

Thermo Profil Scanner

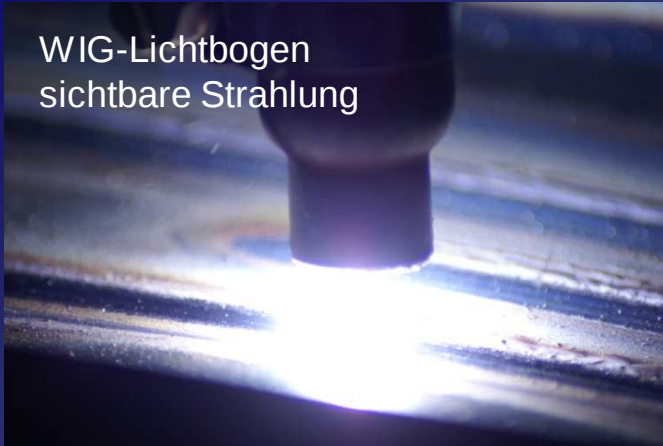
**Wir sehen
beim Schweißen
hin**

HKS-Prozesstechnik GmbH

HKS
PROZESSTECHNIK

Der Blick *durch den Lichtbogen* in das Wärmefeld

WIG-Lichtbogen
sichtbare Strahlung



Beim Löten und Schweißen werden durch örtliche Wärmeeinbringung 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 des Lichtbogens überstrahlt die Wärmeinformationen um ein Vielfaches.

WIG - Lichtbogen
nur Wärmestrahlung



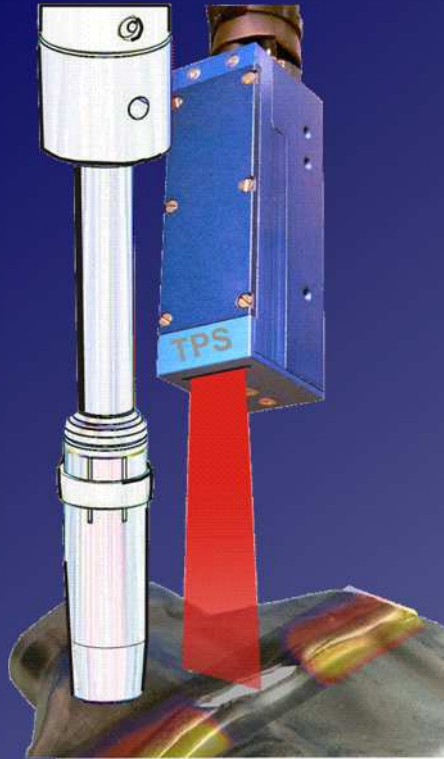
Dazu ist eine Technik nötig, die diese Wärmeinformationen

- trotz eines massiv strahlenden Lichtbogens
 - und einer durch Schweißrauche und Spritzer kontaminierten Umgebung
- dauerhaft erfasst.

*HKS stellt erstmals ein Gerät vor ,
das diese Anforderungen erfüllt*

ThermoProfil**S**canner (TPS)

Arbeitsweise ThermoProfilScanner



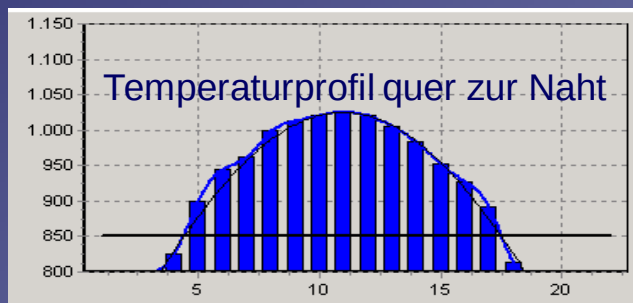
Der ThermoProfilscanner erfasst ständig das Temperaturprofil **quer zur Schweißnaht**.

Dabei ist er in der Lage, das Lichtbogenlicht auszublenden. Durch eine kontinuierliche Bewegung mit dem Schweißbrenner entsteht ein Wärmebild der Schweißnaht.

Technische Merkmale:

- Arbeitsabstand 15 bis 120 mm (Sonderentw. 200 mm)
- Abtastfrequenzen ≥ 400 Profile/s und Belichtungszeiten einer einzelnen Zeile von $50 \mu\text{s}$ ermöglichen die Anwendung bei Geschwindigkeiten von bis zu 15 m/min (Laser / Lichtbogen) oder Hochfrequenz von 180 m/min.
- Technische Merkmale ermöglichen einen **Dauereinsatz in stark kontaminierter Umwelt (Schweißbrauche, Schweißspritzer, Wasserdampf etc.)**:

- ✓ Glasfreie Konstruktion
- ✓ Gasspülung
- ✓ Antihaftkonzept gegen Schweißspritzer
- ✓ integrierte Wasserkühlung



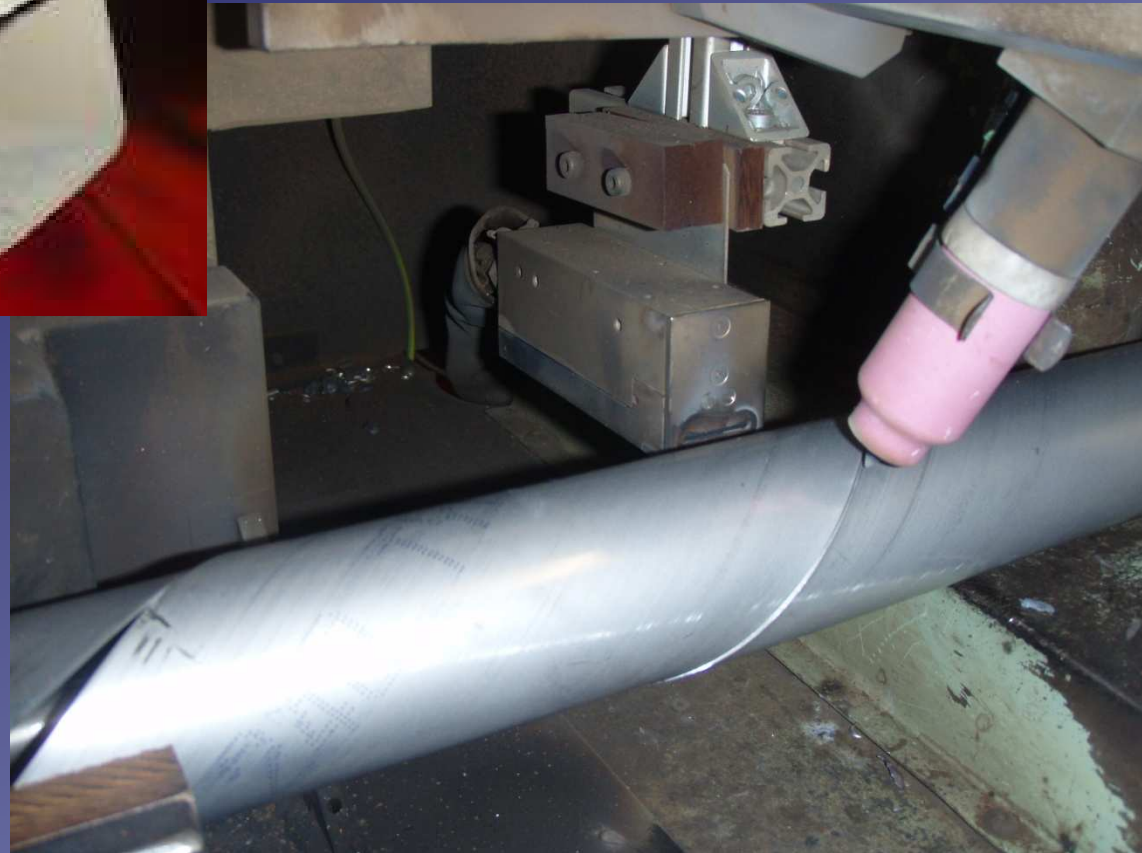
Extrem robuster Einsatz direkt am Schweißbrenner



Das Wärmeprofil wird
nach der Erstarrung
der Schweißnaht
erfasst, bevor diese
abgekühlt ist.

Je nach Anwendung
ist dies 5 bis 40 mm
hinter dem Brenner.

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



Der Blick *in* die entstehende Schweißnaht

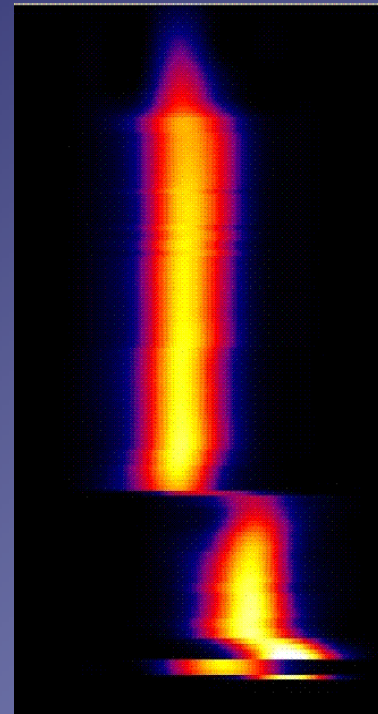
Das Wärmeprofil wird **nach der Erstarrung der Schweißnaht** erfasst, bevor diese abgekühlt ist.

Je nach Anwendungen ist dies 5 bis 40 mm hinter dem Brenner.

Lötnaht mit Versatz



Zugehöriges Wärmebild



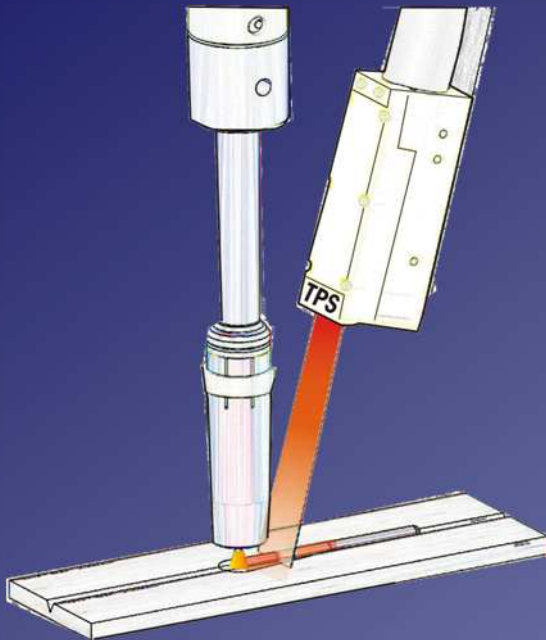
Neuartige Möglichkeiten der Nahtkontrolle

TPS =

Visuelle Nahtinspektion
zur Erkennung der Schweißnahtlage

+

**Beurteilung der metallurgisch-
thermischen Vorgänge in der Naht**
zur Erkennung von Einbrand und Flankenbindefehlern



Die Temperaturprofile werden **in Echtzeit** verarbeitet und hinsichtlich Breite, Position, Symmetrie etc. analysiert.

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 der
Schweiß-
parameter

Sensoren



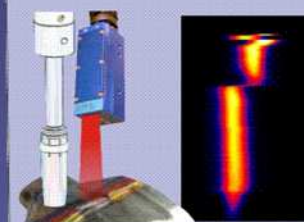
Strom +
Spannung

Drahtvorschub

Gas-
durchfluss

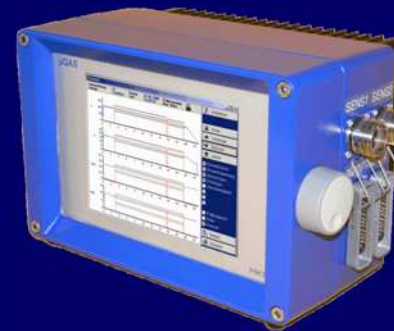
Messung des
Wärmefeldes

ThermoProfilScanner



WeldQAS

System zur
Schweißdaten-
überwachung



**Fertigung
dokumentieren**

Umfangreiche Darstell-
und Analysefunktionen

**Schweißprozess
beaufsichtigen**

Toleranzbänder
für Warnungen und Fehler

**Fehler finden
und aussortieren**

automatische Aussortierung
fehlerhafter Teile in der
Serienproduktion

Fehlerausgang für
Teilemarkierung,
Aussortierung, Alarmierung

TPS im Vergleich zu anderen Prüfverfahren

Andere Prüfverfahren

Optische offline-Verfahren nach dem Schweißen

(Automatische Visualisierungsstation mit Lasertriangulation)

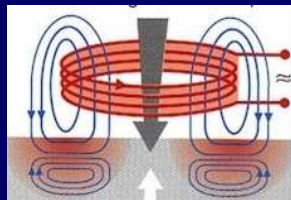
Prinzip:

Laser projiziert Schnittlinie auf die Naht, ein Kamerasystem mit Bildverarbeitung wertet das Muster aus.

Wirbelstromverfahren

Prinzip:

Induziert Wirbelströme in den Grundwerkstoff und wertet Störungen im Stromverlauf aus



Prüfung mit ThermoProfilScanner

Vorteile beim Einsatz des TPS

- **Online-Verfahren - sofortige Fehlererkennung während des Schweißens**
- **keine zusätzliche Taktzeit nötig**
- ermöglicht demgegenüber **Fehlererkennung** bei
 - Poren
 - Einbrandfehlern
 - Bindefehlern unter der Oberfläche
- **deutlich geringere Investitionskosten**

Vorteile beim Einsatz des TPS

- ermöglicht demgegenüber Fehlererkennung bei
 - Nahtversatz
 - ungenügendem Einbrand
 - kleinen Löchern (1mm)
 - unsymmetrischem Flankeneinbrand
- **geringere Investitionskosten**

Anwendungsbeispiele



1. Plasmatronlöten im Karosseriebau
2. MAG-Schweißen bei Abgassystemen
3. Spiralrohrfertigung WIG
4. Längsrohrfertigung Plasma/WIG
5. Hochfrequenz-Induktions-Schweißen (HFI)
6. Forschung

Beispiel 1

Robotergeführtes Löten mittels Plasmatron im Karosseriebau



Beispiel 1 Plasmatronlöten Karosseriebau

Aufgabe

Erkennung von sichtbaren
Schweißunregelmäßigkeiten wie Bindefehlern
und Poren größer 1 mm.

ThermoProfilScanner

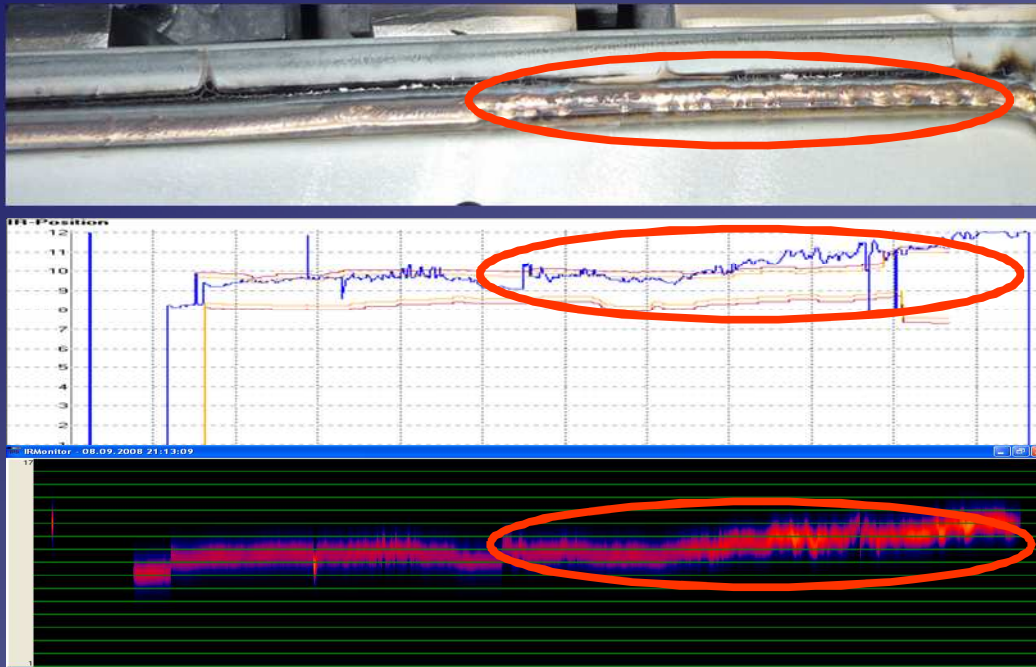
Nachlauf zum Brenner: **7 mm**
Abtastfrequenz: **140 Hz**
Auflösung: **0,9 mm**
Arbeitsabstand: **130 mm**
Gasspülung Schutzgas: **3 l/min**
Schweißgeschwindigkeit: bis zu **3 m/min**
Keine Wasserkühlung



Die unmittelbare Fehlererkennung verhindert eine Weiterverarbeitung des Teiles bis zur Gesamtkarosserie und **spart damit 1000 EUR je rechtzeitig gefundenem Fehler**.

Beispiel 1 Plasmatronlöten Karosseriebau

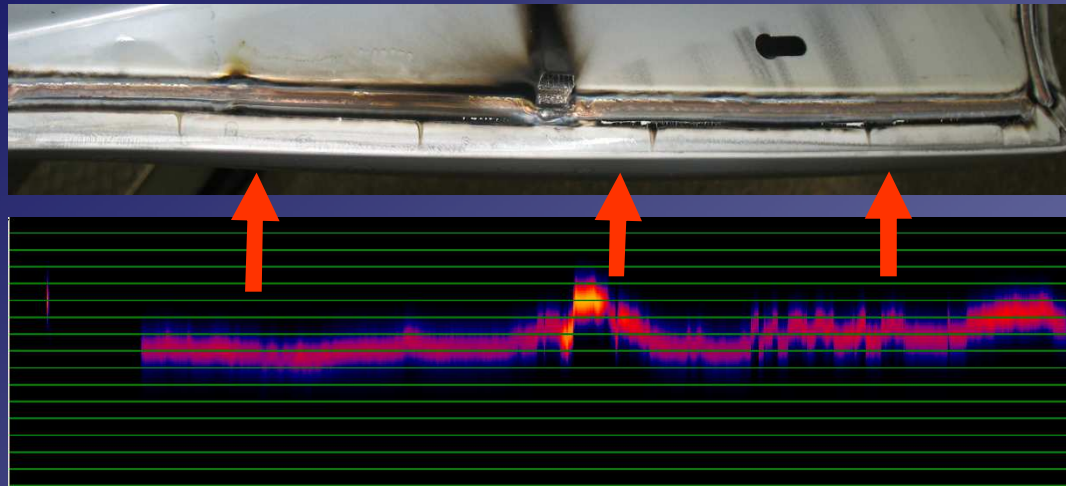
Fehlerbild: großer Bindefehler



Bereits am Anfang verlagert sich die Naht an den Rand, dann Aufbruch und Bindefehler.

Beispiel 1 Plasmatronlöten Karosseriebau

Fehlerbild: kleine Bindefehler

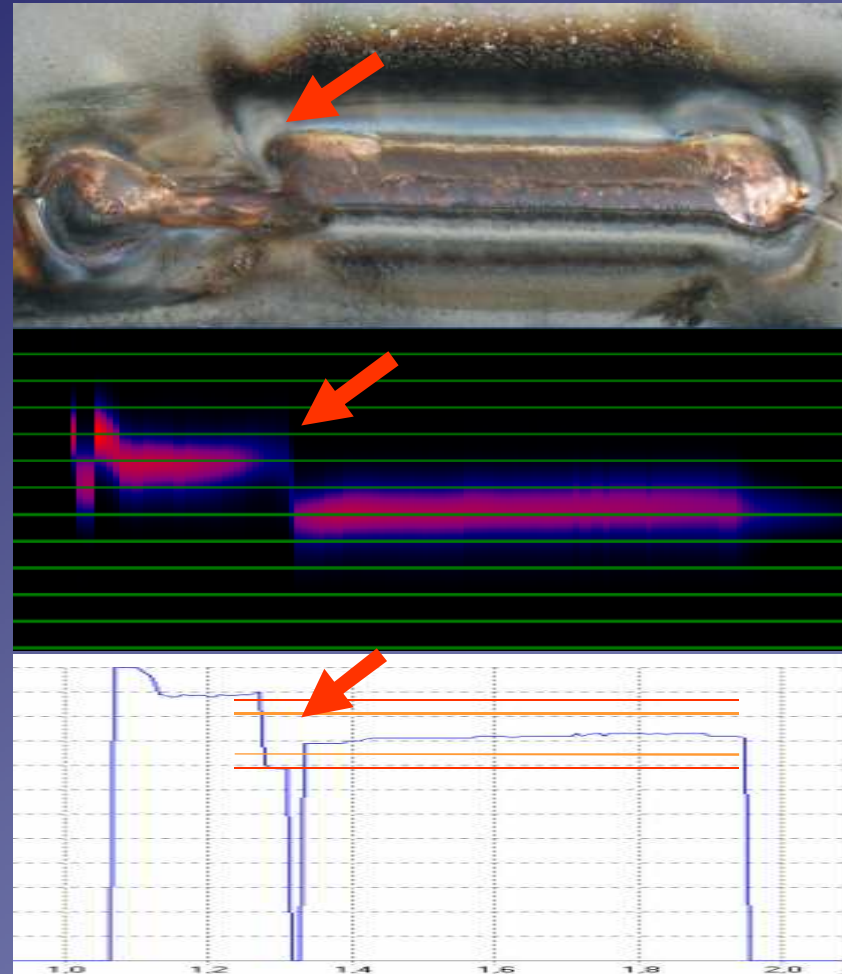


- Bindefehler verursacht durch schadhafte Elektrode
- Zunehmend unruhiger Nahtverlauf zum Ende der Lötung



Beispiel 1 Plasmatronlöten Karosseriebau

Fehlerbild:
Keine Anbindung auf
den ersten 5 mm



Beispiel 2 Robotergeführtes MAG-Schweißen von Abgassystemen

Aufgabe:

- Nachweis der Erkennung von sichtbaren Schweißunregelmäßigkeiten beim MAG-Schweißen.
- Kunde wünschte eine einfachere und robustere Handhabung als bei der vorhandenen optischen Nahtvermessung (nach dem Schweißen).
- Nachweis einer sicheren Durchbranderkennung.

ThermoProfilScanner

Nachlauf zum Brenner: **40 mm**

Abtastfrequenz: **100 Hz**

Auflösung: **0,9 mm**

Arbeitsabstand: **60 mm**

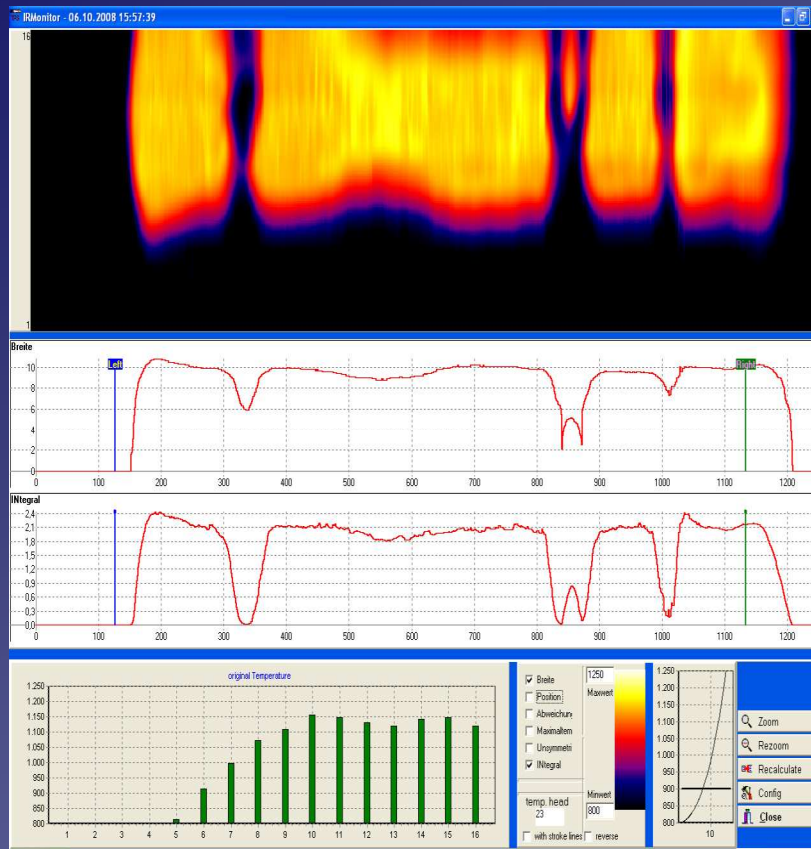
Gasspülung Schutzgas: **3 l/min**

Schweißgeschwindigkeit: **60 cm/min**

Keine Wasserkühlung

Beispiel 2 Abgassysteme MAG-Schweißen

Fehlerbild: mehrfache Durchbrandfehler



Durch die schlechte Wärmeleitung des Cr-Ni-Werkstoffes erfolgt der Durchbrand erst ca. 15 mm nach dem Lichtbogen.

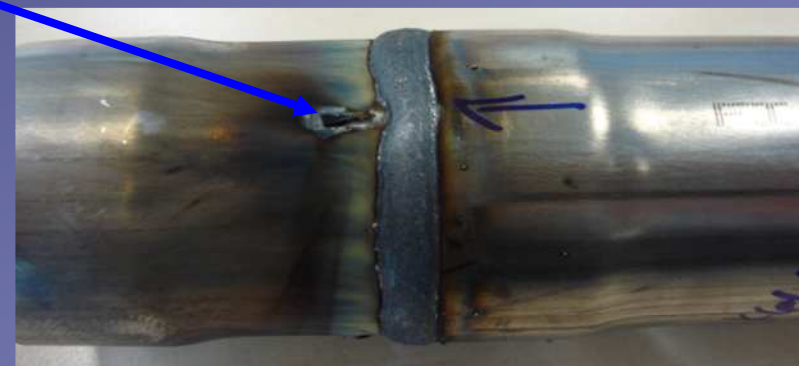
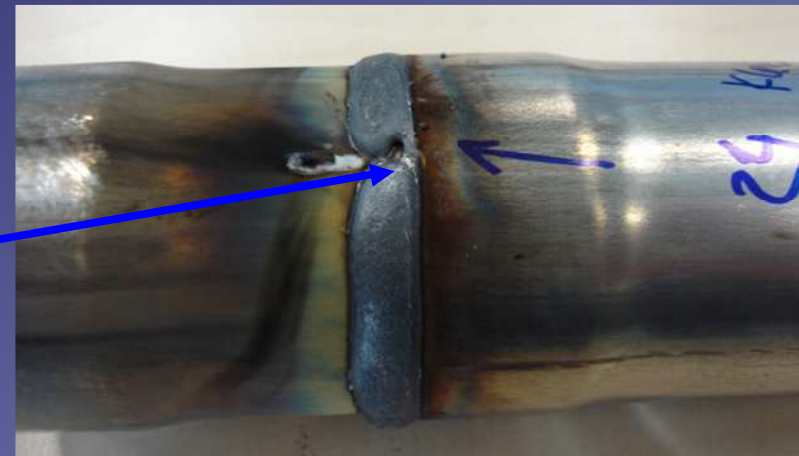
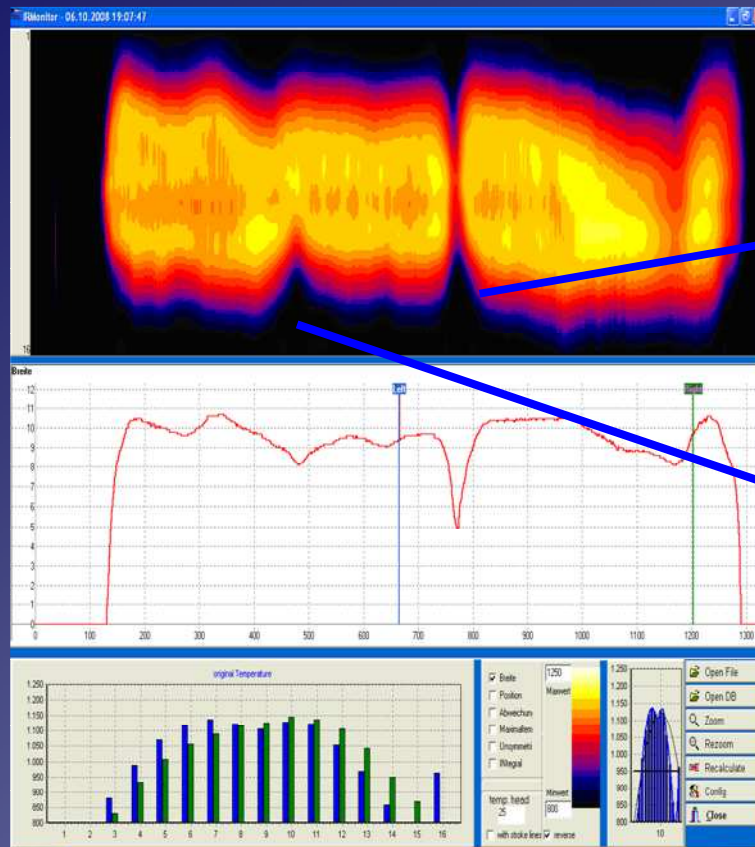
In diesem Fall sind in Schweißstrom und Schweißspannung keine Durchbrandmerkmale erkennbar.

Daher typische Anwendung für den TPS



Beispiel 2 Abgassysteme MAG-Schweißen

Fehlerbild: geometrische Abweichungen und Nahteinschnürungen von 0,8 – 2 mm



Beispiel 3 Spiralrohrfertigung WIG

Aufgabe

Erkennung von sichtbaren und nicht sichtbaren Schweißunregelmäßigkeiten wie Löcher, Poren größer 1 mm, Flankenbindefehler und Einbrandschwankungen.

Erkennung von Schweißbarkeitsproblemen im Zuliefermaterial.

Das eingesetzte Wirbelstromprüfgerät war für diese Aufgabenstellung ungeeignet.

Anwendungsdaten TPS

Nachlauf zum Brenner: **40 mm**

Abtastfrequenz: **100 Hz**

Auflösung: **0,9 mm**

Arbeitsabstand: **20-60 mm**

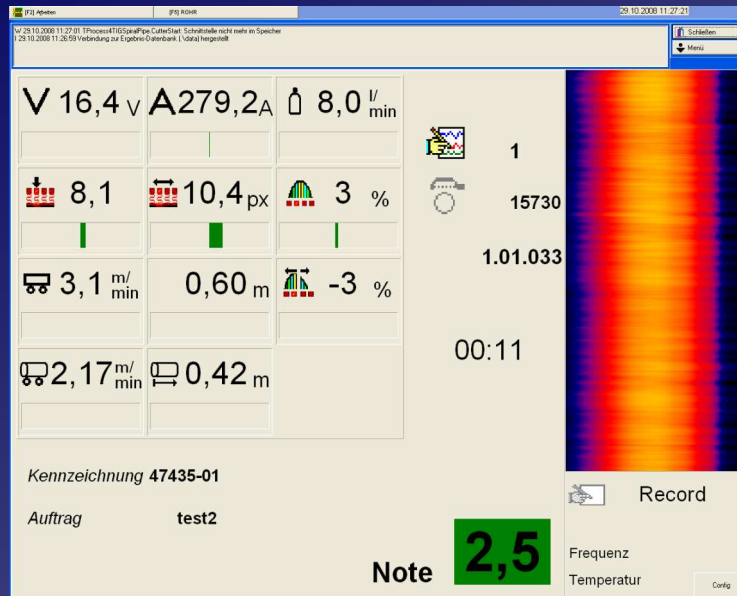
Gasspülung Schutzgas: **3 l/min**

Schweißgeschwindigkeit bis zu **3,5 m/min**

Wasserkühlung durch Stromquelle



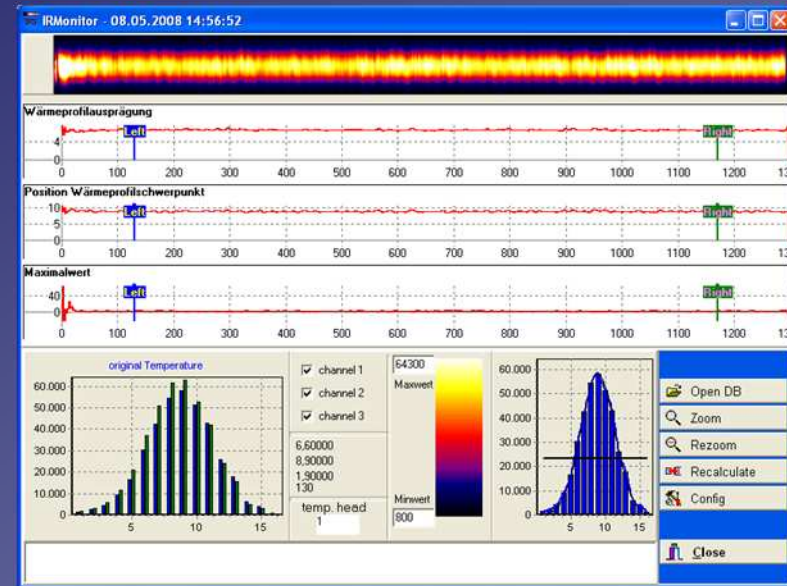
Beispiel 3 Spiralrohrfertigung



Arbeitsmonitor mit aktueller Nahtbewertung und Wärmefeld

Erfasst werden

- Schweißstrom,
- Schweißspannung,
- Schutzgasmenge,
- Bandposition und -geschwindigkeit



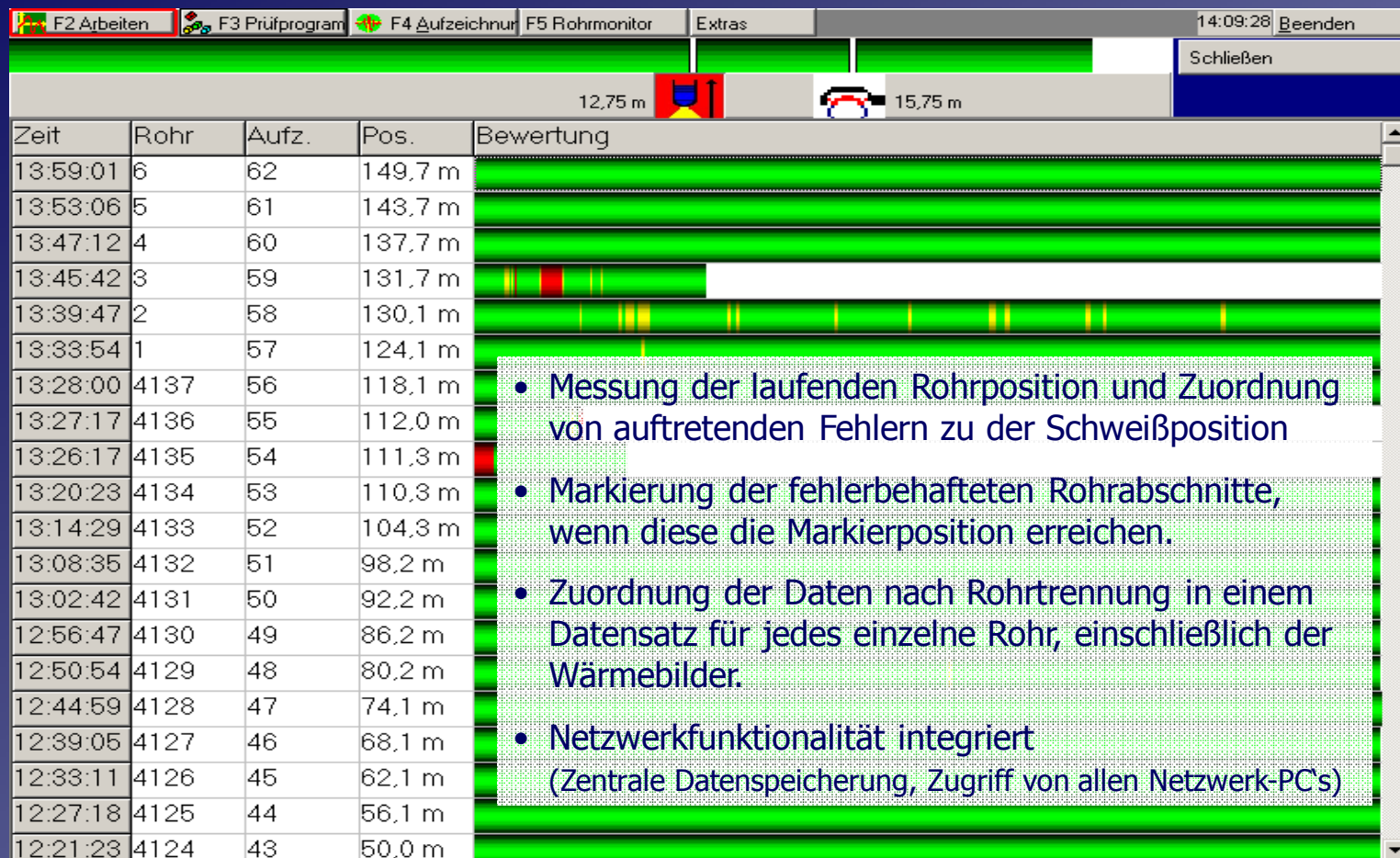
Wärmefeld eines 6 m Rohres

Aus dem Wärmefeld werden berechnet:

- Schweißnahtposition
- Breite der Temperaturzone
- Symmetrie des Wärmefeldes
- Maximaltemperatur

Beispiel 3 Spiralrohrfertigung

Besonderheiten beim Endlosrohrschweißen

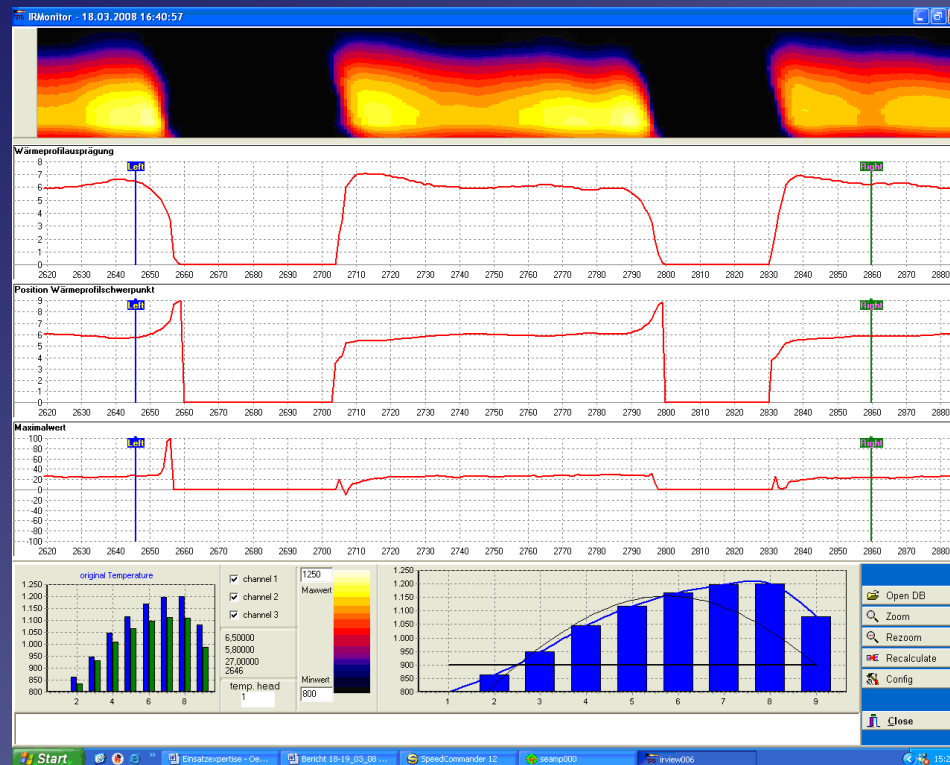


Rohr-Monitor - Grafische Darstellung der letzten 40 Rohre

Beispiel 3 Spiralrohrfertigung

Fehlerbild: Durchbrand

CrNi – Band 73*1,0 Rohr 32mm



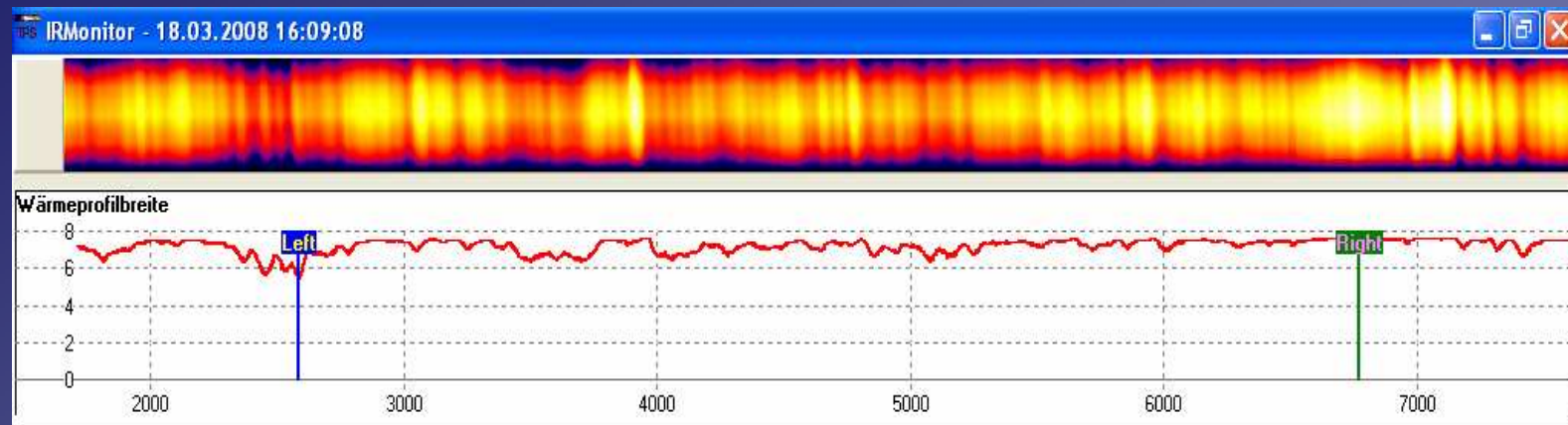
Durchbrand erzeugt
Wärmestau

Ein Scann entspricht
hier einer Abtastbreite
von 0,62 mm.

Beispiel 3 Spiralrohrfertigung

Fehlerbild: ungleichmäßige Wärmeeinbringung

Stahlband 86*1,5 – Rohr 38 mm



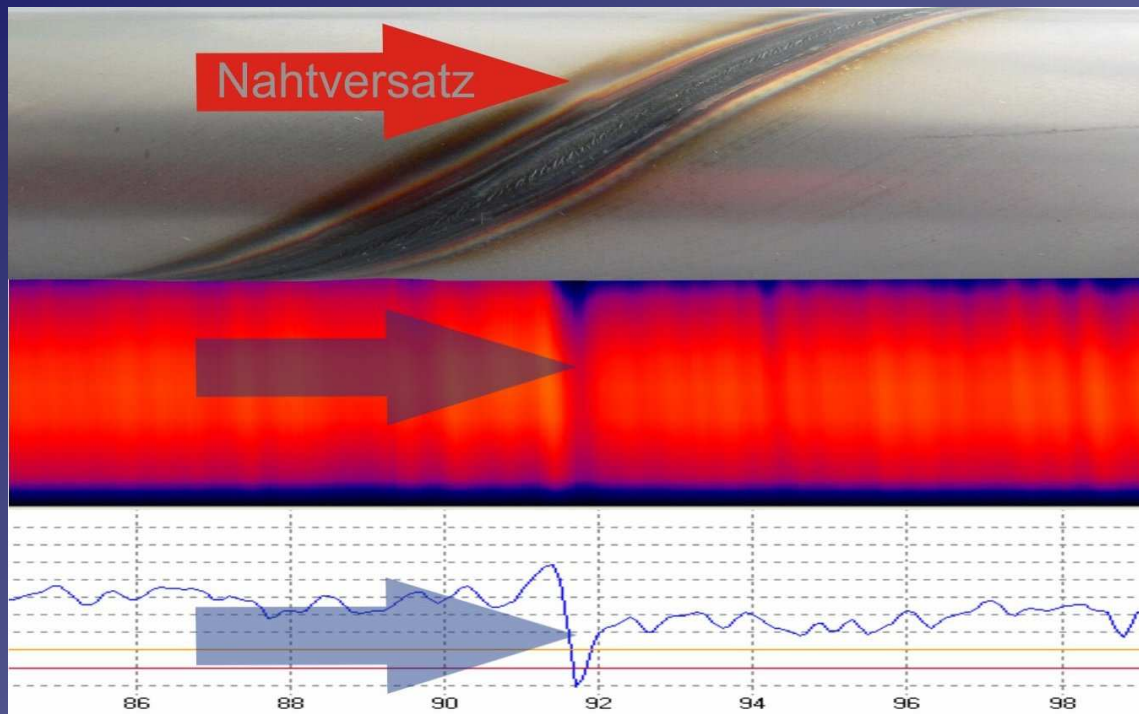
Ungleichmäßige Wärmeeinbringung und Einbrandschwankungen
durch fehlerhaftes Bandmaterial

(äußere Merkmale – leichte fischgrätenähnliche Schuppung)

Beispiel 3 Spiralrohrfertigung

Fehlerbild: Nahtversatz / Nahtlage

CrNi - Band 73*1,0 Rohr 32mm



Derartige Nahtversätze führen hier bei späterer Druckbelastung des Rohres zum Versagen der Schweißnaht.

Beispiel 4 Längsrohrfertigung Plasma/WIG

Aufgabe

Erkennung von sichtbaren und nicht sichtbaren Schweißunregelmäßigkeiten wie Poren, Flankenbindefehler, unsymmetrischer Einbrand, ungenügende Wurzeldurchschweißung und Brennerfehlstellungen

Anwendungsdaten TPS

Nachlauf zum Brenner: **20 mm**

Abtastfrequenz: **100 Hz**

Auflösung: **0,9 mm**

Arbeitsabstand: **80 mm**

Gasspülung Schutzgas: **3 l/min**

Schweißgeschwindigkeit bis zu **1,5 m/min**

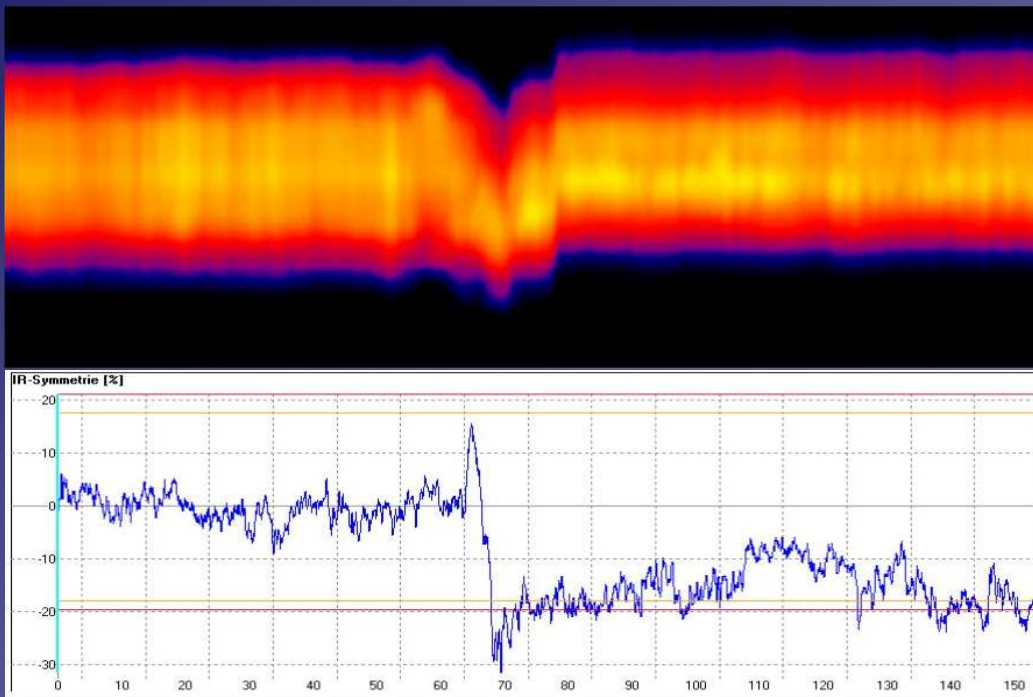
Wasserkühlung



Beispiel 4 Längsrohrfertigung Plasma/WIG

Fehlerbild: Versatz des Brenners quer zum Rohr (Nahtsymmetrie)

CrNi - Rohr 20*3 mm



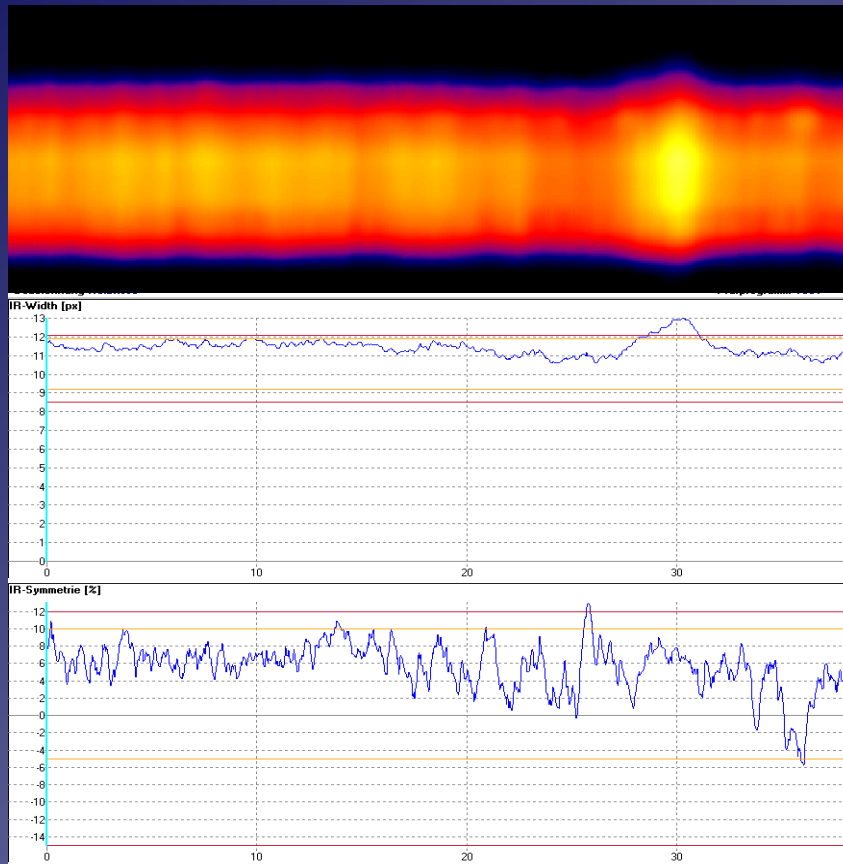
Eine nicht mittige Brenner-Position führt zu einem unsymmetrischen Einbrand. Eine Flanke wird stärker aufgeschmolzen als die andere.

Optisch kaum zu erkennen, aber Im Wärmebild des TPS deutlich sichtbar.

Beispiel 4 Längsrohrfertigung Plasma/WIG

Fehlerbild: Poren

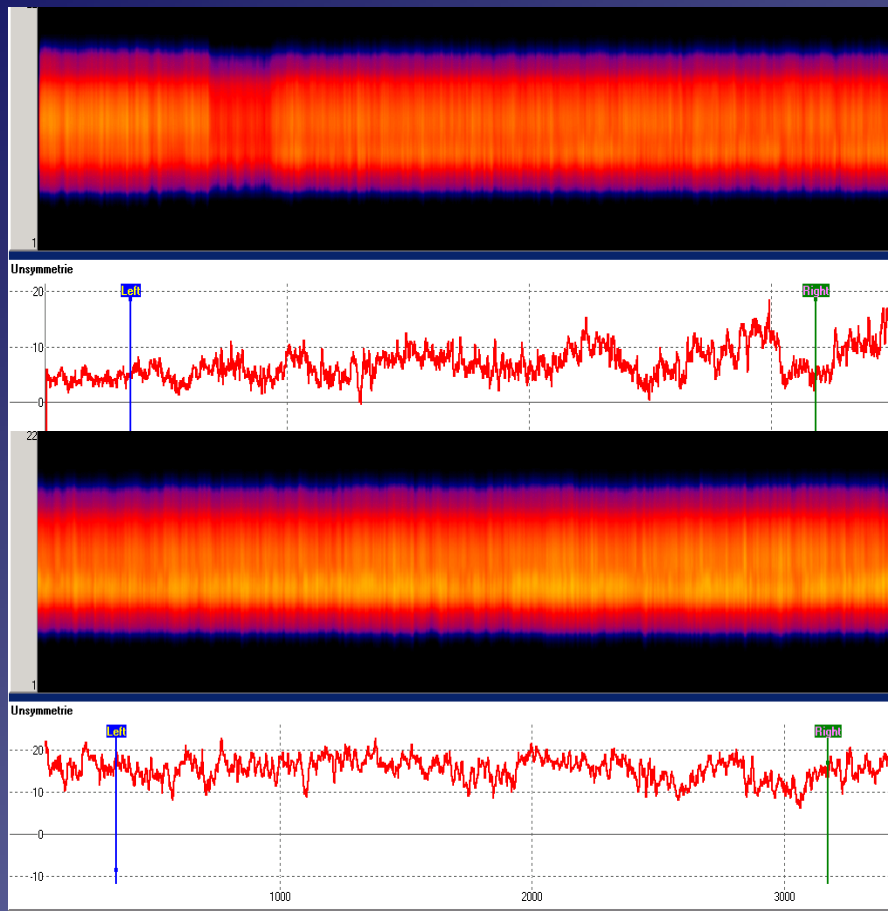
CrNi - Rohr 20*3 mm



Heißrisse und Poren stellen sich durch die gestörte Wärmeleitung im Wärmebild als „Hotspots“ dar. Diese Rohre sind nicht mehr gebrauchsfähig.

Beispiel 4 Längsrohrfertigung Plasma/WIG

Fehlerbild: unsymmetrischer Einbrand durch versetzten Bandeinlauf



Optisch nicht auszumachen, kommt es hier zur immer größer werdenden Unsymmetrie des Thermoprofils durch Verschleiß oder fehlende Schmierung des Rollensatzes.

CrNi - Rohr 20*3 mm

Beispiel 5 Hochfrequenz-Induktionsschweißen (HFI)



Anwendungsdaten TPS

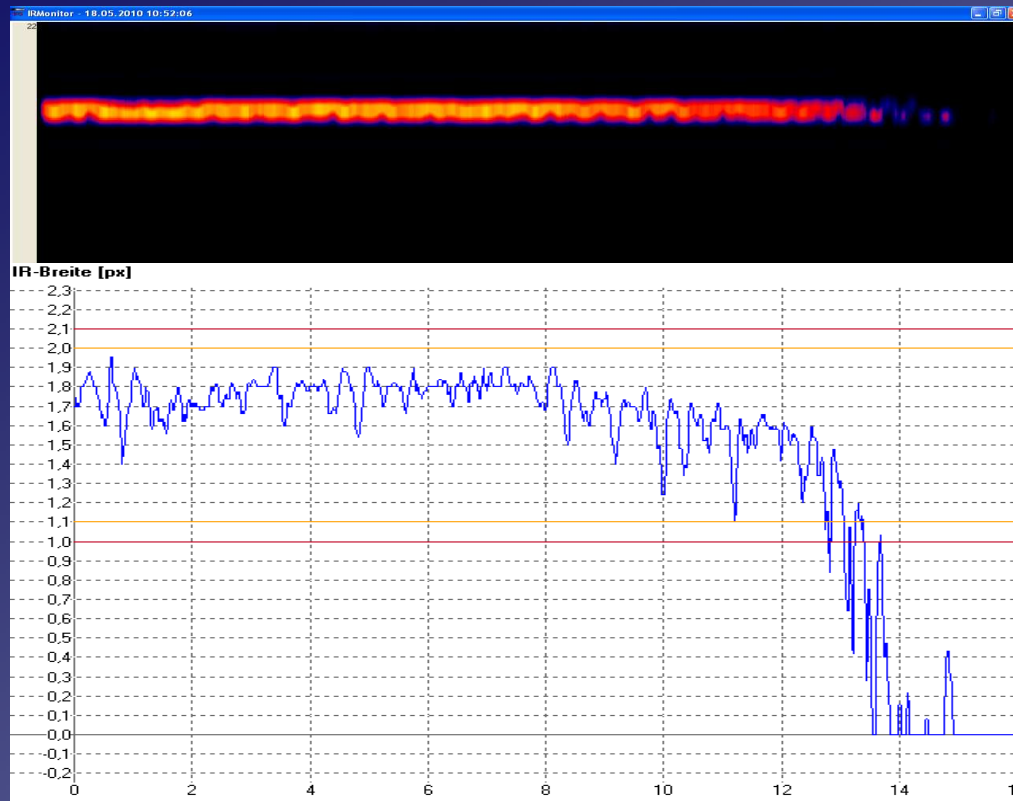
Nachlauf zum Brenner: **100 mm**
Arbeitsabstand: **60 mm**
Gaspülung Schutzgas: **3 l/min**
Schweißgeschwindigkeit **80 m/min**
Wasserkühlung
Rohrmaß: **13 x 2,5 mm**
HFI-Generator 250 kW – induktives HF-Schweißen
Rohre werden auf Coil gewickelt

Aufgabe

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

Beispiel 5 Hochfrequenz-Induktionsschweißen (HFI)

Auffinden von kalten Fügestellen



Wärmefeld bei Fehler durch kalte Nahtstelle

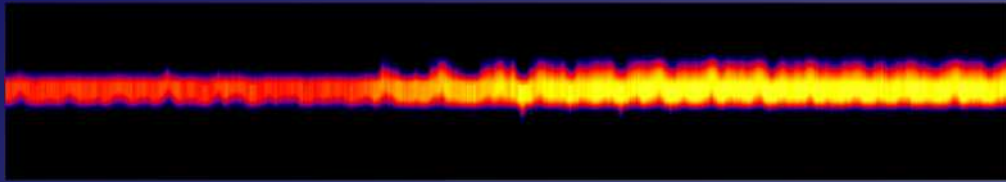
Wird die Schmelztemperatur nicht mehr erreicht, sinkt die Temperatur in der Fügezone.

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 5 Hochfrequenz-Induktionsschweißen (HFI)

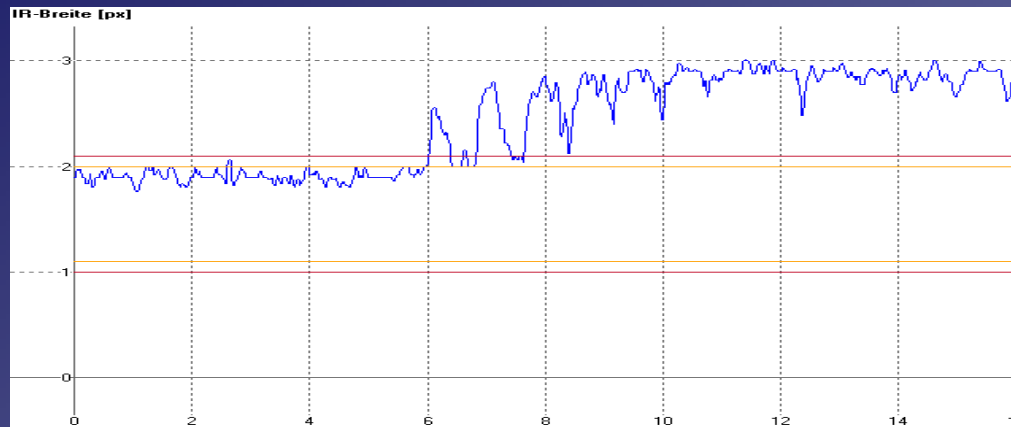
Falsch eingestellte Schweißleistung



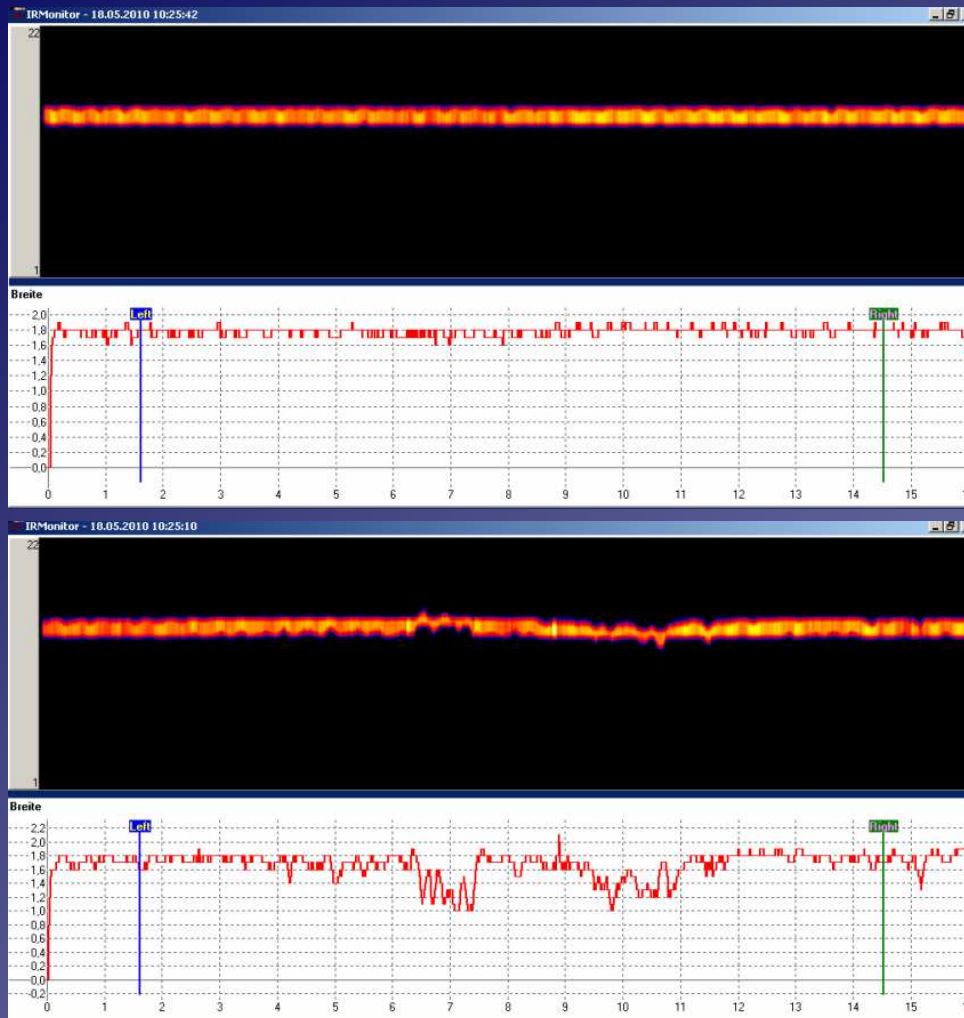
Wärmefeld bei zu hoch eingestellter Leistung

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

Die Breite des Wärmefeldes zeigt den zu großen Wärmeeintrag



Beispiel 5 Hochfrequenz-Induktionsschweißen (HFI)



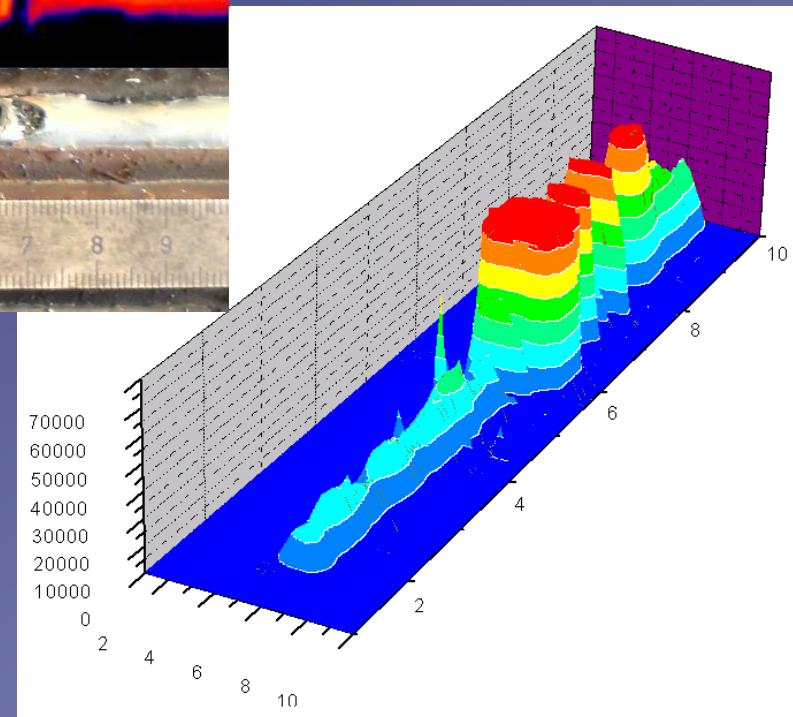
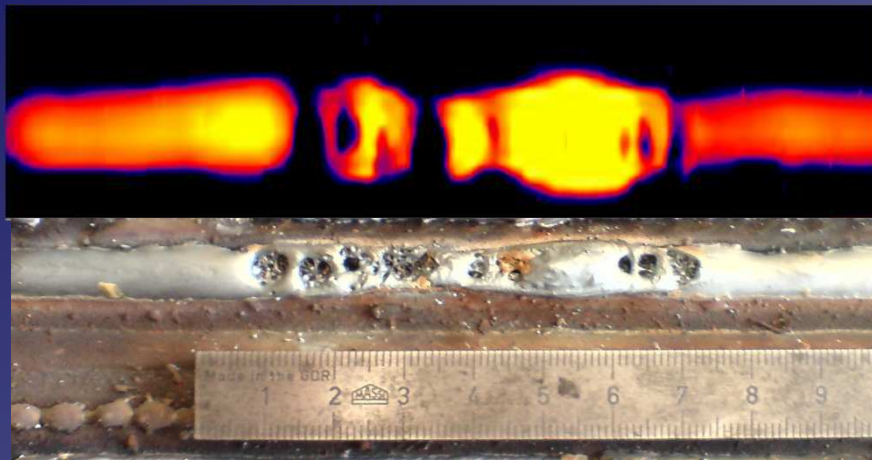
Vergleichende Darstellung

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

Beispiel 6 Forschung

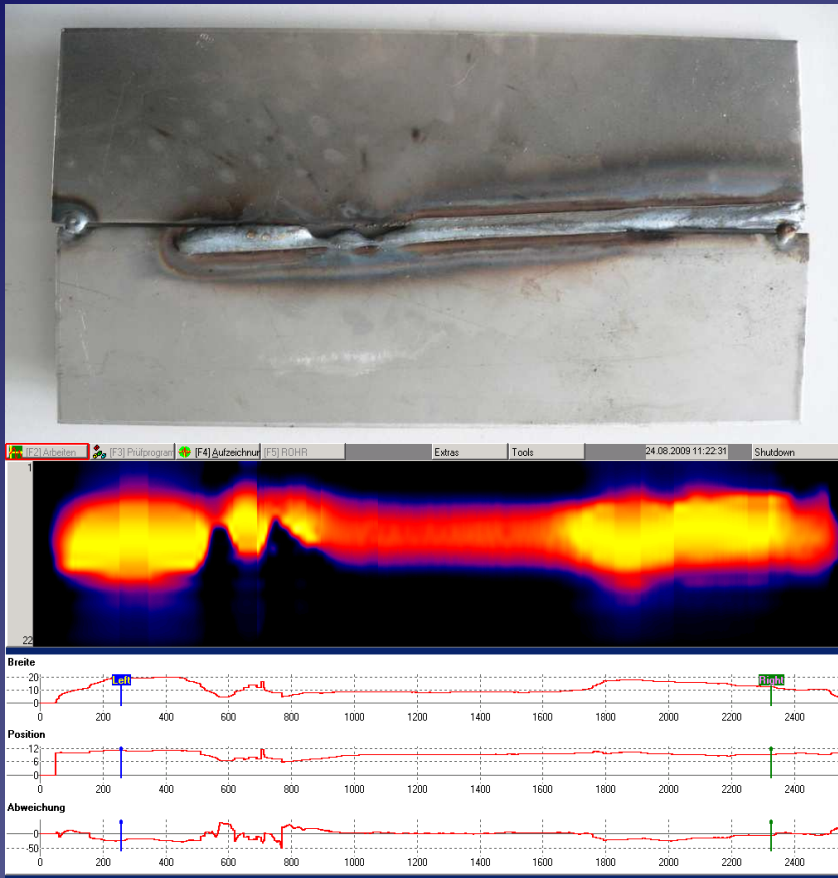
Aufgabe

TPS als Werkzeug der Thermografie und in der Schweißforschung



Beispiel 6 Forschung

Fehlerbild: Wurzeldurchhang, fehlende Flankenanbindung, Löcher



Der TPS erlaubt erstmals die thermografische Beurteilung verschiedener Schweißnähte.

Durch den **THERMOPROFILSCANNER** steht der schweißtechnischen Applikationsforschung ein einfaches und robustes Werkzeug zur Verfügung. Er ermöglicht vollkommen neue Wege der Beurteilung während der Schweißung.

www.hks-prozesstechnik.de

Vielen Dank für Ihr Interesse.



Für Anfragen stehen wir Ihnen sehr gern zur Verfügung:

Tel: 0345 / 68309 – 29

email: vertrieb@hks-prozesstechnik.de

**Qualität
durch
Innovation**