

Werkstoff-Kunde : Fragen

<http://paranoia.scienceontheweb.net/paranoia/> - [mailto: paranoia @ hush.com](mailto:paranoia@hush.com)

28.06.2005

Inhaltsverzeichnis

Disclaimer

Wissen ist zum Teilen da. Ich teile mein Wissen mit Ihnen, lieber Kollege.

Ich bin aber nicht perfekt. Unter paranoia@hush.com nehme ich dankbar Ihre Verbesserungsvorschläge entgegen.

*

Legal Blurb: Alle Informationen in diesem Dokument sind falsch, unvollständig, irreführend, irrelevant und / oder funktionieren einfach nicht.

Wenn Sie es trotzdem benutzen, und es geht dabei etwas kaputt, ist das Ihr Problem, nicht meins.

*

Bitte teilen Sie meine Web-Adresse nicht Ihren Schülern mit.

1. welchen zweck erfüllt werkstoffkunde?
wet hilft bei der wirtschaftlichen auswahl geeigneter werkstoffe.
2. welche kriterien gehen in die werkstoff-auswahl ein?
widerstand gegen bruch, korrosion, schwingungen, schläge, verschleiß, verformung;
material-, produktions-, betriebs- und recyclingkosten.
3. welche werkstoffkennwerte kennen Sie?
zugfestigkeit, streckgrenze bzw. $r_{p0,2}$ -grenze, bruchdehnung, härte, kerbschlagarbeit.
4. was ist eine $r_{p0,2}$ -grenze?
das ist die spannung, bei der die zugprobe eine bleibende dehnung von 0,2% erreicht.
sie wird bei stählen ohne streckgrenze als maximale zulässige spannung herangezogen.
5. beschreiben Sie den ablauf der vickers-härteprüfung.
durchführung: in das werkstück wird eine genormte diamantpyramide mit 136 grad
spitzenwinkel eingedrückt. prüfkraft und haltedauer sind genormt. auswertung: die
diagonalen d_1 und d_2 des eindrucks werden gemessen. HV ergibt sich dann zu $HV = 0,102 * \text{prüfkraft} / d_1 / d_2$.
6. welche kristallstruktur hat Austenit, alpha-eisen, gamma-titan?
kfz (kubisch-flächenzentriert), krz (kubisch-raumzentriert), hex (hexagonal).
7. worin unterscheidet sich gamma-eisen von alpha-eisen?
 - 1 es hat ein fe-atom auf jeder würfelflächen-mitte (nicht: im zentrum.)
 - 2 es kann bis zu 2.06 % kohlenstoff lösen (nicht: max. 0,05 %).
 - 3 es existiert in unlegiertem stahl nur oberhalb von 723 grad celsius (nicht: unterhalb von 723 grad celsius).
 - 4 es hat 3 gleitrichtungen * 4 gleitebenen = 12 gleitmöglichkeiten (nicht: 2 gleitrichtungen * 4 gleitebenen = 8 gleitmöglichkeiten) und ist daher zäher.
 - 5 es hat typischerweise keine streckgrenze, sondern eine $r_{p0,2}$ -grenze.
8. beschreiben Sie fe mit 0% / 0,4% / 0,8% / 1,8% C bei raumtemperatur.
 - 0%: 100% krz.
 - 0,4%: die hälfte des gefüges liegt als krz körner vor. die andere hälfte bindet den C in perlit. perlit ist ein lamellenförmiges gemenge aus krz und zementit (Fe_3C).
 - 0,8%: 100% perlit.
 - 1,8%: ca 18% korngrenzen-zementit, 82% perlit.
9. welchen einfluß hat der kohlenstoff-gehalt auf unlegierten stahl?
bei steigendem C - steigen härte, streckgrenze und zugfestigkeit - sinken zähigkeit und kerbschlagarbeit - sinkt schweißbarkeit - sinkt kaltumformbarkeit - steigt zementitgehalt (bis 0,8% als perlit, bis 2,06% als perlit + korngrenzenzementit)
10. woraus besteht das gefüge von unleg. eisen mit 4,0% C?
aus ca. 97% ledeburit und 3% kg-zementit.

11. zweck, durchführung und innere vorgänge beim normalglühen?

zweck: erzielung eines gleichmäßigen, feinkörnigen gefüges mit guter festigkeit bei akzeptabler zähigkeit. aufhebung vorheriger, falsch durchgeführter wärmebehandlungen.

durchführung: untereutektoid: langsam erwärmen auf unter 723 grad celsius (um wärme-
spannungen zu vermeiden) schnell erwärmen auf 50 grad über gs-linie (um grobkorn-
bildung zu vermeiden) schnell wieder abkühlen auf unter 723 grad celsius langsam
abkühlen auf raumtemperatur übereutektoid: langsam erwärmen auf knapp unter 723
grad celsius pendelnd glühen: 700 - 750 - 700 - 750 - 700 langsam abkühlen

innere vorgänge untereutektoid: man möchte, daß aus dem vorhandenen alpha-eisen
viele neue körner wachsen, wobei das wachstum an den energetisch ungünstigen stel-
len im gefüge (2er- und 3er-korngrenzen) beginnt. also erwärmt man, bis das gefüge
komplett austenitisch geworden ist. kaum ist das passiert, wird die temperatur schon
wieder zurückgenommen. sonst würden die neuen, kleinen austenitkörner zu noch
neueren, größeren körnern zusammenwachsen. dabei entstehen an den 2er- und 3er-
korngrenzen viele neue, kleine alpha-körner.

übereutektoid: man möchte eine mehrfache umwandlung alpha-gamma-alpha. man
möchte aber nicht den kg-zementit auflösen - der würde beim abkühlen nur wieder
entstehen. und man möchte den austenit-körnern keine gelegenheit geben zu wachsen.
man hält also die temperatur um 723 grad celsius. ein teil des gefüges macht dabei
mehrfache gamma-alpha-gamma-umwandlung durch und wird feinkörnig. der kg-
zementit, der ursprünglich in lamellenform an den korngrenzen saß, zieht sich dabei
zu kügelchen zusammen, was die dynamischen eigenschaften verbessert. daher auch
anderer name: glühen auf kugeligen zementit.

12. zweck, durchführung und innere vorgänge beim grobkornglühen?

zweck: grobkörniges Gefüge, zB für guten Spanbruch

durchführung: ein paar stunden bei ca. 1000 grad celsius.

innere vorgänge: bei 1000 grad celsius besteht das gefüge zu 100% aus austenit-körnern.
sie haben, genau wie tau morgens auf der motorhaube, oder wie tau auf einer kalten
colaflasche, die neigung, zu größeren körnern (bzw. tropfen) zusammenzuwachsen.
wenn man ihnen ein paar stunden zeit gibt. tun sie das auch.

13. wie verändert sich das gefüge von stahl mit 0,4% C beim abkühlen (nicht abschrecken)
von 900 auf 700 grad celsius?

bei 900 ist es 100% austenit. aller kohlenstoff ist gelöst. unter 800 entstehen die ersten
alpha-körner. der kohlenstoff, den sie nicht lösen können, wandert ins umgebende
gamma. deshalb steigt der C-gehalt im restlichen austenit. bei 723 hat sich etwa die
hälfte des gefüges in alpha gewandelt und enthält praktisch 0% C. die andere hälfte ist
noch gamma mit nunmehr 0,8% C. gamma mit 0,8% C wandelt sich unterhalb von 723
nach perlit um.

14. was ist der unterschied zwischen einem schmelzpunkt und einem schmelzbereich?

stoffe mit schmelzpunkt vollziehen die umwandlung flüssig-fest (erstarrung) bzw.
fest-flüssig (verflüssigung, aufschmelzen) bei einer festen temperatur. stoffe mit schmelz-
bereich fangen bei t-solidus an zu schmelzen und sind erst bei t-liquidus völlig flüssig.

15. welche gefügeomwandlungen finden beim spannungsarmglühen statt?

gar keine, da die temperatur unter 723 grad celsius liegt.

16. Sie wollen aus einem Stück Schrott mit 0,3% C einen behelfsmäßigen Drehmeißel fertigen. Wie machen Sie das? Welche inneren Vorgänge laufen dabei ab?

Der Drehmeißel muß warmfest, verschleißfest und hart sein. Schließlich will ich mit dem Meißel ein Werkstück bearbeiten - und nicht umgekehrt. Also muß ich ihn zunächst in Drehmeißel-Form feilen und dann härten und anlassen (sprich: vergüten).

Die passende Härtetemperatur entnehme ich aus dem Fe-C-Diagramm bei 0,3% C, 50 K über der GS-Linie = 910 Grad Celsius, d.h. Rotglut. Anschließend werfe ich ihn in einen Eimer Wasser und rühre dabei um, um bei dem geringen C-Gehalt maximale Abkühlgeschwindigkeit zu erreichen. Dann kontrolliere ich auf Härterisse. Falls ich keine finde, lasse ich eine halbe Stunde bei 200 Grad Celsius an. Vorsichtig schleifen (ohne ausglühen), fertig.

Von dem fertigen Drehmeißel erwarte ich keine Wunder, schließlich darf er nur 190 Grad Celsius warm werden.

Innere Vorgänge: Bei 910 Grad Celsius besteht der Stahl aus Austenit, der allen C gelöst hat. Beim Abschrecken will das Fe Krz werden, aber dafür ist zuviel Kohlenstoff vorhanden. Der C kann auch nicht Fe₃C-Lamellen bilden, dafür ist die Abkühlung zu rasch. Also bleibt er —zwangsgelöst— im Stahl. Ich erhalte Martensit-Gefüge: hart und spröde.

Beim Anlassen nehme ich die schlimmsten Eigenspannungen wieder heraus und gewinne so etwas Zähigkeit zurück bei (hoffentlich) geringen Verlusten an Härte und Verschleißfestigkeit.

17. Was sind Kristallseigerungen?

Beim Erstarren oder Umkornen von Stahl werden vorzugsweise die Original-Atome (also Fe-Atome) in das Gitter der neu entstehenden Körner eingebaut. Die Fremd-Atome (z.B. P, S, Cr, ...) kommen erst später, in den Randschichten der neuen Körner, dazu.

Eine solche Ungleichverteilung des teuren Cr will ich nicht haben. Falls ich mein Werkstück fräse, liegen nunmehr hoch-Cr-haltige Korn-Randbereiche und niedrig-Cr-haltige Korn-Kernbereiche an der frischen Luft.

Also muß ich die Fremd-Atome gleichmäßig verteilen: Diffusionsglühen (= viele Stunden hohe Temperatur).

Natürlich wird mein Gefüge dabei grobkörnig, also muß ich anschließend (bzw. nach der spanenden Bearbeitung) Normalglühen.

18. Welche Legierungselemente findet man in Schnellarbeitsstahl? C, Cr, Mo, W, V.

19. Welche Wärmebehandlung durchläuft HSS?

Weichglühen, spanend bearbeiten. Vergüten: Härten + 1 bis 4mal anlassen mit genau vorgeschriebenen Temperaturen und Zeiten.

20. Warum —gewinnt— HSS durch das Anlassen an Härte?

Normalerweise verliert Stahl durch Anlassen an Härte, weil das C aus den stärksten Eigenspannungen herausdiffundiert. Bei HSS wird das C jedoch durch die Legierungselemente gefangen und bildet CrC (Chromkarbid) und WC (Wolframkarbid). Diese harten Stoffe liegen fein verteilt im relativ weichen Gefüge ("feindisperse Ausscheidungen"). Durch ihre Härte verleihen sie dem HSS seine Härte. Durch ihre feine Verteilung stören sie die mechanischen Eigenschaften (z.B. Zähigkeit) nicht.

21. wie macht man konstruktionen korrosionsfest?

korrosionsgerechtes gestalten: wasserabläufe schaffen. spalten vermeiden. ungleiche werkstoffe vermeiden / isolieren. oberflächen beschichten.

korrosionsfeste werkstoffe.

22. wie macht man stahl warmfest?

bei höheren temperaturen (200-600 grad celsius) fängt stahl bereits bei kleiner belastung an zu kriechen. besonders ausgeprägt bei krz.

1: kfz stahl verwenden. hoch-nickel-legiert und teuer.

2: kriechen herabsetzen durch wärmebehandlung (vergüten) und legieren, zB ausscheidung von CrC.

23. unlegierter stahl ist bei raumtemperatur perlitisch-ferritisch. was ist das besondere an ferritischem stahl?

ferritischer stahl ist auch bei temperaturen über 723 grad celsius ferritisch. er wird nicht austenitisch. man erreicht dies durch zugabe von FerritBildnern (CrAlTiSiMoV). da keine gamma-alpha-umwandlung stattfindet, kann man ihn nicht härten. teuer.

24. sie wollen das gestell einer drehmaschine 5x2x2 aus GGL fertigen. warum?

billiger werkstoff billige produktion: sandguß, anbauteile und hohlräume können gleich mitgegossen werden, leichte spanende bearbeitung gute schwingungsdämpfung, daher präzisere maschine eingebauter korrosionsschutz durch gußhaut

25. ihr chef will sie aber aus St 37-2 geschweißt haben. warum?

trennen und schweißen geht heute halbautomatisch gießen braucht erfahrung und sorgfalt, daher eher in großserie

26. wie erzeugen sie aus eisenerz unlegierten bandstahl?

1 hochofen: oben kommt FeO (Eisenoxid), Koks und Zuschläge rein, unten kommt Fe (Roheisen mit ca. 4% C) und Schlacke heraus.

2 frischen: ld-verfahren: das roheisen wird auf der oberfläche mit sauerstoff angeblasen, dabei oxidiert C, P und S. CO₂ geht als gas heraus, die anderen Oxide werden mit Zuschlägen in Schlacke gebunden.

3 ggf metallurgie: legieren

4 strangguß, walzen, fertig.

27. welche fehler findet welches zerstörungsfreie prüfverfahren —nicht— ?

farbeindring: fehler ohne verbindung zur oberfläche. fehler in oberflächenbeschichteten werkstücken.

röntgen: risse senkrecht zum strahl. fehler in zu dicken werkstücken. fehler in zu billigen werkstücken (weil verfahren zu teuer). fehler in nicht beidseitig zugänglichen werkstücken.

wirbelstrom: zu tiefe fehler. fehler, die sich in der nähe von komplexen geometrien (bohrungen, querschnittsübergänge, stege) "verstecken". fehler in nichtleitenden werkstoffen.

ultraschall: fehler unter rauhen oberflächen. fehlendes kontaktmittel. fehler parallel zum strahl.

magnetpulver: zu tiefe fehler. fehler in nichtmagnetischen werkstoffen. fehler parallel zum magnetfeld.

schallemissionsanalyse: findet keinen fehler zweimal (ein riß kann nur einmal Knack sagen).

generell: bei schlampiger durchführung oder inkompetenter auswertung.

28. welche oberflächenbehandlungsverfahren kennen Sie? zweck?

(einsatzhärten)

lackieren: korrosionsschutz, dekoration

galvanisieren: korrosionsschutz, dekoration

nitrieren: erhöhung von härte, verschleißfestigkeit, dauerfestigkeit (durch einbringen von druck-eigenspannung in die oberfläche)

borieren: erhöhung von härte, verschleißfestigkeit, dauerfestigkeit, gegen kleben von glasschmelze

29. wo kann man laser in der fertigung einsetzen?

trennen, schweißen, 3-d-modellieren, oberflächenhärten, prüfen.

30. wo sehen sie die alleinstellungsmerkmale von sinterwerkstoffen?

1 hochpräzise, kleine teile von hoher dichte

2 einstellbare porosität

3 werkstoff-mischungen, die mit keinem anderen verfahren möglich sind

4 überlegene schnittgeschwindigkeiten

31. wie werden sinterteile hergestellt?

pulverherstellung, mischen, pressen (gibt grünling), sintern.

32. wird beim sintern das material aufgeschmolzen?

nein. die atome an den verformten pulver-ecken ordnen sich neu an.

33. was bedeutet zeitstandfestigkeit?

zeitstandfestigkeit bedeutet, daß ein werkstoff beim einsatz bei hohen temperaturen kriecht, an spannung verliert und versprödet. falls man das teil nicht rechtzeitig auswechselt, wird es nach einer gewissen betriebszeit weit unterhalb der streckgrenze spröde brechen.

34. was ist kaltzähigkeit?

kaltzähigkeit ist zähigkeit, insbes. schlagzähigkeit bei großer kälte. viele stähle verspröden unterhalb einer gewissen übergangstemperatur. schlagzähigkeit wird beim kerbschlag-biegeversuch gemessen.

35. was bedeutet dauerfestigkeit?

werkstoffe ermüden unter wechselnder belastung (zug-druck-zug) und können nach einer weile versagen. dauerfestigkeit ist die wechselnde belastung, die ein poliertes werkstück 10 hoch 6 mal aushält.

36. was setzt die dauerfestigkeit herab?
risse und kerben an der oberfläche (drehriefen, wellenabsätze, paßfedernuten, körnerpunkte, anrißlinien, ...) interne risse (zementit- und grafitlamellen, härterisse, schlacken- und oxideinschlüsse, ...)
37. was setzt die dauerfestigkeit herauf?
vergüten, ausscheidungshärtung, glühen zum kugeligen einformen von lamellen, druckeigenspannungen der oberfläche (zB rollen oder kugelstrahlen).
38. was unterscheidet aluminium von stahl?
kleiner: schmelzpunkt, festigkeit, warmfestigkeit, härte, korrosionsneigung, dichte, unmagnetisch
größer: el. und wärme-leitfähigkeit, zähigkeit (außer bei al-guß-legierungen), bearbeitbarkeit, kerbempfindlichkeit
39. ablauf von aluminium-härten?
manche (nicht alle) al-legierungen sind härtbar. schritte: lösungsglühen, abschrecken, ggf. richten, warm- oder kaltauslagern.
40. wie wird kunststoff hergestellt?
aus monomeren durch poly-addition, -merisation oder -kondensation.
41. welche drei kunststoff-gruppen gibt es?
duromere (duroplaste): stark 3-d vernetzt, warmfest, nicht schmelzbar
thermoplaste: nicht 3-d-ernetzt, schmelzbar
elastomere: schwach 3-d vernetzt, hohe elastizität
42. nennen sie konstruktionsteile aus gummi.
dichtungen, schwingungsdämpfer, reifen, schläuche, luftfedern, förderbänder.
43. wie können sie die festigkeit von kunststoffen steigern?
3-d-ernetzung kaltverformung (recken (zB durch blasen)) und dabei erreichen eines teilkristallinen gefüges faserverstärkung
44. was unterscheidet kunststoff von aluminium?
größer: bearbeitbarkeit, el. isolation (außer bei kfz-tanks), versprödung, ggf. durchsichtigkeit, materialvielfalt
kleiner: dichte, wärmeleitfähigkeit, recyclebarkeit, festigkeit, warmfestigkeit
45. faserverstärkte kunststoffe: vergleich zu unverstärkten
besser: festigkeit, steifigkeit, härte
schlechter: verarbeitungskosten, recyclebarkeit, isotropie
46. welche faserarten kenn sie, und wie bringen sie sie ein?
material: glas, kevlar (carbon), metalle (selten, teuer, schwer)
kurzfasern: $l = 5 * d$ einmischen in harz oder granulat spritzgießbar
langfasern: $l \geq 5 * d$ handelsformen: matte (ungeordnet), gelege (übereinandergelegt), gewebe verarbeitung: laminieren, spritzgießen oder prepreg (größenteils von hand, außer wickeln von wellen, rohren und halbzeug).

47. worauf müssen sie beim einbringen der fasern achten?

1 fasern in kraftrichtung

2 matrix muß fasern benetzen = festhalten. fasern ggf. beschichten.

48. wie ist 34 Cr 4 und X 8 CrTi 17 zusammengesetzt?

34 Cr 4: 0.34 % C, 1 % Cr

X 8 CrTi 17: 0.08 % C, 17% Cr, 0.1 % Titan