

Preisüberwachung

Kehrichtverbrennungsanlagen (KVA)

Kapazitätssituation nach dem Jahr 2000

INFRAS/Bureau AD

18.05.99 612//612_8.doc

INFRAS

Gerechtigkeitsgasse 20, CH - 8002 Zürich, Tel. ++41 +1 205 95 95, Fax ++41 +1 205 95 99, E-Mail zuerich@infrass.ch
Mühlemattstrasse 45, CH - 3007 Bern, Tel. ++41 +31 370 19 19, Fax ++41 +31 370 19 10, E-Mail bern@infrass.ch

Bureau d'aide à la décision (Bureau AD)

Postfach 43 – 1000 Lausanne 16, Tel. ++41 +21 661 27 10, Fax ++41 +21 661 27 12, E-Mail aide.decision@fastnet.ch

Inhalt

1.	Ausgangslage.....	1
1.1.	Auftragsbeschreibung.....	1
1.2.	Berichtsstruktur.....	1
1.3.	Entwicklung in der Abfallbewirtschaftung	2
1.4.	Vollzug der Vorschriften	3
1.5.	Standortpolitische Argumentation.....	5
1.6.	Stand der Kosten.....	7
1.6.1.	Bandbreite der Annahmegebühren	7
1.6.2.	Grenzkosten bei nicht ausgelasteten Anlagen	7
1.6.3.	Transportkosten (ohne Sammelkosten).....	8
1.7.	Ökologie und Transporte.....	9
2.	Nachfrage nach Verbrennungskapazität nach dem Jahr 2000	10
2.1.	Berechnungsgrundlagen.....	10
2.2.	Wichtigste Einflussfaktoren auf die Nachfrage.....	12
2.2.1.	Wirtschafts- und Bevölkerungsentwicklung.....	12
2.2.2.	Deponieverbot	14
2.2.3.	Illegale Entsorgung	16
2.2.4.	Verursacherprinzip, marktwirtschaftliche Instrumente	17
2.3.	Überblick über die gesamte Kapazitätsnachfrage.....	21
3.	Angebot an Verbrennungskapazität	24
3.1.	KVA-endogene Faktoren	24
3.1.1.	Betriebsstunden	24
3.1.2.	Heizwert der Abfälle.....	25
3.1.3.	Gesamte Betriebsdauer der Anlage	26
3.2.	KVA-exogene Faktoren.....	26
3.2.1.	Erneuerung, Ersatz und Stilllegung von Ofenlinien in KVA.....	26
3.2.2.	Neubau von KVA	27
3.2.3.	Politisch blockierte Kapazitäten.....	28
3.2.4.	Zusatzkapazität in Zementwerken und Industriefeuerungen	28
3.2.5.	Importverträge der KVA-Betreibenden	29
3.2.6.	Zwischenlagerung von Brennstoffen	30
3.3.	Überblick über die Kapazitätssituation	31

3.3.1.	Basis-Angebot	31
3.3.2.	Angebotsberechnung für das Basis-Angebot.....	33
3.4.	Handlungsmöglichkeiten	36
3.4.1.	Handlungsmöglichkeiten um die Überkapazitäten zu reduzieren.....	37
3.4.2.	Handlungsmöglichkeiten um die Unterkapazitäten zu reduzieren.....	38
4.	Schlussfolgerungen.....	43
	Anhang.....	45
	ANHANG 1: Erstellungsjahr und thermische Leistung bestehender KVA	46
	ANHANG 2: Theoretisches Beispiel für die Kostenverteilung bei der Kehrichtverbrennung.....	47
	Literatur	52

1. Ausgangslage

1.1. Auftragsbeschreibung

Die Preisüberwachung befasst sich seit einiger Zeit mit den Preisstrukturen in der Abfallbewirtschaftung. Sie hat sich insbesondere geäußert zu Anforderungen an eine verursachergerechte Abfallgebührengestaltung. Im Rahmen ihrer Abklärungen zu diesem Thema hat sich gezeigt, dass u. a. Überkapazitäten bei den Verbrennungsanlagen (KVA) bei Konsumentinnen und Konsumenten zu hohen Entsorgungspreisen für Siedlungsabfall führen können. Die Preisüberwachung stellt sich aber auf den Standpunkt, dass es nicht der Verursachergerechtigkeit entspricht, wenn KVA-Überkapazitäten durch nicht verursachende Konsumentinnen und Konsumenten finanziert werden müssen.

In einem weiteren Schritt will nun die Preisüberwachung das Problem jetziger und künftiger KVA-Überkapazitäten näher prüfen. Sie begründet diesen Schritt damit, dass trotz Überkapazitäten in mehreren Kantonen Projekte für KVA-Neubauten bestehen. Deren Realisierung könnte die gesamten volkswirtschaftlichen Kosten für die steigenden Überkapazitäten nochmals erhöhen.

Die Preisüberwachung hat der INFRAS und dem Bureau d'aide à la décision (AD) den Auftrag erteilt, folgende Fragen zu klären:

- Gibt es nach Inkraftsetzen des Deponieverbotes einen ungedeckten Bedarf an Verbrennungskapazität in KVA?
- Falls ja, durch welche Massnahmen und mit welchen Kostenfolgen kann der ungedeckte Kapazitätsbedarf gedeckt werden?

1.2. Berichtsstruktur

Die Arbeit ist soweit wie möglich auf bestehende Daten abgestützt worden. Das BUWAL hat die benötigten Unterlagen zur Verfügung gestellt. Zusätzliche Erhebungen sind auf das Notwendige beschränkt worden.

Aufgrund der vorhandenen Unterlagen wird in diesem **ersten Kapitel** eine kurze **Beschreibung und Einschätzung der heutigen Situation** gemacht (Verantwortung INFRAS).

Im **zweiten Kapitel** wird im Rahmen eines oberen und eines unteren Szenarios eine grobe **Abschätzung der Kapazitätsnachfrage-Entwicklung** für den Zeitraum 2000-2010 gemacht. Basis für die Berechnung der beiden Szenarien bilden die anerkannt wichtigen Einflussfaktoren auf das Abfallaufkommen (Verantwortung INFRAS).

Kapitel drei gibt einen **Überblick über das Angebot an Verbrennungskapazität** im Zeitraum 2000-2010. In Abschnitt 3.1 werden die KVA-endogenen Faktoren erläutert, in Abschnitt 3.2 die KVA-exogenen Faktoren (Verantwortung Bureau AD, ausgenommen 3.2.4 bis 3.2.6 : Verantwortung INFRAS). In Abschnitt 3.3 wird ein Basis-Angebot berechnet und in Abschnitt 3.4 werden die Handlungsmöglichkeiten erläutert (Verantwortung Bureau AD).

Kapitel vier enthält die Schlussfolgerungen.

1.3. Entwicklung in der Abfallbewirtschaftung

Seit der Veröffentlichung des Leitbildes für die schweizerische Abfallwirtschaft 1986 und der Inkraftsetzung der Technischen Verordnung über Abfälle (TVA) vom 10. Dezember 1990 hat sich die Bewirtschaftung der Abfälle in der Schweiz markant gewandelt. Insbesondere sind die Verbrennungskapazitäten dem in den achtziger Jahren deutlich wachsenden Aufkommen an brennbaren Abfällen angepasst worden. Gleichzeitig wurden grosse Anstrengungen unternommen, Abfälle entweder zu vermeiden oder sie der Verwertung zuzuführen. Die vermehrte Anwendung des Verursacherprinzips hat die ökologische und ökonomische Abfallbewirtschaftung zunehmend unterstützt. Z. B. hat die breite Einführung von volumen- oder gewichtsabhängigen Abfallgebühren die bessere Trennung von Abfällen in Haushalten, im Gewerbe und in der Industrie markant gefördert.

Allerdings wurde mit der einsetzenden wirtschaftlichen Rezession anfangs der neunziger Jahre ein deutlicher Rückgang der Abfallmengen sichtbar, und zwar ohne dass alle vorgeschlagenen Massnahmen zur Vermeidung und Verminderung von Abfällen auch tatsächlich durchgesetzt worden wären.

Gesamthaft gesehen ist in den letzten 10-15 Jahren eine sehr grosse Dynamik auf den Abfall- bzw. Altstoffmärkten erkennbar. Dieser Umstand macht die Anlageplanung mit ihren langen Vorlaufzeiten eindeutig schwierig. Auch die globale Wirtschaftsentwicklung kann die schweizerische Abfallbewirtschaftung beeinflussen. So hat beispielsweise die Konjunkturlage im asiatischen Wirtschaftsraum deutliche, oft innerhalb von Monaten sich ändernde Auswirkungen auf die Altpapiernachfrage in Europa mit entsprechenden Folgen für die Altpapierpreisgestaltung und die Separatsammlungen, u.a. in der Schweiz.

Auf gesetzlicher Ebene postuliert die revidierte TVA vom 14. Februar 1996 in Art. 53a, dass Siedlungsabfälle, Klärschlamm, brennbare Bauabfälle und andere brennbare Abfälle nur noch bis zum 31. Dezember 1999 auf Reaktordeponien abgelagert werden dürfen. Danach gilt ein Deponieverbot für diese Abfälle und sie müssen zwingend einer Verbrennungsanlage zugeführt werden.

1.4. Vollzug der Vorschriften

Für den **Vollzug** der Vorschriften über Abfallbewirtschaftung sind die Kantone verantwortlich. In unterschiedlichem Ausmass delegieren die Kantone diese Aufgaben an die Gemeinden, welche ihrerseits in Teilbereichen meistens in Zweckverbänden oder in anderer Form (Einzelgemeinde oder AG) organisiert sind.

Der Gesetzgeber hat den Wettbewerb nach Art. 31b des revidierten Umweltschutzgesetz (USG) bewusst eingeschränkt.¹ Das Bundesgericht hat diese Einschränkung kürzlich in einem Entscheid betreffend den Kanton Thurgau bestätigt. Das bedeutet also, dass das Monopol für die Siedlungsabfallbewirtschaftung bei den Kantonen verbleibt.

Anders verhält es sich bei den „übrigen Abfällen“, wo Art. 31c Abs. 1 USG festhält: „Die übrigen Abfälle muss der Inhaber entsorgen.“ Somit ist die Definition der Abfallart letztendlich massgebend dafür, ob das Monopol des Kantons greift oder nicht.

1 „Siedlungsabfälle, Abfälle aus dem öffentlichen Strassenunterhalt und der öffentlichen Abwasserreinigung sowie Abfälle, deren Inhaber nicht ermittelt werden kann oder zahlungsunfähig ist, werden von den Kantonen entsorgt.“

Aus Sicht der Preisüberwachung ist aufgrund dieser teilweisen Monopolsituation der Kantone in der Entsorgung kosteneffizientes Management nicht in jedem Fall gewährleistet.

Die komplizierten Organisationsstrukturen in der Abfallwirtschaft mit den ausgedehnten politischen Mitsprachemöglichkeiten erschweren eine übergeordnete Anlagekoordination. Zwar ist die Zusammenarbeit zwischen Bund und Kantonen und den Kantonen untereinander in Art. 31a USG geregelt, die Koordination spielte jedoch in der Vergangenheit nicht zufriedenstellend. Als Folge davon sind Anlagen z. T. heute nicht ausgelastet. Regionalisierung führt bei Infrastrukturen generell fast zwangsläufig zu Überkapazitäten. (Neben KVA sind Spitäler ein weiteres Beispiel.)

Von Bedeutung für den Vollzug sind auch private, industrielle Feuerungen zur Bewirtschaftung von ausgewählten Brennabfällen.

Im Vordergrund steht die Zementindustrie, welche Abnehmerin ist von brennbaren Abfällen. Dies vor allem aus drei Gründen:

1. Altstoffe können als Brennstoffe nicht erneuerbare Energieträger (wie Kohle) ersetzen. Diese Substitution ist für die Zementwerke auch finanziell interessant.
2. Die Verwertung von Altstoffen trägt bei den Zementwerken zur Begrenzung der CO₂-Emissionen bei, indem nicht zusätzlich CO₂-freisetzende Brennstoffe eingesetzt werden müssen.²
3. Die hohen Temperaturen beim Zementproduktionsprozess bieten Gewähr für eine vollständige thermische Umwandlung aller organischen Substanzen in den Altstoffen.

Der abfallwirtschaftlichen Zusammenarbeit mit den Zementwerken sind allerdings Grenzen gesetzt: Die Unternehmen orientieren ihre Zementproduktion an der Nachfrage von Zement und nicht am Angebot von günstigem Brennstoff in Form von Abfällen. Das BUWAL hat 1998 Richtlinien zur Entsorgung von Abfällen in Zementwerken erlassen. Darin wird festgelegt, welche Arten von Abfällen in Zementwerken ent-

² Wenn allerdings die in den Zementwerken verbrannten Altstoffe in den KVA mit Fernwärmenetzen fehlen und dort durch fossile Brennstoffe ersetzt werden müssen, wird die gesamtschweizerische CO₂-Bilanz nicht verbessert.

sorgt werden dürfen und welche ökologischen Anforderungen dabei einzuhalten sind. Insbesondere ist die Verbrennung von Siedlungsabfällen nicht gestattet.

1.5. Standortpolitische Argumentation

Hinsichtlich der Versorgung mit KVA-Kapazität kann z. Zt. zwischen **drei Situationen** in den **Kantonen** unterschieden werden:

1. KVA-Angebot und Nachfrage halten sich in etwa die Waage.
2. Es besteht ein Kapazitätsdefizit.
3. Es besteht Überkapazität.

Entsprechend unterschiedlich fällt die standortpolitische Argumentation aus. (Auf die – wünschbare – Situation mit ausgewogener Kapazität gehen wir nicht ein.)

Kantone mit einem Defizit an KVA-Kapazität sind nicht unbedingt bereit, ihre brennbaren Abfälle in andere Regionen und Kantone mit KVA-Überkapazität zu exportieren. Begründet wird dies folgendermassen:

- Die Annahmepreise in den importwilligen KVA sind z.T. wegen hoher Anlage- und Umweltschutzinvestitionen relativ hoch. Wenn noch substantielle Transportkosten hinzukommen, führe dies zu hohen Entsorgungspreisen für exportierende Regionen.
- Man sei nicht bereit, KVA-Überkapazitäten („Fehlinvestitionen“) in anderen Kantonen mit zu finanzieren.
- Die Preise für Neuanlagen scheinen in letzter Zeit aufgrund von starkem Wettbewerb markant gesunken zu sein, so dass der Bau einer eigenen Anlage zu tieferen Entsorgungskosten führe als der Export in einen anderen Kanton. Dieser Trend wird durch Subventionszahlungen des Bundes noch bis 31. Oktober 1999 begünstigt.
- Eine eigene Anlage biete in der Region Arbeitsplätze, welche beim Export nicht vorhanden seien. Auch der Bau einer Neuanlage bringe Arbeit in die Region.

-
- Vom Prinzip der regionalen Entsorgungsautonomie dürfe auf längere Sicht nicht abgewichen werden. Export könne höchstens als vorübergehende Option in Frage kommen.
 - Es werde von einzelnen Kantonen ein Antrag zur befristeten Verlängerung des Deponierechtes ins Auge gefasst.³

Demgegenüber machen **Kantone mit Überkapazität** auf ihre ökologischen Pionierleistungen aufmerksam:

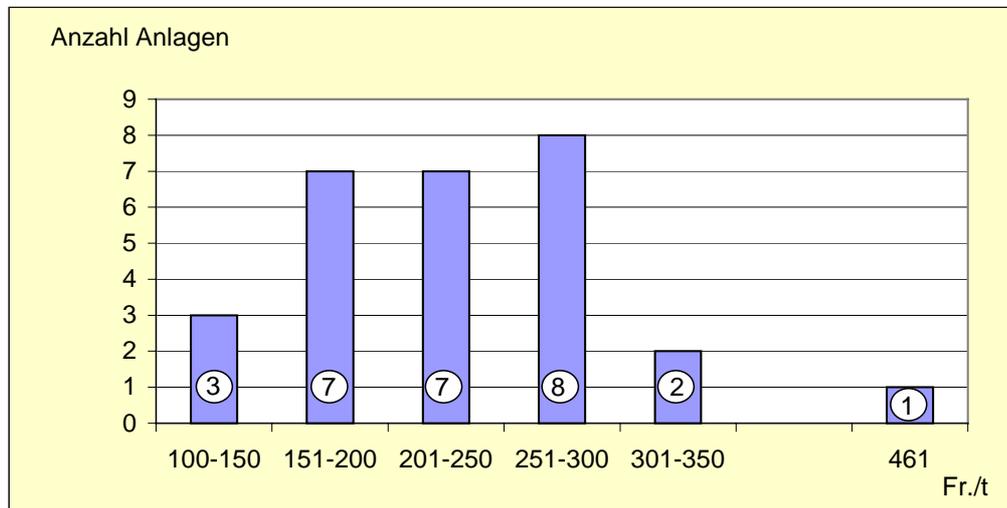
- Frühzeitige, hohe Investitionen zugunsten des Schutzes der Umwelt würden nun im Nachhinein schlecht honoriert.
- Vor wenigen Jahren sei in etlichen KVA-Regionen noch grosse Skepsis gegenüber Abfall-Importen zu spüren gewesen. Diese sei nun aber einer eher nüchternen und vor allem kostenbewussteren Einschätzung gewichen.
- Kantone und ihre Anlagen mit Überkapazität machten grosse Abfall-Akquisitionsanstrengungen zugunsten einer besseren Anlageauslastung. Allfällige Dumpingpreisangebote könnten allerdings zu negativen Reaktionen in den Zweckverbänden führen.

³ Ein Bundesgerichtsurteil vom 11.11.1998 verbietet allerdings der Gemeinde Köniz (BE) das Weiterbetreiben einer Deponie für brennbare Abfälle nach Ende 1999. Falls dieses Urteil präjudiziellen Charakter hat, dürfte es auch für Kantone gelten.

1.6. Stand der Kosten

1.6.1. Bandbreite der Annahmegebühren

Statistische Übersicht über die Bandbreite der Annahmegebühren in KVA 1996:



Figur 1 Annahmegebühren der KVA 1996 [BUWAL 1998a]

Die Grafik zeigt, dass 22 von 28 Anlagen Gebühren zwischen 150 und 300 Fr./t. erheben. Die Gebührenkalkulation der Anlagen ist sehr unterschiedlich und vor allem nicht transparent. Kantone und Anlagebetreiber äussern den bestimmten Wunsch nach einem **einheitlichen** und **nachvollziehbaren Kalkulationsmodell**. Nur so können die Annahmegebühren effektiv verglichen werden. Möglicherweise liessen sich auch Rückschlüsse auf die Effizienz der Betriebsführung ziehen.

Immerhin sind z. Bsp. im Kanton Zürich die Kosten der Gemeinden für die Hauskehr-Entsorgung im Durchschnitt seit 1993 deutlich gesunken. Als Grund wird u.a. der Rückgang der Annahmetarife in verschiedenen KVA angegeben (Quelle: Zürcher Umwelt Praxis, Nr. 17, Oktober 1998).

1.6.2. Grenzkosten bei nicht ausgelasteten Anlagen

Fest steht, dass nicht ausgelastete Anlagen, welche freie Kapazitäten anbieten, mit relativ tiefen bis sehr tiefen Grenzkosten kalkulieren könnten. Sie tun dies aber in der Regel nicht, weil sonst die Gefahr besteht, dass sich die „regulären Kunden“ für tiefere Preise zu wehren beginnen. Dieser Situation könnte mit einem „Ausgleichsmodell“ begegnet werden (siehe Anhang 2).

1.6.3. Transportkosten (ohne Sammelkosten)

Sollen bestehende KVA so gut wie möglich ausgelastet werden, sind aufgrund der z.Zt. nicht nachfragegerechten geographischen Verteilung der Anlagen in der Schweiz beträchtliche Abfalltransporte notwendig. Folgende Kostenschätzungen liegen uns vor:

Bei den **Strassentransporten** sind die Kosten direkt distanzabhängig. Neu wird noch die LSVA dazu kommen.

Grobabschätzung der Tonnenkilometerkosten

Strasse: ~0.65 bis 1 Fr./tkm

(abhängig von der Ladungsmenge, 9 oder 6t/Fahrzeug)

[Geo Partner, 1998]

Demgegenüber sind die **Bahntransportgebühren** auf die Distanz bezogen degressiv gestaltet. D.h., wenn der Abfall mal auf dem Bahnwagen verladen ist, spielt die Distanz punkto Kosten keine grosse Rolle mehr, wie die untenstehenden Zahlen und die Grafik zeigen.

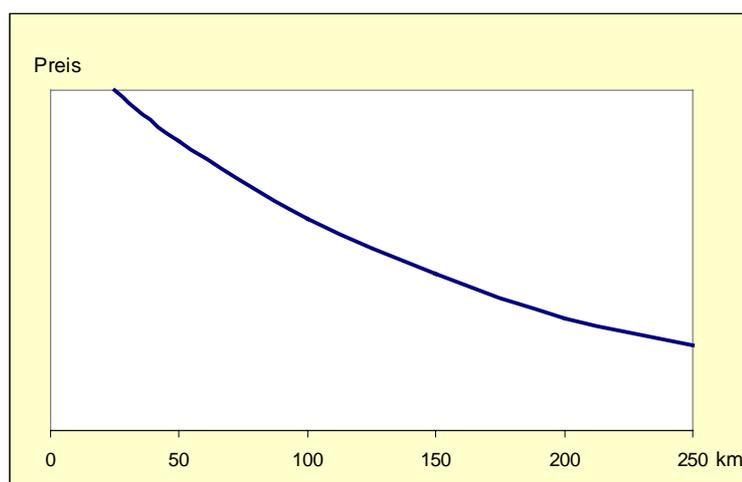
Grobabschätzung der Tonnenkilometerkosten

Bahn: 25 km ~ 1 Fr./tkm

(distanzabhängige 50 km ~ 0.85 Fr./tkm

Degression) 250 km ~ 0.25 Fr./tkm

Die Degression ist in Figur 2 grafisch dargestellt.



Figur 2 Beispiel der Degression der Bahnkilometerpreise

Kostenmässig ins Gewicht fällt:

- ob mit denselben Fahrzeugen Schlacke transportiert werden kann oder ob die Retourfahrten Leerfahrten sind,
- die Anzahl der nötigen Umladungen, z. Bsp. Lastwagen/Bahn.

Generelle Tarifaussagen der Transportunternehmen entsprechen oft nicht konkreten Offerten. Eine aussagekräftige Kostenrechnung muss sich daher an einer konkreten Situation orientieren.

Bei der Bahn steht und fällt das Angebot mit der Amortisierbarkeit der Container. Wünschbar sind daher Containerpools (wie ACTS).

1.7. Ökologie und Transporte

In verschiedenen Studien (z.B. Geo Partner 1998) sind die Umweltwirkungen, welche bei Abfalltransporten zusätzlich zur Umweltwirkung durch die KVA-Verbrennung anfallen, untersucht worden.

Je nach methodischem Ansatz stellen wir ein Verhältnis fest von

Strasse : Schiene = 5 - 10 : 1

1 - 2 km Strassentransport sind hinsichtlich Umweltbelastung gleichzusetzen mit 10 km Bahntransport pro Tonne Abfall [Grunddaten: GVF 1997].

Die Umweltbelastung durch den Bahntransport kann allerdings dann negativer ausfallen, wenn der Abfall im Rahmen des Einzelwagenladungsverkehrs (EWLV) abgewickelt wird. Aufgrund einer Reduktion der Rangierzentren in der Schweiz sind evtl. rangiertechnisch bedingt grosse Umwegfahrten mit Abfallwagenladungen erforderlich.

Ökologisch präzisere Vergleichsrechnungen (z. Bsp. bezüglich NO_x-Emissionen KVA/Strassentransport) können nur aufgrund genau definierter Rahmenbedingungen und Kriterien gemacht werden.

2. Nachfrage nach Verbrennungskapazität nach dem Jahr 2000

2.1. Berechnungsgrundlagen

Ausgangspunkt für die Schätzung der anfallenden brennbaren Abfälle sowie der Nachfrage nach Verbrennungskapazität sind die verfügbaren Daten von 1996 und 1997. Miteinbezogen werden **Siedlungsabfälle**, **brennbare Bauabfälle** sowie **Klärschlamm**. Untersucht wird der Zeithorizont 2000 – 2010.

Die brennbaren Abfälle werden heute entweder in KVA verbrannt, auf Reaktordeponien abgelagert oder illegal entsorgt. In Zukunft werden insbesondere aufgrund des ab 1.1.2000 gültigen Deponieverbotes wesentliche Mengen zusätzlichen Abfalls in KVA zu verbrennen sein. Entscheidend für die Nachfrage nach Verbrennungskapazität sind aber auf jeden Fall diejenigen Mengen, die **effektiv in KVA** abgeliefert werden.

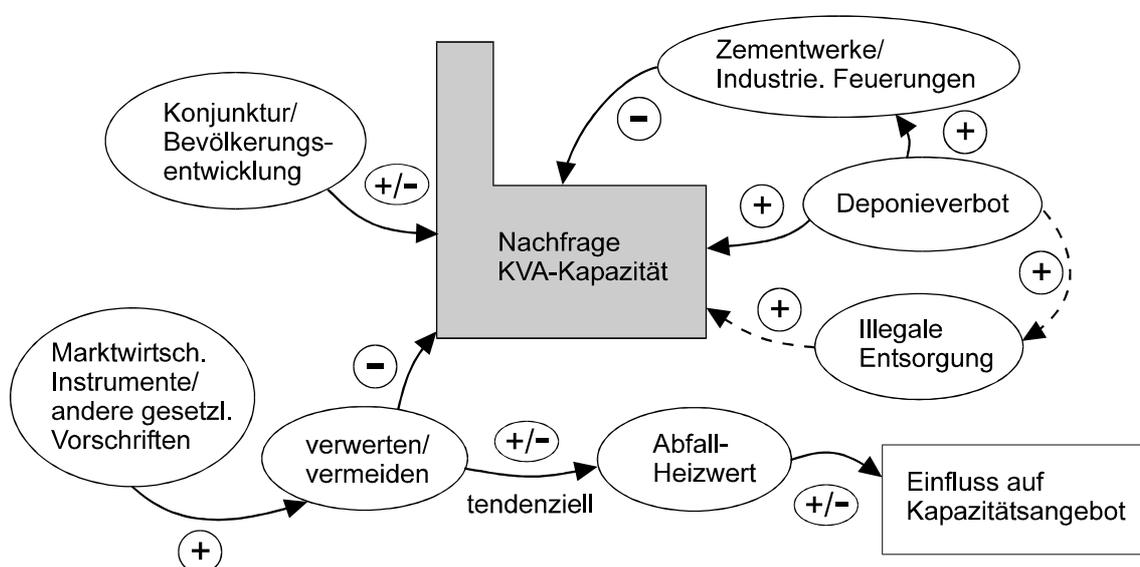
Für die Schätzungen wird ein **pragmatisches Berechnungsmodell** angewendet. Dieses geht von den 1996 effektiv an KVA abgelieferten Mengen an brennbaren Abfällen aus. Die Gesamtschätzung für den Zeitraum 2000 bis 2010 ergibt sich aus folgenden Arbeitsschritten:

- Ausgangsbasis: 1996 effektiv an KVA abgelieferte Menge an brennbaren Abfällen
- Addition derjenigen (bisher deponierten) Abfallmengen, von denen aufgrund des Deponieverbotes erwartet werden kann, dass sie zukünftig in KVA verbrannt werden.
- Addition derjenigen Abfallmengen, die bisher illegal entsorgt wurden und von denen zu vermuten ist, dass sie zukünftig den Weg in die KVA finden werden.
- Hochrechnung bis 2010 anhand einer Prognose zur Wirtschafts- und Bevölkerungsentwicklung.
- Abschätzung des Einflusses von Massnahmen in Richtung Abfallvermeidung und vermehrter Durchsetzung des Verursacherprinzips (z.B. Separatsammlungen).

Grundsätzlich wird von einer **inländischen Betrachtungsweise** ausgegangen. Importe werden entsprechend nicht der Kapazitätsnachfrage zugerechnet sondern in Kapitel 3 behandelt.⁴

Auf den Einbezug von Reserven in die Kapazitätsnachfrage wird verzichtet. Methodisch macht es u. E. keinen Sinn, im Rahmen von Mengen-Szenarien Kapazitätsreserven einzuplanen: Vielen Unwägbarkeiten würde eine weitere hinzugefügt.

Figur 3 gibt einen Grobüberblick über das System der Kapazitätsnachfrage:



Figur 3 System der Nachfrage nach KVA-Kapazität mit wichtigen Einflussfaktoren.

Da die Schätzungen naturgemäss Unsicherheiten beinhalten, wird mit plausiblen Bandbreiten gearbeitet. Die jeweils dahinter stehenden Annahmen werden explizit erläutert. Aufgrund der Detailschätzungen wird je ein **Minimal-** und ein **Maximalszenario** zur Gesamtnachfrage entwickelt. Die Szenarien sollen zeigen, in welcher Größenordnung sich die Nachfrage mit grosser Wahrscheinlichkeit bewegen wird.

⁴ Importe haben einen Einfluss auf die für inländische Abfallmengen zur Verfügung stehende Verbrennungskapazität. Ebenfalls in Kapitel 3 behandelt werden die Fragen rund um den Heizwert des brennbaren Abfalls sowie diejenigen Abfallmengen, die in Zementwerken und Industriefeuerungen verbrannt werden.

2.2. Wichtigste Einflussfaktoren auf die Nachfrage

Die Entwicklung der Nachfrage hängt im Wesentlichen von folgenden **Faktoren** ab:

- Wirtschafts- und Bevölkerungsentwicklung
- Deponieverbot für brennbare Abfälle (1.1.2000)
- Illegale Entsorgung
- Verursacherprinzip, marktwirtschaftliche Instrumente

2.2.1. Wirtschafts- und Bevölkerungsentwicklung

Der Einfluss der Wirtschafts- und Bevölkerungsentwicklung auf die für die Kapazitätsnachfrage relevanten Abfalldaten wird in der Reihenfolge ihrer mengenmässigen Bedeutung abgeschätzt.

Siedlungsabfall

Beim Siedlungsabfall handelt es sich mit Abstand um die **wichtigste Quelle** für brennbare Abfälle. 1996 wurden insgesamt 1'960'000 t Siedlungsabfall in KVA verbrannt.⁵ Für 1997 liegen noch keine definitiven Zahlen vor. Gemäss Angaben des BUWAL dürfte die 1997 verbrannte Menge etwas über derjenigen von 1996 liegen.

Man kann grundsätzlich davon ausgehen, dass die Menge an Siedlungsabfällen wesentlich von der Wirtschafts- und der Bevölkerungsentwicklung abhängt. Die genaue Wirkung der beiden Einflussfaktoren ist allerdings offen. Anhaltspunkte liessen sich durch eine detailliertere Analyse der Vergangenheitsdaten feststellen, was im Rahmen dieser Arbeit aber nicht geleistet werden kann.

Für unsere Prognose werden wir hauptsächlich das **reale Wirtschaftswachstum** heranziehen. Einen Hinweis darauf, dass dies plausibel ist, gibt die Situation seit Anfang der neunziger Jahre. Sie ist durch folgende Merkmale gekennzeichnet [BUWAL 1998a, Kapitel 2]:

- Stagnierende Wirtschaft („Nullwachstum“)
- Leicht wachsende Menge an Siedlungsabfall (inkl. Separatsammlungen)

⁵ In KVA gelieferte Menge an Siedlungsabfall (2.027 Mio. t) abzüglich Importe (0.033 Mio. t). [BUWAL 1998a, Anhang, Tab. 7]

- Abnehmende Menge Siedlungsabfall/Kopf
- Starke Zunahme der Separatsammlungen; komplementär abnehmende Menge zu verbrennender Abfälle

Trotz starkem Bevölkerungswachstum seit 1990 hat die Menge Siedlungsabfall in diesem Zeitraum praktisch stagniert. Dies lässt vermuten, dass es v.a. die den Haushalten **insgesamt** zur Verfügung stehenden finanziellen Mittel sind, welche einen Einfluss auf das Abfallaufkommen haben und weniger die absolute Bevölkerungszahl. Was die Verschiebung von den brennbaren Abfällen zu den Separatsammlungen betrifft, so zeigt sich hier v.a. der verstärkte Einfluss des Verursacherprinzips.

Für die Schätzung gehen wir im weiteren davon aus, dass wirtschaftliches Wachstum **nicht 1:1** auf die Menge Siedlungsabfall durchschlagen wird. Die spezielle Situation seit 1990 (Nullwachstum) gibt allerdings keinen Hinweis darauf, wie stark der konkrete Einfluss ist.⁶

Für den Zeitraum bis 2010 treffen wir folgende **Annahmen**:

- Wachstum BIP real/Jahr : minimal 1%, maximal 2%. Die Prognosen der grossen Konjunkturforschungsinstitute liegen in dieser Bandbreite.
- Überwälzung: 1/3 (d.h. die Abfallmenge steigt mit 1/3 der Wachstumsrate des BIP; Bevölkerungswachstum: < 0.4%/Jahr⁷)

Es ergibt sich somit im Minimalszenario eine jährliche reale Wachstumsrate von 0.33% und im Maximalszenario eine solche von 0.66%. Diese Wachstumsraten kumulieren sich bis 2010 auf rund 4.5% im Minimal- und auf rund 9% im Maximalszenario.

Bauabfälle

Etwas anders stellt sich die Situation bei den **Bauabfällen** dar. Zwar hat der wahrnehmbare Konjunkturaufschwung 1998 noch nicht auf die Bauwirtschaft durchgeschlagen. Durch die sehr zurückhaltende Bautätigkeit der letzten Jahre hat sich aber mit einiger Wahrscheinlichkeit ein „Sanierungsstau“ gebildet.

6 Vermutlich spielt hier insbesondere die Bevölkerungsentwicklung eine Rolle: je stärker die Bevölkerung wächst, je stärker wird sich Wirtschaftswachstum auf die Mengenentwicklung auswirken.

7 Szenario „Trend“, BFS 1997

Bei den Infrastrukturbauten ist dieser Stau offensichtlich und hat direkt mit der prekären Finanzlage der öffentlichen Hand zu tun. Aber auch beim Hochbau, insbesondere beim Wohnungsbau dürfte sich der erhebliche Nachholbedarf stimulierend auf die Bautätigkeit – insbesondere im Renovationsbereich – auswirken. Diese Situation wird zu einer wesentlichen Zunahme der brennbaren Bauabfälle führen.

Wir rechnen insgesamt damit, dass der Faktor Wirtschafts- und Bevölkerungsentwicklung die kapazitätsrelevante Bauabfallmenge stärker prägen wird als die Siedlungsabfallmenge. Wir rechnen mit einer Zunahme parallel zur Konjunktorentwicklung, d.h. mit einer Wachstumsrate von 1 bis 2%. Ausgangsbasis bilden die 1996 in KVA verbrannten Bauabfälle (213'000 t inkl. Altholz [BUWAL 1998a, Anhang Tabelle 7]).

Die Studie von Wüest & Partner geht gemäss BUWAL von einer Zunahme der Bauabfälle von 1996 bis 2010 von 34% aus [BUWAL 1998c]. Dies liegt in der gleichen Größenordnung wie unser Maximalszenario (+ 30%).

Klärschlamm, Sonderabfälle, Diverse Abfälle

1996 wurden rund 27'000 t Klärschlamm, 44'000 t Sonderabfälle und 20'000 t Diverse Abfälle in KVA verbrannt [BUWAL 1998a, Anhang Tabelle 7]. Was den Klärschlamm betrifft, so wurden ca. 44% der Gesamtmenge von 190'000 t an stabilisiertem Klärschlamm landwirtschaftlich verwertet, 36% in KVA, Zementwerken und industriellen Feuerungen verbrannt und 20% in Reaktordeponien abgelagert. Letztere Entsorgungsmöglichkeit fällt mit dem Deponieverbot dahin.

Den Einfluss der Wirtschafts- und Bevölkerungsentwicklung auf die hier aufgeführten Abfallarten schätzen wir als eher gering ein (Wachstumsrate/Jahr: min. 0.33%; max. 0.66%). Diese Wachstumsraten kumulieren sich bis 2010 auf rund 4.5% im Minimal- und auf rund 9% im Maximalszenario. Ausgangsbasis bilden die 1996 in KVA verbrannten Diversen Abfälle (91'000 t).

2.2.2. Deponieverbot

Nach Art. 53a TVA läuft per 31. Dezember 1999 das Ausnahmerecht aus, Siedlungsabfälle, brennbare Bauabfälle und andere brennbare Abfälle auf Reaktordeponien abzulagern. 1996 wurden gesamtschweizerisch von den vom Deponieverbot betroffenen Abfällen (ohne Klärschlamm) noch ca. 593'000 Tonnen [BUWAL 1998a] auf Reaktordeponien abgelagert. 1997 waren es noch 556'000 Tonnen [BUWAL 1998c]. Diese Abfälle

sind ab 1.1.2000 zu verbrennen. Die Abnahme der deponierten Menge von 1996 auf 1997 dürfte ein Hinweis auf die bereits eingeleiteten Massnahmen zum Vollzug des Deponieverbotes sein.

Nach Kantonen geordnet handelt es sich um folgende Mengen:

Kanton	Brennbare Abfälle auf Reaktordeponien [Tonnen]	
	1996	1997
Aargau	704	k. A.
Bern	219'516	181'300
Basel-Landschaft	60'108	44'414
Fribourg	76'039	84'400
Genève	7'477	k. A.
Graubünden	35'090	35'782
Jura	11'413	20'000
Luzern	12'687	24'000
Nidwalden und Obwalden	32'526	30'500
St. Gallen	1'942	k. A.
Schaffhausen	5'791	305
Solothurn	3'935	k. A.
Thurgau	408	k. A.
Tessin	124'371	125'058
Vaud	0	9'220
Zug	925	k. A.
Total	592'936	555'779

k. A. = keine Angaben. Annahme: tendenziell gegen Null

Tabelle 1 In den Jahren 1996 und 1997 in den Kantonen ausgewiesene Deponierung von brennbaren Abfällen auf Reaktordeponien. Diese Abfallqualität unterliegt ab 1.1.2000 dem Deponieverbot. Die nicht aufgeführten Kantone haben nur sehr geringe oder keine Ablagerung von brennbaren Abfällen auf Reaktordeponien an das BUWAL gemeldet. [BUWAL 1998a, BUWAL 1998c]

Kantonale Perspektiven angesichts des Deponieverbotes:⁸

Die Kantone treffen teilweise Vorbereitungen für die rechtzeitige Durchsetzung des Deponieverbotes. Unseres Wissens bereiten drei Kantone Eingaben vor für eine zeitliche Erstreckung des Deponierechtes. Dieses Vorhaben stösst bei anderen Kantonen auf

⁸ Mündliche telefonische Auskünfte an INFRAS und das Bureau AD.

wenig Verständnis. Zur Zeit werden in einigen Kantonen Offerten eingeholt bei ausserkantonalen KVA für jene Mengen, die jetzt noch deponiert werden. Ausserdem sind Logistikkonzepte in Ausarbeitung.

Aufgrund der Überkapazitäten in mehreren Anlagen sind momentan keine Engpässe hinsichtlich der Verbrennung aller wegen des Deponieverbotes anfallenden Abfallmengen auszumachen. Der Angebotsmarkt bei der Kapazität führt sogar zu einem gewissen Preiswettbewerb.

Wir treffen folgende Annahmen:

- **Optimaler Vollzug:** Ende der Deponierung von brennbaren Abfällen wird im Jahr 2005 erreicht.
- **Suboptimaler Vollzug:** Ende der Deponierung von brennbaren Abfällen wird bestenfalls im Jahr 2010 erreicht.

Aufgrund dieser Annahmen machen wir auf der Basis der **Deponiemenge 1997** folgende **Prognosen:**

	%	2000	%	2005	%	2010
Optimaler Vollzug	90	500	100	556	100	556
Suboptimaler Vollzug	75	417	90	500	100	556

Tabelle 2 Prognose zu den Mengen an brennbaren Abfällen, welche ab 1.1.2000 aufgrund des Deponieverbotes nicht mehr deponiert werden dürfen, sondern in KVA verbrannt werden müssen; in 1'000 Tonnen (Basis: Deponiemenge 1997 von 556'000 t).

2.2.3. Illegale Entsorgung

Hierzu liegen lediglich grobe Schätzungen⁹ vor. Es gibt Grund zur Annahme, dass bis anhin illegal entsorgte brennbare Abfallmengen in Zukunft dort legal entsorgt und den KVA zugeführt werden, wo illegale Deponien behördlich geschlossen werden.

Für die Kapazitätsplanung besteht daher eine gewisse Nachfrage unter diesem Titel. Aufgrund der Schätzung des BUWAL [BUWAL 1998a] ist der Anteil an unkontrollierter Ablagerung und Verbrennung im Freien bereits leicht gesunken.

⁹ Diese sind allesamt umstritten.

Mengen illegal entsorgt:

Schätzung BUWAL	1996	260'000 Tonnen
	1997	200'000 Tonnen

[BUWAL 1998a; BUWAL 1998c]

Annahmen bezüglich der illegal entsorgten Abfallmengen:

- **Verstärkter Vollzug:** Die illegale Deponierung von Abfällen wird mit verstärkten polizeirechtlichen Massnahmen bekämpft.
- **Gleichbleibender Vollzug:** Der Vollzug bleibt schleppend.

Aufgrund der Annahmen machen wir folgende **Prognosen:**

	2000	2005	2010
Verstärkter Vollzug	0	50	100
Schleppender Vollzug	0	25	50

Tabelle 3 In KVA anfallende Brennmengen aufgrund der Verhinderung von illegaler Entsorgung; in 1'000 t

2.2.4. Verursacherprinzip, marktwirtschaftliche Instrumente

Gesetzliche Grundlagen und Umsetzung

Gemäss dem revidierten Umweltschutzgesetz (USG) Art. 32a haben die **Kantone** dafür zu sorgen, dass die **Entsorgungskosten** der Siedlungsabfälle mit Gebühren oder Abgaben an die **Verursacher** überwält werden.

Im Jahre 1996 wurden die Kosten für die Abfallbewirtschaftung noch für etwa einen Sechstel der Bevölkerung ausschliesslich durch Steuermittel finanziert.

Für den grösseren Teil wird das Verursacherprinzip in der einen oder anderen Form angewendet:

- **Gewichtsgebühr** mit oder ohne Teilfinanzierung aus Steuermitteln
- **Volumengebühr** mit oder ohne Teilfinanzierung aus Steuermitteln

- **Grundgebühr** mit oder ohne Teilfinanzierung aus Steuermitteln. Im Modell mit reiner Grundgebühr kommt das Verursacherprinzip insofern nicht zur Anwendung, als die Bezugsgrößen wie Anzahl Zimmer einer Wohnung nichts mit der verursachten Abfallmenge zu tun haben.

Die deutlichste Ausprägung des Verursacherprinzips wird durch die Erhebung von Gewichtsgebühren ohne Teilfinanzierung durch Steuermittel erreicht. Verursachergerechte Gebühren haben zwar kaum Einfluss auf die Gesamtkehrichtmenge, führen aber zu wesentlich besserer Kehrrichttrennung durch die Abfallverursachenden. Benutzerfreundliche Separatsammlungen und eine gute Informationstätigkeit unterstützen die Wirkung der Verursachergebühren.

Andererseits nehmen bei relativ hohen Verursacherkosten illegale Entsorgung sowie die Verunreinigung der Separatsammlungen zu.

Kritik und Widerspruch

An dem seit dem 1. November 1997 in Kraft gesetzten Art. 32a USG **kritisiert** die Preisüberwachung ausdrücklich den Absatz 1e als „**eklatante Verletzung des Verursacherprinzips**“ [PU 1998]: Das Umweltschutzgesetz (USG) sehe in Abs. 1e vor, dass Reserven zur Finanzierung des **geplanten Investitionsbedarfs** für Unterhalt, Sanierung und Ersatz sowie für Anpassungen an gesetzliche Anforderungen oder betriebliche Optimierungen auf die Gebühren überwälzt werden müssten, und dies, obwohl die Entsorgungspflichtigen gemäss Abs. 1a – 1d sowie Abs. 3 des genannten Artikels bereits die gesamten Bau-, Betriebs- und Unterhaltskosten sowie Abschreibungen, Passivzinsen und erforderliche Rückstellungen, d. h. die Vollkosten der aktuellen Entsorgungsdienstleistung, zu tragen hätten.

Im Widerspruch zum Verursacherprinzip steht zudem die Subventionierung von Anlagen und Einrichtungen zur Behandlung oder Verwertung von Siedlungsabfällen nach Artikel 62 Gewässerschutzgesetz (GSchG) vom 24. Januar 1991 für finanziell schwache und mittelstarke Kantone. Diese läuft allerdings per 31. Oktober 1999 aus.

Wirkung des Verursacherprinzips auf Vermeidung und Separatsammlung

Die Durchsetzung des Verursacherprinzips hat zweifellos deutliche Auswirkungen gehabt auf Massnahmen der Abfallvermeidung und auf die Separatsammlungen. Das Ausmass der **Auswirkungen** ist allerdings **nicht quantifizierbar**.

Das BUWAL [1998a] geht von der Annahme aus, dass vor allem die **ursächliche Abfallvermeidung** noch ein **weiteres Einsparpotential** beinhalte. Insbesondere bei den Verpackungen (materialärmere Verpackungen, Rücknahme und Wiederverwertung von Gebinden, etc.) sei das Einsparpotential zweifellos noch nicht ganz ausgeschöpft.

Demgegenüber stellen Vertreter von zwei **Grossverteilern** fest¹⁰, dass insbesondere bei der Reduktion von Verpackungen der Plafond wohl erreicht sei. Bei einzelnen Produkten habe die knappe Verpackung zu Verkaufsrückgängen geführt.

Etwas anders präsentiert sich die Situation bei den **Separatsammlungen**. Das BUWAL [1998a] geht davon aus, dass heute das Potential an zusätzlicher Verwertung von Separatsammelgütern (vor allem Papier, Glas, kompostierbare Abfälle, Metalle) in vielen Regionen ausgeschöpft sei. Ausserdem würde eine weitere Steigerung der Sammelquote zu unverhältnismässig hohen Kosten führen und kaum zusätzlichen ökologischen Nutzen generieren.

Wir machen zu den **wichtigsten Abfallkategorien** folgende **Einschränkungen** hinsichtlich Vermeidung und Separatsammlungen:

■ **Siedlungsabfälle**

Eine ins Gewicht fallende Vermeidungsstrategie dürfte dann greifen, wenn das Verursacherprinzip grundsätzlich mittels einer **ökologische Steuerreform** umgesetzt würde. Dies käme einer effektiven Ressourcen-Sparstrategie gleich. Wir gehen nicht davon aus, dass eine solche Umorientierung vor dem Jahr 2010 durchgesetzt werden wird. Immerhin ist eine solche Entwicklung in Richtung Nachhaltigkeit bei langfristigen Infrastrukturplanungen zu berücksichtigen.

Der Wettbewerb auf dem Markt für KVA hat bewirkt, dass bei Neuanlagen mit tieferen Annahmegebühren zu rechnen ist als bei älteren, technisch auf dem neuen Stand gehaltenen Anlagen. Es kann nicht ausgeschlossen werden, dass die KVA-Annahmegebühren bei Neuanlagen ein mit den Separatsammlungen vergleichbares oder gar tieferes¹¹ Preisniveau erreichen werden.

10 Telefonische Mitteilung an INFRAS

11 Dies dürfte bei jenen Anlagen der Fall sein, welche noch von der Subventionierung des Bundes profitieren können.

1994 lagen die Kosten separat gesammelter Abfälle im Kanton Aargau zwischen 153 und 200 Fr./t. Tiefere KVA-Preise dürften den Separatsammel-Eifer von Gemeinden und Konsumentinnen und Konsumenten wesentlich dämpfen.

■ Bauabfälle

Der Anteil an wiederverwertbaren Bauabfällen ist vorwiegend mineralischer Art. Beim brennbaren Anteil (Holz, Kunststoffe) ist die Verwertung bzw. das Recycling weniger einfach. Bei der Wiederverwendung von ganzen Bauteilen (Fenster, Türen, Balken, Einbaumöbel, Treppen, etc.) handelt es sich um kleine Märkte und Marktnischen. Ihre Wirkung auf die Gesamtmenge an brennbaren Bauabfällen dürfte gering sein.

Zusätzlich ist davon auszugehen, dass nach wie vor ein erheblicher Teil der brennbaren Bauabfälle, vermischt mit nichtbrennbaren (und nach dem Deponieverbot z.T. illegal) deponiert werden wird. Ein weiterer Teil wird in Industriefeuerungen verbrannt werden und nur ein Teil der zusätzlichen Menge wird tatsächlich in KVA landen.

■ Klärschlamm

In [BUWAL 1991] wird davon ausgegangen, dass sich der in der Landwirtschaft verwertete Klärschlammanteil nicht erhöhen lässt. Wir teilen diese Ansicht. Ein stärkerer Einbezug der Zementwerke (Anstelle der KVA) ist jedoch denkbar.

Reduktionspotential durch Vermeidung und Separatsammlung

Zusammenfassend schätzen wir das jährliche Reduktionspotential bei den brennbaren Abfälle wie folgt:

	- 2000	-2005	-2010
Min.	0.6%	1.8%	2.5%
Max.	1.5%	3.0%	4.0%

Tabelle 4 Jährliches Einsparpotential bei brennbaren Abfällen durch Vermeidung und Separatsammlungen

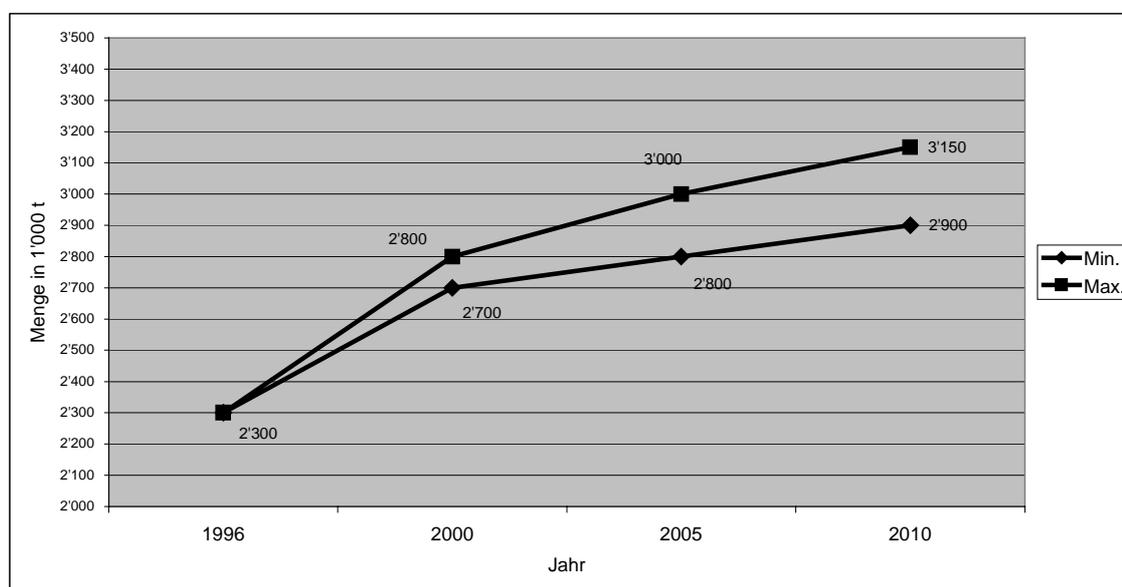
2.3. Überblick über die gesamte Kapazitätsnachfrage

Aufgrund der in den vorangehenden Kapiteln getroffenen Annahmen kann die Kapazitätsnachfrage für die Jahre 2000, 2005 und 2010 folgendermassen abgeschätzt werden:

	1996	2000	2005	2010
Maximalszenario	2'300	2'800	3'000	3'150
Minimalszenario	2'300	2'700	2'800	2'900

Tabelle 5 Nachfrage nach KVA-Kapazität in 1'000 Tonnen (Zahlen gerundet)

In Figur 4 werden die beiden Szenarien für den Zeitraum bis 2010 grafisch dargestellt.



Figur 4 Nachfrage nach KVA-Kapazität (Min. = Minimalszenario; Max. = Maximalszenario)

Das **BUWAL** rechnet in seinen neueren Publikationen [BUWAL 1998a, BUWAL 1998b, BUWAL 1998c] für das Jahr 2000 mit einer Kapazitätsnachfrage von rund 3,3 Mio. Tonnen. Darin enthalten ist eine Kapazitätsreserve von 5%. Ebenfalls enthalten sind darin die aus Importen stammenden Abfallmengen (31'000 t). Netto, d.h. ohne Reserve und ohne Importmengen, ergibt sich eine Nachfrage in der Grössenordnung von **3.1 Mio. Tonnen**. Für den Zeitraum von 2000 bis 2010 wird angenommen, dass die zu verbrennenden Abfallmenge in etwa konstant bleiben wird.

Für seine Prognose geht das **BUWAL** von den 1996 und 1997 angefallenen brennbaren Abfällen aus. Zusätzlich trifft es folgende **Annahmen**:

- Sämtliche bisher **legal** deponierten Mengen werden ab dem Jahr 2000 verbrannt.
- Sämtliche bisher **illegal** deponierten Mengen fallen ab 2000 zur Verbrennung an.
- Die vermehrte Durchsetzung des Verursacherprinzips führt bis 2010 zu einer gewissen **Abnahme** der zu verbrennenden Abfälle.
- Die Wirtschafts- und Bevölkerungsentwicklung führt bis 2010 zu einer gewissen **Zunahme** der brennbaren Abfälle.
- Die unter den beiden vorherigen Punkten erwähnten Effekte neutralisieren sich gegenseitig, so dass die Menge der zu verbrennenden Abfälle bis 2010 konstant bleibt.

Vergleicht man die Prognose der vorliegenden Studie mit derjenigen des BUWAL, so lässt sich folgendes feststellen:

- **Bandbreiten:** Das BUWAL arbeitet in seiner Prognose nicht mit Bandbreiten. Die zukünftige Nachfrageentwicklung ist allerdings mit zahlreichen Unsicherheiten behaftet. Das von uns gewählte Vorgehen mittels Minimal- und Maximalszenario legt diese Unsicherheiten explizit offen.
- **Maximalszenario:** Das vorliegende Maximalszenario erreicht im Jahre 2010 eine Kapazitätsnachfrage von 3.15 Mio. t. Dieser Wert liegt in der gleichen Größenordnung wie vom BUWAL für dieses Jahr prognostiziert. Vor 2008 liegt das Maximalszenario unterhalb der Prognose des BUWAL: im Jahr 2000 beträgt die Differenz rund 300'000 t, im Jahr 2005 rund 100'000 t.
- **Minimalszenario:** Das Minimalszenario liegt über die ganze Zeitperiode unter der Prognose des BUWAL. Hier beträgt die Differenz auch im Jahre 2010 noch rund 200'000 t.
- **Bisher deponierte Abfälle:** Der Unterschied zwischen den beiden Prognosen liegt in der **zeitlichen Staffelung**, mit der die bisher deponierten Abfälle in die Nachfrage miteinbezogen werden:

- BUWAL: ab dem Jahr 2000 werden sämtliche legal und illegal deponierten Abfälle verbrannt.
- INFRAS/Bureau AD: Wann die bisher deponierten Mengen zur Verbrennung anfallen ist abhängig vom Vollzug. Beim illegal deponierten Abfall ist offen, wann und in welchen Mengen dieser je den Weg in eine KVA finden wird.
- **Wirtschafts-/Bevölkerungsentwicklung versus Verursacherprinzip:** Gemäss BUWAL werden sich die beiden Effekte in etwa gegenseitig neutralisieren. Diese Einschätzung halten wir von der Grössenordnung her für realistisch. Die Szenarien beinhalten implizit folgende Annahmen:
 - Maximalszenario: Einfluss Wirtschaftsentwicklung > Einfluss Verursacherprinzip
 - Minimalszenario: Einfluss Verursacherprinzip > Einfluss Wirtschaftsentwicklung

3. Angebot an Verbrennungskapazität

Das Angebot an Verbrennungskapazität wird durch KVA-endogene und -exogene Faktoren bestimmt.¹²

3.1. KVA-endogene Faktoren

Die Mengenkapazität jeder KVA wird bestimmt durch folgende anlagespezifische (endogene) Faktoren:

- die technisch vorgegebene thermische Leistung (MW)
- die Betriebsstunden pro Jahr (h/a)
- den Heizwert der verbrannten Abfälle (MWh/t)
- die gesamte Betriebsdauer der Anlage (Anzahl Jahre in Betrieb)¹³

Mit folgender Formel ist die **jährliche Mengenkapazität** jeder Anlage berechenbar:

$$\text{Mengenkapazität (t/a)} = \frac{\text{Therm. Leistung (MW)} \cdot \text{Betriebsstunden (h/a)}}{\text{Heizwert der Abfälle (MWh/t)}}$$

Die Faktoren „Betriebsstunden“, „Heizwert“ der Abfälle und „gesamte Betriebsdauer“ sind **Variablen**, für die folgende Annahmen getroffen werden:

3.1.1. Betriebsstunden

Mit der technischen Alterung einer Anlage nimmt wegen steigender Revisionszeit die **jährliche Betriebszeit ab**. In [BUWAL 1998a] wird unterstellt, dass im Schnitt eine KVA während ca. 10 – 15 Jahren 8'000 Betriebsstunden pro Jahr aufweise. Danach könne nur noch mit 7'500 Betriebsstunden pro Jahr gerechnet werden.

Ein anderes, dynamisiertes Berechnungsmodell unterstellt eine jährliche prozentual verminderte Nutzungskapazität einer Ofenlinie. Beide Modelle führen zu ähnlichen

¹² Zur Angebotsberechnung wurde ein Modell auf der Basis von Exel entwickelt. Die Verbrennungskapazität wird Ofen für Ofen berechnet für die Jahre von 1996 bis 2010. Alle Annahmen bezüglich der endo- und exogenen Faktoren können im Modell verändert werden. Die Annahmewerte basieren auf realistischen Daten des BUWAL, der Preisüberwachung und der KVA-Betreibenden.

¹³ Die gesamte Betriebsdauer ist nur z.T. endogen. Exogen sind beispielsweise die Entscheide bezüglich Wartung und Erneuerung der Anlage.

Resultaten. **Im folgenden werden wir die Methode gemäss [BUWAL 1998a] anwenden.**

Wird das Modell gemäss [BUWAL 1998a] angewendet, so ist rechnerisch eine Anlagenauslastung von über "100%" möglich (bei einer Betriebsstundenzahl von mehr als 8'000 pro Jahr). Wir erachten jedoch die verwendeten Grenzwerte von 8'000 bzw. 7'500 Stunden als notwendig und sinnvoll. Wird diese Grenze über längere Zeit überschritten, so führt dies zu vorzeitigen technischen Schäden an der Anlage. Wir erachten Massnahmen¹⁴ die zur Steigerung der jährlichen Betriebsstunden führen als nicht empfehlenswert und ziehen sie daher nicht in unsere Angebotsberechnungen mit ein.

3.1.2. Heizwert der Abfälle

In den vergangenen Jahren haben folgende Faktoren den Heizwert der brennbaren Abfälle beeinflusst:

- Sinkende Anteile an energiearmen Abfällen wie Glas, Kompost u. ä. dank Separatsammlungen.
- Steigende Anteile an Kunststoff aufgrund des steigenden Kunststoffkonsumes im Alltag.

Das BUWAL und die Kantone gehen davon aus [BUWAL 1998a], dass sich der Heizwert bei 3.5 MWh/t stabilisieren dürfte.¹⁵ Wenn es gelingen sollte, grössere Mengen an Kunststoffen vom Mischkehricht zu separieren, bzw. separat zu sammeln und diese der thermischen Verwertung in Zementwerken zuzuführen, könnte der Heizwert des KVA-Brenngutes tendenziell eher wieder etwas sinken. Diese Entwicklung ist aber z.Zt. nicht in Sicht.

Wir gehen von der folgenden Entwicklung des Heizwertes aus:

	2000	2005	2010
Oberer Wert	} 3.32	3.45	3.5
Unterer Wert		3.25	3.2

Tabelle 6 Entwicklung des Heizwertes in MWh/t

¹⁴ Mehr als 8'000 für neue Anlagen, mehr als 7'500 Std. bei Anlagen, die älter als 15 Jahre sind.

¹⁵ In seinem Brief vom 17.11.1998 an das Bureau AD rechnet das BUWAL allerdings mit einem Heizwert von 3.6 MWh/t im Jahr 2010.

3.1.3. Gesamte Betriebsdauer der Anlage

Die Lebenserwartung einer Anlage wird von verschiedenen Faktoren beeinflusst. Einerseits bestimmen Konstruktion und Technologie bei Erstellung die theoretische Lebensdauer. Andererseits - und wesentlich entscheidender - hängt die effektive Lebensdauer von der Wartung der Anlage und allfälligen Erneuerungen ab.

Bei Investitionen in KVA handelt es sich um langfristige Investitionen. Bei der Anlageplanung wird im allgemeinen mit einer Betriebsdauer von 25 bis 40 Jahren gerechnet. Bei entsprechender Wartung und gezielter Erneuerung ist zu erwarten, dass hier der obere Wert erreicht (oder übertroffen) werden kann. Vorausgesetzt wird dabei der Wille aller Beteiligten, die notwendigen Mittel für die entsprechenden Ersatzinvestitionen zur Verfügung zu stellen.

3.2. KVA-exogene Faktoren

Die gesamtschweizerische KVA-Mengenkapazität wird durch folgende politische und wirtschaftliche (exogene) Faktoren (bzw. Entscheidungen) beeinflusst:

- Erneuerung, Ersatz und Stilllegung von Ofenlinien in KVA
- Neubau von KVA
- Politisch blockierte Kapazitäten
- Zusatzkapazität in Zementwerken und in Industriefeuerungen
- Importverträge der KVA-Betreibenden
- Zwischenlagerung von Abfällen

3.2.1. Erneuerung, Ersatz und Stilllegung von Ofenlinien in KVA

Die Planungen bezüglich Erneuerung, Ersatz und Stilllegung von KVA sind abhängig von vielfältigen wirtschaftlichen und politischen Rahmenbedingungen. Die entsprechenden Entscheidungsprozesse sind langwierig und komplex und können hier nicht untersucht werden. Fest steht, dass zwischen 1996 und 2000 folgende Ofenlinien in- und ausser Betrieb genommen werden:

	Jahr	Inbetriebnahme		Schliessung	
		Ofenlinie	[MW]	Ofenlinie	[MW]
Gamsen (VS)	1998	2	17.5	1	16,3
Basel (BS)	1998/99	3, 4	2 x 47	1, 2	2 x 32
Niederurnen (GL)	2000	3	26	1	7

Tabelle 7: In- und Ausserbetriebnahmen von Ofenlinien zwischen 1996 und 2000.

Diese Daten werden als gegeben angenommen.¹⁶

Bei Entscheidungen zu Erneuerung, Ersatz und Stilllegung muss im Einzelfall abgewogen werden, ob eine Erneuerung sinnvoll ist, oder ob allenfalls ein Ersatz ins Auge gefasst werden sollte. Ein solcher Ersatz müsste dabei nicht zwingend an gleicher Stelle wie die alte Anlage zu stehen kommen. Überlegungen zur regionalen Optimierung der Anlagestandorte sollten jeweils in die Entscheidungen miteinbezogen werden.

3.2.2. Neubau von KVA

Die vorliegenden Daten beruhen auf Auskünften der Kantone¹⁷. Tabelle 8 gibt einen Überblick über die konkret geplanten Anlagen:

	Leistung [MW]	geplante Fertigstellung
Posieux (FR)	36	2002 - 2003
Thun (BE)	40	2003 - 2005
Lausanne II (VD)	50	2004 - 2006
Tessin (TI)	46	2001 - 2003

Tabelle 8 KVA im Planungsstadium

Bezüglich der neuen Anlagen werden zwei Annahmen getroffen:

¹⁶ Die alte KVA in Lausanne muss voraussichtlich 2004 geschlossen werden, da die DENOX-Anlage fehlt (Bestimmung der Luftreinhalteverordnung).

¹⁷ Die Angaben in [BUWAL 1998a und 1998c] sind teilweise überholt.

- Den Bau der Anlage Posieux (FR) nehmen wir als gegeben an.
- Der Bau der KVA Lausanne II (VD) würde folgende Schliessungen bedingen:
 - Lausanne I
 - Ofenlinie 3 in Les Cheneviers (GE).

3.2.3. Politisch blockierte Kapazitäten

Ob und in welchem Ausmass die politisch blockierten (Reserven-/Risiko-) Kapazitäten von ca. 170'000 t/a im Kanton Zürich deblockiert werden könnten, ist z.Zt. offen.

3.2.4. Zusatzkapazität in Zementwerken und Industriefeuerungen

Zur Emissionsminderung hat sich die Zementindustrie zum Ziel gesetzt, 75 % der Prozessenergie mit Abfällen zu decken. Dieses Ziel könnte mit der Verbrennung von 300'000 t Abfällen pro Jahr erreicht werden. Z. Zt. werden 150'000 t verbrannt¹⁸. Beim Klärschlamm rechnet die Zementindustrie laut BUWAL mit einem Steigerungspotential von 50'000 t/a, so dass die zur Zeit noch deponierten 30'000 t (55% Trockensubstanz) nach dem Deponieverbot problemlos verarbeitet werden können.¹⁹

Das Potential beim Altholz könnte dann besser ausgeschöpft werden, wenn eine entsprechende (anspruchsvolle) Logistik aufgebaut würde. Nach der Schliessung des Zementwerkes Reckingen, wo eine umfangreiche Abfallholzverbrennung eingerichtet worden war, ist im Moment kaum damit zu rechnen.

Mittelfristig mag sich diese Situation ändern. Aus Sicht des BUWAL kann aber die Zementindustrie z. Zt. nicht darlegen, wie sie zusätzlich 150'000 t Abfälle pro Jahr beschaffen könnte.

Wir treffen folgende Grundannahme: Zukünftig werden die Zementwerke den heute noch deponierten Klärschlamm sowie steigende Anteile an brennbaren Bauabfällen übernehmen. Diese Mengen sind **nicht** in den Nachfragemengen (Kap. 2) enthalten.

18 Es handelt sich im wesentlichen um Altöl, Altholz, Klärschlamm, Altreifen, Lösungsmittel, Papierschlamm, Tiermehl und Kunststoffe.

19 Diese zur Zeit noch deponierten 30'000 t Klärschlamm sind somit ohne Einfluss auf die KVA-Nachfrage.

Vor einiger Zeit war die Rede von einer privat betriebenen Kehrrechtverbrennungsanlage auf dem Areal der Ems-Chemie im Kanton Graubünden. Das Projekt scheint z. Zt. nicht weiterverfolgt zu werden, würde aber bei einer allfälligen Realisierung im Raume Ostschweiz die Überkapazität nochmals erhöhen.

3.2.5. Importverträge der KVA-Betreibenden

Erst die seit einigen Jahren absehbaren KVA-Überkapazitäten haben dazu geführt, dass einzelne Anlagebetreiber sich nach möglichen Siedlungsabfalllieferanten im grenznahen Ausland umgesehen haben. Seit kurzer Zeit sind sowohl die Mengen an importierten Abfällen als auch Importvertragsmengen angestiegen.

- Importierte Siedlungsabfälle

1996:	33'000 Tonnen
1997:	50'000 Tonnen
- Dem BUWAL bekannte, abgeschlossene Verträge und laufende Verhandlungen oder Kontakte²⁰
 - 60'000 Tonnen zwischen Basel und Lörrach
 - 15'000 Tonnen zwischen Genf und den Pays de Gex
 - 15-35'000 Tonnen zwischen Zürich und Waldshut; seit 2 J. laufender Vertrag auf 15 J.
 - 30'000 Tonnen zwischen Aargau und Waldshut
 - 5'000 Tonnen zwischen Weinfelden und Österreich
 - 1'000 Tonnen zwischen Horgen und Italien (spez. Beschickungsverfahren für Spitalabfälle)
 - laufende Verhandlungen zwischen Weinfelden und Konstanz
 - laufende Verhandlungen zwischen Genf und Haute-Savoie
 - erste Kontakte zwischen Monthey und dem französischen Chablais
 - erste Kontakte zwischen Zürich, St. Gallen und Österreich

In unseren Nachbarländern besteht noch kein Deponieverbot²¹. Nach dem Bau verschiedener KVA in der nördlichen Grenzregion besteht z. T. auch dort eine gewisse Anlageüberkapazität²² bzw. Nachfrage nach Brenngut. Insgesamt ist somit kaum mit einer bedeutenden Steigerung der importierten Abfallmengen zu rechnen. Dies wohl allein schon aus Preisgründen.

20 [BUWAL 1998c]

21 In Frankreich gilt ein solches Verbot ab dem Jahr 2002, in Deutschland ab 2005, in Österreich ab 2004/2008

22 Auskunft Amt für Umweltschutz Kanton Basel-Landschaft

Importe sind ein legitimes und sinnvolles Mittel um den Auslastungsgrad einer Verbrennungsanlage zu optimieren und die Wirtschaftlichkeit der Anlage zu erhöhen. Bestehende Abnahmeverträge **blockieren jedoch Kapazitäten** in schweizerischen KVA, die nicht zur Verbrennung einheimischen Abfalls zur Verfügung stehen. Bei Bedarf und politischem Willen besteht hier mittelfristig eine gewisse Kapazitätsreserve.

Bei den vertraglich blockierten Mengen handelt es sich um einen oberer Plafonds, der in der Regel nicht überschritten werden kann. Die effektiv importierten Mengen können darunter liegen. Die konkrete Entwicklung ist schwer voraussehbar, da sie stark von Rahmenbedingungen abhängt (Kapazität, Preise, Gesetzgebung und Vollzug im angrenzenden Ausland).

Wir gehen davon aus, dass aufgrund der bestehenden Verträge gewisse Kapazitäten durch Importe blockiert bleiben werden.

3.2.6. Zwischenlagerung von Brennabfällen

Anlagebetreiber machen darauf aufmerksam, dass grosse Lager bei grossen Anlagen sehr viel Platz beanspruchen und ein beträchtliches Brandrisiko darstellen. Grosse Öfen, wie sie in der Schweiz z.T. installiert sind, verbrennen pro Jahr über 100'000 t Abfall in ca. 8'000 Betriebsstunden. D.h., es muss pro Betriebsstunde mindestens 12.5 t Abfall zugeführt werden. Umgerechnet auf einen 48 Wochen-Betrieb pro Jahr bedeutet dies, dass für die Verbrennung in nur einer Woche mehr als 2'000 t Abfälle gelagert werden müssten. Zumindest für grosse Anlagen ist eine Lagerhaltung nur sehr kurzfristig überhaupt machbar.

Denkbar ist eine etwas umfangreichere Lagerung von an sich unproblematischen, energetisch jedoch interessanten Gütern wie z. Bsp. Altholz. Hier stellt sich jedoch die Frage, wer unter welchen Voraussetzungen Lagerterrain zur Verfügung stellen müsste.

"Vorübergehende" Deponierung (die Fristigkeit müsste definiert werden, um einen Konflikt mit dem Deponieverbot auszuschliessen) unter ökologischen Voraussetzungen führt zu höheren Kosten (zweifaches Handling).

Hingegen ist abzuklären, ob für eine Risiko-Reserve Reaktordeponieraum als Zwischenlager oder für die endgültige Lagerung in Frage kommen könnte. Voraussetzung wäre allerdings eine formelle Pflicht zur Bewilligung durch das BUWAL. Die Bewilligung müsste beschränkt werden auf Fälle, wo bei einer Ofenlinie eine technische Panne vorliegt. Vorübergehend hoher Abfallaufwand wäre kein Bewilligungsgrund.

3.3. Überblick über die Kapazitätssituation

3.3.1. Basis-Angebot

Annahmen zu den **endogenen Faktoren**:

- **Betriebsstundenzahl** neuere Ofenlinien 8'000 Std./J
- **Betriebsstundenzahl** ältere Ofenlinien 7'500 Std./J
- **Regimewechsel**²³ 10 Jahre
- **Heizwert in MWh/t**

	2000	2005	2010
Oberer Wert	} 3.32	3.45	3.5
Unterer Wert		3.25	3.2

- **Gesamtbetriebsdauer** 30 – 40 Jahre
- Politisch **blockierte** Kapazität 170'000 t/J
- **Zementwerke**: keine nachfragerrelevante Zusatzkapazität

Annahmen zu den **exogenen Faktoren**:

- **Neubau**: Nur FR Posieux wird gebaut (Min: 2002; Max: 2003)
- **Erneuerung, Ersatz**: Zwischen 1996 und 2000 werden folgende Ofenlinien in und ausser Betrieb genommen:

²³ Regimewechsel = Zeitpunkt des Wechsels von jährlich 8'000 auf 7'500 Betriebsstunden.

	Jahr	Inbetriebnahme		Schliessung	
		Ofenlinie	[MW]	Ofenlinie	[MW]
Gamsen (VS)	1998	2	17.5	1	16,3
Basel (BS)	1999	3, 4	2 x 47	1, 2	2 x 32
Niederurnen (GL)	2000	3	26	1	7

Tabelle 9: In- und Ausserbetriebnahmen von Ofenlinien zwischen 1996 und 2000.

- **Stillegung:** Wir nehmen an, dass bis 2010 **keine vorzeitigen** Schliessungen stattfinden werden. Die Betriebsstillegung wird durch das Alter der Ofenlinie bestimmt. Wir gehen von einer Gesamtbetriebsdauer zwischen 30 und 40 Jahren aus.

Annahmen zum Minimalangebot: Von den Ofenlinien, welche vor 2010 mehr als 30 Jahre in Betrieb stehen, wird 1/3 stillgelegt. Die andere 2/3 werden gemäss Modellannahme weiterbetrieben, erneuert oder ersetzt mit Ofenlinien mit derselben Kapazität.

Ofen	Betriebsaufnahme
Lausanne I Ofen 1 Lausanne I Ofen 2	1958
Zermatt Ofen 1	1963
Buchs SG Ofen 1	1974
Hinwil Ofen 2 Hinwil Ofen 3 Bazenheid Ofen 1 Bazenheid Ofen 2 Sion Ofen 2 Monthey Ofen 1	1976
Winterthur Ofen 1 Sion Ofen 1	1977
Zürich I Ofen 2	1978

Tabelle 10 Ofenlinien, welche vor 2010 ein Alter von 30 Jahren oder mehr erreichen

Annahmen zum Maximalangebot: Es werden nur diejenigen Anlagen stillgelegt, welche vor 2010 mehr als 40 Jahre in Betrieb sind (KVA Zermatt und KVA Lausanne I).

- **Importe:** Bezüglich der importierten Abfälle und der dadurch blockierten inländischen Kapazitäten treffen wir folgende Annahmen:

Minimalangebot: Ausgehend von den bestehenden Verträgen müssen 2/3 der Vertragsmenge verbrannt werden und stehen für die Verbrennung von Inlandabfällen nicht zur Verfügung.

Maximalangebot: Ausgehend von den bestehenden Verträgen muss 1/3 der Vertragsmenge übernommen werden.

Dies ergibt folgende Mengen (Tabelle 11):

	1996	1997	1998	1999-2010
Import MAX	33	50	81	106
Import MIN	33	50	40	53

Tabelle 11 Annahmen zu den Importmengen bis 2010 (in 1'000 t/J.; 1996 und 1997: definitive Zahlen)

- **Reserve:** Eine Reserve von 5 % wird rechnerisch als Hinweis mitgeführt. In Figur 5 ist sie zur Information als feine Linie dargestellt. In die Berechnungen wird sie nicht miteinbezogen.

3.3.2. Angebotsberechnung für das Basis-Angebot

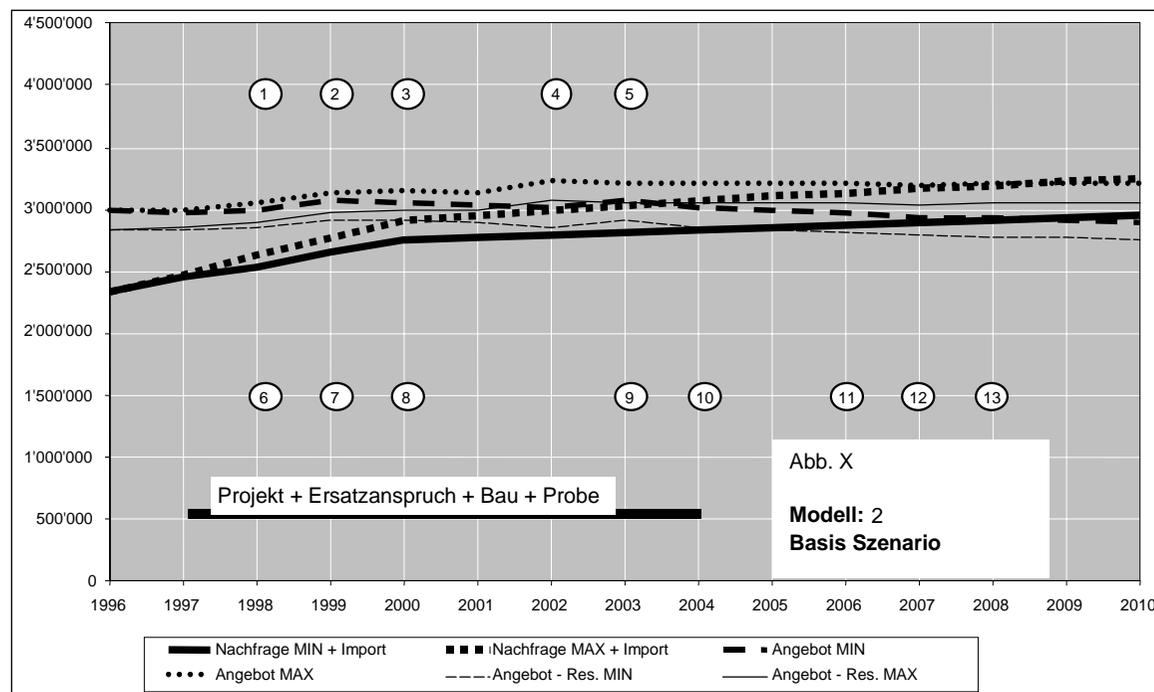
Die Kombination der beiden Nachfrageszenarien mit den beiden Angebotsvarianten führt zu zwei Extremfällen, die als „pessimistisch“ oder „optimistisch“ bezeichnet werden können:

- **Pessimistischster Fall:** Vergleich der maximalen Nachfrage mit dem minimalen Angebot. Dies ist der ökologisch unerwünschte Fall.
- **Optimistischster Fall:** Vergleich der minimalen Nachfrage mit dem maximalen Angebot. Dies ist der volkswirtschaftlich unerwünschte Fall.

Beide Fälle sind Eckwerte. Wir gehen davon aus, dass sich die reale Entwicklung irgendwo dazwischen abspielen wird.

In Figur 5 werden das Basis-Angebot sowie das Minimal- und Maximalszenario der Nachfragen grafisch dargestellt:

	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Blockierte Kapazitäten (ZH)	170000	170000	170000	170000	170000	170000	170000	170000	170000	170000	170000	170000	170000	170000	170000
Angebot MIN	2'989'074	2'975'389	3'001'901	3'067'574	3'057'475	3'033'785	3'013'662	3'066'827	3'011'880	2'990'920	2'967'767	2'934'863	2'925'941	2'914'563	2'892'321
Angebot MAX	2'989'074	2'996'492	3'043'995	3'128'465	3'143'011	3'142'277	3'230'090	3'218'329	3'213'372	3'213'362	3'208'835	3'193'661	3'204'107	3'211'893	3'207'773
Angebot - Reserve MIN	2'839'620	2'826'620	2'851'806	2'914'195	2'904'602	2'882'096	2'862'979	2'913'486	2'861'286	2'841'374	2'819'379	2'788'120	2'779'644	2'768'835	2'747'705
Angebot - Reserve MAX	2'839'620	2'846'667	2'891'796	2'972'042	2'985'861	2'985'163	3'068'585	3'057'412	3'052'704	3'052'693	3'048'393	3'033'978	3'043'902	3'051'298	3'047'385
Nachfrage MIN	2'300'000	2'400'000	2'500'000	2'600'000	2'700'000	2'720'000	2'740'000	2'760'000	2'780'000	2'800'000	2'820'000	2'840'000	2'860'000	2'880'000	2'900'000
Nachfrage MAX	2'300'000	2'425'000	2'550'000	2'675'000	2'800'000	2'840'000	2'880'000	2'920'000	2'960'000	3'000'000	3'030'000	3'060'000	3'090'000	3'120'000	3'150'000
Import MIN	35'000	50'000	40'500	53'250	53'250	53'250	53'250	53'250	53'250	53'250	53'250	53'250	53'250	53'250	53'250
Import MAX	35'000	50'000	81'000	106'500	106'500	106'500	106'500	106'500	106'500	106'500	106'500	106'500	106'500	106'500	106'500
Gesamt Nachfrage MIN	2'335'000	2'450'000	2'540'500	2'653'250	2'753'250	2'773'250	2'793'250	2'813'250	2'833'250	2'853'250	2'873'250	2'893'250	2'913'250	2'933'250	2'953'250
Gesamt Nachfrage MAX	2'335'000	2'475'000	2'631'000	2'781'500	2'906'500	2'946'500	2'986'500	3'026'500	3'066'500	3'106'500	3'136'500	3'166'500	3'196'500	3'226'500	3'256'500



Max	Neubau Ersatz	Stilllegung	Ursache
1	Gamsen		
2	BS	BS	ersetzt
3	Niederurn.	Niederurn. LS I	ersetzt Alter
4	Posieux		
5		Zermatt	Alter

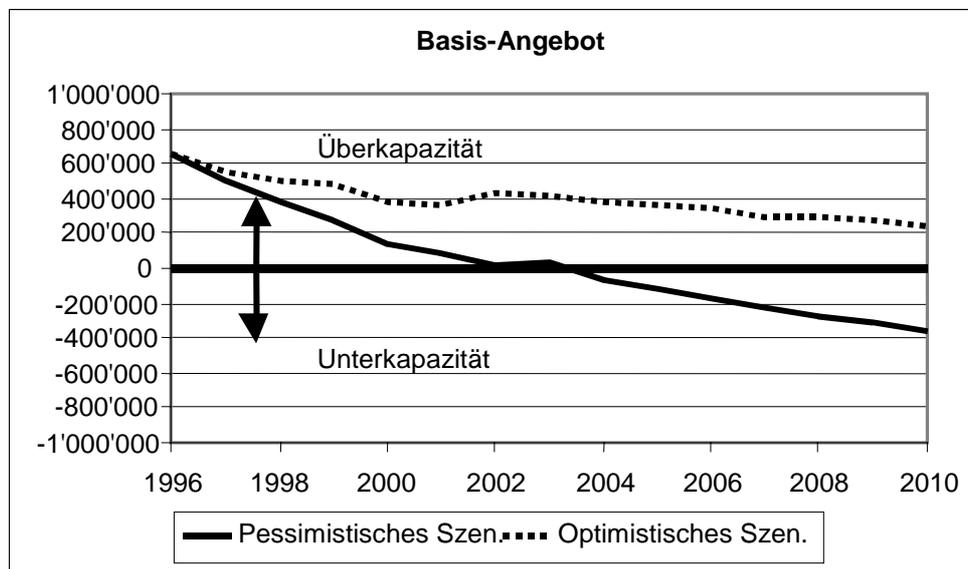
Min	Neubau Ersatz	Stilllegung	Ursache
6	Gamsen		
7	BS	BS	ersetzt
8	Niederurn.	Niederurn. LS I	ersetzt Alter
9	Posieux	Zermatt	Alter
10		Buchs SG	Alter
11	Hinwil Ofen 2 Hinwil Ofen 3 Bazenheid Ofen 1 Bazenheid Ofen 2 Sion Ofen 2 Monthey Ofen 1		erneuert erneuert erneuert erneuert
12	Winterthur Ofen 1 Sion Ofen 1		erneuert erneuert
13	Zürich I Ofen 2		erneuert

Figur 5: Kapazitätssituation bei Basisangebot

Die Berechnungen zeigen:

- Im optimistischen Fall besteht während der gesamten betrachteten Periode von 2000 – 2010 eine markante Überkapazität.
- Im pessimistischen Fall setzt eine geringe Angebotslücke bereits im Jahre 2003 ein und steigt bis zum Jahr 2010 an.

Figur 6 zeigt, wo im optimistischen und im pessimistischen Fall die Grenze zwischen Über- und Unterangebot liegt.



Figur 6: Über- und Unterkapazität im Basisangebot

3.4. Handlungsmöglichkeiten

Tabelle 12 zeigt eine Übersicht über alle Handlungsmöglichkeiten. Die Handlungsmöglichkeiten, die in der Spalte „**Angebot reduzieren oder Nachfrage erhöhen**“ aufgezählt sind, werden ins Modell eingeführt, um die Überkapazitätskurve nach unten zu verschieben. Die Handlungsmöglichkeiten, die in Spalte „**Angebot erhöhen oder Nachfrage reduzieren**“ aufgezählt sind, werden ins Modell eingeführt, um die Unterkapazitätskurve nach oben zu verschieben.

Handlungsmöglichkeiten	Angebot reduzieren oder Nachfrage vergrössern	Angebot erhöhen oder Nachfrage reduzieren	Bemerkung
Regimeänderung	Keine Veränderung	15 Jahre	Mehr Abnutzung
Gesamtbetriebsdauer	30 Jahre ohne Erneuerungen Obsoleete Öfen nicht erneuern	-	Potentiell Widerstand der Anlagebetreiber
Blockierte Kapazität	-	170'000 t/J befreien	Politische Bewilligung
Neubau (3 Möglichkeiten)	Lausanne II ²⁴ (mit Schliessung von Lausanne I und Genf Ofen 3)	Tessin Thun	Gemäss Neubauanahmen (siehe 3.2.2) Bewilligungsverfahren; politischer Widerstand
Erneuerung, Ersatz	-	Buchs SG erneuern ²⁵	-
Vorzeitige Schliessung	OST-CH Schliessung [BUWAL 1998b]	-	Widerstand der Anlagebetreiber
Importe	Mehr Importe verbrennen	Keine Importe verbrennen	-

Tabelle 12 Handlungsmöglichkeiten als Ergänzung zum Basis-Angebot

3.4.1. Handlungsmöglichkeiten um die Überkapazitäten zu reduzieren

Von mehreren Handlungsmöglichkeiten stehen zwei im Vordergrund:

1) Erhöhung der Importe

Vorteil: Bessere Auslastung aller Anlagen, entsprechend verbesserte Kostendeckung

²⁴ Der Neubau von Lausanne II geht mit der gleichzeitigen Schliessungen von Lausanne I und Genf Ofen 3 einher. Dies führt zu einer Angebotsverringern für das Jahr 2010 von 7100 t/J im pessimistischen Szenario und 7800 t/J im optimistischen Szenario. Dieses Element ist also vollständig unbedeutend.

²⁵ Die Erneuerung der KVA Buchs SG ist eine Modellannahme. Es handelt nicht um eine Handlungsempfehlung, sondern lediglich um eine Annahme innerhalb des Modells, die getroffen wird, um der Vorgabe „ein Drittel der 30 bis 40-jährigen Öfen wird geschlossen“ zu entsprechen.

Nachteil: Transporte und ihre Emissionen, evtl. Opposition in den Standortgemeinden

2) Vorzeitige Schliessung von Anlagen

Vorteil: Betriebskosten für nicht ausgelastete Anlagen fallen weg

Nachteil: Widerstand der Anlagebetreibenden und der Belegschaften; Kostenfolgen durch nicht amortisierbare Investitionen

3.4.2. Handlungsmöglichkeiten um die Unterkapazitäten zu reduzieren

Es gibt zwei verschiedene Arten von Massnahmen, um den Unterkapazitäten zu begegnen:

Nicht-baulichen Massnahmen:

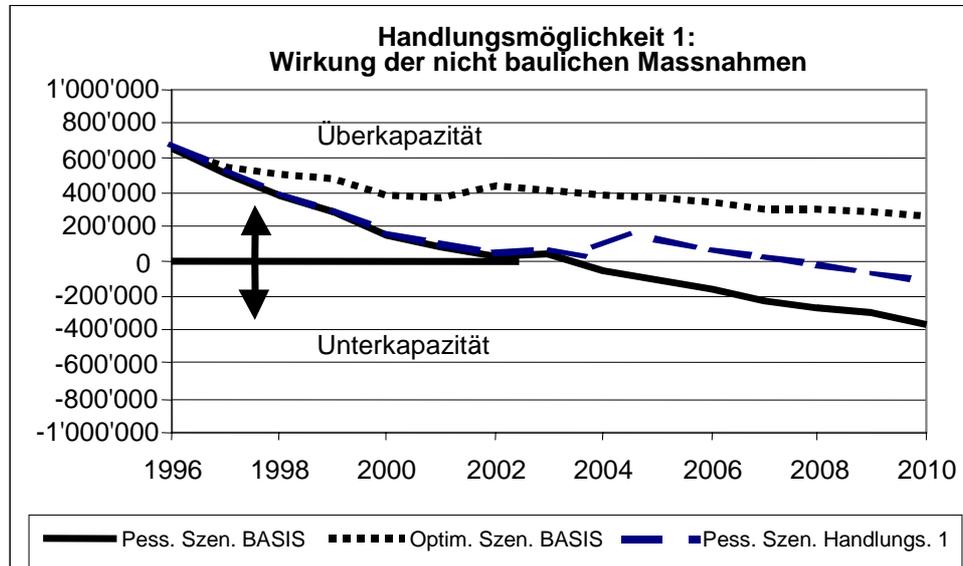
- Regimeänderung: 15 Jahre (statt 10 Jahre)
- Reaktivierung der politisch blockierten Kapazitäten von 170'000 t/J im Jahr 2005
- Keine Schliessung von KVA unter 40 Jahren

Neubau-Massnahmen:

- Neubau im Kanton Tessin im Jahr 2008 (+ 2* 55'422 t/J = 110'844 t/J)
- Neubau in Thun im Jahr 2009 (+ 2* 48'193 t/J = 96'386 t/J)

Diese Handlungsmöglichkeiten werden in vier Stufen analysiert.

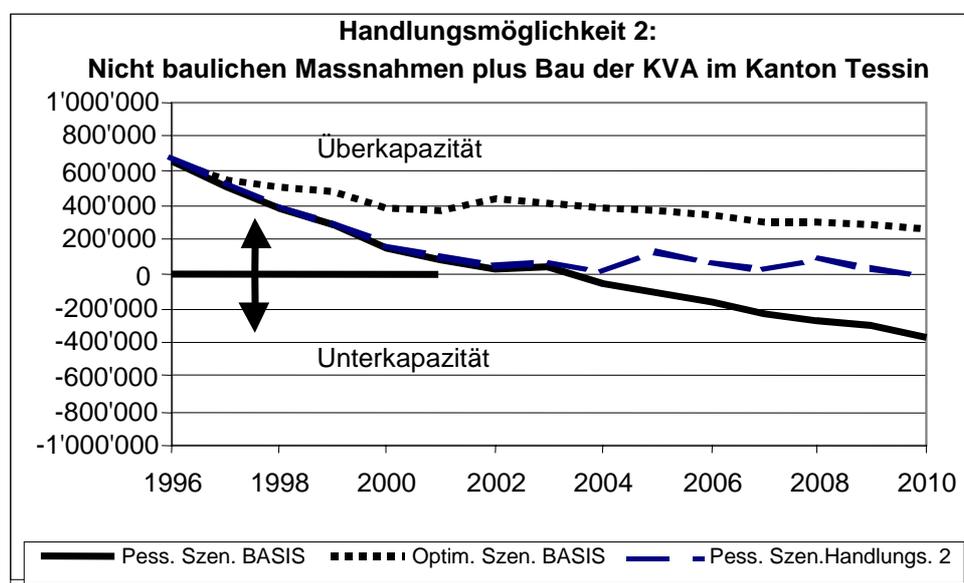
Handlungsmöglichkeit 1: Wirkung der nicht baulichen Massnahmen



Figur 7: Über- und Unterkapazität: Basisangebot + nicht-bauliche Massnahmen

Mit den Handlungsmöglichkeiten "nicht-bauliche Massnahmen" ist sogar im pessimistischen Szenario bis im Jahr 2008 nicht mit Unterkapazität zu rechnen. Im Jahre 2010 beträgt die Unterkapazität gut 100'000 t/J.

Handlungsmöglichkeit 2: Wirkung der nicht-baulichen Massnahmen plus Bau der KVA im Kanton Tessin

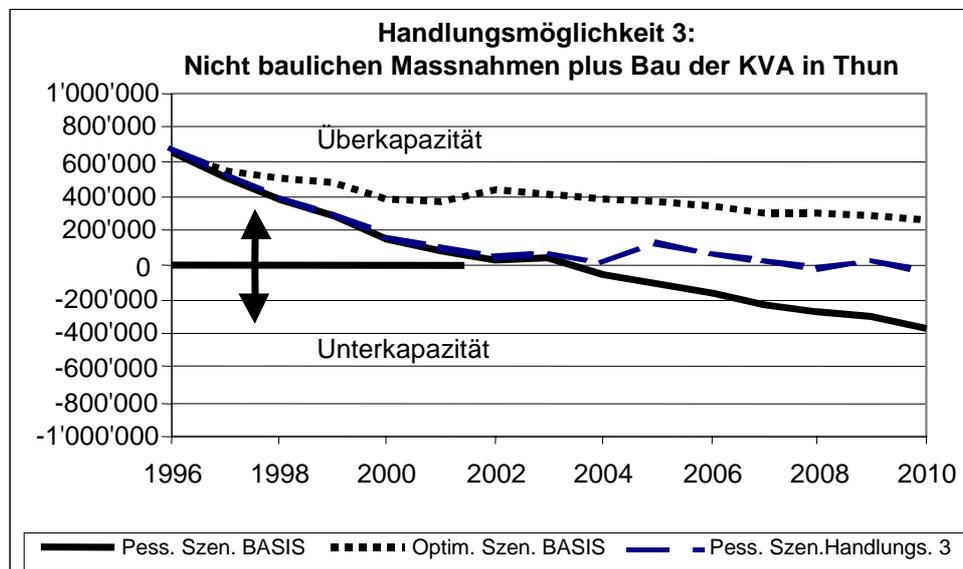


Figur 8: Über- und Unterkapazität: Basisangebot + nicht-bauliche Massnahmen + Bau KVA Tessin

Mit dieser Handlungsmöglichkeit besteht praktisch über die gesamte betrachtete Zeitspanne auch im pessimistischen Szenario keine Unterkapazität.²⁶

²⁶ Eine rechnerische Unterkapazität von 9'700 t/J im Jahre 2010 erachten wir als irrelevant.

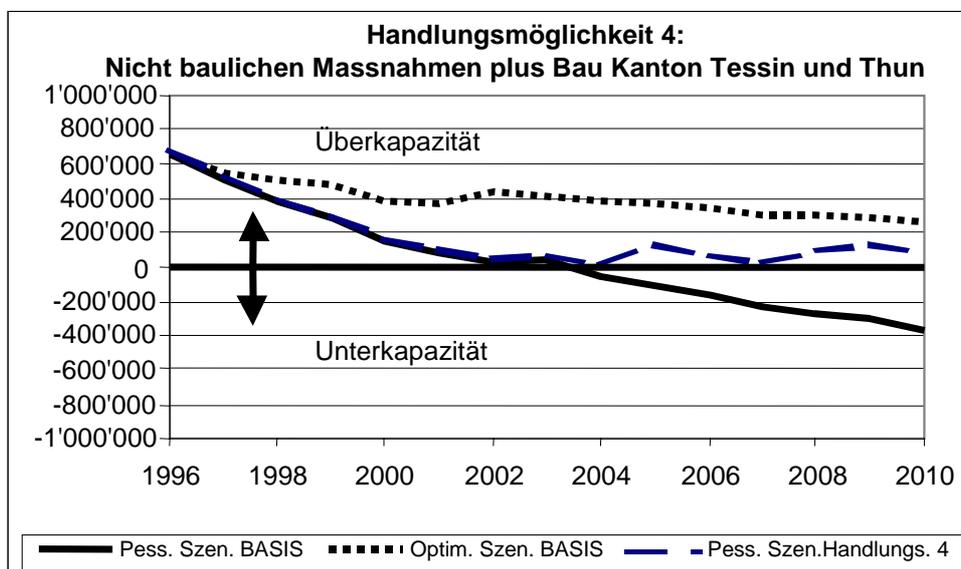
Handlungsmöglichkeit 3: Wirkung der nicht baulichen Massnahmen plus Bau der KVA in Thun



Figur 9: Über- und Unterkapazität: Basisangebot + nicht-bauliche Massnahmen + Bau KVA Thun

Mit dieser Handlungsmöglichkeit besteht im pessimistischen Szenario gegen das Ende des Jahrzehnts eine sehr geringe rechnerische Unterkapazität von ca. 23'000 t/J (< 1% der Gesamtkapazität).

Handlungsmöglichkeit 4: Wirkung der nicht-baulichen Massnahmen plus Bau der KVA im Kanton Tessin und in Thun



Figur 10: Über- und Unterkapazität: Basisangebot + nicht-bauliche Massnahmen + Bau KVA Tessin + KVA Thun

Diese Handlungsmöglichkeit zeigt, dass im ganzen Zeitraum immer Überkapazität besteht. Im Jahr 2010 beträgt diese noch 82'000 t/J.

Bau von KVA auf Vorrat?

Wir nehmen an, dass die KVA Tessin und KVA Thun nur dann in Angriff genommen werden, wenn mit dem pessimistischen Szenario, bzw. mit (in ein paar Jahren) drohender Unterkapazität gerechnet wird. Ansonsten wäre dieser Entscheid nicht nachvollziehbar.

Tritt nun aber eine Entwicklung ein, welche näher oder deutlich näher beim optimistischen Szenario liegt, resultiert aus den Bauentscheiden über die ganze Zeitspanne von 2000 – 2010 markante Überkapazität. Allein schon der Vollzug nicht-baulicher Massnahmen führt auch im pessimistischen Szenario zu praktisch dauernder Überkapazität, wenn zusätzlich zwei KVA gebaut werden.

Das heisst, die KVA Tessin und Thun würden mit sehr grosser Wahrscheinlichkeit "auf Vorrat" gebaut.

4. Schlussfolgerungen

1. Optimistisches Szenario (minimale Nachfrage, maximales Angebot)

Dieses ist dann wahrscheinlich, wenn es gelingt, den Abfall-Heizwert durch einen geringeren Anteil an Kunststoffen im Abfall längerfristig wieder etwas zu senken. Ausserdem wird von der Annahme ausgegangen, dass Ofenlinien 40 Jahre lang betrieben werden.

In diesem Fall besteht über die ganze Zeitspanne von 2000 – 2010 Überkapazität, welche durch Importe oder vorzeitige Schliessungen (mit entsprechenden Kostenfolgen) reduziert werden kann.

2. Pessimistisches Szenario (maximale Nachfrage, minimales Angebot)

Dieses ist dann wahrscheinlich, wenn der Abfall-Heizwert weiter steigt. Ausserdem wird von der Annahme ausgegangen, dass 1/3 der 30 Jahre alten Ofenlinien stillgelegt wird.

In diesem Fall bestehen im nicht-baulichen Bereich bis gegen das Ende des Jahrzehnts (ca. 2008) genügend Handlungsmöglichkeiten zur Vermeidung von Unterkapazitäten.

3. Wahrscheinliches Szenario

Die oben aufgeführten Szenarien sind "Extremfälle", die wahrscheinliche Entwicklung wird irgendwo dazwischen liegen. Die aufgeführten Handlungsmöglichkeiten reichen aus, um Über- und Unterkapazitäten mit überblickbaren Kostenfolgen für verschiedene Entwicklungspfade auszugleichen.

4. Realistische Planung

Die Vergangenheit hat im Raum Ostschweiz bereits gezeigt, dass Überkapazitäten mit hohen Kostenfolgen verbunden sind.

Wenn nun weitere Bauentscheide allein aus der Optik des pessimistischen Szenarios getroffen würden, und die reale Entwicklung aber näher beim optimistischen Szenario liegt, würde die Überkapazitätssituation auf Jahre hinaus – mit entsprechenden Kostenfolgen – zementiert.

Dies zu verhindern, bzw. gesamtschweizerisch realistisch zu planen, stellt eine besondere Herausforderung dar, denn die Entscheide fallen an verschiedenen Orten und mit grosser Wahrscheinlichkeit unkoordiniert.

Im Hinblick auf die **relevanten Bauentscheide** können daher die **Ergebnisse** folgendermassen **zusammengefasst** werden:

- Auch ohne den Bau von zusätzlichen KVA zeichnet sich Unterkapazität nur dann ab, wenn vom pessimistischen Szenario (maximale Nachfrage, minimales Angebot) ausgegangen wird.
- Auf Unterkapazität kann mit andern als nur baulichen Massnahmen reagiert werden (Jahresbetriebsstunden und gesamte Betriebsdauer von KVA, Befreiung politisch blockierter Kapazitäten). Diese Massnahmen sind kostengünstiger als Neubauten und können eine maximale Nachfrage (evtl. zeitlich befristet) zu einem guten Teil abdecken.
- Mit dem Bau der KVA Tessin wird die maximale Nachfrage (pessimistisches Szenario) gedeckt. Wird anstelle der KVA Tessin die KVA Thun gebaut, kann im Jahre 2010 eine geringfügige Kapazitätslücke von < 1% entstehen. Bewegt sich die Entwicklung unterhalb der maximalen Nachfrage, besteht Überkapazität, welche sehr bedeutend sein kann und hohe Kosten verursacht.
- Eine krasse Situation ergibt sich, wenn beide KVA gebaut werden: Selbst bei maximaler Nachfrage (und entsprechend geringer Wahrscheinlichkeit) besteht über die gesamte Zeitspanne bis 2010 Überkapazität. Diese kann noch im Jahr 2010 über 80'000 t betragen mit entsprechenden Kostenfolgen.
- Im Falle des optimistischen Szenarios (minimale Nachfrage) sind die Überkapazitäten bereits gebaut: Über die gesamte Betrachtungsperiode handelt es sich um mehrere hunderttausend Tonnen (255'000 t im Jahre 2010).
- Sollte demnächst der Entscheid für den Bau der KVA Tessin und die KVA Thun fallen, weil von einem pessimistischen Szenario ausgegangen wird, dann aber die Entwicklung eher Richtung optimistisches Szenario verläuft, so wird die Überkapazität im Jahre 2010 die Grössenordnung von 470'000 t erreichen.
- Eine realistische Planung nimmt daher zur Zeit und bis auf weiteres aus ökonomischen Gründen Abstand vom Bau der KVA Tessin und der KVA Thun.

Anhang

ANHANG 1: Erstellungsjahr und thermische Leistung bestehender KVA

Kt.	Ort	[MW]	[Jahr]
ZH	Dietikon		
	Ofen 1	17.5	1993
	Ofen 2	17.5	1995
ZH	Hinwil		
	Ofen 1	40	1996
	Ofen 2	21.8	1976
	Ofen 3	21.8	1976
ZH	Horgen		
	Ofen 1	10.9	1992
	Ofen 2	14	1991
ZH	Winterthur		
	Ofen 1	36.25	1977
	Ofen 2	41.5	1993
ZH	Zürich II		
	Ofen 1	43.5	1982
	Ofen 3	38.3	1989
ZH	Zürich I		
	Ofen 1	47.8	1995
	Ofen 2	43.5	1978
BE	Bern		
	Ofen 1	27.5	1985
	Ofen 2	27.5	1986
BE	Brügg (Biel)		
	Ofen 1	16.75	1991
LU	Luzern		
	Ofen 1	10	1990
	Ofen 2	10	1989
	Ofen 3	16	1983
GL	Niederurnen		
	Ofen 1	7	1973
	Ofen 2	26	1984
SO	Zuchwil		
	Ofen 1	26	1993
	Ofen 2	26	1992
	Ofen 3	29	1990
BS	Basel		
	Ofen 1	32	1968 / 84
	Ofen 2	32	1968 / 81
SG	Bazenheid		
	Ofen 1	12.2	1976
	Ofen 2	12.2	1976
	Ofen 3	12.2	1984

Kt.	Ort	[MW]	[Jahr]
SG	St. Gallen		
	Ofen 1	14	1987
	Ofen 2	14	1988
SG	Buchs (SG)		
	Ofen 1	12.1	1974
	Ofen 2	24.2	1982
	Ofen 3	31.7	1995
GR	Trimmis		
	Ofen 1	21.25	1990
AG	Buchs (AG)		
	Ofen 1	30.7	1994
	Ofen 3	28	1984
AG	Oftringen		
	Ofen 1	27.9	1992
AG	Turgi		
	Ofen 3	17	1983
	Ofen 4	32	1996
TG	Weinfelden		
	Ofen 1	28	1996
	Ofen 2	28	1996
VD	Lausanne		
	Ofen 1	9.6	1958
	Ofen 2	9.6	1958
VS	Zermatt		
	Ofen 1	3.78	1963
VS	Sion		
	Ofen 1	8.3	1977
	Ofen 2	11.2	1976
VS	Monthey		
	Ofen 1	20	1976
	Ofen 3	37.6	1996
VS	Gamsen		
	Ofen 1	16.3	1971 / 92
NE	Colombier		
	Ofen 1	13.8	1988
	Ofen 2	13.8	1991
NE	Chaux-de-Fonds		
	Ofen 1	22	1994
GE	Les Cheneviers		
	Ofen 3	50	1978/(95)
	Ofen 5	58	1993
	Ofen 6	58	1993

*Tabelle 13: Bestehende KVA: Leistung und Jahr der Inbetriebnahme der Ofenlinien
[BUWAL 1998a, S. 65 ff]*

ANHANG 2: Theoretisches Beispiel für die Kostenverteilung bei der Kehrichtverbrennung²⁷

Das Beispiel betrachtet zwei Regionen: Region A besitzt KVA, die bei weitem nicht ausgelastet sind. Region B besitzt keine Anlage, beabsichtigt aber, eine zu bauen (ohne Bedarfszuwachs in der Zukunft).

Ist-Zustand

In der **Region A** bestehen 3 grosse KVA mit einer gesamten Kapazität von 600 kt/j (Kilotonnen pro Jahr). Die Baukosten betragen (in heutigen Franken) 1'200 Mio. CHF. Die heute tatsächlich benützte, und zukünftig notwendige Kapazität beträgt 450 kt/j.

Eine **Region B** hat einen Verbrennungsbedarf von 150 kt/j. Sie liegt 150 km von der Region A entfernt. Die Region B hat keine KVA und steht somit vor folgender Wahl:

- **B1.** Bau einer eigenen KVA, die sofort ausgelastet wäre. Der Kostenvoranschlag beträgt 350 Mio. CHF (in CHF/t ergibt das einen etwas höheren Betrag als in den grösseren KVA der Region A -> Skalenerträge).
- **B2.** Bau einer Transferstation (Kostenvoranschlag 30 Mio. CHF); Transport der Abfälle per Bahn in die Region A (SBB Offerte: 30 Rappen pro Tonne und km, also 45 CHF/t); Verbrennung der Abfälle in der Region A in den bestehenden Anlagen.

Fragestellung und Annahmen

Zu welchem Preis soll Region A die Abfälle von Region B akzeptieren, damit die Vorteile gerecht zwischen beiden Regionen verteilt sind?

Zusätzlich werden folgende Annahmen getroffen:

- Konstanter jährlicher Zins- und Amortisationsfaktor: 8% (entspricht einem Zins von 5% und einer Amortisationsdauer von 20 Jahren). Also 96 Mio. CHF/j für alle KVA der Region A und 28 Mio. CHF/j für die projektierte KVA der Region B.
- Die Betriebskosten werden in einfacher Weise in fixe jährliche Kosten (also unabhängig von der effektiv verbrannten Menge) und direktproportionale Kosten (pro verbrannte Tonne) aufgeteilt.

²⁷ Für eine explizite Begründung der Annahmen, siehe [Maystre 1997, S. 54-57, 69-76, 178-184].

- Die fixen Betriebskosten betragen 12 Mio. CHF/j für alle KVA der Region A und 3,5 Mio. CHF/j für die projektierte KVA der Region B.
- Die proportionalen Betriebskosten betragen 20 CHF/t für sämtliche Anlagen.
- Die proportionalen Betriebsgewinne (Verkauf von Wärme und Elektrizität) betragen 50 CHF/t für sämtliche Anlagen.
- Für die Transferanlage werden die fixen Betriebskosten auf 0,5 Mio. CHF/j und die proportionalen Betriebskosten auf 8 CHF/t geschätzt.
- Alle Sammel- und lokalen Transportkosten innerhalb jeder Region bleiben gleich, unabhängig von der gemeinsamen oder nicht gemeinsamen Verbrennung.

Berechnung

Region A. Verglichen werden der Ist-Zustand (verbrannte Menge: 450 kt/j) sowie die Situation bei voller Nutzung der Anlage (600 kt/j):

REGION A	Einheit	Vollausnutzung	Ist-Zustand
Zins und Amortisierung	Mio. CHF/j	96	96
Fixe Betriebskosten	Mio. CHF/j	12	12
Verbrannte Menge	kt/j	600	450
Proporz. Betriebskosten	Mio. CHF/j	12	9
Proporz. Einnahmen	Mio. CHF/j	- 30	- 22,5
Totalkosten	Mio. CHF/j	90	94,5
Preis in	CHF/t	150	210

Tabelle 14: Kosten Region A

Region B. Verglichen werden die Situationen bei Neubau und bei Anschluss an Region A (bei zu zahlenden Verbrennungsgebühren von X Franken).

REGION B	Einheit	Neue KVA	Anschluss an A
Zins und Amortisierung	Mio. CHF/j	28	2,4
Fixe Betriebskosten	Mio. CHF/j	3,5	0,5
Verbrannte Menge	kt/j	150	150
Proporz. Betriebskosten	Mio. CHF/j	3	1,2
Proporz. Einnahmen	Mio. CHF/j	- 7,5	0
Transportkosten	Mio. CHF/j		6,75
Verbrennungskosten	Mio. CHF/j		0,15 X
Totalkosten	Mio. CHF/j	27	10,85 + 0,15 X
Preis in	CHF/t	180	72,3 + X

Tabelle 15: Kosten Region B

Vergleich

Region B schliesst sich der Region A an: Die Vollbelastung der KVA der Region A ist gewährleistet. Die entsprechenden Kosten betragen 90 Mio. CHF/j plus die Transportkosten in Höhe von 10,85 Mio. CHF/j, also insgesamt 100,85 Mio. CHF/j für 600 kt/j. Dies ergibt einen Durchschnittspreis von 168,1 CHF/t.

Region B baut ihre eigene KVA: Die entsprechenden Kosten betragen 94,5 plus 27, also 121,5 Mio. CHF/j. Aber in Region A liegt der Preis bei 210 CHF/t, in Region B bei nur 180 CHF/t.

Verteilungsregeln

(a) Gemeinschaftliches Schicksal: es besteht ein Einheitspreis von 168,1 CHF/t. Für X ergibt sich somit ein Wert von $168,1 - 72,3$, also von 95,8 CHF/t.

- (b) Alle KVA Benützer bezahlen den gleichen Betrag von 150 CHF/t, aber die Benützer der Region B müssen dazu 72,3 CHF/t für den Ferntransport bezahlen. Region B wird diese Verteilung verwerfen.
- (c) Region A schlägt Region B vor, ihre Abfälle zum Preis von 107,7 CHF/t zu verbrennen. Region B würde damit nicht mehr belastet, als bei einer unabhängigen Lösung (180 CHF/t inkl. Ferntransport). Region A würde somit 107,7 CHF/t mal 150 kt/j, also 16,15 Mio. CHF/j erhalten (man kann auch $27 - 10,85$ Mio. CHF/j rechnen). Die Region A wird mit $90 - 16,15$ Mio. CHF/j, also mit 73,85 Mio. CHF/j belastet. Diese Kosten sind auf 450 kt zu verteilen. Dies ergibt einen Preis von 164,1 CHF/t für die Benützer der Region A.
- (d) Gleiche Preisreduktion für beide Regionen. Die zwei separaten Systeme kosten insgesamt $94,5 + 27$, also 121,5 Mio. CHF/j. Der Vergleich mit dem gemeinsamen System (zu Gesamtkosten von 100,85 Mio. CHF/j) ergibt eine Ersparnis von 20,65 Mio. CHF/j. Dies ergibt eine Reduktion des Durchschnittspreises um 20,65 Mio. CHF/j dividiert durch 600 kt/j, also von 34,4 CHF/t. Dieser Vorteil wird beiden Regionen zugebilligt. Region A muss einen Preis von $210 - 34,4$, also von 175,6 CHF/t bezahlen und die Region B einen Preis von $180 - 34,4$, also von 145,6 CHF/t. Demzufolge ist X gleich $145,6 - 72,3$, also 73,3 CHF/t.

Schlussfolgerungen

Es ist klar, dass keine Verteilungsregel „richtiger“ oder „gerechter“ ist als eine andere. In einer Situation von einigermassen freiem „Angebot und Nachfrage“ ist sie Gegenstand von Verhandlungen.

Ein Vergleich der Verteilungsregeln zeigt folgendes Bild (in allen Fällen beträgt die Gesamtsumme 100,85 Mio. CHF/j):

	Region A	Region B
(a)	168,1 CHF/t	168,1 CHF/t
(b)	150 CHF/t	222,3 CHF/t
(c)	164,1 CHF/t	180 CHF/t
(d)	175,6 CHF/t	145,6 CHF/t

Tabelle 16: Vergleich der Verteilungsregeln

Es lassen sich folgende Schlussfolgerungen ziehen:

- Regel (b) ist für die Region B inakzeptabel.
- Ebenfalls uninteressant ist für die Region B Regel (c), da der Verlust an Autonomie durch keine Kostenreduktion kompensiert wird.
- Region B wird Regel (d) vorziehen. Region A hingegen wird eine Präferenz für Regel (a) haben. Eine Verhandlungslösung wird vermutlich irgendwo dazwischen zu liegen kommen, welche eine Win-win-Situation darstellen kann, d.h., es profitieren beide Regionen.
- Bei kleinen Preisdifferenzen gewinnen zusätzliche Entscheidungskriterien an Wichtigkeit.
- Falls mehr als 4 Varianten (mehr als 2 Regionen) zu betrachten sind, wird eine Multikriterien-Untersuchung zweckmässiger sein. Dies umso mehr, als grundsätzlich natürlich mehr Gesichtspunkte in den Entscheidungsprozess miteinbezogen werden müssen (Sicherheit, Dauer, Autonomie, Politische Widerstände, Umweltfreundlichkeit, Anpassungsfähigkeit, usw.).

Literatur

- AGW ZH 1997 Amt für Gewässerschutz und Wasserbau des Kantons Zürich, Kehrlichtbewirtschaftung im Kanton Zürich, Zürich 1997
- BFS 1997 Bundesamt für Statistik, Szenarien zur Bevölkerungsentwicklung der Schweiz 1995 – 2050, Bern 1997
- BUWAL 1998a: Abfallstatistik 1996, Umwelt-Materialien Nr. 90
- BUWAL 1998b: Interkantonale Koordination für die Verbrennungskapazität im Raum Ostschweiz/Teile der Innerschweiz, Umwelt-Materialien Nr. 91
- BUWAL 1998c: Zusammenstellung von Unterlagen zur vorliegenden Studie, Bern 1998
- BUWAL 1990: Evaluation Kehrlichtsackgebühr, BUWAL/Bundesamt für Justiz, 1990, Schriftenreihe Umwelt, Nr. 136 [vergriffen]
- BUWAL 1991: Klärschlammverbrennung, Schriftenreihe Umwelt NR. 156
- Geo Partner 1998: Abfalltransportlogistik im Kanton Aargau, Phase 1: Ausserkantonale Transporte, Baudepartement des Kantons Aargau
- GS EVED Dienst für Gesamtverkehrsfragen GVF, Umweltindikatoren im Verkehr, Kennziffern für einen ökologischen Vergleich der Verkehrsmittel, GVF-Bericht 1/97
- INFRAS 1994: Abfallplanung Kanton Zug, i.A. Baudirektion des Kanton Zug, Amt für Umweltschutz
- Lehmann M. 1997: Einheitliches Rechnungsmodell für Kehrlichtverbrennungsanlagen, Baudirektion Kt. Zürich.
- Maystre 1997 Maystre L.Y., Initiation aux calculs économiques pour les ingénieurs, , Presses polytechniques et universitaires romandes, 2e édition 1997

-
- NZZ, 22.12.1998: Wie sozialverträglich ist unsere Abfallwirtschaft?,
Winistörfer H., Carabias V, SPPU, Fachstelle Ökologie der Zürcher Hochschule Winterthur
- Oberhuber Edi B. 1998: Der Markt für Verpackungspolyester (PET, PEN) aus heutiger Sicht, Shell Chemicals Europe, Baar; In: PET Techno-Flash April 1998, Informationszeitschrift der PET-Recycling Schweiz
- PET Flash 5/98: Informationszeitschrift der PET-Recycling Schweiz, Mai 1998
- PU 1998 Preisüberwachung, Zusammenstellung von Unterlagen zur vorliegenden Studie, Bern 1998
- Standke-Schumann P. 1998: Angebot und Nachfrage von Solid Stated PET – internationaler Vergleich, Eastman Chemical, Köln; In: PET Techno-Flash April 1998, Informationszeitschrift der PET-Recycling Schweiz
- TVA 19xx: Technische Verordnung über Abfälle
- Vetrorecycling 1997: Altglasindex, Zahlen und Fakten 1996
- ZPK 1998: Verband der Schweizerischen Zellstoff-, Papier- und Kartonindustrie: Jahresbericht 1997, inkl. Key-Statistik 1997, Zürich, Mai 1998