

Oppervlaktekwaliteit bepaalt de inzetbaarheid en betrouwbaarheid van uw installatie

E.W. Schuring (**ECN**)

September 2016
ECN-L--16-048



Oppervlaktekwaliteit bepaalt de inzetbaarheid en betrouwbaarheid van uw installatie

E.W. Schuring – IWE

Tel 088 515 48 77

E-mail: schuring@ecn.nl

Stand 662

Surface 2016

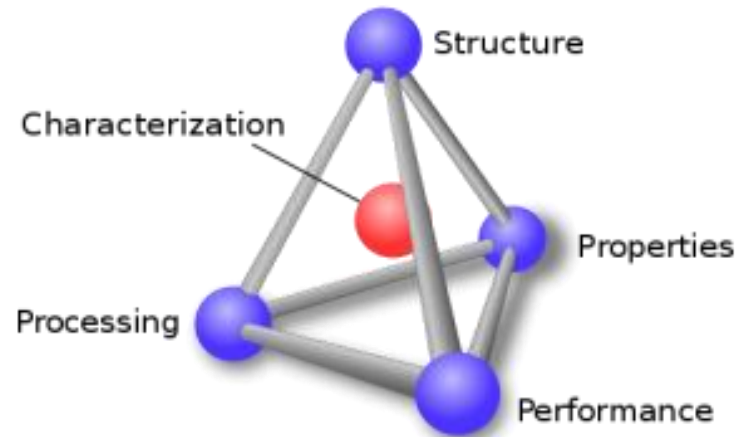
's Hertogenbosch

4 oktober 2016



Inhoud

- Korte introductie ECN en E&EE (Environment & Energy Engineering)
- Waarom materiaalonderzoek?
- Toepassingsvoorbeelden aan de hand van schadegevallen:
Effect materiaalkeuze, ontwerp op prestaties Materials knowledge back ground (Cases)
- Conclusies

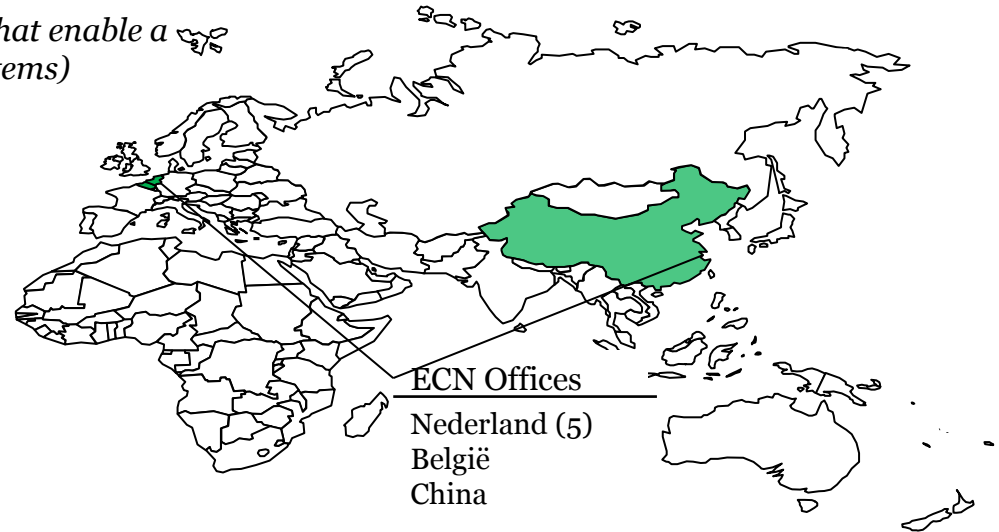
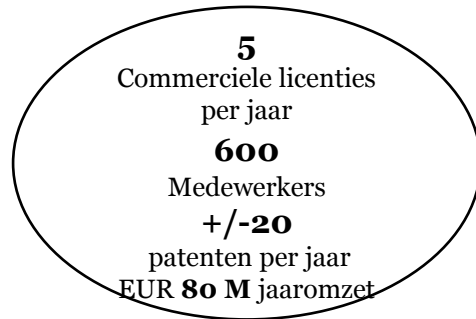


ECN at a glance







Missie

Ontwikkelen van kennis en technologie voor de transitie naar duurzame energie systemen

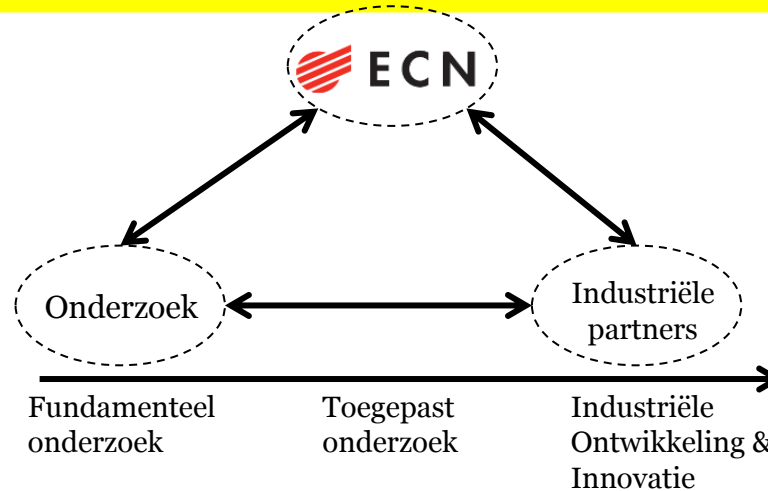
(To develop knowledge and technologies that enable a transition to more sustainable energy systems)



ECN Onderzoeksgebieden

-  • Solar energy
-  • Biomass
-  • Policy studies
-  • Energy efficiency
-  • Wind energy
-  • Environment & energy engineering

ECN wil een brug slaan tussen onderzoek en innovatie in het bedrijfsleven



Wat doen we

Probleem oplossend

Met onze kennis, technologie en faciliteiten lossen we klant vraagstukken op

Technologie ontwikkeling & Innovatie

Ontwikkelen van technologie naar prototypes and industriële toepassingen

Studies & Beleidsondersteuning

Ontwikkelen van inzicht in energie technologie and beleid.

Hoe werken we samen

Consultancy & Service

Ondersteunen van uw korte-termijn zaken en R&D behoeften

Contract R&D

Ondersteunen van uw R&D met onze kennis, technologie en (test)-faciliteiten

Technologie ontwikkeling & Overdracht

Implementatie van onze technologie in uw producten & processen

Gezamenlijke Industriële Projecten

Samen ontwikkelen van technologie voor de toekomst

Environment & Energy Engineering: Uitbreiden van uw blikveld



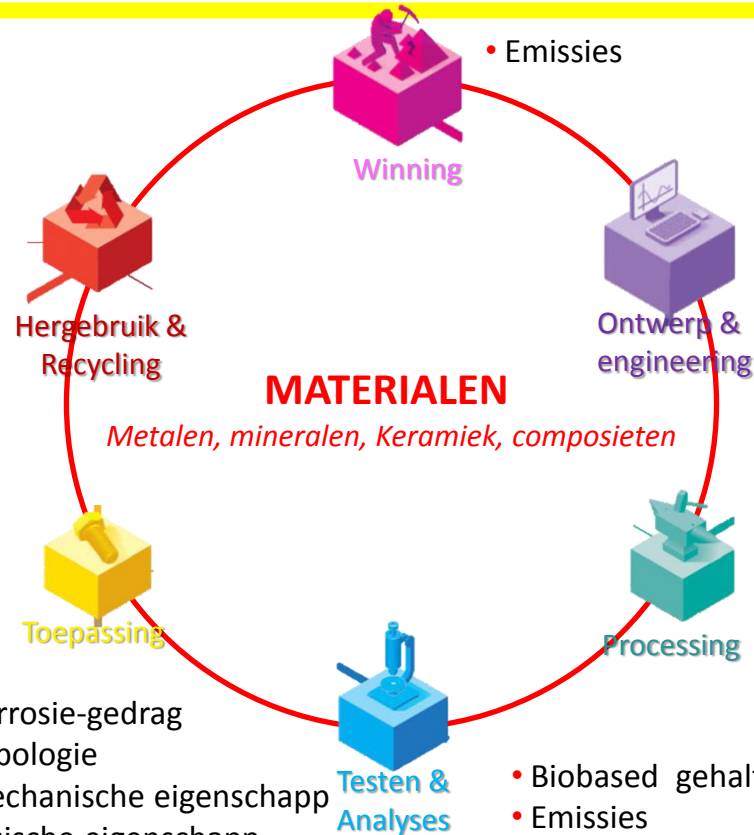
- Duurzaam milieu gebruik
- Recycling
- Afval classificaties
- Recycling Processen
- 'End-of-Waste'



- schadeonderzoek
- Corrosie
- Slijtage
- Deklagen
- Onderhoud
(of: Asset Management?)
- Levensduur

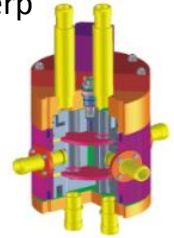


- Corrosie-gedrag
- Tribologie
- Mechanische eigenschapp
- Fysische eigenschapp
- Chemische eigenschapp
- veroudering



- Emissies

- Materiaal keuze
- Functioneel ontwerp
- Test opstellingen



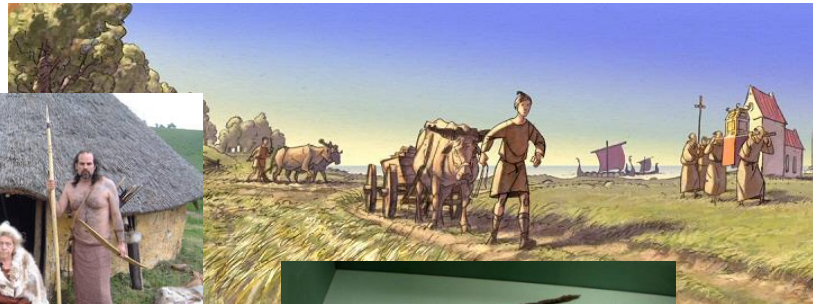
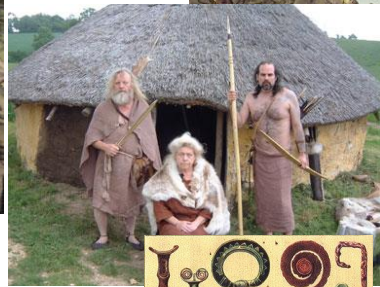
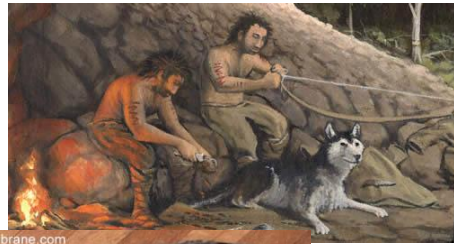
- Mechanische bewerking
- Additive Manufacturing (3D)
- Poeder Metallugie
- Laser bewerkingen
- Electro Discharge Machining
- Lassen & Verbinden
- Surface Treatment
- Oppervlakte behandelingen
- Emissies

- Biobased gehalte
- Emissies
- Milieu risico analyses
- Standardisatie

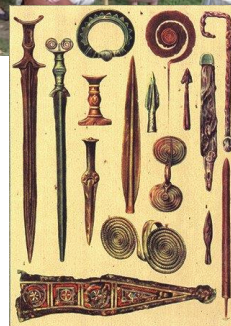
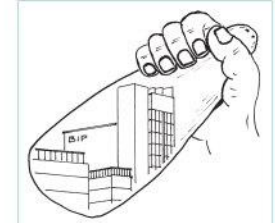


Waarom materialenkennis?

Het belang van materialen wordt al eeuwen onderkend.



A HISTORY OF WHISTON
From the Stone Age to the Plastic Age



Vezel versterkte kunststof
verlaagd gewicht

Steentijd



Bronstijd



IJzertijd



Kunststoftijd, biobased?

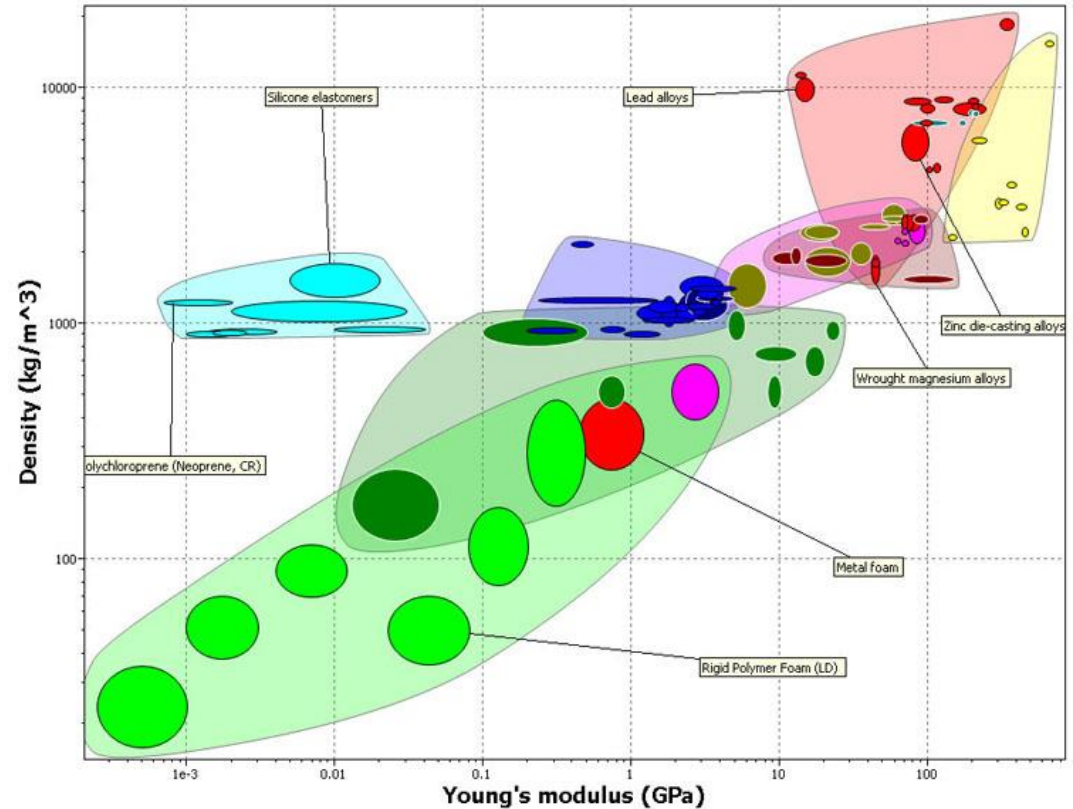
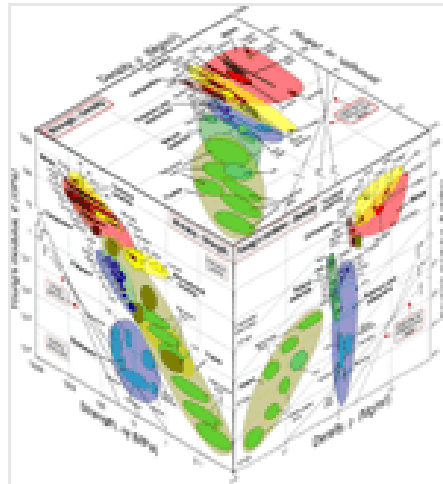
Doel van deze presentatie

- Invloed van de oppervlaktekwaliteit op:
 - Functionaliteit: Belasting, milieu, enz.
 - Betrouwbaarheid / beschikbaarheid installatie
 - TCO
- De constructeur/engineer bepaalt op de tekentafel:
 - Onderhoudskosten
 - Fabricage kosten
 - Maakbaarheid
 - Betrouwbaarheid & Beschikbaarheid
- VOOR-denken over coatingstechniek heeft zin, bij NA-denken ben je te laat!:
 - Deklaageigenschappen is 'makkelijk' (data base, leverancier enz)
 - Systeemeigenschappen vind je niet of moeilijk in een data base → Materiaalkunde

Selectie op basis van materiaaleigenschappen

Ashby Diagrams

<http://www.grantadesign.com/>



Slijtvastheid - materialen



Basis/constructie materialen vs deklaag

Let op functionaliteit constructief vs corrosie en/of slijtvastheid enz

- Vaak tegenstrijdige eisen mbt constructieve eigenschappen (taaiheid) en Slijtvastheid (hoge hardheid = minder taai).
- Corrosie en slijtage is een functionaliteit van het oppervlak! Denk aan het scheiden van de functionaliteiten.

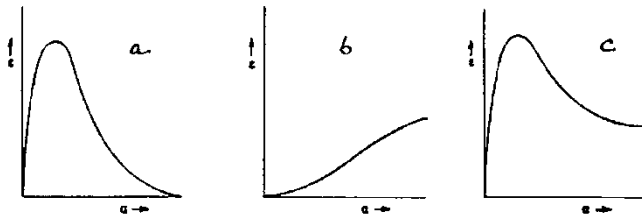
Functionele eigenschappen	Functionele eigenschappen
Basismateriaal	Oppervlak
<p>Sterkte Lasbaarheid Vervormbaarheid</p>	<p>Vermoeiing Reparatie Elektrisch isolerend/geleidend Thermisch isolerend/geleidend Hechting Slijtvastheid Corrosievastheid Reparatie Esthetica</p>
<p><i>toepassingsgebied voor deklaag</i></p>	

Abrasieve slijtage – Systeem parameter

Slijtage mede bepaald door:

- Deeltjes snelheid
- Hoek van impact
- Deeltjes hardheid
- Deeltjes geometrie

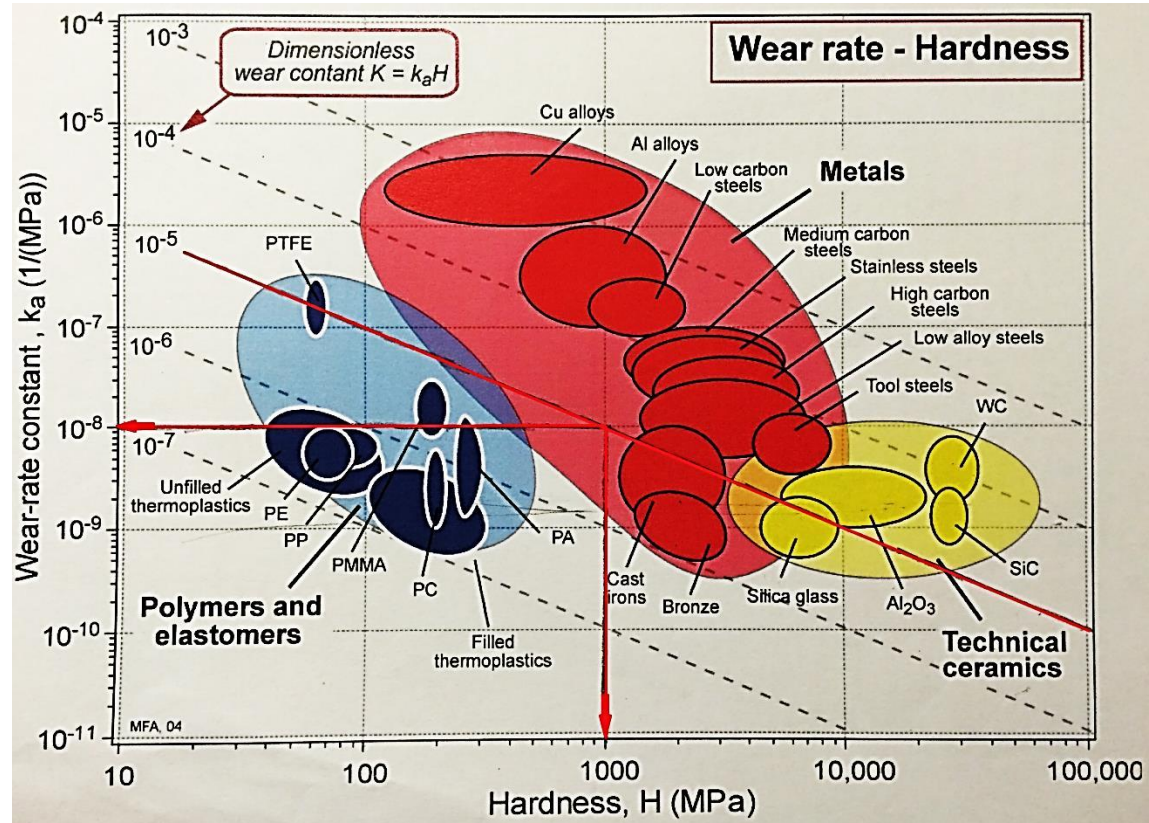
Pas dus op met schijn-
materiaaleigenschappen



rubber

keramiek en glas

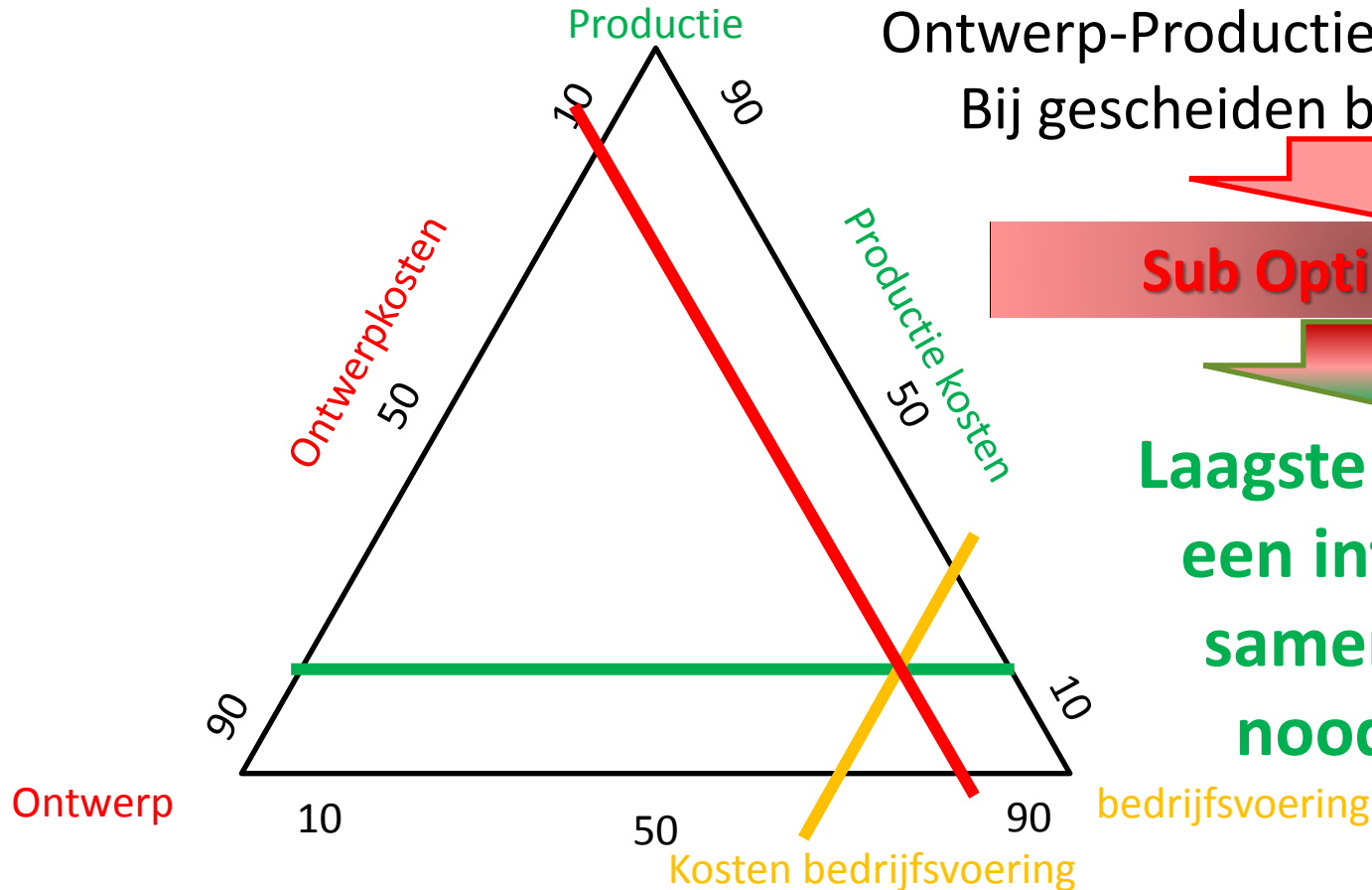
metaal



Ashby diagram

Interrelatie

Ontwerp-Productie-Bedrijfsvoering



Ontwerp-Productie-Bedrijfsvoering
Bij gescheiden business units



Sub Optimalisatie



**Laagste TCO maakt
een interactieve
samenwerking
noodzakelijk**

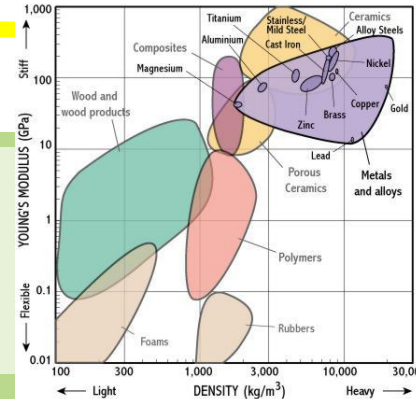
Waarom materialenkennis en toegevoegde waarde Materiaalkunde

Materiaal selectie op basis:

- Materiaal eigenschappen
 - Mechanische eigenschappen
 - Fysische eigenschappen
 - Prijs? (<10% of totale kosten)

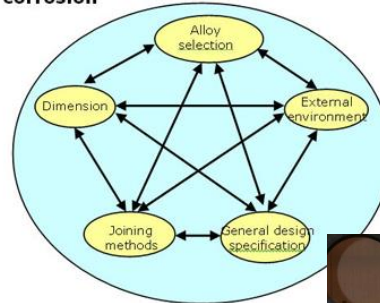
System prestaties:

- System eigenschappen:
 - Corrosie
 - Slijtage
 - Verbinden (lassen)
 - Hechting
- Overige
 - Lasbaarheid (expert afhankelijk)
 - Bewerkbaarheid (expert afhankelijk)



Tabellen,
Ashbey,
Engineer

The iterative process of design against corrosion



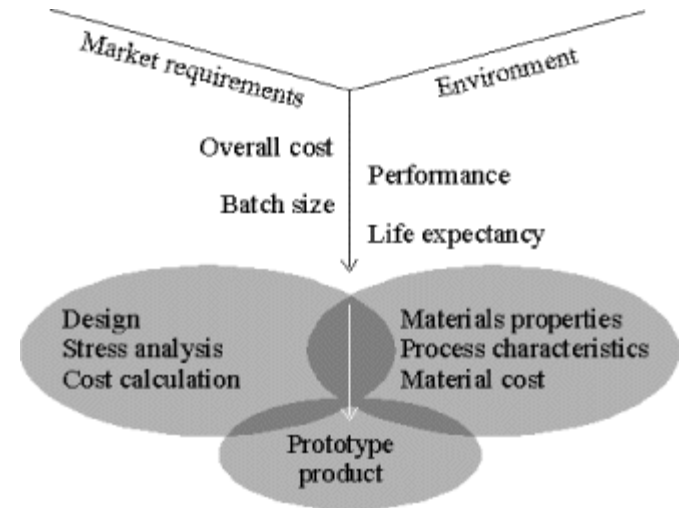
Materiaalkundige



Waarom materialenkennis?

Material selectie bepaald totale kosten (TCO):

- Functionaliteit/eisen
- Onderhoudskosten
- Systeem beschikbaarheid & betrouwbaarheid
- Fabrikage kosten
- Ontwerp overwegingen
- Decommisioning kosten
- Totale fabricatie kosten



Materialenkennis is een 'Enabling Technology' bij het reduceren van TCO

Design & Materials selection

EuroCorr 2008: Edinburgh

Austenitisch RVS is corrosievast. Maar wat als zouten vrij spel krijgen?



Materiaal selectie

📰 Minister of Defence suspends acceptance of new Dutch NH90 helicopters

News item | 27-06-2014 | 16:35

The corrosion and wear symptoms on the NH90 helicopter are more serious than expected, leading the Ministry of Defence to suspend acceptance of the remaining 7 helicopters ordered from NHIndustries (NHI). Minister Jeanine Hennis-Plasschaert informed the House of Representatives to this effect today. The new helicopters will only be accepted if an agreement on solutions to the problems is reached with the manufacturer, including the question of who will pay for the necessary repairs. Hennis expects to have a clearer picture after the summer.



Roestvast staal, een sluipmoordenaar in zwembaden

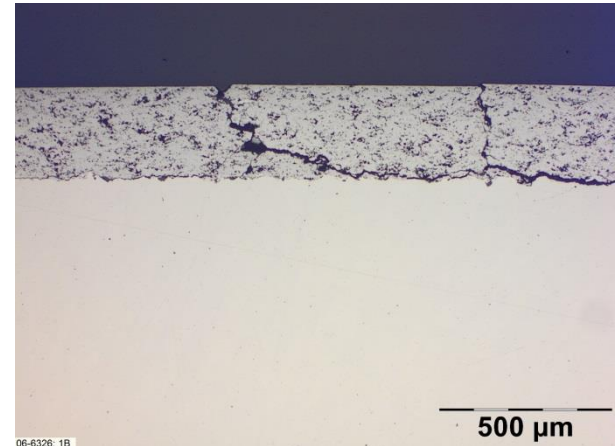
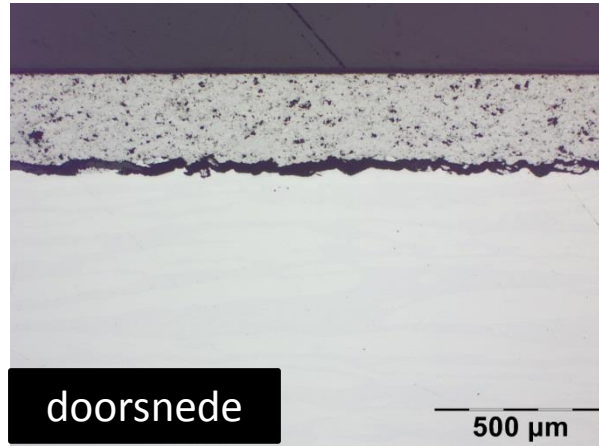
TILBURG - Had het drama in zwembad Reeshof in Tilburg voorkomen kunnen worden? Het ministerie van VROM waarschuwde gemeenten al in 2002 dat roestvast staal in zwembaden gevaarlijk is voor de constructie. Corrosie bleek toen al de boosdoener.

● TU Delft: 'Kosten aanpak corrosie jaarlijks 3 tot 7 miljard euro te hoog'

Arjan Mol
(Oppervlaktetechnieken mrt 2016)

Nederland: totale kosten 22 miljard/jaar (3% bbp)
Wereldwijd: 2,5 triljoen! (3,4% gdp)
Inclusief gevolg kosten

Case 1: Ondercorrosie slijtvaste laag HVOF WC-Co(Cr) op 1.4435 (AISI316L)

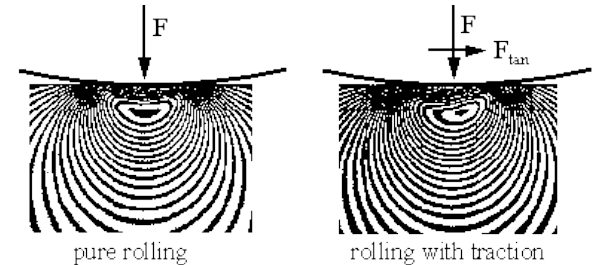


Toegepast in zeewater milieu

- Schuif/rollende belasting op de coating → schade
- Porositeit van de coating
- Basis materiaal corrodeerd en drukt coating eraf

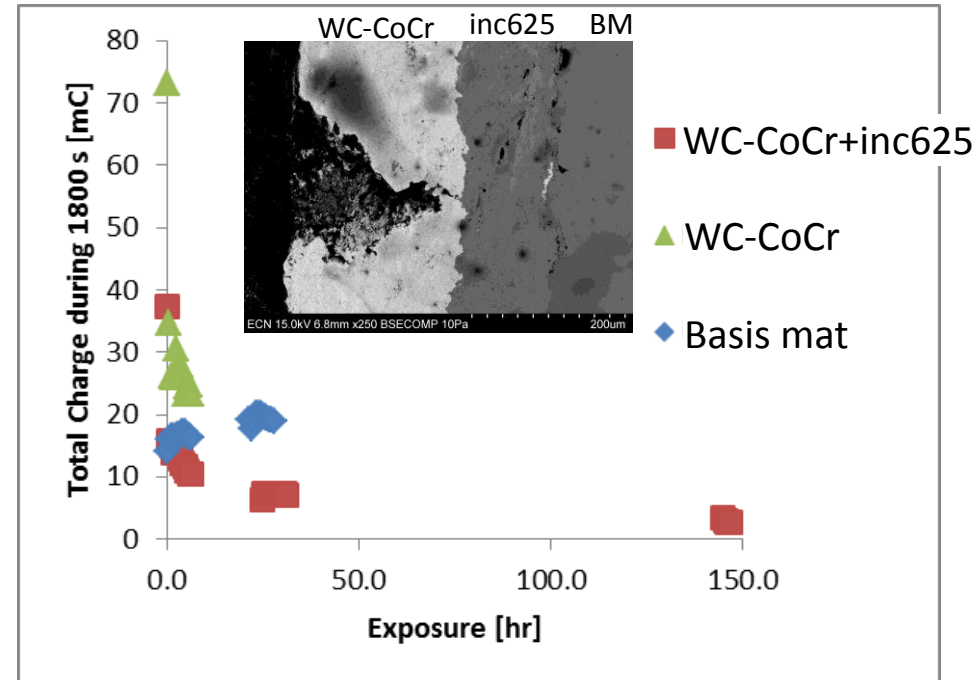
Oplossing:

corrosie bestendige onderlaag



Elektrochemische karakterisering– SDM

- **Conditie vergelijkbaar met praktijk**
 - Elektrolyet: werkelijke condities
 - Verschillende temperaturen
- **Inzicht in actuele corrosiemechanismen**
 - Simulatie van de werkelijkheid
 - Voorspellen lokale corrosieprocessen
- **Extreem gevoelige meting**
- **Variaties in testcondities**
- **Versneld testen mogelijk**
- **Verkorting testtijden: 30 min – 1 week**



Case 2: Organische coating op staal (1)

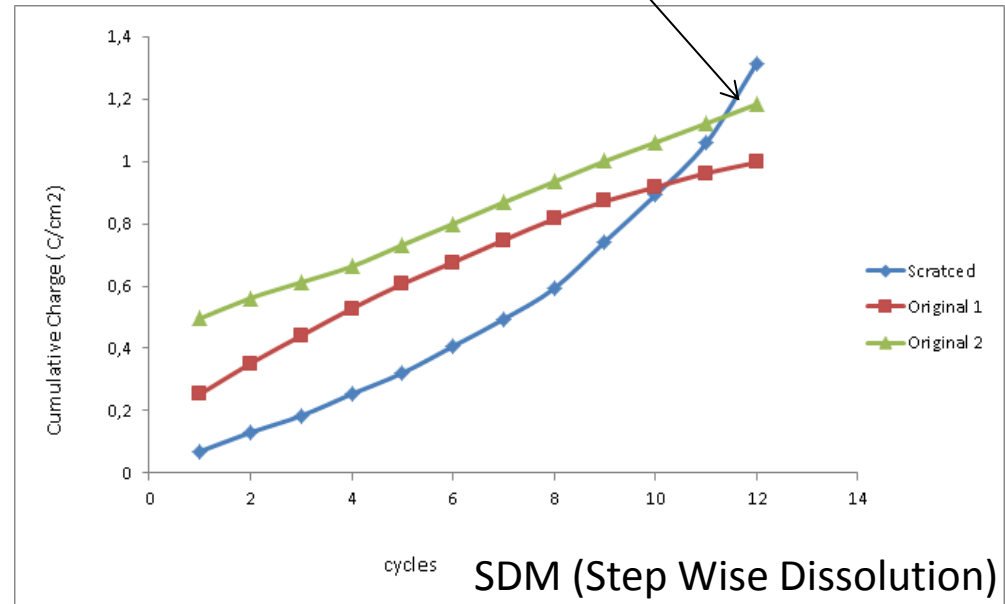
- C-staal, organische coating
- Faalt over tijd (zee milieu)
- Defecten versnellen corrosie



Met beschadiging-actiever gedrag

Electrochemische karakterisering van het corrosie proces leidt tot een oplossing

- Oplossing
Coaten met zelfreparerende deklaag: bv TSA (Thermal Sprayed Aluminium)

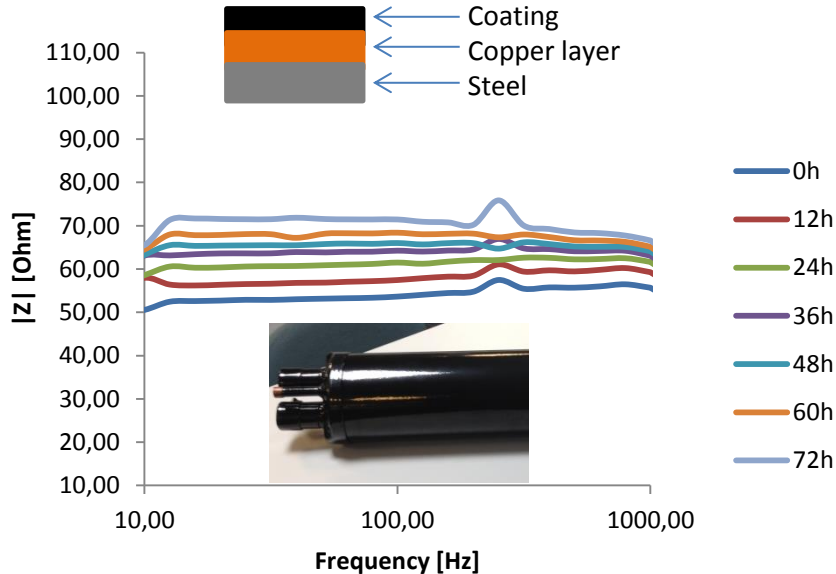


Case 2: Organische coating op staal (2)

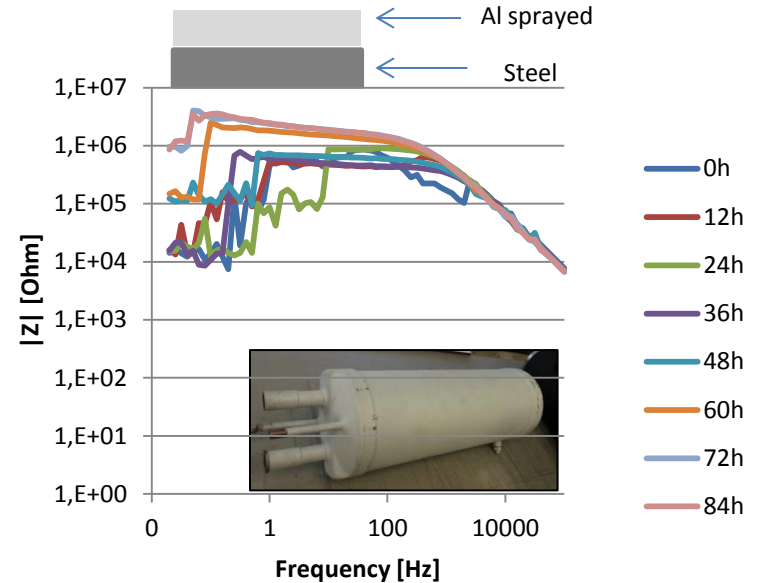
Beschadigde coatings:

EIS (Electrochemisch Impedantie Spectroscopie)

Lage weerstand → hoge elektrochemische activiteit = corrosie
 Geen passiverend gedrag
 Relatief constant gedrag



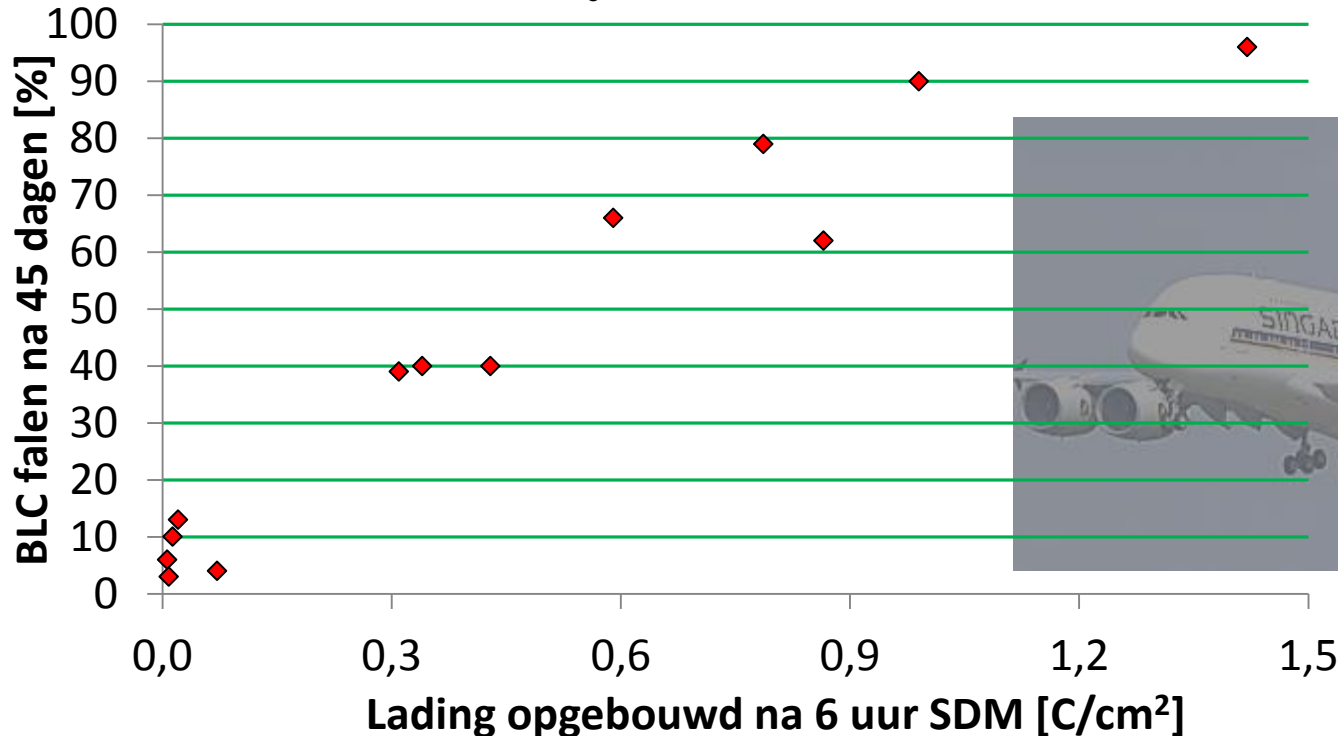
Hoge weerstand neemt toe met de tijd → opbouw beschermende laag → lage elektrochemische activiteit
 Zelf-reparerend gedrag
 Corrosie neemt af



Case 3: SDM (Versnelde test) organische primer op aluminium

Stepwise Dissolution Method (SDM) vs. zout sproei test

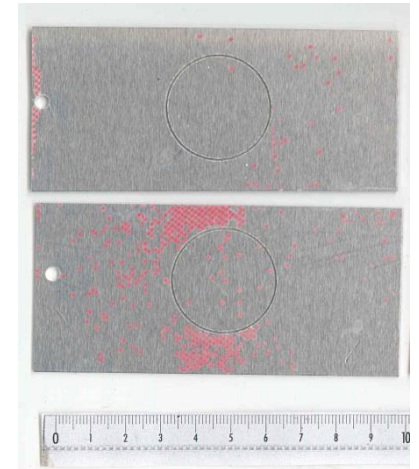
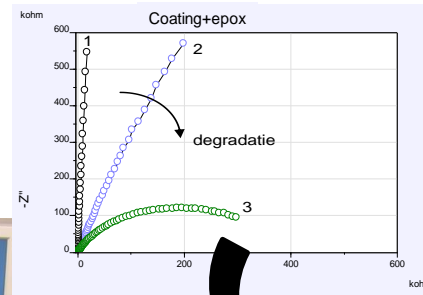
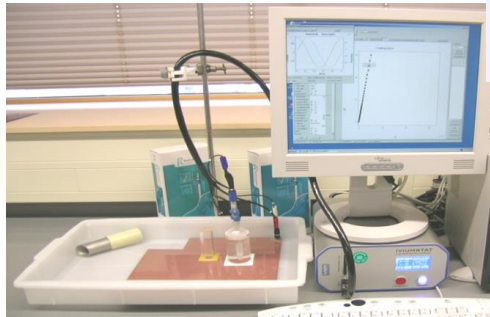
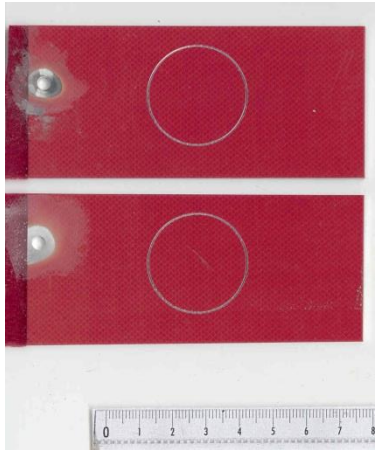
7075-T6 clad CrO_3 anodized - primed material



Case 3: SDM (Versnelde test) organische primer op aluminium

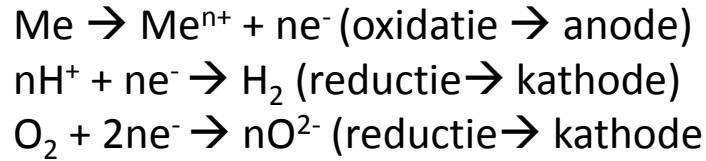
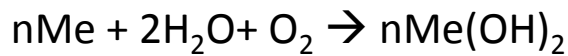
Resultaat:

- Verlaging van de testkosten met een faktor 10
- Time-to-Market verkort
- Snellere procedure ontwikkeling en optimalisatie



Samenvatting:

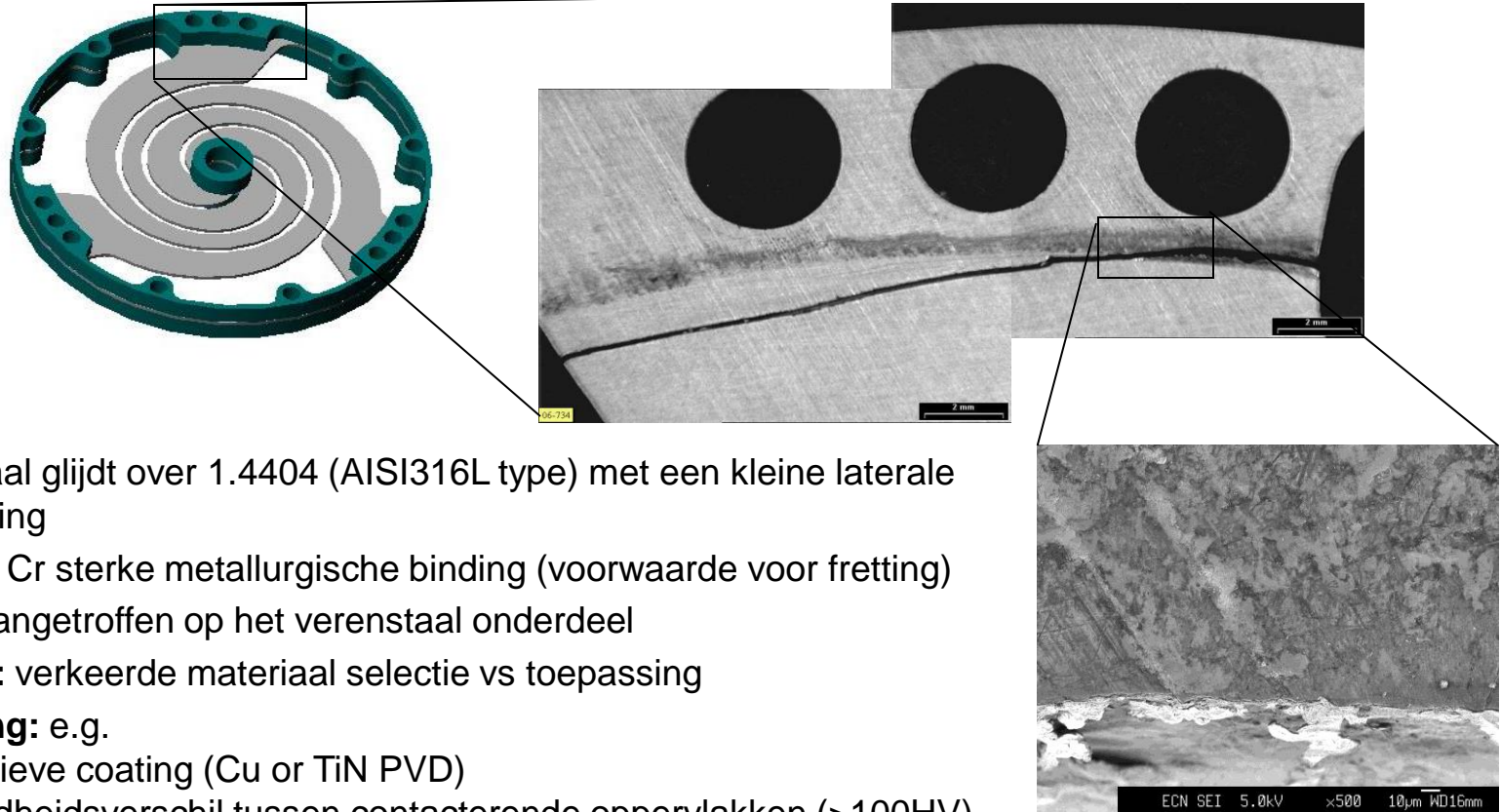
toepassen elektrochemische karakterisering



e^- flow = verschil stroom en potentiaal

Test		Toepassing	Typische test tijd
OCP	Open Circuit Potential	Eerste scan op stabiliteit	10 - 120 min
PC	Polarisatie Curve	Corrosion gedrag en mechanismen	30 - 200 min
EIS	Electrochemische Impedance Spectroscopy	Voor deklagen	2days-2 weeks
SDM	Stepwise Dissolution Method	Versnelde test, verschillende mechanismen	6 – 10 hrs
ENM	Electrochemical Noise Measurement	Materiaal/systeem vergelijking	1h – 2 days

Case 4: Slijtage-Fretting



- Veren staal glijdt over 1.4404 (AISI316L type) met een kleine laterale verplaatsing
- Fe, Ni en Cr sterke metallurgische binding (voorwaarde voor fretting)
- 1.4404 aangetroffen op het verenstaal onderdeel
- **Oorzaak:** verkeerde materiaal selectie vs toepassing
- **Oplossing:** e.g.
niet reactieve coating (Cu or TiN PVD)
hoog hardheidsverschil tussen contacterende oppervlakken (>100HV)

Case 5: Oppervlakte vermoeiing/rollende slijtage



Tandwiel

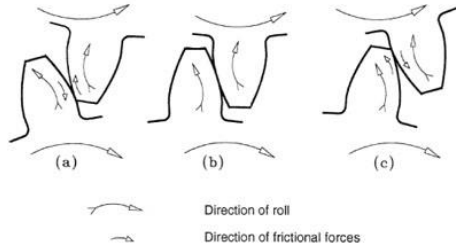
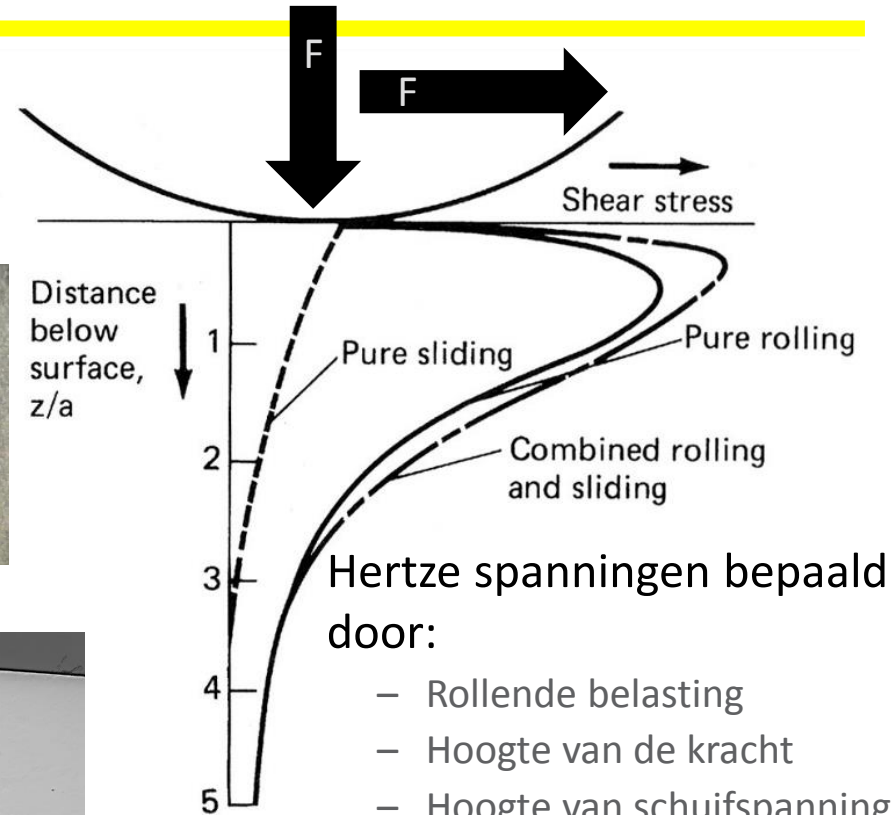


Figure 3. Mechanics of gear tooth contact: (a) at point of first contact; (b) at pitch point and (c) at last point of contact (Adapted from Walton and Goodwin, 1988).



Case 6 Combinatie basis materiaal en coatingstechniek



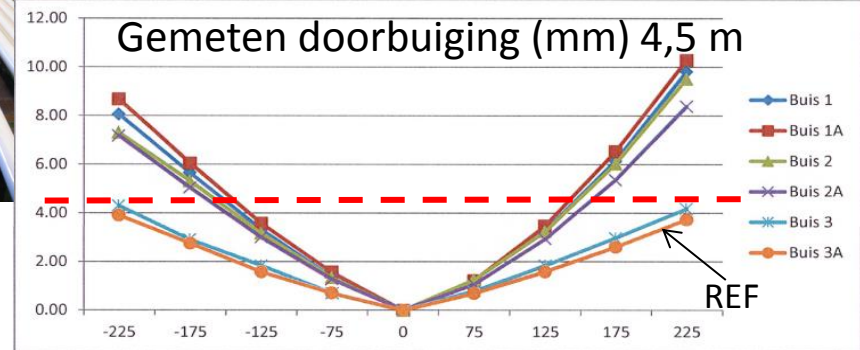
- Hoogsterkte staal QSTE500TM
- Sterkte door Thermomechanische behandeling.
- Constructie eis:
- Rechtheid mede ivm montage
0,2% over totale lengte, max 3mm/m
 - Slijtvaste coating



- Esthetische eis:
- Witte buis RAL 9010

- Waarom:
- Laag gewicht constructie
 - 9 meter lange buizen

Coating:
Poedercoating 35-15min 180°C metaaltemp
Twee ophangpunten

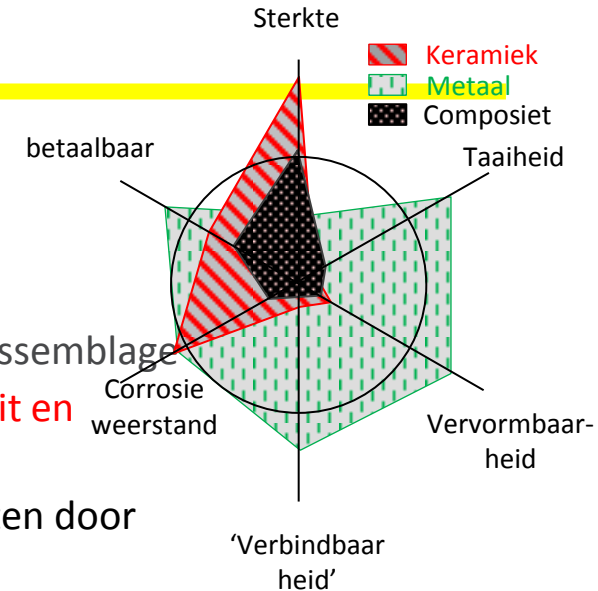


- Spanning in uiterste vezel: rond vloei grens!
- Spanningsrelaxatie bij 180°C
- Buis komt 'krom' en buiten spec uit de oven
- Na nieuw richten om esthetische redenen afgekeurd!

Conclusies

- Interactief proces:
 1. Conceptueel ontwerp en definitie van de functionaliteit
 2. Preliminare materiaal keuze gebaseerd op materiaal and systeem eigenschappen
 3. Eerste ontwerpstappen: beschikbaarheid-fabrikage methoden en assemblage

Ontwerp-materiaal keuze-fabrikage resulteert in optimale functionaliteit en laagste TCO.
- Optimaal ontwerp mogelijk hogere initiele kosten → lagere overall kosten door lagere onderhouds-, bedrijf- and decommissioning kosten.
- Materiaalkennis is een enabling technologie in TCO
- Tijdens ontwerp is materiaalkeuze een interactief proces mbt:
 - Beschikbaarheid van materiaal, type en vorm
 - Beschikbare fabrikage technieken.
 - Functionele specificaties van de eind-gebruiker (→ effect op systeem eigenschappen)



VERDWAALD?



All you wanted to know about materials,
but were afraid to ask

Visit us in our booth nr 662

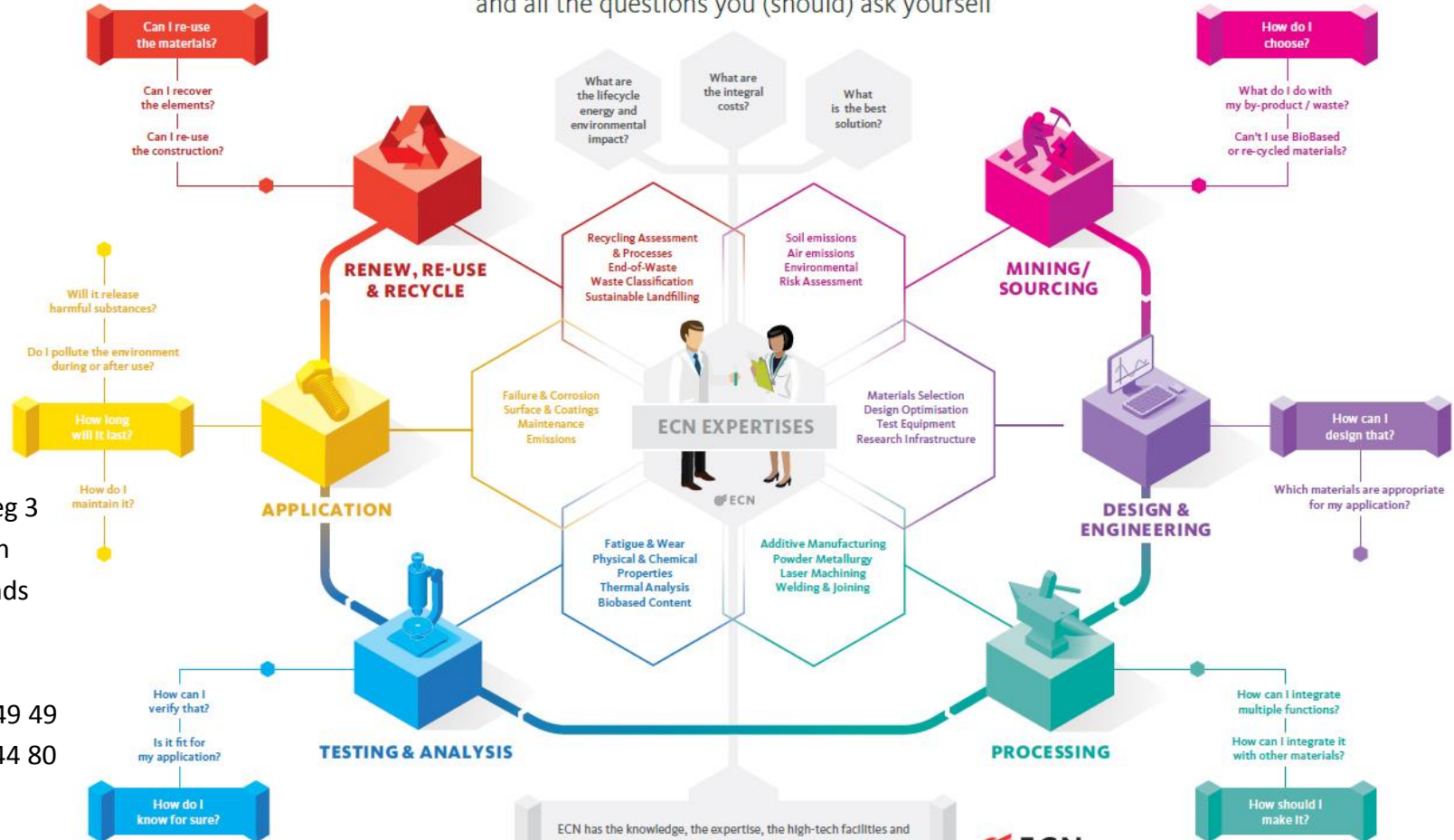


Er is niets magisch aan een
materiaalkeuze

- Environment & Energy Engineering-Materials Testing & Consultancy
 - 088 515 48 77 schuring@ecn.nl
 - 088 515 43 83 hooijmans@ecn.nl

Bedankt voor uw aandacht Materials

and all the questions you (should) ask yourself



ECN
Westerduinweg 3
1755 LE Petten
The Netherlands
Stand 662

T +31 88 515 49 49
F +31 88 515 44 80
info@ecn.nl
www.ecn.nl
www.ecn.nl/nl/expertises/engineering-materialen/

ecn.nl



				ECN-X--16-076
[2.0]	Final version			September 2016
Author: E.W. Schuring Project Leader	Checked by: J.W. Hooijmans Material Scientist	Approved by: H. den Uil Senior Manager	Approved by: J.J. Saurwalt Director E&EE	ECN Environment & Energy Engineering

ECN

Westerduinweg 3
1755 LE Petten

Postbus 1
1755 ZG Petten

T 088 515 4949
F 088 515 8338
info@ecn.nl
www.ecn.nl

