



## Materialelegeringer



Egnethed og anvendelsesområder i  
drikkevandsinstallationer

**KEMPER**

## Rødgods fra Kemper er den ideelle armatur- og installationslegering, i dag og i fremtiden

Rødgods er en iht. DIN 50930-6/ DIN EN 1982 standardiseret armatur og installationslegering, som på grund af sine alsidige anvendelsesmuligheder egner sig specielt til VVS-installationsteknologi, f.eks. som armaturmateriale til afspærrings-, sikkerheds- og reguleringsventiler, som fittingsmateriale til rørsystemkomponenter og som konstruktionsmateriale inden for vand-, filter- og vandbehandlingsteknologien.

- Rødgods er på grund af det høje Cu-indhold, særligt korrosionsbestandigt
- Rødgods er iht gældende drikkevandsforordninger ubegrænset anvendeligt ved alle vandkvaliteter
- Rødgods må iht. alle standarder i Europa (50930/6, DIN 1988 etc.) anvendes ubegrænset
- Rødgods fungerer som neutralisator ifht til andre metaller
- Rødgods anvendes fra genbrugsmaterialer (gamle armaturer og komponenter) uden kvalitetstab og skåner dermed miljø og ressourcer
- Rødgods giver derfor sikkerhed! I dag og i fremtiden!

### Drikkevandsanvendelse

Fremtidig DIN-betegnelser for rødgods i drikkevandanvendelse

Rødgods = CuSn5Zn5Pb2		Elementer iht. DIN 50930-6 egnet til drikkevand
➤	Kobber Cu	84,0 - 88,0 %
➤	Tin Sn	4,0 - 6,0 %
➤	Zink Zn	4,0 - 6,0 %
➤	Bly Pb	max. 3,0 %
➤	Nikkel Ni	max. 0,6 %
➤	Antimon Sb	max. 0,1 %
➤	Fremmede materialer	hhv. max. 0,02 %

Tabel 1: Udtræk af elementerne iht. DIN 50930-6\*  
EN 1982 Tab. 23 a CC499K

### Anvendelse i maskinkonstruktioner



Fig. 1: Termostatstyret cirkulationsgas-reguleringsventil KEMPER MULTI-THERM Figur 141

Rødgods 5 = CuSn5Zn5Pb5-C		Elementer iht. DIN EN 1982
➤	Kobber Cu	83,0 - 87,0 %
➤	Tin Sn	4,0 - 6,0 %
➤	Zink Zn	4,0 - 6,0 %
➤	Bly Pb	4,0 - 6,0 %
➤	Nikkel Ni	0,0 - 2,0 %
➤	Tin Sn	0,0 - 0,25 %

Tabel 2: Rødgods iht. DIN EN 1982 [1]  
EN 1982 Tab. 23 b CC491K

\* DIN 50930-6 henviser kun til påvirkning af drikkevandet pga. metalionernes migration Den tager ikke stilling til materialets korrosionsbestandighed.

## Udtalelser om rødgods iht. DIN 50930-6 med henblik på 2013 \*

**"Desuden kan rødgods fortsat anvendes i drikkevandssystemer i Europa uden begrænsninger"**

Rødgodslegering CC499K opfylder i sin sammensætning forskrifterne i DIN 50930-6. Elementindholdet af bly (Pb) og nikkel (Ni) er begrænset så meget, at materialet indtil nu og også udover 2013 let opfylder migrationskravene i Drikkevandsdirektivet.

Måleserier i akkrediterede laboratorier efter tysk eller europæisk standard har i de sidste par år mere end bekræftet disse resultater. I de gennemførte forsøg kunne det påvises, at måleværdien efter en kort indløbsfase lå på under 5 µg/liter for Pb. Som følge er rødgodslegering CC499K opført på forslagslisten fra det tyske Miljøinstitut (umweltbundesamt) for metaliske materialer, som også efter 2013 må anvendes ubegrænset i drikkevandsinstallationer.

Desuden har de af KEMPER siden 2001 anvendte rødgodslegeringer i talrige procescertificeringer i form af 3.1-certifikater bevist, at de mekaniske parametre ligger tydeligt over minimumsværdien i standard DIN EN 182 tab. 23a.

Disse positive resultater for rødgodslegeringen er grundet i den på markedet kendte korrosionsbestandighed af materialet og de deraf resulterende komponenter.

**Rødgods (CC499K) i spændingsfeltet af kravene til en brugsvandsinstallation**

➤ Fysikalske karakteristiske værdier	✓
➤ Korrosionsbestandighed	✓
➤ For- eller bearbejdningsevne	✓
➤ DIN 50930-6 (2013)	✓



## Udsagn om rødgods DIN 1988

Denne standard fastlægger udtræksvist, hvilke af de nedenstående betingelser der skal overholdes:

1. For byggeprojekter skal der indhentes aktuelle oplysninger fra vandværkerne med henblik på drikkevandets beskaffenhed i den pågældende region (drikkevandsanalyse).
2. Materialevalget skal foretages på baggrund af vandanalyser (parametre iht. tabel 1, DIN 50 930-6) og de givne anvendelsesområder for materialer iht. DIN 50930-6.

\* sidste trin i reducere af parameterværdien for Pb i drikkevandsdirektivet til 10 µg Pb pr. liter drikkevand



## Komponenter af rødgods



Fig. 4: Yderligere komponenter af rødgods

Den ovenstående viste værdi af kobberet, sammen med tinnets hygiejne og den lettere bearbejdning af blyet samt den lave andel af zink har medført at der findes rødgods inden for mange af livets områder.

Det tætte forhold til bronze - rødgods kaldes også flerkomponentbronze - giver legeringen dens vigtigste egenskaber. Den dermed forbundne korrosionsfasthed mod de korrosionsformer, der ofte forekommer i forbindelse med drikkevand, nemlig afzinking og spændingsrevne-

korrosion danner her grundlaget for de mange anvendelsesmuligheder.

Pga. de fremragende materialeegenskaber spænder brugen fra drikkevand til det aggressive havvand hen til procesvand (se fig. 4). Petrokemiske produkter, farver og lakker samt gas og flydende gas ledes ligeledes igennem komponenter af dette materiale. Her tillader materialet anvendelsestemperaturer mellem  $-176^{\circ}\text{C}$  til  $+225^{\circ}\text{C}$ . Årsagen er at materialet selv ved sådanne lave tempera-

turer næsten ikke er udsat for en målbar sprødhedsdannelse [4]. Derfor anvendes rødgods også først og fremmest som armaturmateriale ved gaskondensering.

Selv så kritiske gasser som ilt, kvælstof etc. føres, fordeles og spærres ved ca.  $-176^{\circ}\text{C}$  sikkert via armaturer af rødgods

## Rødgoodslegeringens sammensætning og struktur

Legeringselementerne, undtagen bly, opløses i blandingskrystallens alfafase, d.v.s. de kan, med undtagelse af bly ikke identificeres metallografisk. Det elementære bly ud- og adskilles sidst i størkningprocessen ved korngrænserne og de hulrum, der opstår ved volumenkoncentrationen. Det findes i form af kugleformede, små grå indkapslinger i den rødlig alfa-grundmasse hvor nikkel, tin og zink er fuldstændigt opløst i kobberet. Inden for denne legering, som også i alle andre blyholdige kobberlegering, har blyet hovedsageligt en spånbrydende funktion, se fig. 2 [2].

Den er en af de vigtigste forudsætninger for en økonomisk industriel forarbejdning af disse materialer. De skal kunne gennemgå en hurtig og automatiseret spåntagende bearbejdning, da prisen for en komponent består af bearbejdnings- og materialeomkostninger.

De i fig. 2 under b) viste spåner forhindrer en automatiseret bearbejdning af materialerne. De lægger sig rundt om bearbejdningsværktøjerne og kræver derfor en hyppigt manuelt indgriben fra operatørens side.

De i fig. 2 under a) viste korte spåner falder uden problemer ned fra bearbejdningsstedet og føres automatisk ud af maskinen. Blyet har herudover ingen andre funktioner i legeringen.

Nikkel [3] tilsættes legeringen for at fordele blyet jævnt og fint - selv ved større forskelle i vægtykkelsen. Dette danner forudsætningen for at sikre de karakteristiske mekaniske værdier for legeringen iht. DIN EN 1982, tabel 23 a/b uden større støbetekniske foranstaltninger.

Rødgoods kan pga. dets størkningskarakteristik og dets legeringssammensætning kun støbes i sand- og kontinuerlig støbning. Dette er forbundet med store omkostninger, men tillader en udformning af støbedelen, der kommer i nærheden af komponentens endelige form, og dermed sparer

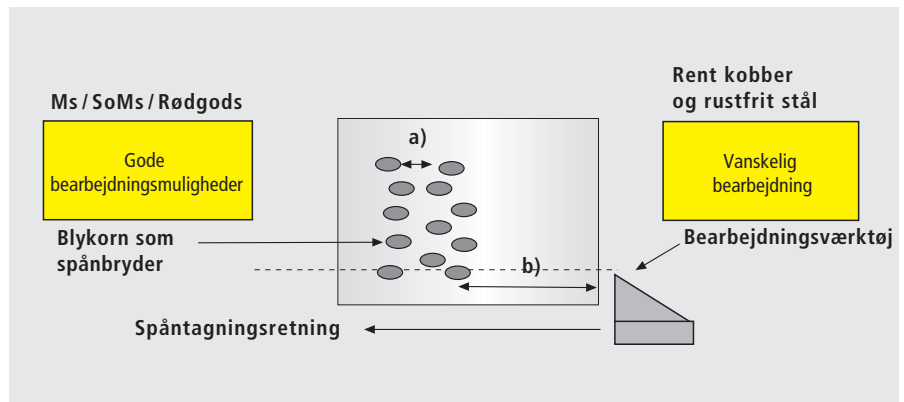


Fig. 2: Blyets funktion i en kobberbasislegering



a) kort spån



b) lang spån

en omkostningsintensiv bearbejdning. Dette står i tydelig modsætning til komponenter af smedet eller pressede ræmner.

Resultatet er en større tryktæthed ved smedede eller pressede komponenter, besvares af en 100%-tæthedstest, hvor støbte dele opnåede samme værdier.

Den mere strømningsvenlige form af en støbt komponent (se fig. 3) taler i dens lydudvikling og funktion for sig selv sammenlignet med de skarpkantede indvendige konturer og mekanisk bearbejdede indvendige konturer og omstyrende dele ved Ms-komponenter.



Fig. 3: Sammenligning støbekonstruktion og spåntagningskonstruktion



## Rødgods – materialet

### Historisk udvikling

Rødgods har i årtusinder været anvendt og vist sin værdi i drikkevandsinstallationer. Selv hygiejnekrav, der baserer på nyeste videnskabelige resultater, kan opfyldes ved målrettede små ændringer i legeringernes elementer. Dette sker uden tab af materialets udmærkede teknologiske egenskaber og den meget høje korrosionsbestandighed af de komponenter, der fremstilles af dem.

Rødgods er et materiale, der altid og omfattende lever op til de skiftende tider og de dermed forbundne krav.

**Rødgods er og bliver ubegrænset anvendeligt inden for drikkevandsområdet.**

For at beskrive materialet rødgods omfattende i sin betydning, tidsløshed og fremtidsperspektiv, skal tidsspektret udvides til tiden før kristi fødsel.

Menneskehedens historie blev afgørende præget af visse materialer, der er del af vores hverdag den dag i dag.

Betragter man historiens forskellige epoker, bliver deres betydning tydeligt. Således er store tidsafsnit i menneskehedens udvikling navngivet efter dem: stenalder, kobberalder, bronzealder og jernalder. Om enkelte materialer i vores samtid vil opnå samme berømmelse i en senere historisk betragtning, er mere end tvivlsomt.

Det tidlige kendskab til disse materialer baserer udelukkende på deres værdi og hyppige forekomst inden for kemien. Hvad betyder det? De første metaller var i menneskehedens tidlige historie kun til-

gængelige, hvis de fandtes som fast stof i jordskorpen. Forekomsterne skulle være rene, da de nødvendige processer til metalindvinding stadig var ukendte. Dette betød samtidigt at de ikke måtte være underlagt naturlige korrosionsprocesser. Dette gælder kun for en håndfuld metaller: guld, sølv, platin og kobber.

Jern nævnes også gang på gang i den forbindelse. Det skal dog nævnes, at det jern, der har været kendt i den tidlige tid, udelukkende har været meteorit-jern, således at den tilgængelige mængde har været meget mindre end ved ædelmetallerne. Det tidlige kendskab til de ovennævnte elementer baserede derfor på deres manglende eller lave affinitet til de kendte non-metaller ilt, svovl, klor etc.

Denne kendsgerning har medført, at guld, sølv og platin betegnes som ædelmetaller og kobber som halvædelmetal.

Navnet har således været den "første uprofessionelle korrosionsbetragtning" af de dengang kendte metalliske materialer. Kobber, der er meget mere udbredt end ædelmetallerne og dermed overlegent, begyndte sin sejrsgang som vigtigt metal til menneskehedens fremskridt allerede 5000 år før kristi fødsel. Heraf blev der fremstillet skåle, bøjede plader som vandledninger og kunstgenstande ved at drive eller smede kobberet. Med den målrettede brug af energi, d.v.s med ild, der med vind bringes op på høje temperaturer, er det lykkedes at fremstille de første støbte genstande.

Dette skridt kunne dog først tages efter at mennesker havde løst problemet med en ildfast beholder til smeltning af metal. Som regel blev kobberet smeltet i en sten eller en med ler foret beholder eller et kar

i jorden og derefter tilført forarbejdningen. Under udviklingen blev kobberet - uden at de handlende personer var klar over det - også smeltet i malmholdige sten- eller jord. Dette var kobberbasislegeringernes fødetime.

Tilføjede man tin til kobberet, fik man "bronze", tilføjede man zink, fik man "messing". Begge materialer blev på grund af dens nemme tilgængelighed og lange holdbarhed ret hurtigt udbredt inden for den menneskelige civilisation. Men allerede i denne tidlige fase af metallernes brug skelnede brugerne metallegeringerne efter deres holdbarhed. Messing blev forarbejdet til pynte- og brugsgenstande inden for beskyttede områder.

Bronze var derimod velegnet til kunst og brugsgenstande, der kunne udsættes for vejret, ja sågar havvandet og i 7000 år har trodset disse ekstreme betingelser. Den dag i dag er dette de tavse vidner for den tidlige udvikling.

Ved håndværkets og senere industriens udvikling steg behovet for metalliske materialer så meget, at det ikke længere kunne dækkes af de metaller, der fandtes som fast stof i jordskorpen.

Menneskeheden var tvunget til at lede efter nye veje og fandt via metaloxidreduktion vejen til jern, aluminium etc. og de store kobberforekomster.

Dette fremskridt for menneskeheden indeholdt dog samtidigt den aktuelle problematik af legeringernes korrosionsbestandighed og ionmigrationen.

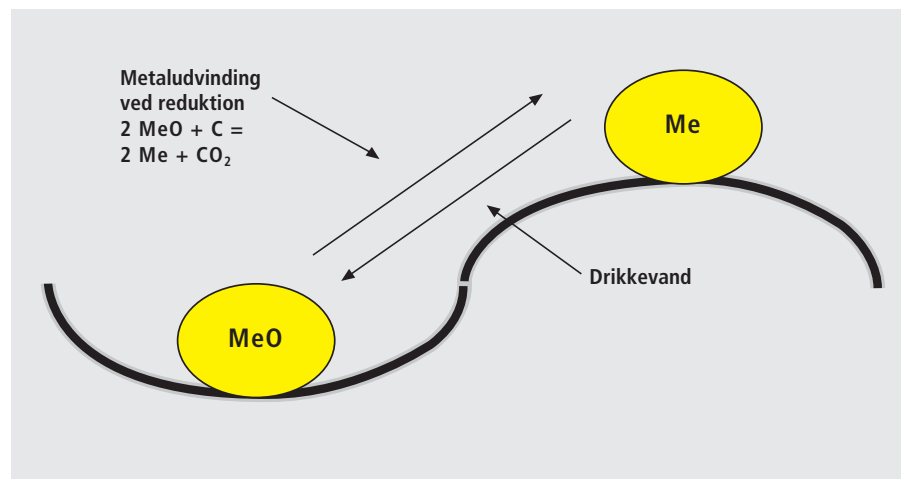


Fig. 6: Metaludvinding ved reduktion

Betragter man metallernes udvinding ud fra deres forbindelser, så bliver det tydeligt, at det f. eks. var muligt at reducere kemisk stabile oxider vha. kulstof og at bringe dem op på et energetisk højere, men samtidigt instabilt niveau, se fig. 6 Sætter man begreberne "stabil" og "instabil" lige med ligevægtstilstande, kan man slå fast, at den instabile tilstand via udbuddet af korrosive elementer hurtigt og uden problemer kan føres tilbage til en stabil tilstand. Elektrolytten vand indeholder her et næsten udtømmeligt potentiale.



## Korrosion

### Typer, tilstandsformer, skader

Ved korrosion forstås et metalmaterials reaktion med omgivelserne. Denne reaktion medfører en målbar ændring af materialet.

Den målbare ændring af et metallisk materiale opstår iht. korrosionstypen, som f. eks. overfladekorrosion. De dermed forbundne korrosionsfænomener viser sig ved kobber og kobberbasismaterialer bl.a.

ved at danne et grønt lag på overfladen (kobberkarbonat). Opstår der en negativ påvirkning af en metallisk komponents eller systems funktion, så taler man om en korrosionsskade. Ikke alle korrosionsfænomener medfører korrosionsskader.

bestemte korrosionsfænomener, som f. eks. dannelsen af et dæklag ved kontakt med vand eller luft virker som beskyttelseslag

og forhindrer dermed en korrosionsskade. Korrosion, korrosionstype og korrosionsfænomener er værdineutrale begreber, en korrosionsskade derimod skal forhindres.

Når der opstår en korrosionsskade er det vigtigt at kende den forårsagende korrosionstype for at kunne indlede reparationsforanstaltninger.

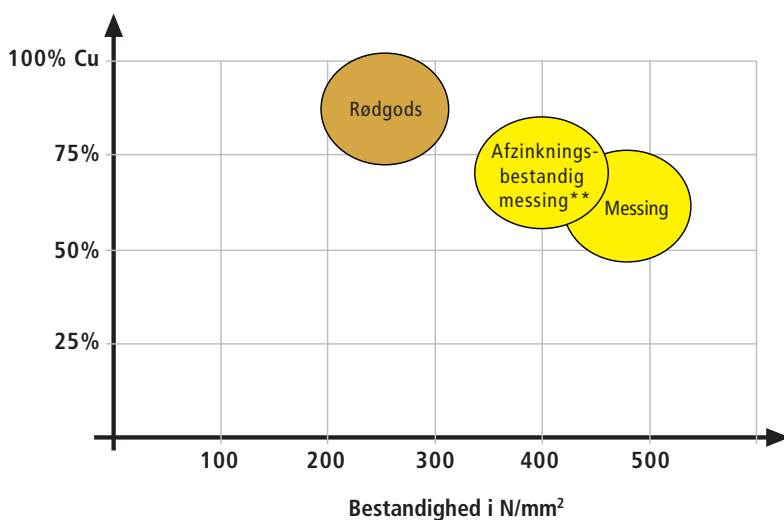


Fig. 5: Egenskaber af rødgods og messing

\* i relation til den omgivende atmosfære og drikkevands evaluering fra spændingskorrosion og afzinkning

\*\* i varmebehandlet tilstand



## Væsentlige korrosionsformer ved kobberbasislegeringer

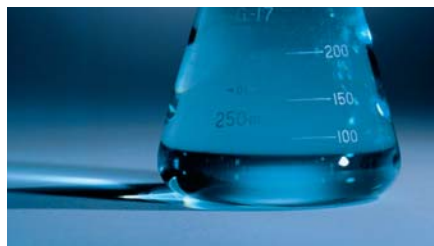
For brugen af kobberbasislegeringer i drikkevandinstallationer skal der iht. tabel evalueres følgende 3 korrosionsformer:

grubetæring	spændingskorrosion	afzinkning (selektiv korrosion)
<p>Punktformet angreb af det korrosive medie på materialet, således at der opstår huller, som normalt er dybere end deres diameter.</p> <p>Grubetæring opstår, hvis flere ugunstige betingelser opstår sammen. På drikkevandsområdet, især ved skader på på kobberlaget (overfladekorrosion) i de første uger efter ibrugtagning af en installation.</p>	<p>Revner / spalter i materialets overflader og dannelse af korrosionsprodukter. Skader pga. spændingskorrosion opstår, hvis følgende forudsætninger er opfyldt samtidigt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ tilstedeværelse af et for denne type korrosion modtageligt materiale.</li> <li>▶ tilstedeværelse af trækspændinger i materialet.</li> <li>▶ tilstedeværelse af et specielt, spændingskorrosion udløsende, stof, f.eks. ammoniak.</li> </ul>	<p>Optræder som fladeafzinkning eller propafzinkning (lokal begrænset). Selektivt løsnings af zink eller kobber og zink fra metallet, hvorved der efterlades et porøst kobberskelet. Dette medfører en ny udskillelse af kobber.</p> <p>Der opstår en zinkfri, svampelignende kobberprop, der er utæt og ikke har nogen fasthed. Dette medfører at armaturet ødelægges mekanisk. Tendensen til afzinkning stiger med legeringens kobberindhold. (Se billede 5)</p>

Tabel 3: Korrosionsformer

## Yderligere korrosionsformer

Desuden forekommer nedenstående korrosionsformer ved metalliske materialer. Disse nævnes her kun for fuldstændigheden skyld, da de har en underordnet betydning for brugen af kobberbasismaterialer i drikkevandsinstallationer.



### Overfladekorrosion

Karakteristisk er den ensartede tæring af hele fladen. Medfører dannelsen af et lag af kobber-korrosionsprodukter. Overfladekorrosion opstår meget langsomt og overhales af dannelsen af det medførte beskyttelseslag. Drikkevandet påvirkes ikke ved korrekt brug.

### Spaltekorrosion

Oftest forekommende korrosivt angreb i små spalter pga. koncentrationsforskelle i det korrosive materiale, f. eks. ved stående vand med damp på et tætningssted.

### Erosion og kavitation

Korrosion i form af grubetæring, der opstår ved mekanisk ødelæggelse eller tæring af beskyttelseslaget. Årsagerne er for høje strømningshastigheder eller en skarp kantet omstyring af vandet pga. de konstruktive forhold, installationsbetingelser og forarbejdningpåvirkninger.

### Rustdannelse

Opståen af oxidiske eller hydroxidiske jernholdige korrosionsprodukter på jern eller stål.



## Korrosion ved materialekombinationer (bimetalkorrosion)

Hvis korrosion opstår ved kombination af forskellige materialer, såkaldte materialekombinationer, er principielt det mindre ædle metal det svageste led i kæden, det tjener derved ofte som offeranode.

Ved kobberbasismaterialer er de elektrokemiske potentialeforskelle dog så små, at de selv i de forskellige kombinationsmulig-

heder ikke har tendens til korrosionsskader. Ved materialekombinationer af kobberbasismaterialer med forzinket stålør er sagen dog en helt anden. DIN 1988 kræver ved disse såkaldte "non-ferro" installationer kun at der bygges fra ikke-ædel til ædel, d.v.s for metallernes rækkefølge f. eks. forzinket stålør > armaturer > Cu-ør. Manglende overholdelse af denne "strøm-

ningsregel" anses som ukyndig og svarer ikke til det tekniske niveau. Ved blandede installationer skal man også være opmærksom på, at mediet ikke kan strømme tilbage.

## Korrosionsadfærd af rødgods

Rødgods er blandt de mest korrosionsbestandige kobbermaterialer og udmærker sig ved en fremragende modstandsdygtighed over for ydre påvirkninger.

Materialets særlige egnethed, også under ekstreme vandforhold gør rødgods til det foretrukne materiale ved drikkevandsinstallationer. Materialet rødgods har også vist sin værdi på **drikkevandsområdet** overfor kulsyre- og saltholdigt grubevand. Derfor anvendes det også ofte ved minedrift.

### Afzinkning

Da rødgods pga. sit høje kobberindhold kun består af alfa-struktur og kun indeholder 5 % zink, kan dette materiale ved de gængse anvendelsestyper ikke afzinke, og der opstår hverken flade- eller propafzinkning.

### Spændingskorrosion

Pga. den særlige materialestruktur er spændingskorrosion ukendt ved rødgods.



## Litteraturfortegnelse

- [1] DIN EN 1982, Kobber og kobberlegeringer, blokmetaller og støbegods, (DIN EN 1998)
- [2] Tysk kobberinstitut (Deutsches Kupferinstitut), DKI informationspjece i.25, kobber-tin- og kobber-tin-zink-støbegodslegeringer (tinbronzer)
- [3] International nikkel, kvalitetsstøbegods af forbedrede rødgodslegeringer, (1965)
- [4] Gesamtverband Deutscher Metallgießereien (Branche forening Tyske Støberier), Verein Deutscher Gießereifachleute (Branche forening af tyske støberifagfolk), Deutsches Kupfer-Institut, Guss aus Kupfer (Tyske kobberinstitut, støbegods af kobber) og kobberlegeringer, tekniske retningslinjer, (1997)
- [5] DIN 50930-6, Metallernes korrosion – korrosion af metalliske materialer i rørledninger, beholdere og apparater ved korrosionsbelastning pga. vand – del 6: Påvirkning af drikkevandkvaliteten, Tyskland, (2001)
- [6] DIN 50931-1, Metallernes korrosion – Korrosionsforsøg med drikkevand – del 1: Afprøvning af ændring i drikkevandkvaliteten, Tyskland, (1999)
- [7] DIN 1988-7, Tekniske regler for drikkevandsinstallationer (TRWI) - del 7: Forebyggelse af korrosionsskader og stendannelse; teknisk regel DVGW, Tyskland, (2004)



KemTech Aps  
Blokken 26  
DK-3460 Birkerød

Tlf. (+45) 44 222 116  
info@Kemtech.dk  
www.Kemtech.dk