

Aluminium und Nachhaltigkeit

Wie Sie die Vorteile von CO₂-reduziertem Aluminium für ihr Geschäft realisieren

engineering.tomorrow.together.



thyssenkrupp

Ist die
Recyclingquote
wirklich
entscheidend?

1. Aluminium ist Zukunft.

Aufgrund seiner 100%igen Recyclingfähigkeit, seines hohen Festigkeits-Gewichts-Verhältnisses, seiner hervorragenden Verarbeitbarkeit und seiner Leitfähigkeit von Wärme und Strom ist Aluminium heute schon besonders nachgefragt, Tendenz massiv steigend. Neben seinen vielen Vorteilen hat das Material allerdings einen Nachteil: Seine Herstellung bedarf komplexer Prozesse, die enorme Mengen an Elektrizität verbrauchen. Jährlich entstehen dabei etwa 1,1 Milliarden Tonnen CO₂, was primär auf den hohen Energieverbrauch der Schmelzhütten zurückzuführen ist (Cousins, 2021). Dies entspricht dem jährlichen Energieverbrauch von rund 257 Millionen Haushalten. Da die Nachfrage nach Aluminium bis 2030 voraussichtlich um fast 40 % steigen wird, muss die Branche zusätzliche 33,3 Millionen Tonnen produzieren, um den Gesamtbedarf von 119,5 Millionen Tonnen zu decken (CRU, 2022, in ALFED, 2022). Die wachsende Nachfrage bietet in Kombination mit den hohen Emissionen bei der Primärherstellung und guten Recyclingeigenschaften aber auch ein enormes Potenzial für Innovationen, technologische Fortschritte und internationale Kooperationen im Bereich Nachhaltigkeit.

Aluminiumbedarf und CO₂-Emissionen in Mio. Tonnen

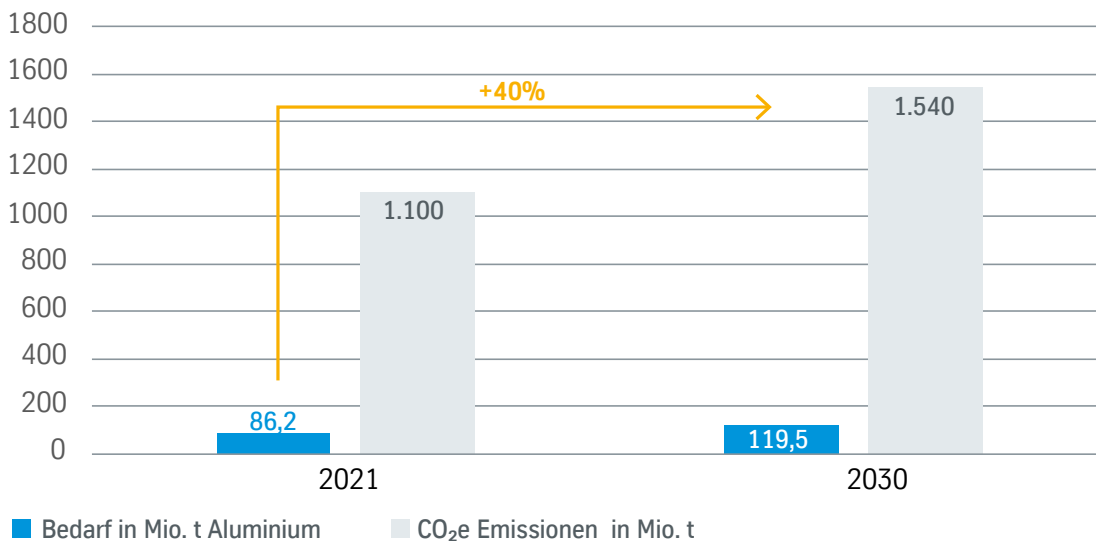


Abbildung 1: Prognose der Aluminiumnachfrage von 2021-2030 und aluminiumbezogenen Emissionen

Dabei ist Emissionstransparenz der entscheidende Schlüssel, um die von der EU und anderen Institutionen ausgegebenen Reporting- und Reduktionsziele zu erreichen. Ein detaillierter Einblick in den CO₂-Fußabdruck der Produkte unterstützt Unternehmen bei der Optimierung ihrer Wertschöpfungskette. Die Nachhaltigkeitsinitiativen und das „Greenability“-Angebot von thyssenkrupp Materials Services zielen deshalb darauf ab, den CO₂-Ausstoß entlang der gesamten Wertschöpfungskette, heute schon, von der Produktion bis zur Auslieferung, transparent abzubilden. Mithilfe unseres DNV-validierten Product Carbon Footprint Rechners

(PCF Calculator) bieten wir Ihnen die Möglichkeit eine Basis oder „Baseline“ für zukünftige Entscheidungen zu setzen. Zusätzlich liefern unsere PCF-Berichte präzise Daten, die für die Einhaltung von Reportingpflichten, etwa bei den CSRD- und CSDDD-Richtlinien, notwendig sind. Um darauf aufbauend Emissionen zu reduzieren, bieten wir eine umfassende Palette an Materialien mit reduziertem Emissionsgehalt an.

Ziel dieses White Papers ist es, ein Grundverständnis für die Nachhaltigkeitsaspekte von Aluminium zu vermitteln und einen Ausblick auf die Zukunft des Werk-

stoffs zu geben. Dazu werden unter **Kapitel 2** zunächst die Produktionsmethoden und Kernprozesse erläutert. **Kapitel 3** befasst sich darauf aufbauend mit den Möglichkeiten zur Dekarbonisierung der Aluminiumproduktion. **Kapitel 4** befasst sich mit den Nachhaltigkeitsvorteilen von Aluminium und **Kapitel 5** mit den Limitierungen des Recyclinganteils als Messinstrument für Nachhaltigkeit. **Kapitel 6** legt dar, warum der Product

Carbon Footprint das bessere Instrument zur Bemessung ebendieser darstellt. In **Kapitel 7** werden die erarbeiteten Inhalte in einer Fallstudie veranschaulicht, bevor **Kapitel 8** die Vorteile für Käufer:innen von CO₂-reduziertem Material zusammenfasst. Abschließend wird zur Rolle von thyssenkrupp Materials Services bei der Förderung nachhaltigen Handelns in der Industrie Stellung genommen.

2. Die energieintensive Produktion von Aluminium gliedert sich in drei Schritte

Die Aluminiumherstellung gliedert sich in drei wesentliche Schritte: Zunächst wird Bauxit, das Aluminium enthält, abgebaut. In einem zweiten Schritt wird dieses Bauxit zu Aluminiumoxid verarbeitet. Schließlich wird reines Aluminium mittels elektrolytischer Reduktion gewonnen, bei der das Aluminiumoxid durch elektrischen Strom in seine Bestandteile zerlegt wird (Aluminium Leader, n.d.). Dieser Prozess ist sehr energie- und emissionsintensiv, weshalb Maßnahmen zur Reduktion der Emissionen dringend erforderlich sind, um das NetZero-Ziel bis 2050 zu erreichen.

Das für die Aluminiumgewinnung am häufigsten verwendete Erz ist Bauxit, das aufgrund seines Eisengehalts eine rötliche Farbe aufweist. Es enthält zudem Siliziumdioxid und Titandioxid (Alfed, n.d.). Durch das Bayer-Verfahren wird Bauxit in Aluminiumoxid umgewandelt, bevor es im Hall-Héroult-Prozess zu Aluminium geschmolzen wird (ebd).

Treibhausgasemissionen im Aluminiumsektor

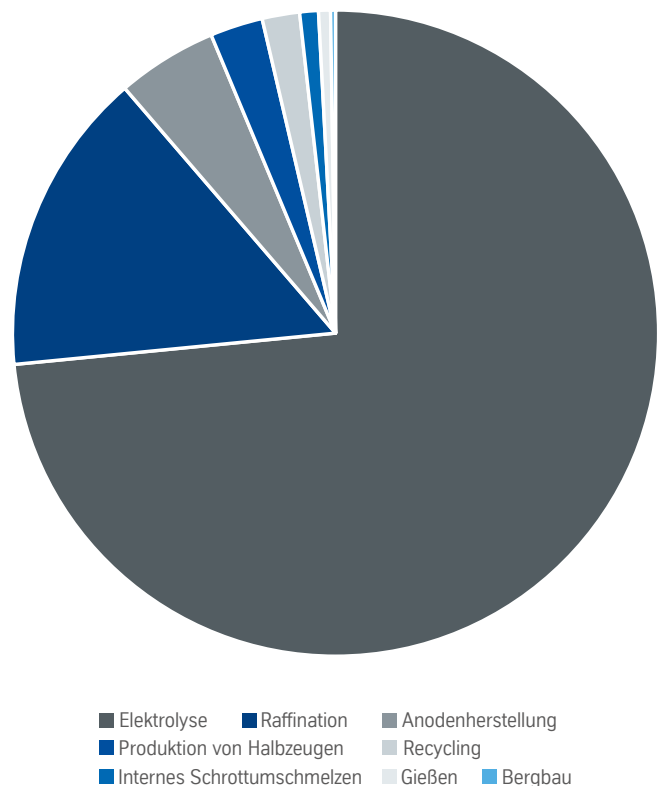


Abbildung 2: Treibhausgasemissionen aus dem Aluminiumsektor weltweit 2021, nach Prozess (in Mio. Tonnen CO₂)

2.1. Die Umstellung von Erdgas zu erneuerbaren Energien stellt den größten Hebel im Bayer-Verfahren dar

Das Bayer-Verfahren besteht aus vier Hauptschritten, die in den Abbildungen 2 und 3 dargestellt sind. Zunächst wird Bauxit abgebaut und durch verschiedene Prozesse zu Aluminiumoxid verarbeitet. Während dieser Schritte entstehen erhebliche CO₂-Emissionen. Erdgas trägt zu 65% der Emissionen des Bayer-Prozesses bei. Der Einsatz erneuerbarer Energien könnte die Emissionen erheblich reduzieren. Ein 2023 in Australien initiiertes Projekt zeigt vielversprechende Ansätze für die Integration solarthermischer Technologien in den energieintensiven Bayer-Prozess (Saw et al., 2023).

Produktionsemissionen im Bayer-Prozess in %

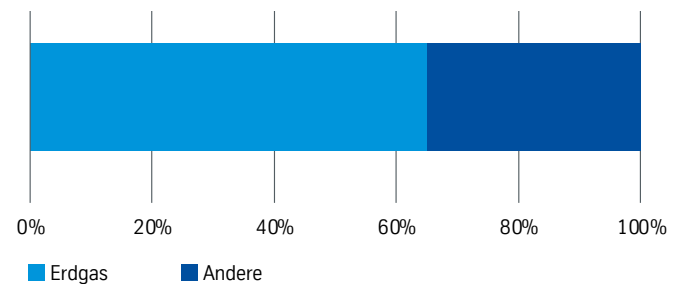


Abbildung 3: Emissionen im Bayer Prozess (Saw et al., 2023).

2.2. Das Hall-Héroult-Verfahren verbraucht große Mengen an Energie zum Schmelzen des Aluminiumoxids

Im Hall-Héroult-Verfahren wird das durch den Bayer-Prozess gewonnene Aluminiumoxid mit Kryolith gemischt, um den Schmelzpunkt zu senken, bevor die Mischung elektrolysiert wird. Dieser Prozess ist energieintensiv, weshalb die Nutzung erneuerbarer Energien von entscheidender Bedeutung ist. Wasserkraftwerke sind dabei die bevorzugte erneuerbare Energiequelle für die Aluminiumproduktion. In Russland stammen etwa 95% des für die Aluminiumproduktion genutzten Stroms aus Wasserkraft, während in China rund 93% aus Kohlekraftwerken bezogen werden, was zu deutlich höheren CO₂-Emissionen führt. Während bei der Verwendung von Wasserkraft nur 4 Tonnen CO₂ pro Tonne Aluminium anfallen, sind es bei der Kohleverstromung etwa fünfmal so viele Emissionen pro Tonne, nämlich 21,6 Tonnen Kohlendioxid (ebd.).

CO₂-Emissionen im Hall-Héroult-Prozess in Mio. Tonnen

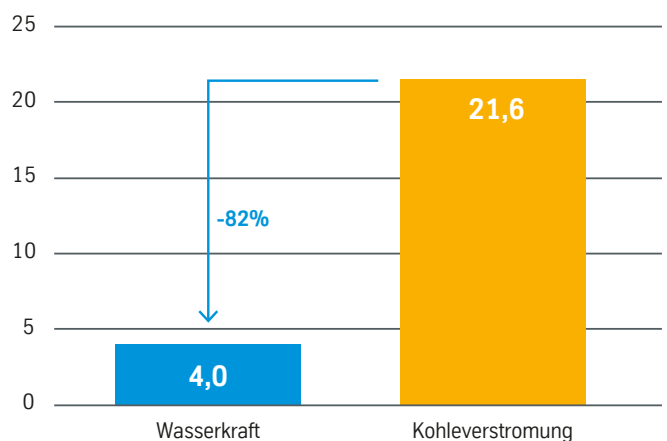


Abbildung 4: CO₂e-Emissionen im Hall-Héroult Prozess nach Energieträger in Mio. Tonnen (Saw et al., 2023).

3. Dekarbonisierung der Produktionsmethoden wird primär durch den Energiemix gesteuert

Das Internationale Aluminium-Institut hat drei wesentliche Wege zur Reduktion von Treibhausgasemissionen identifiziert: die Dekarbonisierung der Stromversorgung, die Reduktion direkter Emissionen (z.B. durch die Reduktion von Brennstoffverbrauch) und die Effizienzsteigerung durch Recycling. Ein besonderer Fokus liegt dabei auf dem Umstieg zu erneuerbaren Energien.

Die Primäraluminiumproduktion (vom Erzabbau bis zum Blockguss) ist insgesamt für 95% der mit Aluminium verbundenen Emissionen verantwortlich (Tabereaux, 2023). Das internationale Aluminiuminstitut gibt an, dass mehr als 60% der CO₂e-Emissionen des Aluminiumsektors auf die Erzeugung von Strom für den Schmelzprozess zurückzuführen sind (IAI, 2021). Es ist zu beachten, dass auch das Recycling von Aluminium immer noch mit Schmelzprozessen verbunden ist, weshalb Recycling allein nicht zu einer NetZero Aluminiumindustrie führen wird. Eine dekarboni-

sierte Stromerzeugung und der Einsatz von Kohlenstoffabscheidung, -nutzung und -speicherung (CCUS) bietet aktuell die größte Chance, die Emissionen bis 2050 auf nahezu Null zu reduzieren. Umfangreiche Forschungsarbeiten belegen diese Hebelwirkung der Elektrifizierung von Produktionsanlagen (über erneuerbare Quellen) und der Vermeidung von CO₂-intensiven Energie- und Heizquellen in der gesamten nachgelagerten Produktionskette. (Raabe et al., 2022).

Emissionen in der Primärproduktion von Aluminium

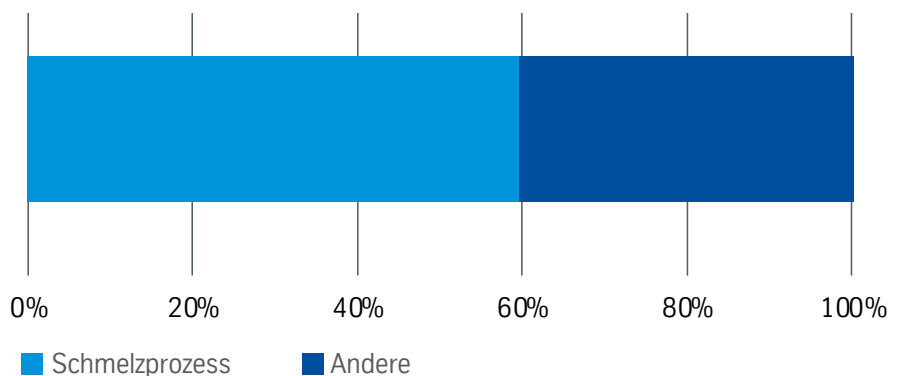


Abbildung 5: Emissionen in der Primärproduktion von Aluminium nach Hauptgrund, Tabereaux, 2023

thyssenkrupp Materials Services beabsichtigt, eine treibende Kraft bei der Dekarbonisierung von Aluminium zu sein. Obwohl wir nicht direkt an der Aluminiumproduktion beteiligt sind, sind wir stolz darauf, ein enormes Fachwissen aufgebaut zu haben und dieses mit unseren Kunden und Partnern zu teilen. Als Händler haben wir die einzigartige Möglichkeit Transparenz zwischen Ihnen und einer Großzahl von internationalen Lieferanten zu vermitteln und somit unzählige Einzelentscheidungen für eine nachhaltige Zukunft zu unterstützen. Um nachhaltigkeitsorientierte Kaufentscheidungen zu ermöglichen, untersuchen wir für unsere Kunden komplette Lieferketten, mit dem Ziel ihnen CO₂-reduzierte Alternativen zu den Materialien, die sie derzeit kaufen, aufzuzeigen.

ALUMINERIE ALOUTTE



Die Aluminiumindustrie treibt selbst die Bemühungen zur Dekarbonisierung an, insbesondere durch neue Technologien in der vor- und nachgelagerten Produktion zur Herstellung von nachhaltigem Aluminium. Edwards et. Al (2022) zufolge weist die Aluminiumhütte „Aluminerie Alouette“ in Quebec, Kanada, mit einer Schätzung von 3,9 t CO₂e/t Al (Scope 1-3) aus dem Jahr 2019 einen der niedrigsten CO₂-Fußabdrücke der Welt auf, verglichen mit einem globalen Durch-

schnittswert von 16,3 t CO₂e/t. Die Analyse zeigt, dass Schmelzhütten mit erneuerbarer Energie Scope-1- und Scope-2-Emissionen von >4 t CO₂e/t Al erreichen können. Dies für die Scope-1- bis Scope-3-Emissionen zu erreichen, wird eine größere Herausforderung darstellen. Hierbei ist zu beachten, dass der Abbau des Rohmaterials nicht in die Berechnung der Studie eingeflossen ist.

Beispielhaft für die Dekarbonisierung der Schmelze von Aluminium sind die laufenden Untersuchungen zu den CO₂-Emissionen in der Elektrolysephase des Hall-Héroult-Verfahrens. Hier versuchen Forscher durch Technologieinsatz anstelle von ausgestoßenem CO₂ Kohlenstoff und Chlor in einem geschlossenen Kreislauf zu halten. Dadurch sollen CO₂-Emissionen eliminiert werden (World Economic Forum, 2024). Weitere umfassen den Einsatz von Wasserstoff. Der australische Bergbaukonzern Rio Tinto arbeitet mit der Australian Renewable Energy Agency (ARENA zusammen, um zu untersuchen, ob Wasserstoff als Alternative zu Erdgas in Raffinerien für Aluminiumoxid verwendet werden kann (World Economic Forum, 2024).

Zusammenfassung der Dekarbonisierungstechnologien

Es gibt ein umfangreiches Spektrum an potenziellen Dekarbonisierungstechnologien, die zur Verringerung der direkten Emissionen eingesetzt werden könnten.

Emissionsquellen	Prozess Emissionen		Thermische Energie	
Potenzielle Technologien	Inerte Anoden	CCUS	Wasserstoff	Mechanische Brüdenkompression
Technologieverfügbarkeit	4-5	3-4	1-2	5
Potenzieller Einfluss auf direkte Emissionen des Sektors				
Kosten	€€	€€	€€€	€
Vorteile	Beste Lösung für Emissionen durch Kohlenstoffanoden	Multiple Anwendungsmöglichkeiten in verschiedenen Sektoren Ideal in Bereichen mit günstigem Zugang zu fossilen Brennstoffen	Weitreichend anwendbar auf schwer zu reduzierende Emissionen in vielen Sektoren Ideal in Bereichen mit günstigem Zugang zu fossilen Brennstoffen	Verbunden mit Energie- und Kosteneinsparungen Potenzial zur Verringerung des CO ₂ -Fußabdrucks von Standorten, deren Dekarbonisierung mit anderen Methoden nicht wirtschaftlich ist
Herausforderungen	noch nicht gewerblich zugänglich	Sehr teuer für Gasströme mit geringer CO ₂ -Konzentration ohne einen Kohlenstoffpreis oder einen Anreiz wirtschaftlich nicht attraktiv	grüner Wasserstoff ist noch nicht konkurrenzfähig Fehlen einer umfassenden Infrastruktur	erfordert einen hohen Anteil an Strom aus erneuerbaren Energien

Abbildung 6: Zusammenfassung der Dekarbonisierungstechnologien zur Bekämpfung der direkten Emissionen im Aluminiumsektor (World Economic Forum, 2024)





4. Aluminium ist ein nahezu optimaler Werkstoff für nachhaltige Produkte

Das Recycling von Aluminium ist wesentlich kostengünstiger als die Herstellung von neuem Primärmetall. Das liegt vor allem am geringeren Energieverbrauch. Aufgrund der Kosteneffizienz und der geringeren Treibhausgasemissionen verwenden Aluminiumhersteller, dort wo es möglich ist, immer recyceltes Material. In Europa liegen die Recyclingquoten im Automobil- und Bausektor bei über 90 Prozent, was auf gut ausgebauten Sammelsystemen insbesondere für Altfahrzeuge und Bauschrott zurückzuführen ist (European Aluminium, 2022). Da der Aluminiumrecyclingprozess nur 5% der

Energie benötigt, die für die Herstellung von Primärmetall benötigt wird, belaufen sich die Treibhausgasemissionen auf 0,5 Tonnen CO₂e/Tonne recyceltes Aluminium (cradle to grave) (ebd.).

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass Aluminium ein nahezu optimaler Werkstoff für den nachhaltigen Einsatz ist. Dies beruht auf der sehr guten Recyclingfähigkeit und der technischen Machbarkeit von dekarbonisierten Herstellungsprozessen.

Treibhausgasemissionen bei der Primäraluminiumproduktion

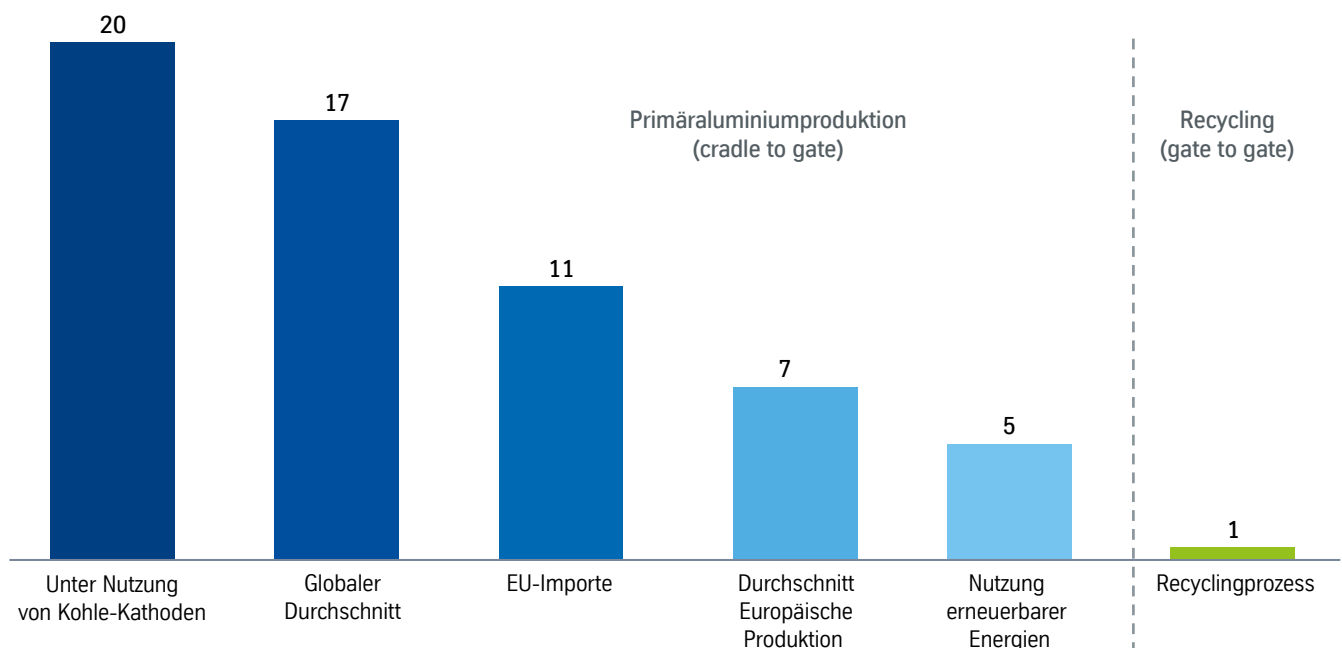


Abbildung 7: Treibhausgasemissionen bei der Primäraluminiumproduktion und dem Recyclingprozess. Quelle: Kohlebetriebene Produktion und globaler Durchschnitt: Daten zum Lebenszyklus und Umweltmetriken der Primäraluminiumindustrie, World Aluminium, 2015. Addendum, August 2018 und Umweltprofilbericht 2018, European Aluminium

5. Der Recyclinganteil allein reicht als Nachhaltigkeitsindikator nicht aus

Die Bedeutung von Recycling, Wiederverwendung und Reduzierung des Materialverbrauchs wird seit Jahren betont, wenn es um Nachhaltigkeit geht, und die Aluminiumindustrie bildet hier keine Ausnahme. Wie im vorherigen Abschnitt dargelegt, spielt Recycling eine entscheidende Rolle bei nachhaltigen Lösungen für Aluminium. Probleme entstehen jedoch, wenn der Recyclinganteil als einzige Nachhaltigkeitsmetrik verwendet wird:

Verarbeitende Betriebe haben zwar die Möglichkeit, Produkte mit einem nachweisbaren Recyclinganteil anzufordern, allerdings ist in diesem Fall nicht sichergestellt, wie hoch die tatsächlichen Prozessemissionen, gemessen in CO₂e, im jeweiligen Fall waren. In seltenen Fällen sind Produkte erhältlich, die zu 100% aus Sekundärmaterial bestehen (z.B. Hydro Circal 100R). Der eingesetzte Energiemix im Schmelzofen, sowie die Produktionsemissionen des Vormaterials werden hier außer Acht gelassen. Recyceltes Aluminium erfordert zudem eine sorgfältige Pflege, Lagerung und Behandlung (Legierung), um die erforderlichen Materialeigenschaften zu gewährleisten. Es behält viele seiner vorteilhaften Eigenschaften, wie Festigkeit, Korrosionsbeständigkeit, geringes Gewicht und Leitfähigkeit, nach dem Recycling weitgehend bei. Allerdings können Verunreinigungen durch die Vermischung verschiedener Legierungen Materialeigenschaften wie Duktilität, Festigkeit und Korrosionsbeständigkeit beeinflussen. Insbesondere ist die Reinheit des recycelten Aluminiums entscheidend für seine Leistungsfähigkeit. Hochwertig-

es Recycling erfordert daher sorgfältige Trennung und Aufbereitung, um die Qualität zu gewährleisten. Daher ist es in den meisten Fällen nicht nur unmöglich, 100% recyceltes Material einzusetzen, sondern auch der Prozess selbst kann sehr emissionsintensiv sein. Zudem hängt der Recyclinganteil in Produkten von Faktoren wie Schrottverfügbarkeit und Preisgestaltung ab, was bedeutet, dass nicht jeder Hersteller flächendeckend einen hohen Recyclinganteil garantiert. Kundenspezifische Produktion mit hohem Recyclinganteil erfolgt in der Regel nur bei entsprechend großen Abnahmemengen und angepasster Preisgestaltung, da die Materialverfügbarkeit und -kosten stark von der Verfügbarkeit und dem Preis von Schrott abhängen. Die beschriebene Problematik wird in den Fallstudien im nächsten Abschnitt veranschaulicht.



Zusammenfassend lässt sich sagen, dass der Recyclinganteil allein keine ausreichende Nachhaltigkeitsmetrik darstellt. Er lässt die tatsächlichen CO₂-Emissionen der Produktionsprozesse und den Einfluss des Energiemixes unberücksichtigt.

Aus diesem Grund empfehlen wir die Nutzung von umfassenderen Ansätzen, insbesondere den Product Carbon Footprint (PCF).

6. Der Product Carbon Footprint (PCF) als geeignetes Instrument für nachhaltigkeitsorientierte Beschaffungsstrategien

Nachhaltige Beschaffungsstrategien werden zunehmend zu einem zentralen Bestandteil der Unternehmenspolitik, insbesondere im Kontext von Klimaschutz und Ressourceneffizienz. Während der Recyclinganteil eines Produkts lange Zeit als Indikator für Nachhaltigkeit galt, gewinnt der Product Carbon Footprint (PCF) als umfassenderes Instrument für die Bewertung der ökologischen Auswirkungen von Produkten an Bedeu-

tung. Dieses Kapitel analysiert, warum der PCF dem Recyclinganteil als Maßstab für nachhaltige Einkaufsentscheidungen vorzuziehen ist. Dabei wird die Funktionsweise des PCF anhand der Aluminiumherstellung erläutert, die Vorteile dieses Ansatzes beleuchtet sowie auf die damit verbundenen Herausforderungen eingegangen.

6.1. Funktionsweise des PCF: Erklärung anhand der Aluminiumherstellung

Der Product Carbon Footprint misst die gesamten Treibhausgasemissionen, die mit der Herstellung, Nutzung und Entsorgung eines Produkts verbunden sind. Diese Betrachtung erfolgt entlang der gesamten Wertschöpfungskette und wird in die drei Emissionskategorien Scope 1, Scope 2 und Scope 3 unterteilt:

Scope 1: Direkte Emissionen

Dies umfasst die Emissionen, die direkt in der Produktion anfallen, etwa durch das Schmelzen und Gießen von Aluminium. Bei der Primäraluminiumproduktion entstehen erhebliche Mengen an CO₂, insbesondere durch den Einsatz von fossilen Brennstoffen und elektrolytische Prozesse. Recyceltes Aluminium hingegen verursacht im Schmelzprozess weniger direkte Emissionen, da es weniger Energie erfordert.

Scope 2: Indirekte Emissionen aus Energieversorgung

Hierbei handelt es sich um die Emissionen, die durch den Energieverbrauch der Produktion entstehen, wie

beispielsweise Strom oder Wärme, die von externen Quellen bezogen werden. In der Aluminiumproduktion ist dies besonders relevant, da der Energieaufwand im Primäraluminiumprozess sehr hoch ist. Der verwendete Energiemix, etwa der Anteil an erneuerbaren Energien, beeinflusst den PCF stark.

Scope 3: Emissionen entlang der Wertschöpfungskette

Diese umfassen alle Emissionen, die außerhalb des eigentlichen Produktionsprozesses entstehen, etwa die Förderung von Rohstoffen, der Transport, die Nutzung des Produkts und dessen Entsorgung. Für Aluminium beinhaltet dies den Abbau von Bauxit (bei Primäraluminium) sowie die Rückgewinnung und Wiederverarbeitung von Almetallen (bei Recyclingaluminium).

6.2. Vorteile des PCF und Überlegenheit gegenüber dem Recyclinganteil

Der PCF bietet eine ganzheitliche Betrachtung der ökologischen Auswirkungen eines Produkts und übertrifft den Recyclinganteil als Nachhaltigkeitsindikator in mehreren Aspekten:



Berücksichtigung des gesamten Lebenszyklus

Der Recyclinganteil misst lediglich den Anteil recycelter Materialien, ohne Rücksicht auf die energieintensiven Prozesse, die bei der Verarbeitung dieser Materialien anfallen. Der PCF hingegen berücksichtigt die gesamte Wertschöpfungskette, vom Rohstoffabbau über die Verarbeitung bis hin zur Entsorgung. Dadurch werden Emissionen sichtbar, die beim Recycling vernachlässigt werden, wie etwa der Energieverbrauch beim Schmelzen von Sekundäraluminium.



Differenzierung nach Energiemix und Prozessoptimierung

Der PCF erlaubt eine differenzierte Bewertung der Umweltauswirkungen basierend auf dem verwendeten Energiemix. Ein hoher Recyclinganteil in einem Produktionsprozess, der auf

fossilen Energieträgern basiert, kann trotz recycelter Materialien erhebliche CO₂-Emissionen verursachen. Der PCF macht diese Unterschiede transparent und fördert den Einsatz von energieeffizienten Prozessen und erneuerbaren Energien.



Vermeidung von Greenwashing

Der Recyclinganteil kann isoliert betrachtet irreführend sein, da er keine Aussage über die tatsächlichen Emissionen eines Produkts trifft. Unternehmen können sich durch einen hohen Recyclinganteil als nachhaltig präsentieren, ohne die tatsächlichen Emissionen ihrer Produktion zu reduzieren. Der PCF hingegen bietet eine klare, quantifizierbare Metrik, die solche Effekte verhindert und eine objektive Bewertung ermöglicht.

6.3. Limitierungen und Datenverfügbarkeit des PCF

Trotz seiner Vorteile ist der PCF nicht ohne Herausforderungen. Dazu zählen vor allem Komplexität und Datenzugänglichkeit, denn die Berechnung des PCF erfordert detaillierte Daten über jeden Schritt der Produktion und Lieferkette. Insbesondere bei komplexen globalen Lieferketten, wie sie in der Aluminiumproduktion üblich sind, kann die Beschaffung verlässlicher und aktueller Daten schwierig sein.

Besonders bei Scope-3-Emissionen, kann es schwierig sein, vollständige und genaue Daten zu erhalten. Dies betrifft insbesondere den Rohstoffabbau und den Transport, deren Emissionen oft von Zulieferern oder Drittparteien bereitgestellt werden müssen. Hinzu kommt: Obwohl es international anerkannte Standards für die Berechnung von Treibhausgasemissionen gibt (z. B. ISO 14067), existieren dennoch Unterschiede in der Anwendung und Interpretation dieser Standards, was zu inkonsistenten PCF-Werten führen kann.

Der Product Carbon Footprint bietet eine umfassende und differenzierte Methode zur Bewertung der Umweltbelastung von Aluminiumprodukten, indem er alle relevanten Emissionen entlang der Wertschöpfungskette in den Scopes 1 bis 3 berücksichtigt. Im Vergleich zum Recyclinganteil, der nur einen Teil der Umweltwirkung abbildet, erlaubt der PCF eine präzisere und ganzheitlichere Analyse. Trotz der Herausforderungen bei der Datenerhebung und der Berechnung bietet der PCF klare Vorteile, da er nicht nur die eingesetzten Materialien, sondern auch die Produktionsprozesse und den Energiemix in die Bewertung einbezieht. Für eine wirksame und nachhaltige Beschaffungsstrategie ist daher der Product Carbon Footprint dem Recyclinganteil als Bewertungsinstrument vorzuziehen.

CO₂e-Emissionen als zentraler Nachhaltigkeitsmaßstab

thyssenkrupp Materials Services setzt auf CO₂e-Emissionen als präzisere und umfassendere Nachhaltigkeitsmetrik gegenüber dem Recyclinganteil. Diese Methode berücksichtigt den gesamten Lebenszyklus eines Produkts, einschließlich des Energiemixes. Da internationale Regularien wie CBAM, CSRD und das Lieferkettengesetz Unternehmen nach ihren CO₂e-Emissionen bewerten, besteuern und sanktionieren, reicht der Recyclinganteil als alleiniger Indikator nicht aus.

Mit unserem von DNV unabhängig validierten PCF-Rechner erstellen wir Ihnen Deklarationen und Reports zu Product Carbon Footprints auf Basis der mehrfach unabhängig geprüften Datenbank von CarbonChain; diese beinhaltet mehr als 100.000 anlagenspezifische Werte und modelliert noch nicht erhältliche Daten mit fortschrittlichster künstlicher Intelligenz.



7. Die Fallbetrachtung verdeutlicht die Vorteile des PCF als Messinstrument für nachhaltige Einkaufsentscheidungen

Emissionen durch gezielte Materialwahl senken

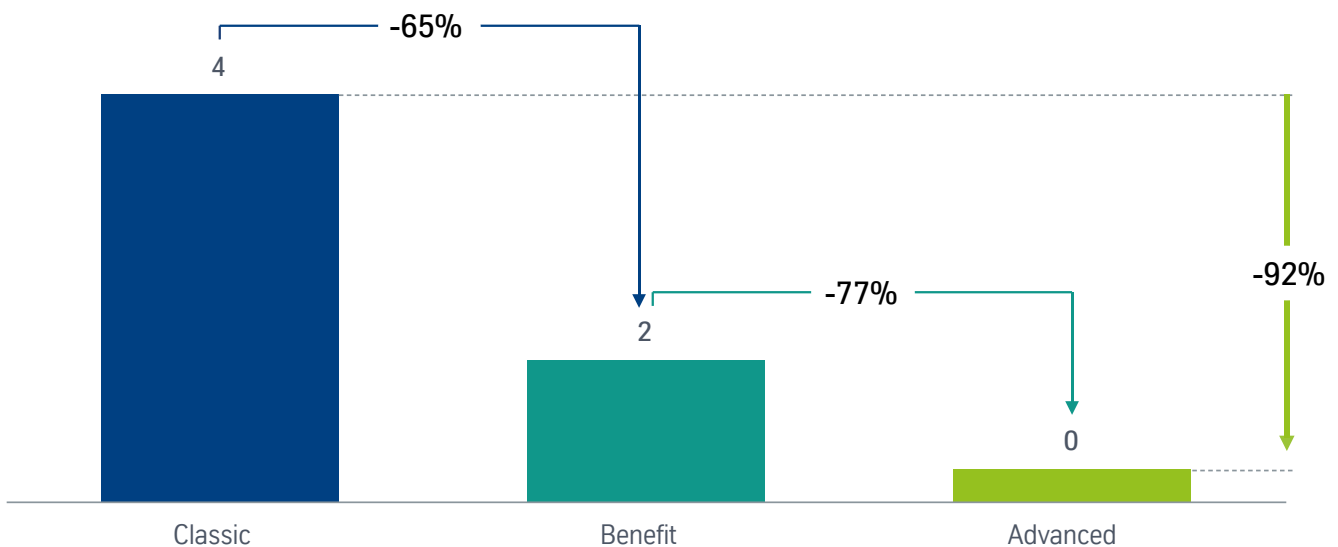


Abbildung 8: Emissionen reduzieren mithilfe gezielter Materialwahl und der greenability Materials Klassifizierung. Eigene Darstellung.

Dieses Kapitel zeigt die Wichtigkeit von Transparenz im emissionsbasierten Einkauf und erläutert, wie unser Kunde durch unsere Beratung seine Nachhaltigkeitsziele erreichen konnte.

Bei thyssenkrupp Materials UK wurde von einem langjährigen Kunden und Partner Material mit einem Recyclinganteil von 100% angefragt. Hier stellten sich unseren Experten zunächst zwei Fragen:

1. Für 100% recyceltes Material gibt es sehr wenige Anwendungsmöglichkeiten, da die Verunreinigung des Aluminiums aller Wahrscheinlichkeit nach sehr hoch ist. Ist der Anwendungsfall unseres Partners also für dieses Material geeignet?
2. Welche Ziele liegen für die Anwendung dieses sehr speziellen Materials zugrunde?

Im Gespräch stellte sich heraus, dass unser Partner eine Reduktion von mindestens 30% seiner einge-

kauften Emissionen anstrebt. Diese entfallen auf den Bereich „Scope 3 / Upstream“. Um dieses Ziel zu erreichen, wollte er auf Materialien mit einem möglichst hohen Recyclinganteil setzen.

Lösung:

Als Teil unseres greenability Angebots konnten wir für unseren Partner zwei Materialien identifizieren, die ihm die Erreichung seiner Nachhaltigkeitsziele ermöglichen. Dazu wurden ein Material aus unserem Bereich „Benefit“ mit einer 65% weniger Emissionen, sowie ein Material aus dem Bereich „Advance“ mit 92% weniger Emissionen als das zuvor bezogene Ursprungsmaterial angeboten. Beide Materialien erfüllen die Vorgaben zu Emissionsgehalt und Materialeigenschaften und bieten Preisvorteile zu dem äußerst seltenen Material mit einem Recyclinganteil von 100%.

8. Welche Mehrwerte bietet der Einsatz von CO₂e-reduziertem Aluminium?

Aluminium mit reduziertem CO₂-Ausstoß hat erhebliches Potenzial, die Umweltbelastung für unseren Planeten zu verringern. Der Einsatz von Aluminium mit reduziertem CO₂-Ausstoß ist ein wichtiger Schritt auf dem Weg zur Erreichung Ihrer Nachhaltigkeitsziele, insbesondere bei der Reduzierung von Scope-3-Emissionen, der größten Herausforderung im Bereich der

unternehmerischen Nachhaltigkeit. Dieses Kapitel beleuchtet die Vorteile des Erwerbs CO₂-reduzierter Aluminiumprodukte, sowohl im Hinblick auf den Planeten als auch auf regulatorische Vorgaben wie den EU Green Deal, den CO₂-Grenzausgleichsmechanismus (CBAM) und die Corporate Sustainability Reporting Directive (CSRD).



Generelle Nachhaltigkeit und das Zielbild der Kreislaufwirtschaft

Der EU Green Deal setzt auf Klimaneutralität bis 2050 und fordert eine Reduktion der Emissionen um 55 % bis 2030. Unternehmen, die CO₂-reduziertes Aluminium und recycelte Materialien nutzen, fördern die Kreislaufwirtschaft und erreichen so ihre Emissionsziele, besonders in Branchen wie Bau, Automobil und Verpackung.



Vorteile durch Nachhaltigkeitszertifizierungen realisieren

Der Kauf von CO₂-reduziertem Aluminium ermöglicht Unternehmen, Nachhaltigkeitszertifikate wie DGNB, LEED, BREEAM oder Cradle to Cradle (C2C) zu erlangen. Diese Zertifizierungen belegen ökologische Vorteile und demonstrieren klar das Engagement für Nachhaltigkeit gegenüber Kunden und Stakeholdern.



Einhaltung von CBAM Vorgaben

Der CO₂ Grenzausgleichsmechanismus (CBAM) der EU besteuert Importe nach ihrer CO₂-Intensität, um „Carbon Leakage“ zu verhindern. Unternehmen, die CO₂-reduziertes Aluminium kaufen, profitieren von niedrigeren Abgaben und vermeiden hohe Importsteuern. CBAM schafft finanzielle Anreize, Materialien mit geringem CO₂-Fußabdruck zu bevorzugen.



Einhaltung von CSRD Vorgaben

Die Corporate Sustainability Reporting Directive (CSRD) fordert detaillierte Berichte über ESG-Leistungen, inklusive des CO₂-Fußabdrucks (PCF) und Scope-3-Daten. Der Einsatz von CO₂-reduziertem Aluminium hilft Unternehmen, Fortschritte bei der Emissionsreduktion nachzuweisen, stärkt das Vertrauen von Stakeholdern und verbessert ihre Wettbewerbsposition.

Für Nachhaltigkeitsmanager kann das greenability-Angebot von thyssenkrupp Materials Services – insbesondere die PCF-Berichte – bei der Berichterstattung über Scope-3-Emissionen des Unternehmens helfen, deren Erfassung wohl die anspruchsvollste Aufgabe darstellt. Greenability unterstützt Nachhaltigkeitsmanager auch durch CO₂-reduzierte Materialien, mit denen die Scope-3-Emissionen des Unternehmens direkt gesenkt werden können. Greenability kann Sie bei der Überwachung von Lieferketten unterstützen und sie bei der Umstellung des Einkaufs auf CO₂-reduzierte Materialien oder bei der allgemeinen Einführung von emissionsbasierten Einkaufszielen beraten.

9. Wir sehen uns als Katalysator für eine nachhaltige Transformation

Als einer der größten Werkstoffhändler der Welt sehen wir unsere Rolle vor allem als Distributor – nicht nur von Materialien, sondern auch von Daten und Transparenz. Durch unsere weltweiten Beziehungen haben wir ein starkes Ökosystem aus Lieferanten und Partnern aufgebaut, das wir über unser greenability-Angebot allen zur Verfügung stellen. In drei Bereichen decken wir die Ansprüche unserer Kunden mit unserer Software und unseren Expertenteams ab:

1. **Transparenz für Reportingpflichten und zum Aufbau von Entscheidungsgrundlagen**
2. **CO₂-reduzierte Materialien als physischer Hebel für darauf aufbauende Optimierungen der Lieferkette**
3. **Unsere Beratungsleistungen, mit denen wir unser Fachwissen für unsere Partner nutzbar machen**

Das Herzstück von Greenability bildet dabei der erste und bis dato einzige DNV-validierte PCF Calculator. Mit den Berechnungen dieser Software sind wir in der Lage Berichte für einzelne Produkte auf Asset Level (d.h. nachweislich auf der Ebene eines bestimmten Einzelproduktes) für uns und unsere Partner zu erstellen. Diese Berichte liefern wir auf Positions-, Auftrags- und Zeitperioden-Ebene. Dabei nutzen wir das Schema „cradle to gate“, da Metallprodukte und Halbzeuge viele mögliche Verwendungen haben und wir die Endverwertung somit nicht mehr vollumfänglich erfassen können. Unsere PCF-Deklarationen bieten unseren Kunden eine vollständige Aufschlüsselung der Emissionen nach Lebenszyklusphasen, einschließlich Materialproduktion, Lieferung durch den Lieferanten, interne Lagerung und Verarbeitung sowie Lieferung bis zum Kundentor. Dies ermöglicht einen einfachen Vergleich zwischen Lieferanten. Bei der Berechnung der PCF-Deklarationen und Reports, die unsere Kunden erhalten, schlagen wir unsere internen Scope-1- und Scope-2, sowie Scope 3 Downstream Emissionen auf und ermöglichen somit vollständige Emissionstransparenz nach der ISO 14067.

Unsere greenability Materials werden auf einer Skala von Classic über Benefit bis hin zu Advanced klassi-

fiziert; so ermöglichen wir eine einfache Orientierungsmöglichkeit. Bei unserer Klassifizierung beziehen wir uns auf die bei der Materialproduktion entstehenden CO₂e-Emissionen pro Tonne Material. Wie in diesem Paper erläutert, ermöglichen wir so eine vollumfängliche Betrachtung der Umweltauswirkungen der gekauften Emissionen.

Das Beratungsangebot von Greenability richtet sich vor allem an Kunden und Partner, die klare Nachhaltigkeitsziele haben oder formulieren wollen und Unterstützung bei der Planung und Umsetzung von Lieferkettenoptimierungen wünschen. Hier geben wir unser Expertenwissen in Form von Workshops, Trainings und gemeinsamen Projekten weiter. Bei thyssenkrupp Materials Services streben wir gemeinsam mit unseren Lieferanten, Kunden und Branchenexperten eine nachhaltigere, kohlenstoffreduzierte Aluminiumindustrie an. Mit unserem Greenability-Angebot helfen wir unseren Kunden, die Vorteile von CO₂-reduziertem Aluminium zu realisieren, indem wir Transparenz, Beratung und Materialien mit geringeren Umweltauswirkungen bieten.



Hier mehr erfahren.



Fazit

Aluminium eignet sich aufgrund seiner Materialeigenschaften und seiner strombasierten Herstellungsprozesse sehr gut für nachhaltige Projekt- und Produktentwicklung. Dies zeigt sich vor allem in der steigenden Nachfrage, den steigenden Bedarfsprognosen und dem Mangel an geeignetem Schrott. Bei der Bewertung von Aluminiumprodukten unter dem Aspekt der Nachhaltigkeit eignet sich der Product Carbon Footprint (PCF) besser als der Recyclinganteil („Recyclingquote“).

thyssenkrupp Materials Services unterstützt seine Kunden und Partner bereits heute beim Aufbau von Lieferketten für CO₂-reduzierte Aluminiumprodukte und hilft die zukünftige Versorgung sicherzustellen.

Unsere Experten stehen Ihnen zur Verfügung



Ihre Kontaktperson

Jan Daumann

Sustainability Manager

Telefon: +49 173 5335469

E-Mail: jan.daumann@thyssenkrupp-materials.com

Quellen:

ALFED, (2022), 'CRU report expects aluminium demand to rise 40% by 2030' Aluminim Federation, available at: CRU report expects aluminium demand to rise 40% by 2030 - ALFED date accessed: 09/08/2024

Cousins, S., (2021) 'The 75% Problem: aluminium's carbon footprint', Modus, RICS, available at: The 75 per cent problem: aluminium's carbon footprint | Modus | RICS, date accessed: 09/08/2024

CRU, (2022)

European Aluminium, (2022) 'A Strategy for achieving aluminium's full potential for circular economy by 2030' Circular Aluminium Action Plan, available at: 2020-05-13_european-aluminium_circular-aluminium-action-plan_executive-summary.pdf date accessed: 09/08/2024

Edwards, Les, et al., (2022) "Quantifying the Carbon Footprint of the Alouette Primary Aluminum Smelter," JOM, Vol. 74, September 2022, pp. 4,909–4,919

International Aluminium Institute, (2021), 'Aluminium Sector Greenhouse Gas Pathways to 2050' International Aluminium, available at: Aluminium Sector Greenhouse Gas Pathways to 2050 - International Aluminium Institute (international-aluminium.org) date accessed: 15/08/2024

Raabe, D., Ponge, D., Uggowitzer, P.J., Roscher, M., Paolantonio, M., Liu, C., Antrekowitsch, H., Kozeschnik, E., Seidmann, D., Gault, B., Geuser, F.D., Deschamps, A., Hutchinson, C., Liu, C., Li, Z., Prangnell, P., Robson, J., Shanthraj, P., Vakili, S., Sinclairm C., Bourgeois, L., and Pogatscher, S., (2022) 'Making sustainable aluminium by recycling scrap: the science of "dirty" alloys' Progress in Materials Science, available at: Making sustainable aluminum by recycling scrap: The science of "dirty" alloys - ScienceDirect date accessed: 19/08/2024

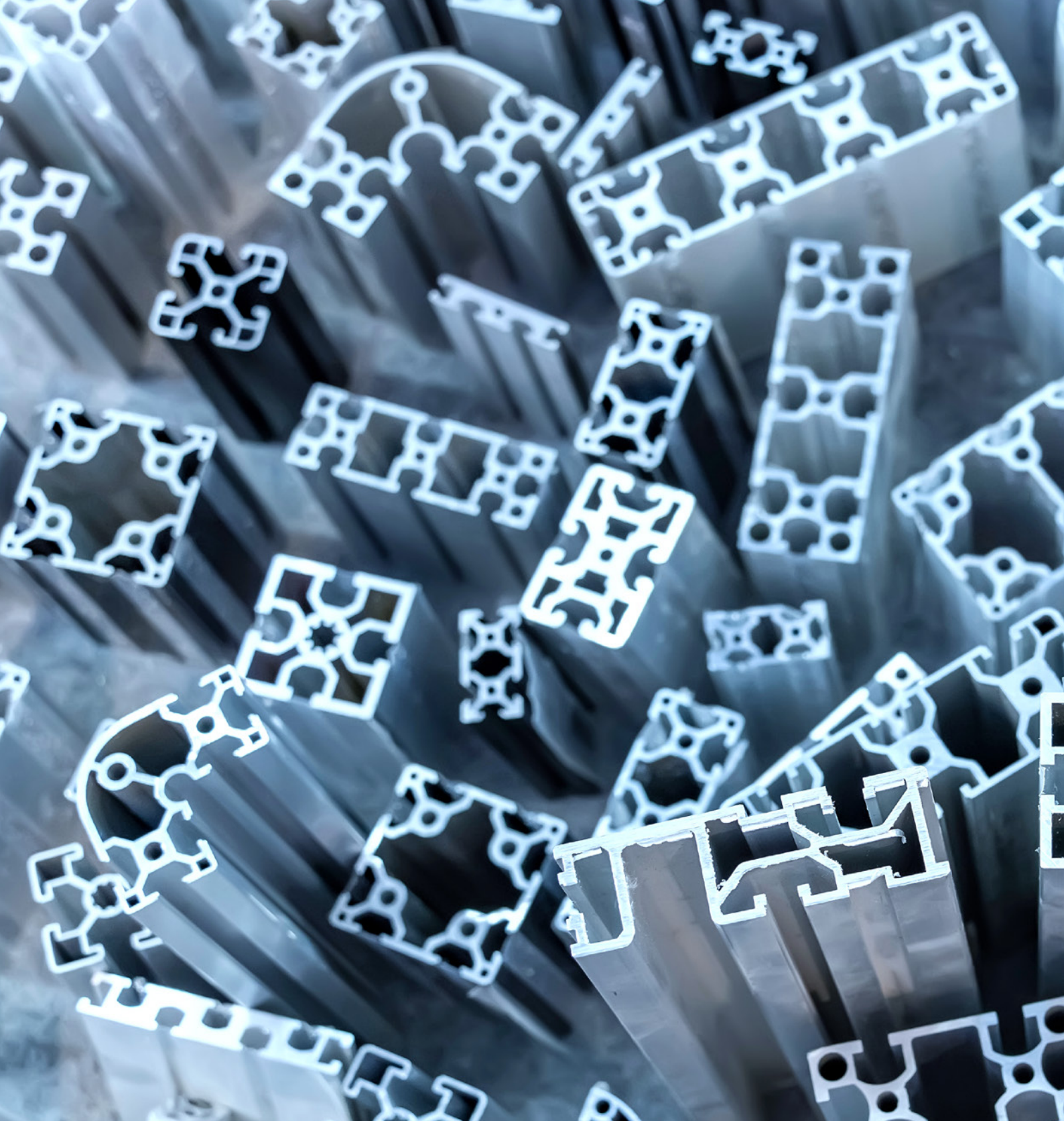
Ratvik, A.P., Mollaabbasi, R., and Alamdari, H., (2022) 'Aluminium production process: from Hall-Heroult to modern smelters' Chem-Texts available at: Aluminium production process: from Hall-Héroult to modern smelters | ChemTexts (springer.com) date accessed: 14/08/2024halt her

Sáez-Guinoa, J., Garcia-Franco, E., Llera-Sastresa, E., and Romeo, L.M., (2023) 'The effects of energy consumption of alumina production in the environmental impacts using life cycle assessment' The International Journal of Life Cycle Assessment

Saw, W.L., Lee, L., Ingenhoven, P., Chinnici, A., Zhang, X., Rafique, M., Tang, Y., Tung, D.A.J., Tsai, T.C., He, Z., Al Smadi, E., Tian, Z.F., Lau, T., Sun, Z., Chin, R., van Eyk, P., Dally, B., and Nathan, G., (2023) 'Integrating Concentring Solar Thermal Energy into the Bayer Alumina Process' The University of Adelaide, available at: Integrating Concentrating Solar Thermal Energy into the Bayer Alumina Process (arena.gov.au) date accessed:14/08/2024

Statista, (2023), 'greenhouse gas (GHG) emissions of the global aluminium sector from 2019 to 2021, by process,' Statista Research Department, available at: Aluminum sector: global GHG emissions by process 2021 | Statista date accessed: 12/08/2024

World Economic Forum, (2024) '3 technologies helping the aluminium industry decarbonize' Energy Transition, available at: 3 new technologies poised to slash aluminium emissions | World Economic Forum (weforum.org) date accessed: 21/08/2024



thyssenkrupp Schulte GmbH
thyssenkrupp Allee 1
45143 Essen
www.thyssenkrupp-schulte.de