

Energieerzeugung aus Abfällen

Stand und Potenziale in Deutschland bis 2030

Ergebnisse UBA-Sachverständigenvorhaben

HAMBURG T.R.E.N.D. 2020

4. und 5. Februar 2020 | Hamburg

Peter Quicker | Kathrin Weber | Sabine Flamme | Jörg Hanewinkel



Einführung

[Hintergrund und Herangehensweise]

Hintergrund

- Studie im Auftrag des Umweltbundesamtes
- Ermittlung der verfügbaren
 - Anlagenkapazitäten in Deutschland
 - Abfallmengen in Deutschland
 - Energiemengen aus Abfall
- Prognose bis 2030
- CO₂-Einsparungspotenzial durch die energetische Abfallverwertung

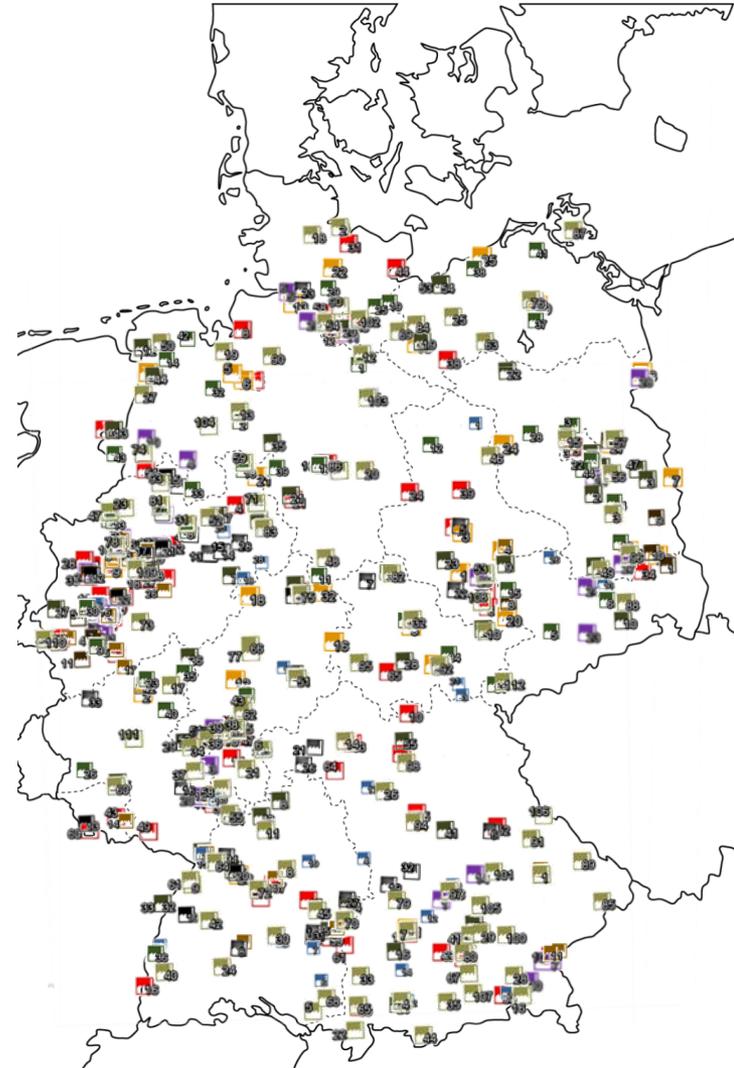


Herangehensweise

■ Betrachtete Behandlungsanlagen

- 66 MVA
- 32 EBS-Kraftwerke
- 31 SMVA
- 56 Biomasse-KW
- 25 KVA
- 34 Zementwerke
- 22 Kohlekraftwerke
- 29 Industriekraftwerke

- 44 MBA mit Vergärung
- 112 Bioabfall-BGA



Herangehensweise

■ Betrachtete Abfallarten

■ Siedlungsabfälle

- Hausmüll & Hausmüllähnliche Gewerbeabfälle
- Sperrmüll
- Abfälle aus der Biotonne
- Verpackungsabfälle [Verkaufsverpackungen]
- Marktabfälle
- Straßenkehricht, Park- und Gartenabfälle
- Sonstige

■ Abfälle aus der Abfallbehandlung

- Abfälle aus Abfallbehandlungsanlagen [MA, MBA]
- EBS | SBS
- Klärschlamm
- Shredderleichtfraktion
- Tierische Nebenprodukte
- Sonstige

■ Produktionsabfälle

- Holzabfälle [o. Verpack. | Sperr- | Hausmüll | Baubf.]
- Faserabfälle | Papierschlamm
- Verpackungsabfälle gewerblich
- Sonstige Prod.-/Gewerbeabfälle zur energ. Verw.
- Sonstige Kunststoffabfälle
- Küchen-/Kantinenabfälle
- Ölabbfälle (Altöl)

■ Bau- und Abbruchabfälle [brennbar]

■ Gefährliche Abfälle

■ Altreifen

■ Sonstige

■ Deponiegas

■ Gülle und Festmist





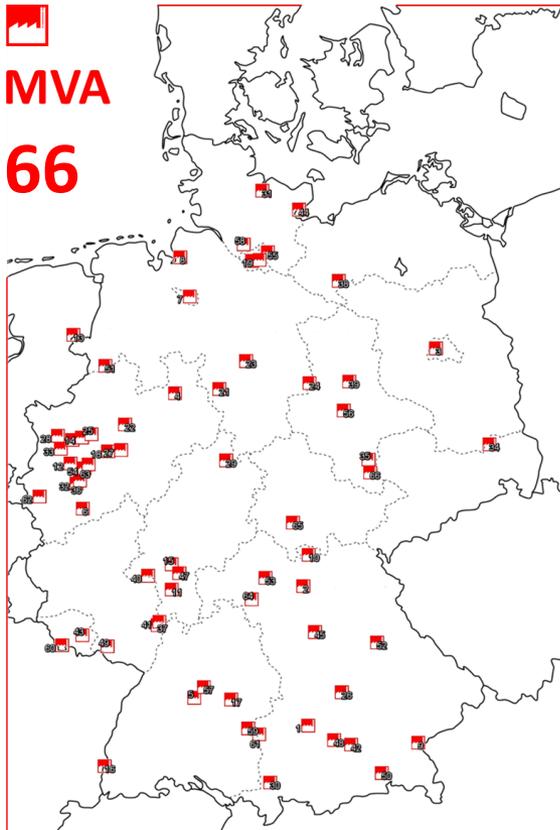
Status Quo: Anlagen
[Beispiel MVA]





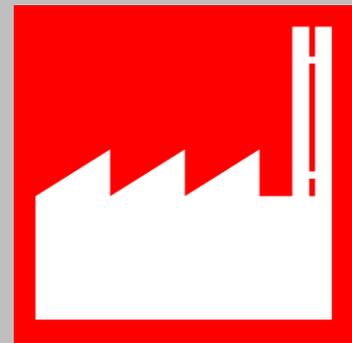
MVA

66



Status Quo

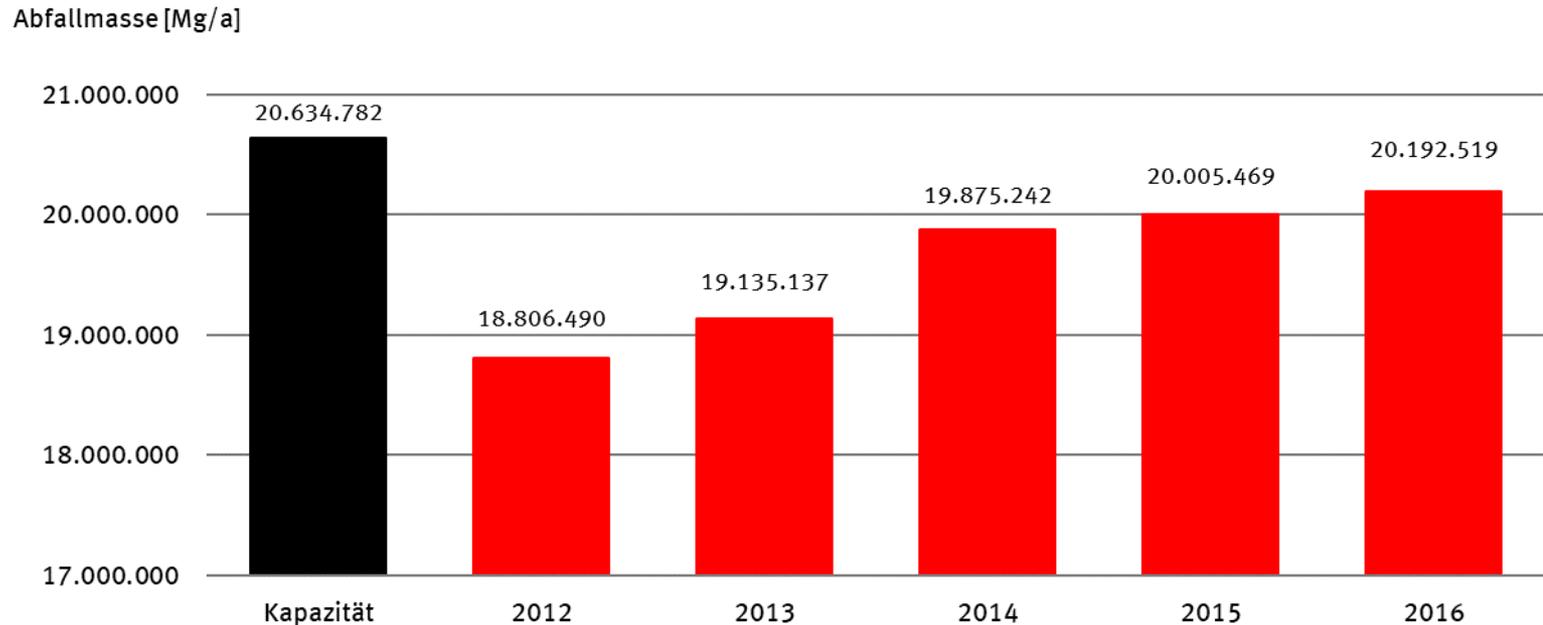
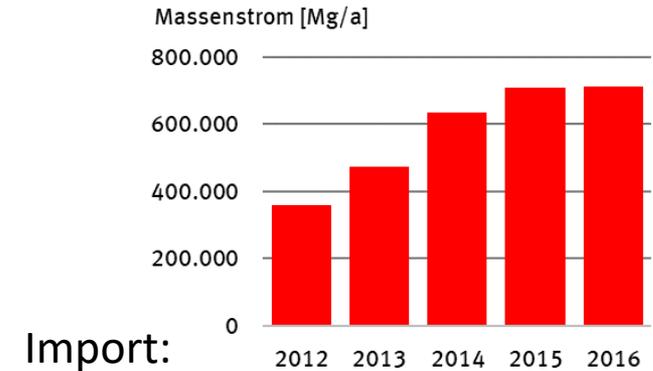
[MVA]



Status Quo: Anlagen, Mengen, Energie

Müllverbrennungsanlagen

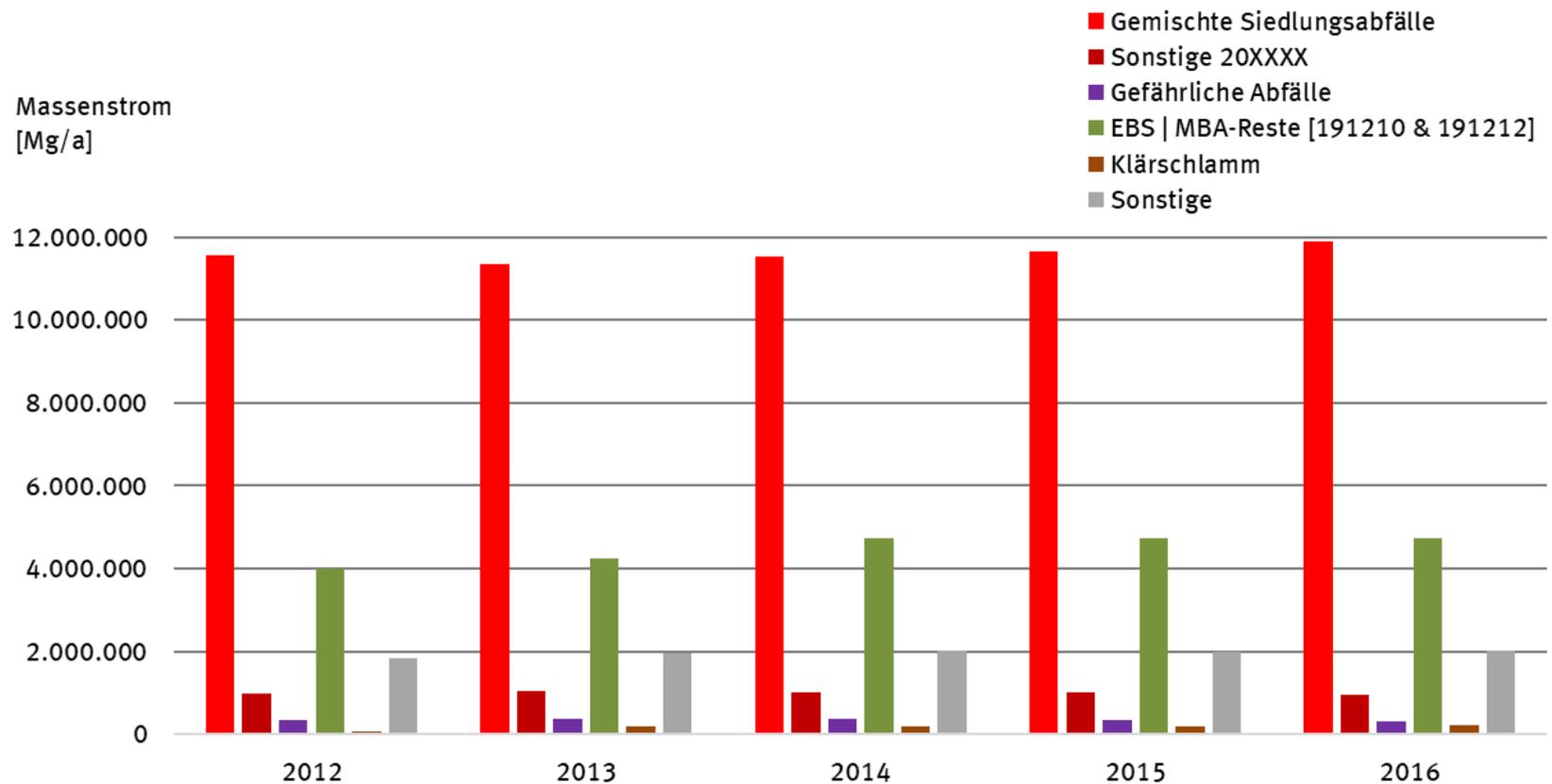
- Kapazität und Durchsatz (Hochrechnung)
→ 21 Anlagen über dem Limit (2016)



Status Quo: Anlagen, Mengen, Energie

Müllverbrennungsanlagen

■ Einsatzstoffe (Hochrechnung)



Status Quo: Anlagen, Mengen, Energie

Endenergieverbrauch

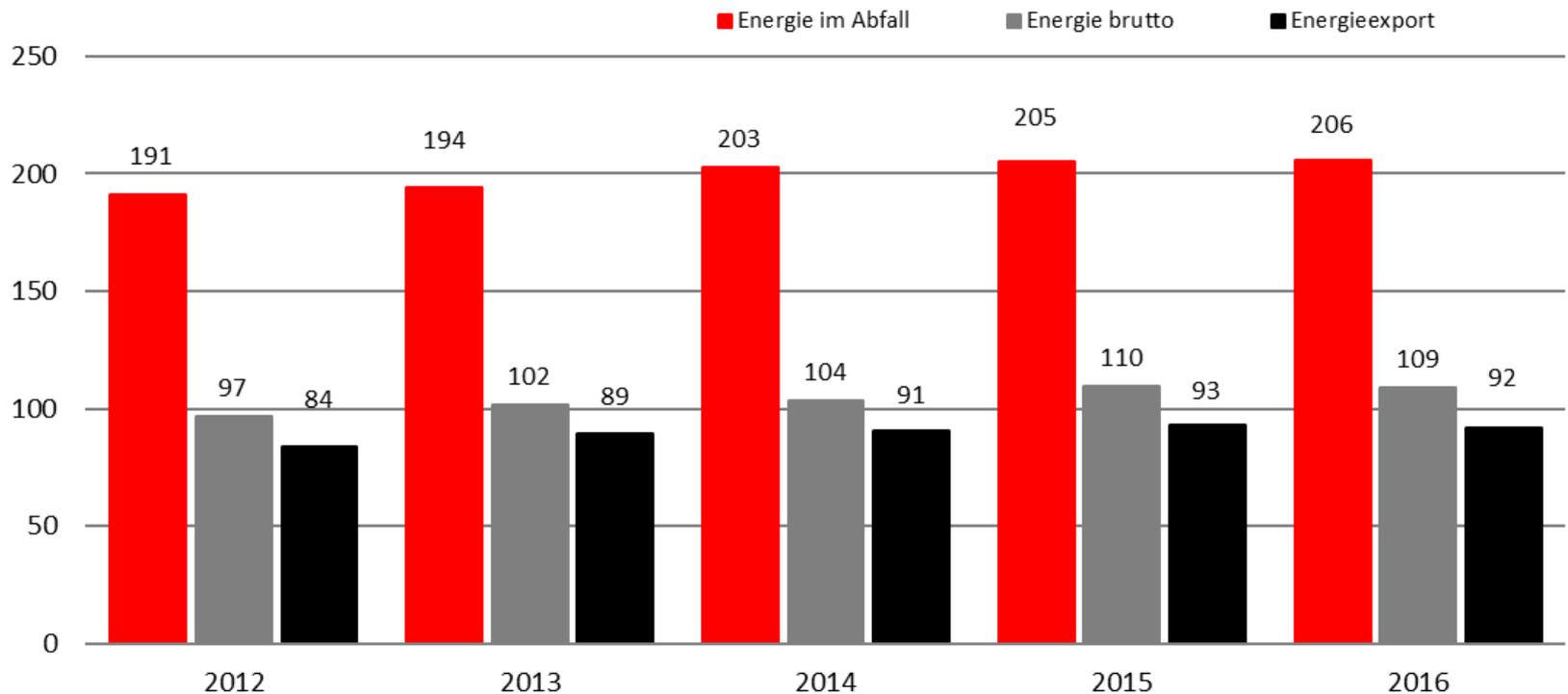
2015: 8877 PJ



Müllverbrennungsanlagen

- Erzeugte Energie (Hochrechnung)

Jährliche Energie [PJ/a]

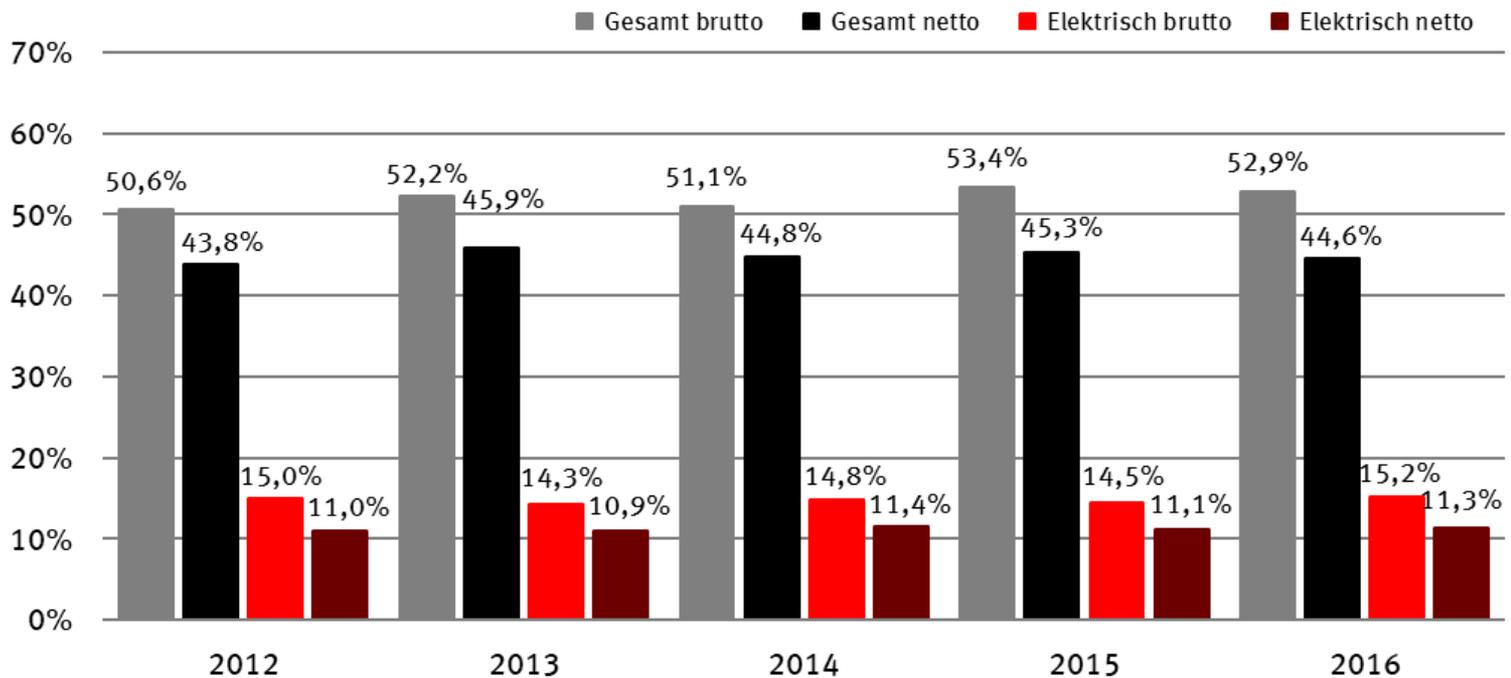


Status Quo: Anlagen, Mengen, Energie

Müllverbrennungsanlagen

- Nutzungsgrade (Durchschnitt aller Anlagen)

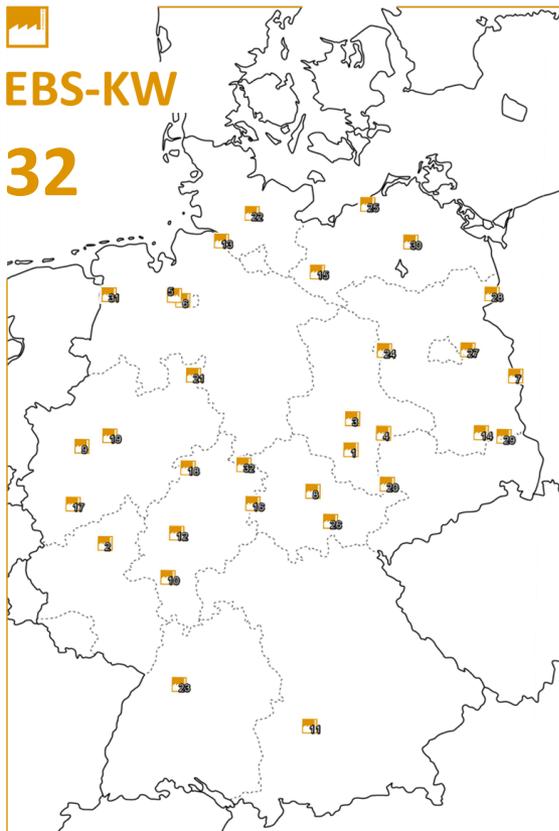
Nutzungsgrad [%]



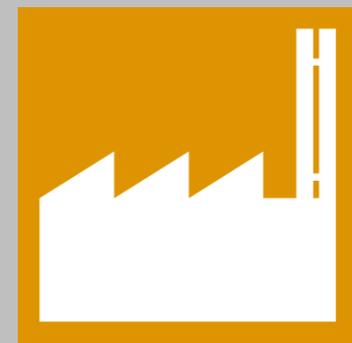


EBS-KW

32



Status Quo: Anlagen [EBS-Kraftwerke]

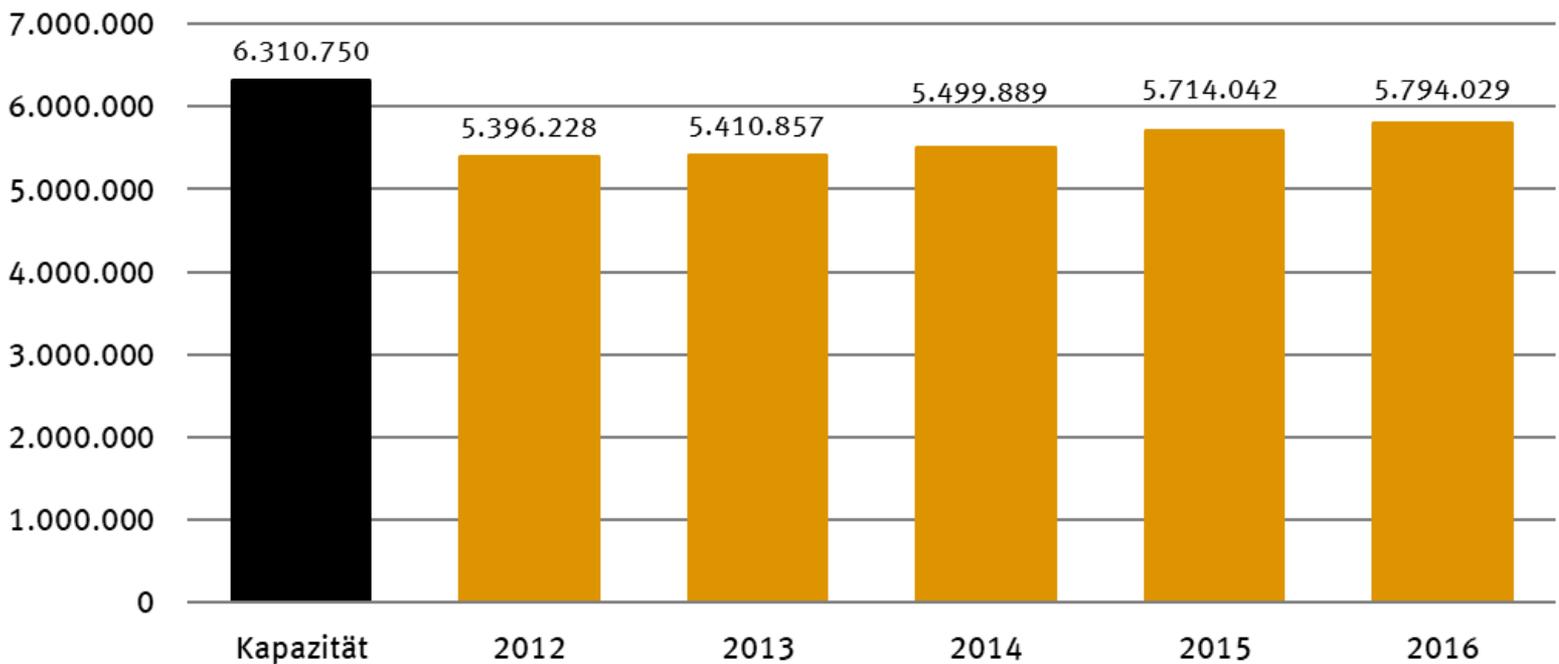


Status Quo: Anlagen, Mengen, Energie

Ersatzbrennstoffkraftwerke

- Kapazität & Durchsatz (Hochrechnung)

Abfallmasse [Mg/a]



Status Quo: Anlagen, Mengen, Energie

Ersatzbrennstoffkraftwerke

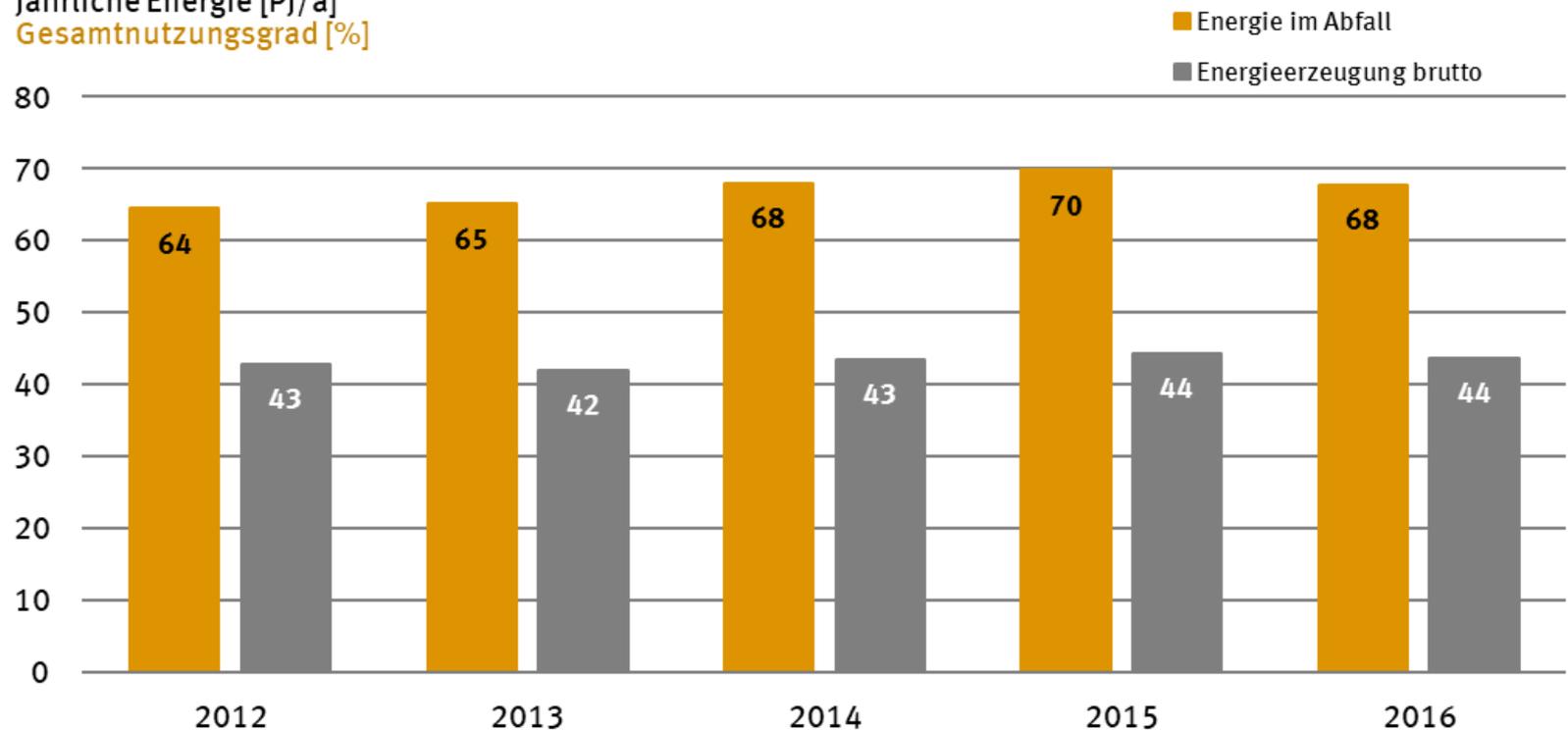
Endenergieverbrauch

2015: 8877 PJ



- Erzeugte Energie (Hochrechnung)

Jährliche Energie [PJ/a]
Gesamtnutzungsgrad [%]

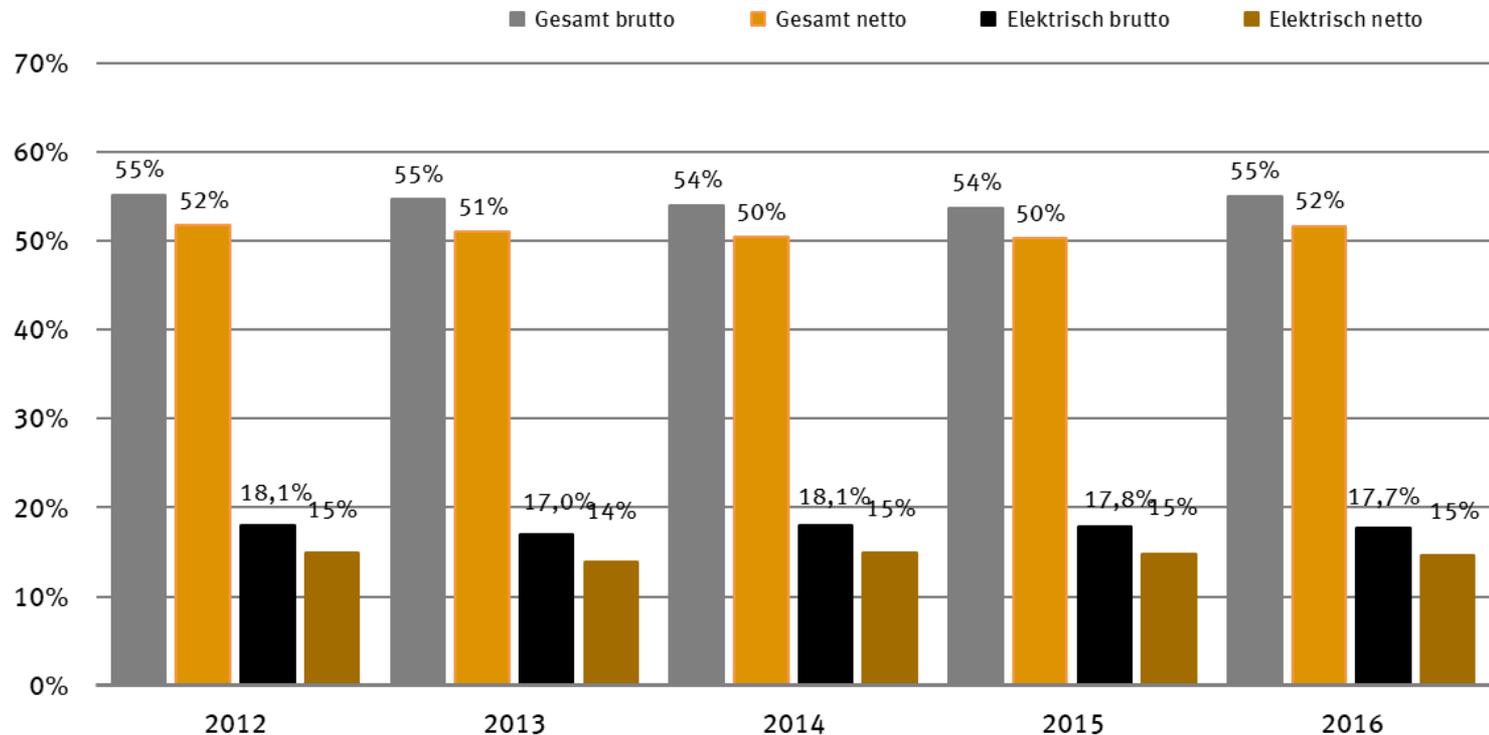


Status Quo: Anlagen, Mengen, Energie

Ersatzbrennstoffkraftwerke

- Nutzungsgrade (Durchschnitt Einzelnutzungsgrade)

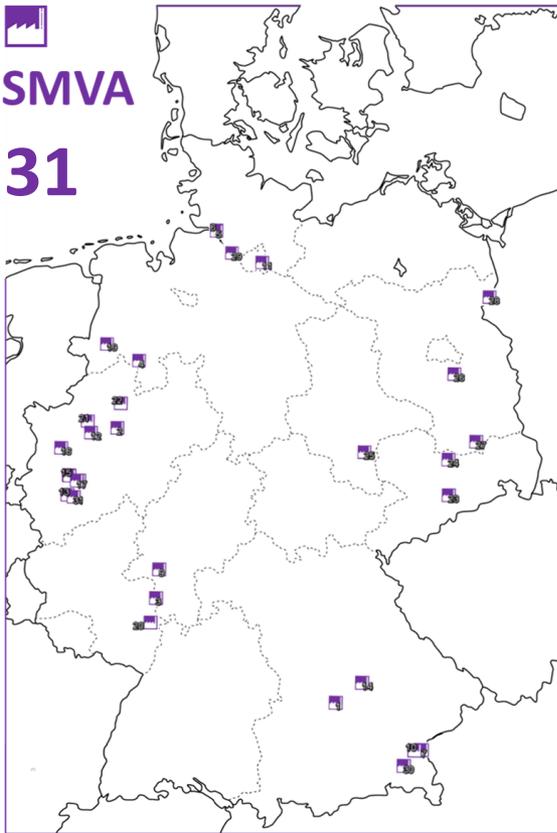
Nutzungsgrad [%]



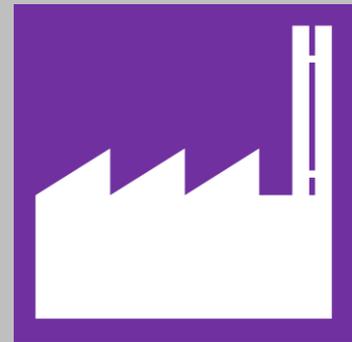


SMVA

31



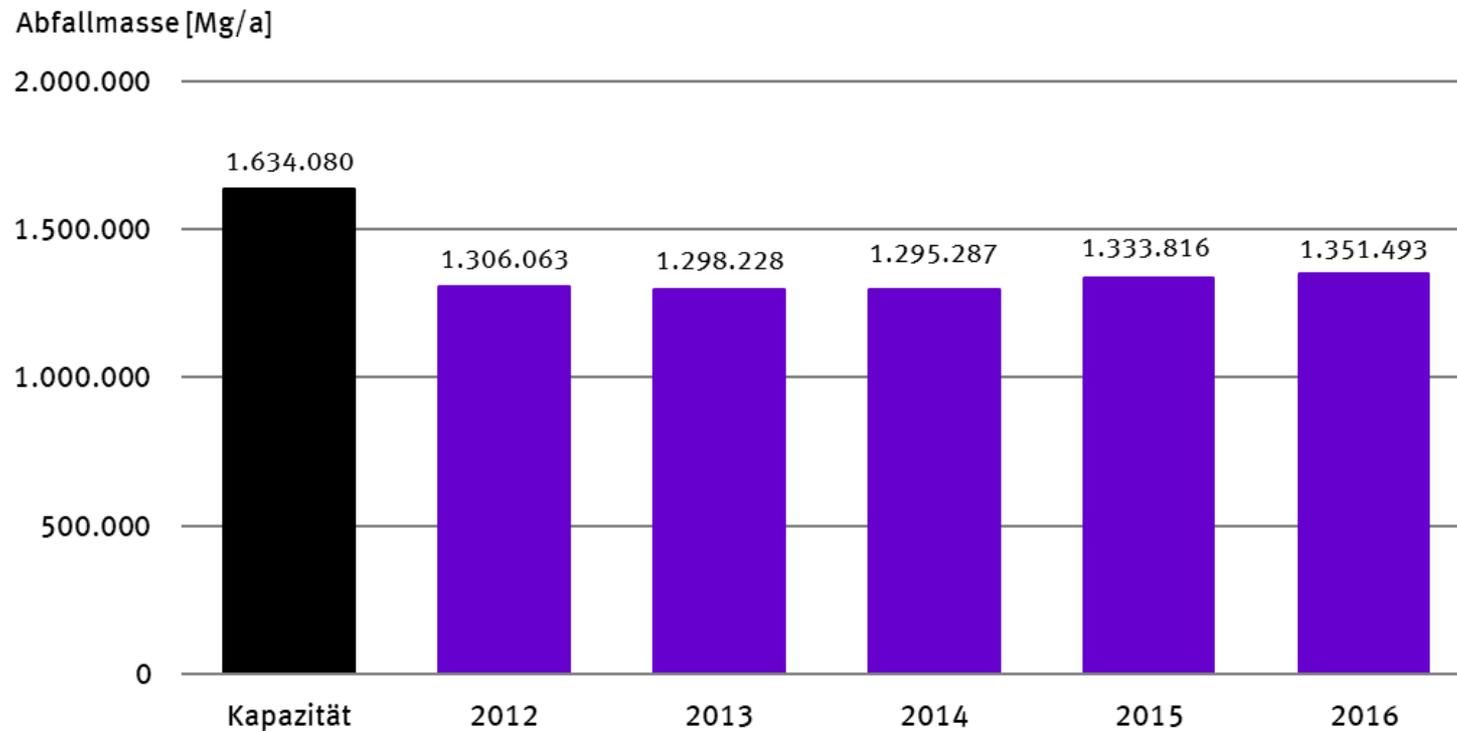
Status Quo: Anlagen [Sonderabfallverbrennung]



Status Quo: Anlagen, Mengen, Energie

Sondermüllverbrennungsanlagen

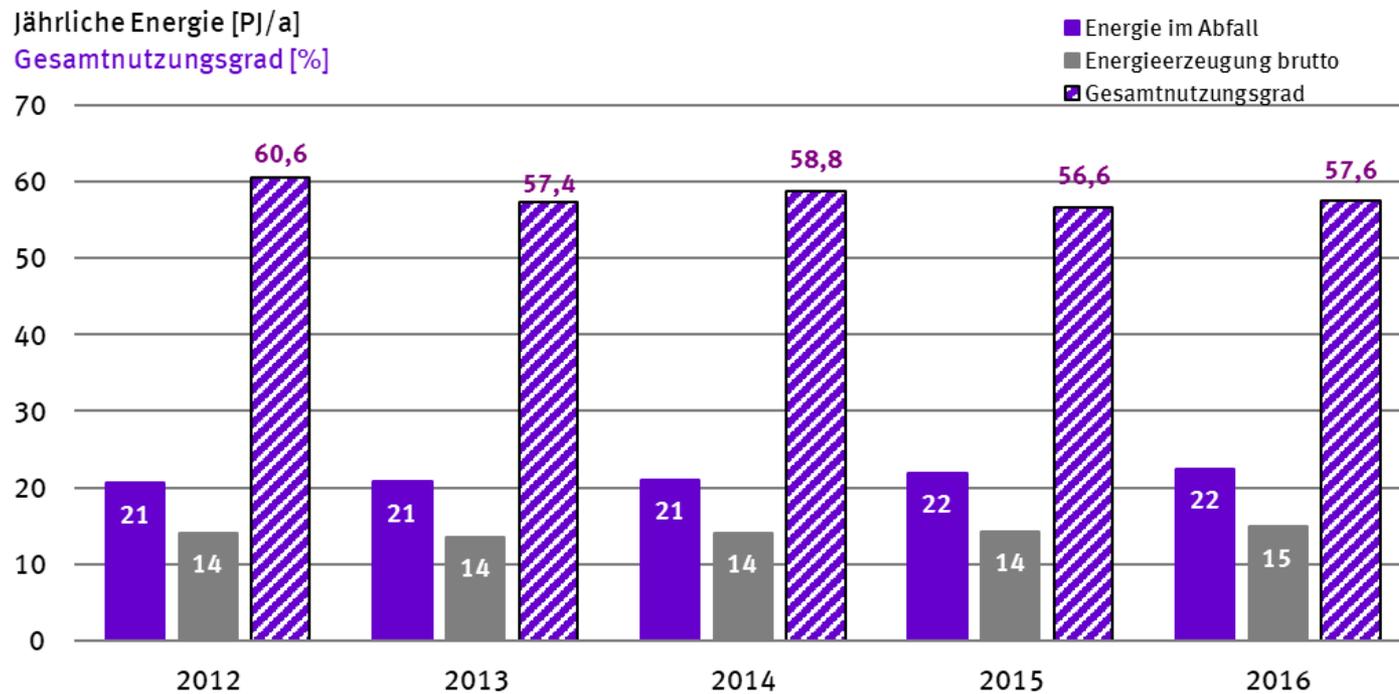
- Kapazität & Durchsatz (Hochrechnung)



Status Quo: Anlagen, Mengen, Energie

Sondermüllverbrennungsanlagen

- Erzeugte Energie (Hochrechnung | Durchschnitt aller Anlagen)



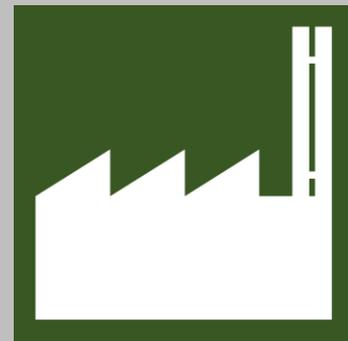


BMKW

56



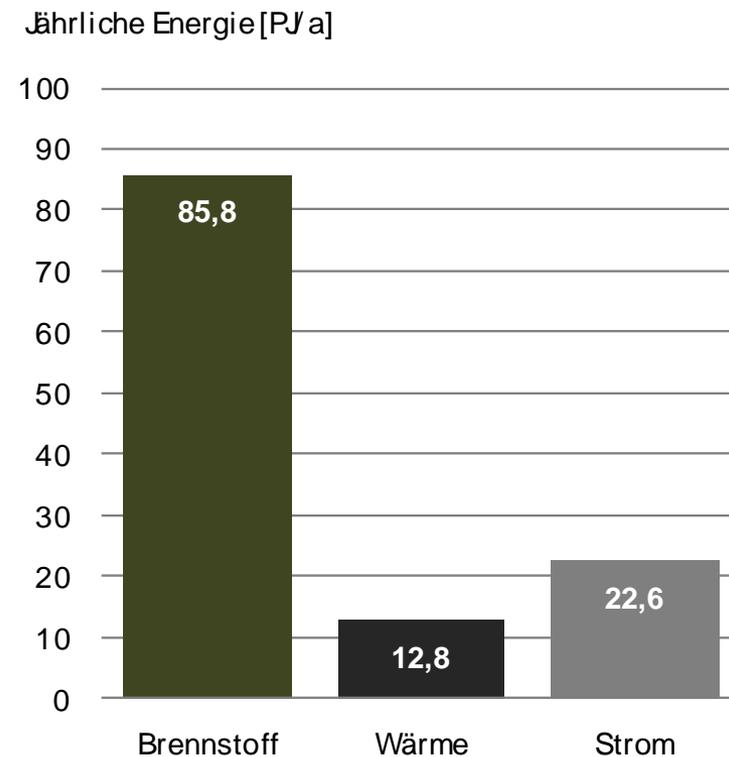
Status Quo: Anlagen [Biomassekraftwerke]



Status Quo: Anlagen, Mengen, Energie

Biomassekraftwerke

- Gesamtkapazität: 6.579.671 Mg/a
- 56 Anlagen
- Einsatzstoffe
 - Al-AIV
 - Landschaftspflegematerial
 - Holzstaub
 - Sperrmüll
 - Produktionsreste
 - Waldhackgut
 - Ersatzbrennstoffe
 - Faserschlamm
 - Siebreste
 - Zitronenschalen
 - Klärschlamm



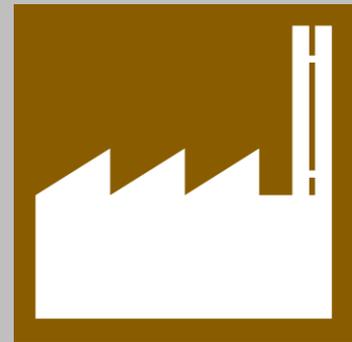


KVA

25



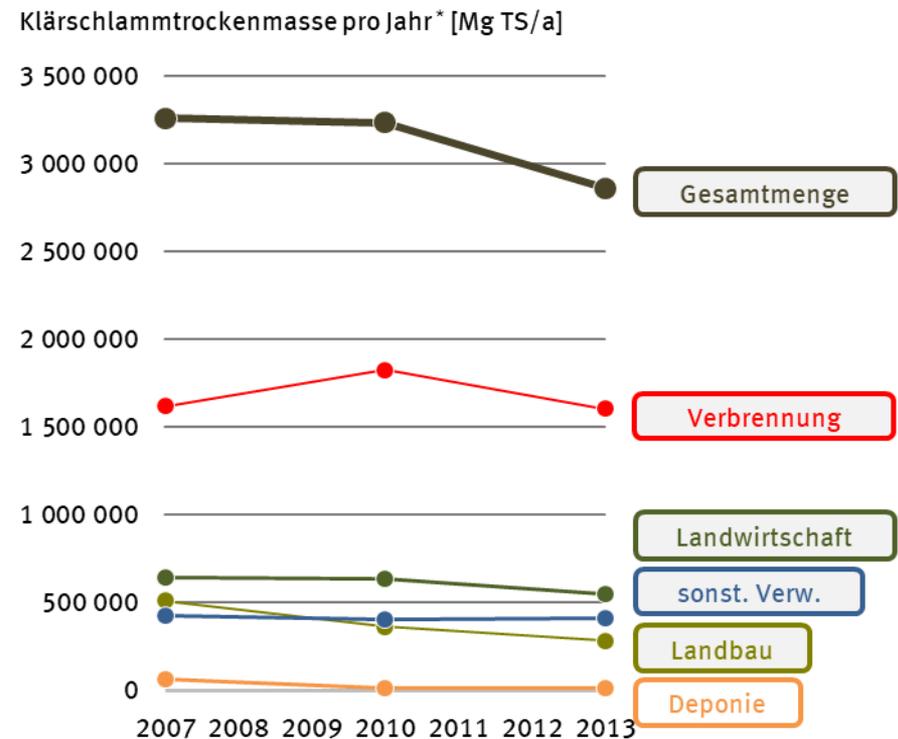
Status Quo: Anlagen [Klärschlammverbrennung]



Status Quo: Anlagen, Mengen, Energie

Klärschlammverbrennung

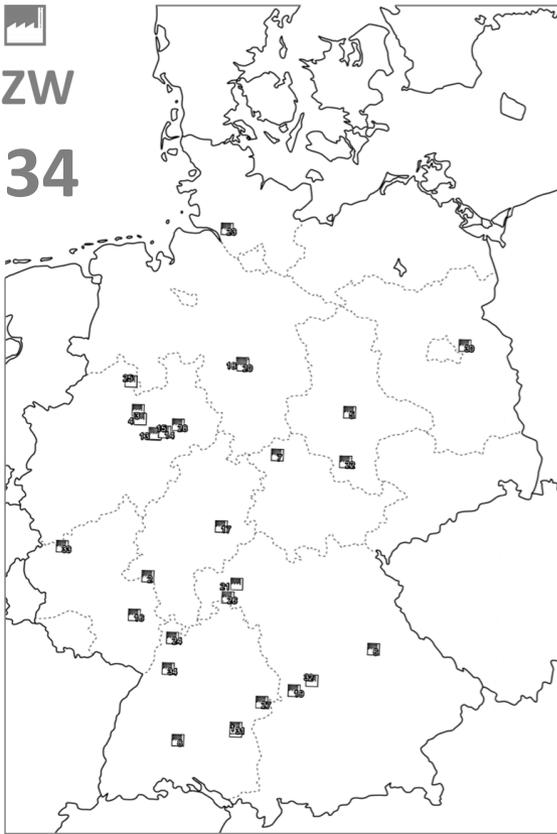
- Kommunale Schlämme
ca. 1,8 Mio. Mg TS
(nur für diese P-Rückgewinnung)
- Stationäre Wirbelschicht
- Viele Neubauprojekte
- Keine relevante
Energieerzeugung



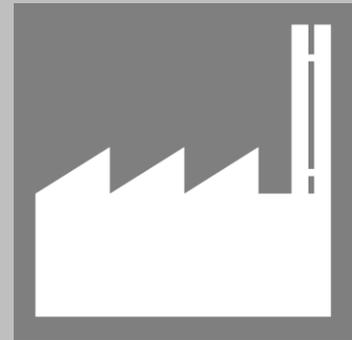


ZW

34



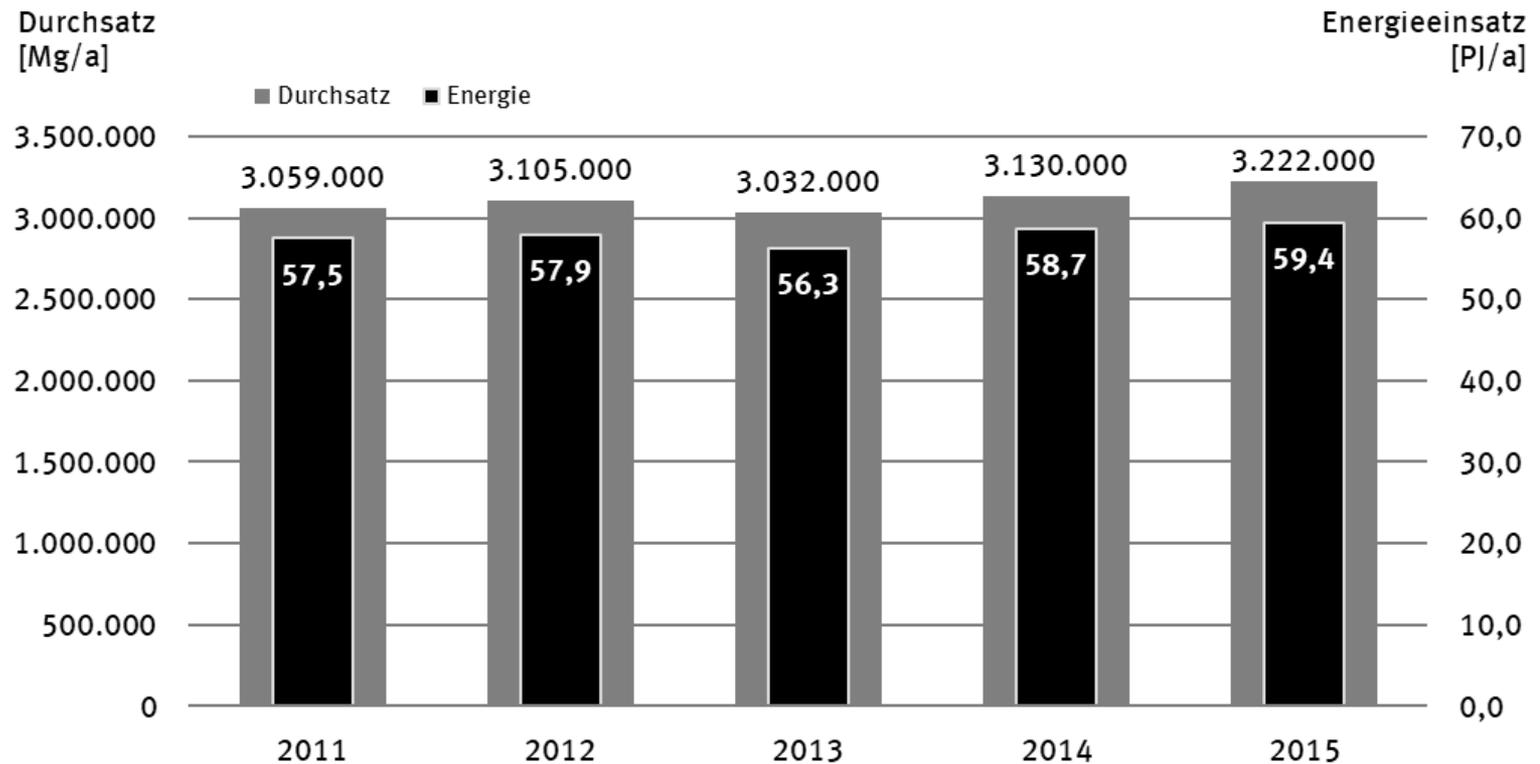
Status Quo: Anlagen
[Mitverbrennung Zement]



Status Quo: Anlagen, Mengen, Energie

Mitverbrennung Zementwerke

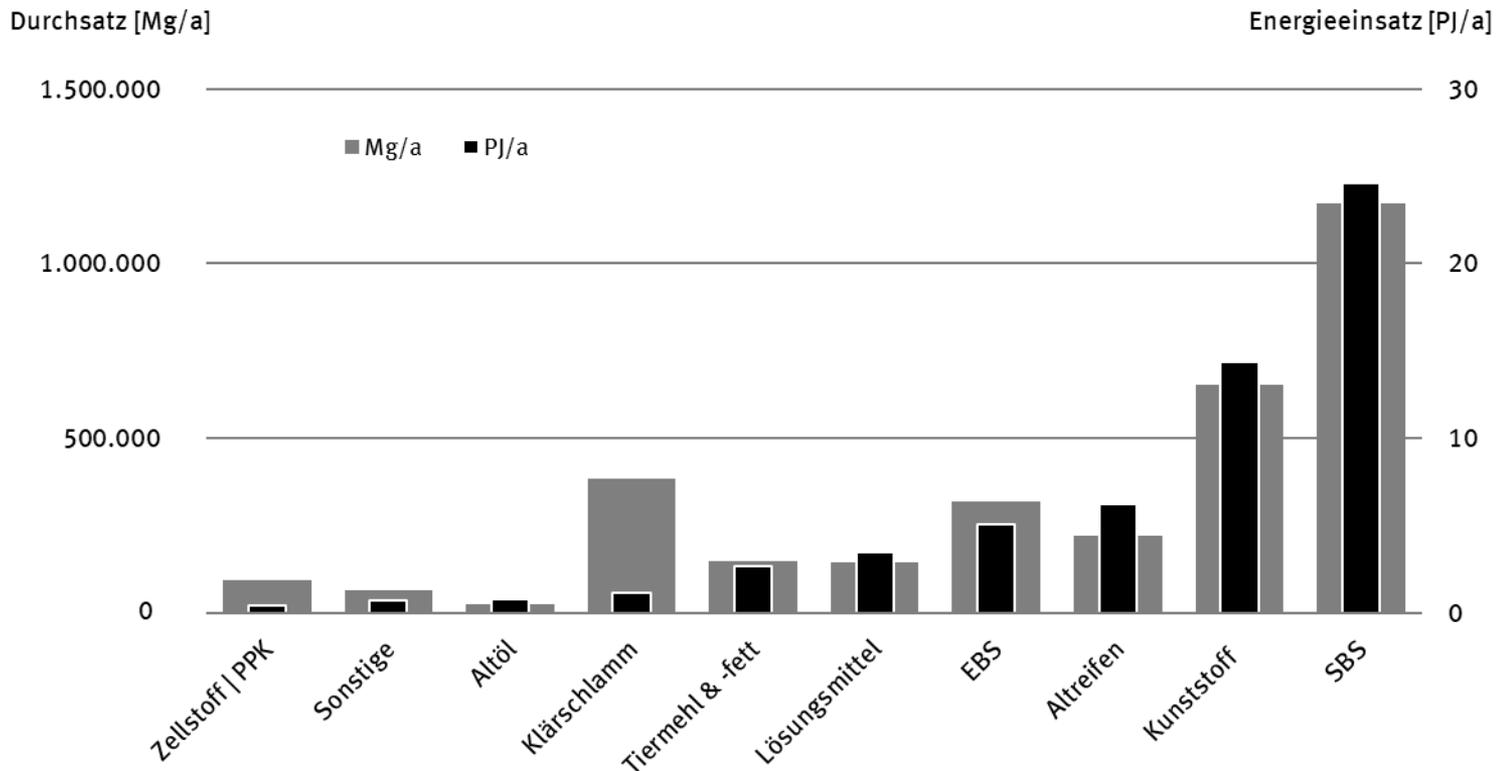
- Durchsatz & Energie



Status Quo: Anlagen, Mengen, Energie

Mitverbrennung Zementwerke

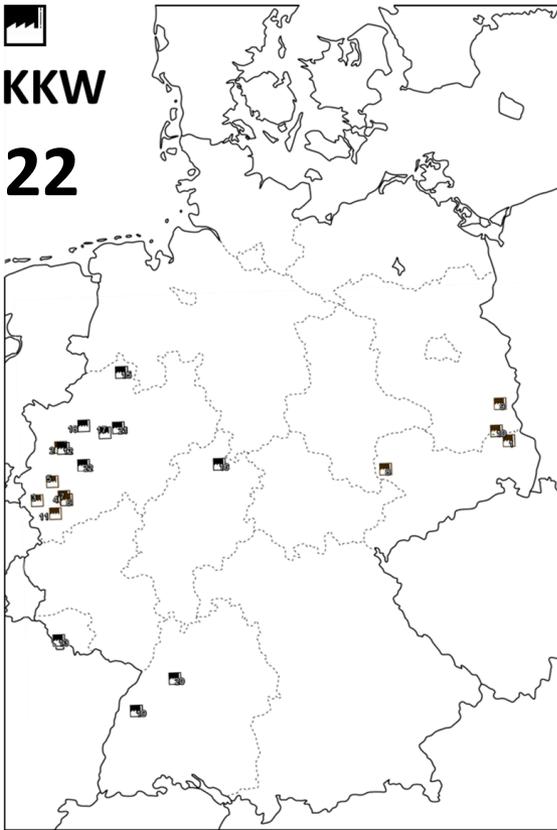
- Einsatzstoffe



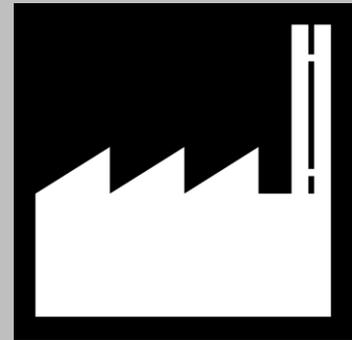


KKW

22



Status Quo: Anlagen
[Mitverbrennung KKW]



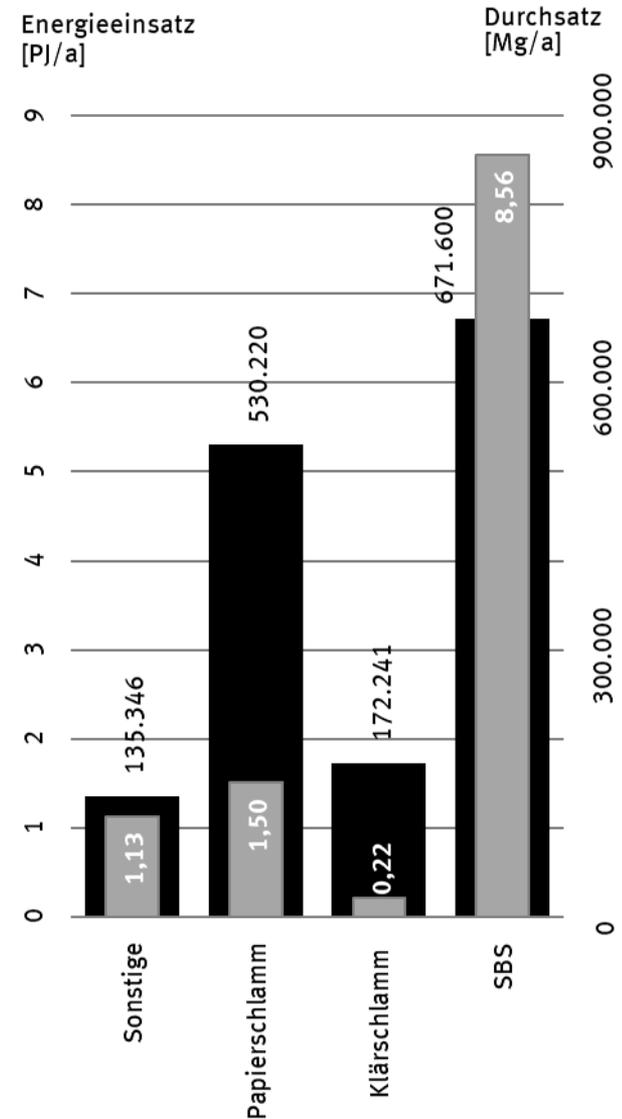
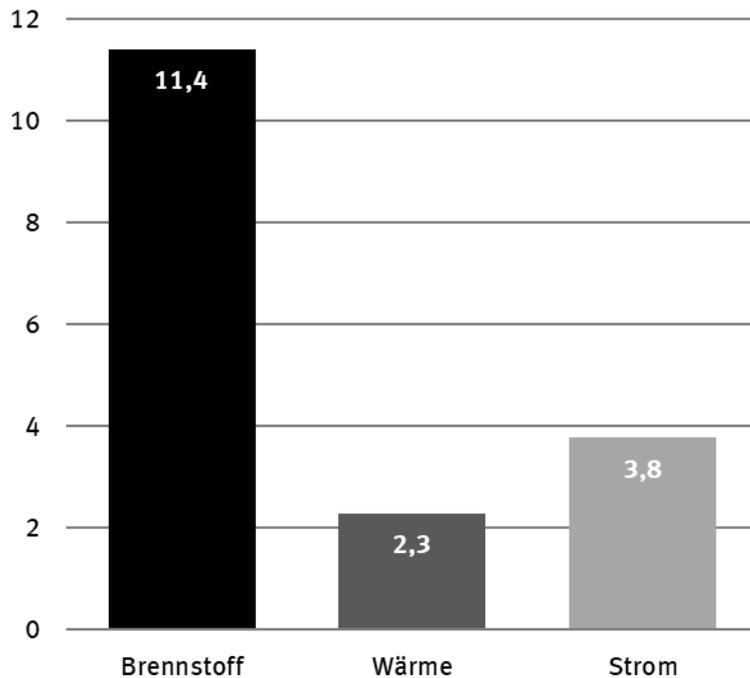
Status Quo: Anlagen, Mengen, Energie

Mitverbrennung Kohlekraftwerke

Genehmigt: 3.342.748 Mg/s

Mitverbrannt: 1.509.407 Mg/a

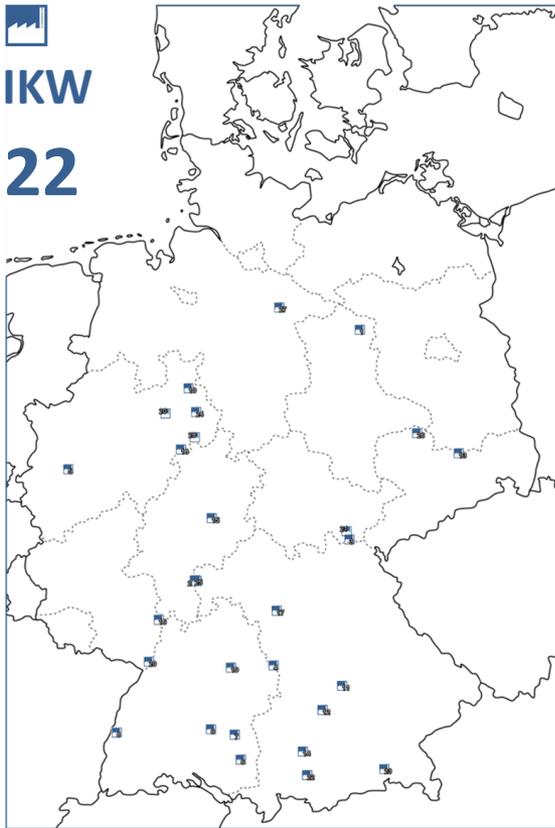
Jährliche Energie [PJ/a]



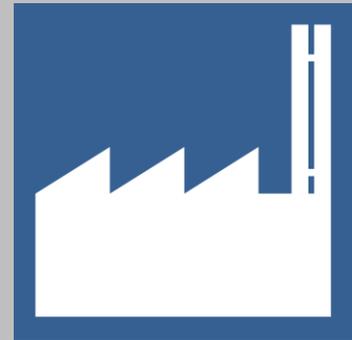


IKW

22



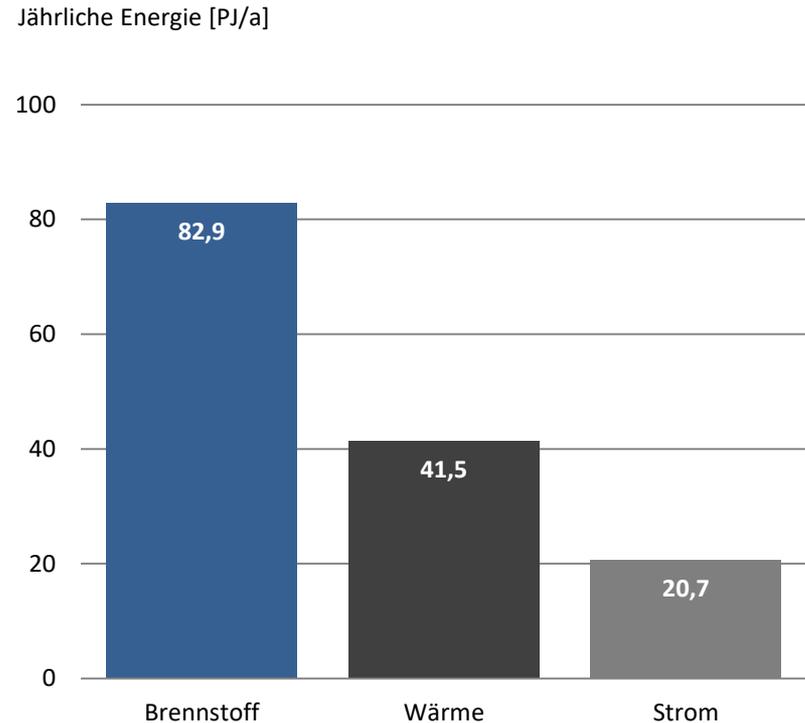
Status Quo: Anlagen [Industriekraftwerk]



Status Quo: Anlagen, Mengen, Energie

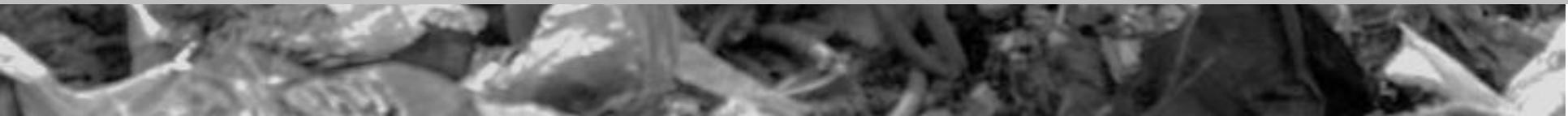
Industriekraftwerke

- Abgeschätzte Durchsatzmenge
6,1 Mio. Mg/a
- Abgeschätzte Leistung
1,5 GW
- (mind.) 22 Anlagen
- Einsatzstoffe
 - Schwarzlauge
 - Sägespäne, Rinde
 - Holz-/Papierproduktionsreste
 - organische Flüssigkeiten
 - Faserschlämme
 - Schlämme allgemein
 - Ersatzbrennstoffe
 - Mineralische Abfälle





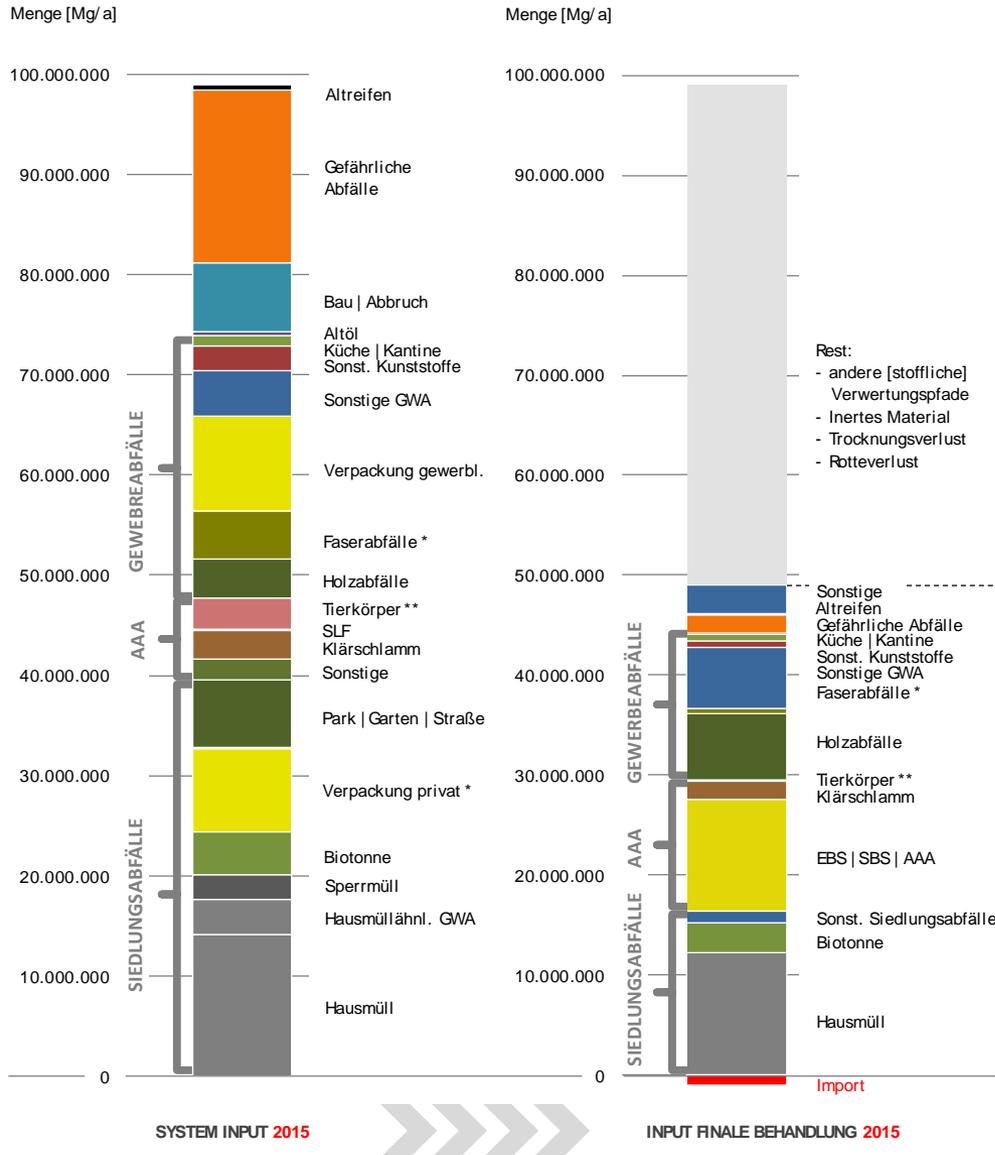
Status Quo: Mengen
[Abfallströme]



Status Quo: Abfallströme

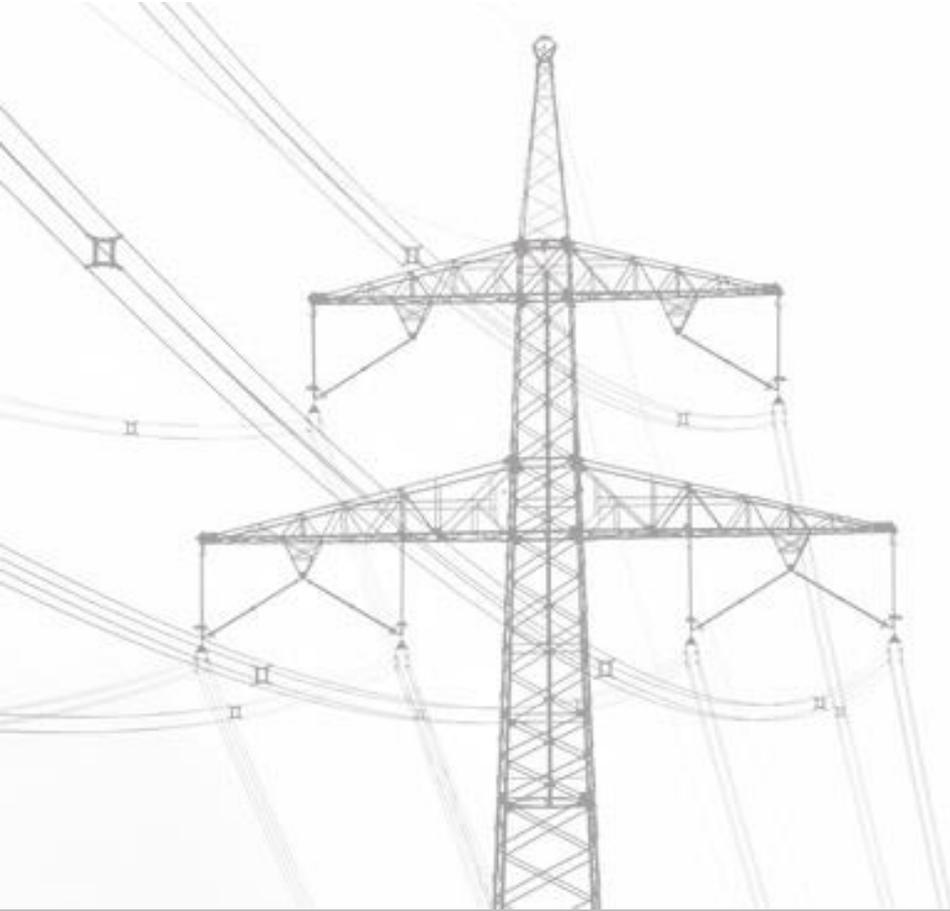
2015	INPUT SYSTEM								VORBEHANDLUNG AUFBEREITUNGSSCHRITTE								FINALE BEHANDLUNG THERMISCH								BIOL.
	A		B		C																				
	Aufkommen	MBA Input	MBA Output	Verpackung Input	Verpackung Output	Sonstige Input	Sonstige Output	nach Aufbereitung	Input finale Behandlung	MVA	EBS-KW	SMVA	BMKW	KVA	ZW	KKW	IKW	BGA							
Siedlungsabfälle	41.629.000	3.412.020		8.345.000		13.360.888		16.511.092	16.442.998	12.708.671	710.559							3.023.767							
Gemischte Siedlungsabfälle (Hausmüll)	14.147.000	3.144.840						11.002.160	12.224.778	11.696.563	528.215														
Sperrmüll	2.495.000	188.340				1.522.396		784.264																	
Abfälle aus der Biotonne	4.232.000	78.840				1.129.393		3.023.767	3.023.767									3.023.767							
Verpackungsabfälle [Verkaufsverpackungen] *	8.345.000			8.345.000																					
Marktabfälle	60.000					52.800		7.200																	
Straßenkehrriech, Park- und Gartenabfälle	6.757.000					6.685.600		71.400																	
Hausmüllähnliche Gewerbeabfälle	3.506.000					2.436.700		1.069.300																	
Sonstige ASN 20									1.194.452	1.012.108	182.344														
Sonstige	2.087.000					1.534.000		553.000																	
Abfälle aus Abfallbehandlungsanlagen	6.085.470	420.480	2.584.200		4.689.000	3.229.863	3.555.876	13.264.204	13.081.114	4.947.980	4.311.362		957.932	2.020.000	843.841										
Abfälle aus Abfallbehandlungsanlagen		420.480						2.163.720																	
EBS SBS			2.584.200		4.464.000		3.136.872	7.825.872	11.160.096	4.751.517	4.247.979			1.489.000	671.600										
Klärschlamm [TM]	2.855.607							2.855.607	1.772.019	196.463	63.383		957.932	382.000	172.241										
Shredderleichtfraktion	150.600					150.600	49.698	49.698																	
Tierische Nebenprodukte **	3.079.263					3.079.263	200.707	200.707	149.000					149.000											
Sonstige							168.600	168.600																	
Gewerbe- und Produktionsabfälle	26.615.581	346.020		9.432.700		5.965.960	779.326	11.690.227	14.649.217	49.000			6.579.671	11.690.227	530.220	6.100.000	619.326								
Holzabfälle [o. Verpack. Sperr- Hausmüll Bauf.]	3.950.000					790.000		3.160.000	8.079.671				6.579.671												
Faserabfälle Papierschlamm*	4.800.000					2.400.000		2.400.000	2.123.220					93.000	530.220										
Verpackungsabfälle gewerblich	9.432.700			9.432.700					0																
Sonstige Prod./-Gewerbeabfälle zur energ. Verw. *	4.265.881	346.020						3.959.861	3.100.000							6.100.000									
Sonstige Kunststoffabfälle	2.572.000					1.286.000		1.286.000	654.000					654.000											
Küchen-/Kantinenabfälle	928.000					879.000	619.326	668.326	668.326	49.000								619.326							
Altfett	200.000					200.000	160.000	160.000																	
Ölabfälle (Altöl)	467.000					410.960		56.040	24.000					24.000											
Bau- und Abbruchabfälle [brennbar - Holz/Kunststoff]	6.900.000					2.725.000		4.175.000																	
Gefährliche Abfälle	17.202.000					14.768.000		2.434.000	1.823.090	344.274		1.333.816			145.000										
Altreifen	570.000					350.000		220.000	221.000					221.000											
Sonstige		197.100						-197.100	2.848.011	1.955.544	692.121			65.000	135.346										
DAVON AUS DEM AUSLAND									-968.008	-706.652	-261.356														
GESAMT	99.002.051	4.375.620	2.584.200	17.777.700	4.689.000	40.399.711	4.335.202	48.097.422	48.097.423	19.298.817	5.452.687	1.333.816	6.579.671	957.932	3.222.000	1.509.407	6.100.000	3.643.093							

Status Quo: Abfallströme



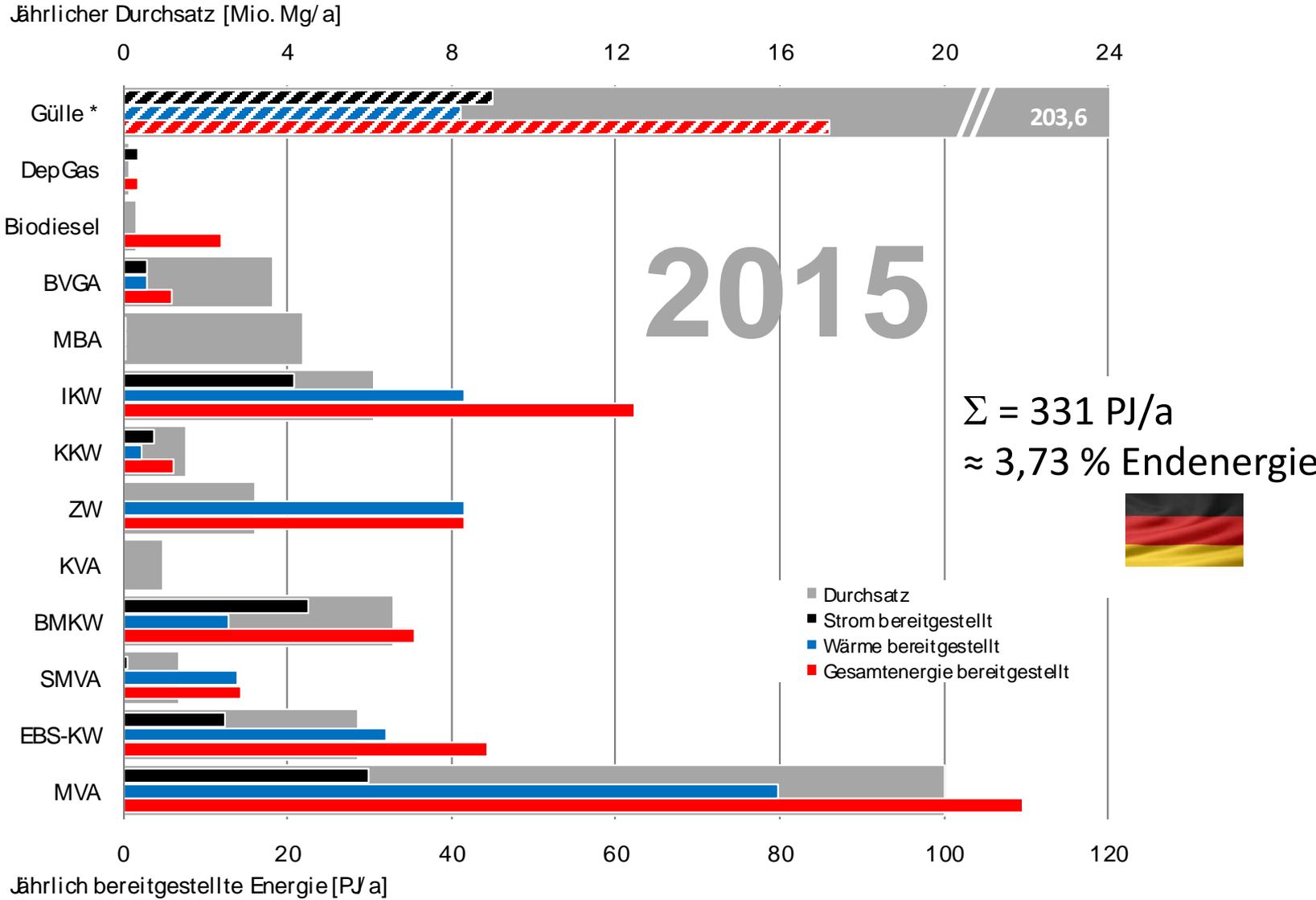
48,1 Mio. Mg/a
rund 590 PJ/a
≈ 4,4 % Primärenergie





Status Quo: Energie [Abfallströme]

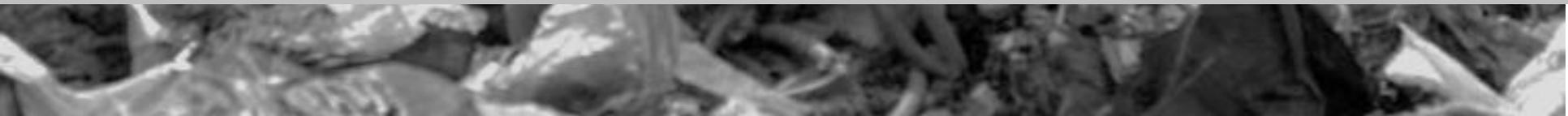
Status Quo: Energie



* Potenzial

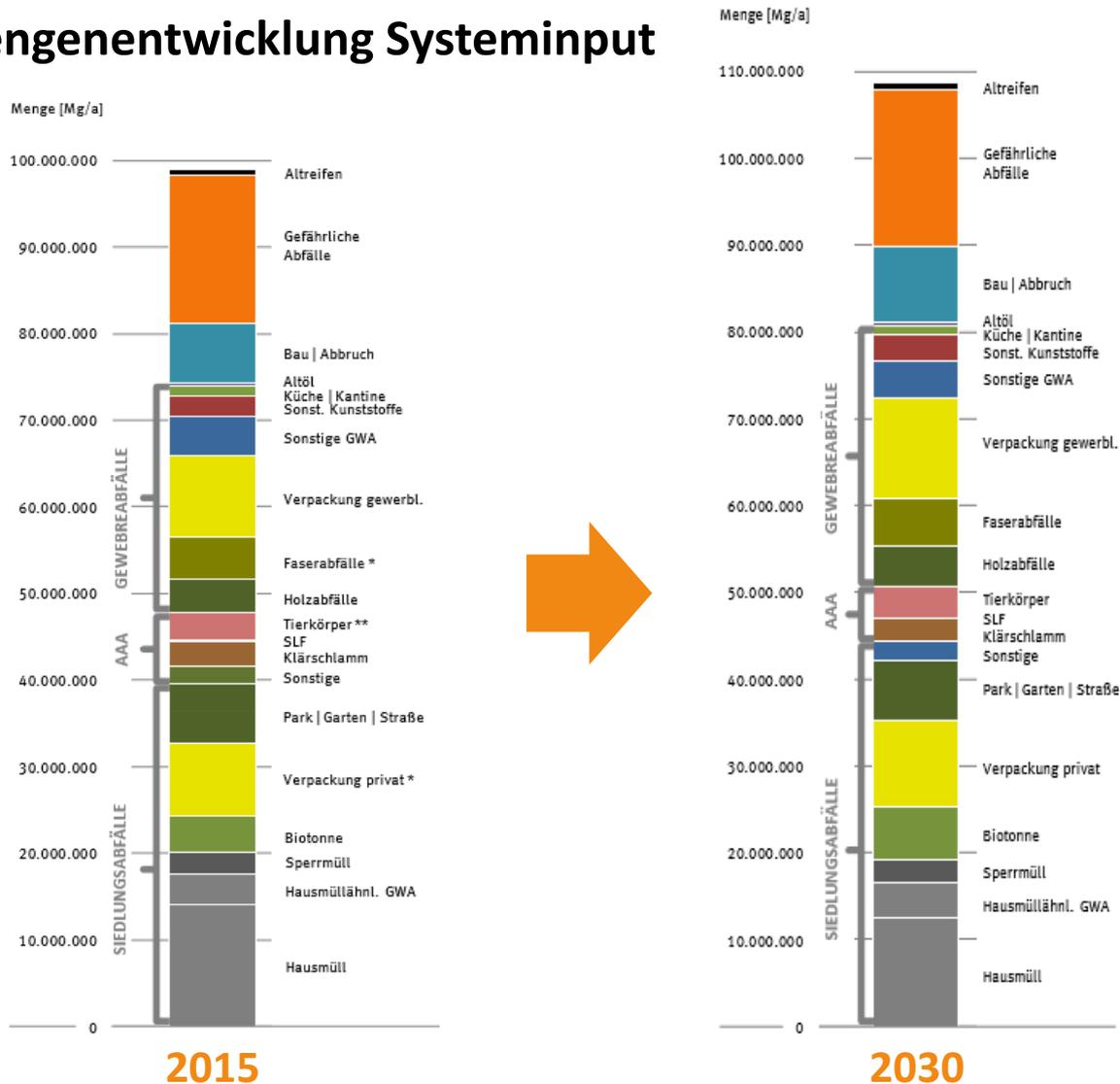


Prognose 2030: Mengen
[Abfallströme]



Prognose 2030: Abfallströme zur Energieerzeugung

Mengenentwicklung Systeminput



Wesentliche Rahmenbedingungen zur Prognose der Kapazitätsentwicklung

- Kein SBS-Einsatz mehr in Kohlekraftwerken
- Zementwerke Erhöhung der Einsatzquote von SBS auf 80%
- Ausbau Mono-Klärschlammverbrennung
- Ausbau Biogasanlagenkapazitäten um ca. 1,7 Mio. Mg
- Abnahme Biomassekraftwerkskapazitäten um ca. 10%

Prognose 2030: Abfallströme zur Energieerzeugung

Veränderung Inputmengenstrom zur thermisch-/energetischen Nutzung

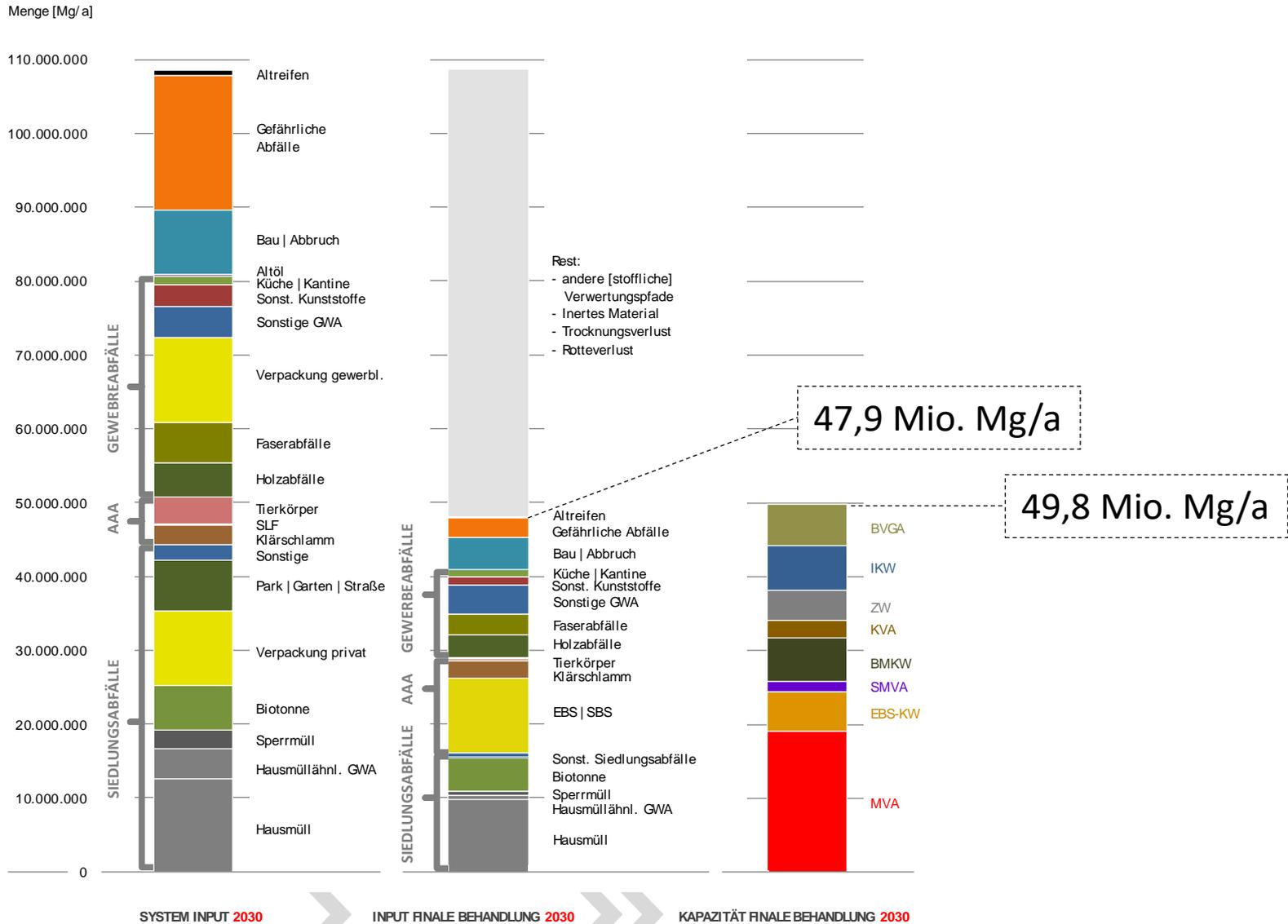
2015	INPUT	
	Masse [Mg/a]	Energie [PJ/a]
MVA	20.005.469	205,05
EBS-KW	5.714.042	69,79
SMVA	1.333.816	21,92
BMKW	6.579.671	85,78
KVA	957.932	¹⁾ 37,12
ZW	3.222.000	59,40
KKW	1.509.407	11,41
IKW	6.100.000	82,95
BVGA	3.643.093	
MBA	4.375.620	
Σ	53.441.050	573,42
Biodiesel	320.000	
Deponiegas	125.000	
Exkremente	203.626.971	
Σ	257.513.021	

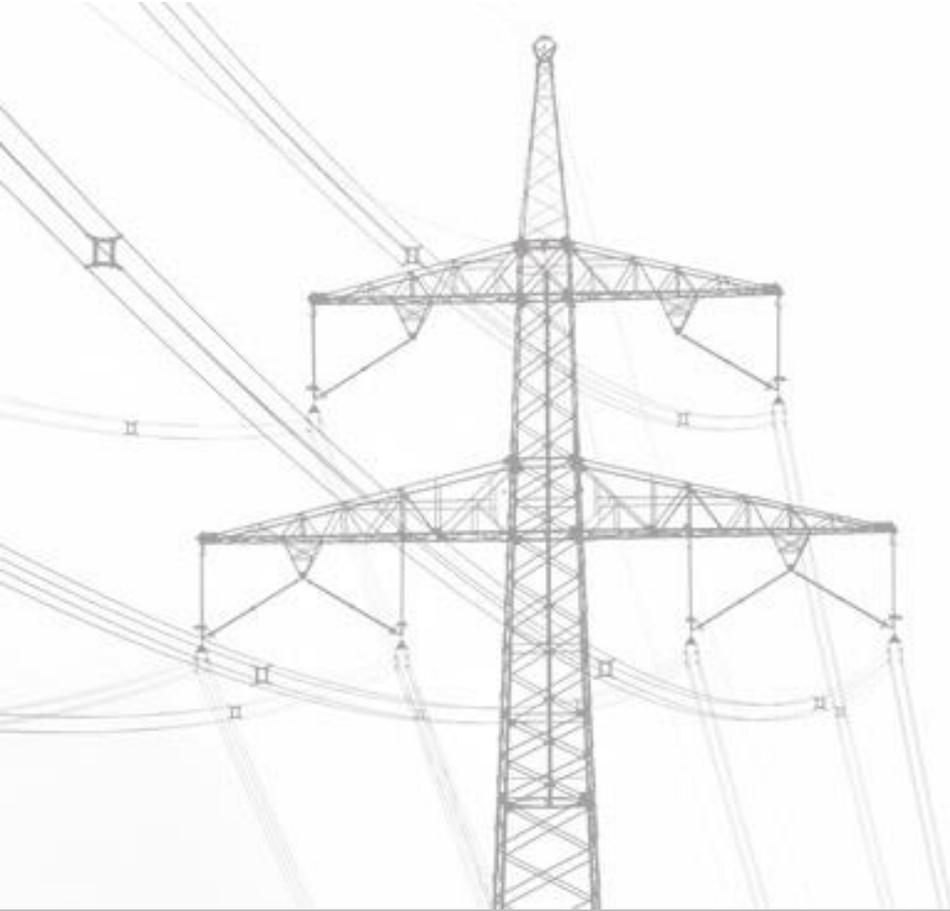


2030	INPUT	
	Masse [Mg/a]	Energie [PJ/a]
Müllverbrennung – MVA	19.051.382	188,36
Ersatzbrennstoffkraftwerke – EBS-KW	5.413.788	63,78
Sondermüllverbrennung – SMVA	1.333.816	21,14
Biomassekraftwerke – BMKW	5.921.704	74,47
Klärschlammverbrennung – KVA	2.466.000	¹⁾ 92,16
Zementwerke – ZW	3.971.000	70,62
Kohlekraftwerke – KKW	0	0
Industriekraftwerke – IKW	6.100.000	82,95
Bioabfallvergärung – BVGA	5.500.000	
Mechanisch-biologische Abfallbehandlung – MBA	4.061.136	
Σ	53.818.825	590,54
Biodiesel	392.000	
Deponiegas	0	0
Exkremente	209.739.642	
Σ	263.950.467	

¹⁾ in vollgetrocknetem Zustand

Prognose 2030: Abfallströme zur Energieerzeugung

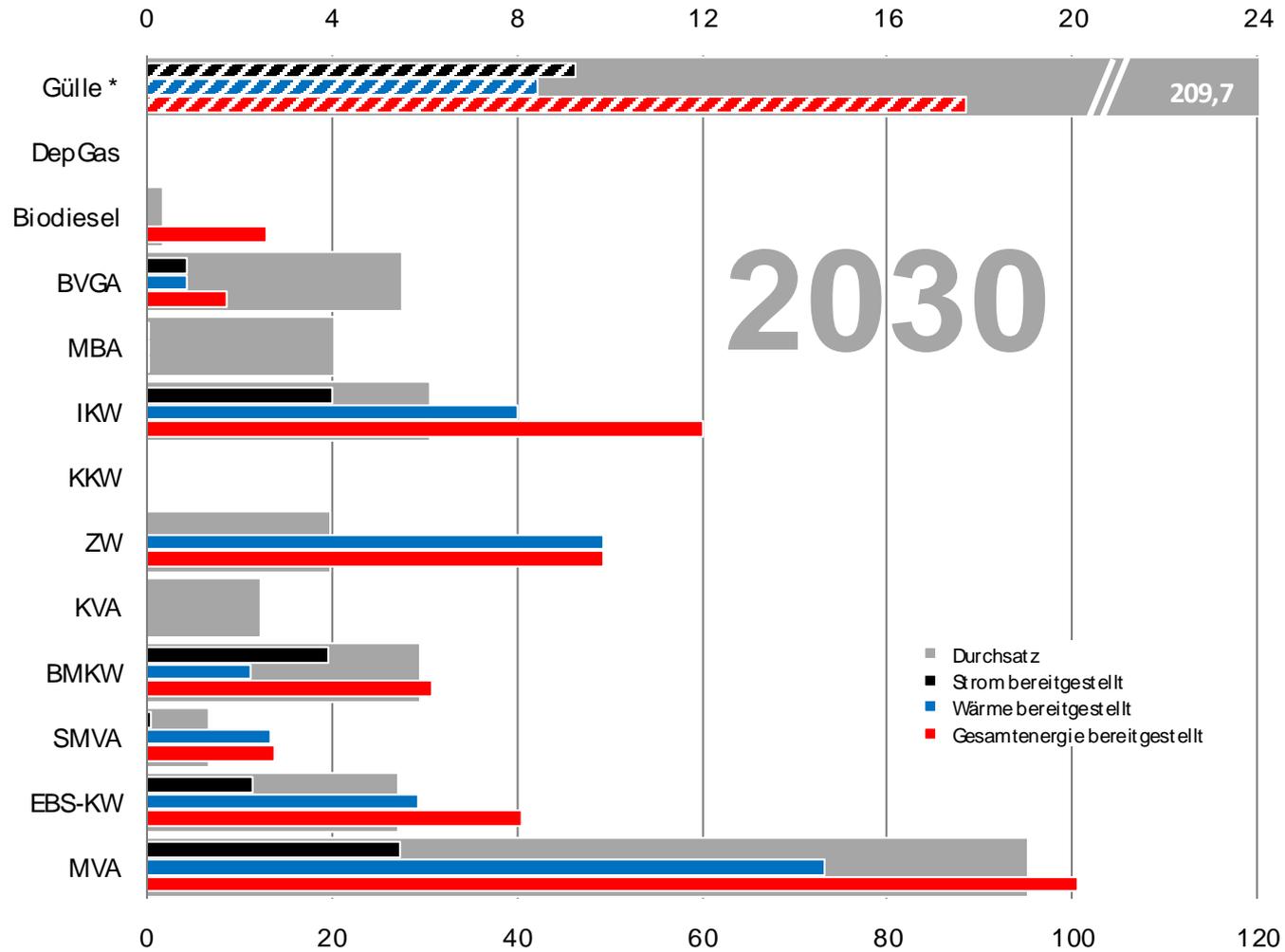




Prognose 2030: Energie [Abfallströme]

Prognose 2030: Energie

Jährlicher Durchsatz [Mio. Mg/a]



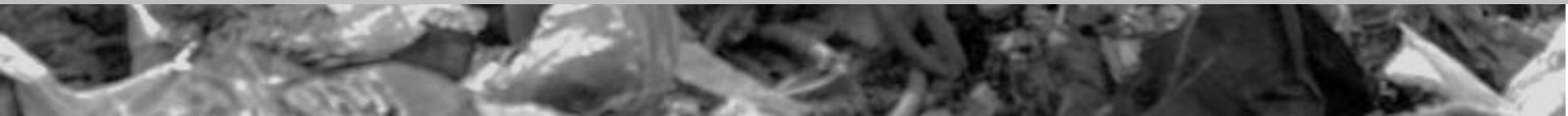
Jährlich bereitgestellte Energie [PJ/a]

* Potenzial



Zusammenfassung

[Fazit]



Fazit

- Datenlage sehr heterogen | Statistik nicht verlässlich
- Status
 - WtE leistet wichtigen Beitrag zur Energieversorgung:
3,7 % der Endenergieversorgung
 - MVA & EBS-KW mit Anteil von rund 50 %
 - Energiepotenzial Tierexkrememente enorm
- Prognose
 - Gesamtabfallmenge steigt um ca. 10 Mio. Mg
 - Keine signifikanten Mengenänderungen WtE
 - Ende Mitverbrennung Kohle-KW, Deponiegas
 - Zementwerke legen zu
- CO₂...



Fazit

- CO₂...

*... Wie bei anderen Fällen von unvermeidbarer Abwärme auch, sollte daher die **Abwärme aus der thermischen Behandlung von stofflich nicht mehr nutzbaren Restabfällen als grundsätzlich klima-neutral** betrachtet werden.*



Herzlichen Dank
Für die Aufmerksamkeit!