

STEIGERUNG DER  
ABSCHMELZLEISTUNG  
AUF **>40kg/h**

# HOCHPRODUKTIVE LÖSUNGEN

FÜR DIE WINDKRAFTBRANCHE

[www.lincolnelectric.de](http://www.lincolnelectric.de)

**LINCOLN**<sup>®</sup>  
**ELECTRIC**

# INHALTSVERZEICHNIS

	<b>GLOBALE TRENDS</b>	<b>3</b>
<b>PRODUKTIVITÄTSSTEIGERUNG MIT UP TANDEM LONG STICK OUT</b>		<b>4</b>
<b>VERRINGERUNG DES PULVERVERBRAUCHS MIT UP TANDEM LONG STICK OUT</b>		<b>5</b>
	<b>SCHWEISSKOSTENANALYSE</b>	<b>6</b>
	<b>PRAKTISCHE BEISPIELE</b>	<b>7</b>
	<b>LSO (LONG-STICK-OUT)</b>	<b>8</b>
<b>MEHR PRODUKTIVITÄT UND EFFIZIENZ</b>		<b>9</b>
	<b>SCHLÜSSELKOMPONENTEN</b>	<b>10</b>
	<b>SPEZIELLE ZUSATZWERKSTOFFE</b>	<b>11</b>

# GLOBALE TRENDS

Die Windkraftbranche arbeitet weltweit an der Lösung der logistischen Herausforderungen bei der Expansion im Bereich der Onshore- und Offshore-Windkraftanlagen und viel wurde bereits erreicht. Die Umwandlung von Stahl in die zentralen Bausteine der Energiewende ist schon in vollem Gange, mit neuen Rekordinvestitionen.



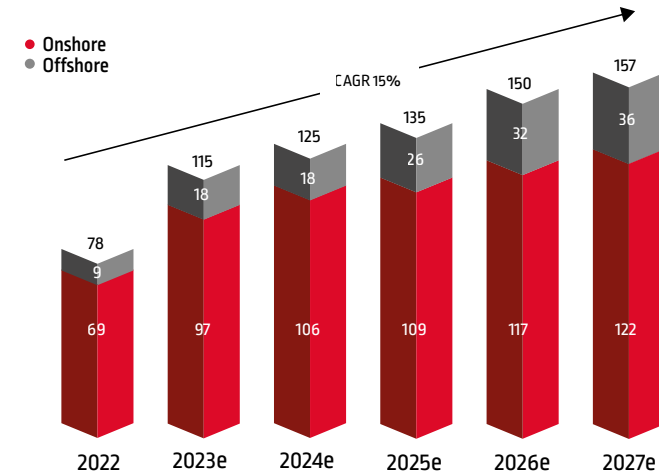
Christopher L. Mapes  
Chairman, President und  
Chief Executive Officer,  
Lincoln Electric

Zusätzliche Kapazitäten in Stahlwerken, die geplant oder bereits in Betrieb sind, bei Rohrwerken, Werften und regionalen Verarbeitern auf der ganzen Welt - diese neuen Investitionen in der Industrie sind die treibende Kraft hinter einer der schnellsten globalen Industrialisierungsphasen, die wir je erlebt haben. Das Ergebnis dieses Prozesses wird die Welt in die Lage versetzen, Turbinen, Türme und Fundamente (fest installierte und schwimmende) von nie zuvor erreichter Größe zu bauen und zu installieren. Beim Wettlauf zum Bau von Turbinen mit über 20 MW Leistung müssen Hersteller und Logistikdienstleister sich auf höhere Kapazitäten einstellen, höher als je zuvor. Es ist jedoch klar, dass das derzeitige Niveau des Investitionsengagements in der gesamten Lieferkette immer noch weit hinter dem zurückbleibt, was erforderlich ist, damit die Industrie die Ziele für die installierte Kapazität erreicht.

Als ein wichtiger globaler Zulieferer, der die gesamte Lieferkette für Anlagen und Infrastrukturen in der Fertigung unterstützt, hat Lincoln Electric einen besonderen Blick auf die industrielle Entwicklung.

\* Quelle: GLOBAL WIND REPORT 2023,  
<https://gwec.net/globalwindreport2023/>

Ausblick Neuinstallationen 2022-2026 (GW)



Quelle: GWEC, 2023

Der Schlüssel zur Erschließung der vollen Kapazität der Lieferkette liegt in der Innovation, zusammen mit neuen Installationsmethoden, Designs und fortschrittlichen Technologien, die den Erfolg und die Rentabilität der Branche vorantreiben können. Darüber hinaus wird die kontinuierliche Entwicklung hochqualifizierter Arbeitskräfte von entscheidender Bedeutung sein, ebenso wie die Einführung höherer Automatisierungslösungen, die die Projektdauer und die Gesamtkosten reduzieren können.



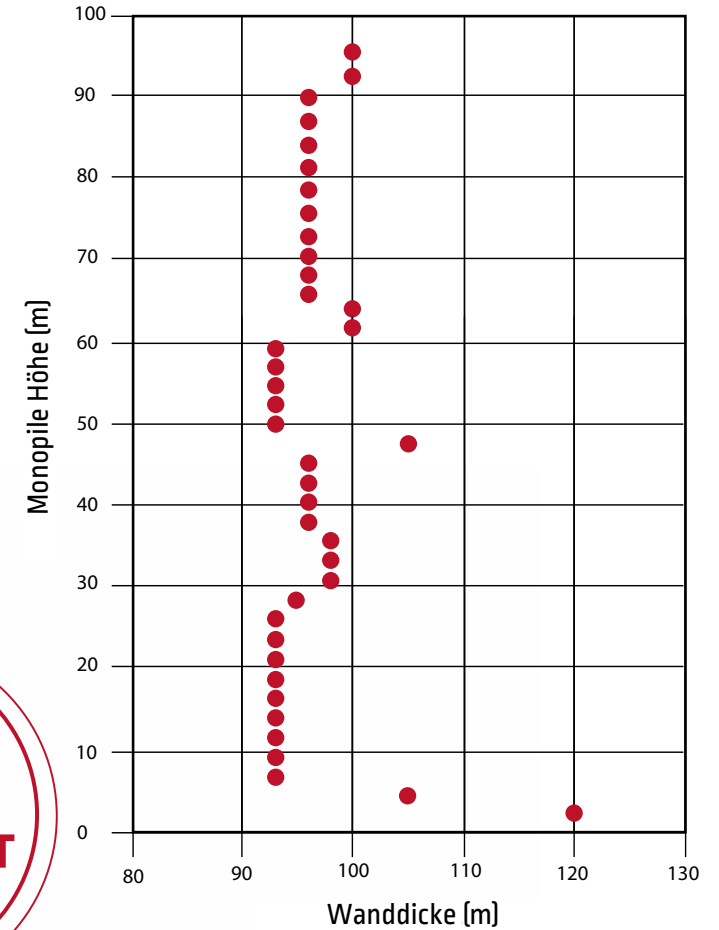
# REDUZIEREN SIE IHRE SCHWEISSZEIT MIT DEM UP TANDEM LONG STICK OUT PROZESS

## Offshore Monopile

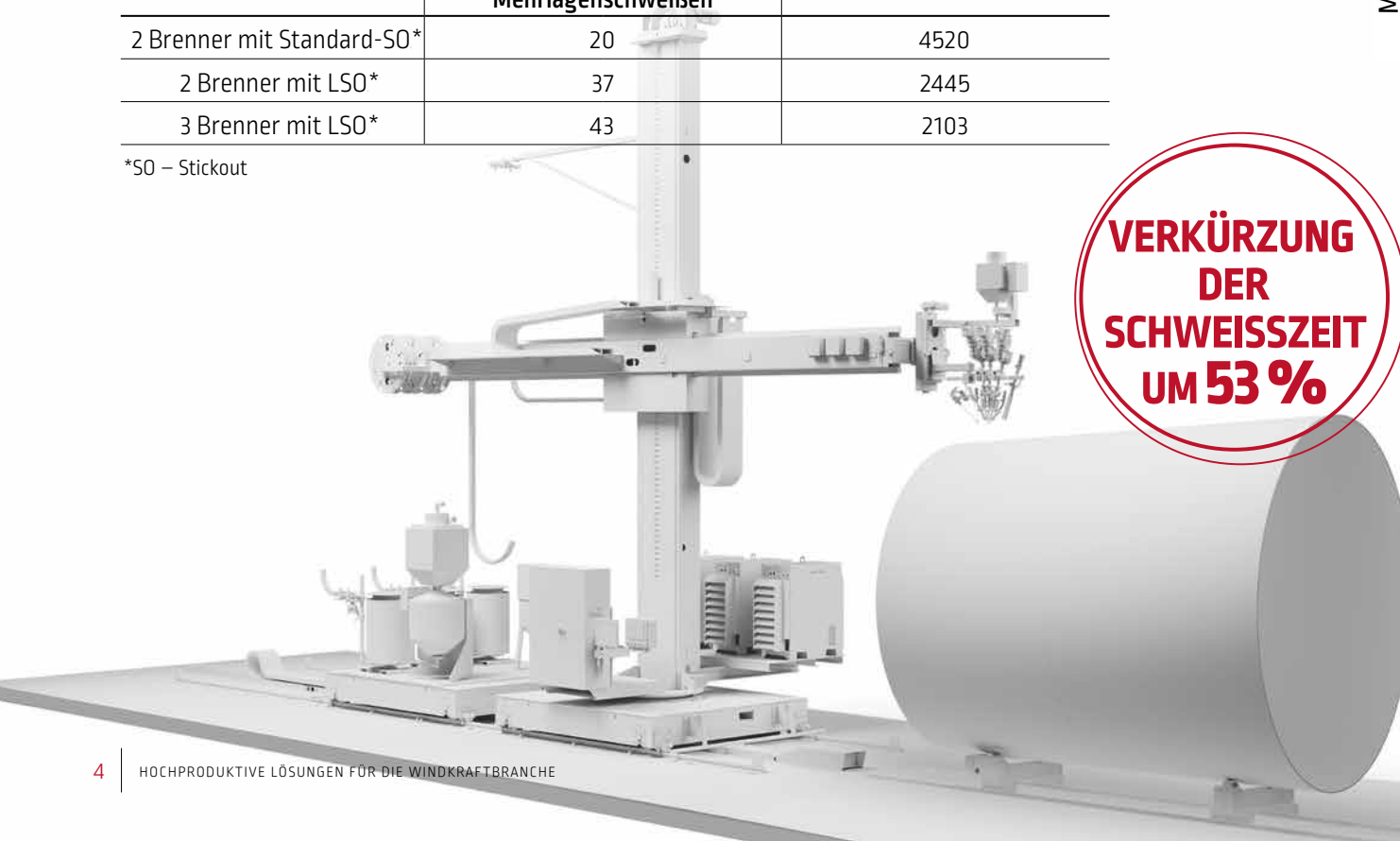
- Höhe: 96 m
- 12 m Durchmesser an der Basis und 8,5 m an der Spitze
- 90-120 mm Wanddicke
- Spezielle Nahtvorbereitung: 16° U-Naht

Tandem-Verfahren	Durchschnittliche Abschmelzleistung (kg/h)	Schweißzeit pro Turm (h) mit 60% Betriebsfaktor
	Mehrlagenschweißen	
2 Brenner mit Standard-SO*	20	4520
2 Brenner mit LSO*	37	2445
3 Brenner mit LSO*	43	2103

\*SO – Stickout



**VERKÜRZUNG  
DER  
SCHWEISSZEIT  
UM 53 %**

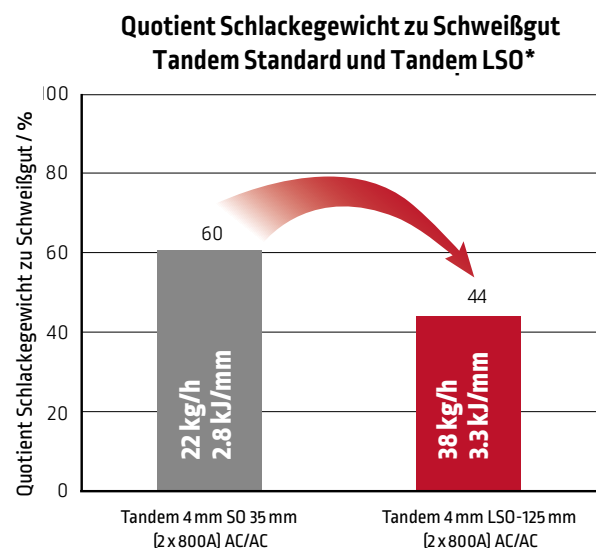


# REDUZIEREN SIE IHREN VERBRAUCH AN SCHWEISSPULVER MIT TANDEM LONG STICK OUT

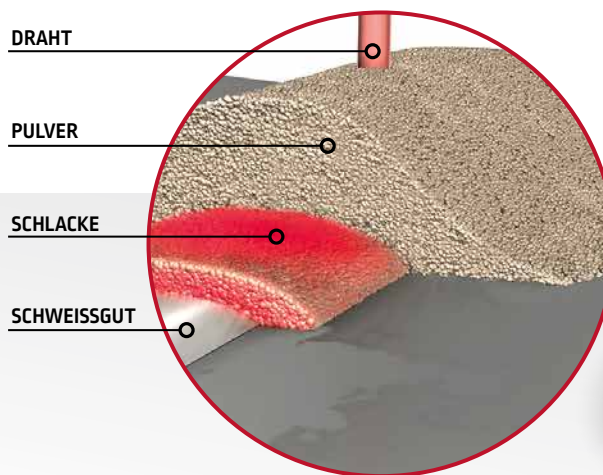
- LSO erhöht die Abschmelzleistung und reduziert gleichzeitig wesentlich den Schweißpulververbrauch.
- Die Schweißgutmenge wird erhöht, während die Schlackemenge nur moderat steigt.
- Da weniger Schweißraupen benötigt werden, verringert sich der Schweißpulververbrauch.

## VORTEILE

- Geringerer Schweißpulververbrauch
- Weniger Abfall (Schlacke)



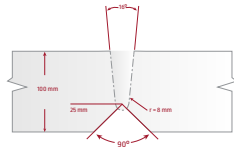
**VERBRAUCH  
UM 27%  
VERRINGERT**



\*Bei einer Schweißgeschwindigkeit von 1 m/min., sowie 30 bzw. 35 V bei Standard und Long Stickout (LSO). Bei 100 kg abgeschmolzenem Schweißgut beträgt die zusätzliche Menge an recycelbarem Schweißpulver 16 kg.

# SCHWEISSKOSTENANALYSE

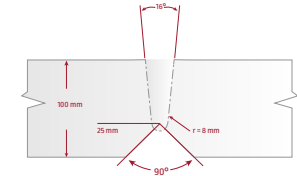
Anwendung:



Nahtparameter:  
 Grundwerkstoff S355 G10+M  
 Blechdicke: 100 mm  
 Eingeschlossener Winkel: 16°  
 Länge pro Jahr: 40 000 m



Anwendungen:



Prozess: UP		DC+/AC Tandem Standard SO	DC+/AC Tandem 1 Long SO	AC/AC Tandem 2 Long SO	AC/AC/AC 3-Draht 3 Long SO	
Verbrauchsmaterial: PULVER + MASSIVDRAHT		Oerlikon/Lincoln EH 12 K				
Prozessparameter	Stickout	(mm)	35	35-150	150	150
	Drahtdurchmesser	(mm)	4	4	4	4
	Strom	(A)	700	700	700	700
	Durchschnittlicher Streckenenergie	(kJ/mm)	3,6	3,4	3,4	3,4
	Durchschnittliche Abschmelzleistung	(kg/h)	<b>20,00</b>	<b>28,00</b>	<b>37,00</b>	<b>43,00</b>
Kosten für Zusatzwerkstoffe	Draht	(€/kg)	2,80	2,80	2,80	2,80
	Pulver	(€/kg)	2,30	2,30	2,30	2,30
	Verhältnis Schweißpulver/Draht		<b>0,73</b>	<b>0,67</b>	<b>0,53</b>	<b>0,53</b>
	Gesamtkosten pro kg Schweißnaht	(€/kg)	4,48	4,34	4,02	4,02
Produktionskosten	Lohnkosten	(€/h)	50	50	50	50
	Einschaltdauer	(%)	60	60	60	60
	Gewicht pro 1m	(kg/m)	23,50	23,50	23,50	23,50
	Zeit pro Meter Schweißnaht	(h/m)	1,96	1,40	1,06	0,91
	Kosten pro Meter Schweißnaht	(€/m)	<b>203</b>	<b>172</b>	<b>147</b>	<b>140</b>
Gesamt	Gesamtlänge	(m)	40 000			
	Gesamtgewicht	(kg)	940 000			
	Gesamt-Schweißzeit	(h)	78 333	55 952	42 342	36 434
	Gesamtkosten	(€)	<b>8 126 927</b>	<b>6 878 159</b>	<b>5 894 977</b>	<b>5 599 565</b>

Mit Tandem 2 LSO werden im Vergleich zu Tandem SO 25 kg Schweißpulver pro 6m gespart.

Zeitersparnis gegenüber Tandem Standard Stickout			<b>-22 381 h</b>	<b>-35 991 h</b>	<b>-41 899 h</b>
Kostensparnis gegenüber Tandem Standard Stickout			<b>-1 248 768 €</b>	<b>2 231 950 €</b>	<b>-2 527 361 €</b>

**-29% -46% -53%**  
**-15% -27% -31%**

# PRAKTISCHE BEISPIELE

S355G10+N	
Blechdicke	100 mm
Pulver	OP128TT
Draht	OE-SD3
Anwendung	<b>Tandem LSO</b>
Querzugfestigkeit Rm	509/514MPa
Dehngrenze 0,2% (Rp0,2)	480/517MPa
Biegetests	OK
Testtemperatur	-60°C
Kerbschlagzähigkeit Decklage	86J
Kerbschlagzähigkeit Schweißgut (1/2t)	170J
BM	168HV10
Wärmeeinflusszone	229HV10
Schweißnaht	228HV10

**& CTOD ( $\delta$ ) -@ -10°C**  
**>1,74 mm**  
**>1,73 mm**  
**>1,78 mm**

## ÜBERTRIFFT ANFORDERUNGEN VON INDUSTRIE UND ENDVERBRAUCHERN

## LSO (LONG-STICK-OUT)

Beim Unterpulverschweißen ist das freie Drahtende (Stickout) die Distanz zwischen Kontaktspitze und Werkstück. Dieser Abstand kann durch die Verwendung spezieller Erweiterungen in verschiedenen Längen vergrößert werden, um den sogenannten Long Stickout zu erzielen. Der elektrische Drahtwiderstand erhöht sich mit dessen Länge. Dank des Joule-Effekts wird die Elektrode vorgewärmt und schmilzt schneller ab als bei Standard-Stickout mit gleicher Stromstärke.

**Doppelte  
Abschmelz-  
leistung**

**+9 kg/h  
Abschmelz-  
leistung**

**EINDRAHT STANDARD DC+**



**8  
kg/h**

**STANDARD STICK OUT**

**EINDRAHT LSO**



**17  
kg/h**

**LONG STICK OUT**



**VIDEO**





# WENIGER LICHTBOGENZEIT

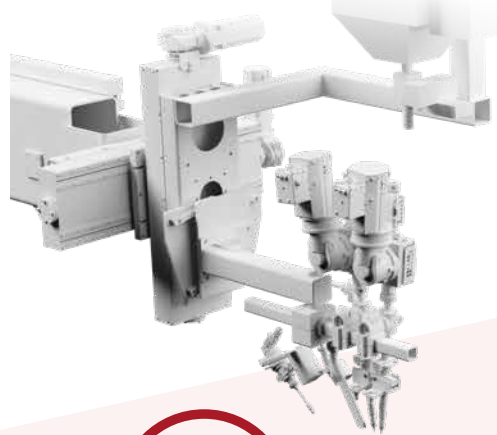
## MEHR PRODUKTIVITÄT UND EFFIZIENZ

- Long Stick-Out ist das produktivste UP-Verfahren mit einer Stromquelle.
- Das Tandem-Verfahren kann mit 1 oder 2 LSO Brennern eingesetzt werden. Bei einer 2 LSO-Brenner Konfiguration erreicht die Abschmelzleistung mit 4mm-Draht leicht >37kg/h.
- Das effizienteste LSO-Verfahren für moderne Offshore-Windkraftanwendungen arbeitet mit 3 Lichtbögen (Triple Arc LSO) und erreicht Abschmelzleistungen von >43kg/h.

### VORTEILE

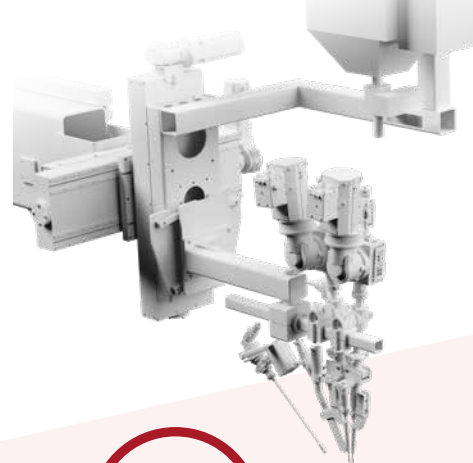
- Einfache Brenner-Installation
- Reduzierte Anzahl an Schweißraupen
- Reduzierter Schweißpulververbrauch
- Gleichbleibende mechanische Eigenschaften

### UP TANDEM STANDARD



**20**  
kg/h

### UP TANDEM LSO

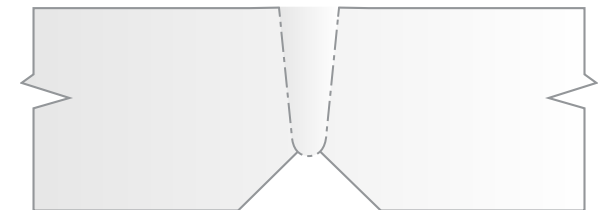


**37**  
kg/h

### UP3-DRAHT LSO



**43**  
kg/h



# SCHLÜSSELKOMPONENTEN

## Erforderliche Schweißgeräte:

- **Power Wave® AC/DC1000® SD:** Hochmoderne Stromquelle, die ein konstant gutes Lichtbogenzünden sicherstellt.
- **Maxsa 10&22 Steuerung und Kopf:** Robuste und benutzerfreundliche Bedienoberfläche.
- **Kontaktbrenner (K148):** Einfach zu montieren und entwickelt für LSO.



MEHR ERFAHREN

## Power Wave® AC/DC 1000® SD

### POLARITÄT

#### DC+

- Gängigste Betriebsart
- Hohe Einbrandtiefe und stabiler Lichtbogen

#### DC-

- Verbessert die Abschmelzleistung
- Begrenzt die Einbrandtiefe
- Begrenzte Lichtbogenstabilität

#### AC

- Ein Kompromiss zwischen den beiden DC-Betriebsarten
- Die optimale Wahl

### Waveform Control Technology®: angepasster AC-Modus

#### • Frequenz

Anzahl der Polaritätswechsel pro Sekunde

#### • Balance

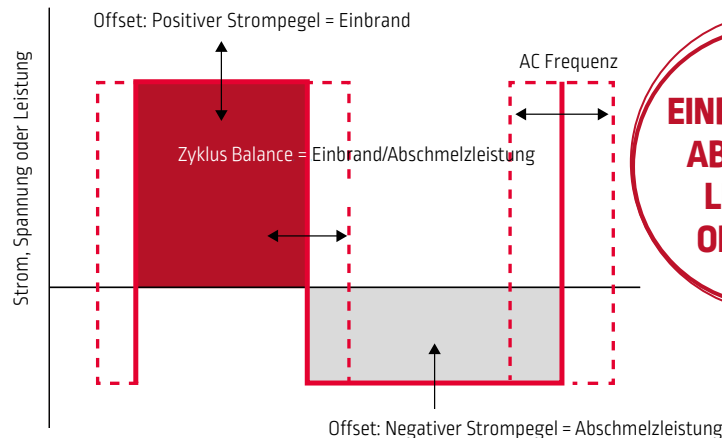
Zeitanteil im positiven Polaritätsabschnitt eines Zyklus

#### • Offset

Positive / Negative Amplitude

### VORTEILE

- Waveform Control Technology
- Niedriger Stromverbrauch
- Einfache Einrichtung und Steuerung von mehreren Lichtbogen
- Check Point (Aufzeichnung und Überwachung des Schweißprozesses)



**EINBRAND UND ABSCHMELZLEISTUNG OPTIMIERT**



### WARNMELDUNG

Versenden von E-Mail Benachrichtigungen zu Anlagenzustand und Drahtverbrauch.



### PRODUKTIONS-ÜBERWACHUNG

Anzeige des Live-Status jedes Schweißgeräts und der Schweißdetails.



### RÜCKVERFOLG-BARKEIT

Zuverlässige Berichterstattung durch Erfassung von Audit-Trail-Daten.


Always On™ und Pulse™ sind Marken von I/Gear Online, LLC



WEITERE INFORMATIONEN HIER

# SPEZIELLE ZUSATZWERKSTOFFE

Lincoln Electric bietet ein breites Sortiment an Schweißzusatzwerkstoffen, welche die Anforderungen höchster Standards erfüllen. Die in der Windkraftbranche gängigsten Zusätze sind nachfolgend aufgeführt. Abhängig von den geforderten mechanischen Eigenschaften und der Schweißnahtkonfiguration, stehen weitere Optionen zur Verfügung.\*

	Lage/Gegenlage und mehrlagig	QR-Code	Mehrlagig mit Charpy-V-Zähigkeit bis -60°C	QR-Code
<b>PULVER</b>	• OP 128TT		• OP 121TT	
<b>UP-DRAHT-ELEKTRODEN</b>	• OE-SD2		• OE-SD3	
	• OE-SD3		• OE-SD3 1Ni 1/4Mo	
	• OE-S2Mo			



## Möchten Sie mehr erfahren?

Bitte kontaktieren Sie uns und vereinbaren Sie einen Termin.



\*Bitte wenden Sie sich an Ihren lokalen Ansprechpartner für die Beratung zu weiteren Zusatzwerkstoff-Alternativen.



# APPLICATION RESOURCE CENTER



## RICHTLINIEN FÜR DEN KUNDENDIENST

Die Geschäftstätigkeiten der Lincoln Electric® sind die Herstellung und der Verkauf hochwertiger Schweißanlagen, Schweißzusatzwerkstoffe und Brennschneidanlagen. Dabei ist es stets unser Ziel, den Anforderungen unserer Kunden gerecht zu werden und ihre Erwartungen zu übertreffen. Kunden wenden sich regelmäßig an Lincoln Electric, um sich über den Einsatz unserer Produkte beraten zu lassen. Unsere Mitarbeiter bemühen sich nach bestem Wissen und auf der Grundlage der ihnen von den Kunden zur Verfügung gestellten Informationen, sachgerechte Antworten zu geben. Unsere Mitarbeiter haben jedoch nicht die Möglichkeit, die bereitgestellten Informationen oder die technischen Anforderungen an die jeweilige Schweißanwendung zu überprüfen. Deshalb kann Lincoln Electric keinerlei Zusicherungen und Garantien im Zusammenhang mit herausgegebenen Informationen und Empfehlungen geben und übernimmt keine Haftung. Die Herausgabe von Informationen und Empfehlungen führt nicht zur Gewährung, Erweiterung oder Modifikation von Garantien im Hinblick auf unsere Produkte. Jedwede expliziten oder impliziten Garantien im Zusammenhang mit Informationen und Empfehlungen, einschließlich jedweder impliziter Zusicherungen im Hinblick auf normalen Gebrauch oder die Eignung für einen bestimmten Zweck werden ausdrücklich ausgeschlossen.

Lincoln Electric geht gern auf die Bedürfnisse und Wünsche seiner Kunden ein, jedoch obliegen Auswahl und Einsatz der einzelnen von Lincoln Electric verkauften Produkte ausschließlich der Entscheidung des Käufers. Dieser bleibt auch der alleinige Verantwortliche für die entsprechenden Entscheidungen. Die Ergebnisse der Anwendung von Herstellungsverfahren und Serviceanforderungen unterliegen vielen Variablen außerhalb des Einflussbereichs von Lincoln Electric.

Änderungen vorbehalten. Diese Informationen sind nach unserem besten Wissen zum Zeitpunkt der Drucklegung korrekt. Aktualisierte Informationen finden Sie auf unserer Website [www.lincolnelectric.de](http://www.lincolnelectric.de).