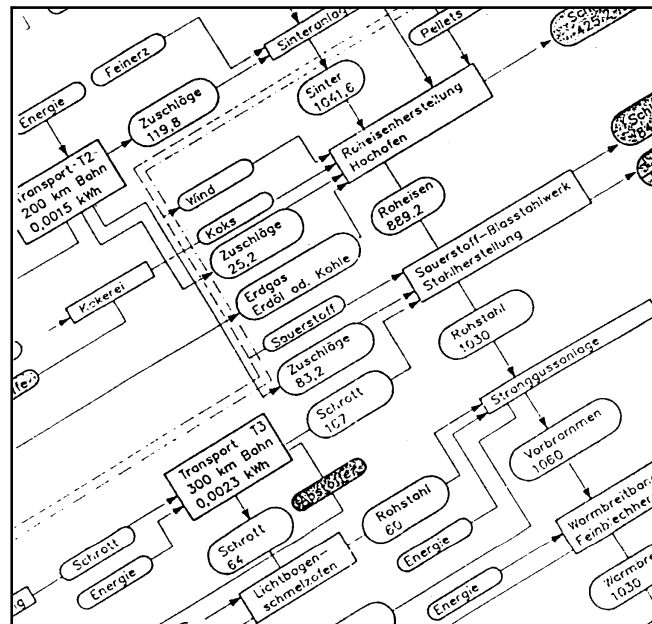
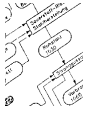


Auswertung





Auswertung

In den letzten beiden Stunden werden die erarbeiteten Ergebnisse zusammengetragen und ausgewertet.

1. Stunde

Zusammentragen der Ergebnisse: Jede der vier Gruppen trägt die Ergebnisse der Klasse vor (ca. 10 - 15 Minuten pro Gruppe).

2. Stunde

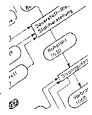
Diskussion der Ergebnisse

1. Zusammentragen der Ergebnisse

Wie geplant tragen die einzelnen Gruppen ihre Ergebnisse in einem kurzen Vortrag vor (ca. 10 Minuten). Dabei sollen der übrigen Klasse einerseits die technischen Abläufe, andererseits die Ergebnisse der Stoff- und Energieflüsse erklärt werden. Am einfachsten geschieht dies anhand einer Folie, die vom bearbeiteten Blatt «Stoff- und Energieflüsse» erstellt wird.

Zur Kontrolle der Ergebnisse durch die Lehrkraft sind im Anhang dieses Auswertungsteils die Stoff- und Energieflüsse mit den richtigen Zahlen vorhanden.

Zur Veranschaulichung können auch Weissblechdosen und andere Verpackungen in die Stunde mitgenommen und Medien wie Dias oder Folien aus der eigenen Materialsammlung bereitgehalten werden.



2. Diskussion der Ergebnisse

In der Abschlussdiskussion können die einzelnen Aspekte der Ökobilanzierung (naturwissenschaftlich/technische und ökologische Aspekte der Dosenherstellung, Dosenrecycling, alternative Verpackungsarten usw.) unterschiedlich gewichtet werden. Die konkrete Ausgestaltung soll daher je nach Verlauf der vorangehenden Stunden und des Unterrichtskontextes der Lehrkraft überlassen werden. Die nachfolgenden Informationen sind daher als Hintergrundinformation und als Anregung zu verstehen.

Falls die Problematik «Welthandel-Industrieländer-Dritte Welt» näher behandelt werden soll, kann der Text «Von Bananenrepubliken, ökologischen Grenzen und anderen Abhängigkeiten» im Anhang verwendet werden.

Als Hintergrundinformation ist die Frage natürlich von Bedeutung, wozu Weissblechdosen eigentlich verwendet werden. Abb. 1 zeigt die Aufteilung der Inhalte von Weissblechdosen gemäss einer Studie, die 1993 in St. Gallen durchgeführt wurde (Baccini et al. 1993).

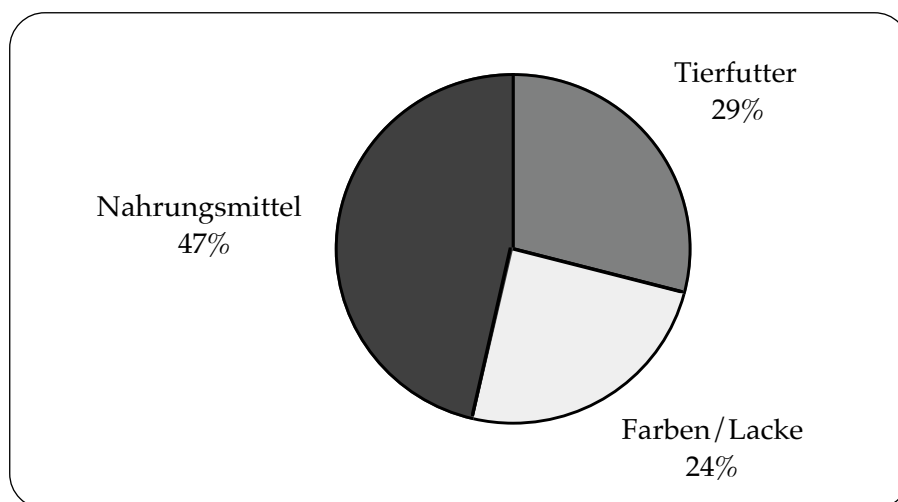
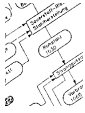


Abb.1: Aufteilung der Inhalte von Weissblechdosen in der Schweiz



Im Verlauf der Diskussion können folgenden Fragen auftauchen, bzw. aufgeworfen werden:

a) Wie gross ist die Umweltbelastung von Weissblechdosen insgesamt?⁴

Im gesamten Lebenszyklus einer Weissblechdose, vom Eisenerz bis zur Abfalldéponie, fallen für den jährlichen durchschnittlichen Verbrauch eines Haushaltes in der Schweiz (100 1/2 l Dosen) folgende Umweltbelastungen an:

- **Energie** **261 MJ** (Verfahren 232.4 MJ, Transport 28.6 MJ)

Da sich mit 1 MJ Energie beispielsweise 3 Liter Wasser von 20 auf 100 Grad Celsius erhitzen lassen, können mit den 261 MJ rund 800 Liter Wasser zum Kochen gebracht werden. Dies reicht, um über zwei Jahre lang jeden Morgen einen Liter Kaffee zu kochen.

Der Energiebedarf *einer* Weissblechdose beträgt somit rund 2.6 MJ, womit sich über eine Woche lang jeden Morgen ein Liter Kaffee kochen lässt.⁵

- **Rohstoffe:** **733 kg** (Eisenerz 15.6 kg, Zinnerz 715 kg)

Die grössten Mengen an Rohstoffen bilden Eisenerz und Zinnerz. Für die 20 g Zinn für die Verzinnung der Dose werden 715 kg Zinnerz (!) benötigt.

- **Abfälle:** **733.4 kg** (Eisenerzabraum 6.5 kg, Zinnerzabraum 715 kg)

Grosse Mengen an Abfällen fallen nach der Erzverarbeitung als Abraum an – oft in Entwicklungsländern.

b) Wie können Umweltbelastungen verringert werden?

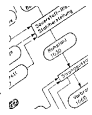
- **Technologische Verbesserungen**

In vielen Bereichen lassen sich durch technologische Innovationen die Belastungen verringern – insbesondere wenn die Verringerung finanzielle Einsparungen mit sich bringt. Da solche Verbesserungen aber mit zusätzlichen Investitionen verbunden sind und der finanzielle Anreiz fehlen kann, müssen zusätzlich staatliche Randbedingungen geschaffen werden (Grenzwerte, Vereinbarungen mit den beteiligten Industrien, Abgaben).

Der grösste Energiebedarf besteht beispielsweise beim Hochofenprozess mit 124.6 MJ (rund 54% der gesamten Verfahrensenergie). Hier lässt sich Energie sparen, indem z.B. Wärmeverluste vermindert werden oder die Energie der brennbaren Gase genutzt wird – was heute bereits geschieht und in der Energiebilanz mit einem Energieabzug verrechnet werden konnte.

4 Detaillierte Informationen lassen sich aus den Tabellen zum Vergleich der Herstellung von Dosen aus Neustahl mit der Herstellung von Dosen aus Recyclingstahl entnehmen (siehe Kopiervorlagen).

5 Die Kopiervorlagen III und IV zeigen den Energieaufwand der einzelnen Prozessschritte detailliert auf.



- **Transportwege**

Werden Güter auf der Schiene anstatt mit Lastwagen transportiert, kann der Energiebedarf um mehr als 50% reduziert werden. Falls möglich, sollte deshalb der Gütertransport vom privaten auf den öffentlichen Verkehr verlegt werden.

- **Persönlicher Beitrag**

Zusätzlich zu den technologischen Verbesserungen gibt es auch Möglichkeiten, wie jeder einzelne die Belastungen verringern kann:

- Geschieht der Einkauf der Dosen beispielsweise zu Fuss anstatt mit dem Auto, können mit 4.8 MJ über 15% der gesamten Transportenergie eingespart werden.⁶
- Werden die gebrauchten Dosen fachgemäss gereinigt und rezykliert, werden die Umweltbelastungen deutlich – meist auf über die Hälfte – reduziert (vgl. Abschnitt c)
- Konsumverzicht und die Wahl einer anderen Verpackungsform sind natürlich weitere Möglichkeiten, Umwelteinwirkungen zu vermindern (vgl. Abschnitt d).

c) Lohnt sich das Recycling von Weissblechdosen?

Diese Frage wurde bereits im SchülerInnenmodul 3 – *Verteilung, Konsum und Recycling* – bearbeitet: Der Vergleich der Herstellung von Weissblechdosen fällt eindeutig zugunsten von Weissblechdosen aus Recyclingstahl aus.

Werden zusätzlich auch die Entsorgungsprozesse berücksichtigt, wird das Bild noch deutlicher:⁷

- **Energie:** **Reduktion von 47%** (Von 261 MJ auf 140.2 MJ)

Die Reduktion betrifft sowohl die Verfahrensenergie (rund 46%) als auch die Transportenergie (rund 51%).

- **Rohstoffe:** **Reduktion von 98%** (Von 733.2 kg auf 8.61 kg)

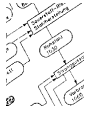
Der grosse Wert kommt vor allem dadurch zustande, dass bei der Herstellung von Dosen aus Recyclingstahl keine Erze gebraucht werden müssen. Lässt man den Erzbedarf ausser acht und geht von einem geschlossenen Kreislauf aus, beträgt die Reduktion 75%.

- **Abfälle:** **Reduktion von 99%** (Von 733.4 kg auf 3.01 kg)

Auch in diesem Fall spielen die Eisen- und Zinnerze die grösste Rolle, die nach dem Abbau zu einem grossen Teil als Abraum anfallen. Ohne Erze beträgt die Reduktion 74%. In diesem Fall kommt die Reduktion vor allem durch das Wegfallen der Hochofenschlacke und der Deponieabfälle der gebrauchten Dosen zustande.

⁶ Bei der Herstellung von Weissblechdosen aus Recyclingstahl ist der Energieverbrauch des Einkaufs mit dem Auto sogar der grösste Wert und beträgt rund 35% der gesamten Transportenergie.

⁷ Die Tabellen im Anhang enthalten die Vergleichswerte der Bereiche Verfahrensenergie, Transportenergie, Rohstoffbedarf und Abfälle (Kopiervorlagen III bis VI).



Von zentraler Bedeutung ist beim Recycling, dass folgende Fehler vermieden werden:

- Keine Verwendung von heissem Wasser zur Reinigung der leeren Dosen, sondern Spülen im letzten Abwaschwasser! Wird eine leere Dose beispielsweise mit 2 Liter heissem Wasser unter dem laufenden Wasserhahn gespült, werden 50% der eingesparten Energie wieder verschwendet.
- Keine zusätzlichen langen Autofahrten, um die leeren Dosen zum Sammelcontainer zu bringen!
- Zusammenpressen der leeren Dosen – entweder zu Hause nach Entfernen des Bodens oder mit der Handpresse beim Sammelcontainer! Damit wird die Nutzlast des Transports zum Recyclingbetrieb erhöht, was den Bedarf an Transportenergie stark vermindert.

d) Wie steht es mit anderen Verpackungsarten?

Diese Frage wird im SchülerInnenmodul 4: *Alternativen zur Weissblechdose* bearbeitet.

Wichtige Aspekte von Vor- und Nachteilen der Verpackungsarten Frischgemüse, Weissblechdose, Tiefrieren, Einweg- und Mehrwegglas für den Hersteller/Konsumenten einerseits und für die Umwelt andererseits sollten zum Zeitpunkt der Abschlussdiskussion dem Klassenverband bereits bekannt sein. Bei Bedarf können auch die Unterlagen der Gruppe nochmals beigezogen werden.

Wichtig für den Vergleich verschiedener Alternativen ist der Gedanke, dass es nicht darum geht, Verpackungsarten zu verurteilen oder ökologisch freizusprechen, sondern dass die Verpackungsart immer auf die Bedürfnislage abgestimmt werden muss.

Gemäss der Grundsätze für den Umgang mit Abfällen VERMEIDEN – VERMINDERN – VERWERTEN sollten vor dem Konsum eines Produktes folgende Fragen beantwortet werden:

1. Kann ich auf das Produkt auch verzichten? (z.B. Erdbeeren im Winter)
2. Wie kann ich einkaufen, ohne die Umwelt unnötig zu belasten? (z.B. Welche Erbsen konsumiere ich: Frische Erbsen, Dosenerbsen, selbsteingemachte Erbsen? Müssen die Erbsen weite Strecken transportiert werden. Müssen sie lange haltbar sein?)
3. Wie gehe ich mit dem Abfall um? (z.B. Werfe ich die Dose in den Abfall oder bringe ich sie gepresst und zu Fuss zum Sammelcontainer?)

Es ist nicht in jedem Fall leicht, allgemeingültige Antworten zu geben. Von zentraler Bedeutung ist aber, dass die Art der Verpackung dem jeweiligen Bedürfnis angepasst wird und die Umwelt nicht gedankenlos belastet wird.

Zum Abschluss können die wichtigsten Aspekte von Umweltbelastungen durch Verpackungen und deren Vermeiden anhand des nachfolgenden Schemas diskutiert werden (Abb. 2), das den



folgenden Gedanken zum Ausdruck bringen soll: Mit der Natur als Vorbild sollten auch technische Produktionsprozesse als Kreisläufe gestaltet werden, die möglichst wenig Input benötigen (Verbrauch an Rohstoffen), möglichst wenig Output verursachen (Abfälle) und für den Unterhalt möglichst wenig Energie benötigen.⁸

Zum Abschluss sollen die SchülerInnen die Eingangsfrage «Entscheiden Sie sich für oder gegen den Gebrauch von Weissblechdose» nochmals beantworten und mit ihrer ersten Antwort vergleichen. Erfahrungsgemäss fallen die Antworten deutlich kompetenter und differenzierter aus.

⁸ Kopiervorlage VII im Anhang enthält das gleiche Schema ohne Beschriftung zur Herstellung einer Folie .

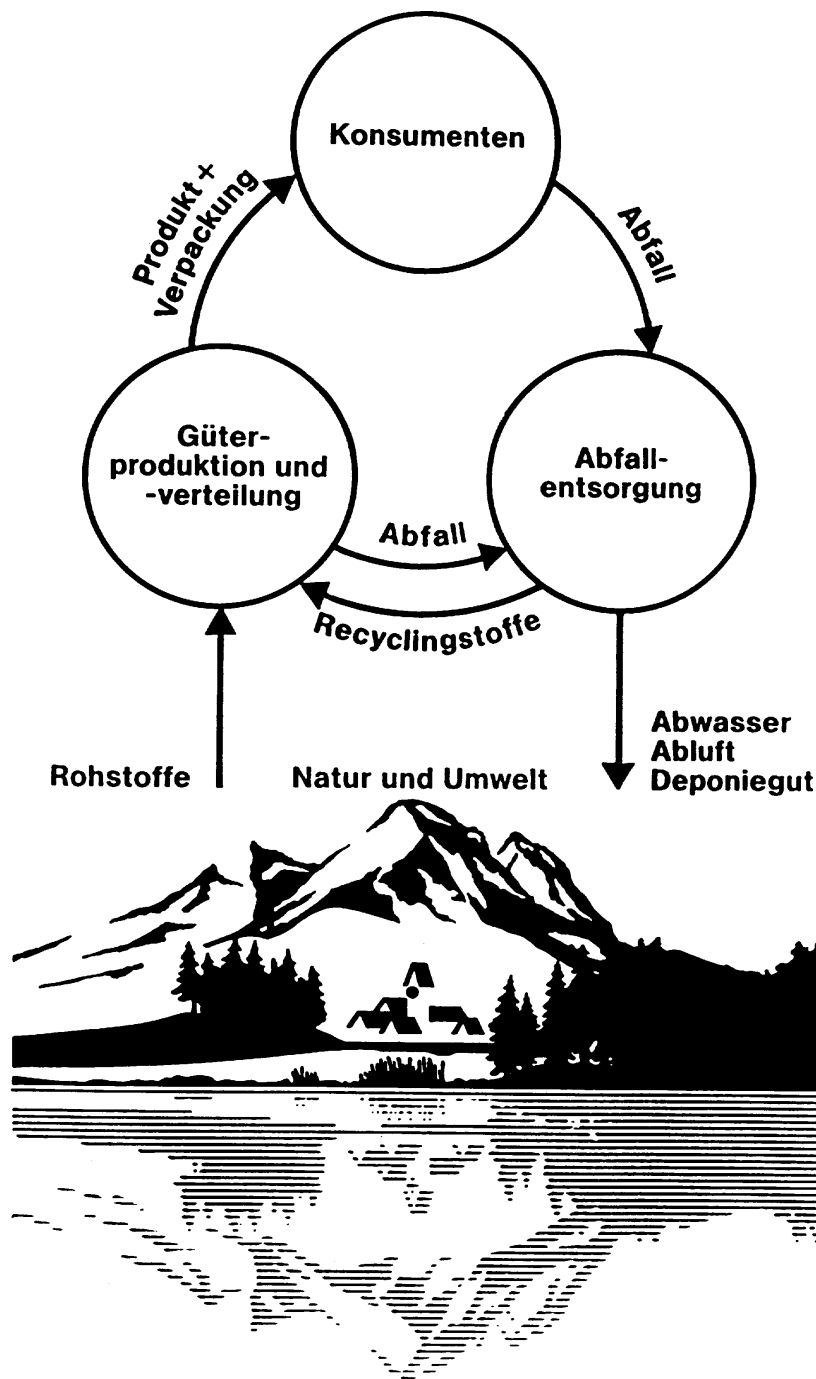


Abb. 2: Stoffkreislauf



Literatur

- ASS (1989): Abfall und Recycling. Eine Dokumentation der Aktion Saubere Schweiz (Hrsg.) für Lehrer, Gemeinden und Umweltinteressierte
- Baccini P., Daxbecjk H., Glenck E., Henseler G. (1993): Metapolis, Güterumsatz und Stoffwechselprozesse in den Privathaushalten einer Stadt. Bericht 34A und B (Technischer Anhang), NFP «Stadt und Verkehr», in Zusammenarbeit mit der Stadtverwaltung der Stadt St. Gallen und dem Institut für Marktanalysen AG (IHA), EAWAG, Abt. Abfallwirtschaft, Dübendorf
- Böhler A., Kottmann H. (1996): Ökobilanzen – Beurteilung von Bewertungsmethoden. Zeitschrift für Umweltchemie und Ökotoxikologie, 8 (2), S. 107 - 112
- BUWAL (1990): Methodik für Ökobilanzen auf der Basis ökologischer Optimierung. Schriftenreihe Umwelt Nr. 133, Abfälle, Bern
- BUWAL (1991): Ökobilanz von Packstoffen. Stand 1990, Schriftenreihe Umwelt Nr. 132, Abfälle, Bern
- BUWAL (1992): Ökobilanzen. Eine Unterrichtseinheit zu den Themen Verpackung, Umweltschutz und Abfallvermeidung, ab dem 8.Schuljahr, Bern
- BUWAL (1996): Ökoinventare für Verpackungen. Band I und II, Schriftenreihe Umwelt Nr 250/I und II, Bern
- Etterlin G., Hürsch P., Topf M. (1992): Ökobilanzen – ein Leitfaden für die Praxis. BI - Wissenschaftsverlag, Mannheim
- Fleischer G. (Hrsg.) (1992): Vermeidung und Verwertung von Abfällen 3. EF-Verlag für Energie und Umwelttechnik GmbH (Reihe Technik, Wirtschaft, Umweltschutz der Technischen Universität Berlin)
- Handelsblatt (1993): Weissblech. Beilage zum Thema Weissblech mit diversen Beiträgen, Seiten B1 B8, Handelsblatt Nr. 187, Ausgabe vom 28.9.93
- Hersom A., Hulland E. (1980): Canned Foods. Thermal processing and microbiology. 7th edition, Churchill Livingstone, Edinburgh
- Hostetter P., Braunschweig A. (1994): Bewertungsmethoden in Ökobilanzen – ein Überblick. Gaia, 3, (4), S. 227-236
- Huber Ch. (1993): Weissblech. in: Abfallhandbuch des Kantons Zürich, Amt f. Gewässerschutz und Wasserbau, Abt. Abfallwirtschaft, Zürich
- INFEL (1993): Graue Energie. Sonderausgabe von Power – Lehrerinfos zum Thema Elektrizität, Zeitschrift der Informationsstelle für Elektrizitätsanwendung, Zürich
- ITRI (1992): Fifth international tinplate conference in London, Oct. 12th -16th. International Tin Research Institute Publ. No. 727
- IZW (1994): Weissblech - Informationen zum Thema Weissblech – Packstoff, Werkstoff, Wertstoff. Informations-Zentrum Weissblech e.V., Düsseldorf
- Jackson J., Shinn B. (1979): Fundamentals of food canning technology. AVI Publishing Company, Westport, Connecticut



Kawaguchi T. et al (1989): Steel Industry I: Manufacturing System. Japanese Technology Reviews Vol. 6, Gordon and Breach Science Publishers, New York

KonsumentInnenforum Schweiz (1994): Haben Sie schon einmal Kilometer gegessen? Der Energieaufwand für Herstellung und Transport von Lebensmitteln. Broschüre in Zusammenarbeit mit Greenpeace Schweiz, Zürich

Morgan E.(1985): Tinplate and modern can-making technology. Pergamon Press, Oxford

Philipp J.A. et al. (1994): Ökobilanzen für Stahlprodukte – Sachstand und Perspektiven. Stahl und Eisen 114 (1994), Nr.11, S. 71-78

Reiche J. (1993): Möglichkeiten und Grenzen von Ökobilanzen. NZZ, Ausgabe Nr. 15 vom 20.1.1993, 57

Schaefer H. (1976): Ermittlung des kumulierten spezifischen Energieaufwandes zur Herstellung von Weissblechbehältern. Forschungsstelle für Energiewirtschaft, München

Schmidt-Bleek F. (1994): Wieviel Umwelt braucht der Mensch – MIPS – das Mass für ökologisches Wirtschaften. Birkhäuser Verlag, Berlin

Sielaff H. (1996): Technologie der Konservenherstellung. 1.Auflage, Behrs Verlag, Hamburg

SIGA/ASS (1996): Weissblech. Merkblatt Nr. 4, Zürich

SIGA: Ökobilanzen – Theorie, Methodik und Praxis. Ein Seminarbericht der Schweizerischen Interessengemeinschaft für Abfallverminderung, Zürich

Thome-Kozrniensky K. (Hrsg.) (1987): Recycling von Metallen. EF-Verlag für Energie- und Umwelttechnik GmbH (Reihe Technik, Wirtschaft, Umweltschutz der Technischen Universität Berlin)

VDI (1992): Blechbearbeitung '92. Verein Deutscher Ingenieure, Gesellschaft Produktionstechnik (ADB), VDI Bericht 946, VDI Verlag GmbH, Düsseldorf

Verein Deutscher Eisenhüttenleute (1989): Stahlfibel. Verlag Stahleisen mbH, Düsseldorf

Ausserdem wurden freundlicherweise von folgenden Institutionen und Firmen Unterlagen zur Verfügung gestellt:

- Ferro Recycling, Zürich
- Verein Schweizerischer Recycling-Organisationen VSRO, Zürich
- WWF Schweiz, Zürich
- Elektrozinn AG, Oberrüti
- Hero Schweiz AG, Lenzburg
- Hoffmann Verpackungen AG, Thun
- Hoogoven, Metallbau, Basel
- MEPA Dosenfabrikation, Trübach