

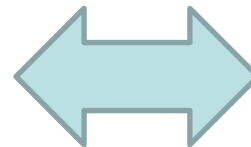
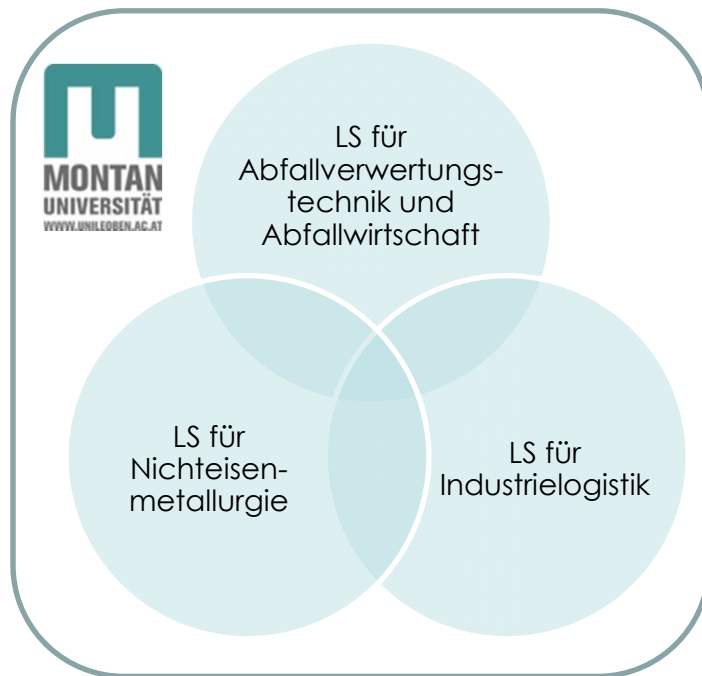


Studie

Quantitative und qualitative Identifikation von relevanten sekundären Stoffströmen in Österreich



Konsortium



LOI Partner

VÖEB – Verband Österreichischer Entsorgungsbetriebe

ARGE Shredder GmbH

ASMET – The Austrian Society for Metallurgy and Materials

Saubermacher Dienstleistungs AG

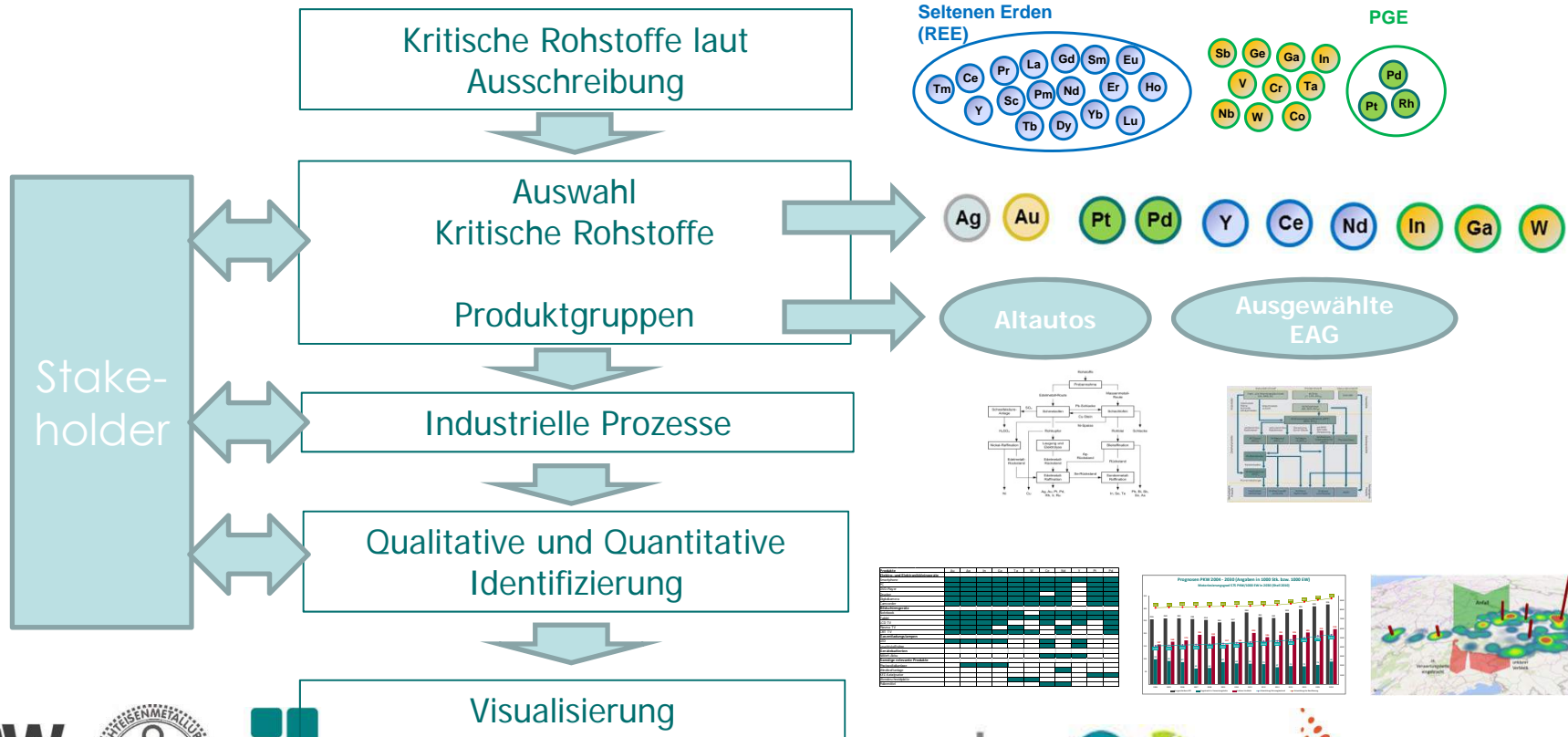
Peter Seppel GmbH

Komptech GmbH

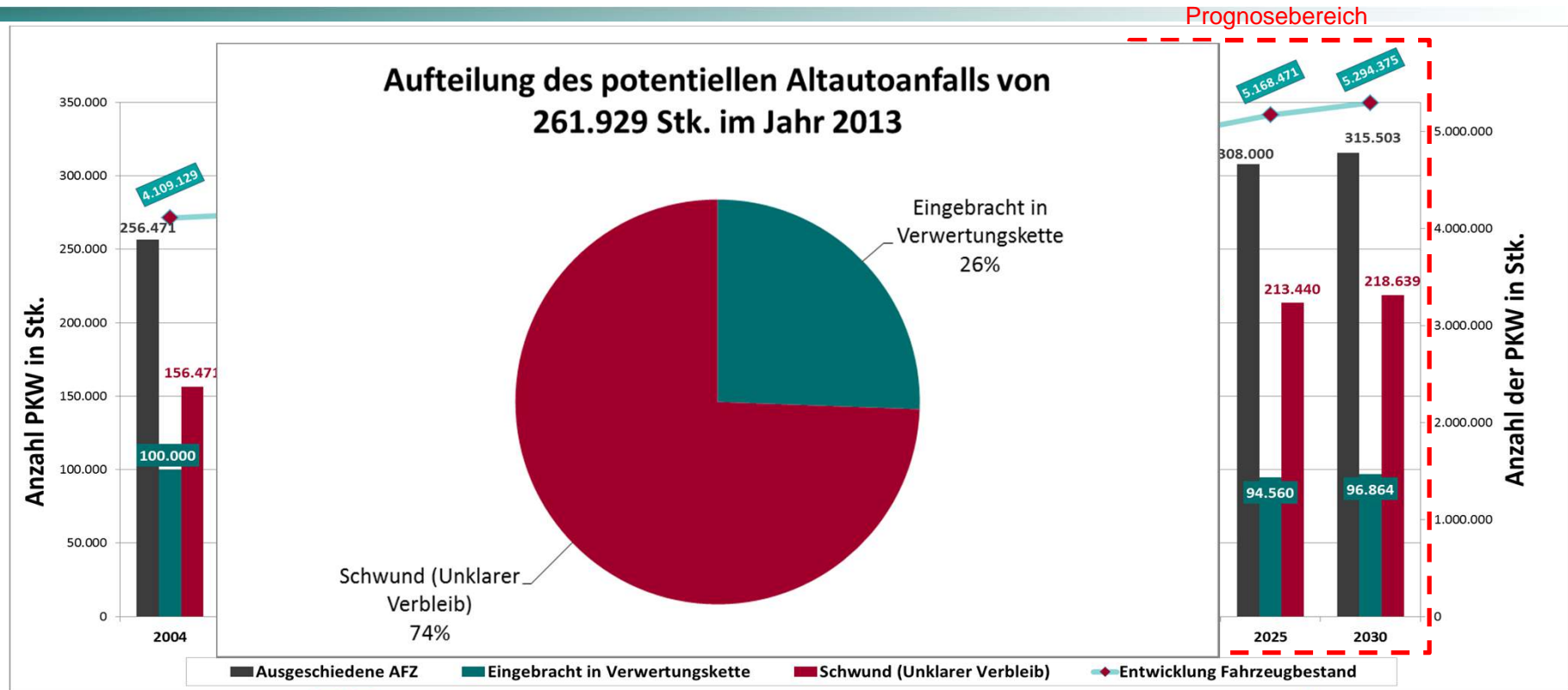
Brantner Walter GesmbH

Treibacher Industrie AG

Übersicht und Inhalte



Beispiel Altfahrzeuge – Entwicklung bis 2013 und Prognose bis 2030



Verwendung ausgewählter Metalle in Automobilen

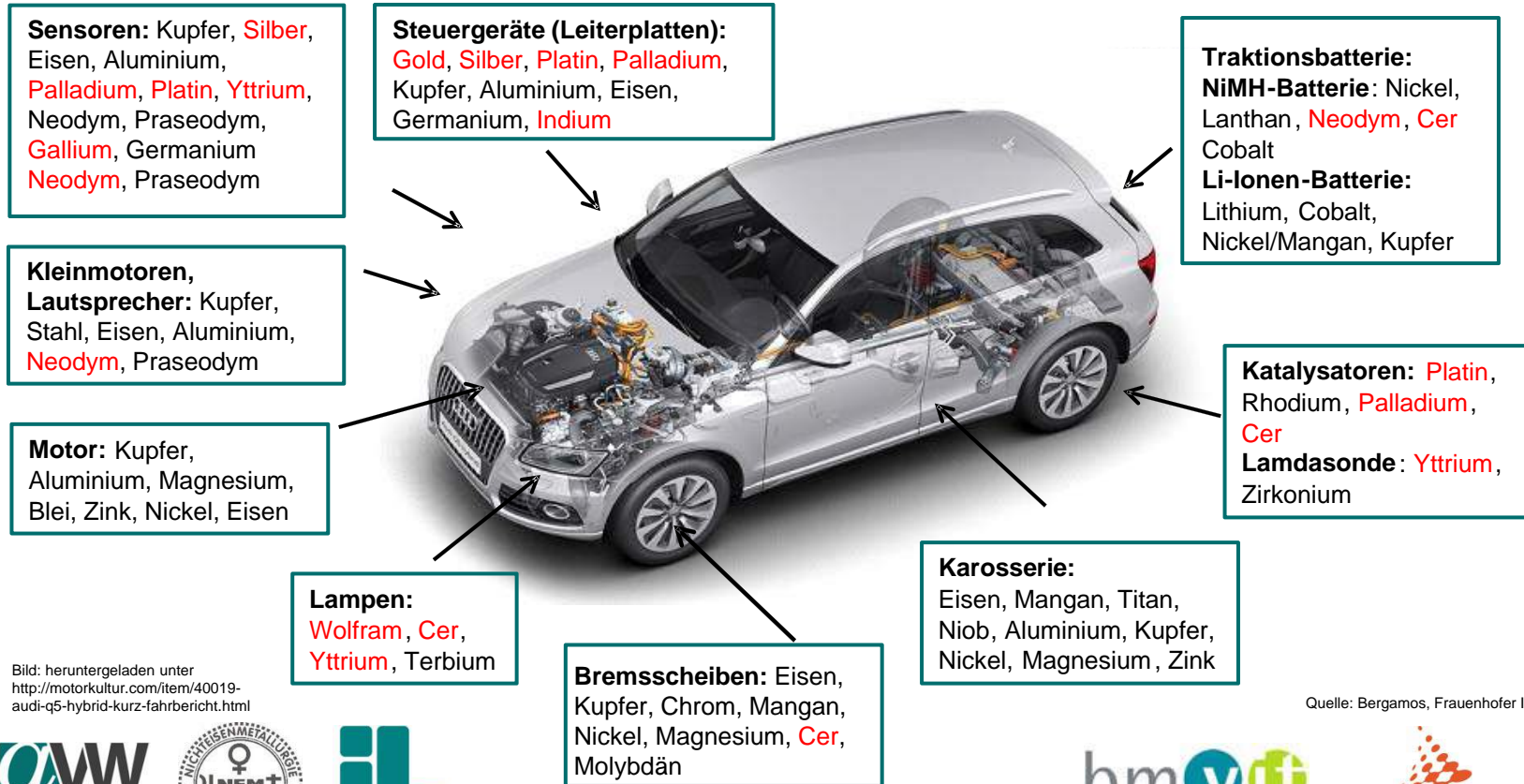


Bild: heruntergeladen unter <http://motorkultur.com/item/40019-audi-q5-hybrid-kurz-fahrbericht.html>

Quelle: Bergamos, Fraunhofer ISI



FFG

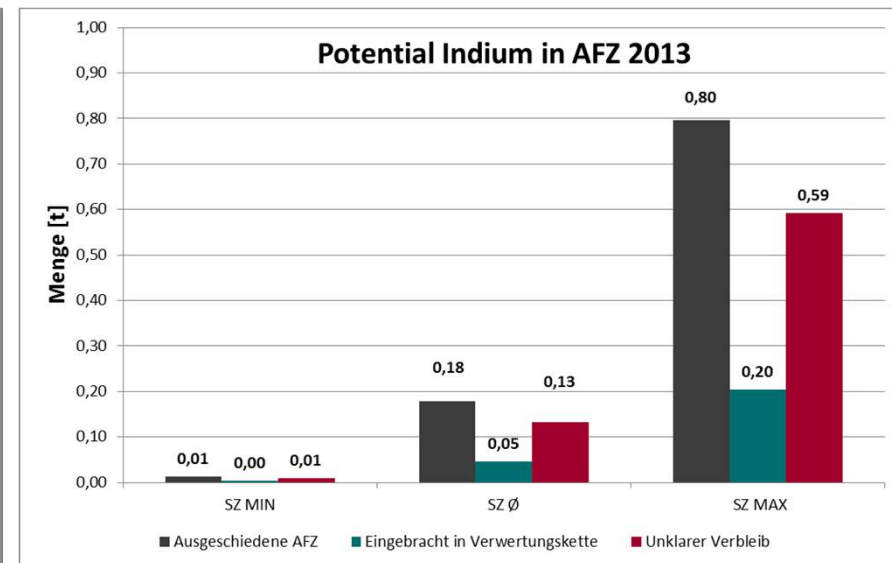
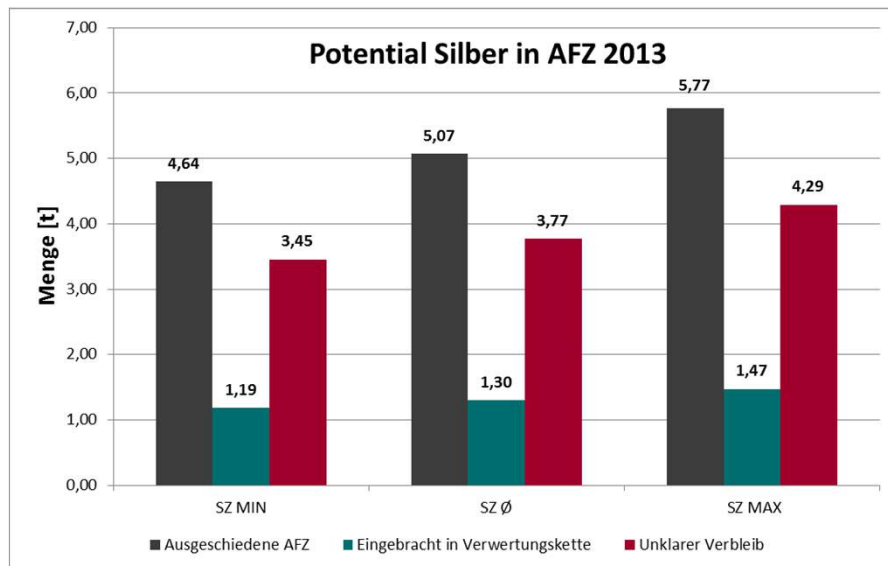
Anteil kritischer Metalle in Altfahrzeugen aus unterschiedlichen Literaturquellen

Quelle	Bezug	Inhalt ausgewählter Kritischer Rohstoffe [g]									
		Seltene Erden			Edelmetalle		PGM		Sonstige		
		Ce	Nd	Y	Au	Ag	Pt	Pd	In	Ga	W
Cullbrand et.al (2011)	Fahrzeug Gesamt	0,29	43,38	0,22	6,00	14,70	5,48	1,22	0,15	0,08	-
Cullbrand et.al (2011)	Fahrzeug Gesamt	11,83	205,68	0,23	7,00	21,30	8,08	1,54	0,05	0,56	-
Cullbrand et.al (2011)	Fahrzeug Gesamt	12,91	27,60	0,02	5,00	22,00	7,85	1,24	0,38	0,42	-
Cullbrand et.al (2011)	Fahrzeug Gesamt Hybrid	0,31	531,88	0,23	5,90	50,00	5,51	1,81	0,08	0,57	-
Sakai et al. (2013)	Leiterplatten (Steuergeräte) Min	0,00	0,01	0,01	0,00	0,01		0,01	0,09	0,00	0,16
Sakai et al. (2013)	Leiterplatten (Steuergeräte) Max	0,02	2,30	0,09	0,82	4,51	-	1,27	0,86	0,01	0,38
Sakai et al. (2013)	Leiterplatten (Steuergeräte) Ø	0,01	0,49	0,02	0,39	0,90	-	0,53	0,49	0,01	0,11
Schmidt et.al (2014)	Leiterplatten	-	-	-	0,29	2,81	-	0,05	-	-	-
Widmer et.al (2014)	Leiterplatten	0,02	2,16	0,08	0,19	0,69	0,01	0,06	0,15	0,08	0,03
MOE 2009	Leiterplatten	-	1,31	-	-	-	0,01	10,06	0,01	0,09	0,17
Widmer et.al (2015)	Elektronikkomponenten	0,03	2,40	0,09	0,22	1,30	0,01	0,06	0,15	0,04	0,03
Sakai et al. (2013)	Leiterplatten (Steuergeräte) Min, Motor Hybrid	0,01	240,00	0,00	0,01	0,01	-	0,02	0,16	0,00	0,00
Sakai et al. (2013)	Leiterplatten (Steuergeräte) Max, Motor Hybrid	1,52	240,33	0,05	0,80	0,04	-	2,17	3,04	0,04	0,25
Sakai et al. (2013)	Leiterplatten (Steuergeräte) Ø, Motor Hybrid	0,13	240,13	0,01	0,27	0,02	-	0,84	1,18	0,01	0,04

Entwicklung von 3 Szenarien (SZ)

- SZ Min.
- SZ.Ø
- SZ Max.

Szenariobetrachtung am Beispiel Silber und Indium bei Altfahrzeugen Gesamt 2013



Ausgewählte Elektroaltgeräte

Produkte	Au	Ag	In	Ga	Ta	W	Ce	Nd	Y	Pt	Pd
Elektro- und Elektronikkleingeräte											
Smartphone											
PC											
DVD-Player											
Drucker											
Digitalkamera											
Camcorder											
Bildschirmgeräte											
Notebook											
Tablet											
LCD TV											
Plasma TV											
CRT TV											
Gasentladungslampen											
LED											
Leuchtstoffröhre											

Ermittlung des Mengenpotentials am Beispiel Gold in Bildschirmgeräten (Jahr 2013)

2.) Bestimmung
 ➤ Min. Wert
 ➤ Ø Wert
 ➤ Max. Wert

4.) Ermittlung der in Verkehr gebrachten Menge

6.) Ermittlung der gesammelten Menge

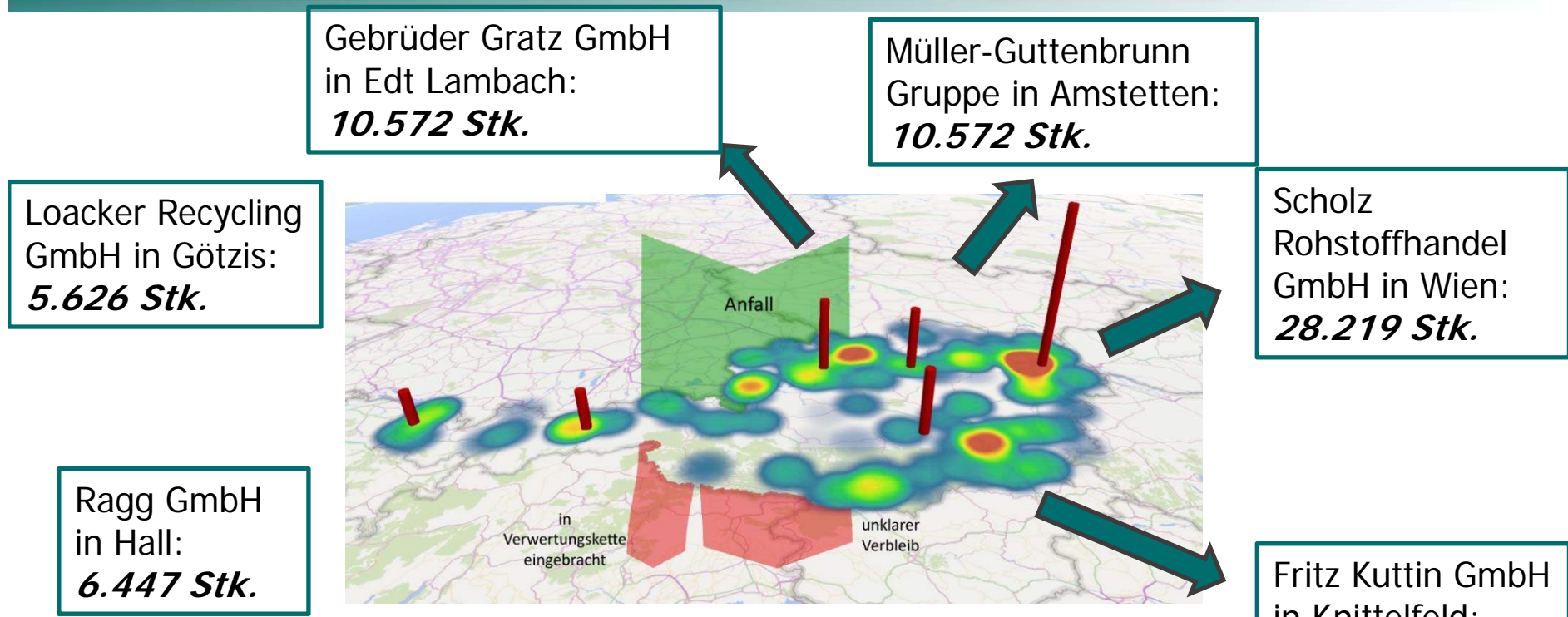
Produkt	Menge in mg pro Stk.	Quelle	Mengegehalte [mg]			Absatzmenge nach Lebensdauer	Menge in Verkehr gebracht [kg]			Sammelquote	Menge gesammelt [kg]		
			SZ MIN	SZ Ø	SZ MAX		SZ MIN	SZ Ø	SZ MAX		SZ MIN	SZ Ø	SZ MAX
Bildschirmgeräte													
LCD-TV	47,5 - 183	Vgl. Sander et al. (2012): S. 46.											
	140,0	Vgl. Buchert et al. (2012b): S. 11.	47,5	200,1	430,2	847.518	40	170	365	1,26	50,56	213,03	457,94
	430,2	Vgl. Blaser et al. (2012): S. 33.											
Plasma-TV	312,0	Vgl. Blaser et al. (2012): S. 33.	312,0	312,0	312,0	83.336	26	26	26	1,26	32,66	32,66	32,66
CRT-TV	6,8 - 170	Vgl. Sander et al. (2012): S. 46.											
	6,3	Vgl. Blaser et al. (2012): S. 33.	6,3	61,0	170,0	3489	0,02	0,21	0,59	1,26	0,03	0,27	0,74

1.) Inhalte Kritischer Rohstoffe in EAG aus Literaturquellen

3.) Ermittlung der Absatzmengen für die einzelnen Produkte

5.) Ermittlung der Sammelquote:
Gesammelte Menge / In Verkehr gesetzte Menge

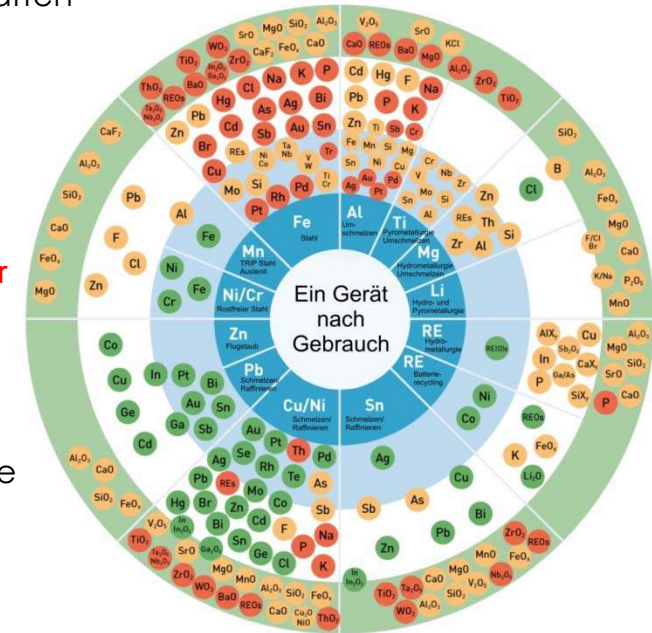
Beispiel Darstellung Sekundärrohstofflandkarte (2013)



**Gesamt Verwertet 2013:
73.993 Stk.**

Industrielle Prozesse / Technologien

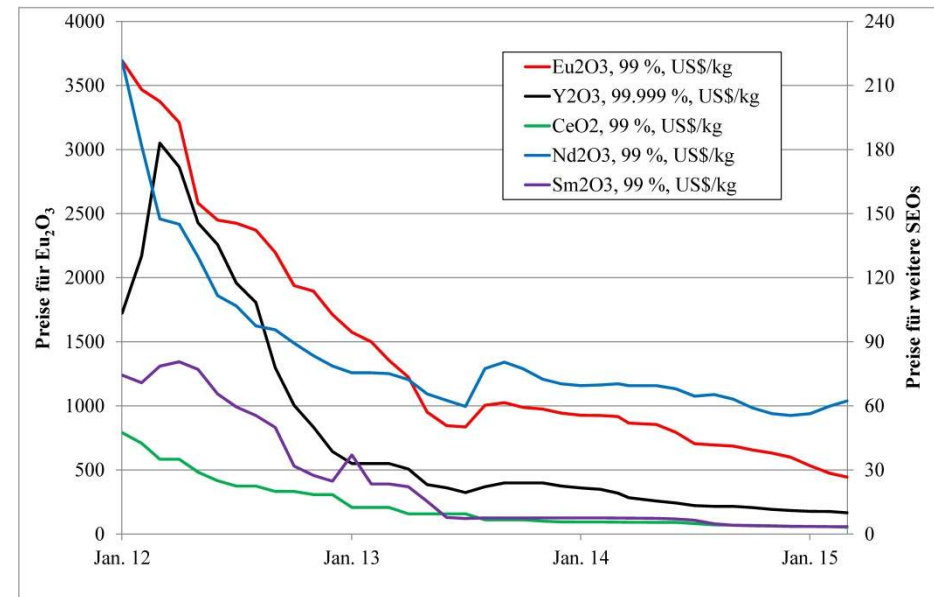
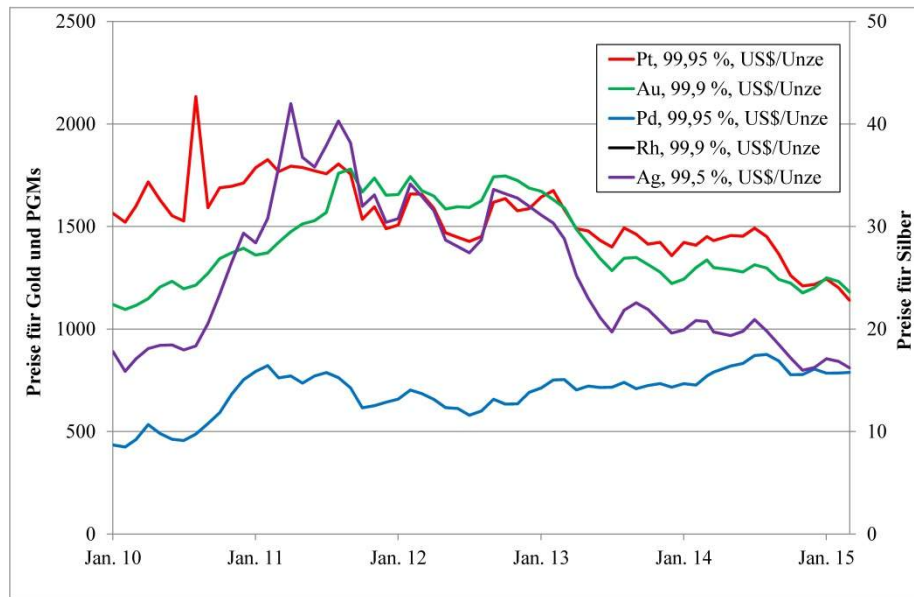
- Charakteristika der kritischen Rohstoffe
 - Extreme Bandbreite an chemischen und physikalischen Eigenschaften
 - Relativ geringe Verbreitung in der Erdkruste
 - Komplexe Gewinnungsprozesse
 - Zum Teil keine eigenständigen Erze ⇒ ausschließliche Gewinnung als Nebenprodukt anderer Metalle (Ga: Al; In: Zn, Pb; ...)
- ⇒ **Produktionsvolumen nicht ohne Weiteres signifikant erweiterbar**
- Recycling der kritischen Rohstoffe
 - Industrielle Technologien stark limitiert und auf Basismetalle ausgerichtet; oft keine Optimierung hinsichtlich kritischer Rohstoffe
 - Ständig zunehmende Komplexität der Sekundärrohstoffe
 - Zumeist nur sehr geringe Gehalte an kritischen Rohstoffen
 - Grundsätzliche Einschränkungen (Thermodynamik, etc.)



Quelle: Reuter et al. (2013)

Industrielle Prozesse / Technologien

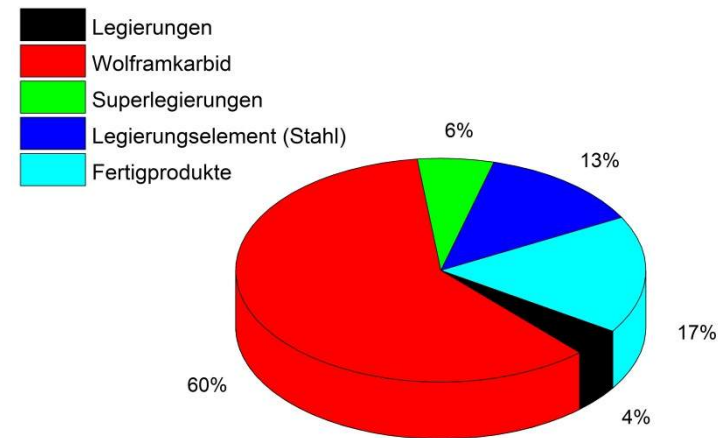
- Konkurrenz der Elemente (z.B. Edelmetalle - SE, Refraktärmetalle, etc.)
 - Rückgewinnung weiterer Metalle darf Ausbeute an Edelmetallen nicht verringern!



Industrielle Prozesse / Technologien

- Wolfram
- Weltprimärproduktion 2012: 81.100 t
 - 83,4 % China
 - 3,9 % Russland
 - 3,1 % Kanada
 - 1,5 % Bolivien
 - 1,4 % Vietnam
 - 1,3 % Ruanda
 - **0,9 % Portugal**
 - **0,9 % Österreich**
- Recycling deckt 30-40 % der gesamten Versorgung
 - Etwa 10 % Prozessschrott
 - 20-30 % Altschrott

Quelle: Liedtke et al., DERA (2014)
Reichl et al., BMWFW (2014)



- Produzenten und Verarbeiter in Europa
 - Treibacher Industrie AG, AT
 - Wolfram Bergbau und Hütten GmbH, AT
 - Plansee-Gruppe, AT
 - OSRAM, DE
 - H.C. Starck, DE
 - Eramet, FR
 - Etc.



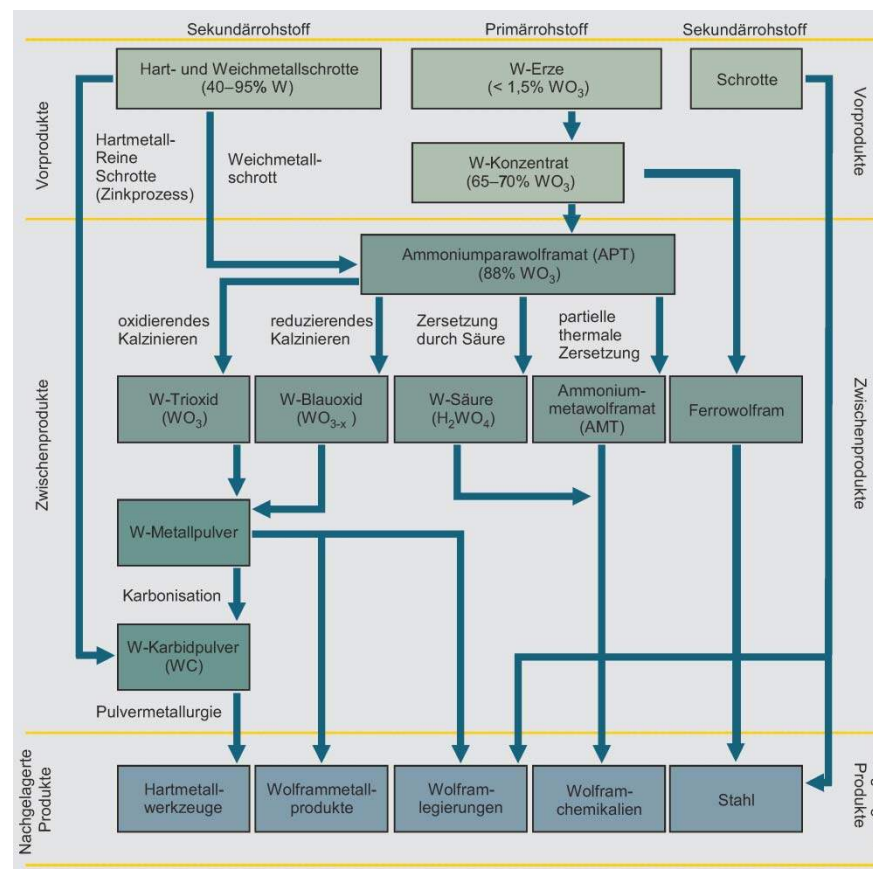
FFG

Industrielle Prozesse / Technologien

- Wolfram
- Spezifikation für Sekundärrohstoffe

- Max. 0,5 % Al
- Max. 0,05 % P
- Max. 0,01 % As
- Max. 3 % Si
- Max. 0,3 % Mo
- Max. 0,2 % V

Quelle: www.wolfram.at



Quelle: Liedtke und Schmidt (2014)

Industrielle Prozesse / Technologien

- Seltene Erden
- Weltprimärproduktion 2012: 103.900 t
 - 91,4 % China
 - 5,4 % Australien
 - **2,1 % Russland (Europa)**
 - 0,8 % USA

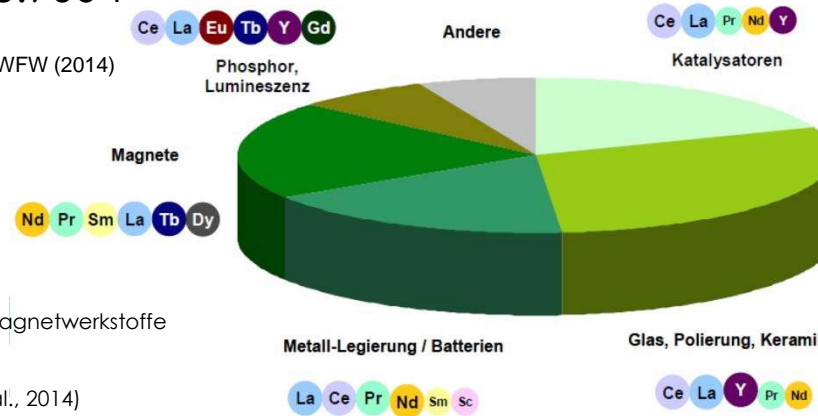
Quelle: Reichl et al., BMWFW (2014)

- Recycling
 - China:
 - Vereinzelt Produktionsschrotte, vor allem Magnetwerkstoffe
 - Europa:
 - Polierschlämme von Swarovski (Winkler et al., 2014)
 - Allgemein, F&E:
 - NiMeH-Akkus
 - Leuchtstoffe
 - Magnetwerkstoffe

○ Balance-Problem

Quelle: Binnemans (2014)

- 1 t Eu_2O_3 aus Bastnäsit → 300 t La_2O_3
- 450 t CeO_2
- 38 t Pr_6O_{11}
- 118 t Nd_2O_3
- 7,3 t Sm_2O_3
- 1,4 t Gd_2O_3
- 0,9 t Y_2O_3



○ Produzenten in Europa

- Treibacher Industrie AG, AT
- Rhodia, FR
- Etc.

Industrielle Prozesse / Technologien

◦ Sondermetalle

◦ Gallium

- Weltprimärproduktion 2012: 95 t
 - 53 % China
 - 17 % Kasachstan
 - 14 % Ukraine
 - 6 % Japan
 - 6 % Japan
 - 6 % Russland (Europa)
 - 4 % Ungarn

◦ Germanium

- Weltprimärproduktion 2012: 111 t
 - 76 % China
 - 14 % Finnland
 - 5 % Russland (Asien)
 - 3 % USA

◦ Indium

- Weltproduktion 2012: 795 t

- Quelle: USGS
- 51 % China
 - 21 % Korea
 - 9 % Japan
 - 8 % Japan

◦ Edelmetalle

◦ Silber

- Weltprimärproduktion 2012: 25.100 t
 - 21 % Mexiko
 - 15 % China
 - 14 % Peru
 - 7 % Australien

◦ Gold

- Weltprimärproduktion 2012: 2701 t
 - 15 % China
 - 9 % Australien
 - 9 % USA
 - 6 % Russland, Asien

◦ Platin

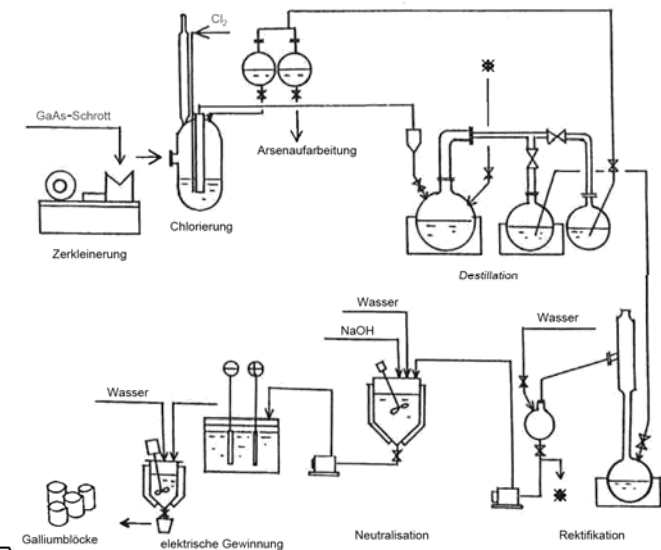
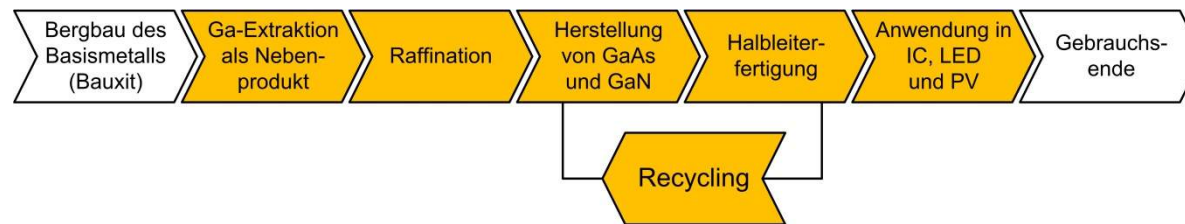
- Weltprimärproduktion 2012: 176 t
 - 72 % Südafrika
 - 8 % Russland, Asien
 - 6 % Simbabwe
 - 6 % Russland, Europa

◦ Palladium

- Weltprimärproduktion 2012: 191 t
 - 43 % Russland, Asien
 - 38 % Südafrika
 - 6 % Kanada
 - 6 % USA

Industrielle Prozesse / Technologien

- Gallium
- Wertschöpfungskette
- Recyclingrate
 - Verwertung von Produktionsrückständen
 - Dennoch komplexe, verlustbehaftete Prozessketten
 - EoL-Konsumgüter praktisch keine Bedeutung
 - Qualitätsanforderung 99,999999 % (8N)
 - Vakuumdestillation, Waschen mit Säuren bzw. Laugen, fraktionierte Kristallisation, Zonenschmelzen, Einkristallzüchtung, etc.



Quelle: Rao (2006)

○ Herausforderungen

- Toxische Komponenten
- Reaktive Oxidationsstufen

Darstellung Rohstofflandkarte – Allgemeines

- Anforderungen an die Darstellung:
 - Transparenz geographischer Konzentrationen
 - Eindeutige Identifizierung von
 - Aufkommen
 - Verwertung
- Voraussetzungen:
 - Hohe Datengranularität
 - Einheitliche Datenbasis → Erstellung der Grafik unter Verwendung der Parameter Menge und Ort

Darstellung Rohstofflandkarte – Schematisches Beispiel

- Darstellungsform:
 - Rohstoffaufkommen und Rohstoffverarbeitung werden getrennt betrachtet
 - Nachvollziehbare Darstellung mittels Heat Map und Balkendiagramm
 - Heat Map zeigt die allgemeine Verteilung der Rohstoffe
 - Balkendiagramm dient einer Verdeutlichung der „Main Spots“



Darstellung Rohstofflandkarte – Software

- Microsoft Power Map:
 - 3D Visualisierungs-Add-In für MS Office 2013 und MS Office 365
 - Verursacht keine Zusatzkosten
 - Nutzt Kartenressource von MS BING-Maps©
 - Verschiedene Möglichkeiten der Darstellung
 - Balkendiagramm
 - Kreisdiagramm
 - Heatmap
 - Daten können unabhängig von der Softwaresuite in einem Excel Sheet bearbeitet und ergänzt werden
 - Datenaufbereitung individualisierbar



Darstellung Rohstofflandkarte – Datenaufbereitung

- Einheitlich gestaltetes Template für die Datenaufbereitung
 - Vermeidung von Fehlern bei der Generierung
 - Anpassbarkeit
 - Mehrfachnutzung möglich
 - Kann nach Einschulung von Dritten verwendet werden
- Aufbau der Datenaufbereitung

		Geographische Koordinaten		Gruppe Altautos Gesamt Potential (AAG) 2013 - Beispiel g- Mengen in [t]											
Verwaltungs- einheit	Bundesland / Meldestelle	Lat	Lng	Seltene Erden			Edelmetalle		PGM		Sonstige			weitere Elemente	
				Ce AAG	Nd AAG	Y AAG	Au AAG	Ag AAG	Pt AAG	Pd AAG	W AAG	In AAG	Ga AAG	ElementA	ElementB
Staat	Österreich			38,709	428,021	0,743	27,848	89,716	33,139	6,173	0,696	0,882	1,624		
Bundesland	Burgenland			1,516	16,764	0,029	1,091	3,514	1,298	0,242	0,027	0,035	0,064		
Bezirk	Eisenstadt Stadt inkl. Rust	47,827301	16,5244999	0,085	0,940	0,002	0,061	0,197	0,073	0,014	0,002	0,002	0,004		
Bezirk	Eisenstadt-Umgebung	47,8543816	16,5918999	0,217	2,402	0,004	0,156	0,504	0,186	0,035	0,004	0,005	0,009		

Darstellung Rohstofflandkarte – Datenaufbereitung

- Unterteilung der Darstellung nach Bundesländern und Bezirken
 - Vergleich verschiedener Regionen unter Anwendung einer Choroplethenkarte
 - Flächenfärbung unterscheidet sich nach der Intensität der sek. Rohstoffe
 - Heatmap erhält dadurch eine höhere Aussagekraft

		Gruppe Altautos Gesamt Potential (AAG) 2013 - Beispiel g- Mengen in [t]											
		Geographische Koordinaten		Seltene Erden	Edelmetalle	PGM	Sonstige	wetere Elemente					
Verwaltungs- einheit	Bundesland / Meldestelle												
Staat	Österreich												
Bundesland	Burgenland												
Bezirk	Eisenstadt Stadt inkl. Rust	47,827301	16,5244999	0,085	0,940	0,002	0,061	0,197	0,073	0,014	0,002	0,002	0,004
Bezirk	Eisenstadt-Umgebung	47,8543816	16,5918999	0,217	2,402	0,004	0,156	0,504	0,186	0,035	0,004	0,005	0,009

- Verwaltungseinheit / Bundesland und Meldestelle
 - Filterung für effizientes Arbeiten
 - Bessere Übersichtlichkeit

Darstellung Rohstofflandkarte – Datenaufbereitung

- Geographische Koordinaten

		Geographische Koordinaten		Gruppe Altautos Gesamt Potential (AAG) 2013 - Beispiel g- Mengen in [t]													
		Lat	Lng	Ce	Seltene Erden			Edelmetalle			PGM		Sonstige		weitere Elemente		
Verwaltungs- einheit	Bundesland / Meldestelle				AC	MA	Y AAG	Au	Ag	Ag	Pt	Pd	WAAG	In	Ca	BismutA	BismutB
Staat	Österreich			38,7	428,021	0,745	27,349	1,091	3,514	1,298	0,242	0,027	0,035	0,004			
Bundesland	Burgenland			1	16,784	0,925	1,091	3,514	1,298	0,242	0,027	0,035	0,004				
Bezirk	Eisenstadt Stadt inkl. Rust	47,827301	16,5244999	0,05	0,940	0,007	0,001	0,197	0,073	0,01	0,002	0,002	0,004				
Bezirk	Eisenstadt-Umgebung	47,8543816	16,5918999	0,217	2,402	0,004	0,193	2,402	0,004	0,193	0,004	0,193	0,004				

- Bing Maps → Mehrere Formen des Dateninputs möglich
 - Bezirks, Gemeindename, PLZ, etc...
- Aufgrund von Doppelnamen → Fehlzuordnungen
 - Einigung auf Zuordnung mittels Koordinaten
 - Längengrad
 - Breitengrad

Darstellung Rohstofflandkarte – Datenaufbereitung

- Anteile verschiedener Sekundärrohstoffe

		Geographische Koordinaten		Gruppe Altfahrzeuge Gesamt Potential (AAG) 2013 - Beispiel g- Mengen in [t]											
				Seltene Erden			Edelmetalle		PGM		Sonstige			weitere Elemente	
Verwaltungs- einheit	Bundesland / Meldestelle	Lat	Lng	Ce AAG	Nd AAG	Y AAG	Au AAG	Ag AAG	Pt AAG	Pd AAG	WAAG	In AAG	Ga AAG	ElementA	ElementB
Staat	Österreich	48.2083	16.3731	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Bundesland	Burgenland	47.827301	16.5246393	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Bezirk	Eisenstadt Stadt mit Eisenstadt-Umgebung	47.827301	16.5246393	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Bezirk	Eisenstadt-Umgebung	47.827301	16.5246393	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

- Zuordnung der Elemente erfolgt nach Produktgruppen
- Jede Produktgruppe erhält eine eigene ID
 - Selbe ID für untersuchten Elemente
 - Erleichtert die Übersichtlichkeit und Weiterverwendbarkeit der Daten
- Unterteilung in
 - Seltene Erden
 - Edelmetalle
 - PGM
 - Sonstige
 - Weitere Elemente (temporär, da bei Kleingeräten mehrere Elemente untersucht werden)

Anwendungsbeispiel – Gruppe Altfahrzeuge (PKW)

