



# Pieper QSI

## Quality Support & Inspection

### Herman Pieper

*International Welding Technologist / Material Consultant*



## Activiteiten / Werkzaamheden Pieper QSI

- Kwaliteitsborging en beoordelingen
- Materiaal adviezen
- Las adviezen en inspecties
- Het geven van technische presentaties



## Doel van deze presentatie

Kennismaking met technologieën waarmee eigenschappen van lasverbindingen en/of materialen kunnen worden verbeterd met als doel de levensduur te verlengen.



Het betreft hier de volgende 2 technologieën:

## Hoogfrequente hamer technologieën:

- Ultrasonic Impact Treatment (Esonix UIT)

Applied Ultrasonics Europe BV



- Pneumatic Impact Technology (PIT)

PI Tec GmbH





## Geschiedenis van Esonix® UIT

- Uitgevonden / ontwikkeld door Dr. Efim Statnikov begin jaren '70 voor het behandelen van titanium rompdelen Nucleaire onderzeeërs in Rusland
- In 1997 gekocht door Applied Ultrasonics - USA
- Technologie is gepatenteerd en beschermd



## Geschiedenis van PIT®

- In 2007 zijn de ervaringen vanuit de markt met UIT gebruikt om deze technologie te ontwikkelen
- In 2008 heeft dit geleid tot het oprichten van PITec GmbH in Duitsland
- Technologie is gepatenteerd en beschermd



## Esonix® UIT is gebaseerd op:

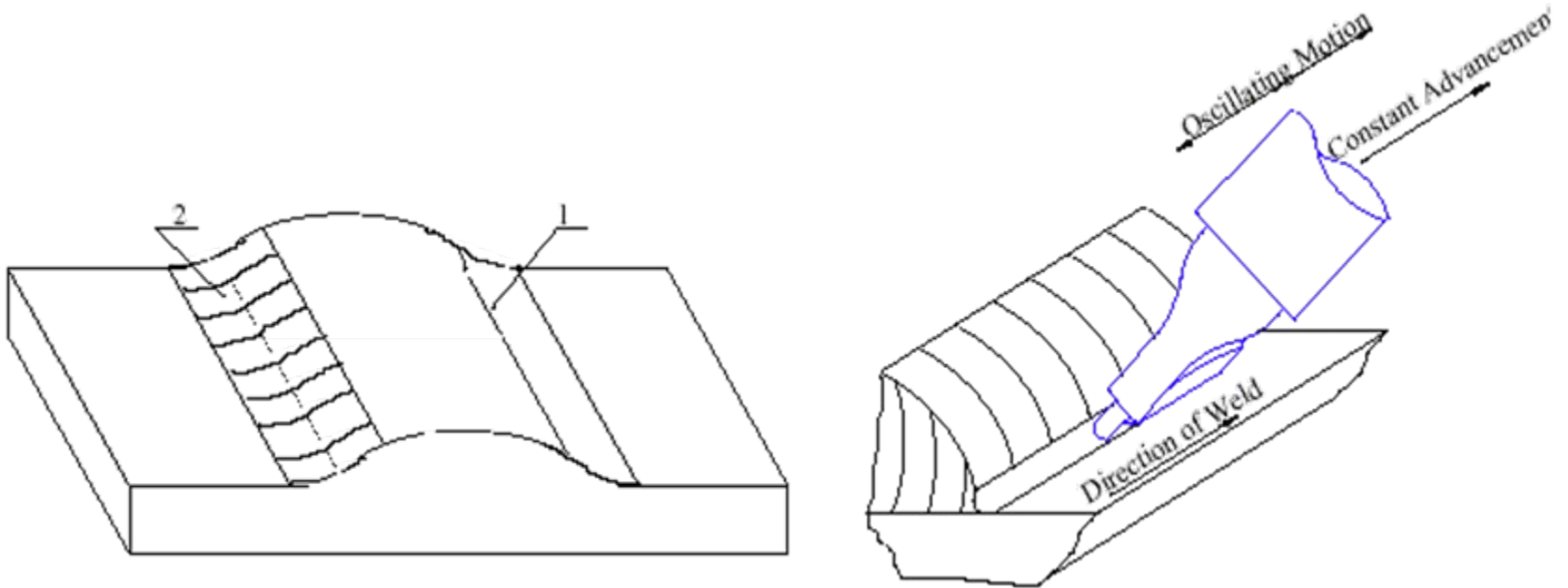


Omzetten van elektrische harmonische trillingen in mechanische trillingen met een zelfde frequentie d.m.v. een ultrasone omvormer.

- Ultrasoon frequentie – 27 kHz
- Mechanische frequentie – 200 Hz

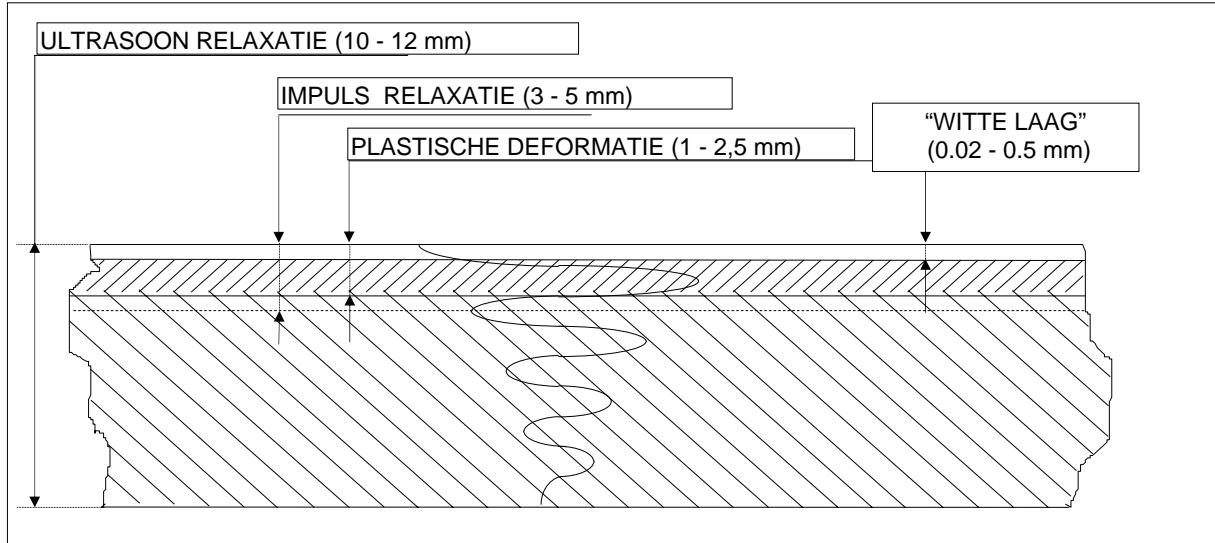


**D.m.v. geharde pennen wordt de energie overgebracht waardoor spanningsprofiel wordt veranderd en geometrie van de lasnaadovergang wezenlijk wordt verbeterd.**





# Schematische weergave van de werking



Zone	Eigenschappen
"Witte Laag"	Verhoging van de weerstand tegen slijtage, corrosie en verbetering van de oppervlakte gesteldheid
Plastische deformatie	Verhogen van de vermoeiingslevensduur, compenseren van laskrimp en verbeteren van spanningscorrosie eigenschappen
Impuls Relaxatie	Verminderen van restspanningen door het lassen met 70% t.o.v. de uitgangswaarde
Ultrasoon Relaxatie	Verminderen van restspanningen door het lassen met 50% t.o.v. de uitgangswaarde

## PIT is gebaseerd op:



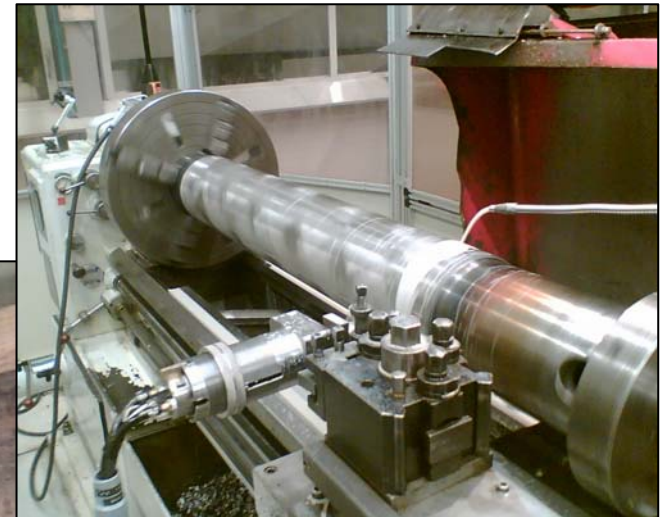
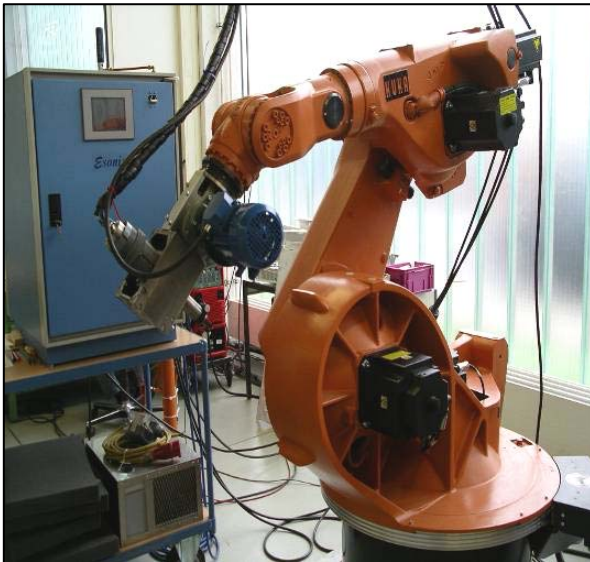
Het aansturen van een technologische kunst spier, een nieuwe ontwikkeling van FESTO GmbH, d.m.v. perslucht.

De bewegingen worden d.m.v. een complex systeem omgezet in een hamer beweging op één of meer behandelingspennen welke de energie weer overbrengen op het te behandelen materiaal.

Het bijzondere aan deze technologie is dat de kracht, amplitude en frequentie onafhankelijk van elkaar kan worden ingesteld.

# Toepassing van UIT / PIT

- Beide technologieën kunnen zowel handmatig als gemechaniseerd worden toegepast.



## Toepassing van UIT / PIT

- UIT wordt zelfs toegepast onder water voor Offshore toepassingen





## Waarvoor wordt UIT / PIT onder andere toegepast?

- Verbeteren van de (thermische)vermoeiingssterkte / vermoeiingslevensduur van lassen en basismaterialen
- Verhogen van de oppervlakte hardheid van materialen.
- Afbouwen van restspanningen veroorzaakt door lassen tijdens reparaties en nieuwbouw
- Verbeteren van de (spannings)corrosie bestendigheid van lassen en/of basismateriaal

# Mogelijke oorzaken voor ontstaan vermoeiingsscheuren

- Constructie heeft het eind van zijn theoretische levensduur bereikt.
- Constructie wordt hoger dynamisch belast dan vooraf tijdens het ontwerp was voorzien.
- Inwendige of oppervlakte indicaties in of nabij lassen (kerfwerking)



## Het probleem...

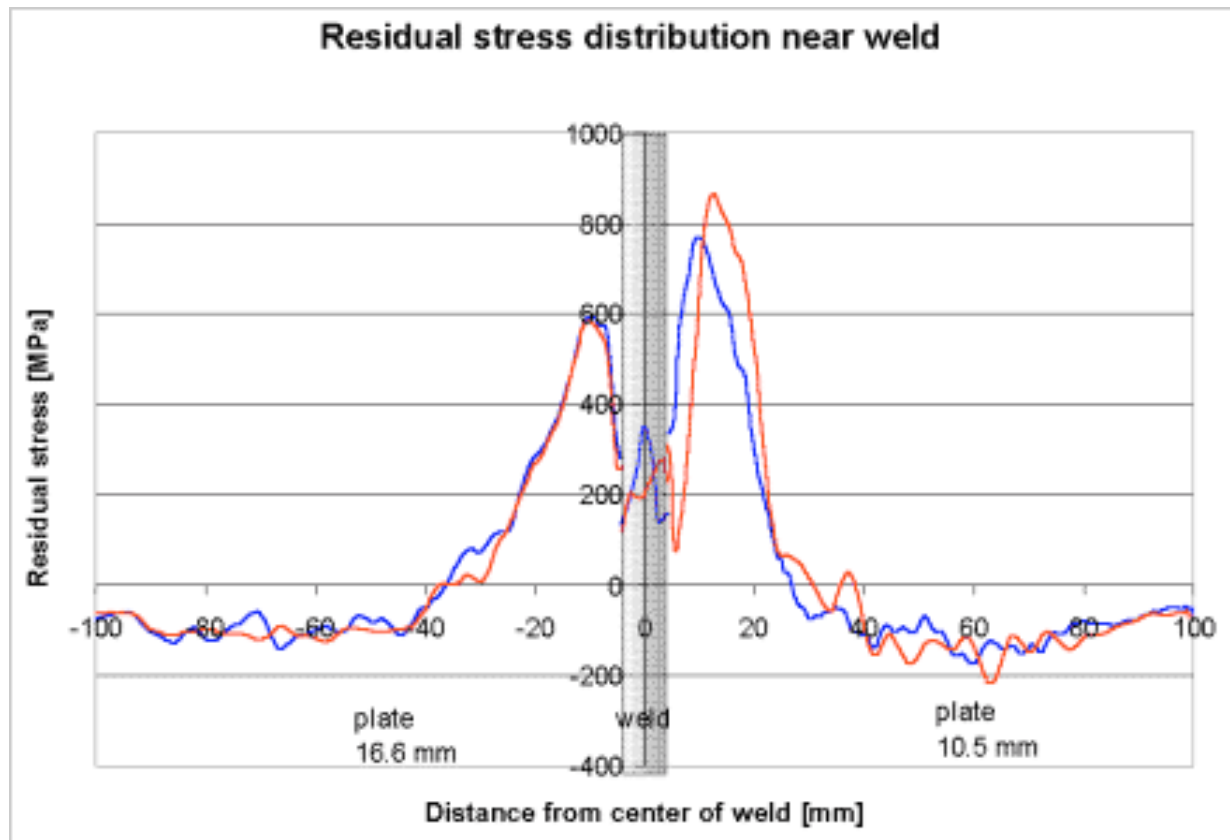
Wanneer tijdens gebruik de vooraf berekende maximaal toegestane belasting of het maximale aantal belastingswisselingen van een constructie wordt overschreden ontstaan er scheuren op de zwakste locaties van deze constructie,...



...meestal de lasnaad.

# Hiervoor zijn 2 hoofdoorzaken aan te wijzen:

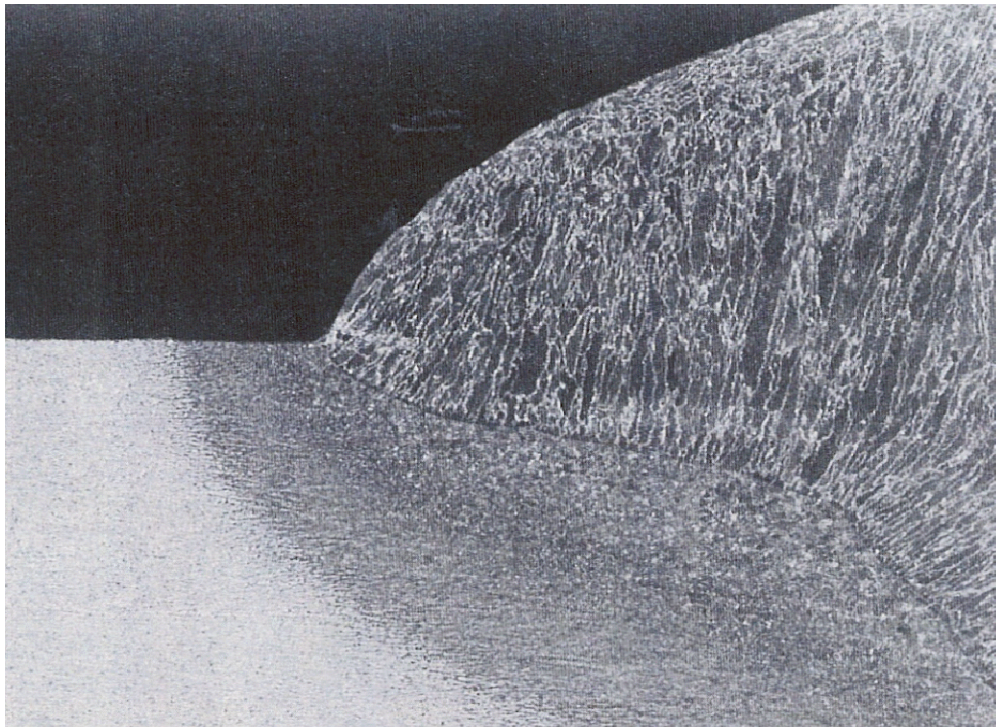
## 1. De trekspanningen in de door warmte beïnvloedde zone







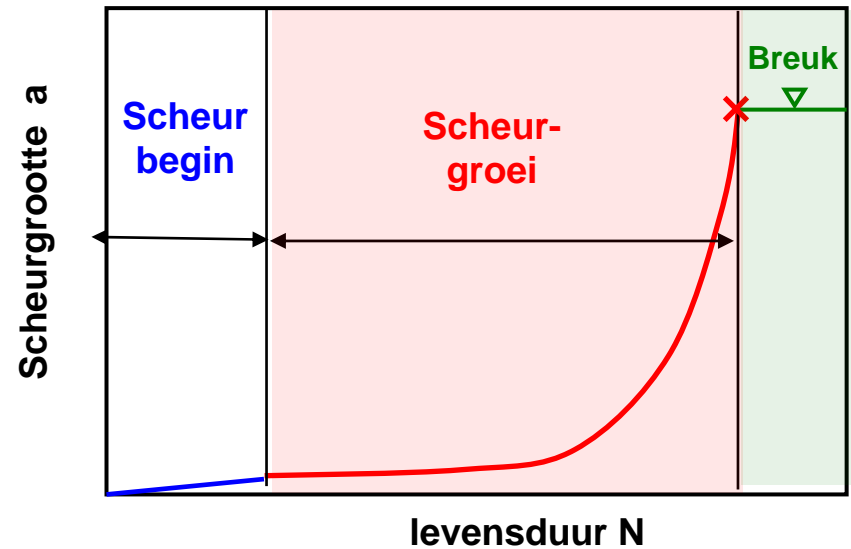
## 2. De Kerfwerking bij de lasnaad overgang



# Vermoeing van gelaste constructies

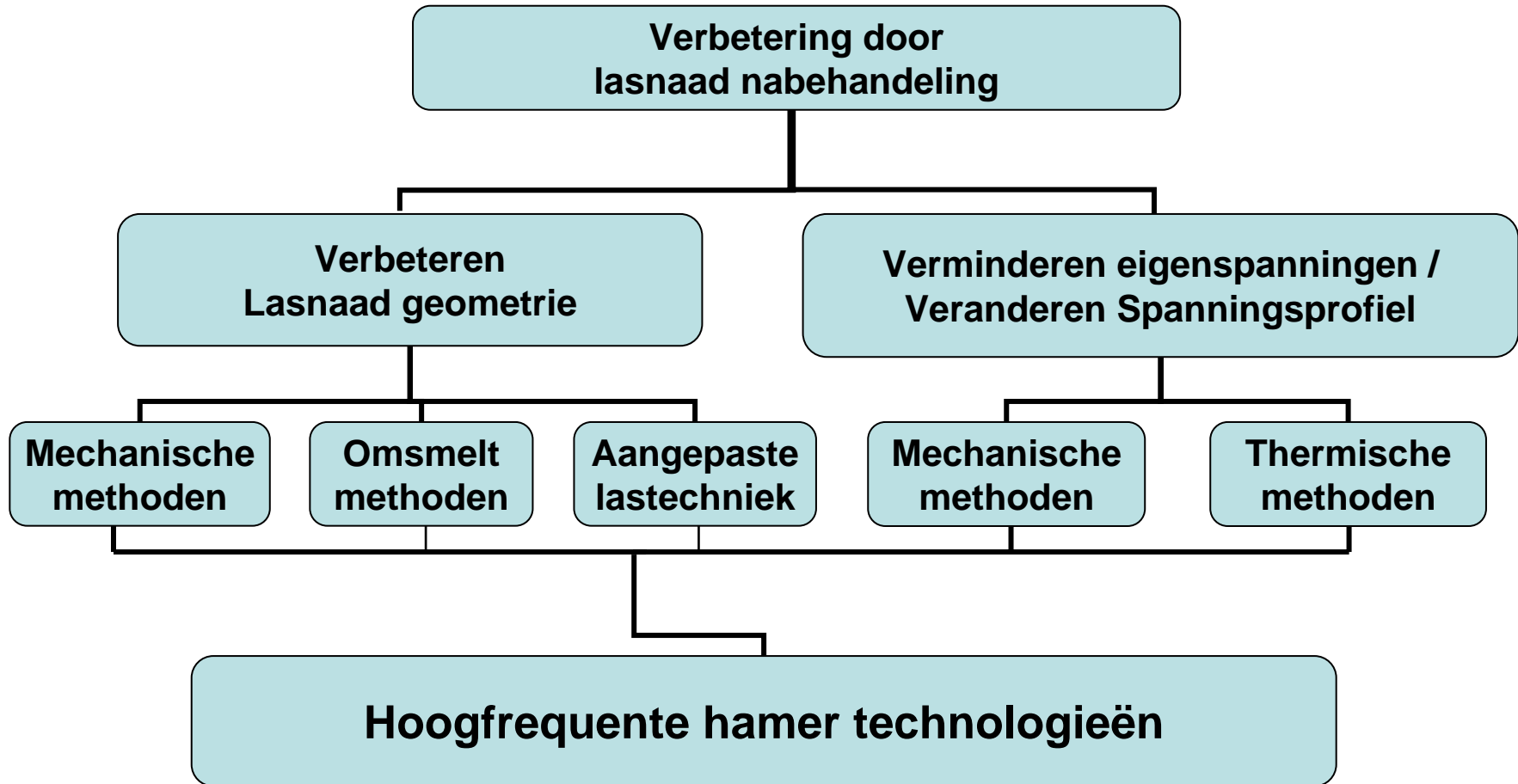


Lasnaad-  
onregelmatigheid



➔ Levensduur wordt door **Scheurgroei** snelheid bepaald

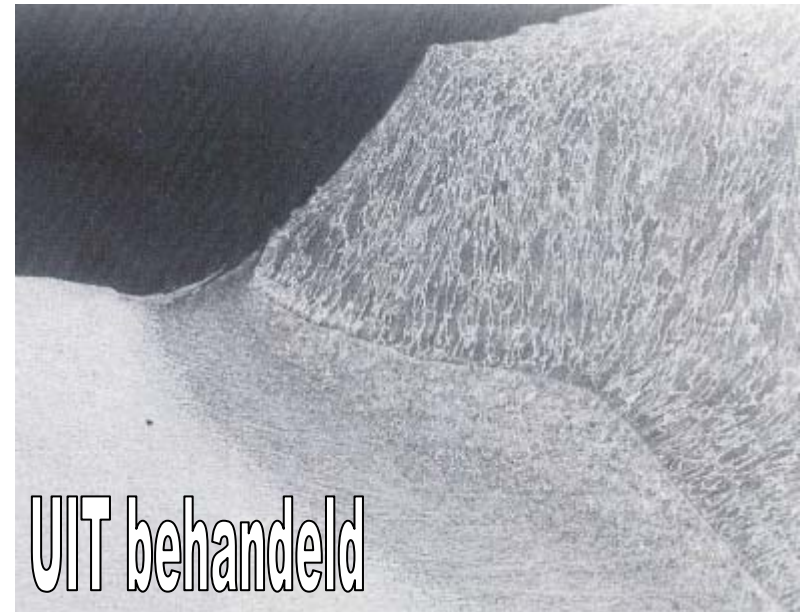
# Hoogfrequent behandelen: Een combinatie van.....



# Effect op lasverbindingen

Tegengaan van het ontstaan van (vermoeiings)scheuren door:

Plastische deformatie van het oppervlak waardoor de geometrie van de las wordt verbeterd en spanningsconcentraties worden verminderd.



# Effect op lasverbindingen

Tegengaan van het ontstaan van (vermoeiings)scheuren door:

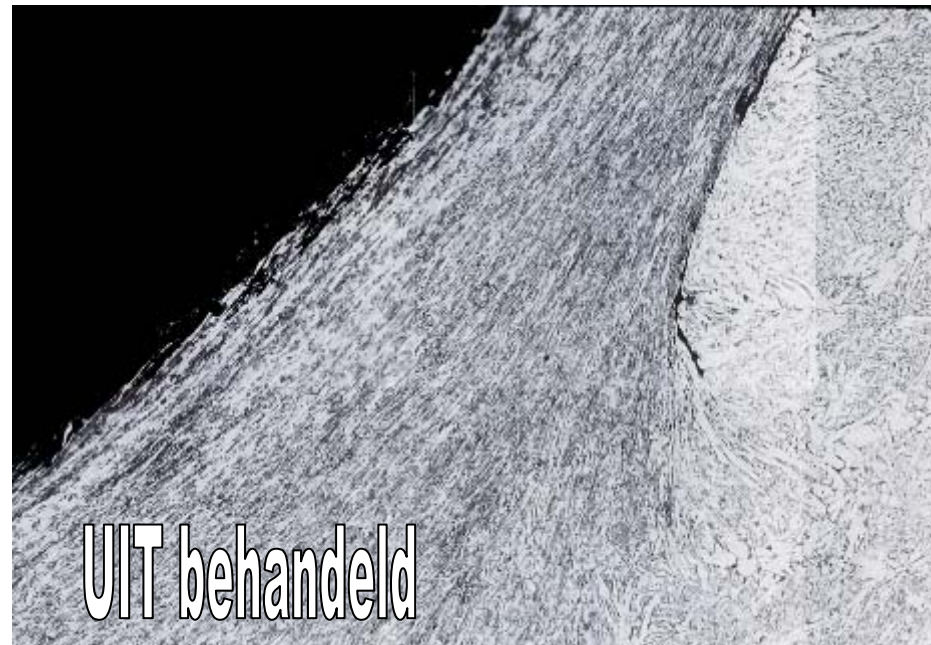
Aanbrengen van drukspanningen in de teen van de las....

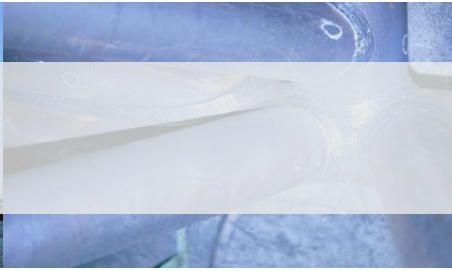


# Effect op lasverbindingen

Tegengaan van het ontstaan van (vermoeiings)scheuren door:

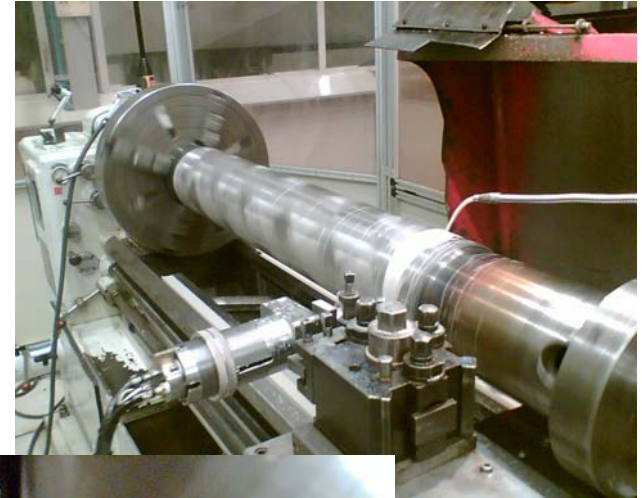
Relaxatie van de door lassen veroorzaakte spanningen....





# Verhogen van de oppervlakte hardheid

- Verhogen van de weerstand tegen slijtage.
- Verminderen van het zgn. vreten bij draaiende onderdelen met gelijke hardheid.



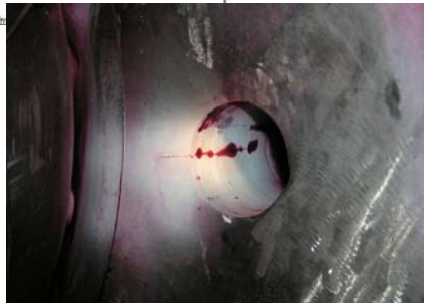
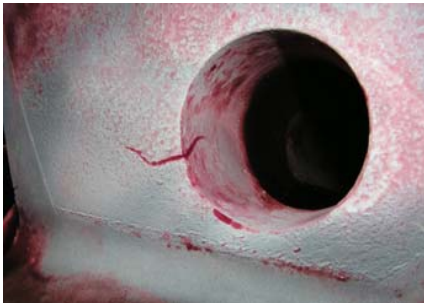
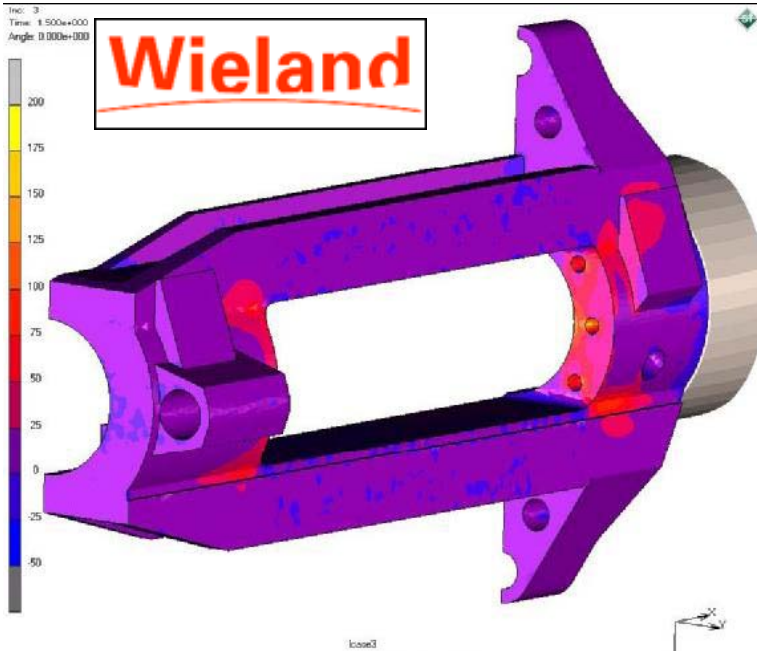




## Verminderen van aanwezige restspanningen

- Mogelijke vervanging van het spanningsarm gloeien na het lassen (materiaal afhankelijk).
- Constructie direct gereed voor gebruik zodra het lassen / UIT/PIT behandelen is volbracht.
- Voorkomen van warmscheuren tijdens het lassen van materialen welke hiervoor gevoelig zijn.
- Lassen zijn voorzien van drukspanning aan het oppervlak waardoor ontstaan van scheuren tijdens productie zal worden verminderd / tegengegaan.

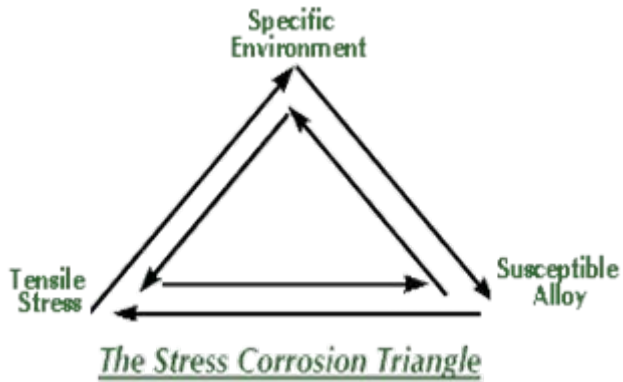
# Verminderen van aanwezige restspanningen (reparaties)



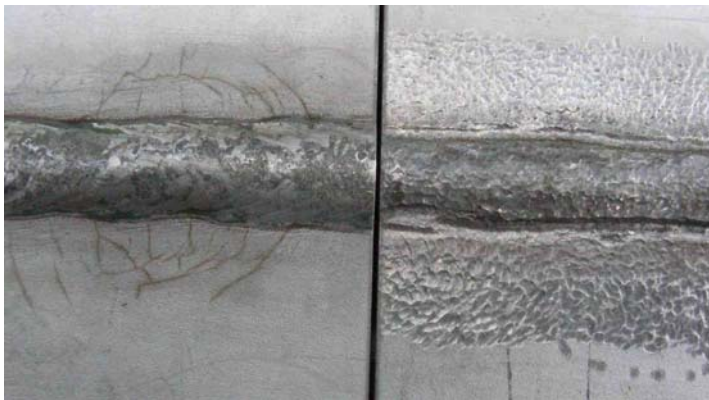
# Verminderen van aanwezige restspanningen (reparaties)



# Verbeteren van (spannings) corrosiebestendigheid



- verminderen aanwezige spanningen
- oppervlak voorzien van drukspanningen
- UIT veroorzaakt relaxatie door volledige dikte bij 10 mm AISI 316



Sluitlaag zijde



Grondlaag zijde

# Verbeteren van (spannings) corrosiebestendigheid

Simulatie reparatie reactor wand  
materiaal 10 CrMo 9 10 d.m.v.  
verschillende lastoevoegmaterialen voor  
toepassing in petrochemie.

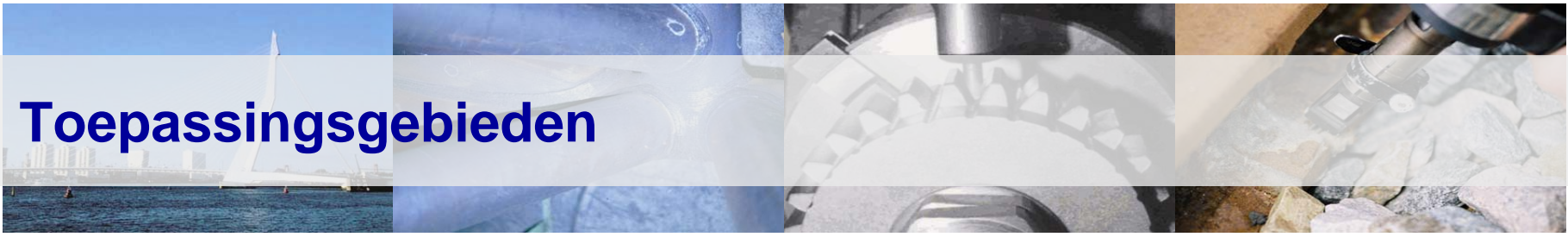
Vergelijking PWHT - PWHT+UIT - UIT



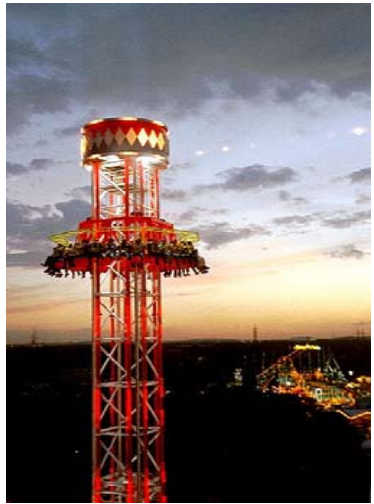


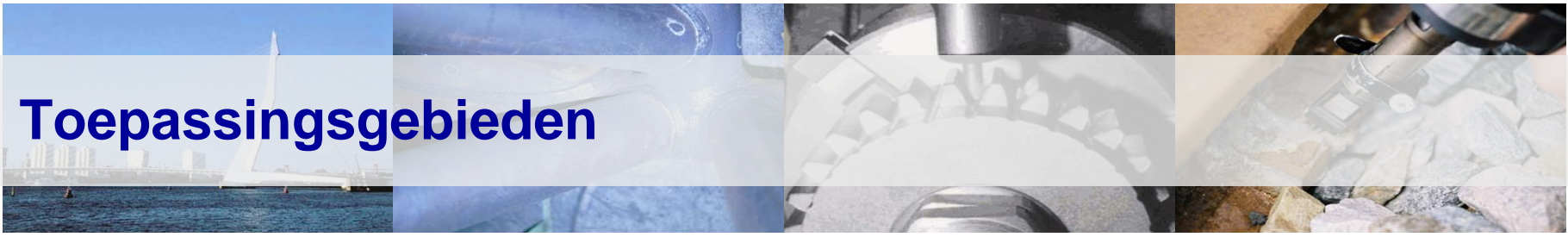
# Toepassingsgebieden





# Toepassingsgebieden





# Toepassingsgebieden





# Voordelen tegenover andere technologieën



Gedeformeerd glanzend oppervlak na de behandeling



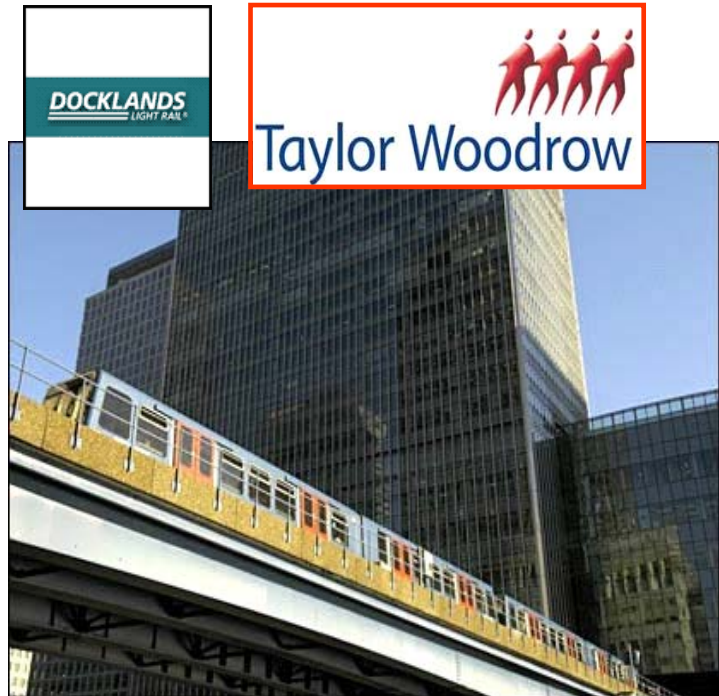
visuele kwaliteitscontrole

- TIG: 7 cm/min
- Schlijpen: 10 cm/min
- UIT / PIT: 45 cm/min



# Voordelen m.b.t. reparatie en onderhoud van gelaste constructies

- Maakt het effectief repareren van (vermoeiing)scheuren op locatie mogelijk.
- Voorkomt ontstaan van scheuren in kritische details gevoelig voor vermoeiing.
- Vermindert de scheurgroei snelheid.
- Verlengt de economische - en vermoeiingslevensduur van gelaste constructies.
- Vermindert de kosten voor onderhoud en reparatie.

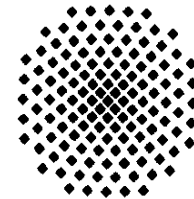
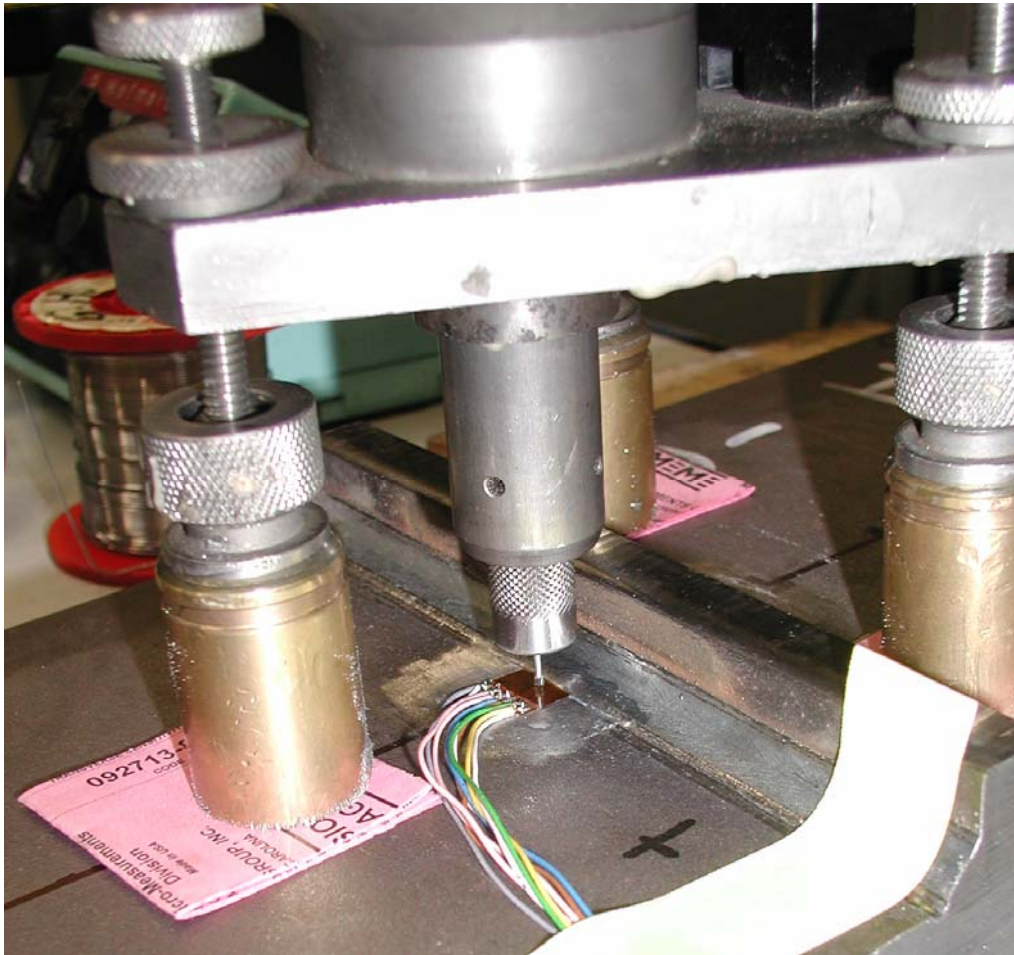


Door TWI bevestigd:

- Verbeteren levensduur = 4,3 X
- Verhogen belastbaarheid = 1,44 x

# Onderzoeksresultaten

## Restspanning meting d.m.v. Boor methode

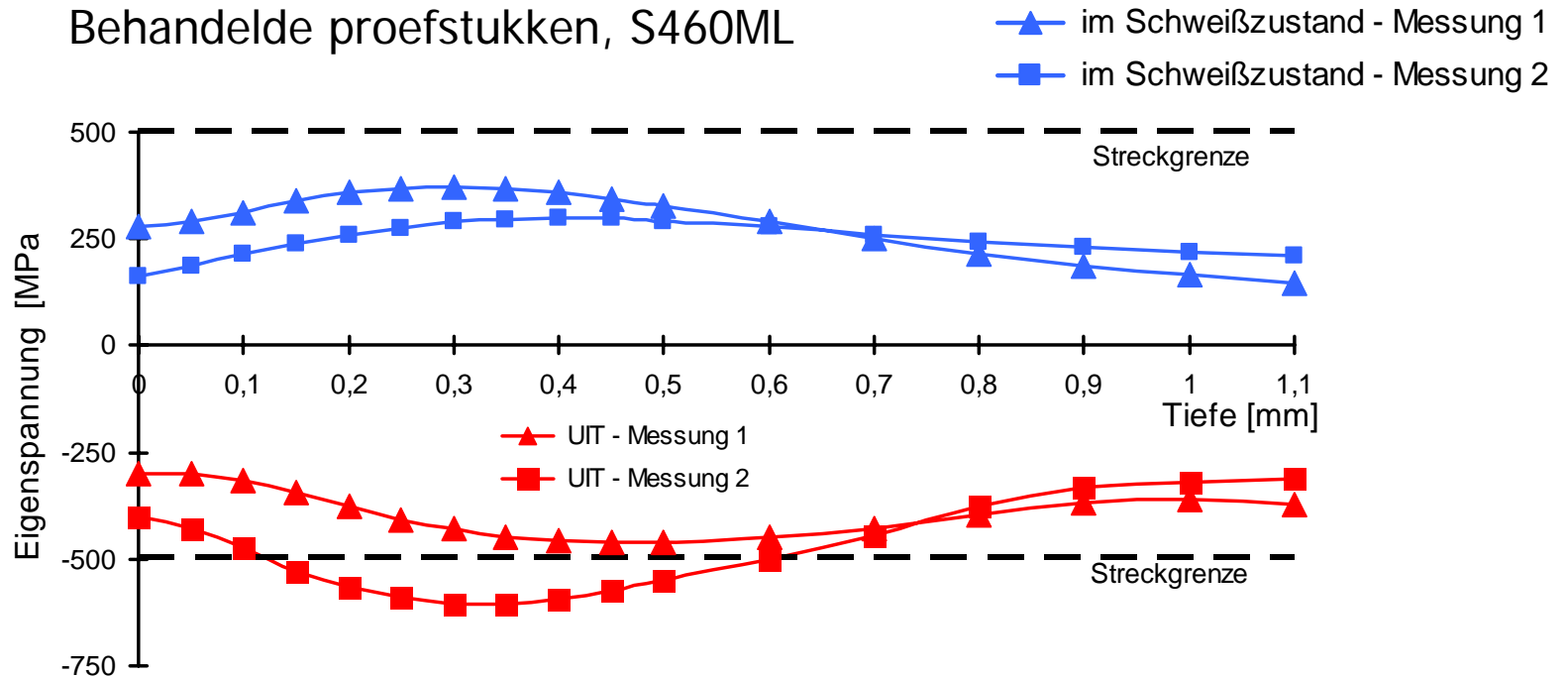


**Universität Stuttgart**  
Institut für Konstruktion und Entwurf  
*Schwerpunkte: Stahlbau, Holzbau  
und Verbundbau*  
Prof. Dr.-Ing. Ulrike Kuhlmann

Restspannungen in  
diepte tot ca. 1,0 mm

# Restspanning metingen

Restspanningen haaks op de las  
Behandelde proefstukken, S460ML



- ➔ Drukspanningen aan het oppervlak tussen 60-80% van de vloeigrens.
- ➔ max. drukspanningen op ca. 0,3-0,4 mm diepte.

# Verschillende condities getest



**onbehandeld**



**gestraald**

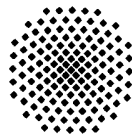
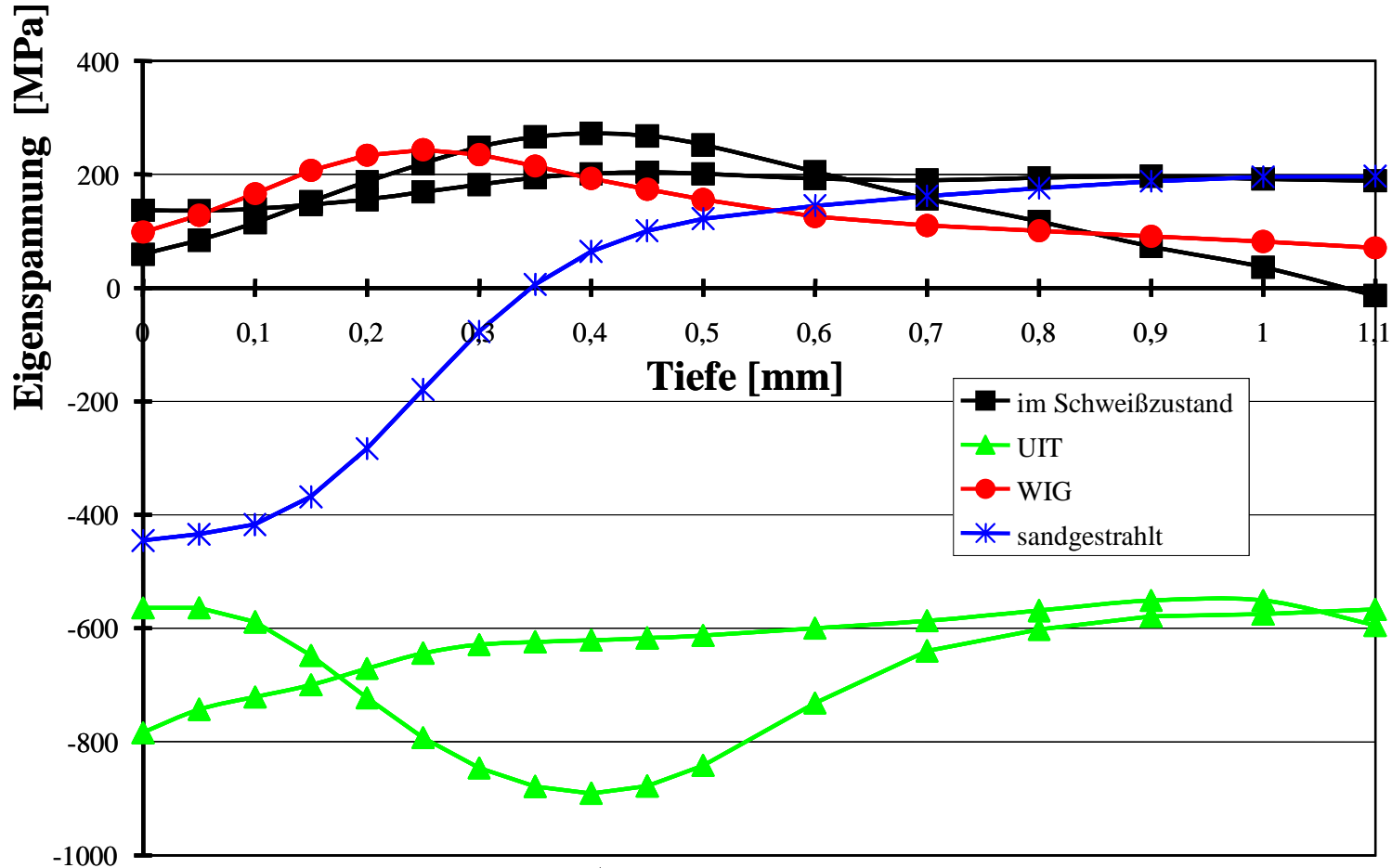


**TIG-behandeld**



**UIT-behandeld**

# Resultaten van de spanningsmetingen uitgevoerd aan de verschillende uitgangscondities in materiaal S690



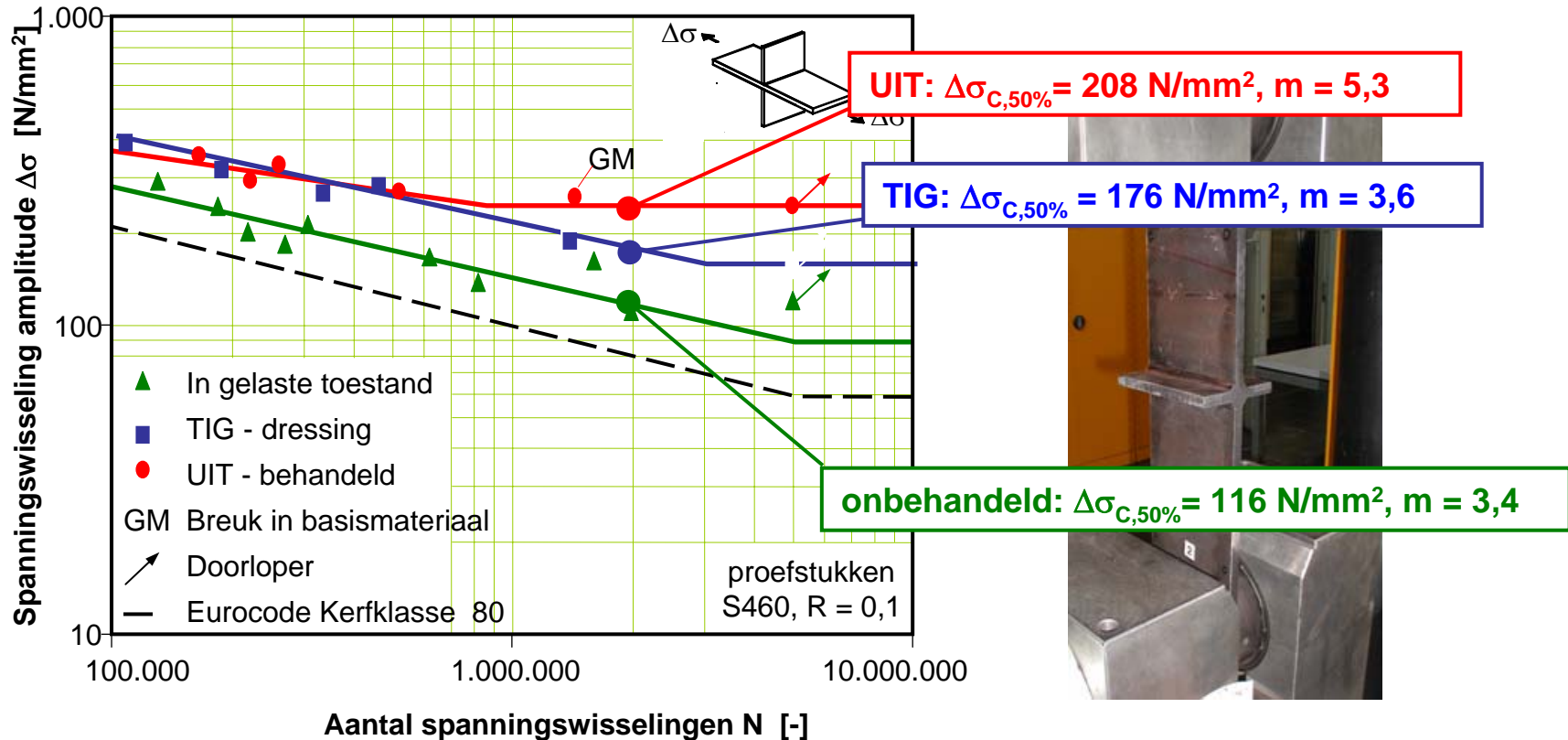
Universität Stuttgart

Institut für Konstruktion und Entwurf

Schwerpunkte: Stahlbau, Holzbau und Verbundbau

Prof. Dr.-Ing. Ulrike Kuhlmann

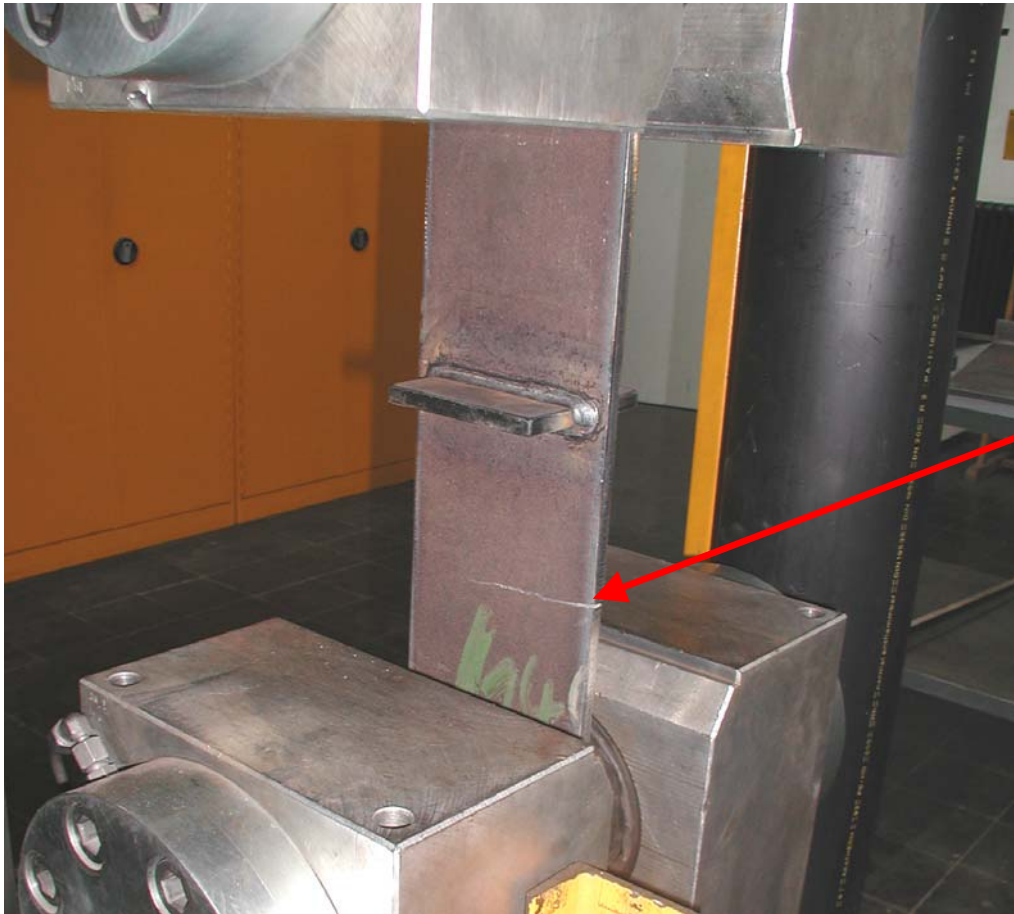
# Testresultaten – verschillende nabehandelingmethoden



➔ **UIT: Verhoging van de vermoeiingssterkte  $\Delta\sigma_c$  tussen 40 - 100%**

➔ **UIT: vlakker Wöhlerdiagram  $m = 5 - 10$**

# Vermoeiingstest aan materiaal S690



Proefstuk, S690, R = 0,1

**Typische scheur in basismateriaal**



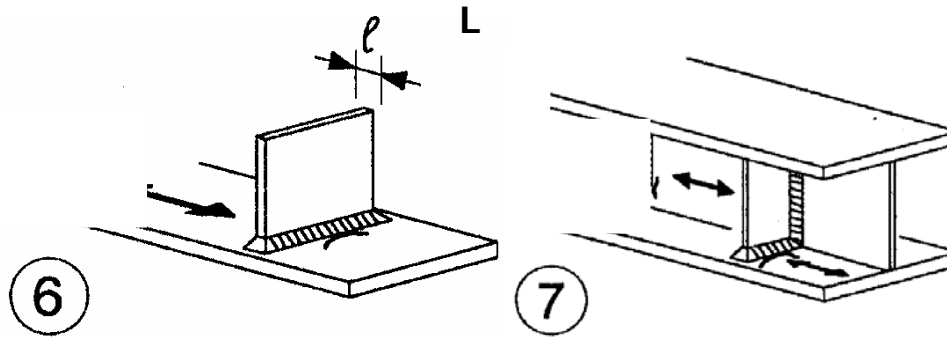
# Vermoeingstest aan materiaal S690



**Breuk in  
basismateriaal  
na UIT-  
behandeling**

**Proefstaaf dikte  
25 mm**

# Eurocode 3, par. 1.9 beoordelings aanbevelingen

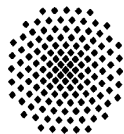
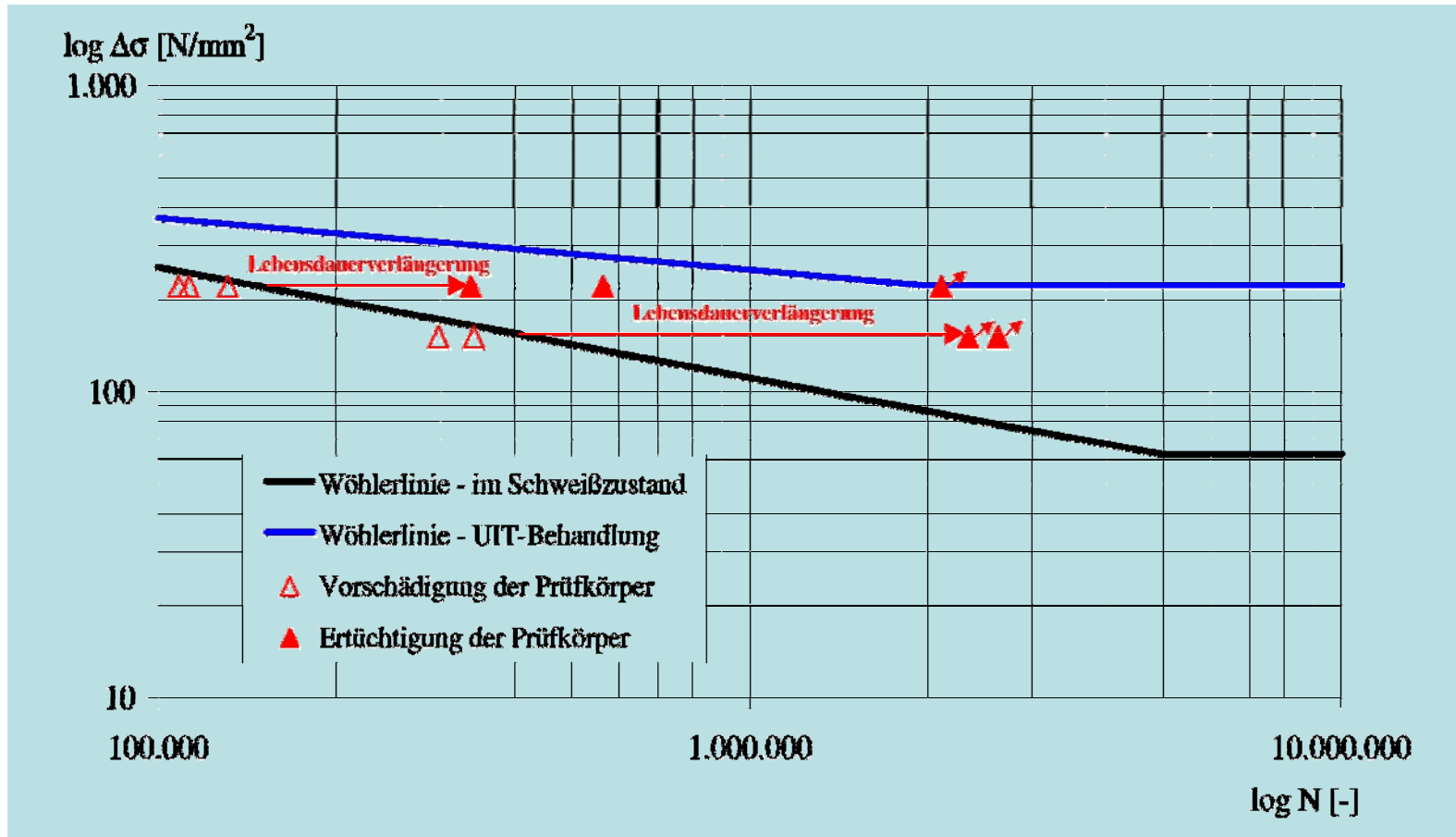


L = 25mm, R = 0,1

Staal- type	Eurocode 3, Deel 1.9		TIG-Dressing		UIT*	
	$\Delta\sigma_c$ [N/mm <sup>2</sup> ]	m [-]	$\Delta\sigma_c$ [N/mm <sup>2</sup> ]	m [-]	$\Delta\sigma_c$ [N/mm <sup>2</sup> ]	m [-]
S355	80	3	+ 2	3	100	5
S460			100		112	
S690			100		125	

\* max. Drukspanningen:  $\sigma_{\min} \leq 0,25 f_y$   
max. Kerfklasse 125 N/mm<sup>2</sup>

# Levensduurverlenging van voorbeschadigde constructies (Dwars verstijving, S460 R=0,1)



Universität Stuttgart

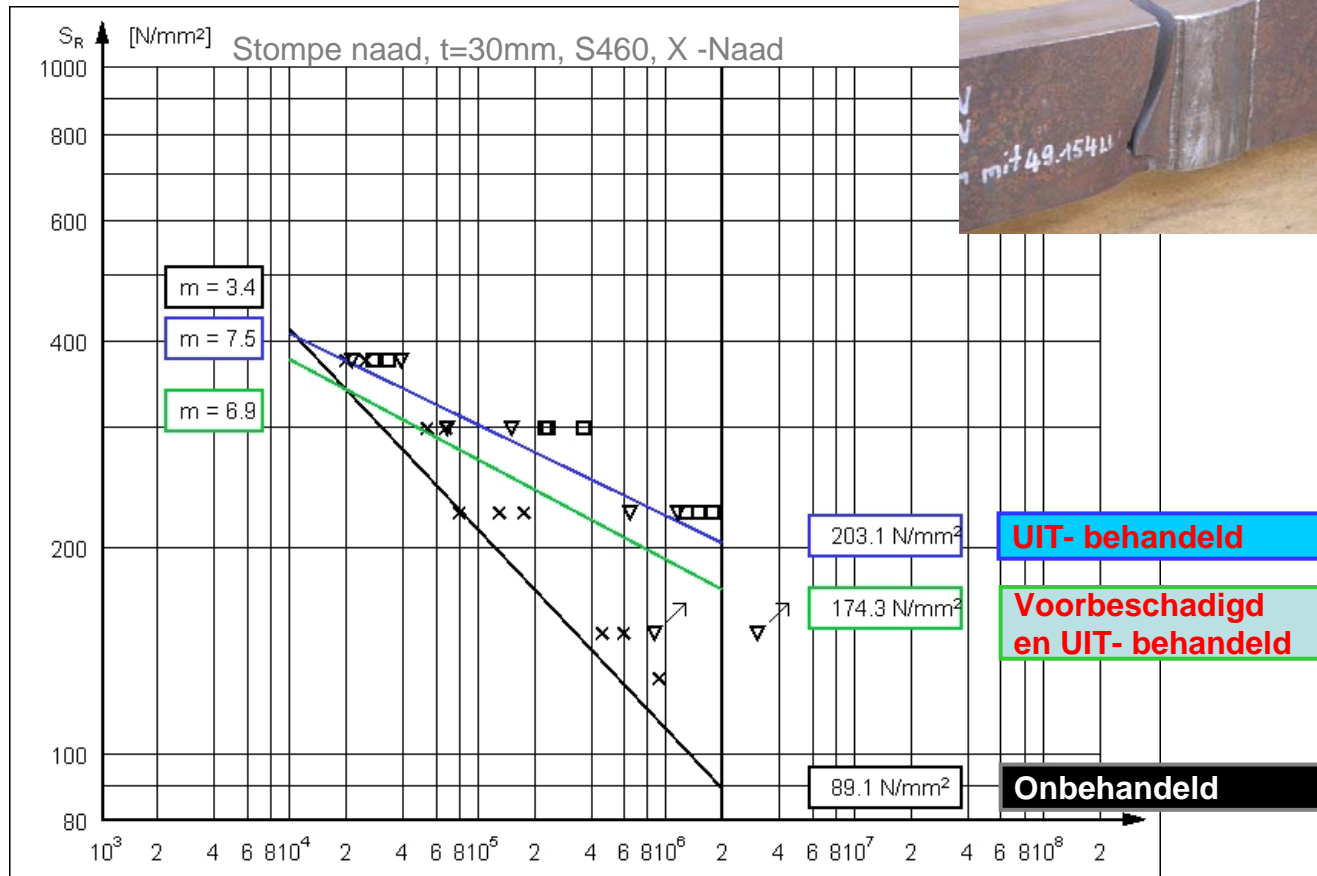
Institut für Konstruktion und Entwurf

Schwerpunkte: Stahlbau, Holzbau und Verbundbau

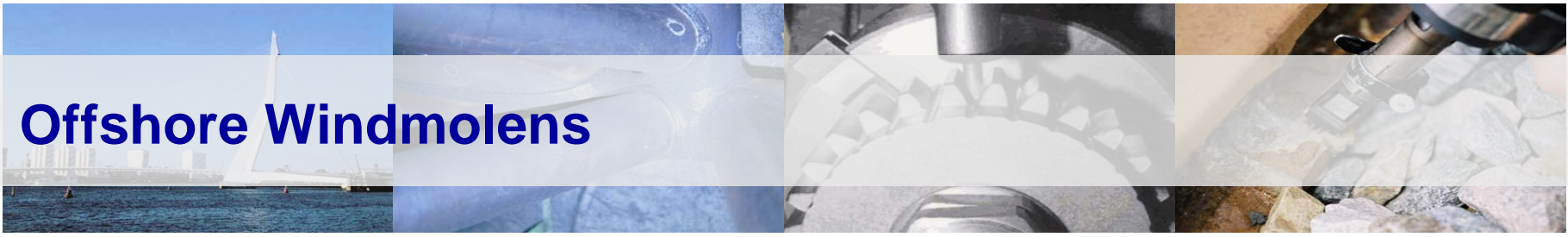
Prof. Dr.-Ing. Ulrike Kuhlmann

Pieper QSI

# Stompe lasnaadverbindingen met UIT behandeling



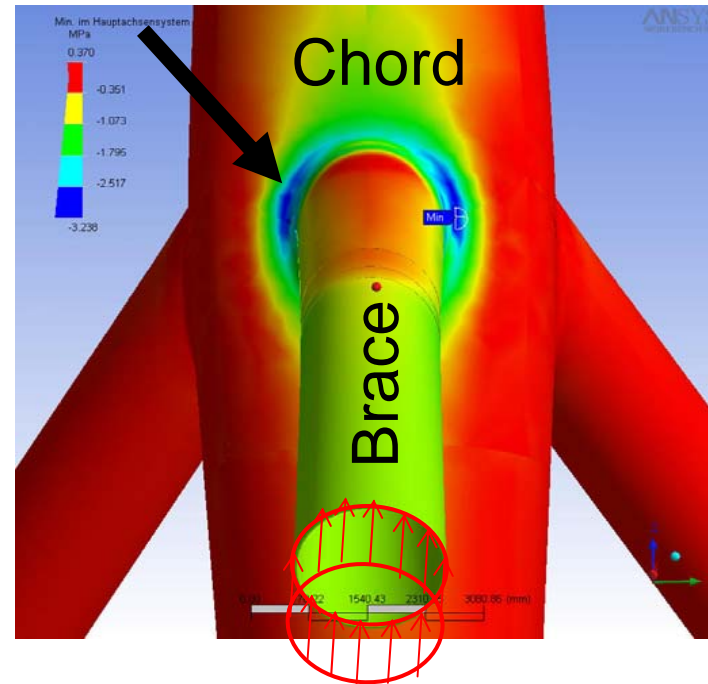
Universitat Karlsruhe Dr. Herion  
 Versuchsanstalt fur Stahl, Holz und Steine



# Offshore Windmolens



# Knooppunten voor fundaties



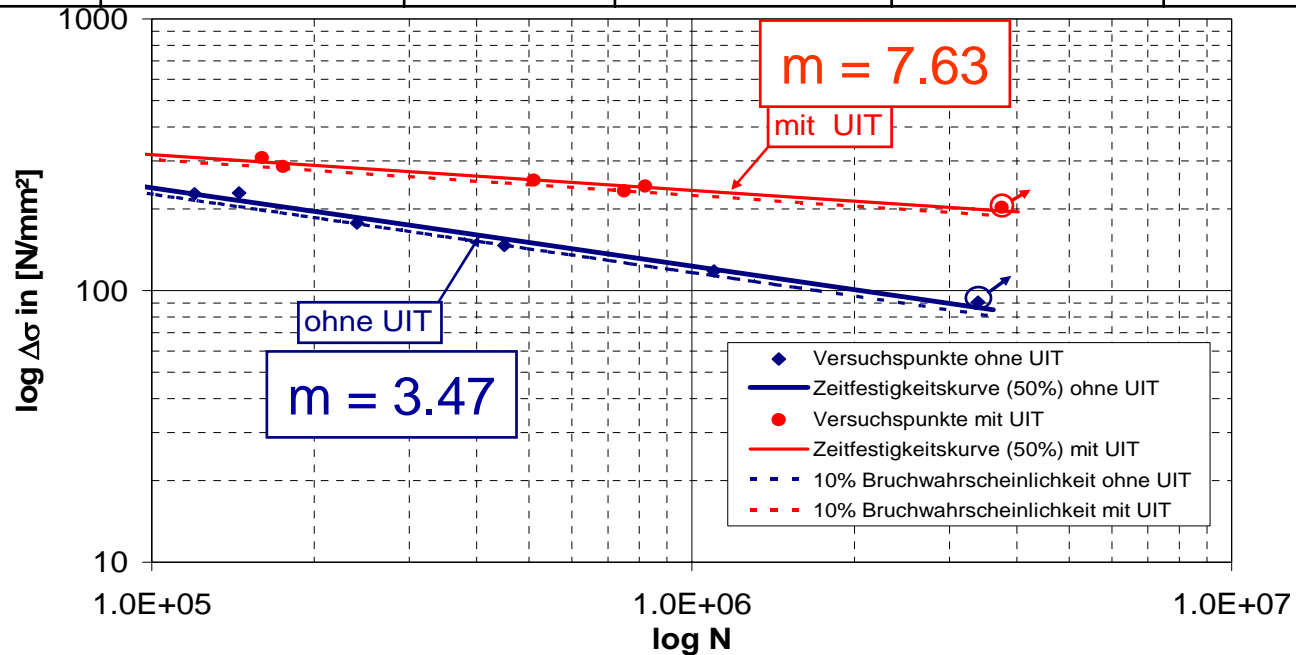
Institut für Stahlbau  
Hannover



Pieper QSI

# Test Resultaten

Test serie	Proefstaaf	$\Delta\sigma_c$	m	$N_R$ bij $\Delta\sigma = 100$	$N_R$ bij $\Delta\sigma = 200$
	Nr.	[N/mm <sup>2</sup> ]	[ - ]	[*10 <sup>6</sup> LW]	[*10 <sup>6</sup> LW]
1	Y_1 bis Y_6	95.5	3.47	1.71	0.15
2	Y_7 bis Y_12	204.5	7.63	475.07	2.40



# Vervangen van spanningsarm gloeien door UIT

e-on

## Uitdaging

Ontwikkelen van een door Lloyd's Register geaccepteerde lasmethode waarbij tijdens (spoed)reparaties in een bestaande constructie, materiaal 14 Mo V 63, het gloeien achterwege kan worden gelaten

## Oplossing

- Direct na het lassen iedere lasruips inclusief WBZ d.m.v. UIT behandelen om aanwezige spanningen te verminderen.

## Resultaat

- Lasmethode kwalificatie welke voldoet aan de eisen zonder dat er een warmtebehandeling na het lassen noodzakelijk is.
- Hierdoor aanzienlijke verkorting van de stilstandtijd





# Ohl Engineering GmbH - Tuimeldroger



## Uitdaging

- Verbeteren van de thermische vermoeiingslevensduur van een oude Tuimeldroger bij de eindklant tijdens reparatie.
- Preventief behandelen van nieuwe Tuimeldrogers om kwaliteit en thermische vermoeiingslevensduur te verbeteren

## Oplossing

- UIT behandelen van de reparatielassen
- Preventief Behandelen van de verstijvingen

## Resultaat

- Duidelijke verbetering van de vermoeiingslevensduur
- Drukspanningen aangebracht om ontstaan van scheuren tegen te gaan
- Verhoging van de product kwaliteit



# AGV voor intern transport van staal coils

Rocla

## Uitdaging

Finse fabrikant heeft een speciale AGV voor transport van coils met een gewicht van 20 – 25t ontwikkeld voor het Duitse bedrijf Rasselstein. De Mangaan stalen geleidingen vertonen scheuren na een relatief korte gebruiksperiode.

## Oplossing

- Op advies wordt nu Hardox 500 toegepast, tevens is door Rocla de geleidingsconstructie verbeterd
- Aanpassen / repareren van alle AGV's en d.m.v. UIT behandeling van de lassen de spanningen verminderen

## Resultaat

- Aanzienlijke verbetering van de levensduur
- Afname van de stilstandtijd



# Brug over de autobaan A73 bij Suhl



## Uitdaging

- Klant heeft een nieuwe brug ontwikkeld met een bijzondere gewichtbesparende architectuur
- Type brug voldoet niet aan huidige regelgeving
- Brug details: Spanbreedte 90m, Materiaal S355

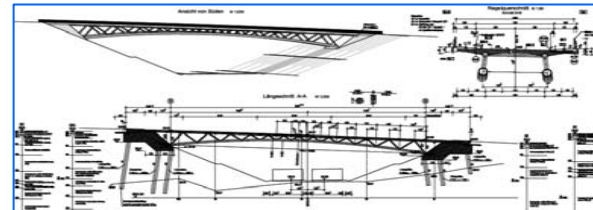
## Oplossing

- Behandelen van alle kritische knoopverbindingen met UIT of PIT
- Goedkeur door Prof. Bucak FH-München en Prof. Mangerig BW-Universität München

## Resultaat

- Geaccepteerde constructie
- Slanke constructie met beperkt gewicht
- interessante Architectuur
- Verhoogde veiligheidsfactor

## Autobahndirektion Nordbayern



Proefstuk	$\sigma_{\perp}$ in de lasnaad	N bij 0,1mm verplaatsing toename	N eind van de test
PK1 (90°)	55 N/mm <sup>2</sup>	3.535.960	<b>5.544.439</b> bij 0,9 mm Verplaatsing toename
PK2 (90°)	110 N/mm <sup>2</sup>	<b>198.000</b>	<b>310.000</b> bei 1,0 mm Verplaatsing toename
PK3 (45°)	50 N/mm <sup>2</sup>	3.646.572	<b>6.510.237</b> bei 1,0 mm Verplaatsing toename
PK4 (90°) met Nabehandeling	110 N/mm <sup>2</sup>	<b>1.045.646</b>	<b>1.192.731</b> bei 1,0 mm Verplaatsing toename



# Behandeling boorplatform Ton van Langeveld



## Uitdaging

- Verlengen van de vermoeiingslevensduur
- Verhogen van de vermoeiingssterkte
- Acceptatie en afname door ABS

## Oplossing

- UIT Behandeling diverse kritische details van de staal constructie

## Resultaat

- De vermoeiingslevensduur is met een factor 6-8 verhoogt.
- Vermindering van het aantal reparaties in de toekomst en hierdoor vermindering van stilstand tijd



# Details van de behandeling Ton van Langeveld



# Stinger Handling System



## Uitdaging

- Vermoeiing problemen in Stinger en Stinger Handling System
- Materiaal Weldox 700
- Acceptatie en afname door Lloyd's Register

## Oplossing

- UIT behandeling van de reparatie lassen
- Preventieve UIT Behandeling van overige kritische lassen
- Op project basis uitgevoerd door AUE

## Resultaat

- Verminderen van reparatie kosten en “Down time”
- Verbetering van de vermoeiingsterkte en levensduur



# Nieuwbouw "Pieter Schelte"



Hijs capaciteit 25.000 ton

# Rusch, Kraan technologie

## Uitdaging

- Verminderen van „Down time“ door vroegtijdig ontstane vermoeiingsscheuren
- Vergroten van de lengte van een sloopkraan giek van 60 m naar 90 m

## Oplossing

- Eigen personeel opleiden voor het uitvoeren van de behandelingen
- Behandelen van alle kritische lassen tijdens onderhoud als ook nieuwbouw
- Construeren nieuwe kraangiek waarbij voordelen in het ontwerp worden meegenomen

## Resultaat

- De vermoeiingslevensduur wordt hierdoor aanzienlijk verbeterd waardoor “Down time” wordt verminderd
- De 90 meter giek is inmiddels in productie





# Combino

# SIEMENS

## Uitdaging

- Het voorkomen van vermoeiingsscheuren in Aluminium wielkast hoeken van de Combino
- De levensduur verlengen en vermoeiingssterkte van de constructie verbeteren

## Oplossing

- UIT behandelen van lasnaad overgang bij de wielkast hoeken na het lassen
- Certificeren van eigen personeel voor het uitvoeren van de werkzaamheden

## Resultaat

- Aanzienlijk verbeterde vermoeiingslevensduur en vermoeiingssterkte
- Huidige toegepaste technieken zoals aanbrengen extra laslagen en stralen kunnen vervallen waardoor een snellere doorloop tijd kan worden gerealiseerd



# Helix Energy Solutions – FPU Producer I



## Uitdaging

- Voormalig treinschip omgebouwd tot drijvende productie unit (FPU) Helix Producer I.
- De vermoeiingssterkte van het koppelstuk aan de scheepswand voor de zgn. “Moon pool” moet worden verbeterd.



## Oplossing

- Behandelen van de hoeklassen waarmee de T-stukken aan de scheepswand zijn gelast.
- Behandelen van hoeklassen van verstijving platen tussen de T stukken en de scheepswand

## Resultaat

- Vermindering van de “Down Time” en inspectie interval door het verlagen van de restspanningen en het verbeteren van de vermoeiingssterkte van het koppelstuk.



Vragen ?



# Pieper QSI

Job van der Havestraat 6  
8384 DB, Wilhelminaoord

Tel +31 (0)521 380083

Cell +31 (0)6 51691215

E-mail: [pieper-qsikpnmail.nl](mailto:pieper-qsikpnmail.nl)