



Miljø- og
Fødevareministeriet
Fødevarestyrelsen

Fødevarekontaktmaterialer (FKM) af stål

Retningslinjer

September 2018

Kolofon

Fødevarekontaktmaterialer (FKM) af stål – Retningslinjer

Disse retningslinjer gennemgår reglerne på området og kravene til dokumentation for materialer, der er beregnet til kontakt med fødevarer. De giver et overblik over de mest udbredte typer af rustfrit stål, og hvad de kan anvendes til.

Retningslinjerne er skrevet i samarbejde mellem Fødevarestyrelsen, Dansk Industri og virksomhedsnetværket Stålcenrum.

Fødevarestyrelsen: Charlotte Legind, Mette Holm og Henriette M. Hansen

Dansk Industri: Gitte Hestehave og Rune Jacobsen

Stålcenrum: Alan Friis

© Miljø- og Fødevareministeriet

Fødevarestyrelsen
Stationsparken 31-33
2600 Glostrup
Tlf.: 7227 6900

ISBN 978-87-93147-16-4

Indhold

1.	Indledning	4
1.1	Afgrænsning	4
1.2	Sundhedsmæssige krav	4
1.3	Dokumentation og dialog	4
2.	Ståltyper og overflader	6
2.1	Legeringskomponenter i rustfrit stål	6
2.2	Ferritisk rustfrit stål	7
2.3	Martensitisk rustfrit stål	7
2.4	Austenitisk rustfrit stål	8
2.5	Ferritisk-austenitisk rustfrit stål (duplex stål)	11
2.6	Udskillelshærdende rustfri stål	11
2.7	Svejsning med og uden tilsatstråd	11
2.8	Overfladebeskaffenhed på rustfrit stål	12
3.	Anvendelse og korrosion	14
3.1	Korrosion af rustfrit stål	14
3.2	Grubetæring, spalte- og tildækningskorrosion	14
3.3	Spændingskorrosion	15
3.4	Problemløsning og myter	15
4.	Certifikater	15
4.1	Certifikater og overensstemmelseserklæring	15
5.	Migration	16
5.1	Migrationsgrænser	17
6.	Overfladebehandling	18
6.1	Hvilke overfladebehandlingsmidler kan anvendes?	18
7.	Regler	19
7.1	Regler for FKM af stål	19
7.2	Andre regler	20

1. Indledning

Fødevarekontaktmaterialer af rustfrit stål er udbredt i danske fødevarevirksomheder. Materialerne anvendes fx til produktionsudstyr, oplagringstanke og overflader, der kommer i kontakt med fødevarer.

Disse retningslinjer gennemgår reglerne på området og kravene til dokumentation. De giver også et overblik over de mest udbredte typer af rustfrit stål, og hvad de kan anvendes til.

1.1 Afgrænsning

Fødevarekontaktmaterialer er defineret i artikel 1, forordning 1935/2004, som de materialer og genstande som i færdig tilstand:

- er bestemt til at komme i kontakt med fødevarer
- allerede er i kontakt med fødevarer i overensstemmelse med deres formål, eller
- med rimelighed kan antages at komme i kontakt med fødevarer eller at afgive deres bestanddele til fødevarer under normale eller forudsigelige anvendelsesforhold

Disse retningslinjer er afgrænset til at omhandle fødevarekontaktmaterialer af rustfrit stål, som er et egnet materiale til fødevarekontakt og anvendes for eksempel til service, køkkenmaskiner, produktionsudstyr og tanke.

Retningslinjerne er relevante for importører og producenter af fødevarekontaktmaterialer af rustfrit stål, og fødevarevirksomheder der anvender fødevarekontaktmaterialer af rustfrit stål.

1.2 Sundhedsmæssige krav

Det overordnede sundhedsmæssige krav, som fødevarekontaktmaterialer af rustfrit stål skal leve op til, er givet i artikel 3, forordning 1935/2004. Denne artikel siger, at materialerne ikke må afgive bestanddele til fødevarer i mængder, der kan frembyde en fare for menneskers sundhed (se afsnit 7 Regler).

Formålet med disse retningslinjer er at give virksomheder og kontrollen nogle værktøjer, der kan være med til at sikre, at dette krav bliver overholdt.

1.3 Dokumentation og dialog

Det første led i forsyningskæden, der angiver, at produktet kan bruges til fødevarekontakt, skal kende og overholde reglerne for fødevarekontaktmaterialer.

Virksomheder, der producerer, importerer eller markedsfører¹ fødevarekontaktmaterialer af rustfrit stål, skal udarbejde eller have overensstemmelseserklæringer for at sikre overholdelse af gældende regler for fødevarekontaktmaterialer. Erklæringen er dokumentation for, at materialet overholder gældende lovgivning, og skal sikre, at materialet bliver anvendt korrekt, når det kommer i kontakt med fødevarer. Desuden skal producenten, importøren eller leverandøren have den nødvendige baggrundsdokumentation til overensstemmelseserklæringen.

Dialog mellem leverandør og kunde er vigtig for at undgå misforståelser i relation til anvendelse af materialet til kontakt med fødevarer, og det er begge parter ansvar for at skabe denne dialog. Leverandøren af det rustfrie stål kan have gavn af at vide, hvilken fødevare materialet skal i kontakt med, jf. afsnit 4 om anvendelse. Kunden (fx fødevareproducenten, detailvirksomheden med tilvirkning eller restauranten) kan med fordel give leverandøren disse oplysninger fx i forbindelse med bestillingen. Hvis der er en mellemhandler fx en maskinbygger, er det vigtigt, at denne virksomhed har dialogen med leverandøren af stålet, således at alle led i kæden er klar over, hvilke dele af udstyret, der kommer i kontakt med fødevarer.

Overensstemmelseserklæringer er information, der videregives i forsyningskæden fra sælger til kunde. Det er bl.a. oplysning om sælgers (virksomheds) navn og adresse, hvilken type rustfrit stål, det drejer sig om, og hvilke fødevarer det er egnet til under hvilke betingelser (temperatur, syre, salt og kontaktid).

Baggrundsdokumentationen kan eksempelvis være tekniske specifikationer om ståltypen eller målinger.

Virksomheder, der køber udstyr af rustfrit stål i udlandet eller brugt udstyr, kan have svært ved at få overensstemmelseserklæringer og dokumentation for dets egnethed til fødevarer. Dette skyldes bl.a., at man ikke på nuværende tidspunkt kræver dokumentation for det i alle lande. I de tilfælde må fødevarerhvervssikkerheden sikre sig, at de modtager de tekniske specifikationer for stålet og ud fra disse udarbejde en risikovurdering i relation til, hvilken fødevare det skal anvendes til og betingelserne (dvs. temperatur og kontaktid med korrosive medier, produkt og rengøringsmidler).

¹ I ledet før detailsalg af fødevarekontaktmaterialer. Se desuden den generelle tjekliste om Fødevarekontaktmaterialer på Fødevarestyrelsens hjemmeside.

2. Ståltyper og overflader

Rustfrit stål kan inddeles i fem overordnede typer baseret på deres mikrostruktur og egenskaber. Disse er martensitisk, ferritisk, austenitisk, ferritisk-austenitisk (duplex) og udskilleleshærdende rustfrit stål. Tillige er det væsentligt at sikre, at overfladen er tilpas glat til at kunne rengøres.

2.1 Legeringskomponenter i rustfrit stål

Rustfrit stål betegner ståltyper, der har et krom (Cr) indhold på over 10,5%. Ved yderligere legering med jern (Fe), nikkel (Ni), molybdæn (Mo), kulstof (C), mangan (Mn), silicium (Si), titan (Ti) og nitrogen (N) opnås forskellige typer af rustfrit stål med særlig funktionalitet inden for hver type stål. Kromindholdet er det, som grundlæggende bevirker, at der dannes den ultratynde passiverende oxidfilm, som giver stålet bestandighed mod korrosion. Oxidfilmen dannes automatisk på overfladen af det rustfrie stål men kan også assisteres med syreskyl.

Stål opdeles i fem overordnede typer efter mikrostruktur, og graden af korrosionsbestandighed afhænger af typen og den aktuelle legering. Korrosionsbestandigheden sikres basalt af indholdet af nikkel og krom, men kan øges væsentligt med legering af molybdæn, og i særligt krævende tilfælde også med titan og nitrogen. Tillige har mangan en mindre men dog målbar positiv effekt på korrosionsbestandigheden. Valget af ståltipe kan afhænge af økonomien, da flere stål ofte kan løse opgaven. Prisen stiger med tilstedeværelsen af nikkel, mens molybdæn er markant dyrere, og titan er den dyreste af de legeringskomponenter, som anvendes i praksis. De sidste to anvendes dog i relativt små mængder

Det uddybes senere, hvordan du specifikt vælger det rette stål til en given opgave. Anvendes et passende stål, der er egnet til fødevaren og den tiltænkte rengøring, vil de grundlæggende legeringskomponenter ikke udgøre en migrationsrisiko i forhold til fødevaren. Det er dog vigtigt, at stålet er frit for utilsigtede urenheder såsom tungmetaller eller andet, som ikke er kompatibelt med direkte fødevarekontakt. Derfor er det altid essentielt at kende sammensætningen af stålet, hvilket fremgår af de medfølgende certifikater. I de tilfælde, hvor sammensætningen er ukendt, fx for ældre procesudstyr, kan denne bestemmes ved en PMI-måling (positiv materialeidentifikation) med anvendelse af enten XRF (røntgen fluorescens) eller OES (optisk emissionsspektrometri). XRF-scannere er enkle at anvende og fås i en håndholdt version, som kan anvendes til måling direkte i et produktionsanlæg.

I det følgende er ståltyperne nævnt efter stigende korrosionsbestandighed. Inden for hver type er ståltyperne ligeledes rangordnede i forhold til korrosionsbestandighed mod grubetæring (pitting). Der gives eksempler på mulige anvendelser af de forskellige ståltyper til fødevarekontakt. Disse eksempler er vejledende og skal ses i sammenhæng med de begrænsninger, som oplystes for

de samme ståltyper i korrosionsafsnittet (afsnit 3).

2.2 Ferritisk rustfrit stål

Ferritisk rustfrit stål er den enkleste og billigste type (grundet begrænset indhold af nikkel) og består primært af jern og krom (Tabel 1). Ferritisk stål er magnetisk. Fraværet af nikkel sænker deres korrosionsbestandighed, men der kan stadig opnås en rimelig beskyttelse mod korrosion særligt, hvis der er tilsat fx molybdæn eller titan. Stålene anvendes ofte til bordplader og køleskabslåger. Svejsning er en udfordring i ferritisk stål med mindre stålet er stabiliseret med små mængder titan. Det mest korrosionsbestandige stål i den ferritiske gruppe er klart EN 1.4521, da dette med hensyn til bestandighed overfor grubetæring når op i den nedre del af skalaen for austenitisk stål og derfor kan anvendes som et billigere alternativ til EN 1.4401, mens både EN 1.4509 og EN 1.4510 i visse sammenhænge kan substituere EN 1.4301 (se 2.4).

Tabel 1. Eksempler på ferritisk rustfrit stål

AISI nr.	EN nr.	Indhold (%)		Andre	Anvendelser
		Cr	C		
430	1.4016	16-18	<0,08		Køkkengrej og plader (bord og lågebeklædning)
439	1.4510	16-18	<0,05	Ti	
441	1.4509	17,5-18,5	<0,03	Ti, Nb	
444	1.4521	17,5-18,5	<0,025	Ti, Mo 1,8-2,0%	

2.3 Martensitisk rustfrit stål

Martensitisk rustfrit stål består primært af jern, krom og kulstof. Derudover kan det være legeret med andre elementer, fx nikkel, molybdæn og yderst sjældent også vanadium (Tabel 2). Martensitisk stål er magnetisk. Martensitisk rustfrit stål minder om det ferritiske, men et højere indhold af kulstof muliggør hærkning. Martensitisk rustfrit stål kan anvendes til bestik, køkkengrej og knivblade, men aldrig som egentligt konstruktionsstål til større udstyr. Materialet er slidstærkt, men ikke så formbart og korrosionsbestandigt som andre typer af rustfrit stål primært grundet et lavt indhold af krom. Typisk er korrosionsbestandigheden yderst begrænset for de praktisk anvendte martensitiske rustfrie stål. Det ses fx på almindeligt husholdningsknivbestik, hvor bladet kan få rustpletter ved opvask i opvaskemaskine. EN 1.4116 er blandt de mest korrosionsbestandige martensitiske ståltyper grundet legering med molybdæn samt nitrogen og anvendes til høj kvalitets kokkeknive. Men langt de fleste martensitiske ståls bestandighed mod grubetæring ligger lavt i forhold til, hvad der kan opnås med flere ferritiske og specielt austenitiske stål typer.

Tabel 2. Eksempler på martensitisk rustfrit stål

AISI nr.	EN nr.	Indhold (%)				Andre	Anvendelser
		Cr	C	Ni	Mo		
410	1.4006	11,5-13,5	0,08-0,15				Bestik, køkkengrej og knivblade
420	1.4021	12-14	0,16-0,25				
420MoV	1.4116	14-15	0,45-0,5		0,5-0,8	V, N	
440A	1.4109	16-18	0,60-0,75		<0,75		
440C	1.4125	16-18	0,95-1,20		<0,75		
431	1.4057	15-17	0,12-0,22	1,5-2,5			Knivblade, procesudstyr

2.4 Austenitisk rustfrit stål

Austenitisk rustfrit stål er de hyppigst anvendte ståltyper til fødevarekontaktmaterialer. De består basalt af jern, krom og nikkel. Legering med molybdæn øger korrosionsbestandigheden og i de fleste tilfælde er dette nødvendigt for at kunne klare de aktuelle forhold i fødevareproduktion. Austenitiske rustfrit stål er meget velegnet til de fleste former for bearbejdning. De mest gængse austenitiske ståltyper betegnes overordnet med AISI 316/316L, men denne betegnelse dækker over flere kommercielle stål fx EN 1.4401/EN1.4404. Derfor bør EN-nummeringen altid anvendes, da man ellers ikke er sikker på at få den ønskede sammensætning af legeringskomponenterne. I sammenhænge, hvor korrosionsbelastningen er beskeden kan man anvende EN 1.4301/EN 1.4307 (304/304L), som altså ikke indeholder molybdæn (Tabel 3).

De austenitiske stål har god styrke og hårdhed som gør dem velegnede til store konstruktioner og de har god svejsbarhed, når blot de har lavt indhold af kulstof. Disse svejsbare stål får et L efter AISI-nummeret fx 316L, som typisk vil være EN 1.4404. Der findes L-versioner af alle de gængse austenitiske ståltyper. Den største ulempe ved de austenitiske stål er risikoen for spændingskorrosion (se afsnit 3).

Der findes tillige de såkaldte super-austenitiske rustfrit stål har pga. deres højere krom- og nikkellindhold sammen med molybdæn som giver en særlig høj korrosionsbestandighed, fx EN 1.4547 (254SMO), hvor molybdæn indholdet er på mellem 6 og 7 %.

Tabel 3. Eksempler på austenitisk rustfrit stål

AISI nr. / type	EN nr.	Indhold (%)					An-dre	Anvendelser
		Cr	C	Ni	N	M o		
304	1.430 1	17,5 - 19,5	<0,0 7	8,0- 10,5	<0,01 1	-	Mn	Bærende konstruktioner, bordplader og produktionsudstyr samt køkkenudstyr
304L	1.430 7	17,5 - 19,5	<0,0 3	8,0- 10,5	<0,11	-	Mn	
316	1.440 1	16,5 - 18,5	<0,0 7	10.0 - 13.0	<0,11	2,0 - 2,5	Mn	
316L	1.440 4	16,5 - 18,5	<0,0 3	10.0 - 13.0	<0,11	2,0 - 2,5	Mn	
926	1.452 9	20.0 - 21.0	<0,0 2	24.0 - 26.0	0,15- 0,25	6,0 - 7,0	Mn, Cu	
254SM O	1.455 7	2	<0,0 2	18	0,2	6,1	Mn, Cu	
654SM O	1.465 2	24	<0,0 2	22	0,5	7,3	Mn, Cu	

Langt det meste stål, som anvendes til fødevarekontakt, er af typen EN 1.4401/1.4404 (316/316L) og EN 1.4301/1.4307 (304/304L). I det konkrete tilfælde afhænger valget af det rette stål af den sammenhæng, som det skal benyttes i. Her gives nogle eksempler på anvendelser til direkte fødevarekontakt (betingelserne uddybes i afsnit 3):

- EN 1.4301/1.4307 stål kan være tilstrækkeligt til bryggeritanke, mælketanke, køkkenmaskiner, køkkenvaske og åbent procesudstyr. I princippet kan EN 1.4301 anvendes i sammenhænge hvor temperaturen er under 50°C (det gælder også under rengøring). Der skal anvendes rengøringsmidler og rengøringsmetoder, som ikke er særligt korrosive da stålet er relativt følsomt mod grubetæring. Typisk vil det være tilfældet ved anvendelse til åbnet procesudstyr. I det omfang EN 1.4301 anvendes i lukkede processystemer er det afgørende at rengøringsprocessen tilpasses her til. Bemærk at EN 1.4301 kun kan anvendes til fødevarer, der ikke er særligt sure eller har et betydeligt saltindhold.
- EN 1.4401/1.4404 stål anvendes typisk til produktkontakt i lukkede processer også selv om produktet ikke kræver det, det skyldes at rengøringsmidler og procedurer ofte er designet efter dette stål, som er mere modstandsdygtigt mod korrosion end EN 1.4301. EN 1.4401 stål

kan eksempelvis anvendes til lagertanke til vin, mere saltholdige fødevarer og tillige til mere aggressive medier som fx pektin til marmeladeproduktion. Stålet er resistent mod salpetersyre, citronsyre, fosforsyre, vinsyre, eddikesyre og natriumhydroxid. Det er væsentligt at bemærke at man skal være opmærksom på at anvendeligheden af EN 1.4401 falder med stigende temperatur (over 90-100°C) specielt, hvis syre og/eller saltindhold leder til høje kloridkoncentrationer.

- I de tilfælde, hvor man ikke opnår tilstrækkelig korrosionsbestandighed med fx EN 1.4404 kan man anvende almindelige austenitiske stål med en højere legeringsandel af molybdæn. Molybdæn er den legeringskomponent som alene giver en højere beskyttelse mod kloridioner. En øgning af molybdæn indholdet til 4,5 % tillader en koncentration af kloridioner, som ca. en faktor 10 højere end for EN 1.4404. I tabellen vises som eksempel EN 1.4529 med et molybdæn indhold på 6,5 %. Skal man bruge en bedre legering end EN 1.4404 er det en god ide at høre, hvad leverandørerne har på lager eller kan skaffe inden for relevant tid.
- Skal man bruge endnu bedre korrosionsbeskyttelse, så er de super austenitiske stål her eksemplificeret ved EN 1.4557 og EN 1.4652 et endnu bedre, men også et langt dyrere valg. Den tilladelige koncentration af kloridioner er for EN 1.4557 ca. en faktor 100 højere end for EN 1.4404 og for EN 1.4652 med ca. en faktor 200. Disse stål kan anvendes i pladevarmevekslere, hvor der pasteuriseres saltlager eller under fermentering af sojasovs, hvor der er organiske syrer, alkohol og en pH på ca. 4.7 og en kloridkoncentration på ca. 17 %.

2.5 Ferritisk-austenitisk rustfrit stål (duplex stål)

Ferritisk-austenitisk rustfrit stål som også kaldes duplex stål er meget korrosionsbestandige og består af 50 % ferritisk og 50% austenitisk struktur. Generelt har de bedre styrke end både ferritiske og austenitiske rustfri stål og en fremragende udmattelsesstyrke, og så er de lige så svejsbare som de austenitiske stål. Disse stål ligger væsentligt højere i pris end de austenitiske. EN 1.4410 er den mest korrosionsbestandige af samtlige de præsenterede stål i denne retningslinje.

Tabel 4. Eksempler på ferritisk-austenitisk (duplex) rustfrit stål

AISI nr. / type	EN nr.	Indhold (%)					Andre	Anvendelser
		Cr	C	Ni	N	Mo		
S3230 4	1.436 2	22,0	<0,0	3,5	0,05	0,1-	Mn, Cu	Produktionsudstyr med særlige korrosionsudfordringer fx på grund af salt eller temperatur.
		-	3	-	-	0,6		
329	1.446 0	25,0	<0,0	4,5	0,05	1,3,		
		-	5	-	-	-2,0		
S3180 2	1.446 2	21,0	<0,0	4,5	0,10	2,5-		
		-	3	-	-	3,5		
S3250 7	1.441 0	24,0	<0,0	6,0	0,24	3,0-		
		-	3	-	-	4,5		
		26,0		8,0	0,35			

Selv om duplex stål er markant dyrere end de austenitiske, så er der en række anvendelser, der retfærdiggør anvendelse af disse typer. Eksempler er udstyr til visse dele af ostemejerier og produktion af sennep, vineddike og fiskekonserver. I tilfælde af stor risiko for spændingskorrosion ved anvendelse af et austenitisk stål kan et duplex alternativ være fordelagtigt.

2.6 Udskilleleshærdende rustfri stål

Disse specielle stål modningshærdes til endelig styrke, som kan blive meget høj samtidig med at stålet bevarer en fornuftig sejhed, men er ikke svejsbare. Disse stål er de mest sjældne og har ikke anvendelse til fødevarekontakt.

2.7 Svejsning med og uden tilsatstråd

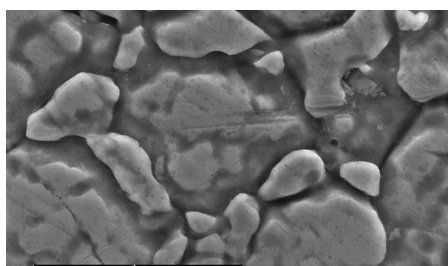
Svejsning kan foregå med og uden tilsatstråd. Uanset metode opvarmes materialet og ved denne proces risikerer du at ændre materialets egenskaber. Risikoen ved svejsning er, at der ved de meget høje temperaturer, som er nødvendige, kan opstå oxidation, hvis der er for megen ilt tilstede. Derfor skal der altid udnyttes gasdækning, som reducerer iltindholdet. Udføres svejsningen med minimal misfarvning (tegnet på at der sker oxidation), så kan du konkludere, at det oprindelige materiale ikke er ændret i sammensætning. Ved brug af tilsatstråd skal denne være bedre legeret end det materiale, der svejses i. Materialecertifikat eller lignende for tilsatstråd er nødvendig for at kunne udstede overensstemmelseserklæring på konstruktionen.

Svejsninger kan efterbehandles med polering og/eller bejdsning for at forbedre den hygiejniske kvalitet og tillige korrosionsbestandigheden. Det er dog muligt at lave svejsning i en kvalitet, som ikke behøver efterbehandling for at leve op til kravene til materialer bestemt til kontakt med fødevarer. Sker der en mindre misfarvning kan denne fjernes ved brug af polering og/eller bejdsning.

2.8 Overfladebeskaffenhed på rustfrit stål

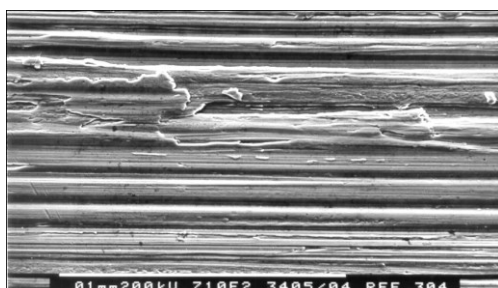
Rustfrit stål er som udgangspunkt godt til fødevarekontakt, men det forudsætter, at det har en overflade, som tillader tilstrækkelig rengøring og desinfektion, samt at det kan modstå det aktuelle miljø (se afsnit 3). Generelt anses en overflade med en ruhed på $Ra < 0,8 \mu\text{m}$ som værende mulig at rengøre. De mest gængse og kommercielt tilgængelige stål som kan leve op til dette, er enten med den såkaldte 2B overflade eller overfladeslebne fra stålværket.

Stål med en 2B overflade er koldvalset, bejdsset og fremstår med tydelig struktur som på Figur 1. De kan fås med en overfladeruhest med en Ra -værdi på mellem $0,2$ og $0,8 \mu\text{m}$. 2B overfladen er holdbar og mulig at rengøre både i kontrollerede test og i industriel praksis. Fordelen ved denne overflade er, at den ikke kræver nogen efterbehandling, hverken slibning eller polering. Ulemper kan være, at overfladen fremstår kedelig og mat.



Figur 1. Forstørrelse af en 2B overflade med $Ra \sim 0,8 \mu\text{m}$

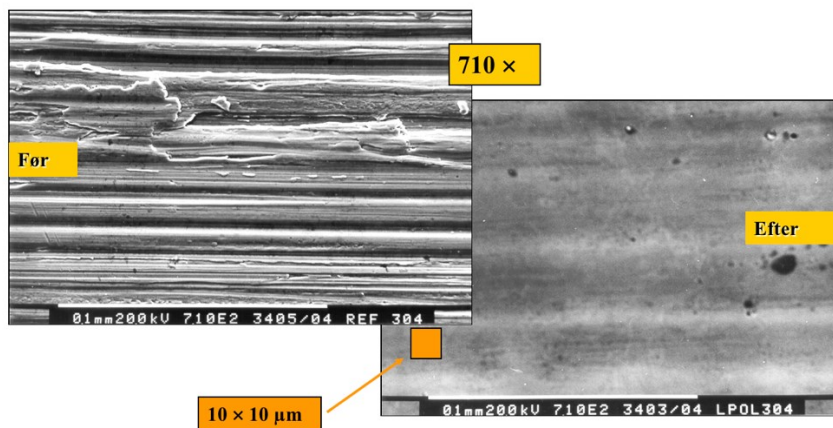
Alternativet er at benytte den oprindelige overflade som udgangspunkt for slibning. I en slibeprocess benyttes en række slibetrin, hvor du først opnår en højere ruhest for efter en række trin at nå ned på $Ra < 0,8 \mu\text{m}$. Slibningen skal ske i en række trin, hvor du gradvist går mod finere og finere kornstørrelse på slibematerialet for at fjerne materiale, så først grove ujævnheder forsvinder og senere de mindre. Gøres dette ikke omhyggeligt og i små skridt, så kan du ende med fejl i materialet. Slibningen fra et stålværk er en proces, der udelukkende foregår i længderetningen, og det leder til et resultat som vist i Figur 2.



Figur 2. Forstørrelse af en sleben 316 overflade med $Ra \sim 0,8 \mu\text{m}$

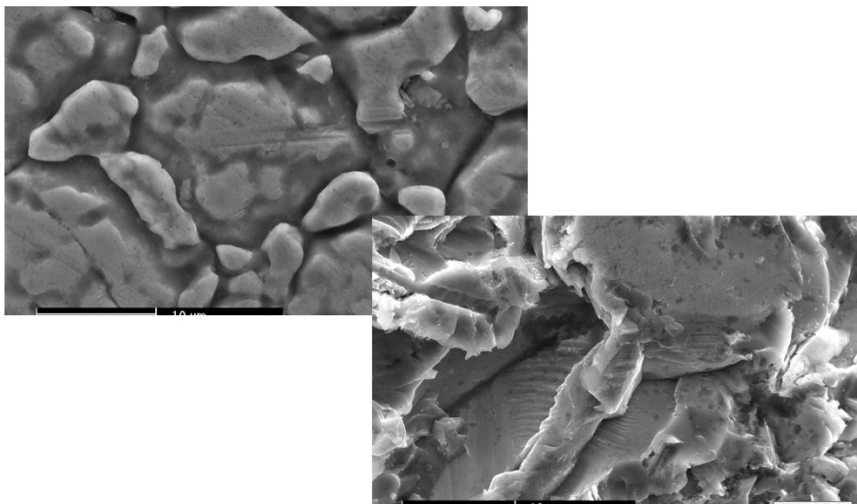
Andre processer end slibning kan anvendes til at give en endelig overfladefinish, og det er vigtigt at bemærke, at du fx ved anvendelse af polerskiver på meget ru overflader kan komme til at bukke materialets 'toppe', således at der skabes indeslutninger, som kan lede til problemer med både hygiejne og korrosion. Derfor skal polering anvendes med stor forsigtighed.

En alternativ måde at opnå en finere overfladeruhed på er elektroplering. Elektroplering fjerner de yderste lag af overfladen, hvilket vil sige, at toppe, der stikker op i landskabet, forsvinder, og resultatet er en meget blødere topografi og en meget lavere Ra værdi. Elektroplering kan udføres indvendigt på installeret udstyr, og selvom det er en relativt dyr proces, så kan det anbefales i stedet for polering, hvis der er et ønske om en finere overfladeruhed.



Figur 3. Elektropleret 304 stål Ra 0,8 -> 0,2 μm

Glasblæsning har været en del anvendt, fordi bombardement af en overflade med små glaskugler leder til et materiale, som fremstår homogent for øjet. Dermed er æstetikken i højsædet, men overflade er ikke nem at rengøre. Overfladen kommer typisk til at have en større ruhed med $Ra \geq 2,5 \mu\text{m}$, og der skabes, som det ses i figur 4, en grovere overfladetopografi, der tydeligt ses ved mikroskop. En glasblæst overflade er svær at rengøre og bør ikke anvendes til fødevarerkontakt.



Figur 4. 2B overflade til venstre og samme glasblæst til højre

3. Anvendelse og korrosion

Beskrivelse af materialernes sammensætning og deres egnethed.

3.1 Korrosion af rustfrit stål

Det miljø rustfrit stål anvendes i er den begrænsende faktor, som afgør hvilken eller hvilke typer og legeringer, der kan modstå miljøets påvirkning. I en fødevarereproduktion bestemmes miljøet af produktet, omgivelserne og de valgte rengøringsmidler. De væsentlige afledte faktorer er koncentration af klorider (de kan komme fra syreholdige produktet eller rengørings- og desinfektionsmidler), kontakttiden og temperaturen.

Der er en række forskellige korrosionsformer, som kan angribe rustfrit stål, men grundlæggende er der to hovedtyper. Enten sker korrosionen ved, at den oxidfilm, som ligger som et ultratyndt lag oven på stålet nedbrydes, eller at uudløste spændinger i materialet skaber problemer. Der vil aldrig være tale om større områder med rust, som man ser på sort jern, men udelukkende om lokale angreb, som opstår der, hvor stålet er mindst modstandsdygtigt.

Risikoen for korrosionsangreb på rustfrit stål afhænger grundlæggende af temperatur og koncentrationen af kloridioner. Typisk er der ingen problemer ved koncentrationer af klorid-ioner under 30 ppm og/eller lave brugstemperaturer under 50°C. Overstiger brugstemperaturen 50-60°C og kloridionkoncentrationen samtidig overstiger 30-50 ppm, sker en øget påvirkning af stålet. Ved normale betingelser (koncentration af klorid-ioner på 30-50 ppm) kan der opstå problemer for EN 1.4301 stål ved ca. 80°C, mens grænsen for EN 1.4401 stål ligger højere, omkring 100°C. I tilfælde, hvor koncentrationen af kloridioner overstiger 50 ppm, så falder temperaturgrænsen og dette i nogen tilfælde ret markant.

3.2 Grubetæring, spalte- og tildækningskorrosion

Korrosionsformerne grubetæring, spalte- og tildækningskorrosion nedbryder oxidlaget og rammer altid lokalt på et sted, hvor filmen i forvejen er nedbrudt eller hvor koncentrationen af korrosive elementer lokalt er højere.

Grubetæring (pitting) er et lokalt angreb, som kan fx ske ved at oxidfilmen ridses eller ikke gendannes hurtigt nok. I dette tilfælde reduceres korrosionsbeskyttelsen og korrosive elementer får direkte adgang til ståloverfalden, som så ikke kan modstå den givne belastning. Der er en tommelfingerregel for hvilken grad af modstandsdygtighed et givent stål har mod grubetæring som kan udregnes ved hjælp af formlen for Pitting Resistance Equivalence Number

(PREN): $PREN = Cr + 3.3Mo + 16N$ (baseret på indholdet af legeringskomponenter).

Spalte og tildækningskorrosion optræder, hvor oxidfilmen nedbrydes fordi korrosionsbelastningen overstiger det forventede niveau. Det kan eksempelvis ske ved at vand fordamper hvorved koncentrationen af kloridioner stiger og kan nå et niveau, der forårsager synlig korrosion på vandrette flader. Tilsvarende problemer kan opleves i spalter og sprækker eller, hvor der er tildækning af ståloverfladen. I disse tilfælde kan der også opstå problemer med forhøjede koncentrationer af kloridioner.

3.3 Spændingskorrosion

Spændingskorrosion er et fænomen, som primært ses i austenitisk stål i miljøer, hvor temperaturen overstiger 55°C og hvor der samtidig er en forhøjet koncentration af kloridioner. Problemstillingen skyldes trækspændinger i materialet, som typisk kommer fra konstruktionen eller spændinger fra varmepåvirkning, fx efter svejsning. Derfor undgås dette kun ved hensigtsmæssig konstruktion af udstyr. Opstår problemet skal det påvirkede materiale udskiftes. Som med grubetæring og lignende korrosionsformer, så er løsningen at vælge en bedre legering.

3.4 Problemløsning og myter

Oplever man korrosionsproblemer er det vigtigt at finde frem til kilden. Det er sjældent sådan, at det konkrete stål ikke er som specificeret. Langt mere sandsynligt er det, at miljøparametrene ikke er tilstrækkeligt afdækkede. Det kan være, at der lokalt optræder forhold, som forøger udfordringerne. Nogle gængse faldgruber og myter er:

- Brugen af betegnelsen ”syrefast stål”. Dette begreb dækker ikke over en kommerciel ståltype, så derfor vil der være rum for fri fortolkning. Ved reference til en stål kvalitet bør man altid bruge EN-numrene.
- Bemærk at det ofte omtalte fænomen ”flyverust” ikke findes. Det er en myte skabt i opvaskemaskine industrien for at dække over, at husholdningsknive rustet under normale forhold i en opvaskemaskine. Det skyldes, som tidligere nævnt, at selve knivbladet er lavet i mindre korrosionsbestandige martensitisk stål.

4. Certifikater

Dokumentation for materialerne sammensætning.

4.1 Certifikater og overensstemmelseserklæring

Alle materialer, der er bestemt til fødevarekontakt skal ledsages af en overensstemmelseserklæring - også rustfrit stål. Importører og forhandlere af rustfrit stål skal sikre sig og kunne dokumentere, at stålet er egnet til fødevarekontakt. Dette skal fremgå af den dokumentation, som importøren modtager. Man skal fx vide at stålet ikke er forurennet.

I praksis er det tilstrækkeligt at kende sammensætningen inkl. evt. forurenin-ger, og at der er sporbarhed på det rustfri stål. Den dokumentation, importøren eller forhandleren af stålet modtager fra leverandøren kan danne baggrund for den overensstemmelseserklæring, som virksomheden sender videre til kunden.

Dokumentationen, som importøren eller forhandleren modtager kan fx være et 3.1 certifikat (identisk med det tidligere 3.1B). Dette angiver, at metallet er testet i forhold til DS/EN-10204:2004, som blandt andet dokumenterer legeringssammensætningen af produktet, dets styrke samt at der er intern sporbarhed hos producenten. 3.1 certifikatet er en erklæring af, at producenten har lavet en uafhængig (dog intern) test og validering af legeringssammensætningen af den pågældende stålbatch. Mindre specifikt er et 2.2 certifikat, som udstedes på baggrund af ikke specifikke test af den løbende produktion af lignende produkter. 2.2 certifikat kan anvendes, hvis man har et godt og tillidsfuldt forhold til sin leverandør. 2.1 certifikater udstedes uden test og er derfor ikke tilstrækkelige til at kunne dokumentere sammensætningen af et given stål. Hvis stålet ikke er ledsaget af et certifikat, skal virksomheden på anden vis fremskaffe tilsvarende dokumentation, fx ved analyser.

I Danmark skal der udfærdiges en overensstemmelseserklæring på stål, ståldele og enhver komponent, som markedsføres til fødevarekontakt. Overensstemmelseserklæringen skal indeholde oplysninger om den ansvarlige virksomhed, at stålet lever op til FKM reglerne, materialetypen og evt. begrænsningerne for anvendelse.

Generelt gælder det, at hvis man har stål som ikke korroderer eller på anden vis nedbrydes (jf afsnit 3) og man har certifikat eller anden dokumentation for stålet, så kan der udfærdiges en overensstemmelseserklæring for produkter, der er bestemt til kontakt med fødevarer.

I fødevarestyrelsens kontrol forlanges der kun overensstemmelseserklæring for de materialer, som importøren eller forhandleren sælger videre til fødevarekontakt. Det vil sige, at det første led i kæden, der angiver, at produktet kan bruges til fødevarekontakt, er ansvarlig for at udfærdige overensstemmelseserklæring for stålet eller produktet.

5. Migration

Virksomheder som fremstiller eller importerer fødevarekontaktmaterialer skal sikre sig, at evt. migration af bestanddele og urenheder ikke udgør en risiko for menneskers sundhed eller forringer fødevarerne.

5.1 Migrationsgrænser

Hvis man har valgt et stål som ikke er forurennet, ikke korroderer eller på anden vis nedbrydes (jif afsnit 3), og stålet anvendes som tilsigtet efter overensstemmelseserklæringen, vil stålet som udgangspunkt ikke afgive metaller i målbare mængder til fødevarerne.

Hvis der ikke er tilstrækkelig viden om stålets sammensætning eller ved mistanke om migration, skal der foretages en konkret bestemmelse af sammensætningen og en risikovurdering af afsmitningen.

Der er ikke fastsat migrationsgrænser for afgivelsen af metal fra fødevarekontaktmaterialer fælles i EU eller i Danmark. Derfor må virksomheder foretage sin egen risikovurdering og fx støtte sig til vejledninger på området og andre landes nationale regler (se afsnit 8. Regler).

Den europæiske fødevarerikkerheds autoritet EFSA, og WHO/FAO komiteen JECFA har risikovurderet metaller i fødevarer. Disse risikovurderinger ligger bag de vejledende migrationsgrænser, som bl.a. findes i Europarådets guideline – Metals and Alloys used in Food Contact Materials (2013). Europarådets guideline findes på siden: www.edqm.eu/en/food-contact-materials

Ud over de vejledende migrationsgrænser for metaller er der fastsat grænseværdier metallerne cadmium, bly, kviksølv og uorganisk tin i visse fødevarer i kontaminantforordningen EU 1881/2006. Grænseværdierne heri gælder for alle kilder – også afsmitning fra fødevarekontaktmaterialer.

Det er virksomhedens ansvar at sikre sig og vise, at migration af metaller og andre bestanddele ikke udgør en risiko for menneskers sundhed. Dette skal fremgå af dokumentationen for fødevarekontaktmaterialet (se 1.3 Dokumentation og dialog).

Den nordiske guideline Food contact materials – metals and alloys (TemaNord 2015:522) samler oplysninger og vejledende migrationsgrænser for metallerne:

- Aluminium
- Antimon
- Arsen
- Barium
- Beryllium
- Cadmium
- Krom
- Kobolt
- Kobber
- Jern
- Bly
- Litium
- Magnesium
- Mangan
- Kviksølv
- Molybdæn
- Nikkel
- Sølv
- Tallium
- Tin
- Titanium
- Vanadium
- Zink

6. Overfladebehandling

Påførte behandlinger (fx lak) af overfladen af rustfrit stål hindrer kontakt mellem fødevarer og stålet. Hvis der anvendes overfladebehandling, skal denne overholde rammeforordningen for fødevarekontaktmaterialer og eventuelle specifikke regler

6.1 Hvilke overfladebehandlingsmidler kan anvendes?

Der findes få konkrete regler for overfladebehandlinger af metaller. Der findes EU regler for nogle epoxyderivater i forordning 1895/2005 om visse epoxyderivater i materialer og genstande bestemt til kontakt med fødevarer. Heri er BADGE tilladt, og der er fastsat migrationsgrænser for stoffet. Stofferne NOGE og BFDGE er derimod forbudt at anvende til overflader, der kommer i kontakt med fødevarer.

Der er i forordning 213/2018 regler for anvendelse i og afsmitning af bisphenol A til fødevarer fra lakker og overfladebehandlingsmidler til FKM. Heri er der fastsat en migrationsgrænse for stoffet. Bisphenol A må dog ikke migrere fra FKM bestemt til kontakt med modermælksersatninger, tilskudsblandinger og fødevarer til børn under 3 år.

For andre overfladebehandlingsmidler gælder det, at producenten skal vise, at midlet er egnet til kontakt med fødevarer ifølge rammeforordning 1935/2004. Producentens anvisninger mht. fx tørretid, hærkning, anvendelsestemperatur og fødevaretype skal følges.

Hvis der påføres en anden type metal eller en legering på overflader af rustfrit stål kan man anvende vejledningen for metaller og legeringer, som fx indeholder vejledende migrationsgrænseværdier.

7. Regler

Fødevarekontaktmaterialer af rustfrit stål er i Danmark reguleret af forordning EU 1935/2004 om materialer og genstande bestemt til kontakt med fødevarer og den danske bekendtgørelse 822/2013 om fødevarekontaktmaterialer.

7.1 Regler for FKM af stål

Der findes ikke specifik lovgivning med fx positivlister og tilhørende migrationsgrænser – hverken fælles i EU eller i Danmark. Derfor må virksomheder støtte sig til vejledninger på området og andre landes nationale regler (se afsnit 6. Migration).

Fødevarekontaktmaterialer af rustfrit stål skal overholde rammeforordningen EU 1935/2004. Derfor skal virksomheder sikre sig og kunne vise, at artikel 3 i rammeforordningen overholdes:

”Materialer og genstande, fremstilles i overensstemmelse med god fremstillingspraksis, således at de under normale eller forudsigelige anvendelsesforhold ikke afgiver bestanddele til fødevarer i mængder, der kan:

- a) frembyde en fare for menneskers sundhed
- b) forårsage en uacceptabel ændring af fødevarernes sammensætning eller
- c) forårsage en forringelse af fødevarernes organoleptiske egenskaber (afgive smag og lugt).

Virksomheder skal vurdere risikoen for migration af metaller og andre bestanddele fra fødevarekontaktmaterialer for den anvendelse, produktet er beregnet til.

God fremstillingspraksis (GMP) er et krav i produktionen af fødevarekontaktmaterialer. GMP indebærer kvalitetssikring og kvalitetskontrol af de kritiske kontrolpunkter, der findes i produktionen. Formålet med GMP kravet er, at sikre, at produkterne fremstilles, så de overholder reglerne for fødevarekontaktmaterialer og at dette kan dokumenteres. GMP reglerne for fødevarekontaktmaterialer findes i forordning EU 2023/2006.

7.2 Andre regler

Hygiejneforordningen

Reglerne for fødevarekontaktmaterialer (rammeforordning EU 1935/2004) omhandler ikke hygiejne. EU's hygiejneforordning EU 852/2004 stiller derimod krav om, at

”Overflader (herunder på udstyr) i områder, hvor der håndteres fødevarer, og især overflader, der kommer i berøring med fødevarer, skal holdes i god stand og være lette at rengøre og om nødvendigt desinficere. Dette kræver, at der anvendes glatte, afvaskelige, korrosionsbestandige og ugiftige materialer²”

Dette gælder også for dele af produktionsudstyr, der kommer i kontakt med fødevarer. Det er fødevarevirksomheden, der skal sikre, at hygiejnereglerne kan overholdes. Det er derfor nødvendigt, at en fødevarevirksomhed stiller krav til leverandøren om, at produktionsudstyr kan rengøres som ovenfor nævnt.

Maskindirektivet

EU's Maskindirektiv EU 2006/42, som er implementeret i den danske bekendtgørelse 693/2013, gælder også for maskiner, som kommer i kontakt med fødevarer. Reglerne skal sikre, at:

”Maskiner m.v. må kun bringes i omsætning, gøres tilgængelige på markedet eller ibrugtages, hvis de ikke udgør en risiko for personers sikkerhed og sundhed”.

Der er dermed et overlap til reglerne for fødevarekontaktmaterialer. Maskiner, som er beregnet til at komme i kontakt med fødevarer, skal således både overholde reglerne i maskindirektivet og de specifikke regler, der er fastsat for fødevarekontaktmaterialer. Dette fremgår af maskindirektivets 2.1.1.

Overensstemmelseserklæringen for fødevarekontaktmaterialet må gerne være indeholdt i overensstemmelseserklæringen for at maskindirektivet er overholdt. Når en virksomhed erklærer, at en maskine, der er beregnet til kontakt med

² EU 852/2004 Bilag II kap. 2.

fødevarer og overholder maskindirektivet, erklærer virksomheden samtidigt, at reglerne for fødevarekontaktmaterialer er overholdt. Virksomheden skal sikre sig, at der er tilstrækkelig baggrundsdokumentation for dette (se 1.3 Dokumentation og dialog).



Fødevarestyrelsen
Stationsparken 31-33
2600 Glostrup

www.fvst.dk