



Ressourcenverbrauch der
Industrie in Österreich

Analyse und Ausblick für die
bedeutendsten Branchen und seltene Metalle



RESSOURCENVERBRAUCH DER INDUSTRIE IN ÖSTERREICH

Analyse und Ausblick für die bedeutendsten
Branchen und seltene Metalle

Thomas Krutzler
Hubert Reisinger
Ilse Schindler



Projektleitung

Thomas Krutzler

AutorInnen

Thomas Krutzler
Hubert Reisinger
Ilse Schindler

Lektorat

Maria Deweis

Satz/Layout

Elisabeth Riss

Umschlagfoto

© M. Deweis

Diese Publikation wurde im Auftrag des BMLFUW erstellt. **Fachliche Koordination: Abteilung V/10 – Umweltökonomie und Energie.**

Weitere Informationen zu Umweltbundesamt-Publikationen unter: <http://www.umweltbundesamt.at/>

Impressum

Medieninhaber und Herausgeber: Umweltbundesamt GmbH
Spittelauer Lände 5, 1090 Wien/Österreich

Eigenvervielfältigung, gedruckt auf CO₂-neutralem 100 % Recyclingpapier

© Umweltbundesamt GmbH, Wien, 2012

Alle Rechte vorbehalten

ISBN 978-3-99004-166-6

INHALT

ZUSAMMENFASSUNG	5
SUMMARY	7
1 EINLEITUNG	9
2 HOLZ, METALLE UND MINERALISCHE ROHSTOFFE	11
2.1 Holz	11
2.1.1 Inländische Aufbringung	11
2.1.2 Einsatz in Österreich	11
2.2 Erze und Metalle	13
2.2.1 Inländische Aufbringung	13
2.2.2 Einsatz in Österreich	14
2.3 Mineralische Rohstoffe	16
2.3.1 Inländische Aufbringung	16
2.3.2 Einsatz in Österreich	17
3 VERBRAUCHSSZENARIOEN	18
3.1 Holz	20
3.1.1 Rohholz	20
3.1.2 Holz gesägt und gehobelt	21
3.2 Erz	22
3.3 Metalle	24
3.3.1 Eisenmetalle	25
3.3.2 Nichtisenmetalle	27
3.4 Mineralische Rohstoffe	31
3.4.1 Steine und Erden, sonstige Bergbauerzeugnisse	31
3.4.2 Glas, Keramik, verarbeitete Steine und Erden	34
4 SELTENE METALLE	38
4.1 Seltene Metalle weltweit	38
4.1.1 Weltweiter Abbau	40
4.1.2 Zukunftstechnologien	42
4.2 Seltene Metalle in Österreich	43
4.2.1 Abbau und Erzeugung	43
4.2.2 Primärerzeugung	45
4.2.3 Sekundärerzeugung von seltenen Metallen in Österreich	46
4.2.4 Einsatz und Verbrauch seltener Metalle in Österreich	47
4.4 Seltene Metalle in Abfallströmen	53
4.4.1 Elektroaltgeräte	53
4.4.2 Recycling seltener Metalle aus Elektroaltgeräten	55
4.5 Seltene Metalle in den Deponien	58
4.6 Aktuelles Metallrecycling seltener Metalle weltweit	58

5	ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS	60
6	LITERATURVERZEICHNIS	61
7	ANNEX	65

ZUSAMMENFASSUNG

Ziel der Studie ist einerseits eine Aufstellung des aktuellen Ressourcenverbrauchs ausgewählter Rohstoffe in Österreich und eine Abschätzung des Gütereinsatzes bis zum Jahr 2030, andererseits eine Zusammenstellung der verfügbaren Informationen über den Einsatz von seltenen Metallen in Österreich („selten“ im Sinne von großer wirtschaftlicher Bedeutung in Kombination mit hohem Versorgungsrisiko).

Für den aktuellen Ressourcenverbrauch wurden Informationen aus dem Montanhandbuch des BMWFJ, der Statistik Austria und diverser Brancheninformationen verwendet.

Für die Entwicklung des Verbrauchs wurde ein Szenario mit einem durchschnittlichen Wirtschaftswachstum von 2,08 % herangezogen, welches im Rahmen des Projekts „Energiewirtschaftliche Inputdaten und Szenarien“ (UMWELTBUNDESAMT 2011) entwickelt wurde. Unter Zugrundelegung der in dem Szenario unterstellten Entwicklung der Branchen (in NACE 2-Stellern) und der Daten einer Sonderauswertung der Gütereinsatzstatistik wurden die Verbräuche für die zukünftigen Jahre abgeschätzt. In der Gütereinsatzstatistik werden jährlich etwa die 2.200 größten österreichischen Unternehmen abgefragt. Für jede Branche wurde berechnet, wie sich der Einsatz eines Rohstoffes bis 2030 entwickeln wird. Dabei wurde von einer Fortschreibung derzeitiger spezifischer Rohstoffeinsätze ausgegangen. Zu diesem Zweck wurden die Beträge aus den betreffenden Branchen aufsummiert, und es wurden keine Veränderungen in den Branchen vorausgesetzt. Da in der Gütereinsatzstatistik im Jahr 2008 die Systematik von NACE 2003 auf NACE 2008 umgestellt wurde, konnte keine weiter als 2008 zurückreichende Zeitreihe verwendet werden. Der Einsatz von Seltenerdmetallen fällt in der Gütereinsatzstatistik unter die Geheimhaltungsverpflichtung der Statistik Austria.

Bei einer Fortschreibung der spezifischen Rohstoffeinsätze wird unter Verwendung der verfügbaren Daten der Statistik Austria der Gütereinsatz mit der wirtschaftlichen Entwicklung steigen (z. B. Rohholz von 24,4 Mio. fm (2008) auf 30,7 Mio. fm (2030), Eisenerze von 9,4 Mio. t auf 16,6 Mio. t und Natursteine von 47,7 Mio. t auf 76,0 Mio. t). Um die Entwicklung besser zu beleuchten, müssten die NACE 2-Steller weiter aufgegliedert werden und Projektionen müssten auf diesen aufsetzen.

Die Verfügbarkeit der Mehrheit der für die Europäische Union identifizierten seltenen Metalle ist auch für die Entwicklung der österreichischen Wirtschaft – insbesondere für die Metallindustrie, den Maschinenbau, die Elektro- und Elektronikindustrie, die Herstellung optischer Instrumente und für erneuerbare Energieträger – als relevant anzusehen. Während es bei den Massenmetallen bereits relativ hohe Recyclingraten gibt, sind diese bei seltenen Metallen aus ökonomischen Gründen noch sehr niedrig. Insbesondere bei jenen, die in kleinen bis sehr kleinen Konzentrationen in der Elektronikindustrie eingesetzt werden, liegen die Recyclingraten unter 1 %. Derzeit sind seltene Metalle in der Primärherstellung günstiger als aus dem Recycling.

Ziele der Studie

Methodik

Entwicklung des Gütereinsatzes

Verfügbarkeit seltener Metalle

Um Voraussetzungen für ein funktionierendes Recycling zu schaffen, ist es notwendig, jene Produkte, die seltene Metalle enthalten, in regionalen Zentren erstaufzuarbeiten und in europäischen Zentren endaufzuarbeiten. Dies erfordert einen großen organisatorischen und logistischen Aufwand unter den Abfallbehandlern.

Österreich hat mit seiner ausgeprägten Tradition in pyro- und pulvermetallurgischen Verfahren für einige seltene Metalle gute Voraussetzungen, auch effiziente Recyclingverfahren zu entwickeln.

SUMMARY

The study gives an overview on the current consumption of selected raw materials in Austria and an estimation of the input of goods until the year 2030. On the other hand the available information on the input of rare metals in Austria (rare in the meaning of high economic importance in combination with high supply risk) is compiled.

For the current consumption of resources data was taken from the “Montanhandbuch” (BMWFJ), Statistik Austria and several publications of industrial branches.

A scenario, developed during the project “Energiewirtschaftliche Inputdaten und Szenarien“ (UMWELTBUNDESAMT 2011), with an economic growth of 2.08% p.a. was used to assess the demand until 2030. Under the assumption of this economic development of the industrial branches (NACE 2-digit level detail) the consumption levels for future years were estimated, using data from a special tabulation of the Gütereinsatzstatistik (balance of input of goods). For this balance questionnaires are filled in by approximately the 2,200 largest Austrian enterprises. For each industrial branch the consumption of each raw material has been calculated until 2030 under the assumption of a constant specific raw material demand. For the total input of each raw material the values of all separate branches were summed up. Because of a change in the classification scheme from NACE 2003 to NACE 2008 in the year 2008 it was not possible to establish a longer time series than from 2008 to 2010. Due to confidentiality issues the input of rare-earth elements is not published in the input balance.

Retaining the specific raw material input per product and using the available data the consumption of goods will increase in proportion to the economic development (e.g. wood from 24.4 million solid cubic metres (2008) to 30.7 million solid cubic metres (2030); iron ores from 9.4 mt to 16.6 mt, natural stones from 47.7 mt to 76.0 mt). For an in detail assessment of the development it would be necessary to have the NACE data itemised to higher levels.

The availability of most metals, which have been identified as rare metals for the European Union, is also important for the Austrian economy, especially for the metals industry, mechanical engineering, electrical and electronics industry, production of optical instruments and for renewable energies. While reasonably high recycling rates have been established for mass metals, rates are very low for rare metals due to economic reasons. In particular the rates for those metals which are used in small or very small concentrations in electronics are below 1 %. Currently the primary production of rare metals is more profitable than recycling.

To establish a successful recycling system, the initial recycling of products containing rare metals should be made in local centres, the final step in European centres. Such a system requires great organisational and logistical effort for the companies dealing with waste.

Because of its pronounced tradition in pyro and powder-metallurgical processes Austria has a good starting position to establish efficient recycling processes for some rare metals.

Aims of the study

Methodology

Development of input of goods

Availability of rare metals

1 EINLEITUNG

Die EU-Kommission misst dem Thema Ressourcen in Hinblick auf die aktuelle Versorgungssituation, aber insbesondere in Hinblick auf zukünftige Entwicklungen, große Bedeutung bei. Von der DG Umwelt wurde das Thema Ressourcen 2010 sowohl wegen der zu erwartenden Engpässe bei der Versorgung mit natürlichen Ressourcen als auch wegen der zahlreichen Umweltauswirkungen des Abbaus und der Nutzung der Ressourcen zur zentralen Frage für den Umweltschutz erklärt. Am 20. September 2011 wurde die „Roadmap for a resource-efficient Europe“ (Fahrplan für ein ressourcenschonendes Europa) von der Europäischen Kommission angenommen (EK 2011).

Bedeutung der Ressourcen

Für die wirtschaftliche Entwicklung im produzierenden Bereich sind die Themen Ressourcenverfügbarkeit und Know-how bestimmende Größen. Die mengenmäßig und gesamtwirtschaftlich bedeutendsten stofflichen Ressourcen (ausgenommen Wasser) sind in Österreich Mineralische Stoffe, Holz und Metalle (hier auch die Sekundärmetallurgie und die seltenen Metalle im Schrott). Mögliche Entwicklungen der Nachfrage nach diesen Ressourcen in den wichtigsten Branchen werden anhand eines Szenarios bis 2030 dargestellt.

Hochtechnologien und hocheffiziente, innovative Technologien benötigen in zunehmendem Maße Materialien, insbesondere Metalle, deren Verfügbarkeit durch Monopolbildungen, Marktmacht der Erzeugerländer oder unsichere Vorkommen gefährdet erscheinen. In den letzten Jahren wurden auf internationaler Ebene mehrere Studien erstellt (FRONDEL et al. 2006, ANGERER et al. 2009, UNEP & ÖKO-INSTITUT 2009, FRAUNHOFER ISI 2010), die kritische Versorgungssituationen für verschiedene Metalle darstellen. Diese Metalle sind heutzutage in unterschiedlichem Ausmaß in Produkten, Infrastruktur und Abfällen enthalten. Das Potenzial zum Recycling kritischer Materialien unter derzeitigen Rahmenbedingungen wird in diesem Report thematisiert.

Auf europäischer Ebene wird versucht, den Problemen bei der Metallversorgung mit der Rohstoffinitiative entgegen zu steuern (EK 2008). Diese baut auf drei Säulen auf: Sicherstellung eines fairen Zugangs zu den Weltmärkten, Sicherstellung des Zugangs zu den europäischen Rohstoffvorkommen und Erhöhung der Ressourceneffizienz.

EU-Rohstoffinitiative

Gegenstand dieses Berichts sind die Nachfrage der österreichischen Wirtschaft nach materiellen Ressourcen bzw. die Rohstoffe Minerale, Holz und Metalle. Bei den Metallen werden die für die österreichische Industrie relevanten Metalle Eisen, Kupfer und Aluminium und vertiefend die seltenen Metalle betrachtet.

Geochemisch werden als seltene Metalle jene metallischen Stoffe, die in der Erdkruste in einer Konzentration von weniger als 0,01 Masseprozent vorkommen (SATW 2011). In der vorliegenden Studie sind darunter jene Metalle zu verstehen, die für die österreichische produzierende Industrie von wirtschaftsstrategischer Bedeutung sind und deren langfristige Verfügbarkeit durch die Entwicklungen auf den Weltmärkten der letzten Jahre nicht sichergestellt scheint.

seltene Metalle

Die steigende Bedeutung der seltenen Metalle ist daran zu sehen, dass für viele Vertreter dieser Gruppe weltweit 80 % der seit dem Jahr 1900 abgebauten Massen erst in den letzten 30 Jahren gewonnen wurden (siehe Abbildung 1). Für die Zukunft wird erwartet, dass die Nachfrage nach seltenen Metallen vor allem für den Einsatz in alternativen Energie- und Verkehrstechnologien weiter steigt (SATW 2011).

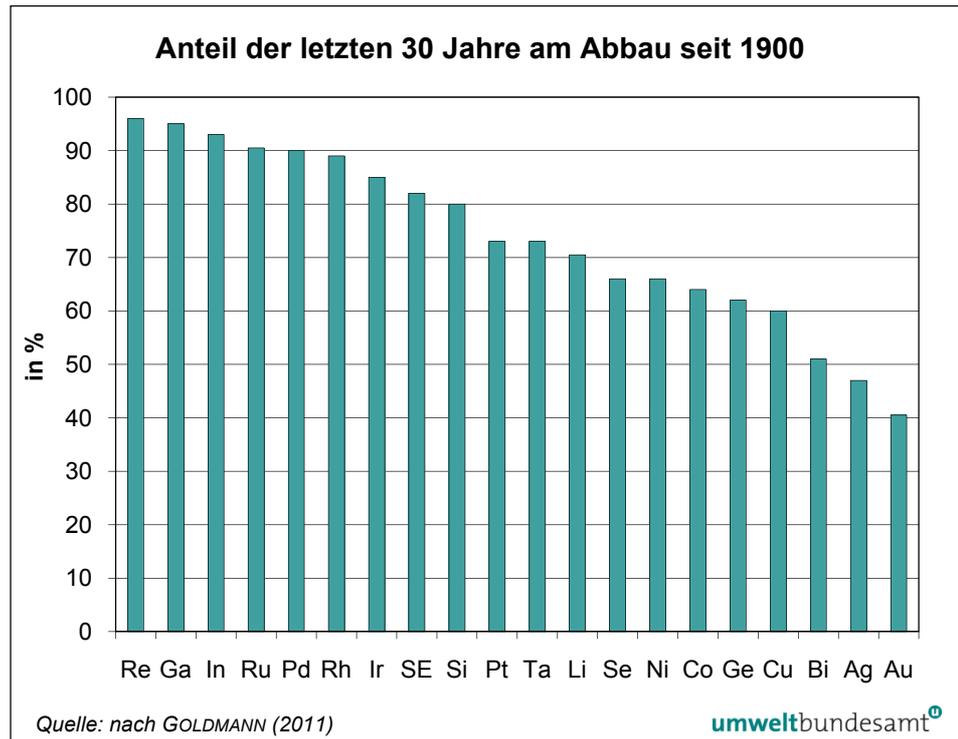


Abbildung 1: Anteil der letzten 30 Jahre am weltweiten Abbau von seltenen Metallen seit 1900. SE: Seltenerdmetalle.

2 HOLZ, METALLE UND MINERALISCHE ROHSTOFFE

2.1 Holz

2.1.1 Inländische Aufbringung

Die Waldfläche in Österreich beträgt mit 3,96 Mio. ha rund 47 % der Gesamtfläche. Davon können 3,37 Mio. ha für forstwirtschaftliche Zwecke genutzt werden (FORST HOLZ PAPIER 2012).

Laut Holzeinschlagsmeldung des Lebensministeriums wurden im Jahr 2010 im österreichischen Wald 17,8 Mio. fm¹ (Erntefestmeter ohne Rinde) genutzt – ein Anstieg um 1,1 Mio. fm (+ 6,6 %) im Vergleich zum Jahr 2009 (BMLFUW 2011).

Holzeinschlag

Der Holzeinschlag 2010 lag um 7,9 % unter dem 5-Jahresdurchschnitt 2006–2010 (19,36 Mio. fm) und um 1,8 % über dem 10-Jahresdurchschnitt 2001–2010 (17,51 Mio. fm). Der Anteil der KleinwaldbesitzerInnen (Waldfläche unter 200 ha) betrug mit 10,18 Mio. fm rund 57 %. Im Großwald (Waldfläche ab 200 ha, ohne Österreichische Bundesforste AG) lag der Gesamteinschlag mit 5,83 Mio. fm bei 33 %. Die restlichen 10 % wurden von der Österreichische Bundesforste AG eingeschlagen (1,82 Mio. fm).

25,5 % des Einschlages entfielen auf Holz zur energetischen Nutzung, der Anteil des Sägerundholzes betrug 57 %, jener des Industrierundholzes 17,5 %. Der Anteil des Nadelholzes am Gesamteinschlag betrug im Jahr 2010 85,8 % (BMLFUW 2011).

2.1.2 Einsatz in Österreich

Laut Angaben der Interessenskooperation „Forst Holz Papier“ wurden im Jahr 2009 insgesamt 44,17 Mio. fm genutzt. Davon stammten 25,62 Mio. fm aus dem Inland, 10,81 Mio. fm wurden importiert und 7,75 Mio. fm entfielen auf sonstige Quellen. Von der Gesamtmenge wurden 1,69 Mio. fm exportiert, 24,55 Mio. fm stofflich und 17,94 Mio. fm energetisch verwertet (FORST HOLZ PAPIER 2012; siehe Tabelle 1).

Holznutzung

Im Jahr 2010 wurden in der Papier- und Zellstoffindustrie 8,1 Mio. fm Holz eingesetzt, in der Plattenindustrie 3,6 Mio. fm und in der Sägeindustrie 15,8 Mio. fm (FORST HOLZ PAPIER 2012).

Papier- und Zellstoffindustrie

Die Interessensgemeinschaft der österreichischen Papier- und Zellstoffindustrie gibt für das Jahr 2009 einen Einsatz von 7,4 Mio. fm ohne Rinde an. Davon wurden 5,1 Mio. fm aus dem Inland bezogen und 2,3 Mio. fm importiert. Die einzelnen Holzarten sind in Tabelle 2 dargestellt. Die Daten wurden von der Homepage der Austropapier übernommen; in der Datenquelle selbst ergeben Import und Inlandsverbrauch nicht die Gesamtsumme. Der Grund dafür ist nicht bekannt (AUSTROPAPIER 2012).

¹ Ein fm (Festmeter) entspricht laut Statistik Austria 0,615 t.

Tabelle 1: Holzbilanz 2009, Stand Mai 2011, gerundete Zahlen (FORST HOLZ PAPIER 2012).

Holzbilanz 2009 (in Mio. fm)	Inland*	Import	sonst. Aufkom- men**	Gesamt- Aufkom- men/ Verbrauch	Export	Ver- brauch/ Bezug stofflich	Verbrauch/ Bezug energe- tisch	Anmerkungen
Sägerundholz	9,10	5,33	0,09	14,53	0,51	14,02		hochgerechnete Produktion 2009
Industrierundholz	3,04	2,71	- 0,03	5,71	0,22	5,49		Direkt-Importe Pa- pier & Platte: 2,28
Sägeneben- produkte	6,43	1,53	1,34	12,44	0,82	5,04	6,52	Direkt-Importe Pa- pier & Platte: 1,16
Rinde, Rinden- produkte	2,46	0,68			0,06			Säge- & Papierin- dustrie, Außenhan- del: Sonst. Restholz
Energieholz (Brennholz, Waldhackgut)	4,58	0,56	6,35	11,50	0,08		11,42	vorläufig
Summe	25,62	10,81	7,75	44,17	1,69	24,55	17,94	

* ohne Berücksichtigung der Lagerveränderung Forstwirtschaft

** Lagerveränderung Forstwirtschaft + Industrie, Nicht-Derbholz, Holz vom Nichtwaldboden

Tabelle 2: Einsatz von Holz in der österreichischen Papier- und Zellstoffindustrie (AUSTROPAPIER 2011).

Holzarten (in 1.000 fm, ohne Rinde)	Holz		Inlandsbezug		Import	
	2008	2009	2008	2009	2008	2009
Fichte/Tanne	2.188	2.493	1.854	1.951	433	458
Kiefer/Lärche	525	687	254	268	285	401
NADELRUNDHOLZ	2.713	3.180	2.108	2.219	718	859
Rotbuche	1.109	1.096	474	440	586	660
Sonstiges Laubrundholz	29	17	12	15	26	13
LAUBRUNDHOLZ	1.138	1.113	486	455	612	673
SUMME RUNDHOLZ	3.851	4.293	2.594	2.674	1.330	1.532
Sägenebenprodukte	4.230	3.122	3.521	2.398	779	751
GESAMT	8.081	7.415	6.115	5.072	2.109	2.283
Importanteil					26,10 %	30,80 %

Gütereinsatzstatistik

Für das vorliegende Projekt wurde von der Statistik Austria eine Sonderauswertung der Gütereinsatzstatistik erstellt (STATISTIK AUSTRIA 2011b). Die Daten der Gütereinsatzstatistik umfassen eine Auswertung von Fragebögen, die jährlich an die ca. 2.200 größten Betriebe des produzierenden Bereichs in Österreich ausgeschickt werden. Betriebe unter 20 Beschäftigten und unter einer Wirtschaftsleistung von weniger als 10 Mio. € werden nicht erhoben.

Für das Jahr 2008 ergab sich in der Produktkategorie ÖCPA² 022 (Rohholz) ein Gesamteinsatz (inländisch und Import) von 24,4 Mio. fm Rohholz. Im Vergleich dazu liegt die Summe aus Holzeinschlag 2008 (21,8 Mio. fm; BMLFUW 2009) und Import (10,8 Mio. fm) bei 32,6 Mio. fm. Die Differenz von 8,2 Mio. fm muss also von kleineren Unternehmen oder im nicht produzierenden Bereich (z. B. Haushalte) eingesetzt werden.

Einsatz von Rohholz

In der ÖNACE³ Kategorie 17 (Herstellung von Papier/Pappe und Waren daraus) betrug der Einsatz im Jahr 2008 8,028 Mio. fm und im Jahr 2009 7,28 Mio. fm. Diese Werte stimmen gut mit den gemeldeten Daten der Forst, Holz, Papier und der Austropapier (siehe Tabelle 2) überein.

Für die ÖNACE Kategorie 16 (Herstellung von Holz- und Korbwaren) werden in der Sonderauswertung für das Jahr 2008 16,3 Mio. fm und für das Jahr 2010 14,3 Mio. fm angegeben. Die Differenz zu den Angaben der Forst, Holz, Papier (15,8 Mio. fm in der Sägeindustrie und 3,6 Mio. fm in der Plattenindustrie) ergibt sich vermutlich aufgrund der kleinen Betriebe, die nicht von der Gütereinsatzstatistik erfasst werden.

Laut Energiebilanzen 1970–2010 (STATISTIK AUSTRIA 2011d) wurden im Jahr 2010 in Österreich 4,64 Mio. t Brennholz eingesetzt, davon 4,17 Mio. t aus dem Inland. An Holzabfällen wurden 7,33 Mio. t als Energieträger genutzt, die zur Gänze im Inland erzeugt wurden. An Pellets wurden 0,74 Mio. t eingesetzt, hier wurden ca. 7.000 t mehr exportiert als importiert.

energetische Nutzung von Holz

2.2 Erze und Metalle

2.2.1 Inländische Aufbringung

Der Abbau von metallischen und mineralischen Rohstoffen wird sowohl im Montanhandbuch des Wirtschaftsministeriums als auch im Statistischen Jahrbuch der Statistik Austria publiziert. Die Statistik übernimmt dabei die Daten des Montanhandbuchs aus dem Vorjahr, d. h. im Statistischen Jahrbuch 2011 ist das letzte Berichtsjahr 2009.

Laut Montanhandbuch 2011 (BMWfJ 2011) wurden im Jahr 2010 2,1 Mio. t Eisenerz und Eisenglimmer sowie 0,43 Mio. t Wolframzinn abgebaut.

Abbaumenge von Erzen

Laut Statistischem Jahrbuch 2011 (STATISTIK AUSTRIA 2011a) wurden im Jahr 2009 in zwei österreichischen Betrieben mit 153 Beschäftigten 2,0 Mio. t Eisenerz und Eisenglimmer abgebaut. In einem Betrieb mit 75 Beschäftigten wurden im Jahr 2009 0,34 Mio. t Wolframzinn abgebaut (siehe Tabelle 3).

² Die ÖCPA (Österreichische Systematik der Güter) ist weitgehend mit der internationalen CPA (Classification of Products by Activities) ident (STATISTIK AUSTRIA 2011c).

³ ÖNACE: Diese Aktivitätsklassifikation untergliedert die europäische NACE mittels Unterklassen noch detaillierter, sodass österreichische Spezifika berücksichtigt werden können. Ihr Code ist 5-stellig und stimmt bis zur 4. Stelle mit der NACE überein. Die Codierung der Wirtschaftszweige baut auf der durch EU-Verordnungen verbindlich eingeführten statistischen Systematik der Wirtschaftszweige in der Europäischen Union (NACE Rev. 1) auf. NACE steht für "Nomenclature générale des activités économiques dans les Communautés européennes".

Der Abbau von Wolframerz wird in Kapitel 4.2.1.1 noch näher beschrieben.

Tabelle 3: *Abbau von Erz in Österreich (BMWFI 2011).*

	2007	2008	2009	2010
abgebaute Erze	(in 1.000 t)			
Eisenerz und Eisenglimmer	2.153	2.033	2.002	2.069
Wolframerz	435	434	345	430

2.2.2 Einsatz in Österreich

Produktion der voestalpine AG

Von der voestalpine AG wurden in Linz im Geschäftsjahr 2008 5,26 Mio. t Rohstahl und 2009 bedingt durch die Wirtschaftskrise mit 3,95 Mio. t deutlich weniger produziert. Dazu wurden im Geschäftsjahr 2008 7 Mio. t Erz und 0,8 Mio. t Schrott eingesetzt; im Geschäftsjahr 2009 6,7 Mio. t Erz und 0,5 Mio. t Schrott (VOESTALPINE 2010a).

Am Standort Donawitz wurden von der voestalpine AG im Geschäftsjahr 2008/09 1,47 Mio. t Rohstahl und im Geschäftsjahr 2009/10 1,20 Mio. t produziert. Dazu wurden im Geschäftsjahr 2008/09 2,32 Mio. t Erz und 0,34 Mio. t Schrott eingesetzt; im Geschäftsjahr 2009/10 2,04 Mio. t Erz und 0,27 Mio. t Schrott (VOESTALPINE 2010b).

Einsatz von Schrott

Mit dem Berichtsjahr 2009 wurde die Bilanz über die Eisen- und Stahlindustrie und damit auch die Schrott- und Gussbruchbilanz von der Statistik Austria eingestellt. Die Daten sind damit auch nicht mehr auf der Homepage der Statistik Austria verfügbar. Im letzten Bericht wurde ein Verbrauch von 2,03 Mio. t Schrott (davon 0,72 Mio. t in Elektroöfen) für das Jahr 2009 gemeldet.

Einsatz von Eisenerz

In der Sonderauswertung der Gütereinsatzstatistik (STATISTIK AUSTRIA 2011b) wird ein Gesamteinsatz für Erze von 8,1 Mio. t (2010), 8,6 Mio. t (2009) und 9,5 Mio. t (2008) bilanziert. Für Eisenerz stimmt der Einsatz von 9,4 Mio. t im Jahr 2008 gut mit den gemeldeten 9,3 Mio. t der voestalpine AG überein, wobei in Donawitz das Geschäftsjahr nicht mit dem Kalenderjahr übereinstimmt. Eisenerze werden ausschließlich in der Branche Metallerzeugung und -bearbeitung eingesetzt (siehe Tabelle 4).

Tabelle 4: *Einsatz von Erz in Österreich (STATISTIK AUSTRIA 2011b).*

ÖNACE	ÖCPA	Bezeichnung	2008	2009	2010
			(in 1.000 t)		
	07	Erze	9.492	8.570	8.122
24	071	Eisenerze	9.434	8.531	8.070
	072	NE-Metallerze	58	39	52
24		Metallerzeugung und -bearbeitung	18	10	16
20, 23		Herstellung von chemischen Erzeugnissen, Herstellung von Glas/-waren, Keramik u. Ä.	39	30	36

Bei den Nichteisenmetallerzen ist der Einsatz mit 57,6 kt (2008) deutlich geringer. Eine Aufteilung des Einsatzes auf die Branchen Herstellung von chemischen Erzeugnissen bzw. von Glas/-waren, Keramik u. Ä. ist aus Gründen der Geheimhaltungsverpflichtung der Statistik Austria nicht möglich.

Einsatz von NE-Metallerzen

Der Gesamteinsatz von Wolframerz ist deutlich geringer als der Abbau von Wolframerz in Österreich (siehe Kapitel 2.2.1). Laut Information der Firma Wolfram Bergbau und Hütten AG wurden in Österreich im Jahr 2010 420.000 t Erz abgebaut. Daraus entstehen derzeit etwa 3.000 t Konzentrat mit einem WO₃ Inhalt von 1.100 t. Diese Mengen werden neben anderen Konzentraten in der Hütte der Wolfram Bergbau und Hütten AG in St. Martin in der Steiermark zu 100 % zu Folgeprodukten weiterverarbeitet. Dabei machen die Konzentrate aus Mittersill nur etwa 15 % der eingesetzten Rohstoffe aus. Der Rest wird importiert bzw. stammt aus Recycling (pers. Mitteilung DI F. Gaul, Wolfram Bergbau und Hütten AG 2011).

Wolframerz

Tabelle 5: Einsatz von Metallen in Österreich nach ÖCPA- und nach NACE-Codes (STATISTIK AUSTRIA 2011b).

ÖCPA	Bezeichnung	2008	2009	2010
		(in 1.000 t)		
24	Metalle und Halbzeug daraus	10.636	8.925	8.278
241	Roheisen, Stahl und Ferrolegierungen	7.242	6.093	5.344
242	Stahlrohre, Rohrform-, Rohrverschluss- und Rohrverbindungsstücke aus Stahl	522	404	363
243	sonstige Erzeugnisse der ersten Bearbeitung von Eisen und Stahl	1.305	990	1.010
244	NE-Metalle und Halbzeug daraus	1.512	1.356	1.469
2441	Edelmetalle und Halbzeug daraus	0,97	0,56	0,59
244120	Gold (einschließlich platinierterm Gold), in Rohform oder als Halbzeug oder Pulver	0,055	0,075	0,053
2442	Aluminium und Halbzeug daraus	877	717	865
2443	Blei, Zink und Zinn und Halbzeug daraus	292	228	251
2444	Kupfer und Halbzeug daraus	198	177	152
2445	Sonstige NE-Metalle und Halbzeug daraus	140	205	186
24	Metalle und Halbzeug daraus	10.636	8.925	8.278
NACE B	Bergbau	1,41	0,41	0,91
NACE C	Herstellung von Waren	9.876	8.256	7.695
NACE D	Energieversorgung	4,29	4,66	6,19
NACE F	Bau	754	663	576

Aus der Sonderauswertung der Gütereinsatzstatistik wurden auch die Einsatzmengen für Metalle in Österreich berechnet. Auch hier gab es einige Daten, die aufgrund der Geheimhaltungsverpflichtung der Statistik Austria nicht bekannt gegeben werden konnten. Diese wurden aus den anderen Daten extrapoliert. Insgesamt wurden in Österreich im Jahr 2008 10,6 Mio. t Metalle eingesetzt, im Jahr 2010 nur noch 8,3 Mio. t. Den Hauptteil davon bildeten Roheisen, Stahl und Ferrolegierungen mit 7,2 Mio. t (2008) bzw. 5,3 Mio. t (2010).

Einsatz von Metallen

Einsatz von NE-Metallen An Nichteisenmetallen wurden ca. 1,5 Mio. t/a eingesetzt (siehe Tabelle 5). Bei den Nichteisenmetallen entfällt auf Aluminium mit 870 kt der Hauptteil, gefolgt von Blei, Zink, Zinn und Kupfer. Edelmetalle sind von der eingesetzten Menge her sehr gering (ca. 1 kt), machen aber zwischen einem Drittel und einem Viertel des Wertes der Nichteisenmetalle aus.

Der Großteil der Metalle wird bei der Herstellung von Waren (NACE C) eingesetzt. Im Bau (NACE F) werden zu ca. 80 % Güter der ÖCPA-Klasse 241 und zu ca. 20 % der Klasse 243 eingesetzt. An Nichteisenmetallen werden im Bau nur 10–15 kt/a eingesetzt. Die anderen NACE-Kategorien spielen kaum eine Rolle.

2.3 Mineralische Rohstoffe

2.3.1 Inländische Aufbringung

Abbaumenge mineralischer Rohstoffe Laut Montanhandbuch 2011 (BMWFJ 2011) wurden im Jahr 2010 in Österreich 38,2 Mio. t Silikate, 29,6 Mio. t Carbonate und 0,9 Mio. t Gips abgebaut. Die Summe von 68,7 Mio. t an mineralischen Rohstoffen liegt damit deutlich unter den Jahren 2008 und 2009. Die Einzelprodukte und die Werte für das Jahr 2008 sind in Tabelle 6 aufgelistet.

Tabelle 6: Mengen in Österreich gewonnener mineralischer Rohstoffe (Baustoffe) laut Montanhandbuch 2011 (BMWFJ 2011).

Rohstoff	2007	2008	2009	2010
(in 1.000 t)				
Amphibolit	1.693	1.808	1.780	1.670
Basaltische Gesteine	1.905	1.797	1.744	1.473
Diabas (Basaltische Gesteine)	2.372	2.410	2.098	1.762
Gneis	1.526	1.668	1.431	1.505
Granit und Granulit	2.577	3.315	3.078	2.340
Kaolin	57	50	84	59
Quarzit	291	304	334	277
Quarzsande	1.915	2.175	1.200	939
Sand und Kies	26.825	27.718	25.722	24.128
Serpentinit	1.869	1.690	1.751	2.013
Talk und Leukophyllit	153	155	111	138
Tone einschl. Bentonit	2.465	2.473	1.866	1.860
Silikate	43.646	45.562	41.198	38.165
Magnesit	812	837	545	757
Dolomit	7.665	7.560	6.757	6.535
Kalkstein	22.820	23.758	22.074	21.190
Mergel	2.115	1.826	1.508	1.149
Carbonate	33.410	33.982	30.883	29.631
Gips u. Anhydrit	1.064	1.087	911	872
Mineralische Rohstoffe	78.120	80.631	72.992	68.668

2.3.2 Einsatz in Österreich

In der Sonderauswertung der Gütereinsatzstatistik (STATISTIK AUSTRIA 2011b) wird aus Gründen der Geheimhaltungsverpflichtungen der Gesamteinsatz für mineralische Rohstoffe nur in Euro angegeben. Um auf einen Wert in Tonnen zu kommen, wurde angenommen, dass für die Branche Herstellung von Glas/-waren, Keramik und Ähnlichem (NACE 23) der Preis pro Tonne in den Kategorien 089 und 081 gleich ist. Dadurch errechnen sich die in Tabelle 7 angegebenen Werte. Diese Branche stellt mit 94–95 % auch den größten Anteil im Sektor Herstellung von Waren. Die Gesamtsumme liegt in den Jahren 2008 und 2010 um ca. 10 Mio. t über der inländischen Aufbringung, im Jahr 2009 um 8,5 Mio. t darunter. Eine mögliche Erklärung dafür ist, dass im Krisenjahr weniger Rohstoffe eingesetzt und auf Lager gelegt wurden, daher gingen die Nachfrage und damit der Abbau im Jahr 2010 zurück.

Einsatz von mineralischen Rohstoffen

In der Außenhandelsbilanz (STATISTIK AUSTRIA 2010) werden in der Obergruppe⁴ 23 „Mineralische Rohstoffe“ für das Jahr 2009 Importe von 33,8 Mio. t und Exporte von 10,6 Mio. t angegeben, für das Jahr 2008 Importe von 37,3 Mio. t und Exporte von 12,6 Mio. t. Es wurden also 23,2 bzw. 24,7 Mio. t mehr importiert als exportiert.

Außenhandel

Tabelle 7: Einsatz von mineralischen Rohstoffen in Österreich nach NACE-Gruppen (eigene Berechnungen nach STATISTIK AUSTRIA 2011b).

mineralische Rohstoffe		2008	2009	2010
ÖCPA/NACE	Bezeichnung	(in 1.000 t)		
08	Steine und Erden; sonstige Bergbauerzeugnisse	70.586	64.491	78.969
B	Bergbau	6.489	7.116	7.552
C	Herstellung von Waren	44.819	38.909	51.782
F	Bau	19.278	18.466	19.635
081	Natursteine, Kies, Sand, Ton und Kaolin	47.744	44.397	44.980
B	Bergbau	3.765	2.816	3.066
C	Herstellung von Waren	24.782	23.200	22.419
F	Bau	19.197	18.381	19.494
089	Steine und Erden, anders nicht genannt; sonstige Bergbauerzeugnisse	22.843	20.094	33.989
B	Bergbau	2.723	4.301	4.486
C	Herstellung von Waren	20.038	15.709	29.363
F	Bau	82	85	141

⁴ Diese Angaben sind auf der letzten Seite des Berichts. Eine Verknüpfung mit den SITC (Standard International Trade Classification) Kategorien oder eine Erklärung von „Obergruppe“ ist nicht angegeben.

3 VERBRAUCHSSZENARIEN

Methodik Im Rahmen der Arbeiten zum Bericht „Energiewirtschaftliche Inputdaten und Szenarien“ (UMWELTBUNDESAMT 2011) wurden vom WIFO Projektionen für die Entwicklung der Produktion und des Wirtschaftswertes einzelner Branchen (gegliedert nach NACE 2-Stellern) erstellt und auf den Ressourceneinsatz übertragen. Die Entwicklung der Produktion aus dem Szenario mit einem Wirtschaftswachstum von durchschnittlich 2,08 % wurde für die nachfolgend dargestellten Verbrauchsszenarien verwendet. Es wurden keine Annahmen zur Steigerung der Ressourceneffizienz getroffen. Für die einzelnen Rohstoffe werden einerseits die Entwicklung und andererseits die wichtigsten Branchen dargestellt (Sonderauswertung der Gütereinsatzstatistik für die Jahre 2008–2010; STATISTIK AUSTRIA 2011b). Ab dem Jahr 2011 sind Szenarienwerte dargestellt.

**energetischer
Endverbrauch der
Industrie**

Dem Szenario liegt ein durchschnittliches BIP-Wachstum von 2,08 % p.a. zugrunde. Die Entwicklung des Energieverbrauchs ist im oben genannten Bericht beschrieben. Nach einem Rückgang um mehr als 10 % aufgrund des Konjunkturerinbruchs im Jahr 2009 steigt der energetische Endverbrauch der Industrie ab dem Jahr 2010 kontinuierlich an. Haupttreiber dafür ist das angenommene Wirtschaftswachstum. Bis auf Kohle ist in allen Energieträgerkategorien ein deutlicher Anstieg zu registrieren (siehe Abbildung 2).

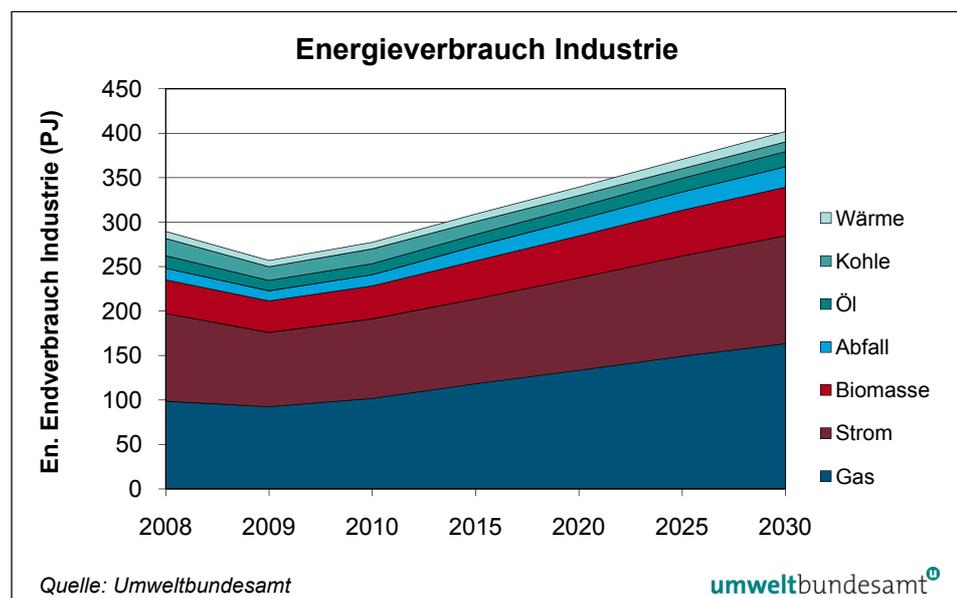


Abbildung 2: Energetischer Endverbrauch der Industrie laut Szenario, nach Energieträgern (UMWELTBUNDESAMT 2011).

**Wirtschafts-
entwicklung**

Die Wirtschaftsentwicklung für die einzelnen Branchen wurde vom WIFO noch gemäß der Klassifizierung nach NACE 2003 durchgeführt. In Tabelle 8 ist einerseits die durchschnittliche Entwicklung des Produktionswertes, andererseits die Umschlüsselung auf die Klassifizierung nach NACE 2008 angegeben. Die für Österreich wichtigen Branchen (klassifiziert nach Sektoren B: Bergbau, C: Herstellung von Waren und F: Bau) werden in Tabelle 9 nochmals gesondert angeführt. Aufgrund des hohen Wachstums des Produktionswertes ist auch eine deutliche Zunahme im Ressourcenverbrauch zu erwarten.

In den jeweiligen Abbildungen werden Branchen mit geringem Gütereinsatz aus dem Sektor C (Herstellung von Waren) gesammelt als C* dargestellt.

Tabelle 8: Entwicklung des Produktionswertes einzelner Branchen (WIFO) und Umschlüsselung von NACE 2003 auf NACE 2008.

NACE 2008	NACE 2003	Bezeichnung	durchschnittliche Entwicklung 2008–2030 (in %)
01	01	Landwirtschaft; Jagd	2,87
02	02	Forstwirtschaft	0,23
03	05	Fischerei und Fischzucht	0,92
05	10	Kohlenbergbau, Torfgewinnung	k.A.
06 + 07	11 + 13	Erdöl- und Erdgasbergbau; Erzbergbau	– 6,21
08 + 09	14	Gewinnung von Steinen und Erden	2,19
10 + 11	15	Herstellung von Nahrungs- u. Genussmitteln und Getränken	2,78
12	16	Tabakverarbeitung	1,91
13	17	Herstellung von Textilien und Textilwaren	1,66
14	18	Herstellung von Bekleidung	0,85
15	19	Ledererzeugung und -verarbeitung	– 0,26
16	20	Be- und Verarbeitung von Holz	2,24
17	21	Herstellung und Verarbeitung von Papier und Pappe	0,61
18	22	Verlagswesen, Druckerei	3,06
19	23	Kokerei, Mineralölverarbeitung	3,81
20 + 21	24	Herstellung von Chemikalien und chemischen Erzeugnissen	3,49
22	25	Herstellung von Gummi- und Kunststoffwaren	3,56
23	26	Herst. u. Bearbeitung von Glas, Herst. v. Waren aus Steinen u. Erden	2,04
24	27	Metallerzeugung und -bearbeitung	2,17
25	28	Herstellung von Metallerzeugnissen	2,24
28	29	Maschinenbau	2,78
	30	Herstellung von Büromaschinen	3,91
27	31	Herstellung von Geräten der Elektrizitätserzeugung, -verteilung	3,61
	32	Rundfunk-, Fernseh- und Nachrichtentechnik	1,99
26	33	Medizin-, Mess-, Steuer- und Regelungstechnik, Optik	3,13
29	34	Herstellung von Kraftwagen und Kraftwagenteilen	3,31
30	35	Sonstiger Fahrzeugbau	3,68
31	36	Herstellung von Möbeln, Schmuck, Musikinstrumenten, Sportgeräten	2,76
38 + 39	37	Rückgewinnung (Recycling)	2,51
35	40	Energieversorgung	3,21
36	41	Wasserversorgung	2,71
41 + 42 + 43	45	Bauwesen	1,25

Tabelle 9: Wichtige Branchen für den Ressourceneinsatz in Österreich (nach WIFO).

NACE 2008	Bezeichnung	durchschnittliche Entwicklung 2008–2030 (in %)	
B 08	Gewinnung von Steinen; sonst. Bergbau	2,19	
C	16 Herstellung von Holzwaren; Korbwaren	2,24	
	17 Herstellung von Papier/Pappe und Waren daraus	0,61	
	20 Herstellung von chemischen Erzeugnissen	3,49	
	23 Herstellung von Glas/-waren, Keramik u. Ä.	2,04	
	24 Metallerzeugung und -bearbeitung	2,17	
	25 Herstellung von Metallerzeugnissen	2,24	
	28 Maschinenbau	2,78	
29	Herstellung von Kraftwagen und -teilen	3,31	
F	41 Bauwesen	1,25	
	42		
	43		

3.1 Holz

3.1.1 Rohholz

Der Produktcode CPA 02 (Forstwirtschaftliche Erzeugnisse und Dienstleistungen) gliedert sich in 022 (Rohholz) und 023 (Wildwachsende Produkte). Die Kategorie 022 macht allerdings mehr als 99 % der Gesamtkategorie aus, sodass hier nur die Kategorie Rohholz dargestellt wird. Für die Umrechnung von Festmeter auf Tonnen wurde der Faktor 1 fm = 0,615 t verwendet.

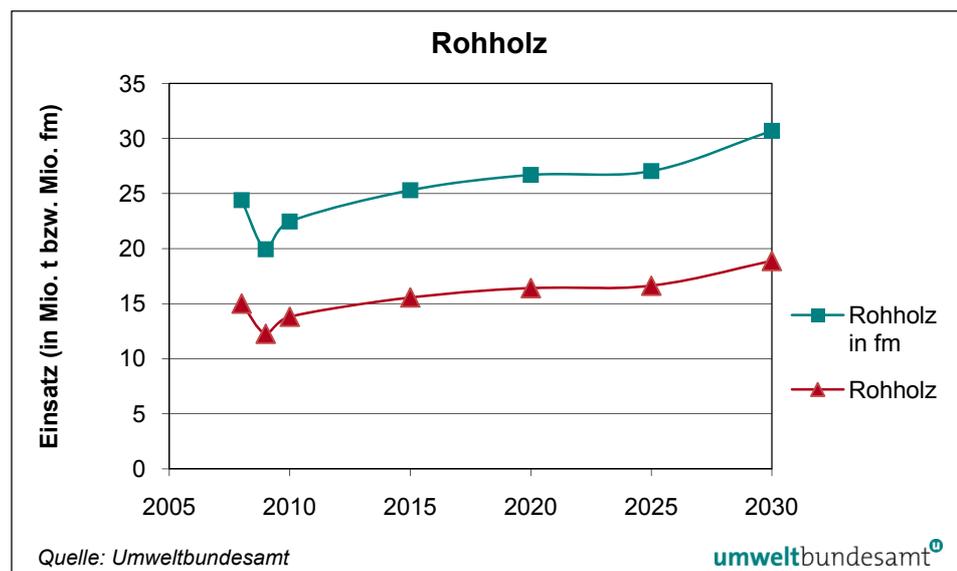
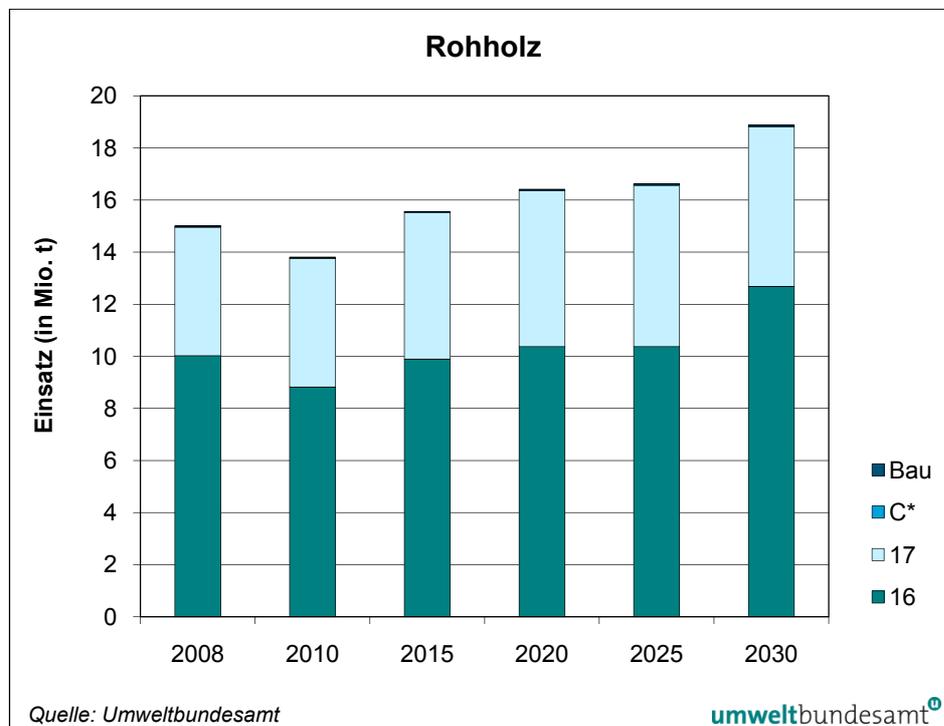


Abbildung 3: Entwicklung des Einsatzes von Rohholz (ÖCPA 022) in Österreich.

Der Einsatz von Rohholz steigt bis 2030 auf 30,7 Mio. fm (siehe Abbildung 3). Die wichtigsten Branchen für den Holzeinsatz sind die Herstellung von Holzwaren und Korbwaren (16) und die Herstellung von Papier und Pappe (17). Die Nahrungsmittel- (10) und die Möbelindustrie (31) sowie der Bau spielen eine geringe Rolle (siehe Abbildung 4).

Einsatz von Rohholz



16: Herstellung von Holzwaren; Korbwaren; 17: Herstellung von Papier/Pappe und Waren daraus; C*: andere Branchen aus dem Sektor Herstellung von Waren mit geringem Einsatz.

Abbildung 4: Entwicklung des Einsatzes von Rohholz (CPA 022) in Österreich nach Branchen.

3.1.2 Holz gesägt und gehobelt

Für den Produktcode CPA 16 (Holz sowie Holz- und Korbwaren (ohne Möbel); Flecht- und Korbwaren) können aufgrund verschiedener Einheiten (Stück, m³) keine Gesamtdaten angegeben werden. Nur für die Unterkategorie 161 (Holz, gesägt und gehobelt) kann eine Umrechnung der Daten in Masse durchgeführt werden. Hierzu wurden aber bereits Annahmen für den Wert der Tonne in einzelnen Branchen getroffen. Für die Umrechnung von Kubikmeter auf Tonnen wurde der Faktor 1 m³ = 0,615 t = 1 fm verwendet.

Der Einsatz von Sägeholz steigt bis 2030 auf 2,2 Mio. t (siehe Abbildung 5). Die wichtigste Branche für den Holzeinsatz ist die Herstellung von Holzwaren und Korbwaren (16). Die Herstellung von Metallerzeugnissen (25) und der Bau sind weniger wichtig, der Einsatz in anderen Branchen und der Energieversorgung ist vernachlässigbar (siehe Abbildung 6).

Einsatz von Sägeholz

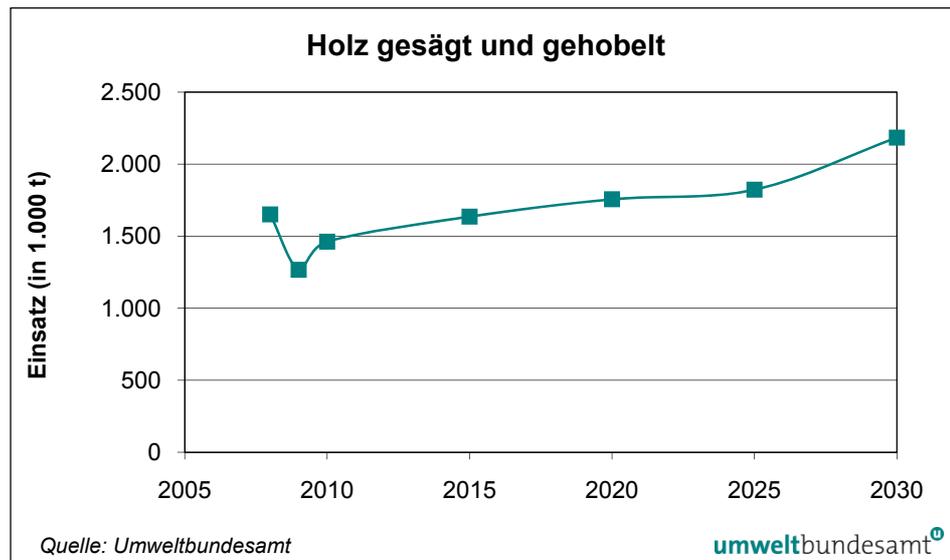
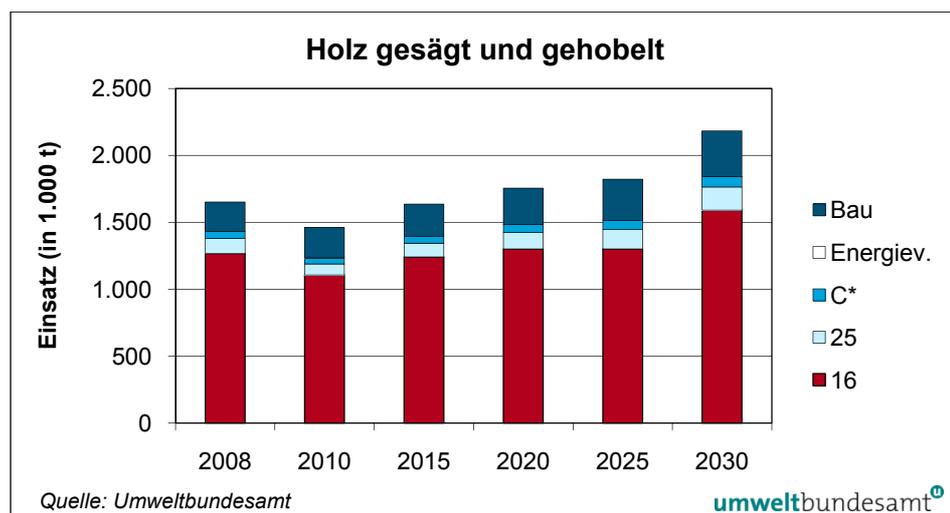


Abbildung 5: Entwicklung des Einsatzes von Sägeholz (CPA 161) in Österreich.



16: Herstellung von Holzwaren; Korbwaren; 25: Herstellung von Metallerzeugnissen;
 C*: andere Branchen aus dem Sektor Herstellung von Waren mit geringem Einsatz.

Abbildung 6: Entwicklung des Einsatzes von Sägeholz (CPA 161) in Österreich nach Branchen.

3.2 Erz

Einsatz von Eisenerzen

Der Produktcode CPA 07 (Erze) gliedert sich in 071 (Eisenerze) und 072 (Nichteisenerze). Die Kategorie 071 umfasst allerdings mehr als 99 % der Gesamtkategorie, sodass in der Abbildung nur die Kategorie Eisenerze dargestellt wird (siehe Abbildung 7). Der Einsatz von Eisenerzen (ausschließlich in der Branche 24 – Metallerzeugung und -bearbeitung) steigt bei der unterlegten Entwicklung des Sektors bis 2030 auf 16,6 Mio. t.

Der Einsatz von Nichteisenerzen steigt bis 2030 auf von 58 kt auf 92 kt. Die wichtigsten Branchen sind die Herstellung von chemischen Erzeugnissen (20), die Herstellung von Glas/-waren, Keramik u. Ä. (23) und die Metallerzeugung und -bearbeitung (24; siehe Abbildung 8).

Einsatz von NE-Erzen

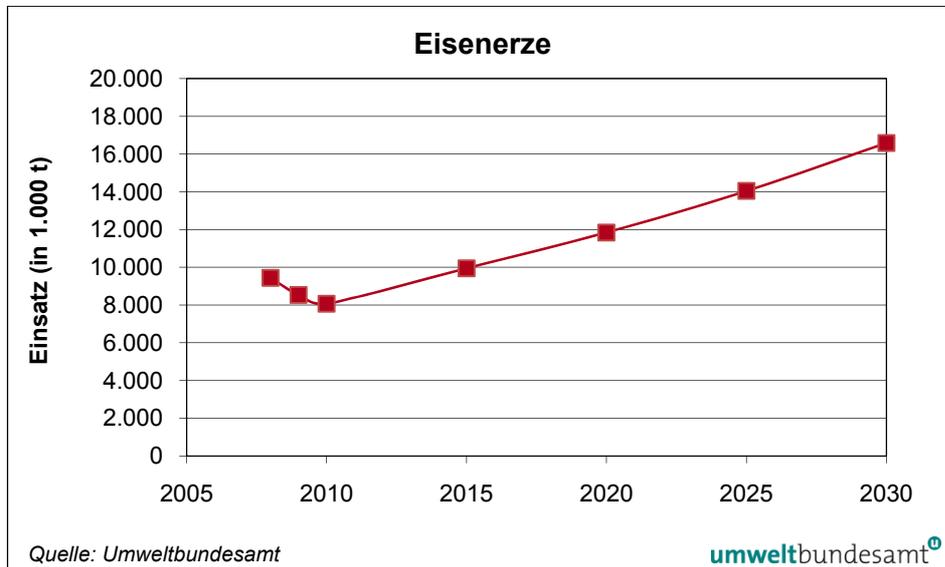
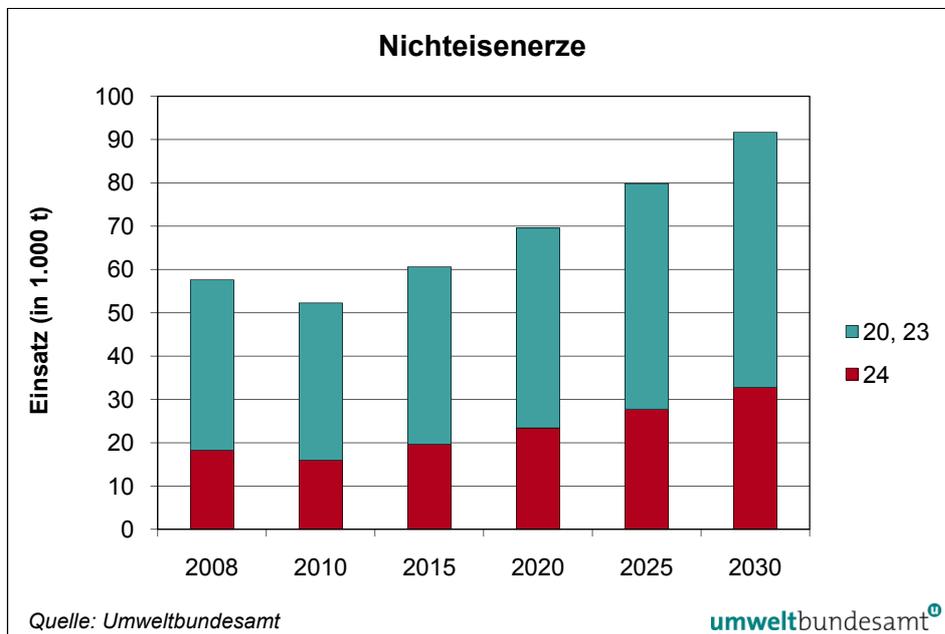


Abbildung 7: Entwicklung des Einsatzes von Eisenerzen (CPA 071) in Österreich.



20: Herstellung von chemischen Erzeugnissen; 23: Herstellung von Glas/-waren, Keramik u. Ä.;
24: Metallerzeugung und -bearbeitung.

Abbildung 8: Entwicklung des Einsatzes von Nichteisenerzen (CPA 072) in Österreich nach Branchen.

3.3 Metalle

Der Produktcode CPA 24 (Metalle und Halbzeug daraus) gliedert sich in 241 (Roheisen, Stahl und Ferrolegierungen), 242 (Stahlrohre, Rohrform-, Rohrverschluss- und Rohrverbindungsstücke aus Stahl), 243 (Sonstige Erzeugnisse der ersten Bearbeitung von Eisen und Stahl) und 244 (NE-Metalle und Halbzeug daraus).

Einsatz von Metallen

Der Einsatz von Metallen steigt bis 2030 auf 16,0 Mio. t (siehe Abbildung 9). Die wichtigsten Branchen für den Metalleinsatz sind die Metallerzeugung und -bearbeitung (24) und die Herstellung von Metallerzeugnissen (25). Der Bau (F), der Maschinenbau (28), die Herstellung von elektrischen Ausrüstungen (27), und von Kraftwagen und -teilen (29) sind weniger wichtig. Geringere Mengen werden auch in anderen Branchen eingesetzt (siehe Abbildung 10).

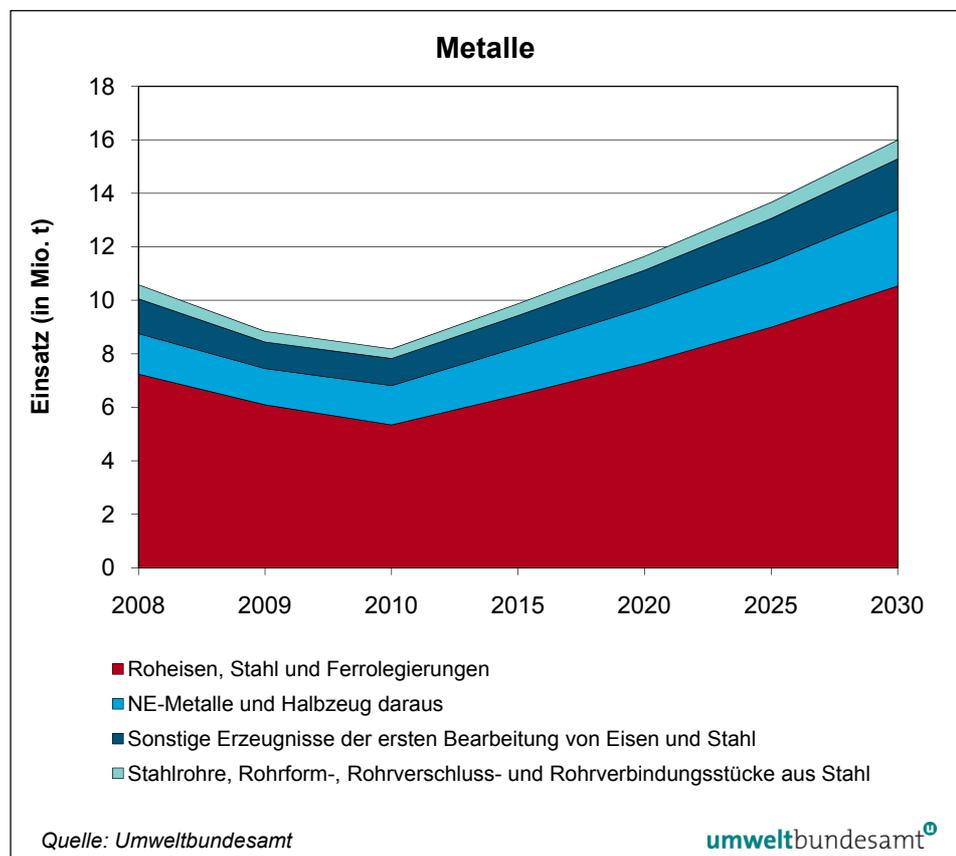
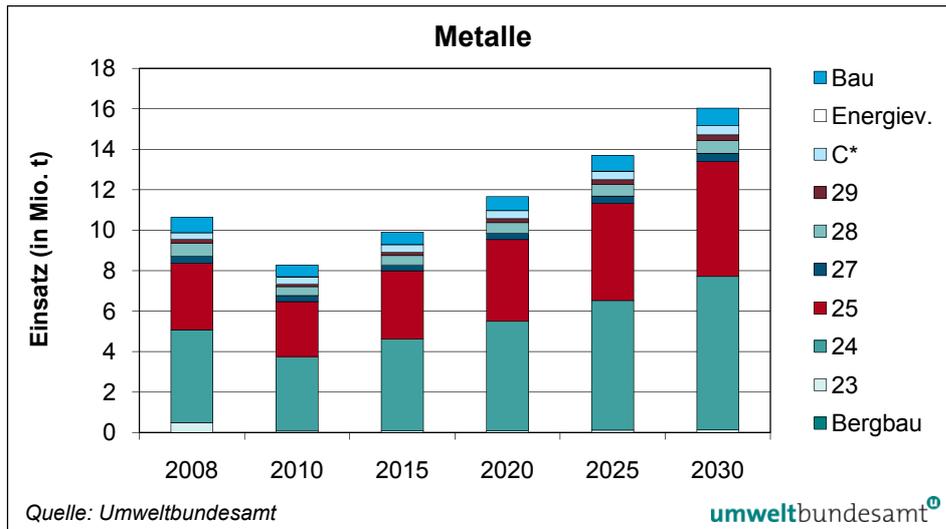


Abbildung 9: Entwicklung des Einsatzes von Metallen (CPA 24) in Österreich.



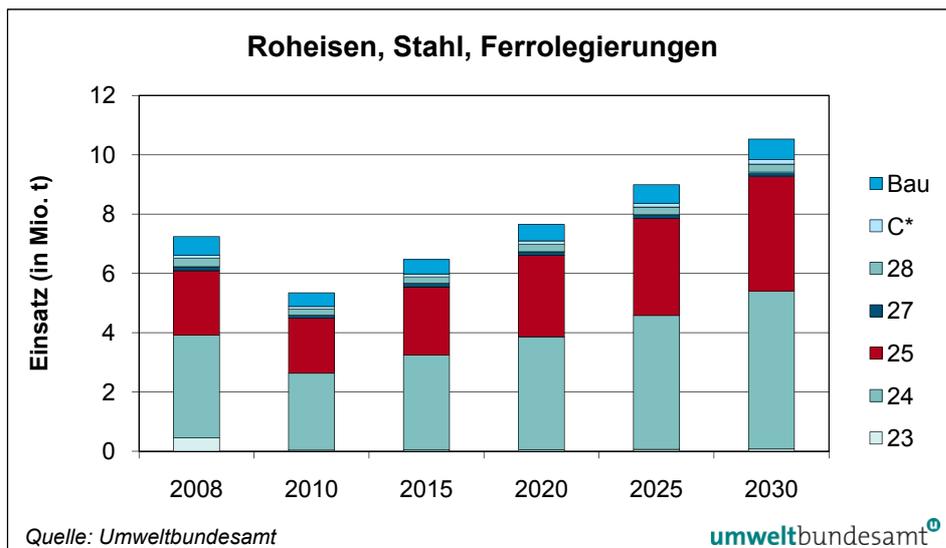
24: Metallherzeugung und -bearbeitung; 25: Herstellung von Metallherzeugnissen; C*: andere Branchen aus dem Sektor Herstellung von Waren mit geringem Einsatz.

Abbildung 10: Entwicklung des Einsatzes von Metallen (CPA 24) in Österreich nach Branchen.

3.3.1 Eisenmetalle

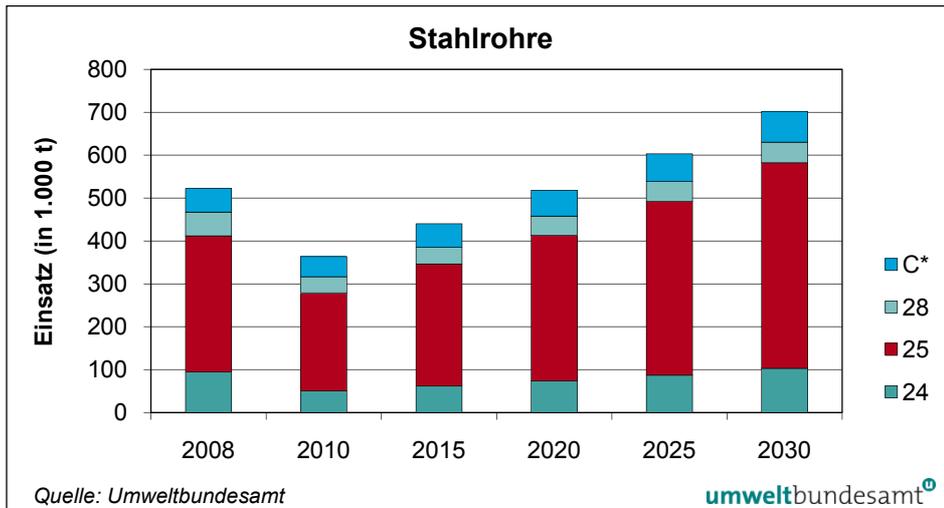
Der Einsatz von Roheisen, Stahl und Ferrolegierungen steigt bis 2030 auf 10,5 Mio. t. Die wichtigsten Branchen für den Einsatz von Roheisen et al. sind die Metallherzeugung und -bearbeitung (24) und die Herstellung von Metallherzeugnissen (25). Der Bau (F), der Maschinenbau (28) und die Herstellung von elektrischen Ausrüstungen (27) sind weniger wichtig. Geringere Mengen werden auch in anderen Branchen eingesetzt (siehe Abbildung 11).

Einsatz von Eisenmetallen



24: Metallherzeugung und -bearbeitung; 25: Herstellung von Metallherzeugnissen; C*: andere Branchen aus dem Sektor Herstellung von Waren mit geringem Einsatz.

Abbildung 11: Entwicklung des Einsatzes von Roheisen, Stahl und Ferrolegierungen (CPA 241) in Österreich nach Branchen.



24: Metallerzeugung und -bearbeitung; 25: Herstellung von Metallerzeugnissen; 28: Maschinenbau; C*: andere Branchen aus dem Sektor Herstellung von Waren mit geringem Einsatz.

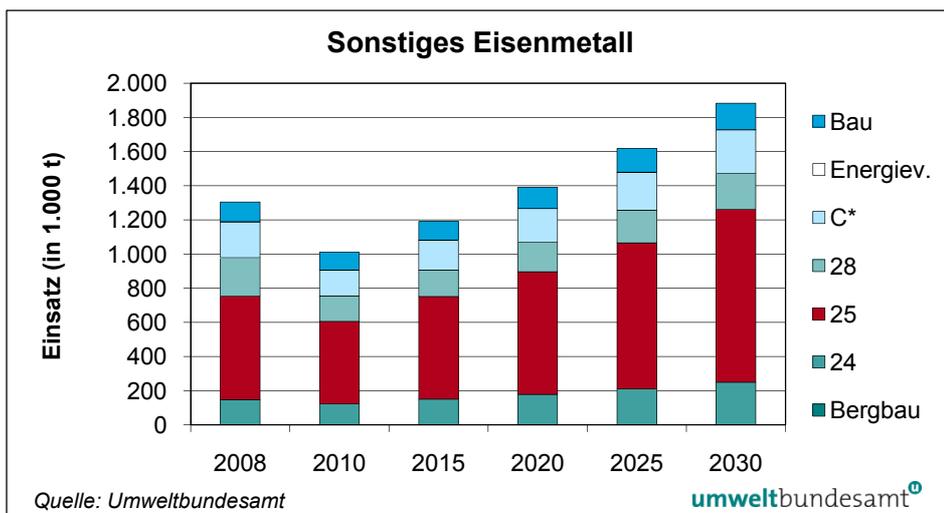
Abbildung 12: Entwicklung des Einsatzes von Stahlrohren (CPA 242) in Österreich nach Branchen.

Einsatz von Stahlrohren

Der Einsatz von Stahlrohren steigt bis 2030 auf 702 kt. Die wichtigste Branche für den Einsatz von Stahlrohren ist die Herstellung von Metallerzeugnissen (25). Die Metallerzeugung und -bearbeitung (24) und der Maschinenbau (28) sind von geringerer Bedeutung. Geringere Mengen werden auch in anderen Branchen eingesetzt (siehe Abbildung 12).

Einsatz von sonstigen Eisenmetallen

Der Einsatz von sonstigen Eisenmetallen steigt bis 2030 auf 1,88 Mio. t. Die wichtigsten Branchen für den Einsatz von sonstigen Eisenmetallen sind die Metallerzeugung und -bearbeitung (24), der Maschinenbau (28) und vor allem die Herstellung von Metallerzeugnissen (25). Der Bau (F) und die andern Branchen sind weniger wichtig (siehe Abbildung 13).



24: Metallerzeugung und -bearbeitung; 25: Herstellung von Metallerzeugnissen; 28: Maschinenbau; C*: andere Branchen aus dem Sektor Herstellung von Waren mit geringem Einsatz.

Abbildung 13: Entwicklung des Einsatzes von Sonstigen Eisenmetallen (CPA 243) in Österreich nach Branchen.

3.3.2 Nichteisenmetalle

Der Produktcode CPA 244 (Nichteisenmetalle und Halbzeug daraus) gliedert sich in weiter in 2441 (Edelmetalle und Halbzeug daraus), 2442 (Aluminium und Halbzeug daraus), 2443 (Blei, Zink und Zinn und Halbzeug daraus), 2444 (Kupfer und Halbzeug daraus) und 2445 (Sonstige NE-Metalle und Halbzeug daraus).

Der Einsatz von Nichteisenmetallen steigt bis 2030 auf 2,87 Mio. t (siehe Abbildung 14). Die wichtigste Branche für den Einsatz von Nichteisenmetallen ist die Metallerzeugung und -bearbeitung (24). Die Herstellung von Metallerzeugnissen (25) und von elektrischen Ausrüstungen (27) ist weniger wichtig. Geringere Mengen werden auch in anderen Branchen und im Bau eingesetzt (siehe Abbildung 25).

Einsatz von NE-Metallen

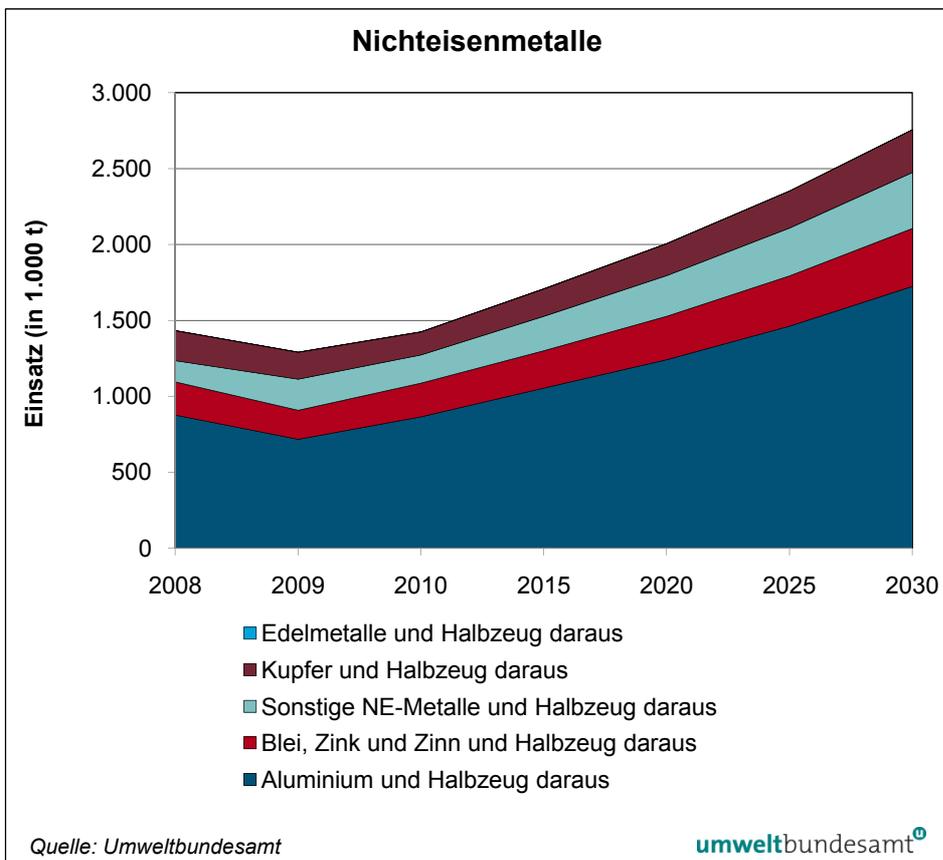
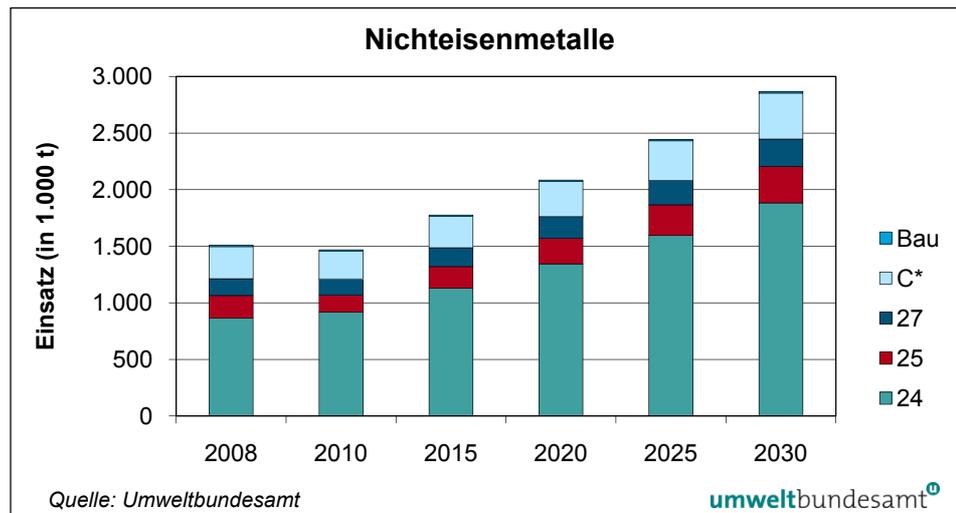


Abbildung 14: Entwicklung des Einsatzes von Nichteisenmetallen (CPA 244) in Österreich.

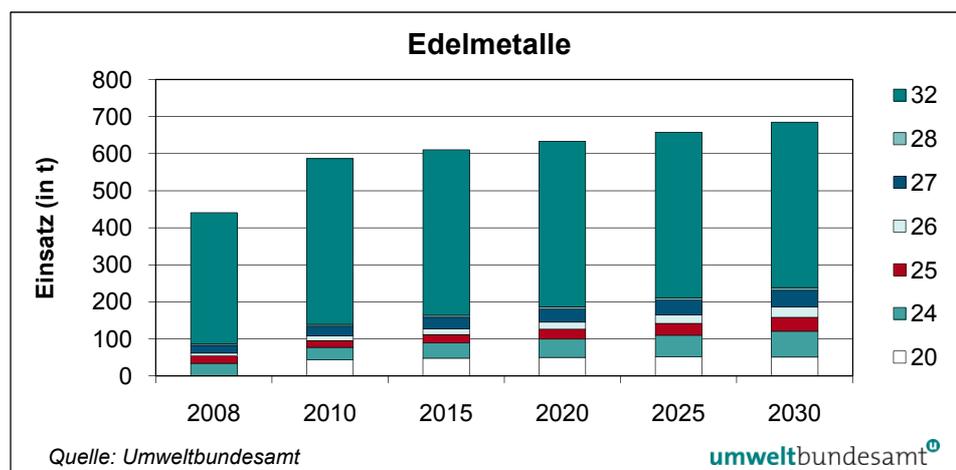


24: Metallerzeugung und -bearbeitung; 25: Herstellung von Metallerzeugnissen; 27: Herstellung von elektrischen Ausrüstungen; C*: andere Branchen aus dem Sektor Herstellung von Waren mit geringem Einsatz.

Abbildung 15: Entwicklung des Einsatzes von Nichteisenmetallen (CPA 244) in Österreich nach Branchen.

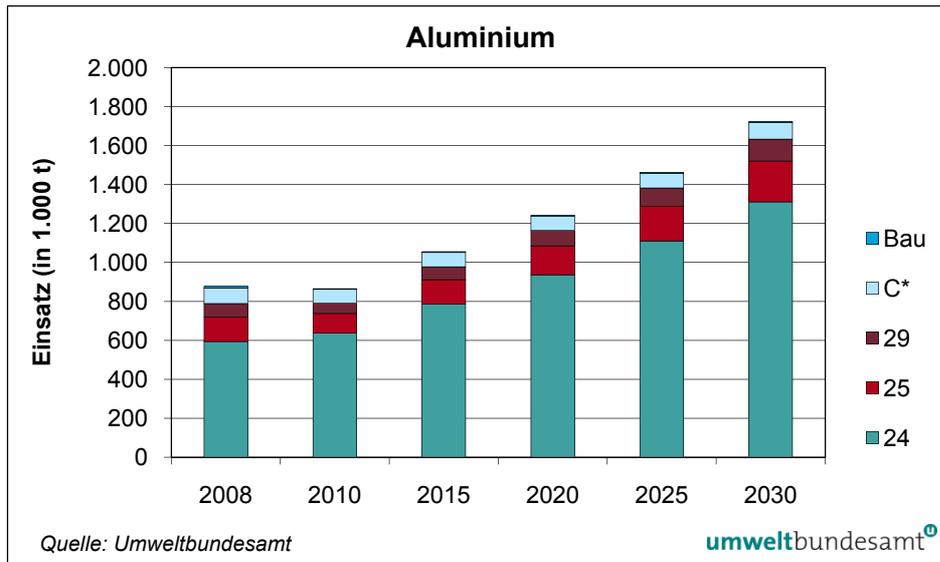
Einsatz von Edelmetallen

In der Sonderauswertung der Gütereinsatzstatistik steigt der Einsatz von Edelmetallen bis 2030 auf 684 t. Die wichtigste Branche für den Einsatz von Nichteisenmetallen ist die Herstellung von sonstigen Waren (32). Da diese Branche in der Klassifizierung nach NACE 2003 nicht existiert, kann ihr auch kein Wirtschaftswachstum zugeordnet werden. Der Einsatz des Jahres 2010 wurde daher fortgeschrieben. Geringe Mengen werden auch in anderen Branchen eingesetzt (siehe Abbildung 16). Eine Differenzierung der einzelnen Metalle ist aus Geheimhaltungsgründen nur für Gold (CPA 244120) möglich. Der Goldeinsatz beträgt 55 t (2008), 75 t (2009) und 53 t (2010) und wird nicht nach Branchen aufgeschlüsselt angegeben. Obwohl der Einsatz nur etwa 10 % der Menge umfasst, beträgt der Wert 86 %, 90 % und 84 % des Wertes der Kategorie Edelmetalle.



20: Herstellung von chemischen Erzeugnissen; 24: Metallerzeugung und -bearbeitung; 25: Herstellung von Metallerzeugnissen; 32: Herstellung von sonstigen Waren.

Abbildung 16: Entwicklung des Einsatzes von Edelmetallen (CPA 2441) in Österreich nach Branchen.

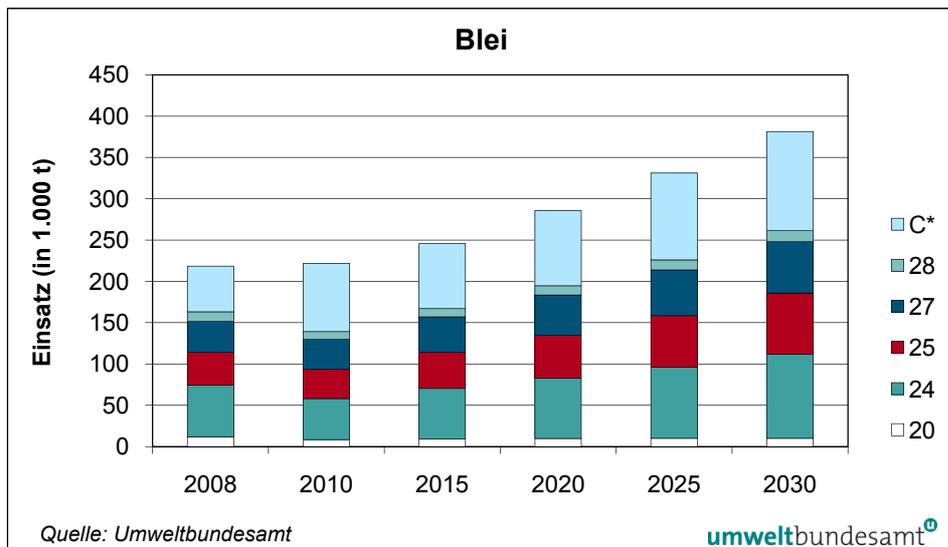


24: Metallerzeugung und -bearbeitung; 25: Herstellung von Metallerzeugnissen; 29: Herstellung von Kraftwagen und -teilen; C*: andere Branchen aus dem Sektor Herstellung von Waren mit geringem Einsatz.

Abbildung 17: Entwicklung des Einsatzes von Aluminium (CPA 2442) in Österreich nach Branchen.

Der Einsatz von Aluminium steigt bis 2030 auf 1,72 Mio. t. Die wichtigste Branche für den Einsatz von Aluminium ist die Metallerzeugung und -bearbeitung (24). Die Herstellung von Metallerzeugnissen (25) und von Kraftwagen und -teilen (29) sind weniger wichtig. Geringere Mengen werden auch in anderen Branchen und im Bau eingesetzt (siehe Abbildung 17).

Einsatz von Aluminium



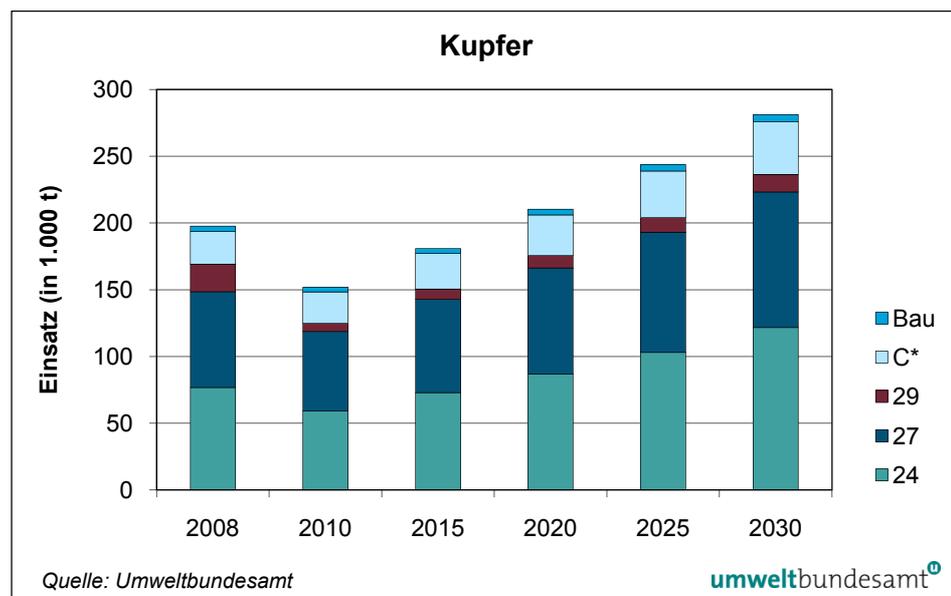
20: Herstellung von chemischen Erzeugnissen; 24: Metallerzeugung und -bearbeitung; 25: Herstellung von Metallerzeugnissen; 27: Herstellung von elektrischen Ausrüstungen; 28: Maschinenbau; C*: andere Branchen aus dem Sektor Herstellung von Waren mit geringem Einsatz.

Abbildung 18 Entwicklung des Einsatzes von Blei (CPA 2443) in Österreich nach Branchen.

Einsatz von Blei Die Mengen an eingesetztem Blei wurden in der Gütereinsatzstatistik nicht angegeben. Aus der Differenzbildung des Güterwertes der Kategorie 244 und der Unterkategorien 2441, 2442, 2444 und 2445 wurde der Güterwert für die Produktkategorie 2443 (Blei) erhalten. Aus dieser Summe wurden die Mengen für die unter die Geheimhaltungspflicht fallenden Branchen abgeschätzt und aufsummiert. Das Ergebnis ist daher mit hoher Unsicherheit behaftet.

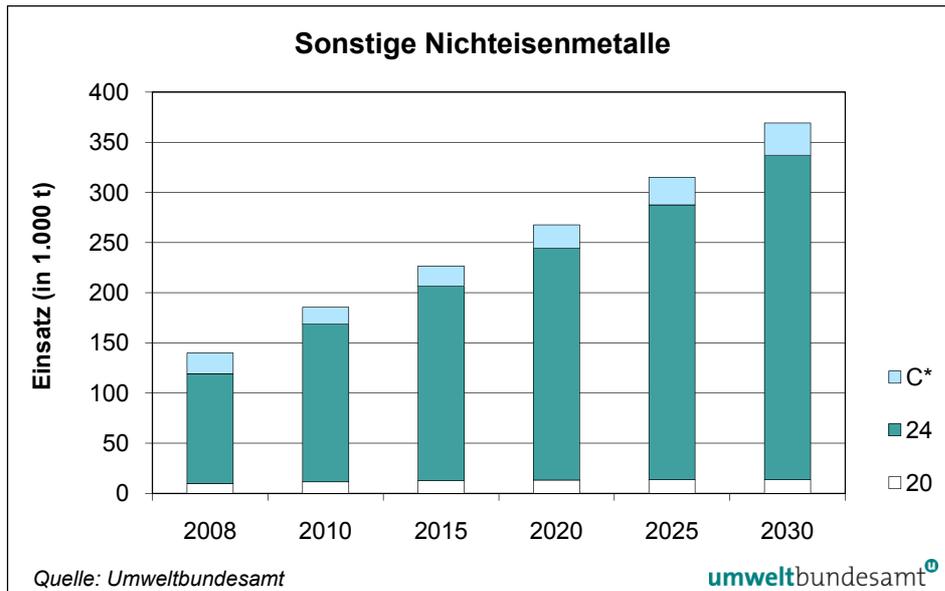
Der Einsatz von Blei steigt bis 2030 auf 375 kt. Die wichtigsten Branchen für den Einsatz von Blei sind die Metallherzeugung und -bearbeitung (24), die Herstellung von Metallherzeugnissen (25) und von elektrischen Ausrüstungen (27). Die Herstellung von chemischen Erzeugnissen (20) und der Maschinenbau (28) ist weniger wichtig. Geringere Mengen werden auch in anderen Branchen eingesetzt (siehe Abbildung 18).

Einsatz von Kupfer Der Einsatz von Kupfer steigt bis 2030 auf 281 kt. Die wichtigsten Branchen für den Einsatz von Kupfer sind die Metallherzeugung und -bearbeitung (24) und die Herstellung von elektrischen Ausrüstungen (27). Die Herstellung von Kraftwagen und -teilen (29) ist weniger wichtig. Geringere Mengen werden auch in anderen Branchen und im Bau eingesetzt (siehe Abbildung 19).



24: Metallherzeugung und -bearbeitung; 27: Herstellung von elektrischen Ausrüstungen; 29: Herstellung von Kraftwagen und -teilen; C*: andere Branchen aus dem Sektor Herstellung von Waren mit geringem Einsatz

Abbildung 19: Entwicklung des Einsatzes von Kupfer (CPA 2444) in Österreich nach Branchen.



20: Herstellung von chemischen Erzeugnissen; 24: Metallerzeugung und -bearbeitung;

C*: andere Branchen aus dem Sektor Herstellung von Waren mit geringem Einsatz.

Abbildung 20: Entwicklung des Einsatzes von sonstigen Nichteisenmetallen (CPA 2445) in Österreich nach Branchen.

Der Einsatz von sonstigen Nichteisenmetallen steigt bis 2030 auf 369 kt. Die wichtigste Branche für den Einsatz von sonstigen Nichteisenmetallen ist die Metallerzeugung und -bearbeitung (24). Die Herstellung von chemischen Erzeugnissen (20) ist weniger wichtig. Geringere Mengen werden auch in anderen Branchen eingesetzt (siehe Abbildung 20).

Einsatz von sonstigen NE-Metallen

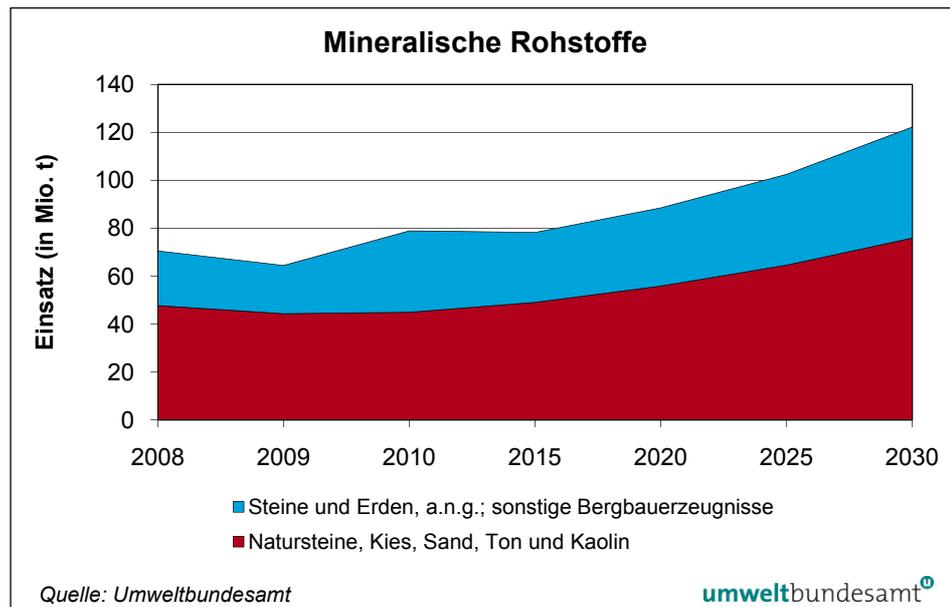
3.4 Mineralische Rohstoffe

Für die Betrachtung der Mineralischen Rohstoffe sind einerseits die eingesetzten Rohstoffe (CPA 08) direkt, andererseits die daraus hergestellten Waren oder Zwischenprodukte (CPA 23) interessant.

3.4.1 Steine und Erden, sonstige Bergbauerzeugnisse

Der Produktcode CPA 08 (Steine und Erden; sonstige Bergbauerzeugnisse) gliedert sich in 081 (Natursteine, Kies, Sand, Ton und Kaolin) und 089 (Steine und Erden, a.n.g.⁵; sonstige Bergbauerzeugnisse).

⁵ a.n.g.: anders nicht genannt, d. h. in keiner anderen Kategorie enthalten.

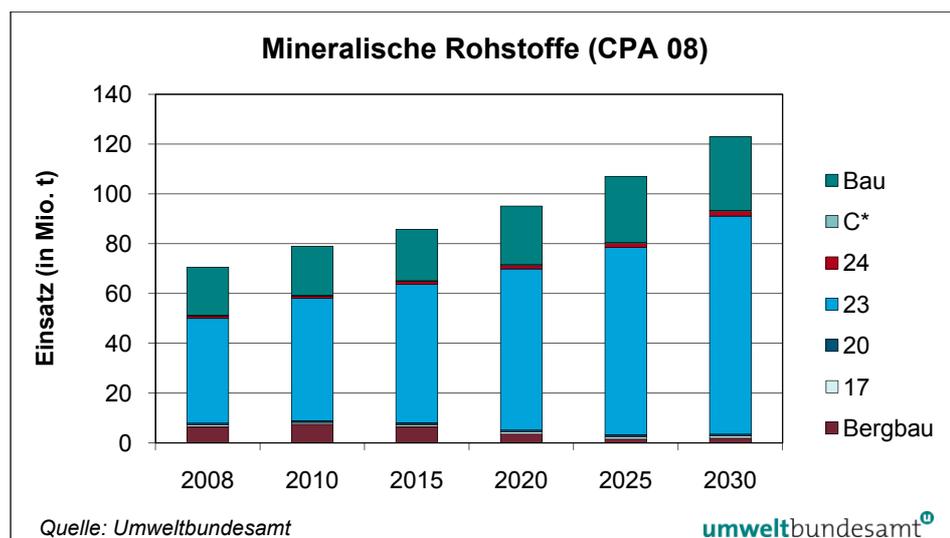


a.n.g.: anders nicht genannt

Abbildung 21: Entwicklung des Einsatzes von Mineralischen Rohstoffen (CPA 08) in Österreich.

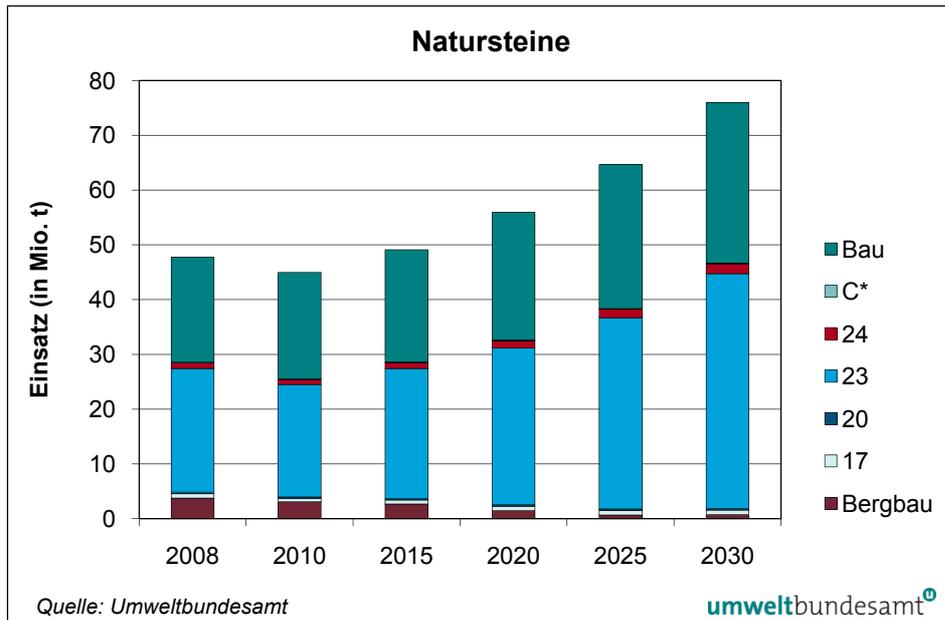
Einsatz von mineralischen Rohstoffen

Der Einsatz von mineralischen Rohstoffen steigt bis 2030 auf 123 Mio. t (siehe Abbildung 21). Die wichtigste Branche für den Einsatz von mineralischen Rohstoffen ist die Herstellung von Glas/-waren, Keramik u. Ä (23). Auch wichtig ist der Bau. Die Herstellung von Papier/Pappe und Waren daraus (17), von chemischen Erzeugnissen (20) und die Metallerzeugung und -bearbeitung (24) sind weniger wichtig. Geringere Mengen werden auch im Bergbau und in anderen Branchen eingesetzt (siehe Abbildung 22).



17: Herstellung von Papier/Pappe und Waren daraus; 20: Herstellung von chemischen Erzeugnissen; 23: Herstellung von Glas/-waren, Keramik u. Ä.; 24: Metallerzeugung und -bearbeitung; C*: andere Branchen aus dem Sektor Herstellung von Waren mit geringem Einsatz.

Abbildung 22: Entwicklung des Einsatzes von Mineralischen Rohstoffen (CPA 08) in Österreich nach Branchen.



17: Herstellung von Papier/Pappe und Waren daraus; 20: Herstellung von chemischen Erzeugnissen; 23: Herstellung von Glas/-waren, Keramik u. Ä.; 24: Metallerzeugung und -bearbeitung; C*: andere Branchen aus dem Sektor Herstellung von Waren mit geringem Einsatz.

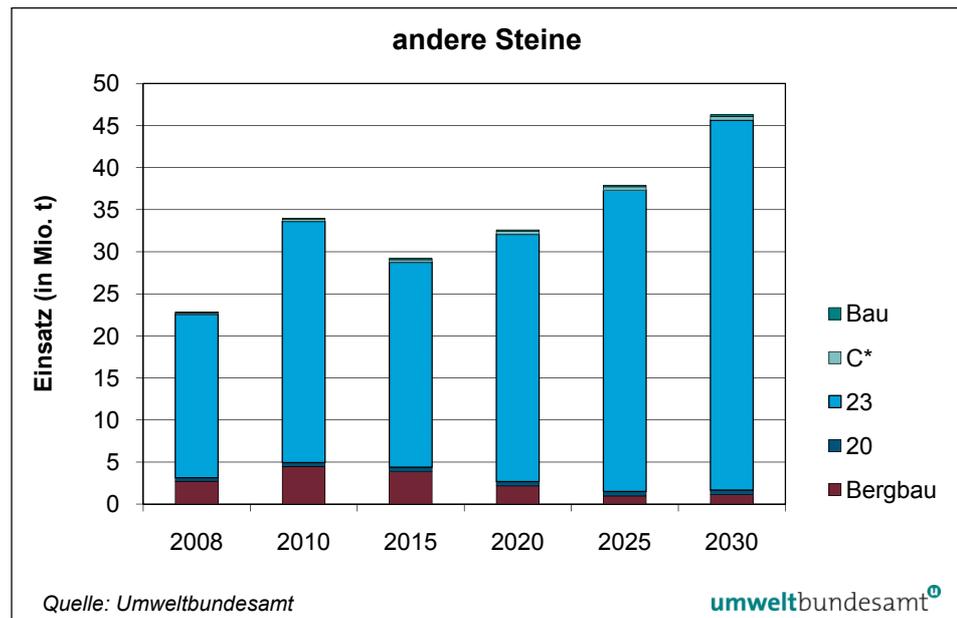
Abbildung 23: Entwicklung des Einsatzes von Natursteinen (CPA 081) in Österreich nach Branchen.

Der Einsatz von Natursteinen steigt bis 2030 auf 76,0 Mio. t. Die wichtigsten Branchen für den Einsatz von Natursteinen sind die Herstellung von Glas/-waren, Keramik u. Ä (23) und der Bau. Die Herstellung von Papier/Pappe und Waren daraus (17), von chemischen Erzeugnissen (20) und die Metallerzeugung und -bearbeitung (24) sind weniger wichtig. Geringere Mengen werden auch im Bergbau und in anderen Branchen eingesetzt (siehe Abbildung 23).

Einsatz von Natursteinen

Der Einsatz von anderen Steinen steigt bis 2030 auf 46,3 Mio. t. Die wichtigste Branche für den Einsatz von anderen Steinen ist die Herstellung von Glas/-waren, Keramik u. Ä (23). Geringere Mengen werden auch im Bergbau, Bau, der Herstellung von chemischen Erzeugnissen (20) und in anderen Branchen eingesetzt (siehe Abbildung 24).

Einsatz von anderen Steinen



20: Herstellung von chemischen Erzeugnissen; 23: Herstellung von Glas/-waren, Keramik u. Ä.;
C*: andere Branchen aus dem Sektor Herstellung von Waren mit geringem Einsatz.

Abbildung 24: Entwicklung des Einsatzes von anderen Steinen (CPA 089) in Österreich nach Branchen.

3.4.2 Glas, Keramik, verarbeitete Steine und Erden

Der Produktcode CPA 23 (Glas und Glaswaren, Keramik, verarbeitete Steine und Erden) gliedert sich in 231 (Glas und Glaswaren), 232 (Feuerfeste keramische Werkstoffe und Waren), 233 (Keramische Baumaterialien), 234 (Sonstige Porzellan- und keramische Erzeugnisse), 235 (Zement, Kalk, gebrannter Gips), 236 (Erzeugnisse aus Beton, Zement und Gips), 237 (Bearbeitete und verarbeitete Naturwerksteine und Natursteine, a.n.g.) und 239 (Sonstige Erzeugnisse aus nichtmetallischen Mineralien).

Die Sonderauswertung der Gütereinsatzstatistik (STATISTIK AUSTRIA 2011b) kann für diese Produktkategorie meist nicht in Tonnen umgerechnet werden, da einerseits von Waren oft nur der Wert bekannt ist, andererseits einige Daten der Geheimhaltungsverpflichtung unterliegen.

Für die Gesamtkategorie (23) wird nur für den Bergbau eine Referenz in Tonnen und Wert angegeben (5,6 kt und 257.000 € im Jahr 2008). Dieser Wert liegt aber deutlich unter den Angaben für die Herstellung von Waren (1,0 Mrd. €) und den Bau (1,2 Mrd. € im Jahr 2008), sodass eine Hochrechnung nicht sinnvoll ist.

Für die Kategorie 231 (Glas und Glaswaren) wird nur der Wert (im Jahr 2008: Herstellung von Waren 560 Mio. €, Bau 15,8 Mio. €), aber keine Referenz in Tonnen angegeben.

Einsatz von keramischen Werkstoffen

Für die Kategorie 232 (Feuerfeste keramische Werkstoffe und Waren) wurden die Tonnagen für den Bau aus den Angaben für die Herstellung von Waren hochgerechnet. Der Gütereinsatz steigt in dieser Kategorie bis 2030 auf 415 kt (siehe Abbildung 25). Die wichtigsten Branchen für den Einsatz von anderen

Steinen sind die Metallerzeugung und -bearbeitung (24) und die Herstellung von Glas/-waren, Keramik u. Ä. (23). Geringere Mengen werden auch im Bau und in anderen Branchen eingesetzt (siehe Abbildung 26).

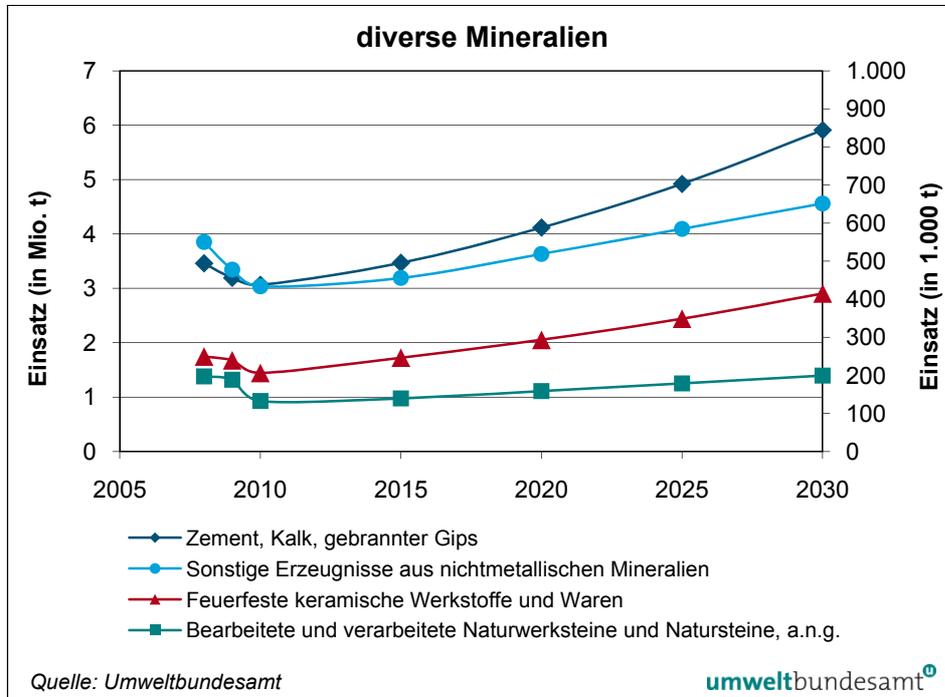
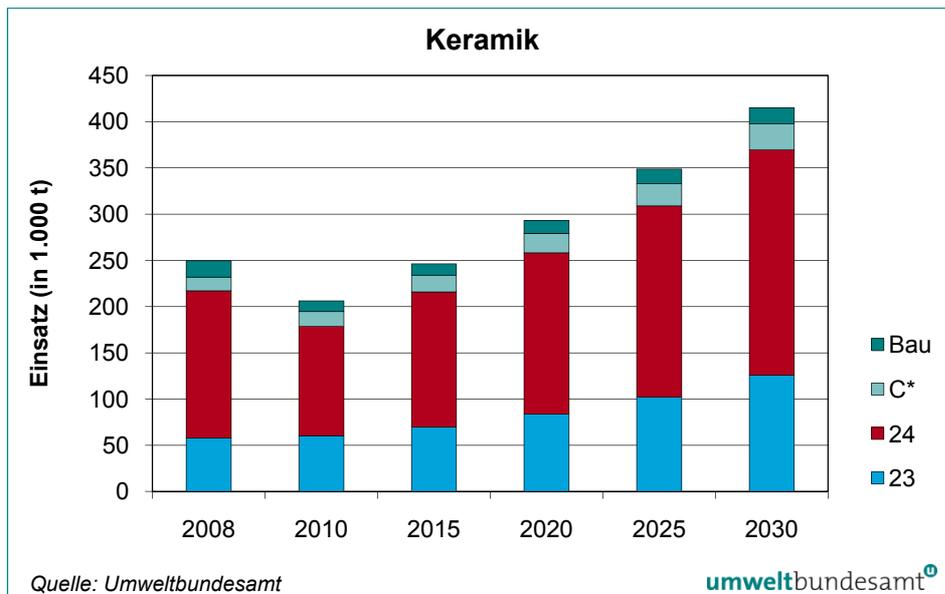


Abbildung 25: Entwicklung des Einsatzes von diversen Mineralien (CPA 23) in Österreich. Feuerfeste Werkstoffe und Natur(werk)steine werden auf der Sekundärachse dargestellt.



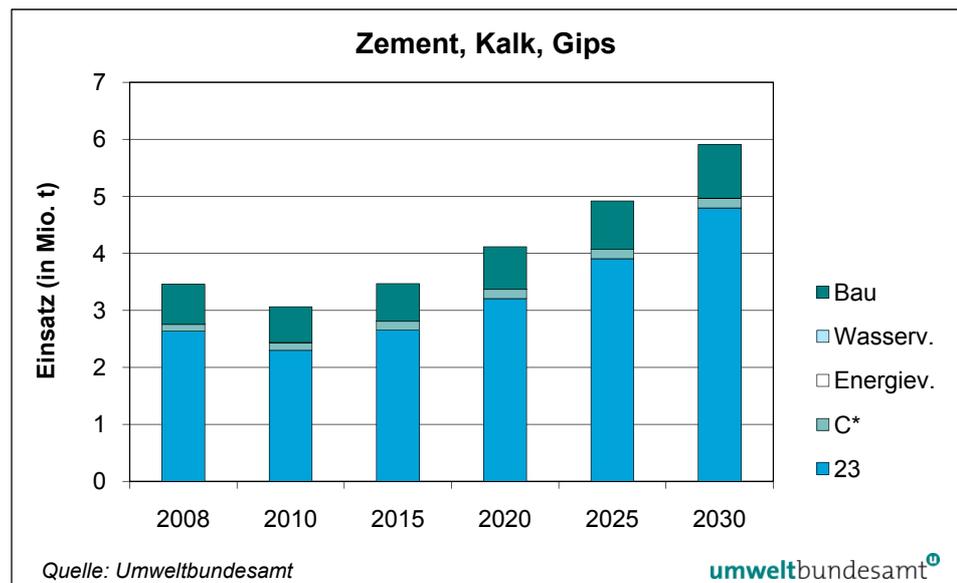
23: Herstellung von Glas/-waren, Keramik u. Ä.; 24: Metallerzeugung und -bearbeitung;
 C*: andere Branchen aus dem Sektor Herstellung von Waren mit geringem Einsatz.

Abbildung 26: Entwicklung des Einsatzes von feuerfesten keramischen Werkstoffen und Waren (CPA 232) in Österreich nach Branchen.

Einsatz von keramischen Baumaterialien

Für die Kategorie 233 (Keramische Baumaterialien) wird für die Branche 16 (Herstellung von Holzwaren; Korbwaren) im Jahr 2008 ein Einsatz von 63 kt mit einem Wert von 30 Mio. € angegeben. Für den Bau ist im Jahr 2008 ein mehr als doppelt so hoher Wert von 68,8 Mio. € angegeben. Auf eine Extrapolation des Einsatzes wurde daher verzichtet.

Für die Kategorie 234 (Sonstige Porzellan- und keramische Erzeugnisse) wird der Güterwert nur für einzelne Branchen (50,7 Mio. € im Jahr 2008) und den Bau (31,9 Mio. €) angegeben. Eine Umrechnung auf Tonnen ist daher nicht möglich.



23: Herstellung von Glas/-waren, Keramik u. Ä.; C*: andere Branchen aus dem Sektor Herstellung von Waren mit geringem Einsatz.

Abbildung 27: Entwicklung des Einsatzes von Zement, Kalk und Gips (CPA 235) in Österreich nach Branchen.

Für die Kategorie 235 (Zement, Kalk, gebrannter Gips) steigt der Gütereinsatz bis zum Jahr 2030 auf 5,9 Mio. t (siehe Abbildung 25). Die wichtigsten Branchen sind die Herstellung von Glas/-waren, Keramik u. Ä (23) und der Bau. Geringere Mengen werden auch in anderen Branchen eingesetzt (siehe Abbildung 27).

Für die Kategorie 236 (Erzeugnisse aus Beton, Zement und Gips) sind für drei Branchen (Herstellung von Holzwaren; Korbwaren (16), von Metallerzeugnissen (25) und Maschinenbau (28)) Tonnen und Werte angegeben. Allerdings ist der Wert mit in Summe 28 Mio. € deutlich geringer als der Wert der Branche Bau von 809 Mio. € (Werte für das Jahr 2008). Da sich die Preise pro Tonne in den Branchen um den Faktor 20 unterscheiden, wurde auf eine Extrapolation des Einsatzes verzichtet.

Für die Kategorie 237 (Bearbeitete und verarbeitete Naturwerksteine und Natursteine, a.n.g.) ist der Einsatz nur für den Bau angegeben, der Einsatz in den anderen Branchen ist geheim. Der Gütereinsatz dieser Kategorie im Bau sinkt von 2008 (197 kt) bis 2010 (133 kt) stark und steigt bis 2030 knapp über das Niveau von 2008 (199 kt; siehe Abbildung 25).

Auch für die Kategorie 239 (Sonstige Erzeugnisse aus nichtmetallischen Mineralien) ist der Einsatz nur für den Bau angegeben. Für die Kategorie C (Herstellung von Waren) ist allerdings der Güterwert angegeben, der mit 119 Mio. € in einer ähnlicher Größenordnung wie der Güterwert des Baus (166 Mio. €) liegt (Angaben für das Jahr 2008). Der Gütereinsatz steigt in dieser Kategorie bis 2030 auf 4,6 Mio. t (siehe Abbildung 25).

4 SELTENE METALLE

4.1 Seltene Metalle weltweit

Versorgungsrisiko

FRAUNHOFER ISI (2010) schätzte für die Europäische Union die wirtschaftliche Bedeutung der einzelnen Metalle und das Versorgungsrisiko ab. Dabei wurde das Versorgungsrisiko dann als hoch eingeschätzt, wenn die Reichweite des bestehenden Bergbaus kurz ist, der Abbau der Metallerze auf wenige Firmen bzw. Länder beschränkt ist, die Hauptlieferländer politisch/sozial instabil sind und/oder die jeweiligen Metalle schwer substituierbar sind. Jene Metalle, die sowohl eine große wirtschaftliche Bedeutung als auch ein hohes Versorgungsrisiko aufweisen, wurden als „kritische“ Metalle bzw. im Sinne dieses Berichts als „seltene“ Metalle identifiziert (siehe Abbildung 28).

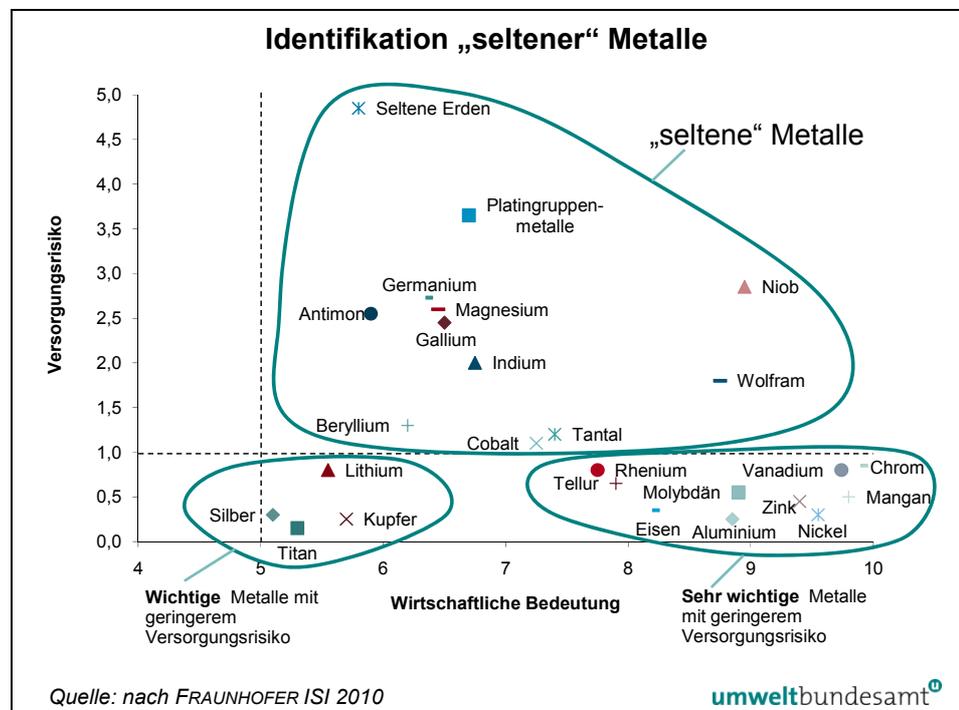


Abbildung 28: Identifikation „seltener“ Metalle (nach FRAUNHOFER ISI 2010).

Neben FRAUNHOFER ISI (2010) schätzten auch UNEP & ÖKO-INSTITUT (2009) das Versorgungsrisiko vor allem in Hinblick auf den Bedarf von Metallen für Technologien der Zukunft ab. Wie in Tabelle 10 zu sehen, gibt es einige Überschneidungen. Jedoch wurden von UNEP & ÖKO-INSTITUT (2009) auch Lithium und Tellur als seltene Metalle kategorisiert.

Die Liste der Metalle in Tabelle 10 wird auch für Österreich als repräsentativ angesehen. Im vorliegenden Bericht werden die in dieser Tabelle angeführten Metalle/Metalloide in weiterer Folge als „seltene Metalle“ betrachtet.

Tabelle 10: Seltene Metalle (in alphabetischer Reihenfolge) (FRAUNHOFER ISI 2010, UNEP & ÖKO-INSTITUT 2009).

	kritische Metalle für die Technologien der Zukunft in Europa	Versorgungsengpässe für OECD Länder könnten in der Zeit bis auftreten
Antimon	X	
Beryllium	X	
Gallium	X	2014
Germanium	X	2050
Indium	X	2014
Kobalt	X	2050
Lithium		2020
Magnesium	X	
Niob	X	
Platingruppenmetalle ^{a)}	X	2020
Seltene Erden ^{b)}	X	2020
Tantal	X	2020
Tellur		2014
Wolfram	X	

^{a)} Ruthenium, Rhodium, Palladium, Osmium, Iridium, Platin

^{b)} Scandium, Yttrium, Lanthan, Cer, Praseodym, Neodym, Promethium, Samarium, Europium, Gadolinium, Terbium, Dysprosium, Holmium, Erbium, Thulium, Ytterbium und Lutetium

Seltene Metalle kommen zumeist in Verbindung mit anderen Metallen vor, was ihre Gewinnung erschwert. Ein Überblick über die Kopplungen der Metalle wird in Abbildung 29 gegeben.

Verbindung mit anderen Metallen

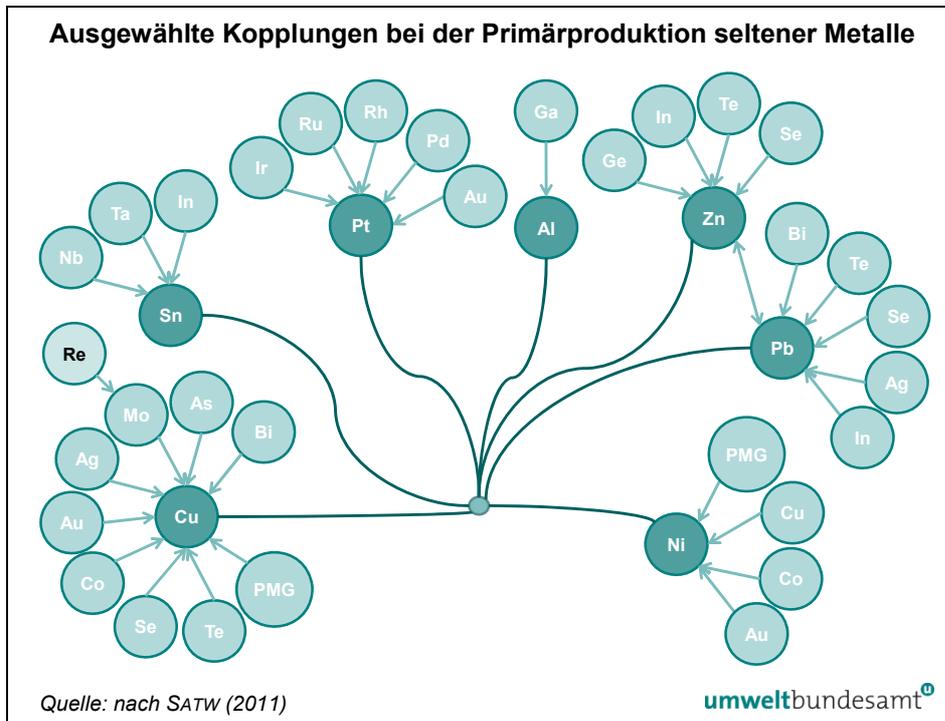


Abbildung 29: Ausgewählte Kopplungen bei der Primärproduktion von seltenen Metallen.

4.1.1 Weltweiter Abbau

**deutlicher
Preisanstieg**

Obwohl der weltweite Abbau der meisten Metalle im Jahrzehnt von 2000 bis 2010 deutlich zugenommen hat, sind auch die Preise dieser Metalle durchwegs kräftig angestiegen (siehe Abbildung 30 und Abbildung 31; siehe auch Annex Tabelle 30 und Tabelle 29). Der Preisanstieg ist ein Hinweis darauf, dass bei zunehmendem Bedarf die Versorgungskapazitäten nicht entsprechend schnell mitwachsen und damit die Marktmacht der größten Produzenten zunimmt bzw. Raum für Rohstoffspekulationen geschaffen wird. Während der weltwirtschaftlichen Hochkonjunktur von 2002 bis 2007 kam es zu einem Preisanstieg, im Jahr der Finanzkrise 2008 zu einem Verfall, danach zu einem neuerlichen Preisanstieg in Zeiten wirtschaftlicher Erholung 2009/2010. Der Preisanstieg könnte aber zum Teil auch dadurch verursacht sein, dass die weitere Ausbeutung der Rohstoffe mit steigenden Kosten für die Gewinnung verknüpft ist.

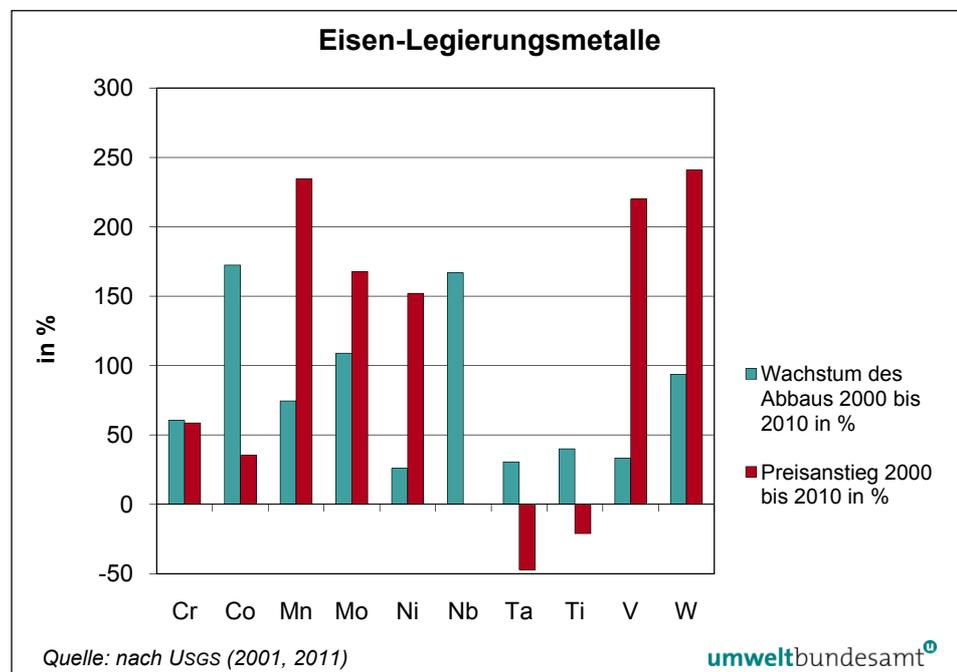


Abbildung 30: Zunahme des weltweiten Abbaus und Preisanstieg von 2000–2010 für Eisen-Legierungsmetalle.

**Preisverfall bei
Ta und Ti**

Die in Abbildung 30 gezeigten Preisrückgänge bei Tantal und Titan können wie folgt erklärt werden:

- Bei Tantal ergaben sich bereits im Jahr 2000 Versorgungsprobleme und damit hohe Preise. Die Versorgungsprobleme wurden durch eine Verdopplung der Abbaukapazität in Australien (dem damals größten Produzenten) gelöst. Danach wurde die Produktion in verschiedenen afrikanischen Staaten aufgenommen. Als Ergebnis entspricht der Tantalpreis des Jahres 2010 wieder demjenigen von 1998 (USGS 2001, 2011).
- Die Titanversorgung ist nicht durch die natürlichen Vorkommen sondern durch die Kapazität der metallurgischen Behandlung limitiert. Diese wurde in verschiedenen Staaten 2009 und 2010 ausgeweitet (USGS 2011).

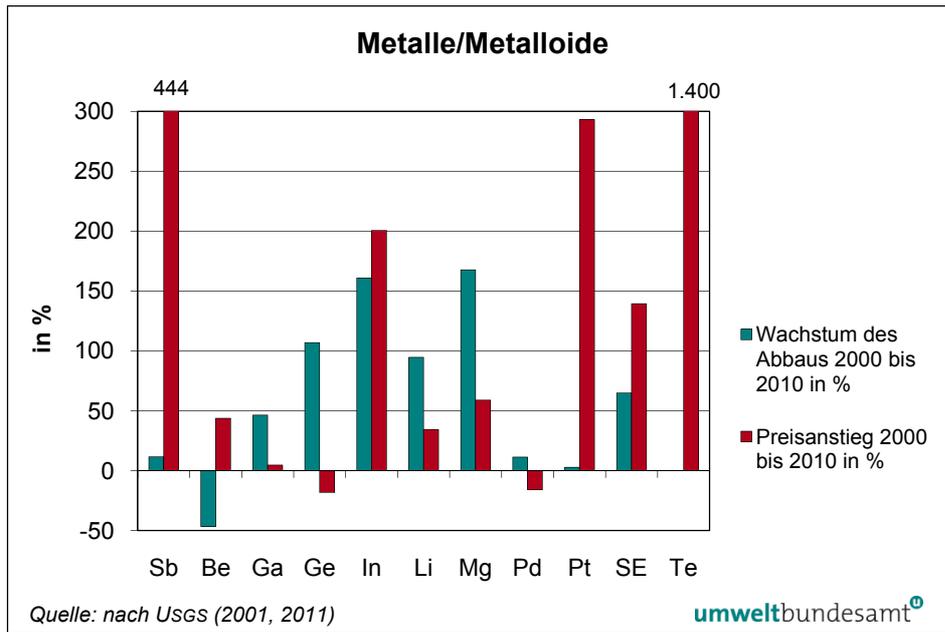


Abbildung 31: Wachstum des weltweiten Abbaus und Preisanstieg von 2000–2010 für weitere ausgewählte Metalle/Metalloide (SE = seltene Erden).

Tabelle 11 zeigt die Hauptverwendungen und die Herkunftsländer der seltenen Metalle. Zu sehen ist, dass sie für Elektronik, Elektrotechnik und Metalllegierungen von herausragender Bedeutung sind. Auch zu sehen ist, dass China bei rund der Hälfte dieser Metalle nicht nur der Hauptproduzent, sondern auch mit einem Marktanteil von jeweils über 50 % marktbeherrschend ist.

Tabelle 11: Verwendung und Herkunftsländer der seltenen Metalle (USGS 2011, SATW 2011, SALHOFER 2011, ANONYMUS 2011).

Metall	Verwendung				Herkunftsländer (%-Anteil an der Weltproduktion 2010)
	Elektro(nik)geräte	Elektro-Kfz	Gebäude	Sonstige	
Antimon	X				China (89), Bolivien (2), Südafrika (2)
Beryllium	X				USA (89), China (11)
Gallium	X				China (83), Japan (17)
Germanium	X	X	X		China (79), USA (14), Russland (7)
Indium	X	X	X		China (52), Südkorea (14), Japan (12)
Kobalt	(X)	X		X	Kongo (51), Sambia (13), Kanada (7)
Lithium	X	X			Chile (35), Australien (34), China (18)
Magnesium	X		X		China (86), Russland (5), Israel (4)
Niob	(X)	X			Brasilien (92), Kanada (7)

Metall	Verwendung				Herkunftsländer (%-Anteil an der Weltproduktion 2010)
	Elektro(nik)geräte	Elektro-Kfz	Gebäude	Sonstige	
Palladium	X	X	X	Kontakte in Computern, Mobiltelefonen, TV-Geräten	Russland (44), Südafrika (37), USA (6)
Platin	X	X	X	Kontakte in Computern, Mobiltelefonen, TV-Geräten, Schmuck, Katalysatoren	Südafrika (75), Russland (13), Simbabwe (5)
seltene Erden	X	X	X	Katalysatoren, Permanentmagneten, Legierungen, Bildschirmbeschichtungen	China (97), Indien (2)
Tantal	X			Elektronik, Spezialstahl, AKW, Raketen, Flugzeugturbinen, Mikrokondensatoren für Mobiltelefone	Brasilien (27), Mosambik (16), Ruanda (15)
Tellur			X	Legierungselement, Gummistabilisierung, Solarzellen	Japan, Russland, Peru
Wolfram			X	Stahlerzeugung, Maschinenbau, Lampen	China (80), GUS, Kanada

IKT = Informations- und Kommunikationstechnologie, AKW = Atomkraftwerk

4.1.2 Zukunftstechnologien

ANGERER et al. (2009) haben für 32 „Zukunftstechnologien“ abgeschätzt, wie stark ihr Anteil an der Weltproduktion von 19 seltenen Metallen des Jahres 2006 war und wie groß der Metallbedarf dieser Technologien im Jahr 2030, bezogen auf die Weltproduktion 2006, voraussichtlich sein wird (siehe Tabelle 12).

Tabelle 12: Effekt von 32 „Zukunftstechnologien“ auf die Weltproduktion von 19 seltenen Metallen/Metalloiden 2006 und 2030, geordnet nach dem größten Effekt im Jahr 2030 (ANGERER et al. 2009).

Metall/ Metalloid	weltweiter Bedarf der 32 Technologien, bezogen auf die Weltproduktion im Jahr 2006 (= 100 %)		Zukunftstechnologien, die den größten Bedarf verursachen
	Bedarf im Jahr 2006	Bedarf im Jahr 2030	
Gallium	28 %	609 %	Dünnschicht-Photovoltaik, Integrierte Schaltkreise, WLEDs (Weißlicht-emittierende Dioden)
Neodym (seltene Erden)	55 %	382 %	Permanentmagnete, Lasertechnologie
Indium	40 %	329 %	Bildschirme, Dünnschicht-Photovoltaik
Germanium	31 %	244 %	Glasfaserkabeln, optische Infrarottechnologien
Scandium	niedrig	228 %	Brennstoffzellen, Aluminiumlegierungen
Platin	niedrig	156 %	Brennstoffzellen, Katalysatoren
Tantal	39 %	101 %	Mikrokondensatoren, medizinische Technologien
Silber	26 %	78 %	RFID (Radio-Frequenz-Identifikation), bleifreie Leichtlötlötmittel
Zinn	62 %	77 %	bleifreie Leichtlötlötmittel, transparente Elektroden
Kobalt	19 %	40 %	Lithiumionen-Batterien, synthetische Brennstoffe
Palladium	10 %	34 %	Katalysatoren, Meerwasserentsalzung
Titan	8 %	29 %	Meerwasserentsalzung, Implantate
Kupfer	9 %	24 %	effiziente Elektromotoren, RFID
Selen	niedrig	11 %	Dünnschicht-Photovoltaik, Legierungen

Metall/ Metalloid	weltweiter Bedarf der 32 Technologien, bezogen auf die Weltproduktion im Jahr 2006 (= 100 %)		Zukunftstechnologien, die den größten Bedarf verursachen
	Bedarf im Jahr 2006	Bedarf im Jahr 2030	
Niob	1 %	3 %	Mikrokondensatoren, Stahllegierungen
Ruthenium	0	3 %	farbsensible Solarzellen, Titanlegierungen
Yttrium	niedrig	1 %	Supraleiter, Lasertechnologie
Antimon	niedrig	niedrig	ATO (Antimon-Zinn-Oxide), Mikrokondensatoren
Chrom	niedrig	niedrig	Meerwasserentsalzung, Meerestechnologien

Da die in Tabelle 12 angeführten Zukunftstechnologien zum größten Teil zentrale Bedeutung für die österreichische Elektro- und Elektronikindustrie bzw. Umweltindustrie haben, kann die Schlussfolgerung gezogen werden, dass auch für Österreich die Bedeutung der Metalle Gallium, Indium, Germanium, Platin, Tantal und der seltenen Erden zunehmen wird.

4.2 Seltene Metalle in Österreich

4.2.1 Abbau und Erzeugung

Von den seltenen Metallen wird in Österreich lediglich Wolfram als Erz abgebaut und zum Metall Wolfram verhüttet.

**Wolfram und
Magnesit**

Des Weiteren gibt es einen bedeutenden Magnesitabbau. Das gewonnene Magnesit wird zurzeit zwar lediglich in seiner mineralischen Form verwendet, könnte in Zukunft aber auch als Quelle für metallisches Magnesium genutzt werden. Deshalb wird hier auch der Abbau von Magnesit in Österreich kurz beschrieben.

Darüber hinaus gibt es natürliche Vorkommen von Lithium (Kärntner Koralpe) und Antimon (Schlaining, Burgenland), die im Rahmen des österreichischen Rohstoffplans zur Rohstoffsicherung empfohlen wurden (BMWfJ 2011).

**Lithium und
Antimon**

4.2.1.1 Wolframerz

Das bedeutendste Vorkommen von Wolframerz (Scheelit) in Europa befindet sich im Felbertal in den Hohen Tauern (Salzburg) (UMWELTBUNDESAMT 2009).

Die Produktion im Scheelit-Bergbau Mittersill der Wolfram Bergbau- und Hütten AG (siehe Tabelle 13) wurde nach dem Krisenjahr 2009 erhöht und erreichte im Jahr 2010 wieder rund 430.000 t Erz. Davon wurden 11.300 t im Rahmen von weiteren Schürfarbeiten im Tagbau Ostfeld gefördert (BMWfJ 2011).

Auch ohne Berücksichtigung des Krisenjahres 2009 ist ein leicht rückläufiger Trend bei der Wolframerzproduktion zu verzeichnen (siehe Tabelle 14 und Abbildung 32).

1,4 % der Weltproduktion an Wolfram

Im weltweiten Ranking nahm Österreich im Jahr 2009 den 5. Platz unter den wolframerzeugenden Ländern ein und trug 1,4 % zur Weltproduktion bei (WEBER et al. 2011).

Tabelle 13: Förderung, Erzeugung und Belegschaft im Wolframerzbergbau im Jahr 2010 (BMWFJ 2011).

Bundesland	Salzburg
Betriebsstätten	1
beschäftigte Personen	69
Förderung Wolframerz (in 1.000 t)	430
Erzeugung Wolframkonzentrat (in 1.000 t)	3,8

Tabelle 14: Wolframerzabbau, Wolframerzeugung und Magnesitabbau in Österreich (BMWFJ 2010, 2011, WEBER et al. 2011).

	2005	2006	2007	2008	2009	2010
	(in kt/a)					
Wolframerz	473	400	435	434	344	430
Wolfram	1,28	1,15	1,12	1,12	0,89	1,11
Magnesit	694	769	812	837	545	757

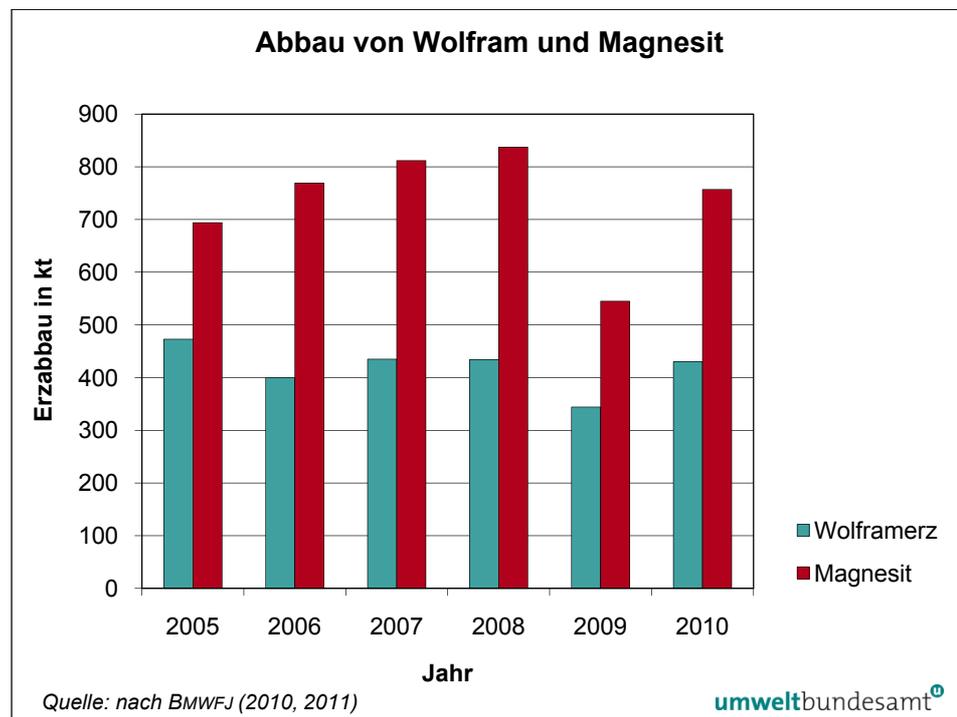


Abbildung 32: Historische Entwicklung des Wolframerz- und Magnesit-Abbaus in Österreich (BMWFJ 2010, 2011).

4.2.1.2 Magnesit

In Österreich beschäftigen sich drei Unternehmen mit insgesamt acht Bergbaubetrieben mit dem Abbau von Magnesit (siehe Abbildung 33 und Tabelle 15). Nach einem stabilen Wachstum des Abbaus von Magnesit in Österreich, brach die Produktion im Jahr 2009 aufgrund verringerter Nachfrage ein, erholte sich aber wieder im Jahr 2010 (siehe Tabelle 14 und Abbildung 32 oben).

Im Jahr 2009 förderte Österreich mit 545.000 t 2,24 % der Weltproduktion und lag damit an 6. Stelle der Magnesitförderländer (WEBER et al. 2011).

2,24 % der Weltproduktion an Magnesit

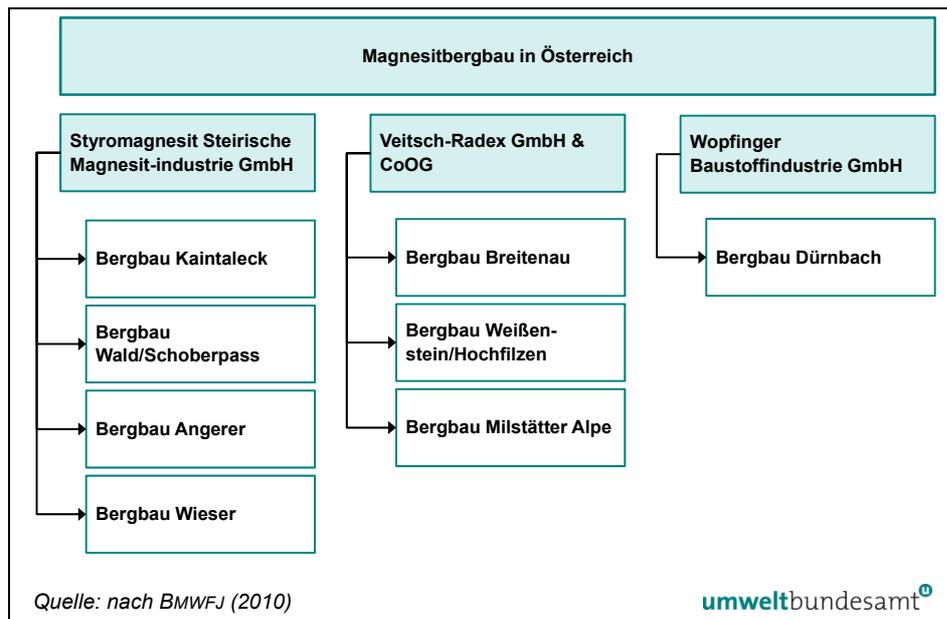


Abbildung 33: Struktur des Österreichischen Magnesit Bergbaus (BMWFJ 2010).

Tabelle 15: Förderung, Erzeugung und Belegschaft im Magnesit-Bergbau im Jahr 2010 (BMWFJ 2011).

Bundesland	Steiermark	Kärnten	Tirol	Gesamt
Betriebsstätten	6	1	1	8
beschäftigte Personen	59	13	26	98
Förderung Rohmagnesit (in kt)	505	76	175	757
Erzeugung Sintermagnesit (in kt)	167		97	264
Erzeugung kaustischer Magnesit (in kt)	52			52
Erzeugung Massen Sonderkörnungen (in kt)			114	114

4.2.2 Primärerzeugung

Das im Felbertal in den Hohen Tauern abgebaute Scheelit wird in Mittersill konzentriert und in der Hütte Bergla in St. Martin in der Steiermark zu Wolfram, Wolframoxid und Wolframcarbid verhüttet. Dort werden auch zugekaufte Konzentrate verarbeitet (UMWELTBUNDESAMT 2004).

Von der Plansee-Gruppe mit dem Hauptwerk in Breitenwang (Tirol) werden unter anderem Wolfram sowie Legierungen, Zwischen- und Endprodukte aus Wolfram, Niob und Tantal erzeugt.

Wolfram-Legierungen

Folgende Wolfram-Legierungen werden von der Plansee-Gruppe hergestellt: Wolfram-Lanthanoxid, Wolfram-Thoriumoxid, Wolfram-Ceroxid, kornstabilisiertes (thorisiertes) Wolfram, Wolfram-Rhenium, Wolframcarbid-Silberwerkstoff, INERMET-Wolframlegierungen (Nickel-Kupferanteil).

Aus Niob wird eine Niob-Zirkon-Legierung hergestellt. Typische Anwendungsbereiche sind Komponenten für Speziallampen.

Anwendungsbereiche für die erzeugten Tantalprodukte und Tantallegierungen sind unter anderem Wärmetauscher, Komponenten für den Hochtemperatur-Ofenbau, Elektronik, Beschichtungstechnik und die Medizintechnik (UMWELTBUNDESAMT 2009).

Bei der TIAG in Treibach werden unter anderem erzeugt:

- Wolframpulver;
- Wolfram-, Tantal-, Niob-, Titan- sowie Mischcarbide, Ti-Carbonitride oder Sondercarbide für hoch verschleißfeste Werkzeuge und Verschleißteile;
- seltene Erden als Metall oder als Verbindung sowie
- Produkte aus seltenen Erden wie:
 - Seltenerd-Verbindungen für Poliermittel, Zusätze für die Glas-, Keramik- und Stahlindustrie, Katalysatoren, Beschichtungen,
 - Seltenerd-Salze als Katalysatoren in der Industrie und im Automobilbereich,
 - Yttriumoxid als Gießformenzusatz im Präzisionsfeinguss,
 - Zündsteine (UMWELTBUNDESAMT 2004).

4.2.3 Sekundärerzeugung von seltenen Metallen in Österreich

Die BMG Metall und Recycling GmbH in Arnoldstein ist die einzige Sekundärbleihütte in Österreich. Ein wichtiges Produkt ist mit einer Jahresproduktion von ca. 14.000 t/a „Antimonblei“ welches einen Antimonanteil von ca. 2 % enthält (UMWELTBUNDESAMT 2004).

In Hinblick auf die seltenen Metalle ist die Montanwerke Brixlegg AG für die Produktion von Platin und Palladium, als Nebenprodukt der Erzeugung von Silber und Gold, welche wiederum als Nebenprodukt von Kupfer aus 160.000 t Kupferschrotten pro Jahr erzeugt wird, von Bedeutung (MONTANWERKE BRIXLEGG 2009).

Metallrecycling

Seit 1978 wird bei der TIAG in Treibach auch Metallrecycling, heute vor allem von Vanadium-, Molybdän- und Nickel-haltigen Produktionsrückständen betrieben. Ni-, Mo-, V-, Cr- und Cu-haltige Abfall- oder Reststoffe sowie das Nickeloxid aus der Nickelröstanlage werden mit Eisenschrott und Zuschlagstoffen zu niedrig legierten Ferrolegierungen verarbeitet. Diese Ferrolegierungen dienen hauptsächlich als Legierungszusätze für die Stahl- und Gussherstellung (UMWELTBUNDESAMT 2004).

4.2.4 Einsatz und Verbrauch seltener Metalle in Österreich

Tabelle 16 zeigt, in welchen Industriesektoren Österreichs Metalle vom Wert her am meisten eingesetzt werden. Dabei sind alle Metalle, inklusive der Massenmetalle, berücksichtigt. Dafür fehlen aber die Sektoren, in welchen Metalle nur in wenigen Betrieben eingesetzt werden und von denen deshalb aus Geheimhaltungsgründen keine Daten veröffentlicht werden dürfen. Zu sehen ist dennoch, dass die Metalle vor allem für die Metallerzeugung, die Metallbearbeitung, die Herstellung sonstiger Waren, den Maschinenbau, Elektrik und Elektronik und den Fahrzeugbau ein wichtiger Input sind.

Wichtig ist noch zu erwähnen, dass die Bautätigkeiten zwar massenmäßig die meisten Metalle verbrauchen, wertmäßig aber nur einen Anteil von rund 4 % umfassen, dass in diesem Bereich also vor allem „billigere“ Metalle eingesetzt werden.

Tabelle 16: Wertmäßiger Sektoranteil des Einsatzes von Metallen und Metallhalbzeugen für das Jahr 2010 (berücksichtigt sind nur jene Sektoren, von denen die Daten veröffentlicht wurden) (STATISTIK AUSTRIA 2011b).

Sektor	wertmäßiger Anteil des Metalleinsatzes (in %)
Metallerzeugung und -bearbeitung	38,89
Herstellung von Metallerzeugnissen	18,54
Herstellung von sonstigen Waren	14,93
Maschinenbau	8,51
Herstellung von elektrischen Ausrüstungen	6,09
Herstellung von Kraftwagen und -teilen	3,96
Sonstige Bautätigkeiten	2,12
Herstellung von Datenverarbeitungsgeräten	1,17
Hochbau	1,07
Herstellung von Gummi- und Kunststoffwaren	0,98
Tiefbau	0,79
Reparatur/Installation von Maschinen	0,68
Sonstiger Fahrzeugbau	0,62
Herstellung von Glas/-waren, Keramik und Ähnlichem	0,46
Herstellung von Holzwaren; Korbwaren	0,32
Herstellung von Möbeln	0,29
Herstellung von Papier/Pappe und Waren daraus	0,18
Herstellung von Nahrungs- und Futtermitteln	0,06

Da die Angabe des Verbrauches von seltenen Metallen Rückschlüsse auf den Geschäftsumfang einzelner Betriebe zulassen könnte, werden von der österreichischen Industrie selten Angaben zu den Strömen der seltenen Metalle veröffentlicht, und wenn dann in hochaggregierter Form.

Tabelle 17 zeigt den Einsatz von Edelmetallen und „sonstigen Nichteisenmetallen“ in Österreich. Beide Kategorien enthalten seltene Metalle, aber nicht ausschließlich. Bei den Edelmetallen war von 2008–2010 massenmäßig ein Rück-

Einsatz von NE- und Edelmetallen

gang, wertmäßig aber ein Anstieg des Einsatzes in Österreich zu verzeichnen. Bei den „sonstigen Nichteisenmetallen“ (laut Kategorie der Statistik Austria) wurden im Jahr 2008 rund 140.000 t mit einem Wert von 756 Mio. € eingesetzt. Tatsächlich dürfte der Wert der seltenen Metalle aber viel höher sein, da die meisten entweder nur in wenigen Firmen der metallverarbeitenden Industrie eingesetzt werden und damit der Geheimhaltung unterliegen, oder in Form von Zwischenprodukten importiert werden, die nicht den Metallkategorien zugeordnet werden.

Tabelle 17: Einsatz der Edelmetalle und der „sonstigen Nichteisenmetalle“ (Nichteisenmetalle ohne Aluminium, Blei, Kupfer, Zink und Zinn) in Österreich (STATISTIK AUSTRIA 2011b).

Metallkategorie	Einheit	2008	2009	2010
Edelmetalle	t	441	564	586
	Mio. €	1.215	1.883	1.885
Sonstige Nichteisenmetalle (nicht Al, Cu, Pb, Sn, Zn)	t	139.938		
	Mio. €	756		

Die Information, welche seltenen Metalle verwendet werden, lässt sich oft nur aus der Produktzusammensetzung erschließen. Es ist daher auch nur in wenigen Fällen möglich, Angaben darüber zu machen, ob das seltene Metall als Rohstoff eingesetzt wird, oder Bestandteil eines Vorprodukts ist.

Für die in Tabelle 10 identifizierten seltenen Metalle sind Betriebe in Österreich in der metallverarbeitenden und in der Elektronikindustrie relevant. Die österreichische Metallindustrie setzt vor allem Legierungsmetalle (wie Kobalt), Refraktärmetalle (Niob, Tantal, Wolfram), Magnesium und seltene Erden ein. Die Elektronikindustrie ist vor allem auf Germanium, Indium und Kobalt angewiesen. Seltene Erden werden überall dort gebraucht, wo Elektromagneten und farbige Leuchtdioden eingesetzt werden. Lithium wird nicht in Österreich verarbeitet, sondern in Form von Lithium-Ionen-Batterien importiert. Antimon wird in bleifreien Löt-Zinnen verwendet. Beryllium, Gallium und Tellur sind bisher noch von geringerer Bedeutung für die österreichische Industrie.

untersch. Massenströme der Metalle

Bei den Massenströmen in der Metallindustrie gibt es erhebliche Unterschiede in den Größenordnungen zwischen den einzelnen Metallen. Während an Stahllegierungsmetallen etwa 100.000 t/a verwendet werden, liegen die Verbräuche für Magnesium und Wolfram knapp über 1.000 t/a. Der Verbrauch der anderen Metalle liegt deutlich unter 1.000 t/a.

In der Elektronikindustrie werden dagegen wesentlich geringere Mengen (unter einer Tonne) eingesetzt. Dies sagt jedoch nichts über den ökonomischen Wert aus, da vor allem in der Elektronikindustrie oft mit sehr geringen Konzentrationen der eingesetzten Metalle die gewünschten Effekte zu erzielen sind.

4.3 Seltene Metalle in den Produkten

Bisherige Stoffflussanalysen zur Bestimmung anthropogener Lager in der Infrastruktur (Lager, Gebäude, Straßen, Kabel) konzentrierten sich entweder auf Massenmetalle oder auf besonders umweltschädliche Metalle wie Cadmium, Blei und Quecksilber (REISINGER et al. 2009). Deshalb liegen für seltene Metalle keine Abschätzungen über die Größe des anthropogenen Lagers in der Infrastruktur vor. Es kann aber davon ausgegangen werden, dass lediglich von solchen Metallen die bereits seit Jahrzehnten im größeren Maßstab genutzt werden (Antimon, Magnesium, Kobalt, Wolfram) größere Lager in der österreichischen Infrastruktur bestehen.

In Elektro- und Elektronikbauteilen wird eine Vielzahl von seltenen Metallen eingesetzt. Tabelle 18 gibt einen groben Überblick, in welchen Bauteilen welche Metalle zum Einsatz kommen. Für die seltenen Erden zeigt Tabelle 19 etwas detaillierter, in welchen Produkten sie verwendet werden. Zu erkennen ist, dass die seltenen Erden vor allem in Elektro- und (opto-)elektronischen Bauteilen eingesetzt sind, daneben aber auch als Legierungsmetalle, Katalysatoren und Poliermittel.

Stoffflussanalysen anthropogener Lager

Tabelle 18: Vorkommen seltener Metalle in Bauteilen von Elektrogeräten (ROTTER 2011).

Bauteil	Sb	Be	Co	Ga	Ge	Au	In	Nb	PGM ^{a)}	Ru	SE ^{b)}	Ag	Ta	Te	W
Ag-Cu-Pd-Lötungen									x						
ATO-Photozellen	x														
Batterien			x								x	x			
Berylliumkeramik		x													
bleifreie Lötungen												x			
Brennstoffzellen											x				
Chip-Widerstände										x					
Dioden						x			x						
Dünnschicht PV-Zellen							x							x	
Elektroden															x
Energiesparlampen											x				
Flachbildschirme							x								
Flammhemmer	x														
Glasfaser					x										
Halbleiterzellen				x	x		x								
integrierte Schaltkreise							x								
Kabel															x
Kathodenstrahlröhren	x														x
Kondensatoren (mini-)								x	x			x	x		
Kontakte						x			x	x		x			
Laserdioden				x											
LEDs							x								
Legierungen	x	x						x							
Lötmittel	x														
Magnete			x					x			x				
optische Gläser					x										
phosphorisierende Filme											x				
Photodetektoren				x											
Photorezeptoren														x	
Photovoltaikzellen				x	x										
RFID-Chips												x			
Schalter				x		x									
Transistoren						x			x						
Verbindungselemente									x						

^{a)} PGM: Platingruppenmetalle, ^{b)} SE: Seltenerdmetalle

Tabelle 19: Anwendungen der seltenen Erden (MOSEK 2011).

<p>Magnete</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Motoren und Generatoren (z. B. für Windräder, Elektrofahrzeuge, Hybrid-Fahrzeuge) ● Festplatten ● Kernspintomographen ● Lautsprecher ● magnetische Kühlung 	<p>Glas, Polierung, Keramik</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Poliermittel ● Glasadditive zur Färbung/Entfärbung ● Stabilisator in Keramik ● Keramik-Kondensatoren ● UV-Adsorption
<p>Phosphor Lumineszenz</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Energiesparlampen ● LED ● LCD ● Plasma-Bildschirm ● Laser 	<p>Katalysatoren</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Auto-Katalysatoren ● Katalysatoren in Raffinerie- und chemischen Prozessen ● Diesel-Zusatz
<p>Metall-Legierungen/Batterien</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Legierungen für Stahl und Eisenguss ● Super-Legierungen ● Zündgeräte ● NiMH-Batterie ● Brennstoffzelle ● Wasserstoffspeicherung ● Leichtbau 	<p>Andere Anwendungen</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Wasseraufbereitung ● Pigmente ● Düngemittel ● Nuklear-Technologie ● Militär-Technologie

Für Laptops oder Mobiltelefone wurde festgestellt, dass über 40 verschiedene chemische Elemente⁶ eingesetzt werden und der Trend zur Verwendung von immer mehr Elementen in immer kleineren Konzentrationen weitergeht.

Zusammensetzung eines Mobiltelefons

Abgesehen von Eisen und Kupfer sind die Konzentrationen der Metalle in den Elektrogeräten in der Regel aber gering. So betragen die Anteile der seltenen Erden an einem Mobiltelefon nur 0,22 % und der anderen Metalle, die nicht Teil von Eisen- oder Kupferlegierungen sind, zusammen nur 0,78 % (siehe Abbildung 34). Der Welt-Verbrauch an seltenen Erden für Mobiltelefone ist mit 290 t nur für 0,2 % der Weltproduktion verantwortlich (SANTAVAARA 2011).

⁶ davon seltene Metalle: Li, Be, Mg, Co, Ga, Ge, Y, Nb, Ru, Rh, Pd, In, Sb, Te, La, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Ta, W, Pt; andere Elemente: H, B, C, N, O, F, Na, Al, Si, P, S, Cl, K, Ca, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Ni, Cu, Zn, As, Se, Br, Sr, Zr, Mo, Ag, Sn, Ba, Hf, Re, Au, Tl, Pb, Bi.

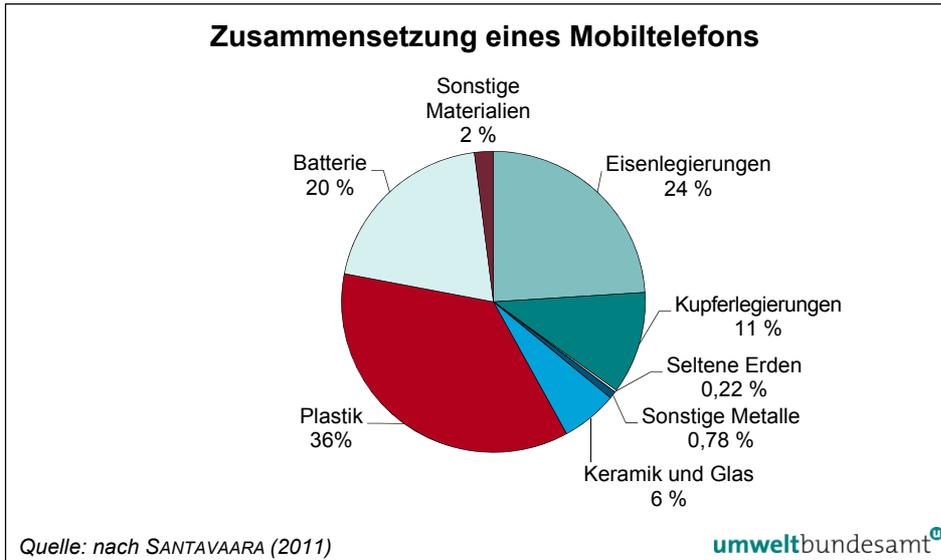


Abbildung 34: Zusammensetzung eines Mobiltelefons.

In Laptopcomputern ist die Konzentration von seltenen Erden mit 0,07 % noch geringer. Von den seltenen Metallen kommt lediglich Lithium in höheren Konzentrationen vor. Extrem gering sind die Konzentrationen der seltenen Metalle die, wie Germanium, bei Halbleiterelementen eingesetzt werden (siehe Abbildung 35).

Zusammensetzung eines Laptops

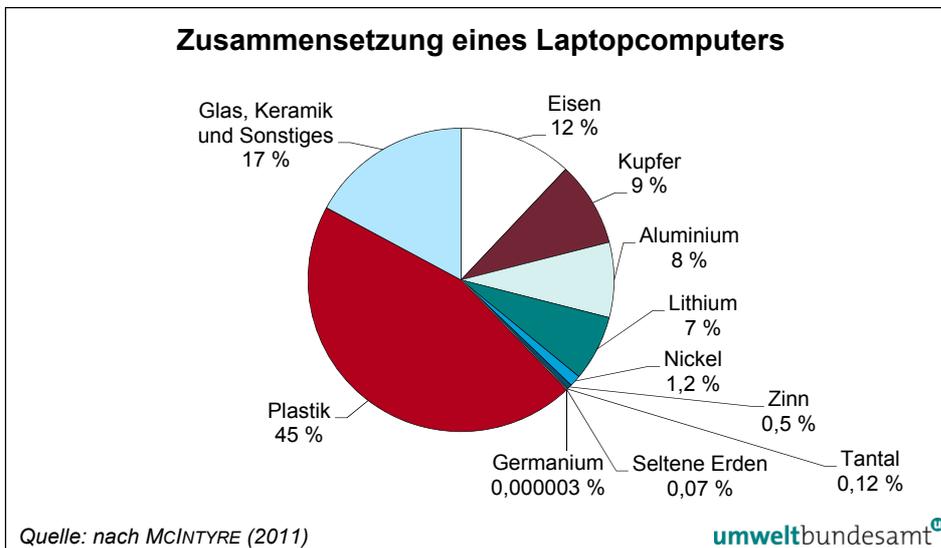


Abbildung 35: Zusammensetzung eines Laptopcomputers.

Bei den Lithium-Ionen-Akkumulatoren gibt es unterschiedliche Typen mit unterschiedlichen Zusammensetzungen. Am Markt scheint sich noch kein einzelner Typ durchgesetzt zu haben, weshalb die Zusammensetzung nach unterschiedlichen Literaturangaben recht unterschiedlich ist. In Hinblick auf die seltenen Metalle lassen sich aber die Schlüsse ziehen, dass

Zusammensetzung von Li-Ionen-Akkus

- Lithium mit 2–4 % in relativ hohen Konzentrationen vorkommt und
- sofern Kobalt verwendet wird, dieses in Konzentrationen von über 10 % enthalten ist.

Tabelle 20: Zusammensetzung von Lithium-Ionen-Akkumulatoren nach unterschiedlichen Literaturquellen (Angaben in Massenprozent).

Quelle	Mangankathode		Kobaltkathode	
	(Ec 2003)	(ERM 2006)	(EPBA 2007)	
Aluminium (Al)			5	15–25
Kobalt (Co)			18	14,5–27,1
Kupfer (Cu)				5–15
Eisen (Fe) und Stahl	4,7–25	22		Rest
Lithium (Li)			3	1,75–3,88
Mangan (Mn)	10,0–15,0			
Nickel (Ni)	12,0–15,0			Rest
andere Metalle			11	
Lithiumhexafluorophosphat (LiPF6)				1–15
Polyvinylidenfluorid				1–2
andere Nicht-Metalle			41	Rest

Tabelle 21 zeigt zum einen eine Abschätzung des Gehalts von Palladium, Kobalt und anderen Metallen in Mobiltelefonen, PCs/Laptops und ihren Akkumulatoren. Zum anderen wird über die Stückanzahl der jährlichen Weltproduktion der weltweite Verbrauch dieser Metalle für die jeweilige Anwendung berechnet. Dieser Verbrauch für Mobiltelefone und Computer (PCs + Laptops) wird außerdem addiert und der Anteil an der weltweiten Primärproduktion der Metalle ausgewiesen.

Bei Palladium werden 16 % der Weltproduktion für Mobiltelefone und PCs/Laptops benötigt, bei Kobalt sogar 23 %.

Tabelle 21: Hochrechnung des Einsatzes seltener Metalle in Mobiltelefonen, Computern und ihren Akkumulatoren mit der Weltjahresproduktion und Vergleich mit der Primärproduktion dieser Metalle (SATW 2011).

	Mobiltelefone			PCs + Laptops			Verbrauch für Mobiltelefone und Computer (in t/a)	Anteil an der jährlichen Primärproduktion (in %)
	Gehalt je Gerät (in mg)	Weltproduktion (in Mio. Stück/-Jahr)	Gehalt in der weltweiten Jahresproduktion (in t)	Gehalt je Gerät (in mg)	Weltproduktion (in Mio. Stück/Jahr)	Gehalt in der weltweiten Jahresproduktion (in t)		
Silber (Ag)	250	1.300	325	1.000	300	300	625	3
Gold (Au)	24		31	220		66	97	4
Palladium (Pd)	9		12	80		24	36	16
Kupfer (Cu)	9.000		11.700	500.000		150.000	161.700	< 1
	Lithiumakkumulatoren für Mobiltelefone			Lithiumakkumulatoren für Laptops				
Kobalt (Co)	3.800	1.300	4.940	65.000	140	9.100	14.040	23

4.4 Seltene Metalle in Abfallströmen

4.4.1 Elektroaltgeräte

In der Regel kommen die höchsten Konzentrationen an seltenen Metallen vor in den getrennt gesammelten Elektroaltgeräten vor. In getrennt gesammelten Elektroaltgeräten kommen hohe Konzentrationen an seltenen Metallen vor. Jedoch wird auch ein Teil der Elektroaltgeräte, insbesondere Elektrokleingeräte, über den Restmüll entsorgt.

In Österreich können Letztverbraucher Elektro- und Elektronikaltgeräte aus privaten Haushalten unentgeltlich bei Sammelstellen oder bei Verkaufsstellen (Zug um Zug⁷) zurückgeben (EAG-VO § 5).

Gesammelte Elektrogeräte werden in Behandlungszentren unter anderem zerlegt, wobei z. B. folgende Teile für ein Recycling ausgebaut werden:

- Aus Leiterplatten Gold, Platin, Palladium und Kupfer,
- Sauerstoff-Getter aus der Bildröhre,
- Kupfer aus Spulen und Trafos,
- Bildröhre wird in Bariumglas und Bleiglas getrennt (geht in getrennte Glashütten),
- Aluminiumgehäuse.⁸

2010 wurden in Österreich etwa 165.000 t Elektro- und Elektronikgeräte in Verkehr gesetzt. Im selben Jahr wurden etwa 74.255 t Elektro- und Elektronikaltgeräte (EAG) als separate Abfallfraktionen erfasst. In Tabelle 22 sind die in Verkehr gesetzten und die getrennt gesammelten Massen für einzelne Sammel- und Behandlungskategorien dargestellt (EAK, 2011). Gemäß aktuellen Erhebungen werden etwa 11.000 bis 16.000 t Altgeräte⁹ jährlich durch informelle Sammler übernommen und in osteuropäische Länder verbracht. Die verbleibende Diskrepanz zwischen In-Verkehrsetzung und gesammelten Mengen lässt sich einerseits durch den Verbleib bei den Verbrauchern (anthropogene Lager in Haushalten) erklären, andererseits gelangen anfallende Altgeräte auch in den Rest- und Sperrmüll.

Sammlung von EAG

Tabelle 22: In-Verkehrsetzung von Elektro- und Elektronikgeräten (EEG) sowie Sammlung von Elektroaltgeräten (EAG) in Österreich 2010 (EAK, 2011).

Sammel- und Behandlungskategorie	In Verkehr gesetzt (in t)	Getrennt gesammelt (in t)
Elektro-Großgeräte	74.948	19.838
Elektro-Kleingeräte	48.461	21.843
Bildschirmgeräte	19.481	18.737
Gasentladungslampen	1.407	870
Kühl- und Gefriergeräte	21.512	12.966
Gesamt	165.811	74.255

⁷ Das bedeutet, dass der Käufer eines neuen Gerätes das Recht hat, ein Elektroaltgerät der gleichen Kategorie kostenlos im Geschäft zurückzugeben.

⁸ Persönliche Mitteilung Ernst Pagger, Verbund Umweltechnik, St. Andrä, 12.07.2004

⁹ Persönliche Mitteilung Scherhauser, BOKU Wien, 6.3.2012

Für die in österreichischen Behandlungsanlagen behandelten Elektrokleingeräte aus der kommunalen Sammlung liegen Angaben zu den Gehalten an „schadstoffhaltigen Bauteilen“ vor (SALHOFER & TESAR 2011). Tabelle 23 zeigt Konzentrationen von seltenen Metallen in ausgewählten Bauteilen sowie umgelegt auf Elektrokleingeräte¹⁰. Tabelle 23

Tabelle 23: Gehalt seltener Metalle in ausgewählten zu entfernenden „schadstoffhaltigen Bauteilen“ sowie in durchschnittlich zusammengesetzten, in Österreich getrennt gesammelten Elektrokleingeräten¹⁰ (SALHOFER & TESAR 2011).

seltene Metalle (in g/t)	EKG ¹⁰	Bauteil		
		Batterien/ Akkumulatoren	LCD-Anzeigen	Leiterplatten
Antimon	42,1			776
Beryllium	0,17			3
Kobalt	129	52.100		
Lithium	15,4	6.230		

**Zusammensetzung
von EKG nach
Geräte kategorien**

Tabelle 24 stellt die Zusammensetzung von Elektrokleingeräten nach Geräte kategorien dar. In Tabelle 25 ist zu sehen, dass die Batterien, die in EKG enthalten sind, vor allem aus Haushaltskleingeräten und Geräten der Informations-/Kommunikationstechnologie (IKT) stammen. LCD-Anzeigen kommen vor allem in Unterhaltungselektronik (UE) vor und Leiterplatten gelangen vor allem über IKT und UE-Geräte in die getrennt gesammelten Elektrokleingeräte.

Tabelle 24: Anteil der Elektrokleingeräte gegliedert nach Geräte kategorien am Gesamtaufkommen an EAG in Europa (UNU, 2007).

Nummer	Geräte kategorie	Beispiele für Gerätetypen	Massenanteil an EAG-Strom (in %)
1C	Haushaltsgroßgeräte, klein	Mikrowelle, Elektroheizung	3,63
2	Haushaltskleingeräte	Staubsauger, Toaster, Bügeleisen, elektrische Zahnbürste	7,01
3A	Informations- und Kommunikationstechnologie (ohne Kathodenstrahlröhren)	PC, Keyboard, Drucker, Telefon, Laptop	8,00
4A	Unterhaltungselektronik (ohne Kathodenstrahlröhren)	Videorekorder, Boxen, Radio, Fernbedienung	7,82
5A	Beleuchtungskörper	Lampen	0,70
6	elektrisches und elektronisches Werkzeug	Rasenmäher, Pumpe	3,52
7	Spielzeug, Sport und Freizeitgeräte	Spielkonsole	0,11
8	medizinische Geräte	Blutdruckmesser	0,12
9	Kontrollinstrumente	Rauchmelder	0,21
Gesamt			31,12

¹⁰ Die Angaben beziehen sich auf Gehalte in den schadstoffhaltigen Bauteile

Tabelle 25: Anteil ausgewählter Bauteile an den getrennt gesammelten EKG je Gerätekategorie (SALHOFER & TESAR 2011).

Bauteil	Anteil in der jeweiligen Gerätekategorie (in kg/t)					Anteil in der Gesamtfraktion EKG (in kg/t)	davon kg/t entfallend auf/aus	
	1C	2	3A	4A	5-9			
Batterien/ Akkumulatoren	.	2,00	3,53	0,79	6,00	2,48	1,40	Nickel-Cadmium-Akkus
							0,54	Lithium-Ionen-Akkus
							0,28	Mangan- und Zink-Batterien
							0,19	Nickel-Metallhydridakkus
LCD-Anzeigen	.	.	1,87	4,03	3,27	1,74	0,77	größere LCDs (mit Hintergrundbeleuchtung)
							0,97	kleinere LCDs
Leiterplatten	2,44	1,21	95,95	101,62	3,50	52,33	0,14	aus Kategorie 1C
							0,31	aus Kategorie 2
							36,58	aus Kategorie 3A
							16,81	aus Kategorie 4A
							0,45	aus Kategorie 7

4.4.2 Recycling seltener Metalle aus Elektroaltgeräten

Aus den Informationen zu Mobiltelefonen und Laptopcomputern (siehe Abbildung 34 und Abbildung 35) lässt sich der Schluss ziehen, dass die seltenen Metalle meist in geringen bis sehr geringen Konzentrationen eingesetzt werden und sich auf viele verschiedene Produktgruppen verteilen. Das sind beides Faktoren, die ein effizientes Recycling erschweren.

In einzelnen Bauteilen von Elektrogeräten liegen seltene Metalle in Konzentrationen vor, die zum Teil deutlich über den Konzentrationen in heute genutzten natürlichen Lagerstätten liegen (siehe Abbildung 36). In Abbildung 36 sind die Konzentrationen von Gold, Silber und Palladium in Elektrokleingeräten und Leiterplatten jenen im Restmüll gegenübergestellt. Deshalb kann sich eine Rückgewinnung der seltenen Metalle aus den Elektrogeräten rechnen, wenn diese getrennt gesammelt und jene Bauteile ausgebaut werden, welche die hohen Metallkonzentrationen enthalten.

Recycling aus Siedlungsabfällen nicht möglich

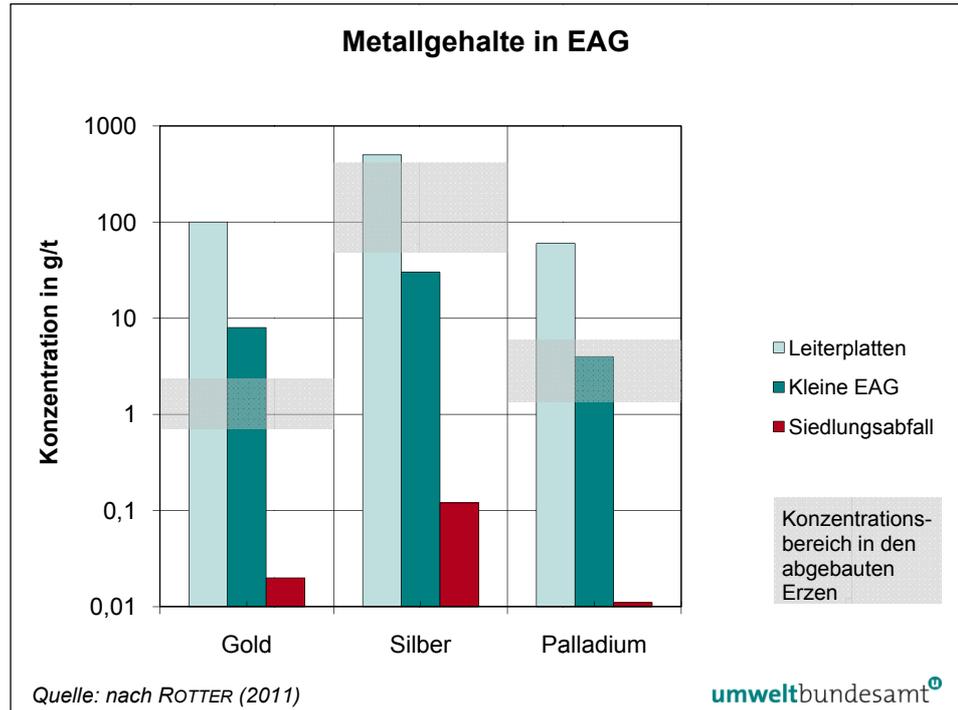


Abbildung 36: Konzentration ausgewählter Metalle in Leiterplatten, Elektrokleingeräten und im Siedlungsabfall.

Recycling von Au und Pd

Beim Recycling von Gold und Palladium aus Elektrokleingeräten wird in Deutschland eine Recyclingrate von 22–24 % erzielt (siehe Abbildung 37; CHANCEREL 2010). Dabei gehen rund 36 % des Goldes bzw. rund 41 % des Palladiums durch die Unvollständigkeit der getrennten Sammlung und rund 30 % des Goldes bzw. 26 % des in den Elektrokleingeräten enthaltenen Palladiums bei der Behandlung verloren.

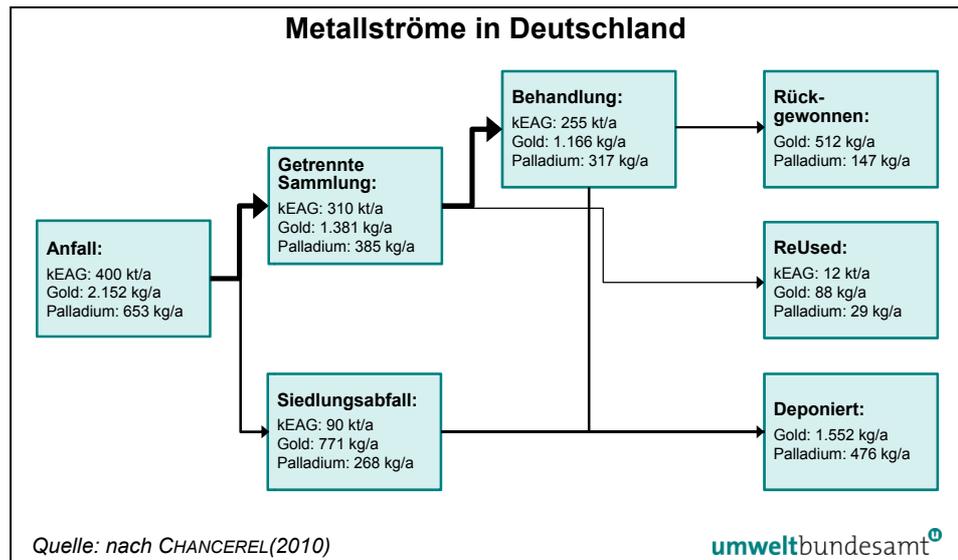


Abbildung 37: Metallströme in Deutschland. Gold und Palladiumströme bei der Behandlung/beim Recycling deutscher Elektrokleingeräte (kEAG).

Tabelle 26 zeigt die Abtrennleistung für „schadstoffhaltige Bauteilen“, welche seltene Metalle enthalten, in österreichischen Anlagen zur Behandlung von Elektroaltgeräten. Zu sehen ist, dass in der Praxis sehr unterschiedliche Abtrennleistungen erzielt werden. Des Weiteren ist zu sehen, dass es besonders bei LCD-Anzeigen in allen Anlagen ein bedeutendes Verbesserungspotenzial gibt.

Tabelle 26: Abtrennraten von „schadstoffhaltigen Bauteilen“, die seltene Metalle enthalten, in österreichischen Behandlungsanlagen für Elektroaltgeräte (SALHOFER & TESAR 2011).

Bauteil	Abtrennrate (in %)		
	Minimum	Durchschnitt	Maximum
Batterien/Akkumulatoren	11	72	100
LCD-Anzeigen	6	21	23
Leiterplatten	3	27	84

Verschiedene Faktoren erschweren das Recycling seltener Metalle. Lithium etwa ist so preislich günstig, dass sich ein Recycling noch kaum lohnt. Indium lässt sich nur mit großem Aufwand zurückgewinnen, weil es im einzelnen elektronischen Gerät in sehr geringen Konzentrationen vorkommt. Bei Tantal wiederum stellt sich das Problem, dass dieses Element bei pyrometallurgischen Recyclingprozessen als Reststoff in die Schlacke übergeht und aus dieser nur schwer zurückgewonnen werden kann (SATW 2011).

Erschwernisse beim Recycling

Es wird auch daran gearbeitet, das Recycling der Elektroaltgeräte zu verbessern und den geänderten Zusammensetzungen der EAG anzupassen.

Beispielsweise betreibt die österreichische Gesellschaft SAT eine mobile Pilotanlage zur Gewinnung von reinem (> 95 %) Kupfer, Mangan, Zink, Yttrium und Indium aus Kathodenstrahlröhren, Energiesparlampen, LCD-Bildschirmen und Lithium-Ionen-Akkumulatoren (KOPACEK 2011). Die angestrebte Abtrennleistung dieser Anlage ist in Tabelle 27 zusammengefasst.

Tabelle 27: Angestrebte Leistungen einer mobilen Pilotanlage zur Behandlung von Elektroaltgeräten (KOPACEK 2011).

Gerätetyp	Abtrennrate (in %)	kritische Fraktion	Anteil der kritischen Fraktion (in %)
Kathodenstrahlröhre	98	Leuchtpulver	0,2
LCD-Bildschirme	92	LCD-Paneele	5–8
Energiesparlampen	96	Leuchtpulver	3–3,5
Lithium-Ionen-Akkus	50	"Schwarze Masse"	50

Maßnahmen zur Forcierung des Recyclings:

- Innovative Verfahren entwickeln für technisch schwierige Metalle,
- Datenbasis verbessern (wie z. B. über die Produktzusammensetzung),
- Verstärkte Maßnahmen gegen illegale Exporte,
- Verstärkte Ausbildung zu Rohstoff- und Recyclingmanagement.

Der Ressourceneffizienz Aktionsplan (BMLFUW 2012) nennt im Kapitel 4.3 Aktionsfeld Kreislaufwirtschaft als Maßnahme 5: „Im Rahmen eines Pilotprojektes soll ermittelt werden, in wie weit ein Recycling von Materialien, von denen die Wirtschaft in besonderem Maße abhängig ist, möglich und effizient sein kann.“

4.5 Seltene Metalle in den Deponien

ROTTER (2011) schätzte für Deutschland ab, in welchen Zeiträumen die heute auf Deponien abgelagerten Metalle auf die Deponien gelangten. Während die Massenmetalle Eisen, Aluminium und Kupfer gleichmäßig über die letzten 50 Jahre deponiert wurden, gelangten die größten Teile der Edelmetalle Gold, Silber und Palladium (trotz der Einführung von Sammelsystemen für Elektroaltgeräte) erst in den letzten 10 Jahren auf Deponien. Die vor dem Jahr 2000 abgelagerten Produkte enthielten nur wenige seltene Metalle und vor dem Jahr 1980 überhaupt keine. Es ist davon auszugehen, dass das Bild bei anderen seltenen Metallen und insgesamt in Österreich ähnlich ist.

Die Wahrscheinlichkeit, dass sich auf Deponien für Siedlungsabfälle „abbauwürdige“ Lager für seltene Metalle befinden, ist daher eher gering.

Ablagerungen aus der Metallverhüttung

Anders sieht es jedoch bei Deponien aus, auf denen Abfälle der Metallindustrie gelagert wurden. Seltene Metalle treten in den natürlichen Erzen häufig als Nebenprodukt von Massenmetallen auf (siehe Abbildung 29). So könnten die historischen Rückstände aus der Verhüttung/Verarbeitung von Kupfer, Nickel, Aluminium, Zink und Blei in Österreich durchaus interessante Mengen an seltenen Metallen enthalten.

Beispielsweise sind in den am Standort Arnoldstein der Bleiberg Bergwerksunion abgelagerten Erzen und Verhüttungsrückständen auch seltene Metalle wie Antimon, Tellur, Germanium, Kobalt enthalten (UMWELTBUNDESAMT 2004).

4.6 Aktuelles Metallrecycling seltener Metalle weltweit

Aktuelle Recyclingraten für die USA bzw. im weltweiten Durchschnitt sind für die meisten Metalle und einige Metalloide in Tabelle 28 dargestellt. Metalle, die schon seit längerem in höheren Konzentrationen im Einsatz sind, werden überwiegend bereits zu über 50 % recycelt. Metalle, die erst seit jüngerer Zeit technisch genutzt werden bzw. in geringen Konzentrationen genutzt werden, konnten bisher fast nicht recycelt werden.

Ein ähnliches Bild ergibt sich, wenn man die Metalle betrachtet, die verstärkt für die „Technologien der Zukunft“ gebraucht werden (siehe Tabelle 12). Während die „neu“ genutzten Metalle noch kaum recycelt werden, erreichen Metalle die schon länger im Einsatz sind, bereits relativ hohe Recyclingraten. Da jedoch auch die „alten“ Metalle in den neuen Anwendungen meist in sehr geringen Konzentrationen eingesetzt werden, muss damit gerechnet werden, dass auch das Recycling der „alten“ Metalle in den neuen Anwendungen sehr schwierig sein wird.

Tabelle 28: Aktuelle Recyclingraten in den USA bzw. global für die seltenen Metalle
(USGS 2009, FAULSTICH 2011).

Metall	Recyclingrate (in %)	
	USA	global
Antimon		1–10
Beryllium		< 1
Gallium		< 1
Germanium	30	< 1
Indium		< 1
Kobalt	20	> 50
Lithium		< 1
Magnesium	16	25–50
Niob	20	> 50
Platingruppenmetalle	8	> 50
seltene Erden		< 1
Tantal		< 1
Tellur		< 1
Wolfram	35	10–25

Nicht nur bei der Primärproduktion wird die Verfügbarkeit seltener Metalle durch die Kopplung an andere Metalle beeinflusst (siehe Abbildung 29), sondern auch bei der Sekundärproduktion, dem Recycling. Im Bereich der Informations- und Kommunikationstechnologie haben bisher vor allem Edelmetalle wie Gold oder Palladium sowie Kupfer wegen ihres beträchtlichen ökonomischen Wertes die Hauptrolle gespielt. Werden moderne metallurgische Verfahren angewendet, lassen sich zusätzlich zu diesen Elementen auch assoziierte Elemente wie Indium, Selen oder Zinn zurückgewinnen. Je nach Markpreis und Zusammensetzung des aufzuarbeitenden Abfalls können Metalle, welche in der Primärproduktion die Rolle von Hauptmetallen spielen, bei der Sekundärproduktion zu Nebenprodukten werden und umgekehrt.

5 ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

AKW.....	Atomkraftwerk
ATO.....	Antimon-Zinn-Oxide
CPA.....	Classification of Products by Activities
EAG	Elektroaltgeräte
EKG	Elektrokleingeräte
IKT	Informations- und Kommunikationstechnologie
LCD.....	Liquid crystal display (Bildschirme mit Flüssigkristallanzeige)
LED	Light emitting diodes (Leuchtdioden)
NACE	Nomenclature générale des activités économiques dans les Communautés européennes
NiMH	Nickel-Metallhydrid
ÖCPA.....	Österreichische Classification of Products by Activities
PC	Personal Computer
PGM.....	Platingruppenmetalle
RFID	Radio-Frequenz-Identifikation
SE	seltene Erden
TIAG.....	Treibacher Industrie AG
UE	Unterhaltungselektronik

Symbole für chemische Elemente

Ag.....	Silber	Pb	Blei
Al.....	Aluminium	Pd	Palladium
As.....	Arsen	Pt.....	Platin
Au.....	Gold	Re	Rhenium
Be.....	Beryllium	Rh	Rhodium
Bi.....	Wismuth	Ru	Ruthenium
Cd	Cadmium	Sb	Antimon
Co	Kobalt	Sc	Scandium
Cr	Chrom	SE.....	seltene Erden
Cs.....	Cäsium	Se	Selen
Cu	Kupfer	Sn	Zinn
Ga	Gallium	Sr.....	Strontium
Ge	Germanium	Ta	Tantal
Hf	Hafnium	Te	Tellur
Hg	Quecksilber	Th	Thorium
In	Indium	Ti.....	Titan
Li	Lithium	Tl.....	Thallium
Mg.....	Magnesium	V	Vanadium
Mn	Mangan	W	Wolfram
Mo	Molybdän	Y	Yttrium
Nb	Niob	Zn	Zink
Ni.....	Nickel	Zr	Zirconium

6 LITERATURVERZEICHNIS

- ANGERER, G.; MARSCHIEDER-WEIDEMANN, F.; LÜLLMANN, A.; ERDMANN, L.; SCHARP, M.; HANDKE, V. & MARWEDE, M. (2009): Rohstoffe für Zukunftstechnologien. IZT, ISI, BMWT, Karlsruhe, Berlin.
http://www.bme.de/fileadmin/bilder/Rohstoffe_fuer_Zukunftstechnologien.pdf
- ANONYMUS (2011): Rohstoffmärkte.
<http://www.castelligasse.at/Politik/Rohstoffmaerkte/rohstoffe.htm> (abgerufen am 30.11.2011)
- AUSTROPAPIER 2012: Energieeinsatz in der Österreichischen Papier- und Zellstoffindustrie.
www.austropapier.at
- BMLFUW – Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (2009): Holzeinschlag in Österreich 2009.
http://www.lebensministerium.at/dms/lmat/publikationen/forst/holz/holzeinschlag_2009/Holzeinschlag_202009_akt.pdf
- BMLFUW – Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (2011): Holzeinschlag in Österreich 2010.
http://www.lebensministerium.at/presse/forst/berlakovich-holzeinschlag_2010_wieder_leicht_gestiegen.html oder
http://www.lebensministerium.at/publikationen/forst/holz/holzeinschlag_2010.html
- BMLFUW – Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (2012): Ressourceneffizienz Aktionsplan (REAP).
http://www.lebensministerium.at/publikationen/umwelt/umweltpolitik_nachhaltigkeit/REAP.html
- BMWFJ – Bundesministerium für Wirtschaft, Familie und Jugend (2010): Österreichisches Montan-Handbuch 2010 – Bergbau, Rohstoffe, Grundstoffe, Energie. 84. Jahrgang. Wien.
http://www.bmwfi.gv.at/EnergieUndBergbau/PublikationenBergbau/Documents/MHB_%202010.pdf
- BMWFJ – Bundesministerium für Wirtschaft, Familie und Jugend (2011): Österreichisches Montan-Handbuch 2011 – Bergbau, Rohstoffe, Grundstoffe, Energie. 85. Jahrgang. Wien.
http://www.bmwfi.gv.at/EnergieUndBergbau/PublikationenBergbau/Documents/MHB_%202011.pdf
- CHANCEREL, P. (2010): Substance flow analysis of the recycling of small waste electrical and electronic equipment. Dissertation TU-Berlin. Zitiert in: Rotter, V.S. (2011): Rohstoffpotentiale in Deponien: Eine Lösung für die künftige Versorgung mit Metallen – Gold, Silber, Palladium. Vortrag, Re-Source 2011, 09.11.2011, St. Gallen.
<http://www.re-source2011.ch/downloads.html>
- CRB – Commodity Research Bureau (2011): CRB-Spot-Indices – Monthly Charts and Data.
<http://www.crbtrader.com/crbindex/>, besucht am 14.11.2011
- Ec – European Commission (2003): Commission Staff Working Paper. Directive of the European Parliament and of the Council on Batteries and Accumulators and Spent Batteries and Accumulators, Extended Impact Assessment, {COM(2003)723 final}

- EK – Europäische Kommission (2008): Mitteilung der Kommission an das Europäische Parlament und den Rat – Die Rohstoffinitiative: Sicherung der Versorgung Europas mit den für Wachstum und Beschäftigung notwendigen Gütern {SEK(2008) 2741} KOM/2008/0699 endg.
- EK – Europäische Kommission (2011): Mitteilung der Kommission an das Europäische Parlament und den Rat, den europäischen Wirtschafts- und Sozialausschuss und den Ausschuss der Regionen. Fahrplan für ein ressourcenschonendes Europa. Communication KOM(2011) 571, 20 September 2011.
http://ec.europa.eu/environment/resource_efficiency/
- EPBA – European Portable Battery Association (2007): Product information – Primary and rechargeable batteries, Brussels, 2007.
http://www.epbaeurope.net/EPBA_product%20information_may2007_FINAL.pdf
- ERM – Environmental Resources Management (2006): Fisher, K.; Collins, M.; Laenen, P.; Wallen, E.; Garret, P. & Aumonier, S.: Battery Waste Management Life Cycle Assessment, Oxford, October 2006.
<http://www.defra.gov.uk/environment/waste/producer/batteries/documents/erm-lcareport0610.pdf>
- FAULSTICH, M. (2011): Rohstoffeffizienz und Kreislaufwirtschaft als tragende Säulen einer nachhaltigen Industriegesellschaft. Vortrag, Re-Source 2011, 08.11.2011, St. Gallen. <http://www.re-source2011.ch/downloads.html>
- FORST HOLZ PAPIER (2012): <http://www.forstholzpapier.at/>
- FRAUNHOFER ISI (2010): Critical raw materials for the EU. European Commission.
http://ec.europa.eu/enterprise/policies/raw-materials/files/docs/report_b_en.pdf
- FRONDEL, M.; GRÖSCHE, P.; HUCHTEMANN, D.; OBERHEITMANN, A.; PETERS, J.; VANCE, C.; ANGERER, G.; SARTORIUS, CH.; BUCHHOLZ, P.; RÖHLING, S. & WAGNER, M. (2006): Trends der Angebots- und Nachfragesituation bei mineralischen Rohstoffen. RWI-Essen, ISI – Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung & BGR – Bundesanstalt fuer Geowissenschaften und Rohstoffe. Forschungsprojekt Nr. 09/05 des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie, Berlin.
- GOLDMANN, D. (2011): Strategische Metalle in Abfallströmen – Rohstoffpotenziale und Technologien zur Rückgewinnung dissipativ verteilter Werkstoff. Re-source 2011, 08.–09.11.2011, St. Gallen, Schweiz.
- KOPACEK, B. (2011): Trends in Selected European Research Projects to Increase Resource Efficiency. SAT – Austrian Society for Systems Engineering and Automation, Wien. Proc. Green Electronics 2011, 08.–10.11.2011, Bucharest. www.sat-research.at
- LEBENSMINISTERIUM (2011): Bundes-Abfallwirtschaftsplan 2011. Wien.
www.bundesabfallwirtschaftsplan.at
- MCINTYRE, K. (2011): Raw Materials – The view of a global IT manufacturer. Hewlett Packard Europe, Middle East and Africa. Green Electronics, Bucharest, 09.11.2011.
- MONTANWERKE BRIXLEGG (2009): Nachhaltigkeitsbericht.2009. Brixlegg. [www.a-tecindustries.com/loom_data/files/44/NHB_ES_07062010\[1\].pdf](http://www.a-tecindustries.com/loom_data/files/44/NHB_ES_07062010[1].pdf)
- MOSER, P. (2011): Die strategische Bedeutung seltener Rohstoffe. MU-Leoben, 08.11.2011.

- OFNER, G. (2011): Der Einsatz von Permanentmagneten aus Seltenen Erden im Elektromaschinenbau. Vortrag: Seltene Erden – Drohende Ressourcenknappheit? Technologieakademie, Montanuniversität Leoben, 14.04.2011.
- PETROVIC, B. (2009): Umweltgesamtrechnungen – Modul- Materialflussrechnung, Zeitreihe 1960 bis 2007. Statistik Austria, Wien.
www.statistik.at/.../projektbericht_materialflussrechnung_1960_bis_2007_043825.pdf
- REISINGER, H.; JAKL, TH.; QUINT, R.; SCHÖLLER, G.; MÜLLER, B.; RISS, A. & BRUNNER, P.H. (2009): RUSCH – Ressourcenpotenzial und Umweltbelastung der Schwermetalle Cadmium, Blei und Quecksilber in Österreich. Chem-News XVIII (April 2009), p. 56–65, Vienna. <http://www.umweltnet.at/article/articleview/75173/1/7034/>
- ROTTER, S. (2002): Schwermetalle in Haushaltsabfällen – Potenzial, Verteilung und Steuerungsmöglichkeiten durch Aufbereitung. Technische Universität Dresden, Beiträge zur Abfallwirtschaft/Altlasten, Band 27, Dresden.
- ROTTER, V.S. (2011): Rohstoffpotentiale in Deponien: Eine Lösung für die künftige Versorgung mit Metallen – Gold, Silber, Palladium. Vortrag, Re-Source 2011, 09.11.2011, St. Gallen. <http://www.re-source2011.ch/downloads.html>
- SALHOFER, S. (2011): Effizientes Stoffstrommanagement für Elektrogeräte. Vortrag, Re-Source 2011, 08.11.2011, St. Gallen.
<http://www.re-source2011.ch/downloads.html>.
- SALHOFER, S. & TESAR, M. (2011): Assessment of removal of components containing hazardous substances from small WEEE in Austria. Journal of hazardous Materials 186 (2011): 1481–1488.
- SANTAVAARA, I. (2011): Resource Efficiency at Nokia. Green Electronics, Bucharest, 09.11.2011.
- SATW – Schweizerische Akademie der technischen Wissenschaften (2011): Seltene Metalle – Rohstoffe für Zukunftstechnologien. Schweiz.
- STATISTIK AUSTRIA (2010): Der Außenhandel Österreichs 2009.
http://www.statistik.at/web_de/static/der_aussenhandel_oesterreichs_gesamtjahr_2009_endgueltige_ergebnisse_057271.pdf
- STATISTIK AUSTRIA (2011a): Statistisches Jahrbuch 2011.
http://www.statistik.at/web_de/services/stat_jahrbuch/index.html (wird jährlich geändert)
- STATISTIK AUSTRIA (2011b): Sonderauswertung der Gütereinsatzstatistik, Jahre 2008–2010.
- STATISTIK AUSTRIA (2011c): http://www.statistik.at/KDBWeb/pages/info_10509.html
- STATISTIK AUSTRIA (2011d): Energiebilanzen 1970–2010.
http://www.statistik.at/web_de/statistiken/energie_und_umwelt/energie/energiebilanzen/index.html
- TVRZNIK, R. (2011): Green Electronics. WEEEFForum Proc. Green Electronics 2011, 08.–10.11.2011, Bucharest.
- UMWELTBUNDESAMT (2004): Kutschera, U. et al.: Medienübergreifende Umweltkontrolle in ausgewählten Gebieten. Monografien, Bd. M-0168. Umweltbundesamt, Wien.
<http://www.umweltbundesamt.at/umweltsituation/industrie/muk/>

- UMWELTBUNDESAMT (2005): Winter, B.; Szednyj, I.; Reisinger, H.; Böhmer, S. & Janhsen, Th.: Abfallvermeidung und -verwertung: Aschen, Schlacken und Stäube in Österreich. Reports, Bd. REP-0003. Umweltbundesamt Wien.
<http://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/publikationen/REP0003.pdf>
- UMWELTBUNDESAMT (2007): Krutzler, T. et al.: Anlagenbericht 2007. Reports, Bd. REP-0185. Umweltbundesamt, Wien.
<http://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/publikationen/REP0185.pdf>
- UMWELTBUNDESAMT (2009): Winter, B. et al.: Medienübergreifende Umweltkontrolle in ausgewählten Gebieten – Reutte/Breitenwang. Reports, Bd. REP-0223. Umweltbundesamt, Wien.
- UMWELTBUNDESAMT (2011): Krutzler, T.; Böhmer, S.; Gössl, M. et al.: Energiewirtschaftliche Inputdaten und Szenarien als Grundlage für die Klimastrategie 2020 und den Monitoring Mechanism 2011. Reports, Bd. REP-0333. Umweltbundesamt, Wien.
- UNEP & ÖKO-INSTITUT (2009): Critical Metals for Future Sustainable Technologies and their Recycling Potential. Darmstadt.
[http://www.unep.fr/shared/publications/pdf/DTIx1202xPA-Critical %20Metals %20and %20their %20Recycling %20Potential.pdf](http://www.unep.fr/shared/publications/pdf/DTIx1202xPA-Critical%20Metals%20and%20their%20Recycling%20Potential.pdf)
- UNU (2007): 2008 Review of Directive 2002/96 on Waste Electrical and Electronic Equipment (WEEE), Final Report, 2007.
- USGS – U.S.Geological Survey of the U.S. Department of the Interior (2001): Mineral commodity summaries 2001. Washington D.C.
- USGS – U.S.Geological Survey of the U.S. Department of the Interior (2009): Mineral commodity summaries 2009. Washington D.C.
- USGS – U.S.Geological Survey of the U.S. Department of the Interior (2011): Mineral commodity summaries 2011. Washington D.C.
<http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/mcs/2011/mcs2011.pdf>
- VOESTALPINE (2010a): voestalpine Stahl Linz GmbH: Umwelterklärung 2010, Linz.
www.voestalpine.com/stahl
- VOESTALPINE (2010b): voestalpine Stahl Donawitz GmbH: Umwelterklärung 2010, Donawitz. www.voestalpine.com/stahl
- WEBER, L.; ZSAK, G.; REICHL, C. & SCHATZ, M. (2011): World Mining Data – Minerals Production. BMWFJ, Volume 26, Wien.
<http://www.bmwfj.gv.at/energieundbergbau/weltbergbaudaten/Seiten/default.aspx>
- ZEROBIN, F. (2011): LED – Anwendung von seltenen Erden im neuen Licht. Vortrag: Seltene Erden – Drohende Ressourcenknappheit? Technologieakademie, Montanuniversität Leoben, 14.04.2011.

Rechtsvorschriften

- Elektroaltgeräteverordnung (EAG-VO; BGBl II2005/121): Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft über die Abfallvermeidung, Sammlung und Behandlung von elektrischen und elektronischen Altgeräten.

7 ANNEX

Für die kommerziell genutzten Metalle zeigt Tabelle 29 folgende Indikatoren:

- Die Weltmarktdurchschnittspreise für die Jahre 2000 und 2010 gemäß USGS (2001, 2011);
- den Herfindahlindex für das Jahr 2010 (Der Herfindahlindex ist die Summe der Quadrate der Weltmarktanteile der fünf größten Erzeugerländer. Wenn der Herfindahlindex einen Wert von 0,2 überschreitet, wird der Weltmarkt durch ein angebotsseitiges Monopol/Oligopol beherrscht);
- den marktanteilgewichteten Landesrisikowert (Landesrisikowert = Marktanteil gewichteter Durchschnitt der Weltbank-Länderrisikowerte der fünf größten Erzeugerländer. Die Weltbank-Länderrisikowerte können FRONDEL et al. (2006) entnommen werden; ein Landesrisikowert < 0 bedeutet, dass Erzeugerländer politisch/ökonomisch instabil sind. Ein Landesrisikowert > 1 bedeutet, dass Erzeugerländer politisch/ökonomisch stabil sind).

Tabelle 30 zeigt die Reichweiten der natürlichen Metalllager in 1.000 t bzw. in Jahren unter der Annahme, dass die Produktion von 2010 auch der zukünftigen jährlichen Produktion entspricht. Definiert sind die Reichweiten für:

- Die Reserve (jener Teil der Reservenbasis, der zum Zeitpunkt der Abschätzung ökonomisch förderbar war);
- die Reservenbasis (jener Teil des Ressourcenpotenzials, der nach der aktuellen Bergbaupraxis gefördert werden kann und gewisse Minimumqualitäten aufweist);
- das Ressourcenpotenzial (die Masse des Metalls, die in ausreichend hohen Konzentrationen in den natürlichen Lagerstätten vorkommt, sodass ein wirtschaftlicher Abbau möglich erscheint) (USGS 2009).

Tabelle 29: Weltmarktpreise, Herfindahlindex und Risikowert für die meistverwendeten Metalle (USGS 2001, 2011).

	Preis (in USD/t)		Preis je Tonne	Preisanstieg (in %)	Herfindahlindex für das Jahr 2010	marktanteil-gewichteter Landesrisikowert
	2000	2010				
Eisen-Legierungs-Metalle						
Chrom	6.304	10.000		59	0,20	- 0,05
Kobalt	34.171	46.296		35	0,29	- 0,51
Mangan	2.390	8.000		235	0,12	0,26
Molybdän	5.900	15.800		168	0,25	0,48
Nickel	8.613	21.710		152	0,08	0,11
Niob	8.157			- 100	0,85	0,06
Tantal	183.050	96.909		- 47	0,14	0,05
Titan	95	75	Ilmenit (Minimum 54 % TiO ₂ , fob Australien)	- 21	0,11	0,56
Vanadium	7.871	25.188		220	0,33	- 0,16
Wolfram	5.549	18.916		241	0,73	- 0,23
Nichteisen-Metalle						
Aluminium	1.653	2.242		36	0,18	0,09
Antimon	1.499	8.157		444	0,79	- 0,28
Arsen	772	2.646		243	0,28	0,09
Beryllium	352.734	507.055		44	0,81	1,20
Bismuth	7.716	18.122		135	0,49	- 0,24
Blei	463	2.072		348	0,22	0,24
Cadmium	220	3.900		1.669	0,10	0,17
Cäsium	9.560.000	17.600.000	99,98 % metalli- sches Cäsium	84	0,00	0,00
Gallium	640.000	670.000	99,99999 % reines zonenraffiniertes Germanium	5	0,16	- 0,05
Germanium	1.150.000	940.000		- 18	0,12	0,29
Hafnium	187.000	398.000		113	0,00	
Indium	188.000	565.000	99,97 % Indium	201	0,31	0,25
Kupfer	1.830	7.385		304	0,14	0,57
Lithium	23.800	32.000		34	0,28	0,90
Magnesium Metall	1.950	3.100		59	0,74	- 0,27
Quecksilber	4.350	26.100		500	0,53	- 0,30
Rhenium	1.110.000	2.300.000	99,99 % Rhenium- pulver	107	0,30	0,82
Scandium	700.000	9.000.000	Scandiumoxid, 99,0 %	1186	0,00	
seltene Erden (Oxide)	2.870	6.870	Bastnäsitkonzentrat	139	0,95	- 0,28
Strontium	106	67		- 37	0,42	0,33
Tellur	14.000	210.000	Tellur, 99,95 %	1.400	0,26	0,37
Thallium	1.295.000	5.930.000	Thallium, 99,999 %	358		
Thorium	107.250	252.000	ThO ₂ 99,99 %	135		
Yttrium	90.000	86.000	Yttriummetall, 99,9 %	- 4	0,98	- 0,28
Zink	1.124	2.205		96	0,12	0,25
Zinn	8.157	17.659		116	0,27	- 0,40
Zirconium	23.000	61.000		165	0,29	0,74
Edelmetalle					0,00	
Gold	9.000.000	38.585.209		329	0,05	0,26
Iridium		19.968.051				
Palladium	19.000.000	15.974.441		- 16	0,34	- 0,03
Platin	13.000.000	51.118.211		293	0,59	0,24
Rhodium	58.000.000	79.872.204		38		
Ruthenium		6.325.879				
Silber	168.800	567.100		236	0,09	0,10

fob: free on board

Tabelle 30: Abbau, Reserven, Reichweiten und Recyclingraten der meistverwendeten Metalle, weltweit (USGS 2001, 2009, 2011).

	Abbau (in kt)			Reserve (in kt)	Reservenbasis (in kt)	Ressourcenpotenzial (in kt)	Reichweite in Jahren			Recyclingrate (% Sekundärmaterial/Verbrauch) USA 2008
	2000	2010	Veränderung (in %)				Reserve	Reservenbasis	Ressourcenpotenzial	
Eisen-Legierungs-Metalle										
Chrom	13.700	22.000	61	619.438	2.225.455	12.000.000	28	101	545	32
Kobalt	32,3	88	172	7.100	13.000	15.000	81	148	170	20
Mangan	7.450	13.000	74	500.000	5.200.000		38	400		
Molybdän	112	234	109	8.600	19.000	19.400	37	81	83	30
Nickel	1.230	1.550	26	70.000	150.000	150.000	45	97	97	38
Niob	23,6	63	167	2.700	3.029		43	48		20
Tantal	0,513	1	31	131	180	ausreichend	196	269		
Titan	4.500	6.300	40	730.000	1.500.000	2.000.000	116	238	317	
Vanadium	42	56	33	13.045	38.000	63.000	233	679	1125	
Wolfram	31,5	61	94	3.000	6.300		49	103		35
Nichteisen-Metalle										
Aluminium	23.900	41.400	73				128	180	308	30
Antimon	121	135	12	2.100	4.300		16	32		
Arsen	40	55	36	1.070	1.605	11.000	20	29	202	
Beryllium	0,356	0	- 47			80	88		421	
Bismuth	3,78	7,6	101	320	680		42	89		10
Blei	2.980	4.100	38	79.000	170.000	1.500.000	19	41	366	74
Cadmium	19,3	22	14	490	1.200	6.000	22	55	273	
Cäsium				70	110					
Gallium	0,11	0,16	46			1.000				
Germanium	0,058	0,12	107				5			30
Hafnium				517	933	1.000				unbedeutend
Indium	0,22	1	161				7			
Kupfer	12.900	16.200	26	550.000	1.000.000	3.000.000	34	62	185	31
Lithium	13	25	95	4.100	11.000	13.000	162	435	514	
Magnesium Metall	284	760	168				515			16
Quecksilber	1,8	2	9	46	240	600	23	122	306	
Rhenium	0,043	0,048	12	3	10	11	52	208	229	
Scandium										
seltene Erden (Oxide)	81	134	65	88.000	150.000		659	1.123		
Strontium	304	420	38	6.800	120.000	1.000.000	16	286	2381	
Tellur	0,125	0,125	0	22	48		176	384	0	
Thallium	0,015	0,01	- 33	0	1	17	32	65	1700	
Thorium				1.200	1.400	2.000	1.200			
Yttrium	1,9	8,9	371	425	480		48	54		
Zink	8.000	12.000	50	180.000	480.000	1.900.000	15	40	158	10
Zinn	200	261	31	5.600	11.000	ausreichend	21	42		25
Zirconium	1.050	1.190	13	37.757	57.006	60.000	32	48	50	
Edelmetalle										
Gold	2,4	2,5	2	47	100		19	40		67
Palladium	0,177	0,197	11				177			
Platin	0,178	0,183	3				177			
Platingruppenmetalle				71	80	100				8
Silber	17,9	22,2	24	270	570		12	26		24
Summe (ohne Eisen)	77.043	120.099	56							

Umweltbundesamt GmbH

Spittelauer Lände 5
1090 Wien/Österreich

Tel.: +43-(0)1-313 04

Fax: +43-(0)1-313 04/5400

office@umweltbundesamt.at

www.umweltbundesamt.at

Der Report gibt eine Übersicht über die in Österreich aufgebrauchten und über die in der Industrie eingesetzten Mengen an Holz, Erz, Metall und mineralischen Rohstoffen. Mithilfe von Gütereinsatzstatistik und Wirtschaftsszenarien wird ein Verbrauchsszenario bis zum Jahr 2030 für die einzelnen Branchen entworfen. Bei einer Fortschreibung der spezifischen Rohstoffeinsätze wird der Gütereinsatz mit der wirtschaftlichen Entwicklung deutlich steigen (z. B. Natursteine von 47,7 Mio. t auf 76,0 Mio. t).

Der Verfügbarkeit und Wiederverwendung von seltenen Metallen in Österreich ist ein eigener Abschnitt gewidmet. Seltene Metalle sind versorgungskritisch und wirtschaftlich bedeutend. Während es bei den Massenmetallen bereits relativ hohe Recyclingraten gibt, sind diese bei seltenen Metallen aus ökonomischen Gründen noch sehr niedrig.