

Schadstoffe in der Abfallhierarchie

Dipl.-Ing. (FH) Dominik Reinig

Dr.-Ing. Ragnar Warnecke

GKS-Gemeinschaftskraftwerk Schweinfurt GmbH

RECYCLING – EINE GUTE SACHE

Gute Beispiele:

- Papier, Pappe und Karton
- Glas
- Metalle
- Grünschnitt

Wenige bis keine Unterschiede zum Neumaterial

Hohe Qualität und Reinheit des Abfalls notwendig – und auch vorhanden

Sinnvoll und umweltfreundlich

PRODUKTZYKLUS

Beispiele:

- PET-Flasche für Lebensmittel



- Quietsche-Ente aus PVC oder Hartkunststoff



Hergestellt – Verkauft – Genutzt – Entsorgt

Additive: z. B. Chlor, Cadmium, Schwefel, PAK, Weichmacher

PRODUKTZYKLUS



Aus gleichen Abfällen mit gleichen Inhaltsstoffen können im Rahmen des stofflichen Recyclings wieder die gleichen Produkte geschaffen werden



Notwendig: sehr diversifizierte Recycling-Wirtschaft

Daher nur für spezielle Produkte ohne schnelle Innovationszyklen

PRODUKTZYKLUS



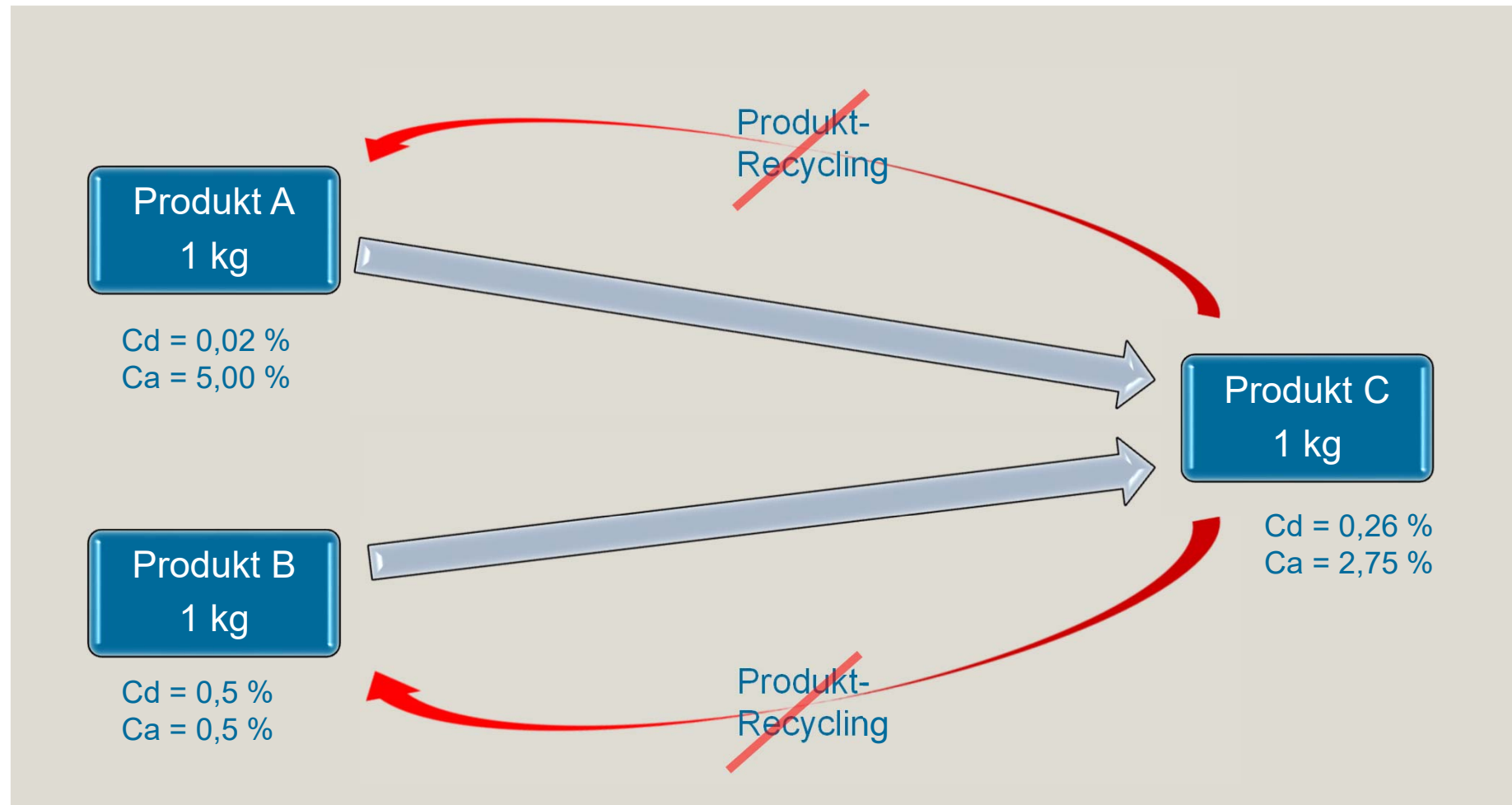
Aus unterschiedlichen Abfällen mit unterschiedlichen Inhaltsstoffen können im Rahmen des stofflichen Recyclings nur minderwertige Produkte geschaffen werden



Unterschiedliche Additive konzentrieren sich auf (Akkumulation)

Gilt vor allem für allgemeine Produkte, häufig mit kurzen Innovationszyklen

AKKUMULATION – BEISPIEL KUNSTSTOFF



AKKUMULATION - ÄNDERUNG DER STOFFEIGENSCHAFTEN

Farben

Bruchfestigkeit

Elastizität

Brennbarkeit

Lebensmittelechtheit

Diffusionssperre

...

BIOABFALL

Gutes Beispiel: Grünschnitt



BIOABFALL

Schlechtes Beispiel: Biotonne



BEGLEITSTOFFE WERDEN SCHADSTOFFE

Gerade bei Kunststoffen ist nach mehrmaliger Akkumulation von gezielt ausgewählten und gewünschten Begleitstoffen ein Verlust der kontrollierten Eigenschaften des Produktes zu besorgen.

Demgegenüber ist bei anderen Materialien auch die Akkumulation von ungewollten Begleitstoffen möglich, z.B. Kunststoffanteile im Bioabfall.

Prozesse zur Ausschleusung von beider Arten von Begleitstoffen sind schwierig bzw. häufig aufwändiger als die Herstellung von Neuprodukten.

VERBUNDSTOFFE / „MONOSTOFFE“

Problem:

Verbundstoffe verbessern gegenüber „Monostoffen“ die Haltbarkeit und Hygiene

Stoffliches Recycling ist jedoch nicht oder nur aufwändig möglich

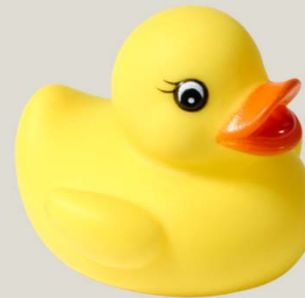
Mögliche Lösung:

Komplexe Verbundstoffe mit guten Eigenschaften für das Produkt verbieten?

Schlechteren Schutz für die Produkte in Kauf nehmen?



AUßERDEM: STOFF-DEGRADATION



- Die Materialien lassen sich wieder einschmelzen und zu einem neuen Produkt formen.
- Die Abfolge von Wärmebehandlungen führt jedoch zu fortschreitendem Qualitätsverlust (Downcycling).
- Verunreinigte Abfälle müssen erst gereinigt werden, um wieder in einen echten werkstofflichen Kreislauf zu bestehen und die Qualität von Neumaterial zu erlangen.
- Die stoffliche Verwertung ist daher nur sinnvoll, wo große Mengen eines sortenreinen Materials zur Verfügung stehen.

PAPIER-FASERLÄNGEN

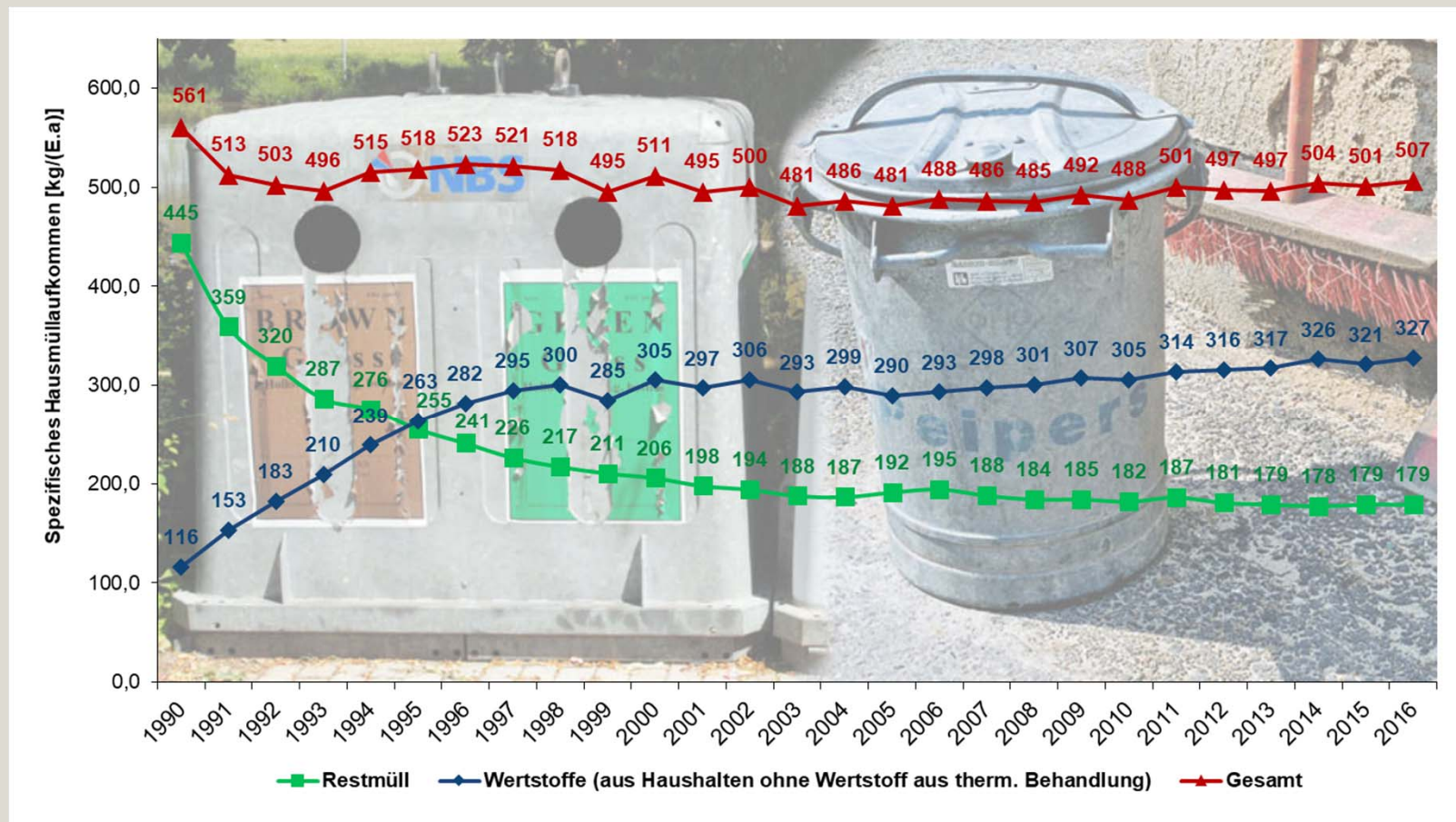
Verpackungspapier, Karton und Zeitungspapier sind zu einem sehr hohen Anteil aus Altpapier hergestellt. Hier ist fast keine Steigerung des Altpapieranteils mehr möglich.

Bei mehrfachem Recycling verkürzen sich allerdings jeweils die Fasern.

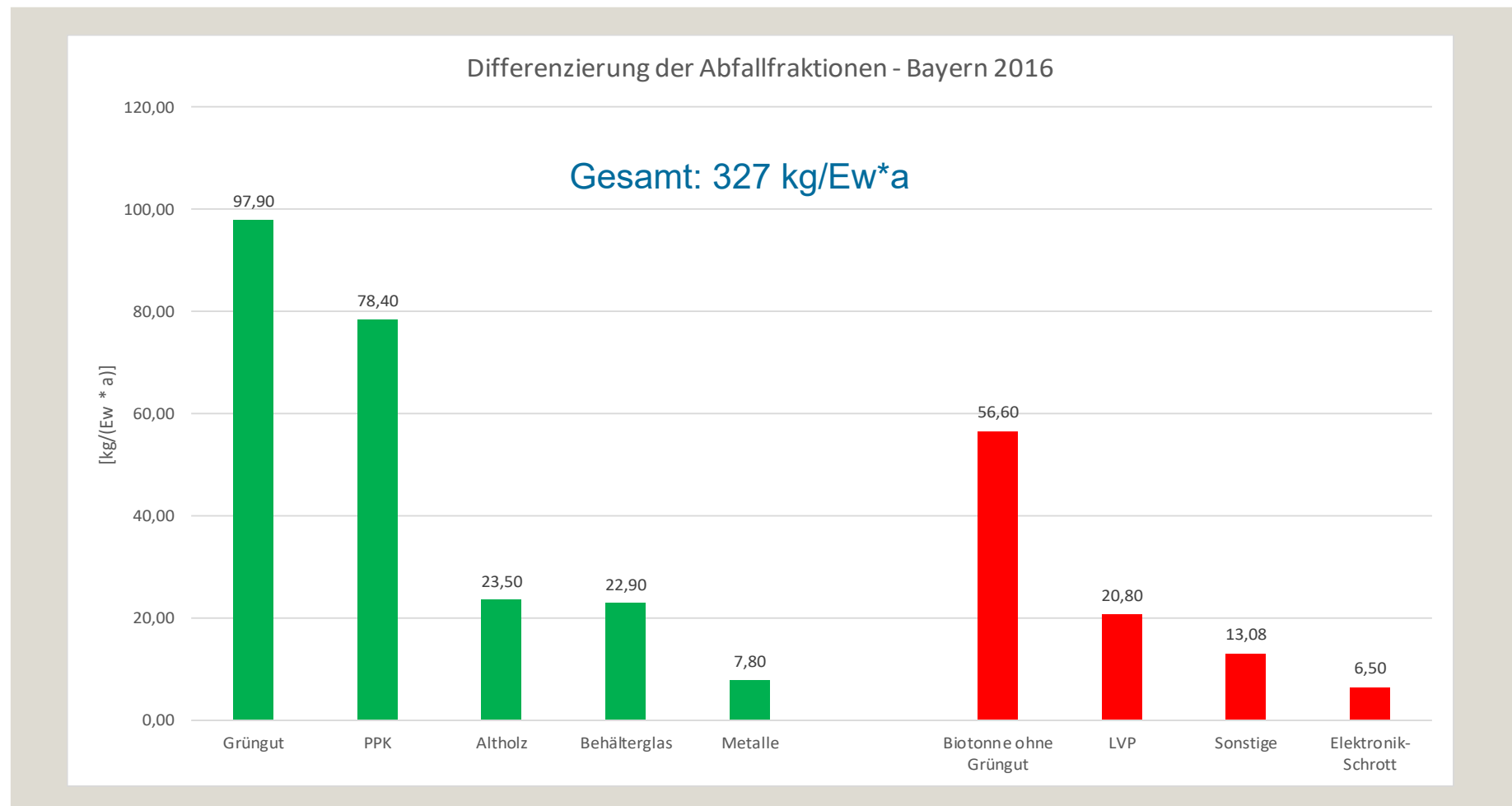
Der Verlust der Recyclingfähigkeit setzt ein und ein Teil der Masse muss durch frische Fasern ersetzt werden.



WAS WURDE ERREICHT?



DARSTELLUNG DER EINZEL-WERTSTOFFFRAKTIONEN



NOTWENDIGKEIT VON SCHADSTOFFSENKEN?

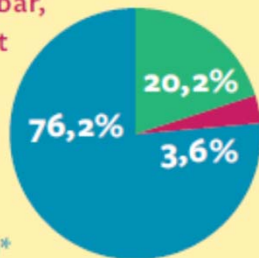
Um umwelt- und gesundheitsschädliche Stoffe aus dem Kreislauf möglichst fernzuhalten und eine Aufkonzentration in Produkten zu verhindern, sind Schadstoffsenken notwendig.

Kunststoff Abfälle aus Haushalten:

20,2% rezyklierbar
(bestehende Separatsammlung)

3,6% rezyklierbar,
aber noch nicht
umgesetzt
(Potenzial)

76,2% nicht
rezyklierbar
(Verbrennung)*



Quelle: Schlussbericht Fachgremium
«Runder Tisch Kunststoffverwertung», 2013

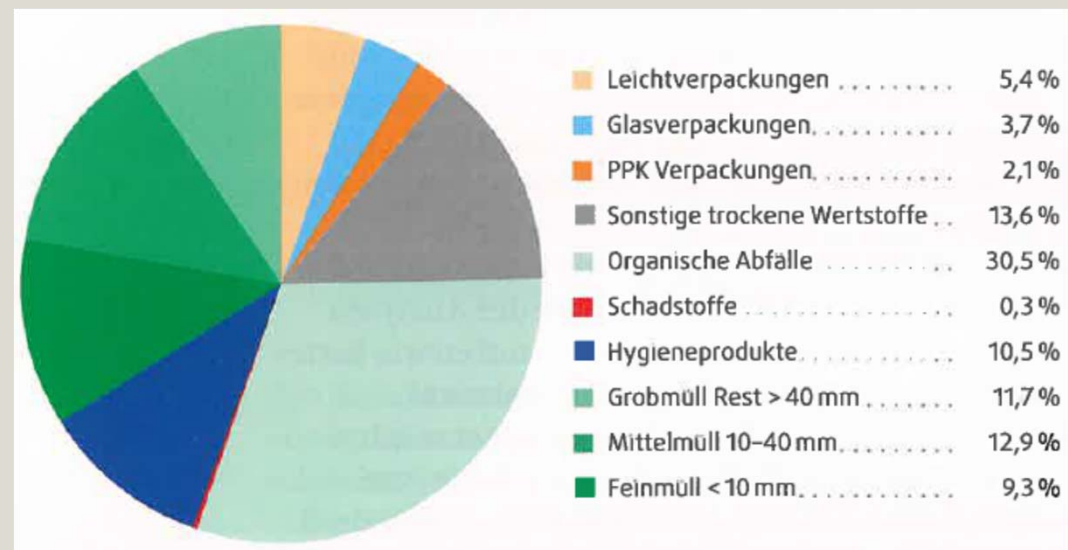
Beim stofflichen Recycling ist ein Abbau von Schadstoffen nur bedingt möglich.

Bei der Verbrennung kann demgegenüber eine deutliche Schadstoffreduzierung erreicht werden. Die Schadstoffe werden bei der Verbrennung frei und können im Rahmen der Rauchgasreinigung eingefangen werden.

RESTABFALL

Schadstoffe in den Restabfällen sind ubiquitär verteilt

Restabfall ist insgesamt eher inhomogen

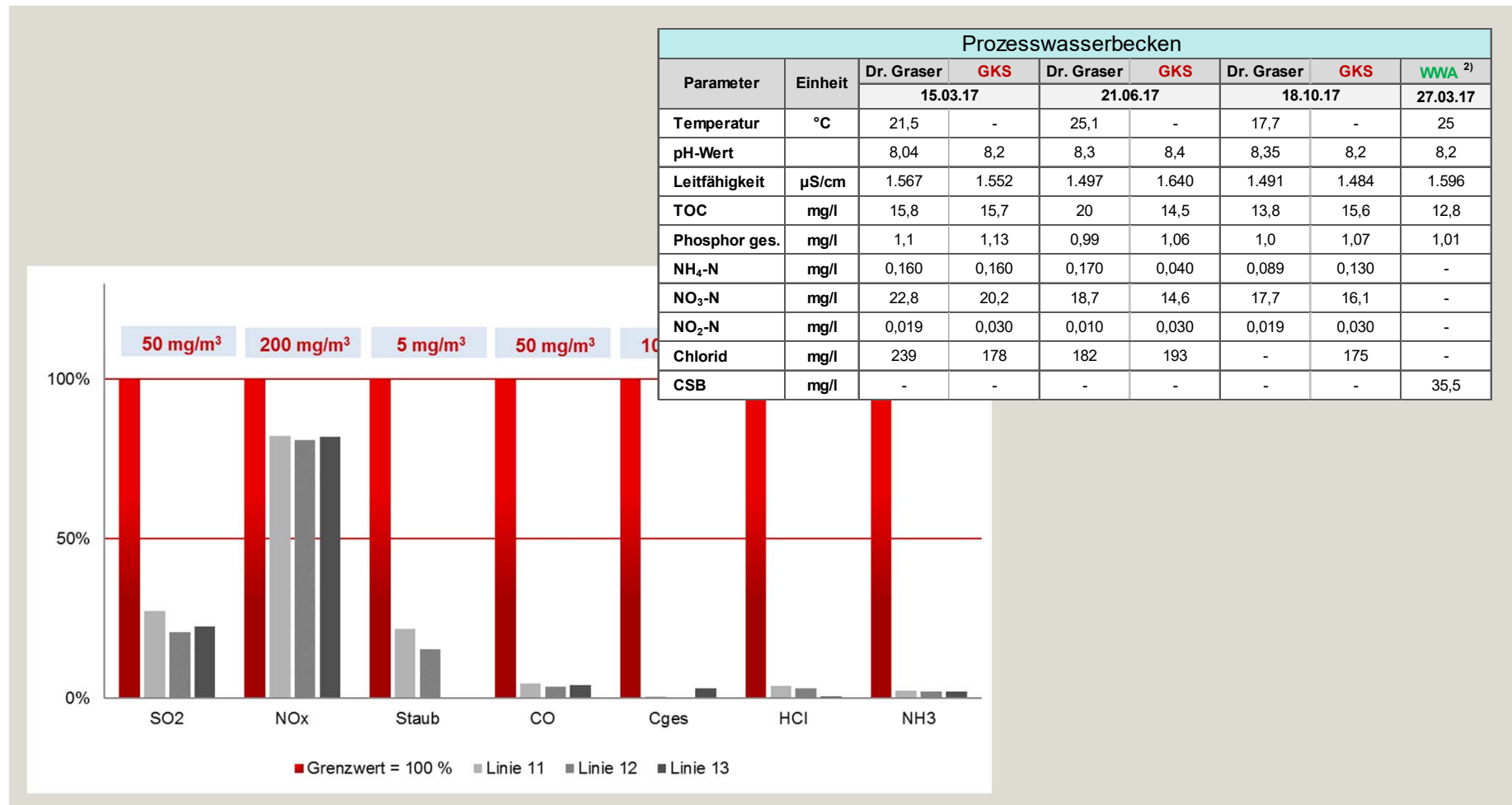


BILANZIERUNG VON SCHADSTOFFEN IM MVA-PROZESS

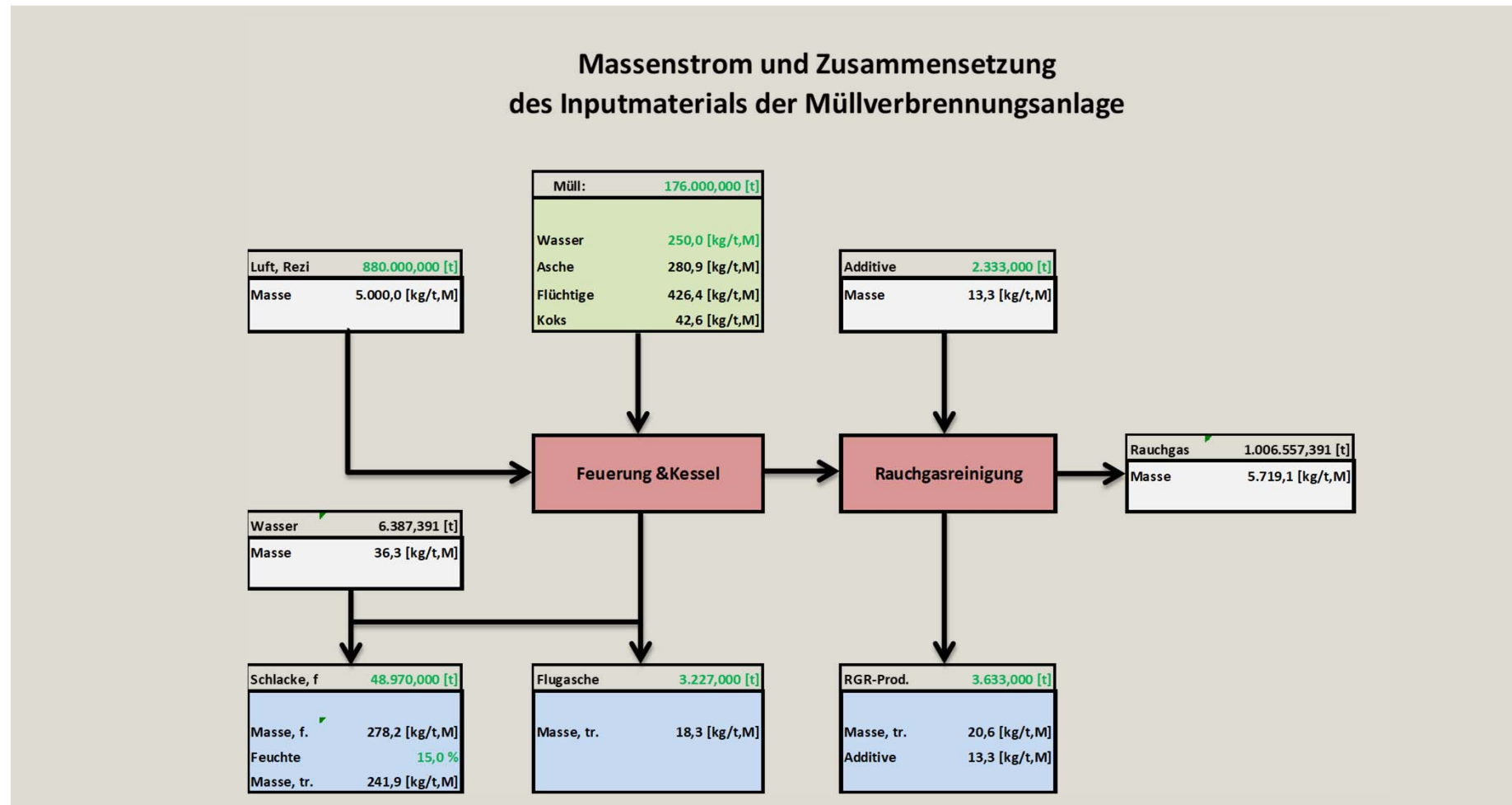
Es erfolgen fortlaufende Probenahmen und Analysen von Schadstoffen in allen Stoffströmen, die die MVA verlassen:

- Kontinuierliche Messungen der Luftschadstoffe
- Diskontinuierliche Messungen der Luftschadstoffe
- Diskontinuierliche Messungen der Schadstoffe in Reststoffen
- Kontinuierliche Messungen der Parameter im Abwasser
- Diskontinuierliche Messungen der Parameter im Abwasser

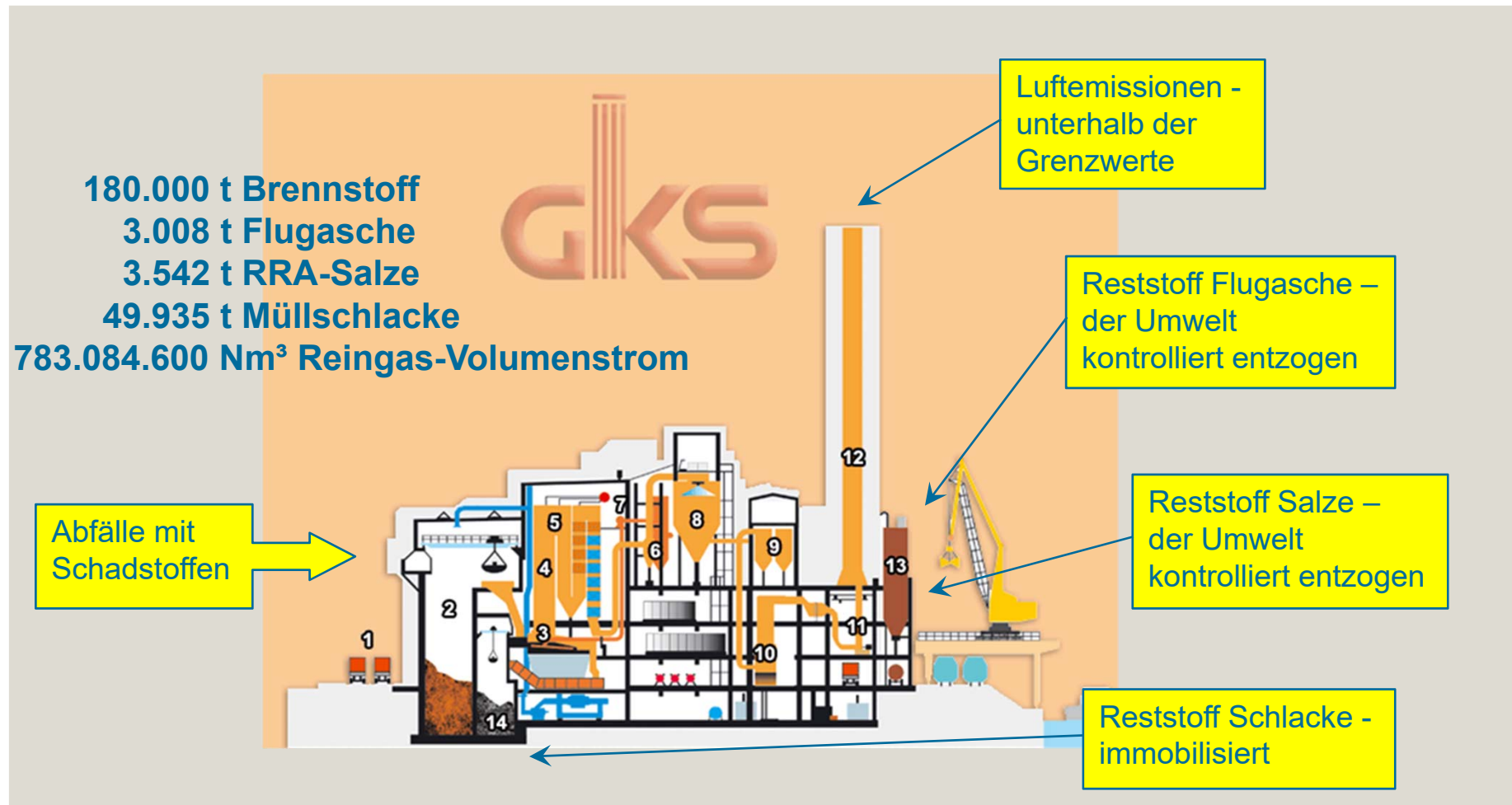
BILANZIERUNG VON SCHADSTOFFEN IM MVA-PROZESS



BILANZIERUNG VON SCHADSTOFFEN IM MVA-PROZESS



BILANZIERUNG VON SCHADSTOFFEN IM MVA-PROZESS



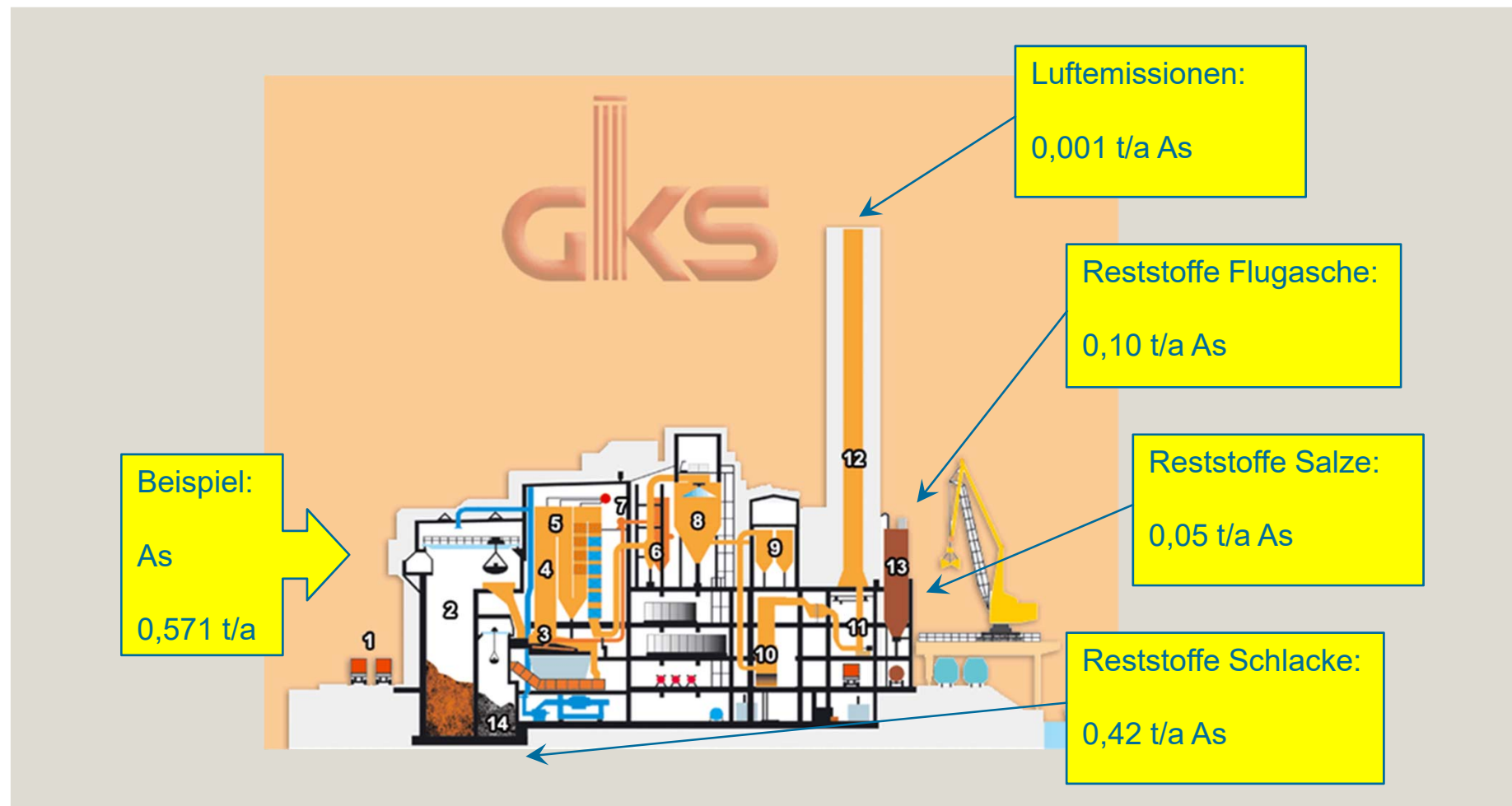
BILANZIERUNGSMETHODE

Solche Auswertungen werden für die Reststoffe Schlacke, Kesselasche, Flugasche und RGR-Produkt angewendet.

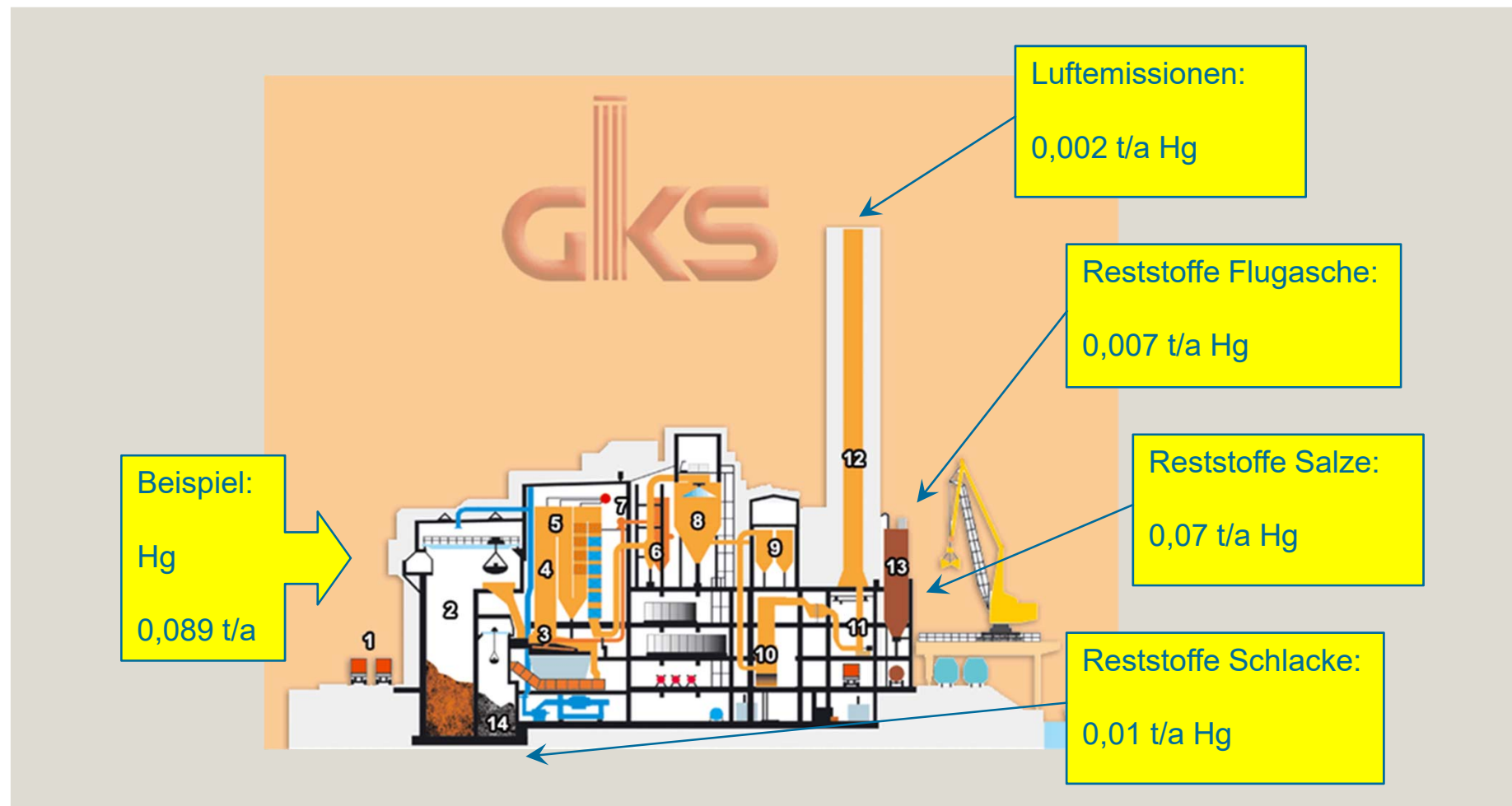
Für die Parameter im Luftpfad werden ähnliche Auswertungen verwendet.

	Feststoff-Analyse:		
Name	Korngrößen-Spektrum	0,000	0,000
	Aussehen [-]	0,000	0,000
	Farbe [-]	0,000	0,000
	Geruch [-]	0,000	0,000
	GV [Mas.-%]	2,398	1,651
	TOC [Mas.-%]	0,753	0,297
	extr. lip. Stoffe [Mas.-%]	0,030	0,005
	EOX [mg/kg]	0,564	0,132
	PAK [mg/kg]	0,550	0,000
	PCDD/F [ng/kg]	68,789	158,167
	Trockenrückstand [Mas.-%]	90,129	7,873
	Wasser [Mas.-%]	16,800	0,000
	Asche [Mas.-%]	0,000	0,000
	Flüchtige [Mas.-%]	0,000	0,000
	C,fix [Mas.-%]	0,000	0,000
Natrium	Na [mg/kg, tr.]	11727,383	5253,588
Magnesium	Mg [mg/kg, tr.]	11892,192	4837,432
Aluminium	Al [mg/kg, tr.]	30664,861	11218,783
Aluminiumoxid	Al2O3 [mg/kg, tr.]	0,000	0,000
Silizium	Si [mg/kg, tr.]	332772,872	126410,549
Phosphor	P [mg/kg, tr.]	5585,314	3819,150
Kalium	K [mg/kg, tr.]	7137,029	3447,855
Kalzium	Ca [mg/kg, tr.]	135005,289	40751,811
Titan	Ti [mg/kg, tr.]	3026,190	1940,568
Vanadium	V [mg/kg, tr.]	258,931	1536,046
Chrom	Cr [mg/kg, tr.]	442,418	1904,136
Chrom-VI	Cr-VI [mg/kg, tr.]	0,000	0,000
Eisen	Fe [mg/kg, tr.]	57196,463	26740,275
Kobalt	Co [mg/kg, tr.]	35,384	19,365
Nickel	Ni [mg/kg, tr.]	199,160	169,026
Kupfer	Cu [mg/kg, tr.]	5452,583	9658,093
Zink	Zn [mg/kg, tr.]	4780,448	2882,627
Arsen	As [mg/kg, tr.]	8,330	4,062
Selen	Se [mg/kg, tr.]	5,085	16,714
Molybdän	Mo [mg/kg, tr.]	20,651	34,402
Silber	Ag [mg/kg, tr.]	0,000	0,000
Cadmium	Cd [mg/kg, tr.]	9,829	20,916
Zinn	Sn [mg/kg, tr.]	594,036	2672,092
Antimon	Sb [mg/kg, tr.]	92,674	50,983
Barium	Ba [mg/kg, tr.]	418,413	503,592
Gold	Au [mg/kg, tr.]	0,000	0,000
Quecksilber	Hg [mg/kg, tr.]	0,196	0,694
Thallium	Tl [mg/kg, tr.]	0,840	1,355
Blei	Pb [mg/kg, tr.]	1257,656	1940,251

BILANZIERUNG VON SCHADSTOFFEN IM MVA-PROZESS

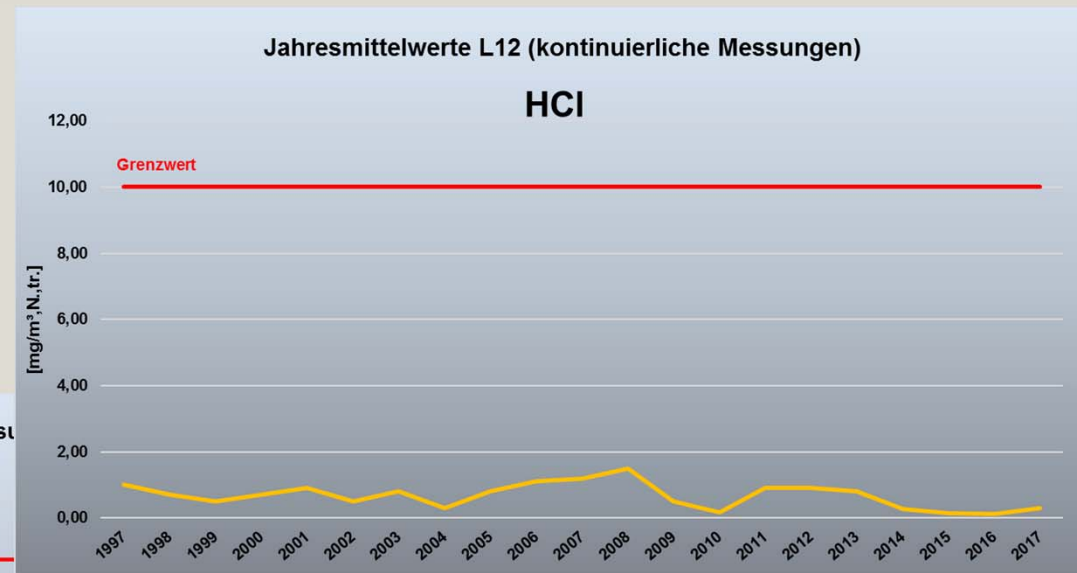


BILANZIERUNG VON SCHADSTOFFEN IM MVA-PROZESS



BILANZIERUNG VON SCHADSTOFFEN IM MVA-PROZESS

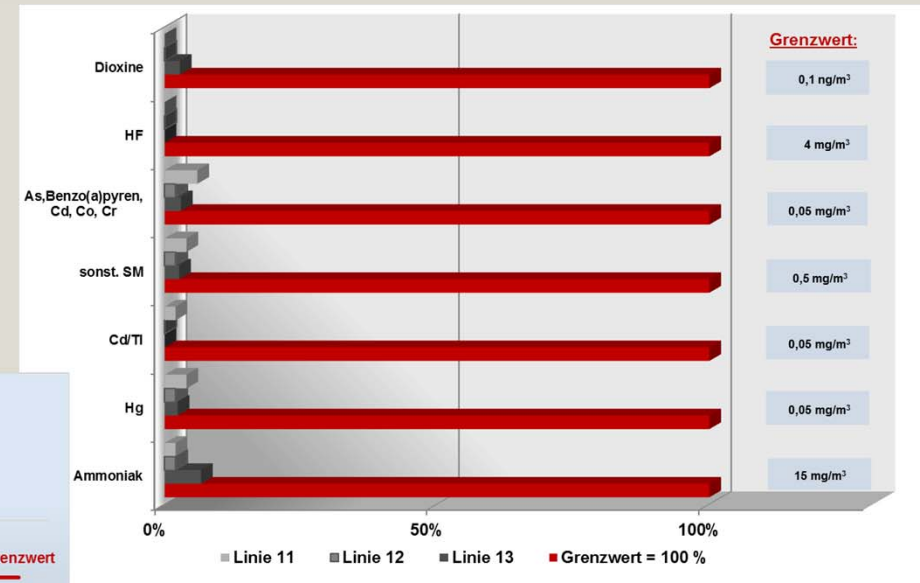
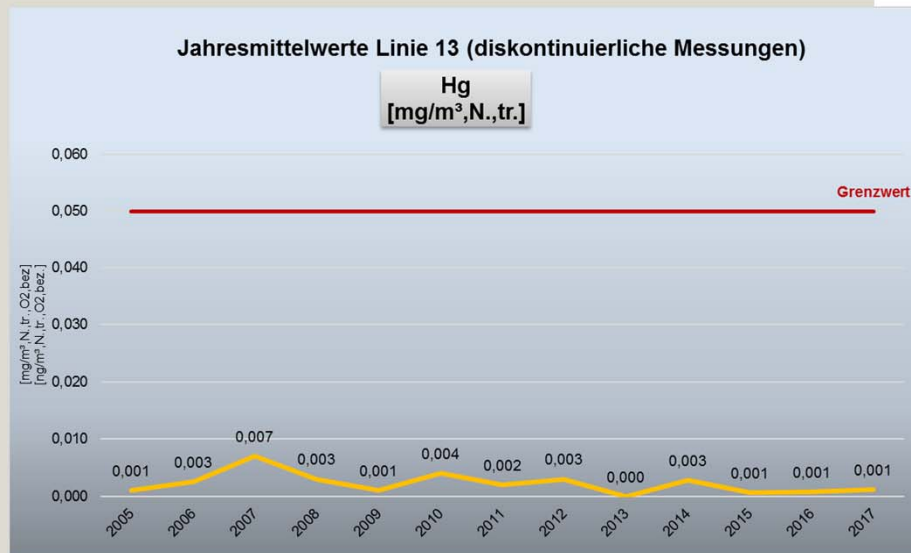
- Abscheidegrad
SO₂ = 97 %
- Abscheidemenge
SO₂ = 446,85 t/a



- Abscheidegrad
HCl = ~ 100 %
- Abscheidemenge
HCl = 1.375,49 t/a

BILANZIERUNG VON SCHADSTOFFEN IM MVA-PROZESS

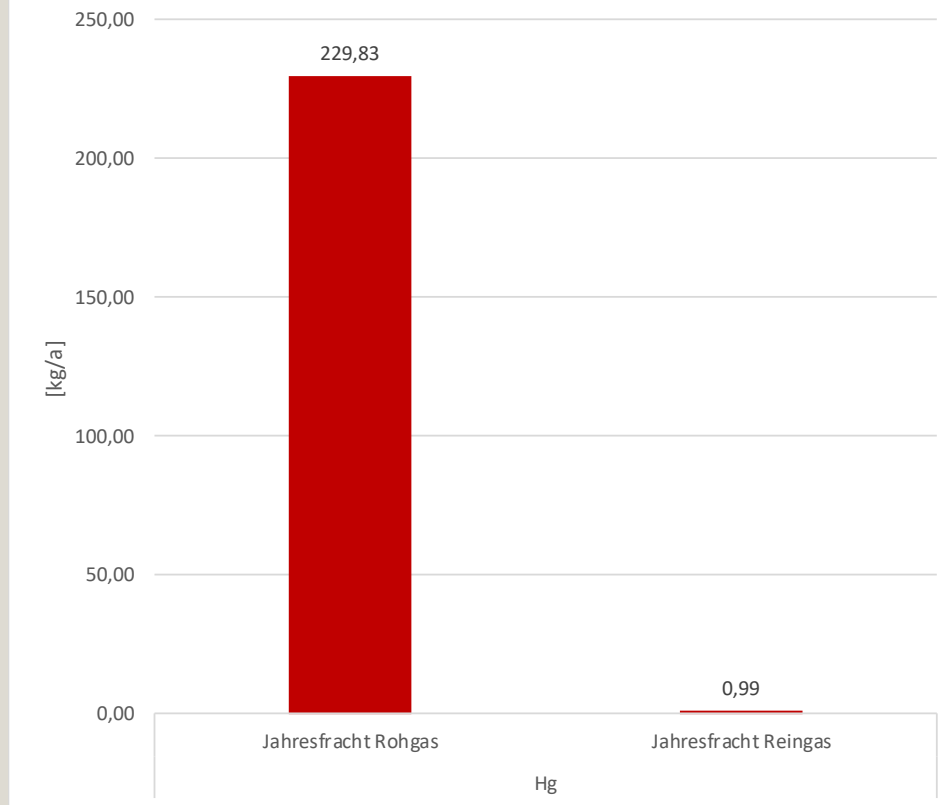
- Abscheidegrad
Hg = 97 %
- Abscheidemenge
Hg = 229 kg/a



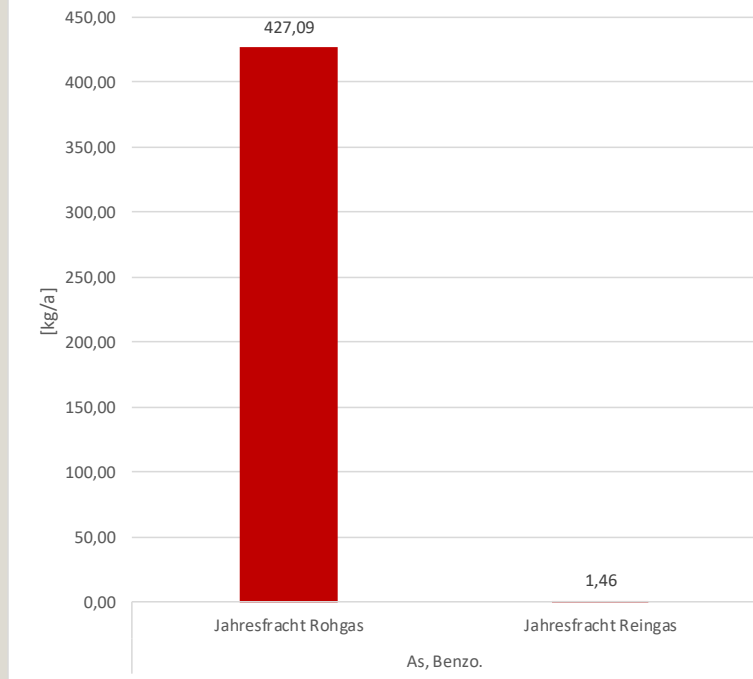
SCHADSTOFF-VERBLEIB



Schadstoffsенke MVA - Beispiel Hg



Schadstoffsенke MVA - Beispiel As



FOLGERUNG

Recycling ist nur sinnvoll,
wenn die als Abfall
anfallenden Stoffe stetig
die gleichen Begleitstoffe
beinhalten



Bei komplexen Produkten mit
verteilten Begleitstoffen oder
aufwändiger Abfallsammlung
ist die **Müllverbrennung** als
Schadstoffsenke im Vorteil



SCHADSTOFFE IN DER ABFALLHIERARCHIE

... ohne MVA

-

... mit MVA



SCHADSTOFFE IN DER ABFALLHIERARCHIE

... ohne MVA



-

... mit MVA



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit