

Schadstoffgehalte von Kunststoffen aus Elektro- und Elektronikaltgeräten – Zwischenergebnisse einer Studie im Auftrag von SENS und SWICO

P. Wäger

H. Böni

M. Schluep

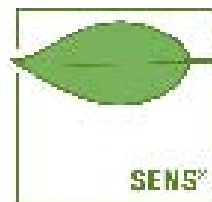
M. Streicher



L. Morf

A. Buser

Im Auftrag von:



- *Ausgangslage*
- *Zielsetzung und Vorgehen*
- *Kunststoffanteile und -mengen in WEEE*
- *Schadstoffe in Kunststoffen aus WEEE*
- *Weiteres Vorgehen*

- Bisher wurden Kunststoffabfälle aus der Verarbeitung von Elektro- und Elektronikaltgeräten (WEEE) in den SENS- oder SWICO-Systemen vornehmlich in Kehrichtverbrennungsanlagen entsorgt.
- Eine Förderung der stofflichen Verwertung
 - würde **einerseits** zu einer **Erhöhung der Recyclingquoten** und einer **Reduktion der Entsorgungskosten** führen;
 - könnte **andererseits** aber auch eine unerwünschte **Dissipation und Emission von Schadstoffen** nach sich ziehen;

- Welche Kunststofftypen kommen in Elektro- und Elektronikgeräten (WEEE) vor?
- Wie sieht es bezüglich der Belastung dieser Kunststofftypen durch ökologisch bedenkliche Inhaltsstoffe (insbesondere Flammschutzmittel) aus?

	Cd	Cr(VI)	Hg	Pb	PBB	PBDE
RoHS ¹⁾ - Grenzwert	0.01%	0.1%	0.1%	0.1%	0.1%	0.1%

¹⁾ EU-Richtlinie zur Beschränkung der Verwendung bestimmter gefährlicher Stoffe in Elektro- und Elektronikgeräten

PentaBDE OctaBDE	Cd	LVA-Code Code <i>LMoD</i>	Klassierung <i>Classement</i>
> 0,1 %	≥ 0,01 %	16 02 15	[S]
≤ 0,1 %	< 0,01 %	16 02 97	[-]

- Welche Rahmenbedingungen müssen erfüllt sein, damit eine bezüglich dieser Schadstoffe unbedenkliche stoffliche Verwertung von Kunststoffen aus WEEE stattfinden kann?

Teilprojekt 1:

- Literaturstudie und Experteninterviews im Hinblick auf die Identifizierung der
 - in WEEE vorkommenden Kunststofftypen;
 - Kunststoffmengen bzw. -massenflüsse in WEEE;
 - RoHS-relevanten Schadstoffe in den verschiedenen WEEE-Kunststoff(typ)en;
 - typischen aktuellen Entsorgungswege für WEEE-Kunststoffe.
- abgeschlossen, (interner) Zwischenbericht liegt vor!

Teilprojekt 2 (optional):

- Probenahme und Analyse von Kunststoffe aus WEEE
- Offerte eingereicht!

Teilprojekt 3:

- Definition der Rahmenbedingungen für eine möglichst unbedenkliche stoffliche Verwertung von WEEE-Kunststoffen

Hypothese 1:

- Pro Geräteklasse bzw. -art lassen sich jeweils **zwei bis drei mengenmässig dominante Kunststofftypen** identifizieren, welche **theoretisch einer stofflichen Verwertung zugeführt** werden können.

Hypothese 2:

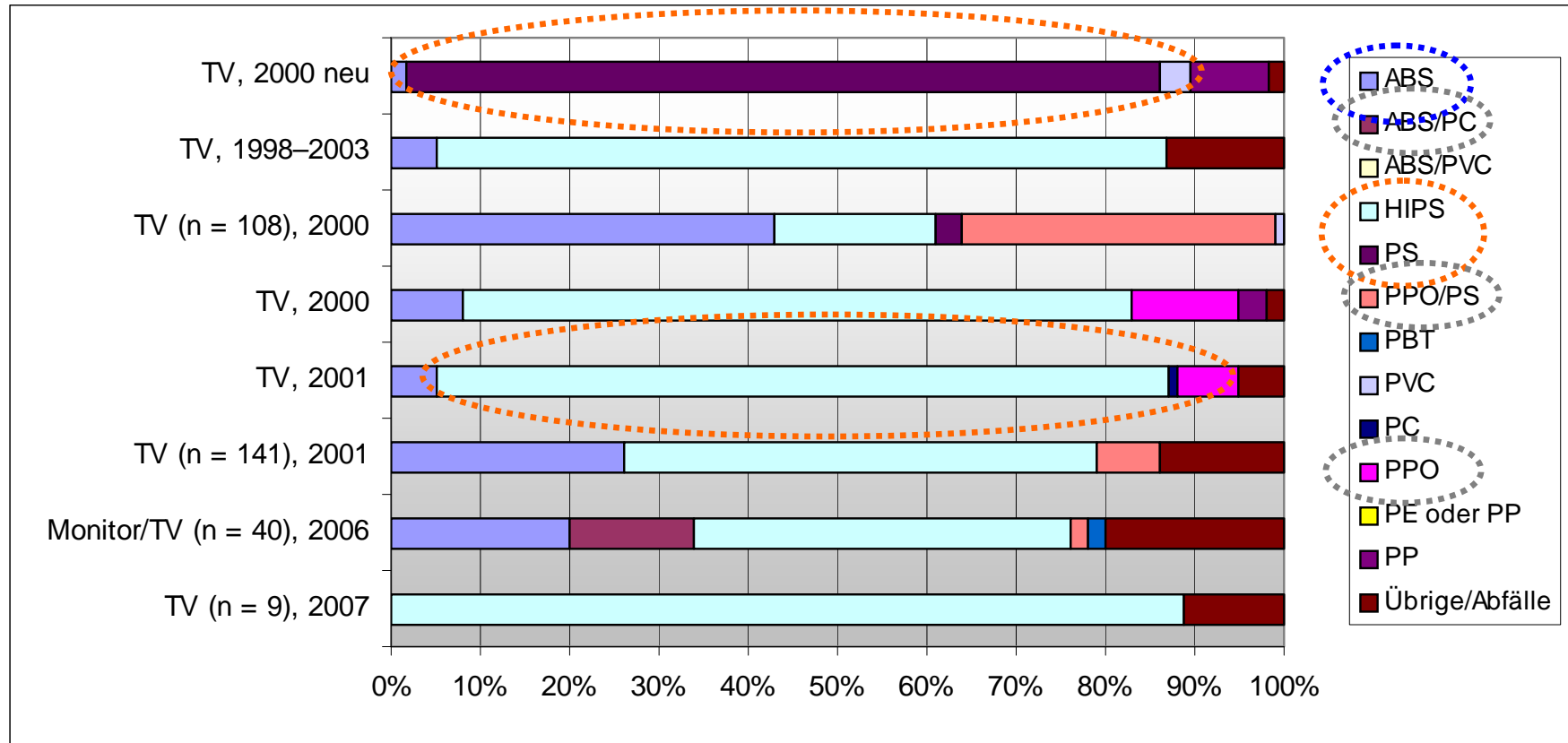
- Einige der in der RoHS geregelte Schadstoffe treten **in bestimmten WEEE-Kunststofftypen und -Geräteklassen** in Konzentrationen **im Bereich der entsprechenden RoHS-Grenzwerte** auf.

Hypothese 3:

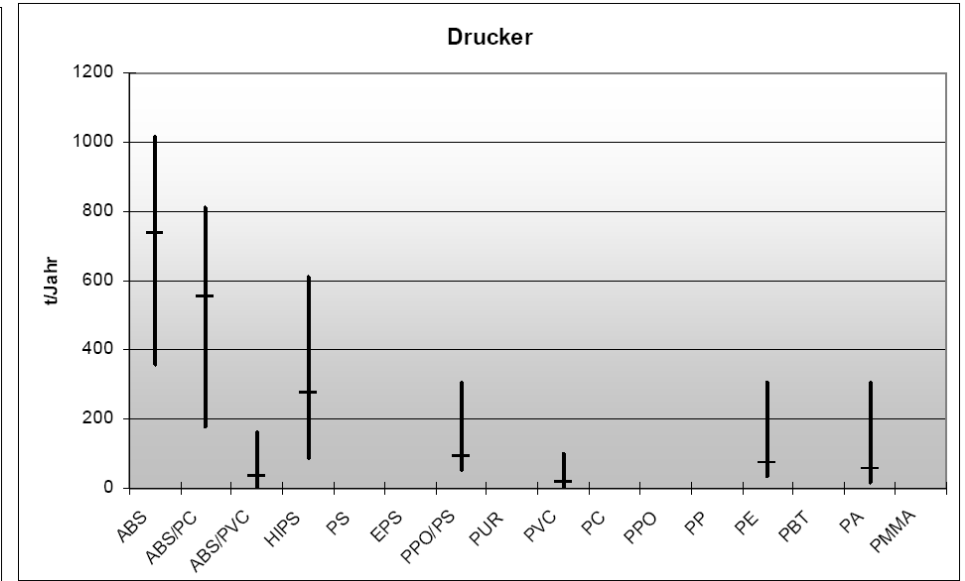
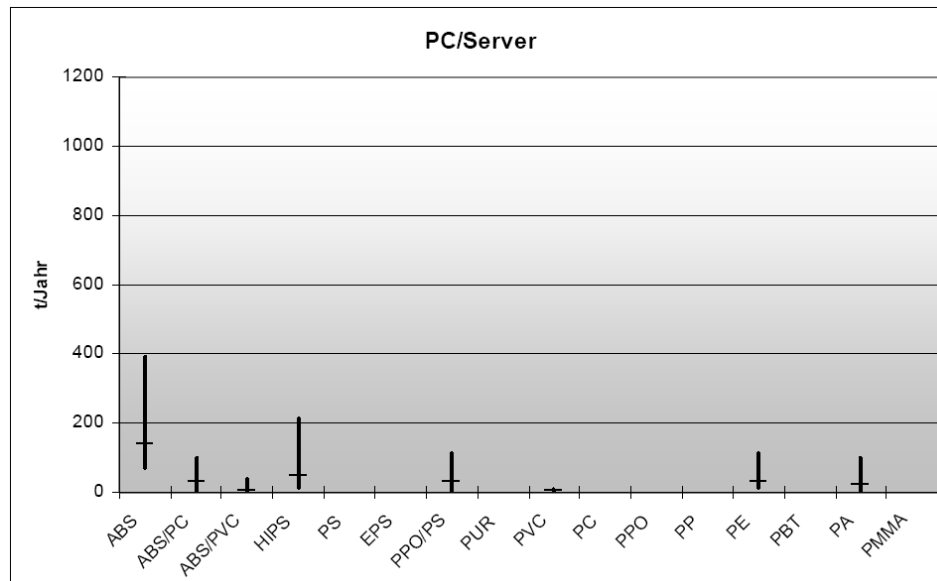
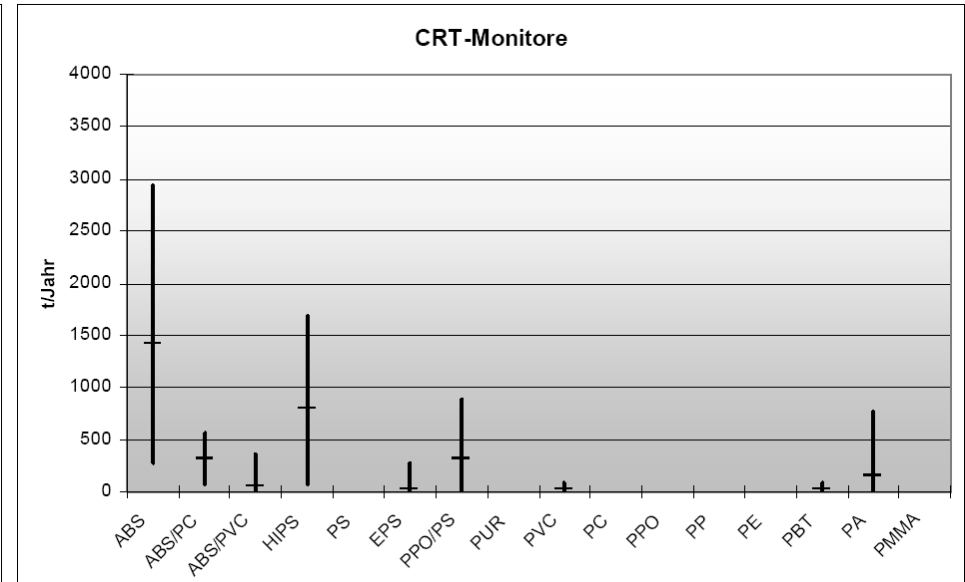
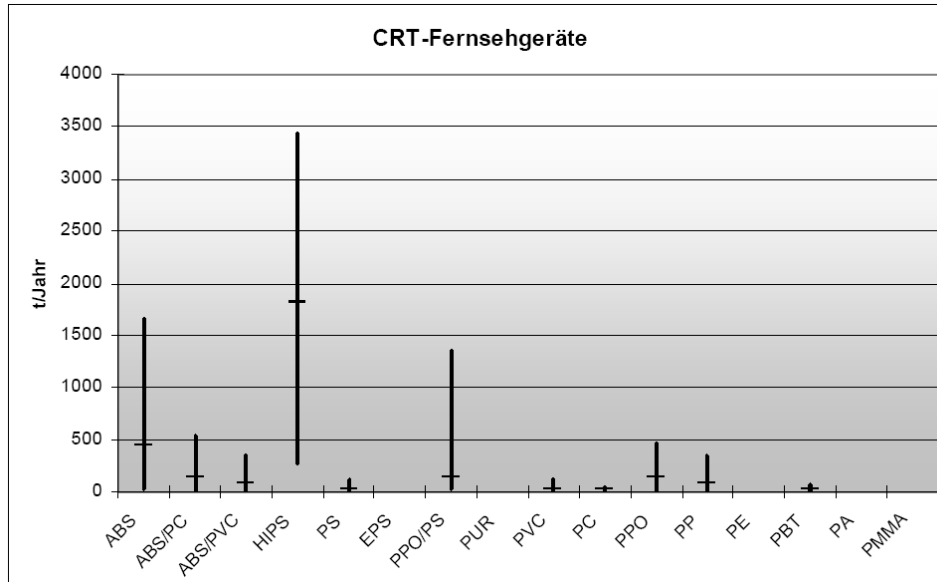
- Die Konzentrationen einiger in der RoHS geregelter Schadstoffe in **mengenmässig relevanten Kunststoffen** sind durchweg **deutlich tiefer als die entsprechenden RoHS-Grenzwerte**.

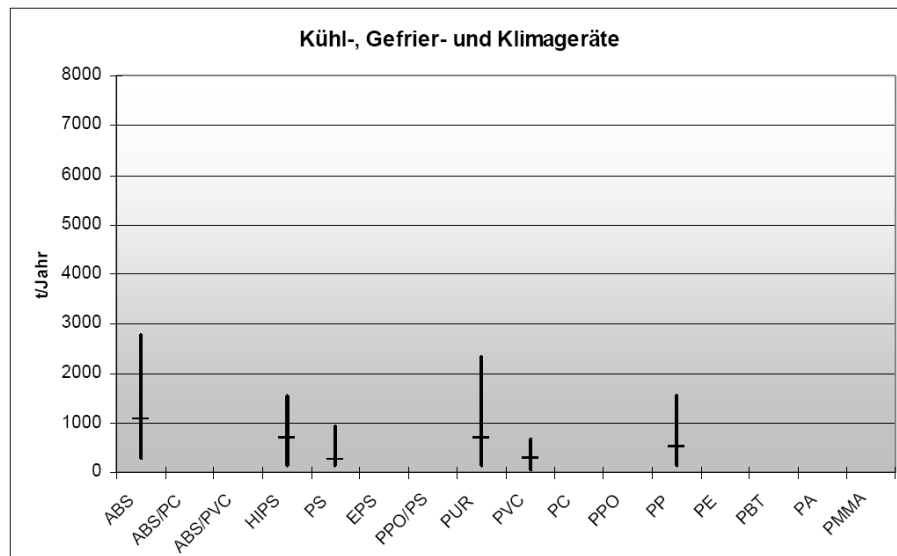
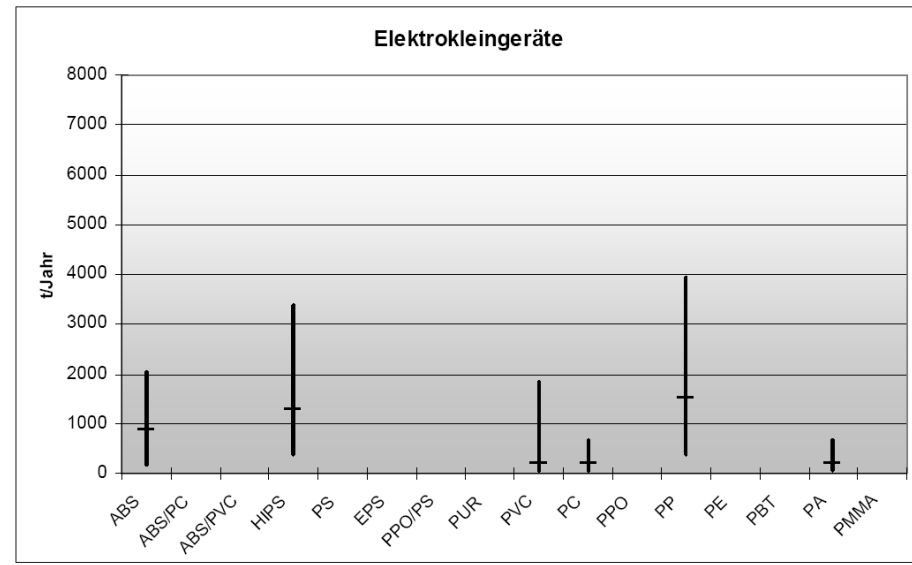
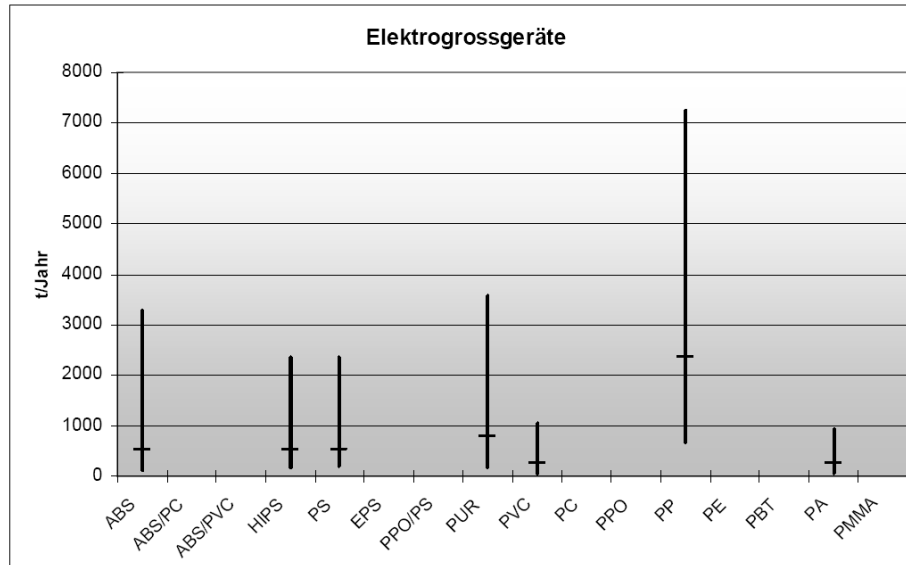
	Kunststoffanteil (Gew-%)			Kunststoffmenge (t/a)
	'realistisch'	Minimum	Maximum	'realistisch'
SENS				
Elektrogrossgeräte	20%	13%	36%	5'200
Elektrokleingeräte	35%	20%	55%	4'300
Kühl-, Gefrier- und Klimageräte	25%	21%	43%	3'600
SWICO				
Unterhaltungselektronik (ohne Fernseher)	28%	23%	34%	1'300
CRT-Fernsehgeräte	30%	15%	38%	3'000
CRT-Monitore	30%	13%	38%	3'200
LCD-Monitore	35%	32%	41%	96
PC / Server	8%	6%	13%	310
Laptops	28%	14%	35%	92
Drucker	30%	29%	33%	1'800
Grosskopierer	7%	6%	9%	390
Übrige SWICO-Geräte	28%	15%	40%	3'300
Total				26'600

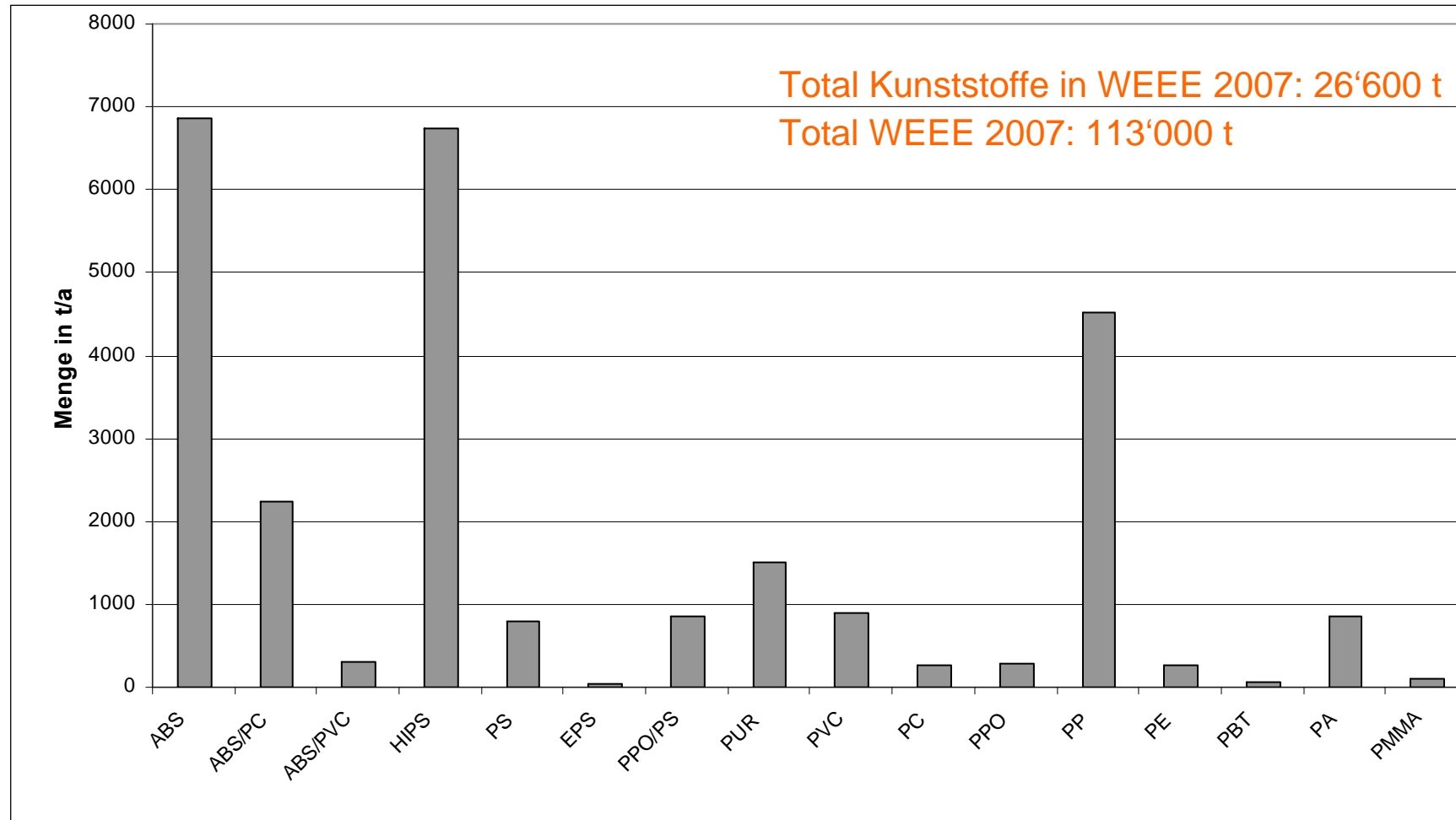
Beispiel CRT-Fernsehgeräte



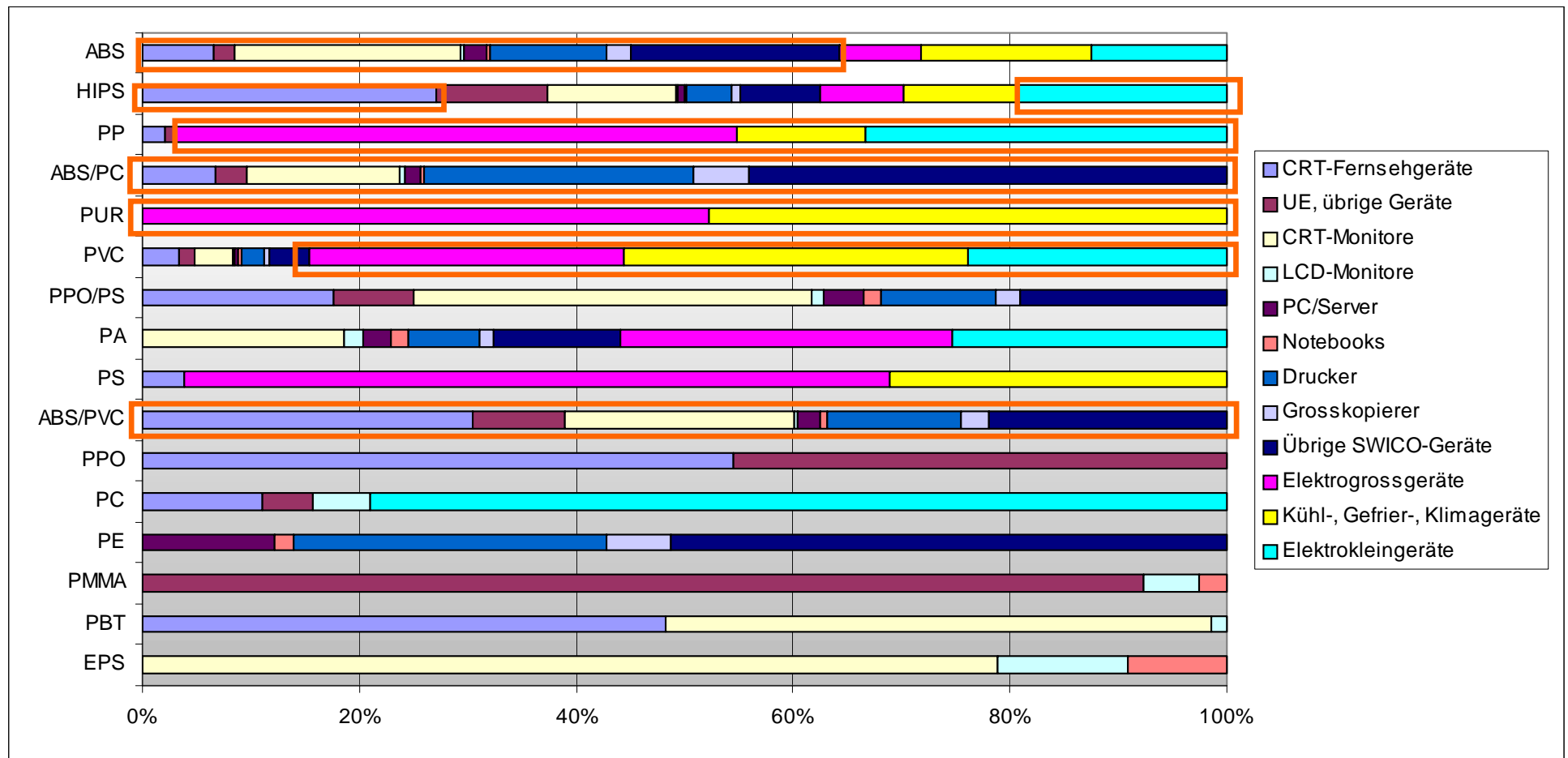
➔ teilweise grosse Unterschiede zwischen verschiedenen Literaturquellen!







- HIPS: v.a. in TV-Geräten und Elektrokleingeräten
- ABS: ca. 60% in SWICO-Geräten;
- ABS-Blends: praktisch ausschliesslich in SWICO-Geräten;
- PP, PUR und PVC: v.a. in SENS-Geräten



- Pro Gerätekategorie bzw. -art lassen sich jeweils **zwei bis drei mengenmässig dominante Kunststofftypen** identifizieren, welche **theoretisch einer stofflichen Verwertung zugeführt** werden können

→ konnte im Wesentlichen bestätigt werden!

U-Elektronik / TV-Geräte: HIPS, ABS

IT-Geräte: ABS, HIPS, dann ABS/PC, PPO/PS

Elektrogrossgeräte: PP, PUR, dann ABS, PS und HIPS

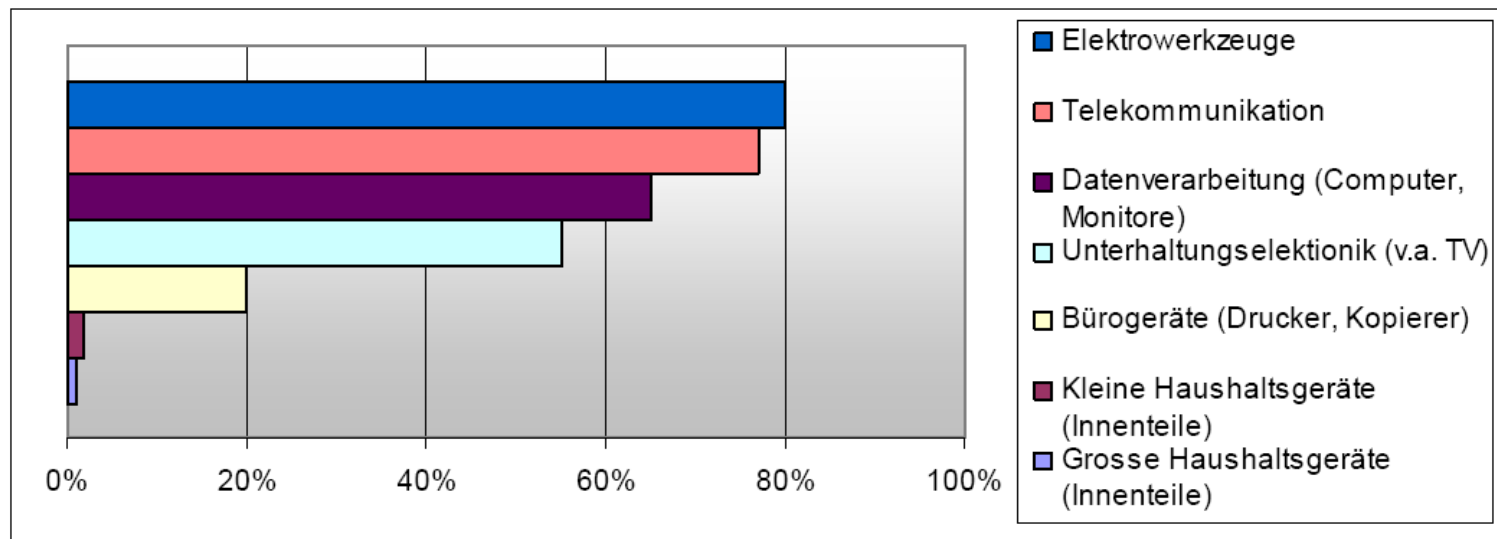
Elektrokleingeräte: PP, HIPS, dann ABS

Kühlgeräte: ABS, HIPS, PUR

	Cd	Cr(VI)	Hg	Pb	PBB	PBDE
RoHS ¹⁾ - Grenzwert	0.01%	0.1%	0.1%	0.1%	0.1%	0.1%

¹⁾ EU-Richtlinie zur Beschränkung der Verwendung bestimmter gefährlicher Stoffe in Elektro- und Elektronikgeräten

Anteil an flammgeschützten Kunststoffen in WEEE



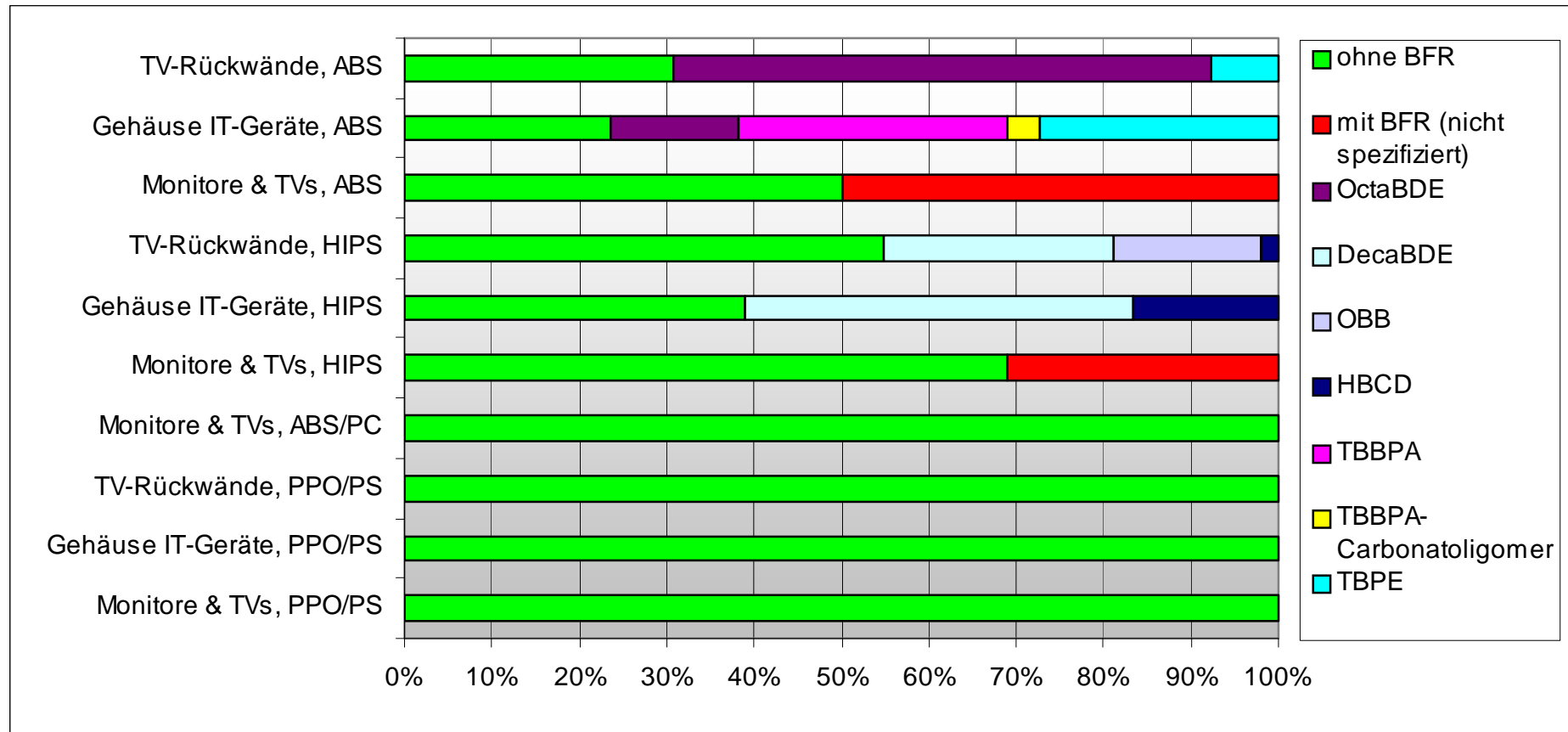
→ rund ein Viertel bezogen auf alle WEEE-Kategorien

APME (2001) Plastics – A material of innovation for the electrical and electronic industry.

Harant, M. (2002) Umweltrelevante Inhaltsstoffe in Elektro- und Elektronikgeräten. Bayerisches Landesamt für Umweltschutz, Augsburg.

Huisman et al. (2008) Review of Directive 2002/96 on Waste Electrical and Electronic Equipment (WEEE). UN University.

Anteile von Kunststoffen mit BFR in CRT-Geräten



→ keine BFR, aber hohe Phosphorgehalte in ABS/PC und PPO/PS

Schlummer et al. (2007) Chemosphere 67, 1866-1876

Wolf, M. (2001) Flammenschutzmittel und Schwermetalle in Kunststoffen. Fachtagung 'Umweltrelevante Inhaltsstoffe elektrischer und elektronischer Altgeräte (EAG)'. BayLFU-Fachtagung,

PentaBDE

- rückläufiger Einsatz seit Mitte der 90er Jahre;
- Gehalte in WEEE-Kunststoffen unter RoHS-Grenzwert (mit *Ausnahme evtl. von PUR*).

OctaBDE

- rückläufiger Einsatz seit Ende der 90er Jahre (Ablösung durch DecaBDE und TBBPA);
- mit *Grenzwertüberschreitungen vor allem in ABS* (u.a. Monitorgehäuse, Fernsehgeräte, Videogeräte) muss gerechnet werden.

DecaBDE

- konstanter hoher Verbrauch von Deca-BDE seit den 90er Jahren;
- mit *Grenzwertüberschreitungen vor allem in HIPS* (v.a.: Monitorgehäuse, Fernsehgeräte, Videogeräte) muss gerechnet werden.

CEFIC (2008) Persönliche Mitteilungen

Kuhn et al. (2004) Bromierte Flammschutzmittel in Kunststoffprodukten des Schweizer Marktes. Umwelt-Materialien 189, BUWAL, Bern.

Morf et al. (2005) Environ. Sci. Technol. 39, 8691-8699.

Prevedouros et al. (2004) Environ. Sci. & Technol. 38, 3224–3231.

- Aufgrund neuerer Untersuchungen von PBB in Elektro- und Elektronikaltgeräten ist davon auszugehen, dass PBB nur noch **in Konzentrationen deutlich unterhalb der RoHS-Grenzwerte** vorkommen.

Kuhn et al. (2004) Bromierte Flammschutzmittel in Kunststoffprodukten des Schweizer Marktes. Umwelt-Materialien 189, BUWAL, Bern..

Riess et al. (2000) Chemosphere 40, 937-941.

Schlummer et al. (2007) Chemosphere 67, 1866-1876.

Wolf, M. (2001) Flammschutzmittel und Schwermetalle in Kunststoffen. Fachtagung 'Umweltrelevante Inhaltsstoffe elektrischer und elektronischer Altgeräte (EAG)'. BayLFU-Fachtagung,

- Einige der in der RoHS geregelte Schadstoffe treten *in bestimmten WEEE-Kunststofftypen und -Geräte Kategorien* in Konzentrationen *im Bereich der entsprechenden RoHS-Grenzwerte* auf.

→ *konnte im Wesentlichen bestätigt werden!*

- *Cadmium, OctaBDE* und *DecaBDE* sind in einzelnen Kunststofftypen sehr wahrscheinlich in Konzentrationen *über den RoHS-Grenzwerten* vorhanden;
- als *primäre Schadstoffträger* kommen in erster Linie *ABS, HIPS* (abhängig von der Geräte Kategorie) und *PVC* (unabhängig von der Geräte Kategorie) in Frage;
- in *SENS-Geräten* sind tendenziell *weniger Schadstoffe* enthalten, am ehesten in ABS, HIPS und PP;

Hypothese 3:

- Die Konzentrationen einiger in der RoHS geregelter Schadstoffe in **mengenmässig relevanten Kunststoffen** sind durchweg **deutlich tiefer als die entsprechenden RoHS-Grenzwerte**.

→ konnte im Wesentlichen bestätigt werden!

- bei **Quecksilber, Blei, sechswertigem Chrom, PBBs und PentaBDE** ist - mit Ausnahme von PVC (Blei und Chrom) und ev. PUR (nur PentaBDE) - schon heute mit grosser Wahrscheinlichkeit **nicht mit Grenzwertüberschreitungen** in WEEE-Kunststoffen zu rechnen.



The WEEE Forum is a European *association of 39 electrical and electronic waste collection and recovery systems*. Its mission is to *provide for a platform for co-operation and exchange of best practices*, and in so doing, optimise the cost-effectiveness of the operations of the member organisations, while striving for excellence and continuous improvement in environmental performance.

Danke für Ihre Aufmerksamkeit!

patrick.waeger@empa.ch

www.empa.ch/tsl