

## GREENSTEEL – DER WEG IN DIE ZUKUNFT

---

### Zusammenfassung

Die mittel- und kurzfristigen Themen, die uns beschäftigen, sind der Klimawandel und der Krieg. Beiden stehen wir anscheinend machtlos gegenüber. Beide haben einen gemeinsamen Nenner – das Energiesparen. Energiesparen, um Abhängigkeiten zu brechen und Energiesparen, um die CO<sub>2</sub> Werte zu drücken und damit die Welterwärmung einzudämmen.

GreenSteel – ein viel verwendeter und vielzitiertes Ausdruck, eine Art Blackbox. Unter GreenSteel verstehen wir die Herstellung von Stahl mit besonders niedrigen Emissionswerten, maximale Reduktion des CO<sub>2</sub>-Ausstosses, minimaler Energieeintrag, optimale Abgas- und Restwärmenutzung, also Energiesparen!

'Sein oder Nichtsein' - wie wahr und aktuell ist dieser Ausspruch, sei es vor der Weltkulisse oder sei es 'nur' für die Heizung der eigenen 4 Wände. Und wie wahr ist es für das Zaudern und Hinausschieben von Entscheidungen; aber jeder Tag zählt, denn an jedem Tag werden tausende Tonnen CO<sub>2</sub> emittiert und die Erderwärmung steigt unaufhörlich. Stürme, Dürren, Überschwemmungen sind die Zeichen einer immer aktiveren meteorologischen Tätigkeit und auch der stehen wir ziemlich ratlos gegenüber.

Anhand eines Kurz-Businessplans möchten wir einen Weg zeigen, wie mit beschränkten Mitteln und einer guten Planung ein bestehender Elektro-Lichtbogenofen in eine 'GreenSteel'-taugliche Anlage mit **minimalen Emissionen** und **minimalem Energieeintrag** pro Tonne Flüssigstahl umgebaut werden kann.

Die Vorteile des eco-e Konzepts sind vielfältig und überzeugend – es gibt einen Weg für jeden bestehenden Elektro-Lichtbogenofen und es gibt überzeugende Argumente für 'Green'- oder 'Brown-field' Anlagen. Energiesparen geht uns alle an!

**Fazit:** Das eco-e tech Konzept erlaubt eine bestehende Produktionsstätte mit schlechter Abgasnutzung schrittweise in eine effiziente Anlage umzubauen, die das Ziel 'Klimaneutralität' weit vor dem Termin erreichen kann und kommerziell profitabel ist.

Fordern Sie uns heraus und lassen Sie sich die Vorteile erklären. Wir freuen uns auf ein interessantes Gespräch.

Bestellen Sie noch Heute eine Machbarkeitsstudie.

## Themen der Zeit – Klimaneutralität und Energiesparen

Unsere Regierungen – vor allem in Europa – halten die Menschen zum Energiesparen an, um einer allfälligen Knappheit vorzubeugen. Unsere Regierungen – die meisten der Welt - haben sich verpflichtet die Green House Gas (GHG) Emissionen, allen voran das CO<sub>2</sub>, bis 2050 so weit zu reduzieren, dass die Klimaerwärmung nicht über die zu einem früheren Zeitpunkt festgelegten 1.5°C hinausgeht. Werden wir dieses Ziel erreichen können? An der letzten Klimakonferenz wurde ernüchternd festgestellt, dass das Ziel wohl kaum erreicht werden wird, und falls nur mit gewissen Abstrichen und zu einem späteren Zeitpunkt!

Schon im Mittelalter hat Shakespeares seinem Protagonisten das Wort 'Sein oder nicht sein' als Ausdruck des **Zauderns** und **Vor-sich-herschiebens** von Problemen in den Mund gelegt – ist der Protagonist Synonym für die Industrienationen unserer Zeit? Das Streben nach Reichtum und Macht verschlingt immer mehr unserer lebenswichtigen Ressourcen und heizt unseren Planeten immer mehr auf. Nein, diese Erkenntnis ist keine Ode für eine politische Richtung – aber, wenn die Politik schon die Menschen zum Energiesparen anhält, sollte sie auch die Industrie anmahnen und das zu Recht, denn es wäre möglich, schnell, effektiv und ohne grosse Mittel und Neubauten zu agieren. Wir zeigen dies anhand eines Kurzbusinessplans weiter unten in diesem Artikel.

Die Bezeichnung '**GreenSteel**' beschränkt sich nicht nur auf die Reduktion der CO<sub>2</sub> Emissionen bei der Stahlherstellung, nein, es umfasst weit mehr, nämlich auch die umweltgerechte Verarbeitung der bei der Verbrennung von Verunreinigungen im Schrott wie Plastik, Farbüberzüge, Öle und Fette, organische Stoffe, etc. anfallenden Gase, die möglichst umfassende Nutzung der Abgase und der gebundenen Energie und natürlich die Nutzung der Restwärme, so dass idealerweise nur noch eine 'marginale' Umweltbelastung übrig bleibt. Die Träger mit nur schwer rückführbarer Energie sind die Schlacke, die Ohm'schen Verluste (Leitungs- und Transformer-Abwärme), die Kühlung des Ofenkörpers und die Strahlungsverluste bei offenem Ofendeckel. Diese Restmenge sollte nicht grösser als 100kWh/t<sub>FS</sub> sein!

**Energiesparen** – das Gebot der Stunde oder das Schreckgespenst dieses unsäglichen Kriegs – wir sind nicht nur abhängig als Folge der Globalisierung (siehe Covid), sondern auch von Naturressourcen, die in den Händen einiger weniger sind und die dieses Gut rücksichtslos als Druckmittel einsetzen. Energiesparen – ein Thema, das beim Elektro-Lichtbogenofen noch nicht sehr grossgeschrieben wird, wenn man bedenkt, dass bei der Stahlherstellung ca. 300kWh/t<sub>FS</sub> ungenutzt an die Umgebung abgegeben wird.

Im Jahr 2020 wurden in Europa 140 Mio. t Rohstahl hergestellt. Der Anteil Elektrostahl beträgt ca. 38%, also rund 53 Mio. t. Damit werden bei der Elektrostahlherstellung rund 15'960GWh ungenutzt an die Umgebung abgegeben! Das ist die Leistung von zwei 1GW Kernkraftwerken.

In diesem Artikel möchten wir aufzeigen, wie 2/3 der Verlustenergie\*), also ca. 200kWh/t<sub>FS</sub> im Prozess eingespart werden können, d.h. dass eine Tonne Stahl anstatt mit einen Energieeintrag von ca. 700kWh/t<sub>FS</sub> mit ca. 500kWh/t<sub>FS</sub> erschmolzen werden kann.

\*) Verlustenergie = Abgas, Kühlwasser, Schlacke, Ohm'sche Verluste, Strahlung

Energiesparen – betrachten wir zwei Energiebilanzen, die Energiebilanz eines traditionellen Elektro-Lichtbogenofens (LBO) und die der Zweikammerlösung von eco-e (eco-e tech):

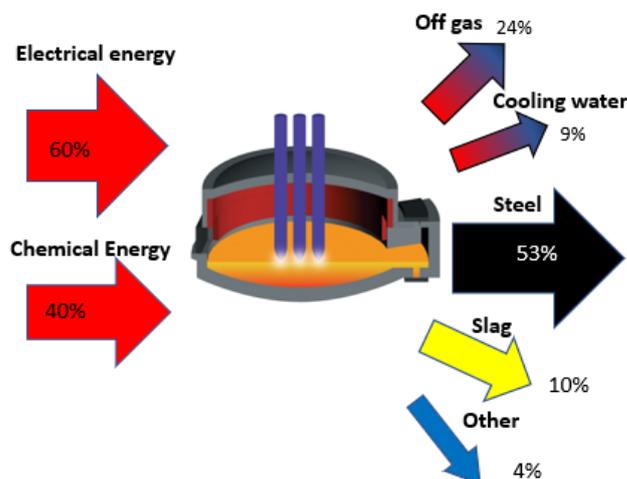


Abbildung 1 / Energiebilanz eines traditionellen Lichtbogenofens

Die Abgase bei traditionellen Lichtbogenofen werden mehrheitlich ungenutzt an die Atmosphäre abgegeben. Der Aufbau des Abgassystems besteht üblicherweise aus einem wassergekühlten Abgasrohr, welches das Abgas zu einer Nachbrennkammer führt. In der Nachbrennkammer verbrennt das CO in Verbindung mit dem Luftsauerstoff zu CO<sub>2</sub>. In der Nachbrennkammer fällt der Grobstaub aus. Von der Nachbrennkammer wird das heiße Abgas mit Frischluft oder in einem Kühlturm auf eine Temperatur von ca. 200°C gekühlt. Danach durchläuft das Abgas einen Feinfilter, wo der Reststaub ausgefiltert wird. Schlussendlich wird das noch warme Abgas über einen Hochkamin an die Umgebung freigesetzt. Der energetische Wirkungsgrad beträgt 53%.

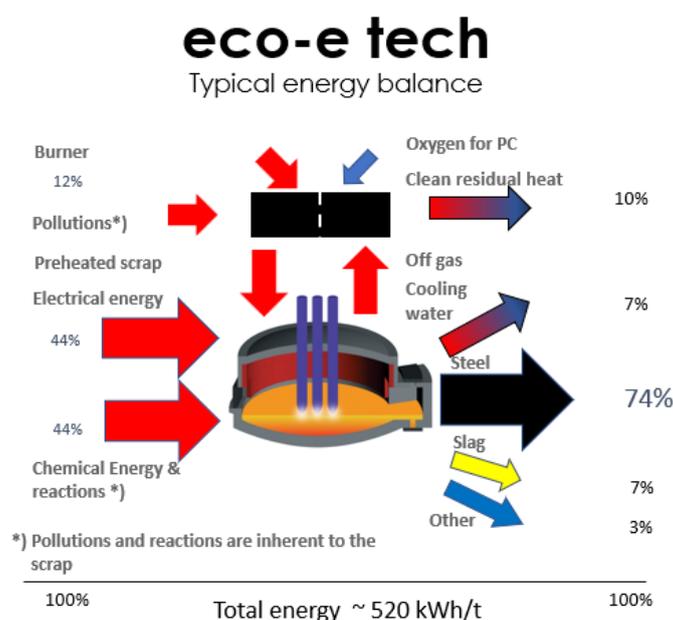


Abbildung 2 / Energiebilanz eco-e tech

In Abbildung 2 die Energiebilanz der Zweikammerlösung von eco-e. Der energetische Wirkungsgrad beträgt hier 74% wobei das Restgas, das noch eine Temperatur von ca. 600°C vollumfänglich genutzt werden kann.

Der Vorteil der eco-e tech Lösung liegt darin, dass einerseits die im Abgas enthaltene Energie maximal auf den Schrott übertragen wird und andererseits die Restgasenergie, die auf Grund der Wärmeübertragungsgesetze nicht mehr zur Schrottvorwärmung genutzt werden kann als sauberes, nutzbares Restgas mit konstanter Temperatur zur Verfügung steht<sup>ii</sup>. Ein weiterer Aspekt ist, dass sämtliche prozessbedingten Energieeinträge, wie z.B. die Verbrennung der Chlorwasserstoffverbindungen und die Nachverbrennung  $\text{CO} \rightarrow \text{CO}_2$ , für die Schrottvorwärmung genutzt werden. Ein entscheidender Unterschied zu herkömmlichen Methoden ist der hohe Nutzungsgrad der eingebrachten Energie (ca. 74%, resp. 84%, wenn das Restgas optimal genutzt wird). Die für 'GreenSteel' geforderte Klimaneutralität kann aber nur mit einem umfassenden Mess- und Kontrollsystem erreicht werden, das die Variablen ideal steuert. Ja, GreenSteel erfordert mehr als nur Intuition und Bauchgefühl des Ofenführers – dazu mehr in einem weiteren Artikel, 'Automation, das  $\alpha$  und  $\omega$  des GreenSteels'.

Ein weiterer Unterschied zu herkömmlichen Methoden ist die Prozessführung im Ofen. Der LBO ist seit jeher ein Strahlungs- aber auch Konvektionsofen, d.h. ein Ofen, bei dem die kalte Luft zur Feuerstelle gesogen wird und die verbrauchte heisse Luft nach oben entweicht. Wie die Feuerstelle unserer Urhaken, die in ihren Höhlen dank diesem physikalischen Phänomen nicht dem Gastod erlegen sind. Die Ofenbauer und eventuell auch die Betreiber, die ja keine Fragen stellen, sind anscheinend immer noch auf diesem Stand geblieben. Thermisch ist das aber wirklich nicht das Gelbe vom Ei. Mit einem einfachen, kostengünstigen Umbau kann der LBO ein wahres energetisches Wunder erleben.<sup>iii</sup> Der LBO wird zu einem Ofen mit interner Schrottvorheizung und Abgasreinigung in einem. Auch das Abgas erlebt ein energetisches Highlight. Im Lichtbogenbereich, wo auf Grund der hohen Energiedichte ein Plasma herrscht, herrschen die höchsten Temperaturen im Ofen. Die heissen Abgase, die im Konvektionsofen nach oben steigen und die Elektroden abbrennen, werden dort **seitlich** abgeführt, fließen durch schmelzenden Schrott und werden in den seitlichen Abgaskanal gesogen, der in Form eines Torus den halben Ofen umgibt. Diese Abgase sind energiereicher und staubärmer.

Die eco-e tech Lösung wird in der ECOFEEDER Familie angewandt.

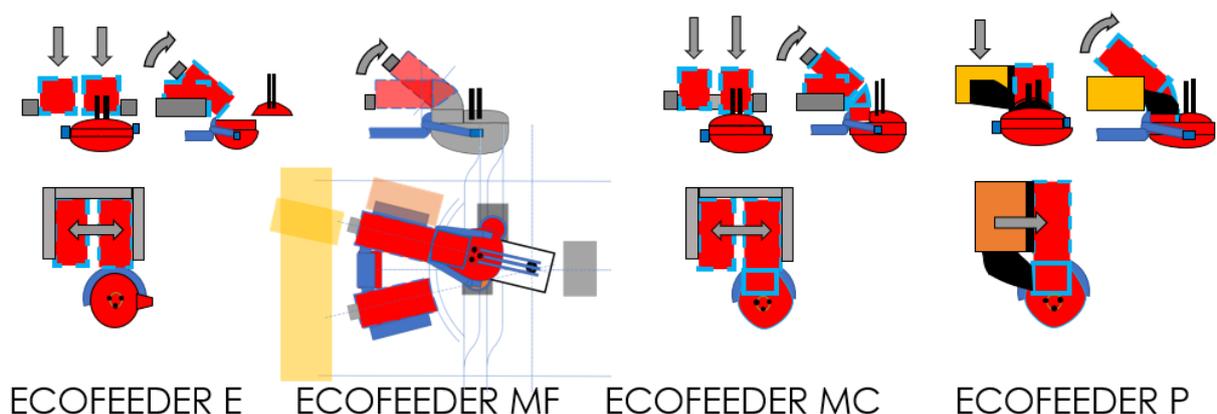


Abbildung 3 / Die ECOFEEDER Familie

Hier eine Zusammenstellung der Vorteile des eco-e tech Konzepts, aufgeteilt in 5 Gruppen:

1. **Direkte Energiesparmassnahmen**, d.h. weniger Kosten
  - a. Höhere Vorheiztemperatur des Schrotts bis ca. 750°C (-130kWh/t<sub>FS</sub>)
  - b. Richtige Abgasführung im Ofen = bessere Nutzung der Energie (-50kWh/t<sub>FS</sub>)
  - c. Integrierte Verbrennung und Nutzung der Schadstoffe
  - d. Integrierte Nutzung der Nachverbrennung CO→CO<sub>2</sub>
  - e. Integrierte Nutzung der Zusatzbrenner (Verbrennung der Dioxine/Furane)
  - f. Integrierte Ofenluftvorheizung (~300°C) (-15kWh/t<sub>FS</sub>)
  - g. Konstante Restgastemperatur (~600°C)

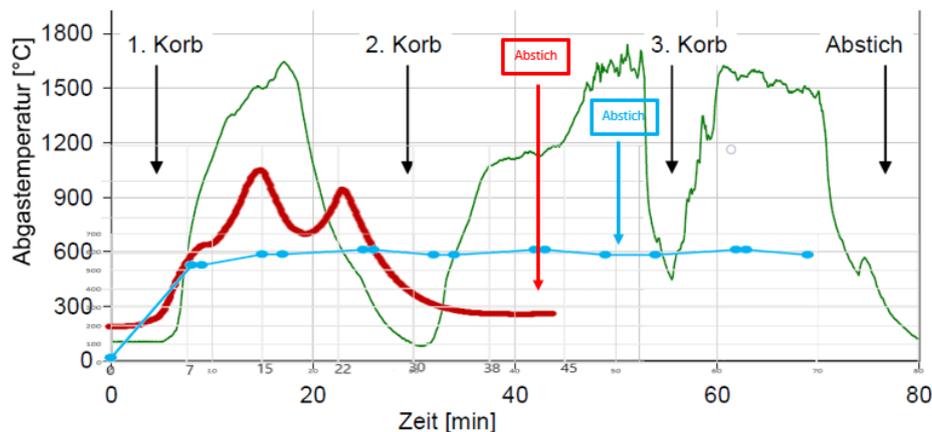


Abbildung 4 / Konstante Abgastemperatur der ECOFEEDER® (blaue Linie)

2. **Direkte und indirekte Minderung der CO<sub>2</sub> Emissionen**, d.h. weniger Kosten, weniger Umweltbelastung
  - a. Bessere Brennernutzung, dadurch weniger Brenner im Einsatz
  - b. Angereicherte Ofenluft mit Vorheizung (~300°C), dadurch weniger NO<sub>x</sub>
  - c. Optimales Abgasmanagement durch Automation
  - d. Kleinerer Materialverbrauch (Schlackenbildner/Ausmauerung)
3. **Metallurgische Vorteile**, d.h. Vorteile, die sich qualitativ und quantitativ ergeben
  - a. Nutzwertanalyse und Optimierung (DRI / Schrott)
  - b. Chargenneutrale Vorheizung (keine Vermischung von Schrottqualitäten)
  - c. Keine Schrottdome im Ofen, d.h. weniger Bären
  - d. Weniger Elektrodenbrüche
  - e. DRI-Vorheizung und kontinuierliche DRI-Zufuhr möglich
4. **Unterhaltungsvorteile und Flexibilitätsgewinn**, d.h. weniger Kosten
  - a. Heisspeicherung des vorgeheizten Schrotts möglich
  - b. Besserer Zugang auf dem Ofendeckel (DRI-Zufuhr) und zu den Elektroden
  - c. Produktion während Unterhalt / Reparatur möglich
  - d. Keine Verschleissteile an exponierten Positionen
5. **Kommerzielle Vorteile**, d.h. bessere Rendite
  - a. Kleinerer Elektrodenverbrauch (weniger Seitenabbrand)
  - b. Staub verbleibt im Schrott → weniger Abfall
  - c. Weniger mechanischer Verschleiss bei der Ausmauerung
  - d. Kleinere Ofenkühlleistung nötig (dank interner Vorheizung und besserer Ausbildung der Schaumslagge)



Abbildung 5 / Richtige Ofenluftströmung bedeutet weniger Elektrodenabbrand

Nun, wie erwähnt ein Kurz-Businessplan für den schrittweisen Umbau eines bestehenden Ofens. Der Vorteil dieses Vorgehens ist, dass zu keiner Zeit ein Budgetüberzug über die maximaler Investitionssumme erfolgt. Ein weiterer Vorteil ist, dass die Zertifizierung des bestehenden Ofens erhalten bleibt, da keine der Qualitätsmerkmale verändert werden und der Ofen prozesstechnisch wie bis anhin gefahren werden kann.

### Kurz-Businessplan

Anmerkung: Sämtliche Angaben (Aufwand) und Zahlen (Kosten) sind fiktiv und unverbindlich.

Ausgangslage: Elektro-Lichtbogenofen (LBO) (Wechselstromofen (AC) (Baujahr 1995), Kapazität 75t (Sumpf 7t), Transformer 70 MVA) mit folgender Energiebilanz: Elektrischer Energieeintrag 415kWh/t<sub>FS</sub>, Gas (NG) 8.5Nm<sup>3</sup>/t<sub>FS</sub>, Blaskohle 18kg/t<sub>FS</sub>, Stückkohle 0, Elektrodenverbrauch 1.6kg/t<sub>FS</sub> und 31Nm<sup>3</sup>/t<sub>FS</sub> Sauerstoff (O<sub>2</sub>) = netto Energieeintrag 680kWh/t<sub>FS</sub>, brutto Energieeintrag (inkl. Reaktionen und Verunreinigungen) = 800kWh/t<sub>FS</sub>.

Die Bauform dieses LBO ist traditionell, d.h. runde Form mit Abstickerker (EBT) und 2 Wandbrenner, 1 Türllanze, 4<sup>tes</sup> Loch, Deckel- und Oberofenkühlung Wasser.

Dieser LBO produziert theoretisch 136kWh/t<sub>FS</sub> CO, d.h. ungebrauchte gebundene Energie und freie Energie von 170kWh/t<sub>FS</sub> in Form von heissem Abgas. **Das sind 306kWh/t<sub>FS</sub>, die ungenutzt an die Umgebung abgegeben werden.** Das Businessziel ist es den Schmelzprozess so zu optimieren, dass möglichst viel Energie rückgeführt, resp. eingespart werden kann und gleichzeitig die CO<sub>2</sub>-Emissionen so weit wie möglich reduziert werden können.

### Businessziel

**Ziel:** Energierückführung: 210kWh/t<sub>FS</sub>, nutzbare Restenergie 60kWh/t<sub>FS</sub>, d.h. Reduktion der an die Umgebung abgegebene, nicht nutzbare Restenergie (Schlacke, Strahlung, el. Verluste, Gefäßskühlung) auf ca. 100kWh/t<sub>FS</sub> in drei Schritten, erstens thermische Verbesserung des Ofens, zweitens Schrottvorheizung und Abgasbehandlung, drittens Optimierung des Ofenbetriebs (VIU) durch Einsatz von DRI.

**Zwischenziel 1:** Reduktion el. Energieeintrag: 30kWh/t<sub>FS</sub>, Reduktion Elektrodenabbrand 0.5kg/t<sub>FS</sub>, Reduktion chem. Energieeinsatz (Brennereinsatz) 20kWh/t<sub>FS</sub> (CH<sub>4</sub> 2Nm<sup>3</sup>/t<sub>FS</sub>).

**Zwischenziel 2:** Reduktion el. Energieeintrag: 130kWh/t<sub>FS</sub>, Reduktion Elektrodenabbrand

0.3kg/t<sub>FS</sub>, Einsatz chem. Energie zur Abgasbehandlung 40kWh/t<sub>FS</sub> ohne CO<sub>2</sub> Produktion (O-H-Brenner)

**Zwischenziel 3:** Reduktion el. Energieeintrag: 50kWh/t<sub>FS</sub>, Reduktion Elektrodenabbrand 0.2kg/t<sub>FS</sub>, Reduktion chem. Energieeintrag (Brennereinsatz) 20kWh/t<sub>FS</sub>

Total:	El. Energieeinsatz	-210 kWh/t <sub>FS</sub>
	Elektrodenabbrand	-1.0kg/t <sub>FS</sub>
	Chem. Energieeinsatz	-0.0kWh/t <sub>FS</sub>
	Reduktion CO <sub>2</sub> Emissionen	-40% (Total ca. 150kg/t <sub>FS</sub> )
	(Nutzbare Restenergie	60 kWh/t <sub>FS</sub> )

#### Zeitschiene Schritt 1: Dauer / Ab Inkrafttreten des Vertrags

Projektinitialisierung (Kickoff)	2 Wochen	2 Wochen
Grundlagen (Basic Engineering)	4 Wochen	6 Wochen
Detail Planung (Detail Engineering)	8 Wochen	14 Wochen
Fabrikation (Produktion) & Transport	10 Wochen	24 Wochen
Vormontage & Vorinbetriebnahme	4 Wochen	28 Wochen
<b>Produktionsunterbruch, Inbetriebnahme</b>	2 Wochen	32 Wochen
Aufnahme der Produktion (Start up)	2 Wochen	34 Wochen

#### Zeitschiene Schritt 2: Dauer / Ab Inkrafttreten des Vertrags

Projektinitialisierung (Kickoff)	2 Wochen	2 Wochen
Grundlagen (Basic Engineering)	6 Wochen	8 Wochen
Detail Planung (Detail Engineering)	10 Wochen	18 Wochen
Fabrikation (Produktion) & Transport	16 Wochen	34 Wochen
Vormontage & Vorinbetriebnahme	6 Wochen	40 Wochen
<b>Produktionsunterbruch, Inbetriebnahme</b>	2 Wochen	44 Wochen
Aufnahme der Produktion (Start up)	4 Wochen	48 Wochen

#### Zeitschiene Schritt 3: Dauer / Ab Inkrafttreten des Vertrags

Projektinitialisierung (Kickoff)	2 Wochen	2 Wochen
Grundlagen (Basic Engineering)	4 Wochen	6 Wochen
Detail Planung (Detail Engineering)	6 Wochen	12 Wochen
Fabrikation (Produktion) & Transport	6 Wochen	18 Wochen
Vormontage & Vorinbetriebnahme	4 Wochen	22 Wochen
<b>Produktionsunterbruch, Inbetriebnahme</b>	2 Wochen	24 Wochen
Aufnahme der Produktion (Start up)	2 Wochen	26 Wochen

#### Kosten Schritt 1:

Engineering	500'000.00 €
EPC (Engineering, Produktion, Inbetriebnahme)	1'200'000.00 €
Turnkey	2'200'000.00 €

#### Kosten Schritt 2:

Engineering	1'600'000.00 €
EPC (Engineering, Produktion, Inbetriebnahme)	5'000'000.00 €
Turnkey	8'400'000.00 €

#### Kosten Schritt 3:

Engineering	400'000.00 €
EPC (Engineering, Produktion, Inbetriebnahme)	1'000'000.00 €
Turnkey	2'000'000.00 €

Die Einsparungs- und Amortisationsrechnung basiert auf folgenden, **fiktiven** Kosten für elektrische Energie, Erdgas, Kohle, Elektroden, Wasserstoff und Sauerstoff.

El. Energie	100.00 €/MWh
Erdgas (NG)	40.00 €/MWh
Kohle	120.00 €/t
Elektroden	15.00 €/kg
Wasserstoff	10.00 €/MWh
Sauerstoff	0.10 €/Nm <sup>3</sup>

Einsparungen gegenüber dem Istzustand:

Schritt 1:

(el. Energie 30kWh/t <sub>FS</sub> * 0.1€/kWh + Elektroden 0.5kg/t <sub>FS</sub> * 15€/kg + Erdgas 20kWh/t <sub>FS</sub> * 0.04€/kWh)	11.30 €/t <sub>FS</sub>
---	-------------------------

Schritt 2:

(el. Energie 130kWh/t <sub>FS</sub> * 0.1€/kWh + Elektroden 0.3kg/t <sub>FS</sub> * 15€/kg + Mehrverbrauch H <sub>2</sub> -40kWh/t <sub>FS</sub> * 0.01€/kWh)	17.10 €/t <sub>FS</sub>
---	-------------------------

Schritt 3:

(el. Energie 50kWh/t <sub>FS</sub> * 0.1€/kWh + Elektrode 0.2kg/t <sub>FS</sub> * 15€/kg + Erdgas 20kWh/t <sub>FS</sub> * 0.04€/kWh)	8.80 €/t <sub>FS</sub>
--	------------------------

Amortisation:

Mittlere wöchentliche Produktion

(270'000t/Jahr / 50Wo/Jahr)	5400t/Woche
-----------------------------	-------------

Mittlere wöchentliche Einsparung und lineare Amortisationszeit:

Schritt 1:	61020.00 €/Woche
ROI (2'200'000€/61'020€/Woche)	36 Wochen
Schritt 2:	92340.00 €/Woche
ROI (8'400'000€/92'340€/Woche)	90 Wochen
Schritt 3:	47520.00 €/Woche
ROI (2'000'000€/47'529€/Woche)	42 Wochen

Mittelflussbetrachtung:

Um den Mittelfluss zu betrachten sind Zahlungsbedingungen Voraussetzung. Setzen wir beim Auftragsverhältnis 'Turnkey' diese wie folgt ein:

Anzahlung bei Auftragsvergabe	15%
Teilzahlung bei Auslieferung BE	5%
Teilzahlung bei Auslieferung DE	15%
Teilzahlung bei Lieferung (Pro rata)	30%
Teilzahlung bei Installationsbereitschaft (vor Produktionsunterbruch)	25%
Schlusszahlung bei FAC	10%

Daraus ergibt sich folgendes Bild:

Das untenstehende Diagramm zeigt die einzelnen Schritte (siehe oben), deren Mittelfluss und deren jeweilige Amortisation, z.B. bei Schritt 1 ist der Mittelfluss nach ca. 34 Wochen mit -2.108k€ maximal und erreicht den ROI (Return on Investment) nach ca. 102 Wochen. Also knapp 2 Jahre nach Projektstart. Wenn man die Schritte 1, 2 und 3 so plant, dass der maximale Mittelfluss das Hauptinvestment nicht übersteigt so erfolgt eine Maximierung des Ertrags beim kürzestmöglichen ROI nach ca. 247 Wochen, also nach knapp 5 Jahren. Zu dieser Rechnung müsste noch die mögliche Produktionssteigerung hinzugerechnet werden, die je nach Nachfrage erfüllt werden kann. Dieser Ofen könnte eine Leistung von 100t/h erreichen und damit ohne weiteres 600'000t/Jahr produzieren.

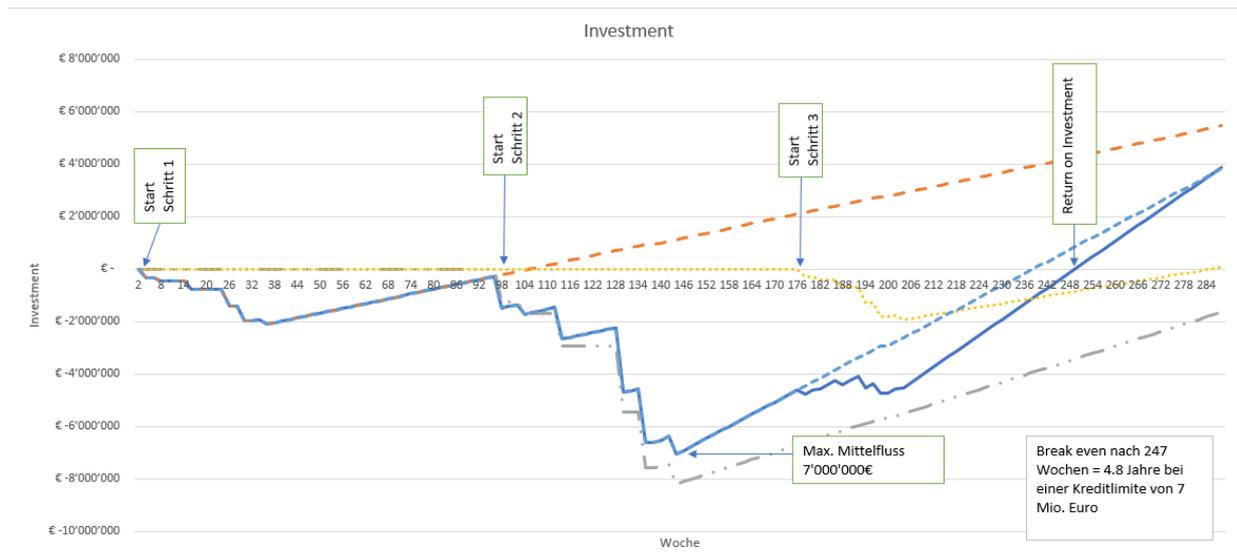


Abbildung 6 / Mittelfluss

## Realisation einer Anlage

In einem ersten Schritt kann der Ofen wie beschrieben mit wenigen Änderungen in einen thermisch effizienten Ofen umgewandelt werden. Das ermöglicht erste Einsparungen. Nach erfolgter Inbetriebnahme und ersten Erfahrungen kann ein ECOFEEDER® E an den abgeänderten Ofen angebaut werden. Dieser Umbau besteht aus drei Teilen, die in der Werkstatt vormontiert werden. Die Fundamente für die Fahrbahn hinter dem Ofen können während den Unterhaltsschichten vorbereitet werden. Die Vorinbetriebnahme und Programmierung des ECOFEEDER® E wird in der Werkstatt durchgeführt, so dass die eigentliche Inbetriebnahme auf der Baustelle sehr speditiv durchgeführt werden kann. Nach der Aufnahme der Produktion wird die Anlage optimiert und für den Dauerbetrieb vorbereitet. Sobald sich die Produktion auf dem gewünschten Niveau eingespielt hat, kann der 3. Schritt in Angriff genommen werden. Der dritte Schritt, die Integration der kontinuierlichen DRI Förderung kann mit oder ohne DRI Vorheizung realisiert werden. Die Vorbereitungen und Vorinbetriebnahme geschehen wieder in der Werkstatt. Die eigentliche Inbetriebnahme des 3. Schrittes geschieht während der Produktion.

Je nach Wunsch kann zu einem späteren Zeitpunkt der ECOFEEDER® E in einen ECOFEEDER® MC umgebaut werden. Dazu werden Anpassung des Unter- und Oberofens, eventuell der Plattform und des Ofendeckels nötig. Der Einfüllschacht wird mit einem speziellen Gerüst aufgebaut. Der ECOFEEDER® E muss dafür nicht wesentlich umgebaut werden. Diese Modifikation kann wiederum so vorbereitet werden, dass die Produktion nur marginal beeinträchtigt wird. Der Ofenumbau kann in wenigen Wochen durchgeführt werden.

## DRI als Schrottzusatz/Ersatz

Optional kann am Ofen eine kontinuierliche DRI-Förderung an Stelle des 4. Loches installiert werden.<sup>iv</sup> Als Konsequenz müssten dann jedoch anstatt der reinen Oxy-Brenner (O-H oder O-CH<sub>4</sub>) Kombibrenner (Brenner & O-Lanzen-Kombinationen) eingesetzt werden. Das DRI kann so optimal vorgeheizt und eingeschmolzen werden. Welches DRI auch verwendet wird – low %C oder 0%C DRI – **GreenSteel** wird klimaneutral sein, Stahl kann nicht 'Net-zero' sein!

Dank der Nutzwertanalyse kann ein optimales Betriebsmodell aufgestellt werden, bei dem der Anteil DRI/Schrott ideal eingestellt werden kann.

**Fazit:** Das eco-e tech Konzept erlaubt eine bestehende Produktionsstätte mit schlechter Abgasnutzung schrittweise in eine effiziente Anlage umzubauen, die das Ziel 'Klimaneutralität' weit vor dem Termin erreichen kann und kommerziell profitabel ist.

Das Konzept setzt auch bei einem Neubau neue Maßstäbe in Bezug auf effiziente Abgasnutzung und dem zufolge tiefste Produktionskosten.

Auf Wunsch erarbeiten wir eine kostenpflichtige Machbarkeitsstudie, die bei einem Auftrag vollumfänglich angerechnet wird. Die Machbarkeitsstudie umfasst die Analyse des Bestandes, einen Vorschlag basierend auf dem Bestand und einen Vorschlag für eine Ganz- oder Teilerneuerung des Schrott- und Schmelzbereichs mit je einem detaillierten Angebot. Bestellen Sie noch Heute eine Machbarkeitsstudie, damit Sie in Bezug auf 'GreenSteel' wissen wohin die Reise geht.

März 2022, Roland V. Müller, eco-e AG ([www.eco-eag.com](http://www.eco-eag.com))

---

<sup>i</sup> AIST Vol. 18 Nr. 3, Seite 7

<sup>ii</sup> 'Der Energie (Pr)eisbrecher', [www.eco-eag.com/Deutsch/Download](http://www.eco-eag.com/Deutsch/Download), eco-e AG, 2022

<sup>iii</sup> 'Ofenabgas – Kosten- oder Sparpotential?', [www.eco-eag.com/Deutsch/Download](http://www.eco-eag.com/Deutsch/Download), eco-e AG, 2022

<sup>iv</sup> 'DRI – Zukunft für die Stahlindustrie?', [www.eco-eag.com/Deutsch/Download](http://www.eco-eag.com/Deutsch/Download), eco-e AG, 2022