

# Die Getränkeverpackung in der Schweiz aus der Sicht der Eidgenössischen Kommission für Abfallwirtschaft

Autor(en): **Müller-Wenk, Ruedi**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Wasser Energie Luft = Eau énergie air = Acqua energia aria**

Band (Jahr): **68 (1976)**

Heft 10

PDF erstellt am: **21.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-939304>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ruedi Müller-Wenk<sup>1)</sup>

Die Eidg. Kommission für Abfallwirtschaft ist ein vom Bundesrat gewähltes Organ, das sich in Zusammenarbeit mit dem Eidg. Amt für Umweltschutz mit den Fragen der Verminderung, Verwertung und Beseitigung der Abfälle befasst. Der Kommission gehören neben Vertretern der Wirtschaft auch Konsumentenvertreter und Fachleute aus kommunalen und kantonalen Verwaltungen sowie der Hochschulen an.

Wenn das Stichwort Abfall-Verminderung im Aufgabenkatalog der Kommission vor den Stichworten Verwertung und Beseitigung kommt, wird damit ein gesamtökologischer Stimmungsbezug angedeutet, der weiter gehen will, als lediglich die ständig wachsende Kehrlichtlawine in technisch und organisatorisch tadellos geordnete Bahnen zu lenken. Es wird vielmehr durch diese Reihenfolge die Vorstellung zum Ausdruck gebracht, dass das Abfallproblem letztlich in den grösseren Rahmen einer relativen Verminderung des Güterflusses durch unsere Zivilisation zu stellen sei. Verminderung der Abfallerzeugung bedeutet Verminderung des Rohmaterialverbrauchs und damit auch eine Verminderung des Energieverbrauchs und der Emissionen, das heisst ein geringeres Mass an Einwirkung auf die Natur.

Aus dieser Sicht hat sich die Kommission auch mit der Frage der Getränkeverpackung befasst. Die Getränkeverpackung ist eines der bedeutenden Probleme der Schweizerischen Abfallwirtschaft, da weggeworfene Getränkeverpackungen allein mehr als 10 % des Volumens der Siedlungsabfälle ausmachen. Dabei hat die Kommission sich zwei Hauptproblemen zugewandt:

- Soll die Getränkeverpackung eine Einwegverpackung oder eine Mehrwegverpackung sein?
- Welches sind geeignete und weniger geeignete Materialien für Getränkeverpackungen?

## Mehrwegverpackung oder Einwegverpackung?

Zur Frage Mehrwegverpackung oder Einwegverpackung hat die Kommission abschliessend Stellung genommen, wobei sie sich auf die Glasverpackung beschränkt hat, weil diese zur Zeit die einzige auf Konsumentenstufe praktikable Mehrwegverpackung ist. Die Folgerungen würden aber in der Tendenz auch auf andere Materialien als Glas zutreffen, wenn es sich nicht um Leichtpackungen handelt. Die Kommission hat ihren Vergleich auf folgende Gesichtspunkte abgestellt: Energieverbrauch, Abwasserbelastung, Emission von Luftfremdstoffen, Verbrauch von Rohstoffen, Erzeugung von Abfall.

Mit dem Einbezug dieser 5 Aspekte darf das Postulat einer gesamtökologischen Betrachtung als in annehmbarem Grad erfüllt gelten.

Zusätzlich beurteilte die Kommission auch die wirtschaftlichen Gesichtspunkte des Einsatzes von Einweg- oder Mehrwegglasbehältern.

Da in der Schweiz das System der Rücklieferung von Altglas zur Wiedereinschmelzung in den Glashütten eine bemerkenswerte Verbreitung gefunden hat, galt es, beim

Vergleich zwischen Einweg- und Mehrwegverpackung dem Einfluss der Altglasrecyclingrechnung zu tragen. Zu vergleichen war also insbesondere das System der mehrfachen Verwendung und dazwischenliegenden Reinigung von Glasbehältern mit dem System der einmaligen Verwendung des Behälters und nachfolgender Wiedereinschmelzung.

## Energieverbrauch

Der Energieverbrauch für die Verpackung von 1 Liter Flüssigkeit in einer Einweg-Grünflasche (Flaschengewicht: 550 g) beträgt:

ohne Altglasverwertung	2060 kcal
mit 50 % Altglasanteil	1610 kcal

Demgegenüber beträgt der Energieverbrauch für die Verpackung von 1 Liter Flüssigkeit in einer 1-Liter-Mehrweg-Grünflasche (bei einem Flaschengewicht von 675 g und 20 Umläufen):

ohne Altglasverwertung	300 kcal
mit 50 % Altglasanteil	270 kcal

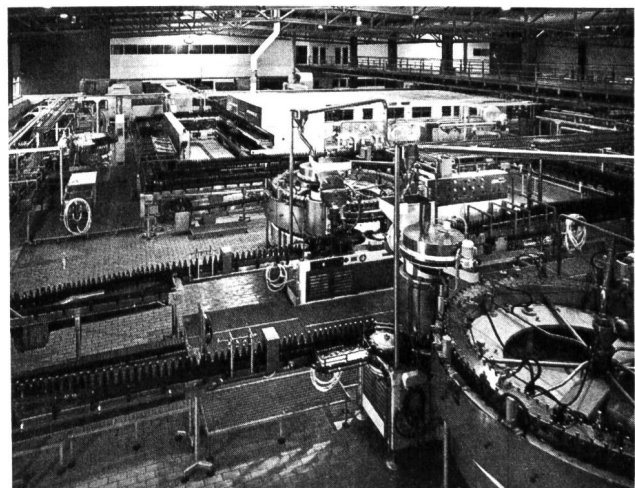
Bei der Beurteilung dieser Zahlen ist davon auszugehen, dass heute in der Schweiz bei der Verpackungsglasproduktion mehr als 30 % rückgeliefertes Altglas (Scherben) eingesetzt ist und dass dieser Anteil steigende Tendenz aufweist.

In den Zahlen sind alle Energieaufwendungen von der Produktion über den Gebrauch bis zur Beseitigung der Glasflaschen enthalten, nämlich der Transport aller Rohstoffe zur Glashütte, die Altglassammlung, die Sodafabrikation, die Glasschmelze, die Flaschenfabrikation, der Transport der Flaschen zum Abfüllen, das Waschen der Mehrwegflaschen und die Beseitigung der Glasabfälle mit den Siedlungsabfällen.

Elektrische Energie wurde in obigen Zahlen in thermische Energie umgerechnet, unter der Annahme eines thermischen Wirkungsgrades von 33 %.

Es ergibt sich die Folgerung, dass die Einwegflasche bezüglich Energieverbrauch zu den aufwendigen Flüssig-

Bild 1. Die neue Flaschenfüllerei für Mehrwegflaschen der Brauerei Feldschlösschen in Rheinfelden. Diese Brauerei besitzt zwei solcher Anlagen von je einer Nennleistung von 72 000 Flaschen/h.



<sup>1)</sup> Vortrag, gehalten an der Informationstagung «Welches ist die ideale Lösung für eine schweizerische Getränkeverpackung?» vom 16. und 17. September 1976 im Gottlieb-Duttweiler-Institut, Rüschlikon.

keitsverpackungen gehört. Sie ist in dieser Beziehung beispielsweise mit Dosen aus Aluminium oder Weissblech vergleichbar.

Die Altglasverwertung ergibt immerhin eine bemerkenswerte Energieersparnis: Je kg Altglas, das in die Glashütte zurückgelangt, kann eine Energiemenge eingespart werden, die rd. 160 g Heizöl entspricht.

Die Mehrwegflasche erweist sich aber bezüglich Energieverbrauch gegenüber der Einwegflasche ganz eindeutig als sparsamere Lösung: Nicht das Sammeln und Wiedereinschmelzen von Altglas, sondern das Reinigen und Wiederverwenden der Flaschen ist das wirklich energiesparende Verfahren.

### *Abwassertremdstoffe*

Bei der Einwegflasche spielt vor allem die Salzfracht ( $\text{CaCl}_2$ ), die bei der Sodaproduktion (Soda ist wichtiger Rohstoff für Glas) ins Abwasser gelangt, eine Rolle. Je grösser der Altglasanteil bei der Glasproduktion ist, desto geringer ist der Sodabedarf, und um so kleiner ist auch die damit verbundene Salzfracht. Für die Verpackung von 1 Liter Flüssigkeit in einer Einwegflasche (Flaschengewicht 550 g) ergibt sich eine Abwasserbelastung von:

- 1 l Abwasser mit 100 g  $\text{CaCl}_2$  ohne Altglasverwertung
- 0,5 l Abwasser mit 50 g  $\text{CaCl}_2$  mit 50 % Altglasanteil

Bei der Mehrwegflasche spielt vor allem die Abwasserfracht, die beim Waschen der Flaschen entsteht, eine Rolle. Für die Verpackung von 1 Liter Flüssigkeit in einer 1-Liter-Mehrwegflasche ergibt sich, nach Reinigung des Waschwassers gemäss eidgenössischen Vorschriften, eine Abwasserbelastung von 1 bis 2 l Abwasser mit:

- 20 bis 40 mg biochemischem Sauerstoffbedarf (BSB)
- 20 bis 40 mg ungelösten Stoffen
- 30 bis 60 mg Phosphor (P) ohne Phosphatelimination oder 1 bis 2 mg Phosphor (P) mit Phosphatelimination

Bedeutsam ist vor allem der Phosphorgehalt, da die indirekte Sauerstoffzehrung von 1 mg Phosphor in Seen wesentlich grösser ist als der primäre biochemische Sauerstoffbedarf von 20 bis 40 mg durch fäulnisfähige Substanzen.

Als hauptsächliche Abwasserbelastung bei der Verpackung von 1 Liter Flüssigkeit stehen sich daher gegenüber: ca. 200 mg BSB, die durch den Phosphorrestgehalt des Waschwassers der Mehrwegflasche in Seen produziert werden können, und 20 bis 100 g  $\text{CaCl}_2$  aus der Sodaproduktion für die Einwegflasche. Diese Zahlen verstehen sich unter Annahme einer 3stufigen Gewässerreinigung mit Phosphatelimination. Während der BSB bei der Eutrophierung unserer Seen von Bedeutung ist, ist die Salzfracht ein Problem für die Trinkwasserversorgung unserer Unterlieger, besonders am Rhein in Holland. Die Kommission hat nicht versucht, diese beiden sehr unterschiedlichen Belastungsarten gegeneinander zu gewichten, da ihr die Beurteilungslage Einweg—Mehrwegglas auch ohne diese Gewichtung klar schien.

Als Folge der Altglasverwertung wird weniger Soda für die Glasherstellung verbraucht und damit auch die Abwasserbelastung eindeutig vermindert.

Zu erwähnen bleibt, dass auch Einwegflaschen vor dem Abfüllen mindestens gespült werden. Wo keine speziellen Flaschenspülanlagen vorhanden sind, geschieht dies auf denselben Waschanlagen und mit denselben Waschprogrammen, wie sie für das Waschen von Mehrwegflaschen eingesetzt werden. In diesen Fällen ist die Abwasserbelastung durch die Flaschenreinigung für Einwegflaschen gleich gross wie für Mehrwegflaschen.

### *Emission von Luftfremdstoffen*

Die einzige bei der Herstellung und dem Gebrauch von Glaspäckungen sowie bei der Altglasverwertung ins Gewicht fallende Luftbelastung ist jene, die mit der Energieproduktion verbunden ist. Diese verhält sich proportional zum Energieverbrauch, ist deshalb mit dem Energieverbrauch selbst bereits berücksichtigt und fällt damit eindeutig zugunsten der Mehrwegflasche aus. Die Transporte sind dabei mitberücksichtigt.

### *Rohstoffverbrauch*

Die wichtigsten Rohstoffe (Kalkstein, Quarzsand, Kochsalz), die für die Glasherstellung verbraucht werden, sind — mit Ausnahme der Energieträger — alle praktisch unbeschränkt vorhanden. Der Verbrauch an Energieträgern ist proportional zum Energieverbrauch und mit diesem bereits berücksichtigt.

### *Abfälle*

Rund 120 000 t Altglas werden heute jährlich mit den Siedlungsabfällen beseitigt. Weitere rund 30 000 t Altglas sind im Jahre 1975 durch separate Sammeldienste eingesammelt und in den Glashütten verwertet worden. Knapp 30 000 t ausgeschiedene Mehrwegflaschen gelangen jährlich, nach 20 bis 60 Umläufen, direkt von den Abfüllbetrieben in die Glashütten.

Die Umweltbelastung des Glasanteils der Siedlungsabfälle besteht im beanspruchten Deponievolumen. Der heutige Glasanteil beansprucht ein Deponievolumen von rund 80 000 m<sup>3</sup> jährlich oder rund 8 % des für Siedlungsabfall-Deponien verbrauchten Volumens von rund 1 Mio m<sup>3</sup> im Jahr. Durch vermehrten Einsatz von Schlacke aus Kehrlichtverbrennungsanlagen im Strassenbau wird das durch Glasabfälle beanspruchte Deponievolumen in Zukunft abnehmen.

Das beanspruchte Volumen in Siedlungsabfall-Deponien liegt heute bei 0,5 l pro Liter Flüssigkeit, die in Einwegflaschen konsumiert wird, und reduziert sich auf etwa 0,03 l pro Liter Flüssigkeit, die in Mehrwegflaschen verteilt wird. Das beanspruchte Deponie-Volumen vermindert sich — wie der Verbrauch an mineralischen Rohstoffen — proportional zur Altglasverwertung.

### *Wirtschaftlichkeit*

Es steht fest, dass unter den gegenwärtigen Bedingungen die Mehrweg-Glasverpackung gegenüber der Einweg-Glasverpackung auch in bezug auf die betriebswirtschaftlichen Kosten vorteilhaft ist, wenigstens im Bereiche von Flaschen für Lebensmittel-Flüssigkeiten mit Füllvolumen über 2 dl. Das heisst im wesentlichen, dass die Kosten für den Rückschub der Mehrwegflaschen vom Konsumenten bis zur Abfüllmaschine geringer sind als die Kosten der neuen Einwegflaschen.

Die Aufwendungen für die separate Altglassammlung in den Gemeinden sind noch wenig eingehend untersucht worden. Aus den Untersuchungen ergibt sich immerhin, dass heute die Altglasverwertung bei rationeller Organisation des Sammeldienstes mit geeigneten zentralen Sammelbehältern für die Gemeinde selbsttragend sein kann. Dagegen übersteigen die Kosten separater Sammlungen von Haus zu Haus die Erträge der Glassammlung.

### *Schlussfolgerungen*

Die Mehrwegflasche für Lebensmittel-Flüssigkeiten ist aus der Sicht des Umweltschutzes und der Wirtschaftlichkeit in den meisten Fällen wesentlich vorteilhafter als die Einwegflasche und zwar selbst dann, wenn die Scherben der

Einwegflasche in der Glashütte verwertet werden. Daraus ergibt sich als sinnvolle Zielsetzung, zu erwirken, dass Glasflaschen für Lebensmittelflüssigkeiten mit mehr als 2 dl Füllvolumen als Mehrwegflaschen zu gestalten und zu behandeln sind. Durch konsequentes Verfolgen dieser Zielsetzung, insbesondere in den Branchen Wein, Bier und Spirituosen, könnten rund 60 000 t Verpackungsglas jährlich eingespart werden.

Mindestens auf lange Sicht ist auch das Ziel anzustreben, grössere Gläser für Kaffee, Konfitüre, Gemüse usw. durch Mehrweggläser zu ersetzen. Damit dürfte eine weitere Reduktion der verbrauchten Verpackungsglasmenge um 20 000 t erreichbar sein.

Bei allen Massnahmen, die gegen Einwegglasverpackungen ergriffen werden, ist zu vermeiden, dass auf andere Einwegverpackungen mit ähnlicher oder grösserer Umweltbelastung ausgewichen wird. Der möglicherweise ebenfalls anzustrebende Ersatz von Einwegverpackungen aus andern Materialien als Glas durch Mehrwegflaschen ist noch zu prüfen.

Die Altglasverwertung erweist sich — wenn sie auch wesentlich weniger wirksam ist als die Einführung von Mehrwegflaschen und Mehrweggläsern — als geeignete Massnahme zur Verminderung der Umweltbelastung von Glasverpackungen. Die Bestrebungen der schweizerischen Glasindustrie auf diesem Gebiet verdienen Unterstützung.

### Empfehlungen

Auf diesen Schlussfolgerungen basierend hat die Eidg. Kommission für Abfallwirtschaft folgende Empfehlungen formuliert:

Die aktive Normenpolitik für Mehrwegglasflaschen der schweizerischen Glasindustrie ist begrüssenswert und sollte möglichst konsequent weitergeführt werden; dabei sind alle Flaschen ab 2 dl so auszulegen, dass eine mehrmalige Verwendung technisch möglich ist.

Im Sinne einer vorsorglichen Politik wird Unternehmern, die heute noch mit firmenspezifischen Flaschen arbeiten, längerfristig ein Uebergang auf Normflaschen empfohlen.

Der konsequente Einsatz von Mehrwegflaschen wird durch in Flaschen importierte Getränke erschwert. Vor allem bei 7-dl-Wein macht die Vielfalt der importierten Flaschenformen die schweizerische Norm unwirksam. Im weiteren ist die zunehmende Menge des in 3,3-dl-Einwegflaschen angebotenen inländischen Biers eine Antwort auf die Konkurrenz des in Flaschen importierten Biers. Um den unerwünschten Import von Getränken in Einwegflaschen zu reduzieren, empfiehlt die Kommission eine Gestaltung der Zolltarife derart, dass der Import in Grossbehältern bevorzugt wird. Besonders empfiehlt die Kommission eine geänderte Regelung der Weinimport-Kontingentierung derart, dass nicht mehr, wie heute, der Flaschenimport gefördert wird.

Als erster Schritt zum Ersatz der heute für Kaffee, Konfitüre, Gemüse usw. gebräuchlichen Einweggläser durch Mehrweggläser wird eine Firmen- und Produktgrenzen überschreitende Normung solcher Gläser empfohlen.

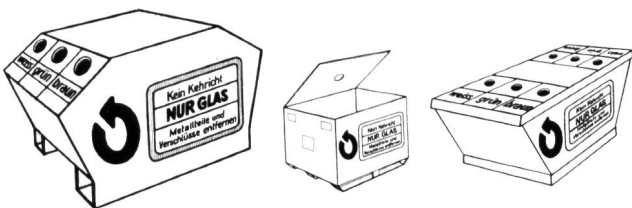


Bild 2. Für Altglas-Sammelstellen werden verschieden grosse Container angeboten. Links 6,5 m<sup>3</sup> Inhalt, Mitte 0,8 m<sup>3</sup> Inhalt, rechts 2,2 m<sup>3</sup> Inhalt.

Falls es sich erweist, dass sich, trotz wirtschaftlicher Vorteile der Mehrwegflasche, in wesentlichen Einsatzbereichen die Einwegflasche behauptet, oder dass sie gar weiter an Boden gewinnt, so sind — auf der Basis der künftigen Gesetzgebung — in diesen Bereichen Vorschriften über die Verwendung von Pfandflaschen für inländische und importierte Produkte vorzusehen. Die Höhe des Pfandes sollte dabei auf den ungefähren Wert der neuen Flasche festgelegt werden. Das Pfand verpflichtet den Verkäufer, die leere Flasche zurückzunehmen.

Da die Einwegglasverpackung auf absehbare Zeit noch einen wesentlichen Anteil der Siedlungsabfälle ausmachen wird, wird empfohlen, mindestens überall dort, wo dies für die Öffentlichkeit kostendeckend möglich ist, Altglas separat einzusammeln und zu verwerten.

### Welche Materialien sind geeignet für Getränkeverpackungen?

In bezug auf die zweite eingangs erwähnte Frage, nämlich diejenige nach der vergleichweisen Eignung verschiedener Verpackungsmaterialien für Einweg-Getränkebehälter, hat sich die Kommission bisher noch nicht geäussert, da die entsprechenden Arbeiten noch im Gange sind. Immerhin kann man andeuten, welche Ergebnisse sich etwa herauskristallisieren dürften.

Vergleicht man etwa 1-Liter-Behälter aus Glas, Kunststoff, beschichtetem Papier, Weissblech und Aluminiumblech, so sind aus der Sicht des Energieverbrauches die Kunststoff- und Papierverpackung weit günstiger zu beurteilen als die Glas-Einwegverpackung sowie die Weissblech- oder Aluminium-Dosen.

In bezug auf die Abwasserbelastung liegen die Papierpackung (infolge des hohen BSB<sub>5</sub>-Wertes bei der Zellstoffherstellung) und die Glasverpackung (wegen der CaCl<sub>2</sub>-Belastung bei der Sodafabrikation) schlecht, während Kunststoff- und Metallverpackungen ein günstiges Bild zeigen. Allerdings wird die Position des Glases durch den in der Schweiz ins Gewicht fallenden Anteil des rezyklierten Altglases für die Glasproduktion verbessert.

Aus der Sicht der Luftverschmutzung durch Fremdgase und Staub zeigt sich die Papierpackung als besonders vorteilhaft. Ungünstiger zu beurteilen sind die energieintensiven Verpackungen aus Glas, Aluminium und Weissblech, da entsprechend dem Energieverbrauch Schwefeldioxid-Emissionen auftreten. Dazu kommt das Problem der Fluor-Emission bei der Aluminium-Herstellung. Kunststoffverpackungen sind aus lufthygienischer Sicht als relativ vorteilhaft zu beurteilen; im speziellen Falle des PVC muss diese Aussage korrigiert werden wegen der Salzsäureproduktion bei der Verbrennung von PVC in den Kehrichtverbrennungsanlagen.

Aus der Sicht der Rohstoffknappheit können Glasverpackung und Aluminiumverpackung als besonders günstig bezeichnet werden, da die entsprechenden Rohstoffe auf der Erde besonders häufig sind. Ebenso günstig sind die Kunststoffverpackungen zu beurteilen: Zwar sind die Vorräte an Erdöl als knapp zu betrachten, aber wegen des geringen Bedarfs an Verarbeitungsenergie braucht es für die aus Erdöl hergestellten Kunststoffe weniger Erdöl als für die Glas- und die Weissblechverpackung. Relativ ungünstig ist im Kontext der Rohstoffknappheit die Weissblechverpackung zu beurteilen: Zwar ist Eisen auf der Erde reichlich vorhanden, aber Zinn ist zweifelsohne als eine Ressource von kritischer Knappheit zu betrachten. Bei der Papierverpackung stellt sich die Frage, ob Holz

als Rohstoff für die Zelluloseproduktion knapp sei. An sich ist dies nicht der Fall, da Holz ja laufend nachwächst. Indessen ist die Frage zu prüfen, ob die Holzproduktion für Zellulose auf einem nachhaltig betriebenen Waldbau beruht oder ob sie Elemente eines Raubbaus aufweist. Bei Zellulose aus Schweizer Holz ist die Voraussetzung der nachhaltig betriebenen Holznutzung zweifelsohne gegeben. Hinsichtlich des Aspekts der Beseitigung fester Abfälle kann man Kunststoffe und Papier als günstig bezeichnen, denn bei der in der Schweiz heute überwiegenden Verbrennung der Siedlungsabfälle ergeben sie ein Minimum an Rückständen. Auch bei geordneter Deponie ergeben sie ein besonders geringes Deponievolumen. Während die Metallverpackungen in bezug auf das Abfallvolumen eine mittlere Stellung einnehmen, liegt die Glasverpackung ungünstig, obschon in der Schweiz etwa 20 % des Altglases der Wiedereinschmelzung in der Glashütte zugeführt werden. Trotz dieser bemerkenswerten Leistung beansprucht die Glaseinwegverpackung immer noch das grösste Deponievolumen pro Liter verpackter Flüssigkeit. Eine besonders heikle Frage ist nun, wie man von der sektoriellen Betrachtung pro individuellem Umweltaspekt auf eine oekologische Gesamtbeurteilung der verschiedenen Verpackungsmaterialien übergehen soll. Wie ist das Ab-

wasserproblem bei der beschichteten Papierverpackung gegen den hohen Energieverbrauch der Aluminiumverpackung aufzuwägen? Und wie das Problem der Verbrennung von PVC-Verpackungen gegen die Knappheit des für Weissblechverpackungen erforderlichen Zinns?

Ohne einer abschliessenden Beurteilung dieser Frage durch die Kommission für Abfallwirtschaft vorgreifen zu wollen, kann aber doch schon darauf hingewiesen werden, dass auf dem Gebiet der Einwegverpackungen die Kunststoffe ein relativ günstiges Material sind. Als weniger vorteilhaft dürften dagegen Einwegverpackungen aus Glas, Weissblech und Aluminium zu betrachten sein.

Der Klarheit halber soll aber abschliessend angemerkt werden, dass die oekologische Betrachtungsweise nicht die einzige Grundlage für die Beurteilung von Verpackungsmaterialien ist. Im Einzelfall ist es möglich, dass eine oekologisch weniger günstige Verpackungsart andere Vorteile aufweist, die deren Einsatz rechtfertigen. In einer entwickelten Gesellschaft mit differenzierten Bedürfnissen kann es sinnvollerweise nicht eine Einheitslösung geben für die Verpackung.

Adresse des Verfassers: Dr. Ruedi Müller-Wenk, Vorsitzender der Subkommission Siedlungsabfälle der Eidg. Kommission für Abfallwirtschaft, 9327 Tübach.

## Lockergesteinsabdichtung beim Talabschluss Ferden

Roland Bischof

DK 627.814:624.138.24

### Einweihung des Kraftwerkes Löttschen

Die KW Löttschen AG hat auf den 11. Juni 1976 zur Einweihungsfeier ihrer Anlagen eingeladen. Nachdem die Gäste die Gelegenheit hatten, die neue Zentrale in Steg zu besichtigen, die jährlich 312 Mio kWh Energie dem Netz abgeben wird, wurden sie zur Staumauer Ferden gefahren. Hier segnete s. Ex. Bischof Nestor Adam von Sitten das Werk. Beim anschliessenden Imbiss in Ferden gelang es den Gastgebern, in einer ungezwungenen Atmosphäre den Gästen ihr Löttschental, seine Entwicklung und seine Zukunftsprobleme näher zu bringen. Für das wirtschaftliche Gedeihen der Talschaft trägt das neue Kraftwerk Beachtliches bei.

In unseren Spalten haben wir schon verschiedentlich über die Anlagen der KW Löttschen AG berichtet, so dass wir hier auf eine allgemeine Beschreibung verzichten<sup>1)</sup>. Aus der Vielfalt der Probleme, die es bei der Vorbereitung, der Projektierung und dem Bau der Anlagen zu meistern galt, haben wir eines herausgegriffen. Ingenieur R. Bischof berichtet anschliessend über die Lockergesteinsinjektionen, mit denen die Staumauer Ferden an die rechte Talflanke angeschlossen wurde. GW

<sup>1)</sup> Christian Fux: Das Kraftwerk Löttschen. «Wasser- und Energiewirtschaft» 1974, Heft 8/9, S. 278—286.

Peter Volkart: Modellversuche über die durch Lawinen verursachten Wellenbewegungen im Ausgleichbecken Ferden im Löttschental. «Wasser- und Energiewirtschaft» 1974, Heft 8/9, S. 286—292.

G. A. Töndury: Bericht über die Exkursion des Schweizerischen Wasserwirtschaftsverbandes ins Löttschental vom 30. August 1974. «Wasser- und Energiewirtschaft» 1974, Heft 11/12, S. 353—357.

### 1. Einleitung

An der Sperrstelle Ferden können zwei verschiedene Talsohlen unterschieden werden. In einen alten, U-förmigen, durch Gletschertätigkeit geschaffenen Talboden hat sich in postglazialer Zeit die Lonza V-förmig eingeschnitten. Die ursprüngliche Gletschertalsole liegt auf der rechten Flanke tiefer als das geforderte Stauziel.

Der Talabschluss Ferden besteht aufgrund dieser felstopographischen Gegebenheiten aus folgenden Elementen:

- a) einer Bogenmauer von 67 m Höhe im Bereich der heutigen Lonza-Schlucht (in Bild 1 mit A bezeichnet).
- b) Diese Bogenmauer stützt sich in ihrem oberen Teil auf der rechten Flanke auf ein künstliches Widerlager ab, da wie bereits erwähnt, der Fels nicht bis auf Kronenhöhe ansteht (Bild 1, B).
- c) Anschliessend an das künstliche Widerlager wird der Talabschluss noch 70 m in das Lockergestein hinein verlängert (Bild 1, C, D).
- d) Hinzu kommt der Abschluss in die Tiefe durch den Tiefenschleier.

Nachstehend wird nur auf Punkt c, die Abdichtung der Lockergesteine, näher eingetreten. Die abzudichtenden Lockergesteine setzen sich von unten nach oben zusammen aus:

- sandiger Grundmoräne
- locker gelagertem Moränematerial
- sehr locker gelagertem Bach- und Lawinenschutt aus dem Einzugsgebiet des Faldumbaches.

Die natürliche Durchlässigkeit variiert zwischen  $10^{-2}$  und  $10^{-4}$  cm/s.