



EFD Induction

Das Verfahren, die Produkte und die Menschen.
Und wie sie auf erstaunliche Weise die
industrielle Produktivität steigern.

Inhalt

- 5 Putting the smarter heat to smarter use.**
Um was es in dieser Broschüre geht.
- 6 Schneller. Besser. Günstiger.**
Eine Untersuchung von drei entscheidenden Vorteilen der induktiven Erwärmung.
- 8 907,5°C in 3,4 Sekunden.
Immer wieder. Und noch mal.**
Wie induktive Erwärmung funktioniert – und wie es kommt, dass sie den alternativen Technologien überlegen ist.
- 10 EFD Induction – weltweit führend in der Induktionstechnik.**
Die Ressourcen, Erfahrungen und Fachkenntnisse, die uns auszeichnen.
- 12 Die Unterschiede sind offensichtlich.
Was ist mit den Ähnlichkeiten?**
Einige der Anwendungen und Industrien, in denen die induktive Erwärmung verwendet wird.
- 14 Lernen Sie die Produktfamilie kennen.**
Ein Überblick über die Produkte von EFD Induction.
- 16 Im Geschäft mit der Wärme kann es das Schwierigste sein,
kühl zu bleiben.**
Eine Einführung in die Dienstleistungen von EFD Induction – welche es sind und wie Sie davon profitieren.
- 18 “Ich fahre sofort hin”.**
EFD Induction in der Realität – eine Fallgeschichte aus unserer Praxis.
- 20 Eine Leidenschaft für Wärme.
Die Geschichte von EFD Induction.**
Wer wir sind. Woher wir kamen. Wohin wir gehen.
- 22 Glossar**
Erläuterungen der wichtigsten Begriffe und Konzepte in der Induktion.



Putting the smarter heat to smarter use.

Willkommen bei EFD Induction.

Auf den folgenden Seiten lesen Sie, weshalb die induktive Erwärmung anderen Erwärmungstechnologien überlegen ist.

Lesen Sie, wie die induktive Erwärmung den Durchsatz erhöht, da sie schneller ist als die Alternativen.

Lesen Sie, wie die induktive Erwärmung die Qualität nachhaltig verbessert, was auch immer Sie herstellen, reparieren oder bearbeiten.

Und lesen Sie, wie die induktive Erwärmung die vorgenannten Wirkungen erzielt und gleichzeitig die Kosten senkt.

Erfahren Sie ebenfalls, mit welcher Begeisterung wir neue, spannende Anwendungen der induktiven Erwärmung finden.

Wir haben seit mehr als 65 Jahren Lösungen zur induktiven Erwärmung entwickelt, installiert und instand gehalten. Wir finden noch immer, dass sie erstaunlich sind. Wir hoffen, dass Sie das auch finden werden.

Schneller. Besser. Günstiger.

Die technischen Eigenschaften der induktiven Erwärmung liefern drei wichtige Vorteile: erhöhten Durchsatz, bessere und beständige Qualität, reduzierte Kosten.

Durchsatz

Die Integration der induktiven Erwärmung in die Produktionslinie steigert die Effizienz. Sie reduziert die Vorlaufzeiten und erhöht den Durchsatz. Der Erwärmungsprozess an sich ist schneller als bei den Alternativen mit offener Flamme und Ofen. Präzise Reproduzierbarkeit bedeutet, dass Sie schneller werden, weil es bereits beim ersten Mal gelingt.

Qualität

Die Qualität wird besser, weil Sie Temperaturen für entsprechende Werkstücke vorwählen können. Und weil die Induktionsspulen für bestimmte Werkstücke maßgefertigt sind, kennen Sie im Voraus das entstehende Wärmemuster. Die präzise Zufuhr der Wärme bedeutet außerdem, dass in der Nähe liegende Flächen und/oder Komponenten nicht beeinflusst werden.

Kosten

Die Kosten sinken aufgrund der kürzeren Vorlaufzeiten und des erhöhten Durchsatzes. Eine in die Produktionslinie integrierte induktive Erwärmung bedeutet niedrigere Verwaltungs- und Logistikkosten. Die Produktivität steigt. Schnelle Erwärmungszyklen, präzise Zuführung und exakte Reproduzierbarkeit minimieren Abfall und Ausschuss. Die Energiekosten werden reduziert, weil Sie nur das erwärmen, was erwärmt werden muss. Es entstehen keine kostspieligen Wärmeverluste wie bei herkömmlichen Öfen (Frequenzumrichter von EFD Induction sind besonders effektiv bei der Senkung von Energiekosten, da sie einen nachgewiesenen hohen Wirkungsgrad und Leistungsfaktor haben). Da Sie bei der induktiven Erwärmung auf gefährliches Gas und offene Flammen verzichten können, lassen sich zudem niedrigere Versicherungsbeiträge aushandeln.

	Ofen	Flamme	Induktion
SCHNELLER – DURCHSATZ			
infache Integration in die Produktionslinie	•	••	••••
Hochlaufzeit	•	•••	•••••
BESSER – QUALITÄT			
Partielle Erwärmung	•	•••	•••••
Präzise Temperaturniveaus	••••	•••	•••••
Kontrollierte Hochlaufzeit	•	•••	•••••
Exakte Haltezeiten	•	••••	•••••
Reproduzierbarkeit	•••••	••	••••
GÜNSTIGER – KOSTEN			
Ertrag	•••	••	•••••
Energie	••	•••	••••
Platzbedarf	••	••••	••••
Sicherheit	••	•	••••
INSGESAMT	23	30	50

Die in dieser Tabelle angegebenen Ergebnisse sind nur Schätzungen, die als allgemeine Richtlinie anzusehen sind. Die Leistungsbewertung der drei Erwärmungsmethoden kann von Fall zu Fall variieren, je nach der betreffenden Anwendung, den Eigenschaften des Werkstücks, den Kenntnissen des Bedieners usw.

907,5°C in 3,4 Sekunden. Immer wieder. Und noch mal.

Die induktive Erwärmung hat zahlreiche Vorteile im Vergleich zu alternativen Technologien:

Schnell

Die von einem Frequenzumrichter erzeugte Wärme ist unmittelbar. In weniger als einer Sekunde wird bei kleinen Metallteilen eine gleichmäßige Oberflächentemperatur von 1000°C erreicht.

Zielgenau

Es wird genau die richtige Temperatur erzeugt, genau da, wo sie an den einzelnen Werkstücken benötigt wird. Und aufgrund der verfügbaren Frequenzbereiche genau bis zur richtigen Tiefe. Auch die Wärmeverteilung ist zielgenau. Wir können Induktionsspulen nach Kundenwunsch anfertigen und diese praktisch an jede erdenkliche Form oder Größe der Werkstücke anpassen. Maßgeschneiderte Induktoren garantieren optimale Wärmemuster bei minimalem Energieverbrauch.

Kontrollierbar

Transistorisierte Umrichter und elektronische Prozesssteuerungen bieten Ihnen eine vollständige Kontrolle über den gesamten Erwärmungsprozess. Hochlauf- und Haltezeiten können voreingestellt und so oft Sie wollen wiederholt werden. Die Anlagen können auch mit Teleservice zur Ferndiagnose und Fernüberwachung ausgestattet werden.

Wiederholbar

Mit der induktiven Erwärmung können Sie den von Ihnen gewünschten Wärmezyklus exakt wiederholen (die von einem Frequenzumrichter erzeugte Wärme variiert nur um 1–2 Prozent). Sie können alle Hauptparameter wiederholen: Temperatur, Eindringtiefe, Wärmemuster, Temperaturanstiegsgeschwindigkeit usw.

Sauber, sicher, kompakt.

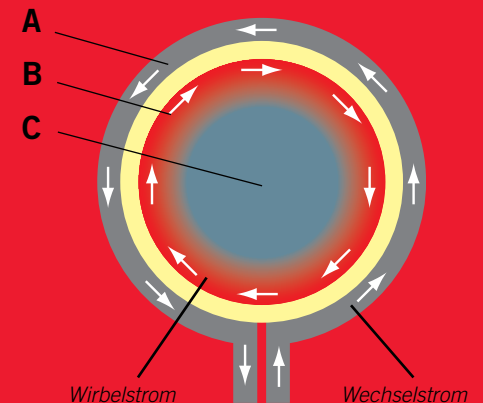
Kein Gas. Keine offenen Flammen. Keine spürbare Erhöhung der Umgebungstemperatur. Kein übermäßiger Platzbedarf für Öfen.

So funktioniert es.

Das Induktionserwärmungssystem bezieht Strom aus dem Netz, wandelt diesen in für spezielle Anwendungen geeignete Frequenzen um und verwendet dann die Leistung, um kontrollierbare Wärme in jedem beliebigen elektrisch leitenden Material zu erzeugen.

Die Leistung wird dem Werkstück über eine Induktionsspule zugeführt. Ein Wechselstrom, der durch eine Spule (A) fließt, erzeugt ein Magnetfeld (B). Wenn das Werkstück (C) sich in dem Magnetfeld befindet, werden im Werkstück Wirbelströme erzeugt. Die Wärme wird dort – und nur dort – erzeugt, wo diese Wirbelströme fließen.

Verschiedene Umrichter werden mit unterschiedlichen Leistungen und Frequenzen geliefert. Die Ausgangsleistung, die Form der Induktionsspule und die Eigenschaften des Werkstücks bestimmen das Wärmemuster. Die Tiefe der Wärmedurchdringung im Werkstück hängt von der Frequenz ab: je niedriger die Frequenz, desto tiefer die Durchdringung.





Einige erstaunliche Fakten über die induktive Erwärmung.

- Ein Frequenzumrichter von EFD Induction mit einer Ausgangsleistung von 100 kW kann bei einer Vorschubgeschwindigkeit von 1 m pro Minute eine Welle mit einem Durchmesser von 60 mm bis zu einer Tiefe von 2 mm (800°C bei 2 mm) härten.
- Mit einem unserer mobilen Umrichter können Sie 1 kg Stahl in fünf Sekunden von 20°C auf 800°C erhitzen. Das entspricht einer Temperaturanstiegsgeschwindigkeit von 160°C pro Sekunde.
- Die induktive Erwärmung ist beim Aushärten von Klebstoffen in Motorhauben zehn Mal effizienter als herkömmliche Öfen. Um eine Motorhaube auszuhärten benötigt man normalerweise 220 kW s. Da bei der induktiven Erwärmung 340 kW s aus dem Stromnetz bezogen werden, beträgt die Effizienz 65 Prozent. Herkömmliche Öfen verbrauchen so um die 4 000 kW s pro Motorhaube, was eine Effizienz von nur 5,5 Prozent bedeutet.

Eine Lösung von EFD Induction in Aktion. Maßgeschneiderte Induktionsspulen härten zwei Nockenwellen – sowohl Lager als auch Nockenbuckel werden in einem Verfahren, das nur 5,4 Sekunden dauert, bei 950°C gehärtet.

EFD Induction – weltweit führend in der Induktionstechnik.

Was macht EFD Induction so speziell?

Kenntnisse über Anwendungen

Bis zum heutigen Tag hat EFD Induction mehr als 20 000 Anlagen in 85 Länder geliefert. Eine große Anzahl davon sind nach Kundenwunsch angefertigte Lösungen zur induktiven Erwärmung – einzigartige Anlagen für besondere Anforderungen. Durch diese Erfahrung haben wir umfangreiche Kenntnisse gesammelt über Anwendungen auf vielfältigen Gebieten wie Glühen, Kleben, Hartlöten, Aushärten, Schmieden, Schrumpfpassung, Härten, Richten, Anlassen, Schweißen, Schmelzen sowie im Bereich Plasma, Lichtleiter und Glas.

Gerätetechnologie

EFD Induction entwirft, baut, installiert und wartet eine vollständige Palette an Induktionsgeräten. Wir haben bei der Entwicklung von Umrichtern für die induktive Erwärmung basierend auf Halbleitertechnologie tatsächlich Pionierarbeit geleistet und setzen diese fort. Ein wichtiger Fachbereich sind CNC-gesteuerte Maschinen mit mehreren Achsen, die in Produktionslinien integriert werden können. Anderen

Gerätebereiche sind: Rohrschweißsysteme und industrielle Induktionserwärmungssysteme wie zum Beispiel Schmelzöfen, Bolzenwärmanlagen und Erwärmungsanlagen für Stabenden.

Induktor-Knowhow

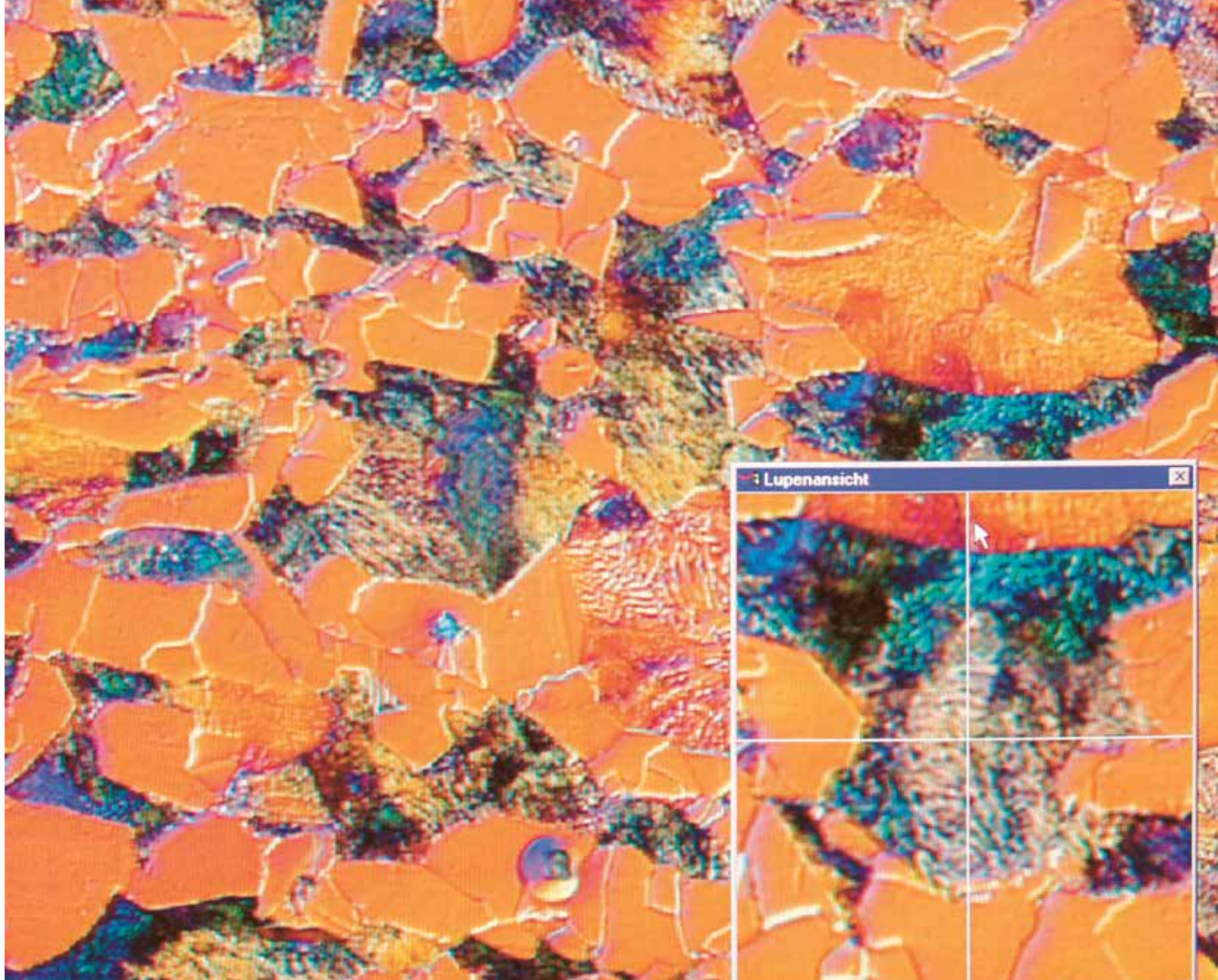
Eine exakt konzipierte, hergestellte und gewartete Spule (Induktor) ist entscheidend für das Ergebnis einer jeden induktiven Erwärmungsaufgabe. Schließlich ist sie das Teil, das dem Werkstück faktisch die Wärme zuführt. EFD Induction verfügt über jahrelange Erfahrung in der Konzeption und Bereitstellung von maßgeschneiderten, langlebigen Spulen für das vollständige Spektrum an Anwendungen und Materialien (wir bieten moderne computerbasierte Spulensimulationen, um sicherzustellen, dass Sie das optimale Spulenkonzent für Ihre speziellen Anforderungen erhalten). Wir bieten auch eine bewährte Logistikdienstleistung, die für eine reibungslose Lieferung und Installation von Ersatzspulen sorgt. Die Lebensdauer der Spulen zu maximieren ist eine der Spezialitäten von EFD Induction. Das Ergebnis sind Spulen, die für ihre Langlebigkeit geschätzt werden.

Fundierte Wissen über Materialien

In welcher Weise wird die induktive Erwärmung meine Metalle beeinflussen? Was passiert mit den Klebstoffen? Was ist mit den angrenzenden Materialien? Dies sind nur einige der Fragen, die Kunden unseren Materialexperten im Hause jeden Tag stellen. Um zu gewährleisten, dass unsere Metallurgen und Ingenieure schnelle und präzise Antworten geben, haben wir unsere eigenen Forschungslaboratorien errichtet. Dadurch wissen wir nicht nur mehr über die induktive Erwärmung als andere, sondern wir wissen auch mehr darüber, wie die Technologie Ihre Materialien beeinflusst.

Präsenz auf lokaler Ebene

Wo auch immer Sie sind, stehen die Chancen gut, dass EFD Induction sich irgendwo in Ihrer Nähe befindet. Denn zusätzlich zu Produktionsanlagen in Deutschland, Norwegen, Frankreich, China, Indien, Polen, Rumänien und den USA verfügen wir über ein weltweites Netzwerk von Vertretern. Wir haben auch Vertriebs- und Servicegesellschaften in Brasilien, Dänemark, Finnland, Großbritannien, Italien, Japan, Malaysia, Mexiko, Russland, Südkorea, Schweden, Spanien, Thailand und Österreich.



*Materialanalyse in einem Forschungslaboratorium von EFD Induction.
Dieses Bild zeigt die Mikrostruktur von legiertem Stahl C35, Korngröße ASTM6.*

Die Unterschiede sind offensichtlich. Was ist mit den Ähnlichkeiten?

Eine Konservendose, der Rumpf eines Kreuzfahrtschiffs, ein Joghurtbecher, Kraftwerksturbinen, unterirdische Kabel, Unterwasserrohrleitungen und unzählige Züge, Flugzeuge und Autos.

Was diese verschiedenen Produkte verbindet, ist die induktive Erwärmung, um sie herzustellen, zu warten, zu reparieren und wieder aufzubereiten. Falls der Joghurtbecher Sie neugierig macht: Mit Hilfe der induktiven Erwärmung wird der Foliendeckel am Plastikbehälter befestigt. Was die Konservendose betrifft, so trägt die induktive Erwärmung zur Beschichtung des Zinns an der Innenseite der Konservendose bei, damit konservierte Lebensmittel unverdorben bleiben.

Einfach gesagt, unsere Lösungen zur induktiven Erwärmung können für praktisch jede industrielle Wärmeanwendung eingesetzt werden.

Unsere Härtemaschinen mit ihren Umrichtern werden zum Beispiel in der Automobil- und Automobilzulieferindustrie häufig zum Oberflächenhärten und Anlassen von mechanischen Teilen wie Wellen, Zahnräder, Achsen und Ventile verwendet. Unsere Umrichter dienen auch zum Aushärten der Klebstoffe, die Rahmenverkleidungen in Türen, Motorhauben und Kofferraumdeckel verbinden.

Außer in der Automobil- und Automobilzulieferindustrie sind die Produkte von EFD Induction in den Industriebereichen Elektrotechnik, Metallverarbeitung, Rohre und Rohrleitungen, Kabel und Draht, Luftfahrt, Schiffsbau, Haushaltswaren, Glas, Plasma sowie Lichtleiter stark vertreten.



Wärmebehandlung und Vor-/Nachwärmen.
Kleben und Verbindungshartlöten.



Hartlöten von Kompressorteilen.
Kleben von Kühlschrankschrankteilen.
Lackrocknung. Rohrschweißen



Härten und Anlassen von Antriebs-
und Motorteilen (Wellen, Ventile usw.).
Richten bei Reparaturen.



Hart- und Weichlöten von
Messingteilen.



Härten und Anlassen von Motor- und
Antriebsteilen. Trocknen von Lacken und
Beschichtungen für Bremsscheiben. Kleben von
Rahmenteilen. Schweißen von Auspuffrohren.
Hartlöten von Komponenten. Kleben von
Magneten in elektrischen Motoren.



Abmontieren und Aufschrupfen von Rad-
und Lagerringen. Hartlöten von
Kupferkomponenten. Richten.



Hartlöten von Kupferteilen in Generatoren.
Schrumpfpassung. Ausdehnung von Bolzen.
Vor-/Nachwärmen und Hartlöten für Hoch-
druckturbinen.



Härten und Hartlöten von
Komponenten. Schweißen von
Rahmenrohren.



Längsnahtschweißen von Rohren und Rohr-
leitungen. Vorwärmen. Glühen von Schweiß-
nähten. Aushärten von Beschichtungen.



Vor-/Nachwärmen beim Beschichten von
Blechtefeln. Nachschmelzen von Zinnbe-
schichtungen.



Richten von Schiffsrümpfen während der
Bauphase. Schweißen von Stahlträgern in
Doppelrümpfen. Entfernen von Farbe. Hart-
löten von Kupferkomponenten. Härten von
großen Zahnrädern, Winschen und Ketten.
Wärmebehandlung von Wellen. Vorwärmen
von Ventilen vor dem Schweißen.



Vor-/Nachwärmen. Aushärten
von Drahtisolierungen.
Herstellung von Lichtleiter-
kabeln.

Lernen Sie die Produktfamilie kennen.

Welche Anforderungen Sie auch immer in Bezug auf Erwärmung haben, EFD Induction hat mit ziemlicher Sicherheit die Produkte, die ihnen gerecht werden. Und für den unwahrscheinlichen Fall, dass wir keine fertige Lösung haben, können wir mit Ihnen gemeinsam Ihre eigene Lösung zur induktiven Erwärmung entwickeln.

Dies wird unterstützt von unserem Sortiment an Produkten – und unserer jahrzehntelangen Erfahrung mit der induktiven Erwärmung. Das Produktsortiment von EFD Induction reicht von Wärmequellen in Standardausführung über maßgeschneiderte Lösungen bis zu vollständigen Herstellungsprozessen.

Mit EFD Induction erhalten Sie auch die Unterstützung von unseren Experten für Leistungselektronik, Metallurgie und elektronische Prozesssteuerungen. Ganz zu schweigen von den strengen Prüfungen in unseren eigenen und unabhängigen Laboratorien, die garantieren, dass Sie die absolut bestmögliche Lösung erhalten.



HardLine Industrielle Wärmebehandlungssysteme

HardLine ist eine komplette Linie von stationären Systemen für alle Arten von Werkstücken, die gehärtet, angelassen und gegläht werden müssen. HardLine bietet Maschinenkonzepte mit mehreren CNC-gesteuerten Achsen, Qualitätsüberwachung und vollautomatischen Beschickungssystemen in vertikaler, horizontaler und maßgeschneiderter Ausführung. HardLine-Systeme haben auch serien- und/oder parallelkompen-sierte Induktionsgeneratoren mit einem breiten Leistungs- und Frequenzspektrum.

HeatLine Industrielle Induktionserwärmungssysteme

HeatLine ist eine umfassende Linie von Systemen für die induktive Erwärmung. Die Produktreihe beinhaltet folgende Systeme: Bolzenerwärmungsanlagen (für große und kleine Bolzenabschnitte), Schmelzanlagen (Kippöfen, doppelachsige Kippöfen, Rollenherde, Drehspul- und Laborschmelzöfen), Erwärmungsanlagen für Stabenden (horizontale und vertikale Ausführung). HeatLine-Systeme werden auch im Bereich der Edelmetallbearbeitung sowie für Laboranwendungen eingesetzt.



Minac

Mobile Generatoren für die induktive Erwärmung

Die mobilen Generatoren der Minac-Reihe lassen sich extrem einfach in stallieren und bedienen. Dank der auto matischen Impedanzanpassung sind sie auch ideal für viele Einsatz-gebiete: Hartlöten, Schrumpfpassung, Härten, Aushärten, Richten, Vor-/Nach-wärmen, Glühen usw. Das Modell Minac ist erhältlich mit niedriger oder mittlerer Ausgangsleistung und kann in Werkstätten oder auf Baustellen eingesetzt werden. Bei allen Minac-Systemen ist ein schneller Spulenwechsel möglich.



Sinac

Stationäre Generatoren für die induktive Erwärmung

Sinac ist unser Angebot an stationären Generatoren mit hohem Wirkungsgrad. Es handelt sich um serien- und/oder parallelkompensierte Induktionsgeneratoren mit einem breiten Leistungs- und Frequenzspektrum, die sich für praktisch alle Anwendungen der induktiven Erwärmung eignen. Die Sinac-Reihe bietet auch Generatoren für simultane Mehrfrequenz-Erwärmung.



Weldac

Hochleistungs-Rohrschweiß-
generatoren in Transistor-
technologie

Weldac ist unsere Baureihe von Schweiß-
generatoren für Längsnahtschweißen
von Rohren und Rohrleitungen. Die
neue Generation, Weldac, verfügt über
die von EFD Induction patentierte IGBT-
Treibertechnologie, die den Ein-satz von
robusten IGBT-Transistoren bei
Frequenzen von bis zu 350 kHz ermögl-
icht. Mit Weldac G2 können Rohre und
Rohrleitungen von 1/2" bis 24" bear-
beitet werden. Weldac eignet sich sowohl
für Induktionsschweißen als auch für
Kontaktschweißen.

Im Geschäft mit der Wärme kann es das Schwierigste sein, kühl zu bleiben.

Eine Induktionserwärmungsanlage sollte einfach funktionieren und das liefern, was Sie wollen und wann Sie es wollen, damit Sie die Freiheit haben, sich auf Ihr Kerngeschäft zu konzentrieren.

Darum bieten wir Dienstleistungen an, die alles beinhalten, von der frühzeitigen Computersimulation über Ersatzteillieferung bis hin zu einmaligen Projekten unter Einsatz der induktiven Erwärmung sowie umfassende Wartungsverträge. Wir bieten auch intensive Schulungen.

Mehr als 65 Jahre im Geschäft mit der induktiven Erwärmung haben uns gelehrt, dass es keine Standardaufgabe gibt. Manche Kunden sind nicht einmal sicher, ob die induktive Erwärmung die richtige Lösung ist. In solchen Fällen empfehlen wir oft unsere Dienstleistung im Bereich Anwendungs-Engineering. Sie beinhaltet die Durchführung von Computersimulationen, um sicherzustellen, dass die induktive Erwärmung tatsächlich die beste Wahl ist. Wir erstellen auch wirtschaftliche Kalkulationen und ermitteln die langfristigen finanziellen Auswirkungen der Umstellung auf die induktive Erwärmung.

Andere Dienstleistungskunden verwenden bereits die induktive Erwärmung. Einige entscheiden sich für maßgeschneiderte Liefervereinbarungen für Ersatzteile. Einige wenden sich an uns zur Aufrüstung von Anlagen. Einige nehmen unseren Ferndiagnoseservice in Anspruch, wobei fortschrittliche Informationssysteme verhindern, dass Fehler zu teuren Problemen werden. Andere mieten unsere Produkte, um einen einmaligen Auftrag durchzuführen oder Produktionsspitzen zu bewältigen. Die Liste lässt sich noch weiterführen.

Es gibt jedoch einen gemeinsamen Nenner hinter all diesen Dienstleistungen: Unser Personal. Jeder Serviceingenieur bei EFD Induction hat unsere spezielle Serviceausbildung absolviert. Und damit er ständig über die letzten technischen Fortschritte auf dem Laufenden bleibt, muss jeder Techniker an regelmäßigen Auffrischkursen teilnehmen. Wir haben auch spezialisiertes Servicepersonal mit tiefgehenden Kenntnissen über spezifische Anwendungen.

Unser Netzwerk aus örtlichen Servicezentren, Produktions- und Forschungseinheiten unterstützt unser Servicepersonal im Außendienst. Dieses globale Netzwerk garantiert Ihnen eine schnelle Reaktion auf jedes Problem, das unser Servicepersonal an Ort und Stelle beheben kann.



Die von EFD Induction angebotenen Dienstleistungen reichen von Vorproduktionsplanung und Materialanalyse bis hin zu Verträgen über komplette vorbeugende Wartung und Reparatur. Hier rüstet einer unserer Techniker ein mobiles Induktionserwärmungssystem der Minac-Reihe von EFD Induction auf.

Rettung auf See. Als eine Bohrinsel in der Nordsee dringend repariert werden musste, verwendete man die induktive Erwärmung von EFD Induction.



„Ich fahre sofort hin“.

Es war Mittag, und Rune Asdal, ein Techniker bei EFD Induction in Norwegen, wollte gerade zum Mittagessen gehen.

Da klingelte sein Telefon.

Ein norwegischer Kunde hatte ein Problem mit einer Hauptpumpe, es hatte etwas mit dem Rollenlager zu tun. Ob Rune vorbeikommen und einen Blick darauf werfen könne?

„Natürlich“, sagte Rune. „Ich fahre sofort hin.“

„Oh, das könnte ein Problem werden“, lachte der Anrufer. „Die Pumpe befindet sich auf einer Bohrinselfraußen in der Nordsee. Ich hoffe, Sie haben nichts gegen Hubschrauber.“

Innerhalb von wenigen Stunden wurde Rune mit dem Hubschrauber zu der Bohrinselfraußen „Sleipner A“, wo Gas und Kondensat (Leichtöl) gefördert wird, geflogen. Die Bohrinselfraußen befindet sich 240 Kilometer von der norwegischen Küste entfernt. Mit sich führte er eine mobile Induktionsanlage vom Typ Minac 18/25 von EFD Induction.

„Das Problem“, erklärt Rune, „war ziemlich unkompliziert: Das Lager der Pumpe war defekt und musste ausgetauscht werden. Die Gefahr einer Explosion schloss jedoch den Einsatz von Schweißbrennern und die Erwärmung durch andere offene Flammen aus. Induktive Erwärmung war die einzige Möglichkeit. Obwohl, nicht ganz. Sie hätten die Pumpe an Land bringen können, aber das hätte ein kleines Vermögen gekostet.“

Wohlbehalten auf der 210 Meter hohen Bohrinselfraußen angekommen, musste Rune schnell arbeiten. Ohne die Pumpe hätte die Produktion gefährdet werden können – schlechte Nachrichten, denn die Bohrinselfraußen Sleipner fördert täglich 90 000 Tonnen Leichtöl.

„Die Arbeit verlief reibungslos“, erklärt Rune. „Ich benutzte die Minac, um vor der Demontage den Lagering zu erwärmen. Dann benutzte ich die Minac, um das neue Lager vor dem Wiedereinbau zu behandeln. Ich war innerhalb von 24 Stunden wieder zu Hause. Was die Pumpe betrifft, so sind einige Jahre vergangen, seit ich sie reparierte, und zuletzt habe ich gehört, dass sie noch immer sehr gut läuft.“

Eine Leidenschaft für Wärme.

Die Geschichte von EFD Induction.

Am 3. September 1950 beendeten Techniker in einer Werkstatt in Freiburg, Deutschland, die abschließenden Arbeiten an ihrer ersten stationären Induktionshärteanlage.

Die Techniker waren besorgt. Ihr Unternehmen, der Familienbetrieb Fritz Düsseldorf Induktionserwärmung (FDF), hatte sich zuvor auf Härtearbeiten für die örtliche Schwarzwälder Industrie konzentriert. Jetzt trafen sie jedoch auf einen schwierigen internationalen Markt. Würden sie wirklich den Anforderungen gerecht werden?

Sie hätten sich nicht sorgen müssen. Die Anlage war ein Erfolg. Schon bald exportierte FDF ihre Anlagen nach ganz Europa (FDF wuchs tatsächlich bald zu einem führenden Unternehmen für induktives Oberflächenhärten in Europa).

Die heiße Revolution

Während FDF in den siebziger Jahren expandierte, fand in Trondheim, Norwegen, eine Induktionsrevolution statt. Die Geburtsstätte der Umwälzung war die örtliche Technische Universität, wo eine Gruppe von Ingenieuren herausgefunden hatte, wie man Frequenzumrichter für die induktive Erwärmung transistorisiert.

Die Entdeckung der transistorisierten Frequenzumrichter war ein entscheidender Durchbruch. Die Frequenz-

umrichter wurden in der Folge kleiner und kompakter. Die Handhabung wurde perfektioniert. Das Frequenzspektrum – und somit das Anwendungsspektrum – wurde erheblich erweitert.

1981 gründeten drei norwegische Ingenieure ELVA Induksjon. Das neue Unternehmen hatte nur neun Angestellte. Aber sie hatten eine zukunftsweisende Idee: ein Sortiment an mobilen Umrichtern der Minac-Reihe. Die Werkstücke mussten nicht mehr mit hohen Kosten zu einer stationären Induktionserwärmungsanlage transportiert werden – die Erwärmungsanlage konnte jetzt zu dem Werkstück kommen.

In den folgenden Jahren brachte ELVA eine ganze Reihe von transistorisierten Produkten zur induktiven Erwärmung auf den Markt. Das Wachstum war rasant und zu einem großen Teil angetrieben von der Fähigkeit von ELVA, die Vorteile der auf die Umrichter angewandten Transistortechnologie in maßgeschneiderten Lösungen umzusetzen.

Zwei Eisen im Feuer

Im Mai 1991 begegneten sich die Geschäftsführer von FDF und ELVA zufällig auf einer Handelsmesse. Sie unterhielten sich... und entwickelten Visionen. Die Stärke von FDF waren stationäre Induktionserwärmungsanlagen. ELVA war der geschickte und erfahrene Erfinder im Bereich neuer Anwendungen für die induktive Erwärmung. Was wäre, wenn die beiden Unternehmen sich

zusammenschließen würden? Im Januar 1996 fusionierten FDF und ELVA und gründeten EFD Induction (die beiden Unternehmen hatten bereits 1993 die European Induction Heating Alliance gegründet).

Es folgte eine schnelle Expansion. Ein wichtiger Schritt war die Übernahme des Unternehmens CFEI mit Sitz in Grenoble 1998. Durch seine langjährige Erfahrung im Bereich induktive Erwärmung war CFEI der Marktführer



Der Pionier – die erste stationäre Induktionshärteanlage von FDF ist Ende 1950 fertig zum Versand.

in Frankreich. Eine besondere Stärke von CFEI war das Entwerfen von Lösungen zum Härten für alle bedeutenden französischen Autohersteller. Das Unternehmen war auch aktiv bei Spezialanwendungen, zum Beispiel im Bereich Plasma, Glas und Lichtleiter.

EFD Induction wuchs weiter. Britische und amerikanische Unternehmen wurden übernommen und in die Gruppe integriert. Eine Produktionsanlage wurde 1995 in Bangalore, Indien, eröffnet, eine weitere 2001 in Shanghai.

Bis zum heutigen Tag hat EFD Induction mehr als 20 000 Anlagen in 80 Länder geliefert. Es ist logisch, dieses Wachstum einzig den außerordentlichen Produkten und Dienstleistungen zuzuschreiben. Wir sind jedoch überzeugt, dass der wirklich entscheidende Faktor etwas weniger Greifbares gewesen ist: unsere Leidenschaft für die induktive Erwärmung – und für das, was damit erreicht werden kann.

Mehr als ein halbes Jahrhundert nachdem die erste Härteanlage die Werkstatt in Freiburg verließ, ist unsere Begeisterung für die induktive Erwärmung nach wie vor ungebrochen. Wenn Sie gerne wissen möchten, wie wir zur Produktivität Ihres Unternehmens beitragen können, rufen Sie uns an. Induktive Erwärmung ist unsere Leidenschaft. Wir möchten sie gerne mit Ihnen teilen.



Die Produkte von EFD Induction werden seit Jahrzehnten weltweit eingesetzt und genießen das Vertrauen ihrer Kunden. Dieser Schnappschuss zeigt Mitarbeiter der Garden Reach Shipbuilders and Engineers Ltd. in Calcutta, Indien, wie sie ihre neue Induktionserwärmungsanlage ELVA TERAC 16 prüfen. Das System wurde zum Richten von Schiffsrümpfen verwendet.



1981 gründeten drei norwegische Ingenieure ELVA Induksjon. Ein Jahr später verlieh ihnen der norwegische Industrieverband einen Preis für die Gründung des „besten neuen Industrieunternehmens Norwegens“. Hier sind die drei (von links: Truls Larsen, Knut Fosse Kersten und Leif Markegård) bei der Preisverleihung in Oslo abgebildet.

Glossar

Unter **Abschrecken** versteht man im Allgemeinen das schnelle Abkühlen von Metallen und Legierungen auf eine Temperatur unterhalb des Umwandlungspunktes, um sie zu härten.

Anlassen ist ein Wiedererwärmungsverfahren, das die Dehnbarkeit und Schlagfestigkeit einer gehärteten Struktur (Martensit) erhöht. Die Mikrostruktur von abgeschrecktem und angelassenem Stahl bezeichnet man als angelassenes Martensit.

Der **Curie-Punkt** (auch **Curie-Temperatur** genannt) ist die Temperatur, bei der die magnetischen Eigenschaften von bestimmten magnetischen Stoffen drastisch verändert werden. Spezifizierung: die Temperatur, bei der ein Übergang zwischen der ferromagnetischen und der paramagnetischen Phase stattfindet. Oberhalb des Curie-Punktes ist ferromagnetisches Material ausschließlich paramagnetisch.

Die **Eindringtiefe** ist der Abstand von der Oberfläche bis zu der Tiefe, in der die Stromdichte auf 37 Prozent abgefallen ist. Die Eindringtiefe nimmt mit abnehmender Frequenz zu. Es ist unbedingt erforderlich, die Frequenz unter Berücksichtigung der Dimensionen und elektrischen Eigenschaften des zu erwärmenden Objektes auszuwählen.

Elektromagnetische Induktion ist die Erzeugung einer elektrischen Potentialdifferenz bzw. Spannung in einem Leiter, der sich in einem verändernden Magnetfeld befindet.

Flussmittel werden beim Hartlöten verwendet, um Oxide zu entfernen, Oxidation zu verhindern und die zu verbindenden Bereiche anzufeuchten. Überschüssige Flussmittel sollten nach dem Lötvorgang entfernt werden. In der Lötzone verbleibende Flussmittel können zu Korrosion führen.

Der **Frequenzumrichter** ist die Energiequelle, die den hochfrequenten Wechselstrom liefert. Moderne Frequenzumrichter für die Induktion basieren auf der Halbleitertechnologie.

Glühen ist eine Wärmebehandlung, bei der die Mikrostruktur eines Materials verändert wird. Dies bewirkt Veränderungen in den Eigenschaften des Materials, wie zum Beispiel Stabilität und Härte. Es ist ein Verfahren, bei dem ein Gleichgewicht erzeugt wird, indem ein Material angewärmt und bei einer geeigneten Haltezeittemperatur gehalten wird, um dann wieder sehr langsam abgekühlt zu werden. Das Verfahren wird verwendet, um das Material weicher zu machen, innere Spannungen zu verringern, die Struktur zu verfeinern und die Eigenschaften bei der Kaltbearbeitung zu verbessern.

Hartlöten ist ein Verbindungsverfahren, bei dem ein nicht eisenhaltiges Füllmetall oder eine nicht eisenhaltige Legierung bis zum Schmelzpunkt über 450°C (800°F) erwärmt und zwischen zwei oder mehreren eng aneinander gefügten Teilen durch Kapillarwirkung verteilt wird.

Eine **Induktionsspule** ist eine Spule, die hoch- oder mittelfrequenten Wechselstrom führt. In metallischen Werkstoffen werden Wirbelströme induziert, wenn sie dem elektromagnetischen Wechselfeld dieser stromdurchflossenen Spule (Induktort) ausgesetzt sind. Die Wirbelströme erwärmen das Metall durch die entstehende Verlustwärme. Dabei ist die Stromdichte an der Metalloberfläche am größten (Skinneffekt).

Induktive Erwärmung ist ein Verfahren zur Erwärmung von elektrisch leitendem Material durch elektromagnetische Induktion, wobei Wirbelströme im Material erzeugt werden und dessen Widerstand zu der Erwärmung führt.

Induktives Oberflächenhärten ist das Verfahren zum Härten der Oberfläche von Werkstücken aus Stahl oder Gusseisen. Dabei wird nur die Oberfläche erwärmt, um nach dem Abschrecken eine martensitische Mikrostruktur im erwärmten Bereich zu erzeugen.

Kleben (Bonding, Vorgelieren) ist die strukturelle Verbindung von Teilen durch Klebstoff, der bei erhöhter Temperatur ausgehärtet wird.

Das **Nachwärmen** von Schweißverbindungen erfolgt unmittelbar nach dem Schweißen, um das Material anzulassen, Spannungen zu verringern oder um eine kontrollierte Abkühlungsrate zu erzielen. Damit werden Aufhärtungen oder spröde Strukturen vermieden.

Unter **Normalisierung** versteht man die Erwärmung einer eisenhaltigen Legierung auf eine geeignete Temperatur oberhalb des Umwandlungspunktes und die anschließende Abkühlung an der Luft auf eine Temperatur, die erheblich unterhalb des Umwandlungspunktes liegt. Stahl wird normalisiert, um die Korngröße zu verfeinern, die Struktur einheitlicher zu machen oder die Eignung zur maschinellen Verarbeitung zu verbessern.

Rohrschweißen ist im Zusammenhang mit Induktion eine Methode zum Längsnahtschweißen von Rohren, Rohrleitungen und Profilen aus Stahl und Aluminium mit Hilfe von Induktionsspulen oder elektrischen Kontakten. Das Rohmaterial wird in Streifen von einer Breite und Dicke gerollt und zugeschnitten, die den Dimensionen des fertigen Produktes entsprechen. Der Streifen wird einer Form- und Schweißanlage zugeführt

und von Walzen geformt, bevor die Kanten zusammengeschnitten werden. Der Schweißvorgang erfolgt ohne Schweißmittelzusatz, da die Kanten auf die Schweißtemperatur erwärmt und zusammengepresst werden.

Rostfreier Stahl ist eine gängige Bezeichnung für Stahlegierungen, die gegen Korrosion und Oxidation (Rost) widerstandsfähig sind. Diese umfassen normalerweise:

- **Austenitischer Stahl** – die größte Kategorie der rostfreien Stähle, die 70 Prozent der gesamten Produktion ausmacht. In der Gruppe der rostfreien Stähle weisen die austenitischen Stähle den höchsten Korrosionswiderstand aufgrund ihres erheblichen Gehalts an Nickel (Ni) und eines hohen Anteils an Chrom (Cr) auf. Der Stahl ist nicht magnetisch und hat keinen Curie-Punkt.
- **Ferritischer Stahl** – die zweitgrößte Kategorie der rostfreien Stähle, die ungefähr 25 Prozent der Produktion ausmacht. Ferritische rostfreie Stähle sind reine Chromstähle (Cr) ohne nennenswerten Nickelgehalt (Ni). Das Fehlen von Nickel führt zu einem geringeren Korrosionswiderstand als dem der austenitischen Stähle (rostfreie Stähle mit Chrom- und Nickelgehalt). Der Stahl ist magnetisch und hat einen Curie-Punkt.
- **Martensitischer Stahl** – eine kleine Kategorie der rostfreien Stähle, gekennzeichnet durch den Einsatz der Wärmebehandlung zum Härten und Richten. Martensitische rostfreie Stähle sind reine Chromstähle (Cr) ohne nennenswerten Nickelgehalt (Ni). Der Stahl ist magnetisch und hat einen Curie-Punkt.

Das **Vorwärmen** erfolgt bevor das Material einem speziellen Erwärmungsprozess mit hohen Temperaturen oder einem mechanischen Prozess unterzogen wird.

Weichlöten ist ein Verfahren zum Löten bei niedrigen Temperaturen unter Verwendung eines Lotes mit einem Schmelzpunkt unter 450 °C (800 °F).

Ein **Wirbelstrom** wird in metallischen Werkstücken durch ein sich zeitlich änderndes Magnetfeld erzeugt.

