



# **Vorlesung** **Naturwissenschaftliche Grundlagen** **der Allgemeinen Ökologie**

---

Prof. Georg Karlaganis, Dr. Hans Hosbach

**Beitrag:**  
**Stoffflüsse/Umweltkompartimente**

**Methodologie**



# Rechtliche Grundlagen

## Umweltschutzgesetz

### Art. 46                      Auskunftspflicht

**<sup>1</sup> Jedermann ist verpflichtet, den Behörden die für den Vollzug erforderlichen Auskünfte zu erteilen, nötigenfalls Abklärungen durchzuführen oder abzuklären.**

**<sup>2</sup> Der Bundesrat oder die Kantone können anordnen, dass Verzeichnisse mit Angaben über Luftverunreinigungen, Lärm und Erschütterungen, über Abfälle und deren Entsorgung sowie über die Art, Menge und Beurteilung von Stoffen geführt, aufbewahrt und den Behörden auf Verlangen zugestellt werden.**

**<sup>3</sup> Der Bundesrat kann anordnen, dass Angaben gemacht werden über Stoffe, welche die Umwelt gefährden können oder erstmals in Verkehr gebracht werden sollen.**





# *Der spezifische Auftrag*

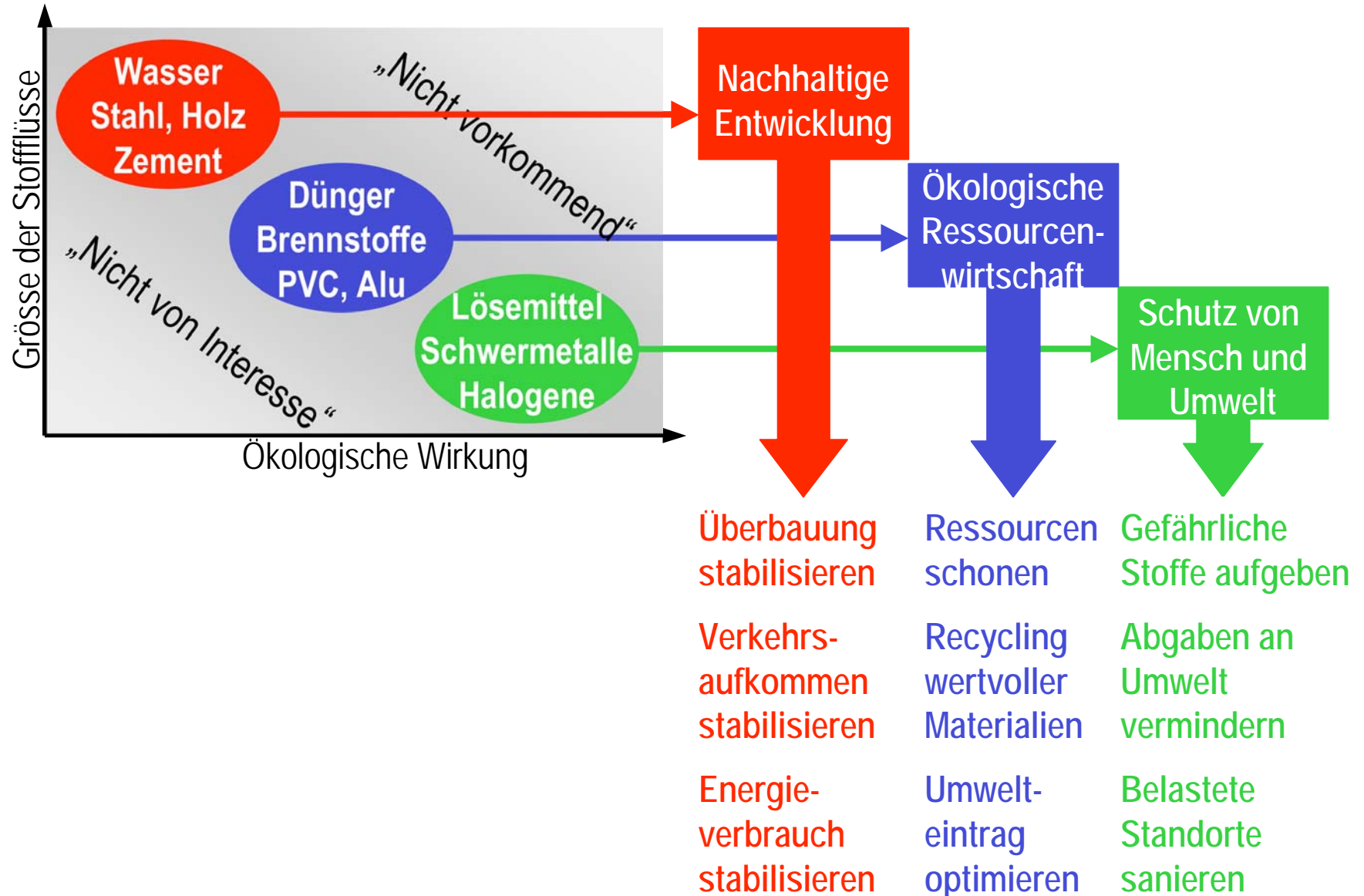
Motion der nationalrätlichen Kommission für Umwelt, Raumplanung und Energie vom 19. Mai 1992:

Der Bundesrat wird beauftragt, zusammen mit den Kantonen Stoffbilanzen für alle wichtigen im Ökosystem zirkulierenden Schadstoffe zu erstellen.





# Stoff- und Materialgruppen





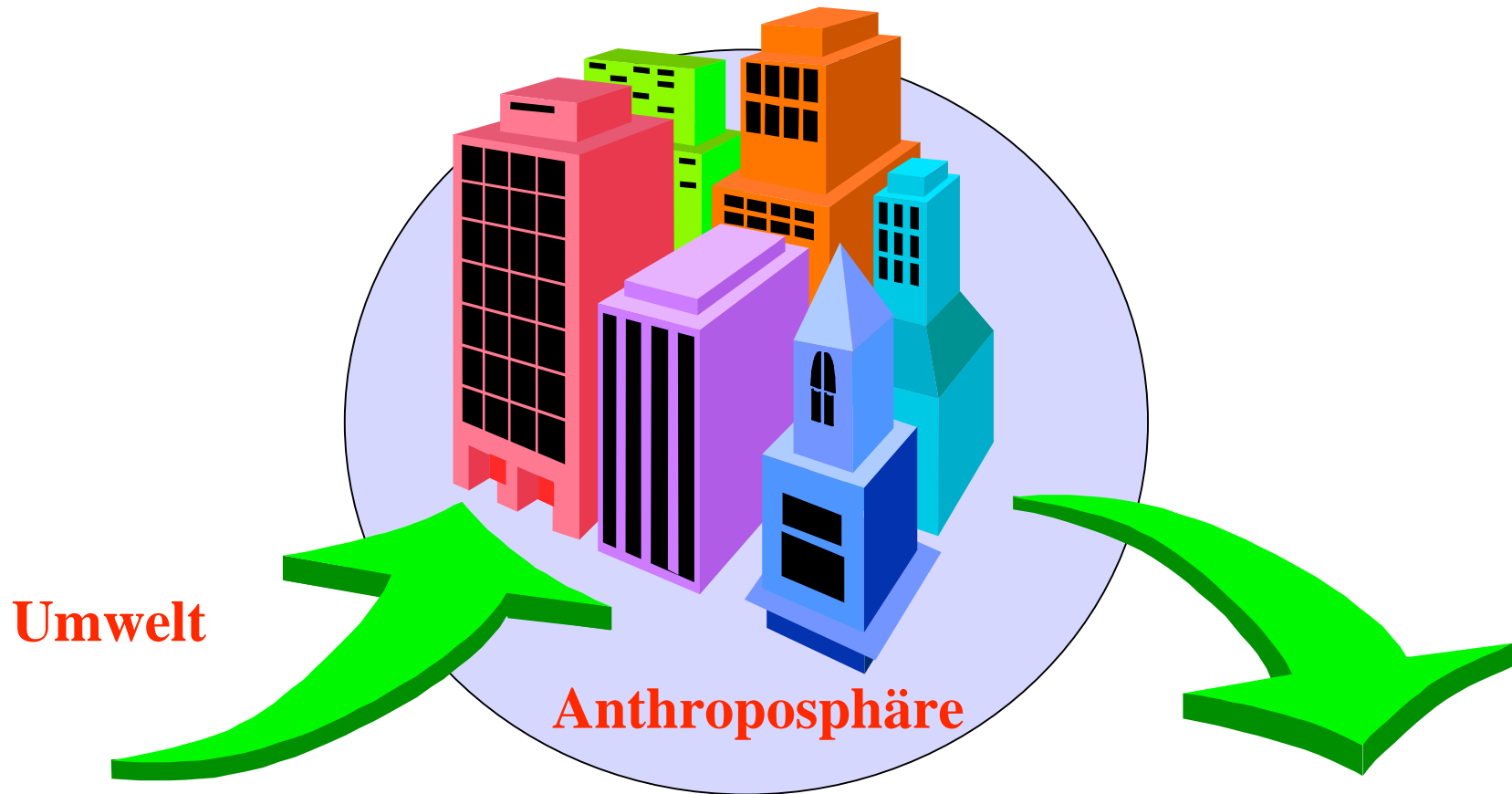
# Analysen 1992-2005

<b>Schwermetalle:</b>	<b>Cadmium</b> <b>Molybdän</b> <b>Antimon</b>
<b>Halogenierte Lösemittel:</b>	<b>1,1,1-Trichlorethan</b> <b>Perchlorethen</b> <b>Trichlorethen</b> <b>Dichlormethan</b>
<b>Chlorierte Paraffine:</b>	<b>SCCP (Alkane, C<sub>10-13</sub>, chloro)</b>
<b>Bromierte Flammschutzmittel:</b>	<b>PentaBDPE, OctaBDPE,</b> <b>DecaBDPE, TBBPA</b>
<b>Andere Stoffe:</b>	<b>Dioxine und Furane</b> <b>Vinylchlorid</b> <b>Stickstoff</b> <b>PFOS</b>





# Anthroposphäre und Umwelt



**Umwelt**

**Anthroposphäre**

**Umwelt**

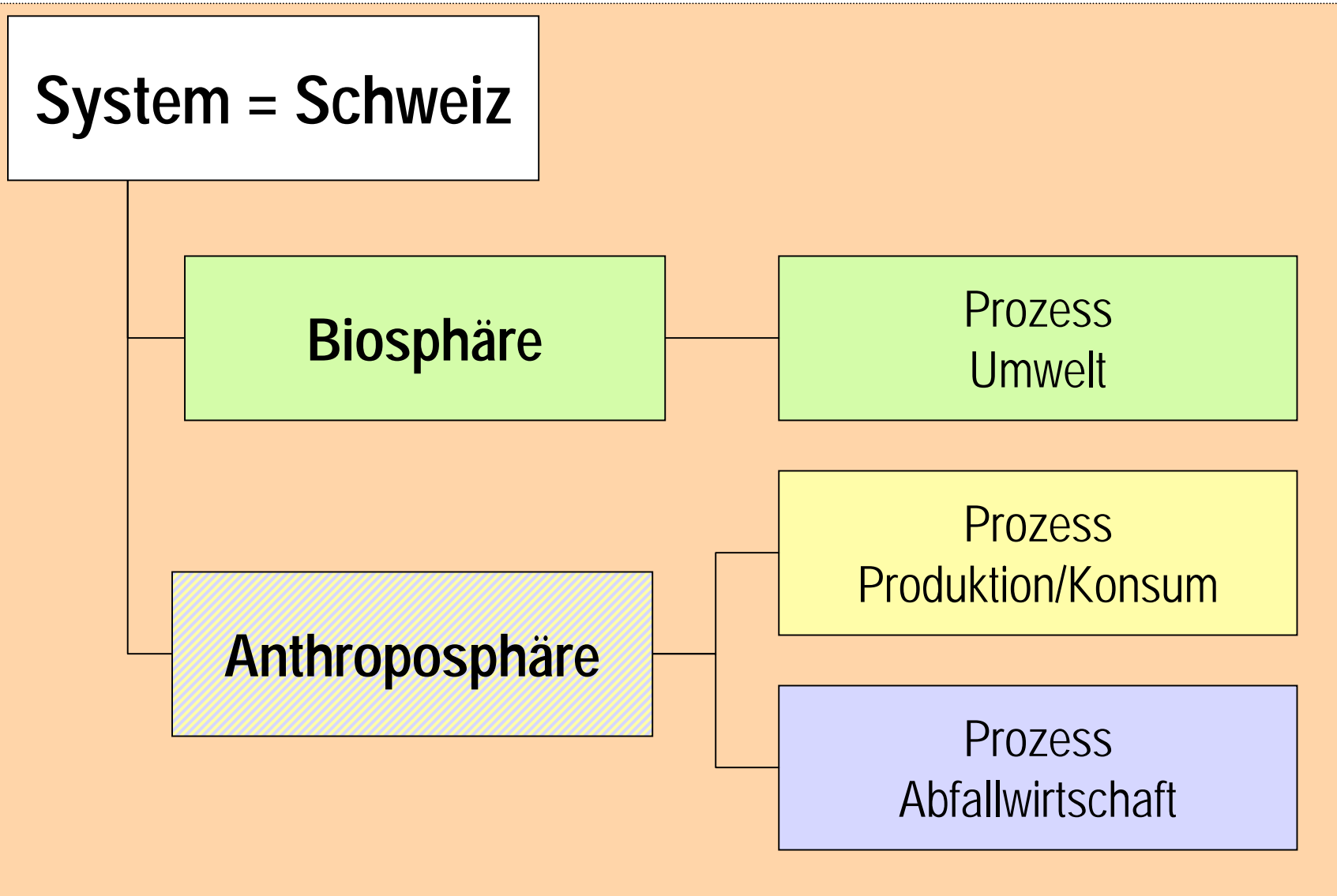
65 +/- 20 T/Kopf und Jahr  
als Ressourcen

60 +/- 20 T/Kopf und Jahr  
als Abfälle und Emissionen



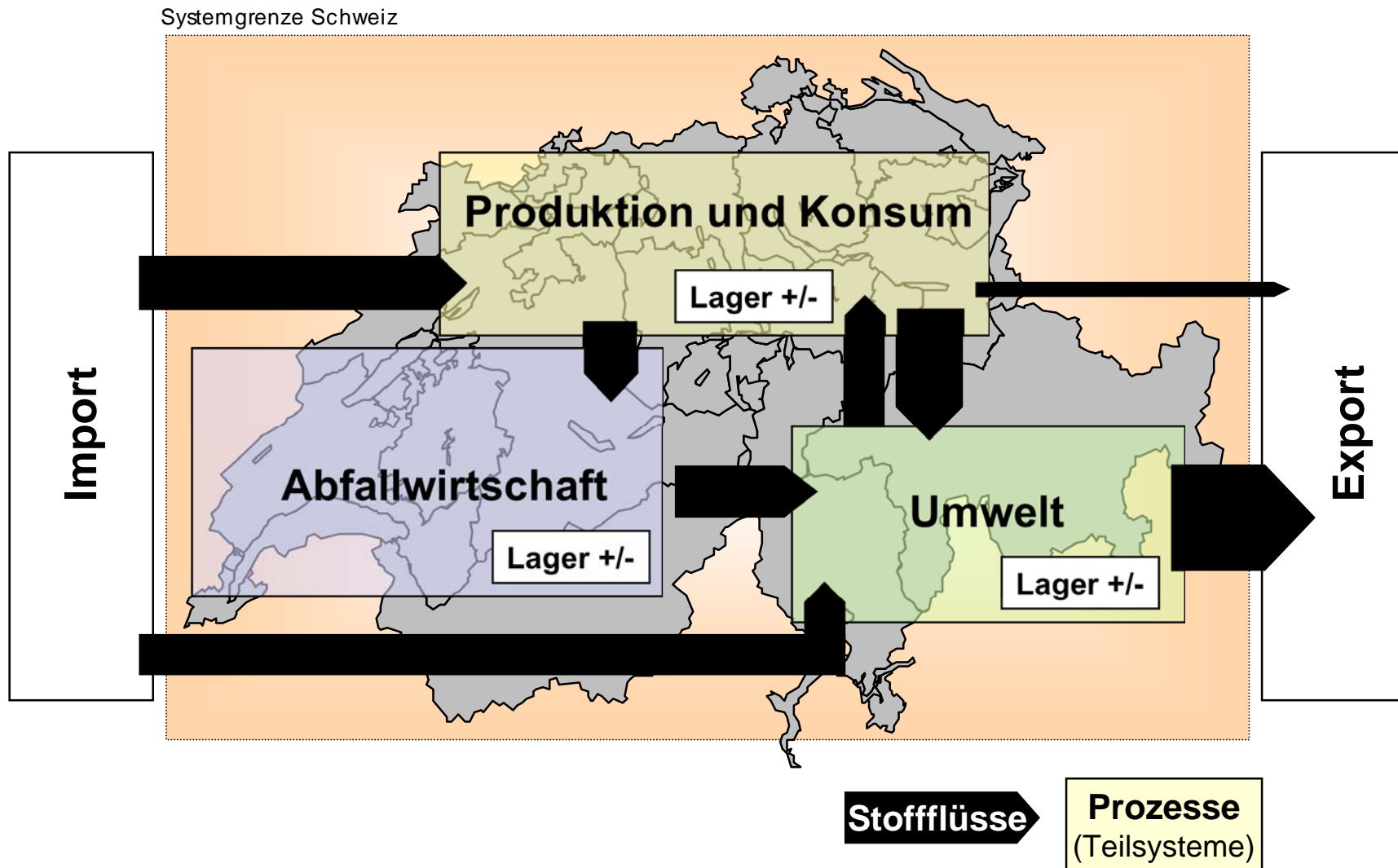


# System und Prozesse





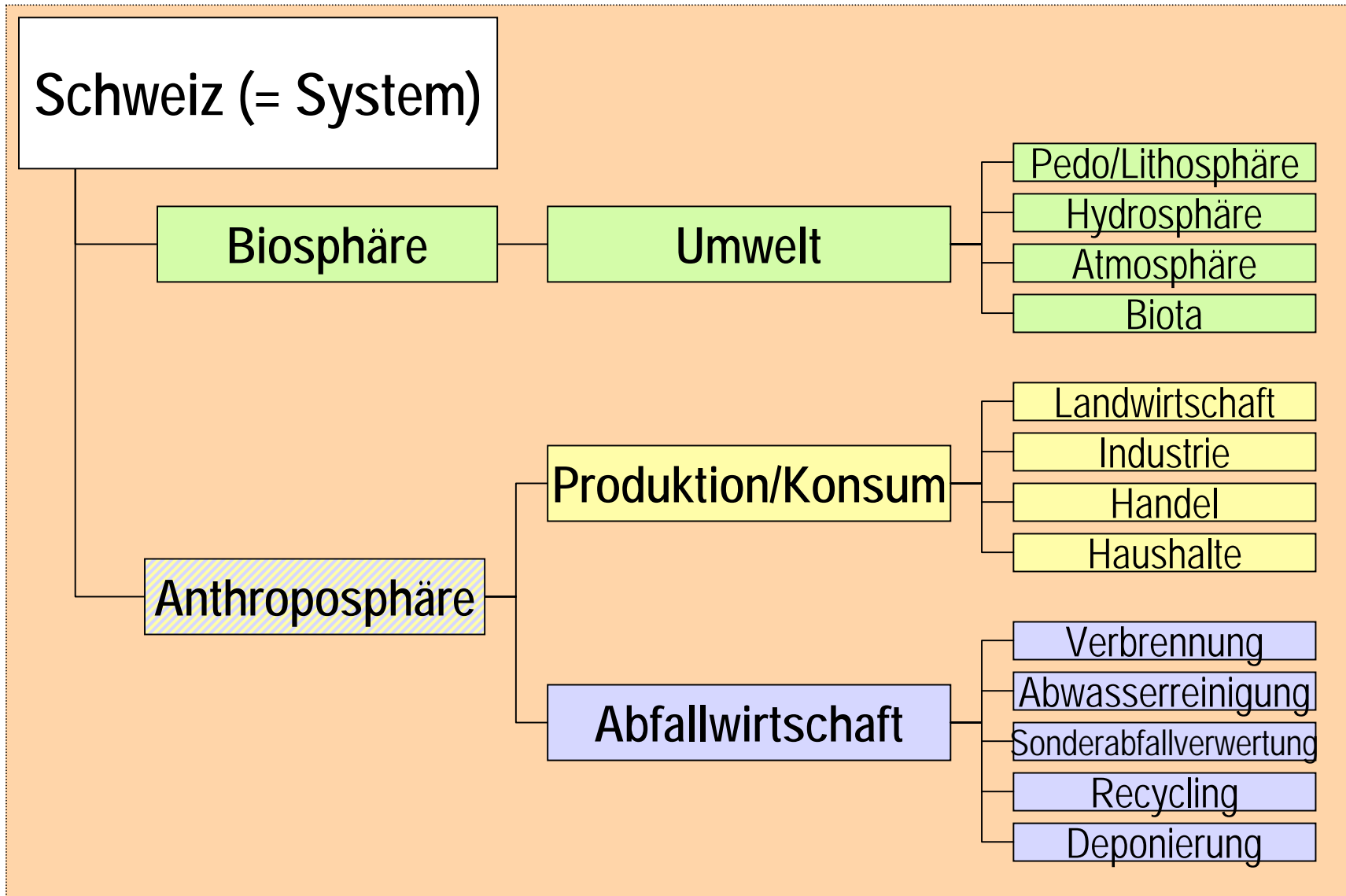
# Stoffflüsse





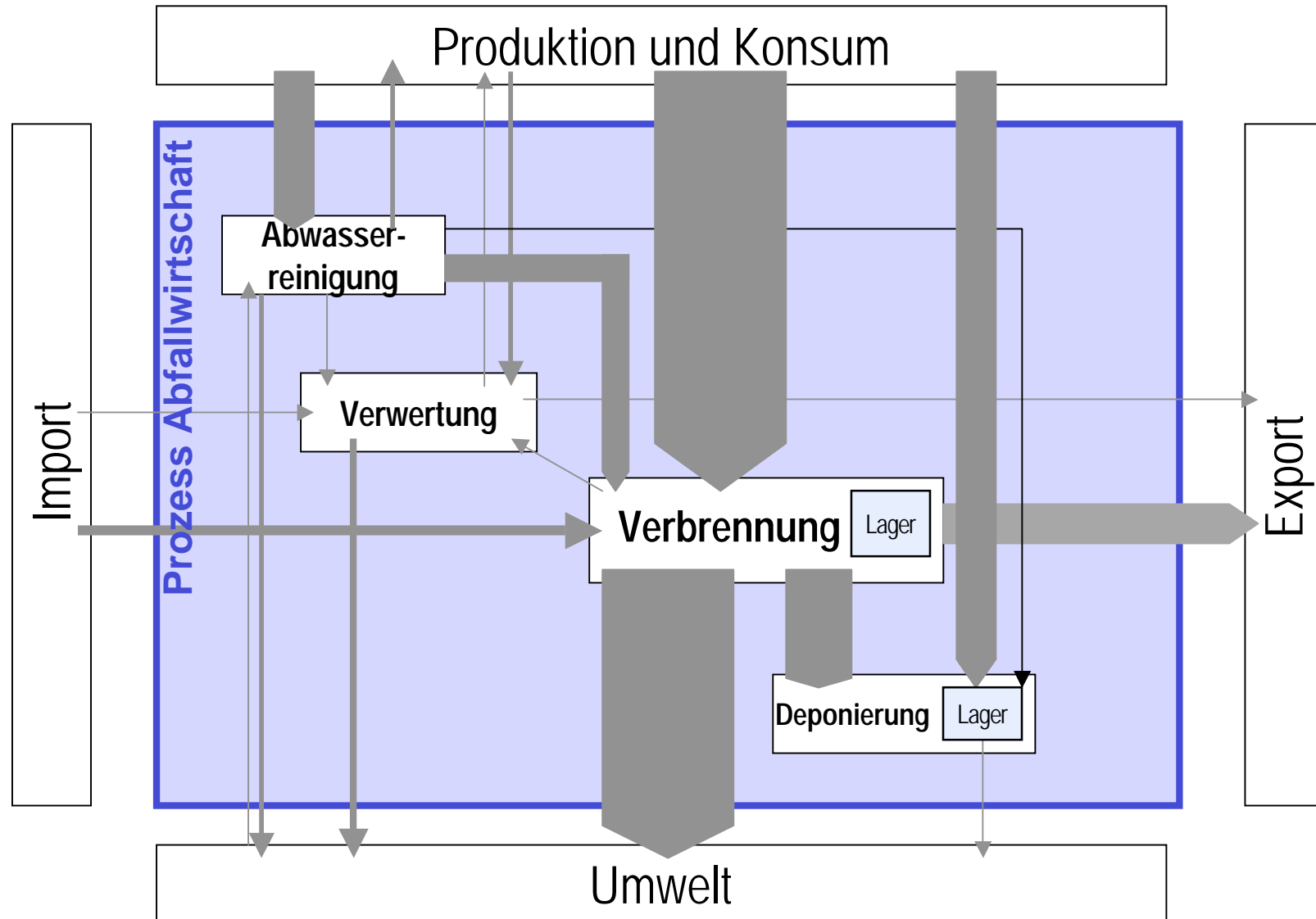


# Prozesse und Subprozesse



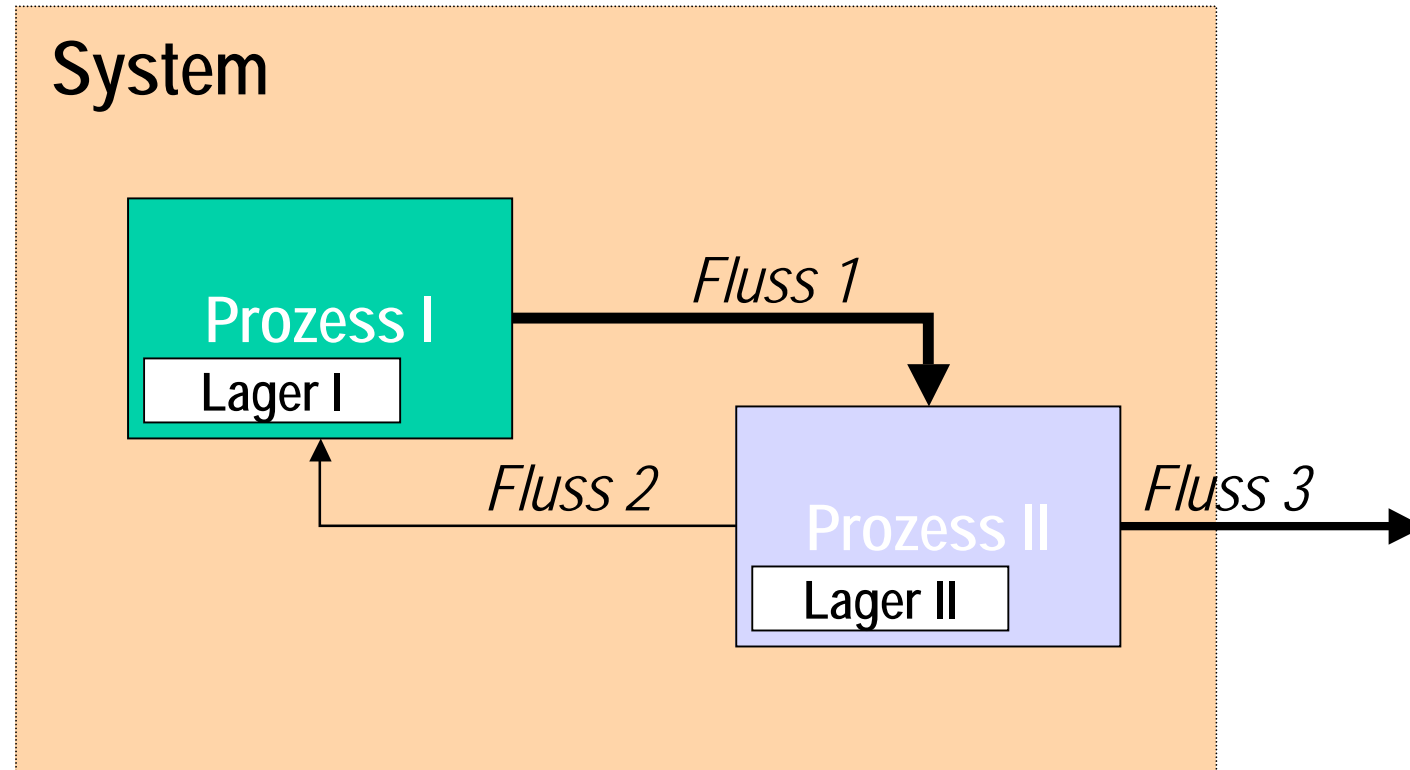


# Der Prozess Abfallwirtschaft





# Berechnung der Flüsse



$$\text{Fluss 1} = \text{Fluss 2} + \text{Fluss 3}$$

$$\text{Fluss 1} = \text{Fluss 2} + \text{Fluss 3} + \text{Lagerveränderung II}$$





# **Vorlesung** **Naturwissenschaftliche Grundlagen** **der Allgemeinen Ökologie**

---

Prof. Georg Karlaganis, Dr. Hans Hosbach

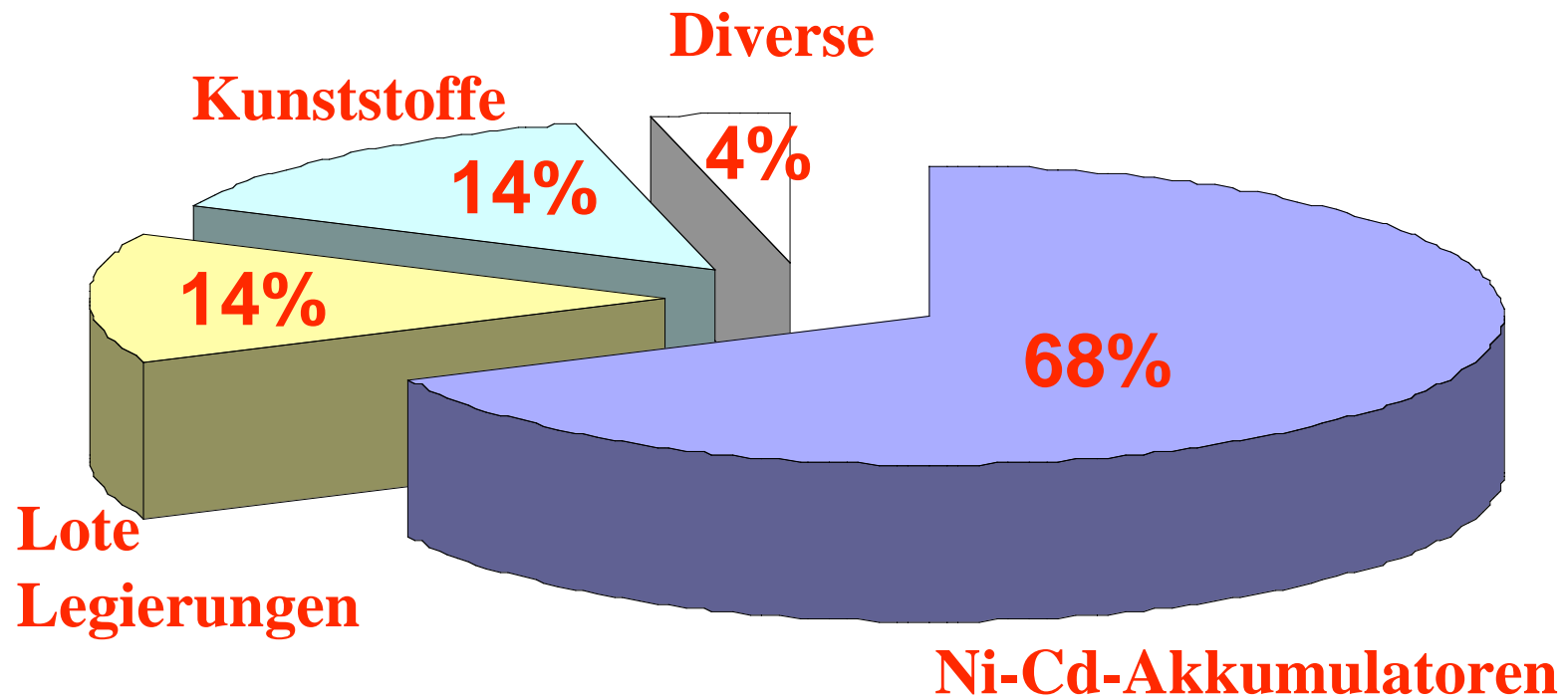
**Beitrag:**  
**Stoffflüsse/Umweltkompartimente**

**Fallbeispiel Cadmium**



# Beispiel Cadmium 1990

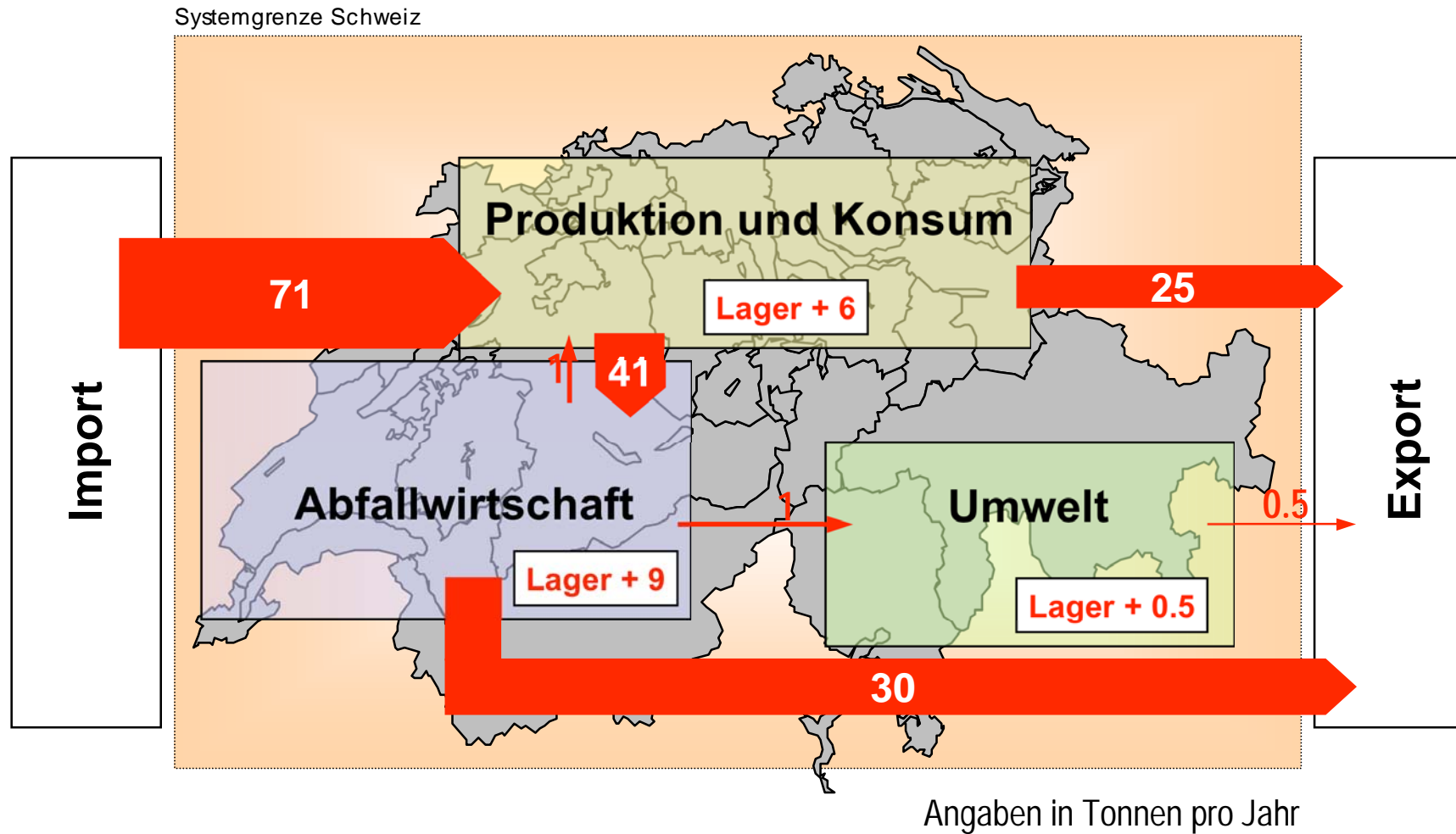
## Anteil Cd-haltiger Güter





# Beispiel Cadmium 1990

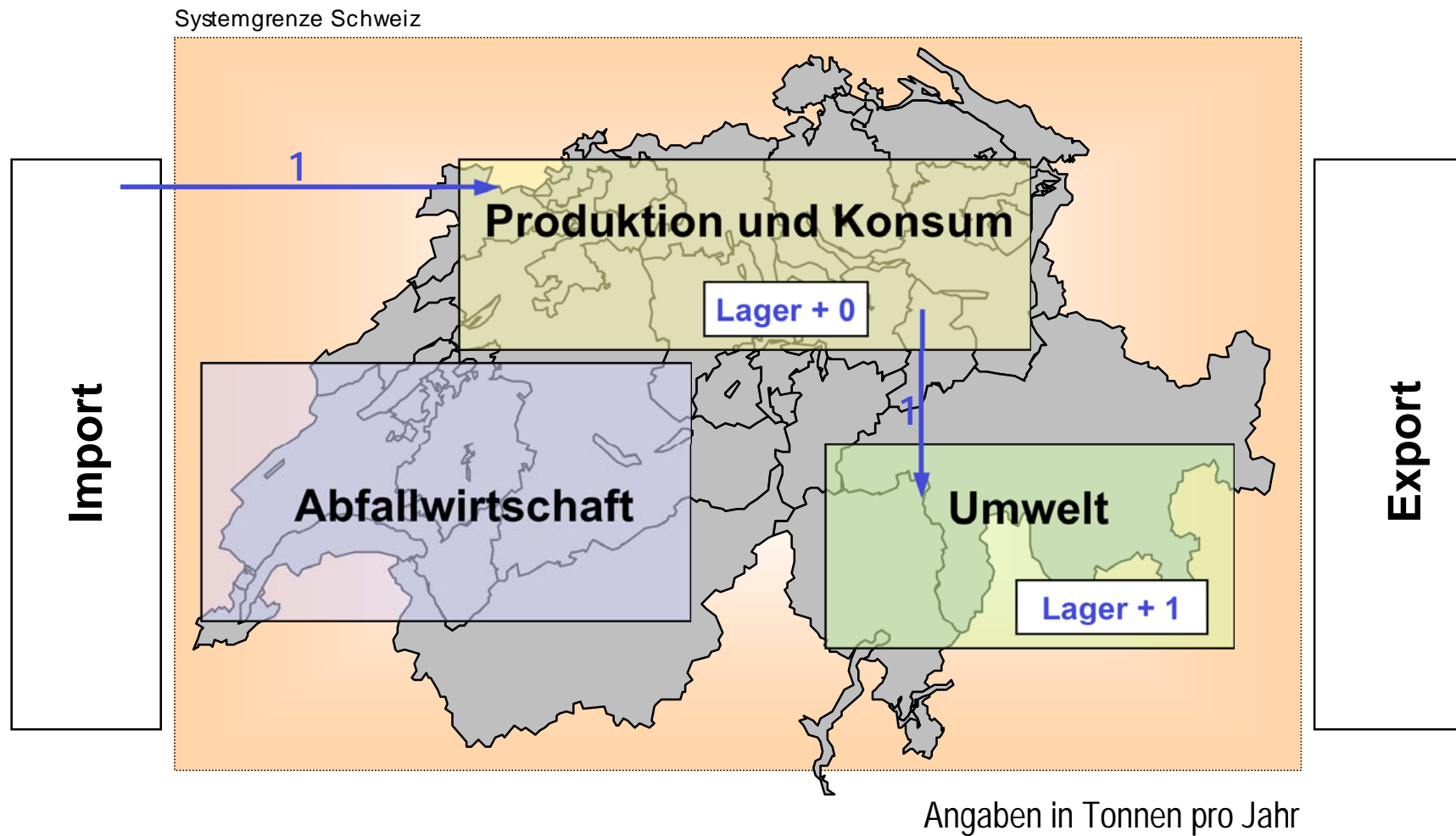
## Cd in Ni-Cd-Akkus





# Beispiel Cadmium 1990

## Cd in Düngern





## Beispiel Cadmium 1990

---

- ★ Die Cadmiumflüsse in Ni-Cd-Akkus sind sehr viel höher als diejenigen in Düngern.
- ★ In den Prozess Umwelt wird aber durch beide Flüsse die gleiche Menge Cd eingetragen.

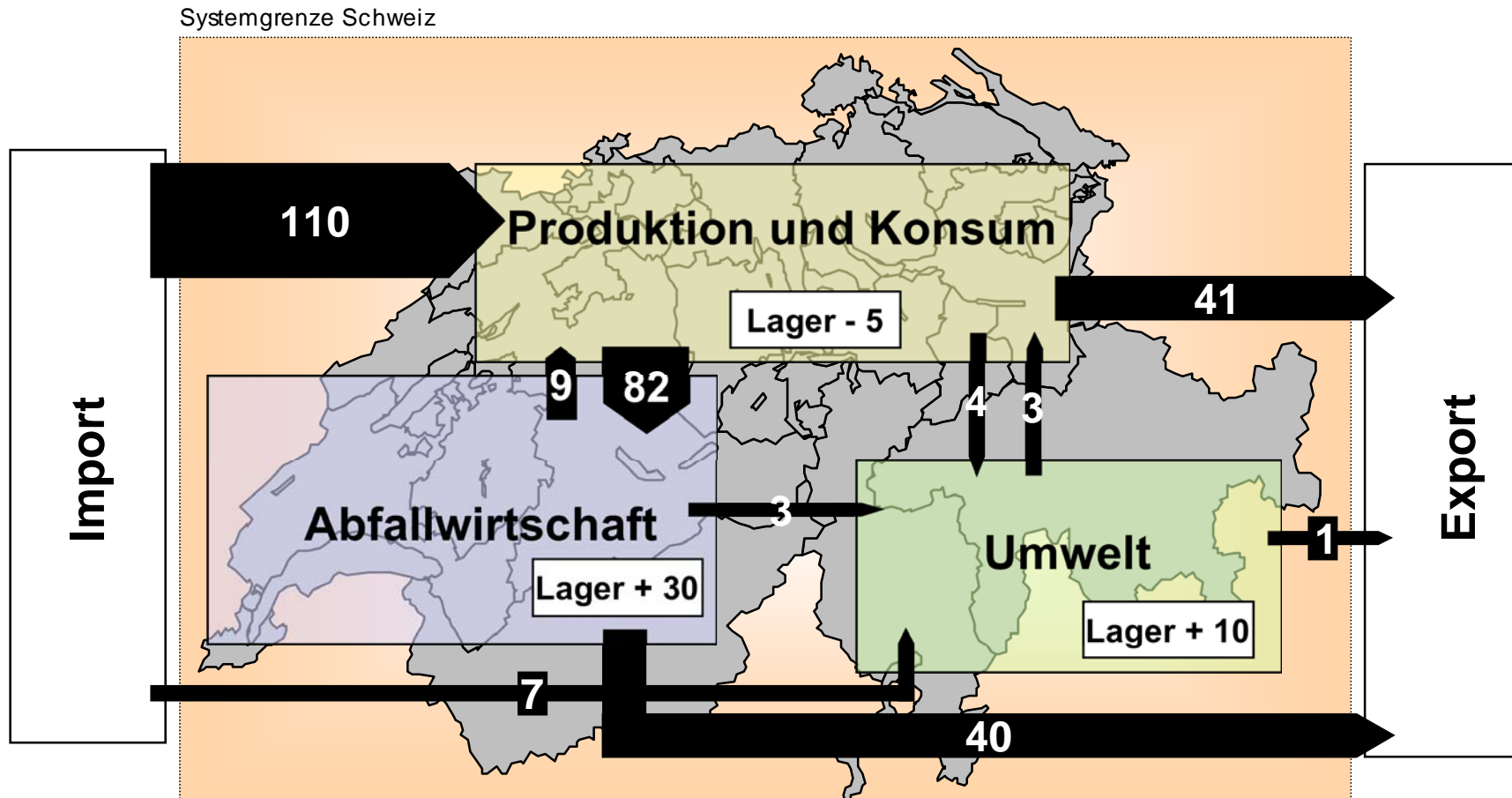






# Beispiel Cadmium 1990

## Alle cadmiumhaltigen Güter



Angaben in Tonnen pro Jahr





# Beispiel Cadmium 1990

---

- ★ Die Cadmiumflüsse sind relativ hoch. Durch Massnahmen sind die Lager im Prozess „Produktion und Konsum“ abnehmend.
- ★ Im Gegensatz dazu nehmen die Lager in der Abfallwirtschaft (Deponien) und in der Umwelt (Boden) zu.





# **Vorlesung** **Naturwissenschaftliche Grundlagen** **der Allgemeinen Ökologie**

---

Prof. Georg Karlaganis, Dr. Hans Hosbach

**Beitrag:**  
**Stoffflüsse/Umweltkompartimente**

**Fallbeispiel Antimon**



# Geschichtliches

## Antimon (Sb)

- ★ 4000 BC: In Gefäßen, Spiegeln und Glocken nachgewiesen
- ★ Griechischer Name: Anti-monas (nicht allein vorkommend)
- ★ Lateinischer Name: Stibium

2 3

Bei den Römern wurde Antimonsulfid als Medizin (Brechmittel) und als „Reinigung“ propagiert.

- ★ Im Mittelalter teils als Medizin, teils als Gift klassiert
- ★ Heute: Antimon ist ein prioritärer Schadstoff (EU, USEPA)





# Geochemische Eigenschaften

## Antimon (Sb)

- ★ Natürliches Vorkommen in Sulfid-Erzen
- ★ Meist in Kombination mit Kupfer, Blei, Gold und Silber
- ★ Hauptmineral ist Stibnit  $\text{Sb}_2\text{S}_3$
- ★ Periodensystem: Gleiche Gruppe wie Arsen
- ★ Nicht-essentielles Element in Tieren und Pflanzen





# Biologische Eigenschaften

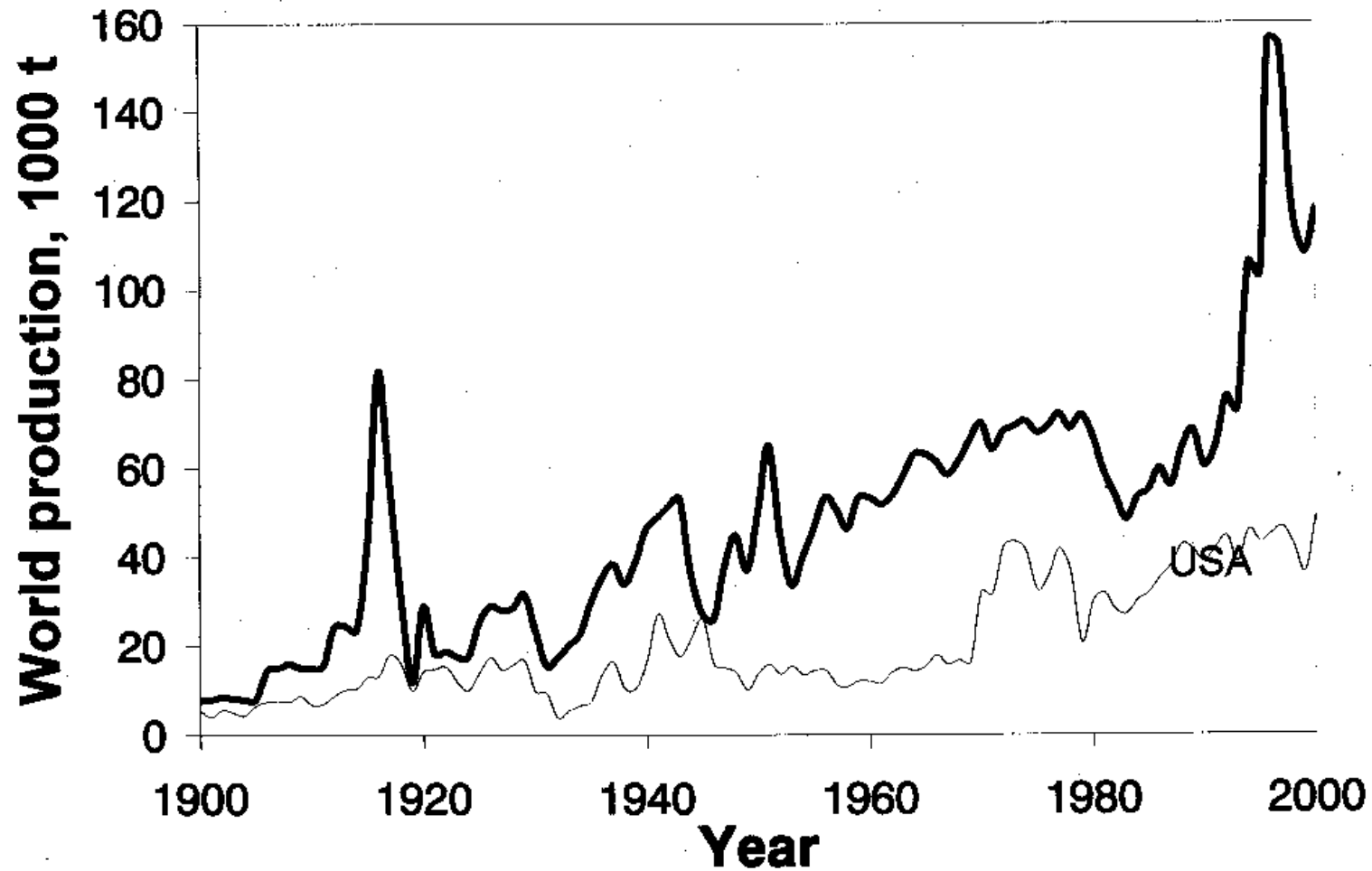
## Antimon (Sb)

- ★ Humantoxizität ähnlich wie Arsen
  - Verdacht auf Kanzerogenität
  - Aufnahme via Nahrung: Darmkrämpfe und Schwindel
  - Starke Inhalation: Antimon Staublunge, chronische Bronchitis
- ★ Aquatische Toxizität: etwa 160 ug/L (USEPA)  
(zum Vergleich 190 ug/L für Arsen)



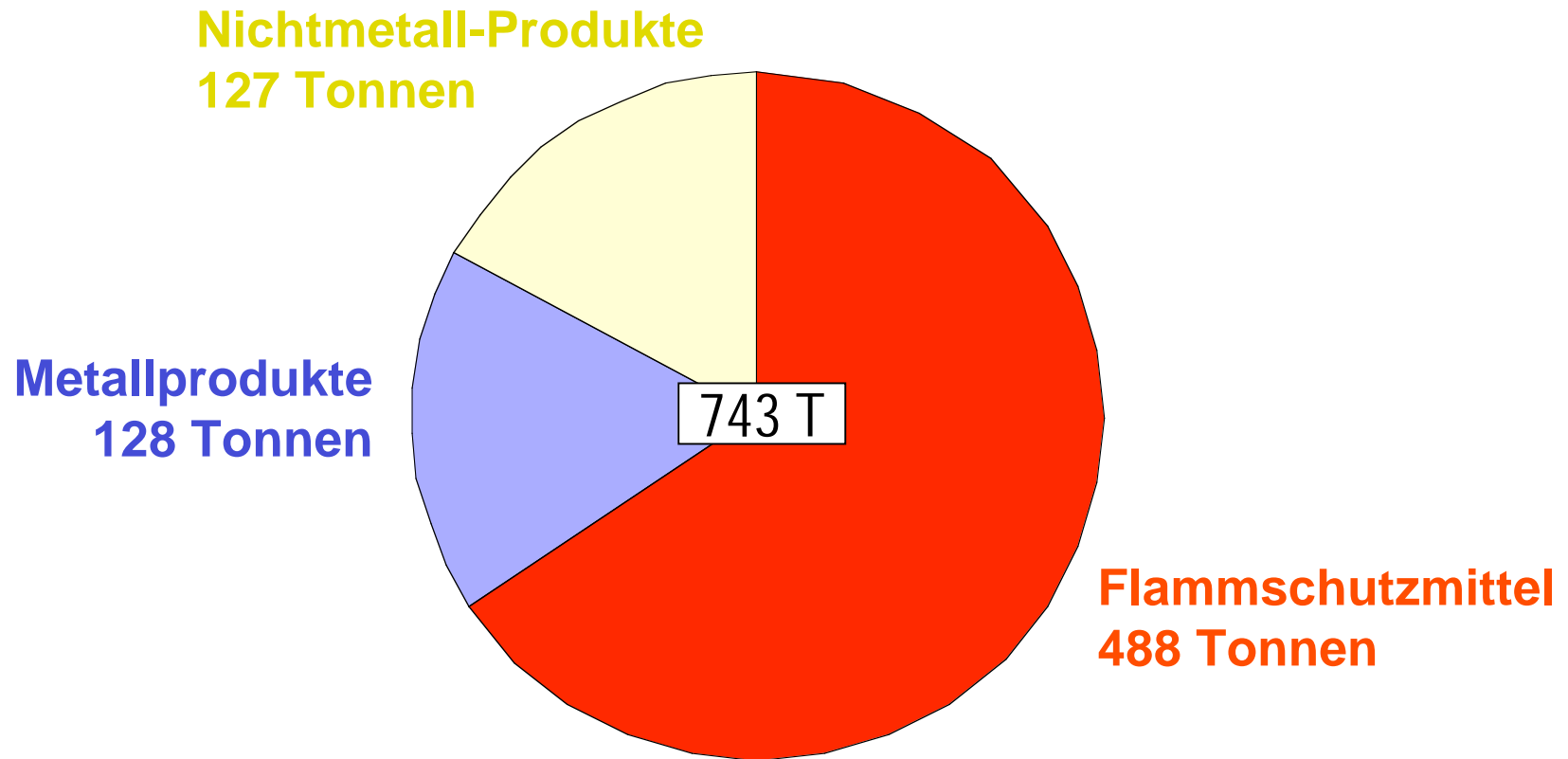


# Produktion von Antimon





# Verwendung 2001 Schweiz

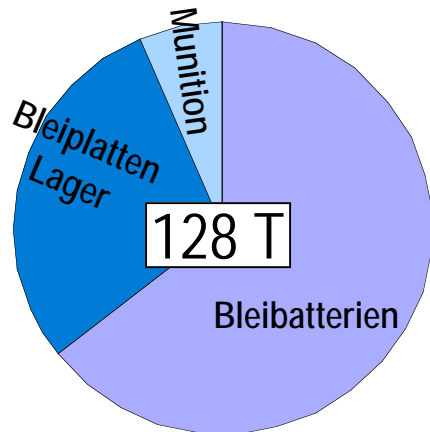
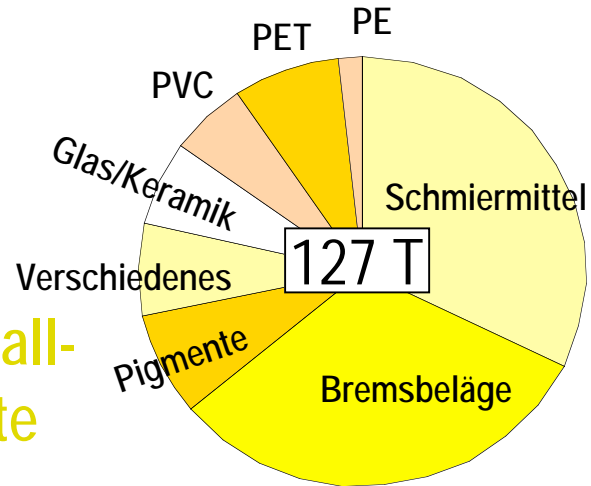




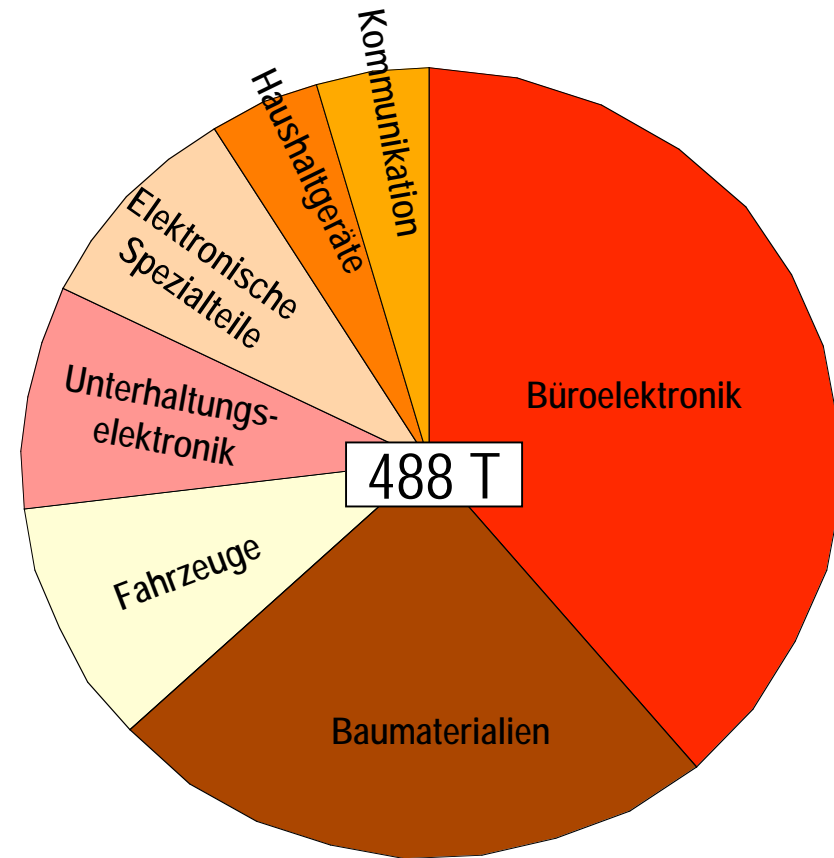


# Verwendung 2001 (Schweiz)

Nichtmetall-  
produkte



Metallprodukte



Flammschutzmittel

BUWAL





# Zweck der Verwendung

## **Metallprodukte:**

- Härtung von Metallen wie Blei oder Zinn,
- Reibungsreduktion an Metalloberflächen
- Erhöhung der elektrochemische Stabilität in Bleibatterien
- Reduktion von Spannungsverlusten in Kabeln
- Infrarot-Detektoren, Lichtdioden

## **Nichtmetallprodukte:**

- Stabilisator in PVC
- Stabilisator in Schmiermitteln
- Pigmentträger (Schwarz, Gelb, Orange, ...)
- Entgasungsmittel für Glasherstellung
- Glitzereffekte in Feuerwerk

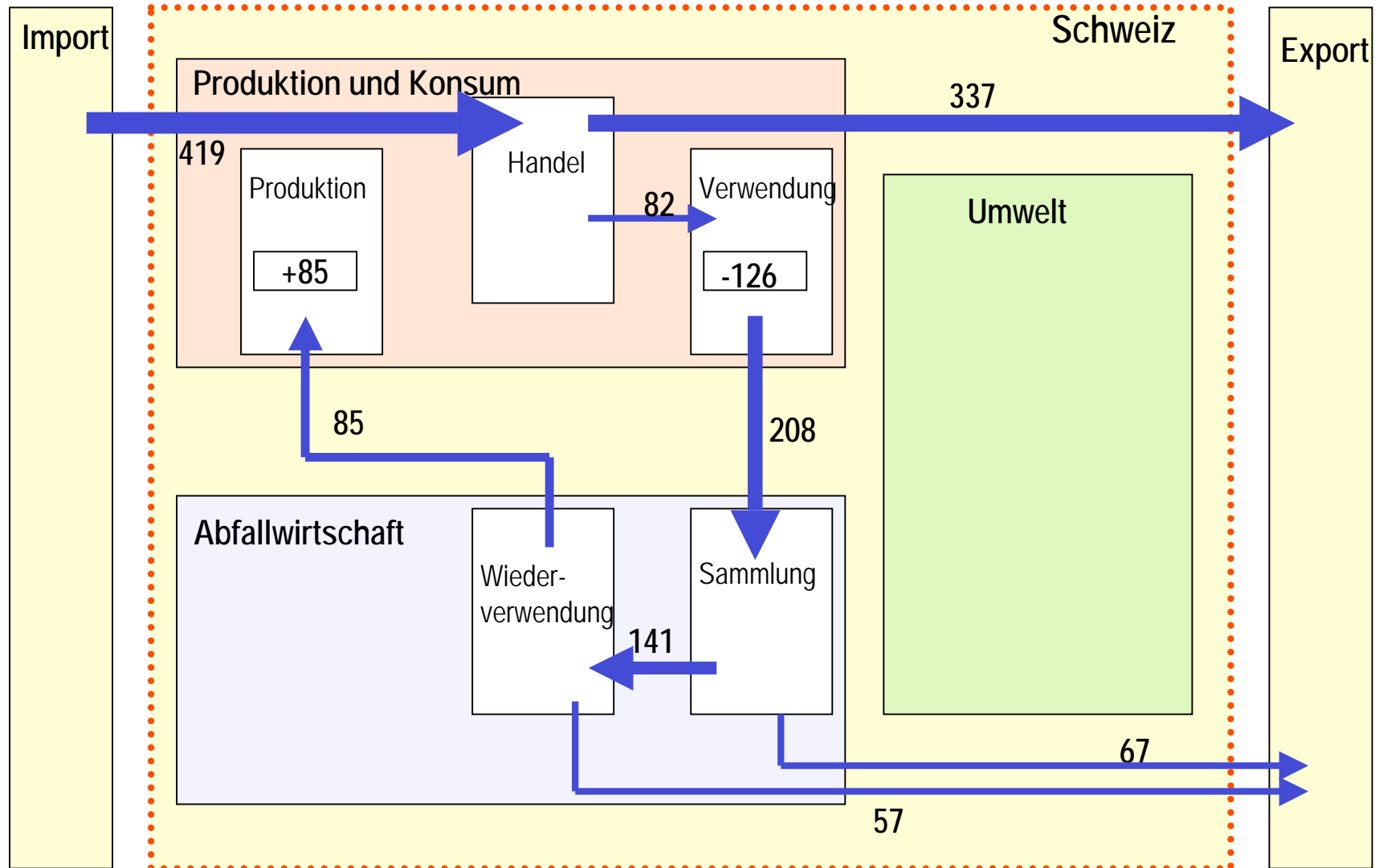
## **Flammschutzmittel:**

- Reduktion der Entflammbarkeit (Antimontrioxid) von PVC, PE, PP, PS, PU und anderen Kunststoffen, von Gummi, Farben und Textilien





# Metallprodukte: Bleibatterien



BUWAL

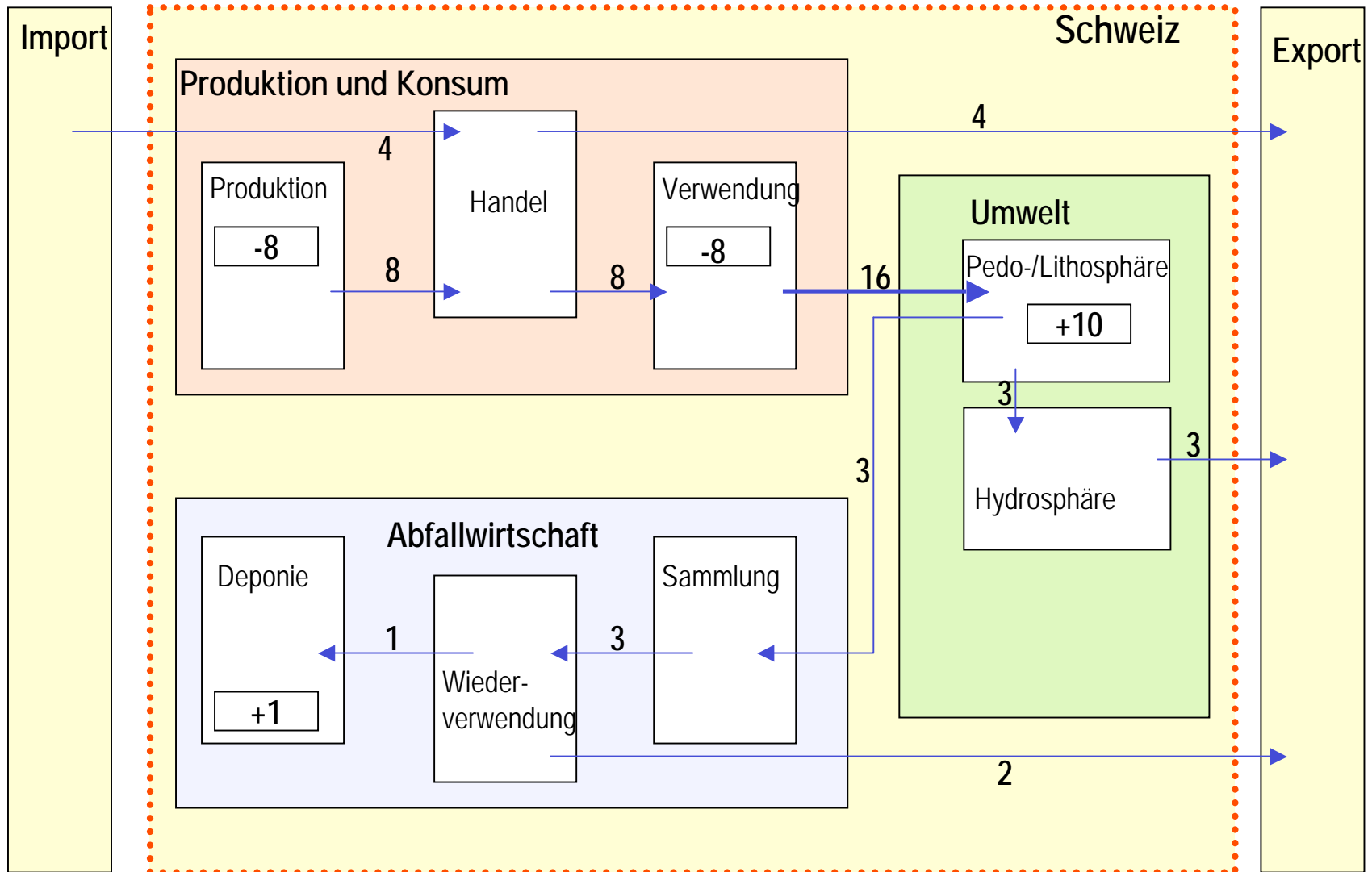
Angaben in Tonnen Sb pro Jahr

Oktober 2005





# Metallprodukte: Munition



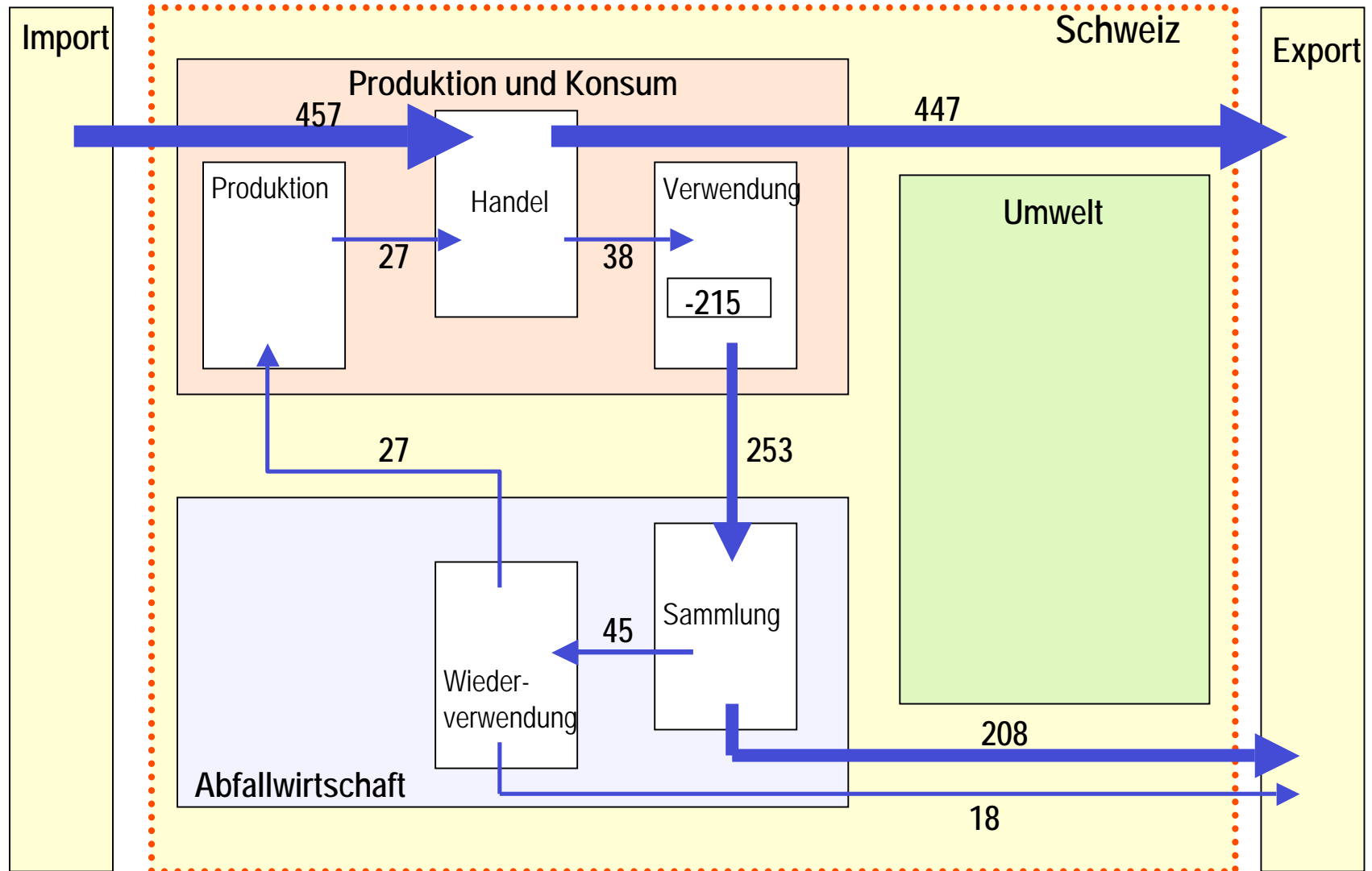
Angaben in Tonnen Sb pro Jahr

Oktober 2005





# Metallprodukte: Bleiplatten, Lager



BUWAL

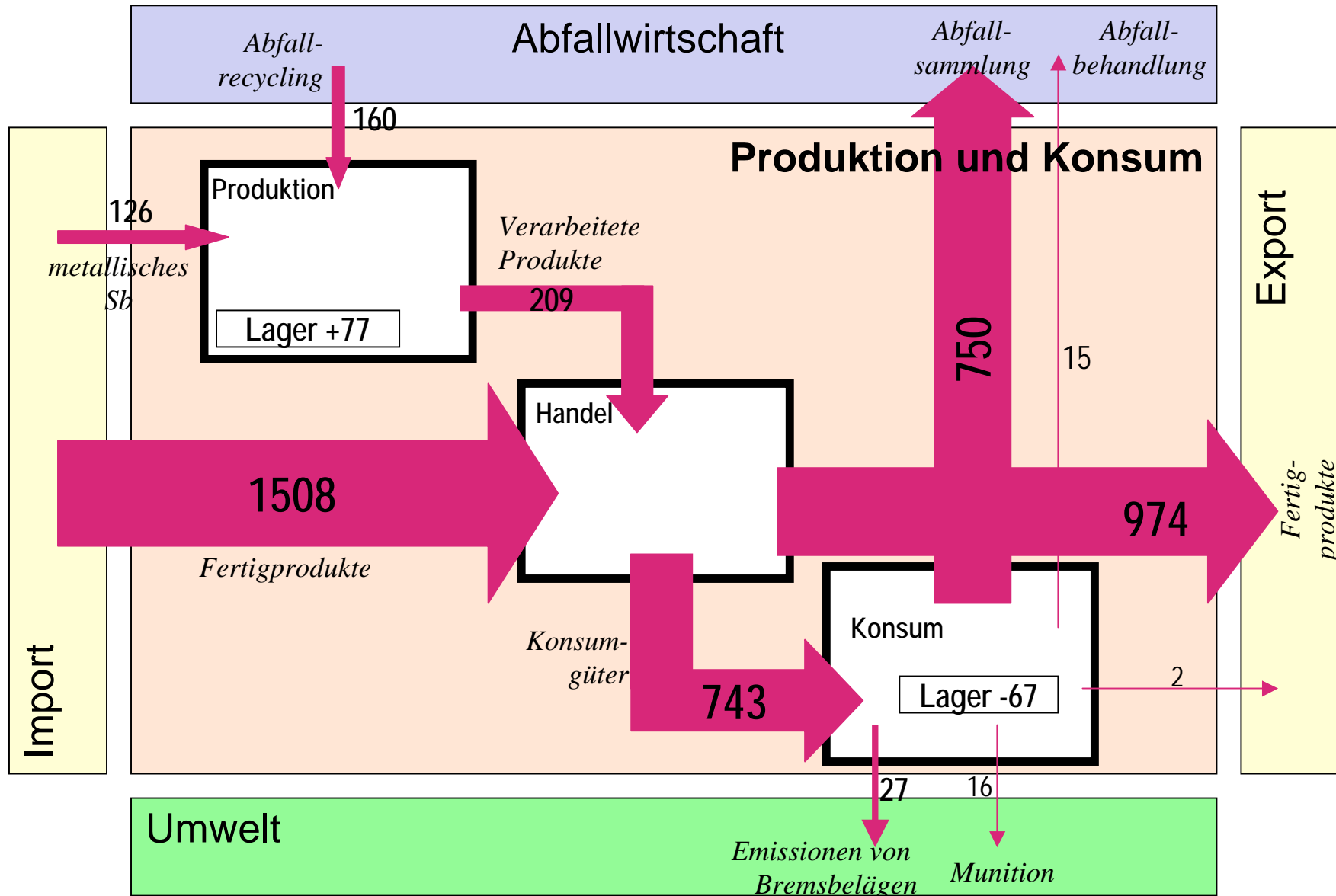
Angaben in Tonnen Sb pro Jahr

Oktober 2005





# Prozess Produktion und Konsum



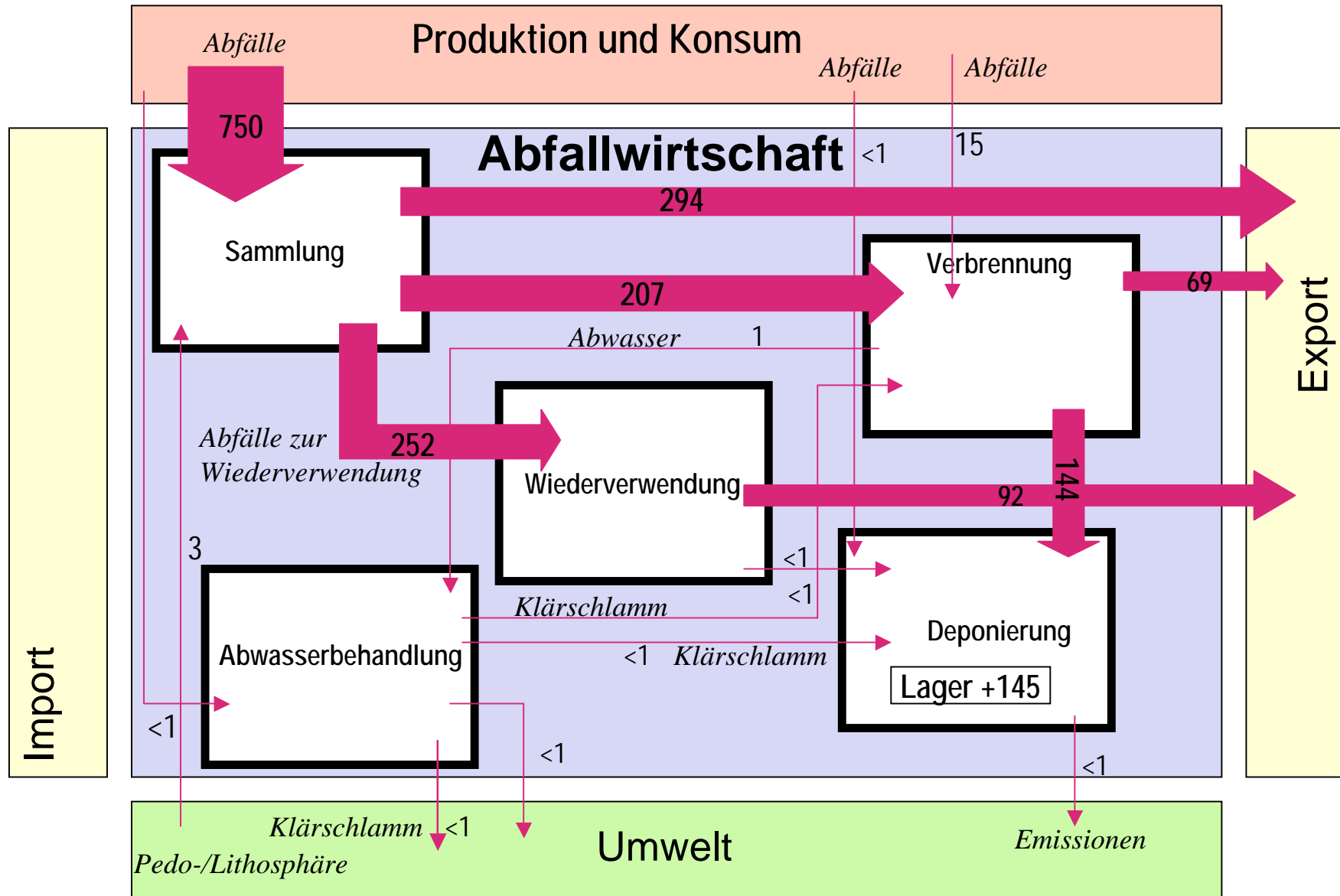
Angaben in Tonnen Sb pro Jahr

Oktober 2005





# Prozess Abfallwirtschaft



BUWAL

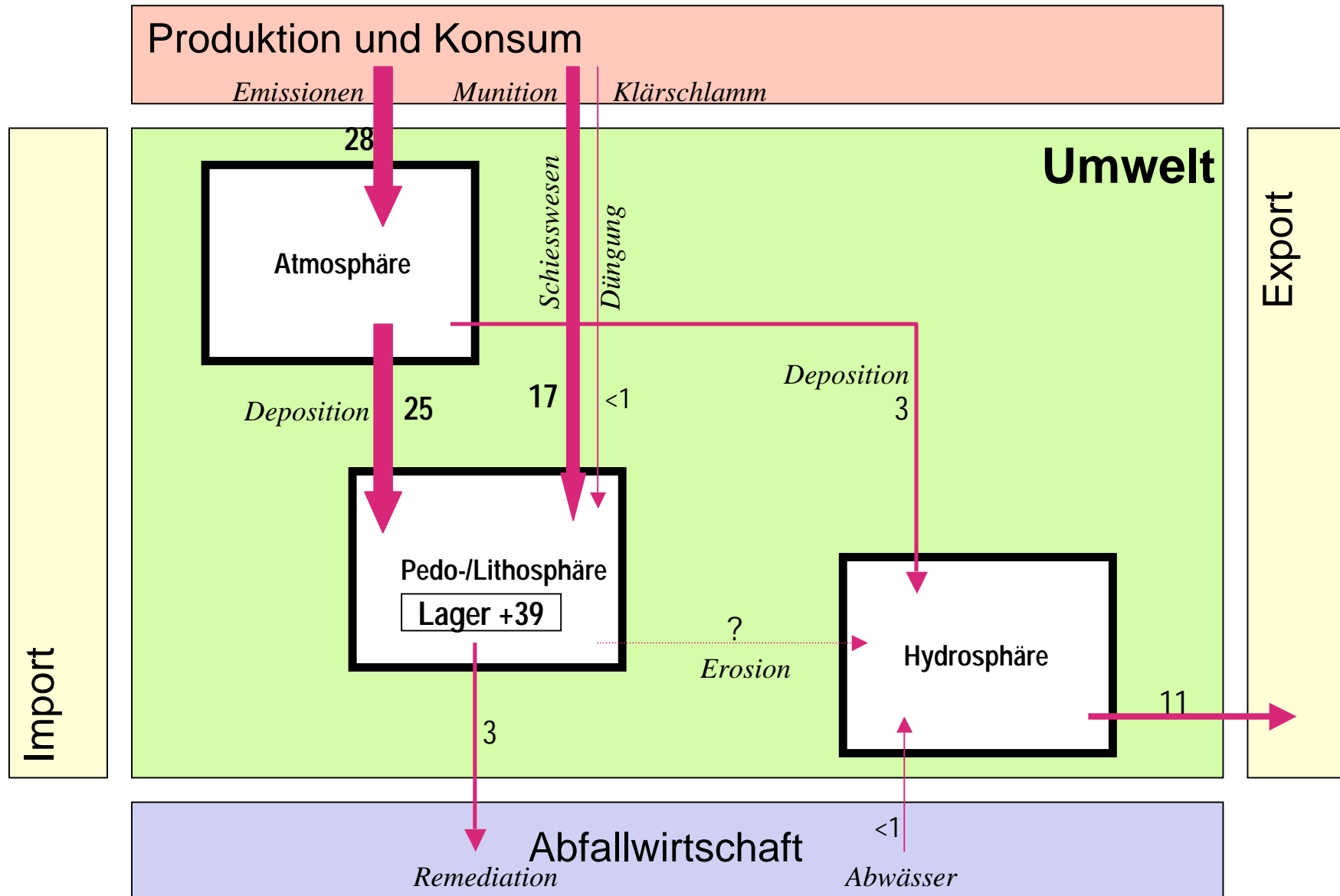
Angaben in Tonnen Sb pro Jahr

Oktober 2005





# Prozess Umwelt



Angaben in Tonnen Sb pro Jahr

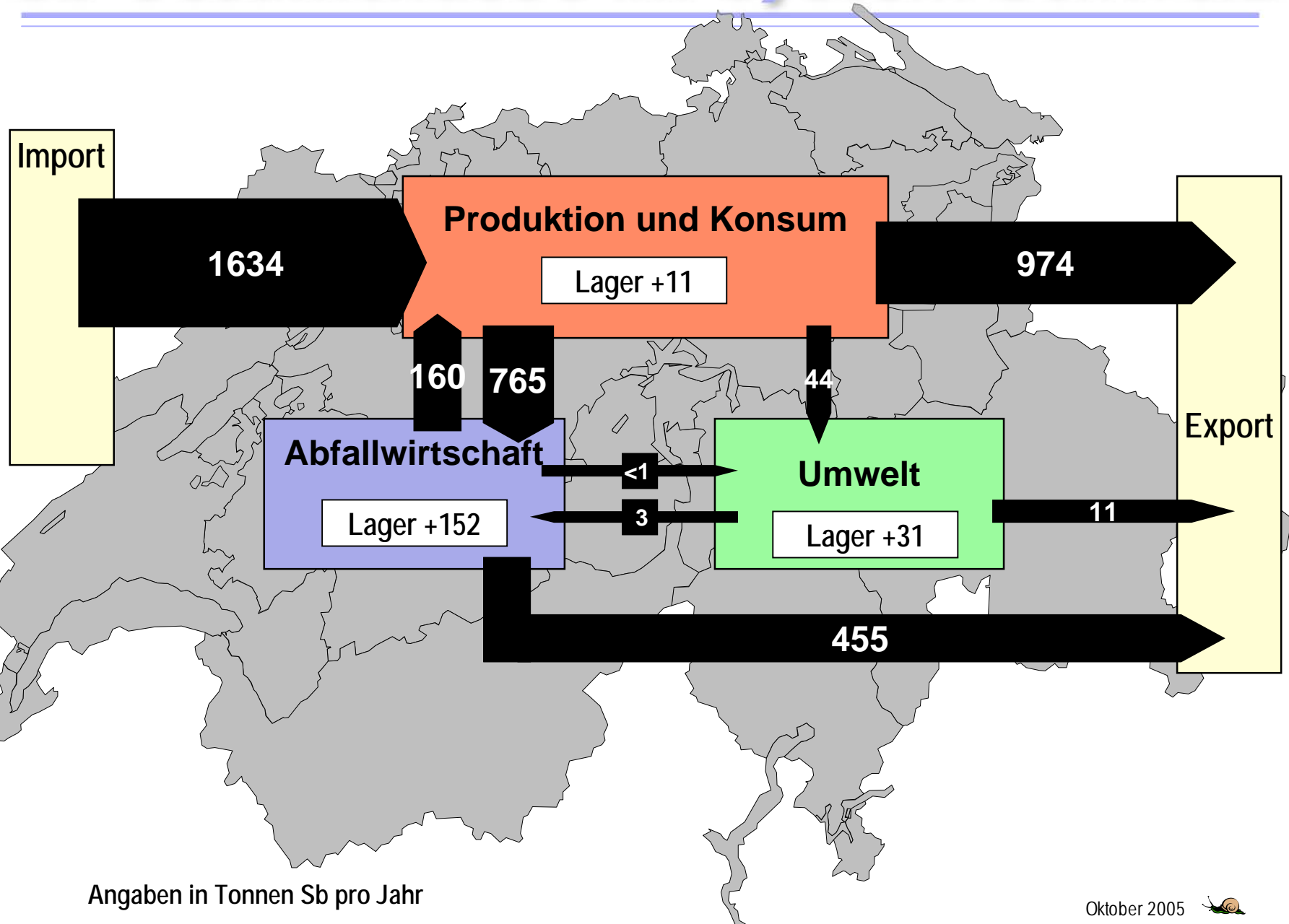
Oktober 2005







# Sb Gesamtflüsse im System Schweiz



BUWAL





# **Vorlesung** **Naturwissenschaftliche Grundlagen** **der Allgemeinen Ökologie**

---

Prof. Georg Karlaganis, Dr. Hans Hosbach

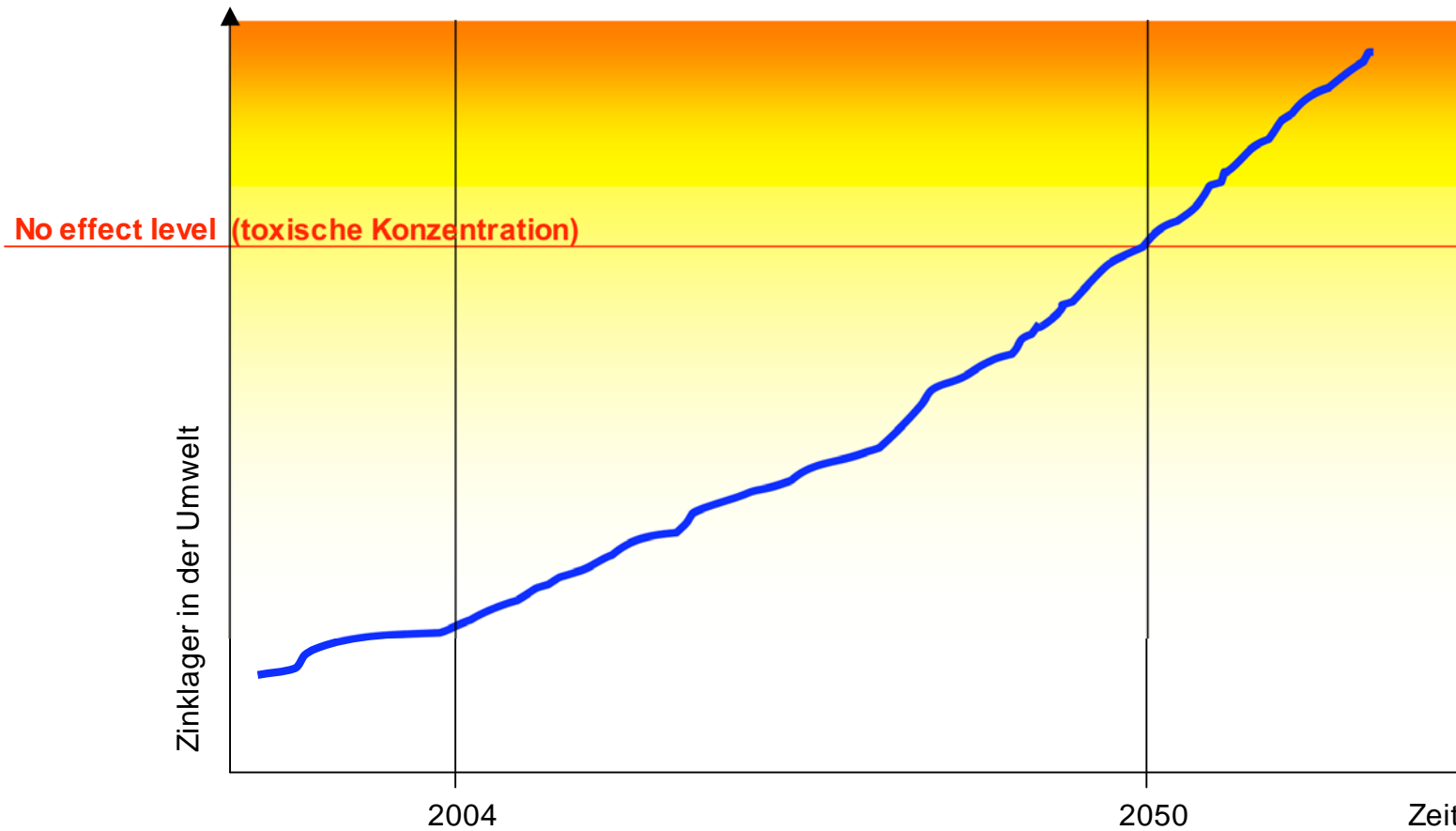
**Beitrag:**  
**Stoffflüsse/Umweltkompartimente**

**Anwendungen**



# Frühzeitige Problemerkennung

## Akkumulation von Zink in der Umwelt





# *Frühzeitige Problemerkennung*

---

## **Akkumulation von Zink in der Umwelt**

Konzentrationen von Zn sind zur Zeit noch gering,  
es besteht kein akutes Problem.

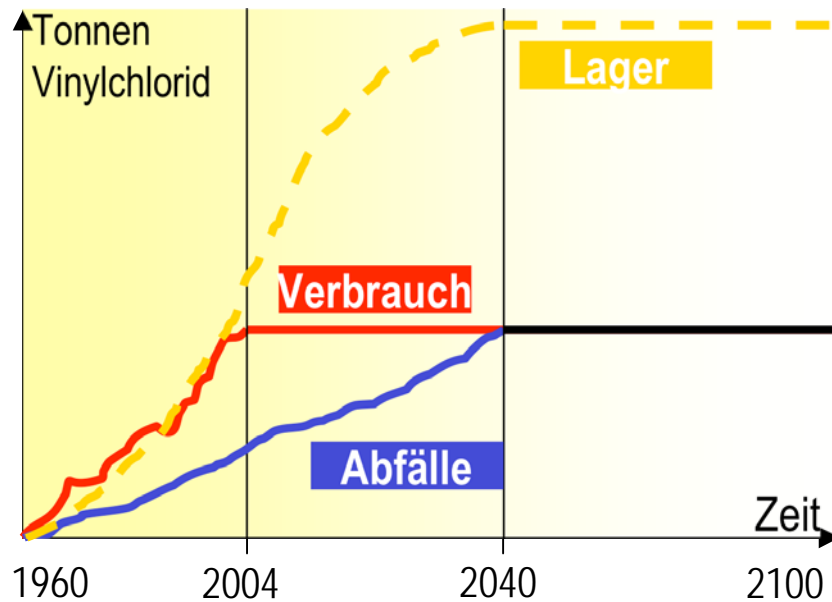
Konzentrationen in der Umwelt sind aber stetig steigend.  
Ohne Massnahmen kann ein Problem entstehen.

Nach heutiger Einschätzung wird bei unverändertem Einsatz  
in ca. 40 Jahren ein kritischer Zustand (Erreichen des  
No effect level) erreicht.





# Prognosemöglichkeiten



## PVC-Entwicklung in Haushalt und Abfällen

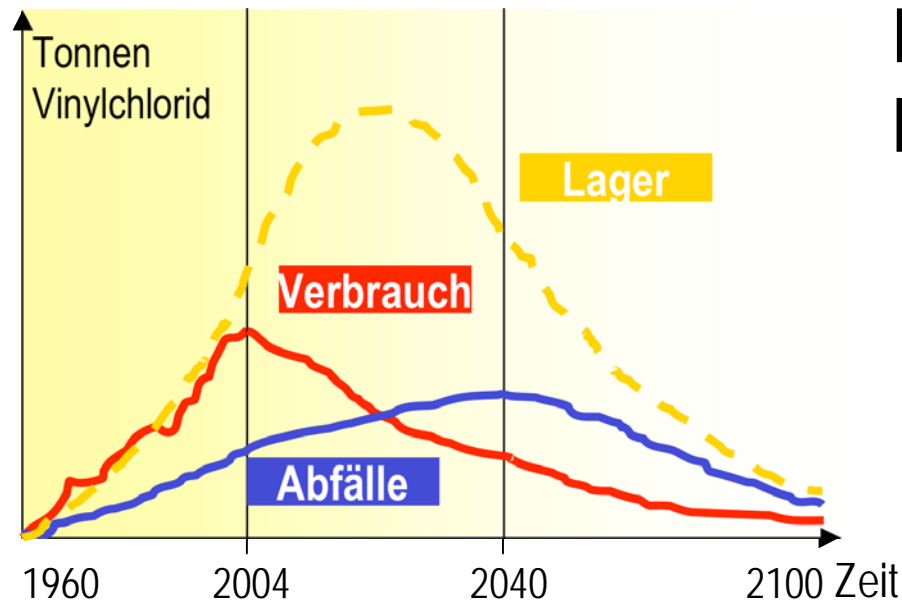
**Szenario 1:**  
Stagnation des Verbrauchs  
an PVC ab 2004

Bei gleichbleibendem Verbrauch an PVC-Produkten würden die Abfallmengen in den nächsten 35 Jahren trotzdem weiter zunehmen.





# Prognosemöglichkeiten



## PVC-Entwicklung in Haushalt und Abfällen

### Szenario 2:

Rückgang des Verbrauchs an PVC ab 2004

Bei sofortiger Drosselung des PVC-Verbrauchs würde die Abfallmenge bis 2040 ebenfalls steigen.

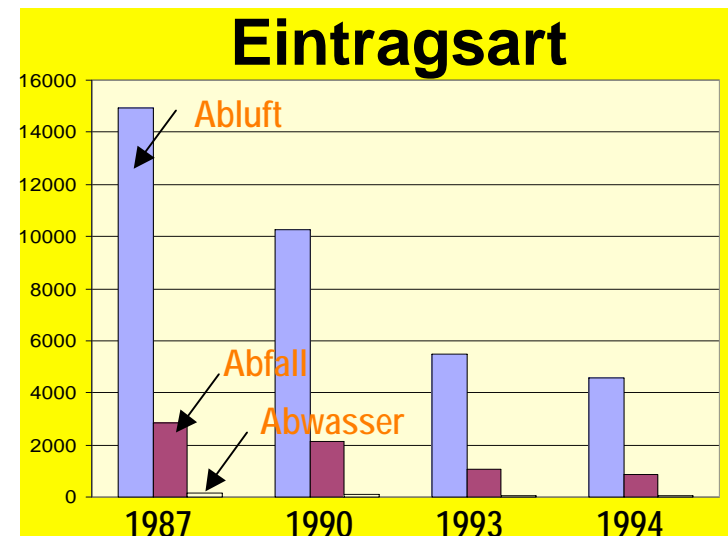
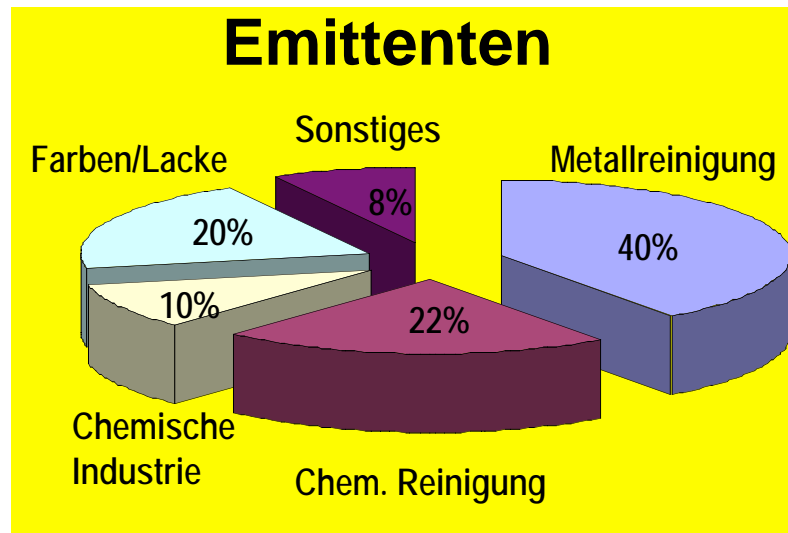
Die künftigen Abfallmengen blieben allerdings deutlich kleiner als bei einer Stagnation.





# Massnahmenplanung

## Beispiel halogenierte Lösemittel



Wichtigste Emittenten sind Metallreinigungen, chemische Reinigungen und Farben/Lacke.

Der Eintrag von Lösemitteln in die Umwelt erfolgt primär über die Luft. Er hat in den überwachten Zeiträumen deutlich abgenommen.

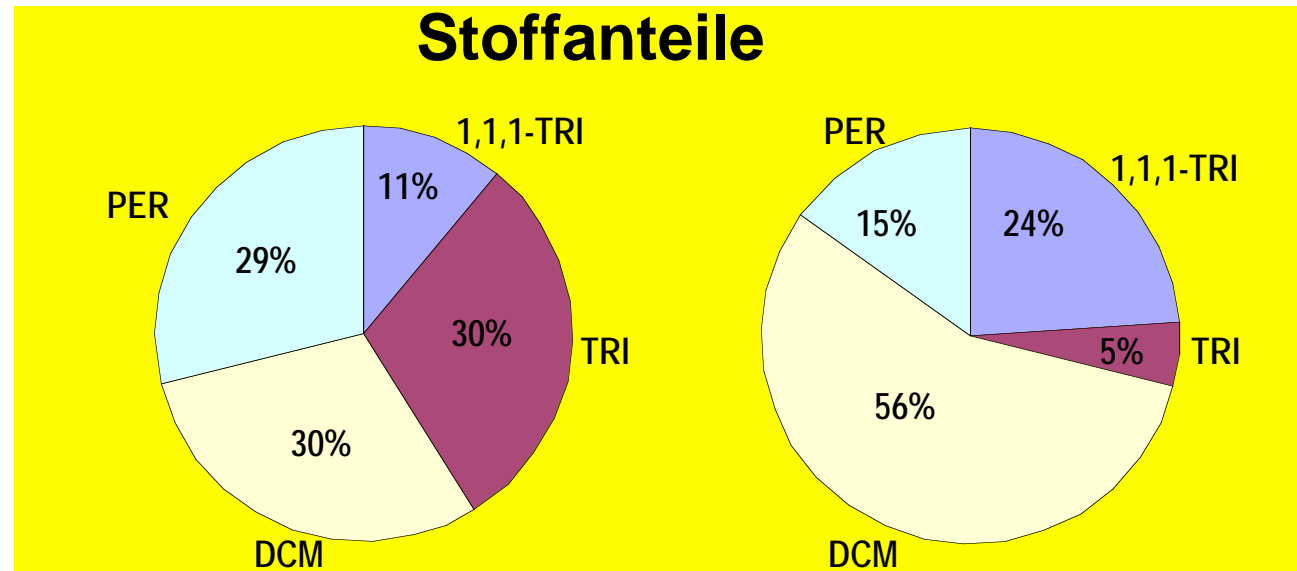
Nur Massnahmen im Bereich Luft wären wirkungsvoll





# Massnahmenplanung

## Beispiel halogenierte Lösemittel



Die Abnahmen sind nicht für alle Lösemittel gleich.

Eine starke Abnahme ist für Tri und Per festzustellen;  
die Verwendung von 1,1,1 Tri und DCM bleibt praktisch gleich.







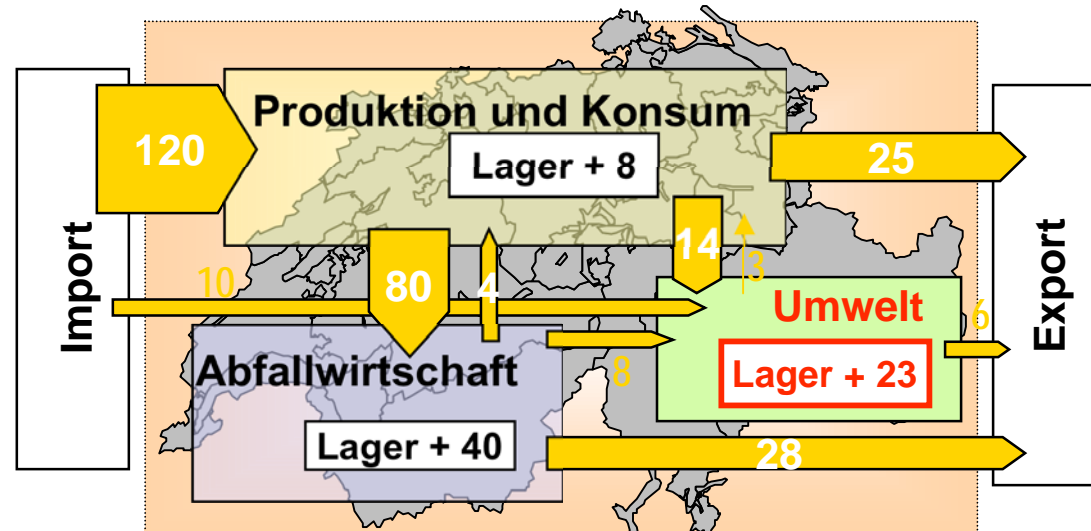
# Erfolgskontrolle

## Cd-Flüsse in der Schweiz

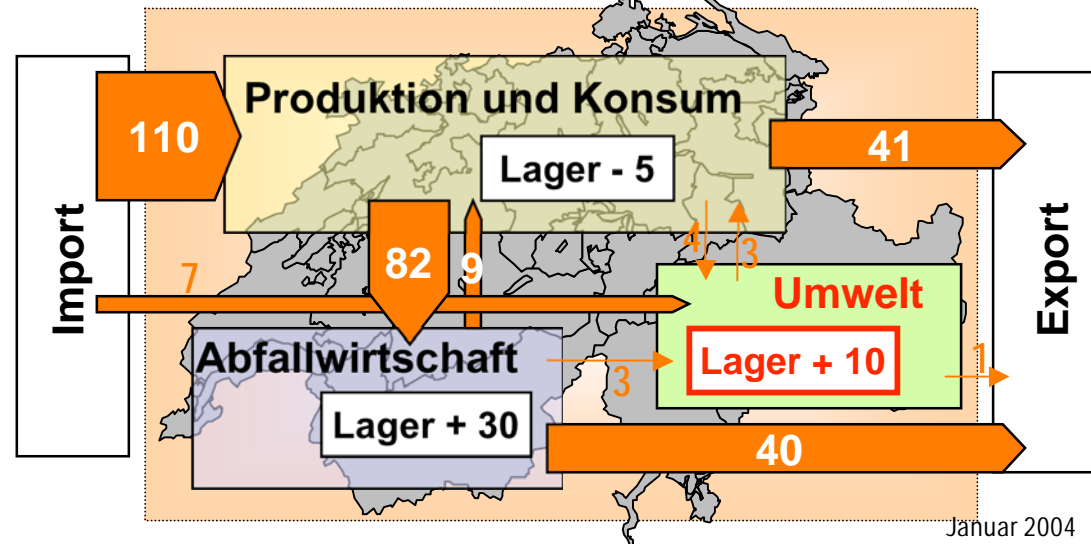
Vorher:  
Cadmium 1981

Regelung in  
der  
Stoffverordnun  
g  
1986

Nachher:  
Cadmium 1990



Angaben in Tonnen pro Jahr



Januar 2004



## Cd-Flüsse in der Schweiz

Die Flüsse von Cadmium sind nach den Massnahmen immer noch sehr hoch.

Der Eintrag des Schadstoffs in die Umwelt ist allerdings um mehr als einen Faktor 2 reduziert worden. Auch die Lager in der Umwelt haben abgenommen.

Insgesamt sind die Flüsse allerdings immer noch zu hoch und weitere Massnahmen sind zu prüfen.

