



# Clean Steel mit Thermographischer Schlackeerkennung

TSD 2.0



Measure it. Control it.



## AMEPA Schlackeerkenennung: Optimierte Technik für "Clean Steel" bei maximalem Ausbringen

Die steigenden Anforderungen an den Reinheitsgrad von Stählen verlangen ein schlackefreies Umfüllen von flüssigem Stahl vom Oxygenstahlkonverter oder Elektroofen in die Pfanne. Eine Voraussetzung dafür ist, dass Verunreinigungen von Schlacke zum flüssigen Stahl rechtzeitig detektiert werden.

Das thermographische Schlackeerkenennungssystem TSD 2.0 von AMEPA erkennt das Mitfließen von Schlacke beim Abstich und nutzt die deutlichen Emissionsgradunterschiede zwischen Schmelze und Schlacke. Diese sind im fernen Infrarotbereich bei gleicher Temperatur wesentlich differenzierter als im sichtbaren Licht.

### Erzielte Verbesserungen unserer Kunden:

- Reduktion der mitgeflossenen Schlackemenge um bis zu 90 %
- Verringerung des verbrauchten Aluminiums um bis zu 5%
- Verbesserte Prozessführung durch eine um bis zu 40% verminderte Rückphosphorierung

Der Abstichstrahl bewegt sich horizontal innerhalb eines Sichtfensters. Mithilfe komplexer Algorithmen verfolgt die Software den sich bewegenden Strahl automatisch und sorgt so für eine optimale Überwachung.

Mit 20 Jahren Erfahrung entwickelt, setzt nun die neue Generation AMEPAs thermografischer Schlackeerkenennung TSD 2.0 wieder einen neuen Standard:

- Die digitale Übertragung und verbesserte Auswertung der Messwerte erhöht die Empfindlichkeit und Zuverlässigkeit der Schlackeerkenennung
- Möglichkeit zur Einblendung einer zweiten Kamera zur Konverter-Rand-Überwachung (Mouthcam) beim Abstich
  - Ausgabe einer zusätzlichen Alarm-Meldung wenn über den Konverter-Rand gegossen wird (Tap-Over-Lip)
- Rohdatenvideos – ermöglichen die Simulation von Einstellungen im offline Betrieb zur Optimierung der Bildauswertung und gezielten Prozessverbesserung
- Nützliche Zusatzfunktionen:
  - Stopping-Modul zur Kontrolle des Konverterauswurfs während des Frischens
  - Automatischer Ausgleich der Dämpfung des Schutzfensters durch Verschmutzung wodurch sich der Wartungsaufwand verringert. Warnmeldung bei Überschreitung eines definierten Verschmutzungsgrades.
  - Anzeige des Konverterwinkels und des Schlackesignals über die Zeit





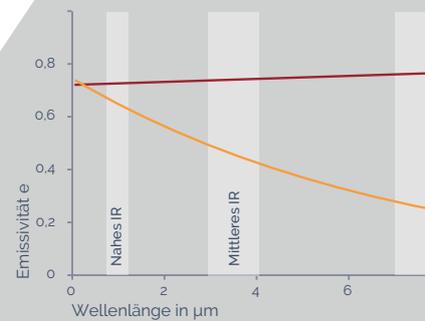
„Wir nutzen die thermographische Schlackeererkennung von AMEPA seit über 20 Jahren in unserem vollintegrierten Stahlwerk zur Einhaltung unserer Qualitätsanforderungen.

AMEPAs professionelle Arbeitsweise mit kurzen Reaktionszeiten passen perfekt zu unserem anspruchsvollen Produktionsplänen. Das TSD ist ein zuverlässiges, hochleistungsfähiges Messsystem mit minimalem Wartungsaufwand und Remote-Support.“

Glynn Hopkinson, Chief Engineer British Steel

### Messprinzip:

Der genutzte Intensitätsunterschied der thermischen Emissionen von Stahl und Schlacke hängt zum einen von der unterschiedlichen Zusammensetzung der beiden Stoffe ab, zum anderen von der jeweiligen Emission im genutzten Wellenlängenbereich. Während im sichtbaren Wellenlängenbereich die Unterschiede in der Strahlung minimal sind, steigen sie mit wachsender Wellenlänge an. Daher benutzt AMEPA als Detektor Infrarotkameras, die im langwelligen Infrarotbereich arbeiten. Dieser Wellenlängenbereich hat darüber hinaus den Vorteil, dass die Strahlung von Rauch- und Staubpartikeln weniger stark beeinflusst wird als im kurzwelligen Infrarotbereich.



# Thermographische Schlackeerkenkung mit dem TSD 2.0

## Die Herausforderung:

Ein Schlackedetektionssystem muss zuverlässig das Mitfließen von Schlacke auch unter schwierigen Betriebsbedingungen sicher und reproduzierbar detektieren, um den Automatisierungsgrad wesentlich zu erhöhen.

Unterschiedliche Betriebsbedingungen sind z. B.:

- Sich ändernde Abstichtemperaturen und Gießstrahldurchmesser
- Sich ändernde Verbärungen
- Thermische Hintergrundstrahlungen durch Blick in die Pfanne
- Wechselnde Staub- und Feuchtigkeitsanteile in der Umgebung

Die Zuverlässigkeit eines Systems hängt stark davon ab, wie sicher diese Besonderheiten im Prozess erkannt und somit kompensiert werden können.

## Das System:

Das TSD 2.0 ist in der Lage, unterschiedliche Abstrahlcharakteristiken des Gießstrahles, ebenso wie Änderungen in den Transmissionsverhältnissen zwischen Strahl und Kamera zu erkennen und in die Auswertung korrigierend einfließen zu lassen.

Das System passt sich adaptiv an die sich ändernden Bedingungen an.

Um eine optimale Schlackeerkenkung bei Lageänderungen des Abstichstrahles oder mit hoher Hintergrundemission zu gewährleisten, verfügt das System über eine präzise Strahlerkenkung mit entsprechenden Algorithmen.

01

### Adaptiv

Die thermographische Schlackeerkenkung von AMEPA passt sich an die sich ändernden Bedingungen an. Um eine optimale Schlackeerkenkung bei Lageänderungen des Abstichstrahles oder mit hoher Hintergrundemission zu gewährleisten.

02

### Zuverlässig

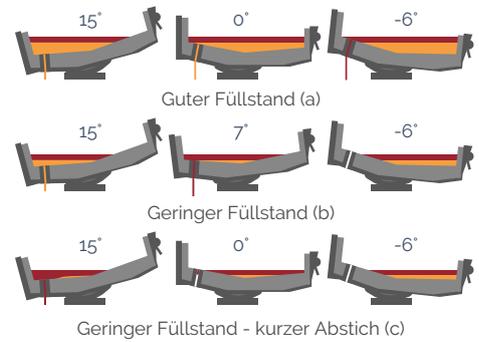
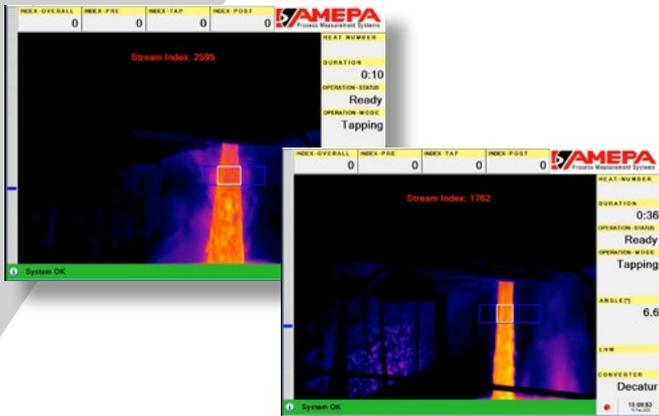
Unabhängig gegenüber verschiedenster Prozesseinflüsse, z. B. Verbärungen, Änderungen in der Gießstrahlgeometrie, verschiedene Temperaturen oder Turbulenzen des Gießstrahles, sowie Einflüsse die durch Zugabe von Zuschlagsstoffen entstehen wie z. B. Flammenbildung.

03

### Kompatibel

Das TSD 2.0 ist voll kompatibel mit allen gängigen Schlackerückhaltesystemen wie z. B. Dart, Ball usw.

Unsere Kunden nutzen das TSD 2.0 zur vollautomatisierten Ansteuerung ihres verwendeten Verschlusssystems, wenn das TSD einen Alarm erzeugt hat.



## Das „Liquid Heel Management“

### Konsequente Prozessoptimierung am Elektrolichtbogenofen

Massiver Schlackemitfluss vom Ofen in die Pfanne führt zu großen Problemen mit der Stahlqualität, der Aluminiumverbrauch steigt, die Entgasung wird schwieriger und letztendlich erhöhen sich die Kosten.

Um dem Schlackemitfluss entgegenzuwirken wurde der EBT-Ofen entwickelt. Dessen Funktionsweise beruht auf einer konstanten Restmenge des Stahls im Ofen, um den Eintrag der Schlacke in den Abstichkanal zu verhindern.

Wenn der EBT-Ofen nach dem Abstich zurückgekippt wird, gibt es einen kritischen Winkel, bei dem die Grenzfläche zwischen Stahl und Schlacke das Abstichloch erreicht und die Schlacke zu fließen beginnt. Ein richtig bemessener Füllstand ist in Abbildung (a) dargestellt, während Abbildung (b) eine Situation zeigt, in der die Füllhöhe zu klein ist, so dass Schlacke fließt,

während der Ofen noch in Abstichrichtung gekippt ist. Im ungünstigsten Fall, der in Abbildung (c) dargestellt ist, ist die Restmenge an Stahl so klein, dass Schlacke fließt, während sich der Ofen noch in der vollen Abstichposition befindet. Dies führt zu einem kurzen Abstich und einer übermäßigen Schlackeverschleppung.

Um diese ungünstige Prozessführung zu verhindern, überwacht das Liquid Heel Management des TSD proaktiv die Füllhöhe der Reststahlmenge im Ofen. Bei Erkennung eines zu geringen Füllstandes wird der Bediener alarmiert, um den Reststahl bei der nächsten Befüllung zu erhöhen. Auf diese Weise wird das Risiko von kurzen Abstichen und übermäßigem Schlackemitfluss eliminiert und eine gleichbleibend hohe Qualität der Stahlproduktion sichergestellt.



/04

#### Wartungsarm

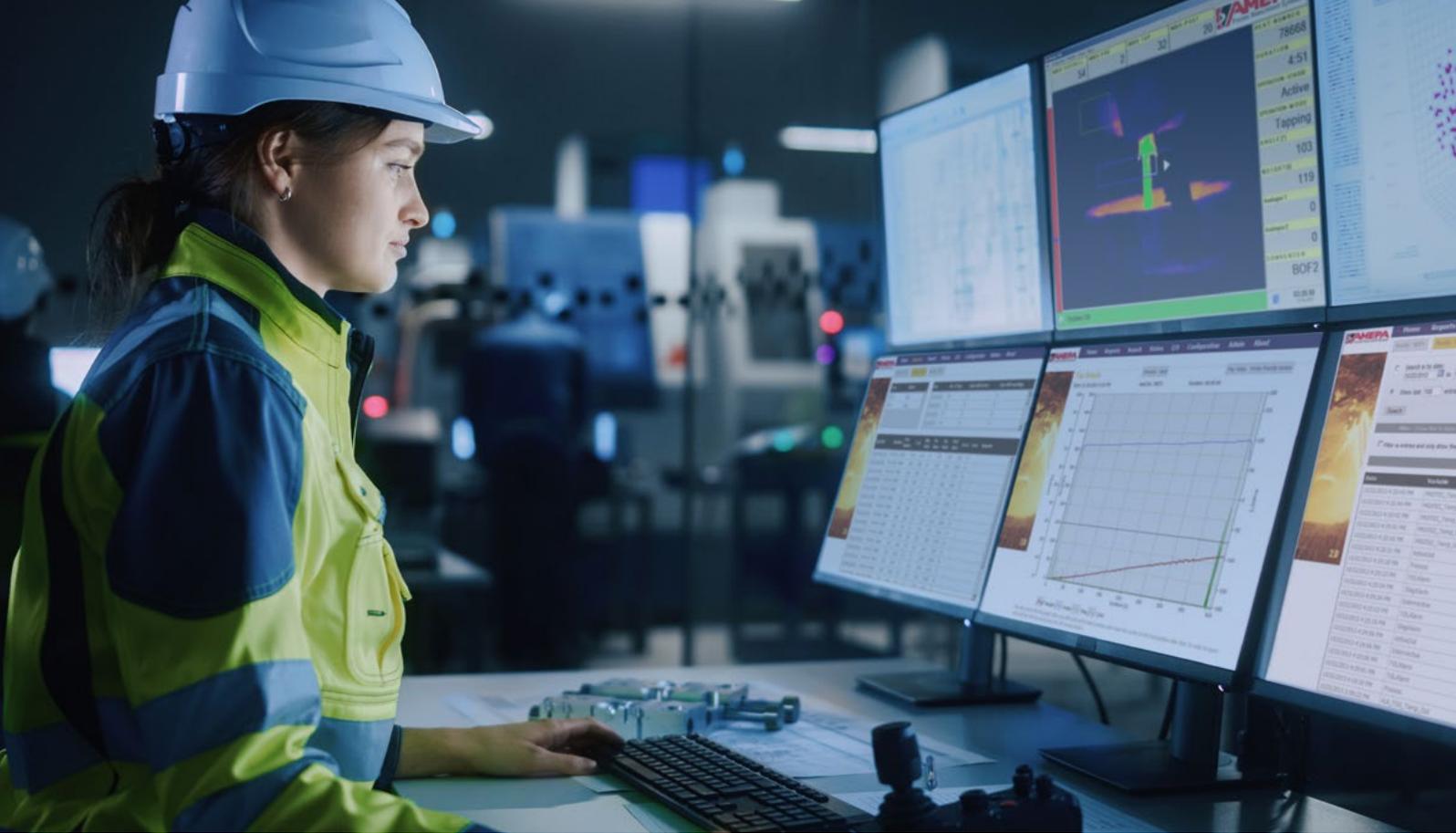
Bei der thermographischen Schlackeererkennung mit dem AMEPA TSD 2.0 wird keinerlei Sensorik o. ä. im Gefäß verbaut. Dies bedeutet einen geringen Wartungs- und Instandhaltungsaufwand für den Anwender.

/05

#### Informativ

Neben den Prozessdaten und Systeminformationen werden auch Videos der Prozesse gespeichert.

Dies ermöglicht die Analyse zu einem späteren Zeitpunkt.



## TSD-Reports

In der Berichtsansicht des Webinterfaces lassen sich die Datenaufzeichnungen der einzelnen Abstiche in tabellarischer Form darstellen.

Time	Temperature	Status
01.10.2023 10:00:00	100	Normal
01.10.2023 10:05:00	105	Normal
01.10.2023 10:10:00	110	Normal
01.10.2023 10:15:00	115	Normal
01.10.2023 10:20:00	120	Normal
01.10.2023 10:25:00	125	Normal
01.10.2023 10:30:00	130	Normal
01.10.2023 10:35:00	135	Normal
01.10.2023 10:40:00	140	Normal
01.10.2023 10:45:00	145	Normal
01.10.2023 10:50:00	150	Normal
01.10.2023 10:55:00	155	Normal
01.10.2023 11:00:00	160	Normal
01.10.2023 11:05:00	165	Normal
01.10.2023 11:10:00	170	Normal
01.10.2023 11:15:00	175	Normal
01.10.2023 11:20:00	180	Normal
01.10.2023 11:25:00	185	Normal
01.10.2023 11:30:00	190	Normal
01.10.2023 11:35:00	195	Normal
01.10.2023 11:40:00	200	Normal
01.10.2023 11:45:00	205	Normal
01.10.2023 11:50:00	210	Normal
01.10.2023 11:55:00	215	Normal
01.10.2023 12:00:00	220	Normal
01.10.2023 12:05:00	225	Normal
01.10.2023 12:10:00	230	Normal
01.10.2023 12:15:00	235	Normal
01.10.2023 12:20:00	240	Normal
01.10.2023 12:25:00	245	Normal
01.10.2023 12:30:00	250	Normal
01.10.2023 12:35:00	255	Normal
01.10.2023 12:40:00	260	Normal
01.10.2023 12:45:00	265	Normal
01.10.2023 12:50:00	270	Normal
01.10.2023 12:55:00	275	Normal
01.10.2023 13:00:00	280	Normal
01.10.2023 13:05:00	285	Normal
01.10.2023 13:10:00	290	Normal
01.10.2023 13:15:00	295	Normal
01.10.2023 13:20:00	300	Normal
01.10.2023 13:25:00	305	Normal
01.10.2023 13:30:00	310	Normal
01.10.2023 13:35:00	315	Normal
01.10.2023 13:40:00	320	Normal
01.10.2023 13:45:00	325	Normal
01.10.2023 13:50:00	330	Normal
01.10.2023 13:55:00	335	Normal
01.10.2023 14:00:00	340	Normal
01.10.2023 14:05:00	345	Normal
01.10.2023 14:10:00	350	Normal
01.10.2023 14:15:00	355	Normal
01.10.2023 14:20:00	360	Normal
01.10.2023 14:25:00	365	Normal
01.10.2023 14:30:00	370	Normal
01.10.2023 14:35:00	375	Normal
01.10.2023 14:40:00	380	Normal
01.10.2023 14:45:00	385	Normal
01.10.2023 14:50:00	390	Normal
01.10.2023 14:55:00	395	Normal
01.10.2023 15:00:00	400	Normal
01.10.2023 15:05:00	405	Normal
01.10.2023 15:10:00	410	Normal
01.10.2023 15:15:00	415	Normal
01.10.2023 15:20:00	420	Normal
01.10.2023 15:25:00	425	Normal
01.10.2023 15:30:00	430	Normal
01.10.2023 15:35:00	435	Normal
01.10.2023 15:40:00	440	Normal
01.10.2023 15:45:00	445	Normal
01.10.2023 15:50:00	450	Normal
01.10.2023 15:55:00	455	Normal
01.10.2023 16:00:00	460	Normal
01.10.2023 16:05:00	465	Normal
01.10.2023 16:10:00	470	Normal
01.10.2023 16:15:00	475	Normal
01.10.2023 16:20:00	480	Normal
01.10.2023 16:25:00	485	Normal
01.10.2023 16:30:00	490	Normal
01.10.2023 16:35:00	495	Normal
01.10.2023 16:40:00	500	Normal

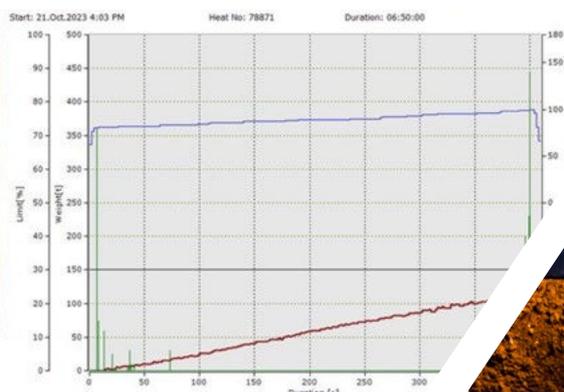
Die generierten Datensätze werden dabei zur besseren Übersicht zunächst nach dem jeweiligen Jahr, Monat und Tag zusammengefasst und können anschließend benutzer- und auswertungsspezifisch gefiltert werden.

## Wartungsberichte

Das „AMEPA-Webinterface“ ermöglicht es zudem, alle Eingangs- und Ausgangssignale, die per Datenschnittstelle übertragen werden, zu speichern und zu visualisieren. Dazu zählen beispielweise Temperatur-Überwachungen, Prozessstart und -stopp, alle eingestellten Alarme, Alarmgrenzen und weitere Systemwerte.

Außerdem werden jegliche Änderungen in der Konfiguration des TSD-Systems protokolliert.

In der Funktion stellen diese Berichte eine wichtige Grundlage für Wartungs- und Servicearbeiten dar.



# Ausführliche Datenaufzeichnung

Das TSD 2.0 zeichnet die stahlwerksspezifischen Daten wie Schmelzen-Nummer, Datum, Uhrzeit und Dauer des Abstichs auf. Für jeden Abstich wird vom System ein Video erstellt, das im Datenlogger abgespeichert wird. Zusätzlich ist das TSD in der Lage den aktuellen Zustand des Systems, Änderungen in den Einstellungen und Systemwerte mitzuschreiben.

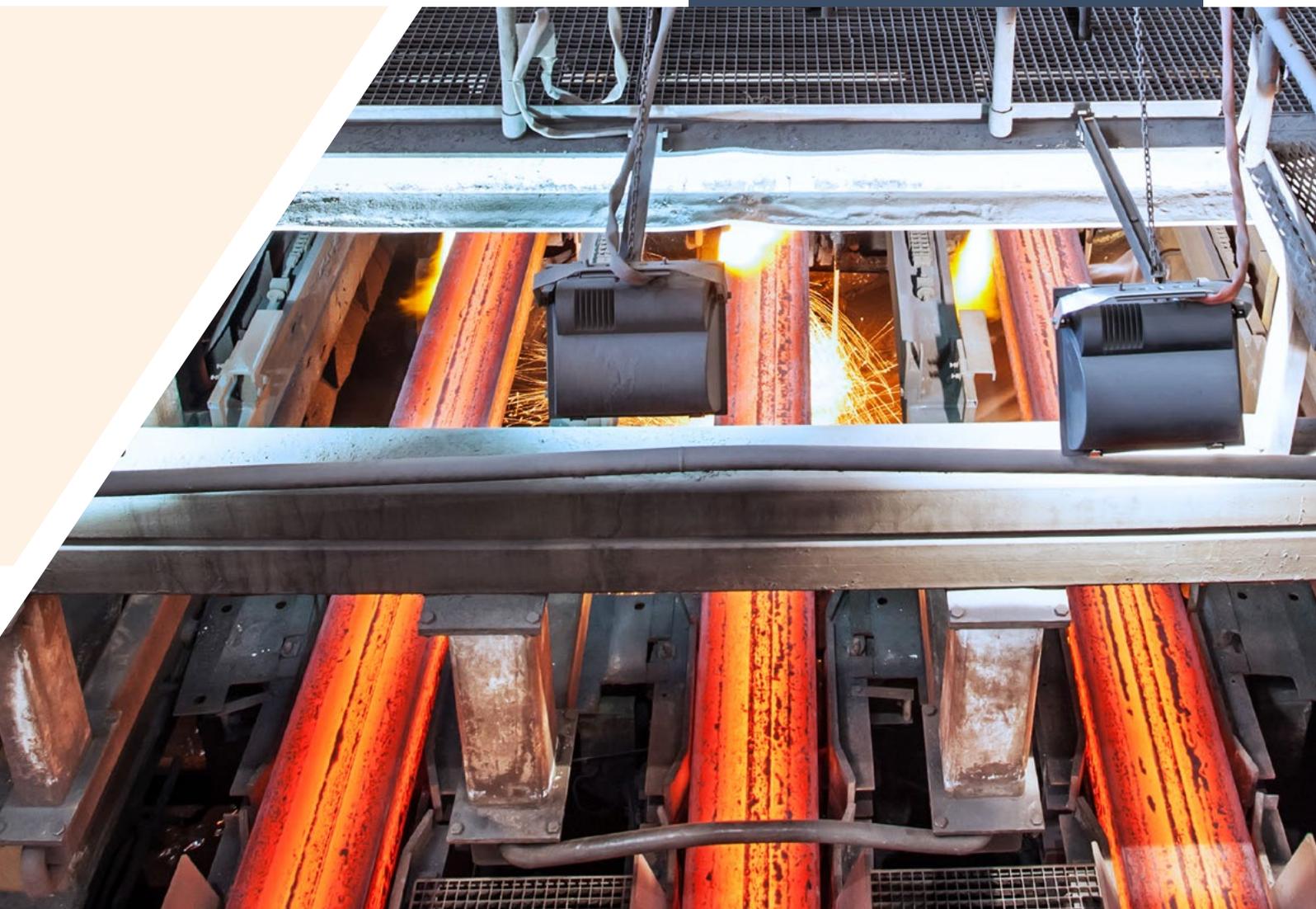
Um Daten mehrerer Systeme zusammenfassend auszuwerten, wird der AMEPA-Datenkonzentrator genutzt. Dieser ermöglicht den zentralen Zugriff auf die Aufzeichnungen von bis zu 4 TSD-Systemen.

Bei der Erzeugung von Statistiken und der Durchführung von Wartungsarbeiten hat sich das System weltweit als nützliches und verlässliches Reportinginstrument durchgesetzt.

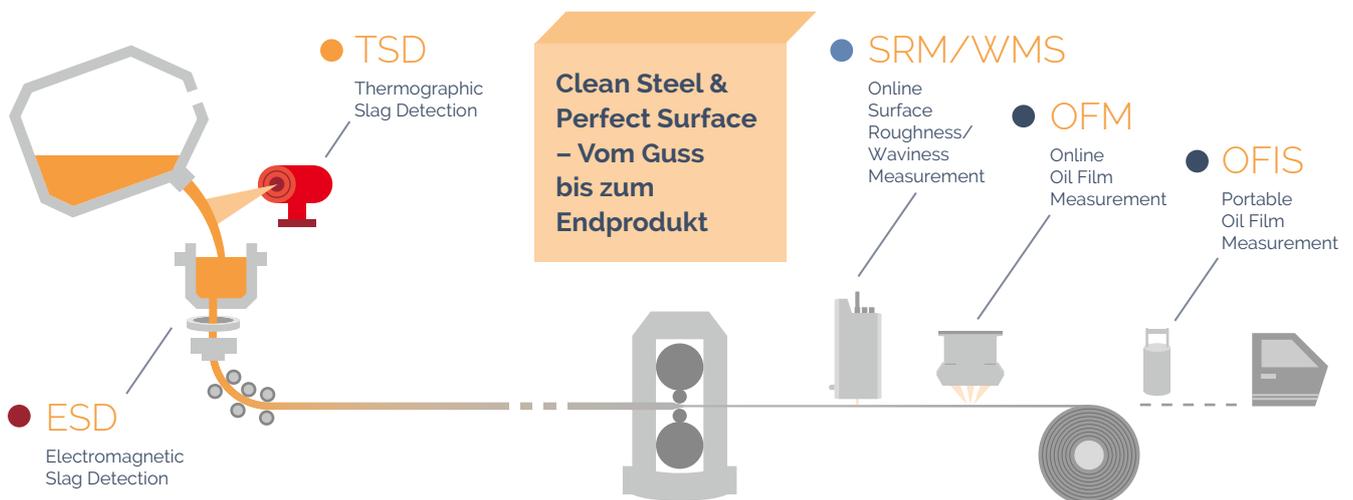
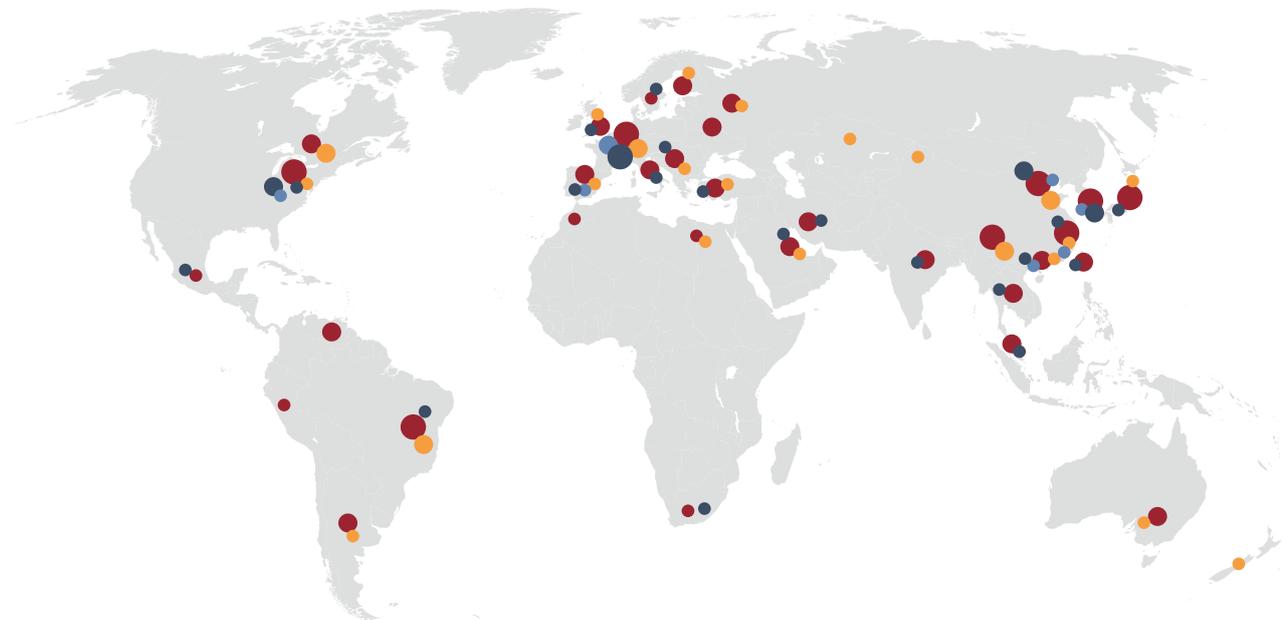
## Sichere Analyse – schnelles Wissen

Das „AMEPA Webinterface“ dient als komfortables Anzeigetool der Aufzeichnungen des TSD-Datenloggers. Dabei können die Messwerte und Videos des TSD von jedem Arbeitsplatz, der in das Anlagennetzwerk eingebunden ist, ohne zusätzlich installierte Software, über einen Webbrowser eingesehen werden.

Eine Suchfunktion erleichtert den Zugriff auf die Daten und mit der eingebundenen Filterfunktion lassen sich gezielt einzelne Messergebnisse separieren und auswerten.



## Worldwide successful



**AMEPA GmbH**  
Karl-Carstens-Str. 12  
52146 Würselen  
Deutschland  
Tel. +49 2405 40808-0  
Fax +49 2405 40808-44  
E-Mail [info@amepa.de](mailto:info@amepa.de)  
[www.amepa.de](http://www.amepa.de)

**AMEPA America Inc.**  
31250 Solon Road, Unit 17  
Solon, OH 44139  
USA  
Tel. +1 440 337 0005  
Fax +1 440 318 1027  
E-Mail [info@amepa.com](mailto:info@amepa.com)  
[www.amepa.com](http://www.amepa.com)

**AMEPA Trading (Shanghai) Co., Ltd.**  
Changshou Rd. 1118, Room 19B,  
Building A, Putuo District,  
200042 Shanghai, P.R. China  
Tel. +86 21 64478501  
Fax +86 21 64478502  
E-Mail [info@amepa.sh.cn](mailto:info@amepa.sh.cn)  
[www.amepa.com](http://www.amepa.com)