

Aufbereitung des Unterkorns aus Restabfall und dem Feinkorn einer Baumisch- und Gewerbeabfallentsorgungsanlage zur Gewinnung von mineralischen Sekundärrohstoffen

- Einleitung
- Gewinnung mineralischer Fraktionen aus Restabfall
- Gewinnung mineralischer Fraktionen aus dem Feinkorn von Gewerbe- und Bauabfallsortieranlagen
- Zusammenfassung



gefördert von der Metropolregion Nordwest

Projektpartner



**AbfallWirtschaftsGesellschaft mbH
(AWG)**

www.awg-bassum.de

Herr Sebastian Koch
Tel.: +49 (0) 4241 801-0
E-mail: info@awg-bassum.de



**Institut für Energie und
Kreislaufwirtschaft an der
Hochschule Bremen GmbH**

www.iekrw.de

Prof. Dr. Martin Wittmaier
Tel.: +49 (0) 421 5905-2326
Fax: +49 (0) 421 5905-2380
E-mail: wittmaier-office@hs-bremen.de



GIB Entsorgung Wesermarsch GmbH

www.gib-entsorgung.de

Herr Hans Conze-Wichmann
Tel.: +49 (0) 4401 98880
E-mail: info@gib-entsorgung.de



Abfall-Service Osterholz GmbH (ASO)

www.aso-ohz.de

Herr Christof von Schroetter
Tel.: +49 (0) 4791 9644-0
E-mail: info@aso-ohz.de



Nehlsen AG

www.nehlsen.com

Herr Lutz Siewek
Tel.: +49 (0) 421 84482 2000
E-mail: info@nehlsen.com

gefördert von der Metropolregion Nordwest



zur Inhaltsübersicht

32171-01: Abfallbilanz 2022

Art des Abfalls	Abfallaufkommen insgesamt	Davon Verbleib in Abfallentsorgungsanlagen mit						Verwertungsquote ¹	Recyclingquote ²	
		Beseitigungsverfahren				Verwertungsverfahren				
		Zusammen	Ablagerung	Themische Beseitigung	Behandlung zur Beseitigung	Zusammen	Energetische Verwertung			Stoffliche Verwertung
		1 000 t						%	%	
Siedlungsabfälle insgesamt	48 559	1 024	223	351	450	47 535	14 662	32 873	98	68
gefährliche Abfälle	698	18	0	13	5	680	29	651	97	93
nicht gefährliche Abfälle	47 861	1 006	223	337	446	46 855	14 633	32 222	98	67
davon										
Haushaltstypische Siedlungsabfälle	43 704	839	167	309	362	42 866	13 006	29 860	98	68
davon										
gefährliche Abfälle	620	11	-	9	3	608	1	607	98	98
nicht gefährliche Abfälle	43 085	827	167	301	359	42 257	13 005	29 252	98	68
davon										
Hausmüll, hausmüllähnliche Gewerbeabfälle gemeinsam über die öffentliche Müllabfuhr eingesammelt	14 144	606	1	279	327	13 537	10 835	2 702	96	19
Spermmüll	2 518	46	5	15	26	2 500	1 079	1 423	98	56
Abfälle aus der Biotonne							158	4 506	100	97
biologisch abbaubare Garten- und Parkabfälle							98	5 081	100	98
Andere getrennt gesammelte Fraktionen							836	16 147	99	94
Glas							2	2 613	100	100
Papier, Pappe, Kartonagen							67	6 471	100	99
gemischte Verpackungen / Wertstoffe							377	4 630	100	92
Elektroaltgeräte							-	729	100	100
Sonstiges (Verbunde, Metalle, Textilien u. a.)							390	1 703	92	75
Sonstige Siedlungsabfälle							1 657	3 013	96	62
davon										
gefährliche Abfälle							28	44	91	55
nicht gefährliche Abfälle							1 628	2 969	96	62
davon										
Hausmüllähnliche Gewerbeabfälle, getrennt							1 405	1 049	98	42
Straßenkehricht / nicht biologisch abbaubare							77	637	89	79
Biologisch abbaubare Küchen- und Kantinenabfälle							134	1 078	100	89
Marktabfälle							10	79	99	88
Leuchtstoffröhren und andere quecksilberhaltige Abfälle							0	7	99	99
Andere getrennt gesammelte Fraktionen							31	163	86	72
Abfälle aus Gewinnung und Behandlung von Bodenschätzen	28 620	28 444	28 377	0	66	176	1	175	1	1
gefährliche Abfälle	49	46	1	0	45	3	-	3	6	6
nicht gefährliche Abfälle	28 571	28 398	28 376	0	21	173	1	172	1	1
davon										
gefährliche Abfälle	28 571	28 398	28 376	0	21	173	1	172	1	1
nicht gefährliche Abfälle	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
nicht gefährliche Abfälle	342 004	27 500	21 516	2 519	1 370	329 865	1 370	101 505	82	28 571
Bau- und Abbruchabfälle										216 217
gefährliche Abfälle										8 246
nicht gefährliche Abfälle										207 970
davon										
gefährliche Abfälle	40 603	10 849	9 116	1 228	505	29 754	10 560	19 194	73	47
nicht gefährliche Abfälle	342 007	66 404	60 011	2 519	3 874	275 603	27 420	248 183	81	73
Zusammen (Nettoaufkommen)										
gefährliche Abfälle	17 003	6 258	3 860	945	1 453	10 745	1 227	9 518	63	56
nicht gefährliche Abfälle	325 004	60 146	56 151	1 574	2 421	264 858	26 192	238 666	81	73
Abfälle aus Abfallbehandlungsanlagen (Sekundärabfälle) ³	57 079	6 134	5 138	285	710	50 945	19 153	31 792	89	56
gefährliche Abfälle	7 358	1 785	1 240	191	354	5 573	1 664	3 909	76	53
nicht gefährliche Abfälle	49 721	4 349	3 898	94	357	45 372	17 489	27 883	91	56
Abfallaufkommen insgesamt	399 086	72 538	65 149	2 805	4 584	326 548	46 573	279 975	82	70
gefährliche Abfälle	24 361	8 043	5 100	1 137	1 807	16 318	2 891	13 427	67	55
nicht gefährliche Abfälle	374 725	64 495	60 049	1 668	2 778	310 230	43 681	266 549	83	71

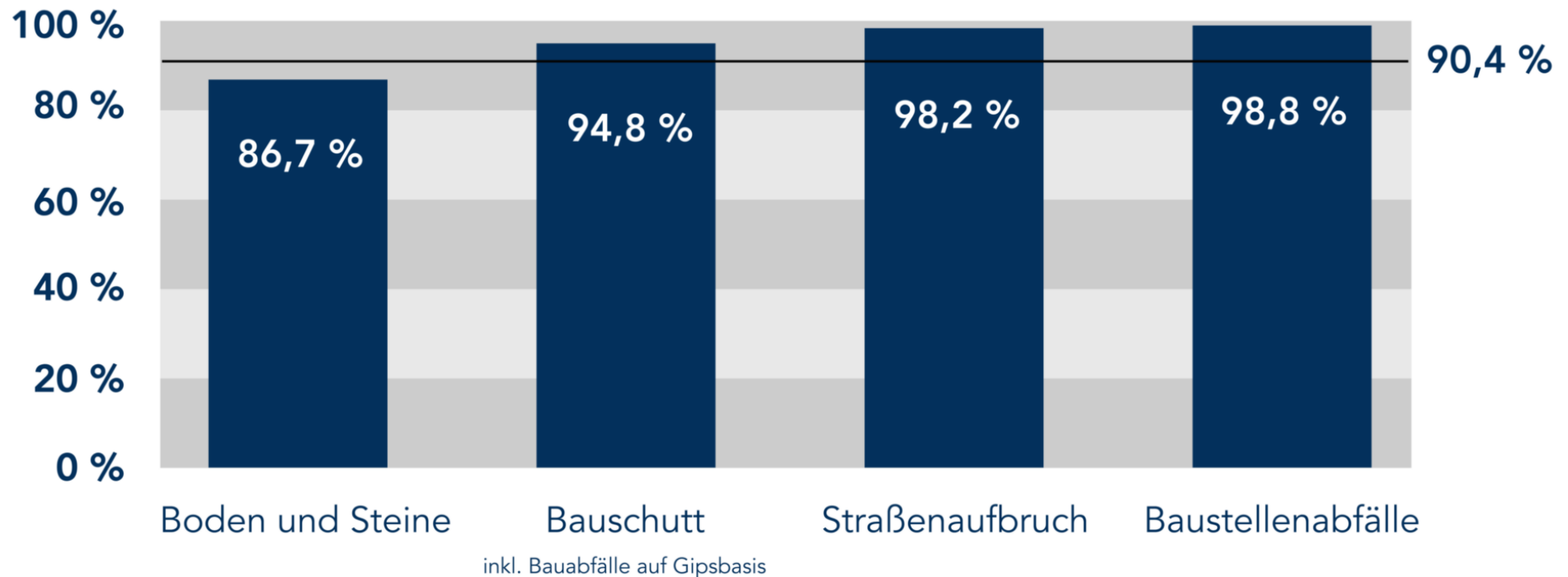


nicht gefährliche Abfälle	28 571
Bau- und Abbruchabfälle	216 217
gefährliche Abfälle	8 246
nicht gefährliche Abfälle	207 970

¹ Anteil des Inputs aller mit einem Verwertungsverfahren eingestufteten Behandlungsanlagen am Abfallaufkommen insgesamt.
² Anteil des Inputs aller mit dem Verfahren "Stoffliche Verwertung" eingestufteten Behandlungsanlagen am Abfallaufkommen insgesamt.
³ Ohne Abfälle aus Abwasserbehandlungsanlagen (EAV 1908), Abfälle aus der Zubereitung von Wasser für den menschlichen Gebrauch oder industriellem Brauchwasser (EAV 1909), Abfälle aus der Sanierung von Böden und Grundwasser (EAV 1913) und Sekundärabfälle, die als Rohstoffe / Produkte aus dem Entsorgungsprozess herausgehen.

Verwertungsquoten mineralischer Bauabfälle 2022

Durchschnitt über
alle Fraktionen: 90,4 %



Quelle: Initiative der Baustoffindustrie, der Bauwirtschaft sowie der Entsorgungswirtschaft (2024): Mineralische Bauabfälle, Monitoring 2022, Bericht zum Aufkommen und zum Verbleib mineralischer Bauabfälle im Jahr 2022. https://cdn.prod.website-files.com/664355396b105bd9a4e9cadb/6751c8aa10492c7b73491e18_Bericht-14min.pdf, letzter Aufruf am 14.12.2024

Direkte Rohstoffflüsse durch die deutsche Wirtschaft nach Rohstoffgruppen, 2022. Einheit: in 1000 t

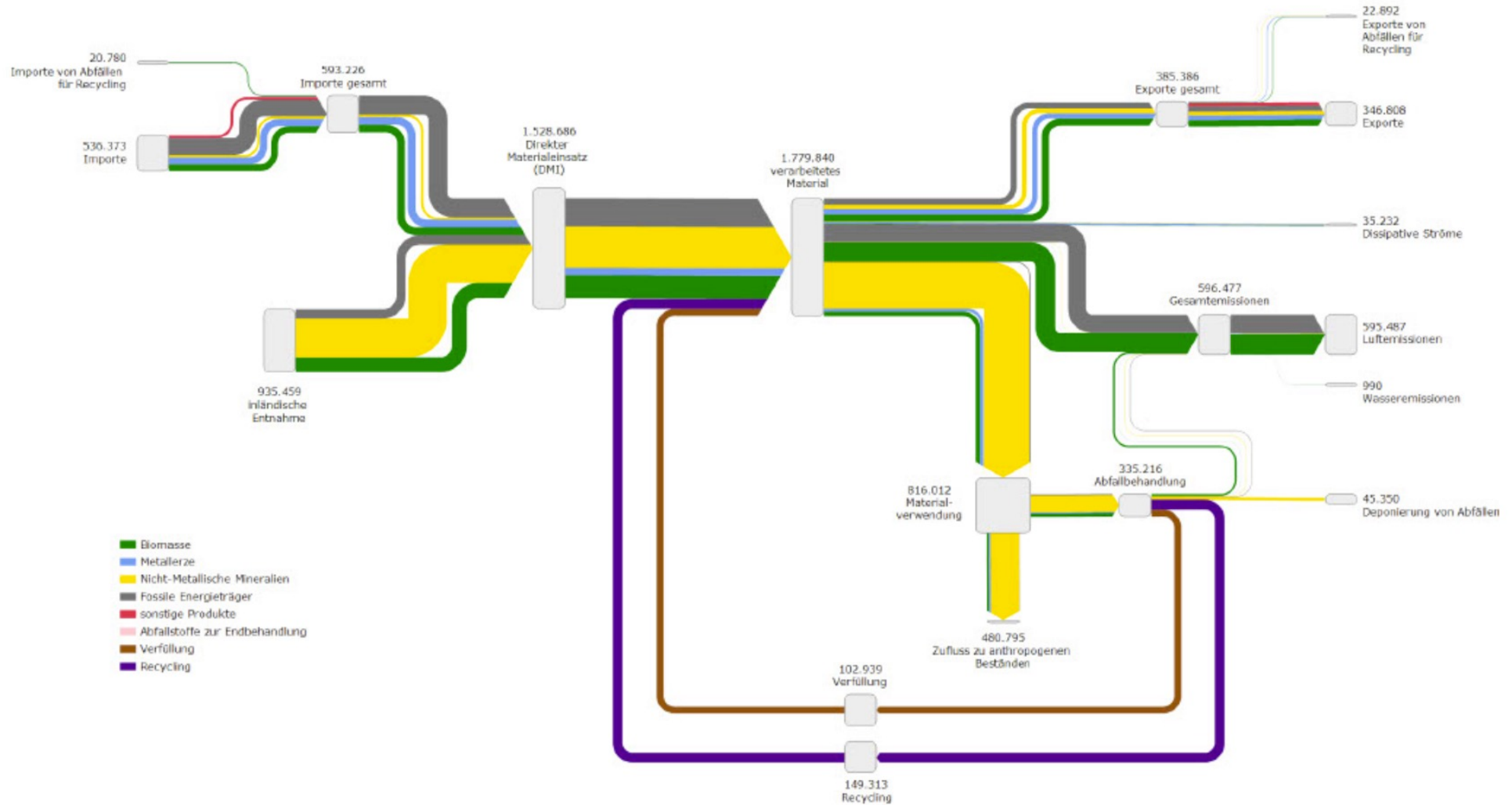
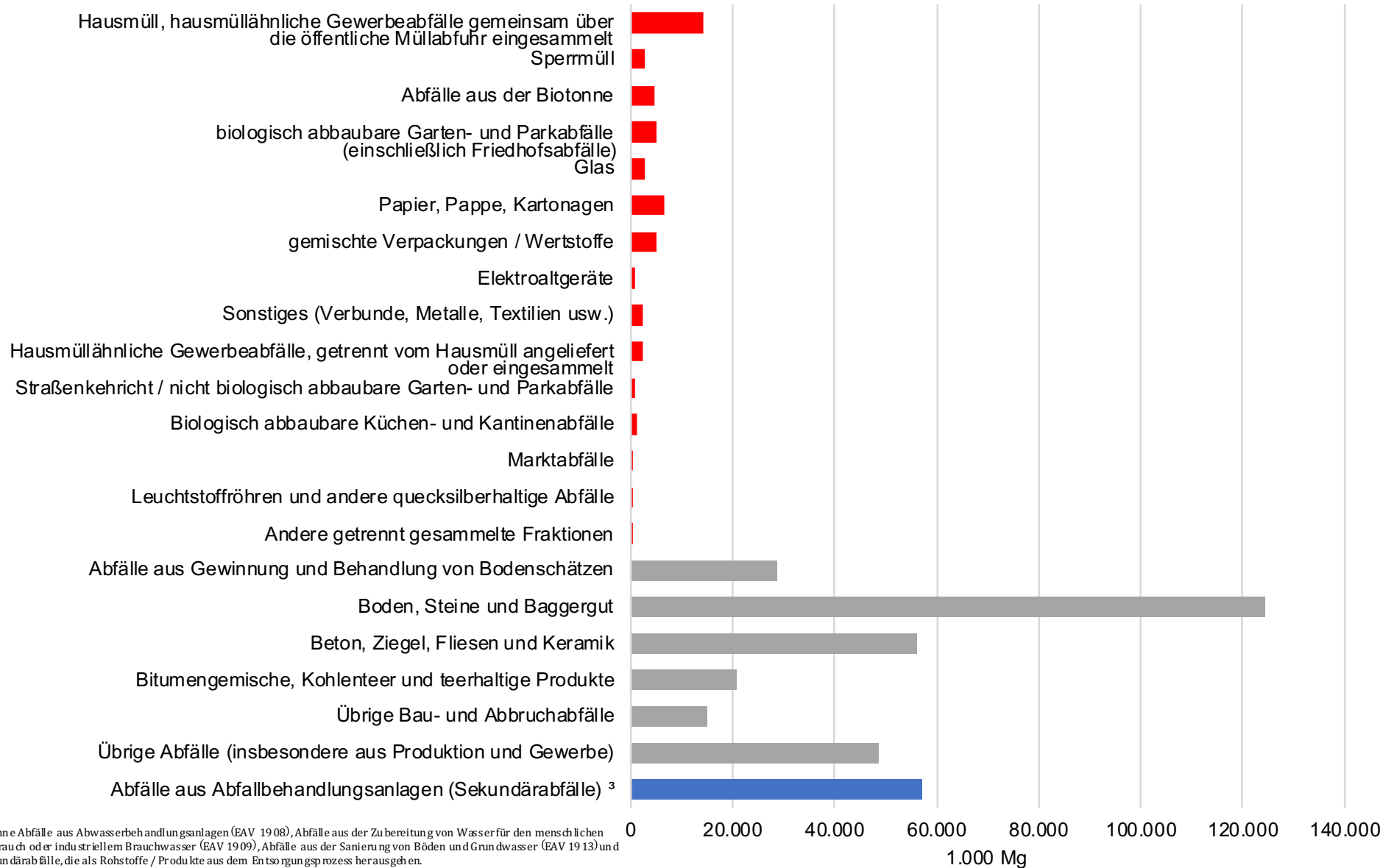


Abbildung 1¹⁴ Direkte Rohstoffflüsse durch die deutsche Wirtschaft nach Rohstoffgruppen, 2022, Quelle: UBA-Ressourcenbericht 2026 in Vorbereitung¹⁵

Quelle: <https://www.kreislaufwirtschaft-deutschland.de>

Abfallaufkommen 2022 in Deutschland nach Art des Abfalls in Mg



³ Ohne Abfälle aus Abwasserbehandlungsanlagen (EAV 19 08), Abfälle aus der Zubereitung von Wasser für den menschlichen Gebrauch oder industriellem Brauchwasser (EAV 19 09), Abfälle aus der Sanierung von Böden und Grundwasser (EAV 19 13) und Sekundärabfälle, die als Rohstoffe / Produkte aus dem Entsorgungsprozess herausgehen.

Gesamtmenge an Hausmüll, die in der Metropolregion in den Jahren 2020 und 2021 im Mittel erfasst wurden.

Entsorgungsgebiet	Hausmüll
	[Mg]
Landkreis Ammerland	20.516
Landkreis Cloppenburg	24.201
Landkreis Cuxhaven	33.567
Landkreis Diepholz	31.958
Landkreis Friesland	22.198
Landkreis Oldenburg	20.204
Landkreis Osnabrück	45.523
Landkreis Osterholz	17.699
Landkreis Vechta	21.158
Landkreis Verden	20.873
Landkreis Wesermarsch	7.271
Stadt Delmenhorst	16.944
Stadt Oldenburg	18.945
Stadt Wilhelmshaven	17.231
Hansestadt Bremen *)	94.285
Stadt Bremerhaven *)	33.055
Gesamtaufkommen Metropolregion	445.628

*) = Mittelwerte der Entsorgungsmengen von 2020 und 2021

Ergebnisse zu den Gesamtmengen an gemischten hausmüllähnlichen Gewerbeabfällen für die Metropolregion; Basis Land Niedersachsen 2020

Entsorgungsgebiet	Spermmüll 200307	Hausmüllähnli. Gewerbeabfall 200301	gem. Verpackungen 150106	Baumischabfall 170904
	[Mg]	[Mg]	[Mg]	[Mg]
Landkreis Ammerland	3.392	2.595		
Landkreis Cloppenburg	4.929	2.797		
Landkreis Cuxhaven	9.207	598		581
Landkreis Diepholz	6.866	17.760		
Landkreis Friesland	4.258	k.A.		
Landkreis Oldenburg	5.038	363		
Landkreis Osnabrück	13.252	k.A.		3.621
Landkreis Osterholz	5.291	7.929		
Landkreis Vechta	1.798	10.263		
Landkreis Verden	4.008	1.018		
Landkreis Wesermarsch	2.151	2.071		
Stadt Delmenhorst	1.517	105		
Stadt Oldenburg	6.740	695		
Stadt Wilhelmshaven	3.967	4.521		
Hansestadt Bremen *)	7.673	26.018	17.416	2.706
Stadt Bremerhaven *)	3.496	13.225	3.496	22.500
Zwischensumme Metropolregion	83.583	89.958	53.190	55.000
Gesamtaufkommen Metropolregion	281.731			

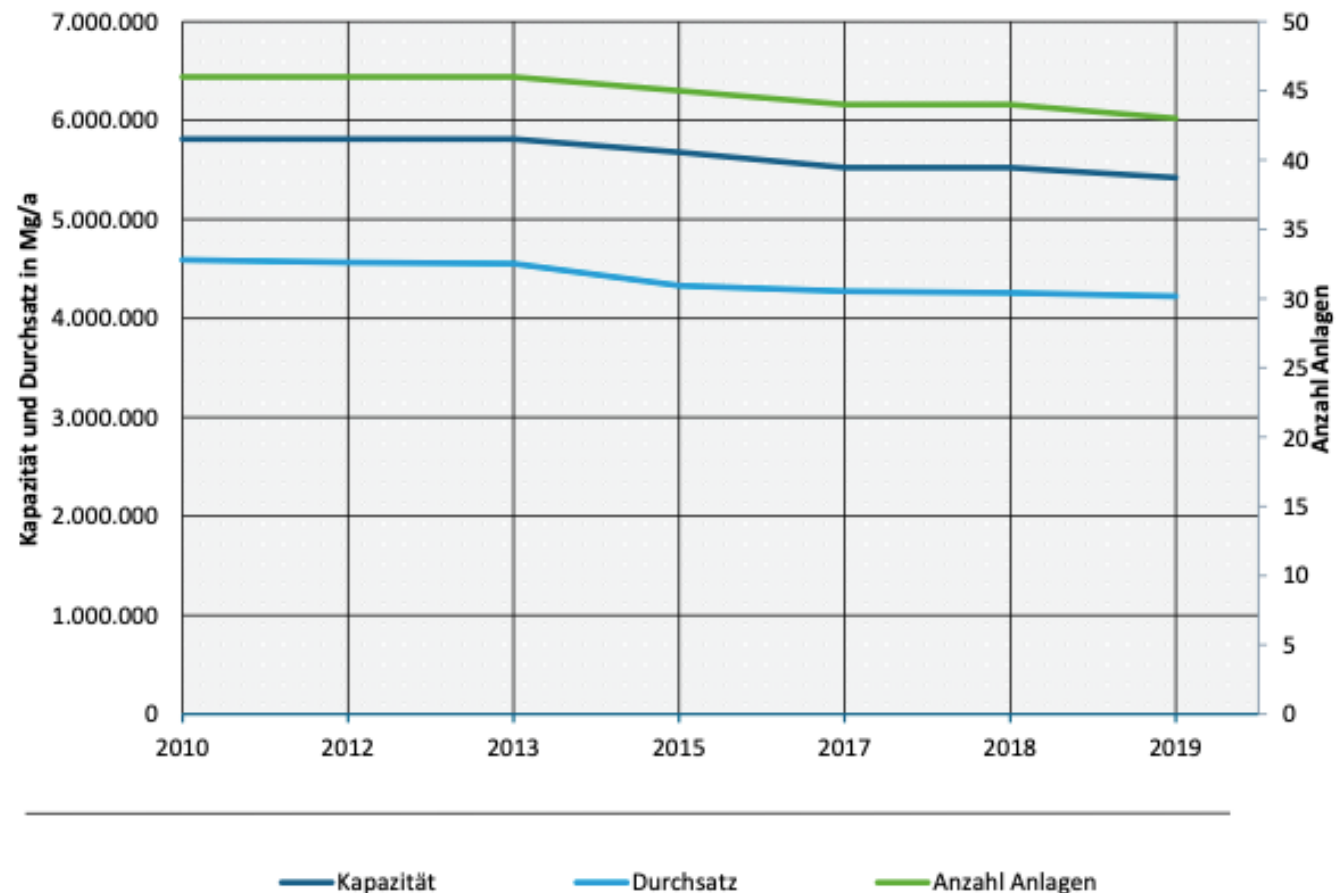
*) = Mittelwerte der Entsorgungsmengen von 2020 und 2021; bei Baumischabfälle Mittelwert von 2017 und 2018 (vor Inkrafttreten der GewerbeabfallVO)

k.A. = keine Angaben oder genau Null

3 Entwicklung der Durchsatzmengen und Anlagenauslastung

Durch die Außerbetriebnahme der MBS Aßlar (01/2014) und der MBA Vorketzin (12/2015) hat sich die Durchsatzleistung der weiterhin betriebenen Anlagen von 5,8 auf 5,5 Mio. Mg/a, der Durchsatz von 4,6 Mio. Mg/a auf 4,2 Mio. Mg/a reduziert. In 2018 hat es keine weiteren Veränderungen im Anlagenbestand gegeben (Abbildung 15).

Abbildung 15: Entwicklung Anzahl, Kapazität und Durchsatz in den MBA-Anlagen (inkl. Anlagen nach Umstellung)



Quelle: UBA-Text156/2023
Weiterentwicklung der mechanisch-biologischen Abfallbehandlung (MBA) mit den Zielen der Optimierung der Ressourceneffizienz und Minimierung von Treibhausgasemissionen



Restabfall, Fraktion 0 – 40 mm, aus einer mechanisch-biologischen Restabfall-behandlungsanlage



Feinkorn, Fraktion 0 – 12 mm, aus einer Baumisch- und Gewerbeabfallsortieranlage

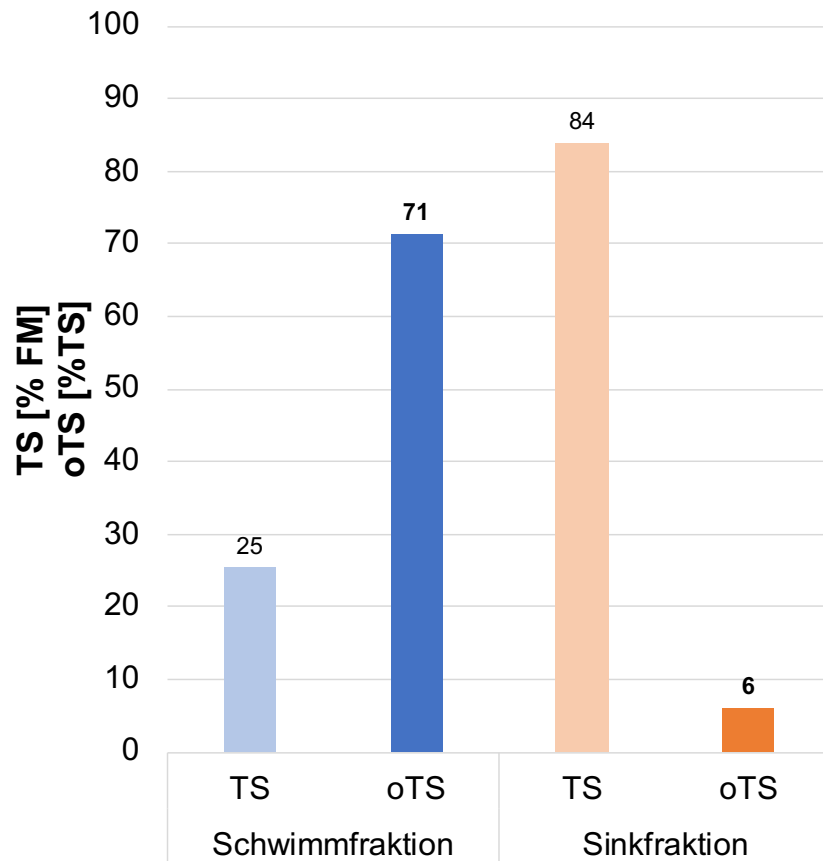


Schwimmschicht

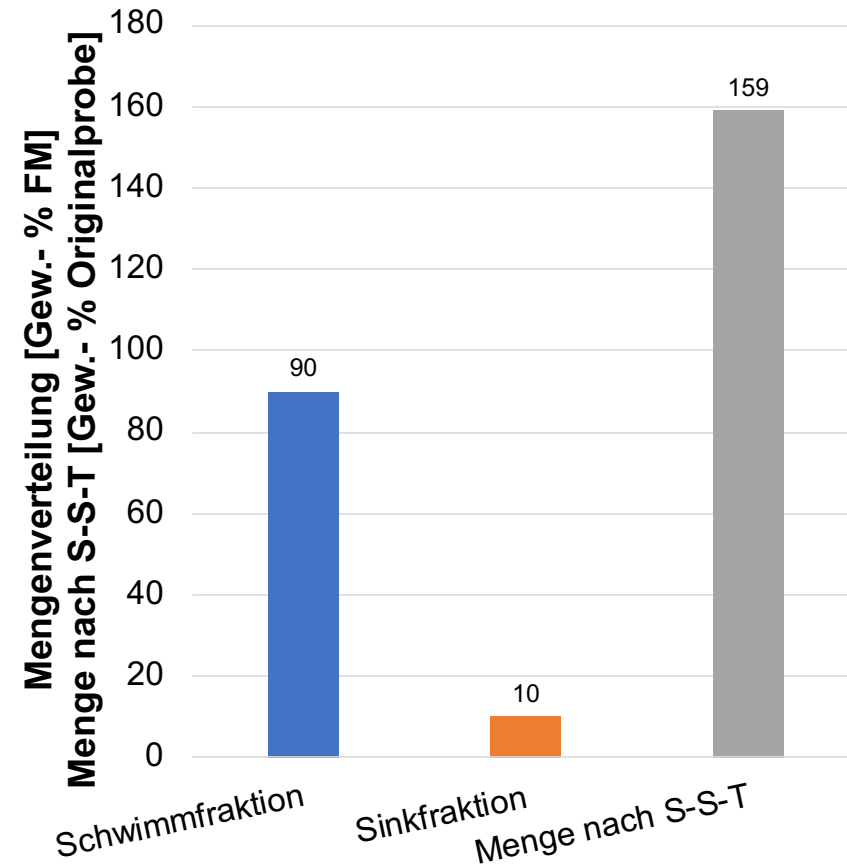


Sinkschicht

Trocken-mechanisch im Drehtrommelreaktor mit Mahlkörpern behandelte Restabfallfraktion 0 – 40 mm und anschließende Schwimm-Sink-Trennung (li. Schwimmfraktion, re. Sinkfraktion).



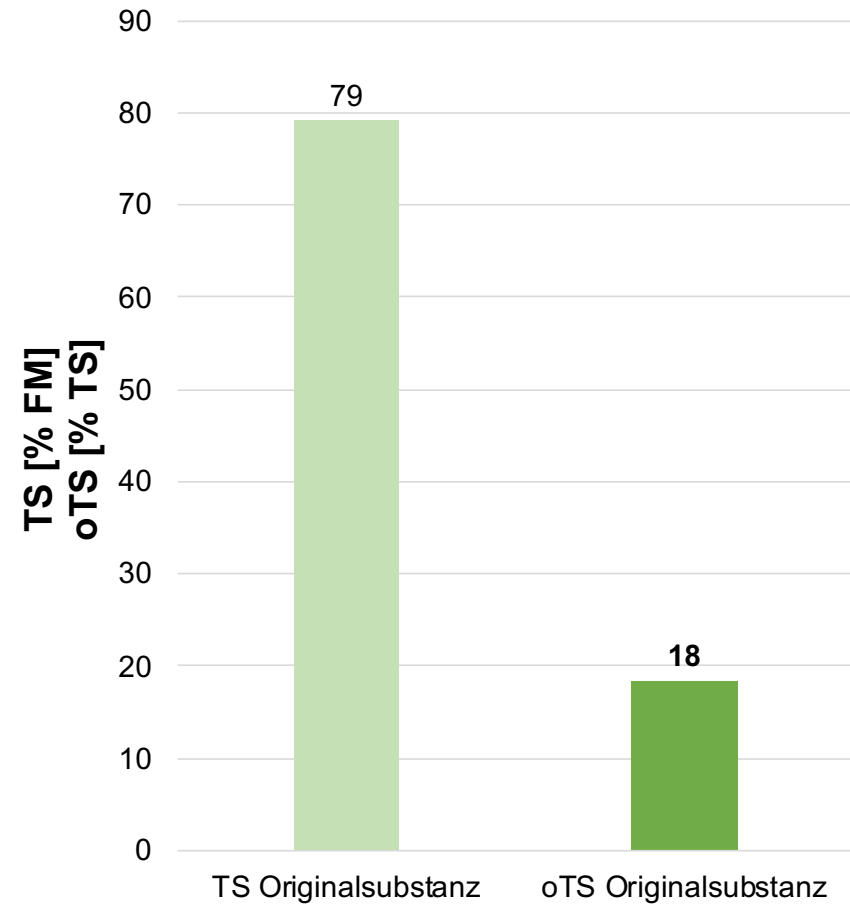
Trockensubstanzgehalt (TS) und organischer Trockensubstanzgehalt (oTS) in der Schwimm- und Sinkfraktion



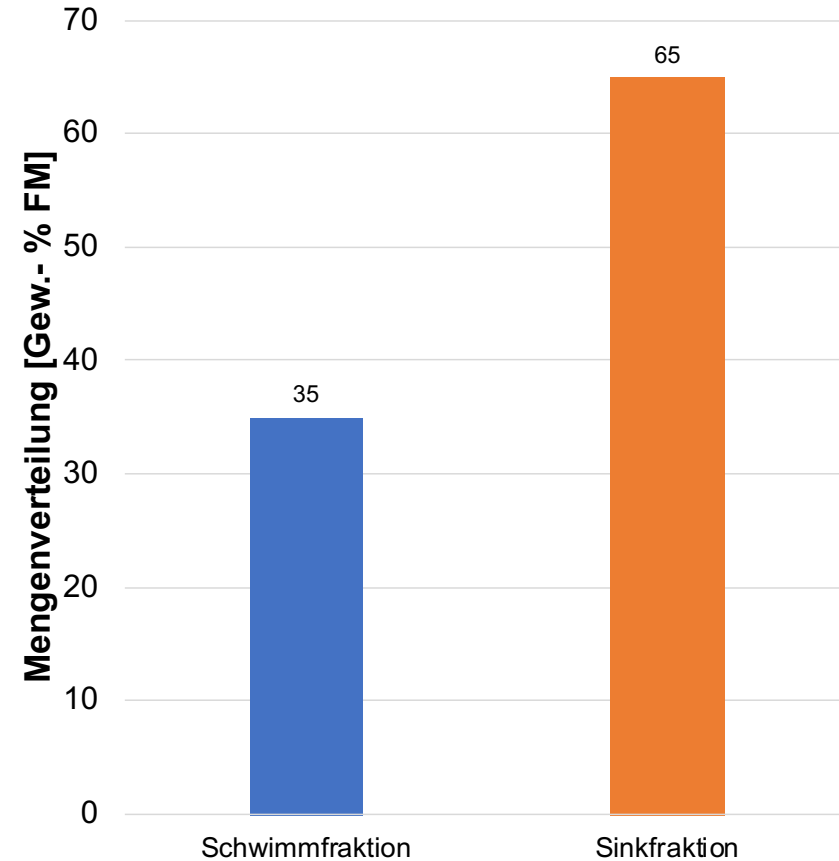
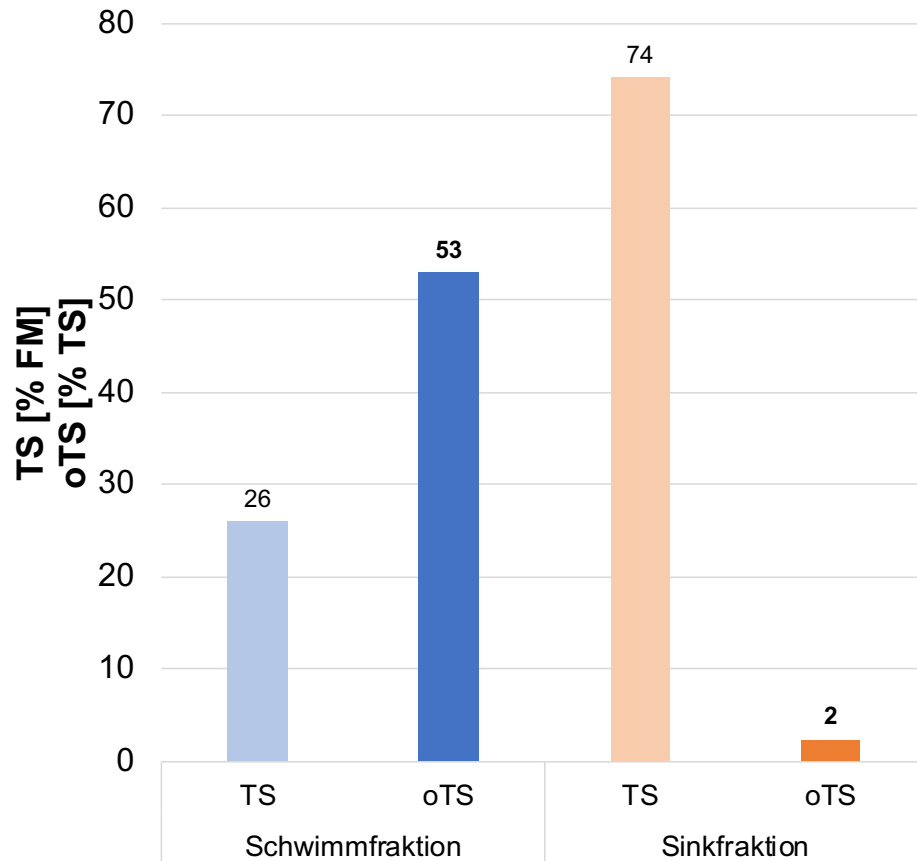
Mengenverteilung nach Aufbereitung



Feinkorn (0 – 12 mm) aus einer Sortieranlage für Baumisch- und Gewerbeabfälle

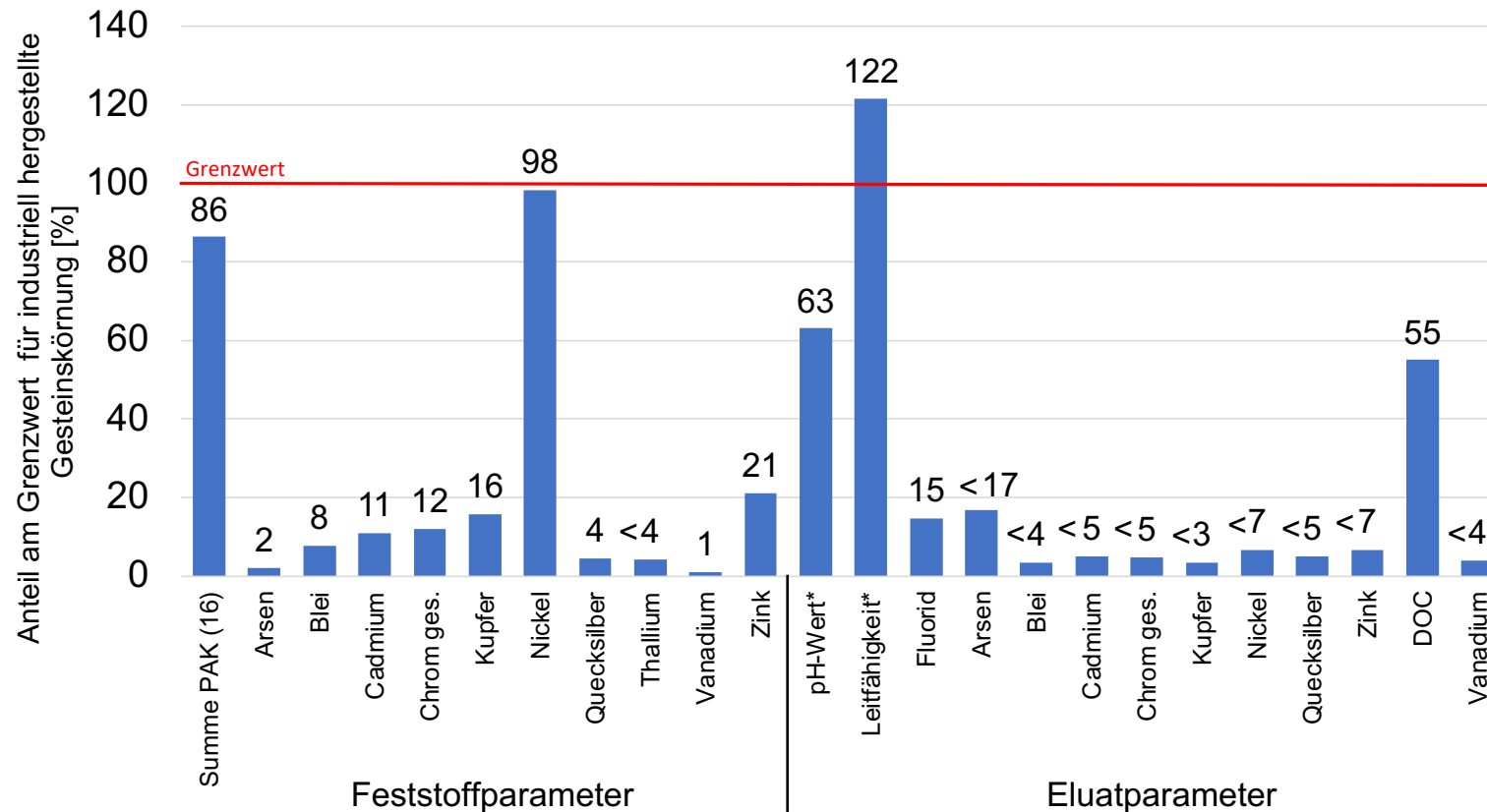


Trockensubstanz (TS) und organische Trockensubstanz (oTS) des Feinkorns (Originalprobe)



Trockensubstanzgehalt (TS) und organischer Trockensubstanzgehalt (oTS) in der Schwimm- und Sinkfraktion nach nass-mechanischer Aufbereitung (0 – 2 mm)

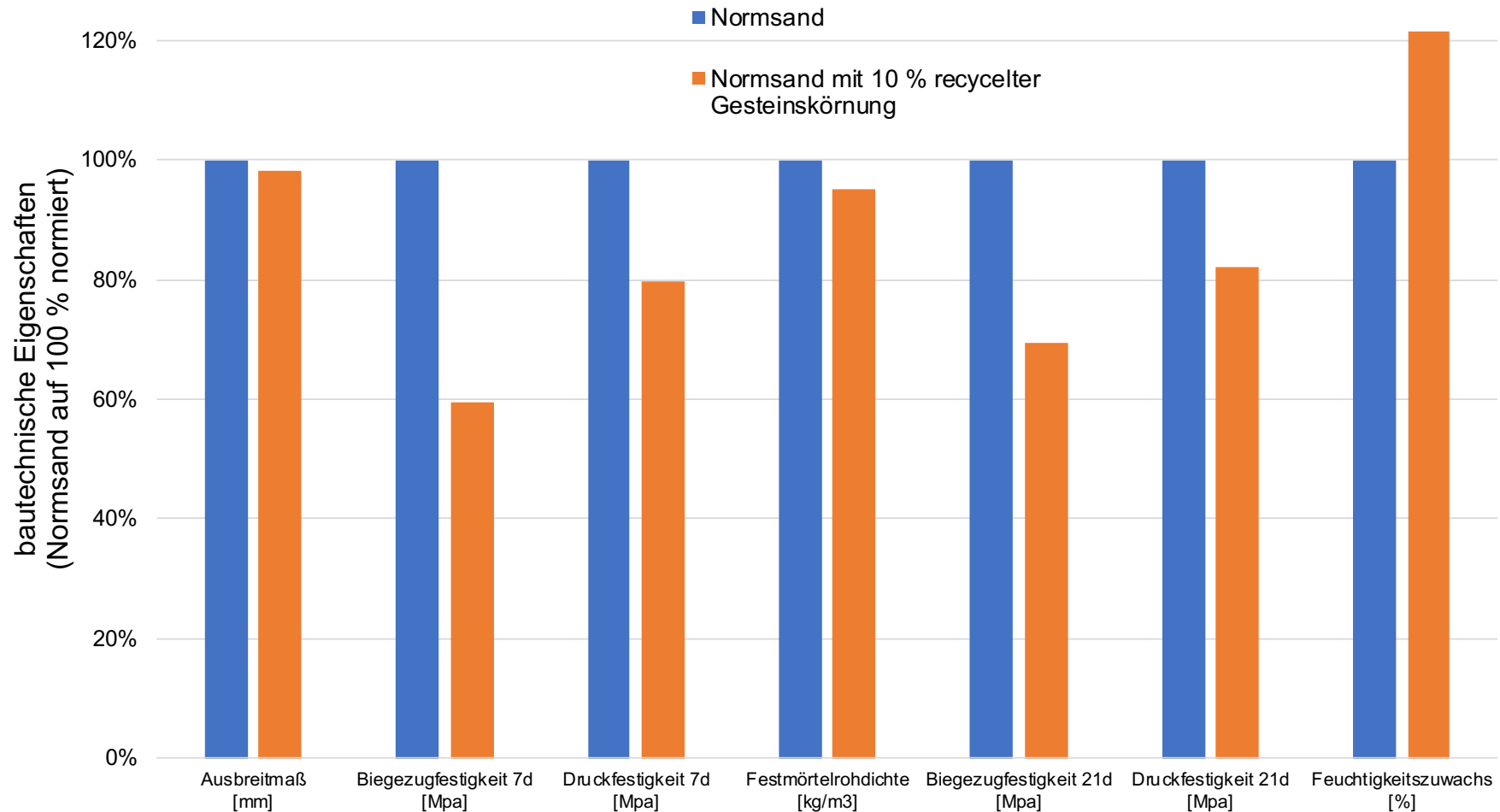
Mengenverteilung nach Schwimm-Sink-Trennung (0 – 2 mm)



* Die Angaben zu pH-Wert und Leitfähigkeit sind Orientierungswerte. Bei Abweichungen vom stoffspezifischen Orientierungswert ist die Ursache zu prüfen.

Vergleich der Stoffkonzentrationen in der nass-mechanisch aufbereiteten Fraktion 0 – 2 mm (Sinkfraktion, mineralisch) mit den Grenzwerten für industriell hergestellten Gesteinskörnungen aus mineralischen Abfällen

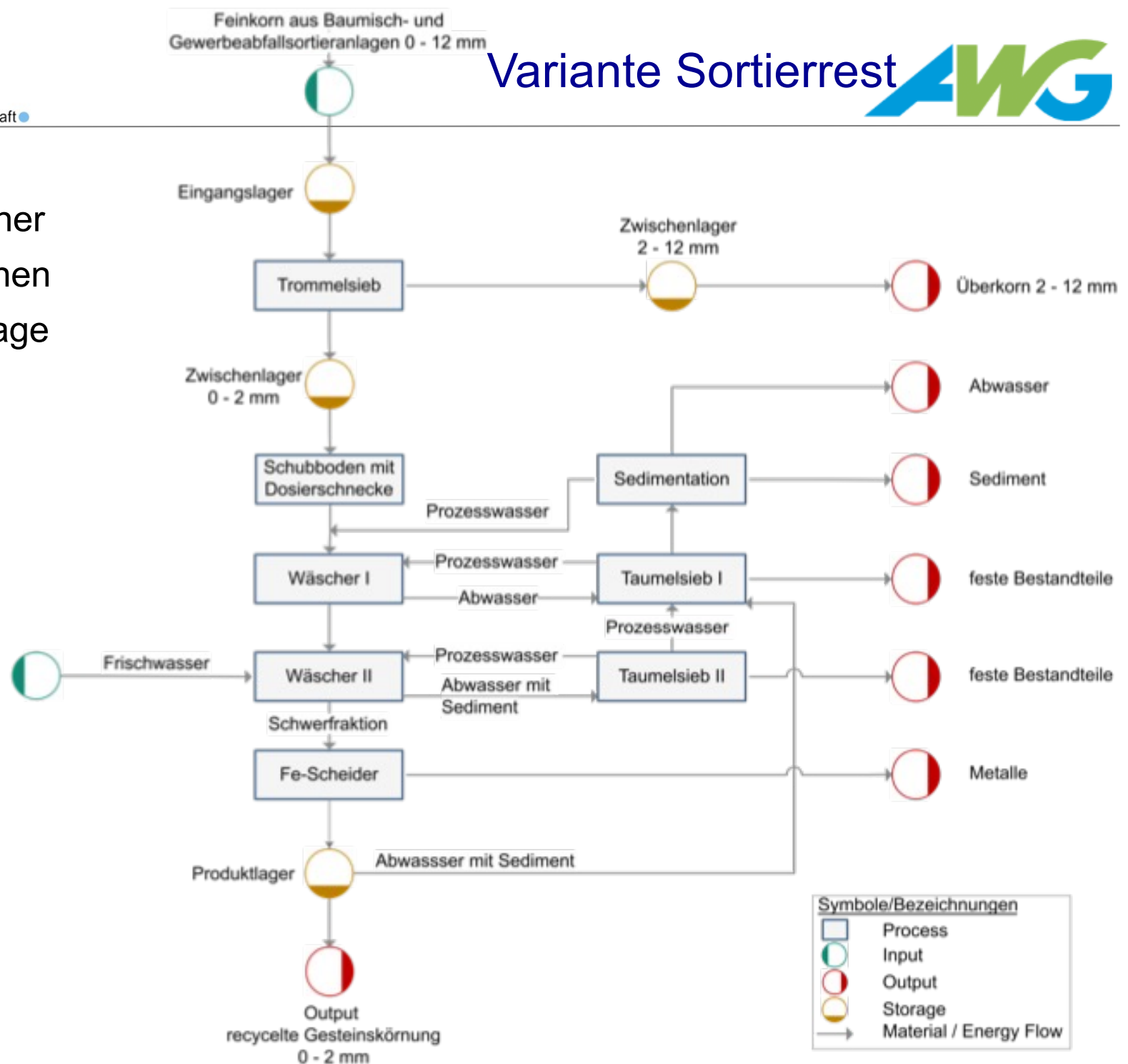
Grenzwerte gemäß: Deutsches Institut für Bautechnik - DiBT (2023): Muster-Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen 2023/1 (MVV TB 2023/1). https://www.dibt.de/fileadmin/dibt-website/Dokumente/Referat/P5/Technische_Bestimmungen/MVV_TB_2023-1.pdf



Vergleich der Ergebnisse der Mörtelprüfung von Normsand und Normsand mit 10 % nass-mechanisch aufbereiteter Fraktion (recycelte Gesteinskörnung) aus dem Feinkorn (0 - 2 mm) einer Baumisch- und Gewerbeabfallsortieranlage

Input Aufbereitungsanlage		
Kennwerte	Einheit	
Betriebstage/a	[d]	250
Input		Feinkorn (0 - 12 mm) aus Sortieranlagen für Baustellen- und Gewerbeabfall
Menge	[Mg/d]	70
Menge	[Mg/a]	30.000
Anteil 2 - 12 mm	[Mg/a]	11.310
Anteil 0 - 2 mm	[Mg/a]	17.400
Annahmepreis (0 - 12 mm)	[€/Mg]	55,00 €
Annahmepreis (0 - 12 mm)	[€/a]	1.650.000,00 €
Verkaufspreis Produkt	[€/Mg]	5,00 €
Verkaufspreis Produkt	[€/a]	87.000,00 €

Grundfließbild einer
nass-mechanischen
Behandlungsanlage
für Feinkorn aus
Baumisch- und
Gewerbeabfall-
sortieranlagen.



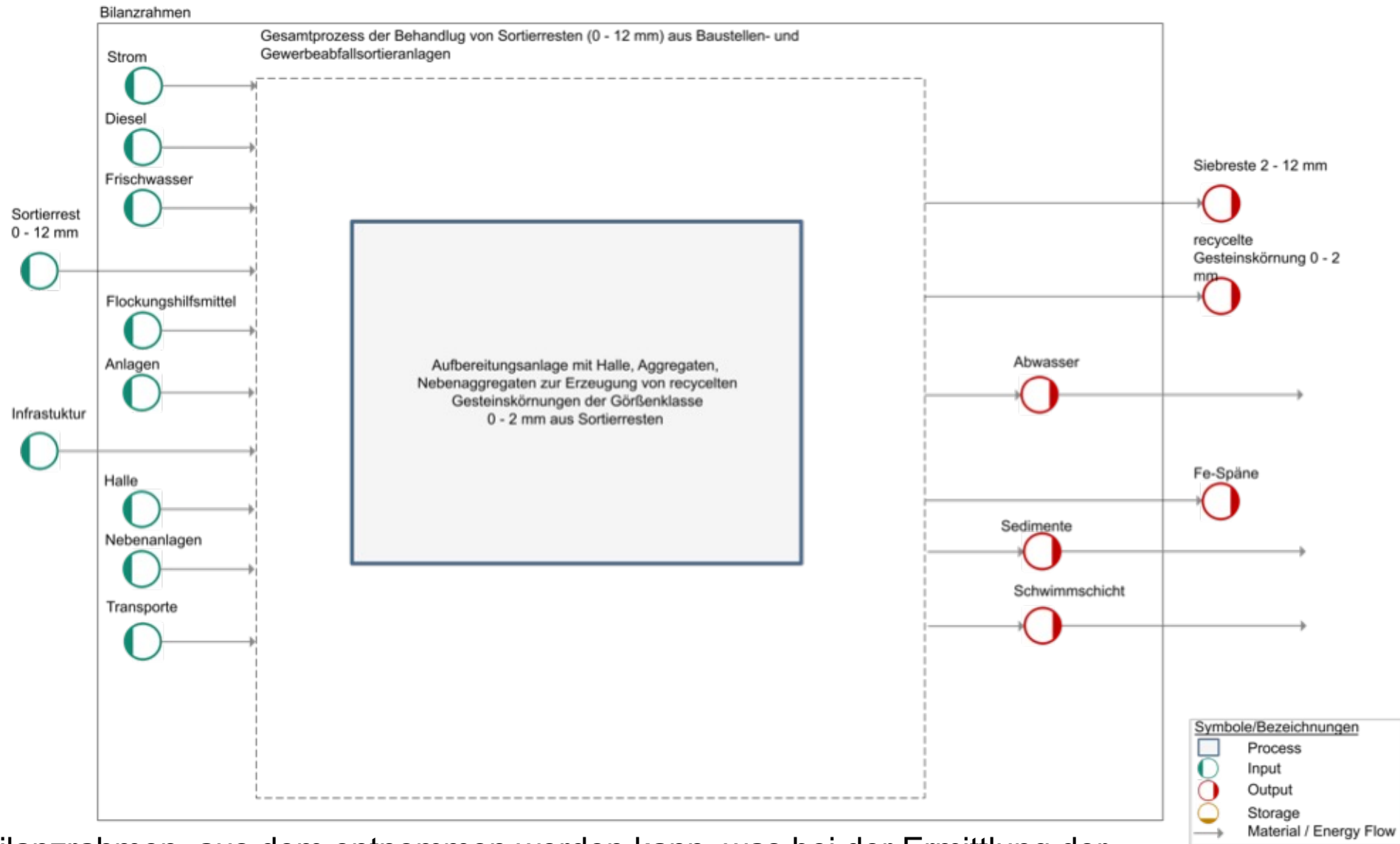
Gewinn- und Verlustrechnung: 30.000 Mg/a, 2,6 Mio. Invest, 320 T€ Reinvest, Abschreibungszeitraum 10 Jahre, 55,- €/Mg

Planrechnung												
GEWINN- UND VERLUSTRECHNUNG												
Bezeichnung	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	Summe	
Erlöse aus Abfallannahme	1.650.000 €	1.699.500 €	1.750.485 €	1.803.000 €	1.857.090 €	1.912.802 €	1.970.186 €	2.029.292 €	2.090.171 €	2.152.876 €	18.915.401 €	
Erlöse aus Verkauf recycelte Gesteinskörnung	87.000 €	89.610 €	92.298 €	95.067 €	97.919 €	100.857 €	103.883 €	106.999 €	110.209 €	113.515 €	997.358 €	
Gesamtleistung	- € 1.737.000 €	1.789.110 €	1.842.783 €	1.898.067 €	1.955.009 €	2.013.659 €	2.074.069 €	2.136.291 €	2.200.380 €	2.266.391 €	19.912.758 €	
Mat./Wareneinkauf	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	
Rohertrag	- € 1.737.000 €	1.789.110 €	1.842.783 €	1.898.067 €	1.955.009 €	2.013.659 €	2.074.069 €	2.136.291 €	2.200.380 €	2.266.391 €	19.912.758 €	
Sonst. betr. Erlöse	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	
Betrieblicher Rohertrag	- € 1.737.000 €	1.789.110 €	1.842.783 €	1.898.067 €	1.955.009 €	2.013.659 €	2.074.069 €	2.136.291 €	2.200.380 €	2.266.391 €	19.912.758 €	
Kostenarten												
Entsorgungskosten Fraktion 2 - 12 mm nach Absiebung	622.050 €	640.712 €	659.933 €	679.731 €	700.123 €	721.126 €	742.760 €	765.043 €	787.994 €	811.634 €	7.131.106 €	
Personal	280.260 €	288.668 €	297.328 €	306.248 €	315.435 €	324.898 €	334.645 €	344.684 €	355.025 €	365.676 €	3.212.867 €	
Eigenverbrauch Wasser	20.000 €	20.600 €	21.218 €	21.855 €	22.510 €	23.185 €	23.881 €	24.597 €	25.335 €	26.095 €	229.278 €	
Eigenverbrauch Strom (25 Cent(kWh))	50.000 €	51.500 €	53.045 €	54.636 €	56.275 €	57.964 €	59.703 €	61.494 €	63.339 €	65.239 €	573.194 €	
Versicherung/Beiträge	25.000 €	25.750 €	26.523 €	27.318 €	28.138 €	28.982 €	29.851 €	30.747 €	31.669 €	32.619 €	286.597 €	
Radlader (60,- €/h, ohne Personal)	45.000 €	46.350 €	47.741 €	49.173 €	50.648 €	52.167 €	53.732 €	55.344 €	57.005 €	58.715 €	515.875 €	
Abschreibungen (an Tilgungsverpflichtungen angepasst)	256.400 €	256.400 €	256.400 €	256.400 €	256.400 €	320.400 €	320.400 €	320.400 €	320.400 €	320.400 €	2.884.000 €	
Reparatur/Instandhaltung (7 % vom Umsatz)	121.590 €	125.238 €	128.995 €	132.865 €	136.851 €	140.956 €	145.185 €	149.540 €	154.027 €	158.647 €	1.393.893 €	
Overhead (10 % vom Umsatz)	173.700 €	178.911 €	184.278 €	189.807 €	195.501 €	201.366 €	207.407 €	213.629 €	220.038 €	226.639 €	1.991.276 €	
Sonstige Kosten	100.000 €	103.000 €	106.090 €	109.273 €	112.551 €	115.927 €	119.405 €	122.987 €	126.677 €	130.477 €	1.146.388 €	
Gesamtkosten	- € 1.694.000 €	1.737.128 €	1.781.550 €	1.827.304 €	1.874.431 €	1.986.972 €	2.036.970 €	2.088.467 €	2.141.509 €	2.196.142 €	19.364.473 €	
Betriebsergebnis	- € 43.000 €	51.982 €	61.233 €	70.762 €	80.577 €	26.687 €	37.099 €	47.824 €	58.871 €	70.249 €	548.285 €	
Zinsen	73.074,00 €	65.382,00 €	57.690,00 €	49.998,00 €	42.306,00 €	38.454,00 €	33.642,00 €	24.030,00 €	14.418,00 €	4.806,00 €	403.800 €	
Neutraler Aufwand	73.074,00 €	65.382,00 €	57.690,00 €	49.998,00 €	42.306,00 €	38.454,00 €	33.642,00 €	24.030,00 €	14.418,00 €	4.806,00 €	403.800 €	
Zinserträge	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	
Sonstige neutrale Erträge	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	
Ergebnis vor Steuern	- € -30.074,00	-13.400,00	3.543,46	20.764,46	38.271,34	-11.767,34	3.457,26	23.794,24	44.452,96	65.443,09	144.485,47 €	
Umsatzkredite vor Steuern	-1,7%	-0,7%	0,2%	1,1%	2,0%	-0,6%	0,2%	1,1%	2,0%	2,9%	0,73%	
Steuern geschätzt (30 %)	- €				5.732 €			7.138 €	13.336 €	19.633 €	45.839 €	
Ergebnis nach Steuern	- € -30.074,00 €	-13.400,00 €	3.543,46 €	20.764,46 €	32.539,84 €	-11.767,34 €	3.457,26 €	16.655,96 €	31.117,07 €	45.810,16 €	98.647 €	
kumuliertes Ergebnis	-30.074,00 €	-43.474,00 €	-39.930,54 €	-19.166,08 €	13.373,76 €	1.606,42 €	5.063,68 €	21.719,64 €	52.836,72 €	98.646,88 €		

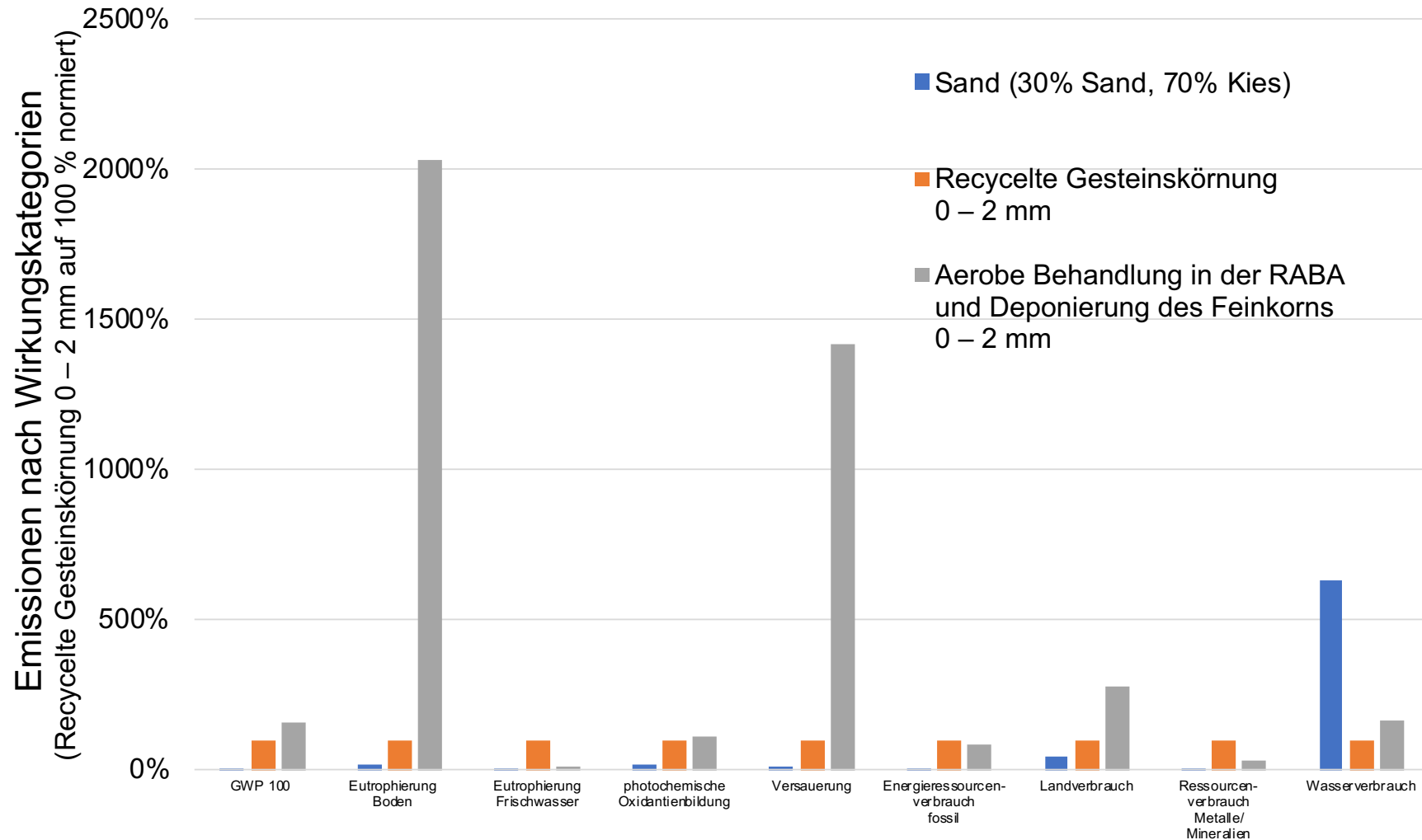
Anmerkungen:

1. Teuerungsrate

3%



Bilanzrahmen, aus dem entnommen werden kann, was bei der Ermittlung der Umweltwirkungen bei der Produktion der recycelten Gesteinskörnung berücksichtigt wurde. Alles was innerhalb des Bilanzrahmens dargestellt ist, wurde berücksichtigt.



Vergleich der Umweltwirkung nach unterschiedlichen Wirkungskategorien, die bei der Aufbereitung des Feinkorns, der Bereitstellung von Sand/Kies und der Deponierung der Fraktion 0 – 2 mm entstehen würden.

Zusammenfassung:

- Es wurden verschiedene trocken- und nass-mechanische Aufbereitungsverfahren zur Gewinnung mineralischer Fraktionen aus Restabfall und dem Feinkorn aus Baumisch- und Gewerbeabfallsortieranlagen untersucht.
- Aus dem Restabfall konnten mit vertretbarem Aufwand keine mineralischen Fraktionen gewonnen werden.
- Aus dem Feinkorn aus Baumisch- und Gewerbeabfallsortieranlagen konnten, bezogen auf die Gesamtmasse, ca. 35 Gew.-% verwertbare mineralische Fraktionen gewonnen werden. Dies erscheint aus
 - ökobilanzieller Sicht sinnvoll und
 - aus ökonomischer Sicht zumindest vorstellbar



**Danke für Ihre
Aufmerksamkeit**

Prof. Dr. Martin Wittmaier

Institut für Energie und Kreislaufwirtschaft
an der Hochschule Bremen GmbH
Neustadtswall 30
28199 Bremen

www.iekrw.de