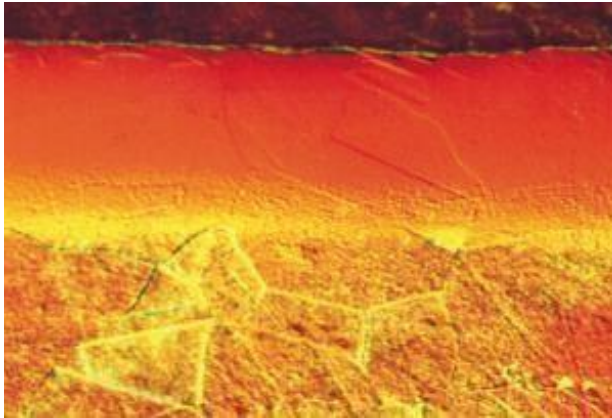


# Kolsteriseren van materialen

## 1. Het proces

Kolsteriseren is een laagtemperatuur oppervlaktehardingsmethode waarbij door de diffusie van koolstof, zonder noemenswaardige maat-, vorm- of kleurverandering, de oppervlaktehardheid oploopt tot wel 1200 HV0,05. Deze diffusie laag zit volledig in het oppervlak (er vindt geen laagopbouw plaats), waardoor het product niet bros wordt. Ook worden er geen materiaalvreemde elementen aan het roestvast staal toegevoegd, zodat toepassingen in de voedingsmiddelen- en/of medische industrie ook mogelijk zijn. Indien men een structuurfoto (Figuur 1) bekijkt, is duidelijk te zien dat de korrelgrenzen van de matrix doorlopen in de gekolsteriseerde laag. Er worden geen chroomcarbiden, nitriden of andere precipitaten gevormd. Een ander bijkomend voordeel is dat producten en componenten niet meer nabewerkt hoeven te worden en daarmee weer kosten bespaard kunnen worden.

Tijdens het Kolsteriseren worden koolstofatomen interstitieel opgelost in de austenitische matrix. Hierdoor ontstaan hoge drukspanningen in de gekolsteriseerde oppervlaktelaag die naast een verbeterde slijt- en vreetbestendigheid een positief effect hebben op de vermoeiingssterkte. Ook de weerstand tegen het verschijnsel cavitatie-erosie in onder andere sproeiers, orifice-plates, pompen en afsluiters zal beduidend beter zijn.



Figuur 1

## 2. Hardheidverloop

Het proces garandeert een uniforme en integrale warmtebehandeling van de oppervlakte, ongeacht de contouren en complexiteit van het product. De warmtebehandeling is gelijk op alle oppervlakten – op randen, hoeken, scherpe snijkanten, in kanalen, gaten en holtes.

Er zijn 3 standaard behandelingen: Kolsteriseren® 22, Kolsteriseren® 33 en Kolsteriseren® duplex. De oppervlaktehardheid varieert, afhankelijk van het materiaalsoort en de kwaliteit, tussen 900 en 1200 HV0,05. Een geleidelijke vermindering van de hardheid van de oppervlakte tot aan de onveranderde kern sluit het risico van delaminatie uit.

Material	Treated	$\sigma_{0.2}$ (N.mm <sup>-2</sup> )	UTS (N.mm <sup>-2</sup> )	A <sub>5</sub> (%)
AISI 316	No	255	563	75
AISI 316	Yes	255	573	74
AISI 304	No	263	545	66
AISI 304	Yes	244	588	64

Tabel 1. Results of tensile tests.  $\sigma_{0.2}$  is the 0.2 % yield stress, UTS the ultimate tensile stress and A5 the elongation.

### 3. Mechanische eigenschappen

De invloed op de mechanische eigenschappen is uitsluitend afkomstig van de oppervlaktelaag, omdat de onderliggende matrix door het proces niet wordt beïnvloed. Een significant verschil wordt zichtbaar als het proces wordt uitgevoerd op dunne folies, waarbij de gekolsteriseerde laag dan in een groot deel van de doorsnede aanwezig is. Zowel de treksterkte, stijfheid en elasticiteit zijn behoorlijk verbeterd. Wanneer de onderdelen groter worden is het effect van deze laag op die eigenschappen verwaarloosbaar. Tabel 1 geeft de resultaten weer van de trekproeven die uitgevoerd zijn op folies van AISI 316 met een dikte van 128 micron.

### 4. Corrosiebestendigheid

Conventionele diffusieprocessen zoals carboneren of nitreren geven als bijkomend verschijnsel de vorming van chroomcarbides of chroomnitrides. Het chroomgehalte op de korrelgrenzen wordt hierdoor lokaal te laag, waardoor de corrosiebestendigheid niet meer gegarandeerd is; interkristallijne corrosie kan dan ontstaan. Kolsteriseren® daarentegen is een laag temperatuur diffusie proces en daardoor wordt de vorming van chroomcarbides vermeden en blijft de corrosiebestendigheid stabiel. De corrosiebestendigheid wordt over het algemeen beter indien er molybdeen aan de legering wordt toegevoegd.

Speciaal in een chloriderijke omgeving zal Kolsteriseren® helpen te garanderen dat invreten en spanningscorrosie gereduceerd wordt. Hierbij moet opgemerkt worden dat de aanwezigheid van deltaferriet en deformatie martensiet in bijvoorbeeld een AISI 304 een verlaging van de corrosiebestendigheid van een behandeld onderdeel kan veroorzaken.

Tabel 2 laat zien het resultaat van potentiedynamische testen uitgevoerd in 1N H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> + 1N NaCl.

Material	Treated	Pitting potential (mV vs H <sub>2</sub> )
AISI 316	No	915
AISI 316	Yes	1850-2100

Tabel 2. Pitting potential of untreated and treated material

### 5. Critical pitting temperature (CPT) en ASTM G48

De invloed van Kolsteriseren® op de kritische pitting temperatuur, CPT, van austenitisch RVS, duplex RVS en nikkelbasis legeringen is vastgelegd door middel van een onderzoek conform ASTM G48. Verschillende algemeen gebruikte en geaccepteerde industriële specificaties zijn vergeleken in deze test, zoals Shell ES247 & TWI 5632, Norsok M-630 en ASTM A923. Kolsteriseren® verbetert de CPT bij AISI 316L en 22% Duplex. De lichte verlaging van de CPT bij 25% Duplex is nog steeds binnen de eisen van de industriële specificaties.

### 6. Spanningscorrosie

De weerstand tegen spanningscorrosie is beproefd met een zogenaamde time-to-rupture test (tabel 3). Het testmilieu is een 34% MgCl<sub>2</sub> bij diverse temperaturen. De verbetering van de weerstand tegen spanningscorrosie wordt gedeeltelijk verklaard door de hogere drukspanning in de gekolsteriseerde laag.

Temperature	Time to rupture (hours)	
	Untreated	Treated
80 °C	262	>3000
	339	>3000
	333	>3000
100 °C	52	>2600
	51	>2600
	53	>2600

Tabel 3. Time-to-rupture of AISI 316 specimens

## 7. Toepassingen

Kolsteriseren® is bij uitstek geschikt voor austenitisch roestvast stalen componenten die onderhevig zijn aan slijtage en/of corrosie en die tegelijkertijd moeten voldoen aan strenge eisen ten aanzien van de maat- en vormstabiliteit. Een nadeel van deze austenitische materialen is dat zij een lage basishardheid bezitten, waardoor de weerstand tegen zware mechanische slijtage (bijvoorbeeld puntbelastingen) door het Kolsteriseren® niet of nauwelijks verbeterd wordt. In zulke gevallen is het beter om materialen te kiezen met een hogere basishardheid. Voorbeelden hiervan zijn duplex roestvast staal (1.4462) of precipitatie hardend roestvast staal (AISI 660). Tabel 4 geeft een grof overzicht van verschillende materialen en te bereiken waarden.

Material	Surface Hardness [HV 0,05]	Case depth [µm]
AISI 303, 304	>900	>20
AISI 316	>1000	>20
AISI 660	>1000	-25
SAF 2205	>1000	-15
SAF 2507	>1000	-15
Inconel 625	>900	-8
Inconel 718	>1000	-10
Incoloy 825	>1000	-20
Hastelloy C276	>900	-6

Tabel 4. Treatable materials with their Kolsterising® characteristics

Enkele voorbeelden van gekolsteriseerde producten in de wereld van bevestigingstechnieken zijn boutverbindingen, speciale schroeven en moeren, veren en ringen.