



Thermo Profil Scanner

in der Anwendung
beim

HFI -
Rohrschweißen

We eye
Your
welding
Quality

HKS-Prozesstechnik GmbH

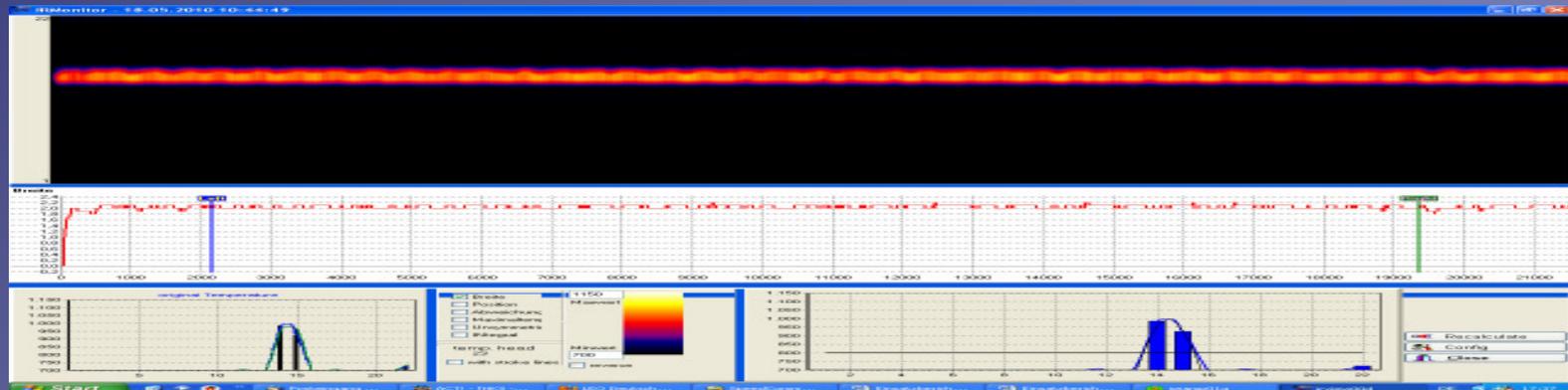
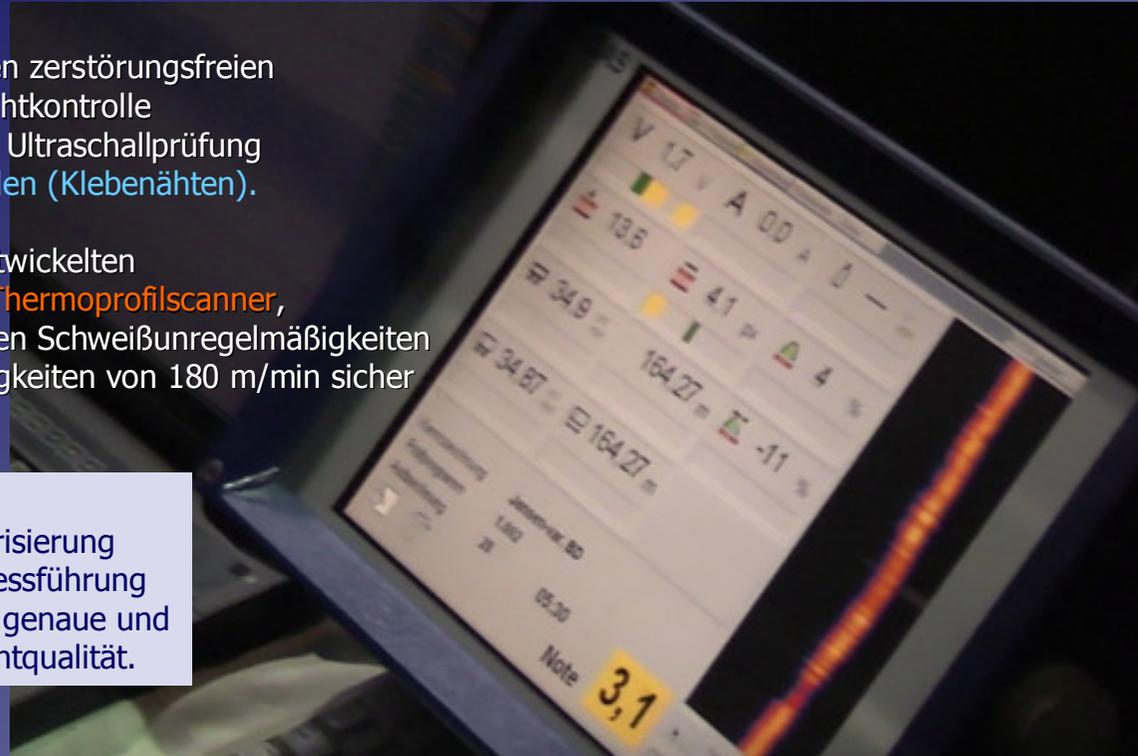


Ausgangslage beim Hochfrequenzschweißen



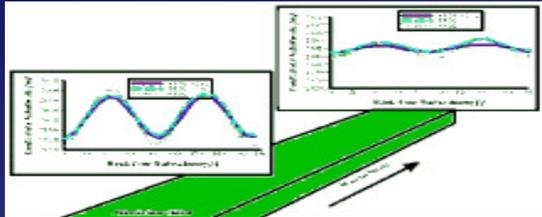
- Die üblicherweise eingesetzten zerstörungsfreien Prüfverfahren zur Schweißnahtkontrolle wie Wirbelstromprüfung und Ultraschallprüfung versagen bei kalten Fugstellen (Klebenähten).
- Mit Anwendung einer neu entwickelten Wärmefelderfassung, dem **Thermoprofilscanner**, können diese und alle anderen Schweißunregelmäßigkeiten auch bei Schweißgeschwindigkeiten von 180 m/min sicher erkannt werden.

Gleichzeitig ermöglicht die Visualisierung und Parametrisierung des Wärmefeldes eine Prozessführung der Schweißanlage für eine genaue und reproduzierbare Schweißnahtqualität.



Nachteile bekannter Prüfverfahren

Ultraschall-Verfahren



Kalte Schweißungen werden nicht erkannt, da keine Kante vorhanden ist, an der ein Ultraschallsignal reflektiert werden kann.

Nicht einsetzbar zur Prozessführung

Pyrometer

Ermittelt die mittlere Temperatur in einem Meßfleck

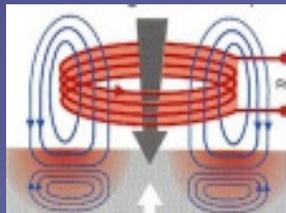


Wird zur Prozessführung eingesetzt, allerdings sind die Ergebnisse teilweise nicht zuverlässig. Da kein homogenes Wärmefeld vorliegt, ist die gemessene Temperatur vom Ort und der Temperaturverteilung in der Schweißnaht stark abhängig.

Wird nicht zur Fehlererkennung eingesetzt

Wirbelstromverfahren

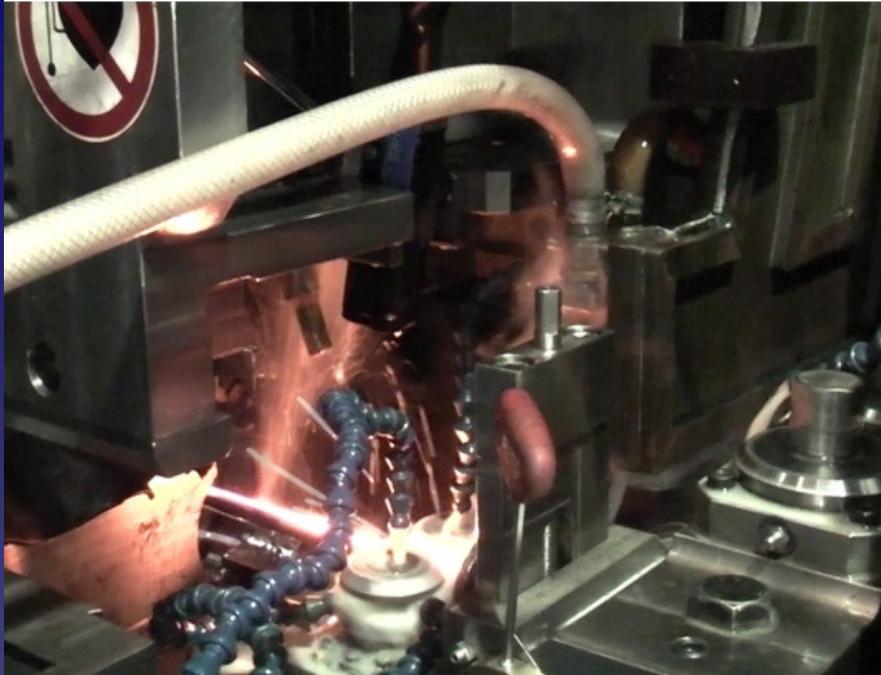
Induziert Wirbelströme in den Grundwerkstoff und wertet Störungen im Stromverlauf aus



Kalte Schweißungen werden nicht erkannt, da dort keine Ablenkung des Magnetfeldes erfolgt.

Nicht einsetzbar zur Prozessführung

Der Blick in die Schweißnaht



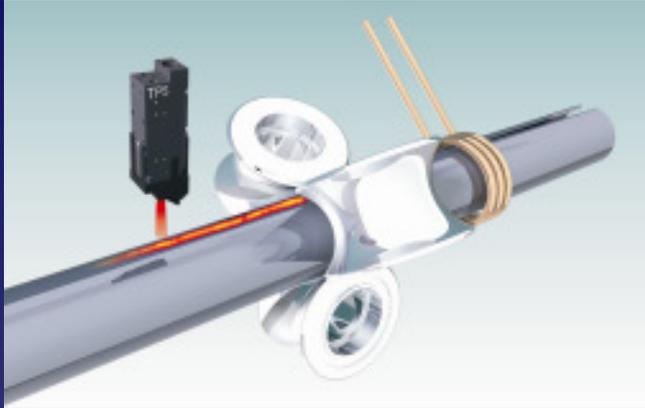
Beim Schweißen werden durch örtlichen Energieeintrag Werkstoffe geschmolzen und im Gefüge gewandelt.

Die korrekte Wärmeeinbringung als auch die ungestörte Wärmeausbreitung sind ein entscheidendes Merkmal zur Beurteilung der Schweißnähte.

Das menschliche Auge kann Wärmestrahlung nicht erfassen. Der sichtbare Teil der glühenden Naht überstrahlt die Wärmeinformationen um ein Vielfaches.

Dazu ist eine Technik nötig, die diese Wärmeinformationen dauerhaft, hoch genau und unter den Bedingungen der Produktion reproduzierbar messen kann. Für diese Zwecke und den Erfahrungen aus 18 Jahren Schweißfertigungsüberwachung wurde entwickelt und patentiert, der

Arbeitsweise ThermoProfilScanner



Der ThermoProfils Scanner erfasst ständig das Temperaturprofil **quer zur Schweißnaht.**

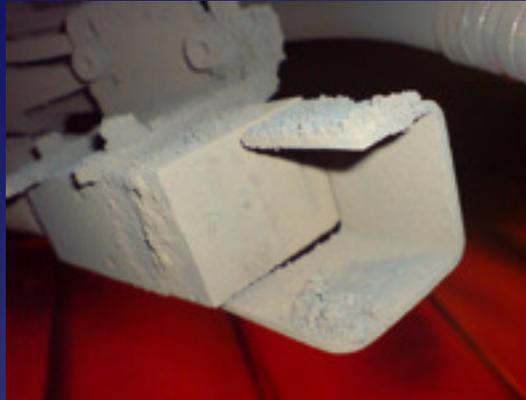
Durch eine kontinuierliche Bewegung des Rohres entsteht ein Wärmebild der gesamten Schweißnaht.

Technische Merkmale:

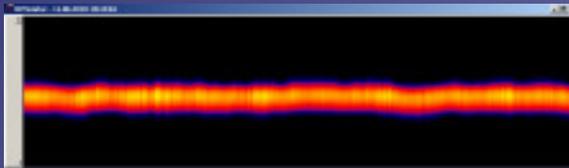
- Arbeitsabstand 15 bis 200 mm
- Abtastfrequenzen ≥ 400 Profile/s und Belichtungszeiten einer einzelnen Zeile von $50 \mu\text{s}$ ermöglichen die Anwendung bei Geschwindigkeiten bis 180 m/min.
- Technische Merkmale ermöglichen einen **Dauereinsatz beim Hochfrequenz-Induktionsschweißen** (starke Wärmestrahlung, Schweißrauch, Wasserdampf, Wassertropfen etc.):
 - ✓ Glasfreie Konstruktion
 - ✓ Gasspülung
 - ✓ Antihafkonzept gegen Schweißspritzer
 - ✓ integrierte Wasserkühlung
 - ✓ Spritzwasserschutz (optional)



Extrem robuster Einsatz direkt hinter dem Schweißpunkt

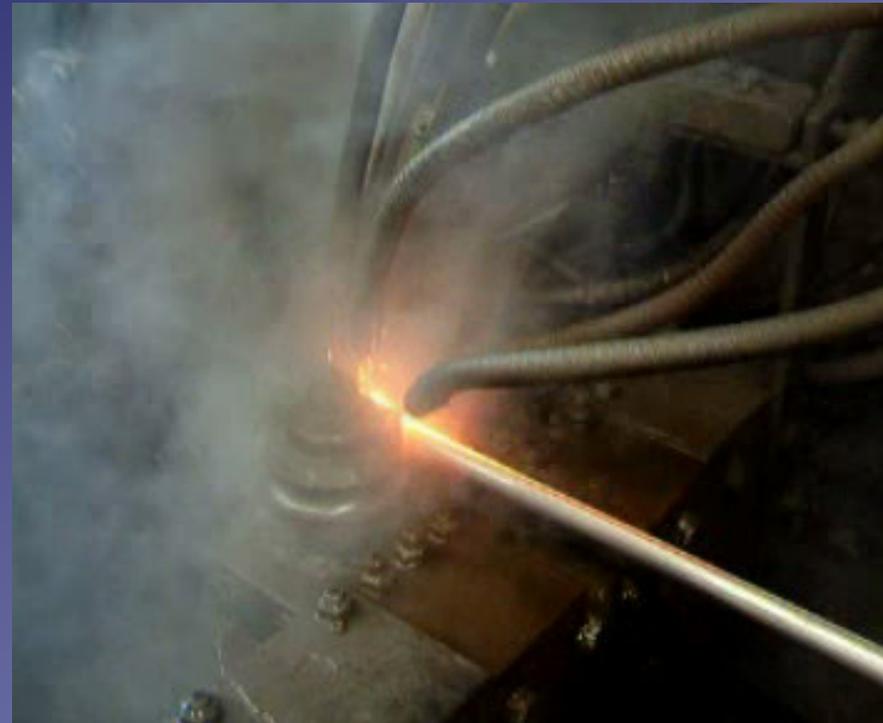


Das Wärmeprofil wird **nach der Erstarrung der Schweißnaht** erfasst, bevor diese abgekühlt ist. In dieser Phase zeigen sich im Temperaturverlauf gestörte Bereiche deutlich.



Je nach Anwendung ist dies 5 bis 300 mm hinter dem Schweißpunkt.

Der Sensor widersteht extremen Umweltbedingungen und arbeitet zuverlässig umgeben von Hitze, Dreck, Wasserdampf, Schweißspritzern, Kühlmitteltropfen...

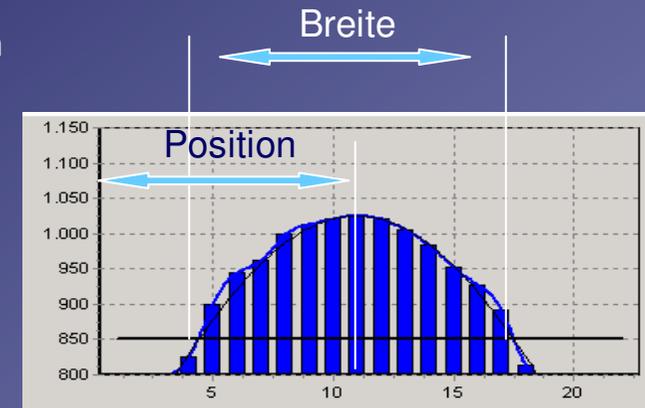


Beispiel konduktives HF-Schweißen

Neuartige Möglichkeiten der Nahtkontrolle

Die Temperaturprofile werden *in Echtzeit* verarbeitet und ausgemessen. Zu diesen Messgrößen beim HF-Schweißen zählen:

- Breite oberhalb einer Temperatur
- Position des Wärmeschwerpunktes
- Maximaltemperatur
- Symmetrie ...



Schweißunregelmäßigkeiten gegenüber einer OK-Naht werden als Abweichungen der Temperaturprofile erkannt und signalisiert.

Die Merkmale der Temperaturprofile (Breite, Position ..) lassen sich wie andere Messgrößen einlernen und durch Grenzwerte (Hüllkurven) überwachen.

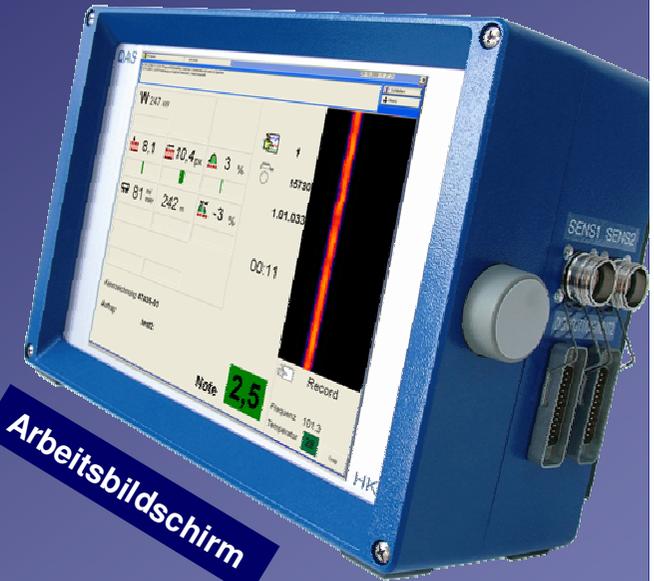


Der ThermoProfilScanner als Bestandteil des Überwachungssystems WeldQAS

Messung des Wärmefeldes



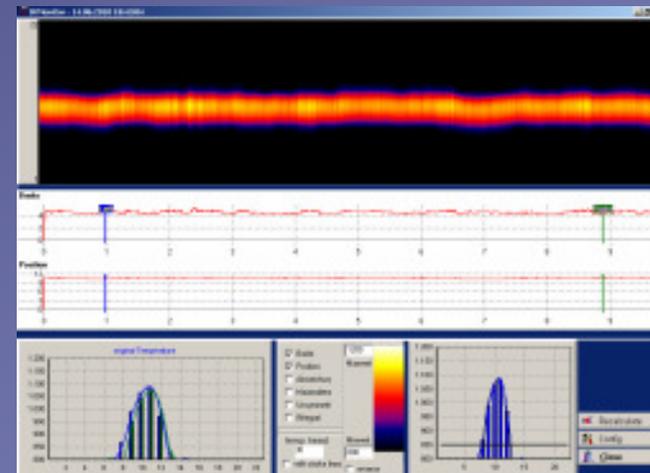
System zur Schweißdaten-Überwachung WeldQAS



Arbeitsbildschirm

| Zeit | Fuhr | AutZ | Pos. | Bewertung |
|----------|------|------|---------|-----------|
| 18:59:01 | 6 | 62 | 149,7 m | |
| 18:53:05 | 6 | 61 | 148,7 m | |
| 18:47:12 | 4 | 60 | 157,7 m | |
| 18:46:42 | 3 | 59 | 151,7 m | |
| 18:39:47 | 2 | 58 | 160,1 m | |
| 18:33:54 | 1 | 57 | 124,1 m | |
| 18:28:03 | 4137 | 56 | 118,1 m | |
| 18:27:17 | 4136 | 55 | 112,0 m | |
| 18:26:17 | 4135 | 54 | 111,3 m | |
| 18:20:23 | 4134 | 53 | 110,3 m | |
| 18:14:29 | 4133 | 52 | 104,3 m | |
| 18:08:35 | 4132 | 51 | 96,2 m | |
| 18:02:42 | 4131 | 50 | 92,2 m | |
| 12:56:47 | 4130 | 49 | 86,2 m | |
| 12:50:54 | 4129 | 48 | 86,2 m | |
| 12:44:59 | 4128 | 47 | 74,1 m | |
| 12:39:05 | 4127 | 46 | 66,1 m | |
| 12:33:11 | 4126 | 45 | 62,1 m | |
| 12:27:18 | 4125 | 44 | 56,1 m | |
| 12:21:23 | 4124 | 43 | 50,0 m | |

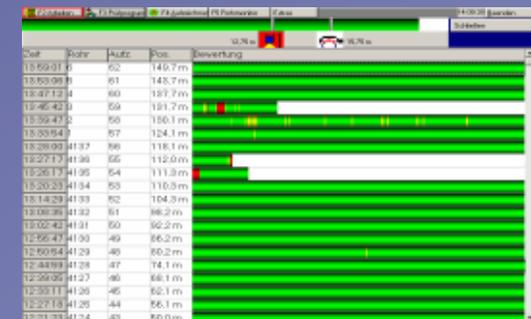
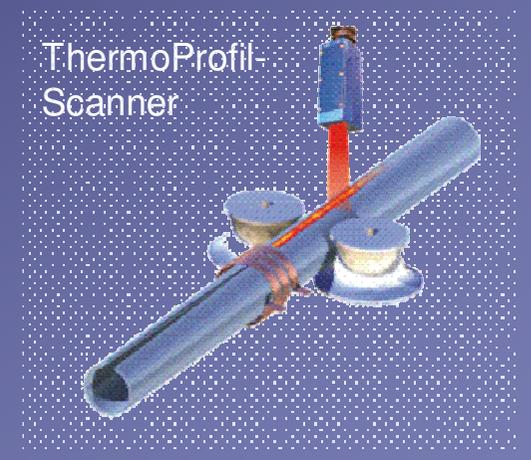
Rohrmonitor



Wärmefeldauswertung

Arbeitsweise des ThermoprofilSanners

1. Der Thermoprofilscanner erfasst die Temperatur über der Schweißnaht und sendet diese Daten an das WeldQAS-Gerät
2. Das WeldQAS-Gerät berechnet dabei für jede Zeile Merkmale dieses Profils (Breite und Position des Wärmefeldes, Symmetrie und Maximaltemperatur ...)
3. Zeitgleich werden die Wärmebilder vom WeldQAS visuell dargestellt, gespeichert und mit einstellbaren Sollwerten verglichen.
4. Durch Überschreiten von Grenzwerten erkennt das Gerät Schweißunregelmäßigkeiten sowie deren Position im Rohr.
5. Das Fehlersignal wird entweder sofort ausgegeben oder bei Passieren der fehlerhaften Stelle an der Markiereinheit.
6. Das WeldQAS-Gerät speichert die Daten zugehörig zu den Rohren, die nummeriert werden, indem es sich mit dem Sägesignal der Anlage synchronisiert.
7. Die Daten liegen in einer Datenbank vor und werden in einem Rohrmonitor übersichtlich dargestellt.



Anwendungsbeispiele



1. **Konduktive HF - Rohrschweißanlage**
2. **Hochfrequenz - Induktions - Rohrschweißanlage**

Beispiel 1 Konduktive HF - Rohrschweißanlage



Anwendungsdaten TPS

Nachlauf zum Schweißpunkt: **100 mm**

Arbeitsabstand: **60 mm**

Gasspülung Schutzgas: **3 l/min**

Schweißgeschwindigkeit **80 m/min**

Wasserkühlung

Rohrmaß: **13 x 2,5 mm**

HFI-Generator 250 kW – konduktives HF-Schweißen

Rohre werden auf Coil gewickelt

Aufgabe

- Schaffung einer Einstellhilfe für optimale Schweißparameter auf Basis des Wärmefeldes
- Erkennung von sichtbaren und nicht sichtbaren Schweißfehlern, kalte Fügstellen (Klebenähte), zu großer Wurzelfurchhang
- Farbmarkierung der Fehlerstellen
- Ablösung von Wirbelstromsystemen, die diese Fehler nicht finden können

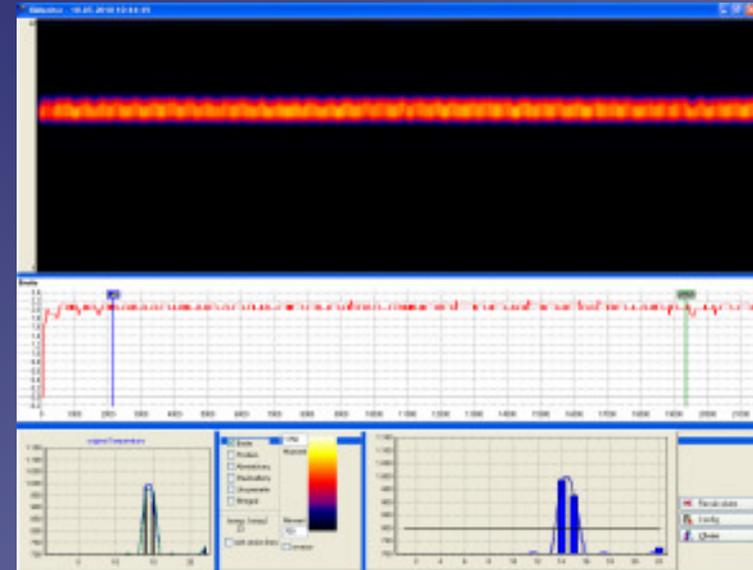
Beispiel 1 Konduktive HF - Rohrschweißanlage



Arbeitsmonitor mit aktueller Nahtbewertung und Wärmefeld

Erfasst werden

- Generatorleistung
- Bandposition und -geschwindigkeit



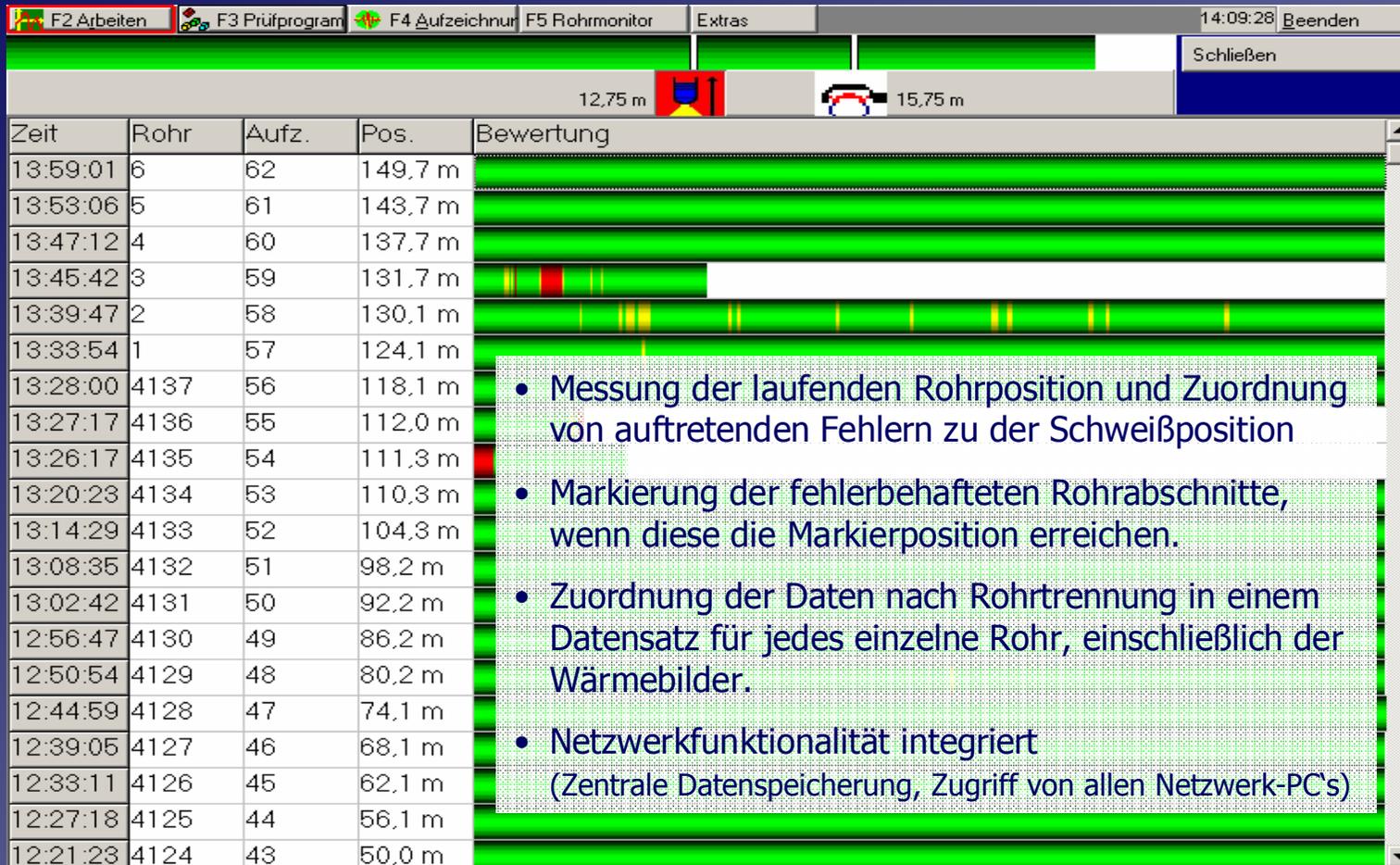
Wärmefeld eines 21 m langen Rohrabschnittes

Aus dem Wärmefeld werden berechnet:

- Schweißnahtposition
- Breite der Temperaturzone
- Symmetrie des Wärmefeldes

Beispiel 1 Konduktive HF - Rohrschweißanlage

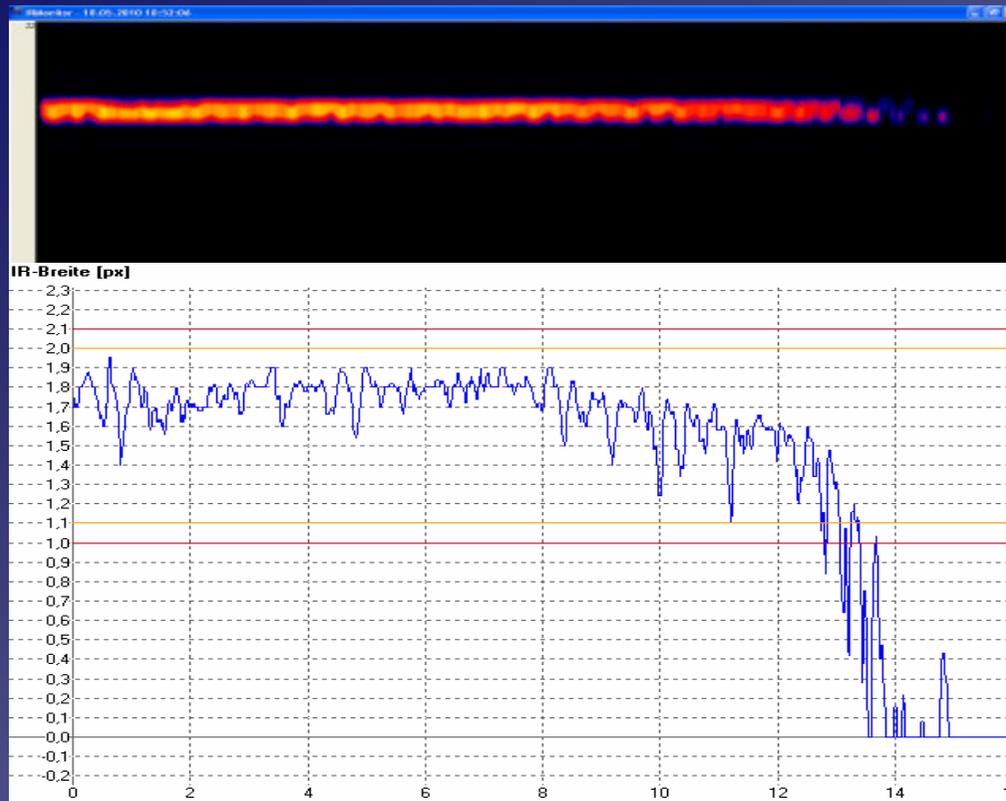
Besonderheiten beim Endlosrohrschweißen



Rohr-Monitor - Grafische Darstellung der letzten 40 Rohre

Beispiel 1 Konduktive HF - Rohrschweißanlage

Auffinden von kalten Fugestellen



Wärmefeld bei Fehler durch kalte Nahtstelle

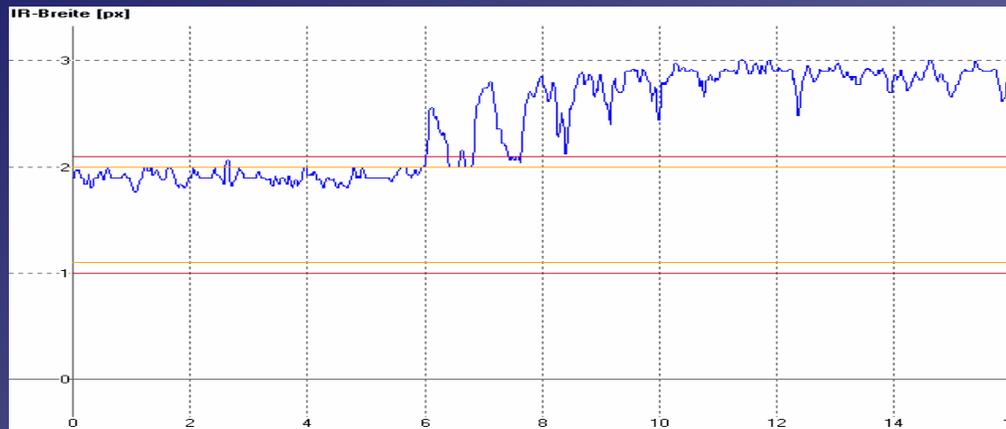
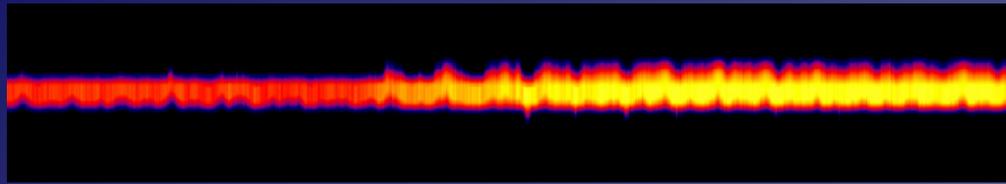
Wird die Schmelztemperatur nicht mehr erreicht, sinkt die Temperatur in der Fügezone.

Der Sensor ermittelt die Breite des Wärmefeldes über einer festgelegten Temperaturschwelle. Zu kalte Schweißnähte (Klebefügung) zeigen sich sehr deutlich in der abnehmenden Wärmefeldbreite.

Breite des Wärmefeldes mit eingelernten Grenzwerten

Beispiel 1 Konduktive HF - Rohrschweißanlage

Falsch eingestellte Schweißleistung



Wärmefeld bei zu hoch eingestellter Leistung

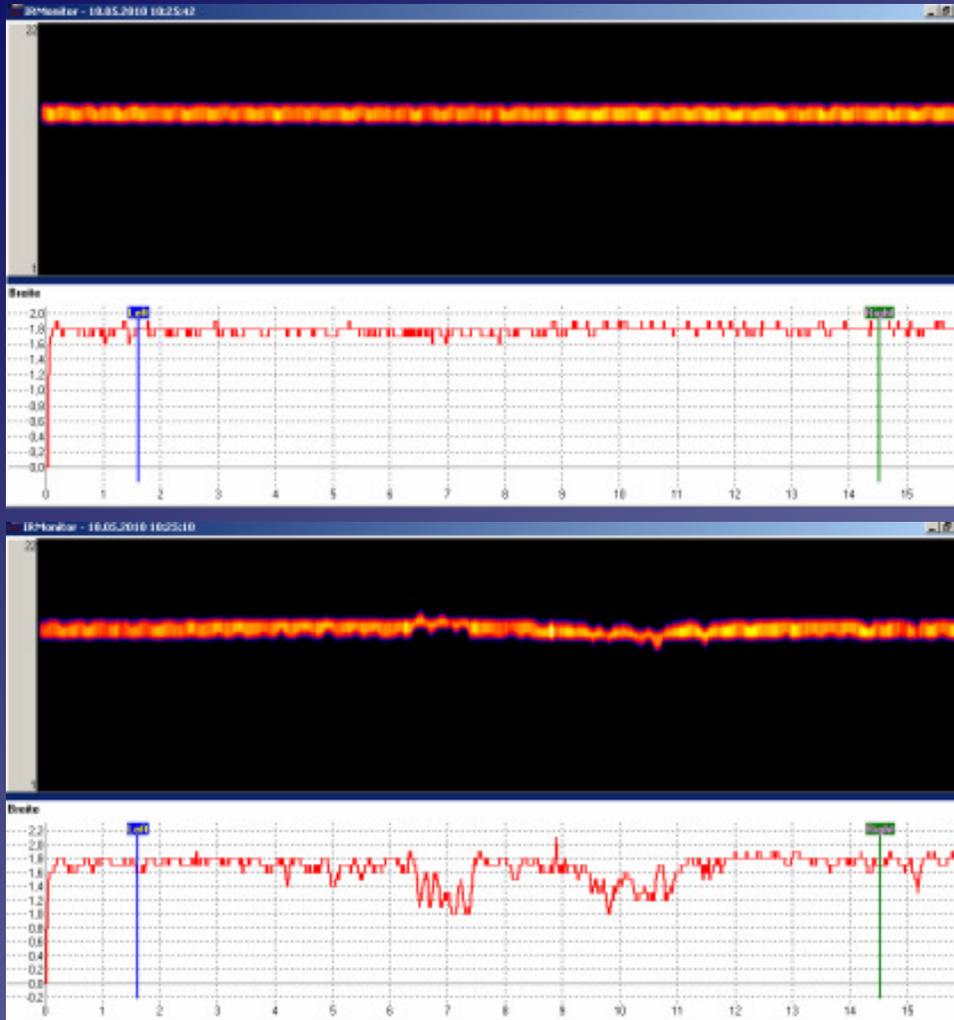
Infolge dessen entstehen Fehler wie zu großer Wurzeldurchhang, Spritzer, Verbrennungen.

Die Breite des Wärmefeldes zeigt den zu großen Wärmeeintrag

Beispiel 1 Konduktive HF - Rohrschweißanlage

Vergleichende Darstellung

Temperaturbild einer i.O. -
Schweißnaht im Vergleich zu einer
Naht mit ungleichmäßigem
Wärmebild.



Beispiel 2 Hochfrequenz-Induktions - Rohrschweißanlage

Aufgabe

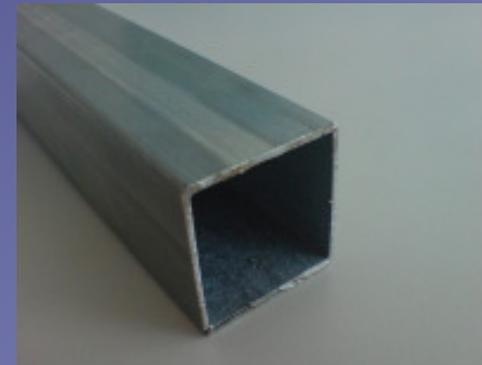
Finden von kalten Fugestellen, (Klebenähte), die durch die integrierte Wirbelstrom- und Ultraschallmessung nicht erkannt werden.

Bisher war nur eine zerstörende stichpunktartige Prüfung möglich. Rohre, die unter Belastung beim Kunden undicht wurden, konnten bisher nicht aussortiert werden.

Sicherung einer konstanten Fertigungsqualität auf Basis des Wärmefeldes

Anwendungsdaten TPS

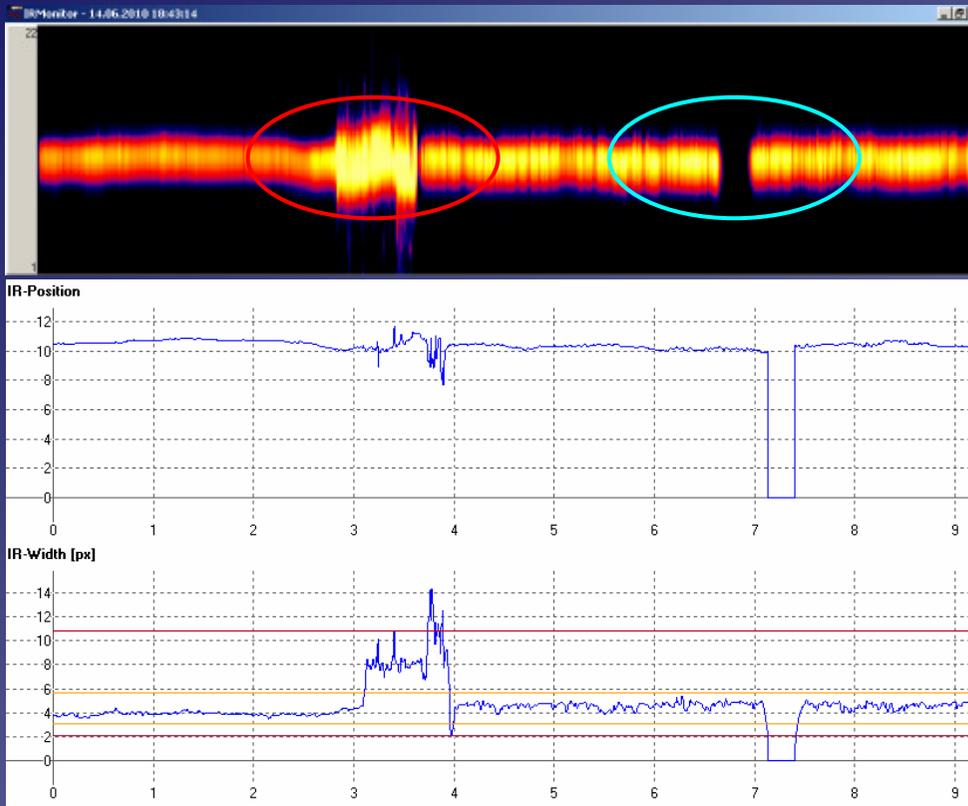
Nachlauf zu den Rollen: **50 mm**
Abtastfrequenz: **200 Hz**
Arbeitsabstand: **120 mm**
Gasspülung Schutzgas: **15 l/min**
Schweißgeschwindigkeit bis zu **60 m/min**
Wasserkühlung



Beispiel 2 Hochfrequenz - Induktions - Rohrschweißanlage

Fehler in der Leistungsanpassung

Stahl - Rohr 13*2,2 mm, 5,6 m lang



(rote Markierung)

Bei zu hoher Energie kommt es zu einer sehr starken Aufheizung (hier für die Dauer von 0,85s. Die Temperaturen sind höher und die Wärmezone ist deutlich breiter. (weiterer Zoom nächste Folie)

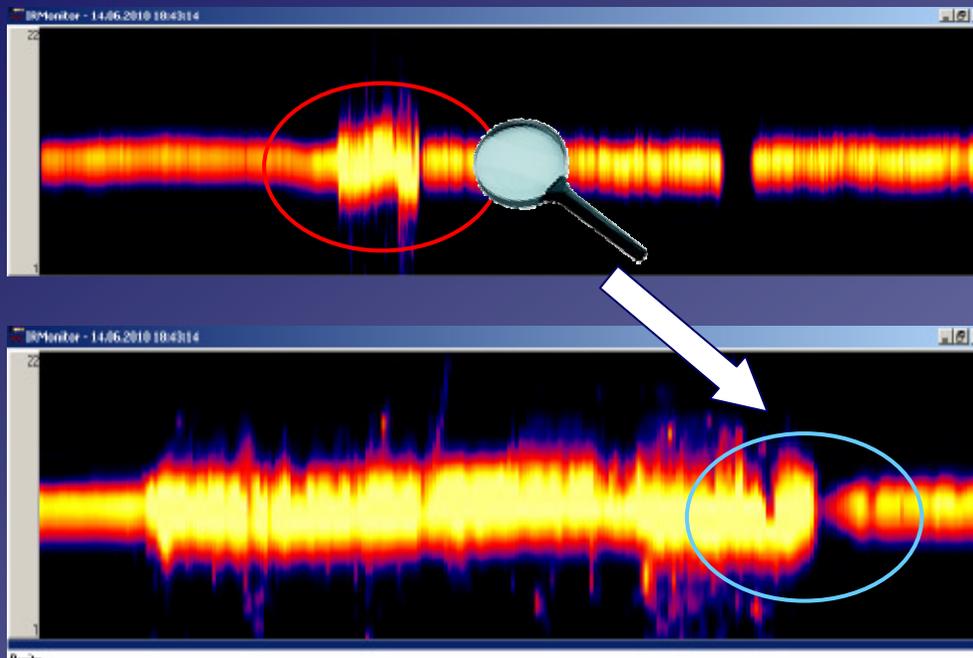
(blaue Markierung)

kalte Fugestelle (0,3s lang)

Diese fehlerhaften Abschnitte werden mittels TPS und der dazugehörigen Überwachung sicher erkannt und markiert.

Beispiel 2 Hochfrequenz - Induktions - Rohrschweißanlage

Beispiel für Sensibilität der Wärmerfassung an der Schweißnaht



Der gezoomte Bereich zu hoher Energie (aus voriger Folie) enthält am Ende eine kalte Stelle

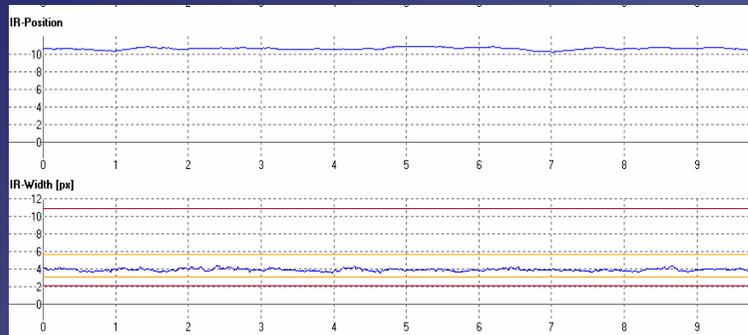
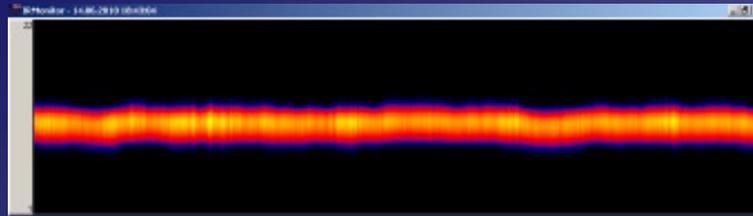
(blaue Markierung)
Kalte Stelle (Energieeinbruch) für die Dauer von 40 ms .

Diese fehlerhaften Abschnitte werden mittels TPS und der dazugehörigen Überwachung sicher erkannt und markiert.

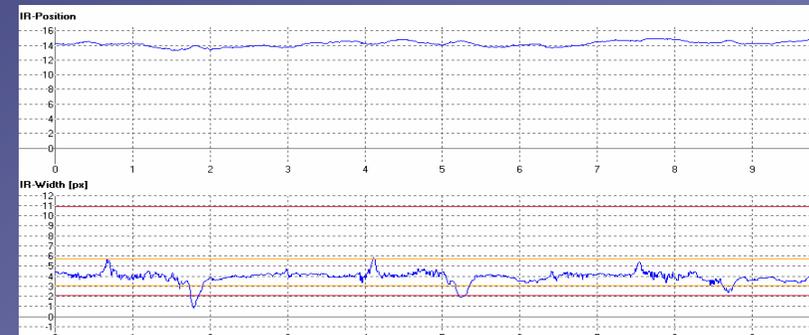
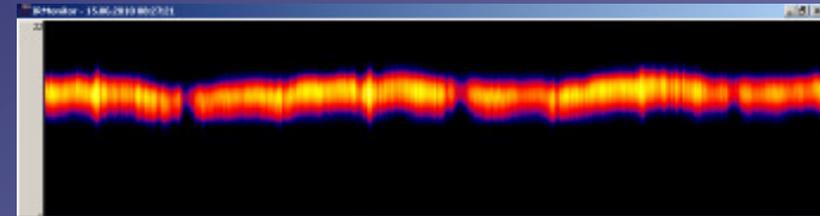
Beispiel 2 Hochfrequenz - Induktions - Rohrschweißanlage

Gegenüberstellung von Bandqualitäten

Stahl - Rohr 13*2,2 mm



Gleichmäßiges Wärmefeld

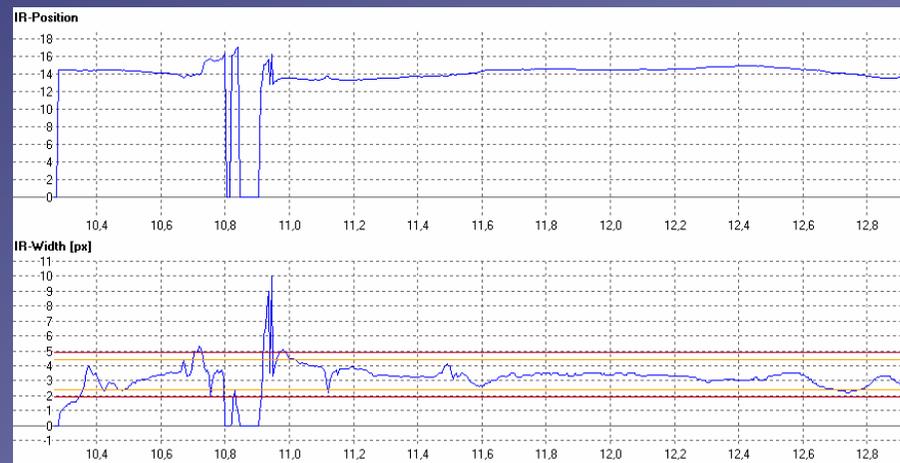
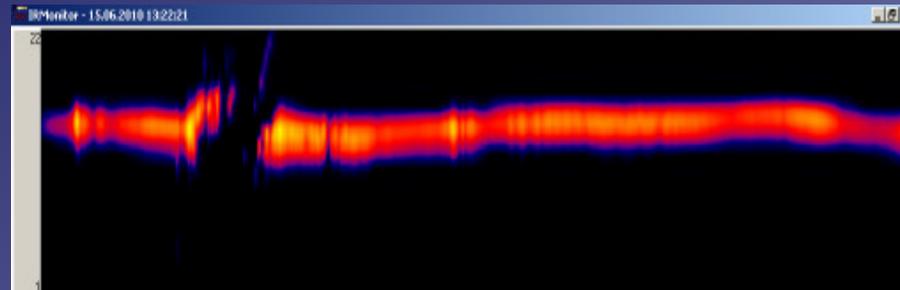


Ungleichförmiges Wärmefeld durch Schwankungen im Bandmaterial

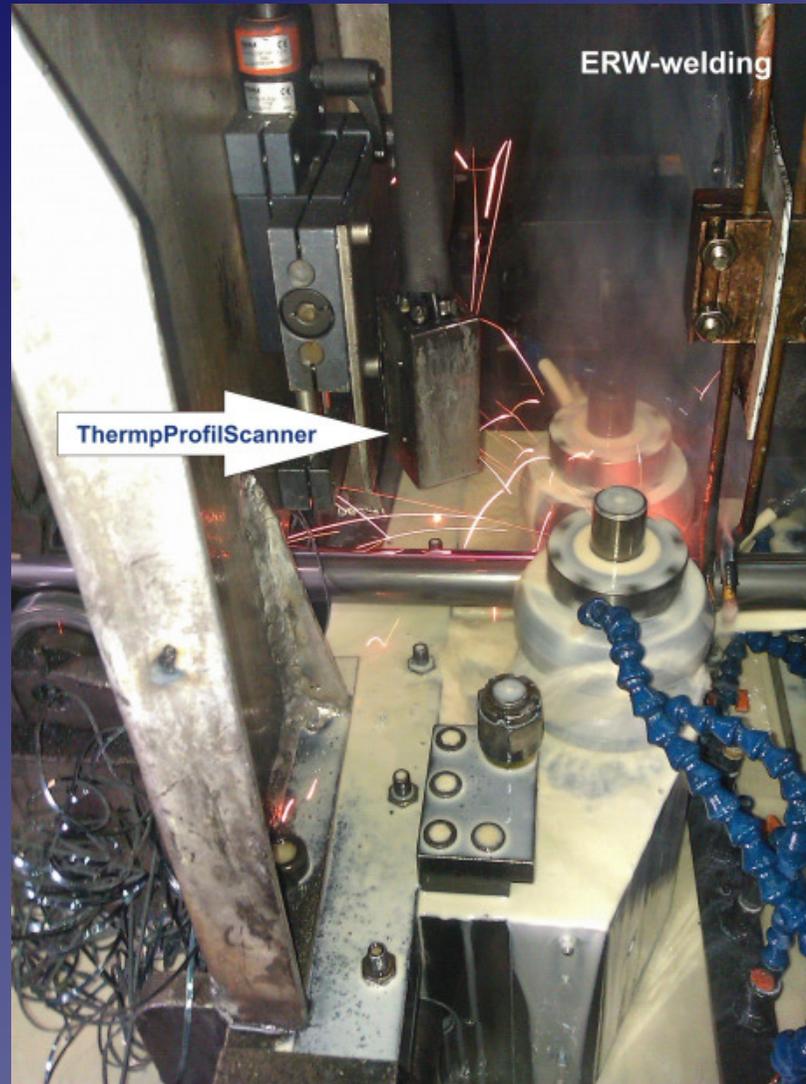
Beispiel 2 Hochfrequenz - Induktions - Rohrschweißanlage

Wärmefeld beim Aufplatzen an der Nahtstelle zweier Coils

Stahl - Rohr 13*2,2 mm



Anbaubeispiele für den TPS



HFI-Prozess

HFI – Prozess 105 x 3 mm / 30 m/min



HFI – Prozess 80 x 3 mm 40 m/min

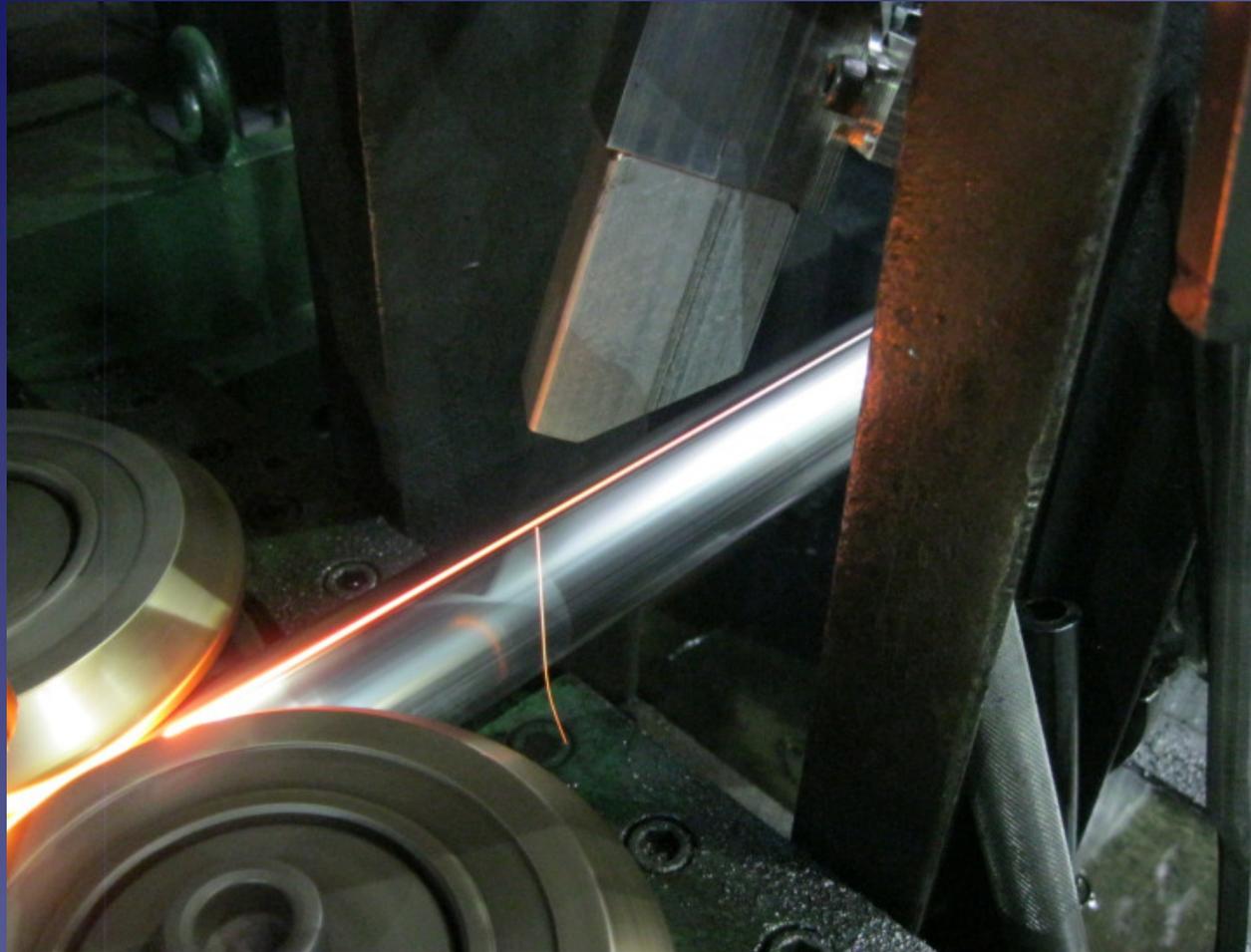


HFI – Prozess

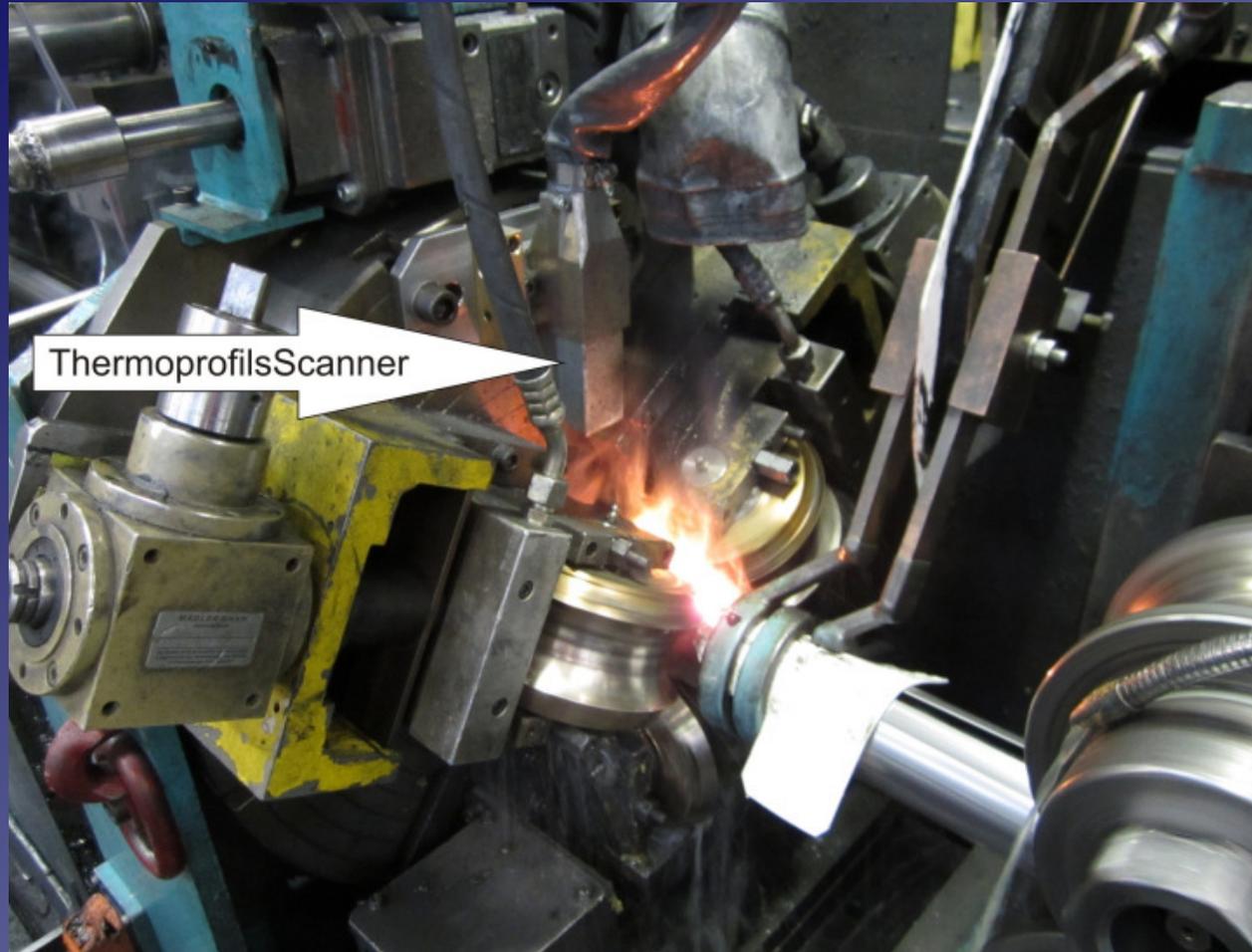
90 x 2 mm / 79 m/min



HFI – Prozess 120 x 4.5 mm / 45 m/min



HFI - Schweißen



www.hks-prozesstechnik.de

Vielen Dank für Ihr Interesse.



Für Anfragen steht Ihnen gern
zur Verfügung:

Thomas Köhler

Tel: 0345 / 68309 – 27

email: koehler@hks-prozesstechnik.de

**Quality
durch
Innovation**

HKS-Prozesstechnik GmbH

HKS
PROZESSTECHNIK