

3. Primär-/Sekundärrohstoffe

Obwohl in der Schweiz Chromit auf der Alpensüdseite und Nickel in vielen Alpentälern vorkommen³², lohnt sich zurzeit ein Abbau aus wirtschaftlichen Gründen nicht. Da in der Schweiz kein hochwertiger Edelstahl produziert wird, bleibt als grösste Ressource die Rückgewinnung aus Sekundärrohstoffen. Ein Abbau lohnt sich aus wirtschaftlichen Gründen zurzeit nicht.

Abb. 4 zeigt die Entwicklung der Deponie-^{2,4,5,13} und Umlauflager-^{14,28,29,40} von Edelstahl in der Schweiz. 2010 betrug die Edelmengende in Deponien die Hälfte derjenigen in Fahrzeugen (d.h. Transportlager). 2030 sind voraussichtlich alle Umlauflagerstätte ausgelastet.²⁸

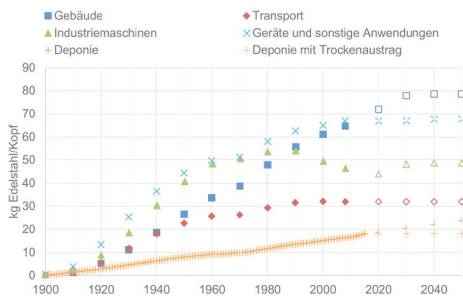


Abb. 4 Schweizer Edelstahl-Lagerstätte. Ab 2008 (Edelstahl im Umlauf) bzw. 2015 (Deponie) sind Prognosen als leere Formen oder gestrichelte Kreuze dargestellt. Die weitergehende Rückgewinnung von Edelstahl aus verbrannten Abfällen würde im Jahr 2050 zu einem deutlich kleineren Lager (punktierter Kreuz) führen, als wenn keine Rückgewinnung stattfinden würde (halbiertes Kreuz).

4. Umwelt

Chrom ist ein essentielles Spurenelement für den Menschen. Sechswertiges Chrom hingegen ist stark mutagen und wird bei chronischer beruflicher Exposition mit einem vermehrten Auftreten von Bronchialkrebs assoziiert.²⁷ Nickel gilt als Auslöser von Kontaktallergien, Nickelverbindungen sind ebenfalls krebserregend.³⁷

Die Produktion von Ferronickel ist ein energieaufwändiger Prozess. Abb. 6 zeigt den kumulierten Energieaufwand der griechischen Ferronickelherstellung aus primären Rohstoffen bis zur Veredlung. Griechenland ist einer der sieben grössten Ferronickelproduzenten weltweit.³ Die Verhüttung braucht die meiste Energie, gefolgt von der Veredlung. Dieser

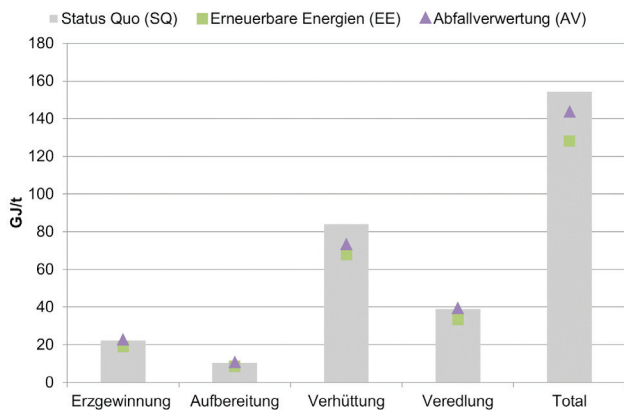


Abb. 6 Kumulierter Energieaufwand der Ferronickelproduktion in Griechenland.³ Neben Ist-Zustand wurden zwei Szenarien untersucht: Umstellung auf erneuerbare Energien (EE, ■) und Verwertung der Abfälle (VA, ▲).

Eine weitergehende Rückgewinnung von Edelstahl erfolgt aus der Aufbereitung von trocken ausge-tragener Schlacke. Bei einer 0.5% Edelstahl-Fraktion aus Rohschlacke würde das umgelegt auf die ganze Schweiz 3000-4000 t/Jahr entsprechen. Dies führt wiederum zu kleineren Deponielagern.

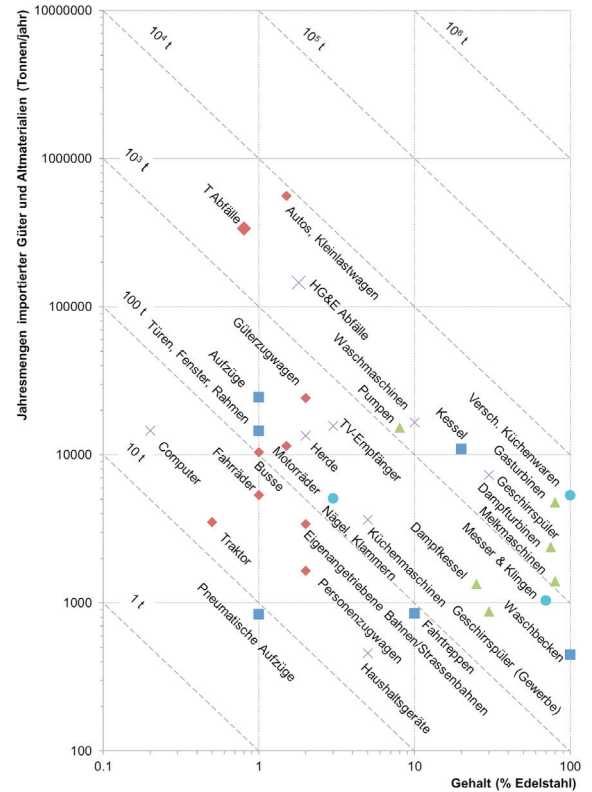
Abb. 5 zeigt die jährlich in die Schweiz importierten Mengen von Waren der fünf Verwendungskategorien sowie Abfallmengen und deren jeweiligen Edelstahlgehalte. Nicht dargestellt ist die Menge der Abfälle aus der Bau- und Infrastrukturbranche, welche auf 13 Millionen Tonnen geschätzt wird sowie deren Edelstahlgehalt, der ca. 0.04% beträgt.^{30,pers.}

Mitteilung, K. Kohler, R-Suisse, 21.08.2017

Aufgrund des sehr hohen Edelstahlgehalts der Metallwaren stellt diese Verwendungskategorie die grösste potentielle Quelle von sekundärem Edelstahl in der Schweiz dar, gefolgt von Industriemaschinen. Gleichzeitig weisen Metallwaren die

Abb. 5 Tonnage-Erzgehalt-Diagramm für importierte Waren und Abfallgruppen^{7,9,10,17,23,30,34,pers.} Mitteilung, K. Kohler, R-Suisse, 21.08.2017 (■: B&I, ◆: T, ▲: IM, ×: HG&E, ●: MW). Beispiel als Leseschlüssel: In die Schweiz werden 560'000 Tonnen Kleinfahrzeuge mit einem durchschnittlichen Edelstahlgehalt von 1.5% importiert, was 8'400 Tonnen/a reinem Edelstahl entspricht. Die Abfallgruppe B&I liegt mit 12.6 Megatonnen/Jahr und 0.043% Edelstahlgehalt ausserhalb des Grafikbereichs.

tiefsten Sammel- und Recyclingraten innerhalb der fünf Verwendungskategorien³⁰ auf. Ebenfalls ein grosses Potential für die Rückgewinnung von Edelstahl haben Gas- und Dampfturbinen.



Energieaufwand lässt sich durch die Umstellung der Energieversorgung auf erneuerbare Energien oder die Verwertung der Abfälle (z.B. Schlacken) als Baumaterial kaum reduzieren. Die damit erworbenen Energiegutschriften spielen bei der Rangierung keine Rolle. Das Verbesserungspotential ist somit sehr klein.

Eine vergleichende Ökobilanz zeigt für drei Edelstahl-Klassen, dass die Sekundärproduktion aus Edelmenschrott besser abschneidet als die Primärproduktion (Abb. 7)⁸. Diese Werte beziehen sich auf die globale Edelstahlindustrie. Berechnungen des Fraunhofer-Instituts haben gezeigt, dass durch die Sekundärproduktion 4.5 Tonnen CO₂ pro genutzter Tonne Edelmenschrott eingespart werden.²⁴ Dabei fällt die Haupteinsparung auf das recycelte Nickel

(72,5%), gefolgt von Chrom (21,1%). Dies offenbart das enorme ökologische Optimierungspotential, das in der Ausdehnung des Edelmenschrott-Recyclings liegt.

Bereits heute werden pro Tonne Edelstahl 500 kg Edelmenschrott eingesetzt. Eine Erhöhung auf 75% wird bereits angestrebt.

Als Fazit kann gesagt werden, dass ein grosses ökologisches Optimierungspotential bei der Ausdehnung des Edelmenschrott-Recyclings liegt. Bisher wurde vor allem der kumulierte Energieaufwand und die Treibhausgas-Emissionen untersucht. Angaben zu weiteren Umweltindikatoren wie zu Biodiversitätsverlusten oder zur Ökotoxizität liegen derzeit nicht vor.

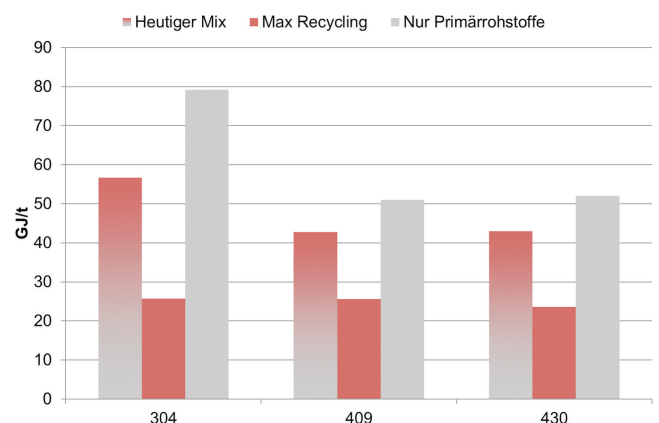


Abb. 7 Kumulierter Energieaufwand der Produktion von drei austenitischen Edelmenschrotten unterschiedlicher Qualität (AISI 304, 409 und 430).⁸

5. Technologie

In der Primärproduktion kann Edelstahl über verschiedene Wege hergestellt werden (**Abb. 8**). Ferrochrom wird ausschliesslich in Elektrolichtbogenöfen unter Zugabe von Fluss- und Reduktionsmitteln hergestellt.²⁷ Nickel wird heute aus sulfidischen (60%) und lateritischen (40%) Erzen abgebaut. Bei lateritischen Erzen wird das Nickelkonzentrat entweder pyrometallurgisch zu Ferronickel oder hydrometallurgisch zu Nickeloxid verarbeitet. Bei sulfidischen Erzen wird das Nickelkonzentrat ausschliesslich über den pyrometallurgischen Weg verarbeitet.¹⁶

In der Sekundärproduktion gibt es heute mehrere Wege vom Abfall oder Schrott zum Edelstahl. Nickelreicher Schrott wird in Elektrolichtbogenöfen direkt eingesetzt. Nickelreiche Produktionsabfälle aus Spezialstahlunternehmen (z.B. Flugstaub, Späne, Zunder) werden zu einem Edelstahlschmelzmaterial verarbeitet (**Abb. 8**).¹⁶

In der Schweiz erfolgt die Schliessung des Edelstahlkreislaufs durch die sortenreine Sammlung. Die physikalische Form des Stahlschrotts kann anschliessend durch die Verarbeitung in Shredder-Anlagen oder durch Scheren verändert werden.²⁷ Gewisse Materialien bedürfen der Reinigung oder der Sortierung vor dem Recycling, da diese z.B. Rückstände aus Shredder-Anlagen wie Aluminium oder Kupfer enthalten können.¹⁵ Dazu werden in der Schweiz etablierte Verfahren wie die Magnet- und Wirbelstromabscheidung eingesetzt. Drei weitere Technologien ermöglichen die Sortierung von Edelstählen mit

unterschiedlichen chemischen Zusammensetzungen: (i) mobile/portable optische Emissionsspektrometer, (ii) Farbsortierung, und (iii) Laser-Emissionsspektrometrie.^{15,41} Diese Technologien werden aber in der Schweiz noch nicht verwendet. Die vierte industrielle Revolution (Industrie 4.0), also die Digitalisierung und die Vernetzung entlang von Wertschöpfungs-

ketten,³⁷ könnte aber solchen Technologien neue Chancen bieten.

Eine Alternative zur energieaufwändigen Umschmelzung ist das «Remanufacturing»: Darunter versteht man den Einsatz ganzer Alerteile, welche Edelstahl beinhalten, in neue Fahrzeuge, Gebäude oder Maschinen.^{12,22}

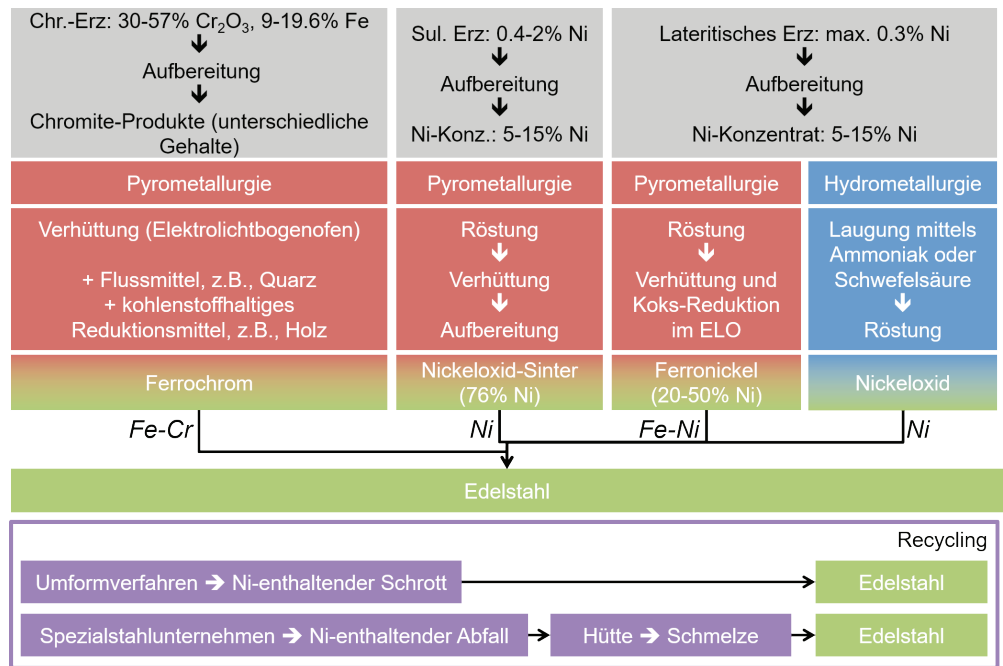


Abb. 8 Primär- und Sekundärproduktion von Edelstahl^{16, 27, 37} (Chr.: Chromit, Konz.: Konzentrat, sul.: sulfidisches). Nicht dargestellt ist die Eisenherstellung aus Eisenerz¹⁹ sowie die Umschmelzung von Edelstahlschrott und «Remanufacturing» als Recyclingpfad.

6. Ökonomie

Im Jahr 2015 wurden 180'000 t Edelstahlprodukte (d.h. Produkte mit Edelstahl als Hauptkomponente) im Wert von 880 Millionen CHF in die Schweiz importiert. Dagegen wurden 120'000 t im Wert von 600 Millionen CHF exportiert (**Abb. 9**).⁹ Sowohl der Import als auch der Export einer Tonne Edelstahl kosteten 2015 durchschnittlich ca. 5'000 CHF. Beim Export kompensierten sich preisgünstiger Schrott und teurere Waren. Warm und kalt gewalzter Edelstahl machte mengenmässig den Grossteil der Importe aus, während Exporte vorwiegend aus Schrott bestanden. Wertmässig machten Waren den Grossteil der Importe und Exporte aus. Gedeignetes Metall und Halbzeuge sind mengen- und wertmässig unbedeutend.

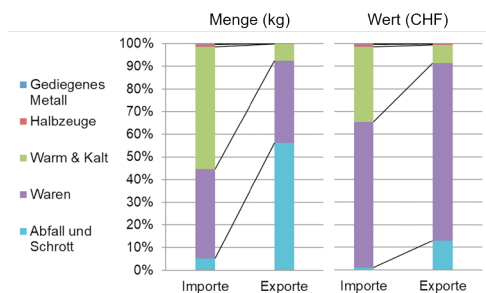


Abb. 9 Importe und Exporte von gediegnem Metall (dunkelblau), Halbzeugen (rot), warm und kalt gewälztem Edelstahl (grün), Waren (violett), und Abfällen und Schrott (hellblau) mit Edelstahl als Hauptkomponente im Jahr 2015.⁹

Abb. 10 zeigt die Importpreise von Edelstahl, Ferrochrom und ausgewählten Legierungselementen sowie den Exportpreis von Edelstahlschrott zwischen 2005 und 2016. Edelstahl und Nickel sind in dieser Periode zirka 50% günstiger geworden, während Ferrochrom zwei mal teurer geworden ist. Ersichtlich ist der aufgrund hoher Energiepreise verursachte Anstieg zwischen 2006 und 2008. Edelstahlpreise schwanken weniger als die Rohstoffpreise. Molybdän- und Titanpreise sind besonders volatil. Bei Nickel und Chrom besteht die Gefahr von Exportbeschränkungen durch Abbauländer, da der Abbau vor allem in Indonesien und in den Philippinen beziehungsweise in Südafrika und Zimbabwe stattfindet. Neben geopolitischen Faktoren und Energiepreisen spielt auch die monetäre Politik mit. Der Edelstahlschrottexport-Preisverlauf gleicht dem vom importierten Nickel und ist somit einer hohen Volatilität unterworfen. Der Edelstahlmarktpreis lag 2014 um den Faktor neun höher als der von Kohlenstoffstahl.²⁰ Dieser Preisunterschied bildet den Anreiz zur Sortierung zwischen den zwei Stahllarten. Die Kosten der Sammlung bestehen aus mehreren Komponenten. Der Transport kostet gegenwärtig etwa 180 CHF

pro Stunde. Grössere Objekte müssen durch eine Schere zerkleinert werden, was zwischen 50 und 60 CHF pro Tonne kostet.^{pers. Mitteilung, K. Kohler, R-Suisse, 21.08.2017} Mögliche Barrieren für eine erhöhte getrennte Sammlung des Edelstahlschrottes sind immer noch zu kleine Preisunterschiede zwischen Kohlenstoff- und Edelstahlschrott, die hohe Volatilität des Edelstahlschrottpreises und eine aufgrund des Entsorgungsmonopols mangelnde Konkurrenz. Dazu kommen technische Barrieren wie die Miniaturisierung und kürzere Lebenszeiten von gewissen Produkten. Der Haupttreiber ist aber der Abbau von Primäreisenerzen. Bei Nickel rechnet man heute von einer statischen Reichweite von 35 Jahren.³⁹

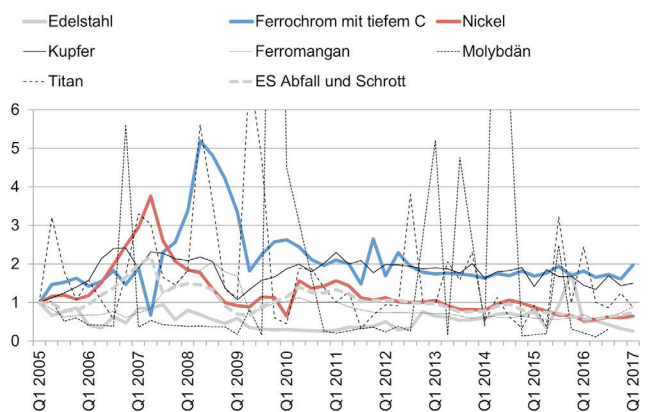


Abb. 10 Indexierte, Schweizer Quartalimportpreise von Edelstahl (ES) und ausgewählter Legierungselemente und Exportpreise von Edelstahlschrott von Mai 2005 bis Oktober 2016⁹ (1: Preis im ersten Quartal 2005).

7. Gesellschaft

Edelstahl wird in der Schweiz nicht hergestellt. Edelstahlrott wird separat gesammelt, teilweise sortenrein, und physikalisch verarbeitet, bevor er zur Wiedereinschmelzung exportiert wird. Diese Tätigkeiten generieren nur wenig Wertschöpfung.

Durch die erhöhte Vernetzung der Recycling-Akteure (d.h. Industrie 4.0) und den vermehrten Einsatz von Altteilen (d.h. Remanufacturing) könnte mehr Schrott im Edelstahlkreislauf bleiben und somit die Schonung von primären Ressourcen gefördert werden. Die Implementierung beider Konzepte hätte auch gesellschaftliche Konsequenzen.

Industrie 4.0 soll u.a. die industrielle Produktivität steigern und neue Geschäftsmodelle ermöglichen.³⁶ Die Konzepte der Industrie 4.0 werden durch die Plattform «Industrie 2025» gefördert – eine Initiative der Verbände swissT.net, electro-suisse, asut (Schweizerischer Verband der Telekommunikation) und Swissmem (www.industrie2025.ch). Ziel der Initiative «Industrie 2025» ist die Wettbewerbsfähigkeit von Schweizer Unternehmen und des Werkplatzes Schweiz zu sichern und auszubauen. Besonders wichtig für die sortenreine Sammlung von Edelstahlrott ist die Arbeitsgruppe «Einstieg in Industrie 4.0», welche einen Werkzeugkasten für die

Umsetzung der digitalen Unternehmensentwicklung in KMUs erarbeitet. Neben einer verstärkten Sortierung bietet auch Industrie 4.0 neue Perspektiven in der Ressourceneffizienz.³³

Remanufacturing ist eine vielversprechende Strategie zur Erhöhung der Produktivität und zur Senkung der Umweltbelastungen.¹¹ Das Thema Remanufacturing wird in der Schweiz noch nicht so

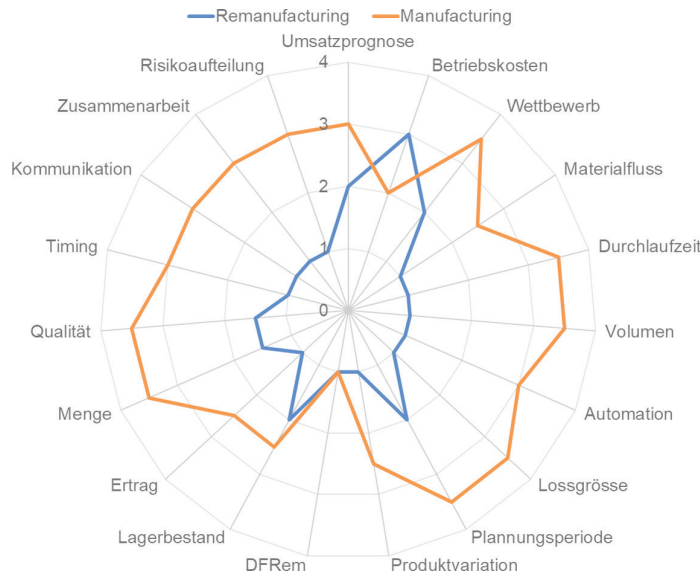


Abb. 11 Bewertung von Remanufacturing und Manufacturing, gemessen an den Indikatoren der schlanken Produktion¹⁸ (4: schlankstes Szenario, 1: am wenigsten schlankes Szenario, DfRem: «Design for Remanufacturing»).

intensiv behandelt wie Industrie 4.0. Ein möglicher Grund dafür ist die begrenzte Anwendung der Grundsätze der schlanken Produktion auf Remanufacturing im Vergleich zum konventionellen Manufacturing¹⁸. Ähnlich wie Industrie 4.0 bietet aber Remanufacturing der Schweizer Maschinen-, Elektro- und Metall-Industrie (MEM)³⁵ neue Chancen: Entwicklung von neuen Technologien

im Bereich Remanufacturing, Verwertung von Altteilen, sichere Rohstoffversorgung. Industrie 4.0 könnte einige der wichtigsten Herausforderungen des Remanufacturing bewältigen⁶, nämlich den Mangel an Information und Kooperation, die ineffiziente Produktionsplanung und -steuerung und den tiefen Automatisierungsgrad (Abb. 11). Ein Bewertungskriterium ist das «Design for Remanufacturing» (DfRem), d.h. das Design von Produkten, welche fürs Remanufacturing geeignet sind. Da im konventionellen Manufacturing kein DfRem angewandt wird, bekommt auch Remanufacturing diesbezüglich eine schlechte Note.

Sowohl Industrie 4.0 wie auch Remanufacturing öffnen neue Horizonte, nicht nur bezüglich der Schliessung von Edelstahlkreisläufen, sondern auch bezüglich der Sicherstellung und des Ausbaus von Arbeitsplätzen in der Schweiz.

8. Ressourcenmanagement: Überblick

Eine Beurteilung des Urban-Mining Potentials von Edelstahl durch qualitative Experteneinschätzungen zeigt auf, dass durchaus noch Handlungsbedarf in diesem Bereich besteht (Abb. 12).

Der Verband Stahl- und Metall-Recycling (VSMR) Schweiz vertritt die Unternehmen, die Edelstahlrott sammeln, sortieren, verarbeiten und/oder exportieren. Zur Verbesserung der Sammelquote von Edelstahl wird von Seite des VSMR vermehrt auf Aus- und Weiterbildung zum effizienten Umgang mit Edelstahlrott gesetzt. Ebenso hat die neue Abfallverordnung zu einer engeren Zusammenarbeit zwischen dem VSMR, dem Aushub-, Rückbau- und Recycling-Verband (ARV) Schweiz und Biomasse Suisse geführt, was optimalere Lösungen hinsichtlich der Verwertung des Edelstahlrotts unterstützen soll.

Zudem stärkt zurzeit der Berufsverband Recycling Ausbildung Schweiz (R-Suisse) die Berufs- und Weiterbildung der Recyclisten. Mehr Fachkräfte und erhöhte Kompetenzen könnten längerfristig zur Schliessung der Edelstahlkreisläufe beitragen. Technologische Entwicklungen sollten gefördert und begleitet werden, beispielsweise durch die Unterstützung von Pilotversuchen.

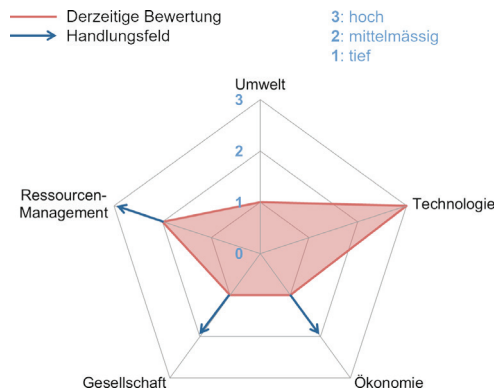


Abb. 12 Beurteilung des Urban-Mining-Potenzials von Edelstahl (alle Endanwendungen) anhand qualitativer Experteneinschätzungen. **Kriterien:** *Umwelt:* Umweltfreundlichere Sekundärproduktion, bis jetzt wurde aber nur der kumulierte Energieaufwand betrachtet. *Technologie:* In der Schweiz verfügbare Sortiertechnologien und aufgrund der Digitalisierung interessante Perspektiven. *Ökonomie:* Kleiner Preisunterschied als Barriere zur Sortierung, hohe Volatilität. *Gesellschaft:* Implementierung von Digitalisierung und Remanufacturing zur Erhöhung der Wertschöpfung. *Ressourcenmanagement:* Optimierung des werterhaltenden Recyclings, z.B. mittels Definition zum Stand der Technik.

Offene Fragen

1. Wie sehen die Umweltauswirkungen der primären und sekundären Produktion neben dem kumulierten Energieaufwand aus?
2. Wie kann das Downcycling von Metallwaren vermieden werden und wie teuer wäre dies?
3. Wie kann eine flächendeckende Rückgewinnung von Edelstahl aus nass oder trocken ausgetragener Schlacke optimiert werden?
4. Wie kann man die Anreize zur separaten Sammlung von Edelstahl erhöhen und mit welchen Kosten wäre dies verbunden?



1. Bedeutung von Edelstahl

Edelstahl ist die branchenspezifische und umgangssprachliche Bezeichnung für nichtrostende Stähle und übernimmt wichtige Funktionen in einer modernen Gesellschaft. Er wird für metallische Produkte oder im Maschinenbau verwendet (**Abb. 1**) und machte 2013 einen Anteil von 2.4% der globalen Stahlproduktion aus.^{14,40} Weltweit wurden 2015 über 32'000'000 t Edelstahl produziert, gegenüber 2009 ist das eine Steigerung von 33%.²⁴ Edelstahl umfasst eine Gruppe von Eisen-Kohlenstoff-Chrom-Legierungen, die sich durch ihre Rost-, Säure- und Hitzebeständigkeit auszeichnet.

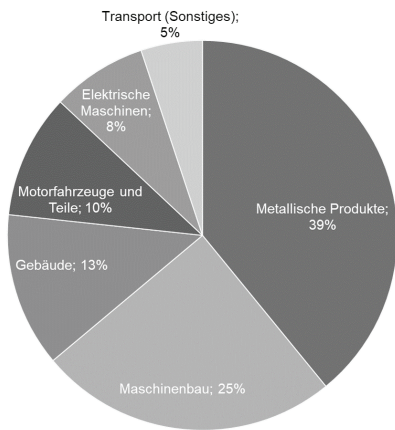


Abb. 1 Verwendung von Edelstahl¹⁴ (in Prozent). 2013 wurden weltweit 39'000'000 Tonnen Edelstahl produziert.

Die wichtigsten Ausgangsmaterialien der Edelstahlherstellung sind Eisen und Ferrochrom, welches aus Chromiterz produziert wird.²⁷ In nichtmagnetischen (austenitischen) Edelstählen wird Nickel zur Erhöhung der Widerstandsfähigkeit gegenüber tiefen und hohen Temperaturen eingesetzt.¹ Dabei ist Ferronickel aus Lateriterz ein wichtiger Rohstoff. Zahlreiche weitere Elemente wie Mn, Mo, Cu, Ti, Se, Nb, Si, Co, Ca, N, P, S¹ werden als Legierungen dem Edelstahl beigemischt, um Eigenschaften wie Hitzebeständigkeit, Festigkeit, Verarbeitbarkeit, Korrosionsbeständigkeit und Oxidationsbeständigkeit zu optimieren.

China produziert 52% des Edelstahls, gefolgt von anderen asiatischen Ländern.¹⁴ Chromit wird vor allem in Afrika abgebaut – 2014 deckte Afrika 55% des globalen Chromit-Markts¹⁴ ab. Die zwei grössten Nickelherz-Produzenten waren 2014 die Philippinen und Indonesien mit 17% bzw. 9% der globalen Produktion.¹⁴ **Abb. 2** zeigt die Entwicklung der Metall-Gehalte im Erz sowie deren Preisverlauf. Die Nickelgehalte nehmen in verschiedenen Abbauregionen stetig ab. Nickel-, Ferrochrom- und Edelstahlschrottpreise folgen einem ähnlichen Verlauf, wenn auch bei sehr unterschiedlichen Preishöhen. Energiepreise und geopolitische Ereignisse spielen beim Verlauf eine wichtige Rolle.²⁶

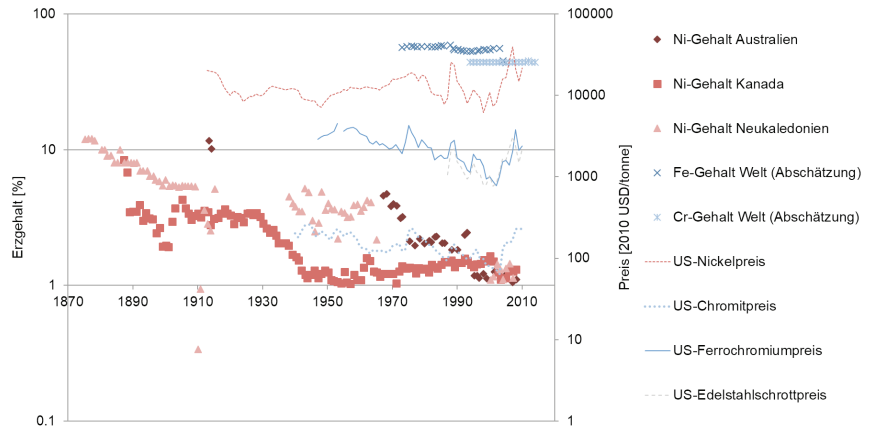


Abb. 2 Erzgehalte^{21,25} (Linksachse) und inflationsbereinigte Erz- und Metallpreise³⁸ (Rechtsachse).

2. Systemverständnis

Die grösste Quelle von Edelstahl ist das Ausland mit dem Import von flachen und langen Halbzeugen sowie der Einfuhr von Edelstahlprodukten (**Abb. 3**), da in den beiden Schweizer Stahlwerken kein hochlegierter Edelstahl produziert wird. Die grösste Senke stellt die Menge dar, die jährlich in Gebrauch geht (2005: 51'000 Tonnen), gefolgt vom Export von Edelstahlschrott. Der Pro-Kopf-Verbrauch betrug im Jahr 2005 etwa 14.1 kg Edelstahl, etwas mehr als der Durchschnitt industrialisierter Länder (11.9 kg).³¹ Metallische Güter wie Messer, Nägel, Klammern und Küchenartikeln stellen sowohl die wichtigste Verwendung wie auch die grösste Abfallquelle dar. Bemerkenswert hingegen ist der Abbau vom Edelstahllager in der Verwendungskategorie der Industriemaschinen. Dieser Lagerabbau findet aufgrund der andauernden Liquidation solcher Maschinen statt.

2005 betragen die Sammel- und Recyclingrate 71% beziehungsweise 62%. Der Unterschied entspricht dem Edelstahlschrott, der dem Kohlenstoffstahlkreislauf zugeführt wird. Dabei gehen Nickel und Chrom und deren Eigenschaften verloren.

Die Schrottaufbereiter sammeln Metallabfälle aus Gewerbe und Haushalten, Altgeräte und z.T. Altfahrzeuge, trennen sie und verkaufen den Edelstahlschrott an Regionalhändler, Schmelzwerke im nahen Ausland oder an Handelsbetriebe, die wiederum grosse Mengen nach China und in die Türkei exportieren.^{pers. Mitteilung, K. Kohler, R-Suisse, 21.08.2017}

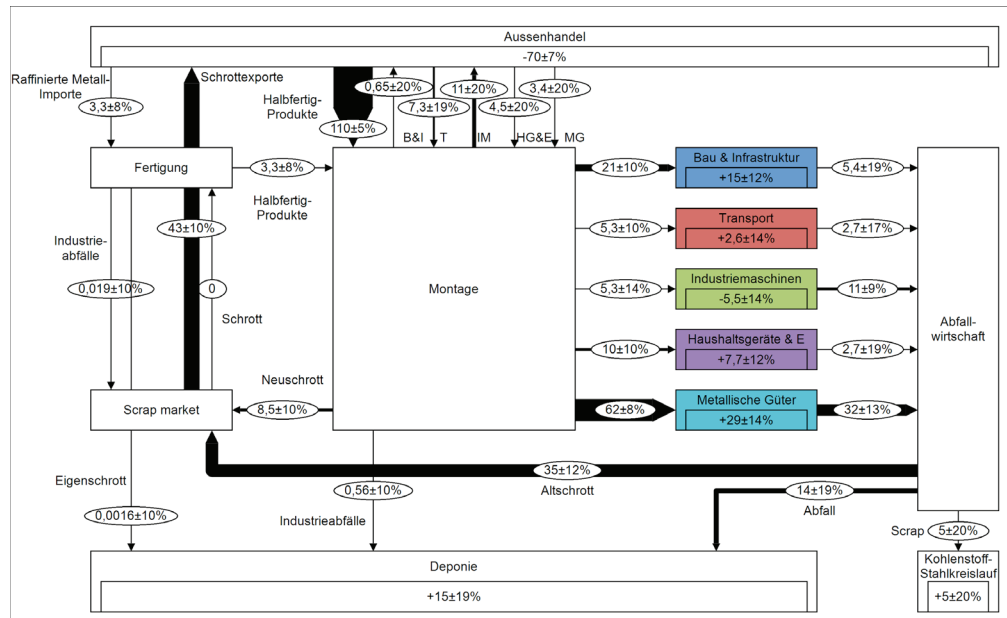


Abb. 3 Edelstahl 2005 (1'000 Tonnen/Jahr)^{30,pers. Mitteilung, K. Kohler, R-Suisse, 21.08.2017}, B&I: Bau und Infrastruktur, T: Transport, IM: Industriemaschinen, HG&E: Haushaltsgeräte und Elektronik, MG: Metallische Güter.

Dank optimierter Metallrückgewinnung aus Kehrichtschlacke wird Edelstahl aus Restabfällen mittels nachgeschalteter Infrarot-Sortierung zurückgewonnen. Heute wird Edelstahl mit dieser Technologie in der Kehrichtverbrennungsanlage (KVA) Hinwil im Kanton Zürich aus trocken ausgetragener Schlacke in grossen Mengen und in hoher Qualität zurückgewonnen. Schweizweit

werden heute ca. 1500 t/Jahr an Edelstahl in unterschiedlicher Qualität aus Schlacke zurückgewonnen. Wie sich am Beispiel der KVA Hinwil zeigt, ist mit neuester Technologie eine Steigerung der Rückgewinnungsrate von Edelstahl in hoher Qualität um den Faktor drei möglich. Das würde den Stoffstrom an Edelstahl, der von der KVA auf eine Deponie geht um 25% vermindern.