

ugra

Verein zur Förderung wissenschaftlicher Untersuchungen  
in der grafischen Industrie  
Association pour l'encouragement à la recherche scientifique  
dans l'industrie graphique  
Association for the Promotion of Research  
in the Graphic Arts Industry

108/4 **B e r i c h t**

B

## **Umweltleistung in der Druckindustrie – Methodik zur Erhebung**

Kurt Münger, EMPA

Martin Kilga, sinum

Claude Siegenthaler, sinum

Hans Schefer, EMPA

St.Gallen, Dezember 2002

Ugra c/o EMPA  
Lerchenfeldstrasse 5  
Postfach  
CH-9014 St.Gallen  
Telefon 071 274 74 43  
Fax 071 274 76 63  
markus.daetwyler@empa.ch  
<http://www.ugra.ch>

## Umweltleistung in der Druckindustrie – Methodik zur Erhebung

### Mitglieder der Ugra-Umweltkommission

Theodor Beyeler, Coates Lorilleux International \*  
Alex Bodenmann, Zollikofer AG  
Gino Bonafini, eivd/comem+ \*  
Reto Burlet, Neue Zürcher Zeitung AG \*  
Gallus Hossli, Papierfabrik Biberist AG  
Ulrich Hübner, Basler Media AG  
Dieter Kläy, Viscom \*  
Mark Läderach, Druckerei Läderach  
Fritz Lehre, Ringier Print Adligenswil AG \*  
Jörg Michel, Perlen Papier AG  
Kurt Münger, EMPA \*  
Willi Ringeisen, Lange AG \*  
Hans Schefer, EMPA \*  
Heinz Schlapbach Ringier Print Zofingen AG  
Bruno Schmid TA-Media AG  
Felix Schneider, Maschinenfabrik Wifag \*  
René Theiler, VSD \*

\*) Projektbegleitender Ausschuss

### Projektbearbeitung

Kurt Münger, EMPA  
Martin Kilga, sinum  
Claude Siegenthaler, sinum  
Hans Schefer, EMPA

### Erhebung der Betriebsdaten

Basler Zeitung, Basel  
Colorserv AG, Winterthur  
W.Gassmann AG, Biel  
Druckerei Feldegg AG, Zollikerberg  
Druckerei Flawil AG, Flawil  
Neue Zürcher Zeitung AG, Zürich  
RDV Druckerei und Verlags AG, Berneck  
Ringier Print Adligenswil AG, Adligenswil  
Ringier Zofingen AG, Zofingen  
Ropress, Zürich  
TA-Media AG, Zürich  
Typolitho AG, Zürich  
Zollikofer AG, St.Gallen

# Inhaltsverzeichnis

<b>Zusammenfassung</b>	<b>5</b>
<b>1. Vorwort</b>	<b>5</b>
<b>2. Einleitung</b>	<b>6</b>
<b>3. Methodisches Vorgehen</b>	<b>7</b>
3.1 Anforderungen an die Methodik	7
3.2 Festlegung der Systemgrenzen	7
3.3 Erhebungsgrößen, Indikatoren und Bezugsgrößen	9
3.4 Methodik der Hochrechnung	10
<b>4. Datenerhebung und Analyse</b>	<b>11</b>
4.1 Betriebsdatenerhebung	11
4.2 Referenzdaten aus bereits vorliegenden Einzeluntersuchungen	11
4.3 Beurteilung der Indikatoren	15
4.4 Ermittlung des Stichprobenumfangs	15
4.5 Ergebnisse der Regressionsrechnung	17
4.6 Parameter der Regressionsrechnung	18
<b>5. Hochrechnungen im Vergleich</b>	<b>20</b>
5.1 Elektrizität	20
5.2 Wärme	20
5.3 Druckfarben	21
5.4 VOC-Emissionen	22
5.5 Sonderabfälle	23
5.6 Wasser und Abwasser	23
5.7 Auswahl des Clusters	24
<b>6. Ergebnisse und Diskussion</b>	<b>25</b>
6.1 Kennzahlen und Hochrechnung des Clusters 1/3 zu 2/3	25
6.2 Hochrechnung auf der schweizer Druckerindustrie 1999	25
6.3 Interpretation der Ergebnisse	27
6.4 Schlussfolgerungen im Hinblick auf eine periodische Aktualisierung	28
<b>Anhang</b>	<b>29</b>
Fragebogen	29
Regressionsvergleiche	31
Literaturverzeichnis	38

## Zusammenfassung

Die vorliegende Studie zielt primär darauf ab, eine Methodik zur Erhebung der Stoff- und Energieströme der Schweizer Druckindustrie zu entwickeln und diese für 1999 anzuwenden. Damit sollen der Branche kompakte Umweltinformationen zur Verfügung gestellt werden, die sie für umweltpolitische Entscheidungsfindungen und eine periodische Umweltberichterstattung nutzen kann. Gerade im Zuge der zunehmenden Umsetzung des Verursacherprinzips stehen Stoffflüsse im Zentrum des Interesses (Abwasser und Abfallgebühren, VOC-Abgabe, LSVA, CO<sub>2</sub>-Abgabe, etc.).

Darüber hinaus sollen die Ergebnisse den Druckereien zu einer einheitlichen Darstellung ihrer Betriebsdaten verhelfen, um künftige Erhebungen zu vereinfachen und über ein Benchmarking Kostensenkungspotentiale aufzudecken.

Bei der Ermittlung der branchenbezogenen Stoff- und Energieflüsse wurde allein von bereits verfügbaren Daten ausgegangen. Dazu wurden sämtliche relevanten Quellen inventarisiert und untersucht. Zusätzlich zu gesamtschweizerischen oder branchenbezogenen Statistiken – und das ist neu – wurde von den heute verfügbaren Ökobilanzen von zwölf Einzelbetrieben ausgegangen. Auf der Basis einzelbetrieblicher Kennzahlen wurden die Werte für die Branche hochgerechnet.

Es zeigt sich, dass heute nur für vereinzelte stoffliche Indikatoren branchenspezifische Schätzungen bestehen. Die meisten davon sind Studien zu entnehmen und werden nicht periodisch erhoben. Andererseits konnte mit der kleinen Stichprobe von nur zwölf Betrieben eine hohe Abdeckung der branchenspezifischen Stoffflüsse nachgewiesen werden. Die Hochrechnungen der einzelnen Indikatoren liegen im Vergleich mit den Referenzdaten denn auch in sehr plausiblen Grössenordnungen. Die Studie zeigt auf, wie die einzelnen Parameter zur Hochrechnung hergeleitet wurden und macht Vorschläge, was bei einer periodischen Anwendung der Methodik im Sinne einer branchenbezogenen Umweltberichterstattung zu beachten und zu verbessern ist.

## 1. Vorwort

Die grafische Industrie in der Schweiz hatte sich in den letzten 20 Jahren kontinuierlich mit umweltpolitischen Ansinnen und Anforderungen zu beschäftigen. Von den Rohmaterialien über die Prozesse bis hin zur Entsorgung, resp. dem Recycling wurden in vielen Betrieben grosse Fortschritte erzielt. Die ökologischen wie auch wirtschaftlichen Rahmenbedingungen werden jedoch auch in Zukunft weiterentwickelt – mit einem verlagerten Schwerpunkt von Geboten und Verboten hin zu marktwirtschaftlichen Instrumenten (Verursacherprinzip). Im Zuge dieser Entwicklung wird die Umweltleistung der Unternehmen zu einer relevanten Dimension auf dem Markt wie auch im demokratischen Prozess. Im vorliegenden Projekt werden die methodischen Grundlagen für eine periodische Umweltberichterstattung gelegt und für 1999 erstmalig angewendet.

Mit der Erhebung und Offenlegung von branchenbezogenen Umweltdaten kann die grafische Industrie eine Vorreiterrolle einnehmen und ihre vielfältigen Fortschritte zur Geltung bringen. Darüber hinaus bietet sich dem einzelnen Unternehmen die Möglichkeit, die betriebliche Umweltleistung im Rahmen eines Benchmarkings beurteilen zu können. Unter der Umweltleistung versteht diese Studie sämtliche Stoffflussdaten, welche umweltrelevant und objektiv erfassbar sind.

## 2. Einleitung

Die vorliegende Studie stellt eine Methodik zur Erhebung der Stoff- und Energieströme der Schweizer grafischen Industrie vor und wendet diese für 1999 an. Hierbei wird so weit wie möglich auf existierende Datengrundlagen abgestützt. Im einzelnen werden Quellen genutzt, wie sie von Wirtschaftsorganisationen, Unternehmungen und der öffentlichen Hand erhoben werden. Im Falle der grafischen Industrie sind dies u.a.:

- ▶ Wirtschaftsdaten der grafischen Branchenverbände
- ▶ Wirtschaftsdaten der Zulieferindustrie (Papier, Energie, Druckfarben etc.)
- ▶ Publierte Umweltberichte von Unternehmungen der grafischen Industrie
- ▶ Wirtschaftsdaten des Staates (BUWAL, AfUs etc.)

Die Stoffflussgrößen sind, abhängig von den gewählten Systemgrenzen, von betriebs- bzw. volkswirtschaftlicher Bedeutung und finden zum Teil bereits heute Eingang in die Statistiken von Branchenverbänden und staatlichen Organisationen. Sie sagen etwas über die wirtschaftliche Entwicklung der grafischen Industrie aus und sind für die Unternehmensplanung und allenfalls die staatliche Umweltpolitik bedeutsam.

Die Umweltkenngrößen, etwa Druckfarbenabfall pro Tonne bedrucktes Papier, sind dagegen Effizienzparameter. Sie hängen von einer Vielzahl von Faktoren ab, u.a. Produktionsverfahren, eingesetzte Umwelttechnologien, Maschinenstillstandzeiten, Auftragsumfang, Umweltverhalten am Arbeitsplatz. Umweltkenngrößen werden im Rahmen des betrieblichen Umweltmanagements verwendet, um die verbesserte Umwelleistung quantitativ auszuweisen.

Die Herausforderungen der Studie lassen sich auf folgende Punkte bringen

- ▶ Festlegung der Systemgrenzen
- ▶ Festlegung geeigneter Erhebungsgrößen
- ▶ Wahl der Stoffe und Materialien
- ▶ Methodik zur Hochrechnung auf die Schweiz
- ▶ Erhebung in den Betrieben
- ▶ Bildung geeigneter Kenngrößen

Kapitel 3 erläutert die Grundlagen der Methodik einschliesslich die festgelegten Rahmenbedingungen.

In Kapitel 4 wird die Methodik praktisch angewendet. In Kapitel 5 werden die Indikatoren nach verschiedenen Verfahren hochgerechnet und mit Referenzdaten verglichen. Gestützt darauf wird dasjenige Verfahren gewählt, welches sich als am besten geeignet herausstellt. Kapitel 6 diskutiert und bewertet die Ergebnisse der Stoffflussdaten und zieht Vergleiche zur Wirtschaft.

## 3. Methodisches Vorgehen

In diesem Kapitel sind die Grundlagen der Methodik einschliesslich die festgelegten Rahmenbedingungen eingehend erläutert. Ebenfalls dargelegt ist die Auswahl der Indikatoren, soweit sie auf die Qualität der erhobenen Daten abstützt. Welche Bezugsgrössen in dieser Studie effektiv benutzt werden, hängt von weiteren Kriterien ab, auf die im nächsten Kapitel eingegangen wird.

### 3.1 Anforderungen an die Methodik

Von der Methodik wird erwartet, dass sie mit vertretbarem Aufwand anzuwenden ist und eine gute Qualität der Daten liefert. Weiter sollen die Voraussetzungen für eine Überprüfbarkeit beispielsweise im Rahmen eines Reviews gegeben sein, was einen entsprechenden Stand der Dokumentation erfordert. Die Forderung nach Wiederholbarkeit ist hinsichtlich einer Fortsetzung der Studie als Zeitreihe im Turnus von zwei bis drei Jahren gestellt. Speziell hiermit verbunden ist die Forderung nach Konsistenz der Methode, Robustheit gegenüber der Stichprobensammensetzung und vollständige Dokumentation.

### 3.2 Festlegung der Systemgrenzen

Die Festlegung der Systemgrenzen definiert den Rahmen der Erhebung. Die Systemgrenzen schliessen die geografischen Grenzen, die branchenmässige Abgrenzung und die unternehmensbezogenen Stoff- und Energieflussgrenzen ein. Weiter ist der Zeitraum der Erhebung festzulegen.

Die geografischen Grenzen werden standortgebunden durch die Landesgrenzen festgelegt. Dies bedeutet, dass ausschliesslich die Produktion in der Schweiz einbezogen wird. Importierte Druckerzeugnisse sind somit nicht eingeschlossen. Dagegen werden auch Druckerzeugnisse einbezogen, wenn sie für den Export bestimmt sind.

Die branchenmässige Abgrenzung der grafischen Industrie ist in der heutigen – von raschem technologischen Wandel gekennzeichneten – Zeit sehr anspruchsvoll. Gemeinhin Verwendung findet die Systematik, die das Bundesamt für Statistik bei der Erarbeitung ihrer statistischen Daten verwendet (NOGA-Codes). Die hier postulierte Methodik berücksichtigt überdies die Gegebenheiten

der Branchenstruktur. Diese lässt sich durch folgende Merkmale beschreiben:

- ▶ Positionierung im Workflow: Druckvorstufe, Druck und Weiterverarbeitung
- ▶ Art der Unternehmung: Zeitungsdruck, Akzidenzdruck
- ▶ Verteilung nach Unternehmensgrösse

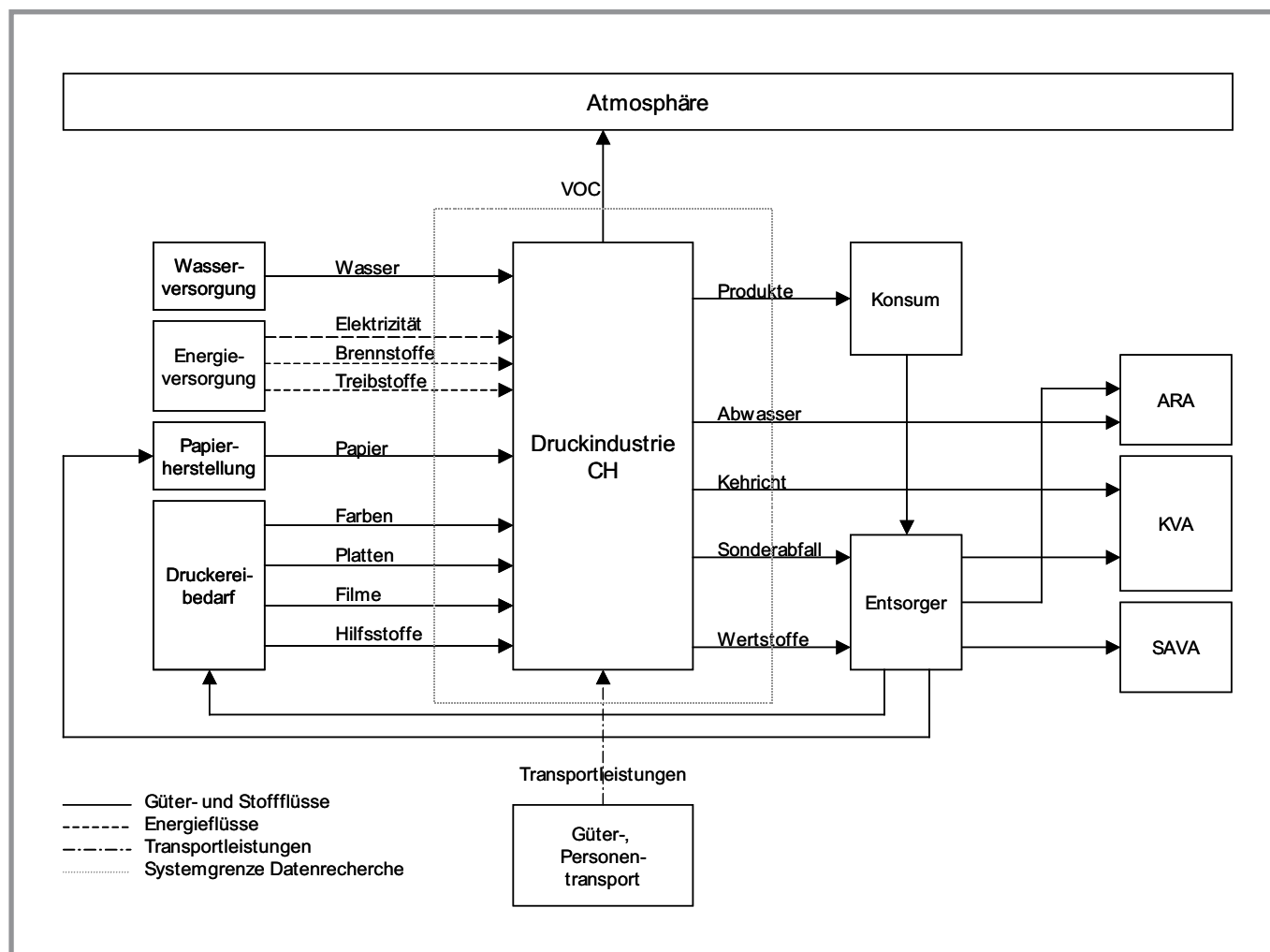
Es zeigte sich, dass die Systemabgrenzung «grafische Industrie» problembehaftet ist, da eigentlich nur für den Zeitungs- und Akzidenzdruck aussagekräftiges Datenmaterial vorliegt. Demnach wurde die Studie auf Druckereien eingeschränkt, wobei der Verpackungsdruck mangels Daten ausgeklammert werden musste. Diese Abgrenzung ist auch deckungsgleich mit der Statistik des Verbands der Schweizerischen Zellstoff-, Papier- und Kartonindustrie (ZPK) zum Papierverbrauch, d.h. nur Zeitungspapiere und grafische Papiere werden berücksichtigt.

Die unternehmensbezogenen Energie- und Stoffflussgrenzen einschliesslich Transportleistungen sind als Schema in Abbildung 1 zu ersehen. Diese Auswahl berücksichtigt sowohl die durch bisherige Erkenntnisse gesammelten als auch die politisch in Diskussion stehenden Umwelteinwirkungen der Branche. Auf der linken Seite sind die Eingangsgrössen angeordnet. Sie umfassen im wesentlichen die Produkte des Druckereibedarfs sowie die Energie- und Wasserversorgung. Die Transportleistungen umfassen den Güter- und den Personentransport; nicht jedoch den Pendlerverkehr. Die Ausgangsgrössen umfassen die für den Konsum bestimmten Produkte und die Emissionen von VOC, NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub> und CO<sub>2</sub>, Abwasser und Abfallstoffe. Letztere sind in Kehricht, Sonderabfälle und Wertstoffe unterteilt. Der Kehricht gelangt direkt in die Kehrichtverbrennung, wogegen Sonderabfälle in fester oder flüssiger Form nach den Bestimmungen der Verordnung über den Verkehr mit Sonderabfällen durch bewilligte Unternehmungen zu entsorgen sind. Als Wertstoffe sind Materialien bezeichnet, welche vom Entsorger gesammelt und ohne Behandlung der Zulieferwirtschaft zur Verwertung zugeführt werden. Die genutzten Produkte, also die gelesenen Drucksachen, treten den entsprechenden Weg über den Entsorger bzw. Altstoffhändler an, womit sich der Kreis schliesst. Abwasserreinigungsanlage (ARA), Kehrichtverbrennungsanlage (KVA) und Sonderabfallverbrennungsanlage (SAVA) empfangen diejenigen Stoffe, welche nicht einer weiteren Verwertung zugeführt werden können.

nen. Sie werden als End-of-Pipe Technologien bezeichnet. Die VOC-Emission ist als einzige direkte Emission aufgeführt, weil die politischen Aktivitäten hierzu schon am weitesten fortgeschritten sind. Die «anderen» Emissionen in die Umweltkompartimente, etwa CO<sub>2</sub> werden über Emissionsfaktoren (zum Beispiel für die Emissionen von Heizungen) berechnet.

Der Erhebungszeitraum wird mit 1999 veranschlagt. 2000 als Erhebungszeitraum wäre zwar aktueller. Der Preis der Aktualität wäre allerdings, dass zum Zeitpunkt des Projektes die Branchenstatistiken noch nicht verfügbar wären.

Abbildung 1  
Stoff- und Energieflussschema der grafischen Branche CH



### 3.3 Erhebungsgrössen, Indikatoren und Bezugsgrössen

Sämtliche direkt oder indirekt für den Zweck dieser Studie erhobenen Grössen werden als Erhebungsgrössen bezeichnet. Die Erhebungsgrössen können mehrerlei Funktionen erfüllen:

- ▶ Quantifizierung des betrachteten Stoffflussmerkmals, z.B. Abwassermenge
- ▶ Bildung von relativen Umweltkennzahlen, z.B. Druckfarbenabfall pro m<sup>2</sup> bedruckte Fläche
- ▶ Bezugsgrösse bzw. Indikator für das Hochrechnen auf die Schweiz, z.B. via Vollzeitstellen

Als Stoffflussmerkmal sind die Erhebungsgrössen ein Mass für die Umweltleistung, sofern sie als relevant erachtet werden. Es werden daher diejenigen Grössen betrachtet, welche umweltrelevant sind. Diesbezüglich kann auf Erfahrungen früherer Studien abgestützt werden (Ugra-Bericht 108/2).

Im Hinblick auf die gesamtschweizerische Ermittlung der Stoffflüsse werden Grössen gewählt, welche eine verlässliche Hochrechnung gestatten. Idealerweise sollte es sich um Grössen handeln, welche von den interessierenden Stoffflussgrössen linear abhängen. In den Erläuterungen über das methodische Vorgehen wird gezeigt, dass in diesem Fall die Hochrechnung auf eine einfache Multiplikation zurückgeführt werden kann. Im Unterschied zu den oben erwähnten Erhebungsgrössen brauchen Bezugsgrössen (z.B. Vollzeitstellen) nicht umweltrelevant zu sein.

Es kann vorkommen, dass ein und dieselbe Grösse, z.B. Papierverbrauch, sowohl eine Stoffflussgrösse, eine Bezugsgrösse für die Bildung von Umweltkennzahlen oder eine Bezugsgrösse für das Hochrechnen darstellen kann. Im folgenden werden die erhobenen Grössen entsprechend ihrem Verwendungszweck bezeichnet.

Im Vorfeld der Erhebung steht der genaue Verwendungszweck der Erhebungsgrössen allerdings noch nicht definitiv fest. Ebenso wenig ist gesichert, ob und wieweit sie sich für die Schlussauswertung eignen. Dies wird erst im Verlaufe der Auswertung mittels Tests abgeklärt. Generell wird angestrebt, dass die Umweltleistung durch Grössen ausgedrückt werden kann, welche einfach zu erheben sind und verlässliche Ergebnisse liefern. Solche Grössen werden auch als Indikatoren bezeichnet.

Bei der Erhebung wird darauf geachtet, dass sämtliche Grössen erhoben werden, welche sich als relevant herausstellen könnten. Wichtig ist aber auch eine praktikable Erhebung. Diese ist im Fall eingekaufter Materialien wie Papier oder Heizöl gegeben, da diesbezüglich auf buchhalterische Eintragungen zugegriffen werden kann. Im Unterschied dazu existieren bei Emissionen wie VOC nur vereinzelte Messdaten-Aufzeichnungen, weshalb diese Emissionen in der Regel über sogenannte Emissionsfaktoren aus der Fachliteratur abgeschätzt werden. In der vorliegenden Studie wurden nachstehende Grössen für das Betriebsjahr 1999 in Anlehnung an Abbildung 1 erhoben. Der eingesetzte Fragebogen ist im Anhang wiedergegeben.

#### Input

- ▶ Wasser
- ▶ Elektrizität
- ▶ Brennstoffe (Heizöl, Gas)
- ▶ Treibstoffe (Diesel, Benzin)
- ▶ Papier (Zeitungen, andere)
- ▶ Druckfarben (Zeitung, andere)
- ▶ Platten (Alu, andere)
- ▶ Filme
- ▶ Hilfsstoffe (Isopropanol, Reinigungsmittel, Entwickler, Fixierer, andere)

#### Output

- ▶ Druckprodukte (Zeitungen, andere)
- ▶ Makulatur (Zeitungen, andere)
- ▶ Abwasser
- ▶ Kehrlicht
- ▶ Sonderabfälle (Farben, Lösungsmittel, andere)
- ▶ VOC-Emissionen (Isopropanol, Reinigungsmittel, andere)
- ▶ Externe Transporte Güter (Flugzeug, Schiff, Bahn, LKW)
- ▶ Externe Transporte Geschäftsreisen von Personen (Flugzeug, Bahn, Auto)

#### Bezugsgrössen

Im Fragebogen sind als Bezugsgrössen ausgewiesen:

- ▶ Mitarbeiter (Vollzeitstellen)
- ▶ Umsatz in CHF
- ▶ Wertschöpfung in CHF
- ▶ Bedruckte Fläche

### 3.4 Methodik der Hochrechnung

Die erhobenen Unternehmensdaten werden als Stichproben einer Grundgesamtheit angenommen, welche durch die eingangs festgelegten Systemgrenzen charakterisiert sind. Anhand der Stichprobe wird auf die Druckindustrie Schweiz hochgerechnet. Das Vorgehen zur Hochrechnung gründet auf den Methoden der schliessenden Statistik.

Die Herausforderung besteht darin, zu einem bestimmten Zeitpunkt und aus der Gesamtheit der verfügbaren Daten Kennzahlen zu ermitteln, die eine verlässliche Schätzung der entsprechenden Flüsse auf Stufe der gesamten Branche gestatten. Deshalb werden Hochrechnungen für alle verfügbaren Bezugsgrössen angestellt und nebeneinander verschiedene Tests durchgeführt. Die Resultate werden mit verfügbaren Statistiken verglichen. Anhand dieser Tests lässt sich ein Gefühl dafür entwickeln, welche Bezugsgrösse bei aktueller Datenverfügbarkeit am ehesten verlässliche Resultate für eine Abschätzung der Branchenflüsse ergeben dürfte.

Im konkreten Falle der vorliegenden Berechnungen wurden die erhobenen Daten für alle Unternehmungen auf den Papierverbrauch in Tonnen bezogen. Zu Beginn dieser Studie stand der Papierverbrauch als geeignete Bezugsgrösse allerdings nicht fest, sondern wurde nach Evaluation der verschiedenen Hochrechnungen und Tests ausgewählt. In diesen Tests wurde für zusätzliche Bezugsgrössen geklärt, wieweit sie geeignet sind, Werte zu erzeugen, welche mit den Methoden der Statistik behandelt werden können, d.h. zum berechneten Mittelwert normalverteilt sind. Alternativ zum Papierverbrauch wurden u.a. die Anzahl Mitarbeiter sowie der Umsatz als Bezugsgrössen getestet.

#### Lineare Regression

Die Tests wurden grossenteils qualitativ durch grafisches Auftragen der Erhebungsgrösse gegen die Bezugsgrösse vorgenommen. Resultiert dabei ein linearer Verlauf durch den Ursprung des Koordinatensystems, so weist dies die Bezugsgrösse als geeignet aus. Ein Mass für die Linearität ist der Korrelationskoeffizient  $R^2$  kann Werte zwischen  $-1$  und  $+1$  annehmen. Ist  $R^2$  positiv, so vergrössert sich die erhobene Grösse mit grösser werdender Bezugsgrösse. Negative Werte von  $R^2$  zeigen ein entgegen-

gesetztes Verhalten an  $R^2$  gleich oder wenig kleiner als 1 zeigt ein annähernd lineares Verhalten an. Die lineare Regression wurde jeweils für die Gesamtstichprobe als auch für bestimmte Clusterbildungen vorgenommen.

#### Clusterbildung

Das Clusterverfahren stellt eine Methode dar, welche die oben beschriebene Hochrechnung differenziert. Danach wird die Grundgesamtheit nach vorgegebenen Kriterien in zwei oder mehrere Teilmengen A, B ... unterteilt, welche individuell behandelt werden.

Das Rechenvorgehen ist an einem konkreten Beispiel skizziert. Die grafische Industrie wird in KMU (d.h. klein bis mittelgrosse Unternehmen, unter 250 Mitarbeiter), grosse Akzidenzdruckereien (ab 250 Mitarbeiter) und Zeitungsdruckereien unterteilt. In diesem Fall wird die Auswertung isoliert für jede der drei Teilmengen vorgenommen. Das heisst, es werden drei Stichproben erhoben und für jede der Stichprobe via Regressionsanalyse die Parameter berechnet, anhand derer auf die Teilmenge hochgerechnet werden kann. Dieses Vorgehen hat den Vorteil, dass den betriebspezifischen bzw. branchenspezifischen Gegebenheiten besser Rechnung getragen wird und damit homogenere Daten anfallen.

Die statistische Behandlung wird in der Praxis allerdings dadurch erschwert, dass in der Branche Mischformen (Zeitungsdruck, Akzidenzdruck) existieren, welche keine getrennte Materialwirtschaft vornehmen.

Eine weitere Erschwernis ist die Verteilung der grafischen Papiere auf die beiden Cluster der Akzidenzdruckereien. Um diese Problematik aufzuzeigen wurde die Hochrechnung zweimal mit unterschiedlichen Verteilungen der grafischen Papiere durchgeführt:

- ▶ 1/3:2/3: zweidrittel der grafischen Papiere werden in den kleinen bis mittelgrossen Druckereien verarbeitet und ein Drittel in den grossen Druckereien
- ▶ 50:50: je die Hälfte wird in den kleinen bis mittelgrossen Druckereien (bis 250 Mitarbeiter) und in den grossen Druckereien (ab 250 Mitarbeiter) verarbeitet

## 4. Datenerhebung und Analyse

Dieses Kapitel wendet die im vorangehenden Kapitel beschriebene Methodik praktisch an. Konkret werden die Betriebsdaten erhoben, die zugänglichen Datenquellen recherchiert und die Qualität der erhobenen Daten geprüft. Weiter wird der Umfang der Stichprobe ermittelt. Abschliessend wird entschieden, welches der oben vorgestellten Verfahren zur Hochrechnung angewendet werden soll.

### 4.1 Betriebsdatenerhebung

Der Fragebogen (vgl. Anhang) wurde insgesamt 24 Unternehmungen der grafischen Industrie zugestellt. Diese Stichprobe ist zweifelsohne klein und lässt entsprechende grosse Unsicherheiten bei der Hochrechnung erwarten. Dies erklärt sich aus dem Umstand, dass erst von wenigen Druckereien bekannt ist, dass sie ökologische Daten systematisch erheben. Durch mehrmaliges Nachfragen konnten schliesslich zwölf Unternehmungen gewonnen werden, das Formular auszufüllen und zu retournieren. Es handelt sich insbesondere um Druckereien, welche im Rahmen des betrieblichen Umweltmanagements diese Erhebungen routinemässig durchführen.

Die Datenblätter wurden sorgfältig einer Eingangsprüfung unterzogen. Die Ergebnisse sind in Abbildung 2 zusammengestellt. Für jedes Unternehmen wurde ermittelt, welche Daten erhoben werden. Danach werden auf Inputseite im Vergleich zur Outputseite weit differenziertere Daten erhoben. Dies ist in erster Linie der Betriebsbuchhaltung zuzuschreiben, welche das Wasser, die eingekaufte Elektrizitätsmenge, die Brennstoffe und das Papier genau ausweist. Dies trifft auch für die übrigen Stoffe zu. Auf Outputseite bestehen mehrere Lücken, da Abfallstatistiken erst in jüngerer Zeit geführt werden.

### 4.2 Referenzdaten aus bereits vorliegenden Einzeluntersuchungen

Ein wesentlicher Bestandteil der vorliegenden Studie besteht im Einbeziehen von bereits existierenden Branchenstatistiken. Durch die langjährige Auseinandersetzung mit Umweltfragen der grafischen Industrie liegt diesbezüglich ein guter Kenntnisstand über die vorhandenen Datenquellen vor. Diese erfassen folgende Indikatoren:

- ▶ Wasser
- ▶ Energie
- ▶ Papier
- ▶ Druckfarben
- ▶ Druckplatten
- ▶ Hilfsstoffe
- ▶ Entsorgung
- ▶ Verkehr
- ▶ VOC
- ▶ Mitarbeiter
- ▶ Umsatz

In Abbildung 3 sind die erwähnten Datenquellen zusammengestellt und dokumentiert. Insbesondere sind die Indikatoren qualitativ beurteilt und die Periodizität der Erhebung angegeben. Im Falle von Wasser handelt es sich beispielsweise um eine Erhebung von ECOPLAN aus dem Jahre 1990, welche im Rahmen einer Studie über «Die ökologischen und wirtschaftlichen Auswirkungen der neuen Finanzordnung mit ökologischen Anreizen» einmalig erhoben und auf 1995 hochgerechnet wurde. Im Gegensatz dazu werden die Daten für Papier durch den Verband der Schweizerischen Zellstoff-, Papier und Kartonindustrie (ZPK) jährlich erhoben.

Für die Jahre 1992 und 1999 hat überdies das Beratungsunternehmen Infrac im Auftrag des ZPK eine Stoffflussstudie im Hinblick auf eine vorgezogene Gebühr für die Entsorgung von Altpapier erhoben. Aus dieser Studie kann u.a. entnommen werden, dass ca. 14% des gesamten Verbrauchs an grafischen Papieren neben den Druckereien vorbeifliesst. Dieser Anteil wurde in den Berechnungen vom Total der grafischen Papiere abgezogen.

Für die vorliegende Studie sind diejenigen Daten von Interesse, welche periodisch erhoben werden. Sie schaffen die Voraussetzung, dass die Studie zu einem späteren Zeitpunkt nach der gleichen Methode wiederholt werden kann. (vgl. Anforderungen an die Methodik)

**Abbildung 2**

Zusammenfassung der Datenerhebung; x steht für «Fragebogen oder zugesandte Input-Output-Bilanz enthalten die entsprechenden Daten», (x) steht für «Daten aus anderer Quelle (Homepage, Geschäftsbericht)» und a steht für «Daten aus anderer Quelle und anderem Jahr». Fehlende Einträge zeigen an, dass die entsprechenden Daten nicht zugänglich waren.

**Indikatoren**

Unternehmen

Betrieb 1 Betrieb 2 Betrieb 3 Betrieb 4 Betrieb 5 Betrieb 6 Betrieb 7 Betrieb 8 Betrieb 9 Betrieb 10 Betrieb 11 Betrieb 12

**Input**

Einheit

Wasser		x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x
Elektrizität		x	x	(x)	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Brennstoffe	Heizöl		x	(x)	x	x				x			x
	Gas	x	x	(x)		x		x	x	x	x	x	x
Treibstoffe	Diesel	x	x	(x)	x		x	x		x			
	Benzin	x	x	(x)		x	x	x	x	x			
Papier	Zeitung	x	x	x	x	x				x			x
		x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x
Druckfarben	Zeitung	x		x						x			x
		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Platten	Alu	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	
			x	x									
Filme			x		x	x	x	x			x		
Hilfsstoffe	IPA	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x
	Reinigungsmittel	x	x	x	x	x	x	x			x	x	x
	Entwickler		x	x	x	x	x	x	x		x	x	x
	Fixierer		x	x	x	x	x	x	x		x	x	x
			x		x	x	x			x	x	x	

**Output**

Produkte	Zeitungen			x								x	x
			x	x	x							x	
Makulatur	Zeitungen	x		x								x	
		x	(x)	x	x		(x)	(x)	(x)		x	x	
Abwasser		x	x			x	x		x		x	x	x
Kehricht		x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x
Sonderabfälle	Farben		x	x	x	x		x	x		x	x	
	Lösungsmittel		x	x	x	x		x	x		x	x	
	andere		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
VOC-Emissionen	IPA	x	x	x	x	x	x	x		x	x		x
	Reinigungsmittel	x			x		x	x			x		x
	andere		x	x	x	x	x	x		x	x		x

**externe Transporte**

Güter	Flugzeug	tkm											
	Schiff	tkm		x		x							
	Bahn	tkm		x		x							
	LKW	tkm		x		x		x					
Personen (Geschäftsreisen)	Flugzeug			x		x						x	
	Bahn												
	Auto			x		x		x					x

**Bezugsgrössen**

Mitarbeiter		x	a	x	a	x		x	x	x	x	x	x
Umsatz	CHF		a	x	a				x		x	x	x
Wertschöpfung	CHF								x			x	x
bedruckte Fläche	m2		(x)		(x)		x					x	

Abbildung 3  
Zusammenfassung der Datenquellen

Indikator	Quelle	Beschreibung/Qualität des Indikators	Adresse	Periodizität	
Wasser	<b>ECOPLAN 1999</b> , Ökologische und wirtschaftliche Auswirkungen der neuen Finanzordnung mit ökologischen Anreizen	hochgerechnete Werte aus den 1990 Werten für das Jahr 1995, GRA grafische Branche	www.ecoplan.ch	einmalig	
Energie	Elektrizität, Heizöl/Gas, Diesel/Benzin, Fernwärme	<b>ECOPLAN 1999</b> , Ökologische und wirtschaftliche Auswirkungen der neuen Finanzordnung mit ökologischen Anreizen	hochgerechnete Werte aus den 1990 Werten für das Jahr 1995, GRA grafische Branche	www.ecoplan.ch	einmalig
	Erdölprodukte, Elektrizität, Gas, Kohle u. Holzkohle, Fernwärme, Müll- u. Industrieabfälle, übrige	<b>BFE</b> , Gesamtenergiestatistik: Tabelle 17c "Erhebung des Endenergieverbrauches der Industrie und im Dienstleistungssektor"	Druckindustrie und Papierindustrie als Total [NOGA-Systematik 21,22 (Papier, Druck)]	BUWAL Hr Felix Andrist 031 322 56 09 BUWAL Hr Gerold Truniger 031 322 56 09	jährlich
	Elektrizität; Kohle; Öl; Diesel; Benzin; Gas; Fernwärme; Biobrennstoffe	<b>Verband der Schweizerischen Zellstoff-, Papier und Kartonindustrie</b> ; Jahresbericht	nur Papierindustrie	zpk Martin Häberli 01 266 99 45 zpkhaeb@active.ch	jährlich
Papier	<b>zpk: Verband der Schweizerischen Zellstoff-, Papier und Kartonindustrie</b> ; Jahresbericht	Gesamtpapierverbrauch der Schweiz Aufteilung in Zeitungspapier, grafische Papiere, Hygienepapiere, etc.	zpk Martin Häberli 01 266 99 45 zpkhaeb@active.ch	jährlich	
	<b>Infras 2000</b> , Stoffflüsse der Schweiz 1999 von Papier, Karton und Wellpappe	3.3.3 Output: Verarbeitete Produkte aus P/K/W [S.23] ... Mehr als 2/5 Zeitungen und Zeitschriften, 2/5 Werbe- und Geschäftsdrucksachen. 14% der Papiere gelangen in unbedruckter Form .... (gemäss Herrn Häberli handelt es sich bei dieser Zahl um eine Schätzung und wird nicht so schnell wieder erhoben)	www.infras.ch	für die Jahre 1992, 1999	
	<b>cepiprint</b>	Verweis auf zpk für CH-Statistik	Herr René Kramer, Telefon, 01 202 17 53		
Farben	<b>Carbotech 1994</b> , Grundlagen und Instrumente für eine Vereinbarung über die VOC-Reduktion in der grafischen Branche	methodisch sehr gut (differenziert), was Erfassung anbelangt etwas alt (1992)	www.carbotech.ch	einmalig	
	<b>VSLF</b> , monatliche Statistik	Gemäss Angaben von Herrn Mutter werden nur ca. 50-60% des Druckfarbenverbrauchs abgedeckt (exkl. Stehlin Hostag)	vslf Verband Schweizerischer lack- und Farbenfabrikanten, Badenerstr. 701 8048 Zürich 01 431 41 91 Hr. Mutter	monatlich	
	<b>Oberzoldirektion</b> , Import-Exportstatistik	Export nicht ersichtlich (verdeckt)			
Druckplatten	<b>AGFA</b>	keine Verbrauchszahlen, aber sehr hilfsbereit (Hinweis auf Zollstatistik)	AGFA Alexander Bohny Leiter Logistik 01 823 72 71 abohny@agfa.ch Stettbachstrasse 7 8600 Dübendorf		
	<b>Oberzoldirektion</b> , Import-Exportstatistik	Tarifnummern und Auskünfte dazu Statistik	zentrale.ozd-tarif@ezv.admin.ch Hans.Buergi@ezv.admin.ch	jährlich	
Hilfsstoffe	<b>Druckchemie Roggliswil</b>				

Indikator	Quelle	Beschreibung/Qualität des Indikators	Adresse	Periodizität
Produkte	<b>Oberzolldirektion</b> , Import-Exportstatistik	Import von gedruckten Erzeugnissen Import/Export grafischer Produkte (Zeitungen, Zeitschriften) sehr ausführlich dokumentiert (diverse Zolltarifnummern, in kg und CHF)	Hans.Buergi@ezv.admin.ch	jährlich
Entsorgung	Sonderabfall <b>BUWAL</b> , VVS-Statistik 1998	zu grob einzelne Abfallcodes zuverlässig zuordbar	<a href="http://www.buwal.ch/abfall/data_1999.htm">http://www.buwal.ch/abfall/data_1999.htm</a>	jährlich
	diverse <b>Entsorgungslösung viscom</b>	Entsorger trotz mehrmaliger Kontaktaufnahme nicht bereit Zahlen zu liefern	<a href="http://www.viscom.ch">www.viscom.ch</a>	
Verkehr	<b>UVEK</b> , LSVA-Abgabe	UVEK Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation		in Zukunft?
VOC	<b>Carbotech 1994</b> , Grundlagen und Instrumente für eine Vereinbarung über die VOC-Reduktion in der grafischen Branche	methodisch sehr gut (differenziert), was Erfassung anbelangt etwas alt (1992)	<a href="http://www.carbotech.ch">www.carbotech.ch</a>	einmalig
	<b>www.voc-arm-drucken.ch</b> <b>BUWAL</b> , VOC-Statistik	nur einzelne Kantone abgedeckt AG, BE, BS/BL, LU wird für das Jahr 2000 zum erstmalig erstellt, Vorgehen noch weitgehend unklar (produkt- oder branchenbezogen)	BUWAL Fr.Steiner tel 031 322 75 52	jährlich in Zukunft?
	<b>CORINAIR</b>	Zahlen für 1990 und Prognosen für 1995 resp. 2000 Hinweis: Carbotech ermittelt (Auftrag BUWAL) die VOC-Emissionsdaten der grafischen Branche CH für das Jahr 1998 (Herbst 2001 verfügbar)	BUWAL Hr. Dauwalder 031 322 68 24	
Mitarbeiter	<b>viscom, VSD</b>	Grundlage: BFS, Beschäftigungsstatistik	<a href="http://www.viscom.ch">www.viscom.ch</a>	<a href="http://www.vsd.ch">www.vsd.ch</a> 3 jährlich
Umsatz	<b>viscom, VSD</b>		<a href="http://www.viscom.ch">www.viscom.ch</a>	<a href="http://www.vsd.ch">www.vsd.ch</a> jährlich
Diverse	<b>IÖW</b> , Ein branchenbezogenes Umweltkennzahlensystem für Druckereien	Institut für ökologische Wirtschaftsforschung (IÖW): repräsentative Untersuchung für Deutschland inkl. Tabelle mit Kennzahlen für KMU	<a href="http://www.tu-harburg.de/UMWELT98/papers/sekto_r_d/steinfeldt/text.html">http://www.tu-harburg.de/UMWELT98/papers/sekto_r_d/steinfeldt/text.html</a>	einmalig
	<b>Ökopol 1999</b> , Ermittlung des Standes der Technik und der Emissionsminderungspotentiale zur Senkung der VOC-Emissionen aus Druckereien	für Deutschland	<a href="http://www.oekopol.de/">www.oekopol.de/</a>	einmalig

### 4.3 Beurteilung der Indikatoren

In Abbildung 4 ist für sämtliche beobachteten Grössen je eine Empfehlung aufgeführt, wieweit sie sich als Bezugsgrösse für die Hochrechnung eignen. Die Tabelle stützt auf die Erfahrungen des projektbegleitenden Ausschusses ab und zeigt auf, welche Daten trotz Relevanz und Eignung aufgrund der mangelhaften Datenqualität nicht einbezogen werden konnten.

Zur Beurteilung werden sowohl die Eigenschaften der Referenzdaten (Abbildung 3) als auch die Eigenschaften der erhobenen Betriebsdaten (Abbildung 2) einbezogen, welche in Spalte 1 und Spalte 2 eingetragen sind. Die letzte Spalte ist mit Indikator überschrieben und in drei Subspalten unterteilt. Die erste Subspalte nimmt gestützt auf die ökobilanztechnische Sicht eine qualitative Eignungsbeurteilung vor, d.h. erzeugt ein Indikator (gestützt auf die Vielzahl einzelbetrieblicher Ökobilanzen) eine relevante Umweltbelastung, wird er als geeignet eingestuft.

In der zweiten Subspalte «Empfehlung» wird die Beurteilung des Ugra-Begleitgremiums wiedergegeben. Inputseitig sind speziell Materialien des Druckbedarfs als ungeeignet für die vorgesehene Auswertung eingestuft. Abgesehen von Isopropanol werden diese Materialien weder volkswirtschaftlich noch betriebswirtschaftlich systematisch erhoben. Weiter kommt hinzu, dass sie aufgrund ihres differenzierten Einsatzes nicht gesichert einem Prozess zugeordnet werden können. Outputseitig sind speziell Abfälle als ungeeignet für ein Hochrechnen beurteilt worden.

In der dritten Subspalte mit der Überschrift «Verwendung» sind schliesslich alle Indikatoren aufgelistet, welche in die Berechnungen einbezogen wurden. Für diese Selektion wurde die Qualität der erhobenen Daten und ihre Eignung zur Hochrechnung überprüft, d.h. wenn sich ein Indikator zwar grundsätzlich eignen würde und auch empfohlen wurde, aber die Daten nicht homogen (z.B. Druckplatten: verschiedene Materialien, nicht eindeutige Einheiten [z.B. Angabe in Stk.]) waren, wurde auf diesen Indikator verzichtet. Die zusätzliche Aufnahme der Indikatoren Kehrlicht und Sonderabfälle beruht darin, dass diese in die Berechnung der direkten Umweltkosten einfließen.

### 4.4 Ermittlung des Stichprobenumfangs

Anhand der Erhebungen wird für sämtliche Indikatoren der Stichprobenumfang ermittelt. Dieser stellt ein qualitatives Mass für die Verlässlichkeit der zu ermittelnden Parameter dar. Dazu werden die Stoffflüsse der erfassten Betriebe in Abbildung 5 summiert und mit den vorhandenen statistischen Referenzdaten für die Druckindustrie der Schweiz verglichen. Hieraus geht für jeden Stoff hervor, welchen % Anteil die erhobene Stichprobe abdeckt. Beim Papierverbrauch zeigt sich deutlich, dass unsere Stichprobe einen beträchtlichen Anteil (57%) des gesamten Zeitungsmarktes der Schweiz abdeckt, aber der Akzidenzdruck (grafische Papiere) einen vergleichbaren kleinen Teil des Gesamtvolumens abdeckt. Bezüglich des gesamten Papierverbrauchs in Druckereien deckt die Studie einen Drittel ab.

Vergleicht man die Anteile beim Papier mit den ermittelten Anteilen der Indikatoren Wärme, Wasser, Sonderabfälle, Druckfarben und VOC-Emissionen, kann festgehalten werden, dass in diesen Bereichen die Anteile durchwegs kleiner sind. Welches sind nun mögliche Gründe? Zum einen sind nicht von allen Betrieben Angaben zu allen Indikatoren gemacht worden, d.h. ein Unternehmen trägt beispielsweise zum hohen Papieranteil bei, macht jedoch keine Angaben zu Wärme, VOC, etc. Andererseits dürften die von der Studie erfassten Unternehmen als umweltbewusste Vorreiter gelten und deshalb auch eine höhere Materialeffizienz und eine geringere Emissionsintensität aufweisen. Speziell im Falle der Druckfarben stellen die vom Verband mitgeteilten Werte grobe Schätzungen dar, weil der Anteil von Direktimporten nicht genau bekannt ist. Schliesslich kommt auch als plausible Erklärung in Frage, dass sich einzelne Referenzdaten als unzureichend erweisen, da sich die Werte auf frühere Jahre beziehen und damit das Wachstum der Branche nicht berücksichtigen. Insgesamt darf gesagt werden, dass die Abdeckung des Gesamtmarktes durch die zwölf erfassten Betriebe für den Zweck dieser Studie repräsentativ ist.

Der totale Stromverbrauch zeigt, wenn wir den Anteil bezüglich der Ecoplan-Studie betrachten, eine sehr gute Übereinstimmung, aber bei der Betrachtung des Anteils bezüglich des berechneten BFE-zpk-Wertes, um einen Faktor 2 zu kleinen Wert, was mit dem Argument, dass die Verpackungsdrucker nicht Teil unserer Studie sind, plausibel erklärt werden kann.

Abbildung 4

Zusammenfassung der Datenerhebung, Beurteilung der Indikatoren (Eignung, Empfehlung) und Verwendung für weitere Berechnungen (vgl. Erläuterungen im Text)

Input	Referenzdaten			Betriebsdaten		Indikator			
	Quelle	Datenqualität	Periodizität	Datenqualität	Anzahl Daten	Eignung	Empfehlung	Verwendung	
Wasser	ecoplan 1995	mittel	Studie	gut	12	gut			
Elektrizität	ecoplan 1995 BFE-zpk	mittel mittel	Studie jährlich	gut	12	gut	ja	ja	
Brennstoffe	Heizöl	ecoplan 1995 BFE*-zpk	mittel mittel	Studie jährlich	schlecht	6	gut	ja	ja
	Gas	ecoplan 1995 BFE*-zpk	mittel mittel	Studie jährlich	mittel	10	gut	ja	ja
Treibstoffe	Diesel	ecoplan 1995 BFE*-zpk	schlecht schlecht	Studie jährlich	schlecht schlecht	7	gut	ja , qualitativ	
	Benzin	ecoplan 1995 BFE*-zpk	schlecht schlecht	Studie jährlich	schlecht schlecht	8	gut	ja , qualitativ	
Papier	Zeitung	zpk	gut	jährlich	gut	7	gut	ja	ja
	andere	zpk£	mittel	jährlich	gut	10	gut	ja	ja
Druckfarben	Zeitung	VSLF\$	gut	monatlich	gut	5	gut	ja	ja
	andere	VSLF\$	gut	monatlich	gut	12	gut	ja	ja
Platten		Oberzoldirektion	schlecht				gut	ja	
	Alu				schlecht	10			
	andere (Stahl, ...)				schlecht	2			
Filme					mittel	6			
Hilfsstoffe		carbotech 1993	mittel	einmalig					
	IPA	BUWAL VOC	?	erstmalig 2001	gut	11	gut	ja	
	Reinigungsmittel				mittel	10	gut	ja	
	Entwickler				gut	10			
	Fixierer				gut	9			
<b>Output</b>									
Produkte		Oberzoldirektion (Import/Export)	gut	jährlich			gut	ja	
	Zeitungen				schlecht	3	gut	ja	
	andere				schlecht	4	gut	ja	
Makulatur	Zeitungen				schlecht	3	gut	ja	
	Altpapier				gut	9	gut	ja	
Abwasser					gut	8	gut	ja	ja
Kehricht					gut	11			ja
Sonderabfälle	Farben	BUWAL VVS	gut	jährlich	gut	8			ja
	Lösungsmittel				gut	8			ja
	andere				gut	10			
VOC-Emissionen		<a href="#">voc-arm-drucken</a> BUWAL VOC	gut	jährlich erstmalig 2001			gut	ja	ja
	IPA				gut	10			
	Reinigungsmittel				mittel	6			
	andere				mittel	7			
<b>externe Transporte</b>									
Güter	Flugzeug						gut	ja , qualitativ	
	Schiff				schlecht	2	gut	ja , qualitativ	
	Bahn				schlecht	2	gut	ja , qualitativ	
	LKW	LSVA		in Zukunft?	schlecht	3	gut	ja , qualitativ	
Personen	Flugzeug				schlecht	2	gut	ja , qualitativ	
(Geschäftsreisende)	Bahn						gut	ja , qualitativ	
	Auto				schlecht	4	gut	ja , qualitativ	
<b>Bezugsgrößen</b>									
Mitarbeiter		VSD / BFS	gut	3 jährlich	gut	11	gut	Kontrolle	
Umsatz		VSD	gut	jährlich	gut	7	gut	ja	
Wertschöpfung		VSD	gut	jährlich	schlecht	3	gut	nein	
bedruckte Fläche					schlecht	4	gut	Papierverbrauch	ja

Abbildung 5

Erhobene Gesamtmengen (Verbrauch) der zwölf Unternehmen [Betriebsdaten], Gesamtmengen der Druckindustrie CH [Referenzdaten] und der Anteil der erhobenen Mengen an der Gesamtmenge

Indikator		Stichprobe 12 Druckereien Verbrauch	Druckindustrie CH		
			Anteil am Verbrauch	Verbrauch	Quelle
Papierverbrauch total	t	305'874	33%	935'292	zpk <sup>1</sup>
Zeitung	t	181'058	57%	318'500	zpk <sup>1</sup>
grafische Papiere	t	124'817	20%	616'792	zpk <sup>1</sup>
Druckfarben total	t	6'845	62%	11'090	vslf <sup>2</sup>
Zeitung	t	2'546	49%	5'168	vslf <sup>2</sup>
andere	t	4'198	71%	5'922	vslf <sup>2</sup>
Strom total	MWh	100'152	30%	329'722	Ecoplan 1999 <sup>3</sup>
	MWh		15%	646'944	BFE-zpk <sup>4</sup>
Wärme total (inkl. Fernwärme)	MWh	68'177	11%	620'556	Ecoplan 1999 <sup>3</sup>
Gas	MWh	46'591	14%	329'722	Ecoplan 1999 <sup>3</sup>
	MWh		9%	533'889	BFE-zpk <sup>4</sup>
Heizöl	MWh	13'764	5%	290'833	Ecoplan 1999 <sup>3</sup>
Wasser	m3	671'323	14%	4'900'000	Ecoplan 1999 <sup>3</sup>
Abwasser	m3	184'364			
Kehricht	t	1'410			
Sonderabfälle total	t	329			
Farben	t	45	11%	408	VVS <sup>5</sup>
VOC-Emissionen	t	456	10%	4'400	Carbotech <sup>6</sup>

<sup>1</sup> Verband der Schweizerischen Zellstoff-, papier und Kartonindustrie; Jahresbericht 1999

<sup>2</sup> vslf Verband Schweizerischer Lack- und Farbenfabrikanten (Angabe, dass nur ca. 50-60% des Verbrauchs erfasst wurde, darum Verdoppelung)

<sup>3</sup> ECOPLAN 1999, Ökologische und wirtschaftliche Auswirkungen der neuen Finanzordnung mit ökologischen Anreizen

<sup>4</sup> Berechneter Wert aus BFE, Gesamtenergiestatistik und zpk, da das BFE den Energieverbrauch für Papier und Druck zusammen erhebt

<sup>5</sup> BUWAL, VVS-Statistik (Code 1640 und 1650)

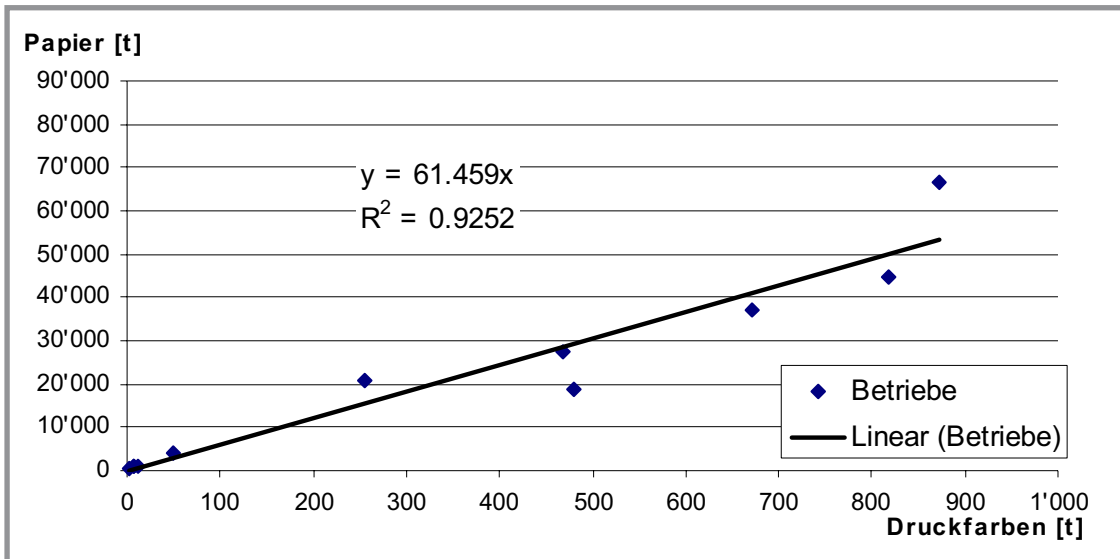
<sup>6</sup> Carbotech 1994, Grundlagen und Instrumente für eine Vereinbarung über die VOC-Reduktion in der grafischen Branche

## 4.5 Ergebnisse der Regressionsrechnung

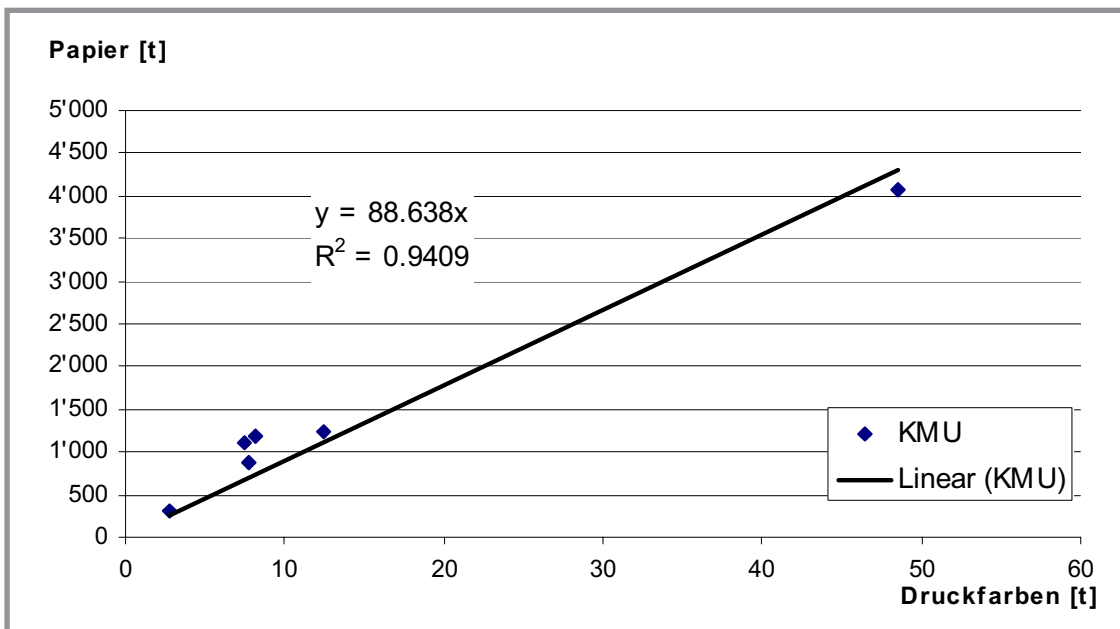
In Abbildung 6 ist das Ergebnis der statistischen Auswertung beispielhaft für Druckfarbe in Abhängigkeit des Papierverbrauchs für die zwölf erfassten Druckereien dargestellt. Die Punkte wurden rechnerisch an eine Regressionsgerade angepasst, welche durch den Ursprung des Koordinatensystems verläuft. Es wird hierbei visuell ein weitgehend linearer Verlauf festgestellt, was mit dem Regressionskoeffizienten  $R^2$  von 0.9252 bestätigt wird. Der Wert der Steigung von  $y = 61.5$  t Papier pro t Druckfarbe kann somit für das Hochrechnen verwendet werden. In Abbildung 7 wird am gleichen Beispiel geprüft, wieweit durch Clusterbildung eine verbesserte Regression erzielt werden kann. Hierzu wurde auf sechs klein- bis mittelgrosse KMU-Druckereien eingeschränkt. Der

Regressionskoeffizient fällt etwas höher aus, womit gezeigt ist, dass ein verbesserter linearer Zusammenhang besteht.

Auf die gleiche Weise wurde mit den übrigen Indikatoren verfahren. Die Ergebnisse der Auswertung sind im Anhang grafisch wiedergegeben.



**Abbildung 6**  
Gegenüberstellung von Druckfarbenverbrauch und Papierverbrauch aller Unternehmen



**Abbildung 7**  
Gegenüberstellung von Druckfarbenverbrauch und Papierverbrauch der KMU

#### 4.6 Parameter der Regressionsrechnung

In Abbildung 8 sind die Parameter der Regressionsrechnung tabellarisch zusammengefasst. Für Druckfarben und Stromverbrauch konnte in beiden Fällen (alle Betriebe, nur KMU) eine weitgehende Linearität festgestellt werden. Ein bemerkenswertes Ergebnis ergab sich beim Treibstoffverbrauch (KMU), wo ein grosser Zusammenhang zwischen Papierverbrauch und dem Treibstoffver-

brauch nachgewiesen werden konnte. Weiter konnte eine mässige Linearität bei den nachfolgenden Indikatoren ermittelt werden: Abwasser (in beiden Fällen), Wasser (KMU), Kehrlicht (KMU) und VOC-Emissionen (KMU). Bei den übrigen Indikatoren ergab sich kein eindeutiger Zusammenhang zwischen Papierverbrauch und Indikator-

Indikator	Verbrauch Stichprobe 12 Druckereien			Referenzdaten	
	Verbrauch CH	Quelle			
Papierverbrauch alle Betriebe t	305'874	935'292	zpk		
<b>Parameter der Regressionsrechnung</b>					
	<b>y=</b>	<b>R<sup>2</sup></b>	<b>Hochrechnung CH</b> Via Papierverbrauch		
Druckfarben alle Betriebe t	61.459x	<b>0.9252</b>	14'898	11'090	vsif
KMU t	88.638x	<b>0.9409</b>	10'552		
Strom alle Betriebe MWh	0.0032x	<b>0.9563</b>	301'707	329'722	Ecoplan 1999
KMU MWh	0.0014x	<b>0.9989</b>	668'066	646'944	BFE-zpk
Wärme alle Betriebe MWh	0.003x	<b>0.2926</b>	311'764	620'556	Ecoplan 1999
KMU MWh	0.0052x	<b>0.3471</b>	179'864		
Wasser alle Betriebe m3	0.1833x	<b>0.1042</b>	5'102'520	4'900'000	Ecoplan 1999
KMU m3	0.3608x	<b>0.8269</b>	2'592'273		
Abwasser alle Betriebe m3	0.6862x	<b>0.8207</b>	1'363'002		
KMU m3	0.3608x	<b>0.8269</b>	2'592'273		
Kehricht alle Betriebe t	206.81x	<b>0.3202</b>	4'522		
KMU t	20.638x	<b>0.8241</b>	45'319		
Sonderabfälle alle Betriebe t	600.26x	<b>-0.0008</b>	1'558		
KMU t	102.85x	<b>-0.1285</b>	9'094		
VOC-Emissionen alle Betriebe t	0.3244x	<b>0.5765</b>	2'883	4400	Carbotech
KMU t	0.1682x	<b>0.7968</b>	5'561		
Treibstoffverbrauch alle Betriebe MWh	0.0078x	<b>0.0123</b>	33'308		
KMU MWh	0.0012x	<b>0.9902</b>	216'503		

**Abbildung 8**

Zusammenfassung der Parameter (Steigung  $y=$ , Korrelationskoeffizient  $R^2$ ) der Regressionsrechnung, Hochrechnung mittels der berechneten Steigung jeweils für den gesamten Verbrauch der Druckindustrie CH, d.h. für die KMU's wird nicht nur deren Anteil hochgerechnet sondern die Hochrechnung zeigt wie der Verbrauch wären, wenn alle Betriebe der Schweiz KMU's wären; Referenzdaten für den Vergleich.

## 5. Hochrechnungen im Vergleich

Der Schwerpunkt dieses Kapitels bildet der Vergleich der hochgerechneten Indikatoren mit den aus den verschiedenen Studien erhobenen Werten (Referenzdaten). Es werden nur Indikatoren diskutiert, zu welchen auch Referenzdaten vorliegen. An dieser Stelle wird die Bedeutung der einzelnen Indikatoren diskutiert.

### 5.1 Elektrizität

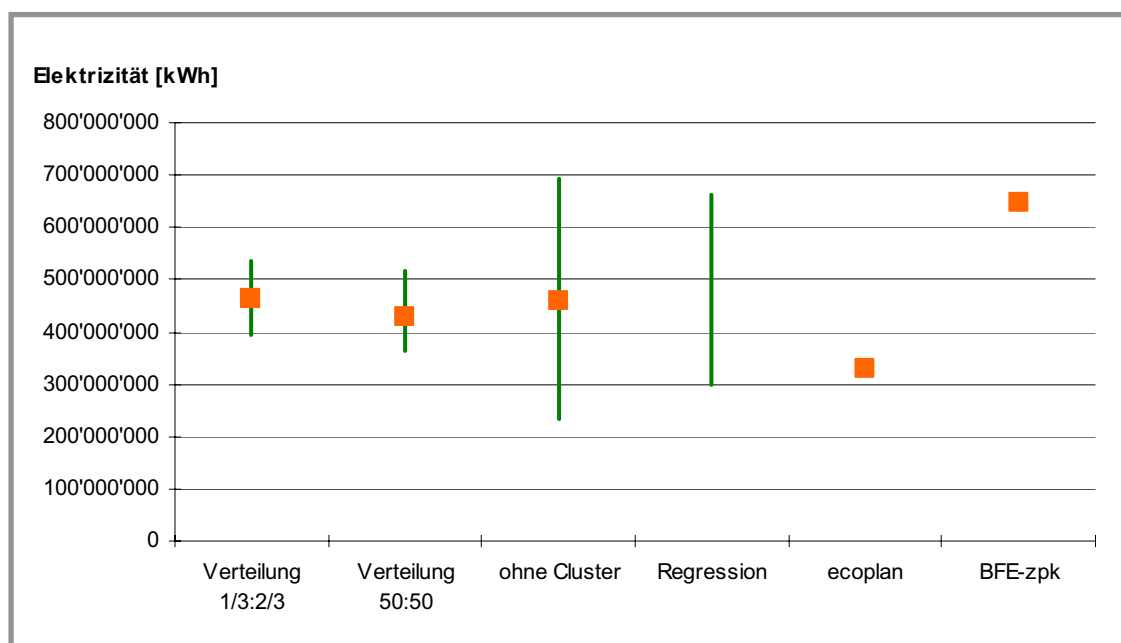
Der Elektrizitätsverbrauch von Druckereien wird massgeblich durch den Maschinenpark – sprich Vorstufen- und Druckmaschinen sowie Nachbearbeitung und in zunehmendem Masse die EDV-Infrastruktur bestimmt. Der Stromverbrauch ist damit sehr stark von der Betriebsstruktur abhängig.

Aus Abbildung 9 wird ersichtlich, dass mit der Clusterbildung eine Verkleinerung der Bandbreite im Vergleich zur Hochrechnung ohne Clusterbildung erzielt wird. Dieses Ergebnis ist dem Umstand zu verdanken, dass für die Zeitungsdrukereien eine sehr homogene und gute Datenbasis vorhanden ist (57% des schweizerischen Verbrauchs an Zeitungspapier ist in unserer Stichprobe enthalten). Der Vergleich mit den Referenzdaten (ecoplan,

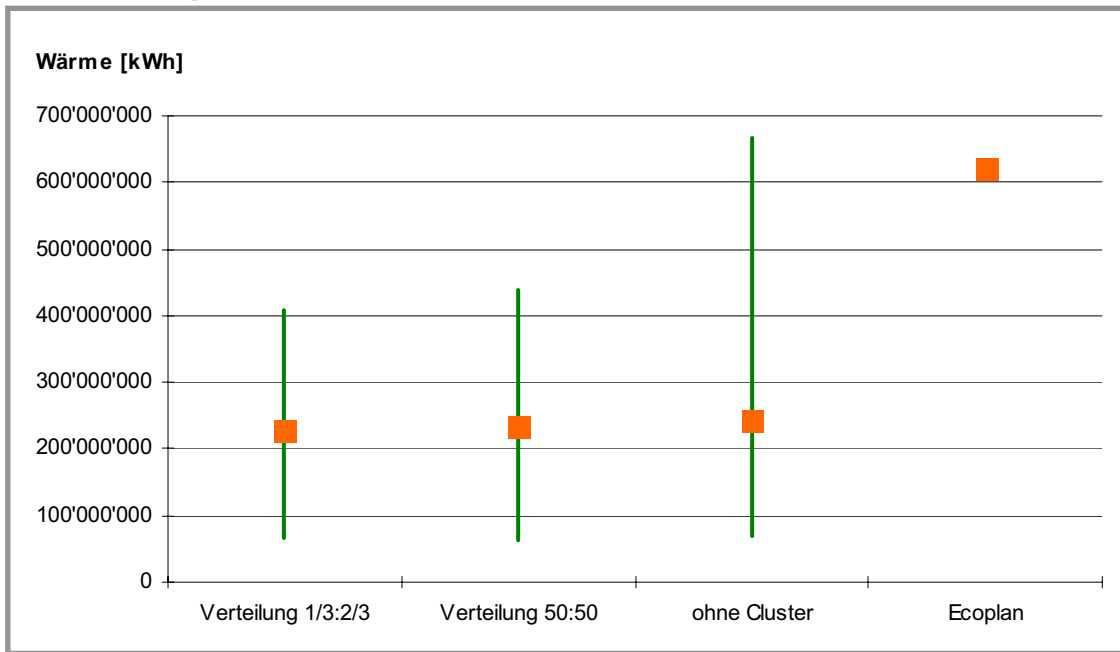
BFE-zpk) zeigt, dass die ermittelten Bereiche und speziell die Mittelwerte eine gute Plausibilität aufweisen. Hinzu kommt, dass der Wert BFE-zpk eher zu hoch geschätzt ist, zumal doch in der BFE-Statistik unter dem Industriezweig Druck und Papier auch der Verpackungsdruck enthalten ist, welcher in unserer Studie nicht erfasst wird.

### 5.2 Wärme

Der Wärmebedarf (Erdgas, Heizöl, Fernwärme, etc.) ist vor allem für die Raumheizung und allfällige Trocknungsprozesse gegeben. Der Wärmebedarf von Druckereien ist im Vergleich zu anderen Industrien relativ gering, da der Maschinenpark grosse Mengen Abwärme zur Verfügung stellt. Der Wärmebedarf wird stark durch klimatische Faktoren (Heizgradtage) mitbestimmt. Abbildung 10 zeigt den hochgerechneten Wärmebedarf im Vergleich zum Referenzwert aus Ecoplan. Die Hochrechnung der Daten mittels der in der Regressionsrechnung ermittelten Steigung wurde hier weggelassen, da eine extrem schlechte Korrelation nachgewiesen wurde (siehe auch Abbildung 8).



**Abbildung 9**  
Darstellung des mit den verschiedenen Ansätzen hochgerechneten Stromverbrauchs und der Referenzdaten aus den Studien von Ecoplan und BFE, resp. ZPK.

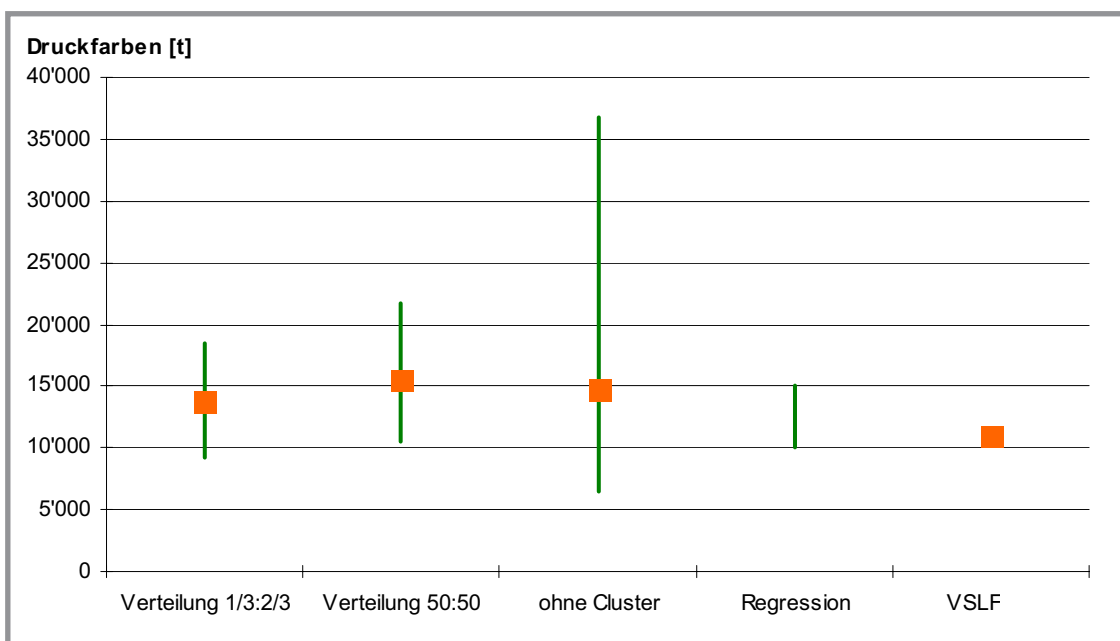


**Abbildung 10**  
Darstellung des mit den verschiedenen Ansätzen hochgerechneten Wärmebedarfs und des Referenzwerts aus Ecoplan

Mit der Clusterbildung kann keine so deutliche Eingrenzung des Bereichs erzielt werden wie beim Elektrizitätsverbrauch. Dies, weil der Wärmebedarf weniger eine «produktionsabhängige» Grösse ist sondern vielmehr eine «bautechnische». Eine mögliche Erklärung, warum der Referenzwert weit über den ermittelten Mittelwerten liegt ist, dass die Daten unserer Stichprobe von eher «umweltsensiblen» Unternehmungen stammen. Eine zweite mögliche Erklärung ist, dass an der Studie eher grössere Unternehmungen mitgemacht haben, welche pro belegten m<sup>2</sup> Fläche auch eine höhere «Produktivität» (Papierverbrauch) erreichen.

### 5.3 Druckfarben

Die Resultate der Hochrechnung und der Referenzwert des Druckfarbenverbrauchs sind Abbildung 11 dargestellt. Mit den gleichen Argumenten wie beim Elektrizitätsverbrauch kann eine Eingrenzung der Bandbreite durch die Clusterbildung erklärt werden. Weiter liefert auch die Regressionsrechnung vergleichbare Ergebnisse. Es muss jedoch festgehalten werden, dass alle verfügbaren Daten in die Hochrechnungen miteinbezogen wurden (zwischen dem grössten und dem zweitgrössten Druckfarbenverbrauch pro Tonne Papier liegt beinahe ein Faktor 2). Dieser Umstand lässt die Aussage zu, dass die hochgerechneten Maximalwerte zu hoch geschätzt sind.



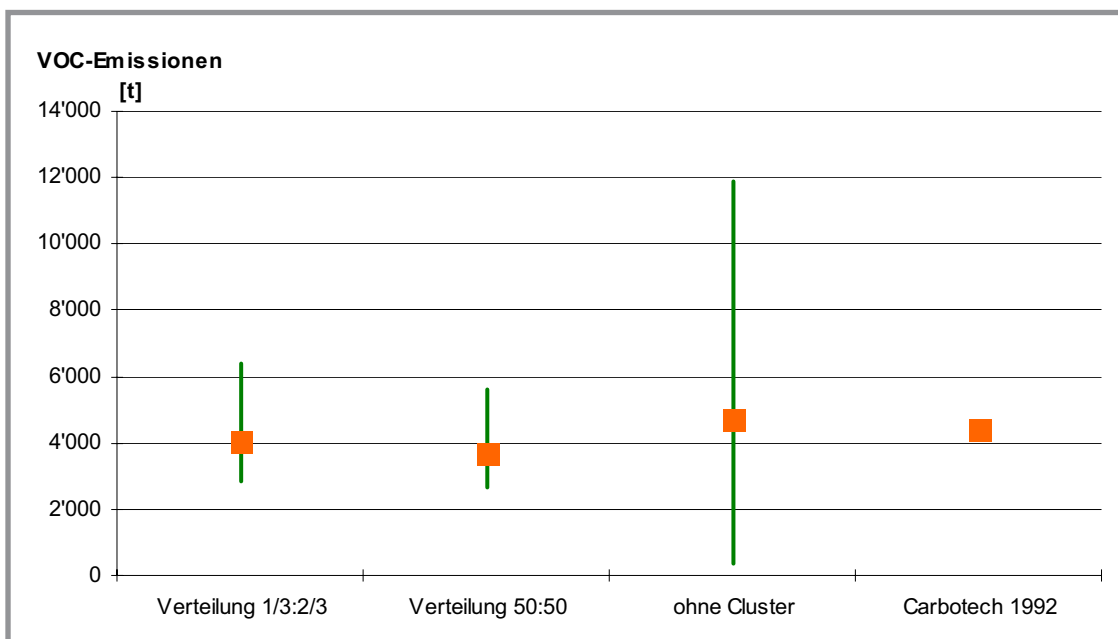
**Abbildung 11**  
Darstellung des mit den verschiedenen Ansätzen hochgerechneten Druckfarbenverbrauchs und des Referenzwertes aus VSLF

## 5.4 VOC-Emissionen

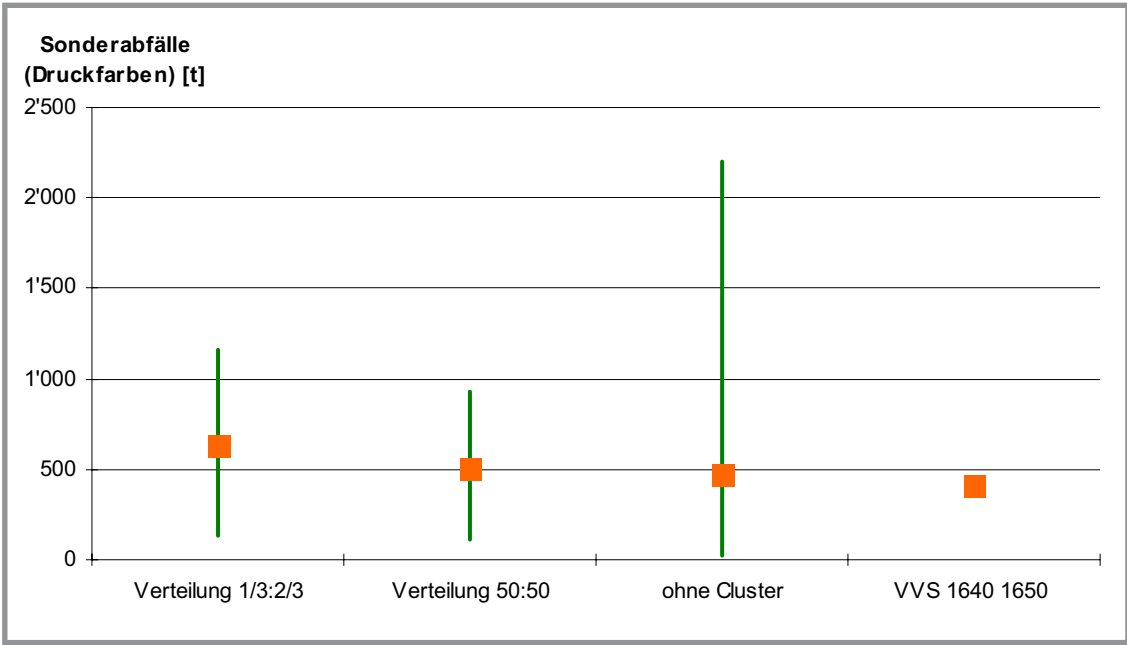
In Abbildung 12 sind die hochgerechneten VOC-Emissionen mit dem Referenzwert der Carbotech-Studie aus dem Jahre 1992 verglichen. Die Clusterbildung ermöglicht es wiederum den Bereich der Hochrechnung einzuschränken. Dies vor allem deshalb, weil im Zeitungsdruck grundsätzlich sehr geringe VOC-Emissionen anfallen. Eine Aussage, ob eine Abnahme, wie es scheint, der VOC-Emissionen trotz massiv gesteigerter Produktion (vgl. Papierverbrauch) stattgefunden hat, ist schwierig, da der Referenzwert aus einer früheren Zeit als die erhobenen Daten stammt und in der dazwischenliegenden Periode doch einige Anstrengungen zur Senkung der VOC-Emissionen (in Hinblick auf die VOC-Abgabe) vorgenommen wurden. Die Hochrechnung zeigt aber, dass die Mittelwerte in einem ähnlichen Bereich zu liegen kommen. Um den Sachverhalt des Trends noch etwas zu erhellen, kann wiederum wie schon beim Wärmebedarf gesagt werden, dass unsere Stichprobe eher umweltsensible und grössere Unternehmungen enthält, welche schon erhebliche Anstrengungen in diesem Bereich unternommen haben (Nachverbrennung, Substitution, etc.). Wenn

man nun zurückgeht und die Kennzahlen der einzelnen Unternehmungen oder die beiden Ergebnisse der Hochrechnung mittels Clusterbildung betrachtet, sieht man, dass die kleineren Unternehmen höhere VOC-Emissionen aufweisen. Dies könnte ein Hinweis sein, dass die hochgerechneten Mittelwerte eher zu tief liegen.

Bezüglich der VOC-Emissionen sind in naher Zukunft erhebliche Verbesserungen der Datenlage zu erwarten: so ist zur Zeit eine Aktualisierung der Carbotech Studie in Arbeit und infolge der Einführung der VOC-Abgabe wird auch das BUWAL zuverlässigere Daten liefern können.



**Abbildung 12**  
Darstellung der mit den verschiedenen Ansätzen hochgerechneten VOC-Emissionen und des Referenzwertes aus Carbotech 1992



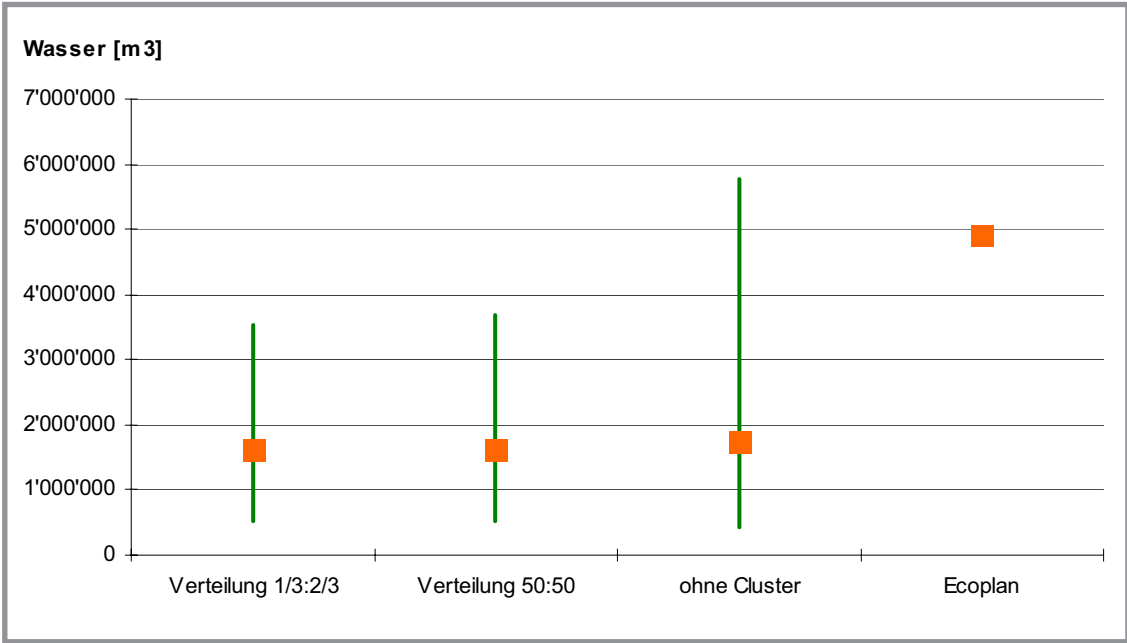
**Abbildung 13**  
Darstellung der mit den verschiedenen Ansätzen hochgerechneten Druckfarben-Sonderabfallmengen und der Referenzwert aus der Sonderabfallstatistik 1999 des BUWALS

### 5.5 Sonderabfälle

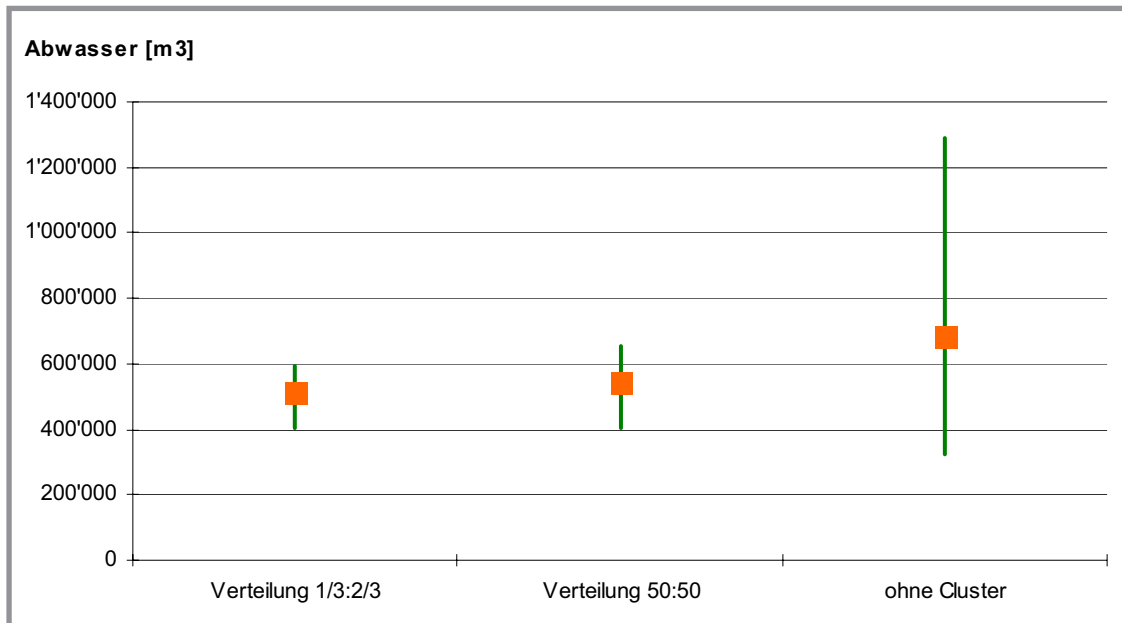
Der gesamte Anfall der Sonderabfälle wird anhand der Druckfarbensonderabfälle (dargestellt in Abbildung 13) diskutiert. Die Hochrechnung zeigt, dass die Clusterbildung wiederum eine Einschränkung der Bandbreiten erzeugt. Die Hochrechnung der Daten ohne Clusterbildung zeigt aber, dass bei der (Sonder)-Abfallproblematik immer noch grosse Unterschiede zwischen den einzelnen Unternehmen bestehen. Gemäss unseren Berechnungen stellen die Farben ca. einen Zehntel der gesamten Sonderabfälle dar. Im Vergleich mit dem in der Sonderabfallstatistik publizierten Wert für Druckfarben kann für die hochgerechneten Mittelwerte eine gute Übereinstimmung festgestellt werden.

### 5.6 Wasser und Abwasser

Wasserbedarf (Abbildung 14) und Abwasseranfall (Abbildung 15) sind weitere Indikatoren, welche aus umwelttechnischer Sicht in den letzten Jahren eine erhöhte Aufmerksamkeit geniessen. Durch die Clusterbildung kann wiederum eine Einschränkung der Bandbreite erzielt werden. Inwieweit sich die hochgerechneten Daten mit dem Referenzwert vergleichen lassen, kann nicht schlüssig beantwortet werden, da zu diesem Referenzwert keine weiteren Informationen bestehen und die einbezogenen Druckereien auch in diesem Bereich schon einige Investitionen getätigt haben (Kühlkreislauf, Regenwassernutzung). Wie der Vergleich zwischen Wasser und Abwasser zeigt, werden zu den erwähnten Zwecken (Kühlung) enorme Mengen an Wasser genutzt.



**Abbildung 14**  
Darstellung des mit den verschiedenen Ansätzen hochgerechneten Wasserverbrauchs und des Referenzwertes aus Eco-plan



**Abbildung 15**  
Darstellung der mit den verschiedenen Ansätzen hochgerechneten Abwassermengen

## 5.7 Auswahl des Clusters

Für die Auswahl der Methodik wurden die Darstellungen 9 bis 15 beurteilt. Aufgrund des optischen Eindrucks wurde die Clusterbildung für die Hochrechnung als geeignet beurteilt und ausgewählt. Es handelt sich hierbei um die Unterteilung in Grossdruckereien (Zeitungsdruck; Akzidenzdruckereien) und Akzidenz-KMU. Dieser Entscheidung beruht auch auf folgender Überlegung: Mit der Definition der kleinen und mittleren Akzidenzdrucker (bis zu einer Mitarbeiterzahl von ca. 250) ergibt sich, dass der Grossteil der Akzidenzdruckereien der Schweiz in diesem Cluster angesiedelt ist und demnach auch der grössere Anteil des Papierverbrauchs dort anfällt. Weiter zeigt der Cluster 50: 50 keine bemerkenswert andere Ergebnisse, d.h. die Mittelwerte, Minima und Maxima verschieben sich zwar, aber nicht «ausserordentlich». Zudem sind in den Hochrechnungen aufgrund der kleinen Stichprobe(n) alle Daten verwendet worden und es wurden nicht die vollen Möglichkeiten der Statistik ausgeschöpft (Median, 1. und 3. Quartil, etc.).

## 6. Ergebnisse und Diskussion

### 6.1 Kennzahlen und Hochrechnung des Clusters 1/3 zu 2/3

In Abbildung 16 sind die Kennzahlen für die Clustering 1/3:2/3 dargestellt. Die Kennzahlen sind für die Stoff- und Energieflüsse pro Tonne Papier angegeben. Aus der Abbildung geht hervor, dass auch für die Zeitungsdrucker noch mit einer gewissen VOC-Emission zu rechnen ist. Dies ist darauf zurückzuführen, dass in den Zeitungsdruckereien z.T. VOC-haltige Reinigungsmittel verwendet werden und dass eventuell noch ein kleiner Akzidenzbereich besteht.

### 6.2 Hochrechnung auf die schweizer Druckindustrie 1999

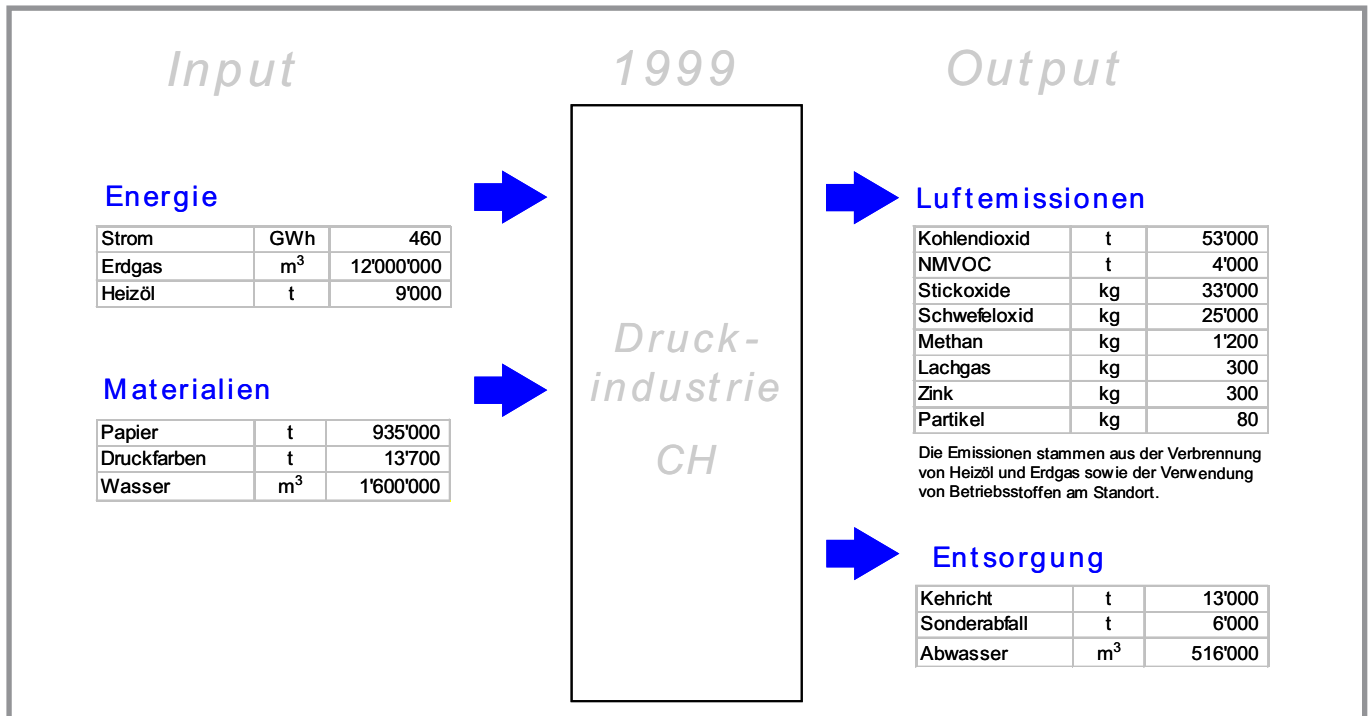
In Abbildung 17 sind die hochgerechneten Stoff- und Energieflüsse dargestellt, welche den gerundeten Mittelwerten der Clusterbildung 1/3:2/3 entsprechen (siehe Abbildung 15). Die Aufteilung des Wärmeenergiebedarfs auf Heizöl und Erdgas wurde gemäss den bei unsere Erhebung recherchierten Werten vorgenommen (53% Heizöl

und 47% Erdgas). Im Vergleich dazu liefert die Gesamtenergiestatistik des BFE für die Industrie für das Jahr 1999 eine Verteilung von 60% zu 40% (ohne andere Quellen wie Kohle, etc.). Die Auswirkungen auf die Unsicherheit der Ergebnisse «Luftemissionen» durch diese Aufteilung kann vernachlässigt werden, da schon der Indikator Wärme eine breite Streuung aufweist (siehe Abbildung 10).

Die berechneten Luftemissionen exkl. VOC-Emissionen (NMVOC, d.h. Nicht Methan VOC) sind somit mit äusserster Vorsicht zu geniessen, d.h. ein Faktor 2 bis 3 nach oben ist durchaus möglich.

		Kennzahlen pro t Papier			
		Zeitung	Akzidenz	Akzidenz KMU	
<b>Input</b>	Wasser	l	660	2280	2320
	Elektrizität	kWh	317	369	692
	Wärme	kWh	153	345	261
	Druckfarben	kg	14	27	9
<b>Output</b>	VOC-Emissionen	kg	0.5	4.1	7.4
	Abwasser	l	475	775	500
	Kehricht	kg	4.2	5.1	25
	Sonderabfall tot	kg	1.8	4.0	11.1
	Farbabfälle	kg	0.2	0.1	1.3

Abbildung 16  
Kennzahlen des Clusters 1/3 : 2/3



Im Vergleich mit den Ökobilanzen einzelner Betriebe kann davon ausgegangen werden, dass bis auf Treibstoffverbrauch und Transportvolumen sowie die Herstellung der Druckplatten alle ökologisch wesentlichen Parameter auf Branchenstufe abgeschätzt werden konnten.

Die Gesamtbilanz der Branche wird somit auf der Basis der verwendeten Daten tendenziell unterschätzt.

**Abbildung 17**  
Input-Output-Analyse der schweizerischen Druckindustrie (Standortbilanz)

### 6.3 Interpretation der Ergebnisse

Die resultierenden Werte der Hochrechnung sind ohne Vergleichsbasis natürlich schwer zu fassen. Deshalb sind in Abbildung 18 die wichtigsten Grössen den gesamtschweizerischen Referenzdaten gegenübergestellt:

Der Anteil am schweizerischen Endenergieverbrauch (ohne Treibstoffe) beträgt rund 0.4% und am Stromverbrauch rund 0.9%. Die direkten CO<sub>2</sub>-Emissionen der Betriebe (Standortbilanz ohne Treibstoffe) belaufen sich auf rund 0.1% an den gesamtschweizerischen CO<sub>2</sub>-Emissionen. Für die NOX Emissionen der Betriebe (ohne Treibstoffe) ergibt sich ein Anteil von 0.02%.

**Abbildung 18**  
Vergleich mit gesamtschweizerischen Referenzdaten

		Druckindustrie CH	Brutto CH	Anteil Druckindustrie	Datenquelle (Brutto CH)
<b>Input</b>					
Stromverbrauch	GWh	460	51'227	0.9%	bfe 1999
Endenergieverbrauch (exkl. Treibstoffe)	GWh	688	159'667	0.4%	bfe 1999
Wasser	Mio m <sup>3</sup>	1.6	1'563	0.1%	Buwal 1998
<b>Output</b>					
Kohlendioxid (exkl. Treibstoffe)	t	53'000	44'200'000	0.1%	BUWAL SRU 297
Stickoxide (exkl. Treibstoffe)	t	33	136'000	0.02%	BUWAL SRU 297
VOC-Emission	t	4'000	211'000	2%	BUWAL SRU 297
Kehricht	t	13'000	2'599'080	0.5%	Buwal 1999
Sonderabfall	t	6'000	1'063'468	0.6%	Buwal 1999
Anzahl Beschäftigte		32000*	3'600'000	0.9%	bfs 1999
Wertschöpfung	Mio CHF	3800*	388'570	1.0%	bfs 1999

\*Daten des VSD (minus 10% Abzug für Verpackungsdruker)

Die Schätzung ergibt heutige Kosten für die Entsorgung von CHF 5.3 Mio., VOC-Abgaben in der Grössenordnung von CHF 8 Mio. für 1999, nach allfälliger Erhöhung rund 12 Mio. Die Angaben zu Umweltkosten der Unternehmen sind jedoch noch unvollständig. So konnten die Abwasserkosten noch nicht berücksichtigt werden, ebenso die LSWA (leistungsabhängige Schwerverkehrsabgabe).

Eine allfällige CO<sub>2</sub>-Abgabe würde beim Maximalsatz in der Grössenordnung von CHF 11 Mio. zu liegen kommen (ohne Treibstoffe). Es ist unwahrscheinlich, dass die Belastung der Branche hier wirkliche Bedeutung erhalten wird. Anders sieht dies hingegen bei den noch nicht erfassten Treibstoffen aus: hier rechnet man allgemein mit dem Maximalsatz von CHF 210.– pro Tonne, was sich in markanten Kostensteigerungen für Treibstoffe, aber auch für An- und Auslieferungen durch Lieferanten und Transportunternehmen bemerkbar machen würde.

## 6.4 Schlussfolgerungen im Hinblick auf eine periodische Aktualisierung

Die vorliegende Studie zeigt, dass eine Abschätzung der wichtigsten Stoff- und Energieflüsse der grafischen Industrie mittels einer Hochrechnung von Betriebsdaten zu aussagekräftigen Ergebnissen führt und mit vertretbarem Aufwand durchgeführt werden kann. Mit Ausnahme der Druckplatten und Transporte stehen betriebliche Indikatoren zur Verfügung, die mittels einer Clusterbildung (Anteil KMU/Grossunternehmen) über den Papierverbrauch als Skalierungsfaktor auf die gesamte Branche hochgerechnet werden können. Die ermittelten Werte erscheinen im Vergleich zu den wenigen verfügbaren Makro-Daten für VOC oder Energie als plausibel.

Im Hinblick auf eine Einführung dieser Methodik als periodisch zu publizierende Branchenstatistik lassen sich aus den gemachten Erfahrungen einige Verbesserungsmöglichkeiten ableiten:

Es wird empfohlen, die hier zugrundeliegende Stichprobe von 12 Unternehmen auszuweiten. Zum einen, um die ermittelten Indikatoren zu verifizieren (insb. Wärmebedarf) und auf eine breitere Basis zu stellen. Andererseits ist erfahrungsgemäss damit zu rechnen, dass im Zeitver-

lauf einige Betriebe aus der Stichprobe ausscheiden werden und damit die Stabilität der ermittelten Werte gefährdet wird. Deshalb wäre es wünschenswert, die vorliegende Stichprobe um 1-2 Grossbetriebe und mindestens 10 KMU-Betriebe zu erweitern.

Um zukünftig im Zeitverlauf differenzierte Verbesserungen der Umweltleistung nachweisen zu können, sind auch die Betriebsdaten periodisch zu überprüfen. Die Studie konnte lediglich Werte für das Erhebungsjahr 1999 einbeziehen, womit technische Verbesserungen auf einzelbetrieblicher Ebene nicht greifbar gemacht werden können. Es wird deshalb empfohlen, die Daten der Betriebe periodisch – alle 3 bis 5 Jahre – zu erheben.

## Anhang: Fragebogen

Das Bearbeiten des Fragebogens sollte nicht mehr als ca. eine halbe Stunde Ihrer Zeit in Anspruch nehmen. Wie im Begleitbrief erwähnt, soll dieses Projekt auf bereits vorhandenen Datengrundlagen aufbauen. Falls Sie schon einen Umweltbericht herausgegeben oder in Arbeit haben, wäre dies eine geeignete Datenquelle anstelle dieses Fragebogens. Sie können uns auch Ihre Rohdaten (Energiestatistik, Abfallstatistik, etc.) beilegen.

Der Fragebogen enthält die aus unserer Sicht wichtigsten Parameter, wobei Angaben zu Energie-, Papier-, Wasser- und Druckfarbenverbrauch und zu den VOC-Emissionen und Abwasser sowie auch Angaben zu möglichen Bezugsgrößen wie bedruckte Fläche, Mitarbeiter, etc. erste Priorität einnehmen. Haben Sie also Mut zur Lücke! In erster Linie sind wir an so aktuellen Zahlen wie möglich interessiert (1999). Die drei Spalten 1997, 1998 und 1999 sollen zum Ausdruck bringen, dass Sie mit Zeitreihen unserm Projekt wertvolle Hinweise hinsichtlich Veränderungen über die Zeit liefern können, wobei auch Angaben zu früheren Jahren gemacht werden können.

Diesen Fragebogen können Sie auch unter folgender Adresse downloaden:

[ftp://ftp.empa.ch/pub/empa/outgoing/UGRA-Projekt108-4/UGRA\\_Fragebogen\\_Betriebsbilanz.xls](ftp://ftp.empa.ch/pub/empa/outgoing/UGRA-Projekt108-4/UGRA_Fragebogen_Betriebsbilanz.xls)

Input		Einheit	Menge 1997	Menge 1998	Menge 1999	Bemerkungen
Wasser						
Elektrizität						
Brennstoffe	Heizöl					
	Gas					
Treibstoffe	Diesel					
	Benzin					
Papier	Zeitung					
Druckfarben	Zeitung					
Platten	Alu					
Filme						
Hilfsstoffe	IPA					
	Reinigungsmittel					
	Entwickler					
	Fixierer					

Output		Einheit	Menge 1997	Menge 1998	Menge 1999	Bemerkungen
Produkte	Zeitungen					
Makulatur	Zeitungen					
Abwasser						
Kehricht						
Sonderabfälle	Farben					
	Lösungsmittel					
	andere					
VOC-Emissionen	IPA					
	Reinigungsmittel					
	andere					

### externe Transporte

Güter		Einheit	Menge 1997	Menge 1998	Menge 1999	Bemerkungen
Güter	Flugzeug	tkm				
	Schiff	tkm				
	Bahn	tkm				
	LKW	tkm				Typ:
Personen (Geschäftsreisen)	Flugzeug					
	Bahn					
	Auto					

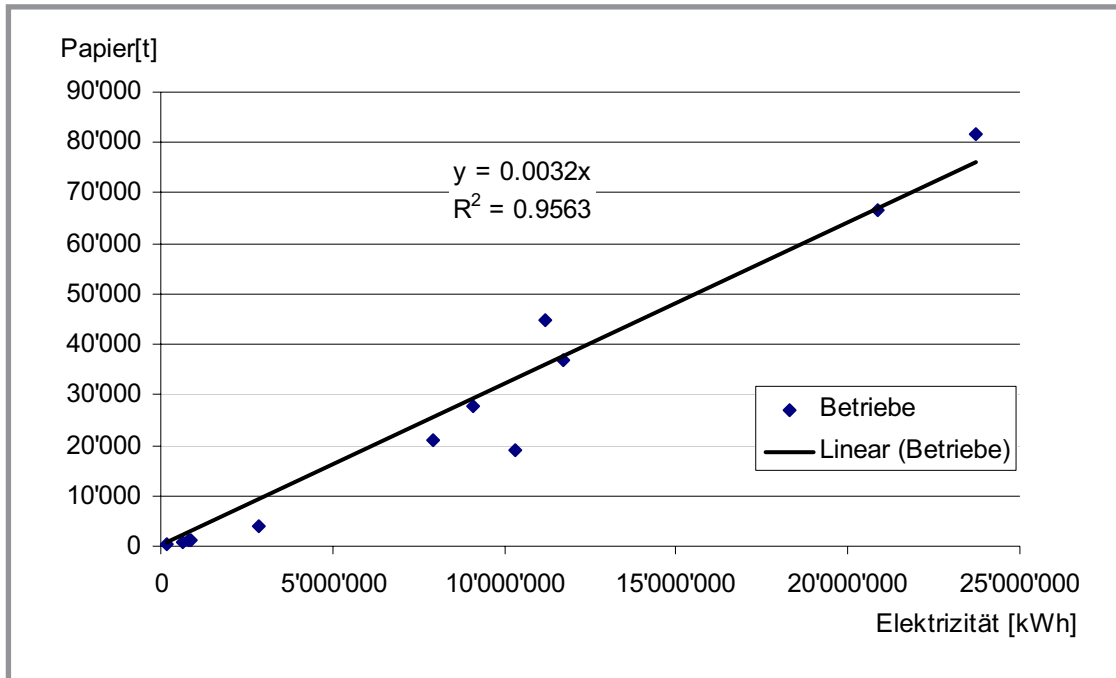
### Bezugsgrößen

Bezugsgröße	Einheit	Menge 1997	Menge 1998	Menge 1999	Bemerkungen
Mitarbeiter					Vollzeitstellen
Umsatz	CHF				
Wertschöpfung	CHF				
bedruckte Fläche	m <sup>2</sup>				

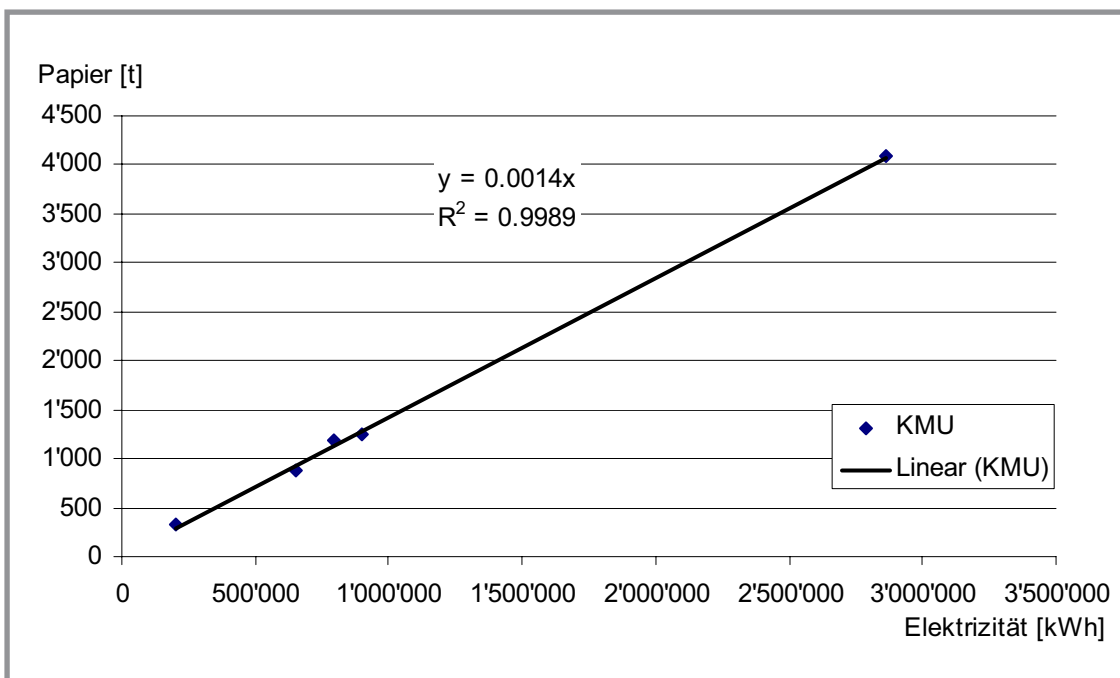
## Anhang: Regressionsvergleiche

### Elektrizität vs. Papier

Alle Daten

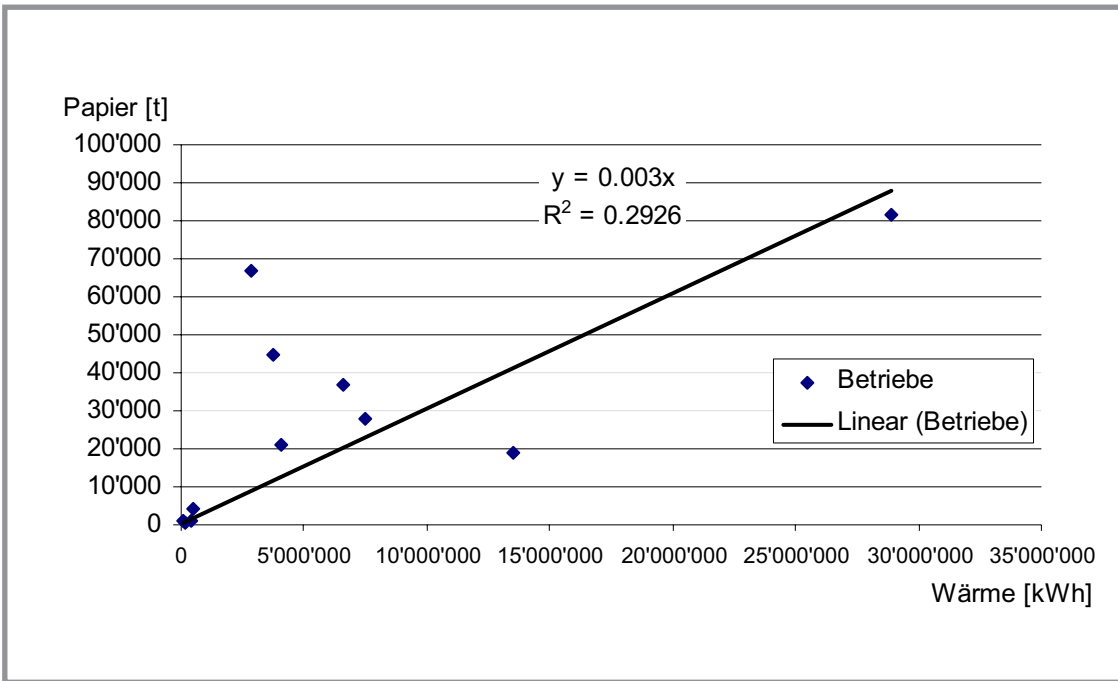


Nur KMU

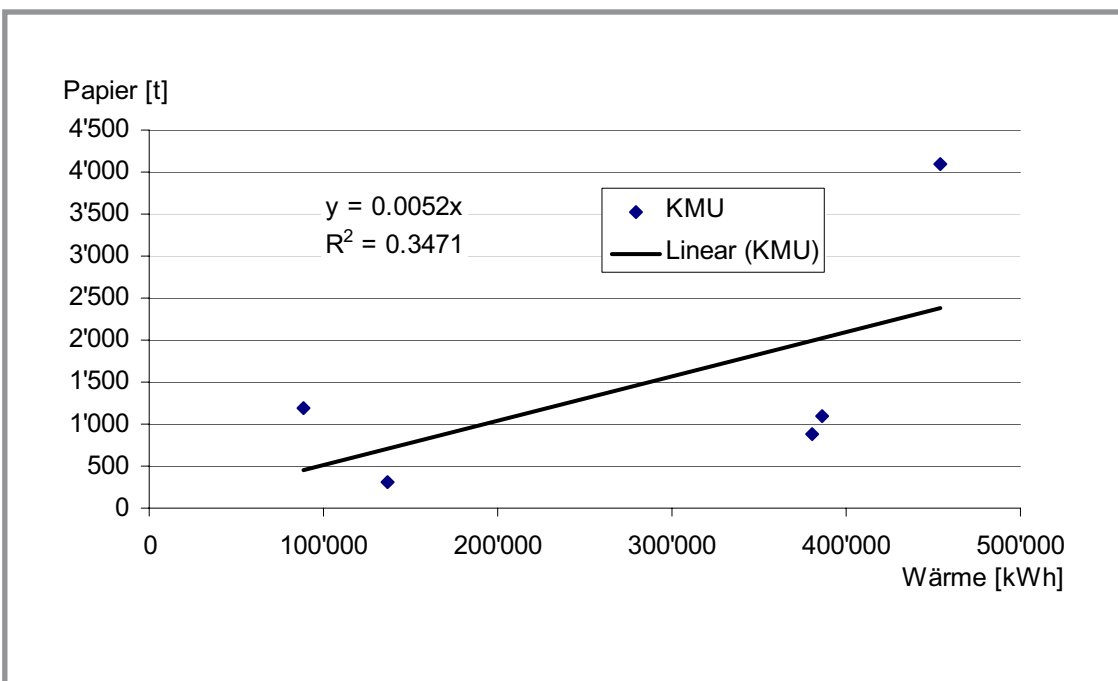


### Wärme vs. Papier

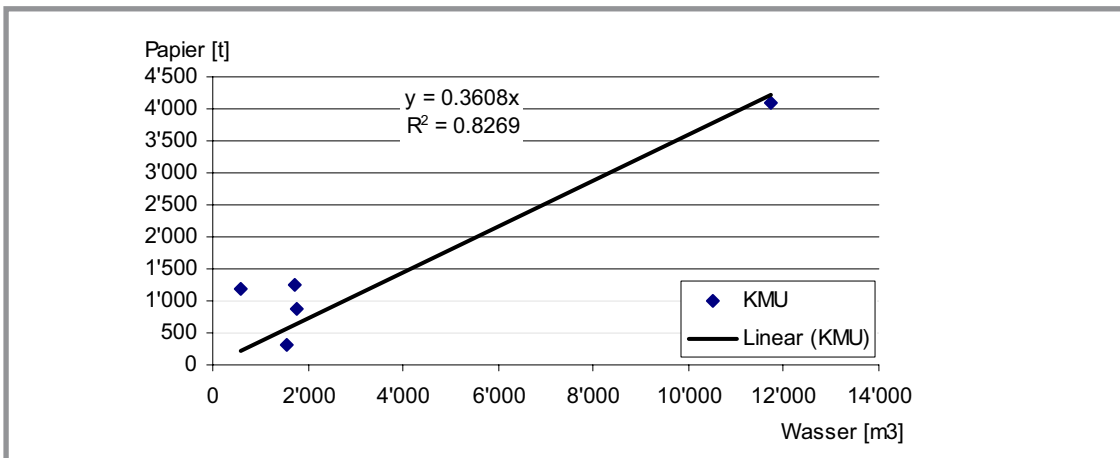
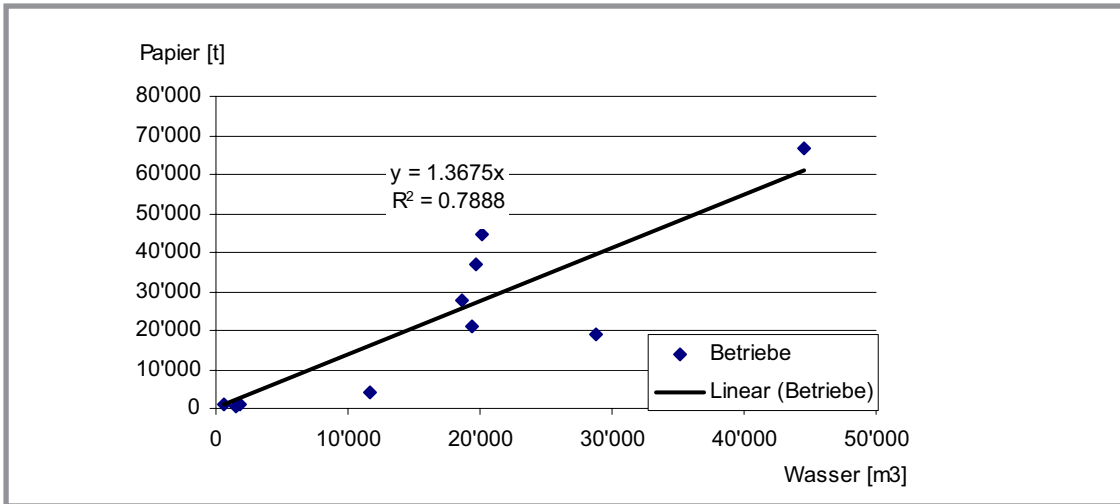
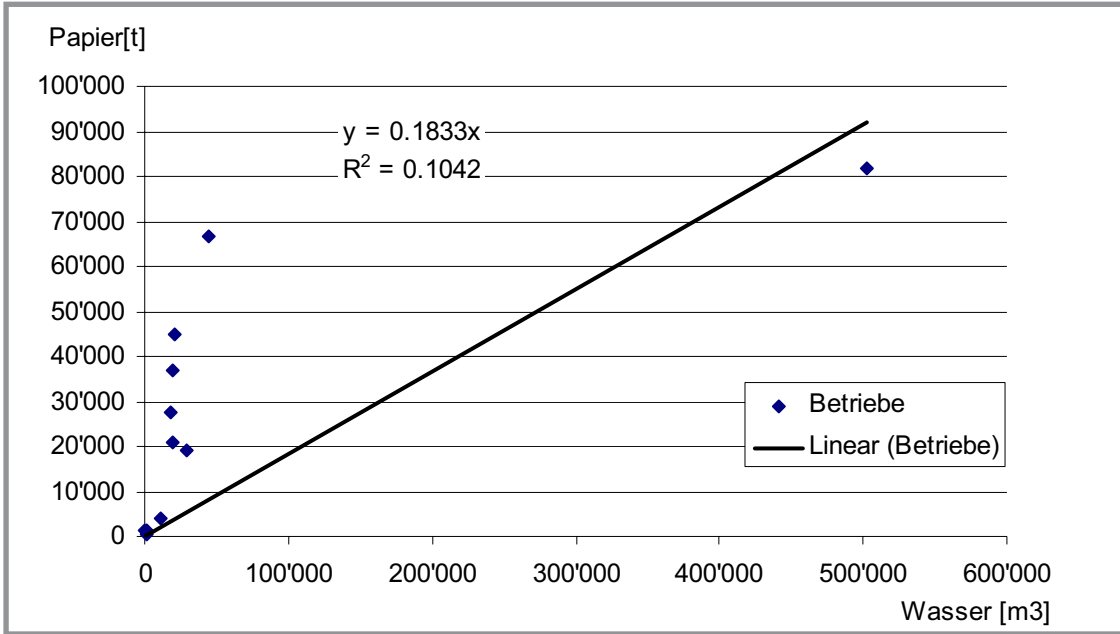
Alle Daten



Nur KMU

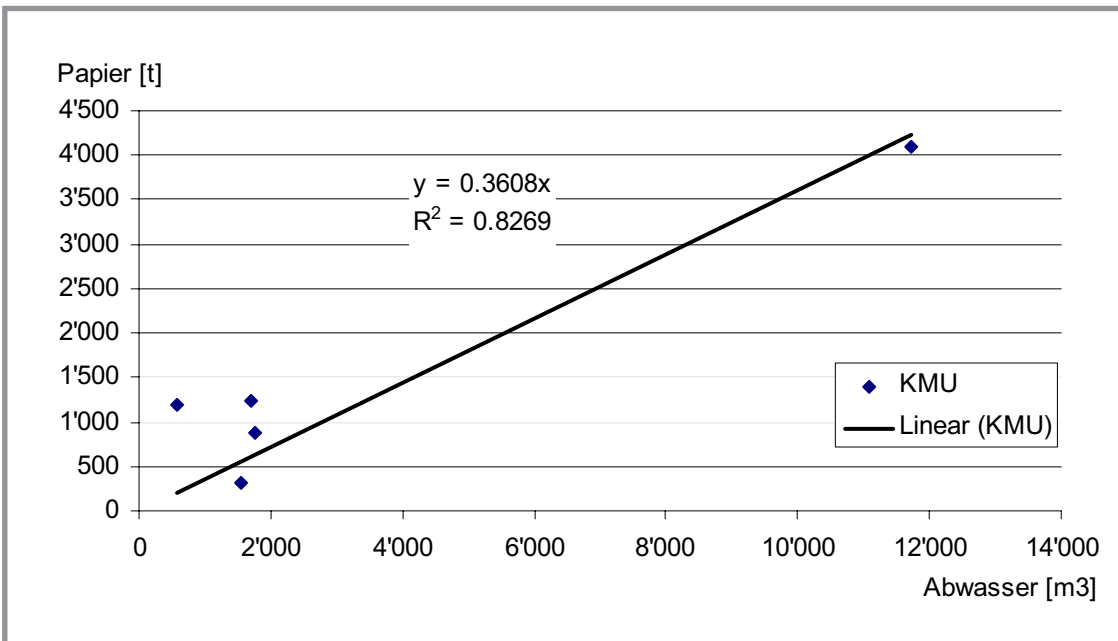
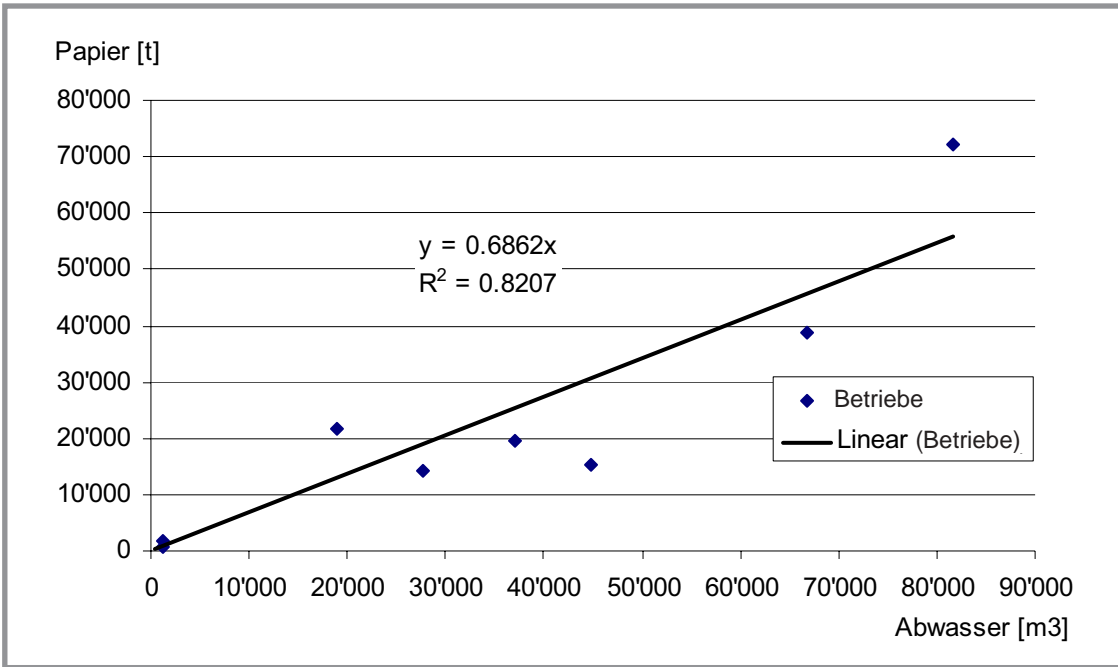


### Wasser vs. Papier



### Abwasser vs. Papier

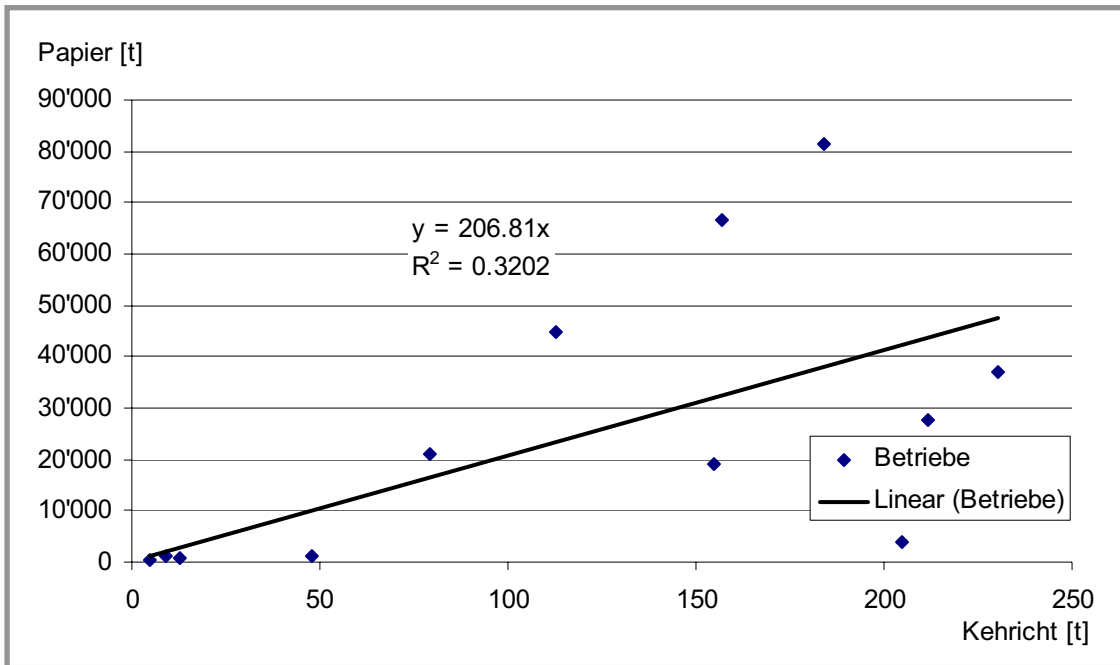
Alle Daten



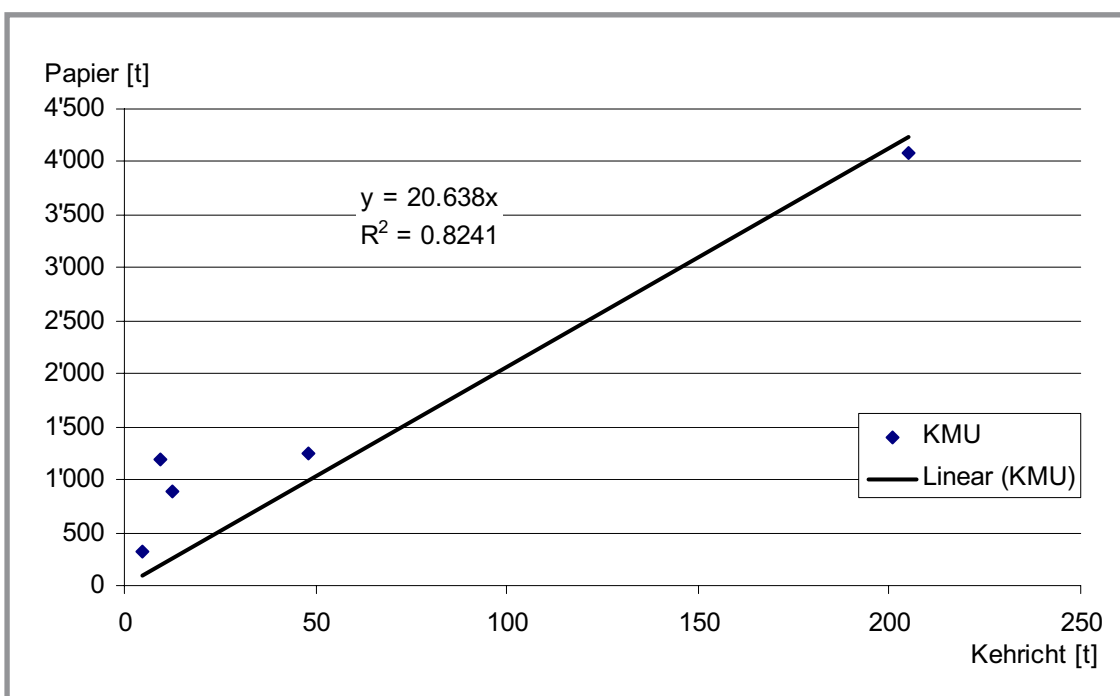
Nur KMU

## Kehricht vs. Papier

Alle Daten

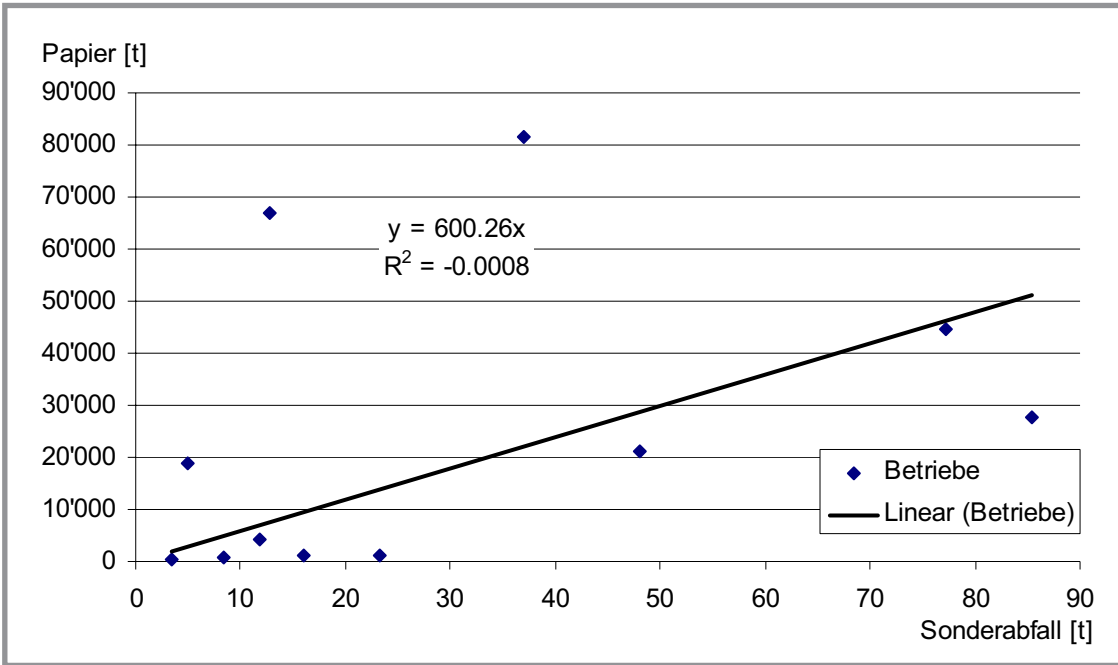


Nur KMU

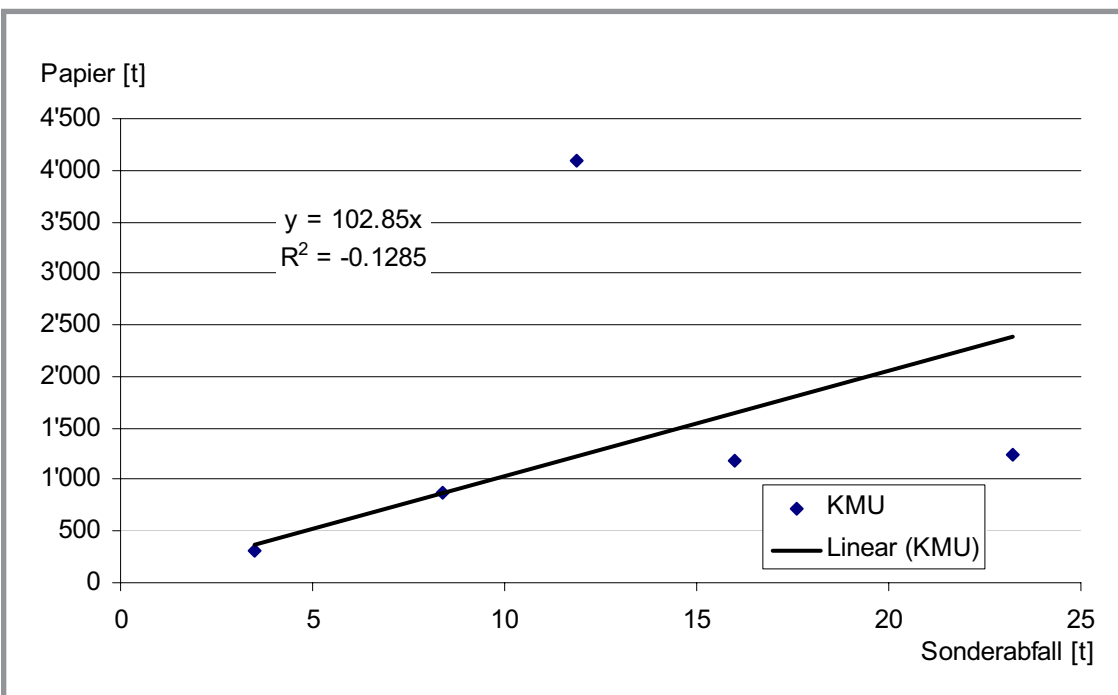


### Sonderabfälle

Alle Daten

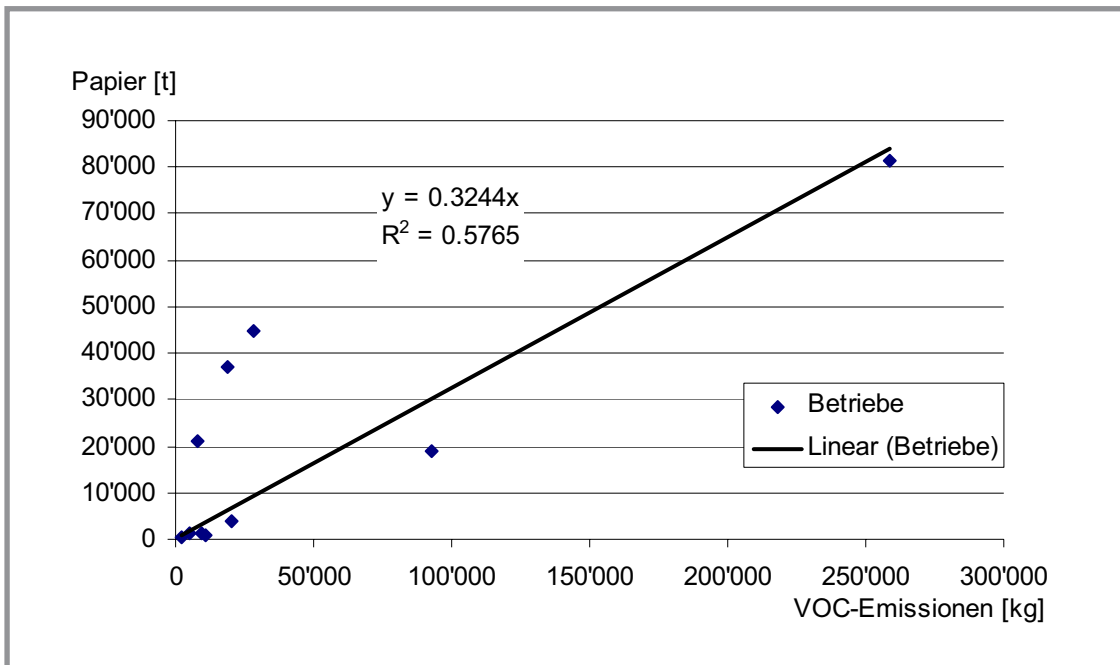


Nur KMU

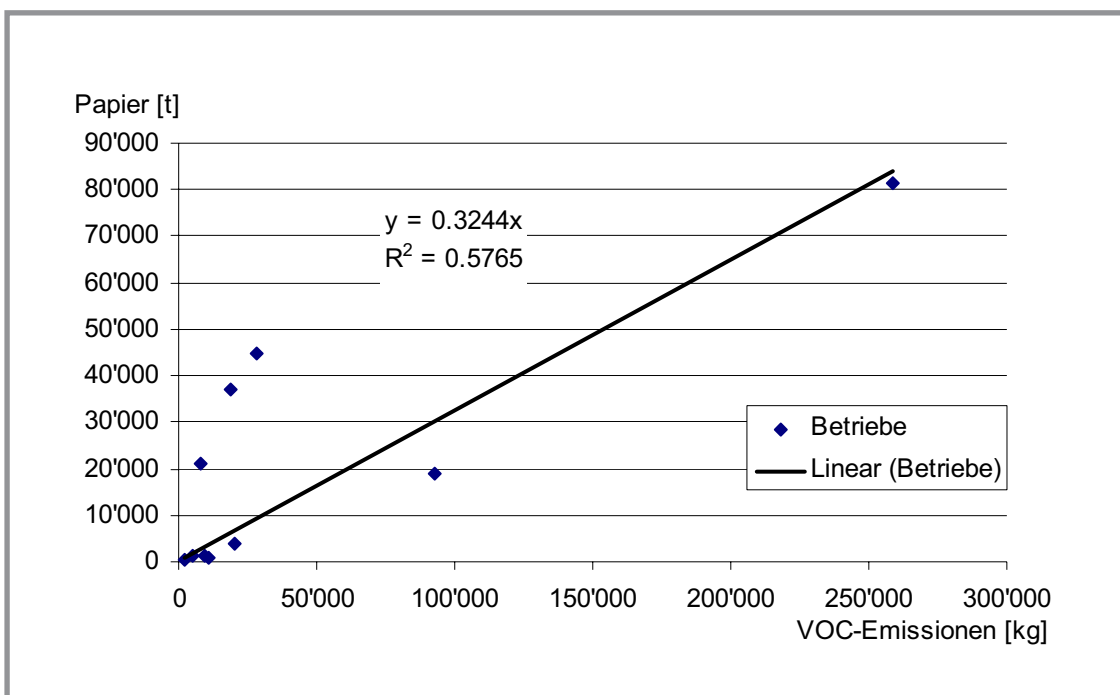


## VOC-Emissionen vs. Papier

Alle Daten

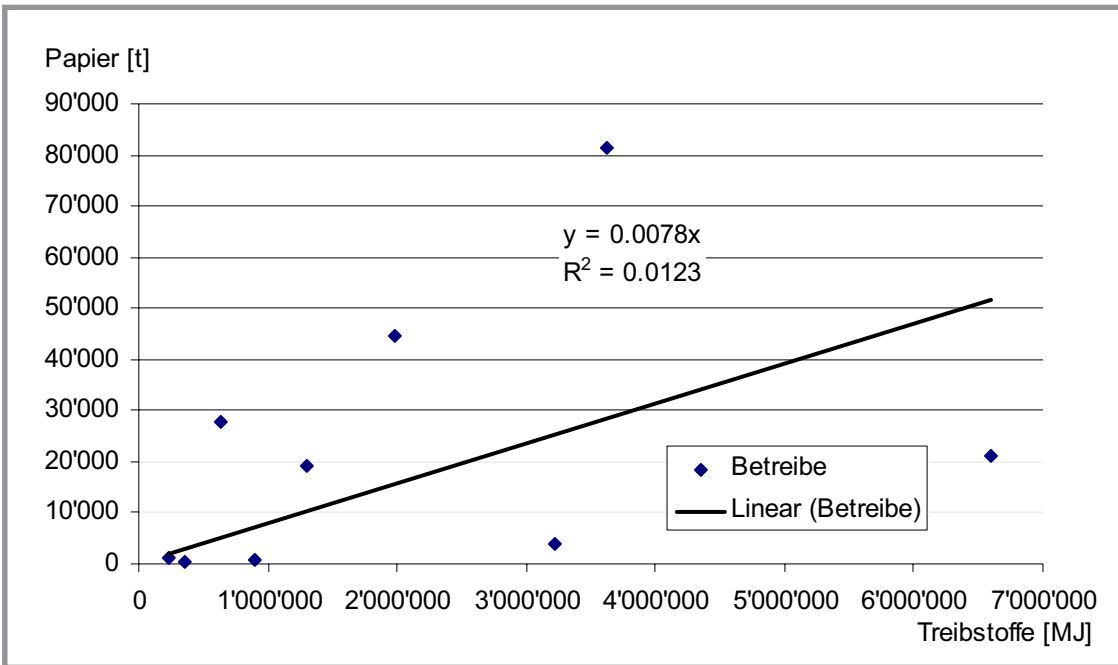


Nur KMU

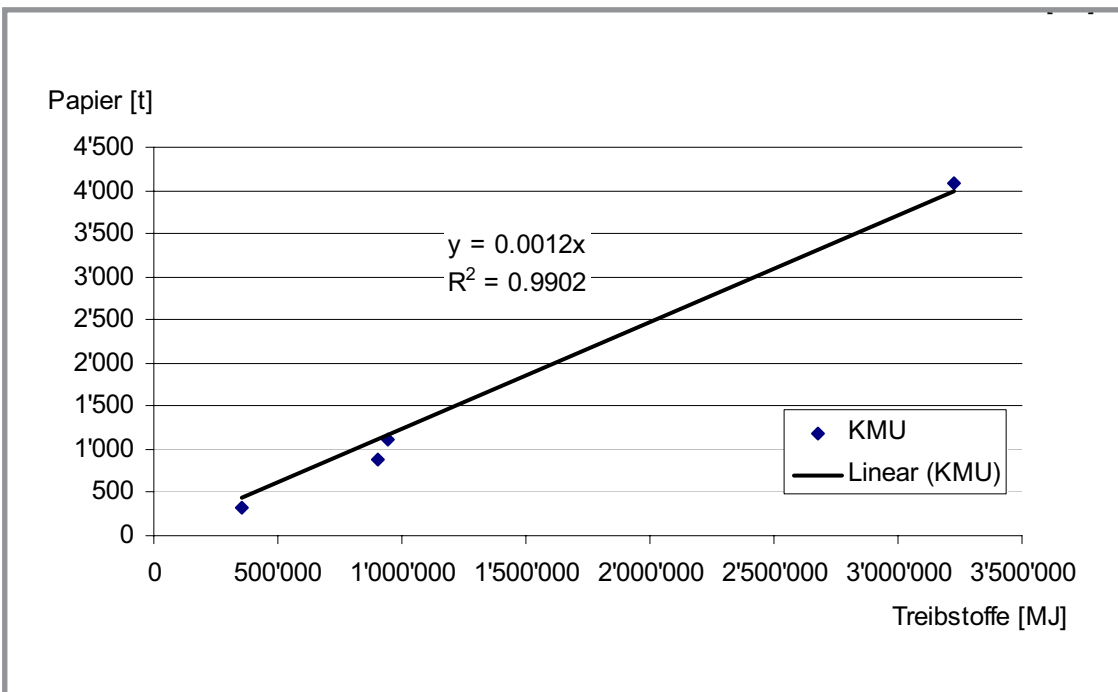


### Treibstoffe vs. Papier

Alle Daten



Nur KMU



## Anhang: Literaturverzeichnis

- ▶ Ugra-Bericht 108/2: Schabel M., Siegenthaler Claude P.: Ökobilanzen für grafische Unternehmen, St. Gallen 1999
- ▶ Braunschweig, A./Müller-Wenk, R.: Ökobilanzen für Unternehmungen. Eine Wegleitung für die Praxis, Bern und Stuttgart 1993
- ▶ ETHZ, Gruppe Energie-Stoffe-Umwelt: Frischknecht R. et al., Ökoinventare für Energiesysteme, 3. Auflage, Zürich 1996
- ▶ ETHZ, Gruppe Energie-Stoffe-Umwelt: Frischknecht R. et al., Ökoinventare für Entsorgungsprozessen, 1. Auflage, Zürich 1996
- ▶ BUWAL: Brand G., Braunschweig A., Scheidegger A., Schwank O.: Bewertung in Ökobilanzen mit der Methode der ökologischen Knappheit – Ökofaktoren 1997. BUWAL Schriftenreihe Umwelt Nr. 297, Bern 1997
- ▶ BUWAL: Habersatter K., Fecker I. et al.: Ökoinventare für Verpackungen, 2. korrigierte Auflage, Schriftenreihe Umwelt Nr. 250/II, Bern 1998
- ▶ BUWAL: Abfallstatistik 1998, Umwelt-Materialien Nr. 119, Bern 1999
- ▶ Infrac: Maibach M., Peter D., Seiler B.: Ökoinventar Transporte, 2. korrigierte Auflage, Zürich 1999
- ▶ Infrac/Econcept/Prognos: Maibach M. et al.: Die vergessenen Milliarden, Externe Kosten im Energie- und Verkehrsbereich; Bern, Stuttgart, Wien: Hauptverlag 1996
- ▶ Schweizerischer Bundesrat: Verordnung über die Lenkungsabgabe auf flüchtigen organischen Verbindungen (VOCV), SR 814.018, Bern 1997