

# CheckPoint World - 1999-2019



DNA

**CheckPoint World**  
Rindsholmvej 39D  
DK - 8800 Viborg

40 76 95 96  
[checkpointworld@gmail.com](mailto:checkpointworld@gmail.com)

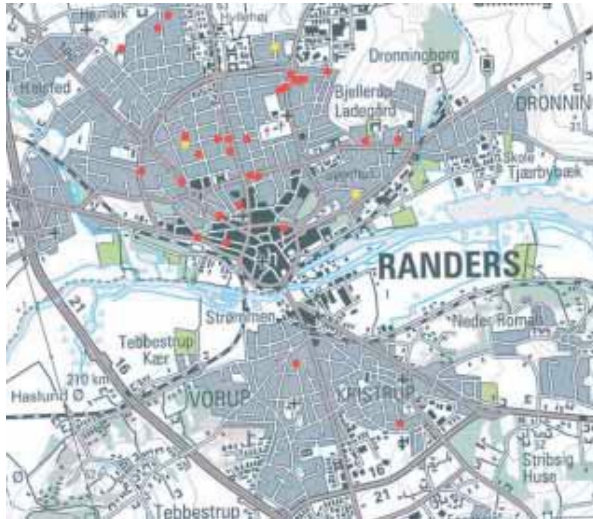


Lars Grøn Schjoldager

## **1.0 CheckPoint World - Mikrobiologi - Smitteopsporing**

**Smitteopsporing.** Udgangspunkt: **Patientdiagnose** (Læge/Hospital).

- **hvor** er patienten smittet?
- **hvornår** er patienten smittet?
- **hvordan** er patienten smittet?

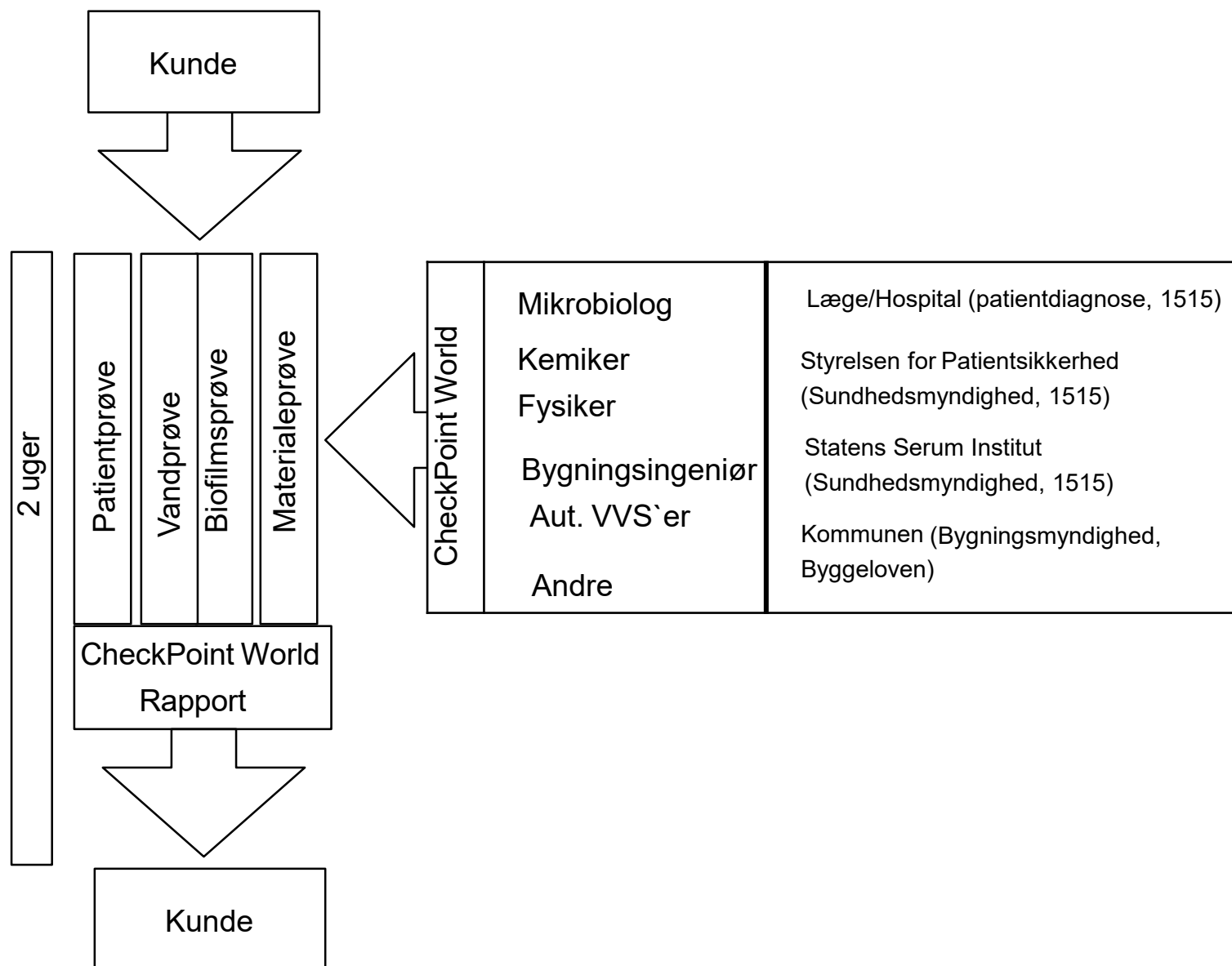


### **Patientprøver og miljøprøver - match?**

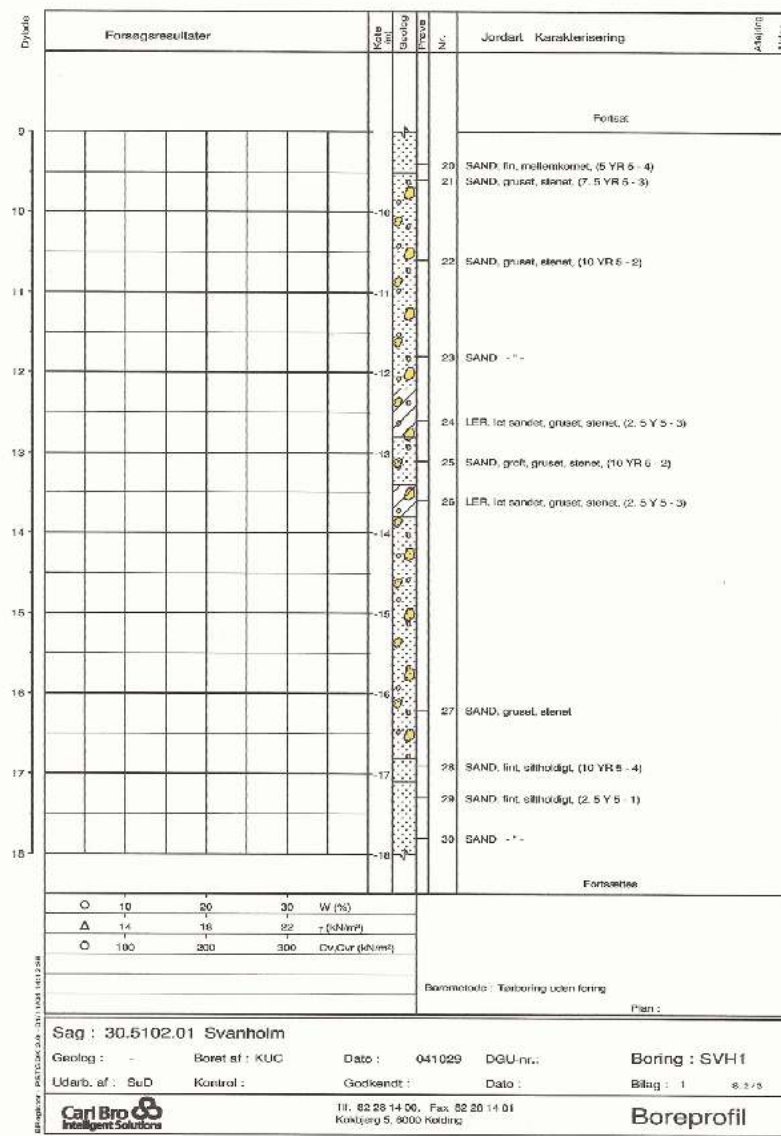
- **patientprøve**
- **koldt brugsvand**
- **varmt brugsvand**
- **håndbruser**
- **varmt returbrugsvand**
- **Ledningsvand**



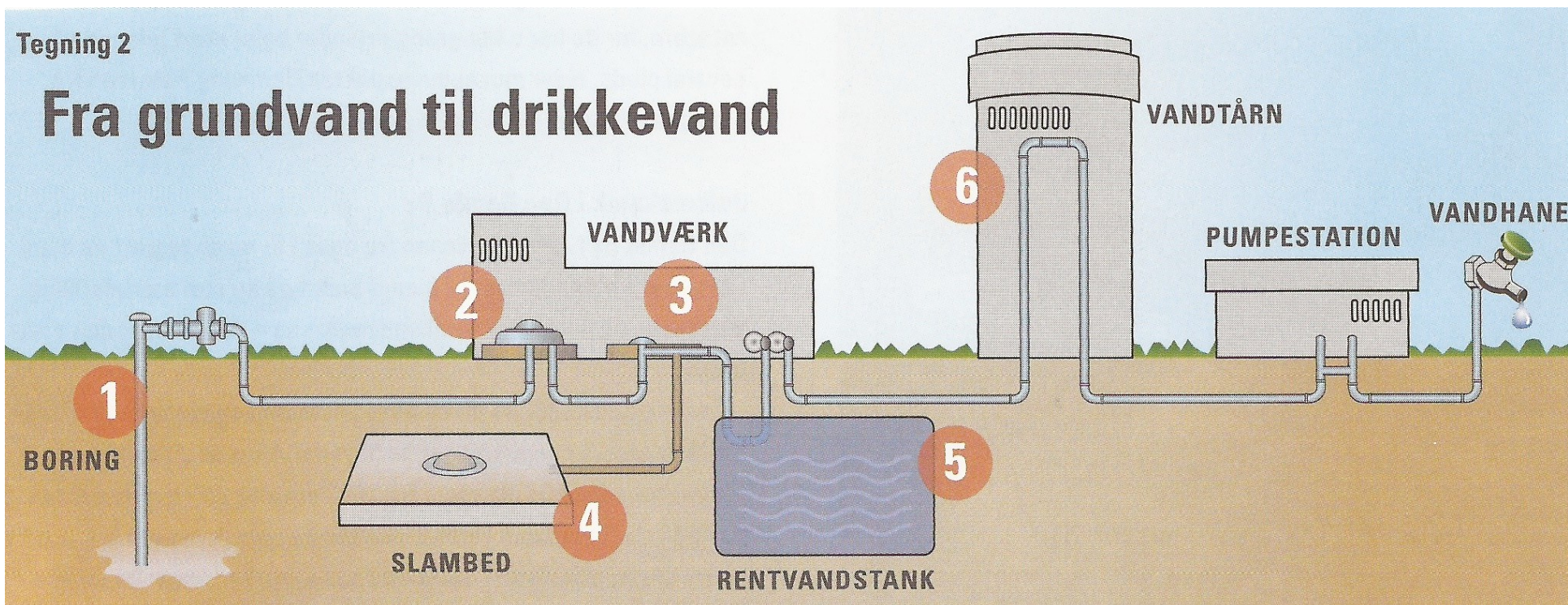
# 1.1 Arbejdsproces: Mikrobiologi - Smitteopsporing - Rustfrit Stål - Korrosion



## 1.2 Ledningsvand - Hvor kommer bakterier og svampe fra?

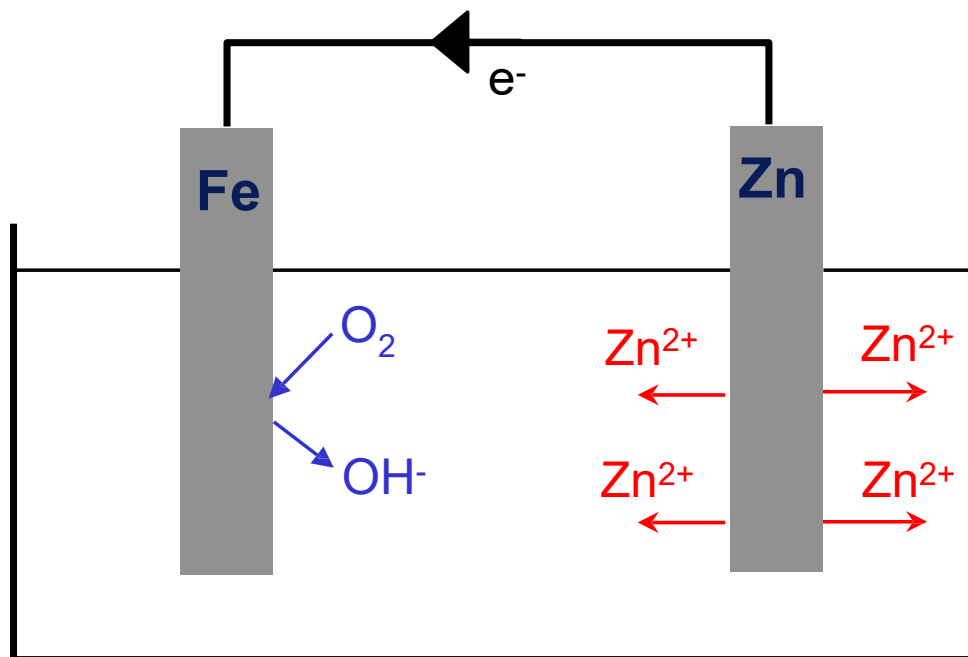


## 1.3 Ledningsvand - Hvor kommer bakterier og svampe fra?

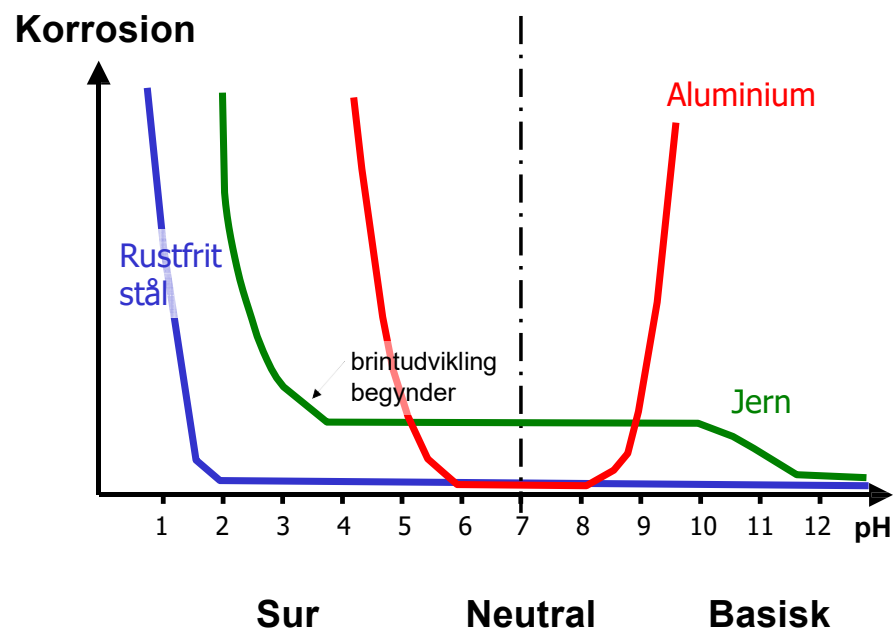


## 2.0 Rustfrit Stål - Våd Korrosion

Figur-1: **Galvanisk korrosion**, Jern (Fe) ædelt og Zink (Zn) uædelt.



Figur-2. Jerns (Fe) og Rustfri Ståls **korrosionshastighed** som funktion af pH.



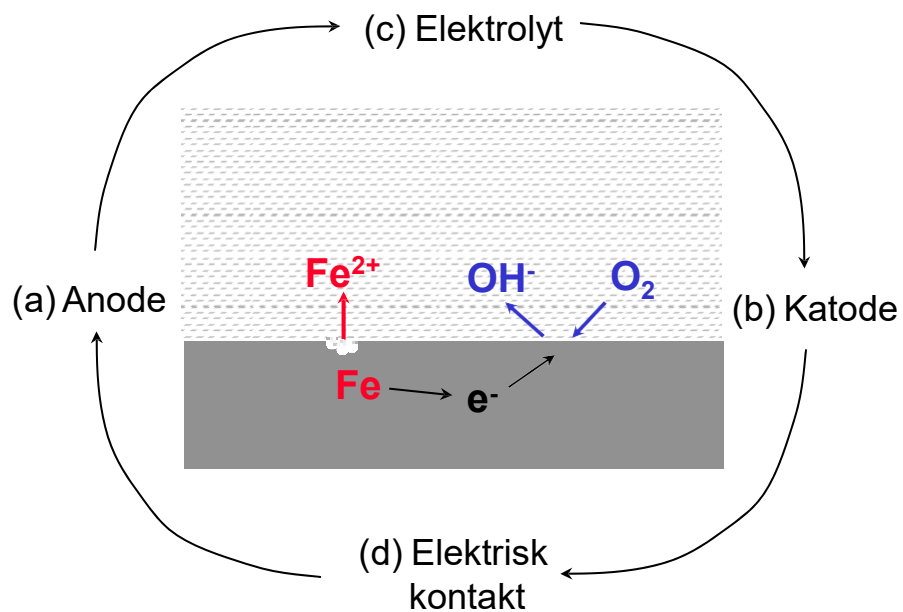
### Oversigt-1: Typer af korrosion.

**Iltbetinget korrosion:** Metal + ilt + vand  $\rightarrow$  korrosion.

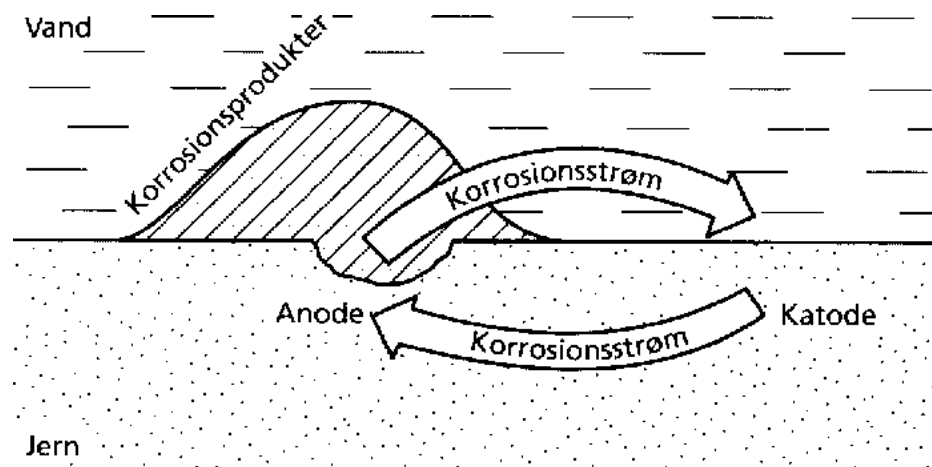
**Syrebetinget korrosion:** Metal + syre + vand  $\rightarrow$  korrosion.

## 2.1 Rustfrit Stål - Våd Korrosion

Figur-3: **4 grundelementer** i våd korrosion.



Figur-4: **Strømkredsløb** ved grubetæring (pitting) og tildækningskorrosion på Jern eller Rustfrit Stål i vand.

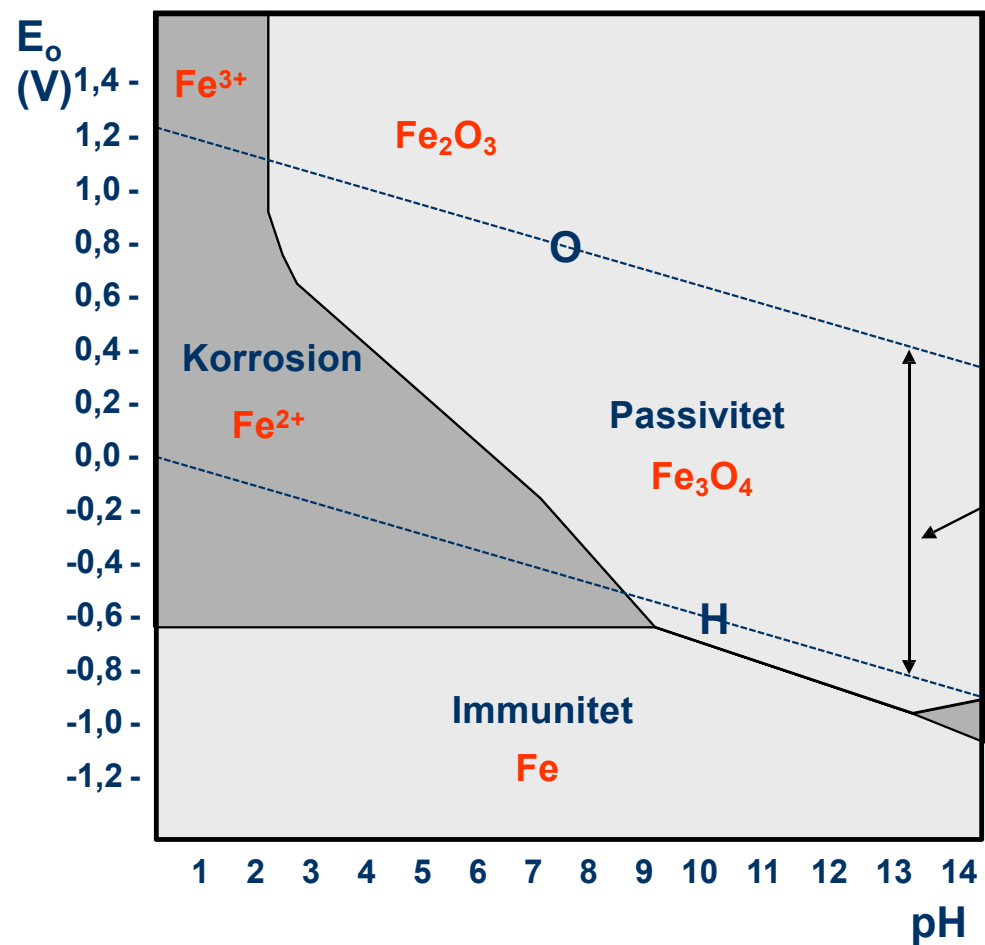


**Oversigt-2: Spændingsrækken - Galvanisk spændingsserie - Havvand 4 %  
Natriumchlorider (40.000 mg/L NaCl) = Spalten 2 % Chlorider (20.000 mg/L Cl-)**

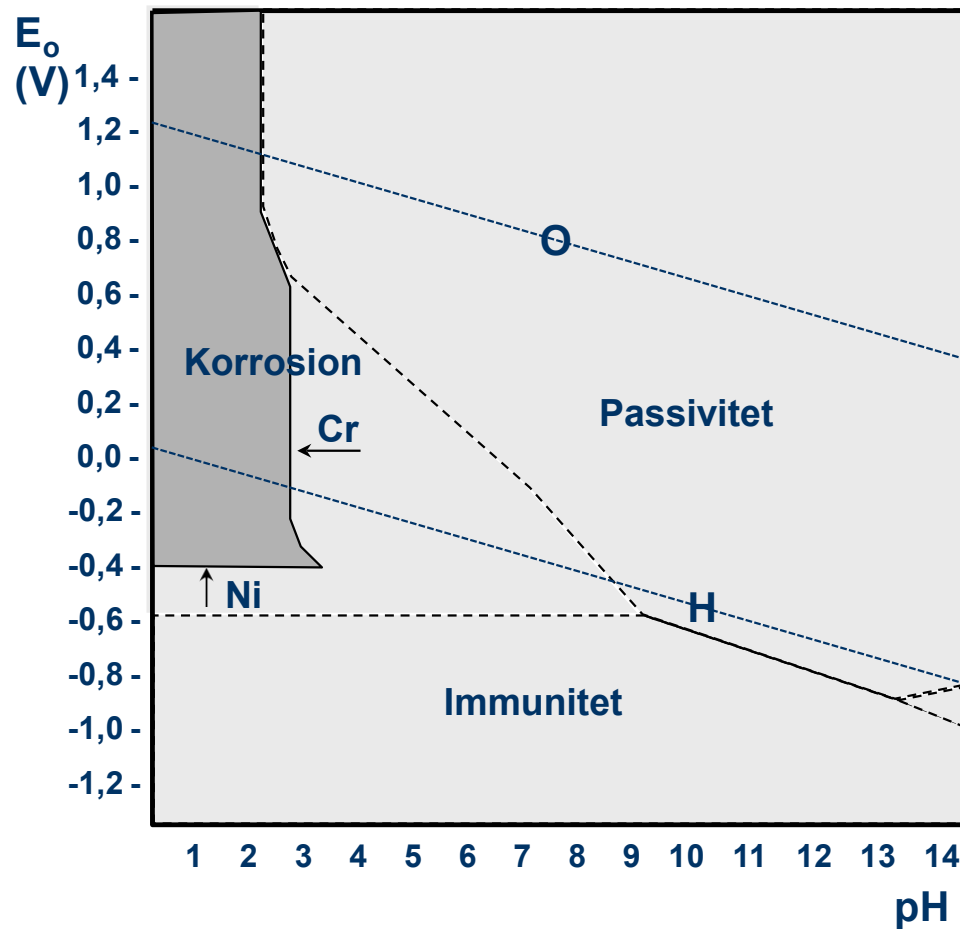
<b><u>Metal/legeringer:</u></b>	<b><u>Korrosionspotentiale, E, Volt vs. SCE</u></b>	
Guld (Au)	+0,42	
Sølv (Ag)	+0,19	
Patin (Pt)	+0,18	
Titan (Ti)	+0,10	- -0,05
Hydrogen (H <sup>+</sup> )	<b>0,00</b>	
<b>Austenitisk Rustfrit Stål - EN 1.4401/1.4404 - AISI 316/316L - passiv</b>	<b>+0,10</b>	<b>- -0,10</b>
Nikkel (Ni)	-0,15	- -0,25
<b>Ferritisk Nikkelfri Rustfrit Stål - EN 1.4521 - passiv</b>	<b>-0,20</b>	<b>- -0,35</b>
<b>Rødgods (RG5: Cu + Sn+ 7xZn + Pb)</b>	<b>-0,24</b>	<b>- -0,32</b>
Kobber (Cu)	-0,30	- -0,37
Messing (Cu + Zn)	-0,30	- -0,40
<b>Jern (Fe)</b>	<b>-0,34</b>	<b>- -0,44</b>
<b>Austenitisk Rustfrit Stål- EN 1.4401/1.4404 - AISI 316/316L - aktiv</b>	<b>-0,45</b>	<b>- -0,55</b>
<b>Ferritisk Rustfrit Stål - EN 1.4521 - aktiv</b>	<b>-0,45</b>	<b>- -0,55</b>
Krom (Cr)	-0,71	
Aluminium (Al)	-0,75	- -1,00
Zink (Zn)	-0,95	- -1,05
Magnesium (Mg)	-1,55	- -1,65



Figur-5: E-pH Diagram for Jern (Fe).



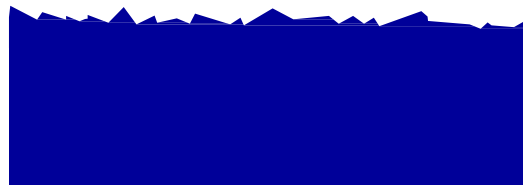
Figur-6: E-pH Diagram for Rustfrit Stål.



Hemmeligheden bag Rustfrit Stål: Tillegering af >12% krom (Cr) og nikkel (Ni) indskrænker aktivområdet markant for korrosionsrisikoen.

## Overzicht-3: Korrosionsformer i Rustfrit Stål.

**Generel korrosion,  
jævn tæring**



*reducerende syrer*

**Interkrystallinsk  
korrosion**



*uheldig varmebehandling  
højt kulstofindhold*

**Grubetæring  
(pitting)**



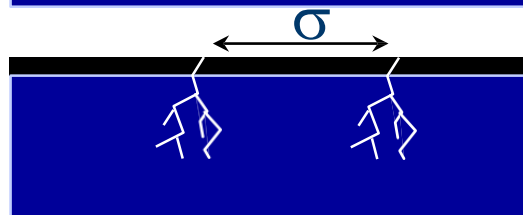
*aggressive ioner (Cl<sup>-</sup>)  
jernafsmitning*

**Spaltekorrosion**



*spalter  
tildækning  
aggressive ioner (Cl<sup>-</sup>)*

**Spændingskorrosion**



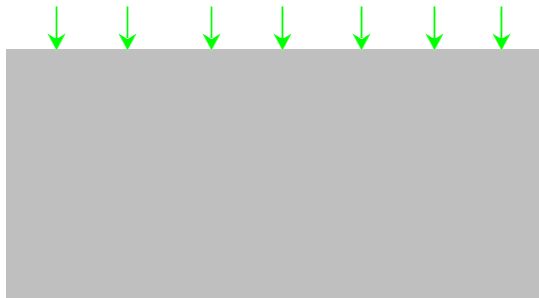
*Cl<sup>-</sup> ved høj temperatur*

**Biokorrosion - Mikrobielt Induceret Korrosion (MIC)**

## 2.3 Rustfrit Stål - Våd Korrosion - Høj salt koncentration - Biokorrosion - Biofilm

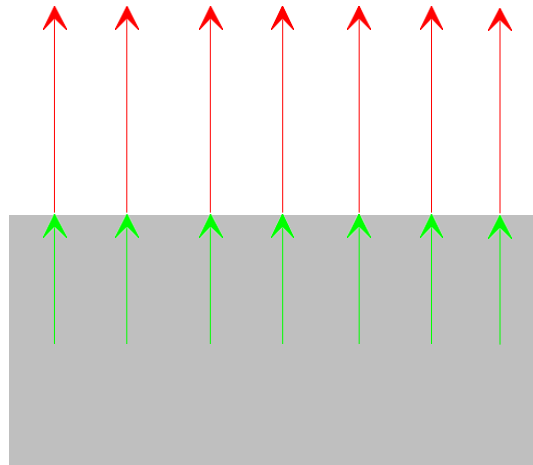
Figur-7: **Korrosionstilstande**, Rustfrit Stål.

Immun



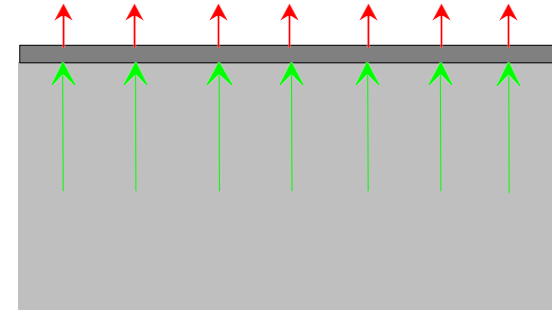
metallet stabilt  
ingen korrosion

Aktiv



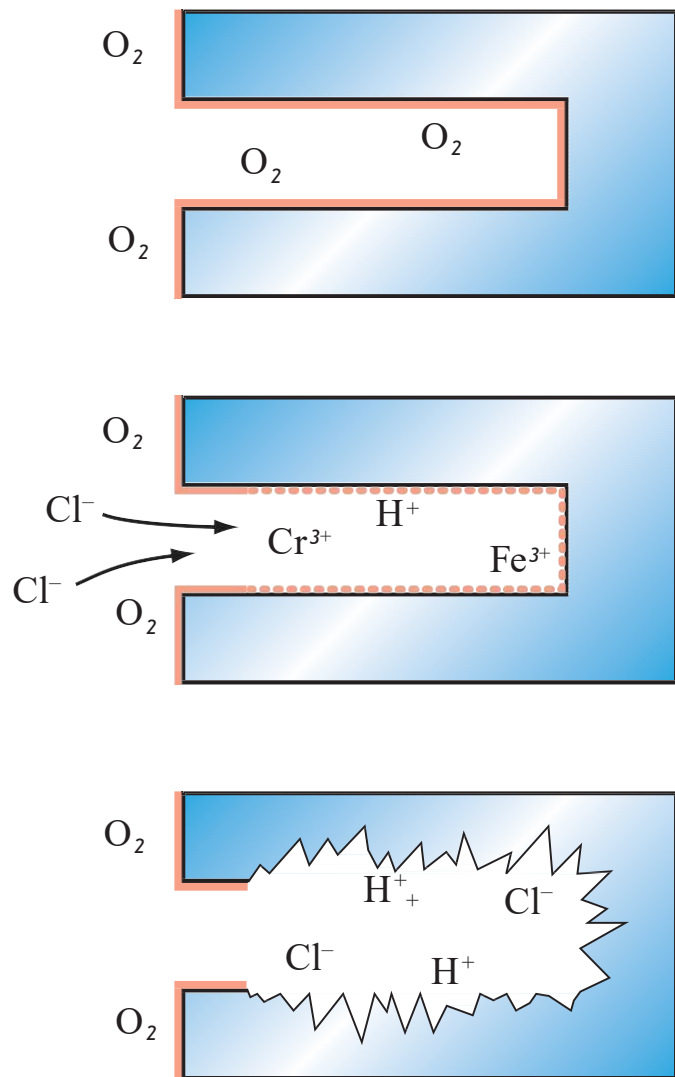
metal og oxid ustabil  
høj korrosionshastighed

Passiv

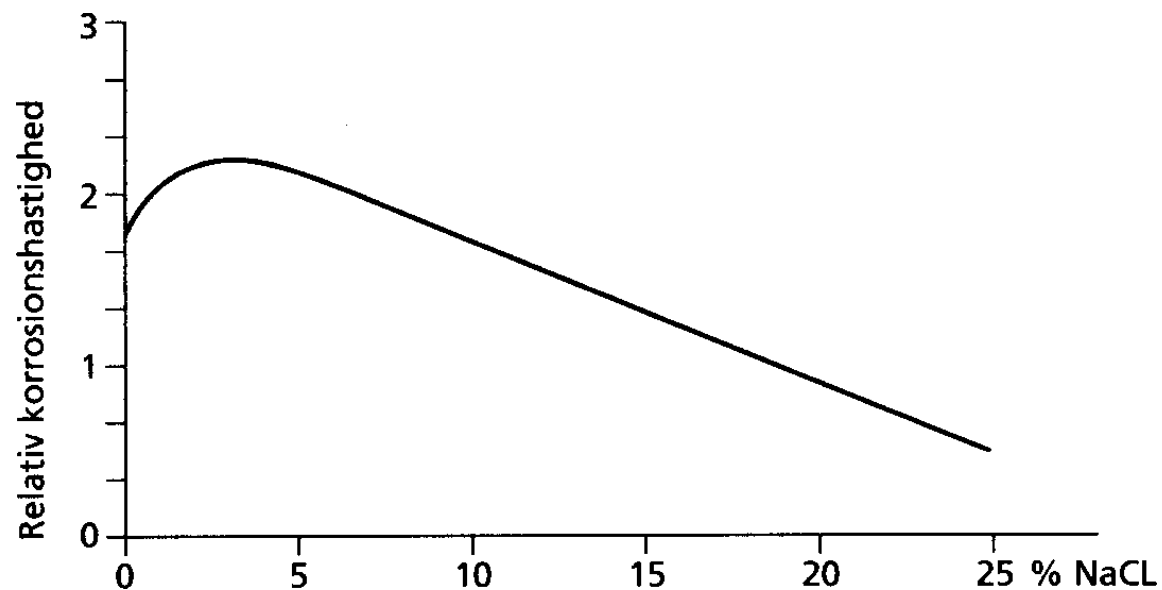


stabilt oxidlag  
lille korrosionshastighed

Figur-8: **Spalten** mellem Rustfrit stålør og fittings.

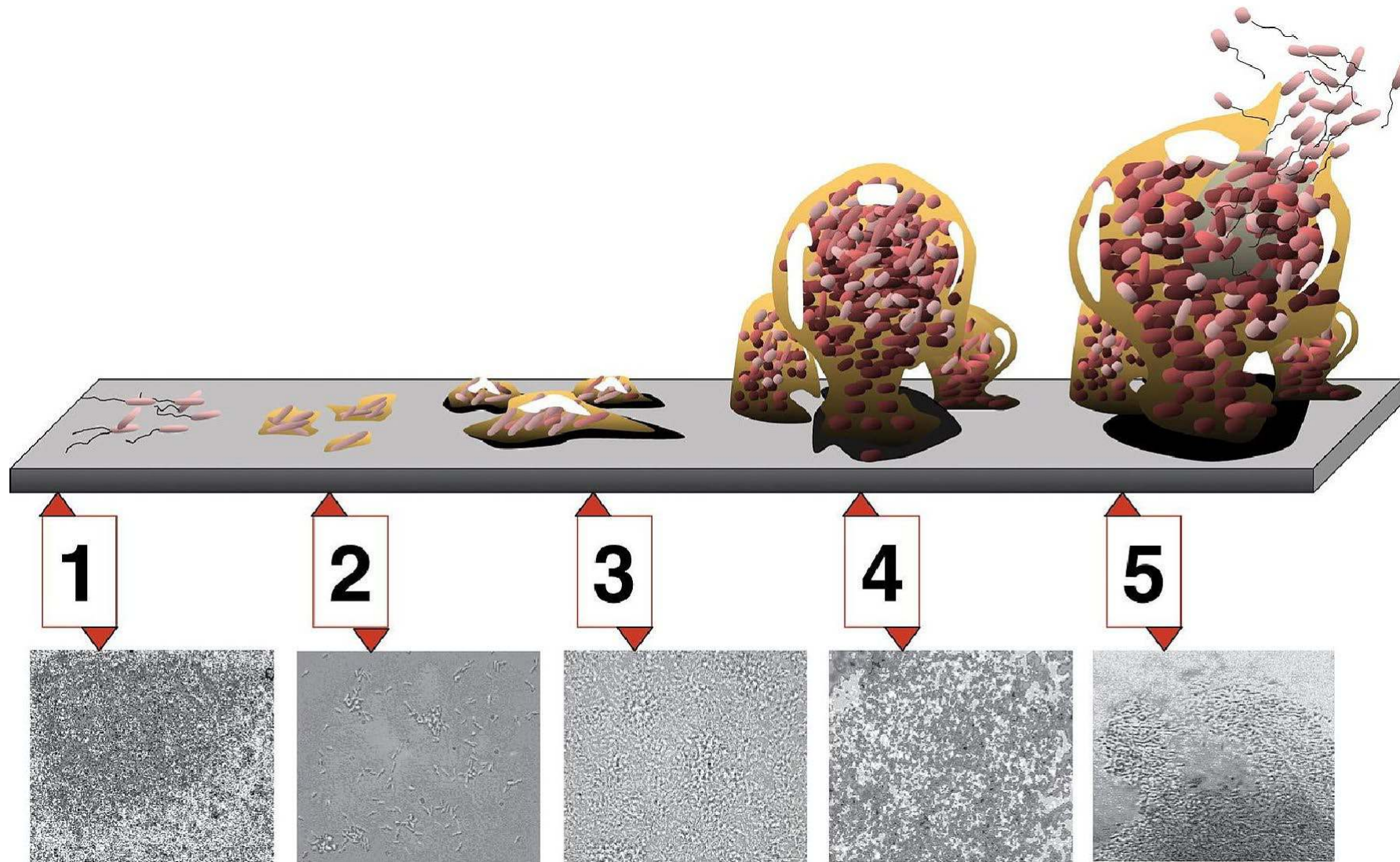


Figur-9: **Korrosionshastighed** af Stål som funktion af natriumkloridindholdet (**NaCl**).

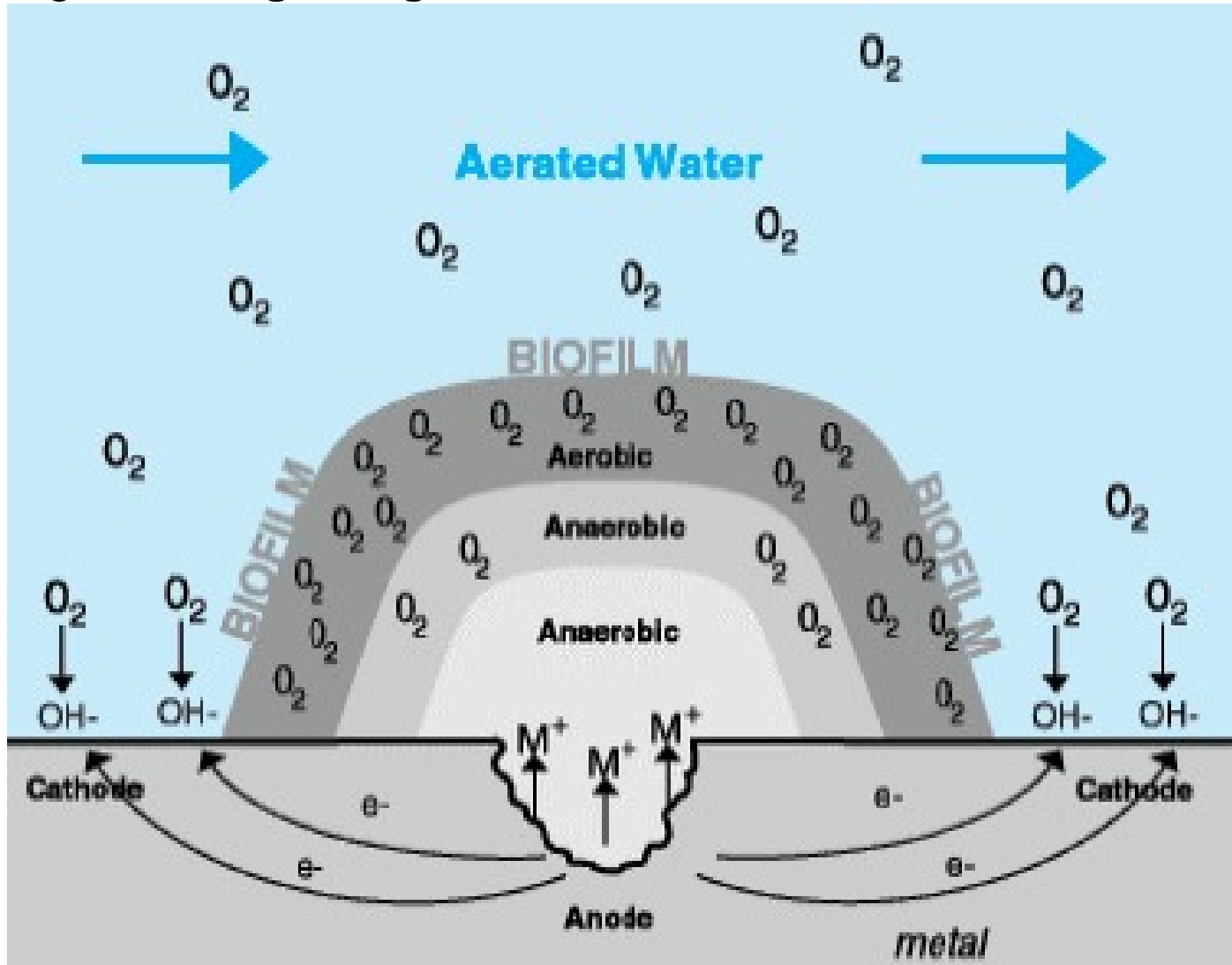


# Figur-10: Opbygning af biofilm - 5 trin - Metaloverfladen - Rustfritstålrør

Biofilm domineret af bakterien *Pseudomonas aeruginosa*.



Figur-11: Lagdeling i biofilm.



### **3.0 Rustfrit Stål - Våd Korrosion - Nikkelfrit Rustfrit stålør og Rustfrit stålfitings** **- Køkken - Koldt brugsvand - Varmt brugsvand - Biokorrosion**

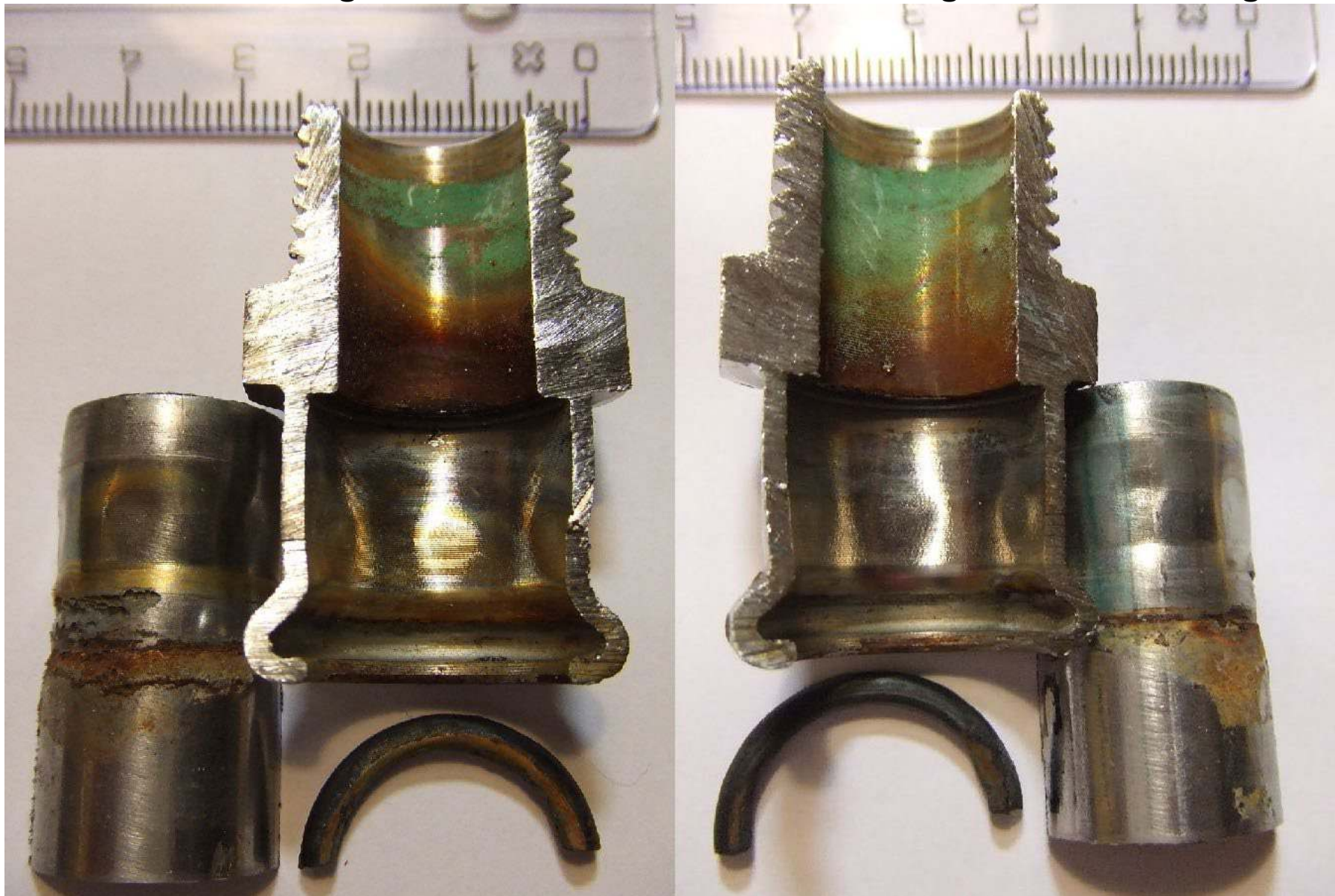
**Stålrør:** Nikkelfrit rustfrit stålør EN 1.4521 (AISI 444) i CrMoTi stål. **Pressefitings:** Rustfrit stålpressefitings EN 1.4401 (AISI 316) i X5CrNiMo17-12-2 stål. **O-ring:** Sort o-ringe i Chlorobutylgummi (CIBR).

**Køkken - Koldt brugsvand**

**Køkken - Varmt brugsvand**



## Køkken - Varmt brugsvand - Nikkelfrit Rustfrit stålør og Rustfrit stålfitnings





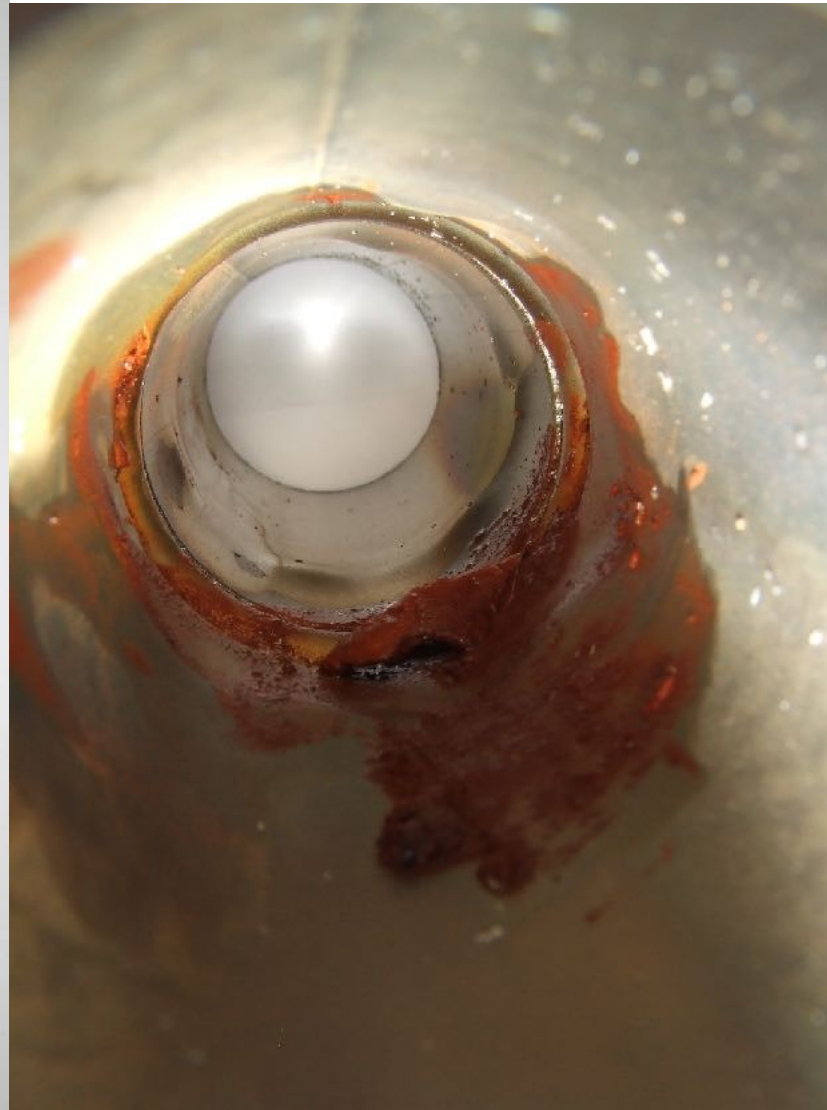


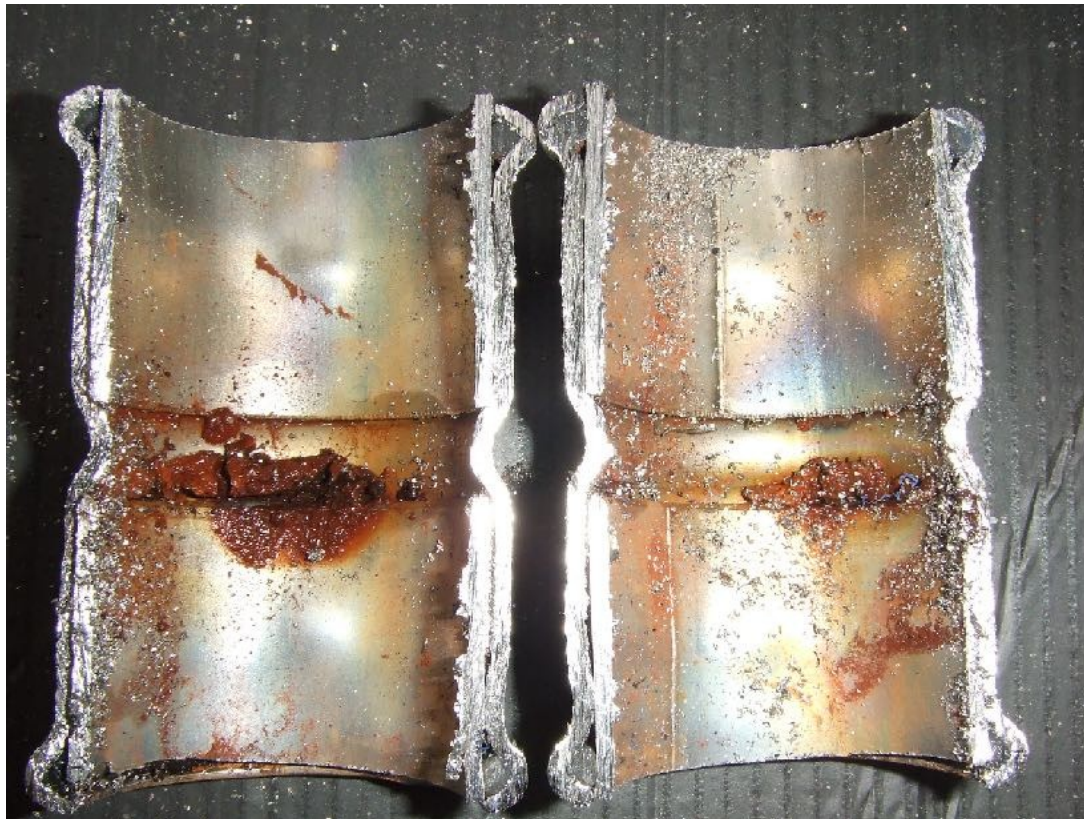
### **3.1 Køkken - Varmt brugsvand - Nikkelfrit Rustfrit stålrør og Rustfrit stålfittings** **- Biokorrosion - Mikrobielt Induceret Korrosion (MIC)**

<b><u>Bakterier, arker, og svampe, antal pr. ml.</u></b>	<b>KØKKEN</b>					
	<b>Koldt brugsvand</b>			<b>Varmt brugsvand</b>		
	<b>Rør</b>	<b>Spalte</b>	<b>Rør</b>	<b>Spalte</b>	<b>Spalte</b>	
	<b>før</b>		<b>før</b>	<b>over</b>	<b>under</b>	<b>O-ring</b>
<b>Testnr.</b>	1	2	3	4	5	6
pH	7,5	7,0	7,0	<b>4,0</b>	<b>3,5</b>	<b>2,0</b>
Chlorider, mg/L	0	400	<b>1.200</b>	<b>3.500</b>	<b>4.000</b>	<b>20.000</b>
Sulfat (SO42-), mg/L	0	0	0	0	0	0
Sulfid (S2-), mg/L	0	0	0	0	0	0
<b>1 Svovl/Sulfat reducerende bakterier</b>						
<b>2 Jern og Mangan oxiderende bakterier - Fe2+ til Fe3+</b>						
<b>3 Jern og Mangan reducerende bakterier - Fe3+ til Fe2+</b>						
Pseudomonas sp. - få Syreproducerende		30		<b>276</b>		10
Pseudomonas aeruginosa - Svag Citronsyre/Stærk Lewis Syrer					<b>32</b>	
Geothermobacter sp.	4	34			26	
<b>4 Svovl oxiderende bakterier - Svovlsyre/Svag Svovlsyre</b>						
Thiobacillus sp.					<b>595</b>	<b>49</b>
Thiobacter sp.				<b>18.288</b>	<b>28</b>	<b>204</b>
<b>5 Syreproducerende bakterier og svampe - Svag Svovlsyre</b>						
Clostridium sp.				173		
Fusarium sp.			818		847	
<b>6 Biofilmproducerende bakterier og svampe</b>						
Pseudomonas sp. - få Syreproducerende		30		<b>276</b>		10
Pseudomonas aeruginosa - Svag Citronsyre/Stærk Lewis Syrer					<b>32</b>	
Svamp: Cladosporium		2.048				
Svamp: Malassezia		8.678		7.555	3.724	

## **4.0 Rustfrit Stål - Våd Korrosion - Nikkelfrit Rustfrit stålør og Rustfrit stålfitings** **- Kældergang - Ledningsvand - Biokorrosion**

**Stålrør:** Nikkelfrit rustfrit stålør EN 1.4521 (AISI 444) i CrMoTi stål. **Pressefitings:** Rustfrit stålpressefitings EN 1.4401 (AISI 316) i X5CrNiMo17-12-2 stål. **O-ring:** Sort o-ringe i Chlorobutylgummi











## **4.1 Kælder gang - Ledningsvand - Nikkelfrit Rustfrit stålør og stålfittings - Biokorrosion - Mikrobielt Induceret Korrosion (MIC)**

<b><u>Bakterier, arker, og svampe, antal pr. ml.</u></b>	<b>KÆLDERGANG, Loft</b>					
	<b>Ledningsvand</b>					
	<b>Rør før</b>	<b>Spalte-1 spalte</b>	<b>O-ring</b>	<b>Spalte-2 spalte</b>	<b>O-ring</b>	<b>Mellem spalter</b>
<b>Testnr.</b>	7	8	9	10	11	12
pH	7,0	3,0	4,0	7,5	7,0	6,0
Chlorider, mg/L	1.000	11.000	3.500	0	0	2.000
Sulfat (SO42-), mg/L	12	7	3	3	0	0
Sulfid (S2-), mg/L	0	0	0	0	0	0
<b>1 Svovl/Sulfat reducerende bakterier</b>						
<b>2 Jern og Mangan oxiderende bakterier - Fe2+ til Fe3+</b>						
<b>3 Jern og Mangan reducerende bakterier - Fe3+ til Fe2+</b>						
Pseudomonas sp. - få Syreproducerende	1.873	7.988	1.093	2.698	5.462	2.628
Shewanella sp.	3					
<b>4 Svovl oxiderende bakterier - Svovlsyre/Svag Svovlsyre</b>						
<b>5 Syreproducerende bakterier og svampe - Svag Svovlsyre</b>						
Fusarium sp.		787	447			
<b>6 Biofilmproducerende bakterier og svampe</b>						
Bacillus cp.		6	1		21	
Pseudomonas sp. - få Syreproducerende	1.873	7.988	1.093	2.698	5.462	2.628
Pseudomonas aeruginosa - Svag Citronsyre/Stærk Lewis Syre						
Svamp: Sphingomonas koreensis	293	51	16	4.261	1.262	1.523
Svamp: Cladosporium		3.455	25.759		180	648
Svamp: Malassezia	8	20.808	1.118	24.244	4.414	283



## **5.0 Konklusion**

### **A. Indflydelse på våd korrosion:**

1. Væskens **pH**.
2. **Iltindhold** (korrosionspotentialet).
3. **Temperaturen**.
4. **Ledningsevnen**.
5. Koncentration af opløste salte - **Clorider** (Cl-), Sulfat, Sulfit og **Sulfid** (S<sup>2-</sup>).
6. Koncentration af **Hydrogencarbonater/Bicarbonater**.
7. **Biofilm: Mikroorganismer** - Slægt og art af **bakterier, arker og svampe**.

### **B. Anvendelse af metoden:**

1. **Reklamationer**.
2. **Projekteringen - Hjælp til Valg af type af rør og fittings**.

# Tak for invitationen!



DNA

**CheckPoint World**  
Rindsholmvej 39D  
DK - 8800 Viborg

40 76 95 96  
[checkpointworld@gmail.com](mailto:checkpointworld@gmail.com)



Lars Grøn Schjoldager