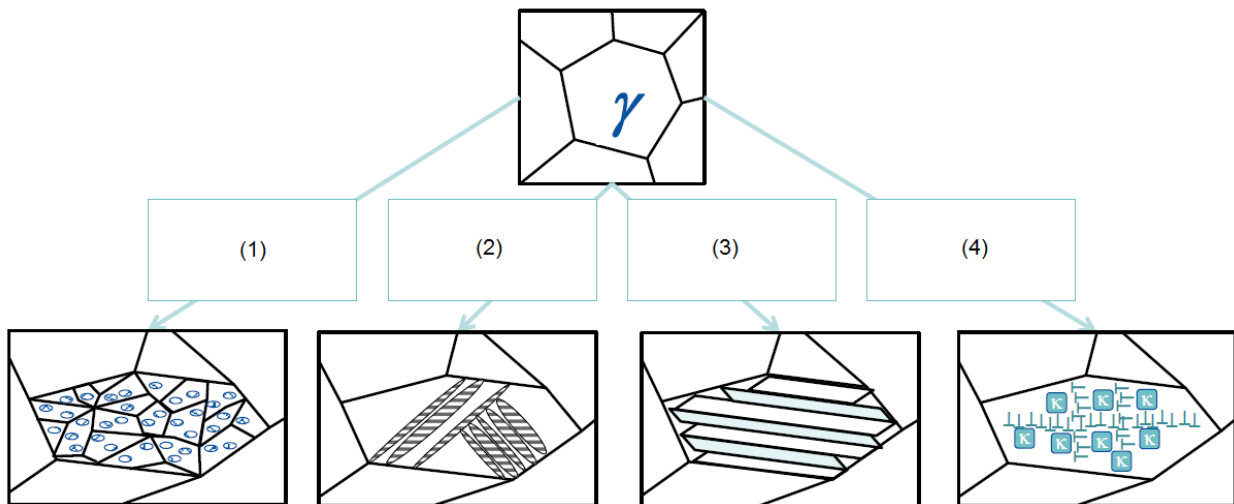


Bild 1: “Nano-engineering” Konzepte für AHSS-Stähle

Erläutern Sie kurz die verschiedenen werkstoffphysikalischen Vorgänge die in den einzelnen Konzepten genutzt werden um die mechanischen Eigenschaften der AHSS Stähle zu kontrollieren. Beantworten Sie dies anhand der folgenden Fragen:

- a) Welche Gefügebestandteile können Sie auf der nm-Skala identifizieren? (2 Punkte)

- b) Welche Gefügebestandteile werden während einer Umformung eingestellt, welche durch eine Umformung? (2 Punkte)

Aufgabe 12

Rohrstähle

1.5 Punkt

Welche entscheidenden drei Fertigungsschritte durchläuft das Vormaterial bei der Herstellung nahtloser Rohre? (1,5 Punkte)

Aufgabe 13

Kesselrohre

9 Punkt(e)

Für Kesselrohre werden häufig sogenannte ferritisch-bainitische Stähle (z.B. 10CrMo9-10) und ferritisch-martensitische Stähle (z.B. X11CrMoWVNb9-1-1) verwendet.

a) Auf welche zwei anderen Werkstoffgruppen können Sie zurückgreifen, wenn eine sehr hohe Temperaturbeständigkeit gefordert wird? (1 Punkt)

b) Werden Kesselrohre:

i) nahtlos,

ii) geschweißt oder

iii) sowohl nahtlos als auch geschweißt

verwendet? (0.5 Punkte)

- c) Zeichnen Sie schematisch die Zeitstandfestigkeit als Funktion der Temperatur für die Stähle X11CrMoWVNb9-1-1 und 10CrMo9-10 in **Bild 1** ein. (2 Punkte)

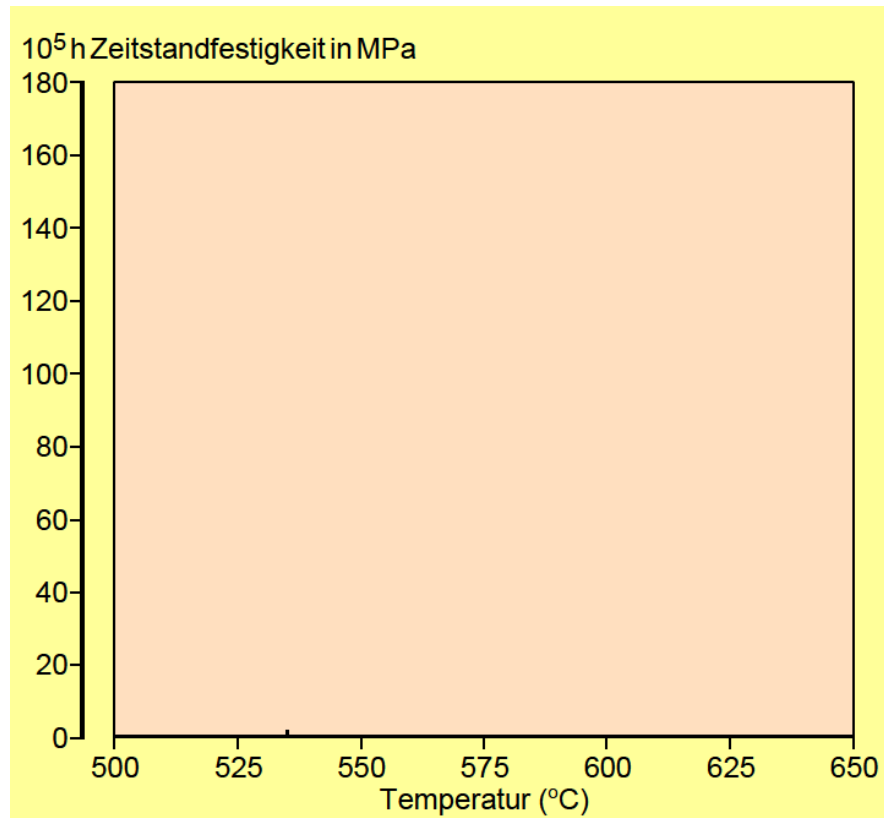


Bild 1: Zeitstandfestigkeit verschiedener Kesselrohrstähle

- d) Zeichnen Sie die Wärmebehandlung des sogenannten ferritisch-martensitischen Stahls (X11CrMoWVNb9-1-1) in **Bild 2** und geben Sie die ungefähren Temperaturen der einzelnen Prozessschritte an. (3 Punkte)

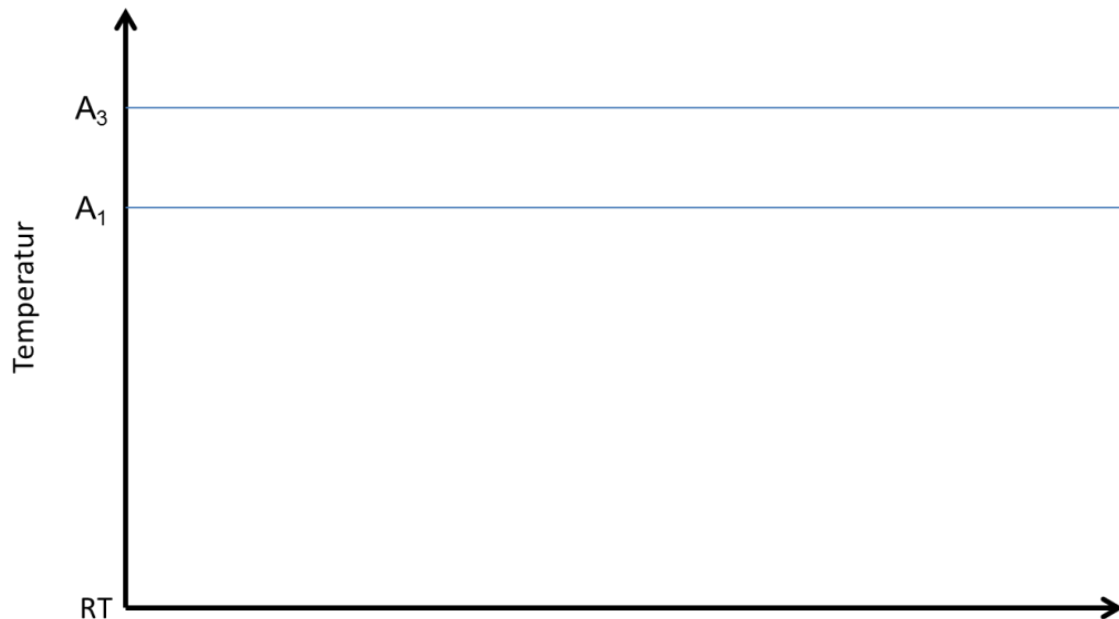


Bild 2: Schematischer Zeit-Temperatur-Verlauf der Wärmebehandlung von ferritisch-martensitischen Kesselrohrstählen

- e) Welchen Vorteil bewirkt eine höhere Zeitstandfestigkeit von Kesselrohren für Dampfkraftwerke (ökonomische und ökologische Gründe)? (1 Punkt)
- f) Welches Legierungselement sichert die Oxidationsbeständigkeit und wieviel von diesem Legierungselement ist in den ferritisch-bainitisch bzw. ferritisch-martensitischen Kesselrohrstählen? (1.5 Punkte)

Aufgabe 14**Leitungsrohre****2.5 Punkt(e)**

Leitungsrohre dienen u. a. verbaut als Pipeline dem Transport von Flüssigkeiten (z.B. Öl) oder Gasen (z.B. Erdgas) und müssen eine gute Zähigkeit und Festigkeit aufweisen.

a) Werden Leitungsrohre

i) nahtlos,

ii) geschweißt oder

iii) sowohl nahtlos als auch geschweißt

verwendet? (0.5 Punkte)

b) Die mechanischen Eigenschaften von Leitungsrohrstählen sind durch verschiedene Verfestigungsmechanismen, die durch die chemische Zusammensetzung und Herstellungsweise resultieren, beeinflusst. Vervollständigen Sie Tabelle 1, indem Sie den Mechanismen: Kornfeinung, Ausscheidungshärtung, Versetzungshärtung und Perlit-Reduktion einen Anstieg, keinen Einfluss oder einen Abfall auf die Übergangstemperatur und die Festigkeit hinzufügen. (2 Punkte)

**Tabelle 1: Chemische Zusammensetzung verschiedener Leitungsrohrstähle
(+ = Anstieg, 0 = kein Einfluss, - = Abfall)**

	Übergangstemperatur	Festigkeit
Kornfeinung		
Ausscheidungshärtung		
Versetzungshärtung		
Perlit-Reduktion		

Aufgabe 15

OCTG-Stähle

2 Punkt(e)

Was ist bei hochfesten vergüteten Ölfeldrohrstählen aus werkstofftechnischer Sicht der wesentliche Aspekt zur Verbesserung der Korrosionsbeständigkeit gegenüber Sauer gas (SSC-Beständigkeit)? Erläutern Sie diesen! (2 Punkte)

Aufgabe 16

Präzisionsrohr

5 Punkt(e)

- a) Was ist das Ziel einer Autofrettage-Behandlung (1 Punkt)?
- b) Für welche Anwendung ist diese Behandlung besonders wichtig? Begründen Sie Ihre Antwort (1.5 Punkte)
- c) Beschreiben Sie den Ablauf einer Autofrettage-Behandlung und erläutern Sie, welche Mechanismen es dabei ermöglichen, das Behandlungsziel zu erreichen. Skizzen können zur Erläuterung benutzt werden (2 Punkte).

- d) Welchen Einfluss hat die Autofrettage-Behandlung auf das Gefüge des Rohres?
(0.5 Punkt)

Aufgabe 17**Edelbaustähle****3 Punkt(e)**

- a) Zeichnen Sie, ausgehend vom Schmieden, die Temperaturführung für einen AFP-Stahl (Ausscheidungshärtend-ferritisch-perlitisch) und einen Vergütungsstahl in die in Bild 1 angegebenen Diagramme ein. (2 Punkte)

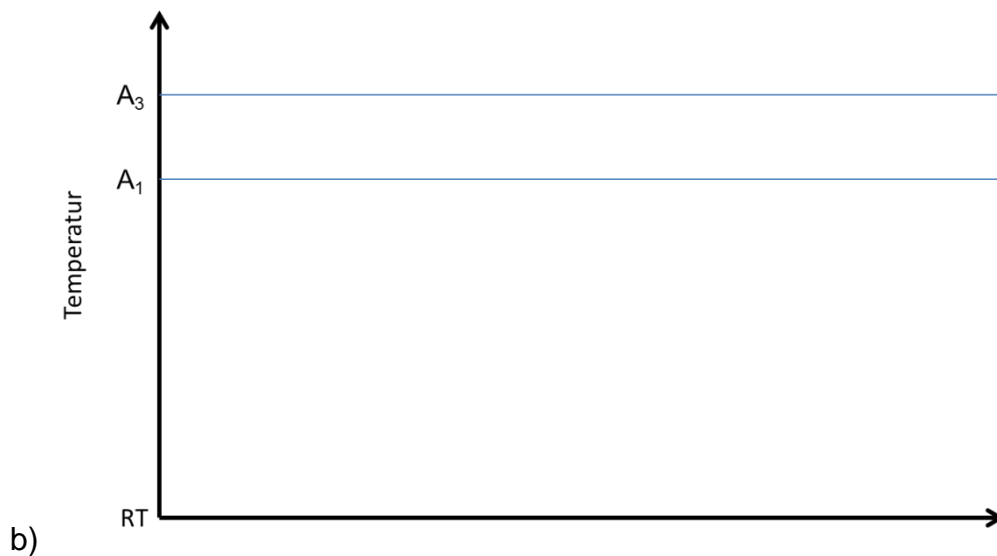
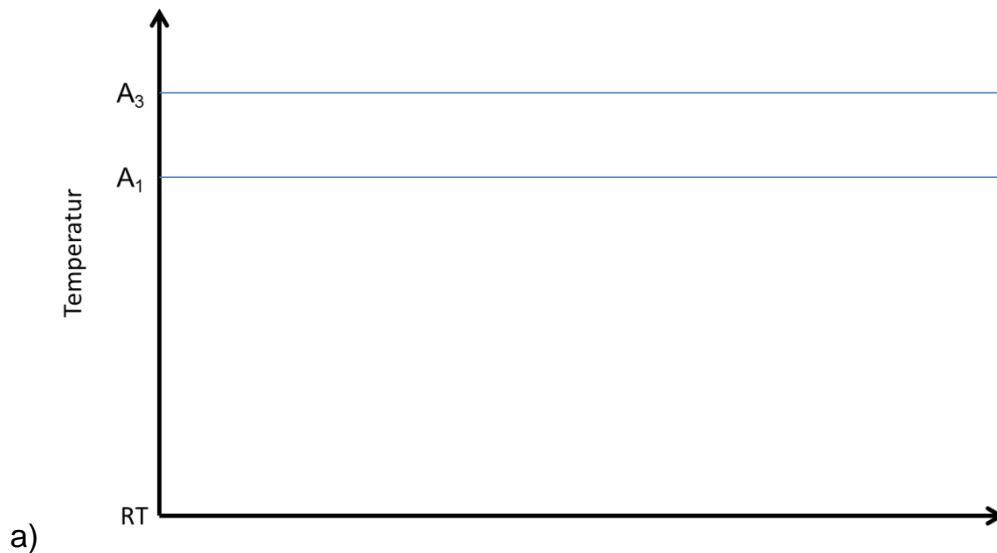


Bild 1: Temperaturführung für a) einen AFP-Stahl und b) einen Vergütungsstahl

b) Welcher der beiden Stahlsorten weist eine bessere Zähigkeit auf? (1 Punkt)

Aufgabe 18**Tiefziehstähle****4 Punkt(e)**

Es wurden vier Coils A, B, C und D eines IF-Stahls erzeugt unter den nachfolgenden Fertigungsparametern.

a) Welches Coil besitzt die höchste Tiefzieheigenschaft? (1 Punkt)

b) Geben Sie für die anderen 3 Coils eine erklärende Begründung an, warum die Tiefziehfähigkeit jeweils geringer ist. (3 Punkte)

Tabelle 1: Fertigungsparameter von Tiefziehstählen

Fertigungsparameter	Coil A	Coil B	Coil C	Coil D
Gehalt an Mikrolegierungselementen (Ti, Nb, Va) (Gew.-%)	0,003	0,075	0,005	0,1
Kohlenstoffgehalt	0,003	0,05	0,1	0,005
Haspeltemperatur (°C)	550	580	560	600
Kaltwalzgrad (%)	58%	69%	73%	75%

Aufgabe 19

Schienenstähle

6 Punkt(e)

- a) Welche Grundanforderungen an Schienen kennen Sie? Nennen Sie maximal 4!
(4 Punkte)
- b) Welche möglichen Effekte hätten höhere Kohlenstoffgehalte für Lebensdauer und Verarbeitbarkeit einer Schiene? Diskutieren Sie mögliche Vor – und Nachteile.
(2 Punkte)

Aufgabe 20**Werkzeugstähle****3.5 Punkt(e)**

Werkzeugstähle zeichnen werden je nach Anlassbeständigkeit in 3 verschiedene Gruppen unterteilt.

- a) Benennen Sie diese drei Gruppen (1,5 Punkte),
- b) Ordnen Sie die in Aufgabenteil a) benannten Gruppen den 4 in Bild 1 angegebenen Kurven zu. (2 Punkte)

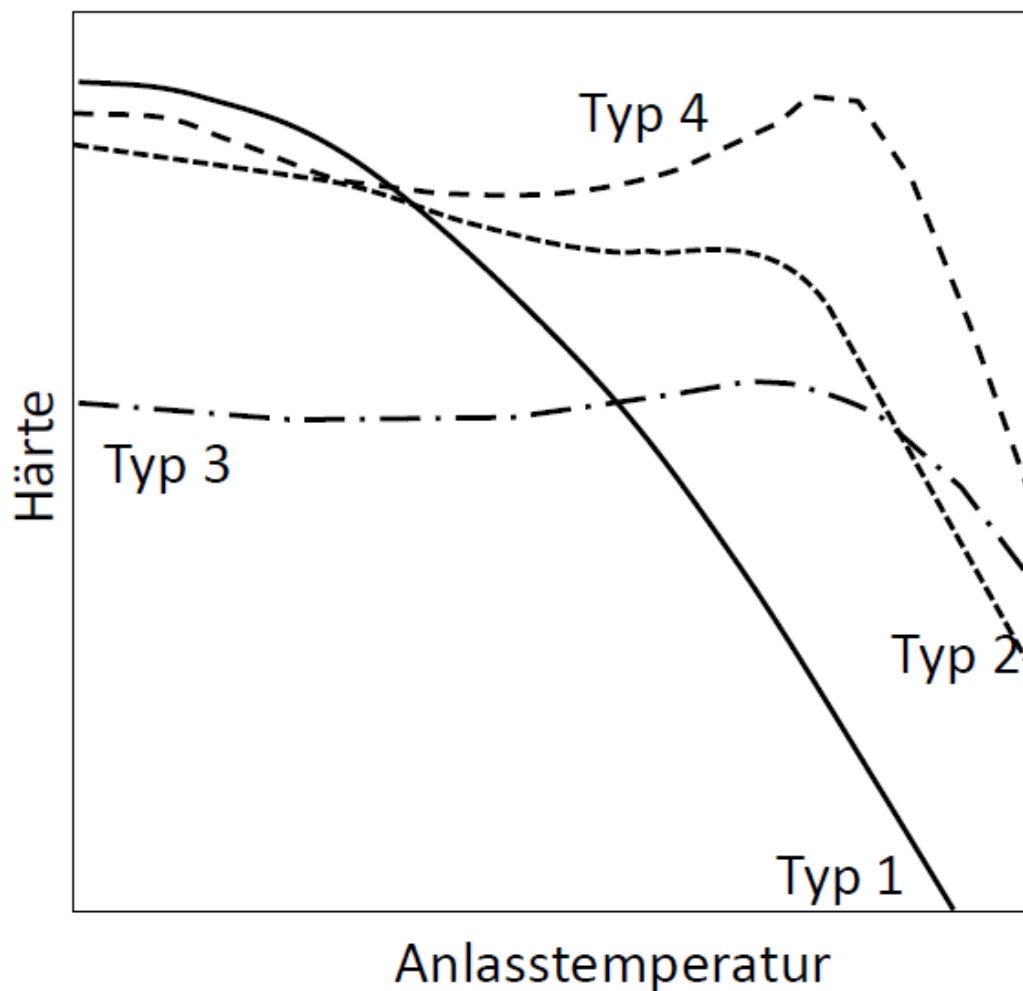


Bild 1: Anlassbeständigkeit verschiedener Werkzeugstähle