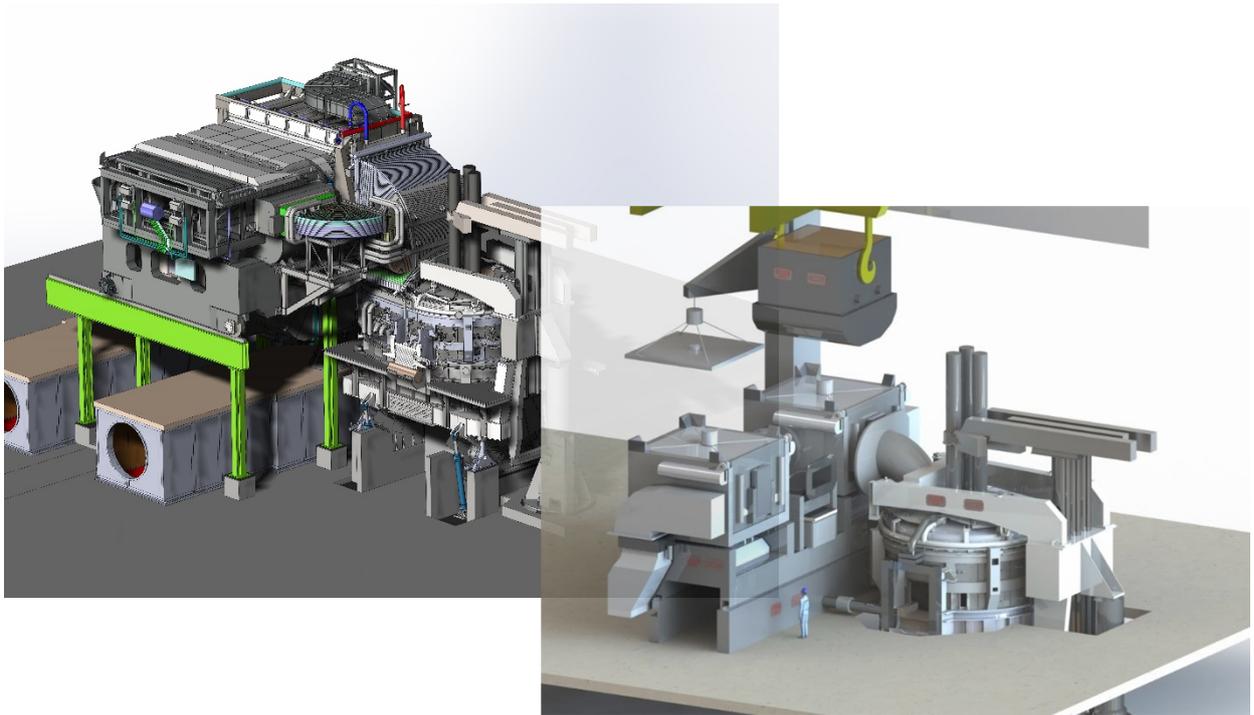


Information für Stahlwerksleiter



Neues, geniales Konzept für eine
umweltgerechte und
wirtschaftliche Stahlherstellung.

Entwickelt und zusammengestellt von eco-e AG

Februar 2016 / 2021

Inhalt

Zusammenfassung für das Management	3
Vorwort	3
Lösung.....	3
In den Augen des Stahlwerksleiters.....	3
1 Technischer Hintergrund.....	4
1.1. Stahlherstellung.....	4
1.2. Ausblick.....	6
1.3. Die Geniale Lösung	6
2. Umfang der ECO-E-Technologie	10
2.1. ECOFEEDER P	10
2.2. ECOFEEDER M	10
2.3. ECOFEEDER E	10
2.4. Kostenschätzung	11
3. Einsparungen	12
3.1. Schrott, Ertrag und Staub	12
3.2. Energieeinsatz.....	12
3.3. Zusammenfassung der Einsparungen.....	13
4. Die Sicht des Stahlwerksleiters.....	14
4.1. Risiko.....	14
4.2. Blick in die Zukunft	14
4.3. Die Return On Investment (ROI)	14
4.4. Produktion	14

ZUSAMMENFASSUNG FÜR DAS MANAGEMENT

VORWORT

Die weltweite Stahlproduktion umfasst im Jahr 2020 rund 1'864 Millionen Tonnen. Stahl wird in allen Branchen eingesetzt, so z.B. in der Gebäudetechnik und Infrastruktur (52%), in der mechanischen Ausrüstung (16%), in der Automobilindustrie (12%), für Metallerzeugnisse (10%), für sonstigen Transport (5%) und für elektrotechnische Ausrüstung (3%) und in Haushaltsgeräten (2%).

Stahl ist ein endlos wieder verwendbares Material. Die Grundmaterialien von Stahl, Kohlenstoff und Eisen gehören zu den Elementen, die am häufigsten auf der Erde und im Universum vorkommen.

Zur Herstellung von 1 Tonne Stahl aus Schrott (größter wieder verwertbarer Abfallanteil) werden ca. 700 kWh benötigt.

Seit den 60er Jahren sind große Anstrengungen zur Verbesserung der Einschmelztechnologie und der Steigerung der Effizienz im Lichtbogenofen (LBO) im Gange.

Die erklärten Hauptziele der LBO-Verbesserungen sind:

- Reduktion des spezifischen Energiebedarfs
- Reduktion des Elektrodenverbrauchs
- Steigerung der Produktivität.

LÖSUNG

Das vorgeschlagene Verfahren ist die ultimative Technologie in der Abwärme Rückgewinnung. Die Neuentwicklung verzichtet auf alle Arten von mechanischen Halteelementen im Schrotffluss. Es bietet viele Sicherheits- und Prozessvorteile, die in den bekannten Lösungen fehlen. Alle Arten von toxischen und störenden Emissionen werden ohne zusätzlichen Energieeintrag ausserhalb der Schrottvorheizung auf das Maximum reduziert. Der Umwandlungsertrag "Schrott zu Stahl" steigt im Vergleich zur herkömmlichen offenen Deckelladung um mehr als 3%.

IN DEN AUGEN DES STAHLWERKSLEITERS

Die vorgeschlagenen Lösungen bieten eine schnelle Rendite (ROI) in bis zu 12 Monaten nach der Inbetriebnahme.

Die vorgeschlagenen Lösungen können in einem Zeitraum von bis zu 24 Monaten entworfen, produziert, errichtet und in Betrieb genommen werden. Die Unterbrechung der Produktion beträgt weniger als 30 Tage.

Die erreichbaren Einsparungen sind:

- 7 bis 15€/t Stahl auf Energie (elektrisch und chemisch)
- 5 bis 8€/t auf die Gemeinkosten (Hilfsmittel und Nutzen)
- 10 bis 20€/t auf Material (Elektroden und Schrott)

Die Gesamtinvestition für die vorgeschlagenen Lösungen schwankt zwischen 8 und 12 Mio. € je nach Anlagengröße und gewählter Lösung.

Beim ECOFEEDER E besteht kein Produktionsrisiko. Die ECOFEEDER P und ECOFEEDER M, wie alle angeschlossenen Systeme, müssen die Produktion im Falle von Problemen stoppen. Schrottladung durch das Dach ist begrenzt möglich.

1 TECHNISCHER HINTERGRUND

1.1. STAHLHERSTELLUNG

Wir können die Stahlherstellung in zwei Hauptproduktionswege unterteilen – die **integrierte**, Erz basierte Herstellung und die Herstellung über das **Recycling**. Die primäre Stahlherstellung, wo derzeit heisses Metall in Hochöfen hergestellt und in Konvertern verfeinert wird, wird zu einer neuen Lichtbogenofenroute, die hauptsächlich auf direkt reduziertem Eisen (DRI) und etwas Schrott basiert, und die sekundäre Stahlherstellung, wo hauptsächlich Schrott und DRI als Zusatz geschmolzen wird.

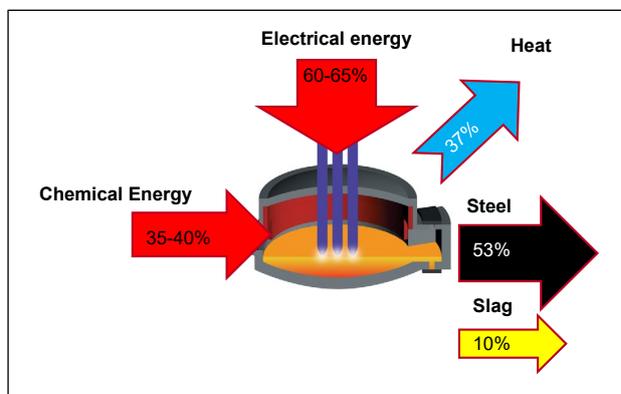
Da die Stahlproduktion stetig steigt (von 200 Mio. t im Jahr 1950 auf 1864 Mio. t im Jahr 2020), wird sich folglich auch die Schrottmenge mit einer Zeitverzögerung erhöhen.

Weltweit werden 28% (560 MT von 1864 MT) der Stahlproduktion durch Recycling produziert. In Europa liegt die Quote bei 41% (65 MT von 159 MT).

Eine ‚Mini-Mill‘, die typische Recycling-Anlage, besteht aus einem Schrottplatz, einem Elektro-Lichtbogenofen (LBO), einer Sekundärmetallurgie bestehend aus einem Pfannenofen (LF), und fallweise einer Vakuumentgasungsanlage oder andere Pfannenbehandlungsstationen und eine Stranggiessanlage.

1.1.1 State-of-the-art der Lichtbogenofen Technologie (LBO)

Das energetische Gleichgewicht eines Elektro-Lichtbogenofens



Gesamtenergieeintrag 700 kWh/t
 El. Energieeintrag 60% = 420 kWh/t
 Wärmeverluste 37% = 256 kWh/t

Seit den 60er Jahren sind große Anstrengungen zur Verbesserung der Einschmelztechnologie und der Steigerung der Effizienz im Lichtbogenofen (LBO) im Gange.

- Reduktion des Strombedarfs
- Reduktion des Elektrodenverbrauchs
- Steigerung der Produktivität oder Effizienzsteigerung

Der LBO besteht aus drei Hauptteilen, dem Unterofen, dem Oberofen und dem Deckel. Die übliche Form des LBO ist rund. Zum Abstechen des flüssigen Stahls gibt es verschiedene Lösungen, die das Erscheinungsbild des LBO beeinflussen. Hier einige Beispiele: der offene Schnauzenabstich (OST), der Syphonabstich (SST), der exzentrische Balkonbodenabstich (EBT), der exzentrische Bodenabstich (OBT), der Zentralabstich (CBT) und andere. Darüber hinaus gibt es grundsätzlich zwei Schrottlademöglichkeiten, die asymmetrische und die symmetrische Beladung. Die asymmetrische Beladung, vor allem durch eine seitliche Schachtanordnung, verlangt eine angepasste Form.

Die Größe des Oberofens ist an die Schrottlademethode angepasst - entweder eine Einkorbbeladung (sehr hoher Oberofen) oder eine 2- oder 3-Korbbeladung. Der Vorteil der Einkorbbeladung ist, dass der Deckel nur einmal pro Schmelze geöffnet werden muss, während zwei oder drei Korbbeladungen eine entsprechende Anzahl von Deckelöffnungen benötigen. Jede Öffnung des Deckels geht mit einem Energieverlust (ca. 10 kWh/t) einher. Der größte Verlust ist jedoch der Verlust der Energie, die den Schadstoffen und Reaktionen innewohnt, die bei jeder Beladung abbrennen (ca. 50kWh/t).

Typische Ofenwerte:

Typ	Energieeintrag elektrisch	Energieeintrag chemisch	Thermische Verluste	Elektrodenverbrauch	Pon	Ertrag	SPF*)
	[kWh/t]	[kWh/t]	[kWh/t]	[kg/t]	[mins]		
2- bis 3-Korb-Beladung	420	280	256	1.5	38	0.87	1.25
Einkorbbeladung	380	280	240	1.6	34	0.86	1.36

*) SPF = spezifischer Produktionsfaktor

1.1.2 Modernste Schrottvorwärmung

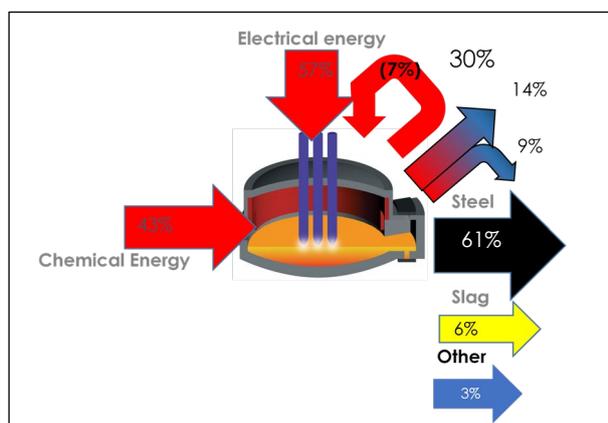
Die kontinuierlich steigenden Stromkosten haben die Ingenieure der Elektroofenhersteller ermutigt, über die Rückgewinnung der Abgasenergie nachzudenken.

Die Schrottvorwärmung hat in den 80er Jahren ihren ersten Auftritt. Die erste gut funktionierende Idee war der Schachtofen. Der Schachtofen besteht aus einem vertikalen Schacht mit Halteelementen, meist Finger, am Boden und einer Schleuse zum Beladen oben. Durch die obere Schleuse wird kalter, z.T. nasser und verschmutzter Schrott aufgeladen. Es gibt verschiedene Arten von Schachtofenkonstruktionen.

Bei diesem Vorwärmverfahren wird das heiße Gas, das den Ofen verlässt, verwendet, um den im Schacht aufgetürmten Schrott zu erwärmen. Auf diese Weise wird die Abgasenergie, die im traditionellen Ofen an die Umwelt freigesetzt wird (37%), teilweise zum Aufwärmen des Schrotts verwendet. Dies reduziert den Energieeintrag direkt.

Der Schrott wird mit wassergekühlten Fingern zurückgehalten und bei Bedarf in den Ofen abgegeben. Diese Finger stellen einen ersten Schwachpunkt in der Schachtofenkonstruktion dar, da sie hohen Belastungen ausgesetzt sind, was meist mit Verschleiss einhergeht und stark gekühlt werden müssen. Zudem können die Finger je nach Konstruktion erst nach teilweisem Einschmelzen wieder geschlossen werden, was die Effizienz schmälert.

Die Energiebilanz eines LBO mit Schrottvorwärmung (inkl. Schacht)



Gesamtenergieeintrag 535 kWh/t

Wärmerückgewinnung 7% = 45 kWh/t

El. Energieeintrag 57% = 330 kWh/t

Wärmeverluste 23% = 123 kWh/t

Typische Ofenwerte:

Typ	Energieeintrag elektrisch	Energieeintrag chemisch	Thermische Verluste	Elektrodenverbrauch	Pon	Ertrag	SPF*)
	[kWh/t]	[kWh/t]	[kWh/t]	[kg/t]	[mins]		
2- bis 3-Korbbeladung	420	280	256	1.5	38	0.87	1.25
Einkorbbeladung	380	280	240	1.6	34	0.86	1.36
Schachtofen	330	205	123	1.4	32	0.90	1.40

*) SPF = spezifischer Produktionsfaktor

1.1.3 Schlussfolgerung

Wie aus den oben aufgeführten Zahlen hervorgeht, besteht ein beeindruckender Unterschied zwischen einem LBO mit und ohne Schrottvorwärmung. Aber es gibt immer strengere Umweltauflagen, die ein Problem für die meisten bestehenden Schrottvorwärmprojekte darstellen. Folglich muss es eine neue, bessere Lösung geben, um diesen Weg fortzusetzen.

1.2. AUSBLICK

Heute suchen Stahlhersteller nach wirtschaftlich günstigen, **umweltfreundlichen** und machbaren Lösungen. Dies sind die Anliegen für die Aufrechterhaltung des wirtschaftlichen Erfolgs und der Wettbewerbsfähigkeit in diesem Sektor.

Es gibt verschiedene Lösungen in der Schrottvorwärmung. Einige, die einen guten Ertrag bei hohen Wartungskosten bieten, andere, die mit wenig Wartung einen mässigen Ertrag erzielen, wieder andere die mit einigen Umweltproblemen zu kämpfen haben und Installationen mit begrenzter Produktivität. Und es gibt Lösungen, die neue Gebäude und / oder hohe Renovationskosten erfordern.

Gemeinsam mit unseren Beratern, die seit Jahren in der Stahlherstellung tätig sind, haben wir alle bestehenden Schrottvorwärm Lösungen analysiert und sind stolz darauf, hiermit unsere bahnbrechende Lösung bekannt zu geben.

1.3. DIE GENIALE LÖSUNG

Die eco-e-Technologie

Bei der Analyse der Schachtofentechnologie wurden Nachteile im Rückhaltesystem des vorgewärmten Schrotts mit wassergekühlten Fingern, in der unterbrochenen Vorwärmung des Schrotts aufgrund der verzögerten Schrottbeladung und natürlich in den Umweltfragen rund um die toxischen und störenden Emissionen festgestellt.

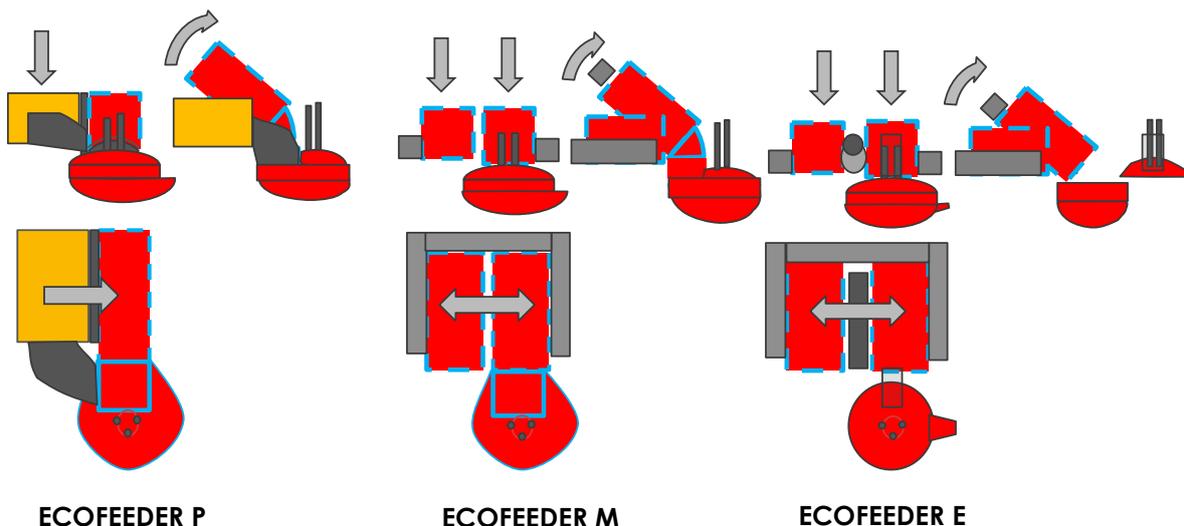
Die **eco-e-Technologie** basiert auf neuen Erkenntnissen über die Kontinuität des Gasflusses und die Wärmeübertragung von Gas auf Material und verzichtet auf alle Arten von Rückhaltesystemen. Die Vorwärmung und Vorheizung erfolgt in der Horizontalen, und der Schrott wird mittels eines Kippersystems in den Ofen gebracht.

Der wichtigste Unterschied ist, dass der Schrott in zwei unabhängigen Kammern vorgeheizt wird. Zuerst wird der Schrott in einer Kammer erwärmt und dann in einer zweiten, getrennten Kammer vorgeheizt. Diese beiden Kammern haben eine unabhängige Atmosphäre. In einer ersten Phase heizen wir den Schrott in einer stark oxydierenden Atmosphäre auf eine moderate Temperatur vor, dadurch können wir die Verbrennung von Schadstoffen und Reaktionen nutzen. Die Vorheizung des Schrotts auf eine hohe Temperatur erfolgt durch das Abgas aus dem Ofen kombiniert mit dem wieder erhitzten Abgas aus der Wärmekammer.

Markennamen	Einheit	Consteel	Quantum	ECOARC	COSS	Finger-Schacht	eco-e-Technologie
Vergleich							
Spezifischer el. Energieeintrag	kWh/t	380	280	280	280	320	<250
Investitionskosten *) (berechnet auf einem 120t LBO)	Mio. €	20 >	20 >	20 >	15. <	12 <	12 <
Mechanisches Element zum Halten oder Transportieren von Schrott	-	Förderband	Finger	Schieber	Schieber	Finger	Kein Element
Anzahl der Vorwärmkammern	-	1	1	1	1	1	2
Off-Gas-Temperatur beim Verlassen des Systems	°C	750 >	750 >	750 >	750 >	750 >	< 600
Nachverbrennung	-	Ohne	Ohne	Ohne	Ohne	Ohne	inklusive
Möglichkeit, alle Schrottqualitäten zu nutzen	-	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Ja
Wiedererwärmung von verschmutztem Abgas (Dioxin, Furane usw.)	-	?	Extern	Extern	Extern	Extern	Intern

*) Greenfield-Installation (ohne Ofen und angrenzende Anlagen)

Basierend auf der **eco-e-Technologie** haben wir drei verschiedene Lösungen entwickelt, den **ECOFEEDEP**, den Pusher-Typ, den **ECOFEEDE M**, den Mover-Typ und den **ECOFEEDE E**.



Die drei Lösungen sind für unterschiedliche Zwecke ausgelegt. Der **ECOFEEDEP** für enge Hallenbedingungen und für Stahlwerke, die Schrott von geringer Dichte verarbeiten, idealerweise vorbereitet mit einer Ballenpressenschere (Zieldichte 0,6 t/m³). Diese Lösung ist Öfen mit einem zentrischen Kippssystem vorbehalten. Das war unsere Pilotanlage.

Der **ECOFEEDE M** ist eine Schachtlösung für unterschiedliche Dichten bis 1,4 t/m³. Diese Lösung eignet sich für alle Arten von Kippmechanismen, Wiege, zentrische und hydraulische Ofenbewegungen. Der **ECOFEEDE E** ist die Lösung für Stahlwerke, die sowohl mit als auch ohne

Schrottvorwärmung den Schrott schmelzen möchten. Mit dieser Lösung muss der Ofen **nicht** modifiziert werden. Dies bringt den Vorteil, dass die Produktion während der Montage fortgesetzt werden kann und die Inbetriebnahme während der jährlichen Unterhaltszeit geplant werden kann.

Im Vergleich zu anderen Schrott-Vorwärm-lösungen ist **die eco-e-Technologie** die effektivste energiesparende Lösung, bringt den größten Teil der Abgaswärme in den Schrott und kann leichte Schrotte und schwere Schrotte verarbeiten.

Die **eco-e-Technologie** ist in Bezug auf Aufwand-Kosten, Effektivität und Wartungsfreundlichkeit unschlagbar.

Markennamen Vergleich	Einheit	Consteel	Quantum	ECOARC light	Coss	Finger- schacht	eco-e- Technologie
Spezifischer el. Energieeintrag	kWh/t	380	280	280	280	320	<250
Umbau eines bestehenden Ofens	-	Vielleicht möglich	Kaum möglich	Vielleicht möglich	Vielleicht möglich	Möglich	Möglich
Investitionskosten *) (berechnet auf einem 120t LBO) ohne LBO	Mio. €			12. >	12. <	< 10	< 8
Prod. Interrupt für Erection	Tage	?	?	> 30	> 30	> 30	30. <
Wartungshäufigkeit		Unbekannt	Hoch (Finger)	Unbekannt	Hoch (Pusher)	Mittel (Finger)	Niedrig
Unterofenaustausch		Möglich	Schwierig	Schwierig	Möglich	Schwierig	Einfach
Staubdichtheit		Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Ja

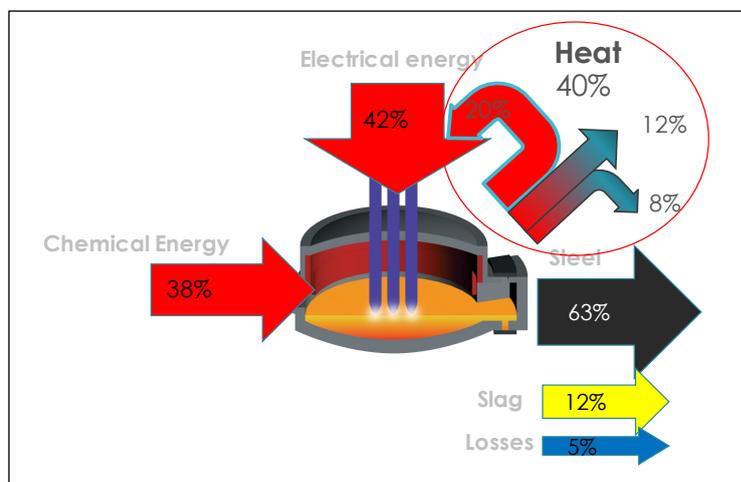
*) Überarbeitung eines bestehenden 120t LBO.

Die Hauptvorteile der **eco-e-Technologie** sind:

- **eco-e-Technologie** (ECOFEEDER P, M) bietet ein gasdichtes Abgassystem. Fast keine Falschluff wird in das Abgassystem und den Ofen gesaugt. Besonderes Augenmerk wird auf die Verbindung zwischen Ofen und Schacht, auf die Schlackentüre und auf die Elektrodenlöcher im Deckelherz gelegt.
- Optimierte Vorwärmung. Der in zwei verschiedenen Behältern mit unabhängiger Atmosphäre vorgeheizte Schrott wird ideal vorgeheizt.
- Kohlenwasserstoffe und flüchtige organische Verbindungen (VOC) werden nicht emittiert. Kohlenwasserstoffe, Dioxine und Furane (PCDD/PCDF) werden in der Vorheizzone verbrannt.
- Höherer Ertrag. Durch die horizontale Vorwärmung, die verringerte Abgasgeschwindigkeit in den Behältern und das schnelle Schmelzen (hohe Vorheiztemperatur) mit Lichtbogenbildung meist unter schäumender Schlacke entweichen nur sehr wenige Eisenoxide, so dass der Ertrag höher ist.
- Kein Problem mit eisigem oder schneebedecktem Schrott. Wasser kann in Lichtbogenöfen zu einem ernstem Problem werden, aber nicht mit der **Eco-e-Technologie**. Beim Vorwärmen verdunstet das Wasser.

- Weniger Staub.
Der Staub durchläuft den vorgeheizten Schrott bei niedriger Geschwindigkeit. Auf diese Weise wirkt der Schrott als Filter, und der Staub kehrt zusammen mit dem vorgewärmten Schrott in den Ofen zurück.
- Kein Schrottschieber, keine Haltefinger.
- Mechanische Teile müssen gewartet werden, besonders wenn sie in der Nähe des geschmolzenen Stahls sind.
- Fast keine Schrottgrößenbeschränkung, Verwendung von leichtem Schrott ist möglich. Die Verwendung von leichtem Schrott ermöglicht es, die Gesteungskosten zu senken.
- Reduzierte Bauhöhe.
Der **eco-e Technologie** passt in nahezu jede bestehende Ofensituation ohne Neubauten, Kranbahnänderungen oder Spezialzüge.

Die Energiebilanz der eco-e-Technologie



Energieeintrag 560kWh/t
 El. Energieeintrag 42% = 250 kWh/t
 Abgas (gereinigt) 12% = 67 kWh/t für weiteren Einsatz
 Verluste (5% + 8%) 13% = 73 kWh/t
 Wärmerückgewinnung 20% = 124 kWh/t (ca. 850°C)
 (geschätzte Werte)

Unsere Garantie, die **eco-e-Technologie** hat einen elektrischen Energieeintrag von weniger als 270 kWh/t, einen Elektrodenverbrauch von weniger als 1,0 kg/t, eine kürzere Aktiveistung, d.h. Pon von weniger als 31 min. die den Produktivitätsindex auf 1,8 erhöht, z.B. ein LBO mit **eco-e-Technologie** von 100 t Kapazität kann 180 t/h produzieren.

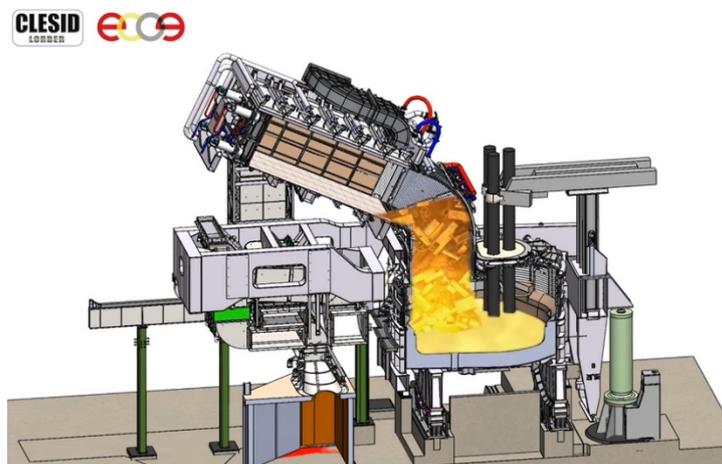


Abbildung 1 / ECOFEEDER P

2. UMFANG DER ECO-E-TECHNOLOGIE

2.1. ECOFEEDER P

2.1.1 Sanierung eines bestehenden Ofens

Ersetzen des vorhandenen Kippmechanismus, wenn es sich nicht um eine zentrische (Boogie) Bewegung handelt. Dies erfordert wahrscheinlich eine Änderung der Fundamente. Austausch der Kippplattform. Ersatz des Unterofens (neue Form für asymmetrische Schrottbeladung). Änderung des Oberofenrahmens. Kühlpaneele können wiederverwendet werden. Hinzufügung neuer Paneele. Änderung des Deckels. Zugabe der Ofenverbindung (Anschluss an den reduzierten Schacht). Modifikation des Kühlsystems, angepasst an die neue Plattform.

2.1.2 Neues Material

Der **ECOFEEDE P** besteht aus einem reduzierten Schacht, einem Ellenbogen, einem Vorwärmbehälter mit Frontdiaphragma, einem Hauptdiaphragma, einem By-pass-Container mit dem Schrotttor (Schiebe- und Schwenktür), einem By-pass-Kanal (der vom reduzierten Schacht zum By-pass-Container führt), einem Off-Gas-Kanalsystem, einer Antriebseinheit (für die Wartung) und einer Tragkonstruktion. Gewicht ca. 600t.

Der **ECOFEEDE P** wird werkstattmontiert geliefert (6 Teile: der reduzierte Schacht (Ellbogen-Schacht), der Vorwärmbehälter (Frontdiaphragma bis zum Abgasausgang), Bypass-Container inkl. Schieber, Bypass-Brenner, Schrotttor), Antriebseinheit mit Hauptdiaphragma, By-pass-Kanal, Abgaskanal) jedes Teil mit seiner intelligenten Anschlussbox und Anschlüssen für Hydraulik, Wasser, Luft und Medien, wo immer nötig.

2.2. ECOFEEDER M

2.2.1 Erneuerung eines bestehenden Ofens

Austausch der Kippplattform. Ersatz des Unterofens (neue Form für asymmetrische Schrottladung). Änderung des Oberofenrahmens. Paneele können wiederverwendet werden. Hinzufügung neuer Paneele. Änderung des Deckels. Erneuerung der Ofenverbindung. Modifikation des an die neue Plattform angepassten Kühlsystems.

2.2.2 Neues Material

Der **ECOFEEDE M** besteht aus einem reduzierten Schacht, einem Ellenbogen und der entsprechenden Struktur, zwei Behältern mit Betonverkleidung, dem Frontdiaphragma und den Abgasausgängen, einer Antriebseinheit mit dem Abgaskanalsystem und der Brennerkammer, einer Struktur mit Schienen und dem By-pass-Kanal zwischen Ofen und dem bestehenden Abgassystem. Gewicht ca. 450t.

Der **ECOFEEDE M** wird werkstattmontiert (4 Teile: der reduzierte Schacht (Ellbogen-Schacht) und seine Struktur, die beiden Behälter (Fronttüre und Abgasausgang), Antriebseinheit mit Abgaskanal und die Brennerkammer) jedes Teil mit seinem intelligenten Anschlusskasten und Anschlüssen für Hydraulik, Wasser, Luft und Medien, wo immer erforderlich.

2.3. ECOFEEDER E

2.3.1 Überarbeitung des vorhandenen Materials

Kein Ersatz erforderlich.

2.3.2 Neues Material

Der **ECOFEEDE E** besteht aus zwei Behältern mit Betonverkleidung und einem Frontdiaphragma, einer Antriebseinheit mit dem Abgaskanalsystem, der Brennerkammer, einer

Struktur mit Schienen und dem Bypass-Kanal zwischen dem Ofen und dem bestehenden Abgassystem. Gewicht ca. 400t.

Der **ECOFEEDER E** wird werkstattmontiert geliefert (3 Teile: die beiden Behälter (Fronttüre und Abgasausgänge), die Antriebseinheit mit Off-Gas-Kanal und die Brennerkammer jedes Teil mit seinem intelligenten Anschlusskasten und Anschlüssen für Hydraulik, Wasser, Luft und Medien, wo immer nötig).

2.4. KOSTENSCHÄTZUNG

(Beispiel für einen 90t LBO mit einer Jahresproduktion von 800'000t).

Ausschlüsse: Fundamente, Umgestaltung des vorhandenen Materials, Änderung des vorhandenen Materials, alle Dienstleistungen für die Anlagenteile, die entweder modifiziert oder umgebaut wurden.

ECOFEEDER P

Lieferung eines **ECOFEEDER P** inklusive Lizenz, Automatik, Ersatzteile, Montage, Inbetriebnahme und Folgeunterstützung ca. 11,5Mio. Euro.

ECOFEEDER M

Lieferung eines **ECOFEEDER M** inklusive Lizenz, Automatik, Ersatzteile, Montage, Inbetriebnahme und Folgeunterstützung ca. 9.5 Mio. Euro.

ECOFEEDER E

Lieferung eines **ECOFEEDER E** inklusive Lizenz, Automatik, Ersatzteile, Montage, Inbetriebnahme und Folgeunterstützung ca. 8,0 Mio. Euro.

Machbarkeitsstudie mit Layoutvorschlag und Einsparabschätzung auf Basis von Kundendaten 50'000 Euro.

Alle Preisangaben sind Schätzungen und können je nach den örtlichen Bedingungen und Verfügbarkeiten variieren. Alle Rechte vorbehalten.

Option:

Modifikation am Schrottplatz (Ballenschere) und Anpassungen ca. 2.5 Mio. Euro.

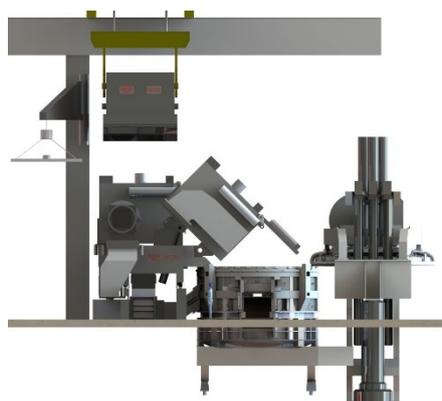


Abbildung 2 / ECOFEEDER E

3. EINSPARUNGEN

Wie hier oben beschrieben, sind mit der eco-e-Technologie verschiedene Einsparungen möglich.

3.1. SCHROTT, ERTRAG UND STAUB

Der Ertrag wird im Ofenhauptbereich durch Schmelzen mit unbedecktem Lichtbogen und durch das Zusammenspiel an der Schlacken-Stahl-Schnittstelle beeinflusst. FeO und Fe₂O₃ (fliegender Rost) werden hauptsächlich bei offenem Bogen emittiert. Dieser Staub kann sich nicht in der Schlacke absetzen und wird zusammen mit dem Abgas abgesaugt. Er setzt sich in der Nachbrennkammer ab. Am vertikalen Schachtsystem wird dieser Staub mit hoher Geschwindigkeit bis zur Nachheizkammer oder bis zum Löschurm transportiert. So oder so sind sie verloren. Die **eco-e-Technologie** nützt die Geschwindigkeitsdifferenz am Eingang des Vorwärmbehälters (Dust Differential Speed Settlement-Effekt) aus. Durch die starke Strömungsverlangsamung fällt der Staub aus und bleibt dort liegen. Dieser Staub geht zusammen mit dem Schrott zurück in den Ofen, was sich positiv auf den Ertrag auswirkt.

Später, wenn der Lichtbogen von der Schaum Schlacke bedeckt ist, vermischt sich FeO mit der Schlacke und reagiert mit dem eingesetzten C in CO und Fe. Der Staub, der durch das Zusammenspiel an der Schlacken-Stahl-Schnittstelle aufgewirbelt wird, enthält auch FeO. Dieser Staub setzt sich ebenfalls in den Vorheizbehältern ab.

Der Ertragsvorteil eines Schachtofens gegenüber der offenen Deckelbeladung liegt bei 1,5 bis 2%, der Ertragsvorteil der eco-e-Technologie gegenüber dem Schachtofen liegt wiederum in der Größenordnung von 1,5 bis 2 %, was im Vergleich zur offenen Deckelbeladung einen **Ertragszuwachs** von bis zu 3 bis 4 % ergibt.

3.1.1 Schrott

Ein weiterer, nicht zu vergessener Faktor ist die Schrottqualität. Dank des kippbaren Vorwärmbehälters mit glatter Bodenplatte kommt die **eco-e-Technologie** mit feinem und leichtem Schrott wie Drehspäne und Schneidabfällen zurecht. Das könnte eine weitere Möglichkeit sein, zu sparen.

3.1.2 Staub

Durch die Doppelbehälterkonfiguration und die massive Reduktion der Abgasgeschwindigkeit in den Behältern kommt es zu einem Ausfall des groben Staubes. Da dieser Staub im Behälter verbleibt, wird er mit der nächsten Ladung in den Ofen zurückgeführt. Dies reduziert die Staubmenge in den Filterbeuteln, was zu einer Verringerung der Anzahl der Filterbeutel führen kann.

3.2. ENERGIEEINSATZ

Die Übertragung der Energie im Abgas, die Wärme und die gebundene Energie, auf den Schrott erhöht die Enthalpie im Schrott. Mit der 3-stufigen Wärmeübertragung der eco-e-Technologie können wir bis zu 125kWh/t einsparen. Der elektrische Energieeintrag kann dadurch um die gleiche Menge reduziert werden.

3.2.1 Die Abbrandenergie

Der Abbrand von Schadstoffen und Reaktionen, ein beeindruckendes Feuer bei einem offenen Ofen, tragen auch zur Energieeinsparung der **eco-e-Technologie** bei. Je nach Dichte und Qualität des Schrotts können wir bis zu 50kWh/t sparen. Diese Energie hilft, die Vorwärmzeit zu reduzieren.

3.2.2 Elektrodenverbrauch

Weniger elektrischer Energieeinsatz bedeutet zwangsläufig weniger Elektrodenverbrauch. Das Einsparpotenzial ist beträchtlich.

3.2.3 DRI-Zusatz

Die Temperatur des austretenden Gases nach der Schrottvorwärmung ist auf einem idealen Niveau, um DRI vorzuheizen. Da DRI eine hohe Menge an Gangart hat, kann der Zusatz von Kalk reduziert werden. Es wurde auch beobachtet, dass DRI die Schaumproduktion der Schlacke günstig unterstützt.

3.2.4 Weniger Kurzschlussflimmern

Ein weiterer Nebeneffekt der Schaum-schlacken- und Flachbadtechnologie ist die Reduktion des Kurzschlussflimmerns. Die Reduktion der Kosten für die Netzkompensation und die Minderung der Verluste im installierten Reaktor sind beträchtlich. Diese Kosten sind in der Regel in der Gemeinkostenliste aufgeführt.

3.3. ZUSAMMENFASSUNG DER EINSPARUNGEN

Basis: ein gut funktionierender, traditioneller LBO mit 85t Abstichkapazität; Ertrag 0,87; Schrottdichte 0,9t/m³; P_{ein} = 75 min; el. Energie 443kWh/t; CH₄ = 0,6Nm³/t; C_{Grob} = 3,73kg/t; C_{Fein} = 5,1 kg/t; O₂ = 20Nm³/t; C_{Elektrode} = 1,6kg/t; Produktion 620'000t/y

Ausgestattet mit einem ECOFEEDER E würde dieser Ofen 1 Tonne Stahl um **22 Euro** günstiger produzieren.

Unter Berücksichtigung der 3 Hauptgruppen erhalten wir folgende Produktionseinsparungen:

Basierend auf einer jährlichen Produktion von 620'000 Tonnen	Preis / Einheit	eco-e-Technologie-Bedarf	Vorhandener Ofenbedarf	Unterschied	Ersparnis €/t	Einsparungen pro Jahr (k€)
Elektrische Energie						
ECOFEEDER P & M	0,055€/kWh	260kWh/t	443kWh/t	183kWh/t	10.1	6'240
ECOFEEDER E		300kWh/t		143kWh/t	7.86	4'880
Elektroden	10.0€/kg	1,0kg/t	1,6kg/t	0,6kg/t	6.0	3'720
Produktionsertrag	300€/t	90%	87%	3%	9.0	5'580
Brenner (Schmelz- und Abgasbehandlung)	0.26€/Nm ³	4Nm ³ /t	0,6Nm ³ /t	-3.4Nm ³ /t	-0.88	-550
Gesamtersparnis					24.22	14'990
					21.98	13'630

Die weiteren Einsparungen: weniger Staub, weniger Wartung, weniger Verschleiß, weniger Reparatur, weniger Flimmern und weniger Hilfsleistung sowie mögliche Einsparung von Arbeitskräften durch verbesserte Automatik summieren sich auf ca. 6 bis 10€/t. Diese ergäbe dann eine Gesamteinsparung von ca. **30 €/t** Stahl.

4. DIE SICHT DES STAHLWERKSLEITERS

4.1. RISIKO

In der Vergangenheit war die Schrottvorwärmung immer ein Umweltproblem. Viele Schrottvorwärmanlagen hatten große Probleme bei der Einhaltung der Luftreinhalteverordnung. Manche Anlagen mussten geschlossen werden, da die Produktionskosten unter Beachtung der Luftreinhalteverordnung nicht mehr wirtschaftlich betrieben werden konnten.

Die integrierte Erwärmung des Ausgangsgases nach dem Verbrennen der Schadstoffe im Vorwärmbereich und die Verweilzeit im Vorheizbereich nach dem Aufwärmen ermöglicht die Verbrennung der Grundelemente der toxischen Verbindungen und eliminiert die Effekte der VOC und des NOx. Das Verfahren wird in der Zementindustrie bereits angewandt.

Darüber hinaus besteht insbesondere beim ECOFEEDER E kein Produktionsrisiko, da der Ofen weiterhin im traditionellen Modus arbeiten kann.

4.2. BLICK IN DIE ZUKUNFT

Da die Jahre 2030 und 2050 rasch anrücken, müssen **jetzt** Vorkehrungen getroffen werden, um die Wärmeabgabe an die Umwelt zu minimieren, die CO₂ Emissionen zu verringern und nach Möglichkeit zu suchen auf die Verwendung von Kohlenstoff zu verzichten. Wenn wir von Stahl sprechen, müssen wir die CO₂ Produktion akzeptieren, da Kohlenstoff und Eisen erst den Stahl formen. Wir können jedoch die unnötigen Wärmeemissionen aktiv reduzieren, indem wir Anlagen mit hoher Effizienz installieren. Die **eco-e-Technologie** bietet eine saubere und wirtschaftlich vorteilhafte Schrottvorwärmung, bietet die integrierte Vorwärmung von DRI, bietet den Einsatz von Wärmetauschern mit nahezu sauberem Gas, bietet den Einsatz von Wasserstoff-/Sauerstoffbrennern, sobald verfügbar, bietet die Möglichkeit, die Paneele im Ofen mit dünnen, verstärkten Feuerfestplatten zu bedecken, um den Energiefluss über das Kühlwasser zu reduzieren. **eco-e** ist Vorreiter bei energiesparenden Lösungen.

4.3. DIE RETURN ON INVESTMENT (ROI)

Die Realisierung eines **ECOFEEDERS (P,M,E)** besteht aus einer Engineering- und Realisierungsphase und einer Amortisationsphase. Die Investition deckt die erste Phase Schritt für Schritt ab. Nach dem PAC, der ersten Bereitschaft der Anlage, beginnt die Amortisationszeit mit einer Lern- und Optimierungsphase. Der ROI sollte je nach Produktion innerhalb von 6 bis 12 Monaten erreicht werden.

Es ist ratsam, die Produktions- und Gemeinkosten im Detail zu klären, um die Vorteile der **eco-e-Technologie** bewerten zu können.

4.4. PRODUKTION

Im Falle des ECOFEEDER E ist die Produktion zu keinem Zeitpunkt gestört oder beeinträchtigt. Bei ECOFEEDER P & M wird die Produktion, wie bei allen direkt angeschlossenen Anlagen, bei Problemen eingestellt. Schrottladung durch das Ofendeckel ist begrenzt möglich.