

„Charakterisierung anthropogener Ressourcenlager in Österreich am Beispiel Stahl - eine Bottom-up Analyse“



Masterarbeit von **Rainer Warrings**

zur Erlangung des akademischen Grades Diplomingenieur
des

Umwelt- und Bioressourcenmanagements (Dipl.-Ing.)



Betreuer/ Beurteiler: Priv.-Doz. Dipl.-Ing. Dr. techn. Johann Fellner

Mitbetreuer: Univ.Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Tobias Pröll

Wien, Oktober 2015

Institut für Verfahrens- und Energietechnik (IVET)

Department für Materialwissenschaften und Prozesstechnik (MAP)

Abstract

Iron and steel are important materials in construction and vehicle manufacturing but are also essential components of machines, tools or consumer durables. The objective of this master thesis was to determine the stock quantity of iron and steel in Austria through a bottom up analysis by using detailed statements of inventory lists, the estimated weights and metal shares of products and units. The use of steel scrap is an important factor to diminish economic and political dependences and represents a substantial contribution to climate protection by reducing greenhouse gas emissions and saving non-renewable resources like iron ore. As a secondary raw material, scrap can be reused in a new production cycle, but therefore detailed analyses about the composition and sectoral distribution among the anthropogenic stock is needed. This bottom up analyses tries to provide the information need.

The results indicate a total anthropogenic iron and steel stock in Austria of 43.6 Mio tonnes, whereby the different sectors contribute as follows to the overall stock: vehicle sector 17%, construction 52%, machinery 14% and metal ware 17%.

Keywords: iron, steel, bottom up, stock, resources, anthropogenic, scrap, ore

Eisen und Stahl sind wichtige Materialien im Konstruktions- und Fahrzeugbau, aber auch essentielle Bestandteile von Maschinen, Werkzeugen und Konsumgütern. Das Ziel dieser Masterarbeit ist die Bestimmung des Lagerbestands von Eisen und Stahl in Österreich mittels einer Bottom up Analyse durch Nutzung detaillierter Bestandszahlen, geschätztem Gewicht und Eisen- und Metallanteilen von Produkten und Einheiten. Die Nutzung von Stahlschrott ist ein wichtiger Faktor, um politische und ökonomische Abhängigkeiten zu verringern und leistet einen wesentlichen Beitrag zum Umweltschutz durch die relative Verringerung von CO₂-Emissionen und den verlangsamten Abbau des nicht nachwachsenden Rohstoffes Eisenerz.

Als Sekundärrohstoff kann Stahlschrott wieder in Produktionszyklen eingespeist werden, wobei zur Beurteilung der Nutzungsmöglichkeiten detaillierte Analysen über die Menge und sektorale Verteilung im anthropogenen Eisen- und Stahllager hilfreich sind. Die vorliegende Bottom up Analyse versucht diese Hinweise zu liefern.

Die Ergebnisse ergeben ein anthropogenes Eisen- und Stahllager in Österreich von 43,6 Mill. t, wobei sich folgende sektorale Verteilung ergab: Fahrzeug Sektor 17%, Bauwesen 52%, Maschinenbau 14% und Metallwaren 17%.

Schlagwörter: Eisen, Stahl, Bottom up, Stahllager, Ressourcen, anthropogen, Eisenerz, Stahlschrott

Inhaltsverzeichnis

1.	Einleitung	5
2.	Ziele und Fragestellungen	6
3.	Material und Methode	7
3.1.	Bottom up Analyse	7
3.2.	Sektoren	7
3.3.	Datensätze	8
4.	Ergebnisse	9
4.1.	Fahrzeuge	11
4.1.1.	Kraftfahrzeuge	11
4.1.1.1	Personenkraftwagen (Pkw)	12
4.1.1.2	Busse	12
4.1.1.	Lastkraftwagen (Lkw)	12
4.1.1.4	sonstige Kraftfahrzeuge	12
4.1.2	Fahrräder	13
4.1.3	Flugfahrzeuge	13
4.1.4	Schienenfahrzeuge	14
4.1.5	Wasserfahrzeuge	14
4.1.6	Militärfahrzeuge	15
4.2.	Bauwesen	15
4.2.1.	Gebäude	16
4.2.1.1.	Wohngebäude	17
4.2.1.2.	Nichtwohngebäude	17
4.2.1.3	Stadien	18
4.2.2.	Infrastruktur	18
4.2.2.1.	Ver- und Entsorgung	18
4.2.2.1.1.	Pipelines	19
4.2.2.1.2.	Gas- und Wasserleitungen	19
4.2.2.2.3.	Kanalisation	20
4.2.2.1.4.	Freileitungen	20

Inhaltsverzeichnis

4.2.2.1.5.	Fernwärmeleitungen	21
4.2.2.1.6.	Wasserkraftwerke	21
4.2.2.1.7.	Wärmekraftwerke	21
4.2.2.1.8.	Windkraftwerke	22
4.2.2.1.9.	Müllverbrennungsanlagen	22
4.2.2.2.	Verkehrswesen	22
4.2.2.2.1.	Schienenverkehr	22
4.2.2.2.2.	Straßenbau	23
4.2.2.2.3.	Brücken	23
4.2.2.2.4.	Tunnel	24
4.2.2.2.5.	Sonstige Infrastruktur	24
4.3.	Maschinenbau	24
4.4.	Metallwaren	26
4.4.1.	Behälter	27
4.4.2.	Metallverpackungen	28
4.4.3.	Konsumgüter	29
4.4.4.	sonstige Metallwaren	29
5.	Literaturvergleich	30
6.	Schlussfolgerung	33
Anhang A		36
Anhang B		42
Anhang C		60
Anhang D		75
Quellenverzeichnis Anhang		93
Tabellen- und Abbildungsverzeichnis		97
Literaturverzeichnis		99

Die Eisen- und Stahlindustrie ist einer der wichtigsten Industriezweige Österreichs. Der Umsatz im Maschinenbau und in der Metallerzeugung und -bearbeitung betrug im Jahr 2012 über 43,8 Mrd. € (Statistik Austria, 2014) und die Wertschöpfung der metallverarbeitenden Industrie entspricht ca. 10% des österreichischen Bruttoinlandsprodukts. Dabei werden 15 Mil. t an metallischen Erzeugnissen exportiert (Eisenmenger et al., 2011). Etwa 112.000 Menschen (2010) sind in der Maschinen- und Metallwarenindustrie beschäftigt (WKO, 2015).

Eisen und Stahl sind wichtige Werkstoffe, die vielfältig eingesetzt werden. Für den Fahrzeug- und Konstruktionsbau spielen sie eine wesentliche Rolle, aber auch im produzierenden Gewerbe sind sie wichtige Bestandteile von Maschinen, Werkzeugen oder Konsumgütern.

Der zur Erzeugung erforderliche Rohstoff Eisenerz aus inländischer Gewinnung reicht nicht aus, um den österreichischen Bedarf für die Stahlproduktion zu decken. Die Importabhängigkeit bei Eisenerz liegt derzeit etwa bei 75% (Weber and Heinrich, 2012).

Der Bedarf an Eisenerz wird laut Umweltbundesamt steigen und im Jahr 2030 bei etwa 16 Mill. t (2010: 8 Mill. t) liegen (Krutzler et al., 2012).

Zur Reduktion der Importabhängigkeit sind Recyclingmaßnahmen und weitgehend geschlossene Metallkreisläufe, sowie die Verbesserung von Stahlqualitäten wichtige Handlungsschritte (Bartusch, 2013). Besonders die Rohstoffgewinnung aus der Wiederverwertung des anthropogenen Lagers gewinnt zunehmend an Bedeutung. Der Einsatz von Stahlschrott hat in den letzten Jahren zugenommen und laut der Wirtschaftsvereinigung Stahl wurden in Deutschland im Jahre 2010 44% des Rohstahls durch Stahlschrott ersetzt. Nach einem Bericht des Umweltbundesamts wurden 2009 in Österreich 8,6 Mill. t Eisenerz und 2 Mill. t Schrott eingesetzt (Krutzler et al., 2012). Die Recyclingraten für Stahlschrott in der EU liegen bereits bei 80-90%, während sie zu Beginn der 1990er- Jahre noch bei 60% lagen (Hausenberger, 2009, Renda et al., 2013).

Das Recycling und die Rohstoffgewinnung aus dem anthropogenen Lager ist jedoch nicht nur aus politischer und wirtschaftlicher Sicht aufgrund der Verringerung der Rohstoffabhängigkeit und Kostenreduktion von Bedeutung, sondern liefert auch einen wichtigen Beitrag zum Schutz der Umwelt.

Zum einen reduziert das Schrottrecycling deutlich den Rohstoffverbrauch von Eisenerz, indem es als Sekundärrohstoff wieder in den Stoffkreislauf einfließt und damit die Ausbeutung des nicht nachwachsenden Rohstoffes Eisenerz vermindert. Für jede anstelle von Roheisen eingesetzte Tonne Stahlschrott müssen 1,5 t weniger Erze abgebaut werden (BDSV, n.d.).

Andererseits führt der vermehrte Einsatz von Stahlschrott auch zu einer deutlichen Reduktion von Treibhausgasemissionen. So ist beispielsweise die Stahlproduktion zwischen 2009 und 2010 um 29,4 % angestiegen, während die Emissionen nur um 16,8 % gestiegen sind. Dies lässt sich einerseits auf Anlagenoptimierungen bei der Stahlproduktion und andererseits auf den vermehrten Einsatz von Eisenschrott zurückführen (Anderl et al., 2012). Bei der Verwendung von Stahlschrott als Sekundärrohstoff kann von einer relativen Einsparung von 20-80% an CO₂-Emissionen ausgegangen werden (Frischenschlager et al., 2010). Da der Anteil der energie- und prozessbedingten Emissionen der Eisen- und Stahlproduktion 13,1% an den gesamten nationalen Treibhausgasemissionen beträgt (Anderl et al., 2012), ist jede Emissionsreduktion in der Eisen- und Stahlindustrie ein wichtiger Beitrag zum Klimaschutz.

2. Ziele und Fragestellungen

Um den Bedarf an Eisen und Stahl in den einzelnen Industriebereichen abschätzen zu können, sind Materialflußanalysen gebräuchlich. Durch diese Stoffflussanalysen wird üblicherweise die durch anthropogene Nutzung entstandene Lagerveränderung während eines Zeitraums (meist ein Jahr), bestimmt. Bei der Beurteilung von Lagermengen werden die Materialflüsse mit der Lebensdauer multipliziert und so der Lagerbestand geschätzt.

Ziel der nachfolgenden Arbeit war es dagegen mittels einer Bottom-Up Analyse ein möglichst vollständiges Bild der Stahllager in Österreich in den unterschiedlichen Anwendungssektoren zu zeichnen und für die Nutzung von Eisen und Stahl als Sekundärrohstoff die Verteilung im anthropogenen Lager besser einschätzen zu können. Dazu wurden alle Lebensbereiche auf die Verwendung von Eisen und Stahl untersucht und alle relevanten Mengen, soweit möglich, statistisch erfasst.

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wurden folgende Fragestellungen untersucht:

1. Wie groß ist das gesamte Eisen- und Stahllager in Österreich?
2. Wie teilt sich das Eisen- und Stahllager auf die einzelnen Sektoren auf?
3. Wie groß ist das österreichische pro- Kopf- Lager an Eisen und Stahl?
4. Welche Lebensdauer haben die verschiedenen Produkte und Einheiten?

3. Material und Methode

3.1. Bottom up Analyse

Für diese Arbeit wurde der Ansatz einer Bottom up Analyse gewählt, bei der zuerst einzelne Teilbereiche (Produkte oder Produktgruppen) analysiert und dann zu größeren Einheiten, wie Segmenten oder Sektoren zusammengefasst wurden. Dies steht im Gegensatz zu dem Top Down Ansatz, bei dem ausgehend von einer beispielsweise gesamt produzierten Stahlmenge eine sukzessive Zuteilung und Aufgliederung in immer kleinere Bereiche erfolgen werden würde.

Die Wahl der Bottom up Analyse ermöglichte eine genaue und detaillierte Erfassung der Stahlmengen über die einzelnen Produkte und Einheiten und erfolgte auf Basis von:

1. Stückzahlen
2. Verkaufszahlen

Grundsätzlich wurde versucht den Bestand an Produkten und Einheiten über die im Umlauf befindliche Menge zu bestimmen, also wieviel Stück oder Einheiten in Österreich zu einem gegebenen Zeitpunkt (31.12.2010) vorhanden sind. Nur wenn aufgrund fehlender Daten oder unzureichender Aufschlüsselung eine Erhebung auf Basis des Bestandes nicht möglich war, wurde auf verfügbare Verkaufszahlen (Verkäufe aus Produktion zuzüglich Importen und abzüglich Exporten) zurückgegriffen. Über die mutmaßliche Lebensdauer konnten Gesamtmengen geschätzt werden.

3.2. Sektoren

Nach Erfassung der einzelnen Produkte und Einheiten wurden diese zu Gruppen zusammengefasst und sind Teil eines Segmentes. Verschiedene Segmenten bilden einen Sektor.

Die vorliegende Arbeit orientiert sich dabei an den in der Literatur üblicherweise verwendeten Sektoren (Allwood et al., 2012, Cooper and Allwood, 2012, Dahlström et al., 2004, Davis et al., 2007, EUROFER, 2015, Michaelis and Jackson, 2000, Moll et al., 2005, Moynihan and Allwood, 2012, Wang et al., 2007, Wirtschaftsvereinigung Stahl, 2015), wobei die Auswahl und Zuteilung adaptiert wurde.

Für die nachfolgende Untersuchung wurden die Sektoren **Fahrzeuge, Bauwesen, Maschinenbau und Metallwaren** bestimmt. Zusätzlich erfolgte eine weitere Untergliederung in verschiedene Segmente. Die Fahrzeuge wurden in die Segmente motorisierte (Kraftfahrzeuge) und verschiedene nicht-motorisierte Fahrzeugarten (Fahrräder, Flug-, Schienen-, Wasser- und Militärfahrzeuge), das Bauwesen in Gebäude und Infrastruktur, der Maschinenbau in Elektrische Motoren und

Maschinen und die Metallwaren in Behälter, Metallverpackungen, Konsumgüter, Werkzeuge, Draht- und Eisenwaren und sonstige Metallwaren unterteilt.

Die einzelnen Segmente setzten sich, wie oben erwähnt, aus verschiedenen Produktgruppen zusammen, deren Einteilung aus Kapitel 3, Ergebnisse ersichtlich wird.

3.3. Datensätze

Soweit möglich wurden alle Daten anhand von statistischen Erhebungen anerkannter Institutionen, wie der Statistik Austria oder Eurostat, oder mittels Literaturrecherche erhoben.

Dabei wurde für jeden Gegenstandes oder jede Einheit ein Eisen- und Stahlanteil angenommen. Die Einschätzungen basieren überwiegend auf Aufstellungen der Swedish Chemical Agency (KEMI, 2007) oder auf Angaben aus der Literatur. Sollten keine Angaben verfügbar gewesen sein, so wurden die Anteile nach Einschätzung des Autors vorgenommen.

Das Gewicht eines Gegenstandes oder einer Einheit wurde, wenn möglich, bestehender Literatur zu dem jeweiligen Thema entnommen oder anhand eines Referenzmodells, welches als typisch (z.B. meistverkauft oder hoher Bekanntheitsgrad) für einen Bereich angenommen wurde, ermittelt. Das Gewicht des Referenzmodells wurde als durchschnittlicher Wert für den entsprechenden Bereich eingesetzt.

Aus der Anzahl, dem Eisen- und Stahlgehalt und dem durchschnittlichen Gewicht der Produkte oder Einheiten ergab sich der Lagerbestand an Eisen und Stahl zum 31.12.2010.

Das Jahr 2010 wurde gewählt, um aus allen Bereichen verfügbare Daten erhalten und dennoch einen aktuellen Überblick gewinnen zu können.

Um eine einheitliche Sprachgebung zu gewährleisten und Unklarheiten zu vermeiden, wird in der nachfolgenden Arbeit grundsätzlich von Eisen- und Stahlanteilen und Eisen- und Stahlmengen gesprochen, obwohl an manchen Stellen die alleinige Verwendung des Begriffes Stahl, beziehungsweise Eisen technisch korrekter wäre.

Es kann zwischen den Begriffen Lebensdauer und Nutzungsdauer unterschieden werden. In der vorliegenden Arbeit wird der Begriff Lebensdauer verwendet, da er die Nutzung eines Gegenstandes oder einer Einheit bis zu seinem Austausch beschreibt. Erst wenn dieser der Verwertung zugeführt wird und daher nicht mehr im Lagerbestand verbleibt, ist die Lebensdauer im Sinne einer Zugehörigkeit zum Bestand beendet. Die Nutzungsdauer eines Fahrrad, das gegen ein neues ausgetauscht wird, aber noch im Keller steht, ist eventuell beendet, die Lebensdauer aber noch nicht. Die Lebensdauer der einzelnen Produkte oder Einheiten wurde aus der

entsprechenden Literatur übernommen oder gegebenenfalls über die jährliche Änderung des Bestandes geschätzt.

Zur besseren Lesbarkeit der Daten wurde auf Dezimalstellen in den Darstellungen der Berechnungen weitgehend verzichtet, wodurch es gelegentlich zu Rundungsfehlern kommen kann.

Wenn nicht anders vermerkt, beziehen sich alle Angaben auf das Jahr 2010.

4. Ergebnisse

Die Berechnungen zu den gewonnenen Daten der im Bestand befindlichen Produkte oder Einheiten in Österreich zum 31.12.2010 ergaben, wie Abbildung 1 zeigt, ein Lager von insgesamt 43,6 Mill t an Eisen- und Stahl.

43,6 Mill. t / 5,2 t pro Person

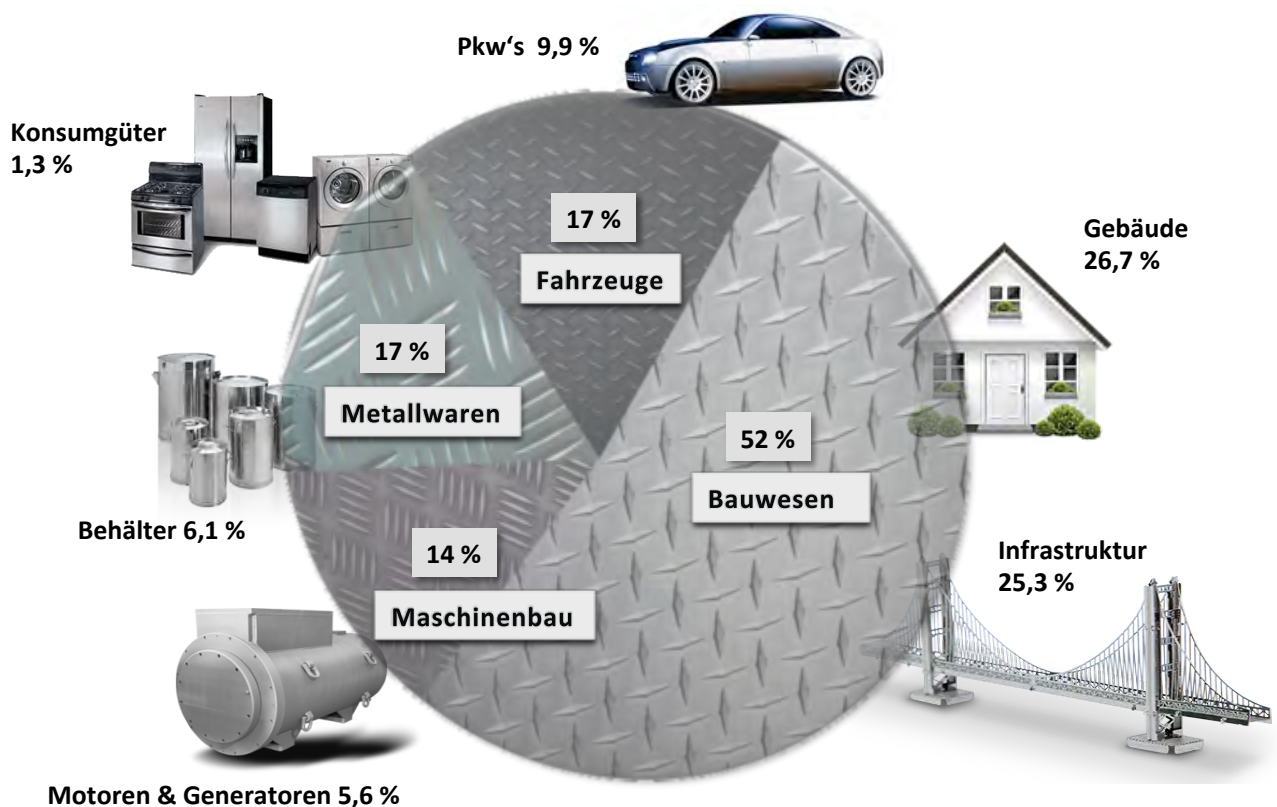


Abbildung 1: Eisen- und Stahlmengen in Österreich 2010 nach Sektoren (Quelle: eigene Berechnungen)

Der größte Anteil liegt dabei im Bauwesen mit 22,6 Mill. t, während in Fahrzeugen und im Maschinenbau 7,6 Mill. t Eisen- und Stahl gebunden sind. In Metallwaren finden sich 5,8 Mill. t Eisen und Stahl.

Umgerechnet auf die Bevölkerung (2010: 8.361.069 Einwohner) liegt das österreichische pro-Kopf Lager an Eisen und Stahl bei geschätzten 5,2 t.

Eine genaue Aufteilung auf die einzelnen Sektoren findet sich in Tabelle 1.

Tabelle 1: Eisen- und Stahlmengen in Österreich 2010 nach Sektoren, Ergebnisse (Quelle: eigene Berechnungen)

Ergebnisse - Eisen & Stahllager 2010, Österreich							
	Eisen- und Stahl (t)			%		Lebensdauer in Jahren	
Fahrzeuge			7.600.000			17,3	
Kraftfahrzeuge		6.800.000			15,4		
Pkw	4.300.000			9,8			14,5
Busse	62.000			0,1			12
Lkw < 3,5 t	420.000			1,0			25
Lkw > 3,5 t	1.400.000			3,3			25
sonstige Kfz	540.000			1,2			15-31
Fahrräder	50.000			0,1	0,1		15
Flugfahrzeuge	780			0,0	0,0		30
Schienenfahrzeuge	670.000			1,6	1,6		25
Wasserfahrzeuge	47.000			0,1	0,1		45-50
Militärfahrzeuge	47.000			0,1	0,1		-
Bauwesen			23.000.000			51,8	
Gebäude		12.000.000			26,6		
Wohngebäude	7.000.000			16,1			50-100
Nichtwohngebäude	4.500.000			10,3			30-80
Stadien	84.000			0,2			30
Infrastruktur		11.000.000			25,2		
Ver- und Entsorgung	6.300.000			14,5			20-120
Schienennetz	820.000			1,9			15-30
Straßenbau	360.000			0,8			10
Brücken	2.600.000			6,0			> 100
Tunnel	860.000			2,0			70
sonstige Infrastruktur	9.200			0,0			30-50
Maschinenbau			5.800.000		13,4	13,4	
Elektrische Motoren & Generatoren	2.500.000	2.500.000		5,6			10-35
Maschinen	3.400.000	3.400.000		7,8			8-20
Metallwaren			7.600.000		17,4	17,4	
Behälter	2.700.000	2.700.000		6,1			12,5-40
Metallverpackungen	37.000	37.000		0,1			<1
Konsumgüter	580.000	580.000		1,3			4-15
Werkzeuge	560.000	560.000		1,3			10
Draht- und Eisenwaren	2.700.000	2.700.000		6,2			10
Sonstige Metallwaren	1.100.000	1.100.000		2,4			1-30
Summe	43.600.000	43.600.000		100	100	100	

Trotz größter Sorgfalt bei der Erhebung und Auswertung sämtlicher Daten sind alle Berechnungen mit mehr oder weniger großen Unsicherheiten behaftet, deren Schwankungsbreiten nach Schätzung des Autors zwischen - 10 % bis + 100 % liegen können.

Die Lebensdauer ist je nach Sektor und Verwendungszweck sehr unterschiedlich und variiert zwischen < 1 und 100 Jahren.

4.1. Fahrzeuge

Der Sektor Fahrzeuge läßt sich in die einzelnen Bereiche Kraftfahrzeuge, Fahrräder, Flugfahrzeuge, Schienen-, Wasser- und Militärfahrzeuge gliedern.

Der Bestand an Fahrzeugen wurde anhand der Angaben von Statistik Austria ermittelt, er betrug 6,7 Mill. Fahrzeuge (inklusive Anhängern) zum 31. 12. 2010 (Statistik Austria, 2011b).

Die Fahrzeuge lassen sich nach Fahrzeugarten aufgliedern, die von der Statistik Austria übernommen wurden und im Nachfolgenden im Detail beschrieben werden. Das Gesamtgewicht kann mit 7,6 Mill. t Eisen- und Stahl angenommen werden, wie aus Tabelle 1 ersichtlich.

4.1.1. Kraftfahrzeuge

Die größte Gruppe der Kraftfahrzeuge sind die Personenkraftwagen, die mit 4,3 Mill. t Eisen und Stahl auch die größte Masse darstellen. Eine relevante Menge an Eisen und Stahl (1,4 Mill. t) ist in den Lkw's über 3,5 t Gesamtgewicht, wie in Tabelle 2 ersichtlich, gebunden.

Eine genauere Berechnung findet sich in Anhang A, Tabelle A1: Kraftfahrzeuge nach Fahrzeugarten.

Tabelle 2: Kfz- Bestand und Eisen- und Stahlmengen (Quelle: Statistik Austria 2011; eigene Berechnungen)

Kraftfahrzeuge - Eisen & Stahllager 2010, Österreich				
Kraftfahrzeuge	Gesamt Stahl in t	%	Materialanteil (Eisen und Stahl)	Lebensdauer in Jahren
Pkw	4.300.000	63,50	0,67	14-15
Busse	62.000	0,90	0,56	12
Lkw < 3,5 t	420.000	6,30	0,67	25
Lkw > 3,5 t	1.400.000	21,40	0,77	25
sonstige Kfz	540.000	8,00	0,27-0,77	15-31
Summe	6.800.000	100		

4.1.1.1 Personenkraftwagen (Pkw)

Die Anzahl an zugelassenen Pkw's betrug 4,4 Mill. Fahrzeuge. Das durchschnittliche Gewicht wurde mit 1.440 kg angenommen (Cooper and Allwood, 2012).

Insgesamt wurde eine Eisen- und Stahlmenge von 4,3 Mill. t berechnet.

Die durchschnittliche Lebensdauer beträgt 14-15 Jahre (Cooper and Allwood, 2012), was auch in etwa der Bestandsentwicklung anhand der Neuzulassungen zwischen 1996-2010 entspricht (4,54 Mill. Pkw).

4.1.1.2 Busse

Es waren zum 31.12.2010 insgesamt 9.648 Busse zugelassen. Das Gewicht wurde mit durchschnittlich 11.340 kg bei einem Eisen- und Stahlanteil von 46% (Chester, 2008) angenommen. Dies ergab insgesamt 61.000 t Eisen- und Stahl.

Die Lebensdauer wird auf 12 Jahre (Chester, 2008) geschätzt.

4.1.1.3 Lastkraftwagen (Lkw)

Lastkraftwagen lassen sich in die Kl. N1 (bis 3,5t Gesamtgewicht), Kl. N2 (über 3,5t bis 12t Gesamtgewicht) und Kl. N3 (über 12t Gesamtgewicht) unterteilen. In den Angaben der Statistik Austria für 2010 wurde keine separate Aufteilung in die einzelnen LkW- Klassen vorgenommen, die Anzahl wurde daher nach Angaben von 2014 geschätzt.

Für die leichteren Lkw (bis 3,5t Gesamtgewicht) wurden 420.000 t Eisen- und Stahl, für die Lkw über 3,5 t Gesamtgewicht 1,4 Mill. t Eisen- und Stahl errechnet.

Für Lkw's wird eine Lebensdauer von 25 Jahren geschätzt (Entsorgung Punkt DE, 2014).

4.1.1.4 sonstige Kraftfahrzeuge

Unter sonstige Kraftfahrzeuge sind alle übrigen Kraftfahrzeugarten wie motorisierte Zwei- und Dreiräder, aber auch Wohnwagen, Arbeitsmaschinen und Anhänger zusammengefasst, mit einer gesamten Eisen- und Stahlmenge von 540.000 t. Eine genaue Aufstellung findet sich in Anhang A,

Tabelle A1: Kraftfahrzeuge nach Fahrzeugarten.

Die Lebensdauer variiert zwischen 15 und 31 Jahren (Entsorgung Punkt DE, 2014).

4.1.2 Fahrräder

Zu den nichtmotorisierten Fahrzeugen zählen auch die Fahrräder, die mengenmäßig die größte Gruppe mit 6,4 Mill. Fahrzeugen stellen, allerdings aufgrund des geringen Gewichts von durchschnittlich 17 kg (Leuenberger and Frischknecht, 2010) nur mit 50.000 t zum Eisen- und Stahllager beitragen, wie Abbildung 2 zeigt. Die Lebensdauer wird mit 10.000-15.000 km (Leuenberger and Frischknecht, 2010) angenommen, was bei einer jährlichen km- Leistung pro Kopf der Bevölkerung von 405 km (BMVIT, 2010) etwa 24-37 Jahre entspricht. Da die Nutzungsdauer im Allgemeinen kürzer als die Lebensdauer ist, wird die Lebensdauer für Fahrräder auf 15 Jahre geschätzt.

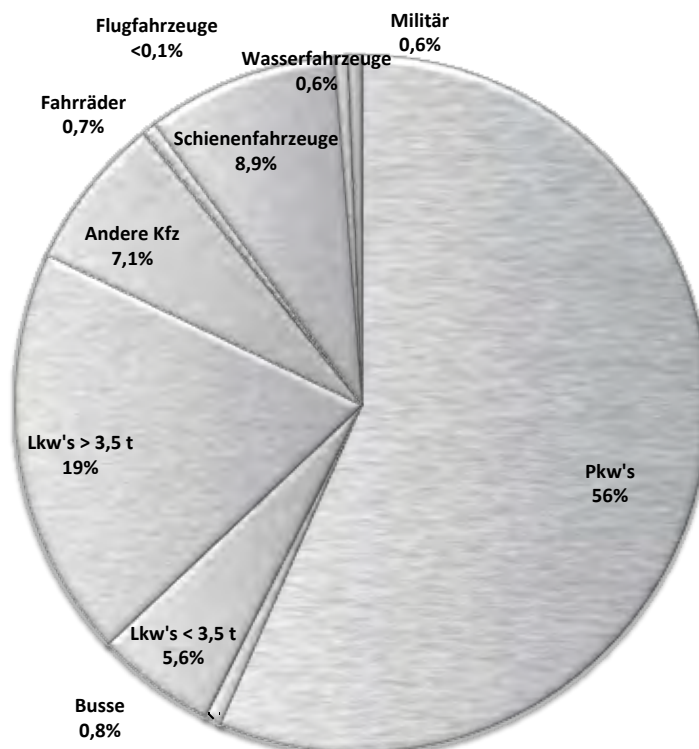


Abbildung 2: Eisen- und Stahlmengen in Österreich 2010 nach Sektoren: Fahrzeuge (Quelle: eigene Berechnungen)

4.1.3 Flugfahrzeuge

Flugfahrzeuge werden laut Statistik Austria in Flugzeuge mit verschiedenen Gewichtsklassen und in Wasser- und Amphibienfahrzeuge, Drehflügler, Ultraleichtflugzeuge, Motorsegler und

Motorluftfahrzeuge des Bundes unterteilt. Der Bestand betrug im Jahr 2010 1.600 zivile Luftfahrzeuge (Statistik Austria, 2012c). Das Leergewicht wurde anhand eines Referenzmodells für die jeweilige Fahrzeugklasse ermittelt und mit dem Bestand und dem Eisen- und Stahlanteil (0,05-0,10) multipliziert. Dies ergab eine Gesamtmenge für alle Flugfahrzeuge von 780 t Eisen- und Stahl.

Detaillierte Aufgliederungen finden sich in Anhang A, Tabelle A2: Flugfahrzeuge.

Die durchschnittliche Lebensdauer beträgt 30 Jahre (Chester, 2008).

4.1.4 Schienenfahrzeuge

Laut der Österreichischen Verkehrsstatistik gab es bei den österreichischen Eisenbahnverkehrsunternehmen insgesamt 1.436 Lokomotiven, 645 Triebwagen, 2.524 Personenwagen und 21.015 Güterwagen (Statistik Austria, 2012c). Das Gewicht der einzelnen Fahrzeugarten wurde anhand eines Referenzmodells geschätzt, siehe Anhang A, Tabelle A3: Schienenfahrzeuge. Daraus ergab sich eine Eisen- und Stahlmenge bei Schienenfahrzeugen von 670.000 t.

Das Lebensalter kann je nach Fahrzeugtyp auf 15-50 Jahre geschätzt werden (Chester, 2008, Renda et al., 2013, Siemens, 2012, Train-Fever, 2015, Vallée et al., 2013, BAFU, 2015).

4.1.5 Wasserfahrzeuge

Der Bestand an Wasserfahrzeugen in Österreich in den Bereichen Güterschifffahrt und Personenschifffahrt wurde nur bis 2002 von der Statistik Austria statistisch erfasst (Statistik Austria, 2012c). Für 2010 wurde die Anzahl an Wasserfahrzeugen geschätzt.

In der Güterschifffahrt wurde nach Angaben der First – DDSG Logistics Holding GmbH von 250 Schiffen mit einer maximalen Tragfähigkeit von 330.000 Tonnen ausgegangen (First-Ddsg Logistics, 2015). Da keine Angaben zum Leergewicht vorlagen, wurden Referenzwerte für ähnliche Schiffe (Diekmann and Rosenthal, 2014) gesucht, um das Leergewicht errechnen zu können. Aus den Angaben von Leergewicht und Tragfähigkeit der Referenzmodelle wurde das durchschnittliche Verhältnis von Tragfähigkeit (= Nutzlast) zum Leergewicht geschätzt. Dabei ergab sich ein durchschnittlicher Koeffizient von 0,17, d.h. die Nutzlast ist ca. 6 mal höher als das Leergewicht. Da der Bestand von 250 Schiffen eine Gesamtnutzlast von 330.000 t hat, beträgt das Gesamtleergewicht aller Schiffe 55.000 t (221,5 t pro Schiff).

Bei der Personenschiffahrt kann eine errechnete Anzahl von 305 Schiffen angenommen werden mit einem durch Referenzmodelle geschätzten Leergewicht von insgesamt 36.000 t (118,1 t pro Schiff), wie Anhang A, Tabelle A4: Wasserfahrzeuge zeigt.

Dadurch ergibt sich eine gesamte Eisen- und Stahlmenge von 47.000 t.

Die Lebensdauer für Güterschiffe wird auf 45 Jahre (Universität Duisburg, 2011) und für Personenschiffe auf 50 Jahre (BTE, 2010) geschätzt.

4.1.6 Militärfahrzeuge

Der Fuhrpark des Bundesheeres in Österreich besteht aus geschätzten 4.200 Fahrzeugen und Geräten, wie Ketten- und Radfahrzeuge, Artillerie, Pioniergeräte, Kraftfahrzeuge, ABC-Abwehrgeräte, Großgeräte und Luftfahrzeuge (Doppeladler, 2015).

Es wurden Referenzwerte für die einzelnen Fahrzeugklassen gesucht und ein durchschnittliches Gewicht geschätzt (BMLVS, 2015). Detaillierte Berechnungen finden sich in Anhang A, Tabelle A5: Militärfahrzeuge. Daraus ergab sich eine Gesamtmenge von 46.748 t Eisen- und Stahl.

Über die Lebensdauer konnten keine Angaben gemacht werden.

4.2. Bauwesen

Tabelle 3: Eisen- und Stahlmengen im Bauwesen (Quelle: eigene Berechnungen)

Bauwesen - Eisen & Stahllager 2010, Österreich					
Bauwerke	Eisen- und Stahl (t)		%		Lebensdauer in Jahren
Gebäude		12.000.000		51,4	
Wohngebäude	7.000.000		31,1		50-100
Nichtwohngebäude	4.500.000		20,0		80
Stadien	84.000		0,4		30
Infrastruktur		11.000.000		48,6	
Ver- und Entsorgung	6.300.000		28,0		20-100
Schieneninfrastruktur	820.000		3,6		15-30
Straßenbau	360.000		1,6		25-40
Brücken	2.600.000		11,5		70-119
Tunnel	860.000		3,8		70
Sonstige Infrastruktur	8.200		0,0		30-50
Summe	23.000.000	23.000.000	100	100	

Der Sektor Bauwesen lässt sich im Wesentlichen in Gebäude und Infrastruktur unterteilen. In diesem Sektor ist aufgrund der hohen Lebensdauer der Einheiten eine große Menge an Eisen und Stahl gebunden, wie die Aufstellung in Tabelle 3 zeigt. In Gebäuden sind etwa 11,6 Mill. t Eisen und Stahl verbaut, in der Infrastruktur 11,1 Mill. t Eisen und Stahl, wobei der größte Teil auf Ver- und Entsorgungseinrichtungen entfällt, wie aus der Verteilung auf die einzelnen Segmente laut Abbildung 3 ersichtlich.

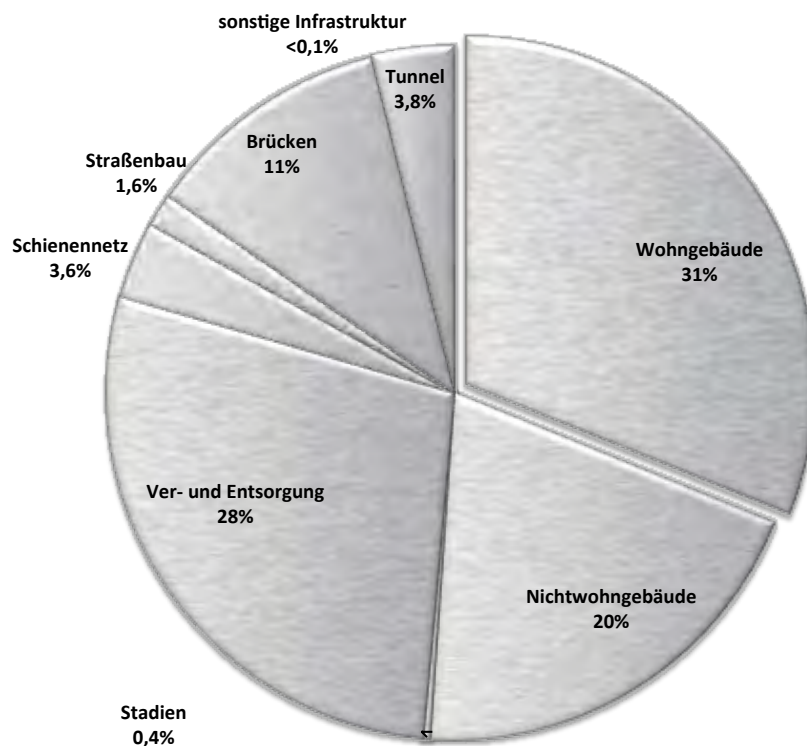


Abbildung 3: Eisen- und Stahlmengen in Österreich 2010 nach Sektoren: Bauwesen (Quelle: eigene Berechnungen)

4.2.1. Gebäude

Die Daten wurden der Statistik Austria entnommen, wobei zwischen Wohn- und Nichtwohngebäuden unterschieden wird (Statistik Austria, 2012a, Statistik Austria, 2012b). Zu den Gebäuden lassen sich noch Stadien und sonstige Sport- und Veranstaltungszentren zählen. Allerdings lagen zu letzteren keine Angaben vor- ob und in welchem Maße sie bei den Nichtwohngebäude erfasst sind, konnte nicht eruiert werden.

4.2.1.1.

Wohngebäude

Es gibt 4.300.049 Wohnungen, die durchschnittliche Wohnfläche beträgt ca. 100 m² (Statistik Austria, 2015c). Die durchschnittliche Geschosshöhe wurde mit 3 m angenommen, der Anteil der Hauptnutzfläche (HNF) an der Brutto- Grundfläche (BGF) mit 53% (Bogenstätter, 2007). Dementsprechend beträgt das Verhältnis BGF / HNF 1,89. Der Stahlanteil kann mit 2,88 kg / m³ (Kleemann et al., 2014) geschätzt werden. Aus der Anzahl der Wohnungen, der durchschnittlichen Fläche, dem Verhältnis BGF / HNF, der Geschosshöhe und dem durchschnittlichen Stahlanteil von Gebäuden ergibt sich für Wohngebäude in Österreich eine Eisen- und Stahlmenge von 7.021.808 t. Die Wohnungen wurden im Gegensatz zu den nachfolgenden Berechnungen der Nichtwohngebäude nicht nach Anzahl der Gebäude, sondern nach Anzahl der Wohnungen berechnet. Da keine durchschnittliche Gebäudehöhen, sondern nur Geschosshöhen bekannt waren, wurde die Wohnfläche mit dem Verhältnis BGF/HNF erweitert, um die fehlenden Informationen ausgleichen zu können. Die Berechnungen finden sich in Anhang B, Tabelle B2: Wohn- und Nichtwohngebäude in Österreich.

Die Lebensdauer von Einfamilienhäusern kann auf 60-100 Jahre, von Mietwohngebäuden auf 50-80 Jahre geschätzt werden (Kalusche, 2004), wobei auch deutlich höhere Lebensdauern zu beobachten sind.

4.2.1.2.

Nichtwohngebäude

Die Berechnungen basieren auf einer Datenanalyse von Nichtwohngebäuden in Deutschland (BMVBS (Hrsg.), 2013) für verschiedene Nutzungsklassen, die an die Gebäudearteneinteilung nach Statistik Austria angepasst wurden.

Die durchschnittliche Gebäudefläche für die einzelnen Gebäudearten wurde nach den Berechnungen des Bundesinstitutes für Bau-, Stadt- und Raumforschung in Deutschland anhand der Gesamtfläche aller untersuchten Gebäude und der Gesamtanzahl der Gebäude errechnet (BMVBS (Hrsg.), 2013) und auf die jeweiligen Gebäudearten in Österreich übertragen.

Die Nutzungsklassen Bildung, Heilbehandlung, Sport, Kultur laut dem Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung wurden den sonstigen Nichtwohngebäude zugeordnet. Die Gebäudeart „Übrige Nichtwohngebäude“ laut Statistik Austria konnten nicht zugeordnet werden, die Werte für die Fläche, Höhe und Stahlanteil wurden aus dem Durchschnitt aller anderen Nichtwohngebäude gebildet.

Die Berechnung des Eisen- und Stahlanteils pro Gebäudeart wurde aus der Anzahl der Gebäude, der durchschnittlichen Gebäudefläche, der durchschnittlichen Gebäudehöhe und dem durchschnittlichen Stahlgehalt nach Kleemann et al. gewonnen. Die Berechnung für die einzelnen Nutzungsklassen finden sich in Anhang B, Tabelle B1: Gebäude nach Nutzungsklassen.

Die Eisen- und Stahlmenge für Nichtwohngebäude beträgt 4,5 Mill. t.

Die Lebensdauer variiert je nach Gebäudeart und kann auf 30-80 Jahre (Kalusche, 2004) geschätzt.

4.2.1.3 Stadien

Es wurden alle Stadien in Österreich (ohne Sport- oder Veranstaltungshallen) erfasst und deren Gesamt- Zuschauerkapazität errechnet (Stadionwelt, 2015). Aus den Angaben der eingesetzten Eisen- und Stahlmenge zu einigen Stadien (Unger Steel Group, n.d., Zeman, 2012, Nca, 2015, Wikipedia, 2015) wurde das Verhältnis der eingesetzten Eisen- und Stahlmenge zur Stadiongröße (= Zuschauerkapazität) errechnet. Daraus ergab sich eine durchschnittlich eingesetzte Eisen und Stahlmenge pro Zuschauer von 0,12 t und auf die Gesamt- Zuschauerkapazität hochgerechnet eine Gesamtmenge von 84.000 t Eisen und Stahl für alle Stadien in Österreich (siehe Anhang B, Tabelle B3: Stadien in Österreich).

Die Lebensdauer wird mit ca. 30 Jahren (FIFA, 2007) angenommen.

4.2.2. Infrastruktur

Die Infrastruktur lässt sich grob in die Bereiche Ver- und Entsorgung, Verkehrswesen und sonstige Infrastruktur aufgliedern.

4.2.2.1. Ver- und Entsorgung

Im Bereich der Ver- und Entsorgung gibt es eine Vielzahl von Einrichtungen, wie aus Tabelle 4 ersichtlich.

Ver- und Entsorgungsanlagen haben mit 6,3 Mill. t Eisen und Stahl einen großen Anteil am Teilssektor Infrastruktur. In den Berechnungen zu den Kraftwerken und Müllverbrennungsanlagen ist nur die Infrastruktur dieser Anlagen berücksichtigt, da die Maschinen und Geräte (Generatoren, Turbinen, Kessel etc.) in Kapitel 4.3. Maschinenbau bewertet wurden.

Tabelle 4: Eisen- und Stahlmengen im Ver- und Entsorgungsbereich (Quelle: eigene Berechnungen)

Bauwesen - Eisen & Stahllager 2010, Österreich			
Ver- und Entsorgung	Eisen- und Stahl (t)	%	Lebensdauer in Jahren
Pipelines	2.800.000	43,5	40-100
Wasserleitungen	1.300.000	19,9	35-50
Gasleitungen	140.000	2,3	50
Kanalleitungen	14.000	0,2	60
Freileitungen	170.000	2,6	40-120
Telefonleitungen	k.A.	-	-
Fernwärmeleitungen	75.000	1,2	40-80
Wasserkraftwerke	1.800.000	28,1	30-80
Wärmekraftwerke	62.000	1	40-45
Windkraftwerke	41.000	0,7	20-30
Müllverbrennungsanlagen	43.000	0,7	> 40
Summe	6.300.000	100	

4.2.2.1.1. Pipelines

Die Länge der Pipelines für Erdgas inklusive Primärverteilungssystem (Gas Connect, 2015) und Erdöl (GSV, n.d.) in Österreich beträgt 2.778 km. Für die Berechnung der Eisen- und Stahlmenge der Pipelines wurden Daten der Pipeline Nordstream als Vergleichswert übernommen. Für den Bau der Pipeline Nordstream wurden für eine Länge von 1.224 km 2.424.000 t Stahl (Nordstream, 2013) eingesetzt, was einer Menge von 1.980 t Stahl pro km Pipeline entspricht. Über den Durchmesser der betonummantelten Stahlrohre (Hautmann, n.d.) und der für die Pipelines in Österreich geschätzten durchschnittlichen Nennweiten konnte insgesamt eine Eisen- und Stahlmenge von 2,8 Mill. t angenommen werden, wie aus dem Anhang B, Tabelle B4: Pipelines inklusive Primärleitungen, ersichtlich.

Die Lebensdauer beträgt mindestens 40 Jahre (Feizlmayr and Goestl, 2011).

4.2.2.1.2. Gas- und Wasserleitungen

Das Gasleitungsnetz in Österreich (ohne Fernleitungen, bzw. Pipelines) ist 31.000 km lang

(E-Control, 2015) und das Wasserleitungsnetz hat eine Länge von 59.000 km (BMLFUW, 2008). Es wurden die Anteile an verschiedenen Materialien, sowie Nennweiten (Hechtner, 2010, Stadtrechnungshof Wien, 2005) und Gewicht (Düker, 2015, Hobas, n.d.) erhoben.

Insgesamt wurde eine Eisen- und Stahlmenge von 140.000 t für Gasleitungen und 1,3 Mill. t für Wasserleitungen errechnet, siehe Anhang B, Tabelle B5: Wasserleitungen. Druckrohre aus duktilem Gusseisen mit angegossenen Flanschen PN 10, Tabelle B6: Wasserleitungen in Österreich, Tabelle B7: Gasleitungen. Druckrohre DN 150 - 1000 PN 16 und Tabelle B8: Gasleitungen in Österreich.

Die Lebensdauer beträgt zwischen 35-50 Jahre (BTE, 2008).

4.2.2.1.3. Kanalisation

Die Abwasserkanalisation hat eine Gesamtlänge von 81.995 km (Fenzl, 2011). Die Länge der Straßenkanäle beträgt 11.159 km (Statistik Austria, 2009), wobei von der hauptsächlich Verwendung von Betonröhren ohne Stahlanteil ausgegangen wird. Die Einzugschächte mit Kanaldeckel und Einfassung bestehen aus Gusseisen oder Beton- Grauguß. Anhand der geschätzten Häufigkeit (alle 80 m) von Kanaldeckeln (Stadler, 1960) und ihrem Gewicht samt Einfassung (ACO, n.d.) kann von einer Gesamtmenge an Eisen und Stahl von 14.000 t ausgegangen werden, wie Anhang B, Tabelle B9: Kanalisation in Österreich, zeigt.

Die Lebensdauer wird mit 60 Jahren geschätzt (BTE, 2008).

4.2.2.1.4. Freileitungen

Die Systemlänge von Freileitungen beträgt 9.239 km (E-Control, 2015). Aus den angenommenen Seillängen und dem Gewicht des leitenden Stahlseils konnte eine Eisen- und Stahlmenge abgeleitet werden. Bei den Hochspannungsmasten wurde ein durchschnittliches Mastgewicht (inkl. Fundament) erhoben (Richter, 2015, Yli-Hannuksela, 2011). Dadurch ergibt sich eine Gesamtmenge von 170.000 t Eisen und Stahl, siehe Anhang B, Tabelle B10: Freileitungen.

Die Lebensdauer liegt bei 40-120 Jahre (Novitskiy et al., 2012).

4.2.2.1.5. Fernwärmeleitungen

Die Fernwärme-Netzlänge beträgt 4.200 km (FGW, 2014) mit einem geschätzten Anteil von 60-70% Kunststoffmantelverbundrohren mit einem Stahlrohr als Mediumrohr (Thalmann et al., 2013). Aus dem durchschnittlichen Gewicht (27,23 kg/m) des geschweißten Stahlrohres (GermanPipe, n.d.) konnte eine Gesamtmenge an Eisen und Stahl von 74.000 t errechnet werden. Berechnungen finden sich im Anhang B, Tabelle B11: Fernwärmeleitungen. Berechnung $\varnothing$ Gewicht und Tabelle B12: Fernwärmeleitungen in Österreich.

Die Lebensdauer beträgt 40-80 Jahre (Wolff and Jagnow, 2011).

4.2.2.1.6. Wasserkraftwerke

Für die Beurteilung des Eisen- und Stahlanteils von Wasserkraftwerken wurden die Berechnungen des auf Bewehrungsanteile untersuchten Murkraftwerks Leoben herangezogen (Grillitsch and Hochkofler, 2006) und daraus ein Eisen- und Stahlanteil pro MW Engpaßleistung errechnet.

Die gesamte Engpaßleistung aller Kraftwerke wurde mit dem Eisen- und Stahlanteil von 121 t pro MW Engpaßleistung multipliziert, woraus sich bei einer gesamten Engpaßleistung von 12.919 MW eine Gesamtmenge von 1,8 Mill. t Eisen und Stahl errechnen läßt. Die Berechnungen finden sich in Anhang B, Tabelle B14: Wasserkraftwerke, Engpaßleistungen.

Dabei wurde für Speicherkraftwerke aufgrund der größeren Kubatur der Bauwerke (Brux, 1983) zusätzlich ein Koeffizient von 1,23 berücksichtigt, wie aus Anhang B, siehe Tabelle B13: Wasserkraftwerke, Kubaturen ersichtlich.

Die Lebensdauer von Wasserkraftwerken wird auf 80 Jahre (EURELECTRIC, 2013) geschätzt.

4.2.2.1.7. Wärmekraftwerke

Die installierte Leistung Kraftwerksleistung bei Wärmekraftwerken betrug 7.431 MW (Statistik Austria, 2015b). Die verwendeten Stahlmengen bei der Konstruktion von Kraftwerken (Brux, 1983, Grillitsch and Hochkofler, 2006) dienten als Basis (8,28 t Stahl pro MW) zur Berechnung der gesamten Eisen- und Stahlmenge aller Wärmekraftwerke. Die sich daraus ergebende Menge an Eisen und Stahl betrug 62.000 t, siehe Anhang B, Tabelle B15: Wärmekraftwerke, Engpaßleistungen.

Die Lebensdauer kann mit 40-45 Jahre (Hobohm et al., 2012) angegeben werden.

4.2.2.1.8.

Windkraftwerke

Im Jahr 2010 gab es geschätzte 491 Windräder (Windkraft IG, 2015). Aus dem angenommenen durchschnittlichen Gewicht für den Turm inklusive Einbauten und das Fundament (Hau, 2014) wurde eine Eisen- und Stahlmenge von 41.000 t für Windkraftwerke errechnet, siehe Anhang B, Tabelle B16 und 17: Windkraftwerke.

Die Lebensdauer beträgt je nach Anlage 20-30 Jahren (Hau, 2014).

4.2.2.1.9

Müllverbrennungsanlagen

Laut Bundesabfallwirtschaftsplan gab es 10 Müllverbrennungsanlagen (BAWP, 2014) in Österreich. Die verwendete Menge Stahl zum Bau einer Müllverbrennungsanlage zweier beispielhafter Abfallanlagen in Dürnröhr und Kopenhagen (AVN, 2002, Paschal, 2015) wurde zur Berechnung der eingesetzten Stahlmengen bezogen auf die Größe der Anlage (0,2 t Stahl pro t Abfall Jahreskapazität) herangezogen.

Daraus lässt sich für alle Müllverbrennungsanlagen eine Gesamtmenge an Eisen und Stahl von 43.000 t errechnen, wie Anhang B, Tabelle B18: Anlagen zur Thermische Abfallbehandlung zeigt.

Die Lebensdauer beträgt mehr als 40 Jahre (Böhmer, 2007).

4.2.2.2.

Verkehrswesen

Das Verkehrswesen umfasst den Schienen- und Strassenverkehr inklusive Brücken- und Tunnelbau.

Für die Wasserstrassen lagen keine Daten etwa zur Uferverbauung oder Flussbegradigung vor.

4.2.2.2.1.

Schienenverkehr

Das Schienennetz hat eine Länge von 6.016 km (BMVIT, 2012). Die Bahnschwellen bestehen fast ausschließlich aus Spannbetonschwellen mit Bewehrung (MABA, n.d.). Zudem wurden 854 km Lärmschutzwände (Forster AG, 2015, ÖBB, 2015) und Freileitungen mit einer Systemlänge von 3.960 km (Richter, 2015) berücksichtigt. Dies ergibt insgesamt 820.000 t Eisen- Stahl, davon entfallen 720.000 t auf Gleise, 27.000 t auf Bahnschwellen, 22.000 t auf Lärmschutzwände und

45.000 t auf Freileitungen, wie die Berechnungen in Anhang B, Tabelle B19: Schienenverkehr zeigen.

Die Lebensdauer von Gleisanlagen wird mit 15-30 Jahre (Antoni, 2011) geschätzt.

4.2.2.2. Straßenbau

Laut der Autobahnen- und Schnellstraßen-Finanzierungs-Aktiengesellschaft gibt es auf österreichischen Autobahnen und Schnellstraßen rund 4,3 Mill. m² Lärmschutzwände, die auf Stahlstehern aufgebaut sind und ca. 5.000 km Fahrzeugrückhaltesysteme mit einem Anteil von ca. 64% an Leitschienen aus Stahl (ASFINAG, 2015, Forster AG, 2015). In Österreich gibt es zudem ca. 2 Mill. Verkehrszeichen mit Rohrpfeosten aus verzinktem Stahl (ÖAMTC, 2004, Brewes, 2015). Zu Beleuchtungsanlagen lagen keine Angaben vor. Der Strassenbelag in Form von Betonplatten ist nur innerstädtisch bewehrt, aber mit Stahldübeln und -ankern befestigt (Blab, 2015).

Dadurch ergibt sich insgesamt eine Menge an Eisen und Stahl von 360.000 t siehe Anhang B, Tabelle B20: Strassenverkehr.

Die Lebensdauer bei Betonplatten im Straßenbau beträgt 25-40 Jahre (Springenschmid and Fleischer, 2001).

4.2.2.3. Brücken

In Österreich gibt es geschätzt 20.000 Brücken. (Mehlhorn, 2010). Es wurden verschiedene Bauwerke und deren Eisen- und Stahlgehalt untersucht (2,8-8,6 t Stahl pro m Brückenlänge je nach Brückentyp) und daraus ein Gesamtanteil an Eisen und Stahl für Brücken abgeleitet. Er beträgt 2,6 Mill. t., wie Anhang B, Tabelle B21: Brücken, Maße und Massen und Tabelle B22: Strassen- und Eisenbahnbrücken in Österreich, zeigen.

Die Lebensdauer von Spann- und Stahlbetonbrücken ist mit über 100 Jahren (Nothnagel and Twelmeier, 2012) und von Stahlbrücken mit 110 Jahren (Simandl and ÖBB Infrastruktur AG, 2011) angegeben.

4.2.2.2.4.

Tunnel

Die Gesamtlänge aller Straßentunnel inklusive Land- und Gemeindestrassen wird auf 400 km (BMVIT, 2012, GSV, 2015b), die der Eisenbahntunnel insgesamt (zusätzlich stillgelegter Tunnel) auf 548 km (Brill, 2015) geschätzt.

Tunnel werden im Allgemeinen mit Stahlfaserbeton-Tübbingungen gebaut, deren Form annähernd kreisförmig ist (InformationsZentrum Beton, n.d.). Der Eisen- und Stahlanteil wurde anhand eines auf Eisen- und Stahlanteile untersuchten Tunnels als Referenzmodell berechnet (Hansel and Guirguis, 2011) . Für alle Tunnel in Österreich wurden 860.000 t Eisen und Stahl auf Basis von 904 kg Stahl pro m Tunnellänge errechnet. Siehe dazu Anhang B, Tabelle B23: Straßen- und Eisenbahntunnel in Österreich.

Als Lebensdauer kann der Anlagenwert von 70 Jahren (BMBF, n.d.) angenommen werden.

4.2.2.2.5.

Sonstige Infrastruktur

Zur sonstigen Infrastruktur lassen sich Schiffs- und Flughäfen, sowie Stadtmobiliar zählen. Hierzu lagen keine Angaben vor. Aufgrund der Topographie und der damit verbundenen touristischen Ausrichtung Österreichs gibt es eine große Anzahl an Seilbahneinrichtungen. Hier lässt sich eine Gesamtmenge über die Seillängen (BMVIT, 2012, Seilbahnen Sulden, 2015) von Eisen und Stahl in Höhe von 8.200 t errechnen, zu sonstigen Einrichtungen der Liftanlagen lagen keine Ergebnisse vor.

Zur Lebensdauer gab es keine Angaben.

4.3.

Maschinenbau

Für den Maschinenbau waren keine ausreichenden Erhebungen über den Bestand verfügbar. Daher wurde die verkaufte Produktion in diesem Bereich zuzüglich der Importe und abzüglich der Exporte als Berechnungsgrundlage gewählt (EUROSTAT, 2015) und mit der erwarteten Lebensdauer multipliziert.

Aus den Erhebungen zur Statistischen Systematik der Wirtschaftszweige in der Europäischen Gemeinschaft (NACE Rev. 2) wurden die hierfür relevanten Warengruppen der Abteilung 27, Herstellung von elektrischen Ausrüstungen, Klasse 27.11: Herstellung von Elektromotoren,

Generatoren und Transformatoren und die Warengruppen der Abteilung 28, Maschinenbau, herangezogen (EUROSTAT, 2008).

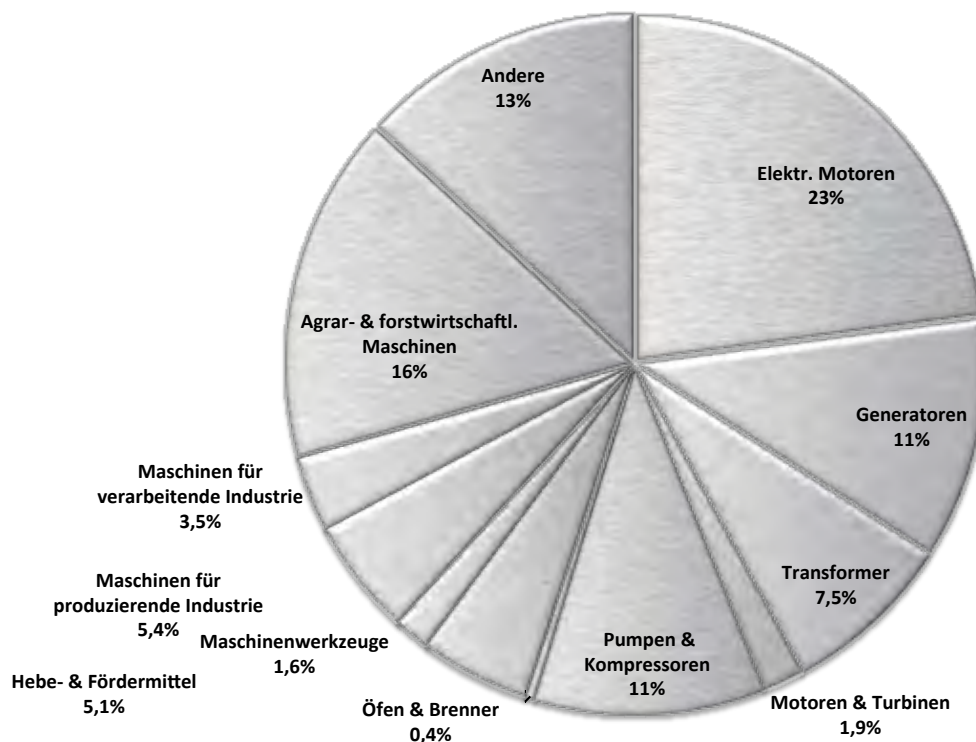


Abbildung 4: Eisen- und Stahlmengen in Österreich 2010 nach Sektoren: Maschinenbau (Quelle: eigene Berechnungen)

Allerdings konnten keine Mittelwerte aus den Zeitreihen der Warenverkäufe gewonnen werden, da dies den Rahmen der vorliegenden Arbeit überschritten hätte. Daher wurden die Verkäufe aus dem Jahr 2010 als Grundlage für die vorliegenden Berechnungen gewählt.

Es wurde versucht für jede Warenklasse ein Referenzmodell zu finden. Da allerdings in den Warenklassen sehr unterschiedliche Produkte mit sehr unterschiedlichen Massen und Eisen- und Stahlanteilen gelistet sind und, wie oben beschrieben, nur das Jahre 2010 als Grundlage diene, können nach Meinung des Autors große Abweichungen zu den angenommen Werten möglich sein. Genaue Berechnungen finden sich in Anhang C.

Insgesamt wird die Gesamtmenge an Eisen und Stahl auf 5,8 Mill. t geschätzt, wie aus Tabelle 5 ersichtlich ist. Auffällig ist der große Anteil an elektrischen Motoren mit 1,4 Mill. t und an land- und forstwirtschaftlichen Maschinen mit knapp 1 Mill. t, die einen Anteil von 23%, bzw. 16% des Maschinenbaus ausmachen, wie Abbildung 4 zeigt.

Tabelle 5: Eisen- und Stahlmengen im Maschinenbau. Warengruppen der Abteilung 27 und 28 (Quelle:EUROSTAT, 2008; eigene Berechnungen)

Maschinenbau -Eisen- & Stahllager 2010, Österreich					
	Eisen u. Stahl Gesamt (t)		%		Lebensdauer (Jahre)
Elektrische Motoren und Generatoren		2.400.000		42,2	
Gleichstrommotor u. -generator	580.000		9,9		10
Wechselstrommotor	700.000		12,0		20
Wechselstromgenerator	58.000		1,0		20
Dieselgeneratoren	650.000		11,2		30
Umformer	32.000		0,6		25
Transformator	430.000		7,5		36
Maschinen und Geräte		3.400.000		57,9	
Verbrennungsmotoren und Turbinen (ohne Fahrzeuge)	110.000		1,9		20
Pumpen und Kompressoren	630.000		10,7		12,5
Öfen u. Brenner, Teile dafür (Raumheizgeräte, Industrieöfen etc.)	22.000		0,4		20
Hebezeuge u. Fördermittel (Flaschenzüge, Aufzüge etc.)	300.000		5,1		15
Handgeführte, kraftbetriebene Werkzeuge; Teile dafür	95.000		1,6		8
Werkzeugmaschinen (und Teile) für industrielle Erzeugung	320.000		5,4		5-10
Maschinen (und Teile) für verarbeitende Industrie	200.000		3,5		10
Sonstige	1.700.000		29,3		10-20
davon: Land- und forstwirtschaftliche Maschinen	940.000		16,1		
Summe	5.800.000	5.800.000	100	100	

4.4. Metallwaren

Der Sektor Metallwaren lässt sich in Behälter, Metallverpackungen, Konsumgüter, Werkzeuge, Draht- und Eisenwaren, sowie sonstige Metallwaren gliedern. Insgesamt beträgt der Eisen- und Stahlanteil in diesem Sektor 7,6 Mill. t. Aus der Tabelle 6 ist die Zuordnung der Gesamtmengen zu den einzelnen Bereichen ersichtlich, die prozentuelle Verteilung lässt sich aus Abbildung 5 erkennen. Der größte Anteil mit 1,8 Mill. t (23%) findet sich in Drahtwaren, Ketten und Federn und in Heizkörpern und -kesseln (1,5 Mill. t; 19%). In den Metallwaren finden sich eine Vielzahl von unterschiedlichen Warengruppen, wie Behälter, Metallverpackungen, Konsumgüter, Werkzeuge und sonstiges. Genauere Berechnungen finden sich in Anhang D.

Tabelle 6: Eisen- und Stahlmengen in Metallwaren. Warengruppen der Abteilung 27 und 28 (Quelle:EUROSTAT, 2008; eigene Berechnungen)

Metallwaren - Eisen- und Stahllager 2010, Österreich						
		Stahlanteil	Eisen Gesamt in t	%		Lebensdauer in Jahren
Behälter			2.700.000		35,0	
	TEU Container	0,95	440.000	5,8		12,5
	Heizkörper u. -kessel f. Zentralheizungen	0,86	1.500.000	19,2		40
	Metallbehälter > 300 l (Liquide)	0,95	750.000	9,9		25
	Dampfkessel (Dampferzeuger)	0,93	23.000			25
Metallverpackungen			37.000	37.000	0,5	0,5
	Getränkedosen	1	-			<1
	Lebensmitteldosen	1	-			<1
	Aerosole	1	-			<1
	Tuben	-	-			<1
	sonstige	-	-			<1
Konsumgüter			581.000		7,6	
Kommunikation						
	PC (inkl. Bildschirm)	0,2	55.000	0,7		4
	Notebooks	-	-			-
	Mobiltelefon	0,1	41	0,0		3
Haushaltsgeräte						
	Elektroherd	0,78	104.000	1,4		15
	Gasherd	0,78	13.000	0,2		15
	Kühl-, Gefriergeräte	0,5	140.000	1,8		14,2
	Geschirrspülmaschine	0,5	80.000	1,1		10,7
	Waschmaschine im Haushalt	0,57	146.000	1,9		15
	Wäschetrockner im Haushalt	0,51	33.000	0,4		14,3
Unterhaltungselektronik						
	TV-Geräte	0,04	3.300	0,0		10
	Videorecorder	0,23	3.500	0,0		12,5
	Videokamera	0,23	370	0,0		10
	Hifi-Anlage	0,23	2.700	0,0		10
Sonstiges						
	(Spielwaren, Büroartikel etc.)	-	-			-
Werkzeuge		0,63	550.000	550.000	7,3	7,3
Draht- und Eisenwaren			2.700.000		35,5	
	Schlösser u. Beschläge, a. unedlen Metallen	0,76	260.000	3,5		20
	Drahtwaren, Ketten u. Federn	10,00	1.800.000	23,4		10
	Schrauben u. Nieten	10,00	650.000	8,6		10
Sonstige Metallwaren		0,94	1.060.000	1.100.000	14,0	14,0
	Metallmöbel, Waffen u. Munition etc.)					1-30
Summe			7.600.000	7.600.000	100	100

4.4.1 Behälter

Behälter sind im vorliegenden Sinne große Behältnisse für Transportgut oder für flüssige oder gasförmige Stoffe.

Bei den Containern wurde die international standardisierte Einheit Twenty-foot Equivalent Unit (TEU) als Bemessungsgrundlage gewählt. Bei weltweit geschätzten 27,5 Mill. TEU- Container-Einheiten (Wikipedia, n.d.) wurde der Anteil für Österreich gemessen an der Weltwirtschaftsleistung (Export in Mrd. €) geschätzt. Dies ergab ein Gesamtgewicht von 440.000 t Eisen und Stahl., wie aus Anhang C, Tabelle C1: Anzahl Container in Österreich, ersichtlich. Dies entspricht in etwa der Summe, die sich laut den statistischen Erhebungen der Eurostat aus dem Warenverzeichnis NACE 29.20, Herstellung von Transportcontainern für eine oder mehrere Beförderungsarten, über einen Zeitraum von 15 Jahren ableiten läßt.

Bei den Behältern für flüssige oder gasförmige Stoffe konnten keine Bestandserhebungen gemacht werden. Es wurden daher, wie in Kapitel 4.3 bereits beschrieben, die Ergebnisse der Statistische Systematik der Wirtschaftszweige in der Europäischen Gemeinschaft (NACE Rev. 2) zur Berechnung herangezogen.

Die Lebensdauer für Behälter beträgt zwischen 12,5 bis 40 Jahre (Reis, 2009).

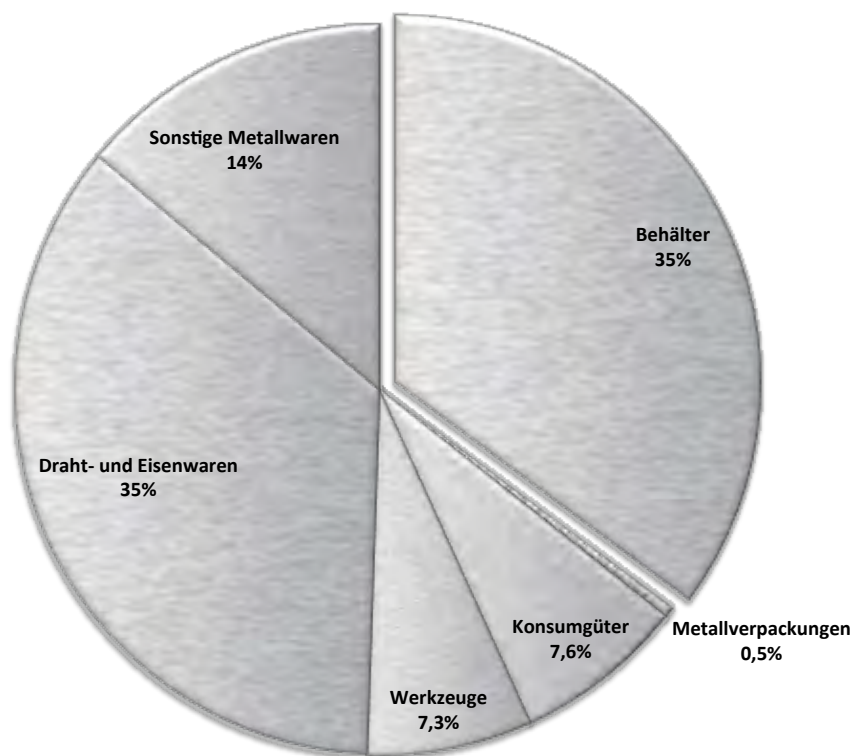


Abbildung 5: Eisen- und Stahlmengen in Österreich 2010 nach Sektoren: Metallwaren (Quelle: eigene Berechnungen)

4.4.2. Metallverpackungen

Zu den Metallverpackungen zählen Getränkedosen, Lebensmitteldosen, Aerosole, Tuben und sonstige Verpackungen. Eine Aufschlüsselung mit genauen Werten für Österreich war dem Autor nicht möglich. Aus den gesammelten Abfallmengen Weißblech laut dem Bundesabfallplan für

Metallverpackungen (BMLFUW (Hrsg.), 2011) und der geschätzten Recyclingrate von 83 % (APEAL, 2007) ergibt sich eine Gesamtmenge von 37.000 t Eisen und Stahl, siehe Anhang C, Tabelle C2: Abfall für Weißblech- Verpackungen in Österreich 2009.

Es wurde eine Lebensdauer von < 1 Jahr angenommen, mehrere Recyclingzyklen innerhalb eines Jahres wurden allerdings nicht berücksichtigt.

4.4.3. Konsumgüter

Bei den Konsumgütern wurden Erhebungen zum Ausstattungsgrad der privaten Haushalte der Statistik Austria (Statistik Austria, 2011a) um Angaben aus der Literatur erweitert. Dabei wurden nur große Haushaltsgeräte und elektronische Geräte mit relevanten Eisen- und Stahlanteilen berücksichtigt. Andere Haushalts- und Gebrauchsgegenstände mit Eisen- und Stahlanteilen finden unter Kapitel 4.4.5 sonstige Metallwaren Berücksichtigung.

Insgesamt ergab sich eine Menge von 580.000 t an Eisen und Stahl.

Die Lebensdauer variiert zwischen ca. 3-4 Jahren für Mobiltelefone oder Computer (Rahmani et al., 2014) und bis zu 15 Jahren für Elektro- oder Gasherde (Prakash et al., 2015).

4.4.4. Sonstige Metallwaren

Zu den sonstigen Metallwaren zählen Baugerüste, Sanitäreinrichtung, Metallmöbel, Waffen u. Munition etc. Die Werkzeuge und Draht- und Eisenwaren lassen sich, wie aus den Berechnungen in Anhang D ersichtlich, weiter aufgliedern.

Bei allen Waren konnten nur Erhebungen über die Produktion und den Verkauf laut den statistischen Erhebungen der Europäischen Union gewonnen werden, wie bereits ausführlich beschrieben.

Insgesamt ergab sich eine Gesamtstahlmenge von 1,1 Mill. t Eisen und Stahl.

Die Lebensdauer erreicht je nach Warenart bis zu 30 Jahre und mehr.

Es gibt zahlreiche Untersuchungen zum Eisen- und Stahlhaushalt, die aber, wie eingangs erwähnt, meist auf Top Down Ansätzen und Materialflussanalysen beruhen. Um die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit vergleichen zu können, wurden 15 nationale und internationale Studien untersucht.

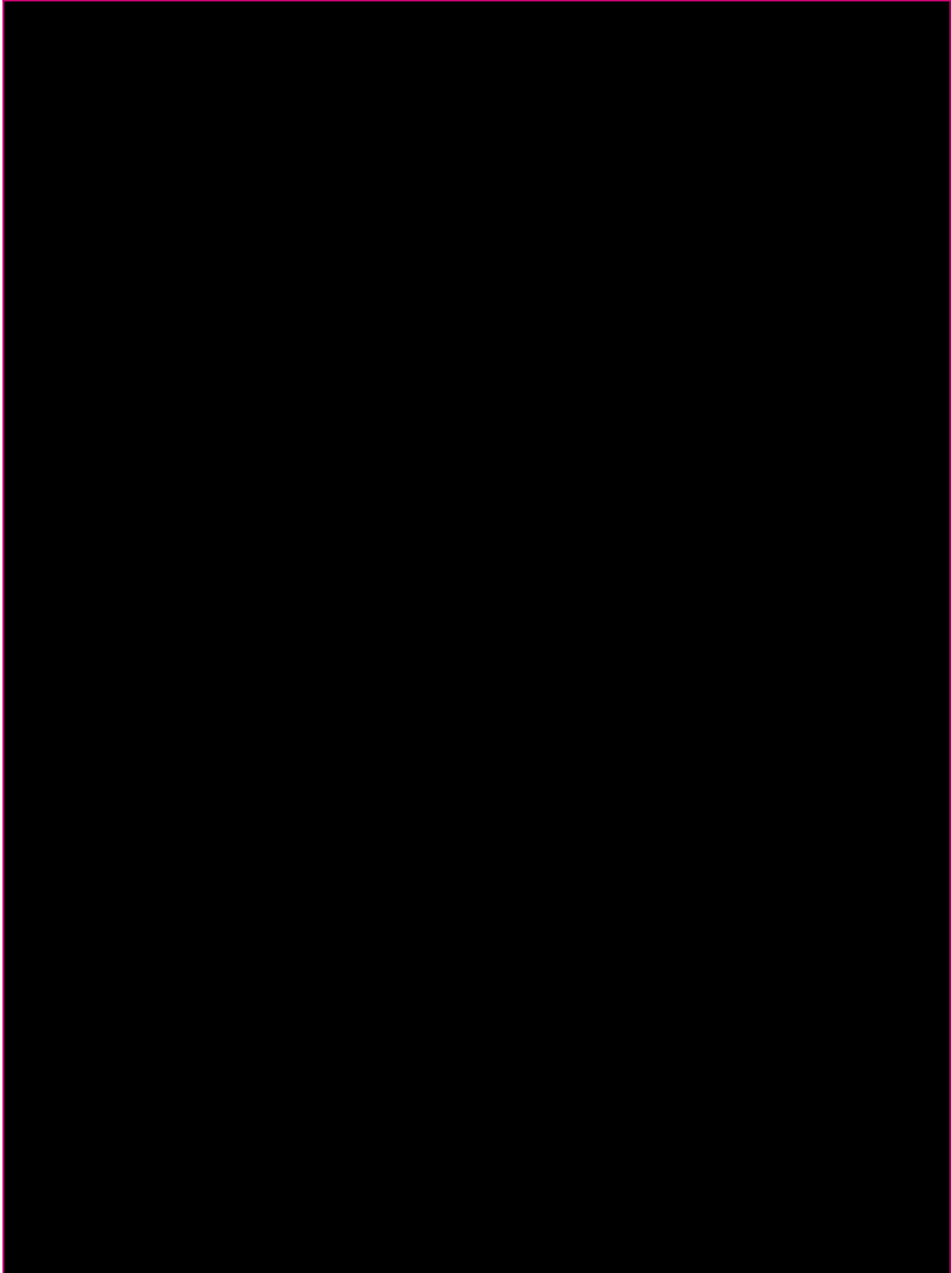
Die Ergebnisse dieser Studien variieren beim per Kopf- Aufkommen von Eisen- und Stahl zwischen 4,5 und 12 t, mit starken Abweichungen für Erhebungen in China, wie aus Tabelle 7 ersichtlich. Drei neuere Studien aus Österreich zeigen ein ähnliches pro Kopf Aufkommen (4,4-5,4 t per capita) mit einer Abschätzung von 35,5 Mill. t (Schöller et al., 2006), bzw. 44 Mill. t (Daxbeck et al., 2003, Fehringer et al., 2014) beim Gesamtaufkommen für 2003. Die Studien von Daxbeck et al. und Fehringer et al. basieren allerdings auf den gleichen Datensätzen und werden daher als eine einzige Studie wahrgenommen.

Bei beiden österreichischen Studien fallen die starken Abweichungen bei der Verteilung auf die Sektoren auf. So beträgt im Forschungsprojekt „RALLES STMK“ von Schöller et al. der Anteil der Fahrzeuge am Eisen- und Stahllager 10,1 Mill. t Eisen, was einem Anteil von 28,5% entsprechen würde (Schöller et al., 2006), beim Bericht des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie „Schaffung von rechtlichen Potenzialen für Urban Mining im Abfallrecht“ (Fehringer et al., 2014) wird sogar von einem Materialfluss von Eisen und Stahl von 30% in die Kraftfahrzeuge ausgegangen.

Im ersten, auf das Bundesland Steiermark bezogenen Projekt wurden die Bestandszahlen der Kraftfahrzeuge für die Steiermark auf Österreich hochgerechnet, wobei nach Ansicht des Autors der Fahrzeugbestand für die Steiermark zu hoch angesetzt wurde und dadurch die Anteile falsch berechnet wurden. Bei korrekter Berechnung würde der Anteil 14% betragen, bei einem leicht erhöhten Fahrzeuggewicht aufgrund des höheren Anteils der ländlichen Bevölkerung und dem damit verbundenen höheren Anteil an Landmaschinen im Vergleich zum Bundesdurchschnitt, würde ein Fahrzeuganteil von 19% berechnet werden. Allerdings würde dabei die Gesamtmenge an Eisen- und Stahl in Österreich auf 30 Mill. t sinken.

Die in der Studie von Fehringer et al. und Daxbeck et al. vorgenommene Verteilung auf die einzelnen Sektoren („Branchen“) für die für den Verbrauch in Österreich bestimmten Eisen- und Stahlwaren wurde über den Außenumsatz der Eisen- und Stahlwaren der Voestalpine AG ermittelt, wobei fragwürdig ist, ob alle im Außenumsatz der Voestalpine gelisteten Waren in Österreich verbleiben. Es wurde ein Prozentanteil von 30% und eine absolute Menge von 1,14 Mill. t pro Jahr für den Bereich Kraftfahrzeuge angegeben. Da die Ausscheidung von Fahrzeugen in Österreich aus

Tabelle 7: Aufteilung nach Sektoren und Eisen- und Stahlmengen per Kopf im Vergleich (Allwood et al., 2012, Cooper and Allwood, 2012, Davis et al., 2007, Drakonakis et al., 2007, EUROFER, 2015, Eckelman et al., 2007, Fehringer et al., 2014, Michaelis and Jackson, 2000, Moll et al., 2005, Müller et al., 2010, Schöller et al., 2006, Wang et al., 2007, Warrings, 2015, Wirtschaftsvereinigung Stahl, 2015)



dem Bestand zwischen 2001-2014 (ältere Daten waren von der Statistik Austria nicht abrufbar) gemittelt 342.642 Fahrzeuge (Ausscheidung aus Bestand = Anzahl Erstzulassung - Änderung Bestand) betrug (Statistik Austria, 2015a), würde laut den Angaben von Fehringer et al. der Zuwachs des Eisen- und Stahllagers bei Kraftfahrzeugen knapp 800.000 Fahrzeuge pro Jahr betragen, was bei einer angenommenen durchschnittlichen Lebensdauer von 15 Jahren und einem durchschnittlichen Gewicht von einer Tonne pro Fahrzeug einen Gesamtlagerbestand von 12 Mill.t an Eisen- und Stahl für Kraftfahrzeuge bedeuten würde. Fehringer et al. geben aber einen Lagerbestand für Fahrzeuge von 3,8 Mill. t an. Allerdings erscheinen diese Zahlen für die in den Fahrzeugen gebundenen Eisen- und Stahlmengen als zu gering, da dies nur einen Anteil von 8,6% an der Gesamtmenge von 44 Mill. t ausmachen würde. Keine der untersuchten Studien gibt einen Fahrzeuganteil von unter 11% an.

Die für das gesamte Eisenlager angenommene Stahlmenge von 44 Mill. t setzt sich aus dem oben erwähnten privaten und sonstige Branchen betreffenden Kraftfahrzeugsanteil und Eisen- und Stahlanteilen in privaten Gebäuden (2,7 Mill. t) und Gebäuden sonstiger Branchen (37,1 Mill. t) zusammen. Diese Angaben stammen aus dem Bericht des Projekts „Bauwerk Österreich“ (BMLFUW, 2003). Den privaten Bauwerken werden auch Haushaltsgeräte, Bestandteile des Bauwesens u.a. zugerechnet. Die geringe Diversifizierung in den Sektoren lässt nach Meinung des Autors aber nur unzureichende Abschätzungen des Lagerbestandes zu.

Bei den internationalen Studien sind die Arbeiten von Cooper & Allwood und Allwood et al. „Sustainable materials: with both eyes open“ (Allwood et al., 2012, Cooper and Allwood, 2012) hervorzuheben, da sie sehr ausführliche Untersuchungen mit gut nachvollziehbaren Ergebnissen bieten. Die Daten ähneln in allen Sektoren denen der vorliegenden Arbeit, leichte Unterschiede mögen bei der Zuordnung zum Sektor Fahrzeuge dadurch begründet sein, dass beispielsweise die Zugmaschinen und selbstfahrenden land- und forstwirtschaftlichen Arbeitsmaschinen den Fahrzeugen anstatt des Maschinenbaus oder umgekehrt, zugeordnet wurden.

Die Darstellungen der Interessenvertretungen der Stahlindustrie (EUROFER, 2015, Wirtschaftsvereinigung Stahl, 2015) zeigen einen deutlich höheren Anteil beim Sektor Fahrzeuge. Da es sich aber höchstwahrscheinlich um Erhebungen aus Materialflussanalysen handelt, könnten etwa Zubehör und Ersatzteile für die Autoindustrie inbegriffen sein, wobei vor allem letztere keine Veränderung des Lagerbestandes bewirken, da sie reine Austauschprodukte sind und daher in der Materialflussanalyse von Bedeutung sind, aber nicht in der Lagermengenbestimmung.

Die fehlenden Informationen zu den vorgenommenen Berechnungen lassen eine weitere Analyse der Ergebnisse nicht zu. Dies trifft auch auf die anderen Studien aus Tabelle 7 zu, auch hier fehlen Hintergrundinformationen zu den verwendeten Daten und Berechnungen. Allerdings vermitteln sie ein gutes Bild über die in der Literatur üblichen Einschätzungen, was die Zuordnung zu den

Sektoren und die geschätzten pro Kopf Mengen der Bevölkerung betreffen. So wird allgemein von einem Lagerbestand von 8-12 t pro Kopf ausgegangen, was deutlich über dem in der gegenständlichen Arbeit ausgewiesenen pro Kopf- Lager liegt.

6. Schlussfolgerungen

Bei der Untersuchung des durch anthropogene Nutzung entstandenen Lagers an Eisen- und Stahl in Österreich zum 31. 12. 2010 lässt sich eine Gesamtmenge von 43,6 Mill. t abschätzen.

Den weitaus größten Anteil nimmt dabei der Sektor Bauwesen (Gebäude und Infrastruktur) in Höhe von 22,6 Mill. t oder 52% ein. Dies entspricht auch der in der Literatur üblichen Gewichtung. Die Verteilung auf die einzelnen Sektoren, wie in Abbildung 8 noch einmal dargestellt, und auffällig große Anteile einzelner Segmente oder Produkte sind bereits diskutiert worden.

43,6 Mill. t / 5,2 t pro Person

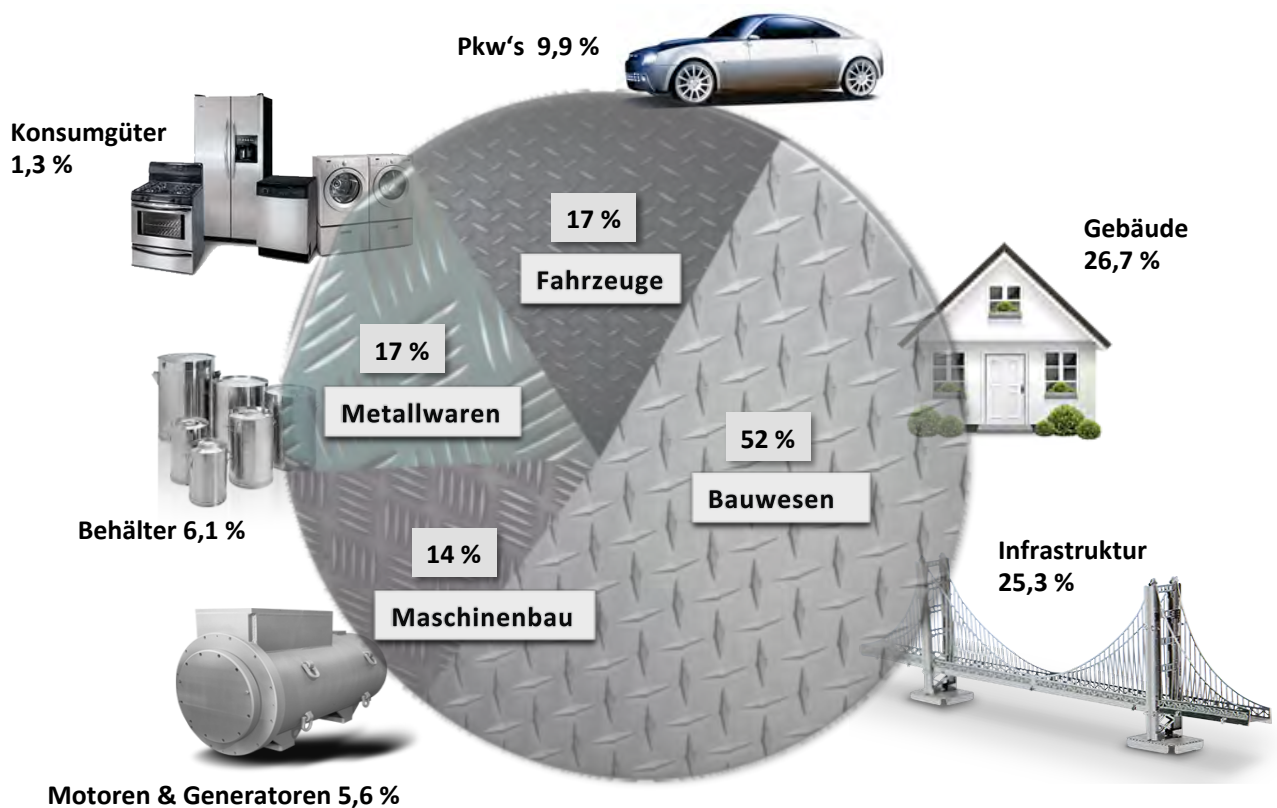


Abbildung 8: Eisen- und Stahlmengen in Österreich 2010 nach Sektoren (Quelle: eigene Berechnungen)

Die vorliegenden Berechnungen zur Gesamtlagermenge in Österreich lassen sich nicht mit Einschätzungen aus der Literatur vergleichen, da die entsprechenden Studien für Österreich doch erhebliche Mängel aufweisen.

Die in der internationalen Literatur übliche Einschätzung eines pro Kopf Anteils von mindestens 8-12 t Eisen und Stahl wird vom Autor, zumindest für Österreich, nicht geteilt. Diese Einschätzung soll durch ein Beispiel belegt werden. Der Sektor Fahrzeuge ist aufgrund der Struktur und vorhandenen Daten der am genauesten bewertete Sektor. Selbst wenn eine Abweichung von +15% und eine Reduzierung des Anteil an der Gesamtmenge auf 12% vorgenommen werden würde, ergäbe dies eine Gesamtmenge von 72,8 Mill. t oder 9 t pro Kopf, aber keinesfalls mehr. Dies entspricht auch in etwa den Erwartungen des Autors, wonach die Gesamtmenge an Eisen und Stahl zwischen 29,3 Mill. t und 64,4 Mill. t liegen oder 4-8 t pro Kopf liegen könnte. Die beträchtlichen Abweichungen zu den errechneten Ergebnissen liegen in den teilweise großen Unsicherheiten der Daten begründet, da nicht für alle Produkte und Einheiten Bestandsdaten verfügbar waren und fehlende Zeitreihenuntersuchungen bei Verkaufszahlen zu Ungenauigkeiten führen können.

Ein vorrangiges Ziel der vorliegenden Arbeit war es, detaillierte Analysen über die Zusammensetzung und sektorale Verteilung des anthropogenen Eisen- und Stahllagers liefern zu können, um eine zukünftige Absicherung der Rohstoffversorgung vermehrt durch Sekundärrohstoffe gewährleisten zu können. Veränderungen der Lagermengen wurden in dieser Arbeit nicht behandelt, da keine Materialflussanalysen vorgenommen wurden. Allerdings lässt sich aus den Lagermengen der einzelnen Produkte und -gruppen und der zu erwartenden Lebensdauer eine Lagerveränderung abschätzen. Diese liegt bei 1,7 Mill. t Eisen und Stahl pro Jahr oder 0,2 t pro Kopf und Jahr. Dabei werden schätzungsweise 430.000 t aus dem Sektor Fahrzeuge (Pkw: 300.000 t), 400.00 t aus dem Bauwesen (Gebäude: 190.000 t, Ver- und Entsorgung: 110.000 t), 320.000 t aus dem Maschinenbau (Maschinen: 230.000 t) und 600.000 t aus dem Sektor Metallwaren (Draht- und Eisenwaren: 270.000 t, Behälter: 110.000 t) pro Jahr freigesetzt.

Die Lebensdauer ist für die verschiedenen Produkte und Einheiten als sehr unterschiedlich anzunehmen, viele Angaben konnten nur aus Schätzungen oder aus der technischen Nutzungsdauer abgeleitet werden. Im Allgemeinen liegt sie aber unterhalb von 20-30 Jahren oder deutlich darunter. Dabei wird die Lebensdauer der verschiedenen Produkte und Einheiten meist durch ihren Austausch und der damit verbundenen Verwertung bestimmt und nicht durch deren tatsächliche Haltbarkeit. Eine Ausnahme bilden hier Gebäude und Infrastruktureinrichtungen, deren Haltbarkeit über 70-100 Jahre oder darüber liegen kann.

Abschließend lässt sich noch feststellen, dass eine Bottom up Analyse die Möglichkeit zu einer sehr umfangreichen und detaillierten Lagerbestimmung bietet. Allerdings ist die Datenaufbereitung

aufgrund der Menge an Daten und Informationen sehr zeit- und ressourcen- und damit kostenintensiv. Durch den Aufbau einer Datenbank, wie sie beispielsweise die "Commodity Guide" der Swedish Chemical Agency für die Produktzusammensetzung von Waren bietet, könnten Daten gesammelt und strukturiert und ein sehr hilfreiches Werkzeug für eine Vielzahl von Analysen nicht nur für die Eisen- und Stahlindustrie sein. In einer entsprechenden Datenbank ähnlich der "Commodity Guide" könnten Informationen über Materialanteil- und menge beispielsweise im Bauwesen oder Verkaufszahlen aus der Produktion mit zusätzlichen Angaben über Gewicht und Materialzusammensetzung verfügbar sein. Dies könnte nicht nur der Abschätzung des Ressourcenbestandes dienen, sondern bei entsprechenden Verknüpfungen mit beispielsweise Güterwerten auch wertvolle Hinweise zu ökonomischen Bewertungen liefern.

Anhang A

Fahrzeuge

Tabelle A1: Kraftfahrzeuge nach Fahrzeugarten (Quelle: Statistik Austria 2011; eigene Berechnungen)

Fahrzeugarten	Bestand 2010	Bestand (%)	Ø kg	Eisen/ Stahl Anteil	Eisen u. Stahl (t)	Lebensdauer (Jahre)	Referenzmodelle
Personenkraftwagen Kl. M1	4.441.027	65,8	1.440	0,67	4.284.703	14-15	-
Motorräder Kl.L3e 1)	224.717	3,3	251	0,46	25.946	20	-
Leichtmotorräder Kl. L3e	168.089	2,5	90	0,46	6.959	20	-
Motorfahrräder Kl.L1e	303.908	4,5	95	0,46	13.281	20	Peugeot Speedfight
Kleinmotorräder Kl.L3e	1.247	0,0	148	0,46	85	20	Honda Forza 125
Motordrei- und -vierräder 2)	14.016	0,2	450	0,46	2.901	20	Rewaco HS4 Piaggio Mp3
Mehrspurige Leichtkraftfahrzeuge 3)	15.875	0,2	350	0,46	2.556	20	Microcar Due
Omnibusse Kl. M2 und M3	9.648	0,1	11.340	0,56	61.269	12	-
Lastkraftwagen Kl. N 4)							
Kl. N1 (bis 3,5t Gesamtgewicht)	331.939	5,58	1.900	0,67	422.559	25	Mercedes Sprinter Ford Transit
Kl. N2 (über 3,5t bis 12t Gesamtgewicht)	11.106	0,55	5.000	0,75	41.647	25	Mercedes Atego
Kl. N3 (über 12t Gesamtgewicht)	36.920	2,74	7.500	0,75	207.673	25	DAF XF105 MAN 540 Scania V8
Zugmaschinen 5)	432.004	6,4	3.300	0,77	1.097.722	31	Geotrac
Sattelzugfahrzeuge	16.823	0,2	7.404	0,77	95.909	25	
Motor- und Transportkarren	11.928	0,2	2.930	0,77	26.911	-	Aebi Mehrzweck Lindner Unitrack Reform Muli
Erntemaschinen	10.472	0,2	13	0,77	105	-	Mähdrescher: Lexion Feldhäcksler: Jaguar
Selbstfahrende Arbeitsmaschinen	16.766	0,2	20	0,77	258	-	Bagger: 12,1 Tieflader: 5,3 t

Fahrzeugarten	Bestand 2010	Bestand (%)	Ø kg	Eisen/ Stahl Anteil	Eisen u. Stahl (t)	Lebens- dauer (Jahre)	Referenzmodelle
Sonstige Kraftfahrzeuge 6)	45.396	0,7	3.300	0,77	100.371	-	ADRIA Twin SF
Anhänger für Lastenbe- förderung Kl. O u. R 7)							
Anhänger R	6.914	0,21	3.000	0,77	15.972	30	
Anhänger Kl. O1	303.050	0,51	165	0,77	38.503	30	
Anhänger Kl. O2	230.776	1,02	435	0,77	77.298	30	
Anhänger Kl. O3	15.769	0,27	1.700	0,77	20.642	30	
Anhänger Kl. O4	56.608	2,19	3.800	0,77	165.635	30	
Landwirtschaftliche Arbeitsanhänger	47	0,0	3.000	0,77	109	30	
Wohnanhänger	36.221	5,5	1.500	0,27	14.670	30	Hobby Excellent Hobby De Luxe
Anhänger- Arbeitsmaschinen	9.595	1,4	3.000	0,77	22.164	30	
Sonderanhänger	2.779	0,4	3.000	0,66	5.502	30	
Summe	6.753.641	100,0			6.751.350		

- 1) Inklusive Invalidenfahrzeuge.
2) Motordreiräder (dreirädrige Kraftfahrzeuge) Kl. L5e sowie vierrädrige Kraftfahrzeuge Kl. L7e.
3) Schätzungen für Kl. N1-3 auf Basis der Daten von 2014
4) Mehrspurige (dreirädrige) Kleinkrafträder Kl. L2e sowie vierrädrige Leichtkraftfahrzeuge Kl. 6e.
5) Land- und forstwirtschaftliche Zugmaschinen (Traktoren und Zweiachsmäher).
6) Inklusive Wohnmobile. - Rundungsdifferenzen wurden nicht ausgeglichen.
7) Schätzungen für Anhänger Kl. O und R auf Basis der Daten von 2014

Tabelle A2: Flugfahrzeuge (Quelle: Statistik Austria 2011; eigene Berechnungen)

Fahrzeugarten	Bestand 2010	Bestand (%)	Ø kg	Eisen/ Stahl Anteil	Eisen u. Stahl (t)	Lebens- dauer (Jahre)	Referenzmodelle
Ultraleichtflugzeuge	97	6,08	290	0,05	1	30	Piper J-3,
Einmotorig, bis 2 t	652	40,85	649	0,05	21	30	Cessna 172
Einmotorig, 2 t - 5,7 t	12	0,75	2.985	0,05	2	30	PC-12
Mehrmotorig, bis 5,7 t	153	9,59	3.400	0,05	26	30	Piaggio 180
Ein- und mehrmotorig, 5,7 - 14 t	96	6,02	5.357	0,05	26	30	Cessna Citation
Mehrmotorig, 14 t - 20 t	36	2,26	10.140	0,10	37	30	Bombardier BD-100
Mehrmotorig, > 20 t	185	11,59	34.900	0,10	646	30	Airbus 319
Wasser- und Amphibienfahrzeuge	1	0,06	900	0,77	1	30	VW 166
Hubschrauber	174	10,90	1.455	0,05	13	30	Eurocopter 135
Zivile Motorsegler	188	11,78	285	0,05	3	30	Scheibe Motorfalke SF 25 C
Flugzeuge des Bundes	2	0,13	1.338	0,10	0	30	Cessna Aircraft Company
Summe	1596	100,00			775		

Tabelle A3: Schienenfahrzeuge (Quelle: Statistik Austria, 2012; eigene Berechnungen)

Fahrzeugarten	Bestand 2010	Bestand (%)	Ø kg	Eisen/ Stahl Anteil	Eisen u. Stahl (t)	Lebensdauer (Jahre)	Referenzmodelle
Lokomotiven	1.436	5,31	216.675	0,77	239.582	26-30	Taurus 1216 ÖBB 1064, 144, 1163 ÖBB 1142, 1063 ÖBB Railjet ICE
Triebwägen	645	2,38	100.313	0,77	49.820	25-40	ÖBB 5022, 5047, 4010 Bombardier Talent
Personenwägen	2.524	9,33	42.000	0,77	81.626	25-50	Eurofima
Güterwägen	21.015	77,66	16.000	0,77	258.905	40	Hbillns
Strassenbahnen	686	2,53	36.500	0,67	16.776	30	Typ E2
U-Bahnen	756	2,79	53.000	0,67	26.828	40	Ulf 601-701
Summe	27.062	100,00			673.537		

Tabelle A4: Wasserfahrzeuge (Quelle: First-Ddsg-Logistics, 2015; eigene Berechnungen)

Fahrzeugarten	Bestand 2010	Bestand (%)	Ø kg	Eisen/ Stahl Anteil	Eisen u. Stahl (t)	Lebensdauer (Jahre)	Referenzmodelle
Güterschiffahrt DDSG	250	45,05	2E+05	0,51	28.240	45	Europaschiff Großes Rheinschiff Tankschiff Jowi-Klasse Schubverband
Personenschiffahrt	305	54,95	1E+05	0,51	18.366	50	Die Reblaus Die Unstrutnixe MS "SALONSCHIFF DIANA" MS "MECKLENBURG" MS "WEISSENFELS" MS "STADT MALCHOW" MFS Kaiserin Elisabeth
Summe	555	100,00			46.606		

Tabelle A5: Militärfahrzeuge (Quelle: Doppeladler 2015; eigene Berechnungen)

Fahrzeugarten	Bestand 2010	Bestand (%)	Ø kg	Eisen/ Stahl Anteil	Eisen u. Stahl (t)	Lebens- dauer (Jahre)	Referenzmodelle
Kettenfahrzeuge	1.086	25,85	32.333	0,90	31.603	-	Kampfpanzer Leopard Schützenpanzer 4K4E/F Panzerhaubitze M-109A5Ö
Radfahrzeuge	256	6,09	12.750	0,90	2.938	-	Radpanzer Pandur A1 6x6 Allschutzfahrzeug Dingo
Kraftfahrzeuge	2.099	49,96	4.675	0,67	6.575	-	Ford Focus / Ford Focus VW Touareg R5 TDI D-PF
Artillerie	128	3,05	28.000	0,77	2.760	-	Panzerhaubitze M-109A5Ö
gezogene Artillerie	80	1,90	2.260	0,77	139	-	leichte Feldhaubitze IFH M2A1 -
Pioniergerät	80	1,90	16.550	0,67	887	-	Pionierpanzer A1 Faltstraßengerät FSG
Sonstiges	1	0,02	4.000	0,67	3	-	Panzerminenleger 90
ABC-Abwehrgerät	173	4,12	12.475	0,61	1.316	-	ABC- Dekontaminationskfz. Spürfahrzeug (Puch G 300)
Wasserauf- bereitungsanlagen	18	0,43	16.000	0,67	193	-	Wasseraufbereitungsgerät WAufberGer (Anhänger)
Feuerlöschfahrzeuge	24	0,57	16.000	0,67	257	-	Tanklöschfahrzeug TLF 4000
Flächenflugzeuge	189	4,50	3.760	0,10	71	15	Pilatus PC-7 Turbo Trainer BAE Systems Hawk
Hubschrauber	67	1,59	2.002	0,05	7	15	Agusta Bell AB-212 Sud-Aviation SA 316B
Fahrzeuge insgesamt	4.201	100			46.748		

Anhang B

Bauwesen

Tabelle B1: Gebäude nach Nutzungsklassen (Quelle: BMVBS (Hrsg.), 2013; eigene Berechnungen)

Nutzungsklasse	Anzahl	Anzahl	Fläche Gesamt (m2)	Ø Fläche (m2)	Ø Höhe (m)	Ø Höhe (m)
Bildung		29.312		703,69		8,61
Allgemeinbildende Schule	13.912		12.586.041		9,90	
Hochschulen und Forschung	4.555		3.629.558		9,48	
Kindergarten, Kindertagesstätte	10.845		4.410.899		6,45	
Büro und Verwaltung		61.388		364,52	10,08	10,08
Regierungs- und Gerichtsgebäude	2.841		1.138.393		12,01	
Verwaltungs-, Polizei-, Feuerwehrgebäude	53.052		18.871.587		8,51	
Allgemeine Bürogebäude	5.495		2.366.870		9,72	
Gewerbe und Industrie		371.409		377,21	6,35	6,35
Fabrikgebäude	16.088		38.212.815		7,41	
Lagergebäude	13.119		11.644.702		5,57	
Werkstattgebäude	57.691		14.734.234		5,86	
Allgemeine Gewerbe-/ Industriegebäude	284.511		75.507.898		6,57	
Heilbehandlung		26.111		261,53	9,39	9,40
Krankenhäuser, Kliniken	2.552		3.577.577		12,14	
Praxisgebäude/ Gesundheitseinrichtungen	23.559		3.251.238		6,65	
Handel und Dienstleistung		63.568		584,99		7,34
Kaufhäuser	574		770.767		8,58	
Einkaufszentren	2.238		4.179.056		7,08	
Allgemeine Verkaufsgebäude	60.756		32.236.923		6,36	
Sport		23.752		554,52		6,45
Sporthallen	5.155		5.583.058		7,04	
Schwimmballen	936		814.440		7,18	

Allgemeine Sportbauten	17.661		6.773.537		5,14	
Kultur und Unterhaltung		17.452		439,56		10,18
Museum, Bibliothek, Ausstellungsgebäude	3.306		1.774.897		10,77	
Oper, Theater und Veranstaltungshallen	4.862		2.552.197		12,62	
Gebäude für kulturelle Zwecke	9.284		3.344.099		7,14	
Beherbergung und Gastronomie		30.820		294,95		8,06
Hotels und Pensionen	7.841		3.143.941		9,41	
Gaststätten und Restaurants	22.979		5.946.310		6,71	
Summe						

Tabelle B2: Wohn- und Nichtwohngebäude in Österreich, Bestand 2011 (Quelle: Statistik Austria 2012a u. b; eigene Berechnungen)

Gebäudeart	Anzahl	Ø Fläche	Ø Höhe	Kg/m3	BGF/HNF	Eisen u. Stahl (t)	%
Wohnungen	4.300.049	100,00	3,00	2,88	1,89	7.021.808	60,92
Büro- und Verwaltungsgebäude	35.420	364,52	10,08	5,48		713.072	15,83
Industrie- und Lagergebäude	71.940	377,21	6,35	7,55		1.301.508	28,89
Groß- und Einzelhandelsgebäude	36.334	584,99	7,34	7,55		1.177.626	26,14
Hotels und Gaststätten	37.468	294,95	8,06	5,48		488.112	10,83
Sonstige Nichtwohngebäude (Bildung, Heilbehandlung, Sport, Kultur)	26.482	489,83	8,67	5,48		616.516	13,68
übrige (Ø Nichtwohngebäude)	9.657	422,30	8,10	6,31		208.383	4,63
Summe	217.301					11.527.025	100,00

Tabelle B3: Stadien in Österreich (Stadionwelt, 2015.; eigene Berechnungen)

Stadion	max. Zuschauer- kapazität	Stahl (t)	Stahl/Zuschauer	Eisen u. Stahl (t)
180 Stadien zwischen 250 und 53.000 Zuschauer				
Gesamt	870.508			84.295
Red Bull Arena	30.188	2.000	0,07	
Pappelstadion	15.700	160	0,01	
UPC-Arena	15.323	1.250	0,08	
Wörthersee Stadion	32.000	4.000	0,13	
Tivoli-Neu	17.400	3.500	0,20	
Ø			0,10	

Tabelle B4: Pipelines inklusive Primärleitungen (Gas Connect, 2015; eigene Berechnungen)

Erdgas	km	km	DN	DN * km	Ø DN
WAG	385	245	80	19.600	
		140	1.200	168.000	
PW	95		700	66.500	
HAG	45		700	31.500	
KIP	4		500	2.000	
SOL	26		500	13.000	
MAB	3		500	1.250	
TAG	1.140		900-1200	1.197.000	
PVS	330		100-1200	181.500	
Erdöl					
AWP	420		500	210.000	
TAL	160		1.200	192.000	
PWL	170		600	102.000	
Summe	2.778			2.184.350	786,44
Nordstream	km	t Stahl pro km	t Stahl pro km	t Stahl pro km /2	Eisen u. Stahl (t)
	1.224	2.424.000,00	1.980	990	2.750.765

Tabelle B5: Wasserleitungen. Druckrohre aus duktilem Gusseisen mit angegossenen Flanschen PN 10 (Quelle: Düker, n.d.; eigene Berechnungen)

Baulänge (mm)	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	
DN	Gewicht in kg										Ø kg/lfm
80	7,6	9,2	10,8	12,4	14,1	15,7	17,3	18,9	20,5	22	
100	8,6	10,7	12,7	14,8	16,8	18,8	21	23	25	27	
125	10,6	13,3	15,9	18,6	21	24	26,5	29	32	34,5	
150	13,2	16,5	19,7	23	26	29,5	32,5	36	39	42,5	
200	18,4	23	27,5	32	37	41,5	46	50,5	55,5	60	
250	25,5	32	38	44	50,5	56,5	62,5	68,5	75	81	
300	34	41,5	49,5	57	65	73	80,5	88,5	96,5	104	
350	-	48,5	58,5	68	77,5	87,5	97	107	116	126	
400	-	57,5	69,5	81	92,5	104	116	127	139	151	
500	-	78,5	94,5	111	127	143	159	175	191	207	
600	-	108	129	150	171	192	214	235	256	277	
700	-	-	169	196	223	250	276	303	330	357	
800	-	-	-	250	284	317	350	383	416	450	
900	-	-	-	300	340	380	420	461	501	541	
1000	-	-	-	366	414	462	510	557	605	653	
1200	-	-	-	468	525	581	638	694	751	807	
	117,9	438,7	694,6	2191,8	2484,4	2775,5	3066,3	3356	3648,5	3940	
pro m	117,9	219,35	231,53	547,95	496,88	462,58	438,04	419,6	405,39	394	26,29

Tabelle B6: Wasserleitungen in Österreich (Quelle: Düker, n.d., Hechtner, 2010; eigene Berechnungen)

Wasserleitungen	Länge (km) ¹	Gewicht / km (kg) ²	Anteil Eisen u. Stahl	Eisen u. Stahl (t)
Rohrlänge	59.000	26,29	0,81	1.254.847

Tabelle B7: Gasleitungen. Druckrohre DN 150 - 1000 PN 16 (Quelle: Hobas, n.d., Stadtrechnungshof Wien, 2005; eigene Berechnungen)

Jahr	Rohrdimension Stahlrohre (mm)	Bedarf in lfm	SN 10000 (kg)	SN 20000 (kg)	Ø kg	kg Gesamt* Menge lfm
2002	St DN 150 PN 16	608,75	4	6	5,00	3.043,75
2003	St DN 150 PN 16	462,40	4	6	5,00	2.312,00
	St DN 200 PN 16	877,94	8	9	8,50	7.462,49
	St DN 400 PN 16	267,20	23	29	26,00	6.947,20
	St DN 500 PN 16	228,61	35	51	43,00	9.830,23
2004	St DN 100 PN 16	147,10	4	6	5,00	735,50
	St DN 150 PN 16	1.072,06	4	6	5,00	5.360,30
	St DN 200 PN 16	962,35	8	9	8,50	8.179,98
	St DN 600 PN 16	702,02	46	61	53,50	37.558,07
	Summe	5.328,43			159,50	81.429,52
	Ø kg pro m					15,28

Tabelle B8: Gasleitungen in Österreich (Quelle: Hobas, n.d., E-Control 2015; eigene Berechnungen)

Gasleitungen	Länge (km)	Gewicht / km (kg)	Anteil Eisen u. Stahl	Eisen u. Stahl (t)
Rohrlänge	31.000	15,28	0,30	142.123

Tabelle B9: Kanalisation in Österreich (Quelle: ACO, n.d., Statistik Austria, 2009, Stadler, 1960; eigene Berechnungen)

Kanalleitungen	Länge (km)	Kanaldeckel pro km (Abstand 80 m)	Gewicht (kg)	Eisen u. Stahl (t)
Straßenkanäle	11.159	0,0125	100,00	13.949

Tabelle B10: Freileitungen (Quelle: E-Contriol, 2015, Richter, 2015, Yli-Hannuksela, 2011; eigene Berechnungen)

Freileitungen	Länge (km) ¹	Gewicht Leiter / km (kg) ²		Eisen u. Stahl (t)
Systemlänge	9.238			
Seillänge	18.476	839,40		15.509
Hochspannungs- masten	Anzahl ³	Gewicht (kg) ²	Fundament Gewicht (kg) ⁴	
	15.831	5.500	4.000	150.395
Summe				165.903

¹ (E-Control, 2015)

² (Richter, 2015)

³ geschätzt nach (Austrian Power Grid, 2015)

⁴ (Yli-Hannuksela, 2011)

Tabelle B11: Fernwärmeleitungen. Berechnung Ø Gewicht (Quelle: GermanPipe, n.d.; eigene Berechnungen)

DN	Zoll	Außen (mm)	Wandstärke (mm)	Gewicht (kg/m)
15	1/2"	21,3	2,3	1,03
20	3/4"	26,9	2,6	1,56
25	1"	33,7	2,6	1,99
32	1 1/4"	42,4	2,6	2,55
40	1 1/2"	48,3	2,6	2,93
50	2"	60,3	2,9	4,11
65	2 1/2"	76,1	2,9	5,24
80	3"	88,9	3,2	6,76
100	4"	114,3	3,6	9,83
125	5"	139,7	3,6	12,1
150	6"	168,3	4	16,2
200	8"	219,1	4,5	23,8
250	10"	273	5	33
300	12"	323,9	5,6	44
350	14"	355,6	5,6	48,3
400	16"	406,4	6,3	62,2
450	18"	457	6,3	70
500	20"	508	6,3	77,9
600	24"	610	7,1	93,8
Ø				27,23

Tabelle B12: Fernwärmeleitungen in Österreich (Quelle: FGW, 2014, Thalmann et al., 2013, GermanPipe, n.d.; eigene Berechnungen)

Fernwärme- leitungen	Länge (km) ¹	Gewicht / km (kg) ²	Anteil Eisen u. Stahl	Eisen u. Stahl (t)
Netzlänge	4.200	27,23	0,65	74.328

Tabelle B13: Wasserkraftwerke, Kubaturen (Quelle: Brux, 1983; eigene Berechnungen)

	Leistung (MW)	Kubatur 1000 m3		Leistung (MW)	Kubatur 1000 m3
Speicherkraftwerke			Laufkraftwerke		
Spullersee Südsperre	35	60	Jochenstein	130	530
Vermunt	53	144	Aschach	286	260
Hierzmann	58	43	Ottensheim-Wilhering	179	450
Limberg	120	446	Abwinden-Auen	168	600
Mooserboden	107	670	Wallss-Mitterkirchen	210	1.070
Drossen	112	355	Ybbs-Persenbeug	200	280
Ottenstein	69	124	Melk	187	1.000
Grosser Mühldorfersee	46	153	Altenwörth	355	1.480
Freibach	41	235	Greifenstein	293	1.600
Kops	122	663			
Diessbach	36	165			
Gepatsch	153	7.100			
Durlassboden	83	2.500			
Stillup	28	790			
Schlegeis	131	980			
Wurten	42	264			
Oscheniksee	78	1.000			
Grossee	41	380			
Hochwurten	48	335			
Grosskar	55	540			
Kölnbrein	200	1.580			
Bolgenach	92	1.200			
Längenthal	37	400			
Finsterthal	149	4.500			
Bockhartsee	33	245			
Summe		994,88	Summe		807,78

Tabelle B14: Wasserkraftwerke, Engpaßleistungen (Quelle: Grillitsch und Hochkofler, 2006, Brux, 1983; eigene Berechnungen)

	Baumassen (t)	Engpaßleistung (MW)	Bewehrung pro MW (t)	Ø Kubatur 1.000 m3	Eisen u. Stahl (t)
Murkraftwerk Leoben		9,90	121,21		
Bewehrung Schlitzwände	200				
Bewehrung Konstruktionsbeton	1.000				
Laufkraftwerke		5.396	654.061	807,78	654.061
Speicherkraftwerke		7.524	912.000	994,88	1.123.240
Summe					1.777.300

Tabelle B15: Wärmekraftwerke, Engpaßleistungen (Quelle: Grillitsch und Hochkofler, 2006, Brux, 1983; eigene Berechnungen)

	Engpaßleistung (MW)	Stahl (t)	t Stahl/MW	Ø t Stahl/ MW	Eisen u. Stahl (t)
Braunkohlekraftwerk Boxberg	670	8.000	11,94		
Großkraftwerk Mannheim	1.675	11.485	6,86		
Wärmekraftwerk Dürnrohr	550	8.220	14,95		
Braunkohlekraftwerk Voitsberg	330	3.100	9,39		
KW MALZENICE	400	1.800	4,50		
KW LEOBEN	70	756	10,80		
KW DEIR-ALI, SYRIEN	500	5.520	11,04		
KW BUKAREST, RUMÄNIEN	186	1.450	7,80		
KW THESSALONIKI, GRIECHENLAND	400	2.720	6,80		
KW COOLKEERAGH, NORDIRLAND	400	1.500	3,75		
KW ANKARA, TÜRKE	770	2.500	3,25		
Wärmekraft Gesamt	7.431			8,28	61.521

Tabelle B16: Windkraftanlagen (Quelle: Hau, 2014)

Windkraftanlage		Stahl					Beton		
Rotor:	3-Blatt								
Durchmesser:	60m	zylindrisch	zylindrisch mit konischem Fuß	konisch	zylindrisch mit Abspannung	Gitterbauweise	Fertigteilbauweise	Ortbeton	Ortbeton
Drehzahl:	23 U/min								
Kopfmasse:	ca. 180 t								
Nabenhöhe:	50m								
Turmhöhe:	46,6m								
1. Biegeeigenfrequenz [Hz]		0,567	0,577	0,570	0,551	0,60	0,65	0,941	0,947
Vielfaches der Nenndrehzahl [P]		1,48	1,51	1,49	1,44	1,57	1,70	2,45	2,47
Oberer Durchmesser [m]		3,5	3,5	3,5	2,5	3,5	3,5	3,5	3,5
Unterer Durchmesser [m]		3,5	7,1	4,4	2,5	11,6	3,5	8,4	5,5
Wandstärke [mm]		55 ÷ 15 gestuft	25 15 gestuft	30 15 gestuft	20/15 gestuft	16/10	520/250 gestuft	300	300
Masse									
- Turm ¹⁾ [t]		150	120	111	40	110	465	485	477
- Einbauten [t]		22	22,5	22,8	20	22,5	21	22,5	22,5
Gesamtmasse ²⁾ [t]		172	142,5	133,8	60+Spannseile	ca. 120	486	507,5	499,5
Ungefähre Kostenrelation [%]		100	90	85	95	70	60	75	75

¹⁾ inkl. Aussteifungen und Anschlussflansche

²⁾ inkl. Einbauten

Tabelle B17: Windkraftanlagen in Österreich (Quelle: IG Windkraft , 2015, Hau, 2014; eigene Berechnungen)

	Anzahl Windräder	Leistung (MW)	Betonvolumen (m3)	Bewehrungsstahl (t)	Gewicht (t)	Eisen u. Stahl (t)
2014	1.016	2.095				
2010 ¹	491	1.013				
Fundament			400	50		
			830	88		
Turm					100	
Generator						
Summe				69	100	40.798

1 Anzahl Windräder für 2010 geschätzt

Tabelle B18: Anlagen zur Thermische Abfallbehandlung (Quelle: BAWP, 2014, Paschal, 2015; eigene Berechnungen)

Thermische Abfallbehandlung	Kapazitäten in t/a	Stahl Bauwerk (t)	Stahl (t) / Kapazität (t)	Eisen- u. Stahl (t)
Müllverbrennungsanlage Dürnrohr	300.000	7.000	0,02	
Amager Bakke, Kopenhagen	400.000	6.000	0,02	
Müllverbrennungsanlage Spittelau, Wien	250.000			
Müllverbrennungsanlage Flötzersteig, Wien	200.000			
Müllverbrennungsanlage Pfaffenau, Wien	250.000			
Müllverbrennungsanlage WAV, Wels	300.000			
Müllverbrennungsanlage Dürnrohr, Zwentendorf	525.000			
Kärntner Restmüllverbrennung, Arnoldstein	96.000			
Müllverbrennungsanlage Zistersdorf	130.000			
Wirbelschichtofen 4 – Simmeringer Haide, Wien	110.000			
Reststoffverwertung Lenzing	300.000			
Thermische Reststoffverwertung, Niklasdorf (ENAGES)	100.000			
Summe	2.261.000			43.336

Tabelle B19: Schienenverkehr (Quelle: ArcorMittal, 2013, Forster AG, 2015, ÖBB, 2015, Richter, 2015; eigene Berechnungen)

Schienen	Länge (km)	Gewicht (kg) ¹			Eisen u. Stahl (t)
Schienenlänge	6.016				
Gleiskilometer	12.032	60			721.920
Bahnschwellen		Gewicht (kg) ²	Anzahl pro km	Anteil Eisen u. Stahl	
		300	1.517	0,01	27.379
Lärmschutzwände	Länge (km)	Gewicht lfm (kg) ³	Ø Abstand Steher (m)	Ø Höhe Steher (m)	
	854	42,6	5	3	21.828
Freileitungen	Länge (km)	Gewicht Leiter / km (kg) ⁴			
Systemlänge	3.960				
Seillänge	7.900	839,40			6.631
Masten	Anzahl	Gewicht (kg) ⁴			
	7000	5.500			38.500
Summe					816.258

¹ (ArcelorMittal, n.d., Cooper and Allwood, 2012)

² Spannbetonschwellen L1 (MABA)

³ (Forster AG, 2015)

⁴ ALU STAHL 300/50 mm² (Richter, 2015)

Tabelle B20: Strassenverkehr (Quelle: ASFINAG, 2015, Blab, 2015, Forster AG, 2015, Brewes, 2015; eigene Berechnungen)

	Anzahl	Steher Ø Länge (m)		Gewicht Länge 2,5 m (kg)			Eisen- u. Stahl (t)
Verkehrszeichen	2.000.000	2,5		7,5			15.000
	m2	Abstand Stehern	Ø Höhe	Gewicht lfm (kg)	Anzahl Steher		Eisen- u. Stahl (t)
Lärmschutzwand	4.300.000	5	3	42,6	286.667		36.636
	km	Fahrbahn- rand (km)	Mittel- schiene *2 (km)	Gewicht lfm (kg)	Anteil Stahl		Eisen- u. Stahl (t)
Leitschienen	5.000	2.000	6.000	50	0,64		254.545
Fahrbahn	Anzahl pro lfm 2-spurig	Anzahl pro lfm 3-spurig	Länge (cm)	Ø (cm)	Dichte ρ g/cm3	Gewicht Stck (kg) ¹	
Dübel	18,00	24,00	50,00	2,50	9,60	2,36	
Anker	3,60	4,80	80,00	2,00	9,60	2,41	
	km	Beton- anteil	Beton (km)	Anzahl Dübel	Anzahl Anker		Eisen u. Stahl (t)
Autobahn u. Schnellstraßen	2.100	0,38	798				
2-spurig	1.628	0,38	618	11.132.100	2.226.420		31.601
3-spurig	473	0,38	180	4.309.200	861.840		12.233
sonstige Strassen	197.000	0,001	197	1.773.000	354.600		5.033
Summe							355.048

1 Masse = $d^2 / 4 * \pi * \rho$

Tabelle B21: Brücken, Maße und Massen (Quelle: Kuhlmann et al., 2008, FCP, 2009; eigene Berechnungen)

Beton- und Verbundbrücken	Länge (m)	Fläche (m2)	Bewehrungs-stahl (t)	kg/m2	Baustahl (t)	kg/m2	Stahl Gesamt (t)	Stahl (t) pro m Länge
Wilde Gera	552	14.628	895	61,18	2.508	171,45	3.403	6,16
Albrechtsgraben	770	21.945	1.500	68,35	5.100	232,40	6.600	8,57
Reichenbach	1.000	28.500	2.144	75,23	6.323	221,86	8.467	8,47
Schwarza	675	19.238	1.700	88,37	4.428	230,17	6.128	9,08
Seßlestal	320	9.120	800	87,72	2.521	276,43	3.321	10,38
Dambachtal	370	10.545	1.000	94,83	2.800	265,53	3.800	10,27
Elben	432	12.312	870	70,66	2.950	239,60	3.820	8,84
Thyratal	1.115	32.893	2.550	77,52	8.300	252,33	10.850	9,73
Haseltal	845	24.083	2.400	99,66	9.400	390,32	11.800	13,96
Schwentine	296	3.404			820	241,00	820	2,77
Wakenitz	295	4.388			1.084	247,00	1.084	3,68
Wiedersbach	178	2.529			549	217,00	549	3,09
Schleuse	680	9.690			2.519	260,00	2.519	3,71
La Risle bei Brionne,	1.320	19.800					5.296	4,01
LEO-Duranceviadukt Avignon	740	15.910					4.500	6,08
Brücke über den Ourcq-Kanal	450	5.670					1.963	4,36
Verrières-Viadukt bei Millau	720	16.908					6.226	8,65
Ø								7,17
Stahlbrücke								
Eisenbahnbrücke Tulln	440	3.080					3.800	8,64

Tabelle B22: Strassen- und Eisenbahnbrücken in Österreich (Quelle: Kuhlmann et al., 2008, FCP, 2009; eigene Berechnungen)

	Anzahl Brücken	Ø Länge (km)	Gesamtlänge (km) ²	Anteil	Stahl (t) pro m Länge ³	Eisen u. Stahl (t)
Autobahnen u. Schnellstrassen ¹	4.745		300,00			
Gewölbe- bzw. Bogenbrücken	217		13,72	0,05	7,17	98.370
Stahlbetonbrücken	4.370		276,29	0,92	7,17	1.981.005
Stahlbrücken	158		9,99	0,03	8,64	86.309
sonstige Strassen ⁴	8.920	0,005	44,60			
Gewölbe- bzw. Bogenbrücken			2,04	0,05	2,77	5.650
Stahlbetonbrücken			41,08	0,92	2,77	113.778
Stahlbrücken			1,49	0,03	8,64	12.831
Eisenbahn ^{5 6}	6.335		103,00			
Gewölbe- bzw. Bogenbrücken			4,71	0,05	2,77	13.048
Stahlbetonbrücken			94,86	0,92	2,77	262.762
Stahlbrücken			3,43	0,03	8,64	29.633
Summe						2.603.386

1 (BMVIT, 2012)

2 (Stadt-Wien, n.d.)

3 (Kuhlmann et al., 2008; eigene Berechnungen)

4 (Mehlhorn, 2010)

5 (ÖBB, 2015)

6 (GSV, 2015a)

Tabelle B23: Straßen- und Eisenbahntunnel in Österreich (Quelle: BMVIT, 2012, Brill, 2015, Flath, 2009, Hansel and Giurgis, 2011, ÖBB, 2015; eigene Berechnungen)

Tunnelröhre ¹	Ø in m	Wand- stärke (mm)				Anzahl	Länge (km)	geschätzt (km)
		0,3-0,6						
kleine Tunnel	5-6			Strassentunnel Autobahn u. Schnellstraße ²		136	297	400
große Tunnel	12-14			Eisenbahntunnel ³		248	548	
Tunnelröhre	d1 innen (m)	Wand- stärke (m)	d2 außen (m)	Volumen (m3) ⁴	Volumen Halbkreis (m3)	Bewehrung (kg/m3) ^{5 6}	Stahlanteil pro m (kg)	Eisen u. Stahl (t)
Hofoldingen Stollen ²	3,3	0,18	3,66	1,97	0,98	40	39	
Ø	10	0,55	11,09	18,07	9,04	100	904	
Summe								856.548

1 kleine Tunnel: eingleisige U-Bahntunnel, große Tunnel: zweigleisige Bahntunnel oder Mehrspurige Straßentunnel (InformationsZentrum Beton)

2 (BMVIT, 2012)

3 (Brill, 2015, ÖBB, 2015)

4 Kreisfläche: $A = \pi * d^2 / 4$; Volumen = $(A (d2) - A (d1)) * \text{Länge}$

5 (Hansel and Guirgis, 2011)

6 Bewehrungsgehalte der Tübbinge in Deutschland zwischen 70 und 150 kg/m3 (Flath, 2009)

Tabelle B24: Seilbahnanlagen in Österreich (Quelle: BMVIT, 2015, Seilbahnen Suldén, 2015; eigene Berechnungen)

Seilbahnanlagen	Schräge Länge (m) ¹	Gesamt-Seillänge (m)	Gewicht (kg / m) ²	Eisen u. Stahl (t)
Rohrlänge	59.000	1.460.256	5,60	8.183

1 (BMVIT, 2015)

2 (Seilbahnen Suldén, 2015)

Anhang C

Maschinenbau

1. *Journal of the American Medical Association*, 1997; 277: 1039-1043.

271131300 - Generating sets with compression-ignition internal combustion piston engines of an output > 375 kVA but <= 750 kVA	32	187	0	155 p/st	852.500	5.500	(IGP-Generatoren, n.d.)	Hitzinger SGS 7B 04B	
271131170 - Generating sets with compression-ignition engines of an output > 750 kVA	54	1.298	0	1.244 p/st	20.899.200	16.800	(Wartsila, n.d.)	Wärtsilä 6L20	
271132333 - Generating sets with spark-ignition internal combustion piston engines of an output <= 7.5 kVA	7.905	19.036	0	11.131 p/st	2.894.060	260	(IGP-Generatoren, n.d.)	AAL-007 - LOMBARDINI - 4LD 820	
271132335 - Generating sets with spark-ignition internal combustion piston engines of an output > 7.5 kVA	1.338	1.666	0	328 p/st	104.960	320	(IGP-Generatoren, n.d.)	AL-011 - LOMBARDINI - LDW 1404	
27113250 - Generating sets (excluding wind-powered and powered by spark-ignition internal combustion piston engine)	420	8.214	0	7.794 p/st	2.494.080	320	(IGP-Generatoren, n.d.)	AL-011 - LOMBARDINI - LDW 1404	
Umformer				kW	0	1.000	0,52	25	{WEWAG Immobilien, n.d.}
27113270 - Rotary converters	2.051	4.506	0	2.455 p/st	2.455	1.000			31.915
Transformatoren				kW	0	360	0,56	36	{SGB-SMIT, n.d.}
27114120 - Liquid dielectric transformers having a power handling capacity <= 650 kVA	8.599	53.093	0	44.494 p/st	16.017.840	360	(Ormazabal, n.d.)	Dielectric Liquid Immersed Transformers	434.992
27114220 - Measuring transformers having a power handling capacity <= 1 kVA (including for voltage measurement)	694.319	880.102	0	0 p/st	keine oder nur sehr geringe				
27114240 - Other transformers, n.e.c., having a power handling capacity <= 1 kVA	17.077.533	85.671.684	0	0 p/st	keine oder nur sehr geringe				
27114260 - Other transformers, having a power handling capacity > 1 kVA but <= 16 kVA	30.701	526.385	0	0 p/st	keine oder nur sehr geringe				
27114330 - Transformers, n.e.c., having a power handling capacity > 16 kVA but <= 500 kVA	17.237	32.679	0	15.442 p/st	5.559.120	360	(Ormazabal, n.d.)	Dielectric Liquid Immersed Transformers	
Halbleiter				kW	0	0			
27115023 - Polycrystalline semiconductors	29.025	393.476	0	0 p/st	keine oder nur sehr geringe				
Akku, Netzteile, Wechselrichter, Konverter (Schaltregler), Spulen und Drosseln, Ferrit- Kerne für Spulen				kW	0	0			
27115033 - Accumulator chargers	914.990	2.023.987	0	0 p/st	keine oder nur sehr geringe				
27115040 - Power supply units for telecommunication apparatus, automatic data-processing machines and units thereof	1.276.200	2.481.374	0	0 p/st	keine oder nur sehr geringe				
27115070 - Static converters (excluding polycrystalline semiconductors, converters specially designed for welding, without welding equipment, accumulator chargers, rectifiers, inverters)	0	0	485.007	0 p/st	keine oder nur sehr geringe				
27115080 - Inductors (excluding induction coils, deflection coils for cathode-ray tubes, for discharge lamps and tubes)	0	0	7.140	0 p/st	keine oder nur sehr geringe				
27116203 - Ferrite cores of transformers and inductors	321.500	1.157.800	0	0 kg	keine oder nur sehr geringe				
Summe									2.458.460
2811 Herstellung von Verbrennungsmotoren und Turbinen (ohne Motoren für Luft- und Straßenfahrzeuge)				kW	25.418	23,8	0,92	20	{Honeywell, n.d.}
28111100 - Marine propulsion spark ignition reciprocating or rotary internal combustion piston engines, onboard motors	969	2.035	0	1.066 p/st	117.260	631	(Honda-Marine, 2015)	Honda BF 60	11.131 99.211

outboard motors); spark ignition reciprocating or rotary internal combustion piston engines (excluding aircraft engines and vehicle reciprocating piston engines)	31.901	331.406	0	0	0 p/st	siehe Kapitel 4.1.5. Wasserfahrzeuge	
28111320 - Rail traction compression-ignition internal combustion piston engines (diesel or semi-diesel)	2	25	0	0	0 p/st	siehe Kapitel 4.1.4. Schienenfahrzeuge	
28111331 - Industrial use compression-ignition internal combustion piston engines (diesel or semi-diesel) of a power ≤ 15 kW	182	1.458	0	0	1.276 p/st	(Zeppelin-CAT, 2015)	C0.56 Acert
28111333 - Industrial use compression-ignition internal combustion piston engines (diesel or semi-diesel) of a power > 15 kW but ≤ 30 kW	57	490	0	0	433 p/st	(Zeppelin-CAT, 2015)	C1.6 Acert
28111335 - Industrial use compression-ignition internal combustion piston engines (diesel or semi-diesel) of a power > 30 kW but ≤ 50 kW	143	1.822	0	0	1.679 p/st	(Zeppelin-CAT, 2015)	C2.2 Acert
28111337 - Industrial use compression-ignition internal combustion piston engines (diesel or semi-diesel) of a power > 50 kW but ≤ 100 kW	43	704	0	0	661 p/st	(Zeppelin-CAT, 2015)	C4.4 Acert
28111353 - Industrial use compression-ignition internal combustion piston engines (diesel or semi-diesel) of a power > 100 kW but ≤ 200 kW	125	2.017	0	0	1.892 p/st	(Zeppelin-CAT, 2015)	C7.1 Acert
28111355 - Industrial use compression-ignition internal combustion piston engines (diesel or semi-diesel) of a power > 200 kW but ≤ 300 kW	33	759	0	0	726 p/st	(Zeppelin-CAT, 2015)	C9.3 Acert
28111357 - Industrial use compression-ignition internal combustion piston engines (diesel or semi-diesel) of a power > 300 kW but ≤ 500 kW	164	808	0	0	644 p/st	(Zeppelin-CAT, 2015)	C18 Acert
28111373 - Industrial use compression-ignition internal combustion piston engines (diesel or semi-diesel) of a power > 500 kW but ≤ 1000 kW	3	101	0	0	98 p/st	(Zeppelin-CAT, 2015)	C32 Acert
28111375 - Industrial use compression-ignition internal combustion piston engines (diesel or semi-diesel) of a power > 1000 kW	10	15	0	0	5 p/st	(Zeppelin-CAT, 2015)	C3600 Acert
28112000 - Hydraulic turbines and water wheels	0	0	25.418	25.418 kW	63 p/st	23,8 (Havlik, 2015)	-
28112400 - Generating sets, wind-powered	69	132	0	0	63 p/st	siehe Kapitel 4.2.2.1.9. Windkraftanlagen	-
2812 Herstellung von hydraulischen und pneumatischen Komponenten und Systemen							7.979
					kg		4.075
28121320 - Hydraulic pumps (radial piston)	8.272	27.598	0	0	19.326 p/st	(AGK-Kronawitter, n.d.)	4GS/6GS
28121380 - Hydraulic pumps (vane)	5.290	12.160	0	0	6.870 p/st	(AGK-Kronawitter, n.d.)	4GS/6GS
28121420 - Pneumatic filters, regulators and lubricators	50.500	126.100	0	0	75.600 kg	-	-
28121450 - Valves for the control of oleohydraulic power transmission for pipes, boiler shells, tanks, vats and the like	679.500	1.907.500	0	0	1.228.000 kg	-	-
28121480 - Valves for the control of pneumatic power transmission for pipes, boiler shells, tanks, vats and the like	377.700	637.700	32.165	292.165 kg	-	-	-
28121580 - Hydraulic pumps (excluding axial, radial, gear, vane)	0	0	5.164	5.164 p/st	-	-	-
28121630 - Hydraulic systems (power packs with actuators)	0	0	9.386	9.386 p/st	-	-	-
2813 Herstellung von Pumpen und Kompressoren a. n. g.							0
					kg		
28131105 - Petrol and oil dispensing pumps, unit	644	10.293	0	0	9.649 p/st	-	-
							625.550
							625.550

	13.447	26.429	0	10.962 p/st	-	-	-	-
fitted with a measuring device (excluding for fuel or lubricants)								
28131145 - Positive displacement pumps, hand pumps	375.596	729.452	0	353.856 p/st	3.892.416	11 (Amazon, n.d.)	Gardena 1476-20 Comfort Tauch-	
28131165 - Fuel, lubricating or cooling-medium pumps for internal combustion engines	3.411.655	3.363.106	2.717.057	2.668.508 p/st	21.081.213	7,9 (ZUWA, n.d.)	Panther 56/72	
28131220 - Positive displacement reciprocating pumps, dosing and proportioning	13.256	36.734	0	23.478 p/st	586.950	25 (Steffens, n.d.)	Loewe WL 1000	
28131250 - In-line reciprocating piston pumps	2.048	4.802	0	2.754 p/st	-	-	-	
28131280 - Positive displacement reciprocating pumps, diaphragm	2.763	216.311	0	213.548 p/st	-	-	-	
28131340 - Positive displacement pumps, rotary, vane	6.182	49.059	0	42.877 p/st	-	-	-	
28131380 - Positive displacement pumps, rotary (including peristaltic, rotary lobe and helical rotor pumps) (excluding hydraulic units, gear pumps, vane pumps, screw pumps)	3.679	27.272	0	23.593 p/st	-	51 (Steffens, n.d.)	Kreiselpumpe Pentax CB 750T	
28131413 - Submersible motor, single-stage rotodynamic drainage and sewage pumps	59.979	198.490	0	138.511 p/st	4.432.352	32 (Sulzer, n.d.)	Abwasserpumpe Typ ABS Piranha 08 - 110 S17/2 D	
28131415 - Submersible motor, multi-stage rotodynamic pumps	988	16.103	0	15.115 p/st	-	-	-	
28131417 - Glandless impeller pumps for heating systems and warm water supply	42.263	134.920	0	92.657 p/st	-	-	-	
28131420 - Rotodynamic pumps <= 15mm discharge	586.716	599.529	0	12.813 p/st	-	-	-	
28131430 - Centrifugal pumps with a discharge outlet diameter > 15 mm, channel impeller pumps, side channel pumps, peripheral pumps and regenerative pumps	793	2.555	0	1.762 p/st	-	8 (Fritz Streit, n.d.)	Zentrifugalpumpe Calpeda CAM80E	
28131451 - Centrifugal pumps with a discharge outlet diameter > 15 mm, single-stage with a single entry impeller, close coupled	4.453	19.734	0	15.281 p/st	-	-	-	
28131453 - Centrifugal pumps with a discharge outlet diameter > 15 mm, single stage with a single entry impeller, long coupled	5.077	18.133	0	13.056 p/st	-	-	-	
28131455 - Centrifugal pumps with a discharge outlet diameter > 15 mm, single-stage with double entry impeller	145	10.186	0	10.041 p/st	-	-	-	
28131460 - Centrifugal pumps with a discharge outlet diameter > 15 mm, multi-stage (including self-priming)	1.423	6.069	0	4.646 p/st	-	-	-	
28131471 - Rotodynamic single-stage mixed flow or axial pumps	61.637	63.416	11.692	13.471 p/st	-	-	-	
28131480 - Other liquid pumps, liquid elevators	326.161	866.315	0	540.154 p/st	2.160.616	4 (ZUWA, n.d.)	Fasspumpen für Öl und Diesel	
28132170 - Rotary piston vacuum pumps, sliding vane rotary pumps, molecular drag pumps, Roots pumps, diffusion pumps, cryopumps and adsorption pumps	3.007	116.175	0	113.168 p/st	-	-	-	
28132190 - Liquid ring	36.558	405.984	0	369.426 p/st	44.331.120	120 (Tuthill, n.d.)	Kinney Vakuumpumpen KC-8	
28132200 - Hand or foot-operated air pumps	234.128	874.654	0	640.526 p/st	-	-	-	
28132400 - Air compressors mounted on a wheeled chassis for towing	4.648	8.304	0	3.656 p/st	-	-	-	
28132530 - Turbo-compressors, single stage	23.404	814.084	0	790.680 p/st	-	-	-	
28132550 - Turbo-compressors, multistage	3.158	34.899	0	31.741 p/st	6.411.682	202 (Pillunat, n.d.)	KAESER-Schraubenkompressor Mobilair 13	
28132630 - Reciprocating displacement compressors having a gauge pressure capacity <= 15 bar, giving a flow <= 60 m³/hour	85.924	129.606	0	43.682 p/st	-	-	-	
28132670 - Reciprocating displacement compressors having a gauge pressure capacity > 15 bar, giving a flow per hour <= 120 m³	7.844	14.677	0	6.833 p/st	-	-	-	
28132690 - Reciprocating displacement compressors having a gauge pressure capacity > 15 bar, giving a flow per hour > 120 m³	97	1.625	0	1.528 p/st	168.080	110 (Kaeser, n.d.)	KAESER-Doppelanlagen 10 bar	
28132730 - Rotary displacement compressors, single-shaft	2.152	3.846	0	1.694 p/st	-	-	-	
28132753 - Multi-shaft screw compressors	1.398	2.897	0	1.499 p/st	-	-	-	

2814 Herstellung von Armaturen a. n. g										kg	14.556.157	0	0,22	20	(PSD Bank, n.d.)	64.047
										p/st						
28141120 - Pressure-reducing valves of cast iron or steel, for pipes, boiler shells, tanks, vats and the like (excluding those combined with lubricators or filters)		168.500	169.100	0	600 kg	-	-	-	-					-		
28141170 - Valves for pneumatic tyres and inner-tubes		56.500	162.600	0	106.100 kg	-	-	-	-					-		
28141180 - Safety or relief valves for pipes, boiler shells, tanks, vats and the like		842.300	965.800	0	123.500 kg	-	-	-	-					-		
28141233 - Mixing valves for sinks, wash basins, bidets, water cisterns etc excluding valves for pressure-reducing or oleohydraulic/pneumatic power transmissions, check valves, safety/relief valves		4.029.700	5.139.700	0	1.110.000 kg	-	-	-	-					-		
28141235 - Taps, cocks and valves for sinks, wash basins, bidets, water cisterns etc excluding valves for pressure-reducing/oleohydraulic transmissions, check, safety, relief and mixing valves		510.100	1.506.200	0	996.100 kg	-	-	-	-					-		
28141253 - Central heating radiator thermostatic valves		52.600	196.400	0	143.800 kg	-	-	-	-					-		
28141255 - Central heating radiator valves, other		103.300	590.800	0	487.500 kg	-	-	-	-					-		
28141313 - Other process control valves, temperature regulators		83.500	243.900	0	160.400 kg	-	-	-	-					-		
28141315 - Process control valves for pipes, boiler shells, tanks etc excluding valves for pressure-reducing or oleohydraulic/pneumatic power transmissions, check, safety/relief valves, temp. regulators		522.900	1.203.600	0	680.700 kg	-	-	-	-					-		
28141335 - Other gate valves, of steel		453.100	528.500	0	75.400 kg	-	-	-	-					-		
28141353 - Globe valves, of cast iron		197.900	248.900	0	51.000 kg	-	-	-	-					-		
28141355 - Globe valves, of steel		351.900	934.700	0	582.800 kg	-	-	-	-					-		
28141357 - Other globe valves		675.100	1.649.700	88.794	1.063.394 kg	-	-	-	-					-		
28141373 - Ball and plug valves		2.004.600	2.914.100	0	909.500 kg	-	-	-	-					-		
28141375 - Butterfly valves		975.500	1.588.200	0	612.700 kg	-	-	-	-					-		
28141377 - Diaphragm valves		45.900	117.800	0	71.900 kg	-	-	-	-					-		
28141380 - Other appliances		2.580.300	2.394.500	7.566.563	7.380.763 kg	-	-	-	-					-		
2815 Herstellung von Lagern, Getrieben, Zahnrädern und Antriebsselementen										kg	68.636.244	0	0,74	10		507.908
										p/st						
28151055 - Spherical roller bearings		411.200	1.301.700	0	890.500 kg	-	-	-	-					-		
28151070 - Needle roller bearings		60.100	765.600	0	705.500 kg	-	-	-	-					-		
28152130 - Iron or steel roller chain of a kind used for cycles and motor cycles		69.800	637.200	0	567.400 kg	-	-	-	-					-		
28152150 - Iron or steel roller chain (excluding of a kind used for cycles or motor-cycles)		509.400	2.223.300	0	1.713.900 kg	-	-	-	-					-		
28152230 - Cranks and crankshafts		11.886.800	26.038.800	0	14.152.000 kg	-	-	-	-					-		
28152250 - Cardan shafts		245.300	3.554.700	0	3.309.400 kg	-	-	-	-					-		
28152270 - Other shafts		1.658.000	9.205.700	0	7.547.700 kg	-	-	-	-					-		
28152330 - Bearing housings incorporating ball or roller bearings		254.100	711.800	0	457.700 kg	-	-	-	-					-		
28152350 - Bearing housings not incorporating ball or roller bearings, plain shaft bearings		7.295.200	7.216.700	3.678.811	3.600.311 kg	-	-	-	-					-		
28152432 - Gear boxes for stationary equipment, spur and helical gear boxes		458.100	1.742.300	0	1.284.200 kg	-	-	-	-					-		
28152433 - Gear boxes, bevel and bevel/spur and helical gear boxes		390.100	839.000	1.755.694	2.204.594 kg	-	-	-	-					-		

[illegible]

GRABSTROMWAGEN FREIWOHL MIT BREITWIDE									
27.68	19.55	0	17.107 p/st	1.287.323	75 (Luma, n.d.)				
or handling equipment (excluding self-propelled trucks)									
28221570 - Works trucks, self-propelled, not fitted with lifting or handling equipment, of the type used in factories, warehouses, dock areas or airports for short distance transport of goods; tractors of the type used on railway station platforms	25	170	0	145 p/st	41.470	286 (Luma, n.d.)		Elektrohubwagen ECO 15	
28221630 - Electrically operated lifts and skip hoists	0	0	1.074	1.074 p/st	34.368	32 (Luma, n.d.)		DOPPEL-SCHEREN-HEBESYSTEM	
28221770 - Belt type continuous-action elevators and conveyors for goods or materials	0	0	1.100	1.100 p/st	44.000	40 (Fischbein, n.d.)		Transportbänder „medium duty“	
28221795 - Continuous-action elevators or conveyors for goods or materials (excluding pneumatic elevators or conveyors, those designed for use underground, bucket type, belt type, roller conveyors)	0	0	8.134	8.134 p/st	325.360	40 (Fischbein, n.d.)		Transportbänder „medium duty“	
28221820 - Teleferics, chair-lifts, ski-draglines and traction mechanisms for funiculars	0	0	377	377 p/st	-	-		-	
28221840 - Lifting, handling, loading or unloading machinery, n.e.s.	0	0	1.883	1.883 p/st	-	-		-	
28221850 - Loading machinery specially designed for agricultural use	0	0	1.545	1.545 p/st	-	-		-	
28222000 - Buckets, shovels, grabs and grips for ships' derricks, cranes, mobile lifting frames, works trucks fitted with crane, bulldozers, levellers, excavators, shovel loaders etc, for snow ploughs	5.230.900	4.678.700	7.418.239	6.866.039 kg	-	-		-	
2823 Herstellung von Büromaschinen (ohne									
Datenverarbeitungsgeräte und periphere Geräte									
28231100 - Typewriters and word-processing machines	371	1.297	0	926 p/st	5.556	6 (Amazon, n.d.)		Olympia 252651001 Carrera de luxe	288
28231200 - Electronic calculators and pocket-size data recording, reproducing and displaying machines with calculating functions	58.243	1.045.214	0	986.971 p/st	197.394	0,2 -		-	
28231300 - Accounting machines, cash registers, postage-franking machines, ticket-issuing machines and similar machines, incorporating a calculating device	26.878	49.635	0	22.757 p/st	273.084	12 (Uniwell, n.d.)		Uniwell NX5400-01	
28232100 - Photo-copying apparatus incorporating an optical system or of the contact type and thermo-copying apparatus	2.636	2.940	0	304 p/st	4.195	13,8 (Ink-Systems, n.d.)		Multifunktionsdrucker Epson WorkForce	
2824 Herstellung von handgeführten Werkzeugen mit									
Motorantrieb									
28241113 - Electro-mechanical hand drills operated without an external source of power	355.829	544.278	0	188.449 p/st	2.299.078	12 (ZGONC, n.d.)		BOSCH GBH 8-45 D	94.993
28241115 - Electropneumatic hand drills (including drilling, tapping or reaming machines, boring machines and rock drills)	410.844	534.975	0	124.131 p/st	8.068.515	65 (ZGONC, n.d.)		HOLZMANN Radialbohrer SB 3116 RH	
28241117 - Electro-mechanical hand drills of all kinds (excluding those operated without an external source of power, electropneumatic)	192.192	504.229	0	312.037 p/st	1.606.991	5,15 (ZGONC, n.d.)		MAKITA Akku-Bohrer DDF 480 RMJ	
28241123 - Electro-mechanical chainsaws	52.138	95.521	0	43.383 p/st	308.019	7,1 (ZGONC, n.d.)		MAKITA E-Kettensäge UC 4030 A	
28241125 - Electro-mechanical circular saws	37.051	103.143	0	66.092 p/st	396.552	6 (ZGONC, n.d.)		MAKITA Tauchsäge SP 6000	
28241127 - Electro-mechanical handsaws (excluding chainsaws, circular saws)	80.623	225.080	0	144.457 p/st	696.283	4,82 (ZGONC, n.d.)		Prof-Elektro-Kettensäge UC 4030 A	

external source of power (excluding drills, saws, those used for working textile materials)	126.030	251.235	0	125.205 p/st	713.669	5,7 (ZGONC, n.d.)	MAKITA Handhobel 1911 B	
28241150 - Grinders, sanders and planers, for working in the hand, with self-contained electric motor, operating with an external source of power	412.514	870.733	0	458.219 p/st	5.177.875	11,3 (ZGONC, n.d.)	BOSCH Akku-Winkelschleifer	
28241180 - Electro-mechanical hedge trimmers and lawn edge cutters	184.959	259.798	0	74.839 p/st	336.776	4,5 (ZGONC, n.d.)	BOSCH E-Heckenschere AHS 65-34	
28241190 - Other electric tools	231.198	357.200	0	126.002 p/st	648.910	5,15 (ZGONC, n.d.)	MAKITA Akku-Bohrer DDF 480 RMJ	
28241240 - Tools for working in the hand, pneumatic, rotary type, including combined rotary-percussion	0	0	7.343	7.343 p/st	37.816	5,15 (ZGONC, n.d.)	MAKITA Akku-Bohrer DDF 480 RMJ	
28241260 - Chainsaws with a self-contained non-electric motor	77.827	191.997	0	114.170 p/st	913.360	8 (ZGONC, n.d.)	DOLMAR Benzin-Kettensäge PS-500 C	
2825 Herstellung von Kälte- und Lufttechnischen Erzeugnissen, nicht für den Haushalt								
				kg	0			
				p/st	2.119.753	10,00	0,63	10 (BMBF, 2010)
								133.563
28251270 - Air conditioning machines not containing a refrigeration unit; central station air handling units; vav boxes and terminals, constant volume units and fan coil units	0	0	3.970	3.970 p/st	95.280	24 (Trotec, n.d.)	PAC 2000 E Air Conditioner	
28251335 - Refrigerated show-cases and counters incorporating a refrigerating unit or evaporator (excluding for frozen food storage)	20.036	27.553	0	7.517 p/st	1.638.706	218 n.d.)	KBS 1250 Glastürkühlschrank	
28251390 - Other refrigerating or freezing equipment	0	0	11.309	11.309 p/st	1.470.170	130 (Cool and Cool, n.d.)	Merado 1030 S Freikühltheke	
28251410 - Machinery and apparatus for filtering or purifying air (excluding intake filters for internal combustion engines)	0	0	24.574	24.574 p/st	589.776	24 (Luftreiniger-depot, n.d.)	IQAir Luftreiniger Healthpro 250	
28251430 - Machinery and apparatus for filtering and purifying gases (other than air and excl. those which operate using a catalytic process, and isotope separators)	0	0	246	246 p/st	-	-	-	
28252030 - Axial fans (excluding table, floor, wall, window, ceiling or roof fans with a self-contained electric motor of an output <= 125 W)	411.378	1.325.058	0	913.680 p/st	3.654.720	4 (Nicotra Gebhardt, n.d.)	Axial Flow Fans AWA 11-	
28252050 - Centrifugal fans (excluding table, floor, wall, window, ceiling or roof fans with a self-contained electric motor of an output <= 125 W)	50.520	534.497	22.577	506.554 p/st	11.144.188	22 (Nicotra Gebhardt, n.d.)	Cebrifugal Fan G2E0-0250	
28252070 - Fans (excluding table, floor, wall, ceiling or roof fans with a self-contained electric motor of an output <= 125 W, axial fans, centrifugal fans)	194.773	846.676	0	651.903 p/st	2.607.612	4 (Nicotra Gebhardt, n.d.)	Axial Flow Fans AWA 11-	
2829 Herstellung von sonstigen nicht wirtschaftszweigspezifischen Maschinen a. n. g.								
				kg	1.124.300			7.983
				p/st	571.701	11,74	0,71	10 (BMBF, 2010)
								47.650
28292180 - Machinery for packing or wrapping (excluding for filling, closing, sealing, capsuling or labelling bottles, cans, boxes, bags or other containers)	0	0	1.592	1.592 p/st	270.640	170 (SOCO System, n.d.)	Kartonverschießmaschine	
28292300 - Gaskets and similar joints of metal sheeting combined with other material or of two or more layers of metal	429.500	1.553.800	0	1.124.300 kg	-	-	-	
28293130 - Continuous and discontinuous totalisers	113	612	0	499 p/st	-	-	-	
28293180 - Automatic gravimetric filling machines	208	733	0	525 p/st	9.450	18 (Swienty, n.d.)	DANA api MATIC 1000 - 110040	
28293200 - Personal weighing machines, including baby scales; household scales	207.770	714.177	0	506.407 p/st	1.012.814	2	-	
28293910 - Automatic catchweighing machines and checkweighers, of a maximum weighing capacity <= 5.000 kg	124	3.322	0	3.198 p/st	498.888	156 (Amazon, n.d.)	Steinberg Systems - SBS-BW-5T	

28293950 - weight/price labelling machines, weighbridges and other weighing machinery (excluding shop-scales, personal and household scales, scales for continuous weighing of goods on conveyors, constant weight scales and balances of a sensitivity <= 5 cg)	9.071	41.335	0	32.264 p/st	483.960	15 (PCE-Instruments, n.d.)	Fahrzeugwaage PCE-WWSB8-S
	1.737	4.939	0	3.202 p/st	-	-	-
	4.676	16.559	0	11.883 p/st	3.137.112	264 (Selecta, n.d.)	GETRÄNKEAUTOMAT RHODOS
	2.722	6.143	0	3.421 p/st	903.144	264 (Selecta, n.d.)	GETRÄNKEAUTOMAT RHODOS
	957	8.090	0	7.133 p/st	370.916	52 (Gastparo, n.d.)	Geschirrspülmaschine SPM 500 Easy
	0	0	1.577	1.577 p/st	-	-	-
	2830 Herstellung von land- und forstwirtschaftlichen Maschinen						
	79	865	0	0 p/st	529.196	197,33	10 (BMBF, 2010)
	138	2.882	0	0 p/st	Siehe Fahrzeuge: Erntemaschinen		
	447	2.096	0	0 p/st	Siehe Fahrzeuge: Erntemaschinen		
	1.138	2.793	0	0 p/st	Siehe Fahrzeuge: Erntemaschinen		
	119	249	0	0 p/st	Siehe Fahrzeuge: Erntemaschinen		
	2.232	1.794	2.102	0 p/st	Siehe Fahrzeuge: Erntemaschinen		
	12.736	26.529	0	0 p/st	Siehe Fahrzeuge: Erntemaschinen		
	725	775	0	0 p/st	Siehe Fahrzeuge: Erntemaschinen		
2.261	2.213	1.703	0 p/st	Siehe Fahrzeuge: Erntemaschinen			
163	501	0	0 p/st	Siehe Fahrzeuge: Erntemaschinen			
1.410	1.388	1.345	0 p/st	Siehe Fahrzeuge: Erntemaschinen			
10	51	0	0 p/st	Siehe Fahrzeuge: Erntemaschinen			
1.615	17.254	0	15.639 p/st	Siehe Fahrzeuge: Erntemaschinen			
0	0	232.510	232.510 p/st	62.777.700	270 (Lockwood, n.d.)	Rollermatic 1000	
89.863	121.383	0	31.520 p/st	412.912	13,1 (Bosch-Garden, n.d.)	Rotak 43 Ergoflex	
201	2.696	0	2.495 p/st	249.500	100 (Dennis, n.d.)	FT Range	

sports grounds (such as push cylinder mowers) (excluding with the cutting device rotating in a horizontal plane)	7.284	16.733	0	9.449	p/st	472.450	50 (Dennis, n.d.)	Gang Mowers	
28305130 - Motor mowers (excluding for lawns, parks, golf courses or sports grounds)	1.128	3.537	0	2.409	p/st	240.900	100 (Dennis, n.d.)	FT Range	
28305170 - Mowers (excluding those with motors, for lawns, parks, golf courses or sports grounds, those designed to be hauled or carried by a tractor)	98	743	0	645	p/st	32.250	50 (Dennis, n.d.)	Gang Mowers	
28305340 - Straw or fodder balers, incl. pick-up balers	228	756	0	528	p/st	108.240	205 (IHI Star, n.d.)	Wrapping machine MWM1250W	
28305420 - Potato-diggers and potato harvesters	3	51	0	48	p/st	-	-	-	
28305450 - Beet-topping machines and beet harvesters	0	6	0	6	p/st	-	-	-	
28305480 - Root or tuber harvesting machines (excluding potato-diggers and potato harvesters, beet-topping machines and beet harvesters)	6	8	0	2	p/st	780	390 (IHI Star, n.d.)	Flail harvester MFH0930-1130	
28305945 - Forage harvesters (excluding self-propelled)	500	987	0	487	p/st	657.450	1350 (IHI Star, n.d.)	Forage harvester MFH3200RC-5020RC	
28305960 - Forage harvesters, self propelled	17	25	0	8	p/st	10.800	1350 (IHI Star, n.d.)	Forage harvester MFH3200RC-5020RC	
28305970 - Harvesting machines (excluding combine harvester threshers, root or tuber harvesting machines, forage harvesters)	114	184	0	70	p/st	8.750	125 (IHI Star, n.d.)	Rotary haymaker MGR2220-2630	
28306030 - Portable mechanical appliances with or without a motor, for projecting, dispersing or spraying liquids or powders, for agricultural or horticultural use (excluding watering appliances)	22.872	139.120	0	116.248	p/st	15.112.240	130 (IHI Star, n.d.)	Lime sower MLS1540-3084	
28306050 - Sprayers and powder distributors designed to be mounted on or drawn by agricultural tractors (excluding watering appliances)	351	671	0	320	p/st	41.600	130 (IHI Star, n.d.)	Lime sower MLS1540-3084	
28306090 - Other appliances, agricultural or horticultural	2.355	51.546	0	49.191	p/st	7.870.560	160 (IHI Star, n.d.)	Forage cutter SFC1440-2340	
28307040 - Self-loading or self-unloading trailers for agricultural purposes	0	0	5.662	5.662	p/st	Siehe Fahrzeuge: Erntemaschinen			
28308630 - Forestry machinery	3.335	1.344	14.768	12.777	p/st	Siehe Fahrzeuge: Erntemaschinen			
28308660 - Other machinery of HS 84.36	0	0	49.182	49.182	p/st	-	-	-	
2841 Herstellung von Werkzeugmaschinen für die Metallbearbeitung									
					kg	0			
					p/st	96.280	396,35	10 (BMBF, 2010)	160.274
28411110 - Machine-tools for working any material by removal of material, operated by laser or other light or photon beam processes	0	350	0	350	p/st	-	-	-	
28411130 - Machine-tools for working any material by removal of material, operated by ultrasonic processes (excluding machines for the manufacture of semiconductor devices or of electronic integrated circuits)	0	16	0	16	p/st	-	-	-	
28411150 - Machine tools for working any material by removal of material, operated by electro-discharge processes	42	77	0	35	p/st	-	-	-	
28411170 - Machine-tools for working any material by removal of material, operated by electro-chemical, electron-beam, ionic-beam or plasma arc processes	62	154	0	92	p/st	-	-	-	
28411220 - Horizontal machining centres for working metal	39	93	0	54	p/st	-	-	-	
28411240 - Vertical machining centres for working metal (including combined horizontal and vertical machining centres)	232	269	0	37	p/st	-	-	-	
28411250 - Unit construction machines (single station) for working metal	20	139	0	119	p/st	-	-	-	
28411270 - Multi-station transfer machines for working metal	21	29	0	8	p/st	-	-	-	

metal (excluding turning centres, automatic lathes)										
28412140 - Non-numerically controlled horizontal lathes, for removing metal	1.009	1.292	0	0	283 p/st	-	-	-	-	-
28412160 - Lathes, including turning centres, for removing metal (excluding horizontal lathes)	325	1.101	0	0	776 p/st	-	-	-	-	-
28412213 - Numerically controlled drilling machines for working metal (excluding way-type unit head machines)	40	340	0	0	300 p/st	-	-	-	-	-
28412217 - Numerically controlled knee-type milling machines for working metal (excluding boring-milling machines)	1	4	0	0	3 p/st	-	-	-	-	-
28412233 - Way-type unit heads for working metal by drilling, boring, milling, threading or tapping	14	268	11	11	265 p/st	-	-	-	-	-
28412235 - Non-numerically controlled drilling machines for working metal (excluding way-type unit head machines)	6.306	21.854	0	0	15.548 p/st	404.248	26 (Bernado, n.d.)	-	-	Bench Drilling Machines - Tb 14 T
28412240 - Numerically controlled boring and boring-milling machines for working metal (excluding drilling machines)	46	76	0	0	30 p/st	-	-	-	-	-
28412260 - Non-numerically controlled boring and boring-milling machines for working metal (excluding drilling machines)	502	1.323	0	0	821 p/st	-	-	-	-	-
28412305 - Numerically controlled flat-surface grinding machines for working metal, in which the positioning in any one axis can be set up to a minimum accuracy of 0.01mm	19	140	0	0	121 p/st	-	-	-	-	-
28412325 - Other numerically controlled grinding machines in which the positioning in any one axis can be set up to accuracy >0.01mm	28	1.307	0	0	1.279 p/st	-	-	-	-	-
28412335 - Non-numerically controlled flat-surface grinding machines for working metal, in which the positioning in any one axis can be set up to a minimum accuracy of 0.01mm	132	169	0	0	37 p/st	-	-	-	-	-
28412345 - Non-numerically controlled cylindrical surface grinding machines for working metal, in which the positioning in any one axis can be set up to a minimum accuracy of 0.01mm	19	112	0	0	93 p/st	-	-	-	-	-
28412355 - Grinding machines for working metal, any one axis can be set to an accuracy <=0.01mm excluding flat-surface grinding machines, cylindrical surface grinding machines	214	2.579	0	0	2.365 p/st	473.000	(Ziegler- Handel, n.d.)	200	-	Stehle Flächenschleifmaschine Handhub
28412365 - Numerically controlled sharpening (tool or cutter grinding) machines for working metal	13	16	0	0	3 p/st	-	-	-	-	-
28412375 - Non-numerically controlled sharpening (tool or cutter grinding) machines for working metal	21.667	75.507	0	0	53.840 p/st	33.380.800	620 (Machinio, n.d.)	-	-	Universal HAHN & KOLB WS 54
28412385 - Honing or lapping machines for working metal	16	17	0	0	1 p/st	-	-	-	-	-
28412395 - Machines for deburring or polishing metal (excluding gear finishing machines)	1.107	5.769	0	0	4.662 p/st	186.480	(Ziegler- Handel, n.d.)	40	-	ZMSM 100 Metallschleifmaschine
28412410 - Broaching machines for working metal	4	6	0	0	2 p/st	-	-	-	-	-
28412470 - Sawing or cutting-off machines for working metal	2.541	10.541	94	94	8.094 p/st	137.598	17 (Csunitec, n.d.)	-	-	Electric Band Saws - Wide Mouth Electric
28412490 - Planing, shaping or slotting machines and other machine tools working by removing metal or cermet, n.e.c.	134	239	0	0	105 p/st	-	-	-	-	-
28413140 - Numerically controlled bending, folding, straightening or flattening machines for working metal (including presses) (excluding those for working flat metal products)	65	210	0	0	145 p/st	-	-	-	-	-

straightening or flattening machines for working flat metal products (including presses)	254	2.323	0	2.069 p/st	289.660	140 (Ziegler-Handel, n.d.)	BK 2 GEKA Spenglerabkantmaschine
28413180 - Non-numerically controlled bending, folding, straightening or flattening machines for working metal (including presses) (excluding those for working flat metal products)	4.370	6.227	0	1.857 p/st	464.250	250 (Ziegler-Handel, n.d.)	SHL 16 Bär Luft Schmiedehammer
28413220 - Numerically controlled shearing machines for working metal (including presses) (excluding combined punching and shearing machines)	28	42	0	14 p/st	-	-	-
28413240 - Numerically controlled punching or notching machines for working metal (including presses, combined punching and shearing machines)	8	29	0	21 p/st	-	-	-
28413260 - Non-numerically controlled shearing machines for working metal (including presses) (excluding combined punching and shearing machines)	157	332	0	175 p/st	-	-	-
28413280 - Non-numerically controlled punching or notching machines for working metal (including presses, combined punching and shearing machines)	110	297	0	187 p/st	-	-	-
28413320 - Non-numerically controlled forging or die-stamping machines and hammers for working metal (including presses)	17	87	0	70 p/st	-	-	-
28413350 - Hydraulic presses for working metal	227	1.172	0	945 p/st	-	-	-
28413360 - Non-hydraulic presses for working metal	233	1.264	0	1.031 p/st	123.720	120 (Ziegler-Handel, n.d.)	ZWP 20 to. Werksattpresse
28413470 - Riveting machines, swaging machines and spinning lathes for working metal, machines for manufacturing flexible tubes of spiral metal strip and electro-magnetic pulse metal forming machines, and other machine tools for working metal without removing metal	109	505	0	396 p/st	-	-	-
2849 Herstellung von sonstigen Werkzeugmaschinen				kg		1.766.200	
				p/st	85.593	209	10 (BMBF, 2010)
28491130 - Sawing machines for working stone, ceramics, concrete, asbestos-cement or like mineral materials or for cold working glass	2.458	6.257	556	4.355 p/st	6.532.500	1.500 (Hasler, n.d.)	Akku- Glas- und Keramik- Schneider
28491210 - Multi-purpose machines where the workpiece is manually transferred between operations, for working wood, cork, bone, hard rubber, hard plastics or similar hard materials	2.247	180	2.422	355 p/st	131.350	370 (Warco, n. d.)	WOOD COMBINATION MACHINE
28491220 - Multi-purpose machines where the workpiece is automatically transferred between operations for working wood, cork, bone, hard rubber, hard plastics or similar hard materials	447	392	243	188 p/st	69.560	370 (Warco, n. d.)	WOOD COMBINATION MACHINE
28491233 - Band saws for working wood, cork, bone and hard rubber, hard plastics or similar hard materials	2.532	8.763	0	6.231 p/st	672.948	108 (Warco, n. d.)	Industrial Bandsaw 14"
28491235 - Circular saws for working wood, cork, bone, hard rubber, hard plastics or similar hard materials	30.986	57.453	234	26.701 p/st	6.541.745	245 (Warco, n. d.)	Sliding Table Wood Cutting Saw
28491237 - Sawing machines for working wood, cork, bone, hard rubber, hard plastics or similar hard materials (excluding band saws, circular saws)	7.580	34.381	3.120	29.921 p/st	3.231.468	108 (Warco, n. d.)	Industrial Bandsaw 14"
28491250 - Planing, milling or moulding (by cutting) machines for working wood, cork, bone, hard rubber, hard plastics or similar hard materials	9.818	11.746	0	1.928 p/st	104.112	54 (Warco, n. d.)	Warco WM 12 Milling Machine
				13.600		138.029	

wood, cork, bone, hard rubber, hard plastics or similar hard materials	3.405	9.804	392	6.791 p/st	86.246	12,7 (Warco, n. d.)	Warco Bench Polisher Grinder 6"	
28491267 - Drilling or morticing machines for working wood, cork, bone, hard rubber, hard plastics or similar hard materials	3.640	7.457	0	3.817 p/st	312.994	82 (Warco, n. d.)	2B12 Bench Drill	
28491275 - Splitting, slicing or paring machines for working wood, cork, bone, hard rubber, hard plastics or similar hard materials	11.701	15.931	0	4.230 p/st	135.360	32 (ZGONC, n.d.)	Abriicht-Dickenhobelmaschine HMS 1070	
28491287 - Presses for the manufacture of particle board or fibre building board of wood or other ligneous materials, and other machines with individual functions for treating wood or cork	0	0	1.076	1.076 p/st	107.600	100 (Warco, n. d.)	FORMIT - 3 IN 1 UNIVERSAL MACHINE	
28492110 - Arbors, collets and sleeves for machine-tools and hand tools	192.800	349.800	0	157.000 kg	-	-	-	
28492130 - Tool holders for lathes (excluding arbors, collets and sleeves)	32.900	125.100	0	92.200 kg	-	-	-	
28492150 - Tool holders, n.e.c.	757.100	1.621.100	0	864.000 kg	-	-	-	
28492170 - Self-opening dieheads for machine-tools and hand tools	6.700	55.900	0	49.200 kg	-	-	-	
28492230 - Jigs and fixtures for specific applications, and sets of standard jig and fixture components for machine-tools and hand tools	73.300	416.100	0	342.800 kg	-	-	-	
28492270 - Work holders for machine-tools and hand tools (excluding jigs and fixtures for specific applications, and sets of standard jig and fixture components, those for lathes)	94.300	355.300	0	261.000 kg	-	-	-	
2891 Herstellung von Maschinen für die Metallerzeugung, von Walzwerkeinrichtungen und Gießmaschinen								
28911130 - Converters, ladles, ingot moulds and casting machines of a kind used in metallurgy or in metal foundries	0	0	148	148 p/st	236.800	1.600 (Schultheiss, n.d.)	RP1.400 / RP10.000	995
2892 Herstellung von Bergwerks-, Bau- und Baustoffmaschinen								
28922300 - Motor scrapers	1	3	0	0 p/st	siehe Fahrzeuge, Kapitel 4.1.1.4. sonstige Fahrzeuge: selbstfahrende Arbeitsmaschinen			
28922400 - Ride-on compaction equipment and the like	344	459	0	0 p/st	siehe Fahrzeuge, Kapitel 4.1.1.4. sonstige Fahrzeuge: selbstfahrende Arbeitsmaschinen			
28922530 - Loaders specially designed for underground use	24	45	0	0 p/st	siehe Fahrzeuge, Kapitel 4.1.1.4. sonstige Fahrzeuge: selbstfahrende Arbeitsmaschinen			
28922800 - Blades for all types of construction equipment	18.600	671.600	0	653.000 kg	-	-	-	
28923010 - Pile-drivers and pile-extractors	26	29	0	0 p/st	siehe Fahrzeuge, Kapitel 4.1.1.4. sonstige Fahrzeuge: selbstfahrende Arbeitsmaschinen			
28923030 - Snow-ploughs and snow-blowers	6.597	15.254	0	0 p/st	siehe Fahrzeuge, Kapitel 4.1.1.4. sonstige Fahrzeuge: selbstfahrende Arbeitsmaschinen			
28923050 - (Towed and hand held compaction equipment) Tamping or compacting machinery (excluding self-propelled)	2.117	8.230	0	0 p/st	siehe Fahrzeuge, Kapitel 4.1.1.4. sonstige Fahrzeuge: selbstfahrende Arbeitsmaschinen			
28925000 - (Crawler tractors) Track-laying tractors	60	118	0	0 p/st	siehe Fahrzeuge, Kapitel 4.1.1.4. sonstige Fahrzeuge: selbstfahrende Arbeitsmaschinen			
2893 Herstellung von Maschinen für die Nahrungs- und Genussmitteleherzeugung und die Tabakverarbeitung								
28931713 - Industrial bakery machinery (excluding non-electric ovens)	0	0	1.116	1.116 p/st	1.674.000	1.500 (König Maschinen, n.d.)	INDUSTRIE REX PLUS	15.852
28931750 - Industrial machinery for the preparation of meat or poultry	0	0	1.949	1.949 p/st	105.246	54 (Gaser, n.d)	ELEKTRISCHE WURSTFÜLLMASCHINE	
28931770 - Machinery for the preparation or manufacture of food or drink, n.e.c.	0	0	411	411 p/st	279.480	680 (Urschel, n.d.)	Translicer® 2510 Cutter	
2894 Herstellung von Maschinen für die Textil- und Bekleidungsherstellung und die Lederverarbeitung								
28941100 - Machines for extruding, drawing, texturing or cutting man-made textile materials; machines for preparing textile fibres	27	33	0	6 p/st	-	-	-	1.078 2.001

Anhang D

Metallwaren

Tabelle D1: Anzahl Container in Österreich nach Wirtschaftsleistung (Quelle: Wikipedia. n.d.; eigene Berechnungen)

TEU Container-Einheiten	Anzahl	Gewicht (kg)	Eisen u. Stahl (t)
weltweit	27.500.000	2.330,00	
Österreich	188.697		
Wirtschaftsleistung	Export in Mrd. €		
weltweit	18.217		
Österreich	125		
	0,00686		439.665

Tabelle D2: Abfall für Weißblech- Verpackungen in Österreich 2009 (Quelle: BMLFUW (Hrsg.), APEAL, 2007; eigene Berechnungen)

Metall - Verpackungen	Menge (t)	Recyclingrate	1 / Recyclinrate	Eisen u. Stahl (t)
Weißblech	30.600	0,83	1,20	36.867

Tabelle D3: Konsumgüter in Österreich (Quelle: Gagfah 2015, Rahmani et al., 2014, Statistik Baden-Wuerttemberg, n.d., WKO, n.d., Prakash et al., 2015,, eigene Berechnungen)

		Anteil Haushalte	Anzahl (Stück)	Gewicht (kg)	Lebensdauer (Jahre)	Eisen- u. Stahlanteil	Eisen- u. Stahl (t)
Kommunikation							
	PC privat * 2	0,71	5.133.662	25,90	4	0,20	36.996
	PC Arbeitsplatz		2.008.400	25,90	4	0,20	
	Bildschirm CRT			21,00	4	0,08	17.548
	Bildschirm flach			8,00	4	0,26	
	Mobiltelefon		5.100.252	0,10	3	0,08	41
Haushaltsgeräte							
	Elektroherd	0,90	3.240.985	41,10	15	0,78	103.899
	Gasherd	0,11	407.376	41,10	15	0,78	13.060
	Kühl-, Gefriergeräte	0,99	3.586.353	75,00	14,2	0,50	134.488
	Kühlschränke Unternehmen		41.623	75,00	14,2	0,50	1.561
	Geschirrspülmaschine	0,74	2.656.959	59,30	10,7	0,50	78.779
	Geschirrspülmaschine Unternehmen		41.623	59,30	10,7	0,50	1.234
	Waschmaschine im Haushalt	0,97	3.486.132	74,00	15	0,57	145.755
	Wäschetrockner im Haushalt	0,34	1.222.129	53,00	14,3	0,51	33.034
Unterhaltungselektronik							
	TV-Geräte	0,97	3.482.527	24,00	10	0,04	3.343
	Videorecorder	0,77	2.761.507	5,50	12,5	0,23	3.493
	Videokamera	0,24	847.199	1,90	10	0,23	370
	Hifi-Anlage	0,64	2.307.264	5,00	10	0,23	2.653
	Summe						576.256

1 Computer pro Haushalt: 2 (Gagfah, 2015)

2 Nutzung Computer am Arbeitsplatz: > 50% der Beschäftigten (WKO, n.d)

100

[illegible]

[illegible]

(excluding injection or compression types)	0	0	3.061	3.061 p/st	1.350.300	300 (wauex, ncu.)	Spritzgussnormenreihe „CP1“			
25736013 - Rock drilling or earth boring tools with working part of cermets	149.200	35.700	113.500	0 kg	-	-	-	-	-	-
25736018 - Rock-drilling or earth-boring tools, interchangeable, and parts therefor, with working parts of materials other than sintered metal carbide or cermets	2.224.800	619.400	2.520.048	914.648 kg	-	-	-	-	-	-
25736023 - Dies for drawing or extruding metal, with working part of diamond or agglomerated diamond (excluding work and tool holders for machines or hand tools)	700	93.300	0	92.600 kg	-	-	-	-	-	-
25736024 - Dies for drawing or extruding metal (excluding unmounted plates, sticks, tips, rods, pellets, rings, etc of sintered metal carbides or cermets)	96.200	378.200	0	282.000 kg	-	-	-	-	-	-
25736033 - Pressing, stamping or punching tools for working metal (excluding work and tool holders for machines or hand tools)	1.712.500	3.278.800	6.638.249	0 kg	siehe Kapitel 4.3. Maschinenbau					
25736039 - Pressing, stamping or punching tools (excluding work and tool holders for machines or hand tools, for working metal)	647.800	577.300	108.176	0 kg	siehe Kapitel 4.3. Maschinenbau					
25736043 - Knives and cutting blades for machines or for mechanical appliances for working metal	195.200	243.700	0	0 kg	siehe Kapitel 4.3. Maschinenbau					
25736045 - Knives and cutting blades for machines or for mechanical appliances for working wood	419.100	287.400	294.092	0 kg	siehe Kapitel 4.3. Maschinenbau					
25736053 - Circular knives and cutting blades for kitchen appliances or for machines used by the food industry	3.500	8.600	0	0 kg	siehe Kapitel 4.3. Maschinenbau					
25736055 - Knives and cutting blades for kitchen appliances or for machines used by the food industry (excluding circular knives)	37.900	109.100	0	0 kg	siehe Kapitel 4.3. Maschinenbau					
25736063 - Knives and cutting blades for agricultural, horticultural or forestry machines (excluding coulters for ploughs, discs for harrows)	2.680.700	984.300	22.604.200	0 kg	siehe Kapitel 4.1.1.4 sonstige Kraftfahrzeuge					
25736065 - Knives and cutting blades, for machines or for mechanical appliances	6.999.500	595.100	6.837.140	0 kg	siehe Kapitel 4.3. Maschinenbau					

unmounted, of sintered metal carbides and cermets	386.100	291.900	22.604.200	0 kg	siehe Kapitel 4.3. Maschinenbau	
25736090 - Unmounted sintered metal carbides or cermet plates, sticks, tips and the like for tools (excluding indexable inserts)	1.909.100	1.093.900	22.604.200	0 kg	siehe Kapitel 4.3. Maschinenbau	
2592 Verpackungen u. Verschlüsse, a. Eisen, Stahl						
				kg	0	0
				p/st	0	0
25921150 - Cans other than for preserving food and drink of iron or steel, < 50 l	0	0	159.813.080	0 p/st	siehe Kapitel 4.4.2. Metallverpackungen	
25921210 - Aluminium collapsible tubular containers of a capacity <= 300 litres, for any material except compressed or liquefied gas	0	0	0	p/st	v.a. aus Aluminium - keine oder nur sehr geringe Eisen- und Stahlanteile	
25921230 - Aluminium rigid tubular containers of a capacity <= 300 litres, for any material except compressed or liquefied gas (excluding aerosols)	0	0	0	p/st	v.a. aus Aluminium - keine oder nur sehr geringe Eisen- und Stahlanteile	
25921250 - Non-tubular aluminium containers of a capacity of <= 50 litres but <= 300 litres, for any material except compressed or liquefied gas	0	0	0	p/st	v.a. aus Aluminium - keine oder nur sehr geringe Eisen- und Stahlanteile	
25921260 - Aluminium aerosol containers, with a capacity <= 300 litres	172.309	4.851.635	0	0 p/st	v.a. aus Aluminium - keine oder nur sehr geringe Eisen- und Stahlanteile	
25921330 - Iron or steel crown corks	0	0	0	p/st	siehe Kapitel 4.4.2. Metallverpackungen	
25921350 - Lead stoppers, closures, caps and lids, aluminium stoppers, closures, caps and lids of a diameter > 21 mm	760.700	6.400.800	0	0 kg	siehe Kapitel 4.4.2. Metallverpackungen	
25921370 - Base metal closures, stoppers, caps and lids (excluding of lead, crown corks, aluminium closures, stoppers, caps and lids of a diameter > 21 mm)	8.336.000	14.876.000	0	0 kg	siehe Kapitel 4.4.2. Metallverpackungen	
2593 Drahtwaren, Ketten u. Federn						
				kg	177.336.412	1.773.364
				p/st	0	0
25931130 - Iron or steel stranded wire, ropes and cables (including stranded wires and wire ropes with or without attached fittings not electrically insulated) (excluding electrically insulated)	33.161.100	15.819.500	17.341.600	0 kg	-	-
25931150 - Iron or steel plaited bands, slings and the like (excluding electrically insulated)	557.500	514.400	22.604.200	22.561.100 kg	-	-

2594 Schrauben u. Nieten										kg	65.300.340	1	10	653.003
										p/st	0			0
25941113 - Screws, turned from bars, rods, profiles, or wire, of a shank thickness <= 6 mm	818.600	2.135.700	0	1.317.100 kg	-	-	-	-	-					
25941115 - Other screws and bolts for fixing railway truck construction material, iron or steel	234.900	709.000	0	474.100 kg	-	-	-	-	-					
25941117 - Screws and bolts without heads in steel	1.691.300	5.603.300	0	3.912.000 kg	-	-	-	-	-					
25941123 - Slotted and cross-recessed screws of stainless steel	84.100	776.000	0	691.900 kg	-	-	-	-	-					
25941125 - Other screws and bolts with heads	601.100	3.928.500	0	3.327.400 kg	-	-	-	-	-					
25941127 - Hexagon socket head screws of stainless steel	190.100	494.300	0	304.200 kg	-	-	-	-	-					
25941129 - Other hexagon socket head screws	911.400	2.002.700	0	1.091.300 kg	-	-	-	-	-					
25941131 - Stainless steel hexagon bolts with heads	420.600	1.703.900	0	1.283.300 kg	-	-	-	-	-					
25941133 - Iron or steel hexagon bolts with heads, with a tensile strength < 800 MPa (excluding of stainless steel)	505.200	1.276.800	0	771.600 kg	-	-	-	-	-					
25941135 - Iron or steel hexagon bolts with heads, with a tensile strength <= 800 MPa (excluding of stainless steel)	4.209.200	11.894.600	0	7.685.400 kg	-	-	-	-	-					
25941139 - Iron or steel bolts with heads (excluding hexagon bolts)	4.681.700	19.031.300	0	14.349.600 kg	-	-	-	-	-					
25941153 - Iron or steel wood screws	11.476.400	19.811.500	0	8.335.100 kg	-	-	-	-	-					
25941157 - Iron or steel screw hooks and screw rings	105.800	482.900	0	377.100 kg	-	-	-	-	-					
25941173 - Stainless steel self-tapping screws (excluding threaded mechanisms used to transmit motion, or to act as an active machinery part)	535.600	1.777.500	0	1.241.900 kg	-	-	-	-	-					
25941175 - Iron or steel self-tapping screws (excluding of stainless steel, threaded mechanisms used to transmit motion, or to act as an active machinery part)	4.266.700	7.907.400	0	3.640.700 kg	-	-	-	-	-					
25941183 - Iron or steel nuts turned from bars, rods, profiles, or wire, of solid section, of a hole diameter <= 6 mm	210.800	952.900	0	742.100 kg	-	-	-	-	-					

[illegible]

ZZ (Amazonia, n.e.c.)									
safes and strong-boxes	10.628	72.806	0	62.178 p/st	1.307.310	-	-	-	-
25992150 - Base metal armoured or reinforced doors and safe deposit lockers for strong-rooms	14.500	45.200	0	30.700 kg	-	-	-	-	-
25992600 - Ships' or boats' propellers and blades therefor	1.337	3.224	0	1.887 p/st	-	-	-	-	-
25992911 - Iron or steel anchors, grapnels and parts thereof (excluding masonry anchors)	9.600	63.500	0	53.900 kg	-	-	-	-	-
25992913 - Articles of non-malleable cast iron, n.e.c.	27.497.800	38.759.900	0	11.262.100 kg	-	-	-	-	-
25992919 - Cast articles of iron or steel, n.e.c.	12.710.700	11.797.200	913.500	0 kg	-	-	-	-	-
25992922 - Forged or stamped articles of iron or steel, n.e.c.	6.134.500	10.689.400	0	4.554.900 kg	-	-	-	-	-
25992925 - Finished products of iron/steel wire; snares, traps, etc, fodder ties, animal nose rings, mattress hooks, butchers' hooks, tile hangers, waste paper baskets excluding lampshade frames	11.149.500	12.994.300	0	1.844.800 kg	-	-	-	-	-
25992929 - Combs, hair-slides and the like (excluding of hard rubber or plastics, electro-thermic hairdressing apparatus)	16.200	71.600	0	55.400 kg	-	-	-	-	-
25992933 - Iron or steel pallets and similar platforms for handling goods	12.452.700	20.434.600	12.725.910	20.707.810 kg	-	-	-	-	-
25992935 - Iron or steel reels for cables, piping and the like	932.900	1.414.100	0	481.200 kg	-	-	-	-	-
25992937 - Iron or steel non-mechanical ventilators, guttering, hooks and similar articles used in the building industry (excluding forged or stamped)	2.460.100	4.776.700	1.783.051	4.099.651 kg	-	-	-	-	-
25992941 - Perforated buckets and similar articles of iron or steel sheet used to filter water at the entrance to drains (excluding forged or stamped)	25.675.700	25.311.400	364.300	0 kg	-	-	-	-	-
25992949 - Articles of iron or steel, n.e.c. (excluding cast articles)	252.185.400	197.892.000	94.253.215	39.959.815 kg	-	-	-	-	-
25992967 - Other articles of tin, n.e.c.	50.600	65.200	0	14.600 kg	-	-	-	-	-
25992982 - Bells, gongs, etc, non-electric, of base metal	105.200	122.000	0	16.800 kg	-	-	-	-	-

rubber tubing incorporating or fitted with external metallic reinforcements, flexible tubing made into the form of machinery or vehicle parts)	411.700	1.152.200	67.909	808.409 kg	-	-	-	-	-	-	-	-	
25992985 - Base metal flexible tubing excluding rubber tubing incorporating/fitted with external metallic reinforcements, flexible tubing (form of machinery/vehicle parts), iron or steel	117.200	457.100	0	339.900 kg	-	-	-	-	-	-	-	-	
25992987 - Base metal sign-plates, name-plates, address-plates and similar plates, numbers, letters and other symbols (excluding illuminated)	488.200	558.100	1.090.155	1.160.055 kg	-	-	-	-	-	-	-	-	
25992995 - Permanent magnets and articles intended to become permanent magnets, of metal	97.200	367.700	0	270.500 kg	-	-	-	-	-	-	-	-	
Summe													6.531.536

Quellenverzeichnis Anhang

- AGK-KRONAWITTER. n.d. *Pumpen* [Online]. Available: <http://www.agk-kronawitter.de/shop/agk/pdf/13%20Pumpen%20D.pdf> [Accessed 25. 09. 2015].
- AKSAUK. n.d. *Generator-Sets* [Online]. Available: <http://www.aksauk.com/generator-sets> [Accessed 25. 09. 2015].
- ALSTOM. n.d. *Vorteile und Nutzen* [Online]. Available: <http://www.alstom.com/Global/Grid/Resources/Circuit%20Breakers/Documents/Generator%20circuit%20breaker%20Brochure%20Retrofit%20application%20Brochure%20DE.pdf> [Accessed 25. 09. 2015].
- AMAZON. n.d.-a. *Olympia 252651001 Carrera de luxe Schreibmaschine* [Online]. Available: http://www.amazon.de/Olympia-252651001-Carrera-Schreibmaschine-Schriftgroesse/dp/B000VZBAX0/ref=sr_1_2?s=officeproduct&ie=UTF8&qid=1443183879&sr=1-2#productDetails [Accessed 25. 09. 2015].
- AMAZON. n.d.-b. *Scheren-Wagenheber mit Kurbel* [Online]. Available: <http://www.amazon.de/> [Accessed 25. 09. 2015].
- AMAZON. n.d.-c. *Steinberg Systems - SBS-BW-5T - Bodenwaage* [Online]. Available: <http://www.amazon.de/Steinberg-Systems-SBS-BW-5T-Bodenwaage-150x150/dp/B003HK0QOK> [Accessed 25. 09. 2015].
- AQUAMOT. n.d. *Motor für Generatorbetrieb 6D16* [Online]. Available: <http://www.aquamot.at/industrie/dieselmotoren/6d-serie/motor-fuer-generatorbetrieb.html> [Accessed 25. 09. 2015].
- ARCELORMITTAL. n.d. *Strassenbahnschienen* [Online]. Available: <http://rails.arcelormittal.com/catalogues/tram-rail/tram-rail-EN-ES-FR-DE.pdf> [Accessed 21. 09. 2015].
- BERNADO. n.d. *Bench Drilling Machines - Tb 14 T* [Online]. Available: <http://www.bernardo.at/shop/en/metal/metal-working/drilling-machines/bench-drilling-machines/tb-14-t.html> [Accessed 25. 09. 2015].
- BOSCH-GARDEN. n.d. *Garden tools* [Online]. Available: <https://www.bosch-garden.com/gb/en/garden-tools/garden-tools/rotak-43-ergoflex-3165140816656-199956.jsp> [Accessed 25. 09. 2015].
- COOL AND COOK. n.d. *KBS 1250 Glastürkühlschrank* [Online]. Available: <http://www.coolandcook.de/umlufatkuehlschrank-mit-glastuer-kbs-1250-gdu-p-3153.html> <http://www.coolandcook.de/umlufatkuehlschrank-mit-glastuer-kbs-1250-gdu-p-3153.html> [Accessed 25. 09. 2015].
- CSUNITEC. n.d. *Electric Band Saws - Wide Mouth Electric* [Online]. Available: http://www.csunitec.com/pdf_files/saws/CSU-Saw-Catalog.pdf?PHPSESSID=af0c7b9ee8ee86c1329d1f7d268df682 [Accessed 25.09. 2015].
- DAVIS, J., GEYER, R., LEY, J., HE, J., CLIFT, R., KWAN, A., SANSOM, M. & JACKSON, T. 2007. Time-dependent material flow analysis of iron and steel in the UK: Part 2. Scrap generation and recycling. *Resources, conservation and recycling*, 51, 118-140.
- DENNIS. n.d. *World-class turf maintenance equipment* [Online]. Available: <http://www.dennisuk.com> [Accessed 25. 09. 2015].
- FISCHBEIN. n.d. *Transportbänder „medium duty“ (mittlere Ausführung)*: [Online]. Available: <http://www.fischbein.com/german/products.php?item=1039> [Accessed 25. 09. 2015].
- FRITZ STREIT. n.d. *Dieseltank, Pumpen* [Online]. Available: <http://www.fritzstreitag.ch/contents/de-ch/d27.html> [Accessed 25. 09. 2015].
- GAGFAH. 2014
Deutsche Haushalte – fast flächendeckend mit Computern ausgestattet! *Spritzgußformen* [Online]. Available: http://www.gagfah.de/uploads/tx_news/2014-05-02_Wie_viele_Computer_haben_Sie_im_Haushalt.pdf [Accessed 29. 09. 2015].
- GASER. n.d. *ELEKTRISCHE WURSTFÜLLMASCHINE MOD. EL-12* [Online]. Available: <http://www.gaser.com/home.php?lang=deu&pid=2&mod=el12> [Accessed 25. 09. 2015].
- GASTPARO. n.d. *Geschirrspülmaschine SPM 500 Easy / 230 V* [Online]. Available: <http://www.gastparo.at/spuelen/gastro-spuelmaschinen/geschirrspuelmaschine-spm-500-easy-230-v-5058> [Accessed 25. 09. 2015].
- GSV. 2015. *Fact Sheet. Schiene* [Online]. Available: <http://www.gsv.co.at/wp-content/uploads/FACT%20SHEET%20SCHIENE%20WEB%2009%202015.pdf> [Accessed 20. 09. 2015].
- HASLER. n.d. *MAKITA Akku- Glas- und Keramik- Schneider* [Online]. Available: <http://www.hasler.ch/?srv=sortiment&artNr=100078970> [Accessed 25. 09. 2015].
- HATZ-DIESEL. n.d. *Kraftpakete – Industriedieselmotoren* [Online]. Available: http://www.hatz-diesel.com/fileadmin/user_upload/hatz-diesel.com/brochueren/Hatz_Motoren_DE_2013.pdf [Accessed 25. 09. 2015].
- HAVLIK & RAINBOW POWER. n.d. *Wind- & Wasserturbinen, Dieselgeneratoren* [Online]. Available: <http://www.sun-rainbow-power.com/wind---wasserturbinen-dieselgeneratoren.html> [Accessed 25. 09. 2015].

- HONDA MARINE. n.d. *Außenbordmotoren BF 60* [Online]. Available: http://w3.honda.at/marine/aussenbordmotoren_bf_60_auswahl.php [Accessed 25. 09. 2015].
- HONEYWELL. n.d. *Entspannungsturbine - Typ MTG* [Online]. Available: https://www.honeywellprocess.com/library/marketing/notes/MTG_RMKG_by_Honeywell_DE.pdf [Accessed 25. 09. 2015].
- HSK. n.d. *Schweissextruder* [Online]. Available: <http://www.schweissextruder.de/de/shop/produkte/index.html> [Accessed 25. 09. 2015].
- HYDRO-CARDAN. n.d. *Radialkopenpumpe SC 5017* [Online]. Available: <http://www.hydro-cardan.at/PDF/Sunfab/Pumpe-SC-512-5108.pdf> [Accessed 25. 09. 2015].
- IGP GENERATOREN. n.d. *Axial Flow Fans AWA 11-* [Online]. Available: http://www.igp-generatoren.co.at/uploads/media/200_kVA.pdf [Accessed 25. 09. 2015].
- IHI STAR. n.d. *Forage cultivation system* [Online]. Available: <http://www.ih-star.com/english/> [Accessed 25. 09. 2015].
- INK-SYSTEM. n.d. *Multifunktionsdrucker Epson WorkForce Pro WP-M4525DNF* [Online]. Available: <http://www.ink-system.de/all-in-one-ciss/epson/epson-workforce-pro-wp-m4525dnf.html> [Accessed 25. 09. 2015].
- KAESER. n.d. *Doppelanlagen 10 bat* [Online]. Available: <http://www.kaeser.at/Images/P-414-D-tcm7-7423.pdf> [Accessed 25. 09. 2015].
- KÖNIG MASCHINEN. n.d. *Industrie Rex Plus* [Online]. Available: <https://www.koenig-rex.com/de/produkte/teilen-wirken/System-Rex/Industrie-Rex-Programm/Industrie-Rex-Plus.php> [Accessed 25. 09. 2015].
- KOPF. n.d. *Lithium-Ionen-Batteriesysteme für Intralogistik, E-Mobilität und Freizeit* [Online]. Available: <http://www.kopf-solardesign.com/wp-content/uploads/2013/08/KOPF-LiRay-Batterien-2014.pdf> [Accessed 25. 09. 2015].
- KUKA. n.d. *Industrieroboter* [Online]. Available: http://www.kuka-robotics.com/austria/de/products/industrial_robots/high/pro/kr90_r2700_pro/start.htm [Accessed 25. 09. 2015].
- LEIDNER. 1981. *Lebensdauer von Produktionsabfällen und verschiedener Verbrauchsgütern*; [Online]. Available: <http://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/publikationen/M080.pdf> [Accessed 25. 09. 2015].
- LOCKWOOD. n.d. *Machinery. Products* [Online]. Available: <http://www.lockwoodmachinery.com.au/products.htm> [Accessed 25. 09. 2015].
- LUFTREINIGERDEPOT. n.d. *IQAir Luftreiniger Healthpro 250* [Online]. Available: <http://www.luftreinigerdepot.de/hepa-luftreiniger/iqair-luftreiniger-healthpro250> [Accessed 25. 09. 2015].
- LUMA. n.d. *GABELHUBWAGEN PREMIUM MIT BREMSE* [Online]. Available: <http://www.luma-hebetechnik.de/Unsere-Produkte/Produkte/Hubwagen/Gabelhubwagen-Premium-Mit-Bremse/> [Accessed 25. 09. 2015].
- MACHINIO. n.d. *Used Tool Grinder - Universal HAHN & KOLB WS 54* [Online]. Available: <http://www.machinio.com/listings/4312697-used-tool-grinder-universal-hahn-kolb-ws-54-in-h-ri-z-rich-schweiz-switzerland> [Accessed 25. 09. 2015].
- MAURER ELEKTROMASCHINEN n.d. *Datenblatt 3kW AC-Generator* [Online]. Available: http://www.maurelma.ch/Produkte/Generator/Datenblatt_3kW360rpm.pdf [Accessed 25. 09. 2015].
- MAXGERMANY. n.d. *M-Serie 1,0-1,8t Diesel Gabelstapler* [Online]. Available: http://cms-bitforbit.com/newsimages/files/M%20Serie%201_0-1_8t%20Diesel%20Gabelstapler%20technische%20Daten.pdf [Accessed 25. 09. 2015].
- MCGUINLAY, J. 2004. Non-Road Mobile Machinery Usage, Life and Correction Factors. *UK: Department for Transport*.
- MICHAELIS, P. & JACKSON, T. 2000. Material and energy flow through the UK iron and steel sector. Part 1: 1954–1994. *Resources, Conservation and Recycling*, 29, 131-156.
- MOLL, S., ACOSTA, J. & SCHÜTZ, H. 2005. Iron and Steel, A Materials System Analysis: Pilot Study Examining the Material Flows Related to the Production and Consumption of Steel in the European Union. ETC/RWM working paper.
- NICOTRA GEBHARDT. n.d. *Axial Flow Fans AWA 11-* [Online]. Available: <http://www.nicotra-gebhardt.com/de/> [Accessed 25. 09. 2015].
- ORMAZABAL. n.d. *Electrical Distribution Transformers* [Online]. Available: <http://www.ormazabal.com/sites/default/files/ormazabal/productos/descargables/CA109GB1007.pdf> [Accessed 25. 09. 2015].
- PCE-INSTRUMENTS. n.d. *Fahrzeugwaage PCE-WWSB8-S* [Online]. Available: https://www.pce-instruments.com/deutsch/waage/technik/waagen/fahrzeugwaage-kat_11184_1.htm [Accessed 25. 09. 2015].
- PILLUNAT. n.d. *fahrbarer KAESER-Schraubenkompressor* [Online]. Available: http://www.pillunat.com/out/media/M13_fahr_10bar.pdf [Accessed 25. 09. 2015].

POWER PLUS. n.d. *Wagenheber hydraulisch 2 tonnen* [Online]. Available: <https://www.powerplustools.de/werkstatt-zubehor-diverses-/wagenheber-hydraulisch-2-tonnen.html> [Accessed 25. 09. 2015].

RAHMANI, M., NABIZADEH, R., YAGHMAEIAN, K., MAHVI, A. H. & YUNESIAN, M. 2014. Estimation of waste from computers and mobile phones in Iran. *Resources, Conservation and Recycling*, 87, 21-29.

REIS. 2009. *Spritzgußformen* [Online]. Available: <http://www.sachverstaendigenbuero-reis.de/wp-content/uploads/2012/05/Lebensdauer-einiger-Bauteile.pdf> [Accessed 29. 09. 2015].

RENNER. n.d. *Vliessmann Vitola 200* [Online]. Available: <http://www.renner-badshop.de/VIESSMANN-Vitola-200-Tieftemperaturlur-Oel/Gas-Heizkessel-Nenn-Waermeleistung-18-KW> [Accessed 25. 09. 2015].

ROTEK. n.d. *Kraftpakete – Industriedieselmotoren* [Online]. Available: http://www.rotek.at/a000/000/000000143_00_RT_A_de.html [Accessed 25. 09. 2015].

SAHIL. n.d. *Offset printing machines* [Online]. Available: <http://www.offset-printingmachines.net/single-color-offset-printing-machine.htm> [Accessed 25. 09. 2015].

SCHULTHEISS. n.d. *RP1.400 / RP10.000* [Online]. Available: <http://www.schultheiss-gmbh.de/rp10000/articles/rp10000.html> [Accessed 25. 09. 2015].

SELECTA. n.d. *GETRÄNKEAUTOMAT RHODOS* [Online]. Available: <http://www.selecta.at/automaten/getrankeautomat/rhodos/> [Accessed 25. 09. 2015].

SEWING MACHINE SALES. n.d. *580 Roller Press* [Online]. Available: <http://www.sewingmachinesales.co.uk> [Accessed 25. 09. 2015].

SGB-SMIT. n.d. *Gießharztransformatoren* [Online]. Available: <http://www.sgb-smit.com/de/produkte/giessharztransformatoren/technische-informationen/planungsinformationen/lebensdauer.html> [Accessed 25. 09. 2015].

SHK, F. n.d. *Pumpe tauschen* [Online]. Available: <http://www.pumpe-tauschen.de> [Accessed 25. 09. 2015].

SOCO SYSTEM. n.d. *Halbautomatische Kartonverschließmaschine* [Online]. Available: <http://www.haehn-packssysteme.de/files/content/Packmaschinen/Kartonverschliesser/Ebene-2-Detail/Kartonverschliesser-T10/Kartonverschliesser-T10-Datenblatt.pdf> [Accessed 25. 09. 2015].

STADT-WIEN. n.d. *Das Unternehmen ASFINAG* [Online]. Available: <http://www.stadt-wien.at/lifestyle/auto/asfinag.html> [Accessed 23. 09. 2015].

STEFFENS. n.d. *Pumpenfachhandel* [Online]. Available: <http://www.steffens-pumpen.de/pumpen-fachhandel/shop/index.php> [Accessed 25. 09. 2015].

SULZER. n.d. *Tauchmotorpumpen* [Online]. Available: <https://www.sulzer.com/de/Products-and-Services/Pumps-and-Systems/Submersible-Pumps/Dewatering-Pumps/ABS-Drainage-Pump-J-and-JC-Series/Drainage-Pumps-Type-ABS-50Hz/ABS-Submersible-Drainage-Pump-J-84-50Hz> [Accessed 25. 09. 2015].

SWIENTY. n.d. *DANA api MATIC 1000 - 110040* [Online]. Available: http://www.swientyfilling.com/de/abfuellmaschinen/produkte/starter_kit/index.php [Accessed 25. 09. 2015].

TOP-MASCHINEN. n.d. *Metallbearbeitung* [Online]. Available: <http://www.top-maschinen.de/metallbearbeitung.html> [Accessed 25. 09. 2015].

TROTEC. n.d. *Air conditioning machines* [Online]. [Accessed 25. 09. 2015].

TUTHILL. n.d. *Drehkolben, KC* [Online]. Available: <http://de.tuthillvacuumblower.com/index.cfm/products/productdetail/?p=35&ps=43> [Accessed 25. 09. 2015].

UNIWELL. n.d. *Uniwel NX5400-01* [Online]. Available: <http://www.uniwell.at/uniwellhandel.php> [Accessed 25. 09. 2015].

URSCHEL. n.d. *Translicer® 2510 Cutter* [Online]. Available: http://www.urschel.com/Translicer_2510_Cutter.html [Accessed 25. 09. 2015].

WABEX. n.d. *Spritzgußformen* [Online]. Available: <http://www.wabex.com.pl/index.php?lang=de&menu=3&submenu=1> [Accessed 26. 09. 2015].

WAFFENZIMMI. n.d. *Bockbüchsflinte* [Online]. Available: <http://www.waffenzimmi.ch/jagdgewehr-hybrid-p-5134.html> [Accessed 26. 09. 2015].

WARCO. n.d. *Wood Combination Machine* [Online]. Available: <http://www.warco.co.uk> [Accessed 25. 09. 2015].

WÄRTSILÄ. n.d. *Wärtsilä 20* [Online]. Available: <http://www.wartsila.com/products/marine-oil-gas/engines-generating-sets/diesel-engines/wartsila-20> [Accessed 25. 09. 2015].

WEISS-MOTOREN. n.d. *Elektromotoren* [Online]. Available: http://www.weiss-motoren.co.at/cms/images/stories/virtuemart/typeless/weiss-motoren_elektromotorenkatalog.pdf [Accessed 25. 09. 2015].

WEWAG IMMOBILIEN. n.d. *Lebensdauer von Einrichtungen in Wohn- und Geschäftsräumen* [Online]. Available: <http://wewag-immo.ch/Formulare/Lebensdauer.pdf> [Accessed 25. 09. 2015].

WISSEN-INFO. n.d. *Abschreibungstabelle* [Online]. Available: <http://www.wissen-info.de/afa/geruest.php> [Accessed 26. 09. 2015].

- WOLF. n.d. *Gussheizkessel MK-1* [Online]. Available: http://www.wolf-heiztechnik.de/fileadmin/content/Downloads/Montage-Bedienungsanleitungen/Heizkessel-Oel-Heizwert/3043159_201305_MK-1_Planungsunterlage-Montageanleitung.pdf [Accessed 26. 09. 2015].
- ZEPPELIN-CAT. n.d. *Industrial Engine Ratings Guide* [Online]. Available: http://www.zeppelin-cat.at/fileadmin/user_upload/LEGH0001-02.pdf [Accessed 25. 09. 2015].
- ZGONC. n.d. *Geräte und Maschinen* [Online]. Available: <http://www.zgonc.at/gerate-und-maschinen.html> [Accessed 25. 09. 2015].
- ZIEGLER-HANDEL. n.d. *Metallbearbeitung* [Online]. Available: <http://www.ziegler-handel.at/metallbearbeitung/> [Accessed 25. 09. 2015].
- ZUWA. n.d. *Btankungssysteme* [Online]. Available: http://www.zuwa.de/fileadmin/user_upload/Downloads/DE/Prospekte/Betankungssysteme.pdf [Accessed 25. 09. 2015].

Tabellen und Abbildungsverzeichnis

Tabelle 1: Eisen- und Stahlmengen in Österreich 2010 nach Sektoren (Quelle: eigene Berechnungen)	10
Tabelle 2: Kfz- Bestand und Eisen- und Stahlmengen (Quelle: Statistik Austria 2011; eigene Berechnungen)	11
Tabelle 3: Eisen- und Stahlmengen im Bauwesen (Quelle: eigene Berechnungen)	15
Tabelle 4: Eisen- und Stahlmengen im Ver- und Entsorgungsbereich (Quelle: eigene Berechnungen)	19
Tabelle 5: Eisen- und Stahlmengen im Maschinenbau. Warengruppen der Abteilung 27 u. 28 (Quelle:EUROSTAT, 2008; eigene Berechnungen)	26
Tabelle 6: Gesamtstahlmengen der Metallwaren (Quelle: EUROSTAT, 2015, BMLFUW, 2011, Statistik Austria, 2011a; eigene Berechnungen)	27
Tabelle 7: Aufteilung nach Sektoren und Eisen- und Stahlmengen per Kopf im Vergleich (Allwood et al., 2012, Cooper and Allwood, 2012, Davis et al., 2007, Drakonakis et al., 2007, EUROFER, 2015, Eckelman et al., 2007, Fehringer et al., 2014, Michaelis and Jackson, 2000, Moll et al., 2005, Müller et al., 2010, Schöller et al., 2006, Wang et al., 2007, Warrings, 2015, Wirtschaftsvereinigung Stahl, 2015)	31
Titelbild: Stainless Steel Polished Pipes (Quelle: http://www.aakarpipes.com/images/st1.png)	
Abbildung 1: Eisen- und Stahlmengen in Österreich 2010 nach Sektoren (Quelle: eigene Berechnungen)	9
Abbildung 2: Eisen- und Stahlmengen in Österreich 2010 nach Sektoren: Fahrzeuge (Quelle: eigene Berechnungen)	13
Abbildung 3: Eisen- und Stahlmengen in Österreich 2010 nach Sektoren: Bauwesen (Quelle: eigene Berechnungen)	16
Abbildung 4: Eisen- und Stahlmengen in Österreich 2010 nach Sektoren: Maschinenbau (Quelle: eigene Berechnungen)	25
Abbildung 5: Eisen- und Stahlmengen in Österreich 2010 nach Sektoren: Metallwaren (Quelle: eigene Berechnungen)	28
Abbildung 6: Eisen- und Stahlmengen in Österreich 2010 nach Sektoren (Quelle: eigene Berechnungen)	33

Literaturverzeichnis

- ACO. n.d. *Schachtabdeckungen* [Online]. Available: http://www.aco.co.at/fileadmin/at_co_aco/Prospekte/BE/PL15/04_Schachtabdeckungen.pdf [Accessed 21. 09. 2015].
- ALLWOOD, J. M., CULLEN, J. M. & CARRUTH, M. A. 2012. *Sustainable materials : with both eyes open*, Cambridge, UIT Cambridge.
- ANDERL, M., BEDNAR, W., FISCHER, D., GÖSSL, M., HELLER, C., JOBSTMANN, H., IBESICH, N., KÖTHER, T., KUSCHEL, V. & LAMPERT, C. 2012. Klimaschutzbericht 2012 (REP-0391). *Umweltbundesamt, Wien*.
- ANTONI, M. 2011. *Schottergleis mit 400 km/h* [Online]. Available: <http://www.schienenfahrzeugtagung.at/download/PDF2011/23-Antoni.pdf> [Accessed 21. 09. 2015].
- APEAL. 2007. *In Europa werden zwei Drittel allen Weißblechs recycelt* [Online]. Available: http://www.huber-packaging.com/media/wysiwyg/CMS-downloads/apéal_recycling_pressrelease_deutsch_30_nov.pdf.
- ARCELOMITTAL. n.d. *Strassenbahnschienen* [Online]. Available: <http://rails.arcelormittal.com/catalogues/tram-rail/tram-rail-EN-ES-FR-DE.pdf> [Accessed 21. 09. 2015].
- ASFINAG. 2015. *Lärmschutz* [Online]. Auskunft per Email von Dipl.-Ing. Bernhard Lautner am 18. 09. 2015. Available: <http://www.asfinag.at/unterwegs/bauprojekte/laermschutz> [Accessed 22. 09. 2015].
- AUSTRIAN POWER GRID. 2015. *APG - Über uns - Daten & Fakten* [Online]. Available: <https://www.apg.at/de/ueber-uns/daten> [Accessed 20. 09. 2015].
- AVN. 2002. *AVN-Müllverbrennungsanlage im Zeitplan* [Online]. Available: http://www.ots.at/presseaussendung/OTS_20020912_OTS0148/avn-muellverbrennungsanlage-im-zeitplan [Accessed 21. 09. 2015].
- BAFU. 2015. *Lärm - Massnahmen gegen Eisenbahnlärm* [Online]. Available: <http://www.bafu.admin.ch/laerm/10526/10527/10528/index.html?lang=de> [Accessed 20. 09. 2015].
- BARTUSCH, H. 2013. *Erhöhung der Energie-und Ressourceneffizienz und Reduzierung der Treibhausgasemissionen in der Eisen-, Stahl-und Zinkindustrie (ERESTRE)*, KIT Scientific Publishing.
- BAWP 2014. Verwertungs- und Beseitigungsanlagen. Bundesabfallwirtschaftsplan, Lebensministerium, Wien.
- BDSV. n.d. *Der Verband. Ressourcenschonung* [Online]. Available: <http://www.bdsv.org/verband.php?sid=1> [Accessed 25. 09. 2015].
- BLAB, R. 2015. Betonplatten in Straßenbau. Auskunft per Email am 22. 09. 2015.
- BMBF. n.d. *Tabelle über die Nutzungsdauer von Sachanlagen und immateriellen ; GZ. BMF-1 11500/0016-V/3/2010 - Anlagenkennzahlen mit den Nutzungsdauerwerten - 2010_27_beilage2_20004.pdf* [Online]. Available: https://www.bmbf.gv.at/ministerium/rs/2010_27_beilage2_20004.pdf?4e4zxz [Accessed 23. 09. 2015].
- BMLFUW 2008. Wasserguide. *Kooperation Lebensministerium und OVGW*. Wien: M&B Zeitschriftenproduktion GmbH.
- BMLFUW (HRSG.) 2011. Bundes-Abfallwirtschaftsplan 2011. Band 1. Bundesabfallwirtschaftsplan, Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Wien.
- BMLFUW, H. 2003. Bauwerk Österreich–Endbericht. *BMLFUW Gesellschaft für umfassende Analysen GmbH, Wien*.
- BMLVS. 2015. *Bundesheer - Waffen und Gerät* [Online]. Available: <http://www.bundesheer.at/waffen/index.shtml> [Accessed 20. 09. 2015].
- BMVBS (HRSG.) 2013. Systematische Datenanalyse im Bereich der Nichtwohngebäude – Erfassung und Quantifizierung von Energieeinspar- und CO₂-Minderungspotenzialen. BMVBS-Online-Publikation, 27/2013. 121 S.

- BMVIT 2010. Radverkehr in Zahlen. Daten, Fakten und Stimmungen. Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie, Wien.
- BMVIT 2012. Verkehr in Zahlen. Österreich Ausgabe 2011. Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie, Wien.
- BOGENSTÄTTER, U. 2007. Flächen- und Raumkennzahlen. ifBOR FRZ 2007-10.
- BÖHMER, S. 2007. *Abfallverbrennung in Österreich: Statusbericht 2006*, Umweltbundesamt, Wien.
- BREWES. 2015. *Pfosten, Rohrpfosten aus feuerverzinktem Stahl* [Online]. Available: <https://www.brewes.de/verkehrsschilder/zubehoer-verkehrsschilder/rohrpfosten-mit-erdanker-und-rohrkappe.html#P-S110> [Accessed 22. 09. 2015].
- BRILL, L. 2015. *Statistik der Eisenbahn-Tunnel in Österreich* [Online]. Available: <http://www.eisenbahntunnel.at/inhalt/statistik.html> [Accessed 23. 09. 2015].
- BRUX, G. 1983. Österreichischer Betontag 1982. *Schweizer Ingenieur und Architekt* Band 101 (1983), Heft 41, Seite 974.
- BTE 2008. Lebensdauer von Bauteilen, Zeitwerte *Arbeitsblatt der BTE Arbeitsgruppe*. Bund Technischer Experten e.V., Essen.
- BTE 2010. Entwicklungskonzept für den Wassertourismus im luxemburgischen Moseltal. *BTE Tourismusmanagement, Regionalentwicklung Berlin*.
- CHESTER, M. V. 2008. Life-cycle environmental inventory of passenger transportation in the United States. *Institute of Transportation Studies*.
- COOPER, D. R. & ALLWOOD, J. M. 2012. Reusing Steel and Aluminum Components at End of Product Life. *Environmental Science & Technology*, 46, 10334-10340.
- DAVIS, J., GEYER, R., LEY, J., HE, J., CLIFT, R., KWAN, A., SANSOM, M. & JACKSON, T. 2007. Time-dependent material flow analysis of iron and steel in the UK: Part 2. Scrap generation and recycling. *Resources, conservation and recycling*, 51, 118-140.
- DAXBECK, H., REISENBERGER, M. & KAMPEL, E. 2003. Güterhaushalt Österreich. *Abfallwirtschaft als Teil des Ressourcenmanagements-welches sind die wichtigsten Güter und Abfallflüsse*.
- DIEKMANN, B. & ROSENTHAL, E. 2014. *Energie: physikalische Grundlagen ihrer Erzeugung, Umwandlung und Nutzung*, Springer-Verlag.
- DOPPELADLER. 2015. *RAL 7013 - Bundesheer Datenbank* [Online]. Available: <http://www.doppeladler.com/da/ral-7013/> [Accessed 20. 09. 2015].
- DRAKONAKIS, K., ROSTKOWSKI, K., RAUCH, J., GRAEDEL, T. & GORDON, R. 2007. Metal capital sustaining a North American city: Iron and copper in New Haven, CT. *Resources, conservation and recycling*, 49, 406-420.
- DÜKER. 2015. *Formstückkatalog* [Online]. Available: http://www.dueker.de/fileadmin/download/PR/01_Gas-u-Wasser/VFA_Formstueckkatalog.pdf [Accessed 21. 09. 2015].
- E-CONTROL. 2015. *Bestandsstatistik* [Online]. Available: <https://www.e-control.at/statistik/gas/bestandsstatistik> [Accessed 21. 09. 2015].
- ECKELMAN, M., RAUSCH, J. & GORDON, R. 2007. *In-use Stocks of Iron in the State of Connecticut, USA*, Yale School of Forestry & Environmental Studies.
- EISENMENGER, N., SCHAFFARTZIK, A., KRAUSMANN, F. & MILOTA, E. 2011. Ressourcennutzung in Österreich. *BMLFUW – Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (Lebensministerium)*.
- ENTSORGUNG PUNKT DE. 2014. *Autoverschrottungen 2014 in Deutschland. Entsorgungsstatistik für das 1. Halbjahr 2014* [Online]. Available: <http://www.entsorgung.de/autoverschrottungen-2014.xhtml> [Accessed 07. 10. 2015].

- EURELECTRIC. 2013. *Wasserkraft für ein nachhaltiges Europa. Factsheet* [Online]. Available: [https://www.bdew.de/internet.nsf/id/6901AF14BF8A6520C1257C35004E1AC9/\\$file/Factsheets_deutsch_final.pdf](https://www.bdew.de/internet.nsf/id/6901AF14BF8A6520C1257C35004E1AC9/$file/Factsheets_deutsch_final.pdf) [Accessed 21. 09. 2015].
- EUROFER. 2015. *European steel in figures* [Online]. Available: <http://www.eurofer.org/News%26Media/Publications.itpl> [Accessed 28. 09. 2015].
- EUROSTAT 2008. NACE Rev. 2 – Statistische Systematik der Wirtschaftszweige in der Europäischen Gemeinschaft. *Luxemburg: eurostat*.
- EUROSTAT. 2015. *Sold production, exports and imports [DS-066341]* [Online]. Available: <http://ec.europa.eu/eurostat/de/web/prodcom/data/database> [Accessed 15. 09. 2015].
- FEHRINGER, R., BRANDT, B., FRÜHWIRT, W., DAXBECK, H., NEUMAYER, S., BUSCHMANN, H. & GASSNER, A. 2014. Schaffung von rechtlichen Potenzialen für Urban Mining im Abfallrecht.
- FEIZLMAYR, V. A. & GOESTL, S. 2011. Pipelines–Adern der Wirtschaft. *ERDÖL ERDGAS KOHLE*, 127, 63.
- FENZL, R. 2011. *Im Spiegel der Statistik: Die öffentliche Kanalisation in Österreich*. Master-Projektarbeit 215, LV.-Nr. 215.500, Technische Universität Graz, Siedlungswasserwirtschaft und Landschaftswasserbau.
- FGW 2014. Erdgas und Fernwärme In Österreich. *Zahlenspiegel 2014*. FGW–Fachverband der Gas- und Wärmeversorgungsunternehmungen, Wien.
- FIFA 2007. Fussballstadien. Technische Empfehlungen und Anforderungen. FIFA Fédération Internationale de Football Association, Zürich.
- FIRST-DDSG LOGISTICS. 2015. *First-DDSG Logistics Holding GmbH* [Online]. Available: <http://www.ddsg-cargo.at/> [Accessed 20. 09. 2015].
- FLATH, T. 2009. Einschalige wasserundurchlässige Tübbingauskleidungen in Deutschland. *Tunnel*, Ausgabe 03/2009.
- FORSTER AG. 2015. *Lärmschutz* [Online]. telefonische Auskunft von Hr. Buchleitner am 14. 09. 2015. Available: <http://www.forster.at/produkte/laermenschutz/> [Accessed 22. 09. 2015].
- FRISCHENSCHLAGER, H., KARIGL, B., LAMPERT, C., PÖLZ, W., SCHINDLER, I., TESAR, M., WIESENBERGER, H. & WINTER, B. 2010. Klimarelevanz ausgewählter Recycling-Prozesse in Österreich. *Reports, Bd. REP-0303*. Umweltbundesamt, Wien. WIEMER, K.
- GAS CONNECT, A. 2015. *Gas Connect Austria - Leitungssystem* [Online]. Available: <http://www.gasconnect.at/de/Das-Netz/Leitungssystem> [Accessed 20. 09. 2015].
- GERMANPIPE. n.d. *Mediumrohre Heizung und Sanitär* [Online]. Available: http://www.germanpipe.de/domains/germanpipe_de/data/free_docs/gp_system_e-komponenten_stahlrohr.pdf [Accessed 21. 09. 2015].
- GRILLITSCH, J. & HOCHKOFER, O. 2006. Murkraftwerk Leoben. *Zement und Beton* 1/06.
- GSV. 2015a. *Fact Sheet. Schiene* [Online]. Available: <http://www.gsv.co.at/wp-content/uploads/FACT%20SHEET%20SCHIENE%20WEB%2009%202015.pdf> [Accessed 20. 09. 2015].
- GSV. 2015b. *Fact Sheet. Strasse* [Online]. GSV - Österreichische Gesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Wien. Available: <http://www.gsv.co.at/wp-content/uploads/FACT%20SHEET%20STRASSE%20WEB%2005%202015.pdf> [Accessed 23. 09. 2015].
- GSV n.d. Fact Sheet. Pipelines. GSV - Österreichische Gesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Wien.
- HANSEL, D. & GUIRGUIS, D.-I. P. 2011. Stahlfaserbeton-Tübbing: Stand der Technik und realisierte Projekte. *Tunnel*, 1, 14-24.
- HAU, E. 2014. *Windkraftanlagen: Grundlagen, Technik, Einsatz, Wirtschaftlichkeit*, Springer-Verlag.
- HAUSENBERGER, R. 2009. *Von der Abfallwirtschaft zum Ressourcenmanagement: Entwicklungen in der niederösterreichischen Abfallwirtschaft am Beispiel eines regionalen Abfallverbandes*, na.
- HAUTMANN, D. n.d. Röhren, die die Welt bedeuten. *hi!tech* 02|12, S. 23-27.

- HECHTNER, E. 2010. MA 31, Prüfung des Sanierungsprogrammes "Erneuerung altes Rohrnetz". *Tätigkeitsbericht 2009*. Kontrollamt der Stadt Wien.
- HOBAS. n.d. *CC_Druckrohre_Standardrohre* [Online]. Available: http://www.hobas.pl/fileadmin/Daten/HobasAustria/Documents/CC_Druckrohre_Standardrohre.pdf [Accessed 21. 09. 2015].
- HOBOHM, J., KLOTZ, E.-M., PETER, F. & WÜNSCH, M. 2012. Bedeutung der thermischen Kraftwerke für die Energiewende. *Prognos: Studie im Auftrag des Vereins der Kohleimporteure*.
- INFORMATIONSZENTRUM BETON. *Tunnel aus Beton* [Online]. Available: <http://www.beton.org/wissen/infrastruktur/tunnel-aus-beton/> [Accessed 23. 09. 2015].
- INFORMATIONSZENTRUM BETON. n.d. *Tunnel aus Beton* [Online]. Available: <http://www.beton.org/wissen/infrastruktur/tunnel-aus-beton/> [Accessed 23. 09. 2015].
- KALUSCHE, W. 2004. Technische Lebensdauer von Bauteilen und wirtschaftliche Nutzungsdauer eines Gebäudes. *Bauen, Bewirtschaften, Erneuern—Gedanken zur Gestaltung der Infrastruktur [Festschrift zum 60. Geburtstag von Prof. Dr. Hans-Rudolf Schalcher]*. Zürich: vdf Hochschulverlag an der ETH Zürich, 55-71.
- KLEEMANN, F., LEDERER, J. & FELLNER, J. 2014. Characterization of the material composition of buildings. Christian Doppler Laboratory for Anthropogenic Resources. Institute for Water Quality, Resource and Waste Management. Vienna University of Technology.
- KRUTZLER, T., REISINGER, H. & SCHINDLER, I. 2012. Ressourcenverbrauch der Industrie in Österreich. Analyse und Ausblick für die bedeutendsten Branchen und seltene Metalle. *Umweltbundesamt GmbH, Wien*.
- KUHLMANN, U., BRAUN, B., FELDMANN, M., NAUMES, J., MARTIN, P.-O., GALÉA, Y., JOHANSSON, B., COLLIN, P., ERIKSEN, J. R., DEGÉE, H., HAUSOUL, N., CHICA, J., RAOUL, J. L., DAVAINÉ, L. & PETEL, A. 2008. *Combri-Handbuch Brücken*. Teil II: Stand der Technik und Entwurf von Stahl- und Verbundbrücken. Universität Stuttgart.
- LEUENBERGER, M. & FRISCHKNECHT, R. 2010. ESU-services Ltd., Life Cycle Assessment of Two Wheel Vehicles; ESU-services Ltd. Technical Report, Uster.
- MABA. *Datenblatt_schwelle_at_l1_090617_new1_dateien_6.pdf* [Online]. Available: http://www.maba.at/images/stories/maba_produktleistungen/maba_schwelle/Datenblatt_schwelle_at_l1_090617_new1_dateien_6.pdf [Accessed 23. 09. 2015].
- MABA. n.d. *Datenblatt_schwelle_at_l1_090617_new1_dateien_6.pdf* [Online]. Available: http://www.maba.at/images/stories/maba_produktleistungen/maba_schwelle/Datenblatt_schwelle_at_l1_090617_new1_dateien_6.pdf [Accessed 23. 09. 2015].
- MEHLHORN, G. 2010. *Handbuch Brücken*, Springer.
- MICHAELIS, P. & JACKSON, T. 2000. Material and energy flow through the UK iron and steel sector. Part 1: 1954–1994. *Resources, Conservation and Recycling*, 29, 131-156.
- MOLL, S., ACOSTA, J. & SCHÜTZ, H. 2005. Iron and Steel, A Materials System Analysis: Pilot Study Examining the Material Flows Related to the Production and Consumption of Steel in the European Union. ETC/RWM working paper.
- MÜLLER, D. B., WANG, T. & DUVAL, B. 2010. Patterns of Iron Use in Societal Evolution §. *Environmental science & technology*, 45, 182-188.
- NCA. 2015. *Stahlbau - NCA Container- und Anlagenbau* [Online]. Available: <http://www.nca.co.at/index.php?ID=412&textID=1097> [Accessed 21. 09. 2015].
- NORDSTREAM 2013. Factsheet. Nord Stream in Zahlen. Die Pipeline & das Gas. Nordstream, Zug.
- NOTHNAGEL, R. & TWELMEIER, H. 2012. *Baustoff und Konstruktion: Festschrift zum 60. Geburtstag von Harald Budelmann*, Springer-Verlag.

- NOVITSKIY, A., ARLT, D., WOLLING, J. & WESTERMANN, D. 2012. *Freileitungen oder Erdkabelleitungen? Eine Metastudie über die Kriterien und Ergebnisse von Untersuchungen zum Netzausbau*, Universitätsbibliothek Ilmenau.
- ÖAMTC. 2004. *Zu viele Verkehrsschilder* [Online]. Available: <http://www.asfinag.at/unterwegs/bauprojekte/laermschutz> [Accessed 22. 09. 2015].
- ÖBB. 2015. *Zahlen - Daten - Fakten* [Online]. Available: http://www.oebb.at/infrastruktur/de/2_0_Das_Unternehmen/Daten_und_Fakten/_DMS_Dateien/_Zahlen_Daten_Fakten.jsp [Accessed 23. 09. 2015].
- PASCHAL. 2015. *Müll wird zu Strom und Fernwärme - Amager Bakke, Kopenhagen* [Online]. Available: <http://www.paschal.de/deutsch/news/artikel/wandschalung-logo3-amager-bakke-kopenhagen.php> [Accessed 21. 09. 2015].
- PRAKASH, S., DEHOUST, G., GSELL, M., SCHLEICHER, T. & STAMMINGER, R. 2015. Einfluss der Nutzungsdauer von Produkten auf ihre Umweltwirkung: Schaffung einer Informationsgrundlage und Entwicklung von Strategien gegen „Obsoleszenz“. Zwischenbericht: Analyse der Entwicklung der Lebens-, Nutzungs- und Verweildauer von ausgewählten Produktgruppen. *Zwischenbericht: Analyse der Entwicklung der Lebens-, Nutzungs- und Verweildauer von ausgewählten Produktgruppen. UBA-Texte*, 10, 2015.
- RAHMANI, M., NABIZADEH, R., YAGHMAEIAN, K., MAHVI, A. H. & YUNESIAN, M. 2014. Estimation of waste from computers and mobile phones in Iran. *Resources, Conservation and Recycling*, 87, 21-29.
- REIS. 2009. *Spritzgußformen* [Online]. Available: <http://www.sachverstaendigenbuero-reis.de/wp-content/uploads/2012/05/Lebensdauer-einiger-Bauteile.pdf> [Accessed 29. 09. 2015].
- RENDA, A., PELKMANS, J., EGENHOFER, C., MARCU, A., SCHREFLER, L., LUCHETTA, G., SIMONELLI, F., VALIANTE, D., MUSTILLI, F. & INFELISE, F. 2013. Assessment of Cumulative Cost Impact for the Steel Industry. *Final report prepared for the European Commission*.
- RICHTER, R. 2015. Freileitungen. ÖBB-Infrastruktur AG. Bahnsysteme - Life Cycle Management Energie. Auskunft per Email am 22. 09. 2015.
- SCHÖLLER, G., OBERLEITNER, C., FEHRINGER, R., DÖBERL, G., BRUNNER, P. H. & DER STEIERMÄRKISCHEN LANDESREGIERUNG, A. 2006. RALLES STMK.
- SEILBAHNEN SULDEN. 2015. *Seilbahnen. Technische Daten. Hauptmerkmale der Anlage* [Online]. Available: http://www.seilbahnsulden.it/Deutsch/downloads/Technische_Daten_Seilbahn%20DEU.pdf [Accessed 23. 09. 2015].
- SIEMENS 2012. Hintergrundpapier - Siemens liefert neue U-Bahn für München. *InnoTrans 2012*, 18. – 21. 9. 2012 in Berlin.
- SIMANDL, T. & ÖBB INFRASTRUKTUR AG 2011. Nutzungsdauern von Eisenbahnbrücken. *Mauerwerk*, 130, 115.
- SPRINGENSCHMID, R. & FLEISCHER, W. 2001. Neue Entwicklungen beim Betonstrassenbau auf deutschen Autobahnen. *TIEFBAU TBG*, 113.
- STADIONWELT. 2015. *Stadien Österreich – Stadionwelt INSIDE* [Online]. Available: http://www.stadionwelt.de/sw_stadien/index.php?folder=sites&site=ligen&land=%C3%96sterreich [Accessed 21. 09. 2015].
- STADLER, H. 1960. *Die Entwässerungsanlagen der Stadt Wien*, Wien, Magistratsabteilung 30.
- STADT-WIEN. n.d. *Das Unternehmen ASFINAG* [Online]. Available: <http://www.stadt-wien.at/lifestyle/auto/asfinag.html> [Accessed 23. 09. 2015].
- STADTRECHNUNGSHOF WIEN. 2005. *WIEN ENERGIE Gasnetz GmbH, Prüfung der Materialbewirtschaftung - 1-08-KA-V-TU-7-5.pdf* [Online]. Available: <http://www.stadtrechnungshof.wien.at/berichte/2005/lang/1-08-KA-V-TU-7-5.pdf> [Accessed 22. 09. 2015].

- STATISTIK AUSTRIA 2009. *Österreichs Städte in Zahlen 2009*, Bundesanstalt Statistik Österreich, Wien.
- STATISTIK AUSTRIA. 2011a. *Ausstattungsgrad der privaten Haushalte - Zeitvergleich* [Online]. Bundesanstalt Statistik Österreich, Wien. Available: http://www.statistik.at/web_de/statistiken/menschen_und_gesellschaft/soziales/ausstattung_privater_haushalte/021850.html [Accessed 29. 09. 2015].
- STATISTIK AUSTRIA 2011b. Bestand an Kraftfahrzeugen 2010. Ergebnisse. Bundesanstalt Statistik Österreich, Wien.
- STATISTIK AUSTRIA 2012a. Gebäude 2011 nach überwiegender Gebäudeeigenschaft und politischen Bezirken. Bundesanstalt Statistik Österreich, Wien.
- STATISTIK AUSTRIA 2012b. Gebäude und Wohnungen 2011 nach Art des (Wohn-)Gebäudes und politischen Bezirken. Bundesanstalt Statistik Österreich, Wien.
- STATISTIK AUSTRIA 2012c. Österreichische Verkehrsstatistik. In: BUNDESANSTALT STATISTIK ÖSTERREICH, W. (ed.).
- STATISTIK AUSTRIA 2014. *Konjunkturstatistik 2012 im produzierenden Bereich: Band 1, Ergebnisse auf Unternehmens- und Betriebsebene sowie Indizes*, Bundesanstalt Statistik Österreich, Wien.
- STATISTIK AUSTRIA 2015a. Kfz-Neuzulassungen 1990 bis 2014. Bundesanstalt Statistik Österreich, Wien.
- STATISTIK AUSTRIA 2015b. *Statistisches Jahrbuch 2015*, Bundesanstalt Statistik Österreich, Wien.
- STATISTIK AUSTRIA 2015c. *Wohnen. Zahlen, Daten und Indikatoren der Wohnstatistik*, Bundesanstalt Statistik Österreich, Wien.
- THALMANN, S., NUSSBAUMER, T., GOOD, J. & JENNI, A. 2013. Analyse und Optimierung von Fernwärmenetzen. Ist-Analyse Von Fernwärmenetzen und Bewertungs-Tool zur Netz-Optimierung. Bundesamt für Energie, Ittigen.
- TRAIN-FEVER. 2015. *Eisenbahnen - Train Fever Community* [Online]. Available: <http://www.train-fever.net/lexikon/index.php/Entry/4-Eisenbahnen/> [Accessed 20. 09. 2015].
- UNGER STEEL GROUP n.d. Projects in steel. Unger Steel Group, Oberwart.
- UNIVERSITÄT DUISBURG 2011. Konferenzergebnisse Binnenschifffahrt - Feinstaub ade? - Mit der Binnenschifffahrt auf neuem Kurs. *Dialog -Forum Ökologischer Fortschritt der Industriegesellschaft*. Präsidentschlösschen der Bezirksregierung, Düsseldorf, 12. Dezember 2011.
- VALLÉE, D., SCHNETTLER, A. & KAMPKER, R. 2013. Infrastruktur. *Elektromobilität*. Springer.
- WANG, T., MÜLLER, D. B. & GRAEDEL, T. 2007. Forging the anthropogenic iron cycle. *Environmental science & technology*, 41, 5120-5129.
- WARRINGS, R. 2015. *Charakterisierung anthropogene Ressourcenlager in Österreich am Beispiel Stahl - eine Bottom-up Analyse*. Graduate engineer (Dipl. Ing.) Master Thesis, University of Natural Resources and Life Sciences, Vienna.
- WEBER, L. & HEINRICH, M. 2012. *Der Österreichische Rohstoffplan*, Geologische Bundesanstalt.
- WIKIPEDIA. 2015. *UPC-Arena* [Online]. Available: <https://de.wikipedia.org/wiki/UPC-Arena> [Accessed 21. 09. 2015].
- WIKIPEDIA. n.d. *Container* [Online]. Bund Technischer Experten e.V., Essen. Available: <https://de.wikipedia.org/wiki/Container> [Accessed 28. 09. 2015].
- WINDKRAFT IG. 2015. *Windkraft in Österreich, Europa und weltweit* [Online]. Available: https://www.igwindkraft.at/?xmlval_ID_KEY%5B0%5D=1047 [Accessed 21. 09. 2015].
- WIRTSCHAFTSVEREINIGUNG STAHL. 2015. *Fakten zur Stahlindustrie in Deutschland* [Online]. Available: http://www.stahl-online.de/wp-content/uploads/2013/12/201505_Fakten_Stahlindustrie_Deutschland_2015.pdf [Accessed 28. 09. 2015].

- WKO. 2015. *Unselbständig Beschäftigte 2010 - 2014, nach Fachverbänden* [Online]. Available: http://wko.at/statistik/extranet/BeschStat/AT_ZR_FG.pdf [Accessed 11. 10. 2015].
- WOLFF, D. & JAGNOW, K. 2011. Überlegungen zu Einsatzgrenzen und zur Gestaltung einer zukünftigen Fern-und Nahwärmeversorgung. *Wolfenbüttel/Braunschweig*.
- YLI-HANNUKSELA, J. 2011. *The Transmission Line Cost Calculation*. Vaasan Ammattikorkeakoulu University of Applied Sciences.
- ZEMAN 2012. Sportstättenbauten. SG2.6012, Zeman & Co GmbH, Wien.