



a FLIESS Company

# PIT - Der Wettbewerbsvorteil für Produktion & Service

Für Hersteller & Betreiber  
von dynamisch belasteten Konstruktionen



# Ihr Wettbewerbsvorteil im Service & in der Instandhaltung

Senken auch Sie Kosten, indem Sie Anlagenausfälle durch Ermüdungsrisse vermeiden



Mit dem PIT - Verfahren wird das für Sie möglich:

- ✓ reproduzierbare Steigerung der Ermüdungslebensdauer
- ✓ Vorbeugung & Vermeidung von Ermüdungsschäden, auch an vorbelasteten Konstruktionen
- ✓ mehrfache Steigerung der Restlebensdauer
- ✓ Vermeidung von Spannungsrisskorrosion
- ✓ Retrofit auch für den Grundrahmen

# Ihr Wettbewerbsvorteil als Hersteller & Produzent

Sparen auch Sie Materialkosten, Arbeitszeit sowie Transport - und Montageaufwand, indem Sie deutlich nachhaltiger und wirtschaftlicher produzieren



Mit dem PIT - Verfahren wird das für Sie möglich:

- ✓ die Anwendung höherer FAT - Klassen
- ✓ hohes Einsparpotenzial bzgl. Materialeinsatz
- ✓ den sinnvollen Einsatz höherfester Stähle unter Ermüdungsbeanspruchung
- ✓ günstigere Fertigung, da schneller und reproduzierbarer als herkömmliche Verfahren
- ✓ höhere Bauteilsicherheit bezüglich Ermüdung

## Lösen auch Sie die benötigte Schwingfestigkeit durch komplexe Konstruktionen?



*Ihre Konstrukteure und Fertigungsleiter*

*stehen ständig vor diesen Herausforderungen:*

**das Einhalten von Ermüdungsklassen**

*FAT bzw. FKM-Richtlinien*

**Materialeinsparpotenziale nutzen**

*ohne die Bauteilsicherheit herabzusetzen*

**komplexe konstruktive Lösungen in der Fertigung**

**umsetzen**

*z.B. Lamellenausführung*

**Die wirtschaftliche Fertigung mit teils**

**aufwendigen Verfahren**

**oder ...**

**Ein rissbedingter Maschinen - / Anlagenausfall erwischt Sie zur Unzeit?**

*Ihre Instandhaltungs - und Produktionsleiter*

*stehen ständig vor diesen Herausforderungen:*

**Aufgrund von Ermüdungsrissen steht  
ihre gesamte Anlage still**

**Es entstehen hohe Ausfall /- Reparaturkosten**

**Trotz aufwendiger Reparaturen erhöht  
sich die Restlebensdauer nur bedingt**

**Das Betreiben von Maschinen / Anlagen trotz  
überschrittener Ermüdungslebensdauer**



# So unterstützen wir Sie dabei...

... als **Hersteller** aus Ihren Herausforderungen  
**Wettbewerbsvorteile** zu schaffen

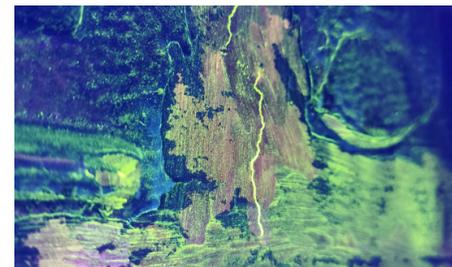
- ✓ Sie produzieren nachhaltiger  
*Materialeinsparungen bis zu 40%*
- ✓ Sie vermeiden komplexe konstruktive  
Lösungen
- ✓ Sie erzielen eine höhere  
**Bauteilsicherheit**  
*bei geringeren Kosten*
- ✓ die wirtschaftliche Nachbehandlung  
bei hoher Reproduzierbarkeit



... als **Betreiber**  
rissbedingte **Anlagenausfälle** zu reduzieren

- ✓ Sie beugen bereits der Entstehung  
von Ermüdungsrissen vor
- ✓ Sie vermeiden aufwendige  
Reparaturen von Ermüdungsschäden
- ✓ Die (Rest) - Lebensdauer Ihrer Anlage  
erhöht sich signifikant
- ✓ Sie sparen Kosten

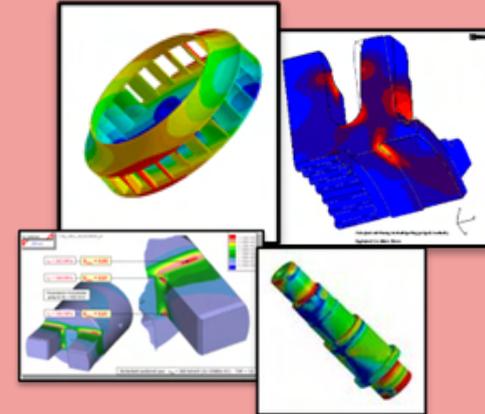
# Zyklisch schwingende Belastungen führen früher oder später an jedem Bauteil zu Ermüdungsschäden



die Ursachen:



## Zugeigenspannungen



## Kerbwirkungen

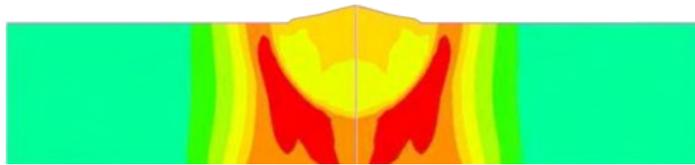
- Walzschäden
- Steifigkeitssprünge
- Bohrungskanten
- Lagersitze
- Gewinde
- Keilnuten

**Rissausgang** ist stets die  
**schwächste Stelle der Konstruktion**

bei schwingender Beanspruchung

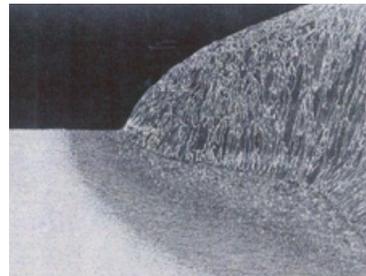
# Schweißnähte

sind aufgrund **beider Faktoren besonders anfällig**



hohe  
Zugspannungen

+



und

geometrische  
Kerbe

=



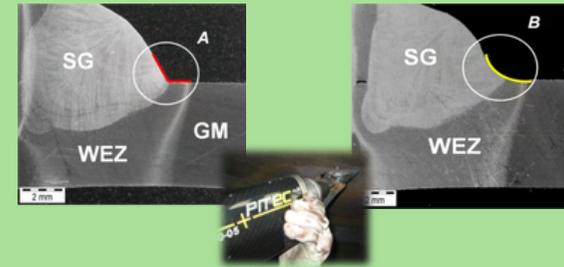
Ermüdungsris

## der PIT-Effekt

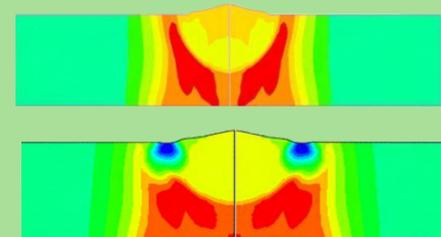
**PIT ist ein hoch reproduzierbares Verfahren,** welches gezielt **Druckeigenspannungen** in die **kritischen Stellen** Ihrer Bauteile induziert

Neben den unzähligen wissenschaftlichen Nachweisen zum **HFMI-Effekt** als solches, wurde von der Universität Stuttgart insbesondere die **hohe Reproduzierbarkeit von PIT**, ohne die Gefahr einer Überbehandlung bestätigt

**im Ergebnis wird der Entstehung von Ermüdungsrissen entgegengewirkt**



**Kerben und Steifigkeitssprünge** werden geometrisch derart optimiert, dass sich der Kerbfall deutlich verbessert



**oberflächennahe Zugeigenspannungen** werden gezielt mit hohen Druckeigenspannungen überlagert

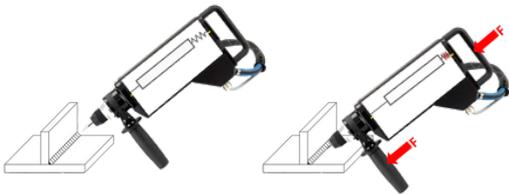
## das PIT-System

### HFMI ist weit mehr als nur ein Hammer mit höherer Frequenz

Die PIT Steuerung erlaubt die getrennte Regelung von Frequenz und Druck. Dadurch erzielen wir die **optimale Schlagintensität** für ein größtmögliches Ergebnis, **ohne die Gefahr einer Überbehandlung.**

Durch das im Handgerät federnd gelagerte Schlagwerk nimmt der Anwender keinen Einfluss auf die am Bauteil ankommende Intensität.

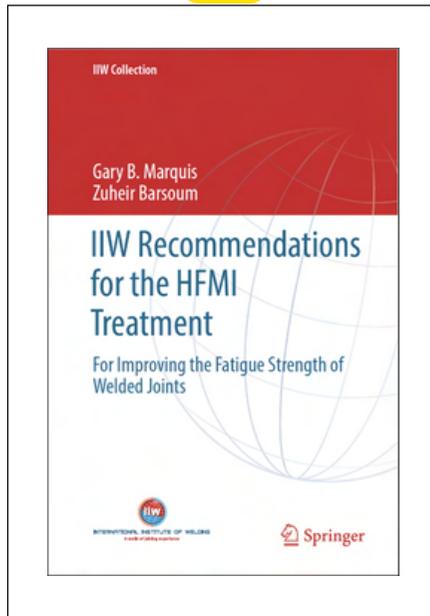
Diese Vorteile bewirken die hohen Effekte von PIT bei **maximaler Reproduzierbarkeit.**



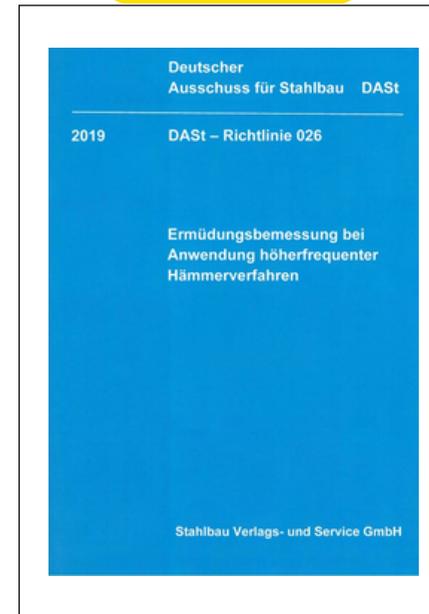
# PIT - ist das führende HFMI Verfahren

die Wirksamkeit von HFMI ist bereits in folgenden Regelwerken gelistet

## IIW



## DAST - Richtlinie



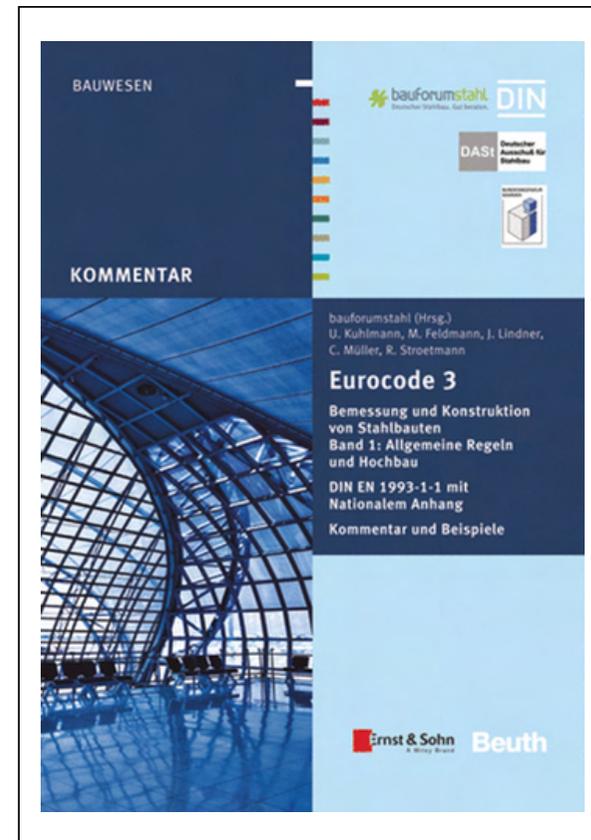
## Eurocode 3 - Norm Entwurf 2023-03

### DIN EN 1993-1-9: 2023-03

stellt Bemessungskonzepte für den Nachweis des Ermüdungswiderstands von Stahlbauten bereit.

prEN 1993-1-9:2021 (E)

<b>F.4</b>	<b>Fatigue resistance</b> .....	<b>106</b>
<b>F.4.1</b>	<b>Fatigue resistance curves</b> .....	<b>106</b>
<b>F.4.2</b>	<b>Classification of constructional details</b> .....	<b>107</b>
<b>F.4.2.1</b>	<b>General</b> .....	<b>107</b>
<b>F.4.2.2</b>	<b>Transverse stiffener</b> .....	<b>108</b>
<b>F.4.2.3</b>	<b>Transverse butt weld</b> .....	<b>109</b>
<b>F.4.2.4</b>	<b>Longitudinal stiffener</b> .....	<b>110</b>
<b>F.4.3</b>	<b>Alternative formulae for determination of detail category</b> .....	<b>110</b>
<b>F.4.4</b>	<b>Fatigue resistance modification</b> .....	<b>111</b>
<b>F.5</b>	<b>Fatigue verification</b> .....	<b>111</b>
<b>F.6</b>	<b>Requirements for application</b> .....	<b>112</b>
<b>F.6.1</b>	<b>Requirements for welds before HFMI treatment</b> .....	<b>112</b>
<b>F.6.2</b>	<b>Requirements for welds after HFMI treatment</b> .....	<b>112</b>
<b>F.6.3</b>	<b>Quality control</b> .....	<b>112</b>
<b>F.7</b>	<b>Treatment of variable amplitude loading</b> .....	<b>113</b>
<b>Annex G (informative)</b>	<b>Hot spot stress reference detail method</b> .....	<b>114</b>
<b>G.1</b>	<b>Use of this annex</b> .....	<b>114</b>
<b>G.2</b>	<b>Scope and field of application</b> .....	<b>114</b>
<b>G.3</b>	<b>Fatigue action effect</b> .....	<b>114</b>
<b>G.4</b>	<b>Fatigue resistance</b> .....	<b>114</b>
<b>G.5</b>	<b>Fatigue verification</b> .....	<b>115</b>
	<b>Bibliography</b> .....	<b>116</b>



weitere Regelwerke wie DIN EN 15085-3 sowie DIN EN 13445 sind bereits in Bearbeitung und folgen entsprechend

## Wir bieten Ihnen weltweit:



### PIT-Anwendungsberatung

Profitieren Sie von unserer langjährigen Erfahrung und lassen Sie sich von uns auf Ihre individuellen Bedürfnisse zugeschnitten beraten. Wir zeigen Ihnen die Möglichkeit einer PIT-Behandlung, die perfekt auf Ihren Anwendungsfall abgestimmt ist.



### PIT-Anwenderschulung

Dank der praxisorientierten Schulung wird Ihren Mitarbeitern ein sehr gutes Verständnis für die Wirkung der Technologie vermittelt, was eine reibungslose und schnelle Einführung des Prozesses bei einer nachhaltigen Qualität ermöglicht.



### PIT-Systemverkauf

Unser PIT System Weld Line 10 ist sowohl für manuellen Einsatz als auch für einen automatisierten Einsatz am Roboter geeignet. Des Weiteren verfügen wir über ein PIT System für den Einsatz unter Wasser.



### PIT-Zubehör

Neben einem umfangreichen Angebot an unterschiedlichen Bolzenradien – und längen bietet die PITEC auch Qualitätstools wie eine LED-Lupe zur optischen Kontrolle und einem PIT-Intensity-Kit zur regelmäßigen Überprüfung der Schlagintensität.



### PIT-Mietgeräte

Brauchen Sie unsere hochwertigen PIT-Systeme nur temporär? Kein Problem, wir stellen Ihnen unsere Mietgeräte gerne zur Verfügung.



### PIT-Dienstleistungen

Lassen Sie sich von unserem erfahrenen Team mit einer PIT-Behandlung weltweit unterstützen und profitieren Sie vom PIT Effekt auf Abruf.

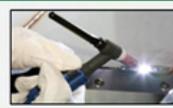
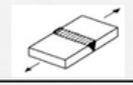


### PIT-Qualitätsüberwachung

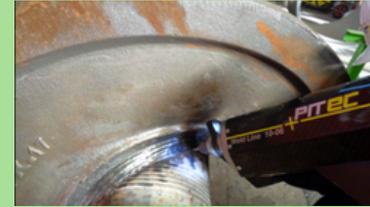
Lassen Sie PIT durch Zulieferer bzw. Partner anwenden, bieten wir bedarfsweise die Überwachung der Qualität als „third party“ an.

# Steigern Sie Ihre FAT - Klassen deutlich

Im direkten Vergleich der IIW Empfehlung zeigt sich das technische und wirtschaftliche Potential am deutlichsten

FAT Klassen der Details im geschweißten Zustand	Streckgrenze fy	Schleifen		WIG/TIG Dressing		Hammer-/Needle Peening		PIT	
		Faktoren	FAT-Klassen	Faktoren	FAT-Klassen	Faktoren	FAT-Klassen	Faktoren	FAT-Klassen
									
		Neigung m=3		Neigung m=3		Neigung m=3		Neigung m=5	
<b>Längssteife</b>									
	235 fy ≤ 355	1,30	FAT 90	1,30	FAT 90	1,30	FAT 90	1,57	FAT 112
	> 355 fy ≤ 550							1,76	FAT 125
	> 550 fy ≤ 750							1,97	FAT 140
	> 750 fy ≤ 950							2,25	FAT 160
<b>Quersteife</b>									
	235 fy ≤ 355	1,30	FAT 100	1,30	FAT 100	1,30	FAT 100	1,56	FAT 125
	> 355 fy ≤ 550							1,75	FAT 140
	> 550 fy ≤ 750							2,00	FAT 160
	> 750 fy ≤ 950							2,25	FAT 180
<b>Stumpfstoß</b>									
	235 fy ≤ 355	1,30	FAT 112	1,30	FAT 112	1,30	FAT 112	1,55	FAT 140
	> 355 fy ≤ 550							1,77	FAT 160
	> 550 fy ≤ 750							2,00	FAT 180
	> 750 fy ≤ 950							2,00	FAT 180
		> hohes Fehlerpotential - Unterschlifod. Schleifbrand - zusätzliche Kerben od. Riefen > Staub/Lärm/zeitintensiv		> nur in Wannelage > Spannungsprofil		> wenig reproduzierbar > hohe Handarmvibration		> höchste Verbesserung > hohe Reproduzierbarkeit > nachhaltige Qualitätssicherung > ~ 20 cm/min.	
<b>Referenzen:</b>									
Hobbacher A., IIW recommendations for fatigue design of welded joints and components, WRC bulletin 520, New York: The Welding Research Council, 2009									
Marquis et al., Fatigue strength improvement of steel structures by high-frequency mechanical impact: proposed fatigue assessment guidelines, Weld World 57, pp. 803-822, 2013									
IIW Recommendations on High Frequency Mechanical Impact (HFMI) Treatment for Improving the Fatigue Strength of Welded Joints									

## PIT-Technologie vs. Burr Grinding



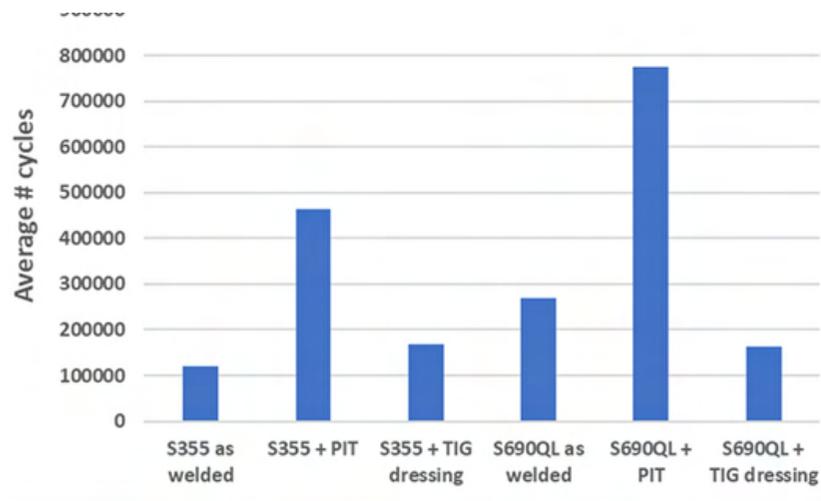
- ✓ hohe Zeitersparnis - bis zu 90%
- ✓ nahezu kein Fehlerpotential
- ✓ nahezu kein Verletzungsrisiko
- ✓ keine Staubbelastung
- ✓ höchster Erhöhungsfaktor auf FAT-Klassen



- ✗ großer Zeitaufwand - 60 min/m
- ✗ teilweise ist ein Nachschweißen nötig
- ✗ hohes Fehlerpotential
- ✗ großes Verletzungsrisiko
- ✗ niedriger Erhöhungsfaktor auf FAT-Klassen

# PIT-Technologie vs. TIG

am Beispiel eines Lenkhebel für Landmaschinen



ohne PIT entsteht der  
Riss direkt am  
Nahtübergang



mit PIT deutlich  
später im Übergang  
der WEZ

in Kooperation zwischen OCAS Institut für Stahlanwendungen und BIL, dem belgischen Schweißinstitut

**SENEBOGEN**

**TRUMPF**  


  
ArcelorMittal

**SCHULER**   
Member of the ANDRITZ GROUP

**BOMBARDIER**

**SMS**  group

**ALUNORF**

**GRIMME**

**LIEBHERR**

  
**MKG**

 **LEITWIND**

 **HOFFMEIER**  
INDUSTRIEANLAGEN

... sowie viele weitere Kunden nutzen bereits die Vorteile von PIT

## MKG - Maschinen und Kranbau



“ Wir bei MKG erhoffen uns mit dem Einsatz von PIT neben möglichen Materialeinsparungen

auch die Optimierung von Hotspots, ohne diese mit fertigungstechnisch komplexen Lösungen entschärfen zu müssen.

Heute wurde unser erstes PIT - System geliefert und die Anwenderschulung für unsere Mitarbeiter durchgeführt.

Die Inhalte der Schulung waren sehr interessant und das nötige Verständnis für die Ursachen der Ermüdung sowie die Effekte von PIT wurde leicht verständlich vermittelt.

”



**Christian Bley - Abteilungsleiter Stahlbau und Schweißaufsicht - Garrel 07/23**

## Holmer Maschinenbau

**HOLMER** 

“ **PIT macht unsere Produkte noch zuverlässiger und damit für unsere Kunden noch attraktiver**

Diverse Schulungen und Seminare über Schweißnähte, qualitätsgerechtes Konstruieren oder Schweißnahtschäden machten uns auf die Möglichkeit aufmerksam, die Lebensdauer unserer Schweißnähte mittels HFMI zu verlängern.

Die bisher veröffentlichten Regelwerke (IIW-Empfehlungen, DASt-Rili 26, EN 15085-3), die die Wirksamkeit bestätigen, sowie uns bekannte Firmen, die diese Technologie bereits seit längerem mit positivem Effekt einsetzen, haben uns endgültig von HFMI überzeugt.

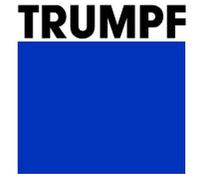
Bei der Auswahl des Anbieters haben wir uns für die Firma PITEC entschieden, weil sie uns mit ihrem fundierten Wissen, ihrer Erfahrung und ihrem Produkt überzeugt haben.



”

**Werner März, Konstruktion und Schweißfachingenieur - Eggmühl 03/2023**

## Trumpf Machines SARL



“ Wir bei Trumpf haben uns bereits **2009 von dem HFMI-Effekt überzeugt** und uns nach einem Vergleich mehrerer Anbieter für PIT entschieden. Die Tatsache, dass die damals gekauften Systeme auch heute noch einwandfrei funktionieren zeigt, dass wir hier die richtige Entscheidung getroffen haben. Auch in einem Servicefall reagiert die PITEC stets schnell und zuverlässig, was die Zusammenarbeit immer sehr effizient macht ”



**Damien Clog - Welding Technology**

**SENNEBOGEN**

**SENNEBOGEN**

“**Durch die Anwendung des PIT Verfahrens  
konnte SENNEBOGEN die ohnehin schon  
gute Lebensdauer seiner Stahlkomponenten  
nochmal deutlich erhöhen**

Und das bestätigen uns auch unsere zufriedenen Kunden

”



**Dipl. Ing Ldg J. Reischer, IWE + IWI, Leitung QS Stahlbau**

**Beckmann und Volmer Service GmbH**



“ **Ein Schadensintervall von nur 6 Monaten  
veranlasste uns Ende 2010 erstmals  
die PIT - Technologie einzusetzen**

Da nun nach mehr als 2 Jahren noch kein neuer Riss entstanden  
ist, setzen wir für unsere Kunden künftig auf PIT.

”



**Vito Pirone - Salzbergen 04.04.2013**

## Neubau der weltgrößten Unterflurpresse

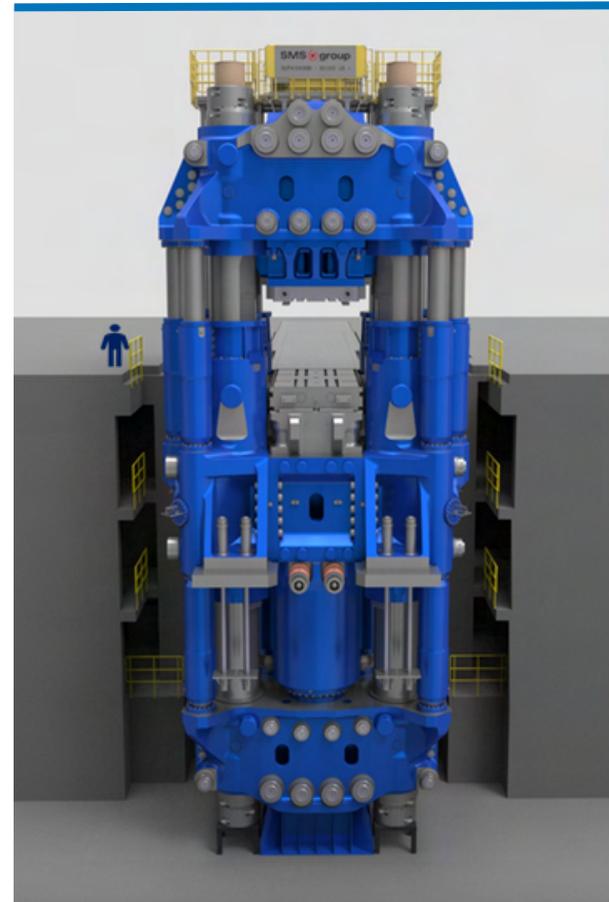
**SMS**  **group**

### Die SMS Group errichtet im Auftrag der OTTO FUCHS Gruppe

am Standort Paramount USA, bei der Tochtergesellschaft  
Weber Metals die neue Hydraulik Presse mit einer Kraft von 540 MN

Um die geforderten Festigkeitswerte nach FKM zu erreichen, entschied  
sich die SMS Group die Freisichtflächen der Bohrung flächig mit unserem  
PIT - Verfahren zu behandeln.

Besonders hervorzuheben ist in diesem Zusammenhang auch, dass SMS  
sich trotz einer Fläche von insgesamt mehr als 8m<sup>2</sup> für PIT statt für das  
Kugelstrahlen entschieden hat.



## Sanierung von Dampftrommeln im HKW der Stadtwerke München



### Bei Dampftrommeln im Heizkraftwerk der Stadtwerke München traten trotz professioneller Reparatur wiederholt Risse in den Rundnähten

Als Maßnahme wurde im Mai 2011 gemeinsam mit dem TÜV Süd beschlossen, an zwei Trommeln den kompletten Nahtbereich inkl. WEZ mit PIT zu behandeln.

Jedoch waren wir aufgrund den hohen Betriebstemperaturen von über 500° C auch bei PITEC skeptisch, ob sich die eingebrachten Druckeigenspannungen nicht zu stark reduzieren und so einen nachhaltigen Effekt beeinflussen.

Im Februar 2020 erfuhr das PIT-Team, dass bei den regelmäßigen Revisionen auch bis heute keine neuen Risse im PIT behandelten Bereich aufgetreten sind.



## Instandhaltung Arcelor Mittal



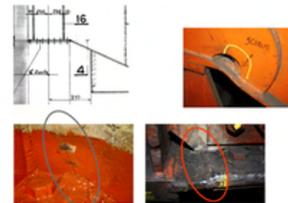
# Im belgischen Werk von Arcelor Mittal in Gent wurden 2012 im Bereich der Krananlagen 8000 Risse detektiert

Durch das R&D-Projekt im eigenen Institut OCAS erkannten sie 2014 PIT als die vielversprechendste Lösung und führten das Verfahren in der Instandsetzung ein.

5 Jahre später, im Jahr 2019 lag die Anzahl an detektierten Rissen bei nur noch 700. Dies entsprach einer Reduktion von über 90%!

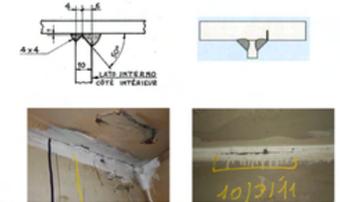


Examples of fatigue in cranes



Copyright © ArcelorMittal 2022/2016

Examples of fatigue in cranes



Copyright © ArcelorMittal 2022/2016

**Wünschen Sie auch ein unverbindliches Erstgespräch?**

# Sprechen Sie uns an

## Geschäftssitz (kfm.)

Essenberger Straße 85-93  
D-47059 Duisburg

## Vertrieb & Technik

Siemensstraße 1b  
D-50170 Kerpen

☎ **+49 (0) 2273 / 95108-60**

✉ **info@pitec-gmbh.com**



**PITEC Deutschland GmbH**