

# **Zielsetzung und Monitoring zur Energieeffizienz und CO<sub>2</sub>-Minderung der Schweizer Wirtschaft**

Vorprojekt

für das

Bundesamt für Energie, BFE

Bern

20. 07. 2001

Max Zürcher, EnAW, Zürich  
Eberhard Jochem, Bernard Aebischer, Christiane Schmid, CEPE, Zürich  
Martin Patel, FhG-ISI, Karlsruhe  
Walter Baumgartner, Christoph Muggli, Basics AG, Zürich

CEPE-Bericht No.  
ETH-Zentrum WEC  
Tel.: 01-632 06 50; Fax: 01-632 10 22

Der Bericht spiegelt den Kenntnisstand vom Juni 2000

## Vorwort

Die Industrialisierung der Nordhalbkugel mit heute etwa 1 Mrd. Menschen verlief in den vergangenen zwei Jahrhunderten in technologischen und umweltrelevanten Wellen, im Umweltbereich von der örtlichen zur regionalen Überbelastung, die jeweils gemeistert wurden, zur globalen Überbelastung in Form des Klimawandels, den es im 21. Jahrhundert zu meistern gilt. Angesichts der Tatsache, dass etwa weitere 9 Mrd. Menschen am Ende dieses Jahrhunderts ein lebenswertes Leben mit technologisch basierten Annehmlichkeiten anstreben und man heute mit einer Energieversorgung startet, die zu mehr als 80 % auf fossilen Energieträgern basiert, steht die Menschheit vor einer gewaltigen Herausforderung. Die Staaten, die sich heute dieser Herausforderung stellen, dürften das Kyoto-Protokoll in 2002 ratifizieren, darunter auch die Schweiz, die mit ihrem CO<sub>2</sub>-Gesetz eine beispielhafte Umsetzung auf nationaler Ebene vorantreibt.

Energie- oder Emissionsabgaben haben den Nachteil, dass sie entsprechend dem jeweiligen Energieverbrauch oder Emissionsaufkommen, d. h. unabhängig vom Re-Investitionszyklus, zu zahlen sind. So wie es im Wirtschaftssektor auf hohe Effizienz, Flexibilität und Innovationsfähigkeit ankommt, so gilt dies auch für einen modernen Staat, der sich diese Kriterien zur Wohlfahrtssteigerung ebenso zu eigen macht, um möglichst viel Ressourcenschutz und sozialen Ausgleich mit möglichst geringem Aufwand zu erreichen.

Wenn es in zigtausenden Schweizer Betrieben in Industrie, Gewerbe, Handel und Dienstleistungen in den kommenden Jahrzehnten darum geht, die Energieeffizienz zu steigern und merklich weniger Treibhausgase trotz Produktionswachstum zu emittieren, dann bedeutet dies zweierlei: Eine intensive Innovationstätigkeit in allen energieverbrauchenden Prozessen, Maschinen, Anlagen, Geräten und Fahrzeugen sowie eine möglichst weite Delegation der Verantwortung zur Innovation an die vielen dezentralen Entscheidungsträger. An diese beiden Grundgedanken und die o.g. Effizienzgesichtspunkte staatlicher Politik knüpfte der Gesetzgeber des CO<sub>2</sub>-Gesetzes an, wenn er alternativ zur CO<sub>2</sub>-Abgabe eine Zielvereinbarung zur Emissionsminderung mit einzelnen Verbänden, Unternehmen und anderen Emittentengruppen vorsieht.

Derartige Zielvereinbarungen sind in ihrer Wirksamkeit (und auch in ihrem erforderlichen Verhandlungs- und Kontrollaufwand) in Fachkreisen nicht unumstritten. Deshalb sollte diese Vorstudie anhand sehr unterschiedlicher, aber typischer Branchen prüfen, welche methodischen Schritte bei der Zieldefinition zu beachten sind, wie der Datenbedarf ist, wie eine Berichterstattung, ein Monitoring des Zielpfads und seine Kontrolle ausgestaltet sein könnte, und welche begleitenden Massnahmen Staat und Wirtschaft bedenken sollten, um die Zielvereinbarungen der Schweizer Wirtschaft in ihrer Wirksamkeit und Effizienz zum Erfolg zu führen.

Der Bericht zeigt, dass ein solcher Erfolg nicht ohne Anstrengungen zu erreichen sein wird; aber angesichts der Chancen für Innovation und Selbstgestaltung lohnt sich nach Ansicht der Autoren der Versuch. Zudem legen die Komplexität und Vielgestaltigkeit der Produktionsprozesse in der verarbeitenden Wirtschaft wie auch die ungezählten und nicht voraussehbaren Emissionsminderungsmöglichkeiten es aus Kostengründen nahe, neue generelle Instrumente zur Zielerreichung einzusetzen; dazu gehört auch die Zielvereinbarung zwischen Wirtschaft und Staat..

## Inhaltsverzeichnis

<b>0</b>	<b>Kurzzusammenfassung - Executive Summary .....</b>	<b>1</b>
<b>1.</b>	<b>Problemstellung und Hintergrund des Vorprojektes .....</b>	<b>4</b>
<b>2.</b>	<b>Zielsetzung und methodisches Vorgehen .....</b>	<b>8</b>
2.1	Zielsetzung der Vorstudie.....	8
2.2	Methodisches Vorgehen und Datenverfügbarkeit .....	9
2.2.1	Erläuterung der Berechnungsmethode am Beispiel der Maschinen-Industrie .....	9
2.3	Grundsätzlicher Ablauf der Zielsetzung für eine Branche und die schweizerische Wirtschaft insgesamt .....	12
2.3.1	Effizienz- und Substitutionspotenziale in Branchen, Wirtschaftssektoren oder Grossunternehmen .....	12
2.3.2	Aggregation der Einzelzielsetzungen der Branche zu einer Gesamtzielsetzung der Schweizer Wirtschaft .....	14
2.3.3	Überprüfung des Zielvorschlags seitens der betroffenen Branchen bzw. Regionen .....	16
<b>3</b>	<b>Sektorale Beispiele des Vorprojektes.....</b>	<b>17</b>
3.1	Allgemeine und gemeinsame Hinweise – Auswahl der Beispielbranchen und Emissionsfaktoren.....	17
3.2	Zellstoff- und Papierindustrie (Basics).....	18
3.2.1	Die Branche .....	18
3.2.2	Grundlinien einer Vereinbarung zur Energieeffizienz und CO <sub>2</sub> -Minderung .....	20
3.2.3	Flankierende Massnahmen .....	29
3.2.4	Operationelle Hinweise und weiteres Vorgehen .....	29
3.3	Maschinenbau (FhG-ISI).....	30
3.3.1	Die Branche .....	31
3.3.2	Grundlinien einer Vereinbarung zur Energieeffizienz und CO <sub>2</sub> -Minderung .....	32
3.3.3	Flankierende Massnahmen .....	38
3.3.4	Operationelle Hinweise und weiteres Vorgehen für eine Erarbeitung einer Zielvereinbarung der Branche .....	38
3.4	Baugewerbe (Basics).....	39
3.4.1	Die Branche .....	40
3.4.2	Grundlinien einer Vereinbarung zur Energieeffizienz und CO <sub>2</sub> -Minderung .....	42
3.4.3	Flankierende Massnahmen .....	49

3.4.4	Operationelle Hinweise und weiteres Vorgehen .....	50
3.5	Banken (CEPE).....	52
3.5.1	Die Branche .....	52
3.5.2	Grundlinien einer Zielvereinbarung zur Energieeffizienz und CO <sub>2</sub> -Minderung .....	56
3.5.3	Flankierende Massnahmen .....	66
3.5.4	Operationelle Hinweise und weiteres Vorgehen für eine Erarbeitung einer Zielvereinbarung der Branche .....	66
<b>4</b>	<b>Schlussfolgerungen für die Zielvereinbarungen der schweizerischen Wirtschaft .....</b>	<b>68</b>
4.1	Datenverfügbarkeit und zusätzliche Möglichkeiten der Datengenerierung.....	68
4.1.1	Beschaffungsschwierigkeiten benötigter Daten zu Energie- verbrauch, Produktion und Strukturwandel einzelner Branchen für die Basisjahre 1990 und 1999 sowie laufende Jahre.....	69
4.1.2	Einschätzungsschwierigkeiten zu den Energieeffizienz- und Energiesubstitutionspotenzialen .....	72
4.2	Inhaltliche und Datenaspekte struktureller Einflüsse .....	74
4.3	Hinweise zum Reporting, Monitoring und Controlling.....	76
4.4	Hinweise zur Implementierung der Zielvereinbarungen einzelner Branchen und der schweizerischen Wirtschaft insgesamt .....	79
4.5	Weiterführende Hinweise .....	81
<b>5</b>	<b>Literatur .....</b>	<b>83</b>
5.1	Literatur zu Kapitel 1, 2 und 4.....	83
5.2	Literatur zu Kapitel 3.....	84
<b>Anhang</b>		<b>89</b>

## 0 Kurzzusammenfassung - Executive Summary

Das CO<sub>2</sub>-Gesetz der Schweiz ermöglicht, dass sich Unternehmen und Branchen durch eine Zielvereinbarung zur Begrenzung der CO<sub>2</sub>-Emissionen von der CO<sub>2</sub>-Abgabe befreien können, die maximal 210,-CHF je t CO<sub>2</sub> betragen würde und ab dem Jahre 2004 oder 2005 eingeführt werden könnte. Ziel dieses Vorprojektes war es deshalb, das methodische Vorgehen der Zielfindung anhand von vier Wirtschaftszweigen exemplarisch zu zeigen und dabei allfällige Schwierigkeiten und die Machbarkeit zu prüfen. Auch sollte geklärt werden, welche flankierenden Massnahmen seitens des Staates oder Dritter geeignet sind, die Erreichung der Zielvereinbarungen abzusichern oder zu den Reduktionsverpflichtungen der Schweiz insgesamt beizutragen. Allerdings sollten Zielvereinbarungen so gestaltet sein, dass sie für einzelne Unternehmen oder Branchen nicht **zu einem Wachstumshemmnis** werden. Es besteht bei grosser Beteiligung der Unternehmen und Branchen die Chance, die Zielvereinbarung und die damit erforderlichen Analysen und Massnahmen als **Innovationsschub in der Schweizer Wirtschaft** zu verstehen und nicht nur als Möglichkeit, die Energiekosten der Wirtschaft zu senken. Ausserdem liesse sich auch die Wettbewerbsposition der schweizerischen Exportwirtschaft von energieeffizienten Anlagen und Maschinen verbessern.

Das **methodische Vorgehen zur Definition der Ziele** zur Energieeffizienz und der Energieträgersubstitution zu kohlenstoffarmen Energieträgern sowie zur absoluten CO<sub>2</sub>-Begrenzung wird genau erläutert; es wurde anhand von vier sehr unterschiedlichen Branchen – Zellstoff und Papier, Maschinenbau, Baugewerbe und Banken – getestet. Die dabei verwendeten quantitativen Angaben sind **exemplarischer Natur**, d. h. lediglich qualitativ zu interpretieren, und müssten jeweils konkret zwischen Verwaltung und Unternehmen festgelegt werden.

Wenngleich die Ergebnisse exemplarischer Natur sind, so lassen sich doch einige grundsätzliche **Schlussfolgerungen** ziehen:

- Das vorgeschlagene Vorgehen der Zielfindung ist in allen Branchen machbar (wie auch die Erfahrungen im europäischen Ausland zeigen).
- Grundsätzlich lässt sich dieses Verfahren auch für regionale Gruppierungen (z.B. Energie-Modell Schweiz) anwenden, allerdings mit einem teilweise höheren Aufwand und entsprechenden Kosten für Verhandlungen, Auditing und Monitoring.
- Der Datenbedarf ist durch Verbandserhebungen oder andere Träger einer jährlichen oder zweijährlichen Erhebung zu befriedigen. In einigen Fällen werden Erhebungen zu Energieverbrauch und Produktionsentwicklung seitens der Verbände bereits durchgeführt.
- Der Datenbedarf zum Strukturwandel, der für den Energieverbrauch von Einfluss ist, müsste für jede Branche definiert werden, um entsprechende Datenerhebungen – zusammen mit der Erhebung für Energieverbrauch und Produktionsent-

wicklung – zu veranlassen. Diese Arbeiten sind zum Teil aufwändig, eventuell mit Schwierigkeiten verbunden, aber unbedingt erforderlich, um sachgerecht die Energie-Effizienzverbesserungen und -Substitutionsmöglichkeiten einschätzen zu können.

- Die Branchen tendieren i.a. dazu, ihr Energieeffizienzpotenzial der nächsten 10 Jahre eher zu unterschätzen, wie anhand vorhandener technologischer Daten von Neuanlagen und best practice-Beispielen gezeigt werden kann. Die Mitarbeit bzw. die Integration der Kenntnisse von Anlagenherstellern und beratenden Ingenieuren bei der Zieldefinition wäre deshalb notwendig. Nur so können auch die **möglichen Innovationen**, die als rentabel zu bezeichnen sind, voll realisiert werden.
- Eine Zieldefinition kann aber technologische und ökonomische Veränderungen einer Dekade nur mit gewissen Unsicherheitsmargen erfassen. Deshalb sollte man die **Zielvereinbarungen als Lernprozess verstehen**, d.h. pragmatisch bei genauerer Kenntnis technologischer und ökonomischer Veränderungen die Zieldefinitionen periodisch anpassen. Dies betrifft auch die Marktdurchdringung neuer Technologien in der Schweiz.
- Die Zieldefinitionen sollten in Zielpfade, d.h. in zeitliche Zwischenziele, differenziert werden, um das Monitoring auf jährlicher Basis durchführen zu können.
- Für einige Effizienzmassnahmen braucht es spezielle Regeln ihrer Bewertung bzgl. der CO<sub>2</sub>-Emissionen (z.B. für WKK-Anlagen).
- Die Zieldefinitionen für einzelne Branchen und Regionen lassen sich über eine Annahme zur Wirtschaftsentwicklung der Branchen und durch das Herausrechnen von Doppelzählungen zu einer Gesamtzielsetzung der Schweizer Wirtschaft zusammenfassen (**Chapeau-Zielsetzung**).
- Die Zieldefinition könnte nach ersten Erfahrungen mit dem energiebedingten CO<sub>2</sub> auf mehrere oder alle sechs Treibhausgase ausgedehnt werden. Dies hätte den Vorteil, dass alle kostengünstigen Emissionsminderungsmöglichkeiten konsequent realisiert würden und damit das Reduktionsziel von Kyoto (-8%) kostengünstiger erreicht werden könnte.

Wer Ziele setzt, muss auch beobachten, ob er sich auf dem Zielpfad befindet. Notwendig ist dazu ein Monitoring-Reporting-System. Für das **Reporting, Monitoring und Controlling** lässt sich folgendes festhalten:

- Die von den Unternehmen gemeldeten Energieverbrauchsdaten sollten von witterungsbedingten und konjunkturellen Einflüssen bereinigt werden, das gleiche gilt für Abweichungen von den in der Zielvereinbarung unterstellten Strukturveränderungen innerhalb der betrachteten Branchen.
- Spezielle Entwicklungen bei der Erhebung statistischer Jahresangaben (z.B. Outsourcing energieintensiver Nebenanlagen und des Gebäudemanagements durch Contracting, Leasing oder Mieten, Stilllegung oder Verkauf wichtiger Produktionsanteile) sollten qualitativ verfolgt und bei grösseren Veränderungen quantitativ erfasst werden. Neuansiedlungen von Betrieben sind ein weiterer



Aspekt, der zu pragmatischen Lösungen beim Einbezug in Zielvereinbarungen führen muss.

- Solange die Gesamtheit der Branchen und regionalen Gruppierungen, welche die Energie-Agentur der Wirtschaft (EnAW) in der Zielvereinbarung gegenüber der Regierung vertritt, im Zielkorridor der Gesamtheit verbleibt, könnte eine Befreiung von der CO<sub>2</sub>-Abgabe für alle Betroffenen erfolgen. Wird der Zielkorridor unterschritten, könnte branchenweise bzw. regional seitens der EnAW im Rahmen des Monitoring geprüft, entsprechende Gespräche zu Ursachen und Massnahmen geführt werden. Auf jeden Fall müsste gewährleistet bleiben, dass erfolgreiche Anstrengungen zur Energieeffizienz – auch einzelner Unternehmen – durch Freistellung von der CO<sub>2</sub>-Abgabe belohnt werden.
- Eine Belohnung der Unternehmen mit besonderen Anstrengungen zur Energieeffizienz und Energiesubstitution könnte auch darin bestehen, dass das Jahr 1999 als Basisjahr für die Zuteilung von Emissionsrechten beim späteren Zertifikatehandel auf nationaler oder internationaler Ebene erklärt wird.

Schliesslich wird eine Reihe von **Aspekten zur Umsetzung der Zielvereinbarungen** beleuchtet, darunter die Anlaufphase des Zielpfades, Toleranzen zur Abweichung von Zielpfad und Ziel 2010, eine CO<sub>2</sub>-Emissionsbewertungsregel für die Wärme-Kraft-Kopplung (WKK) sowie eine spätere Einführung von Emissionszertifikaten, um den Fall der Wachstumsbremse durch CO<sub>2</sub>-Zielvereinbarungen auszuschliessen.

Der Aufwand für Monitoring und Reporting sowie Kontrolle ist nicht als gering zu veranschlagen. Man wird ihn zu minimieren versuchen, indem man auf dem Zielpfad für die Gesamtwirtschaft bleibt (Chapeau-Zielvereinbarung). Dies dürfte dann gelingen, wenn die möglichen Kosteneinsparungen durch mehr Energieeffizienz und die bestehenden Innovationschancen intensiv zwischen den Partnern kommuniziert und vielfältig realisiert werden.

Das hier vorgeschlagene Vorgehen für eine Zieldefinition ermöglicht **für die Schweizer Wirtschaft ein hohes Mass an Flexibilität:**

- die spezifischen, auf die Produktion bezogenen Zielwerte machen frei von Wachstumsrestriktionen;
- die auf der Zeitachse neu verhandelbaren Zielwerte ermöglichen neueste technologische Veränderungen mit zu berücksichtigen;
- die Chapeau-Zielvereinbarung ermöglicht einen Ausgleich unter den Branchen und Regionen;
- letztlich bleibt der Schweizerischen Regierung – und auch der Wirtschaft – gegen Ende des Jahrzehnts die Möglichkeit, absolute Ziele durch Zukauf handelbarer Emissionszertifikate zu erreichen, falls die Zielvereinbarungen nicht vollständig erreicht werden sollten.

## 1. Problemstellung und Hintergrund des Vorprojektes

Das Schweizer Bundesgesetz zur Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen in der Schweiz ist seit dem 1. Mai 2000 in Kraft. In Anlehnung an den Kyoto-Prozess sieht es eine Minderung der brennstoffbedingten CO<sub>2</sub>-Emissionen um 15 % und der treibstoffbedingten CO<sub>2</sub>-Emissionen um 8 % bis zur Periode 2008 – 2010 relativ zu den Emissionen des Jahres 1990 vor. Ist absehbar, dass dieses Ziel nicht erreicht würde, kann der Bundesrat eine CO<sub>2</sub>-Abgabe frühestens ab dem Jahre 2004 einführen, die maximal 240,- CHF/ t CO<sub>2</sub> betragen könnte. Unternehmen und Branchen der Wirtschaft können sich von der Abgabe befreien lassen, wenn sie eine Verpflichtung zur CO<sub>2</sub>-Minderung bis zum Jahre 2010 eingehen und zugleich einen Massnahmenplan erstellen, die Wirkung der Massnahmen überprüfen und regelmässig über ihre Emissionen berichten (Reporting). Wer die gegenüber dem Bund eingegangenen Verpflichtungen nicht einhält, hat die Abgabensumme, von der er befreit wurde, einschliesslich Zinsen zurückzuzahlen (Art. 1, 4, 7 und 9 des CO<sub>2</sub>-Gesetzes; Bundesversammlung, 1999). Nach dem negativen Volksentscheid zur Grundnorm, der Förder- sowie Solarabgabe am 24. September 2000 erhält dieses Gesetz eine besondere Bedeutung für die Schweiz, um den Verpflichtungen von Kyoto nachzukommen.

In den letzten Jahren gewannen freiwillige Selbstverpflichtungen und Zielvereinbarungen einzelner Gruppen in der Wirtschaft und der öffentlichen Hand in der Umwelt- und Klimapolitik in den OECD Staaten eine zunehmende Bedeutung (van Dunné; Solsbery/Wiederkehr 1995; Jochem/Eichhammer, 1999). Dieses Instrument ist von Seiten der Wissenschaft, insbesondere der Ökonomie bei Anwendung auf Emittenten nicht unumstritten (Fischedick et al., 1995), weil das Monitoring und die Durchsetzbarkeit von Selbstverpflichtungen bestimmte Anforderungen voraussetzt (z. B. begleitende Massnahmen, gehemmte, aber rentable Potenziale zu realisieren, betriebsindividuelles Monitoring). Sehr gute Ergebnisse hat man im Bereich der Selbstverpflichtungen von Herstellern von Massenprodukten wegen der guten Überprüfbarkeit der Zielerreichung einzelner Unternehmen anhand ihrer Produkte erzielt (z.B. Elektrogeräte) und mit Abstrichen bei Energieanwender-Branchen unter bestimmten Voraussetzungen (Ministerie v. Economische Zaken 1999).

Grundsätzlich basieren Selbstverpflichtungen oder Zielvereinbarungen einer Branche oder eines Unternehmens auf

- bestimmten *Prämissen zu den politischen und ökonomischen Rahmenbedingungen* (z.B. Energiepreise auf den Weltmärkten, die allgemeine Wirtschaftsentwicklung (global und der Schweiz), die Liberalisierung der Strom- und Gaswirtschaft),
- den *technisch-wirtschaftlichen Chancen zur Emissionsminderung* bei Reinvestitionen bzw. Erweiterungsinvestitionen der betroffenen Branche und auf

- bestimmten *Annahmen zum zukünftigen Strukturwandel* der Produktpalette bzw. der Wertschöpfung einer Branche oder eines Unternehmens.

Dieser prognostische Charakter, der in vielen Fällen nur implizit in den jeweiligen Erklärungen enthalten, meist aber explizit nicht genannt ist bzw. auch nicht vorhersehbar ist, bedeutet zugleich, dass eine Erklärung einer Branche dann als *prozesshafte Zielvereinbarung* angesehen werden muss; denn diese Prognoseelemente beruhen auf Annahmen, die sich in der Periode der Gültigkeit der Selbstverpflichtung als irrtümlich erweisen können (Jochem/Eichhammer, 1999). Diese prozesshafte Vorgehensweise wird auch bei der Selbstverpflichtung der deutschen Wirtschaft praktiziert, in der Reduktionsziele infolge technischer Neuerungen und struktureller Veränderungen in einigen Branchen verändert wurden und werden (Schafhausen, 2000). So wurde das Ziel der Chapeau-Zielvereinbarung der deutschen Wirtschaft von 1996, die spezifischen CO<sub>2</sub>-Emissionen zwischen 1990 und 2005 um 20 % zu reduzieren, im Herbst 2000 auf -34 % Reduktion der spezifischen Treibhausgase bis 2010, d.h. auf -2 % pro Jahr verschärft.

Bis 2010 könnten sich beispielsweise Kostenreduktionen bei bestimmten Prozesstechniken oder technische Verbesserungen einstellen, die neue rentable Energieeffizienzmöglichkeiten eröffnen, die zum heutigen Zeitpunkt noch nicht klar erkennbar sind; ein Beispiel sind die Kostenreduktionen von konventionellen thermischen Kraftwerken Mitte der 90er Jahre, wie sie Anfang der 90er Jahre nicht vermutet wurden.

Um diese schwierigen Zielsetzungsprozesse sachgerecht zu leisten, wurde beispielsweise in den Niederlanden den eigentlichen Verhandlungsprozessen ausführliche technische Studien bei NOVEM in Kooperation mit wissenschaftlichen Instituten vorgeschaltet, um von beiden Seiten – der Wirtschaft und des Staates – einen sachbasierten Verhandlungsprozess auf Basis der jeweils jüngsten technologischen Erkenntnisse ermöglichen zu können (Min. v. Economische Zaken, 1999).

### **Hintergrund dieses Vorprojektes**

Die Schweizer Wirtschaft hat mit der Gründung der Energie-Agentur der Wirtschaft (EnAW) Ende 1999 eine neue Phase in der Zusammenarbeit zwischen Wirtschaft und Staat auf der Basis des Energiegesetzes und des CO<sub>2</sub>-Gesetzes begonnen. Massnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz, die zusätzlich zu der normalen Investitionstätigkeit ergriffen werden, sollen künftig auf der Basis von Zielvereinbarungen realisiert werden. Diese neue Institution will eine wichtige Rolle spielen, um allgemeine Ziele der Energie- und Wirtschaftspolitik (insbesondere die Förderung von Innovationen) zu realisieren. **Anlass dieser Zielsetzung** der EnAW sind

- die Beobachtung, dass in allen Branchen noch in erheblichem Umfang profitable Energieeffizienzpotenziale vorhanden sind, die zwar gehemmt, aber durch spezielle Initiativen und Massnahmen realisiert werden könnten (BASICS, 1997;

UNDP/WEC/DESA, 2000; Jochem, 2000; RAVEL, 1994 und 1995; de Beer, 1998; Böde et al., 1999 und 2000; NZZ, 1997), und

- die Möglichkeit, sich im Gegenzug von der CO<sub>2</sub>-Steuer zu befreien.

Zu beachten sind dabei die Erfahrungen mit verschiedenen Energie-Agenturen in Westeuropa, die positiven Erfahrungen des Programms Energie 2000, des Modells Schweiz, die jüngsten Evaluationen zu Hemmnissen und zur Wirksamkeit sektoraler Massnahmen seitens des Staates, intermediärer Institutionen und der Wirtschaft im In- und Ausland.

Zu einer der wichtigen Aufgaben der EnAW, der Zielvereinbarung zur Energieeffizienz und zur CO<sub>2</sub>-Emissionsbegrenzung im Rahmen des CO<sub>2</sub>-Gesetzes, war ein entsprechender Projektvorschlag eines Forschungskonsortiums dem Vorort und dem Bundesamt für Energie (BFE) am 14. Januar 2000 unterbreitet worden (CEPE, 2000). Da dieser Projektvorschlag von einem erheblichen Aufwand ausgeht und auf Seiten der Forschungsgeber und Forschungsnehmer Risiken nicht auszuschliessen waren, wurde dem Bundesamt für Energie zunächst ein Vorprojekt für vier Wirtschaftsbranchen vorgeschlagen, um eine Reihe offener Fragen zu klären. Hierüber sei im folgenden berichtet.

Die *energiebedingten CO<sub>2</sub>-Emissionen der schweizerischen Industrie und des Dienstleistungssektors* (einschliesslich den öffentlichen Dienstleistungen und der Landwirtschaft, aber ohne Speditionen und öffentlichen Verkehr) betragen im Jahre 1990 ca. 12,3 Mio t, d.h. 28,7 % der gesamten CO<sub>2</sub>-Emissionen der Schweiz; sie waren bis 1999 mit insgesamt 2 % leicht rückläufig. Im einzelnen reduzierten sich die CO<sub>2</sub>-Emissionen der Schweizerischen Industrie infolge erheblichen Strukturwandels und der erzielten Effizienzgewinne und Brennstoffsubstitutionen bis 1998 um rund 7 % auf 4,89 Mio t CO<sub>2</sub> im Jahre 1998, um in 1999 auf 5,5 Mio t (d.h. um fast 5 % gegenüber 1990) zuzunehmen (BUWAL, 2001); dieser plötzliche Anstieg ist gewiss zu einem erheblichen Teil auf statistische Neuordnungen zurückzuführen. Denn bis 1998 erhöhten sich die CO<sub>2</sub>-Emissionen des Dienstleistungssektors (inkl. Gewerbe und Landwirtschaft) um rund 6,5 % auf 7,4 Mio t CO<sub>2</sub>, um 1999 um 10 % auf 6,8 Mio t CO<sub>2</sub> zurückzuspringen. Insgesamt hat sich der Anteil an den CO<sub>2</sub>-Emissionen der Industrie und des Dienstleistungssektors in den 90er Jahren um gut einen Prozentpunkt auf 27,0 % der gesamten energiebedingten CO<sub>2</sub>-Emissionen der Schweiz reduziert (vgl. Tab.1.1). Ursache für den absoluten Verbrauchsanstieg der fossilen Energieträger in der Schweiz zwischen 1990 und 1999 um fast 10 % oder 1,0 % pro Jahr sind im wesentlichen die stark zunehmenden Leistungen des Strassen- und Luftverkehrs (BFE, 2000).

Insgesamt stiegen die energiebedingten CO<sub>2</sub>-Emissionen zwischen 1990 und 1999 in der Schweiz um 5,8 % auf 45,4 Mio t an, und die drei wesentlichen Treibhausgase (CO<sub>2</sub>, Methan, N<sub>2</sub>O) um 0,5 % auf ca. 53,3 Mio t CO<sub>2</sub>-Äquivalente. Beide Emis-

sionsentwicklungen der 90er Jahre stehen im Konflikt zu den klimapolitischen Zielsetzungen: einer 10%-igen Verminderung der CO<sub>2</sub>-Emissionen bis 2010 laut CO<sub>2</sub>-Gesetz und einer 8%-igen Verminderung der Treibhausgasemissionen bis 2008-2012 laut den Verpflichtungen im Kyoto-Protokoll. Ohne Zweifel ist die Schweizerische Regierung gezwungen, weitere Massnahmen zur Verminderung der Treibhausgasemissionen zu ergreifen, insbesondere der CO<sub>2</sub>-Emissionen, die 1999 gut 83 % aller Treibhausgase ausmachten.

**Tabelle 1.1: Energiebedingte CO<sub>2</sub>-Emissionen der Schweiz nach Sektoren, 1990 bis 1999**

Sektor	CO <sub>2</sub> -Emissionen in Mio t		
	1990	1998	1999
private Haushalte	12,0	12,3	11,84
Industrie	5,8	5,3	5,5
Dienstleistungen, Gewerbe und Landwirtschaft	6,5	6,9	6,83
Verkehr	18,3	19,9	20,1
Umwandlungssektor	0,3	0,9	1,13
<b>Summe</b>	<b>42,9</b>	<b>45,0</b>	<b>45,4</b>

Quellen: Bundesamt für Energie, 2000; BUWAL, 2001; eigene Berechnungen

## 2. Zielsetzung und methodisches Vorgehen

Im folgenden wird neben der Zielsetzung dieses Vorprojektes (Kap. 2.1) und dem methodischen Vorgehen (Kap. 2.2) auf den allgemeinen Ablauf eines Zielsetzungsprozesses für eine Zielvereinbarung der Schweizer Wirtschaft (Kap. 2.3) kurz eingegangen, wie er von den Autoren als sachgerecht empfohlen wird, um die eingangs zitierte Kritik zu entkräften.

### 2.1 Zielsetzung der Vorstudie

Das hiermit dokumentierte Vorprojekt hatte folgende **Teilziele**:

- Anhand einer energie-intensiven Branche (Zellstoff und Papier) sowie drei energie-extensiven Branchen aus der Industrie, dem Gewerbe und dem Dienstleistungssektor (Maschinen-Industrie, Baugewerbe und Banken) sollten die vorhandenen Daten zu Energieverbräuchen, Produktion und energie-determinierenden Strukturwandel sowie ihre möglichen Quellen analysiert werden, um **das methodische Vorgehen für eine Zielvereinbarung exemplarisch zu zeigen**. Die verwendete Datenbasis sollte auch mit Hinblick auf das spätere Monitoring und Reporting geprüft werden.
- Auf der Basis einer Literatur- und Datenbank-Recherche und mittels Teilerhebungen und Gesprächen mit Branchenvertretern **sollte exemplarisch eine erste Abschätzung eines möglichen Zieles zur Energieeffizienzverbesserung und zur CO<sub>2</sub>-Emissionsbegrenzung** bei den vier betroffenen Branchen erfolgen und dabei das methodische Vorgehen demonstriert werden.
- Da die zentrale Hypothese der klimapolitischen Diskussion unter dem Gesichtspunkt der volkswirtschaftlichen Effizienz eine Vorteilhaftigkeit der Zielvereinbarung gegenüber einer Abgablösung unterstellt und weiterhin, dass **begleitende Massnahmen** (wie z.B. Motivation der Geschäftsführung, Benchmarking, Fortbildung ausgewählter Zielgruppen zu speziellen Themen, kooperative Beschaffung, Outsourcing und Forschung/Entwicklung) effektiver sind und die Wettbewerbsfähigkeit der schweizerischen Wirtschaft verbessern, sollte exemplarisch für die Branchen ein derartiges Bündel begleitender Massnahmen erarbeitet werden.

Mit dem schriftlichen Ergebnis in Form dieses Berichtes und der Kurzzusammenfassung (Executive Summary, s. Kap. 0) sollen die Unternehmen der schweizerischen Wirtschaft und Interessierte aus Verwaltung und Politik informiert und mit den speziellen Aspekten einer Zielvereinbarung vertraut gemacht werden, für dessen Zielsetzungen ein Hauptprojekt noch im Jahre 2001 begonnen und Ende 2002 abgeschlossen werden könnte.

## 2.2 Methodisches Vorgehen und Datenverfügbarkeit

Die **Zieldefinitionen** in den vier Branchen werden zunächst grundsätzlich **anhand spezifischer Energieverbrauchswerte** formuliert. Die Verfügbarkeit physischer und/oder ökonomischer Produktionsdaten sowie der Energieverbrauchsdaten und Geheimhaltungsaspekte bei weniger als drei Unternehmen einer Branche oder einer Region beeinflussen das Konzept der Zieldefinition und insbesondere des Monitorings. Die Unterscheidung nach Einflüssen der Energieeffizienz und der Entwicklung der Produktstruktur einer Branche wurde nach der gängigen Methodik der Energieindikatormethodik (IEA 1997; Diekmann et al. 1999) exemplarisch vorgenommen. Dies ist zugleich auch die methodische Basis für das Monitoring, bei dem regelmässig für einzelne Branchen oder Regionen geprüft werden muss, ob die anfänglichen Annahmen zum Strukturwandel weiterhin zutreffen und die energietechnologischen Erfolge damit angemessen bewertet werden können (vgl. Kap. 4.3).

Die Zusammenstellung geeigneter branchenspezifischer Massnahmenbündel, um die besonderen Anstrengungen der Unternehmen im Rahmen der Selbstverpflichtungen zu unterstützen, erfolgte anhand von Literatur- und Datenbankauswertungen (z.B. MURE, die EU-weit vom FhG-ISI aufgebaut wurde und gepflegt wird), aus den Erfahrungen des Modell Schweiz (Bürki, 2000) und von Interviews mit Branchenkennern und –vertretern unter der Vermittlung der EnAW.

### 2.2.1 Erläuterung der Berechnungsmethode am Beispiel der Maschinen-Industrie

Im folgenden sind die Berechnungsmethodik zur Zieldefinition und die benötigten Eingabedaten erläutert. Diese Methodik wird gilt für alle Branchen oder regionale Gruppierungen vorgeschlagen, für die eine Zielvereinbarung erarbeitet werden soll.

#### *Aufbau der Berechnungsmethodik*

Zur Abschätzung der Energieeffizienz- und CO<sub>2</sub>-Minderungspotenziale wird ein einfaches Spreadsheetmodell verwendet. Dieses besteht aus zwei Elementen, und zwar (vgl. Anhang):

- einer Zusammenfassung, welche die wichtigsten Eingabedaten und Ergebnisse wiedergibt (Tabelle A1 im Anhang)
- einem Berechnungssheet mit allen Eingabedaten und allen Berechnungen (Tabellen A2-1 bis A2-6 im Anhang).

Die Berechnungsmethodik unterteilt die Analysen in jeweils fünf Blöcke mit den wichtigsten Aspekten. Zur Festlegung einer Zieldefinition (vgl. auch Tabelle A1 mit Beispielangaben für den Maschinenbau).

- Block 1 ("*Stand 1990, 1999 und 2010*") enthält Angaben zum Endenergieverbrauch und den CO<sub>2</sub>-Emissionen in den Jahren 1990 und 1999 sowie zur angenommenen Produktionsentwicklung von 1999 lt. der amtlichen Statistik bis zum Jahr 2010 auf der Basis von 1999 in Form von ökonomischen Werten (z. B. Bruttowertschöpfung) und von physischen Werten. Der Unterschied repräsentiert (hier exemplarisch, mit 1 %/a ausgenommen) den intra-industriellen Strukturwandel und der Trend zu höherer Wertschöpfung.
- Block 2 ("*Effizienzeffekte*") zeigt die durch technische Massnahmen realisierbaren Energieeinspar- und CO<sub>2</sub>-Minderungspotenziale (bei gleicher Energieträgerstruktur wie 1999) im Zeitraum 1999 bis 2010. Dabei wird zwischen einer Referenzentwicklung (autonome Entwicklung) und einer Entwicklung bei maximaler Realisierung der Energieeffizienz-Massnahmen unterschieden (besondere Anstrengungen). Die Werte des Datenblocks 2 basieren zunächst auf der Annahme, dass die Produktion im Jahr 2010 mit der Produktion in 1999 identisch sei. Die Werte wurden unter Verwendung der in Tabelle A2 des Spreadsheetmodells berücksichtigten Massnahmen berechnet. Die Werte sind als exemplarische zu verstehen und stammen im wesentlichen aus der IKARUS-Datenbank für den Maschinenbau in Deutschland.
- Block 3 ("*Brennstoff-Substitutionseffekte*") zeigt die aus Block 2 hervorgehenden Ergebnisse mit zusätzlicher Berücksichtigung der Veränderung des Brennstoffmixes zwischen 1999 und 2010. Dabei wurde die zukünftige Zunahme des Erdgasanteiles auf der Grundlage der historischen Entwicklung in der Maschinen-Industrie in Deutschland abgeschätzt. Demnach könnten die CO<sub>2</sub>-Emissionen bei konstanter Produktion im gesamten Zeitraum um maximal 19 % in diesem Berechnungsbeispiel vermindert werden.
- Block 4 ("*Einfluss des Produktionszuwachses*") berücksichtigt die zukünftige Entwicklung der Wertschöpfung, d.h. des monetären Produktionszuwachses, durch Multiplikation der spezifischen Werte von Block 3. Aufgrund der zunehmenden Produktion um 28 % weist Datenblock 4 absolut keine Energieeinsparungen, sondern Mehrverbräuche bzw. Mehremissionen aus (negative Prozentwerte). Hierbei wird allerdings davon ausgegangen, dass sich die physische Produktion (in Tonnen) genauso entwickelt wie die monetäre Produktion. Da diese Annahme den Energieverbrauch und die CO<sub>2</sub>-Emissionen in der Zukunft überschätzen würde, weil der Trend zu höherer Wertschöpfung je physische Einheit weiter ansteigen dürfte, wird in dem sich anschliessenden Berechnungsschritt (s.u., Block 5) eine Korrektur durchgeführt.
- Block 5 ("*Intra-industrieller Strukturwandel und andere strukturelle Veränderungen*") gibt die Endergebnisse der gesamten Berechnungsprozedur an. Die Werte dieses Datenblocks gehen aus Block 4 hervor, indem berücksichtigt wird, dass der Trend zu höherer Wertschöpfung sich in einer geringeren



Zunahme der physischen Produktion spiegelt. Von Bedeutung ist hier der Trend zu höherwertigen Produkten, der im Maschinenbausektor unter anderem auf den Einbau von mikroelektronischen Komponenten, höherwertige Materialien oder völlig neue Komponenten mit höherer Wertschöpfung in die Produkte zurückzuführen ist, oder der Rückgang betriebsinterner Giessereien. Der Einfluss von 1 % pro Jahr ist hier eine Annahme, die auch bei realen Zielvereinbarungen getroffen werden und im Monitoring überprüft und angepasst werden muss.

Als Endergebnis ist als Beispielrechnung für die Maschinen-Industrie festzuhalten, dass die gesamte CO<sub>2</sub>-Emissionen zwischen 1999 und 2010 im Referenzfall um 2 % steigen und bei besonderen Anstrengungen um 6 % sinken. Die Zielsetzung würde in diesem Beispiel mit 34 % Abnahme der spezifischen CO<sub>2</sub>-Emissionen zwischen 1999 und 2010 oder 3,5 % pro Jahr abgeleitet.

Grundsätzlich gilt dieses methodische Vorgehen auch für regionale Gruppierungen von Einzelunternehmen (Modell Schweiz). Allerdings bedarf es dann einzelner Audits für jedes Unternehmen oder die Übernahme der spezifischen Ziele einer Branche, falls für diese Branche eine Zielvereinbarung vorliegt. Die einzelnen Audits würden dann zu einer Zielsetzung der beteiligten Unternehmen der Region zusammengefasst.

### ***Eingabedaten***

Dateninputs werden im Spreadsheetmodell ausschliesslich in den grau markierten Feldern von Tabelle A2-1 bis A2-6 eingetragen. Alle übrigen Daten sind Berechnungsergebnisse oder Umrechnungsfaktoren, die zur Erhöhung der Transparenz ausgewiesen sind.

Die derzeitigen Eingaben zum absoluten Energieverbrauch der Branche stammen aus der Erhebung des Vereins Schweizerischer Maschinen-Industrieller (VSM/SWISSMEM). Im Falle einer Zielvereinbarung für die Branchen würden diese Daten durch die entsprechenden Werte aus der Erhebung für das Jahr 1999 der Fa. Helbling ersetzt.

### ***Spezifische CO<sub>2</sub>-Emissionen***

Für die Berechnung der CO<sub>2</sub>-Emissionen der Energieträger werden die folgenden spezifischen Emissionsfaktoren benützt (vgl. Tabelle A3 im Anhang):

- Elektrizität (inkl. Eigenerzeugung): 4.4 kg CO<sub>2</sub> pro GJ (Strommix CH) und 137 kg CO<sub>2</sub> pro GJ (Strommix UCPT); dieser Wert dürfte sich für die Schweiz infolge der Liberalisierung der Stromwirtschaft erhöhen und für den

Bereich der UCPTTE wegen neuer Kraftwerke mit höherer Effizienz und einem höheren Erdgasanteil bis 2010 reduzieren.

- Fernheizung: 27.5 kg CO<sub>2</sub> pro GJ (ad-hoc Annahme, 50% der spezifischen Emissionen von Gas, da derzeit keine Grundlage für spezifische CO<sub>2</sub>-Emissionen der Abfallverbrennungsanlagen als allgemein akzeptiert bekannt)
- Gas: 55 kg CO<sub>2</sub> pro GJ
- Heizöl EL/Treibstoffe: 74 kg CO<sub>2</sub> pro GJ

## 2.3 Grundsätzlicher Ablauf der Zielsetzung für eine Branche und die schweizerische Wirtschaft insgesamt

Der grundsätzliche Ablauf der Zielsetzung ist ein Findungsprozess zwischen den Erkenntnissen der Wissenschaft, der Anlagen- und Maschinenlieferanten und der beratenden Ingenieure einerseits und den Erfahrungen und Kenntnissen der Betriebe einer Branche andererseits (vgl. unten). Die Erfahrungen in Ländern mit derartigen Selbstverpflichtungen oder Zielvereinbarungen zeigen, dass die erreichbaren Energieeffizienzpotenziale seitens der Anwenderbranchen eher unterschätzt wurden; teils, weil ihnen die technologischen Neuerungen ihrer Maschinen- und Anlagenlieferanten nicht hinreichend bekannt sind, teils, weil sie den Innovationsprozess vorsichtigerweise etwas langsamer erwarten. Beispielsweise hatten in Deutschland fünf Branchen bereits im Jahre 1998, d.h. auf der Hälfte der Zielperiode 1990 bis 2005, und drei Jahre nach der ersten Zielvereinbarung im März 1995 ihr Ziel erreicht oder überschritten und weitere sieben Industriezweige von insgesamt 14 Branchen hatten 1998 ihr Ziel zu mehr als 75 % erreicht (Schafhausen, 2000).

Der nachstehend beschriebene Ablauf einer Zielvereinbarung der schweizerischen Wirtschaft könnte im Jahre 2002 abgeschlossen werden, und entsprechende Zielvereinbarungen einzelner Branchen und der gesamten schweizerischen Wirtschaft unter der Federführung der EnAW könnten 2002 beginnen. Es sei hier nochmals betont, dass die Zielsetzung der **Beginn eines breit angelegten Innovationsprozesses** in der Schweizer Wirtschaft sein könnte, wenn eine entsprechende Mobilisierung der Menschen in den Betrieben („lernendes Unternehmen“) erreicht werden könnte.

### 2.3.1 Effizienz- und Substitutionspotenziale in Branchen, Wirtschaftssektoren oder Grossunternehmen

Das Konzept der Zielvereinbarungen geht von der Hypothese aus, dass es in allen Wirtschaftszweigen noch sowohl *rentable Energieeinsparpotenziale* als auch *Substitutionsmöglichkeiten zu kohlenstoffärmeren Energieträgern* gibt, insbesondere zu Erdgas und Strom, die bis 2010 aufgrund von Re-Investitionen und verbesserter

Betriebsführung bzw. durch eine Erweiterung des Gasangebots in der Schweiz realisiert werden könnten. Diese Re-Investitionen würden ohne die besonderen Anstrengungen, die mit der Zielvereinbarung erwartet werden und verbunden sind, nur zum Teil realisiert.

Soweit wie möglich erfolgt dieser Analyseschritt durch das wissenschaftliche Team auf *einzeltechnologischer Basis*, d.h., es wird unterschieden zwischen einzelnen energieintensiven, branchenspezifischen Produktionsprozessen (z.B. Drehrohrofen der Zementherstellung, Trocknung von Ziegeln, Glasöfen) und Querschnittstechnologien (Kessel, Druckluftherzeugung, Kälteerzeugung, Raumwärme, Beleuchtung und Büroautomation u. ä.). Hier wird *jeweils der technologisch neueste Stand*, der wirtschaftlich einsetzbar ist, und sein *jeweiliger heutiger Durchdringungsgrad* erfasst bzw. geschätzt. Analytisch wird dabei zwischen Brennstoffen und Strom unterschieden (vgl. auch Tabelle A2 im Anhang).

Mittels eines EDV-gestützten Aggregations-Tools des FhG-ISI lässt sich dann für jede Branche der spezifische Energiebedarfswert der Branche ermitteln, der unter Berücksichtigung von Re-Investitionszyklen und verbesserter Betriebsführung bis 2010 erreichbar wäre.

Soweit ein Brennstoffwechsel von Heizöl auf Naturgas möglich erscheint oder eine Energiesubstitution durch Strom (z. B. bei Endtrocknungsverfahren in der Textil-, Nahrungs- oder Pharmaindustrie), wird dies für die Ermittlung der Potenziale zu veränderten CO<sub>2</sub>-Emissionen der jeweiligen Branche mit erfasst.

Schliesslich wird die Nutzung der betrieblichen Wärme-Kraft-Kopplung (WKK) bei jenen Branchen intensiver betrachtet werden, die bei einem geeigneten Temperaturniveau des Wärmebedarfs günstige Strom-Wärme-Kennzahlen aufweisen und die heute bereits meist über WKK-Anlagen verfügen.

Einzelne Annahmen, z. B. zur derzeitigen Durchdringung neuester Technik oder Gassubstitutionspotenziale sollten mit betroffenen Branchenvertretern bzw. der Gaswirtschaft diskutiert werden, bevor die Analysen einem weiteren Kreis von Fachleuten aus Wirtschaft, Verwaltung und Wissenschaft zur Diskussion gestellt werden können (vgl. Abb. 2.3-1).

**Das Ergebnis ist für jede definierte Branche** (bzw. Region oder Grossunternehmen) **ein Zielvorschlag** bzgl. Energieeffizienzverbesserung und CO<sub>2</sub>-Emissionsverminderung anhand spezifischer Werte für die Jahre 2005 bzw. 2010 auf der Ausgangsbasis des Jahres 1999 und für CO<sub>2</sub>-Emissionen ausserdem auf der Basis von 1990 (vgl. Beispiel in Abschnitt 2.2.1 und Schritt 2 in Abb. 2.3-1).

### 2.3.2 Aggregation der Einzelzielsetzungen der Branche zu einer Gesamtzielsetzung der Schweizer Wirtschaft

Die Gesamtzielsetzung der Schweizer Wirtschaft, auch Chapeau genannt, ergibt sich durch *Aggregation der spezifischen Zielwerte* (multipliziert mit den jeweils erwarteten Produktionsmengen) der einzelnen Branchen und Regionen, wobei Doppelzählungen auszuschliessen sind. Um den inter-industriellen Strukturwandel berücksichtigen zu können, bedarf es einer in sich konsistenten Wirtschaftsprognose, wie sie z.B. im Jahre 2001 bei der KOF/ETHZ entsteht. In einer Reihe von Fällen energieintensiver Produktionen wird eine derartige Langfristprognose nicht hinreichend differenziert sein, z.B. nicht trennen zwischen der Produktionsentwicklung von Zement, Ziegel und der sonstigen Steinen und Erden-Industrie. Hier wird man anhand vorliegender Erfahrungswerte der Hauptdeterminanten (z.B. der Bautätigkeit) entsprechende Teilproduktionen schätzen und zur Diskussion stellen müssen.

Diejenigen Branchen, für die keine Zielsetzungsanalysen vorliegen und keine Zielsetzungen gemacht werden, wären bei der Gesamtzielsetzung nicht berücksichtigt und auch von der Freistellung von der CO<sub>2</sub>-Abgabe ausgeschlossen.

Unter der Prämisse, dass die zugrunde gelegte Wirtschaftsprognose bis 2010 nach Niveau und Strukturentwicklung von der tatsächlich beobachtbaren Entwicklung nicht sehr abweichen würde, lässt sich *eine absolute und spezifische CO<sub>2</sub>-Emission als Zielvorschlag* der Schweizer Wirtschaft („Chapeau“) für das Jahr 2010 ermitteln (vgl. Schritt 5 in Abb. 2.3-1). Diese Zielsetzung könnte bei veränderter Einschätzung der Wirtschaftsentwicklung bis 2010 entsprechend von Zeit zu Zeit adaptiert werden.

**Abbildung 2.3-1: Iteratives Vorgehen bei der Zielfindungsdiskussion der Schweizer Wirtschaft im Zeitablauf**

CEPE , FhG-ISI, Karlsruhe, KOF (ETHZ) sowie Basics AG	EnAW und Einzelbranchen sowie Regionen der Schweizer Wirtschaft
<p>1. Datenerhebung, Beachtung von Re-Investitionszyklen, Gespräche mit Anlagenherstellern, Vorschlag von spezifischen Zielsetzungen für Energie-Anwender-Branchen für das Jahr 2010)</p>	<p>Informelle Kontakte zur Datenerhebung zu Unternehmen der Anwenderbranchen, benchmarking-Information, Datentransfer (z. B. Marktdurchdringung neuer Technologien, Einschätzungen zum intra-sektoralen Strukturwandel).</p>
<p>2. Aggregation der Einzelinformationen zu einer Zielsetzung als Vorschlag für spezifische CO<sub>2</sub>-Emissionsreduktion für 2010 der betreffenden Branche bzw Region</p>	<p>Vorschlag (etwa zehn Monate nach Projektbeginn)</p>
<p>Informelle Beantwortung von Fragen und Kommentaren</p>	<p>3. Überprüfung des Vorschlags seitens einzelner Branchen und Regionen, Erarbeitung von Detailinformationen im 11. bis 13. Laufmonat</p>
<p>4. Ergebnisdiskussion mit den Teams der einzelnen Branchen aus Wissenschaft und Wirtschaft auf jeweils zweitägigen Workshops (nach dem 13. Monat nach Projektbeginn)</p>	
<p>5. Erarbeitung einer Zielempfehlung mit entsprechender Begründung für die einzelnen Branchen bzw. Regionen im Anschluss und Vorschlag für begleitende Massnahmen zugunsten Dritter sowie einer Gesamtzielsetzung (Chapeau)</p>	
<p>6. Vorschlag eines Reporting-sowie Monitoringkonzeptes und eines Controlling</p>	<p>7. Zielsetzung der Einzelbranchen bzw. Regionen und der Schweizer Wirtschaft insgesamt durch EnAW</p>

Quelle: Auszug aus dem Arbeitsvorschlag zum Hauptprojekt vom 14.1.2000

### 2.3.3 Überprüfung des Zielvorschlags seitens der betroffenen Branchen bzw. Regionen

Die jeweils betroffenen Branchen der Wirtschaft oder Regionen prüfen die Ausarbeitung und Zielvorschläge des Wissenschaftlerteams. Dazu erläutert das Team den Vertretern aus der Branche den Gang der Analyse und die verwendeten Daten und Annahmen. Bei der Prüfung seitens der Wirtschaft stehen die Wissenschaftler für weitere telefonische und schriftliche Auskünfte und Erläuterungen zur Verfügung.

Die jeweiligen Informationspakete des iterativen Vorgehens des gesamten Projektes müssen innerhalb eines gewissen Zeitrahmens zeitlich abgestimmt erfolgen, um etwa 10 Monate nach Arbeitsbeginn des Projektes mit einem ersten Zielvorschlag der schweizerischen Wirtschaft und etwa 18 Monate nach Arbeitsbeginn mit dem revidierten Zielvorschlag das Projekt abschliessen zu können (vgl. Abb. 2.3-1).

Für jede Branche (eventuell auch Region) wird ein **Workshop** zur Erarbeitung der Zielempfehlung durchgeführt, auf dem die Vertreter jeder Branche und das Wissenschaftlerteam die Ergebnisse abschliessend diskutieren und zu einer gemeinsamen Empfehlung über die Zielsetzung kommen (vgl. Schritt 4 in Abb. 2.3-1). Diese Zielsetzung wird vom Wissenschaftlerteam ausgearbeitet und entsprechend begründet. Der für jede Branche und ihre Zielsetzung ausgearbeitete Bericht enthält auch die getroffenen Annahmen, so dass die Zielsetzung in ihren Annahmen transparent nachvollzogen werden kann (vgl. Schritt 5 in Abb. 2.3-1). Diese Transparenz hat auch den Vorteil, dass erst später erkennbare Entwicklungen (z.B. zur Produktstruktur und zu technologischen Neuerungen) in den Folgejahren zu begründeten Änderungen von Zielsetzungen führen können, die für jedermann transparent darstellbar sind.

Neben der Diskussion der Zielsetzungen werden auch diejenigen Massnahmen diskutiert, die jede Branche zugunsten Dritter ergreifen könnte, um Effizienz- und Substitutionspotenziale bei diesen dritten Branchen oder Energieverbrauchssektoren (z.B. in Gebäuden bei privaten Haushalten) realisieren zu können.

Das Wissenschaftler-Team macht auch einen Vorschlag, wie das Reporting und Monitoring der einzelnen Branchen gestaltet werden könnte und wie das Controlling gehandhabt werden sollte (Schritt 6 in Abb. 2.3-1).

In einem letzten Schritt verhandelt die EnAW bzw. die einzelnen Branchen oder die Regionen die Zielvereinbarung mit der Regierung.

### 3 Sektorale Beispiele des Vorprojektes

Nach kurzen Hinweisen zur Auswahl der Branchen des Vorprojektes (vgl. Kap. 3.1) werden für die vier Branchen die Ergebnisse der Recherchen, Umfragen und Arbeitsgespräche dargelegt und einige Hinweise für mögliche Zielvereinbarungen gemacht. Hierbei ist zu beachten, dass die Ergebnisse dieser Kapitel im wesentlichen methodischer Natur sind und die jeweiligen Reduktionspotenziale exemplarischen Charakter haben, d. h. inhaltlich noch vertieft analysiert werden müssten.

#### 3.1 Allgemeine und gemeinsame Hinweise – Auswahl der Beispielbranchen und Emissionsfaktoren

Für die Voruntersuchung war zur Gewinnung möglichst breiter Erfahrungen eine gezielte Branchenauswahl erforderlich. Als *Auswahlkriterien* dienten:

- der spezifische Energieverbrauch bzw. die Energieintensität, gemessen am Endenergieverbrauch des Jahres 1998 (oder 1999) je Bruttowertschöpfung,
- die Homogenität der Produktionsprozesse bzw. der Nutzungsanwendungen,
- die Zahl der Betriebe bzw. Gebäude (z.B. Bankfilialen) oder Arbeitsstätten (Baustellen) sowie
- eine wichtige Rolle bei energietechnischen Innovationen (auch für andere Branchen oder Energieverbrauchssektoren).

Ausserdem musste eine Bereitschaft des betroffenen Branchenverbandes bestehen, den erforderlichen Arbeitsaufwand für das Vorprojekt zusammen mit einer Reihe seiner Mitgliedsunternehmen zu tätigen. Diese Bereitschaft wurde seitens der EnAW in Gesprächen mit den Verbänden geklärt. Die endgültig ausgewählten Branchen decken diesen Kriterienkatalog gut ab:

- Die *Zellstoff- und Papierindustrie* ist sehr energieintensiv, technologisch relativ homogen und klar definierbar für Produktstrukturwandel; sie hat eine geringe Anzahl der Betriebe und spielt beim Altpapierrecycling eine innovative Rolle.
- Der *Maschinenbau* ist im industriellen Durchschnitt energie-extensiv, hat sehr heterogene Produktionsstrukturen, eine grosse Anzahl von Betrieben und mittelständische Unternehmen; er spielt als Technologieproduzent für die gesamte Wirtschaft und die privaten Haushalte eine Schlüsselrolle zur Energieeffizienz.
- Das *Baugewerbe* ist technologisch relativ homogen, hat eine geringe Energieintensität und viele kleine Unternehmen (die bei weitem meisten unter den vier Branchen) sowie eine wichtige Rolle bei Neubau- und Modernisierungsinvestitionen im gesamten Gebäudebestand der Schweiz.
- Die *Banken* sind sehr energie-extensiv als typischer Dienstleistungssektor, technologisch relativ homogen, die Zahl der Betriebsstätten ist relativ gross, hat eine klare Filialstruktur von meist grossen Unternehmen und eine entscheidende Be-

deutung für die Finanzierung von Energieeffizienz-Investitionen sowie von energietechnischen Innovationen (venture capital).

**Tabelle 3.2-1: Energieverbrauch, spezifischer Energieverbrauch und Zahl der Betriebe der vier Branchen**

	Energieverbrauch 1998		Spez. Energie- verbrauch 1999/1998 GJ / 1000 CHF <sup>1)</sup>	Zahl der Betriebe
	in PJ	In %		
• Zellstoff- und Papier-Industrie	19,70	(6,1)	12,50	33
• Maschinenbau	20,10	(6,2)	1,40	
• Baugewerbe	15,00	(4,6)	0,72	
• Banken	5,16	(1,6)	0,16	
Summe 4 Branchen	59,90	(18,5)	0,89	
Industrie und Gewer- be, Landwirtschaft u. Dienstleistungen	323,8	(100)	0,98	k.A.
1) Bruttowertschöpfung in Preisen von 1990				

Quellen: BFE, 1999, 2000; BfS, 1999; eigene Berechnungen

## 3.2 Zellstoff- und Papierindustrie (Basics)

Der folgende Text ist ein erster Diskussionsinput und basiert ausschliesslich auf Literaturangaben, Desk Research und Gesprächen mit einem Verbandsvertreter. Auf den Einbezug der Unternehmen wurde in dieser Phase noch verzichtet, ebenso auch auf die vollständige Auswertung aller Primärdaten, die beim Verband zur Verfügung stehen.

### 3.2.1 Die Branche

Gemäss NOGA (1995) lässt sich die Zellstoff- und Papierindustrie (NOGA-Nr. 21) wie folgt unterteilen (in Klammern die Nummer der Systematik gemäss NOGA):

- Herstellung von Holzstoff, Papier, Karton und Pappe (21.1)
- Herstellung von Waren aus Papier, Karton und Pappe (21.2)

Die Betriebszählung 1998 weist die gesamte Branche mit rund 231 Unternehmen und 15'371 Beschäftigte aus. Die Branche im engeren Sinne, also nur der energieintensive Teil (die Herstellung des Grundmaterials ohne die Herstellung von Wa-



ren), umfasst 33 Unternehmen und 3031 Beschäftigte. Nach den Verbandangaben (ZPK/ASPI 2000) grenzt sich die Branche noch etwas anders ein. Der Verband der schweizerischen Zellstoff-, Papier- und Kartonindustrie zählt 25 Betriebe für das Jahr 1999, bei denen 4824 Personen beschäftigt sind. Sechs Betriebe sind nicht Mitglieder beim Verband ZPK/ASPI.

Für die folgenden Ausführungen sprechen wir von einer Branchenabgrenzung, wie sie der Verband verwendet. Aus institutionellen Gründen ist der Verband der Ansprechpartner für die hier zur Diskussion stehenden Vereinbarungen. Allerdings werden die Nicht-Verbandsmitglieder in den jeweiligen Angaben mit berücksichtigt.

### ***Produktion, Export und Import***

Endprodukte der Papierindustrie sind: Zeitungsdruckpapiere, Grafische Papiere, Verpackungspapiere, Haushalts-, Hygiene- und Spezialpapiere sowie Wellpappenrohre und Karton. Die Produktion betrug 1999 rund 1'753'000 Tonnen. Die Exportquote bei den Endprodukten betrug 1999 rund 63 % (gemessen an der gesamten Produktion). Der schweizerische Verbrauch beträgt 1'718'000 Tonnen. Davon werden 650'000 t durch einheimische Produktion und rund 1'067'000 t durch Importe gedeckt, d. h. das Saldo des Aussenhandels beträgt 2 % der Produktion.

Zwischenprodukte sind für die Papier- und Kartonherstellung Zellstoffe (welche auf chemischem Wege aus dem Holz gewonnen werden) und Holzstoffe (welche auf mechanischem Wege gewonnen werden). Die Produktion dieser beiden Faserstoffe beträgt rund 211'000 Tonnen. Ebenfalls als Faserstoff wird Altpapier verwendet. Die Exportquote beträgt bei der Gesamtheit der Faserstoffen lediglich 28 %. Vom schweizerischen Gesamtverbrauch in der Grössenordnung von 1'600'000 t werden rund 950'000 t durch inländische Produktion (bzw. Sammlung von Altpapier) und 660'000 t durch Importe gedeckt.

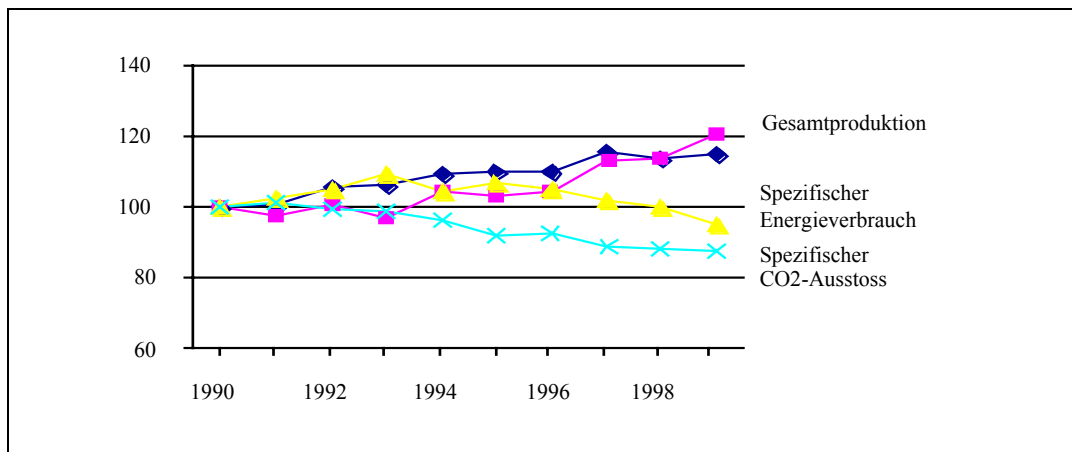
### ***Energieverbrauch und CO<sub>2</sub>-Emissionen***

Der Energieverbrauch der Papierindustrie betrug 1999 rund 19.7 PJ und ist seit 1990 um etwa 16 % gestiegen, während die Produktion um 20 % zulegte (vgl. Abb. 3.2-1).

Der spezifische Energieverbrauch je Tonne Produkt hat zwischen 1990 und 1999 leicht abgenommen, nachdem er schon in den 80er Jahren um rund 20% gesunken war. Der spezifische CO<sub>2</sub>-Ausstoss ist in den 90er Jahren um rund 15 % zurückgegangen (vorläufige grobe Schätzung). Ohne den gestiegenen Anteil bei der Faserstoffaufbereitung wäre der Rückgang des spezifischen Energieverbrauchs für die Endprodukte mehr als 20 %. Die Papierindustrie hat in den vergangenen Jahren den fossilen Verbrauch zugunsten der Fernwärme stark abgebaut (um rund 30 % zwi-

schen 1990 und 1999). Der Abbau wäre deutlich stärker ausgefallen, wäre in dieser Zeit nicht in energieeffiziente WKK-Anlagen investiert worden, die es erlaubten, den Stromberg zu vermindern.

**Abbildung 3.2-1: Entwicklung einiger Kenndaten der Papier- und Kartonindustrie (1990 = 100) nach Verbandsabgrenzung**



Quellen: ZPK, eigene Schätzungen

### 3.2.2 Grundlinien einer Vereinbarung zur Energieeffizienz und CO<sub>2</sub>-Minderung

Vereinbarungsgegenstand ist der zum Zeitpunkt 2010 ausgewiesene Energieverbrauch bzw. die dazumalige CO<sub>2</sub>-Emission der in die Branchenvereinbarung einbezogenen Betriebe. Verankerungsperiode für die Diskussion sind die Entwicklungen der Energieverbräuche bzw. CO<sub>2</sub>-Emissionen bis zum Vereinbarungszeitpunkt, also für die Periode zwischen 1990 und 2000. Vielleicht ebenfalls qualitativ einzubeziehen sind Anstrengungen, welche schon vor 1990 stattgefunden haben. Dies ist dann zu erwägen, wenn viele wichtige Massnahmen zur Energieeffizienz schon vor diesen Zeitpunkt fallen und Re-Investitionszeiten deutlich länger als 10 Jahre anzusehen sind. Andernfalls könnten gerade jene Branchen bzw. Unternehmen benachteiligt werden, die in einem frühen Zeitpunkt bestehende Effizienzpotenziale schon mehr als gemein üblich ausgeschöpft haben.

Die Diskussion um einen Zielwert orientiert sich an dem in Kap. 2.2 beschriebenen Schema: Der Energieverbrauch der Branche setzt sich zusammen aus den nach Produktlinien differenzierten spezifischen Verbräuchen multipliziert mit den jeweiligen Produktionsmengen (vgl. Tabelle 3.2-2). Für 1990 wird pro Produktlinie der spezifische Verbrauch mit der Produktionsmenge multipliziert, was den Energieverbrauch ergibt. Das gleiche Rechenschema wird für 2010 angewendet, nur wird

hier die Multiplikation der dannzumaligen Mengen mit dem Zielwert des spezifischen Verbrauchs durchgeführt. Das ergibt den sogenannten Soll-Energieverbrauch. Zählt man die Soll-Energieverbräuche zusammen, so erhält man den Soll-Energieverbrauch für die gesamte Branche. Dies ist der Verbrauch, der unter Beachtung der vereinbarten spezifischen Verbräuche im Jahr 2010 dem Ziel entsprechen würde. Ist nun der effektive Verbrauch tiefer als der Sollverbrauch, ist das Ziel erreicht. Ist der Sollverbrauch höher, ist das Ziel verfehlt worden.

In der Zielvereinbarung fest geschrieben würde mit diesem Vorgehen nur der spezifische Verbrauch 2010 oder die Veränderung des spezifischen Verbrauchs zwischen 1999 und 2010. Alle andern Teile des Rechenschemas sind entweder zu erarbeitende Datengrundlagen oder ergeben sich aus der Statistik. Gleichermassen kann für die CO<sub>2</sub>-Emissionen vorgegangen werden.

**Tabelle 3.2-2: Methodisches Vorgehen zur Ermittlung des Zielwertes einer Branche bei mehreren Produktlinien**

	1999	2010
Produktlinie 1	Spez. Verbrauch <sub>effektiv</sub> x Produktionsmenge <sub>effektiv</sub> = Energieverbrauch 1999	Spez. Verbrauch <sub>Zielwert</sub> x Produktionsmenge <sub>geschätzt</sub> = Soll-Energieverbrauch 2010
Produktlinie 2	Spez. Verbrauch <sub>effektiv</sub>  .....	.....
Produktlinie x		
Total		Summe Sollverbrauch (als Zielwert) grösser oder kleiner als Summe effektiver Verbrauch (gemäss Statistik)

Damit ergeben sich - nebst dem vornherein festzulegenden Monitoring - zwei wichtige Schritte: Erstens muss entschieden werden, nach welchen Produktlinien eine Aufteilung vorgenommen werden soll und was deren mutmassliche Entwicklung ist (ob dies im Detail so eintrifft, ist beim gewählten Ansatz solange nicht von Belang, solange der Zielpfad nicht deutlich verlassen wird. Trifft dies aber zu, müsse geprüft werden, ob die Annahmen zur strukturellen Entwicklung der Produktion nicht zu Ungunsten der Branche festgelegt und deshalb korrigiert werden müssten). Zweitens sind technische Massnahmen zu evaluieren, um darauf aufbauend realistische Minderungspotenziale der spezifischen Verbräuche und der CO<sub>2</sub>-Emissionen abschätzen zu können.

In der Folge werden erste Abschätzungen für beide Punkte vorgenommen, die allerdings in einem Hauptprojekt einer intensiven Diskussion zu unterziehen sind (vgl. Punkt 3.2.4).

### 3.2.2.1 Produktlinien und Strukturwandel

Im Laufe der Zeit können sich die Produktionsmengen einzelner Produktgruppen der Zellstoff- und Papierindustrie verändern und einen Strukturwandel erzeugen, der energie-relevant ist (z.B. werden 2010 mehr Produkte mit einem hohen spezifischen Energieverbrauch und weniger mit einem niedrigen spezifischen Energieverbrauch hergestellt). Wir haben versucht, für eine erste Diskussion Produktlinien zu definieren, die sich in ihrem spezifischen Energieverbrauch signifikant unterscheiden. Grundlage dafür war eine Auswertung von Energieverbräuchen und Produktionszahlen schweizerischer Papierunternehmen (Quelle: ZPK ASPI). Diese Auswertungen haben wir mit Resultaten aus verschiedenen Studien verglichen und dann abgeglichen (u.a. BUWAL 1998, Basics 2000). In der Tabelle 3.2-3 sind die gewählten exemplarisch Produktlinien zusammengestellt. Es wird Sache des Hauptprojektes sein, diese Aufteilung zu diskutieren und mit weiteren Daten zu füllen.

**Tabelle 3.2-3: Produktlinien und deren Entwicklung, 1999 - 2010**

Produktlinie	Spezifischer Energieverbrauch in GJ/t (geschätzt) 1999	Spezifische CO <sub>2</sub> -Emissionen kg CO <sub>2</sub> / t	Produktionsmenge 1999 in t	Prognostizierte Produktionsmenge 2010 in t
I Zellstoff	23.3	} k.A.	137 000	160'000
II Holzstoff	6.7		74 297	100'000
III Holzfremde gestrichene und Verpackungspapiere	8.0		362 922	} 1'800'000
IV Zeitungspapiere, Wellpappen, Faltschachteln, and. Kartons, Spezialpapiere	9.7		764 908	
V Holzhaltige ungestrichene, holzfreie ungestrichene und altpapierhaltige Papiere, Hygienepapiere	13.4		353 383	
Total		0.303	1 692 510	2'060'000

Quellen: ZPK, eigene Berechnungen, Basics (2000); der spezifische CO<sub>2</sub>-Ausstoss ist eine eigene Rechnung aufgrund von Primärdaten des Verbandes (Basis-Annahmen für CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktoren gemäss Kap. 2.2. Abfälle 0,0). Er stimmt um mindestens einen Faktor 1.5 noch nicht mit dem vom Verband selbst publizierten spezifischen CO<sub>2</sub>-Ausstoss überein (ZPK o.Jg.).

Bezüglich des CO<sub>2</sub>-Emissionen weisen die uns zur Verfügung stehenden Unterlagen darauf hin, dass die Unterschiede nicht hauptsächlich zwischen Produktelinien an sich bestehen, sondern im wesentlichen davon abhängen, wie der einzelnen Betrieb Wärme (und allenfalls Strom mittels WKK) produziert. Diese Aussage ist allerdings anhand weiterer Unterlagen zu überprüfen.

Die Daten für 1990 stehen uns noch nicht in der nötigen Detaillierung zur Verfügung und könnten im Hauptprojekt aus bestehenden Primärdaten erarbeitet werden. Für die geschätzte Zukunftsentwicklung stützen wir uns auf unser für das BFE erarbeitete Industrie-Modell ab. Diese Produktionszahlen liegen mit 1,8% jährlichem Wachstum des physischen Outputs um 1% über den in Tabelle 4.1-1 genannten Zuwachsraten der Bruttowertschöpfung. Auch direkte Massnahmen müssten in dem Hauptprojekt geprüft werden.

### 3.2.2.2 Effizienz- und Substitutionspotenziale

Tabelle 3.2-4 zeigt im Sinne einer provisorischen Schätzung für die fünf unterschiedenen Produktelinien die energetische Ausgangslage für das Jahr 1999 sowie die aufgrund erster Überlegungen abgeschätzten spezifischen Verbesserungsmöglichkeiten bis 2010 (Quellen: Basics 2000 (und darin zitierte), Ecofyss 1994, Salmen 1995, Beer 1994, EIPPCB 2000 u.a. sowie verschiedene persönliche Informationen).

Tabelle 3.2-5 zeigt die Möglichkeiten der Brennstoffsubstitution. Diese reflektieren allerdings eher eine technologische Möglichkeit und weniger rein wirtschaftliche Potenziale ("no regrets") im engeren Sinne (dies hängt im Detail dann von der Entwicklung der relativen Preise ab). Die Daten verstehen sich als indikative Grössenordnung und sind nur marginal auf die einzelnen Produktelinien angepasst (sondern reflektieren eher einen Branchendurchschnitt).

Im übrigen sind zu den verschiedenen Produktelinien folgende Anmerkungen zu machen:

*I Zellstoff:* Aufgrund der zur Verfügung stehenden Daten gehen wir davon aus, dass sich seit 1990 die spezifische Situation energetisch nur wenig und unsystematisch geändert hat. Für die (unmittelbare) Zukunft bis 2010 sind unter Berücksichtigung der spezifischen Verhältnisse von Attisholz (dem einzigen Schweizer Hersteller von Zellulose) nur geringe Effizienzfortschritte möglich. Mittelfristig könnte eine Substitution von Heizöl mittel und schwer durch Gas (wenn von der Preissituation her gesehen vertretbar und Gas überhaupt zur Verfügung steht) grössere CO<sub>2</sub>-mässige (und auch energetische) Vorteile bringen.

**Tabelle 3.2-4: Energetische Ausgangslage 1999 und Verbesserungsmöglichkeiten bis 2010 (Literaturwerte)**

Produktlinie	Energie-träger	Anwendung	Spez. Ener-gieverbrauch (GJ/t)	Spezifische Verbesse-rung (%)	Stichworte zur Technologie
I Zellstoff	Elektrizität	mechanisch	3.3	4 - 6	Diverse Verbesserungen im motorischen Bereich
		thermisch	1.5	4 - 7	Querschnittstechnologie
		therm. Prod.	-1.0	2 - 3	Bessere Stromkennzahl
	Fossil	therm. Prod.	1.0	0	Referenzwert
		thermisch	3.7	4 - 8	Bleichverfahren, Trocknen u.a.
	Abfälle	thermisch	10.2	8 - 10	Trocknen Entwässerung, Trocknen
II Holzstoff	Elektrizität	mechanisch	4.5	4 - 6	Diverse Verbesserungen im motorischen Bereich
	Fossil	thermisch	1.1	4 - 10	Abluftfeuchte-Regelung, me- chanisches Entwässern u.a.
	Abfälle	thermisch	1.1	4 - 10	Dito
III Holzfreie gestrichene und Verpak- kungspapiere	Elektrizität	mechanisch	2.2	3 - 6	Diverse Verbesserungen im motorischen Bereich
		thermisch	0.2	2 - 6	Abluftfeuchte-Regelung, me- chanisches Entwässern u.a.
	Fossil	thermisch	1.0	2 - 6	Dito
	Fernwärme	thermisch	4.6	2 - 6	Dito
Produktlinie	Energie-träger	Anwendung	Spez. Ener-gieverbrauch (GJ/t)	Spezifische Verbesse-rung (%)	Stichworte zur Technologie
IV Zeitungspa- piere, Well- pappen, Falt- schachteln, and. Kartons, Spezial papiere	Elektrizität	mechanisch	3.0	4 - 9	Diverse Verbesserungen im motorischen Bereich
		thermisch	1.4	2 - 7	Querschnittstechnologien
		therm. Prod.	-0.5	2 - 4	Bessere Stromkennzahl.
	Fossil	thermisch	3.7	5 - 12	Abluftfeuchte-Regelung, me- chanisches Entwässern u.a.
		therm. Prod.	0.5	0	Referenzmarke
	Abfälle	thermisch	1.2	5 - 12	Abluftfeuchte-Regelung, me- chanisches Entwässern u.a.
V Holzhaltige ungestriche- ne, holzfreie ungestriche- ne und altpa- pierhaltige Papiere, Hygiene papiere	Elektrizität	mechanisch	3.0	3 - 6	Diverse Verbesserungen im motorischen Bereich
		thermisch	1	2 - 7	Querschnittstechnologien
		therm. Prod.	-1.1	2 - 4	Bessere Stromkennzahl.
	Fossil	thermisch	6.5	5 - 14	Abluftfeuchte-Regelung, me- chanisches Entwässern u.a.
		therm. Prod.	1.1	0	Referenzmarke
	Abfälle	thermisch	1.0	5 - 12	Abluftfeuchte-Regelung, me- chanisches Entwässern u.a. Dito

**Tabelle 3.2-5: Möglichkeiten der Brennstoffsubstitution bis 2010 (in GJ/t)**

Produktelinie	Energie-träger	Anwendung	Spez. Energie-verbrauch (GJ/t)	Substitu-tion Öl->Gas (GJ/t)	Substitu-tion Öl->Fern-wärme (GJ/t)	Substitu-tion Öl-> Abfälle (GJ/t)	Substitu-tion Fossil-> Strom (GJ/t)	Substitu-tion (ohne Über-schneidungen) Total (GJ/t)
I Zellstoff	Elektrizität	mechanisch	3.3					
		thermisch	1.5					
		therm. Prod.	-1.0					
	Fossil	therm. Prod.	1.0	-0.2				-0.2
		thermisch	3.7	-0.2	-0.3		-0.1	-0.4
	Fernwärme Abfälle	thermisch thermisch	4.6 10.2					
Produktelinie	Energie-träger	Anwendung	Spez. Energie-verbrauch (GJ/t)	Substitu-tion Öl->Gas (GJ/t)	Substitu-tion Öl->Fern-wärme (GJ/t)	Substitu-tion Öl-> Abfälle (GJ/t)	Substitu-tion Fossil-> Strom (GJ/t)	Substitu-tion (ohne Über-schneidungen) Total (GJ/t)
II Holzstoff	Elektrizität	mechanisch	4.5					
		Fossil	thermisch	1.1	-0.2		-0.1	-0.2
		Abfälle	thermisch	1.1				
III Holzfreie gestrichene und Verpack- ungspapiere	Elektrizität	mechanisch	2.2					
		thermisch	0.2					
	Fossil	thermisch	1.0	-0.1	-0.1		-0.0	-0.3
IV Zeitungs-papier, Well-pappen, Falt-schachteln, and. Kartons, Spezialpapier-e	Elektrizität	mechanisch	3.0					
		thermisch	1.4					
		therm. Prod.	-0.5					
	Fossil	thermisch	3.7	-0.3			-0.1	-0.4
therm. Prod.		0.5						
Abfälle	thermisch	1.2						
V Holzhaltige ungestriche-ne, holzfreie ungestriche-ne und altpa-pierhaltige Papiere, Hygienepa-piere	Elektrizität	mechanisch	3.0					
		thermisch	1					
		therm. Prod.	-1.1					
	Fossil	thermisch	6.5	-0.5	-0.3		-0.1	-0.7
		therm. Prod.	1.1	-0.1				-0.1
	Fernwärme	thermisch	2.0					
Abfälle	thermisch	1.0						

II *Holzstoff*: Nach unserem Wissen handelt es sich bei fast allen Produktionsstätten um eine "integrierte" Herstellung des Holzstoffes, das heisst, der Holzstoff wird vor Ort zu Papier weiterverarbeitet. Vermutlich sind durch die Einführung von thermischen Verfahren gewisse Elektrizitätseinsparungen möglich geworden. Deren genaues Ausmass müsste aber noch ermittelt werden. Bezüglich der Substitution dürften die Möglichkeiten in naher Zukunft praktisch ausgeschöpft sein: Schon heute werden (anteilmässig) mehr als die Hälfte des energetischen Aufwandes durch Abfälle bestritten (Rinden, Ablaugen, Spuckstoffe).

III *Holzfremde gestrichenen Papiere und von Verpackungspapiere*: Mengenmässig wird diese Produktelinie absolut durch die holzfreien gestrichenen Papiere dominiert. Die ausgewiesenen Energieverbräuche sind im internationalen Vergleich tief. Der Energieverbrauch dürfte spezifisch im Zeitraum 1990 bis 1999 durch u.a. die Inbetriebnahme der Papiermaschine PM 9 (und der Demontage der Maschinen PM 3 und PM 7) beim wichtigsten Produzenten klar gesunken sein. Das quantitative Ausmass wäre im Hauptprojekt aber noch zu eruieren.

IV *Zeitungspapiere, Wellpappen, Faltschachteln und andere Kartons, Spezialpapiere*: Speziell für diese Produktkategorie ist die Tatsache, dass hier besonders viel Altpapier verwendet wird und im Zeitablauf zunimmt. (Die genauen Zahlen konnten noch nicht ermittelt werden; jedenfalls hat der Anteil des verbrauchten Altpapiers am gesamten Faserstoffverbrauch im Zeitraum 1990 bis 1998 um fast 28 Prozent-Punkte zugenommen. Dies bedeutet – ceteris paribus – pro Tonne produzierten Papier einen um rund 1.5 GJ grösseren spezifischen Energieaufwand.<sup>1</sup>) Nachzuprüfen wäre bei der energetischen Ausgangslage insbesondere der für thermische Anwendungen der Elektrizität geschätzte Verbrauchsanteil. Gegenüber 1990 könnten sich die spezifischen Verbrauchsreduktionen mit dem Mehrverbrauch über die intensivierete Altpapiernutzung (z.T.?) kompensieren. Hier wären aber noch genauere Abklärungen notwendig. Insbesondere scheint die Verwendung von Altpapier an Grenzen zu stossen, weil es immer einen bestimmten Prozentsatz von frischen Holz- oder Zellstoffen für die Produktion braucht.

V *Ungestrichene Papiere, altpapierhaltige Papiere sowie Hygienepapiere*: Da die einzelnen Firmen ganz unterschiedliche Energieträgersplits aufweisen, sind die Daten als typische Durchschnittsverhältnisse zu verstehen. Die meisten Firmen, die Produkte aus dieser Kategorie herstellen, produzieren noch weitere Produkte, so dass die energetische Zuordnung mit einigen Unsicherheiten behaftet ist. In den Jahren 1990 bis 1999 sind die spezifischen Energieverbräuche vermutlich mehr oder weniger konstant geblieben. Die künftigen Möglichkeiten dürften damit und angesichts des höheren durchschnittlichen Verbrauchs (abgesehen vom Zellstoff) etwas grösser sein als bei den andern Produktelinien.

---

<sup>1</sup> In einer gesamtenergetischen Betrachtung (inklusive vermiedener Zellstoff- und Holzstoffbedarf) macht aber die Verwendung von Altpapier in der Produktion sehr wohl Sinn.



## Synthese

Tabelle 3.2-6 fasst die Ergebnisse für die CO<sub>2</sub>-Emissionen für die fünf Produktelinien zusammen.

**Tabelle 3.2-6: Spezifische CO<sub>2</sub>-Veränderungen der Zellstoff- und Papierindustrie 1999-2010**

Produktelinie	Spezifische Veränderung der CO <sub>2</sub> -Emissionen von 1990 bis 1999 (%): Statistische Ermittlung	Spezifische CO <sub>2</sub> -Veränderung 1999 bis 2010 wegen Energieeinsparungen: Indikative Grössenordnung	Spezifische CO <sub>2</sub> -Veränderung 1999 bis 2010 wegen Substitutionen: Indikative Grössenordnung					Gesamttotal spezifische CO <sub>2</sub> -Veränderung 1999 – 2010 <sup>2</sup>
			Öl-> Gas	Öl-> Fernwärme	Öl-> Abfälle	Fossil-> Strom	Total	
I	} - 16 %	-4 %	-2%	-5%		-1%	-7%	-10%
II		-4 %	-2%		-4%		-5%	-7%
III		-4 %	-2%	-5%		-4%	-9%	-11%
IV		-7%	-2%		-3%	-3%	-6%	-12%
V		-7%	-2%	-4%		-2%	-6%	-11%

Bei den gegebenen Annahmen für die Produktionsentwicklung (vgl. Tabelle 3.2) mit fast 22% Produktionszuwachs ergibt sich eine Zunahme der absoluten Emissionen zwischen 1999 und 2010 von 7 %<sup>3</sup>; dabei würden die spezifischen CO<sub>2</sub>-Emissionen um etwa 10 % zurückgehen.

Auf zwei Aspekte soll hier noch speziell hingewiesen werden:

1. Damit WKK-Anlagen trotz ihrer höheren Energieeffizienz CO<sub>2</sub>-mässig wegen der geringen spezifischen CO<sub>2</sub>-Emissionen der öffentlichen Stromversorgung nicht ins Abseits geraten, müssten vom Bund akzeptierte CO<sub>2</sub>-Gutschriften in Rechnung gestellt werden können (vgl. Kap. 4.2).
2. Falls die Verwendung von Altpapier noch ausgedehnt würde, müsste der damit verbundene Mehrverbrauch an Produktionsenergie (etwa 1.5 GJ je Tonne Pa-

<sup>2</sup> Bei einer CO<sub>2</sub>-Bewertung des Stromes gemäss UCPTM-Mix reduzieren sich die gesamten spezifischen Reduktionen auf -4 bis -7 % (ohne Substitution fossil -> elektrisch).

<sup>3</sup> 14 % bei Verwendung des UCPTM-Mixes

pier) ebenfalls mit einer geeigneten Gutschrift kompensiert werden, falls der vermiedene Zellstoff und Holzstoff importiert würde und somit inländisch auf Seiten der CO<sub>2</sub>-Emissionen keine Kompensation für die vermiedene Zellstoffproduktion besteht.

### **3.2.2.3 Aspekte des Monitorings**

Das Monitoring ist in der Papierbranche (zumindest auf die enge Abgrenzung der hier verwendeten Papierherstellung) relativ einfach gestaltbar. Grund: Es handelt sich um eine überschaubare Anzahl von Unternehmen, bei welchen routinemässig Daten erhoben werden. Es steht eine verlässliche Vollerhebung ohne irgendwelche Unsicherheiten einer Hochrechnung zur Verfügung. Als Grundlage für das Monitoring braucht es drei Grundlagen: die Zielvereinbarung für die spezifischen Verbräuche und die spezifischen CO<sub>2</sub>-Emissionen für die oben dargelegten Produktlinien zum Zeitpunkt 2010, die Entwicklung der Tonnagen für die fünf Produktlinien bis 2010 für den gesamten Energieverbrauch (differenziert nach den verschiedenen Energieträgern für 2010).

Grundlage für das Monitoring ist eine Selbstdeklaration der Unternehmen. Die notwendigen Daten werden bereits heute jährlich erhoben. Da die statistischen Angaben jetzt aber über Erreichen bzw. Nicht-Erreichen der Zielvereinbarung bestimmen, braucht es einen Kontrollmechanismus. Die Daten müssen unter dem Vereinbarungsregime rechtlich verbindlich sein. Wir schlagen deshalb vor, dass der Vertragspartner (im Endeffekt der Bund, ev. auch die EnAW) das Recht hat, eine "Revision" bei einzelnen Unternehmen durchzuführen. Diese Stichproben würden ähnlich den AHV- oder Mehrwertsteuer-Revisionen erfolgen.

### **3.2.2.4 Hinweise für Umlegung der Zielvereinbarung auf Unternehmen**

Die zwischen der EnAW und dem Verband ausgehandelte Vereinbarung könnte auf die einzelnen Unternehmen umgelegt werden. Schwierig ist dabei, dass die Unternehmen sehr unterschiedliche Potenziale für das Energiesparen bzw. die Verminderung der CO<sub>2</sub>-Emissionen aufweisen. Sei dies, weil sie in früheren Jahren unterschiedlich viel getan haben, sei es, weil es sich um unterschiedliche Produktlinien handelt. Wir schlagen vor, dass die Umlegung auf einzelne Unternehmen in einer Verhandlungsrunde zwischen den Beteiligten vorgenommen wird. Das Verfahren wäre das gleiche wie für die Branche als gesamtes. Erreichen einzelne Unternehmen die Zielwerte nicht, so könnte über einen CO<sub>2</sub>-Emissionszertifikatehandel ein Ausgleich geschaffen werden, wie er für das Unternehmen BP weltweit seit Anfang 2000 besteht. (vgl. auch Kap. 4.5). Unternehmen könnten dann in der Branche selbst oder branchenübergreifend Zertifikate erwerben.

Kein Problem besteht, wenn einzelne Verbandsmitglieder nicht an der Vereinbarung teilnehmen wollen. Da datenmässig eine Vollerhebung besteht, können sie

problemlos aus der Vereinbarung "herausgerechnet" werden. Schwieriger ist die Frage zu beantworten, wie mit sogenannten Outsidern (also Nicht-Verbandsmitgliedern) umgegangen werden soll. Grundsätzlich können sie (das Einverständnis der Verbandsmitglieder vorausgesetzt) wie Verbandsmitglieder beim Reporting und Monitoring behandelt werden. Dabei müsste lediglich sicher gestellt werden, dass sie die gleichen Rechte und Pflichten haben wie die unter der Ägide des Verbandes agierenden Unternehmen.

Alternativ sind allenfalls Individuallösungen von Vereinbarungen mit der EnAW denkbar (wie es auch das CO<sub>2</sub>-Gesetz erlaubt). Gerade bei der Papierindustrie ist dies vielleicht ein valable Option, weil es sich um relativ wenige, aber sehr energieintensive Unternehmen handelt.

### 3.2.3 Flankierende Massnahmen

**Massnahmen zur Zielerreichung Dritter** sind bei der Papierindustrie kein dringendes Thema. Sie stellt ein Produkt her, das weder im Gebrauch noch in der Entsorgung wesentliche energetische oder CO<sub>2</sub>-Minderungspotenziale eröffnet. Die Bereitschaft, die Altpapiereinsatzquote weiter zu erhöhen, wenn bestimmte Regelungen für die vermiedenen Importmengen an Zellstoff und Holzstoff getroffen werden, wäre eine Möglichkeit.

Mögliche **flankierende Massnahmen** für die Papierindustrie können stichwortartig wie folgt zusammengefasst werden:

- Verbindung der hier zur Diskussion stehenden Vereinbarungen mit jenen, die im Rahmen der des Energie-Modells Schweiz gemacht oder vorgeschlagen werden.
- Förderung des Energie-Contractings; z.B. liessen sich die Energiezentralen der Papierindustrie durchaus im Rahmen eines Contractings an aussenstehende, spezialisierte Firmen vergeben.
- Direktförderung allenfalls bei der Installation von WKK (z.B. als Investitionszulage).
- Bürgschaften für Energieeffizienzmassnahmen (bei fehlender Liquidität).

### 3.2.4 Operationelle Hinweise und weiteres Vorgehen

Das vorliegende Papier ist nur sehr rudimentär. Um praktikable Vorschläge für eine Branchenvereinbarung machen zu können, muss die Informationsbasis massiv ver-

bessert werden. Erst auf dieser Grundlage können viele der offenen Fragen geklärt werden.

Will man auf dem skizzierten Weg weitermachen, ist der Einbezug der Unternehmen der Papierindustrie dringend angezeigt. Für die Hauptstudie sehen wir folgende Schritte vor:

- Auswertung weiterer Primärdaten des Verbandes (soweit vorhanden),
- flächendeckende Datenerhebung bei den Unternehmen zur Deckung von Informationslücken, namentlich bei Produktionsprozessen, Technologien und Sparpotenzialen; ergänzende Erhebung bei Herstellern und Importeuren (zur Klärung des technisch-wirtschaftlichen Potenzials),
- parallel zur Datenerhebung: drei bis vier Unternehmensbesuche und Diskussion,
- Desk Research zur Erarbeitung eines "stimmigen" Zahlengerüsts (insbesondere spezifische Verbräuche und spezifischer CO<sub>2</sub>-Ausstoss für die Ausgangsjahre) sowie Abschätzungen zu Minderungspotenzialen,
- Erarbeitung eines zusammenfassenden Papieres zu Handen der beteiligten Unternehmen mit der Bitte um Stellungnahme in einem Workshop sowie
- Überarbeitung der Resultate und Erarbeiten eines Grundlagenpapiers.

### **3.3 Maschinenbau (FhG-ISI)**

Die Maschinen-, Elektro- und Metallindustrie (abgekürzt MEM-Industrie), welche neben dem Maschinenbau (NOGA 29) auch die Herstellung von Metallerzeugnissen (NOGA 28), die elektrotechnische Industrie (NOGA 30, 31, 32), die Produktion von Präzisionsinstrumenten (NOGA 33), den Fahrzeugbau (NOGA 34, 35) sowie die Stahlproduktion (ex NOGA 27) umfasst, ist mit einem Umsatz von 67,1 Mrd CHF in 1999 (rund 40 % des Gesamtumsatzes der Industrie und rund 330 000 bis 340 000 Beschäftigten<sup>4</sup> (rund 50 % der Industriebeschäftigten) ein sehr wichtiger Bereich der Schweizerischen Wirtschaft (SWISSMEM, 1999; BfA, 2000). Die Betriebsgrößenstruktur der MEM-Industrie zeigt für die Beschäftigtenzahlen eine nahezu ausgeglichene Verteilung zwischen Gross-, Mittel- und Kleinbetrieben (31 %, 38 %, 31 %; SWISSMEM, 1999).

---

<sup>4</sup> Abweichungen zwischen den Angaben nach BfS (2000) und SWISSMEM (1999)

### 3.3.1 Die Branche

Untersuchungsgegenstand dieses Vorprojektes ist der **Maschinenbau**, welcher mit einem geschätzten Umsatzanteil von 50 %<sup>5</sup> und einem Beschäftigtenanteil von 35 bis 40 % der wichtigste Subsektor der MEM-Industrie ist (SWISSMEM, 1999; BfA, 2000). Für den Maschinenbau liegen zur Zeit nur teilweise amtliche Daten zum Energieverbrauch vor. Detaillierte, amtliche Energiedaten dürften für den Maschinenbau jedoch nach Abschluss der Erweiterung der industriellen Energieverbrauchsstatistik durch die Firma Helbling vorliegen (Helbling, 1999). Die schweizerische Gesamtenergiestatistik bietet für die sogenannte "Maschinenindustrie" Angaben, die jedoch nur bedingt der Abgrenzung nach NOGA folgen<sup>6</sup>. Ferner sind diese Daten nach Einschätzung des Bundesamtes für Energie (BfE) mit grösseren Unsicherheiten behaftet. Insofern dienen die folgenden Ausführungen in erster Linie dazu, einen groben Eindruck zu den Grössenordnungen und Trends zu gewinnen, während die Zahlenwerte als solche aufgrund von Abgrenzungs- und Erhebungsproblemen nicht als gesichert angesehen werden können.

Gemäss Gesamtenergiestatistik nahm der Endenergieeinsatz der Maschinenindustrie von rund 27 PJ im Jahr 1990 auf rund 20 PJ im Jahr 1998 deutlich ab (-24 %), wobei der Anteil des Stromverbrauchs praktisch konstant geblieben ist (BfE, 2000). Entsprechend wurde auch bei den CO<sub>2</sub>-Emissionen eine deutliche Minderung von ca. 970 kt im Jahr 1990 auf rund 700 kt in 1998 erzielt (-28 %; eigene Berechnungen). Die CO<sub>2</sub>-Minderung ist vor allem auf den absoluten Rückgang des Energiebedarfs zurückzuführen und zu einem geringeren Anteil auf den verminderten Einsatz von kohlenstoffreichen fossilen Energieträgern (Erdölbrennstoffe nahmen um 11 % und Kohle um 2 % ab, während Erdgas um 10 % zunahm). Praktisch keinen Beitrag leistete dagegen die Wärme-Kraft-Kopplung (WKK), die in der schweizerischen Maschinenindustrie eine vernachlässigbare Rolle spielt.

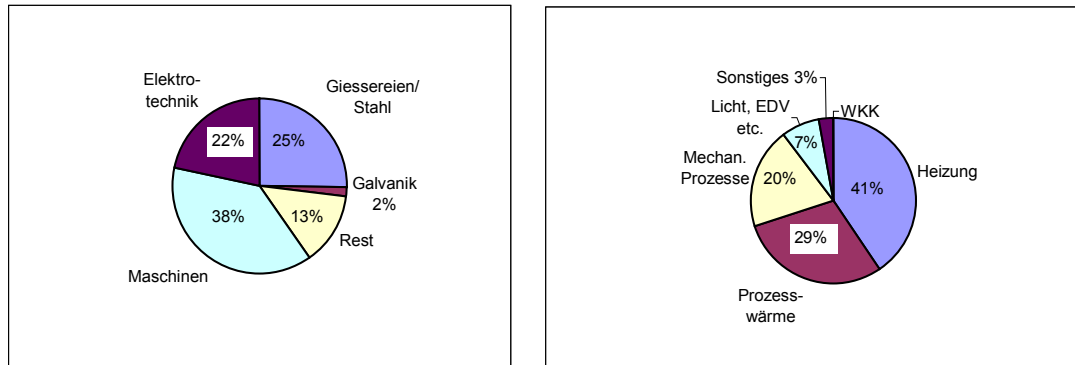
Zur Struktur des Energieeinsatzes nach Subsektoren und Verwendungszwecken liegen einzelne, auf Schätzungen beruhende Informationen vor (BASICS, 1996; BASICS, 2000). Diese sind zwar aufgrund unterschiedlicher Abgrenzungen vielfach untereinander nicht vergleichbar, liefern jedoch einen ersten Einblick in die Branche und den Beitrag der Maschinenindustrie (siehe Abbildung 3.3-1).

---

<sup>5</sup> Abgeschätzt über die Exportanteile der Subsektoren der MEM-Industrie nach (SWISSMEM, 1999, S. 11); diese Abschätzung erscheint hinreichend genau, da exportierte Güter zu ca. 80 % zum Gesamtumsatz beitragen.

<sup>6</sup> Es wird vermutet, dass die "Maschinenindustrie" laut Gesamtenergiestatistik neben dem Maschinenbau (NOGA 29), die Herstellung von Metallzeugnissen (NOGA 28), die elektrotechnische Industrie (NOGA 30, 31, 32), die Produktion von Präzisionsinstrumenten (NOGA 33) und den Fahrzeugbau (NOGA 34, 35), nicht aber die Stahlproduktion (ex NOGA 27) umfasst. Der Sektor wurde in der Vergangenheit in der Schweizerischen Gesamtenergiestatistik unterschiedlich bezeichnet (BfE, 2000): von 1985 bis 1993: "Metallwarenfabrikanten"; von 1994 bis 1995: "Maschinen-, Elektro- und Metallindustrie"; von 1996 bis 1998: "Maschinenindustrie".

**Abbildung 3.3-1: Struktur des Endenergieeinsatzes in der schweizerischen Maschinenindustrie nach Abteilungen und Energieverbrauchsbereichen in 1990 (BASICS, 1996)**



Die schweizerische Maschinen- und Stahlindustrie ist mit ihren Unternehmen der Maschinen-, Elektro- und Metall-Industrie unter dem Dachverband SWISSMEM in den beiden Verbänden VSM und ASM organisiert. Der VSM (Verein Schweizerischer Maschinen-Industrieller) erhebt den Energiebedarf seiner Mitglieder; auf dieser Grundlage lassen sich die CO<sub>2</sub>-Emissionen ermitteln. SWISSMEM umfasst auch Mitglieder aus dem Bereich der Stahlproduzenten.

Inwieweit der deutliche Rückgang des Energieverbrauches mit einer verminderten Wirtschaftsleistung des Sektors in Verbindung steht, lässt sich mangels konsistenter Zeitreihen zur Wirtschaftsentwicklung wegen der Statistikumstellung in den 90er Jahren (BfS, 2000) nicht quantitativ prüfen. Hinzu kommt die Schwierigkeit, dass vom BfS zur Zeit nur Indexreihen für Einzelbranchen veröffentlicht werden, während zur Analyse und detaillierten Berücksichtigung des Strukturwandels auch Absolutwerte (in CHF) erforderlich wären. Trotz dieser ungünstigen Datenlage kann mit einiger Sicherheit gesagt werden, dass der erhebliche Rückgang des Energieverbrauches teilweise auf eine verminderte bis stagnierende Wirtschaftsleistung der Branche in den 90er Jahren zurückzuführen ist, wobei allerdings Restrukturierungen, gefolgt von einem Trend zu höherwertigeren Produkten und ein relativer Rückgang von Giessereien eine grössere Bedeutung haben dürften, teilweise auf verbesserte Nutzung von Energie.

### 3.3.2 Grundlinien einer Vereinbarung zur Energieeffizienz und CO<sub>2</sub>-Minderung

Prinzipiell müssen bei einer Zielvereinbarung zur Energieeffizienz und CO<sub>2</sub>-Minderung als wichtigste Determinanten die Aktivität (Produktion), der Strukturwandel, die technisch-ökonomischen Energieeinspartetechnologien und der Brennstoffmix berücksichtigt werden. Aufgrund der Heterogenität der Produkte der Maschinen-

bauindustrie kommen als Indikatoren für die Aktivität ausschliesslich monetäre Grössen, und zwar der Umsatz oder der Produktionswert in Frage (diese beiden Grössen sind seit 1996 als Indexreihen vom BfS erhältlich). Innerhalb der MEM-Industrie können Anteilsverschiebungen zwischen den Subsektoren (Maschinenbau, Metallzeugnisse, elektrotechnische Industrie, Präzisionsinstrumente, Fahrzeugbau) zu unterschiedlichen Fortschritten bei der Erreichung des vereinbarten Zieles führen. Möglicherweise muss diesem Strukturwandel durch getrennte Vereinbarungen für die einzelnen Subsektoren Rechnung getragen werden.

Als Grundlage der hier dargestellten exemplarischen Überlegungen im Maschinenbau wurde ein relativ hohes Wachstum der Produktion in monetären Einheiten in Höhe von 2,3 % pro Jahr für den Zeitraum 1999 bis 2010 angenommen. Aufgrund des Trends zu höherwertigeren Produkten (z. B. zunehmende Miniaturisierung und weiterhin steigende Integration von elektronischen Komponenten) wird jedoch nur ein Teil des monetären Zuwachses in Form höherer physischer Produktion (z. B. in Stückzahlen) des Sektors sichtbar werden. Für den Trend zu höherwertigeren Produkten und des Rückgangs des Anteils betriebsinterner Giessereien wird ein Beitrag von 1 % pro Jahr angenommen. Hieraus errechnet sich eine Zunahme der physischen Produktion in Höhe von rund 1,3 % p.a. Die hier getroffenen Annahmen müssten im Rahmen der Hauptstudie anhand genauerer Untersuchungen in Zusammenarbeit mit SWISSMEM und der Konjunkturforschungsstelle der ETH Zürich geprüft und angepasst werden.

Die durch die verminderte Fertigungstiefe und durch Outsourcing (v.a. bei Giessereien) realisierten Einsparungen werden bei den im Folgenden vorgestellten Analysen in vollem Umfang den jeweiligen Unternehmen bzw. der Branche berücksichtigt (betrifft gleichermassen Brennstoffe und Strom). Durch eine möglichst vollständige Erfassung aller Unternehmen des Maschinenbaus lässt sich vermeiden, dass die in andere, inländische Betriebe verlagerte Produktion unberücksichtigt bleibt.

Die Bewertung von Strom und Dampf aus industrie eigenen WKK-Anlagen ist für die Maschinenbauindustrie angesichts des vernachlässigbaren gegenwärtigen Umfangs dieser Technologie irrelevant, sie könnte aber einen Beitrag zur Energieeinsparung in der Zukunft leisten (vgl. Kap. 4.2). Eines der befragten Unternehmen plant den Bau einer WKK Anlage und erwartet eine Gesamtenergieeinsparung von 5,5 % (Mittelwert der angegebenen Spannbreite).

### **3.3.2.1 Ergebnisse der Erhebung**

Im Rahmen dieses Vorprojekts führte SWISSMEM mit Hilfe eines gemeinsam von SWISSMEM und CEPE/ISI erarbeiteten Fragebogens eine Datenerhebung unter 18 repräsentativen Unternehmen des Maschinenbaus durch (vgl. Anhang Abbildung A1). Trotz der geringen zur Verfügung stehenden Zeit schickten 10 Unternehmen

einen weitgehend vollständigen Datensatz zurück. Dies sind allerdings nur etwa 2 % der Betriebe des Schweizer Maschinenbau, was für eine Hochrechnung auf die Möglichkeiten einer Zielvereinbarung völlig unzureichend wäre. Im Fragebogen wurden für die Jahre 1990 und 1999 die Umsätze, die absoluten Brennstoff- und Stromeinsätze sowie die In- und Outputs der Stromeigenerzeugung abgefragt (siehe Abb. A1 im Anhang). Ferner wurden die Unternehmen gebeten, ihre Einschätzung zum maximalen technisch-ökonomischen Energieeinsparpotenzial durch verschiedene Querschnitts- und Prozesstechnologien zur Verfügung zu stellen (Abb. A1). Schliesslich stellte SWISSMEM (2000) für die meisten Unternehmen Daten zur Beschäftigtenzahl und zu den Umsätzen bereit.

Die Stichprobe enthält mehrheitlich klassische Unternehmen des Maschinenbaus. In einem Fall umfasst das Unternehmen eine Giesserei, die in den letzten Jahren kontinuierlich heruntergefahren wurde. Ein anderer Fall bezieht sich auf ein dem Metallbau zuzuordnendes Unternehmen (kein SWISSMEM-Mitglied), und in einem weiteren Fall ist der Standort ein reiner Verwaltungskomplex ohne Produktionsstätte. Schliesslich waren in einem Fall die angegebenen Daten inkonsistent. Die beiden zuletzt genannte Fälle wurde bei den Auswertungen nicht berücksichtigt. Gemessen an der gesamten Maschinenindustrie (nach BfE, 2000) tragen die verbleibenden 8 Unternehmen rund 3 % zum Energiebedarf und zu den CO<sub>2</sub>-Emissionen bei. Mangels eines vollständigen Datensatzes für den Maschinenbausektor als Ganzes bzw. für die MEM-Industrie (ohne Stahlproduktion) ist eine Repräsentativität der Stichprobe nicht gegeben. Der Rückgang des Endenergieeinsatzes und der CO<sub>2</sub>-Emissionen der Stichprobe zwischen 1990 und 1999 lag mit 25 % bzw. rund 30 % deutlich unter dem Durchschnitt der VSM-Mitglieder insgesamt (vgl. Kap. 3.3.1).

Für die Stichprobe wurden die spezifischen Werte auch als Funktion der Unternehmensgrösse aufgetragen. Daraus geht eindeutig hervor, dass die spezifischen Brennstoff- und Stromeinsätze sowie die spezifischen CO<sub>2</sub>-Emissionen sowohl bei Bezug auf den Umsatz als auch auf die Beschäftigtenzahl mit zunehmender Unternehmensgrösse abnimmt (der Anhang zeigt beispielhaft den Zusammenhang für umsatzbezogene CO<sub>2</sub>-Emissionen, siehe Abbildung A2). Dies ist neben den Kenntnissen, personellen Spezialisierungs- sowie finanziellen und technischen Möglichkeiten für die Umsetzung von Energieeffizienzmassnahmen und Grössendegressionseffekten mit grosser Wahrscheinlichkeit auch im Produkt-Portfolio begründet.

Bezüglich der Energieeinsparpotenziale für die Zukunft machten die Unternehmen vielfach unvollständige Angaben und bei den Einzelmassnahmen im Bereich der Prozess- und Querschnittstechnologien – von einem Unternehmen des Metallbaus abgesehen - aus der Sicht von CEPE/ISI sehr konservative Abschätzungen. Dagegen überstiegen die zum Outsourcing, zur Fertigungstiefe und zur WKK angegebenen Einsparpotenziale teilweise die Erwartungen des Projektteams. Die Einschät-



zungen von CEPE/ISI basieren auf Analysen des Sektors in Deutschland (IKARUS, 1995) sowie auf diversen übergreifenden Untersuchungen (z. B. Romm, 1999).

Auf der Grundlage der Einschätzung der unausgeschöpften technisch-wirtschaftlichen spezifischen Einsparpotenziale durch die befragten Unternehmen wurde das gesamte Energieeinspar- und CO<sub>2</sub>-Minderungspotenzial aus Unternehmenssicht für die Stichprobe errechnet (Tabelle 3.3-1). Der Beitrag einer forcierten Substitution des im Schweizer Maschinenbau noch weitverbreiteten Einsatzes von Heizöl durch Erdgas wurde in Anlehnung an die Entwicklung in Deutschland abgeschätzt (siehe Anhang, Abb. A3); dabei wurde eine weitere Erhöhung des Erdgasanteils von knapp 50% in 1998 (nach VSM) exemplarisch auf gut 75 % der fossilen Brennstoffe im Jahr 2010 unterstellt (zum Vergleich: in 1990 lag der Erdgasanteil bei knapp 30 %).

**Tabelle 3.3-1: Einsparpotenziale für Endenergie und CO<sub>2</sub>-Emissionen für den Maschinenbau aus Unternehmenssicht, berechnet mit konstanter Produktion von 1999 in 2010**

	1990		1999		2010, Maximal		2010, Maximal plus Brennstoff-Shift	
	Endenergie TJ	CO <sub>2</sub> 1000 t	Endenergie TJ	CO <sub>2</sub> 1000 t	Endenergie TJ	CO <sub>2</sub> 1000 t	Endenergie TJ	CO <sub>2</sub> 1000 t
Absolutwerte	798	26,6 (84,8)	600	18,4 (59,3)	579	17,7 (57,3)	579	17,5 (57,0)
Einsparung gegen 1990	-	-	25%	31% (30%)	27%	33% (32%)	27%	34% (33%)
Einsparung gegen 1999	-	-	-	-	4%	4%	4%	5% (4%)

Werte für CO<sub>2</sub> vor der Klammer: berechnet mit CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktor für die Elektrizitätserzeugung in der Schweiz

Werte für CO<sub>2</sub> in der Klammer: berechnet mit CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktor für die durchschnittliche Elektrizitätserzeugung in Westeuropa

Wie Tabelle 3.3-1 zeigt, wurden in den befragten Unternehmen zwischen 1990 und 1998 bzw. 1999 deutliche Energieverbrauchs- und CO<sub>2</sub>-Minderungen erzielt. Diese Entwicklung lässt sich aus Unternehmenssicht nicht in die Zukunft fortsetzen. So ergibt sich als gewichteter Durchschnitt der befragten Unternehmen, dass das durch Energieeffizienz erzielbare Einsparpotenzial zwischen 1999 und 2010 bei nur 4 % liegt (angenommen wurde hierbei eine 90 %-ige Durchdringung aller technisch-ökonomischen Einsparmassnahmen). Die CO<sub>2</sub>-Minderungen gegenüber 1999 liegen bei 4-5%. Wegen der geringen Kohlenstoffintensität des Brennstoffeinsatzes in der Stichprobe ermöglicht der Brennstoff-Shift hier keine nennenswerten zusätzlichen Minderungen (vgl. Tabelle 3.3-1).

### 3.3.2.2 Extrapolation und Ausblick für die Gesamtbranche

In diesem Kapitel werden die Energieeffizienz- und CO<sub>2</sub>-Minderungspotenziale bis zum Jahr 2010 abgeleitet. Dabei werden zwei unterschiedliche Vorgehensweisen gewählt:

- Zum einen wird auf den aus der Erhebung hervorgehenden spezifischen Effizienzerwartungen aus Unternehmenssicht aufgebaut (s.o., Tabelle 3.3-1).
- In einer zweiten, getrennten Betrachtung wird auf die Energieverbrauchsdaten der Gesamtheit aller VSM-Mitglieder - abzüglich Stahlproduktion - zurückgegriffen, um möglichst repräsentative Aussagen für die Gesamtbranche machen zu können. Diese Daten werden mit den Einsparerwartungen von CEPE/ISI verknüpft (siehe Prozentvorgaben im Anhang, Abbildung A1).

In beiden Fällen wurde für die weitere Entwicklung zwischen 1999 und 2010 angenommen, dass die Produktion in monetären Einheiten um 2,3 % pro Jahr wächst, während die Produktion in physischen Einheiten um 1,3 % pro Jahr zunimmt (s.o. Kapitel 3.3.2). Unter den genannten Annahmen ergeben sich als wesentliche Ergebnisse (bei Verwendung des CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktors für die Elektrizitätserzeugung in der Schweiz), dass bis zum Jahr 2010

- der absolute Endenergieeinsatz aus Unternehmenssicht um 12 % gegenüber 1999 zunehmen dürfte, während die CO<sub>2</sub>-Emissionen bei forcierter Substitution von Heizöl durch Erdgas gegenüber 1990 um 24 % gesenkt werden könnten (Tabelle 3.3-2),
- der absolute Endenergieeinsatz aus Sicht des FhG-ISI unter sehr optimistischen Annahmen lediglich um 2 % gegenüber 1999 zunehmen könnte, während die CO<sub>2</sub>-Emissionen bei forcierter Brennstoffsubstitution (Substitution von Heizöl durch Gas) gegenüber 1990 um 50 % gesenkt werden könnten (Tabelle 3.3-3).

Diese Unterschiede – neben der Frage der Repräsentativität und der Datenunsicherheiten – deuten auch darauf hin, dass der Zielfindungsprozess nicht einmalig zu Beginn der Verpflichtungsperiode stattfinden sollte, sondern periodisch einer Bestandsaufnahme mit eventueller Revision des Reduktionszieles unterliegen müsste.

Etwas ungünstigere Ergebnisse errechnen sich bei Verwendung des CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktors für die durchschnittliche Elektrizitätserzeugung in Westeuropa, da der Stromanteil relativ zunimmt. Bei der Interpretation der Ergebnisse ist schliesslich zu berücksichtigen, dass CEPE/ISI keine nennenswerten Beiträge durch Outsourcing und verringerte Fertigungstiefe angenommen haben, während dies bei den verwendeten Daten der Stichprobe der Fall ist. Ferner erscheint die derzeitige und für die Zukunft angenommene Durchdringung von WKK in dieser Branche in beiden Ansätzen vernachlässigbar.

Die unterschiedliche Einschätzung der Einsparpotenziale aus Sicht der befragten Betriebe und des FhG-ISI mag auch in einer unterschiedlichen energietechnischen Ausgangslage in den Maschinenbaubranchen der beiden Ländern begründet sein, die im Rahmen dieser Vorstudie nicht untersucht werden konnte. Dies stellt auch Grenzen der Übertragbarkeit von Effizienzpotenzialen im internationalen Vergleich auf den Prüfstand.

**Tabelle 3.3-2: Einsparpotenziale aus Unternehmenssicht, berechnet unter Berücksichtigung des Produktionswachstums bis 2010 (Berechnungsgrundlage: Stichprobe)**

	1990		1999		2010, Maximal		2010, Maximal plus Brennstoff-Shift	
	Endenergie TJ	CO <sub>2</sub> 1000 t	Endenergie TJ	CO <sub>2</sub> 1000 t	Endenergie TJ	CO <sub>2</sub> 1000 t	Endenergie TJ	CO <sub>2</sub> 1000 t
Absolutwerte	798	26,6 (84,8)	600	18,4 (59,3)	670	20,4 (65,9)	670	20,2 (65,7)
Einsparung gegen 1990	-	-	25%	31% (30%)	16%	23% (22%)	16%	24% (23%)
Einsparung gegen 1999	-	-	-	-	-12%	-11% (-11%)	-12%	-10% (-11%)

Werte für CO<sub>2</sub> vor der Klammer: berechnet mit CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktor für die Elektrizitätserzeugung in der Schweiz

Werte für CO<sub>2</sub> in der Klammer: berechnet mit CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktor für die durchschnittliche Elektrizitätserzeugung in Westeuropa

**Tabelle 3.3-3: Einsparpotenziale aus Sicht des FhG-ISI, berechnet unter Berücksichtigung des Produktionswachstums bis 2010 (Berechnungsgrundlage: VSM-Erhebung, ohne Stahlproduktion)**

	1990		1999		2010, Maximal		2010, Maximal plus Brennstoff-Shift	
	Endenergie TJ	CO <sub>2</sub> 1000 t	Endenergie TJ	CO <sub>2</sub> 1000 t	Endenergie TJ	CO <sub>2</sub> 1000 t	Endenergie TJ	CO <sub>2</sub> 1000 t
Absolutwerte	19378	763 (1921)	11857	409 (1152)	12153	410 (1190)	12153	384 (1170)
Einsparung gegen 1990	-	-	39%	46% (40%)	37%	46% (38%)	37%	50% (39%)
Einsparung gegen 1999	-	-	-	-	-2%	0% (-3%)	-2%	6% (-2%)

Werte für CO<sub>2</sub> vor der Klammer: berechnet mit CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktor für die Elektrizitätserzeugung in der Schweiz

Werte für CO<sub>2</sub> in der Klammer: berechnet mit CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktor für die durchschnittliche Elektrizitätserzeugung in Westeuropa

### 3.3.2.3 Aspekte des Monitoring

Im Falle einer Zielvereinbarung durch den Schweizerischen Maschinenbau dürfte die erarbeitete Energiestatistik eine zentrale Rolle im Rahmen des Monitorings einnehmen. Zu beachten wären allerdings Branchenausgliederungen wie z. B. die Herstellung von Präzisionsinstrumenten (NOGA 33) und des Fahrzeugbaus (NOGA 34, 35) (Helbling, 1999); gemeinsam machen diese Subsektoren mit rund 29 000 Beschäftigten etwa ein Viertel aller Beschäftigten der Maschinenindustrie aus und dürften mit einem vergleichbaren Anteil auch zum Gesamtenergieverbrauch und den CO<sub>2</sub>-Emissionen beitragen. An dieser Stelle ist vor dem Hintergrund einer Zielvereinbarung der Branche jeweils klar ihre Abgrenzung durch explizite Zuordnung von Betrieben zur jeweiligen Branchen zu definieren.

In Ergänzung zur Energieverbrauchserhebung von 1999 könnte man möglicherweise auch die Energiestatistik des VSM (bzw. SWISSMEM) zu Hilfe nehmen, um den Beitrag der hier organisierten Unternehmen zum branchenweiten Minderungsziel zu verfolgen. Unter Verwendung dieser Datengrundlage werden die von den Unternehmen berichteten Entwicklungen auf ihre Plausibilität zu überprüfen sein (als

Summe). Dabei werden noch zu fixierende Auswertungsregeln für Strom, Fernwärme und WKK sowie insbesondere für das Outsourcing energieintensiver Nebenanlagen zu berücksichtigen sein (vgl. Kap. 4).

### **3.3.3 Flankierende Massnahmen**

Mit Hinblick auf die relativ grosse Anzahl kleiner und mittlerer Unternehmen in dieser Branche gewinnen flankierende Massnahmen zur Erreichung eines Ziels, das auf zusätzlichen investiven und organisatorischen Aktivitäten der Unternehmen aufbaut, eine grosse Bedeutung. Diese Massnahmen sind u. a.

- Motivationsaktionen für Unternehmensvorstände („Die Entdeckung der No Regrets und Innovationsreserven als Chefsache“),
- die Durchführung spezieller Fortbildungsveranstaltungen zu technischen Neuerungen, ihrer ökonomischen Bewertung und Mitarbeitermotivation für Betriebsingenieure und Controller,
- die Verstärkung von öffentlichen Zuschüssen für Forschung und Entwicklung sowie Pilot- und Demonstrationsprojekten (Anreiz für die Branchen).

Diese flankierenden Massnahmen könnten auch in den Zielvereinbarungen als jeweilige Leistungen der beiden Partner und der EnAW explizit festgehalten werden.

### **3.3.4 Operationelle Hinweise und weiteres Vorgehen für eine Erarbeitung einer Zielvereinbarung der Branche**

Wegen der technologischen Vielfalt der MEM-Industrie besteht entweder die Möglichkeit, Anteilsverschiebungen zwischen den Subsektoren (Maschinenbau, Metalzerzeugnisse, elektrotechnische Industrie, Präzisionsinstrumente, Fahrzeugbau) als Strukturwandel explizit auszuweisen oder getrennte Vereinbarungen für die einzelnen Subsektoren abzuschliessen. Letztere Möglichkeit wäre wegen grösserer technologischer Homogenität und leichteren Möglichkeiten der Vergleichbarkeit wünschenswert, aber aufwändiger.

In jedem Fall wird man für die einzelnen Subbranchen die Datenerhebung so gestalten müssen, dass getrennte Analysen zur Effizienzverbesserung, zum Produktstrukturwandel, zum Outsourcing energieintensiver Nebenanlagen, zur WKK und anderen wesentlichen Einflüssen (z. B. Rückgang der betriebseigenen Giessereiproduktion) möglich sind.

Aus Gründen der flexiblen Handhabung der Zielvereinbarung und der Begrenzung des Aufwandes für Zielfindung, Controlling und Monitoring wäre zu erwägen, einerseits die Analysen zu den spezifischen Potenzialen auf detailliertem Niveau der Einzelbranchen zu machen, andererseits diese Informationen mit Annahmen zum

Strukturwandel und zum Produktionswachstum zu **einem Gesamtziel für Energieeffizienz und CO<sub>2</sub>-Emissionen auf der Ebene des MEM-Sektors** zusammenzuführen.

Schliesslich sind noch mögliche **Massnahmen** der Maschinen-Industrie **zugunsten Dritter** zu erläutern. Als zentrale Technologieproduzenten der Schweizer Wirtschaft nimmt der Maschinenbau eine bedeutende Rolle der technischen Innovationen wahr, die er im Rahmen der Zielvereinbarungen besonders betonen könnte, so z. B.

- durch freiwillige Verpflichtungen für ausgehandelte technische Effizienzstandards für Massenprodukte wie z. B. Pumpen, Kompressoren und Ventilatoren bestimmter Leistungsklassen und Bauarten (wie dies auf EU-Ebene im Bereich der Elektromotoren bereits erfolgte);
- durch freiwillige Verpflichtungen, nur hocheffiziente Einzelaggregate (z. B. Elektromotoren, Pumpen) einzubauen und dies als „intel inside“-Information zu vermarkten;
- durch bestimmte Forschungs- und Entwicklungsarbeiten für hocheffiziente Maschinen und Anlagen, insbesondere von energieintensiven mittelständischen Branchen; diese könnten durch die Forschungsgelder der öffentlichen Hand mitgefördert werden und ein Beitrag auf dem Weg zu einer 2000-Watt/cap-Gesellschaft sein (ETH-Rat, 1998).

Diese Massnahmen zugunsten Dritter wären seitens der einzelnen Branchen genauer und in ihrer zeitlichen Dynamik spezifizierbar und könnten wesentlich dazu beitragen, dass in der schweizerischen Wirtschaft zusätzliche Energieeffizienzsteigerungen und technische Innovationen ermöglicht würden.

### **3.4 Baugewerbe (Basics)**

Wir haben uns in der ersten Bearbeitungsphase auf konzeptionelle Probleme konzentriert und uns dabei auf bereits bestehende Daten abgestützt; eine Umfrage bei Baubetrieben hat (noch) nicht stattgefunden. Daraus folgt: In den folgenden Tabellen finden sich noch Leerstellen bzw. nur grob geschätzte Angaben, die es in einer nachfolgenden Hauptstudie zu füllen bzw. zu verbessern gilt.

### 3.4.1 Die Branche

#### 3.4.1.1 Abgrenzung

Gemäss NOGA-Aufteilung der Branchen handelt es sich beim Baugewerbe um die Branche 45. Das Baugewerbe umfasst fünf Gruppen (vgl. Tabelle 3.4-1). Anzumerken ist allerdings, dass die Bauwirtschaft selbst eine von der NOGA abweichende Abgrenzung vornimmt. Und zwar gilt das sowohl bezüglich der Bezeichnungen als auch der Zuordnung der Arbeitsplätze zu den verschiedenen Gruppen.

**Tabelle 3.4-1: Unternehmen und Beschäftigte im Baugewerbe, statistische Ausgangslage**

NOGA-Nr	Gruppenbezeichnung	Anzahl Unternehmen	Anzahl Beschäftigte (voll und Teilzeit)
45.1	Vorbereitende Baustellenarbeiten	542	3'701
45.2	Hoch- und Tiefbau	11'709	154'687
45.3	Bauinstallation	10'248	80'330
45.4	Ausbaugewerbe	11'596	52'101
45.5	Vermietung von Baumaschinen und -geräten mit Bedienungspersonal	41	215
45	Total Baugewerbe	34'136	291'034

Quelle: BZ 1998

Für das vorliegende Projekt wollen wir uns auf eine eher institutionelle Branchenabgrenzung abstützen. Für die meisten der folgenden Überlegungen gehen wir von den Firmen und Beschäftigten aus, die im schweizerischen Baumeisterverband (SBV) zusammengeschlossen sind. Inhaltlich umfasst der SBV das Bauhauptgewerbe, also die vorbereitenden Baustellenarbeiten sowie den Hoch- und Tiefbau in der beim Verband üblichen Abgrenzung. Der SBV weist für das Jahr 1998 rund 99'000 Beschäftigte für das Bauhauptgewerbe aus. Die Beschäftigten der Mitgliederfirmen sollen nach Verbandsaussage etwa 90'000 ausmachen, die bei rund 4000 Firmen beschäftigt sind. Diese Zahlen und auch die folgenden Ausführungen beziehen sich vorwiegend auf die vorbereitenden Baustellenarbeiten sowie den Hoch- und Tiefbau. Bauinstallation und Ausbaugewerbe werden zu einem späteren Zeitpunkt zu behandeln sein.

### 3.4.1.2 Produktion und Energieverbrauch

Für die Systemabgrenzung "Verbandsmitglieder" stehen uns bis dato keine in sich stimmigen (Energie-)Daten im Zeitablauf zur Verfügung. Um trotzdem einen rudimentären Überblick über die Energiesituation zu geben, wird deshalb auf die Resultate aus unserem Industriemodell für die Energieperspektiven abgestellt (Basics 2000).

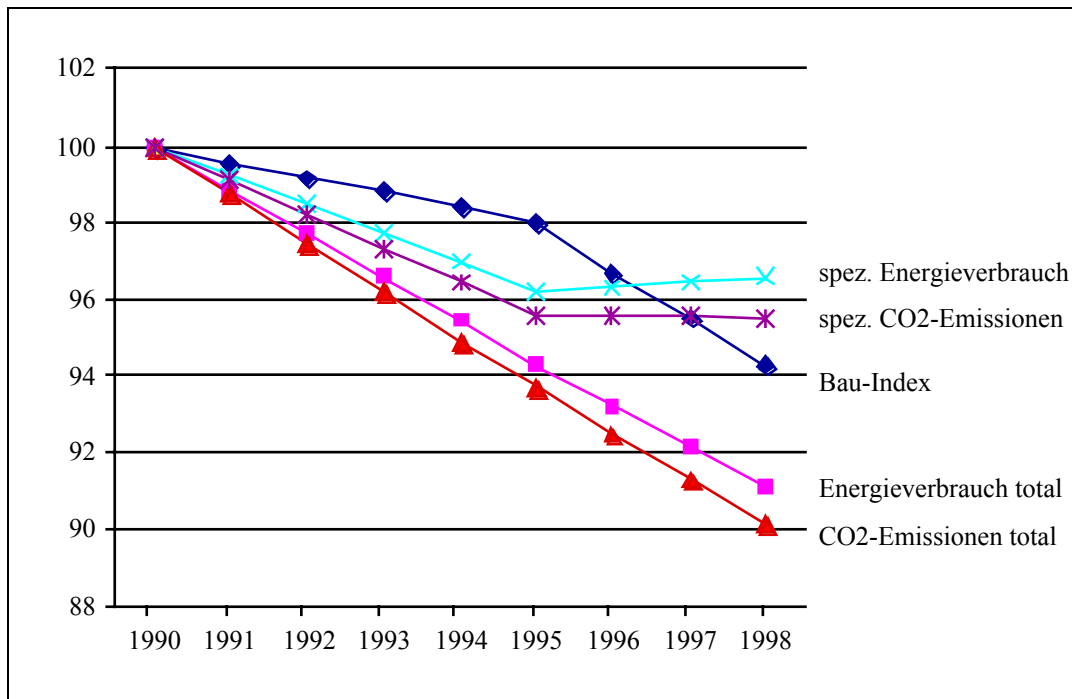
Für das gesamte Baugewerbe (umfassend also die gesamte NOGA-Nr. 45) beziffern wir den Energieverbrauch für 1998 auf rund 15 PJ und den CO<sub>2</sub>-Ausstoss auf rund 0.8 Mio Tonnen. Darin enthalten ist nebst der Baustellen- und der Heizenergie auch die durch das Baugewerbe selbst erbrachte Verkehrsleistung.

In der Abbildung 3.4-2 sind ausserdem die groben Entwicklungstendenzen zwischen 1990 und 1998 aufgezeichnet. Allerdings sei für die Interpretation nochmals auf die methodischen Probleme hingewiesen: Erstens handelt es sich um das gesamte Baugewerbe gemäss NOGA-Statistik. Zweitens verwenden wir den offiziellen preisbereinigten Bau-Index des Bundesamtes für Statistik (der SBV nimmt die Preisbereinigung auf einer andern Basis vor und erhält damit einen deutlich stärkeren Rückgang, vgl. SBV 1999).<sup>7</sup> Trotz diesen methodischen Einschränkungen zeigt sich immerhin, dass der spezifische Energieverbrauch und die spezifischen CO<sub>2</sub>-Emissionen gesamthaft zwischen 1990 und 1998 um rd. 3,5 % bzw. 4,5 % abgenommen haben.

---

<sup>7</sup> Dass wir trotzdem den offiziellen Index wählen, hat Konsistenzgründe. Unser Modell, auf dem auch die folgenden Zahlen basieren, verwendet die offiziellen Zahlen.

**Abbildung 3.4-2: Entwicklung einiger Indikatoren für Produktion, Energieverbrauch und CO<sub>2</sub>-Emissionen für das gesamte Baugewerbe (1990, 1995 und 1998, Zwischenjahre linear interpoliert)**



Quellen: BFS (Bau- und Wohnbaustatistik), Basics 2000, eigene Berechnungen

Anmerkung: Der spezifische Verbrauch errechnet sich, indem man den Index des Energieverbrauchs durch den Bauindex teilt.

### 3.4.2 Grundlinien einer Vereinbarung zur Energieeffizienz und CO<sub>2</sub>-Minderung

Wir gehen von einem einfachen Schema aus, bei dem jeweils "Mengen" einer Produktlinie mit den jeweiligen spezifischen Verbräuchen multipliziert werden. Vereinbart werden entsprechend diesem Vorgehen die jeweiligen spezifischen Verbräuche im Zieljahr, die mit den dannzumaligen "Mengen" multipliziert werden. Liegt dieser Sollverbrauch unter dem effektiven, statistischen Verbrauch, ist das Ziel erreicht worden. Zu den Details dieses Ansatzes vergl. die Bemerkungen in Kapitel 3.2.2.

#### 3.4.2.1 Produktlinien und Strukturwandel

Mengen und Strukturen können sich bis zum Vereinbarungszeitpunkt ändern. Deshalb braucht es eine Aufteilung in sogenannte Produktlinien (oder Subbranchen).



Es wurden für eine erste Diskussion Produktlinien definiert, die sich in ihrem spezifischen Energieverbrauch signifikant unterscheiden. Grundlage dafür war eine Auswertung, die wir aufgrund unseres Energiemodells für den industriellen Sektor sowie aufgrund weiterer Literatur vorgenommen haben (u.a. BUWAL 1996, Basics 2000 sowie einige Expertengespräche). In der Tabelle 3.4-2 sind einige Grunddaten zusammengestellt. Sie beziehen sich auf die vom SBV ausgewiesenen Mitglieder.

**Tabelle 3.4-2: Geschätzter Energieverbrauch und CO<sub>2</sub>-Emissionen des Bauhauptgewerbes (nur Mitglieder des SBV), 1998**

Heizöl extra leicht	480 TJ	
Gas	250 TJ	
Elektrizität	1700 TJ	
Holz/Abfälle/Nahwärme	50 TJ	
Diesel (davon Verkehr)	6200 TJ	(1'800 TJ)
Summe Energieverbrauch	8'700 TJ	
CO <sub>2</sub>	510'000 t CO <sub>2</sub>	

Quellen: Basics (2000), eigene Berechnungen (Basis-Annahmen für CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktoren gemäss BFE-Perspektiven: Gas: 55.0 kg/GJ, HEL: 73.7, HMS: 77.0, Strom 4.4 (CEPE), Fernwärme/Abfälle 0,0)

In der Tabelle 3.4-3 sind die gewählten Produktlinien, deren approximative Produktionsmengen sowie die geschätzten spezifischen Energieverbräuche für das Jahr 1998 zusammengestellt. Die Angaben zu den Energieverbräuchen und zu den Verkehrsleistungen sind noch *sehr* provisorisch (die uns zur Verfügung stehenden Daten sind z.T. sehr widersprüchlich). Im übrigen wurde bewusst auf eine allzu starke Differenzierung verzichtet, wenngleich es notwendig erschien, die Verkehrsleistung als eigene Produktlinie mitzuführen. Damit wird sichergestellt, dass Unternehmen, die Verkehrsleistungen selbst erbringen, bei der Beurteilung nicht benachteiligt werden. Im Moment sehen wir hier den Indikator vor, wie er von der LSVA (Leistungsabhängige Schwerverkehrsabgabe) verwendet wird. Mit der LSVA erhält jeder Lastwagen ein Erfassungsgerät. Dem Betrieb und der Statistik steht somit eine verlässliche Zahl zur Verfügung. Allerdings tritt die LSVA erst am 1.1.2001 in Kraft. Eine sich darauf abstützende Vereinbarung müsste sich also auf die Periode ab 2001 beziehen, oder auf das Jahr 2000 zurück projiziert werden.

Es wird Sache der Hauptstudie sein, diese Aufteilung zu diskutieren und vor allem mit weiteren (und besseren) Daten zu füllen (vgl. unten). Ausserdem ist zu klären, ob es zusätzliche Produktlinien braucht. Dazu gehören beispielsweise die Energiebezugsflächen (effektiv beheizt) für Trocknungszwecke oder für Baucontainerbeheizung. Wir gehen für den Moment jedoch davon aus, dass diese Indikatoren durch

den Umsatz genügend gut repräsentiert sind. Beim Verkehr dürfte sich durch das Inkrafttreten der LSVA eine Verschiebung zu kleineren Transportfahrzeugen ergeben. Diesem Effekt ist in der Hauptstudie noch vertieft nachzugehen.

**Tabelle 3.4-3: Produktelinien und deren Produktions-Entwicklung bis 2010 sowie spezifische Energieverbräuche und spezifische CO<sub>2</sub>-Emissionen 1998**

Produktlinie	Wert 1990	Wert 1998	Prognostizierter Wert 2010	Spezifischer Endenergieverbrauch 1998 (MJ je 1000 CHF)	Spezifischer CO <sub>2</sub> -Ausstoss <sup>1)</sup> 1998 (kg je 1000 CHF)
I Hochbau (Bauausgaben Mio CHF 1987)	10'180	4'929	6'400	480	26
II Tiefbau (Bauausgaben Mio CHF 1987)	5'025	4'268	5'500	970	52
III Verkehrsleistung mit Lastwagen (>3.5 t) in Fzkm	?	120'000'000	?	15 <sup>2)</sup>	1,12

Quellen: eigene Berechnungen, Basics 2000

- 1) Das Verhältnis von Stromverbrauch zu fossilem Verbrauch wird in der hier vorliegenden Vorstudie bei Hoch- und Tiefbau noch als gleich angenommen.
- 2) MJ/ Fzkm

### 3.4.2.2 Effizienz- und Substitutionspotenziale (als Diskussionsgrundlage) 1999-2010 und abgeleitetes Reduktionsziel 1990-2010

Die folgenden Ausführungen sollen zeigen, wo und in welchem Umfang überhaupt Einsparpotenziale liegen. Aus datentechnischen Gründen haben diese Zahlen allerdings nur indikativen Charakter. Grob gesprochen gibt es fünf Kategorien von Energieverbrauchern in Bauhauptgewerbe. Für jede dieser Kategorien haben wir ganz grob energetische Effizienzpotenziale abgeschätzt, vgl. Tabelle 3.4-4 (Quellen: Basics 2000, Geiger 2000 u.a.).

**Tabelle 3.4-4: Energetische Effizienzpotenziale im Bauhauptgewerbe für den Zeitraum 1998 bis 2010**

Verbrauchskategorie	Energieträger	Mögliche energetische Einsparpotenziale 1998 bis 2010, spezifisch	Bezug
Krananlagen, Betonanlagen, Umschlagsgeräte, Pumpen sowie diverse Kleingeräte	Elektrizität	- 5 bis - 8 %	Reale Bausumme
Bautransporte auf der Strasse	Diesel	+ 5 %	Fahrzeugkilometer
Erdbewegungsmaschinen	Diesel	- 10 bis - 12 %	Reale Bausumme
Trocknen	Fossil	- 5 %	Reale Bausumme
Diverse (Druckluft, Beleuchtung, Raumheizung u.a.)	Alle	- 10 bis 15 %	Reale Bausumme

Tabelle 3.4-5 weist die zur Zeit absehbaren Substitutionspotenziale aus. Eigentlich kommt nur die Substitution von Heizöl durch Gas in Frage. Und da der gesamte Heizölverbrauch nur etwa 480 TJ umfasst, sind diese sehr gering.

Im einzelnen ist zu den verschiedenen Verbrauchskategorien folgendes zu bemerken:

**Tabelle 3.4-5: Substitutionspotenziale im Bauhauptgewerbe 1998 bis 2010 (nur SBV-Mitglieder)**

Verbrauchskategorie	Energieträger	Substitutionspotenzial Öl -> Gas (TJ)
Krananlagen, Betonanlagen, Umschlagsgeräte, Pumpen sowie diverse Kleingeräte	Elektrizität	0
Bautransporte auf der Strasse	Diesel	0
Erdbewegungsmaschinen	Diesel	0
Trocknen	Fossil	-100 TJ
Diverse (Druckluft, Beleuchtung, Raumheizung u.a.)	alle	-200 TJ

*Krananlagen:* Der Elektrizitätsverbrauch von Krananlagen, Betonanlagen, Umschlagsgeräten, Pumpen sowie diverser Kleingeräte ist bis dato statistisch nicht bekannt. Es bestehen lediglich grobe Schätzungen. (1998: um 2 PJ). Die involvierten

Leistungen überstreichen einen grossen Leistungsbereich: von einigen kW (Umschlaggeräte) bis zu 400 und mehr kW (Krane bei Grossbaustellen). Technisch und betrieblich könnten diese Anlagen bei gleicher Leistung 10 bis 20 % besser sein als der heutige Durchschnitt (z.B. über Rückspeiseeinrichtungen). Unterstellt man eine Lebensdauer von 15 bis 30 Jahren sowie betriebliche Verbesserungen, dann resultiert bei vorsichtiger Einschätzung die angegebenen Spanne (vorläufiger Wert).

*Bautransporte auf der Strasse:* Gesamthaft gesehen erreicht der Energieverbrauch von und zu den Baustellen etwa den gleichen Wert wie der Energieverbrauch der Baumaschinen (BUWAL 1994). Eine aktuelle Schätzung basiert auf dem Modell von Basics (1998: rund 6 PJ). Dies betrifft allerdings alle Transporte, die mit dem Bauwesen in Zusammenhang stehen (dieselbetriebene Baulastwagen mit mehr als 3.5 t). Bezogen auf das Bauhauptgewerbe (d.h. als selbst erbrachte Transportleistung) sind es nach einer groben Schätzung von Basics etwas über 2 PJ. Je Tonnenkilometer sind in den nächsten Jahren im Sinne einer zu prüfenden Arbeitshypothese keine spezifischen Verbesserungen zu erwarten (vgl. z.B. Infrac 1996). Der Grund liegt darin, dass die verschärften Abgasgrenzwerte einer weiteren Absenkung des Verbrauchs entgegenstehen (hier seien etwa die Partikelfilter für Dieselmotoren erwähnt, vgl. z.B. Mayer 1999). Allerdings dürfte die LSVA die Transportleistung gemessen in Fahrzeugkilometern reduzieren, indem z.B. ganz allgemein die Baustellenlogistik verbessert (und damit u.a. weniger Leerfahrten nötig werden). Als Arbeitshypothese gehen wir von einem Effekt in der Grössenordnung von 5 bis 10 % bis 2010 aus. Damit bei der Beurteilung der erreichten Energie- und CO<sub>2</sub>-Werte gemäss folgendem Abschnitt dieser Effekt nicht "herausfällt", wird hier ein vorläufiger "Bonus" von 5 % angenommen.

*Erdbewegungsmaschinen:* Dazu gehören sämtliche Bagger, aber auch Lader, Ladeschaufeln, Dumper Verdichter (Rüttler, Walzen) u.a. 1998 dürften für diese Maschinen gesamthaft knapp 6 PJ Diesel aufgewandt worden sein. An sich wären erhebliche energetische Effizienzfortschritte möglich, die aber z.T. in Konkurrenz zur Luftreinhaltung (vgl. z.B. die vorgeschlagene Richtlinie zur Luftreinhaltung auf Baustellen, BUWAL 2000) stehen. Weiter weisen viele dieser Geräte sehr lange Lebensdauern auf (30 und mehr Jahre), so dass eine "Parkverbesserung" nur langsam durchgreift. Andererseits ist hier rein buchhalterisch ein Spareffekt zu erwarten, in dem der Preisdruck in der Bauwirtschaft nachlassen dürfte und der gleichen (realen) Bausumme eine kleinerer Energieeinsatz gegenüber stehen könnte<sup>8</sup>. Nimmt man alle diese Effekte zusammen, so ist eine spezifische Einsparung von 10 bis 12 % gemessen an den realen Bausummen möglich.

---

<sup>8</sup> Dieses Phänomen gilt grundsätzlich bei allen Verbrauchstypen, ist aber bei den Baumaschinen vermutlich am ausgeprägtesten. In wie weit dieser Effekt durch die Deflationierung ausgeglichen würde, müsste in der Hauptstudie untersucht werden.

*Trocknen:* Für Trocknungsprozesse wird ein Energieaufwand von 7 bis 15 kWh je m<sup>2</sup> gebaute Fläche geschätzt (vgl. Geiger 2000 und Basics 2000). Spezifisch könnten ceteris paribus sicher um die 5 % bis 2010 eingespart werden (Basics 2000). Allerdings ist denkbar, dass aus Qualitätssteigerungsgründen der Verbrauch gemessen an der realen Bausumme zunimmt.

*Diverse:* Die letzte Kategorie umfasst die Drucklufterzeugung, Lüftungsanlagen im Tiefbau, Beleuchtung, Raumheizung für Büros und Produktion u.a. Gesamthaft gesehen erreicht der Energieverbrauch rund 2 PJ. Vor allem im Raumwärmebereich wäre ein grösseres spezifisches Sparpotenzial vorhanden. Bis 2010 werden im Moment spezifische Verbrauchsreduktionen von 10 bis 18 % veranschlagt, wobei auch hier ein buchhalterischer Effekt berücksichtigt wird, indem die Energiebezugsflächen in der Bauwirtschaft (Büroflächen, Baucontainer) deutlich weniger steigen werden als die Bausummen.

### **Synthese**

Tabelle 3.4-6 fasst die Ergebnisse für die CO<sub>2</sub>-Emissionen für die drei unterschiedenen Produktelinien zusammen.

**Tabelle 3.4-6: Synthese CO<sub>2</sub>-Emissionen 2010**

Produktelinie	Spezifische CO <sub>2</sub> -Verminderung von 1990 zu 1998: Statistische Ermittlung	Spezifische CO <sub>2</sub> -Reduktion 1998 bis 2010 wegen Energieeinsparungen: Indikative Grössenordnung	Spezifische CO <sub>2</sub> -Reduktionen 1998 bis 2010 durch Substitution: Indikative Grössenordnung	Spezifische CO <sub>2</sub> -Reduktionen 1998 bis 2010 durch Energieeinsparungen und Substitution: Indikative Grössenordnung <sup>9</sup>
Hochbau	} -5 %	-6%	1 %	-7%
Tiefbau		-7%	1 %	-8%
Verkehr		+5%	0 %	+5%

Bei den gegebenen Annahmen ergibt sich damit eine Abnahme der absoluten CO<sub>2</sub>-Emissionen von 1990 bis 2010 um -21 %, von 1998 bis 2010 hingegen eine Zunahme von +21 %.<sup>10</sup>

<sup>9</sup> Bei einer CO<sub>2</sub>-Bewertung des Stromes gemäss UCPTE-Mix nehmen die spezifischen Reduktionsmöglichkeiten im Hoch- und Tiefbau leicht ab.

<sup>10</sup> Bei Verwendung des UCPTE-Mixes lauten die entsprechenden Zahlen -22% und +20 %.

### 3.4.2.3 Aspekte des Monitorings

Das Monitoring bietet beim Bau etwelche Schwierigkeiten. Der Grundansatz ist zwar einfach, dafür macht die Beschaffung und Bewertung von Daten Probleme. Es braucht drei Grundlagen als Eckpfeiler für das Monitoring:

- die Zielvereinbarung für die spezifischen Verbräuche und den spezifischen CO<sub>2</sub>-Ausstoss für die oben dargelegten Produktelinien zu den Zeitpunkten 2005 und 2010
- die Entwicklung der preisbereinigten Umsätze für Hoch- und Tiefbau sowie die gefahrenen Kilometer mit Lastwagen ab 3.5 t der an der Vereinbarung teilnehmenden Firmen (vgl. unten). Die Umsätze werden ohnehin in einer vierteljährlichen Verbandsumfrage erhoben, und zwar die nominellen Umsätze, die dann um die Preisentwicklung korrigiert werden (Produktionskosten-Index des SBV)<sup>11</sup>. Und die Kilometerleistung ergibt sich aus den für die LSVA erhobenen Daten.
- die Statistik über den gesamten Energieverbrauch der an der Vereinbarung teilnehmenden Unternehmen, differenziert nach den verschiedenen Energieträgern für 2005 bzw. 2010. Diese Daten kommen aus der Statistik, die von Helbling im Auftrag des BFE durchgeführt wird. Da diese Daten jedoch als Grundlage für das Monitoring verwendet werden, müssen sie vermutlich "verbessert" werden, d.h. die Repräsentativität müsste erhöht werden. Ausserdem muss in der Befragung festgestellt werden, ob es sich jeweils um einen Betrieb handelt, der an der Vereinbarung teilnimmt oder nicht teilnimmt.

Grundlage für das Monitoring ist sowohl bei den Umsätzen als auch bei der Energiestatistik eine Selbstdeklaration der Unternehmen. Da diese statistischen Angaben jetzt aber über Erreichen bzw. Nicht-Erreichen der Zielvereinbarung bestimmen, braucht es einen Kontrollmechanismus. Die Daten müssen unter dem Vereinbarungsregime rechtlich verbindlich sein. Wir schlagen deshalb vor, dass der Vertrags-Partner (im Endeffekt der Bund, ev. auch die EnAW und der Verband) das Recht hat, eine "Revision" bei einzelnen Unternehmen durchzuführen. Diese Stichproben würden ähnlich den AHV- oder Mehrwertsteuer-Revisionen erfolgen.

### 3.4.2.4 Hinweise für Umlegung der Zielvereinbarung auf Unternehmen

Dies ist beim Baugewerbe besonders schwierig, weil es sich hier um sehr viele kleinere Unternehmen handelt. Deshalb braucht es ein einfaches Verfahren; dabei ist die Umlegung aber um so wichtiger, als es Teil des Monitorings ist.

---

<sup>11</sup> In der Vereinbarung ist festzulegen, welcher Preisindex als Deflator verwendet wird.

Am einfachsten ist es, wenn jedes Verbandsmitglied aufgefordert wird, per Unterschrift an der Vereinbarung teilzunehmen. Jeder Teilnehmende ist dann Teil der Vereinbarung. Jene, die nicht unterschreiben, sind dann nicht Teil der Vereinbarung. Am Schluss der Periode ist die Vereinbarung für alle teilnehmenden Unternehmen zusammen erfüllt oder eben nicht erfüllt. Die ganze Gruppe zusammen kann dann mittels Einkauf von Zertifikaten die Vereinbarung doch noch erfüllen (die Kosten werden z.B. nach Massgabe ihrer Beschäftigten den Unternehmen belastet). Aufgabe des Verbandes ist es bei diesem Konzept, die einzelnen Unternehmen zu animieren, die Vereinbarung "zusammen" einzuhalten. Er muss gewissermassen ein intensives Energie- und CO<sub>2</sub>-Minderungs-Marketing durchgeführt werden.

Eine mögliche Alternative bestünde darin, zwar eine Gesamtvereinbarung durchzuführen, jeden einzelnen Betrieb aber zu einer individuell festgelegten Einsparung zu verpflichten. Diese Verpflichtung würde auf einfache schriftliche Art eingefordert und müsste auch darauf abstellen, ob in letzter Zeit Investitionen getätigt wurden, welche die Energieeffizienz bzw. die CO<sub>2</sub>-Minderung fördern. Bei dieser Alternative müsste aber erstens ein Kontrollmechanismus schon zu Beginn der Vereinbarung festgelegt werden und zweitens wäre der Personalaufwand für die Kontrolle zu hoch.

Es wird Sache der Hauptstudie sein, nochmals den Monitoring- und Umlegungsmechanismus angesichts einer so hohen Zahl von Betrieben (meist kurzfristige Baustellen!) zu überprüfen und konzeptionell sowie operativ besser miteinander zu verbinden, so dass eine Minimalgarantie für den Zielerreichungsprozess erreicht werden kann.

Nicht ganz einfach ist die Frage zu beantworten, wie mit Nicht-Verbandsmitgliedern oder Firmen, die verschiedenen Branchen angehören, umgegangen werden soll. Eine Möglichkeit wäre hier, solche Unternehmen, die an der Vereinbarung mitmachen möchten, in die Vereinbarung "hineinzurechnen". Dies würde bedeuten, dass alle diese Unternehmen die notwendigen statistischen Angaben direkt zur Verfügung stellen müssten, weil sie durch das für die Verbandsmitglieder verwendete Stichprobenverfahren zu wenig gut abgedeckt wären.

### **3.4.3 Flankierende Massnahmen**

Das Baugewerbe ist zwar im Sinne einer Life-Cycle-Analyse seiner Produkte an sehr viel Energie indirekt beteiligt (rund 40 % des gesamten schweizerischen Endenergieverbrauchs kann man im weiteren Sinn den Bauten zuordnen). Im Sinne der Entscheidungsrelevanz verbleibt aber dem Baugewerbe davon nicht sehr viel. Es ist zwar richtig, dass gerade bei Gebäudemodernisierungen, -sanierungen und bei Re-Investitionen in haustechnische Anlagen und in die Gebäudetechnik grosse Energieeinsparpotenziale liegen. Nur: Die meisten dieser Entscheide werden von

den Bauherren selbst, von Planern und Architekten oder von Haustechnik-Planern gefällt bzw. beeinflusst. Und beide Berufsgattungen sind in der hier gewählten Systemabgrenzung (noch) nicht enthalten.

Das Baugewerbe möchte und könnte allerdings seinen Einfluss bei energierelevanten Bau-Entscheidungen erhöhen. Solche Aspekte könnten deshalb im Sinne der Lebenszyklus-Analyse von Gebäuden ein ergänzender Bestandteil einer Branchenvereinbarung sein.

Im Sinne **unterstützender Massnahmen für das Baugewerbe** selbst gäbe es eine ganze Reihe von Instrumenten, die einmal näher zu untersuchen wären:

- Förderung des Energie-Contractings (vgl. auch Basics 1999) und des Geräte Leasings; z.B. liessen sich Baumaschinen durchaus im Rahmen eines Contractings an aussenstehende, spezialisierte Firmen vergeben;
- Direktförderung von besonders energieeffizienten Maschinen (z.B. durch Investitionsanreize durch den Bund),
- Bürgschaften zugunsten von Kreditinstituten, wenn bei der Firma, welche neue Energiesparmassnahmen durchführen oder neue Maschinen beschaffen will, ein Liquiditätsengpass besteht;
- Motivation und Information für Geschäftsleitungsmitglieder, Investitions- und Betriebsverantwortliche in Baugewerbe-Unternehmen,
- Fort- und Weiterbildung im Bauwesen (Neuaufgabe von Impulsprogrammen wie IPBau, RAVEL, etc.),
- verstärkte F&E in den Bereichen Automatisierung, Industrialisierung des Bauprozesses sowie im Bereich der Investitionsgüter (Maschinenpark) mit dem Ziel der Kostenminderung von Energieeffizienz-Investitionen am Bau,
- Zielvereinbarungen mit Importeuren (und allenfalls Herstellern) von Baumaschinen zu technischen Mindeststandards (mit "intel inside"-Werbung);
- in der Vergangenheit wenig angewandte Instrumente wie kooperative Beschaffung und Benchmarking (im Verbund mit dem Monitoring) wären ebenfalls geeignet.

#### **3.4.4 Operationelle Hinweise und weiteres Vorgehen**

Fragen stellen sich auch bezüglich der Systemgrenzen. Wir beschränkten uns hier einmal auf das im SBV vertretene Bauhauptgewerbe. Es stellt sich die Frage, ob eine Zielvereinbarung auf eine breitere Basis gestellt werden könnte (z.B. unter



Einbezug der Bauinstallation und des Ausbaugewerbes), und wer dann die Aufgabe der Koordination hätte. Beispielsweise ist darüber nachzudenken, ob eine solche Funktion durch die Schweizerische Bauwirtschaftskonferenz wahrgenommen werden könnte.

Schliesslich gibt es Erweiterungswünsche. Zum Beispiel könnte es Sinn machen, die Kosten von Sparanstrengungen im Umfang des Potenzials in Franken zu schätzen.

Die Grundlagen müssen massiv verbessert werden. Das vorliegende Papier konnte wegen der schmalen Datenbasis nur sehr rudimentäre Vorschläge machen. Für eine Verbesserung sind nötig:

- Desk Resarch: Darin enthalten ist die Auswertung der unten noch näher zu beschreibenden empirischen Datenaufnahmen sowie die interne, weitere Auswertung von bereits vorhandenen Unterlagen (z.B. das Ökobilanzprogramm OGIP des CRB-ZEN). So muss beispielsweise ein Datengerüst für CO<sub>2</sub> und spezifische Verbräuche bezogen auf das Jahr 1990 erst noch konstruiert werden (rückwirkende empirische Umfragen sind kaum möglich).
- Befragung bei Herstellern/Lieferanten von Baumaschinen: Mit einer kurzen Befragung bei Lieferanten und ev. Produzenten soll ein Abschätzung über technisch mögliche Potenziale beim Energieverbrauch und dem CO<sub>2</sub>-Ausstoss möglich sein.
- Spezialerhebung bei Betrieben des Baugewerbes (ca. 200), und zwar als telefonische Befragung mit vorherigem Versand des Fragebogens:
  - Fragen zur Aufteilung des Energieverbrauchs (z.B. auf Krane, Erdbewegungsmaschinen usw.),
  - Fragen zum Verkehr: Würde die Vereinbarung erst 2002 gemacht, könnten die Unterlagen der LSVa verwendet werden. Sollte Vereinbarung jedoch vor 2002 stattfinden, so müssen die Verkehrsleistungen erst erhoben werden. Allenfalls könnten auch die Daten von 2002 zurück projiziert werden;
  - Fragen zur Potenzialabschätzung möglicher Minderungspotenziale; dieser Punkt könnte allenfalls auch in den Erfa-Gruppen des SBV diskutiert werden;
  - Fragen zum Strukturwandel und den energetischen Implikationen (z.B. vermehrte Verwendung vorgefertigter Elemente)
- Helbling-Erhebung: Die statistische Ausgangslage muss repräsentativer, verlässlicher und bezüglich der Produktlinien vollständiger sein, als dies dem Vernehmen nach sein dürfte. Hier müssten deshalb für das Ausgangsjahr 1999 entsprechende Verbesserungen angestrebt werden. Ausserdem müsste sicher-

gestellt sein, dass die Originaldaten zur Weiterverarbeitung zur Verfügung stehen, um beispielsweise auf Produktelinien bezogene spezifische Verbrauchsfaktoren zu ermitteln.

### **3.5 Banken (CEPE)**

#### **3.5.1 Die Branche**

Nach der heute gültigen Systematik der Wirtschaftszweige NOGA sind die Banken zusammen mit den Versicherungen und verwandten Aktivitäten im Abschnitt J „Kredit- und Versicherungsgewerbe“ zusammengefasst. Dieser Abschnitt ist unterteilt in die drei Abteilungen 65 „Kreditgewerbe“, 66 „Versicherungsgewerbe“ und 67 „Mit dem Kredit- und Versicherungsgewerbe verbundene Tätigkeiten“. Gegenstand der vorliegenden Untersuchung ist die Wirtschaftsabteilung 65 „Kreditgewerbe“. Bei gewissen Verbands- und Firmenstatistiken gibt es jedoch keine scharfe Abgrenzung zwischen den Abteilungen 65 und 67, und gelegentlich auch zwischen 65 und 66. So ist z.B. seit dem letzten Jahr der Energieverbrauch des Hauptsitzes der Winterthur-Versicherung in der Statistik der CS (CH) enthalten (CS, 1999).

In (Publicus, 1999) sind die folgenden Bankengruppierungen aufgelistet:

- Schweizerische Bankiervereinigung (SBVg), [www.swissbanking.org](http://www.swissbanking.org) : 509 Institute
- Vereinigung Schweiz. Handels- und Verwaltungsbanken
- Verband Schweiz. Kantonalbanken (VSKB), [www.kantonalbanken.ch](http://www.kantonalbanken.ch) : 24 Banken mit 1100 Verkaufspunkten und 16000 Mitarbeiter
- Verband Schweiz. Kreditbanken und Finanzierungsinstitute
- RBA-Dienste, [www.rba.ch](http://www.rba.ch) : 99 Regionalbanken
- Vereinigung Schweiz. Privatbankiers, [www.swissprivatebankers.com](http://www.swissprivatebankers.com) : ca. 15 Mitglieder
- Verband der Auslandbanken in der Schweiz, <http://www.foreignbanks.ch> : ca. 130 Mitglieder
- Schweiz. Verband der Raiffeisenbanken, [www.raiffeisen.ch](http://www.raiffeisen.ch) : ca. 600 Banken und 700 Geschäftstellen

Zur Beschreibung des Energieverbrauchs, seiner Haupteinflussgrößen und der CO<sub>2</sub>-Emissionen im Bankensektor sind insbesondere Informationen zu den folgenden Grössen wichtig:

- Energiebezugsfläche,
- Erwerbstätige sowie
- Energieverbrauch nach Niveau und Struktur.

### ***Energiebezugsfläche***

Für die Branche oder für einzelne Verbände gibt es keine Statistik, welche die Energiebezugsfläche oder ein anderes Mass von der für Bankaktivitäten genutzte Fläche ausweist. Die Firma Wüest&Partner berechnet jährlich die Büroflächen im Dienstleistungssektor (Wüest et al., 1994), aber eine Aufteilung auf die verschiedenen Wirtschaftsbranchen kann nur über die Hilfsgrösse Anzahl Büroarbeitsplätze und Annahmen zum Flächenbedarf pro Arbeitsplatz erfolgen. Im Rahmen der im laufenden Jahr erstmals durchgeführten Datenerhebung für die Aufteilung des Energieverbrauchs der Schweizer Wirtschaft nach Branchen, wird beim Kredit- und Versicherungsgewerbe auch nach der Energiebezugsfläche gefragt. Es darf damit gerechnet werden, dass damit in wenigen Jahren eine verlässliche Zeitreihe aufgebaut werden kann, die im Prinzip auch für die Banken allein bestimmt werden kann. Verschiedene Banken verwenden nicht die Energiebezugsfläche (Definition SIA), sondern einen Mix zwischen Energiebezugs-, Geschoss- und Bankenfläche.

### ***Beschäftigte/Erwerbstätige***

Nach Definition des Bundesamtes für Statistik gilt die Beziehung: Beschäftigte – Doppelbeschäftigte = Erwerbstätige. In der Praxis ergeben sich aber statistische Differenzen infolge der unterschiedlichen Erhebungsmethoden/Grundgesamtheiten (Betriebszählung für die Beschäftigtenstatistik und Volkszählung für die Erwerbstätigenstatistik) und den Unsicherheiten bei der Extrapolation zwischen zwei Vollerhebungen, die alle 5-10 Jahre durchgeführt werden. Die Anzahl Beschäftigte/Erwerbstätige im Bankensektor werden vom Bundesamt für Statistik regelmässig publiziert, z. B. in (Jahrbuch, 1999). Es wird unterschieden zwischen Voll- und Teilzeitbeschäftigten. Für den Energieverbrauch im Bankensektor ist die Infrastruktur wichtiger als die Tätigkeit. Auch für Teilzeitbeschäftigte steht heute meistens ein eigener Arbeitsplatz zur Verfügung. Wir verwenden deshalb möglichst die Anzahl Teil- und Vollbeschäftigte. Ein Vergleich der vom Bundesamt für Statistik ausgewiesenen Erwerbstätigen- und Beschäftigtenzahlen mit den vom EKV (Schweizerischer Energie-Konsumenten-Verband von Industrie und Wirtschaft) erhobenen Zahlen (EKV, 2000) zeigt, dass die EKV-Statistik wahrscheinlich nicht die gesamte Wirtschaftsabteilung 65 „Kreditgewerbe“ umfasst. Die Ursache der Unterschiede kann aber auch in unterschiedlichen Definitionen bei den Beschäftigtenzahlen liegen.

Die zwei Grossbanken UBS AG und CS (ohne Winterthur-Versicherung) beschäftigen in der Schweiz rund 57.000 Personen, oder über 40% der für das Kreditgewerbe ausgewiesenen Erwerbstätigen. Die Anzahl Objekte (Gebäude, Teile von Gebäuden) liegt bei rund 1000.

**Tabelle 3.5-1: Anzahl Erwerbstätige und Beschäftigte im Kreditgewerbe, in Tausend (Jahrbuch, 1999), (BFS, 2000), (EKV, 2000)**

	1985	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
	in Tausend			in Tausend			in Tausend				
<b>Erwerbstätige (BFS)</b>											
Kreditgewerbe				138	134	136	134	128	130	134	134
<b>Beschäftigte (BFS)</b>											
Kreditgewerbe (Vollbeschäftigte)	97			116				108			100
Kreditgewerbe (Teilzeitbeschäftigte)	11			18				16			17
<b>Beschäftigte (EKV)</b>											
Banken	95	127	121	121		115	113	112		108	

### *Energieverbrauch und CO<sub>2</sub>-Emissionen*

Im Rahmen der EKV-Untersuchung wurde der Energieverbrauch in den achtziger und neunziger Jahren von der Bankiervereinigung erhoben. Die letzten publizierten Daten (EKV, 1991) stammen aus dem Jahre 1989. Die Zeitreihe 1990-1997 (Tabelle 3.5-2) wurde uns direkt vom EKV für diese Studie zur Verfügung gestellt (EKV, 2000). Über die Erhebungsart, die Datenqualität (Vollerhebung, Stichprobe, Hochrechnung) und eventuelle Änderungen im Zeitraum 1990-1997 können wir (noch) keine Aussage machen. Kritisch ist die Art der Hochrechnung insbesondere für die Anteile von Gas und Heizöl am gesamten Brennstoffverbrauch und somit für die CO<sub>2</sub>-Emissionen. Für 1997 präsentieren wir deshalb auch das Ergebnis einer alternativen Hochrechnung (vgl. Tabelle 3.5-2).

**Tabelle 3.5-2: Energieverbrauch der Banken (EKV, 1991), (EKV, 2000). Eigene Hochrechnung „1997 alternativ“**

	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1997 alter.
	TJ/a	TJ/a	TJ/a	TJ/a	TJ/a	TJ/a	TJ/a	TJ/a	TJ/a	TJ/a
Elektrizität	2747	2887	2873	-	2763	2744	2745	-	2709	2688
FH	235	146	150	-	172	148	194	-	294	286
Gas	690	682	906	-	875	1087	1057	-	1156	1022
Heizöl/Treibst.	1327	1433	1291	-	1226	1250	1051	-	995	1077
Andere	36	175	52	-	39	27	22	-	10	17
Summe	5035	5324	5272	-	5075	5257	5069	-	5164	5091

In den Jahren 1990 bis 1997 hat der Brennstoffverbrauch (inkl. Fernwärme u. a.) gemäss dieser Erhebungen nach Korrektur für die unterschiedlichen jährlichen Heizgradtage um 1% zugenommen (-1% bei alternativer Hochrechnung). Für den Elektrizitätsverbrauch betragen die entsprechenden Veränderung -6% (-7%). Wiederum korrigiert für die unterschiedlichen Heizgradtage haben sich die CO<sub>2</sub>-Emissionen in dieser Zeit von 160.000 Tonnen auf 157.000 (155.000) Tonnen (Strommix CH), resp. von 543.000 Tonnen auf 516.000 (512.000) Tonnen (Strommix UCPTe) oder um -2% (-3%) (Strommix CH), resp. -5% (-6%) (Strommix UCPTe) reduziert.

Da der Anteil des eigenproduzierten Stroms sehr klein ist, wurde auf eine differenzierte Berechnung der CO<sub>2</sub>-Emissionen für die Eigenstromproduktion verzichtet. Bei den Abschätzungen der Potenziale im Abschnitt 3.5.2.2 wurde der tatsächlich verbrauchte eigenproduzierte Strom betrachtet (ohne den möglicherweise ins Netz eingespeisten Anteil), aber die zur Eigenstromproduktion benötigten Brennstoffe weggelassen. Die zukünftige Entwicklung von eigenproduziertem Strom in der Branche Banken wird hier im Vorprojekt nicht diskutiert. Die Vertreter der Banken konnten sich dazu nicht äussern. Die dazu notwendigen Entscheide sind auch politisch zu führen.

*Die Datenlage ist bei den einzelnen Firmen sehr unterschiedlich.* Einzelne, mehrheitlich grosse Firmen, führen seit mehr als zehn Jahren für alle Gebäude ausführliche Energiestatistiken. In den achtziger und frühen neunziger Jahren wurden die aggregierten Firmendaten der Grossbanken sogar untereinander ausgetauscht und eine gemeinsame Definitionsbasis erarbeitet. Andere Firmen befinden sich heute noch am Aufbau einer detaillierten Energiestatistik und können erst den Energieverbrauch von wenigen Objekten ausweisen.

Der Energieverbrauch ist wesentlich durch die Gebäudehülle und die technischen Anlagen bestimmt. Seit einiger Zeit wird eine teilweise Abgabe der Gebäude und ein „*Outsourcing*“ des Betriebs der Infrastruktur beobachtet. Von einer Grossbank wurde kürzlich die gesamte operative Verantwortung der Gebäudebewirtschaftung einer externen Firma übertragen. Seit einigen Jahren werden auch vermehrt ganze Gebäude gemietet, wobei teilweise die Infrastruktur und die technischen Anlagen selbst eingebracht werden. Der Anteil der *gemieteten Fläche* dürfte heute in der Grössenordnung von 10% liegen. Die Tendenz ist klar steigend. Ebenso dürften Contracting und andere Formen der (partiellen) Auslagerung, z.B. über Tochterunternehmen, stetig zunehmen. Contracting könnte bei der Umsetzung der notwendigen Massnahmen zur Erreichung der vereinbarten Ziele in Zukunft eine wichtige Funktion einnehmen.

### **3.5.2 Grundlinien einer Zielvereinbarung zur Energieeffizienz und CO<sub>2</sub>-Minderung**

#### ***Zusammenarbeit mit den Banken (Prozessablauf)***

Das Konzept einer Vereinbarung, wie es im Vorprojekt dargestellt ist, und der dortige Vorgehensvorschlag für die Erarbeitung von Grundlagen für eine solche Vereinbarung zur Energieeffizienz und CO<sub>2</sub>-Minderung wurden am 14. März 2000 an einer gemeinsamen Sitzung mit der Energieagentur der Wirtschaft und dem Delegierten für Public Affairs Schweiz der Bankiervereinigung vorgestellt. Die zuständige Kommission der Bankiervereinigung wurde informiert. Die Teilnahme der Bankenbranche am Vorprojekt wurde unterstützt, daraus aber kein Handlungsbedarf abgeleitet. Die im weiteren Verlauf dieses Berichts dargestellten Grundlagen basieren auf Arbeiten, die zusammen mit Experten von einzelnen Banken und nicht mit Vertretern oder Delegierten einer Vereinigung oder eines Verbandes erarbeitet wurden.

Diese Zusammenarbeit mit einzelnen Firmenvertretern erfolgte im Rahmen des Energiemodells Schweiz. Die Gesprächspartner waren mehrheitlich Energie- und Umweltexperten. Es wurden dementsprechend insbesondere technische und betriebswirtschaftliche Themen, nicht aber branchenspezifische oder energie- oder klimapolitische Aspekte behandelt.

Nach einer Einführung im Rahmen einer Arbeitssitzung der Bankengruppe Energiemodell Schweiz am 21. März 2000 konstituierte sich eine Subgruppe „Vorprojekt“, die sich zwischen Mitte April und Ende Mai zu vier halbtägigen Arbeitssitzungen traf. Die sechs in der Subgruppe beteiligten Firmen sind mehrheitlich Gross- und Kantonalbanken. Der Anteil der beteiligten sechs Firmen an der gesamten Anzahl Beschäftigten und an der totalen Energiebezugsfläche aller Banken in der Schweiz liegt bei rund 50%.

An der ersten Sitzung (17. April 2000) wurden Zielsetzung und Vorgehen des Vorprojekts im Detail erläutert. Die Datenlage in den verschiedenen Firmen wurde diskutiert, und es wurde beschlossen, die Effizienzverbesserungen basierend auf Zielwerten für den spezifischen Verbrauch von Gebäuden zu evaluieren. Der Projektverantwortliche sollte den Bankenvertretern Vorschläge für diese Zielwerte und andere relevante Parameter vorlegen, und die Bankenvertreter würden diese kommentieren und korrigieren. An der zweiten Sitzung (10. Mai 2000) wurden insbesondere die Zielwert-Vorschläge diskutiert und abgeändert (Abschnitt 3.5.2.2). Bis zur nächsten Sitzung übermittelten die Firmenvertreter überarbeitete Grundlagen für die Festlegung der Ausgangsbasis 1999 und teilweise auch 1990. An der dritten Sitzung (26. Mai 2000) wurde den Bankenvertretern ein einfaches Rechenmodell vorgestellt, womit ausgehend von den vereinbarten Zielwerten und weiteren Annahmen die Entwicklung 2000-2010 des spezifischen Energieverbrauchs und der

absoluten CO<sub>2</sub>-Emissionen berechnet werden. Für das Monitoring wurden die minimalen Anforderungen an die Daten diskutiert. An der vierten Sitzung (14. Juni) wurde ein Entwurf des vorliegenden Kapitels 3.5 Banken diskutiert und einige Korrekturen und Ergänzungen beschlossen, insbesondere eine Diskussion der Möglichkeit, anstelle der Energiebezugsfläche die Anzahl der Beschäftigten als Mengenkennindikator für den Energieverbrauch zu verwenden.

### **3.5.2.1 Strukturwandel durch Arbeitsplatzverdichtung und Gebäudetypen**

Als Determinante für den Energieverbrauch im Dienstleistungssektor bieten sich prinzipiell ein Mass für die genutzte Geschossfläche oder die Anzahl Beschäftigte an. Einige Bankenvertreter plädierten dafür, den Energieverbrauch auf die Anzahl Arbeitsplätze zu beziehen, um damit die Arbeitsplatzverdichtung (Reduktion der Fläche pro Arbeitsplatz, Reduktion der Flächen für Kundenberatung) implizit in der Definition des spezifischen Verbrauchs zu berücksichtigen. Da mit Ausnahme der Rechenzentren der Energieverbrauch der Banken mehrheitlich durch die Charakteristiken der Gebäude und der technischen Anlagen und deren Betrieb bestimmt ist und - vielleicht mit Ausnahme der neuesten arbeitsplatzgesteuerten Gebäude - nicht durch arbeitsplatzspezifische Energieverbraucher, wie Bürogeräte und Arbeitsplatzbeleuchtung, wird im Folgenden die Energiebezugsfläche (EBF) als Aktivitätsindikator verwendet. (Die alternative Verwendung der Anzahl Beschäftigten wird im abschliessenden Abschnitt dieses Kapitels 3.5.2.1 diskutiert). Zudem gibt es bei dieser Wahl allgemein akzeptierte Grundlagen, wie z. B. die Empfehlungen des SIA, für die Evaluation der technischen Effizienzverbesserungen. Die Effizienzgewinne durch technische und betriebliche Massnahmen sollten nicht durch den Mehrverbrauch von Strom infolge Arbeitsplatzverdichtung maskiert oder durch Abbau von Kundenflächen geschönt werden. Es wurde deshalb beschlossen, diese Entwicklungen als strukturelle Komponente zu behandeln und bei den Zielvereinbarungen einen für diesen Strukturwandel korrigierten spezifischen Energieverbrauch zu verwenden.

Ebenso wird empfohlen, dass die Veränderung des durchschnittlichen Technisierungsgrades der Gebäude als strukturelle Entwicklung behandelt wird. Dazu wurde eine Aufteilung der Gebäude in vier Gebäudetypen vorgenommen:

- Rechenzentren (Gebäude mit grossem Rechenzentrum),
- hoch technisierte Gebäude (vollklimatisiert),
- mittel technisierte Gebäude (mechanisch belüftet, teilklimatisiert) sowie
- wenig technisierte Gebäude (Fensterlüftung).

Implizit wird angenommen, dass die Veränderung des durchschnittlichen Technisierungsgrades als strukturelle Entwicklung zu behandeln ist und im Allgemeinen im Gebäudebestand nicht durch kosteneffektive Massnahmen zur Verbesserung der Energieeffizienz verändert werden kann. Dieser Ansatz ist ein zentrales Element im Rechenmodell SERVE des CEPE, das im Auftrag des BFE für die Berechnung der

langfristigen Energienachfrage im Dienstleistungssektor eingesetzt wird (Aebischer et al., 1996). Der Ansatz ist für den Neubaubereich nicht unumstritten. Es wird argumentiert (Neyer 1995), dass bei integraler Planung u. U. auf technische Anlagen, wie z. B. Kältemaschinen, verzichtet werden kann und damit Energieeinsparungen bei reduzierten Investitionskosten möglich sind. Diesem (kleinen) Neubausegment kann durch entsprechende Zuordnung zu mittel- oder wenig technisierten Gebäuden Rechnung getragen werden.

Für die Periode 1990-1999 konnten zu den strukturellen Veränderungen (noch) keine detaillierten Angaben gemacht werden. Der Flächenbedarf pro Arbeitsplatz variierte infolge internen Reorganisationen und Fusionen von Unternehmen stark, kann aber nicht als langfristige strukturelle Entwicklung interpretiert werden. Für die kommenden Jahre wird mit einer deutlichen Arbeitsplatzverdichtung gerechnet (vgl. Tabelle 3.5-5). Die Flächenanteile der verschiedenen Gebäudetypen haben sich in den neunziger Jahren bei den Firmen der Subgruppe nicht wesentlich verändert. Von einer stabilen Struktur wird auch für die nächsten zehn Jahre ausgegangen (vgl. Tabelle 3.5-5).

Zielvereinbarungen für die Entwicklung des spezifischen Energieverbrauchs beziehen sich auf einen gegebenen Gebäudebestand, ergänzt mit Neuzugängen, z.B. Neubauten und Abgängen, die explizit in der Vereinbarung berücksichtigt sind. Ein substantieller Zugang von Gebäuden mit unterschiedlichen energetischen Charakteristiken als der ursprüngliche Gebäudebestand, z.B. infolge Übernahme von Gebäuden anderer Unternehmen oder infolge verstärkten Leasings oder Anmietens fremder Gebäude, müsste als strukturelle Veränderung behandelt werden.

Eine besondere Stellung im Stromverbrauch der Banken nehmen die grossen Rechenzentren ein. Technische Verbesserungen bei den CPU-, Speicher- und Kommunikationskomponenten und der stetig zunehmende Bedarf an Rechenleistung - zwei Entwicklungen, welche die Schweizer Banken kaum beeinflussen können - und Outsourcing von Rechenleistung können den Stromverbrauch von einzelnen Firmen ganz unterschiedlich beeinflussen und auch die Entwicklung für die ganze Branche signifikant beeinflussen. Eine spezielle Behandlung der Rechenzentren (im engen Sinn, d.h. ohne die i. A. mit eingerechneten Arbeitsplätze für Operateure, Informatiker, Datenverarbeiter u.ä.) wäre angezeigt. Zielvereinbarungen könnten z.B. auf der Basis des Nutzungsgrades, definiert als Verhältnis des elektrischen Leistungsbezug der EDV-Anlagen zum gesamten Leistungsbezug (inkl. Infrastruktur) des Rechenzentrums (Aebischer, 1996), getroffen werden. Im Rahmen des Vorprojekts war dies nicht möglich.

### ***Verwendung der Anzahl Beschäftigte als Aktivitätsindikator***

Anstelle den Energieverbrauch auf die Energiebezugsfläche (oder auf ein anderes Mass für die Geschossfläche) zu beziehen, kann dieser auch auf die Anzahl Be-



schäftigte, die diese Energie nutzen, bezogen werden. Die Beziehung zwischen diesen beiden Ansätzen ist gegeben durch den Flächenbedarf pro beschäftigter Person. Die im folgenden Kapitel 3.5.2.2 ermittelten Effizienz und Substitutionspotenziale können mittels dieser Beziehung übertragen werden.

Eine Reduktion des Flächenbedarfs pro Person (Arbeitsplatzverdichtung = Zunahme der Anzahl Beschäftigte bei gleichbleibender Fläche) – ohne weitere Veränderungen - widerspiegelt sich in diesem Fall in einer Reduktion der Elektrizitätsintensität (Elektrizität pro Person) und in einer Zunahme der Energieeffizienz (= 1/Elektrizitätsintensität). Bei Zielvereinbarungen, basierend auf dem Ansatz Stromverbrauch pro Person, wäre dieser durch betriebliche Massnahmen mögliche Reduktion der Energieintensität dadurch Rechnung zu tragen, dass die potentiellen jährlichen Effizienzverbesserungen höher liegen als beim Ansatz Stromverbrauch pro Einheit Energiebezugsfläche.

Eine differenzierte Behandlung der Beschäftigten nach deren energierelevanten Aktivität, z.B. Büroarbeit, traditionelle Kundenbedienung und -beratung, Devisenhändler, Informatiker, u.ä, kann zur Bereinigung von strukturellen Entwicklungen dienen, die sich ansonsten in einer scheinbaren Effizienzreduktion (Erhöhung der durchschnittlichen Elektrizitätsintensität) infolge intensivierter Nutzung von Informatikmitteln mit erhöhter Wärmelast und möglicherweise unausweichlicher Erhöhung des durchschnittlichen Technisierungsgrades der Gebäude widerspiegeln.

### **3.5.2.2 Effizienz- und Substitutionspotenziale (als Diskussionsgrundlage) 1999-2010 und abgeleitetes CO<sub>2</sub>-Reduktionsziel 1990-2010**

Als Ausgangsbasis für die Abschätzung dient der in den Energiestatistiken der beteiligten Firmen erfasste Gebäudebestand und deren durchschnittlichen Energiekennzahlen Wärme und Elektrizität im Jahre 1999 und in weniger detaillierter Form im Jahre 1990 (vgl. Tabelle 3.5-3). In dieser Periode hat die in den Energiestatistiken erfasste Energiebezugsfläche um fast 50% zugenommen. Ein Teil der Reduktion der durchschnittlichen Energiekennzahlen zwischen 1990 und 1999 dürfte auf diese Zugänge zurückzuführen sein.

**Tabelle 3.5-3: Datengerüst zur Beschreibung der energetischen Ausgangslage der Objekte, die in den Energiestatistiken der Subgruppe enthalten sind (Mitteilung der Mitglieder der Subgruppe)**

Energiekennzahl Wärme (Endenergie, ohne Betrieb WKK)					
Jahr	Rechenz. MJ/m2.a	hoch techn. MJ/m2.a	mittel techn. MJ/m2.a	wenig techn. MJ/m2.a	Durchschnitt MJ/m2.a
1999	266	342	366	241	333
1990	---	---	---	---	398
Energiekennzahl Elektrizität (Endenergie, inkl. eigenproduzierte Elektrizität)					
Jahr	Rechenz. MJ/m2.Jahr	hoch techn. MJ/m2.Jahr	mittel techn. MJ/m2.Jahr	wenig techn. MJ/m2.Jahr	Durchschnitt MJ/m2.Jahr
1999	1117	469	397	178	455
1990	---	---	---	---	636
Fläche pro Person (Energiebezugsfläche pro voll- und teilzeitbeschäftigte Person)					
Jahr	Rechenz. m2/P	hoch techn. m2/P	mittel techn. m2/P	wenig techn. m2/P	Durchschnitt m2/P
1999	39	47	47	50	46
1990	---	---	---	---	40
Energieträgeranteile (am Total des Wärmeverbrauchs, ohne Elektrizität)					
Jahr	Heizöl %	Gas %	Fernwärme %	andere %	
1999	34.3	56.5	8.9	0.3	
1990	56.5	34.1	6.9	2.5	

Quelle: CEPE, ETHZ

Diese in der Subgruppe bestimmten Mittelwerte und die relativen Veränderungen zwischen 1990 und 1999 sind wahrscheinlich nicht repräsentativ für die gesamte Branche. Es ist bekannt, dass insbesondere grosse Bankinstitute zwischen 1990 und 1999 substantielle Bemühungen zur Effizienzverbesserung unternommen haben und dass bei einigen Rechenzentren ausserordentliche Stromeinsparungen möglich waren, die signifikant zur Reduktion der durchschnittlichen Energiekennzahl Elektrizität beigetragen haben. Zudem dürften Neuzugänge die bei der Subgruppe beobachtete Entwicklung mit beeinflusst haben. Eine Schätzung der durchschnittlichen Energiekennzahlen in der ganzen Branche, ausgehend von der EKV-Erhebung und berechneten Energiebezugsflächen (Annahmen: 40 m<sup>2</sup>/Beschäft. und 46 m<sup>2</sup>/Beschäft.), zeigt denn auch eine deutlich andere Entwicklung (vgl. Tabelle 3.5-4). Die im weiteren Verlauf dieses Abschnitts 3.5.2.2 getroffenen Annahmen zur Effizienzverbesserung, insbesondere Tabelle 3.5-6, und die Resultate der Variantenrechnungen in Tabellen 3.5-7 und 3.5-8 können deshalb nicht ohne weiteres auf die ganze Branche übertragen werden.

**Tabelle 3.5-4: Berechnete Werte für die durchschnittlichen Energiekennzahlen für Banken insgesamt, 1990 und 1997**

	Wärme (ohne Elektr.)		Elektrizität	
	1990 MJ/m2.a	1997 MJ/m2.a	1990 MJ/m2.a	1997 MJ/m2.a
40 m2/Beschäft.	465	535	596	627
46 m2/Beschäft.		465		545

Quellen: EVK, 2000; CEPE eigene Berechnungen

Ausgehend vom Datengerüst der Subgruppe wurden zwei Varianten für die Entwicklung des Energieverbrauchs bis ins Jahr 2010 formuliert: eine Variante Referenz und eine Maximal-Variante.

- Die Referenz-Variante beschreibt eine möglichst realitätsnahe Entwicklung 2000-2010 ohne verstärkte Massnahmen zur Effizienzverbesserung und CO<sub>2</sub>-Emissionsreduktion.
- Die Maximal-Variante beschreibt die Entwicklung, wenn beim Betrieb der technischen Anlagen, bei der Erneuerungen/Sanierungen von Anlagen und Gebäuden sowie bei Neuanlagen und Neubauten alle über die Nutzungsdauer der Anlagen/Gebäude rentablen Massnahmen zur Effizienzverbesserung und CO<sub>2</sub>-Reduktion realisiert würden.

Ursprünglich war vorgesehen, dass sich die beiden Szenarien bezüglich der Dynamik (Erneuerungszyklen) nicht unterscheiden würden. Da aber nach Aussage der Bankenvertreter in den kommenden Jahren mit reduzierten Investitionen im Gebäudereich zu rechnen ist, was sich im Vergleich zu den achtziger und neunziger Jahren in reduzierten Erneuerungs-/Sanierungsraten widerspiegelt, wird in der Maximal-Variante mit den bisher üblichen Erneuerungszyklen gerechnet.

Ansonsten unterscheiden sich die beiden Varianten durch die Anteile der Anlagen/Gebäude, die energetisch optimal erneuert/saniert resp. neu gebaut werden (Anteil der Gebäude, die den Zielwert erreichen!) und durch die durchschnittliche jährliche Verbesserung der Energieeffizienz in den nicht-erneuerten Gebäuden insbesondere durch Massnahmen vom Typ Betriebsoptimierung. Diese wurden sehr tief angesetzt, da nach Meinung der Bankenvertreter diese betrieblichen Massnahmen bereits in vielen Objekten durchgeführt worden sind und wesentlich zur Reduktion der durchschnittlichen Energiekennzahlen zwischen 1990 und 1999 beigetragen hätten. Die Zielwerte für teil- und vollsanierte Gebäude und für Neubauten wurden festgelegt unter der Annahme mittelfristig konstanter Energiepreise.

**Tabelle 3.5-5: Annahmen zu energierelevanten Grössen in der Referenz-Variante (übliche Massnahmen zur Effizienzverbesserung) und der Maximal-Variante (alle rentablen Massnahmen zur Effizienzverbesserung werden ergriffen), Provisorisches Resultat der Arbeiten der Subgruppe**

<b>Annahmen, die für Referenz- und Maximal-Variante gelten</b>				
Zielwerte für durchschnittl. Reduktionen der Energiekennzahlen bei Teilsanierungen				
Wärme alle Gebäude	Elektrizität Rechenz.	Elektrizität hoch techn.	Elektrizität mittel techn.	Elektrizität wenig techn.
-10%	-20%	-20%	-15%	-10%
Zielwerte für durchschnittl. Reduktionen der Energiekennzahlen bei Vollsaniierungen				
Wärme alle Gebäude	Elektrizität Rechenz.	Elektrizität hoch techn.	Elektrizität mittel techn.	Elektrizität wenig techn.
-20%	-40%	-40%	-35%	-20%
Zielwerte für durchschnittl. Energiekennzahlen Neubauten				
Wärme alle Gebäude	Elektrizität Rechenz.	Elektrizität hoch techn.	Elektrizität mittel techn.	Elektrizität wenig techn.
MJ/m2.a	MJ/m2.a	MJ/m2.a	MJ/m2.a	MJ/m2.a
240	360	200	170	100
Durchschnittl. Energiebezugsfläche pro Person				
2000	2010			
45	40			
Flächenanteile der verschiedenen Gebäudetypen				
Keine Veränderung 2000-2010				
Anteil der zwischen 1999 und 2010 neuerstellten Fläche an der Gesamtfläche				
5%				
<b>Annahmen, die in den zwei Varianten unterschiedlich sind</b>				
Jährliche Veränderung durchschnittl. Energiekennzahl ohne Sanierung und Neubau				
Referenz Wärme	Referenz Elektrizität	Maximal Wärme	Maximal Elektrizität	
0%	0%	-0.5%	-0.5%	
Anteile der sanierten und neuerstellten Flächen, die Zielwerte erreichen				
Referenz Wärme	Referenz Elektrizität	Maximal Wärme	Maximal Elektrizität	
70%	45%	100%	100%	
Anteil der Fläche, die jährlich teil- und villsaniert wird				
Referenz teilsaniert	Referenz villsaniert	Maximal teilsaniert	Maximal villsaniert	
3.0%	1.5%	4.0%	2.0%	
Anteil der Energieträger am Wärmeverbrauch im Jahre 2010				
	Referenz	Maximal		
Heizöl	30%	20%		
Gas	60%	65%		
Fernwärme	10%	15%		
Andere				

Quelle: CEPE. Eigene Berechnungen

**Tabelle 3.5-6: Entwicklung der Energiekennzahlen Wärme und Elektrizität, relativ zum Durchschnitt des Jahres 2000, in der Referenz- und Maximal-Variante (nicht übertragbar auf die ganze Branche!)**

Variante		Wärme (ohne Elektrizität)			Elektrizität		
		2000	2005	2010	2000	2005	2010
Referenz	mit Strukturwandel <sup>1)</sup>	100	98	96	100	99	99
	nach Korrektur Strukturwandel	100	98	96	100	97	95
Maximal <sup>2)</sup>	mit Strukturwandel <sup>(1)</sup>	100	94	90	100	92	88
	nach Korrektur Strukturwandel	100	94	90	100	90	84
1) Arbeitsplatzverdichtung							
2) Beschleunigte und verstärkte Massnahmen zur Effizienzverbesserung							

Berechnungen basierend auf den Annahmen von Tab. 3.5-5 für die Subgruppe

Hinter den Durchschnittswerten zur Beschreibung der Ausgangssituation (vgl. Tabelle 3.5-3) stehen z.T. sehr breite Verteilungen. Die wirtschaftlich realisierbaren Effizienzverbesserungen wurden deshalb in relativen Einheiten abgeschätzt. Eine Ausnahme bilden die Zielwerte für Neubauten. Für einzelne Objekte können diese Zielwerte nicht erreicht werden. Bei andern Objekten kann insbesondere im Wärmebereich ein deutlich tieferer spezifischer Energieverbrauch erreicht werden. Nicht berücksichtigt sind in diesen Zielwerten grosse Rechenanlagen (Rechenzentren im engeren Sinn), die in einem Objekt einen Grossteil der Energiebezugsfläche einnehmen, „Händlerarbeitsplätze“, Personalrestaurants grossen Ausmasses und weitere vergleichbar energieintensive Infrastrukturanlagen. Wie im Abschnitt 3.5.2.1 für die Rechenzentren dargestellt, sollten diese Bereiche im Hauptprojekt vertieft untersucht werden und eventuell methodisch gesondert behandelt werden.

Mithilfe eines einfachen Rechenmodells wurden für die Jahre 2005 und 2010 die resultierenden durchschnittlichen Energiekennzahlen Wärme und Elektrizität bestimmt. Die durchschnittliche Energiekennzahl Elektrizität wurde für strukturelle Veränderungen (hier nur Arbeitsplatzverdichtung, da die Flächenanteile der vier Gebäudetypen unverändert bleiben) korrigiert. Zwischen 2000 und 2010 resultieren die folgenden für die *Zielvereinbarungen relevanten Veränderungen* der durch-

schnittlichen Energiekennzahlen (nach Korrektur Strukturwandel!) und der CO<sub>2</sub>-Emissionen (mit Strukturwandel!; Energieträgermix 2010):

- Energiekennzahl Wärme: -4% (Referenz) und -10% (Maximal)
- Energiekennzahl Elektrizität: -5% (Referenz) und -16% (Maximal)
- CO<sub>2</sub>-Emissionen (Strommix CH): -5% (Referenz) und -16% (Maximal)
- CO<sub>2</sub>-Emissionen (Strommix UCPTe): -2% (Referenz) und -13% (Maximal)

**Tabelle 3.5-7: Entwicklung der CO<sub>2</sub>-Emissionen<sup>12</sup> (für Brennstoffe und Elektrizität), relativ zu den Emissionen im Jahre 2000, Referenz- und Maximal-Variante (nicht übertragbar auf die ganze Branche!)**

Variante	Berechnungsgrundlage Strommix Schweiz			Berechnungsgrundlage Strommix UCPTe			
	2000	2005	2010	2000	2005	2010	
Referenz	ohne Strukturwandel, E-Träger-Mix 2000	100	98	96	100	97	95
	ohne Strukturwandel, E-Träger-Mix 2010	100	98	94	100	97	94
	mit Strukturwandel <sup>1)</sup> , E-Träger-Mix 2010	100	98	95	100	99	98
Maximal <sup>2)</sup>	ohne Strukturwandel, E-Träger-Mix 2000	100	94	90	100	91	85
	ohne Strukturwandel, E-Träger-Mix 2010	100	93	84	100	91	84
	mit Strukturwandel <sup>1)</sup> , E-Träger-Mix 2010	100	94	84	100	93	87
1) Arbeitsplatzverdichtung							
2) Beschleunigte und verstärkte Massnahmen zur Effizienzverbesserung, forcierte Substitution von Heizöl							

Quelle: Berechnungen basierend auf den Annahmen von Tab.3.5-5 für die Subgruppe

Unter der Annahme, dass sich die Geschossfläche bei den in der Subgruppe vertretenen Unternehmen nicht verändert, würden sich die CO<sub>2</sub>-Emissionen dieser Unternehmen brennstoffseitig von etwa 65'000t im Jahre 1999 auf etwa 61'000t im Jahre 2010 für die Referenz-Variante und im Maximalfall auf etwa 55'000t im Jahre 2010 vermindern. Zusammen mit den indirekt durch den Strom verursachten

<sup>12</sup> Die Werte gelten für die spezifischen und, da für die Mitglieder der Subgruppe von einer konstanten Fläche ausgegangen wird, für die absoluten CO<sub>2</sub>-Emissionen.

CO<sub>2</sub>-Emissionen (nach Stromerzeugungsmix der Schweiz) wären dies eine Abnahme gegenüber 1990 von 4'000t CO<sub>2</sub> im Referenzfall und eine Abnahme von 12'000t CO<sub>2</sub> im Maximalfall, d.h. um -5% bzw. -16%.

Die für die Mitglieder der Subgruppe erarbeiteten Resultate sind nicht auf die ganze Bankenbranche übertragbar. Tendenziell dürften für die gesamte Branche die maximal realisierbaren Effizienzverbesserungspotenziale deutlich über denen der Mitglieder der Subgruppe liegen. Ebenso liegt wahrscheinlich das Substitutionspotenzial von Heizöl durch CO<sub>2</sub>-ärmere Energieträger deutlich höher als bei der Subgruppe. Andererseits ist aber für die Branche insgesamt ein Flächenwachstum möglich, das den absoluten Energieverbrauch und die CO<sub>2</sub>-Emissionen entsprechend erhöht.

### **3.5.2.3 Aspekte des Monitoring**

Für ein aussagekräftiges Monitoring der Entwicklung des spezifischen Brennstoff- und Elektrizitätsverbrauchs des Bankensektors sind die folgende Daten notwendig:

1. Jährlicher Endenergieverbrauch der verschiedenen Energieträger (inkl. eigenproduzierter Strom). Nach Möglichkeit Aufteilung nach Gebäudetypen (siehe Abschnitt 3.5.2.1),
2. Energiebezugsflächen, aufgeteilt nach Gebäudetypen,
3. Anzahl Beschäftigte, aufgeteilt nach Gebäudetypen.

Die Firmenvertreter in der Subgruppe bestätigen, dass sie diese Informationen für die energetisch erfassten Gebäude liefern können. Die Erfassung des Energieverbrauchs der Rechenzentren im engeren Sinn würde aber eine Vorlaufzeit bedingen, die im Einzelfall über ein Jahr liegen kann.

### **3.5.2.4 Hinweise für Zielvereinbarung auf der Branchenebene**

Das im Rahmen dieses Vorprojekts durchgespielte Vorgehen zur Erarbeitung von Grundlagen für eine Vereinbarung kann im Prinzip auf einzelne Firmen, auf eine weitere Gruppe von Firmen oder auf die ganze Branche angewendet werden. Voraussetzung ist die Existenz von Daten zur Beschreibung der Ausgangslagen in den Jahren 1990 und 1999/2000 und der Aufbau einer detaillierten Statistik für das Monitoring. Diese Grundlagen können auf jeder Stufe grösstenteils innerhalb eines Jahres geschaffen werden.

Zu beachten dürften dabei Kosten/Nutzen-Überlegungen sein. Einerseits fällt ein Grossteil des Energieverbrauchs der Branchen bei einigen wenigen Instituten an und bei diesen Firmen auf relativ wenige grosse Gebäude. So benötigen z.B. bei einer Grossbank weniger als 5% (15%) der Gebäude rund 60% (80%) des Strombezugs und weniger als 10 Unternehmen verbrauchen etwa 2/3 des Energiebedarfs des

gesamten Bankensektors. Andererseits sind bei diesen Objekten in den letzten Jahren bereits beträchtliche Energieeinsparungen realisiert worden und die kostengünstigsten Effizienzverbesserungspotenziale dürften sich häufiger bei den vielen kleinen Objekten der kleineren Institute finden.

Die politischen Problemfelder Trittbrettfahrer, Gerechtigkeit, Kompensation, Einkauf, Zertifikatehandel, Gutschriften für früher geleistete Effizienzverbesserungen u.ä. wurden in der vorliegenden Untersuchung zu den Banken nicht weiter thematisiert.

### **3.5.3 Flankierende Massnahmen**

*Information/Ausbildung:* Der Informations- und Datenaustausch war in der Vergangenheit im Energie- und Umweltbereich auf bi- und multilateraler Basis insbesondere zwischen den Grossbanken gang und gäbe. Heute finden solche Aktivitäten u. a. im Rahmen der Energiemodelle „Zürich“ und „Schweiz“ statt. Firmen mit langjähriger Erfahrung in Energie- und Umweltmanagementaktivitäten übernehmen eine gewisse Führungsrolle. Diese Aktivitäten könnten deutlich ausgebaut werden. Dazu könnte eine Institutionalisierung auf Branchenebene sinnvoll sein.

*Contracting:* Der Beizug von externen Contracting-Firmen oder der Aufbau einer branchenspezifischen Contracting-Organisation zum Betrieb energieintensiver Nebenanlagen und Haustechnik könnte zur Realisierung der vereinbarten Effizienzverbesserungen beitragen. Der Abschluss von Verträgen für Einspar-Contracting würde durch die Formulierung einer Referenzvariante wesentlich vereinfacht werden können, wie sie (in der Vorgehensweise des Vorprojekts) für die Zielvereinbarungs-Verhandlungen mit dem BFE notwendig ist.

### **3.5.4 Operationelle Hinweise und weiteres Vorgehen für eine Erarbeitung einer Zielvereinbarung der Branche**

Im Vorprojekt wurden für eine Gruppe von Banken, die rund 50% der Beschäftigten und der Energiebezugsfläche der Branche stellen, provisorische technisch-ökonomische Grundlagen aus betriebswirtschaftlicher Sicht als Ausgangsbasis für eine Zielvereinbarung erarbeitet. Diese Grundlagen sind nach unserer Einschätzung nicht repräsentativ für die gesamte Branche. Für das weitere Vorgehen schlagen wir Gespräche seitens der EnAW mit den im Vorprojekt beteiligten Unternehmen, möglicherweise im Rahmen der Bankiervereinigung insgesamt, vor, um die Bereitschaft für eine Zielvereinbarung abzuklären. Die weiteren Arbeiten könnten dann im Rahmen des Energiemodells Schweiz mit dem Ziel erfolgen, weitere Unternehmen einzubeziehen.



In der Zielvereinbarung müssten die Daten, die nach dem hier vorgelegten Konzept der vier Gebäudetypen erhoben werden müssten, Gegenstand der Verpflichtungen sein.

Die Banken spielen als Finanzierungsquelle bei Investitionsentscheiden eine wichtige Rolle. Mit Ökokrediten und Zinsvergünstigungen für energieoptimierte Bauten, Anlagen und Sanierungen können die Banken zu **Effizienzverbesserungen in anderen Wirtschaftszweigen und im Immobilienbereich generell** erheblich beitragen. Einige Banken bieten bereits solche Angebote an. Dieses Konzept könnte ausgebaut werden und beispielsweise zudem Venture Capital für junge Unternehmen umfassen, die energieeffiziente Komponenten oder Produkte auf den Markt bringen möchten. Diese zusätzlichen Angebote der Banken zugunsten der Energieeffizienz Dritter könnten mit Zielen der Umsätze quantifiziert und beim Monitoring mit überprüft werden.

## **4 Schlussfolgerungen für die Zielvereinbarungen der schweizerischen Wirtschaft**

Das hiermit abgeschlossene Vorprojekt hat eine Reihe wesentlicher Erkenntnisse zur Datenverfügbarkeit, zu den Schwierigkeiten der Zielformulierung und des Monitoring infolge struktureller Veränderungen im kommenden Jahrzehnt erbracht. Diese Erkenntnisse sind im folgenden für die vier Branchen, die als Branchentyp ausgewählt worden waren, zusammengefasst (vgl. Kap. 4.1 bis 4.4); sie sind auch für Zielvereinbarungen anderer Wirtschaftszweige von Bedeutung.

Die Erhebungen in den vier Branchen und die Diskussionen mit den Vertretern der einzelnen Verbände bzw. Unternehmensvertretern berührten auch weitergehende Fragen, die nicht als Gegenstand der Arbeiten des Vorprojektes definiert worden waren, die aber dennoch kurz hier behandelt werden sollen. Dies betrifft insbesondere Fragen der Unterzeichnung der Zielvereinbarungen, die Vermeidung von Trittbrettfahereffekten, die Erstverteilung von Emissionszertifikaten, falls ein Zertifikatehandel etwa Mitte dieses Jahrzehnts eingeführt würde, die Formulierung eines Zielkorridors, innerhalb dessen abgewichen werden könnte, sowie die Rolle der EnAW mit der Frage der Finanzierung bestimmter, notwendiger Leistungen im Rahmen der Operationalisierung der Zielvereinbarungen (vgl. Kap. 4.5).

### **4.1 Datenverfügbarkeit und zusätzliche Möglichkeiten der Datengenerierung**

Die Verfügbarkeit von Energieverbrauchs- und Produktionsdaten einzelner Wirtschaftszweige zur Definition der Ausgangsbasen 1990 (für CO<sub>2</sub>-Emissionen) und 1999 (für die Situation der Energieeffizienz) sowie zur Formulierung von Zielwerten für das Jahr 2010 stellt sich als ausgesprochen schwierig dar (vgl. Kap. 4.1.1). Die Datensituation dürfte sich aber durch die Erhebung der Fa. Helbling zum Energieverbrauch und zugehöriger Produktionsdaten der einzelnen Wirtschaftszweige für das Jahr 1999 merklich verbessern.<sup>13</sup>

Neben den statistisch ermittelbaren Daten eines Basis- oder eines laufenden Jahres gibt es verständlicherweise auch bei den technischen Daten der Effizienz- und Substitutionspotenziale Einschätzungsunsicherheiten, die weniger eine Tatfrage, sondern eine Einschätzungsfrage darstellen und wesentlich vom Wissen technologischer Neuerungen und Erfahrungen aus der Praxis sowie von Interessen und Risiko einschätzungen abhängen, die aber nicht explizit geäußert oder erfragt wurden

---

<sup>13</sup> Es bleibt allerdings abzuwarten, wie repräsentativ die Erhebung sein wird und welche Probleme bei der Hochrechnung der ermittelten Daten die Gesamtzahlen beeinträchtigen könnten.

(vgl. Kap. 4.1.2). Im folgenden sei auf diese zwei Formen der Datenunsicherheit und -schwierigkeiten eingegangen.

#### 4.1.1 **Beschaffungsschwierigkeiten benötigter Daten zu Energieverbrauch, Produktion und Strukturwandel einzelner Branchen für die Basisjahre 1990 und 1999 sowie laufende Jahre**

- (1) Für die meisten Branchen des Industriesektors (aber nur für die Banken im Dienstleistungssektor) werden die Energieverbrauchsdaten und Angaben zur Produktion oder zur Anzahl der Beschäftigten seitens der Fachverbände jährlich (oder sporadisch) im Rahmen der *EKV-Untersuchung*<sup>14</sup> erhoben. Diese Daten wurden letztmals im Jahr 1989 publiziert. Darauf basieren die in der Gesamtenergiestatistik ausgewiesenen Energieverbrauchszahlen der einzelnen Wirtschaftszweige.

Die Qualität dieser Angaben ist schwer einzuschätzen (persönliche Mitteilung, 2000), so dass die Nutzung dieser Quelle lediglich als Grundlage für die Bestimmung der CO<sub>2</sub>-Emissionen im Jahre 1990 in Frage kommt<sup>15</sup>. **Probleme der Gesamtenergiestatistik** bestehen auch in dem hohen Anteil nicht ausgewiesener industrieller Energieverbraucher (über 35 % für 1998; BfE, 1999), in Unsicherheiten bezüglich der Kompatibilität mit der NOGA-Systematik und in der Verwendung von Verbandserhebungen als wesentliche Quelle, wobei uneinheitliche Erhebungsmethoden, die Nichterfassung von Betrieben, die nicht Mitglied des entsprechenden Verbandes sind, und Doppelzählungen aufgrund von Mehrfachmitgliedschaften bei Verbänden in Kauf genommen werden müssten. (Im Rahmen des EKV-Regimes wurde allerdings versucht, diese Probleme in den Griff zu bekommen.)

Im Bereich der Produktionsstatistik stehen konsistente, der NOGA-Systematik folgende Zeitreihen als monetäre Indizes für den Zeitraum ab Januar 1996, dem Zeitpunkt der Umstellung der Statistik, zur Verfügung (BfS, 2000). Physische Produktionsdaten werden im Gegensatz zu den meisten anderen europäischen Ländern vom Bundesamt für Statistik nicht veröffentlicht, aber von einigen Industrieverbänden, insbesondere der Grundstoffindustrie,

---

<sup>14</sup> EKV= Schweizerischer Energie-Konsumenten-Verband von Industrie und Wirtschaft Einige dieser Verbandserhebungen (z.B. Chemie, Zement) laufen wohl weiter, andere wurden oder werden aufgegeben

<sup>15</sup> Falls sich für 1990 unerkennbare Fehler verbergen, ist dies nur als systematischer Fehler zu betrachten, da die Veränderungen der CO<sub>2</sub>-Emissionen 1990 bis 1999 rein kalkulatorisch in die Zieldefinition auf Basis der genauen technischen Analyse der Periode 1999-2010 eingehen werden.

was für die Branchen mit Zielvereinbarungen sehr wichtig ist. Einige Produktionsindizes sind auch physischer Natur.

Die **erfolgreiche Erhebung** der Fa. Helbling zu Energieverbrauch und Produktionsangaben ist daher **die notwendige Voraussetzung, um das Jahr 1999 als Datenbasis und Ausgangsjahr für die Zielvereinbarungen der Schweizerischen Wirtschaft** zur Verfügung zu haben. Die Bedeutung der Erhebung ergibt sich auch daraus, dass im Rahmen der Verbandserhebungen in der Regel keine Bereinigung für branchenfremde Unternehmensteile vorgenommen wird.

Für die Basis der CO<sub>2</sub> –Emissionen ist weiterhin das Jahr 1990 von Bedeutung, um den Bezug zum CO<sub>2</sub> –Gesetz und den Kyoto-Verpflichtungen voll herstellen zu können. Für Unternehmen, die zu diesem Zeitpunkt noch nicht existierten, ergibt sich bei Betrachtungen auf Unternehmensebene ein eigenes Bewertungsproblem.

- (2) Die **Vergleichbarkeit der Energieverbrauchsdaten zwischen zwei Jahren** in den statistischen Erhebungen wird durch unternehmerische Entscheidungen für einzelne Branchen in jenen Fällen **in Frage gestellt**, wo in hohem Ausmass
- die Wärmeerzeugung (aber auch ihre Druckluft-, Kälte- oder Stromerzeugung) unternehmerisch durch Contracting und andere Dienstleistungsverträge betrieblich ausgelagert wird. Beispiele sind in der chemischen Industrie, in der Zellstoff- und Papierindustrie sowie der Maschinenindustrie zu finden;
  - energieintensive Produktionsbereiche unternehmerisch ausgelagert werden (z. B. Giessereien aus Maschinenindustriebetrieben);
  - die Verwaltungen von einzelnen Betriebsstätten zu einer Gesamtverwaltung (ohne Produktion) zusammengeführt werden oder
  - die Produktion stillgelegt und die freigewordenen Flächen an andere Unternehmen, die oftmals anderen Branchen zuzuordnen sind, vermietet werden (Übergang von Unternehmen des produzierenden Gewerbes zu Liegenschaftsverwaltern).

In allen vier Fällen dieses *technischen und wirtschaftlichen Strukturwandels* führt eine empirische Erhebung der Energieverbrauchszahlen zu scheinbaren Energieeffizienz-Verbesserungen der betroffenen Branche, die in dem ermittelten Umfang gar nicht realisiert wurden. (Dies erklärt vielleicht auch einen Teil der komplementären CO<sub>2</sub> –Emissionsentwicklung zwischen dem Industrie- und Dienstleistungssektor in den 1990er Jahren; vgl. Tab.1.1). Andererseits kommt es in denjenigen Fällen, in denen in einem Wirtschaftszweig vermehrt in *WKK-Anlagen* investiert würde, zu einem zusätzlichen Bedarf an

Brennstoffen der betroffenen Branche, der auf jeden Fall bei einer statistischen Erhebung bzw. beim Monitoring identifiziert werden müsste, um das Bild einer scheinbar verschlechterten Energieeffizienz zu vermeiden (vgl. auch Bewertungsproblem der WKK beim Monitoring, Kap. 4.2).

Für die Zielvereinbarungen bedeutet dies praktisch, dass **für jede einzelne Branche in der Vereinbarung festgehalten werden sollte, wie man mit diesen statistischen Besonderheiten des o. g. technischen und wirtschaftlichen Strukturwandels umgehen will und wie man es in das Monitoring einbauen wird**. Denn eine allgemeine Regel vorab für alle Wirtschaftszweige zu formulieren, erscheint zu schwierig und wäre in der Praxis auch zu aufwendig bei der Datenerhebung. Man wird sich auf die Haupteinflüsse des jeweiligen Strukturwandels einer Branche (oder eines Unternehmens oder regionalen Zusammenschlusses) beschränken müssen (vgl. auch Kap. 4.2).

- (3) Falls die Produktions- und Energieverbrauchsdaten sowie vereinbarte Daten zur *Charakterisierung des technischen und wirtschaftlichen Strukturwandels* nicht seitens der amtlichen Statistik oder der Verbände erhoben werden oder Teildatenmengen fehlen, müsste die Zielvereinbarung betroffener Branchen auch ein Konzept enthalten, wie die jährlich benötigten Daten für die jeweiligen Einflüsse von Ziff. (2) gewonnen werden und wer die Finanzierung hierfür übernimmt.
- (4) Die **Prognosedaten zur wirtschaftlichen Entwicklung der einzelnen Wirtschaftszweige bis zum Jahre 2010** der KOF/ETH lagen zur Zeit der Berichterstellung noch nicht vor. Aber erste – relativ hohe - Schätzungen gehen von den in Tabelle 4.1-1 genannten Zahlen aus<sup>16</sup>. Gemessen an der Bruttowertschöpfung wird davon ausgegangen, dass die chemische Industrie, die Elektrotechnik und die Banken/Versicherungen überdurchschnittlich wachsen, während die Textil- und Bekleidungsindustrie, Steine&Erden Industrie, Holz und Möbel sowie die Bauindustrie deutlich unterdurchschnittlich zunehmen dürften. Die Schätzunsicherheiten für die Produktionsentwicklung sind für die Kontrolle der Zielvereinbarungen bzgl. der spezifischen Energieverbräuche ohne Bedeutung, wohl aber für die absoluten CO<sub>2</sub>- Minderungsziele der gesamten Wirtschaft. Vor den endgültigen Vereinbarungen mit den Branchen wäre es erstrebenswert, mit den dann vorliegenden jüngsten Produktionsschätzungen die Berechnungen – einschliesslich der strukturwandelbestimmenden Größen (z.B. verschiedene Papiersorten und Holzschliff sowie Zellstoff für die Papierindustrie, Giesserei-Entwicklung in der Maschinenindustrie) – durchzuführen.

---

<sup>16</sup> Es liegen lediglich die Daten zur gesamtwirtschaftlichen Entwicklung vor, die von einem deutlich geringeren Wachstum zwischen 1999 von 1,25%/a in der Basis-Variante und 1,42%/a in der Variante „Höheres Wachstum“ ausgehen (KOF/ETH, 1999).

Insgesamt erscheinen die Datenunsicherheiten, die heute noch bestehen, durch eine sorgfältige Planung bei sowieso laufenden Erhebungen oder durch zusätzliche, vielleicht nur zweijährig durchzuführende Erhebungen *kein Hindernis für Zielsetzungen auf Branchenebene* (oder auch Regionalebene) zu sein, welche zu einer gesamtwirtschaftlichen Zielsetzung (als „Chapeau“ auch in absoluten CO<sub>2</sub> –Minde- rungswerten durch die EnAW vertreten) aggregiert werden könnten.

**Tabelle 4.1-1: Wirtschaftliche Entwicklung der vier untersuchten Branchen und der Schweizerischen Wirtschaft insgesamt, 1990 – 1999, 1999 - 2010**

Branche/ Wirtschaft	Bruttowertschöpfung in Mrd. CHF <sub>1990</sub>				Zuwachs	
	1990	1995	1999	2010	1999/2010	%/a
Maschinen-Ind.	13,1	13,67	14,3	18,4	2,3	
Zell. Papier	1,52	1,61	1,57	1,72	0,8	
Baugewerbe	25,7	23,08	21,04	23,5	1,0	
Banken	26,05	27,9	35,9	47,7	2,6	
Bruttoinlands- Produkt	303,7	316,1	334,0	424,0	2,0	

Quellen: BfS, versch. Jahrgge; CEPE Schätzung 2000

#### 4.1.2 Einschätzungsschwierigkeiten zu den Energieeffizienz- und Energiesubstitutionspotenzialen

Bei der Beantwortung der Fragebögen (z.B. im Maschinenbau zu den wirtschaftlichen maximalen Energieeffizienz- und -substitutionspotenzialen) und bei den Gesprächspartnern in den anderen Branchen wurde zuweilen folgendes beobachtet:

- In der grösseren Zahl der Fälle wurden die als maximal einzuschätzenden **Energieeffizienzpotenziale**, wie sie seitens des Projekt-Teams ins Gespräch gebracht wurden, in der Mehrzahl der Fälle von den Gesprächspartnern etwas erniedrigt, in anderen, weniger Fällen aber auch überschritten. Die Ursache dieser differierenden Angaben bestand nicht - wie man vermuten möchte - darin, dass die grösseren Effizienzpotenziale von den eher als weniger effizient arbeitenden Betrieben genannt wurden. Es scheint eher im Gegenteil eine Korrelation zu bestehen, dass der energietechnische Kenntnisstand, was in den kommenden zehn Jahren an Effizienzgewinnen wirtschaftlich möglich sein könnte, positiv mit der Höhe der bereits erreichten Energieeffizienz zusammengeht. Dies würde bedeuten, dass die Erkenntnisse über wirtschaftliche Energieeinsparpo-

tenziale nicht hinreichend unter den Antwortenden verbreitet sind. Dies entspricht auch vielfach den Beobachtungen Beratender Ingenieure.

- Die **wirtschaftlichen Potenziale**, definiert als zu heutigen Energiepreisen rentable Energieeffizienz- oder -substitutionsmöglichkeiten, unterliegen **auch beim Wissenschaftlerteam** durchaus **unsicheren Einschätzungen** aus folgenden Gründen: Die bevorstehende Liberalisierung der schweizerischen Stromwirtschaft dürfte zu merklichen, aber derzeit schwer zu quantifizierenden Strompreissenkungen führen, die auch die rentablen Stromeinsparpotenziale, insbesondere diejenigen reiner Stromwandler, reduzieren werden. Andererseits sind die Produktivitätssteigerungen der Hersteller von strom- und brennstoffeffizienten Anlagen, Maschinen und Geräten schwer einschätzbar. Denn ähnlich, wie in den 90er Jahren bei den Herstellkosten von Kraftwerken zu beobachten war, dürften die Hersteller von energieeffizienten Anlagen und Maschinen ihre Anstrengungen zur Kostenreduktion erhöhen, um bestehende Marktanteile nicht zu verlieren. Sie wissen zudem, dass nach der Marktanpassungsphase der Liberalisierung die Strom- und Gaspreise sich wieder an den langfristigen Grenzkosten orientieren und damit ihre Marktchancen wieder steigen werden.
- Weitere Schwierigkeiten der Potenzialeinschätzungen entstehen bei neuen Produktionstechniken dadurch, dass eine **Rentabilitätsbewertung** nicht allein anhand der vermiedenen Energiekosten, sondern **oftmals nur integriert** durch gleichzeitig realisierbare betrieblichen Vorteile in den Bereichen Arbeits- und Kapitalproduktivität, verbesserte Produktqualität und Erfüllung von Emissionsauflagen erfolgen muss; dies aber ist meist nicht ohne umfangreiche Analysen möglich.
- Ferner fehlten aufgrund der Anonymisierung der von den Verbänden zur Verfügung gestellten Datensätze in einigen Fällen Informationen zum **Produktportfolio** des Unternehmens, wodurch die Beurteilung der angegebenen Einsparpotenziale teilweise nicht möglich war.
- Schliesslich müsste zur Berücksichtigung des Re-Investitionszyklus die **Alters- und Kapazitätsstruktur des Anlagenbestandes** sowie das Reinvestitionsverhalten bei grossen energieintensiven Anlagen besser bekannt sein, was nur in einem Hauptprojekt mit einem entsprechenden Aufwand und Dialog mit der Branche möglich wäre.
- Die direkte Verwendung der IKARUS-Datenbank, die Informationen zu Energieeinsparpotenzialen im Verarbeitenden Gewerbe und im Dienstleistungssektor in Deutschland enthält, ist in einzeltechnologischen Analysen und produktionstechnischen Vergleichen sehr hilfreich; aber sobald als Nenner der spezifischen Verbräuche ökonomische Produktionsgrössen verwendet werden (z.B. Nettoproduktion), entstehen aufgrund der abweichenden Produktions- und Energieverbrauchsstruktur in den beiden Ländern bzw. aufgrund unterschiedlicher sektoraler Abgrenzungen sowie der Wechselkurs-Bewertung Übertragungsschwierigkeiten der Daten. Letztere sind aber i.a. belanglos, solange man

Effizienzpotenziale, die als Prozentzahlen ausgedrückt werden, aus der IKARUS-Datenbank verwendet.

- Bei der Einschätzung der **Substitutionspotenziale vom Heizöl zum Erdgas** besteht das Problem, dass die Erdgasversorgung in der Schweiz sich noch in der Ausbauphase befindet, viele Gasbezugsverträge die Gasabschaltung in Spitzenzeiten vorsehen, die Liberalisierung der Schweizer Gaswirtschaft noch bevorsteht, das zukünftige Gasmanagement mit Grossspeichern im europäischen Verbund mit seinen Wirkungen auf die Häufigkeit der Bezugsspitzen nicht bekannt ist. Diese Unsicherheiten müssten durch spezielle Überlegungen zur Gasverfügbarkeit und seiner Nutzung/Nichtnutzung durch die Betriebe einer Branche im Hauptprojekt eingegrenzt werden, auch um ein realistisches wirtschaftliches Substitutionspotenzial abschätzen zu können.

Diese Beobachtungen legen zwei **Schlussfolgerungen** nahe:

- Man wird in den Zielvereinbarungen intensiv um die Bestimmung der rentablen Energieeinspar- und -substitutionspotenziale diskutieren und den **neuesten Stand der Technik unter Einbezug der Maschinen- und Anlagenhersteller sowie erfahrener beratender Ingenieure** berücksichtigen müssen. Nach wie vor geht auch der jüngste Sachstandsbericht von IPCC davon aus, dass die rentablen Effizienzpotenziale – je nach Technologie und Branche - zwischen 10 % und 30 % des jeweiligen heutigen spezifischen Energieverbrauchs liegen („no regret-Potenziale“; IPCC 2001).
- Trotz aller zusätzlichen Erkenntnisgewinne wird man davon ausgehen müssen, eine Zielvereinbarung nach einigen Jahren zu überprüfen, ob man die rentablen Potenziale richtig eingeschätzt hat oder Änderungen an dem Ziel vorzunehmen sind<sup>17</sup>. Insofern spricht man von **offenen Zielvereinbarungen**. Die Kriterien, die zu einer Anpassung der Zielwerte führen, sollten von vornherein mit vereinbart werden. Hierzu zählen auch nicht vermutete Strukturveränderungen innerhalb einer Branche (bzw. einer Region; s.u.).

## 4.2 Inhaltliche und Datenaspekte struktureller Einflüsse

Die Verbesserung der Energieeffizienz – gemessen als spezifischer Energieeinsatz – zwischen 1999 und 2010 ist das erste Ziel, eine festzulegende absolute CO<sub>2</sub>-Emission für das Jahr 2010 das zweite Ziel einer Zielvereinbarung. Das zweite Ziel wird festgelegt durch Multiplikation der spezifischen Energieverbräuche mit dem erwarteten Produktionszuwachs bis 2010 der jeweiligen Branche, wobei wesentli-

---

<sup>17</sup> Dies sind auch die Erfahrungen in den Niederlanden und Deutschland mit vergleichbaren Zielvereinbarungen bzw. Selbstverpflichtungen



che, den Energieverbrauch mitbestimmende Struktureinflüsse mit berücksichtigt werden (vgl. Kap. 2.2).

In aller Regel sind die Daten für die Charakterisierung der Struktureinflüsse auf den Gesamtenergieverbrauch einer Branche nicht ohne weitere Analysen vorhanden, wie sich sowohl am Beispiel bei den Industriezweige (Zellstoff/Papier mit den Produktionsangaben zu verschiedenen Papiersorten; Maschinen-Industrie mit den Produktionsangaben der betriebsinternen Giessereien) als auch bei den Banken (z.B. klimatisierte Gebäude) zeigt. Dies bedeutet, dass man **nach Festlegung der energiebestimmenden Struktur-Einflüsse in einer Zielvereinbarung auch den entsprechenden Datenbedarf für das Monitoring einplant.**

Denn es kann einer Branche (oder einem Unternehmen) nicht zum Nachteil (oder Vorteil) gereichen, ob in der Periode der Zielvereinbarung die Struktureinflüsse sich stärker oder schwächer entwickeln, als ursprünglich bei Abschluss der Zielvereinbarung angenommen. Deshalb sind die Daten zur Strukturentwicklung für das Monitoring erforderlich, um bei der Beurteilung des Einhaltens des Zielpfades entsprechende Korrekturen vornehmen zu können.

Die **Stromverbräuche aus dem öffentlichen Netz** werden alternativ mit dem sehr geringen spezifischen Wert von 4,4 kg CO<sub>2</sub>/GJ und mit dem durchschnittlichen Wert der westeuropäischen Stromerzeugung von 1999, ca. 137 kg CO<sub>2</sub>/GJ bewertet. Die zweite Bewertung dient lediglich der Information, falls

- nach der Liberalisierung der schweizerischen Stromwirtschaft in höherem Ausmass Strom aus westeuropäischen Ländern importiert würde (im Gegenzug Wasser- und Kernkraftstrom exportiert würde) oder/und vermehrt Eigenstromerzeugung auf fossiler Basis in der Schweizer Wirtschaft praktiziert würde, und
- der langsame Ausstieg aus der Kernenergie noch vor 2010 beginnen würde und weitere Stromimporte aus Westeuropa oder inländische Stromerzeugung auf Gasbasis nach sich ziehen würde.

In der Zielvereinbarung würde der schweizerische Emissionswert für 1999 mit 4,4 kg CO<sub>2</sub>/GJ fest geschrieben, denn für die Branchen ist die CO<sub>2</sub>-Intensität des Stroms aus dem öffentlichen Netz eine äussere, von den Stromverbrauchern unbeflussbare Rahmenbedingung<sup>18</sup>.

Allerdings bedarf es für die Bewertung der *Wärme-Kraft-Kopplungs*-(WKK)-Anlagen, soweit sie sich nach 1999 in einer Branche verändern, einer speziellen Vereinbarung. Denn mit jeder zusätzlichen Investition in eine WKK-Anlage würde in der Regel zwar die Energieeffizienz verbessert, aber der Brennstoffverbrauch

---

<sup>18</sup> Für die Schweizerische Elektrizitätswirtschaft wäre eine spezielle Zielvereinbarung zu erarbeiten, die die Auswirkungen der Liberalisierung und einen eventuellen Ausstieg aus der Kernenergie mit umfassen müsste

einer Branche erhöht – und damit auch die CO<sub>2</sub>-Emissionen selbst nach Abzug der vermiedenen CO<sub>2</sub>-Emissionen des vermiedenen Strombezugs aus dem öffentlichen Netz. Wenn für diesen Technologiebereich keine spezielle Bewertung gefunden wird, würden das CO<sub>2</sub>-Gesetz und die Zielvereinbarungen kontraproduktiv bzgl. der Erhöhung der Energieeffizienz wirken. Es bieten sich folgende Bewertungsmöglichkeiten an:

- Die stromseitige Neutralitätsbewertung: Diejenigen Strommengen, die mittels WKK erzeugt werden, erhalten eine CO<sub>2</sub>-Bewertung von 4,4 kg CO<sub>2</sub>/GJ, als seien sie Strombezug aus dem öffentlichen Netz. Die für die in der WKK-Anlage erforderlichen Brennstoffmengen errechnen sich aus der Stromkennzahl der WKK-Anlage (Ausnahme: Entnahme-/Kondensationsbetrieb) und der Vereinbarung, dass die verbleibenden Verluste der Anlage brennstoffseitig nur mit einem Drittel als CO<sub>2</sub>-relevant veranschlagt werden. Für den Entnahme-Kond.-Betrieb gelten spezielle Regelungen, um die Fahrweise im Kondensationsbetrieb möglichst zu minimieren.
- Die wärmeseitige Effizienzbewertung: da die Wärmeerzeugung mit konventionellen Kesselanlagen stets einen gewissen Verlust hat, wird dieser Verlust mit Null für die wärmeseitige Erzeugung der WKK-Anlage unterstellt. Dies bedeutet, die CO<sub>2</sub>-Emissionen errechnen sich mit den gemäss der Stromkennzahl ermittelten (oder bei großen Anlagen gemessenen) Wärmemengen mit einem unterstellten Wirkungsgrad von 100%. Stromseitig wird der erzeugte Strom mit 4,4 kg CO<sub>2</sub>/GJ bewertet, als wäre er Fremdstrom.

Ohne Zweifel gibt es weitere Bewertungsansätze, z.B. aufgrund exergetischer Überlegungen, die aber hier aus verschiedenen Gründen (Messbarkeit, Nachvollziehbarkeit für den Laien) nicht vorgeschlagen wurden. Welche Bewertung auch immer gewählt wird, es bleibt aufgrund der speziellen Situation der Schweizer Stromerzeugung eine energiepolitische Bewertung, falls man die Effizienzpotenziale (und neuen Technologien) der WKK nutzen möchte. Die Liberalisierung der Stromwirtschaft wird hier sicherlich Veränderungen mit sich bringen.

### 4.3 Hinweise zum Reporting, Monitoring und Controlling

Grundsätzlich wird zunächst bei den folgenden Ausführungen davon ausgegangen, dass das **Monitoring**, d.h. die Überprüfung der Frage in jährlichen oder zweijährlichen Perioden, ob die Zielvereinbarungen einer Branche (der schweizerischen Wirtschaft insgesamt) eingehalten wurden, **auf der Branchenebene** (bzw. Regionalebene) durchgeführt wird. Bei einer Gesamtzielvereinbarung der schweizerischen Wirtschaft würden die Ergebnisse des Monitoring zu einem Gesamtergebnis zusammen gefasst und mit der Gesamtzielvereinbarung (Chapeau) der EnAW verglichen.

Unter **Reporting** versteht der Bericht hier drei Elemente von Informationen, welche die einzelnen Unternehmen ihren Fachverbänden (oder der EnAW) jährlich zur Verfügung stellen:

- Angaben zu den Energieverbräuchen und benötigten Produktionsdaten des Vorjahres sowie weitere Informationen wie z.B. Outsourcing von Energiewandlern, Zusatzinvestition einer WKK-Anlage, Produktstrukturverschiebungen gemäss den Verpflichtungen in der jeweiligen Zielvereinbarung der Branche;
- Angaben zu besonders grossen Energieeffizienz- oder Ölsubstitutions-Investitionen in Einzelfällen, um Änderungen besser verstehen zu können;
- Informationen zu unterstützenden Massnahmen für Dritte (z.B. mehr energieeffiziente Fenstersysteme der Metall- oder Kunststoffindustrie, höhere Energieeffizienz einer neuen Backofen-Generation der Maschinen-Industrie).

Da das Monitoring eine verlässliche Aussage zur Zielpfadverfolgung machen soll, sind folgende Faktoren zu berücksichtigen und die Energieverbrauchsangaben **vor der Überprüfung mit dem Zielkorridor zu korrigieren**:

- Der **Einfluss der Witterung mag in raumwärme-intensiven Branchen** wie z.B. der Maschinenindustrie oder den Banken von Bedeutung sein und sollte daher durch eine Temperaturbereinigung der Brennstoff- bzw Stromverbräuche für Heizung (bzw. Klimatisierung) berücksichtigt werden.
- Der **Einfluss der energieverbrauchsbestimmenden Strukturänderungen** sollte ebenfalls dann berücksichtigt werden, wenn er deutlich von dem in der Selbstverpflichtung unterstellten Strukturwandel abweicht.
- **Konjunkturschwankungen** werden bei der Bildung der spezifischen Werte für Brennstoffe, Strombedarf und CO<sub>2</sub> ohnehin berücksichtigt.<sup>19</sup>
- Ausserdem mag es **spezielle Betriebsentwicklungen** geben wie z.B. ein Outsourcing von WKK-Anlagen aus den Unternehmen (aber Weiterbetrieb am Standort durch einen Dritten, z.B. einen Energieversorger oder ein Contracting-Unternehmen) oder eine Zusatz-Investition in WKK-Anlagen (vgl. Kap. 4.2). Ähnlich zu behandeln sind Produktionsstätten-Übergaben an Dritte, falls das meldende Unternehmen weiterhin im Erhebungssample seines Fachverbandes verbleibt. In diesen Fällen müssen Korrekturen oder Umbasierungen erfolgen, um ein transparentes Monitoring machen zu können. Wie dies im Detail zu erfolgen hat, müsste Gegenstand einer Studie sein, um die Grundsätze für eine jeweils faire Bewertung der statistischen Zahlen verfügbar zu haben.

Eine weitere Problematik grösseren Ausmasses könnte sich ergeben, wenn Dienstleistungsunternehmen (wie z.B. die Banken oder Versicherungen) in grösserem Umfang nicht mehr Gebäudeeigner sind, sondern **Mieter oder Leasingnehmer**.

---

<sup>19</sup> Zur endgültigen Prüfung, ob der Zielpfad beschritten wird, werden absolute CO<sub>2</sub>-Emissionen gebildet

Denn dann hätten sie allenfalls noch auf die organisatorischen Massnahmen des Gebäudebetriebs einen Einfluss, nicht aber auf die Investitionen. In Fällen des **fremdbeauftragten Gebäudemanagements** hätten sie auch hier nur noch über das reine Nutzerverhalten und Anweisungen an das Gebäudemanagement einen Einfluss.

Bei der Überprüfung der Frage, ob eine Branche (oder die schweizerische Wirtschaft) sich auf ihrem Zielpfad befindet, wird man wegen vielerlei Gründen (z.B. branchenspezifische Re-Investitionszyklen, konjunkturbedingte Investitionen) eine Toleranz vom **linear gedachten Zielpfad für das Monitoring** formulieren müssen. Es wird hier vorgeschlagen, dass

- der witterungs- und strukturbereinigte spezifische Strom-, Brennstoff- und CO<sub>2</sub>-Wert einer Branche in einer Dreijahresperiode im Mittel jeweils nicht mehr als beispielsweise plus/minus 10 % vom linear interpolierten Zeit-Zielwert dieser Dreijahresperiode abweichen darf,
- der witterungs- und strukturbereinigte Zielwert für die spezifischen Brennstoff- und Stromverbräuche sowie für die CO<sub>2</sub>-Emissionen für das Jahr 2010 einer Branche nicht mehr als minus 5 % vom Zielwert abweichen darf.

Bei grösseren Abweichungen sind zwei Fälle denkbar:

- Wenn die zwei Teilziele für die Gesamtheit derjenigen Branchen, die die EnAW vertritt, erreicht werden (Chapeau-Niveau), dann werden Abweichungen einzelner Branchen nicht weiter verfolgt, sondern verbleiben in der Verantwortlichkeit der EnAW.
- Wenn die zwei Teilziele auf der Aggregationsstufe des Chapeaus der EnAW-Geamtverpflichtung nicht erreicht werden, müssen sich diejenigen Branchen, die vom Zielkorridor nach unten abweichen, einzeln erklären bzgl. eventuell zusätzlicher Massnahmen bzw. einer Verhandlung um ein neues CO<sub>2</sub>-Minderungsziel.

Die **Daten für das Monitoring (quantitativer Teil)** sollten von den Verbänden oder der EnAW erhoben werden. Es wird empfohlen, diese Erhebung mit einer Software zu unterstützen und damit zugleich die Möglichkeit zu nutzen, ein – wenn auch zunächst relativ rudimentäres – **Benchmarking in der Branche** einzuführen.

Die anonymisierten Daten würden von einem unabhängigen Institut auf Plausibilität geprüft, witterungs- und strukturbereinigt und abschliessend für das Monitoring ausgewertet. Das Institut könnte auch die **begleitenden qualitativen Informationen** der Branchen (z.B. angegebene grössere Einzelinvestitionen) kommentieren und zuordnen. Bei Unklarheiten wäre die EnAW der erste Ansprechpartner, mit dem zu entscheiden wäre, welche Partner man in der betroffenen Branche anspricht, um eine Klärung der Frage herbeizuführen.

Das unabhängige Institut könnte auch die Frage prüfen, inwieweit die angegebenen Massnahmen zur **Emissionsminderung Dritter** zu merklichen CO<sub>2</sub>-Minderungen

führen dürften (z.B. neue Maschinen-Generation mit deutlich reduziertem spezifischen Energieverbrauch infolge erfolgreicher Forschung und Entwicklung, Anstieg des Marktanteils super-isolierter Fenster, von Brennkesseln oder von Umsätzen in besonderen Umweltkrediten oder Umwelt- bzw. grüne Venture Capital-Fonds der Banken).

Auch über die **Anreize des Staates** als Vertragspartner zu berichten, d.h. die Befreiung von der CO<sub>2</sub>-Abgabe, die Förderung der Fortbildung von Planern und Installateuren sowie der Produkt-, Maschinen- und Anlagenhersteller oder zusätzliche FuE-Förderung seitens des Staates, sollten Teil des Monitoring und Reporting sein.

#### **4.4 Hinweise zur Implementierung der Zielvereinbarungen einzelner Branchen und der schweizerischen Wirtschaft insgesamt**

##### **Zum Inhalt der Zielvereinbarungen mit einer Branche (bzw. einer Region)**

Das Bundesamt für Energie und die EnergieAgentur der Wirtschaft (EnAW) gehen davon aus, dass es **eine Gesamt-Zielvereinbarung** zwischen der schweizerischen Wirtschaft und der Regierung geben wird; dies ermöglicht im Grundsatz eine effiziente administrative Abwicklung und der schweizerischen Wirtschaft ein Maximum an Flexibilität.

Den Kern der Zielvereinbarungen bilden zwei Ziele für das Jahr 2010:

- die **beschleunigte Verminderung des spezifischen Energieverbrauchs**, getrennt nach Brennstoffen und Strom sowie bezogen auf die Produktionsleistung und die Jahre 1999 bis 2010; diese Ziele des spezifischen Brennstoff- und Stromverbrauchs orientieren sich an den wirtschaftlich realisierbaren Potenzialen ("no regrets")<sup>20</sup>;
- **Begrenzung der CO<sub>2</sub>-Emissionen (spezifisch und absolut)** für 2010, ermittelt aus den spezifischen Energieverbrauchszielen (s.o.), den Energiesubstitutionsmöglichkeiten zu emissionsärmeren Energieträgern und der geschätzten Produktionsentwicklung der Branche, einer Region und der Gesamtwirtschaft 1999 bis 2010. Diese Zielsetzungen sind die politisch zentralen Zielwerte, um die Befreiung von der CO<sub>2</sub>-Abgabe zu erreichen und entsprechend flankierende Massnahmen des Staates zu initiieren.

Das absolute CO<sub>2</sub>-Emissionsziel für einzelne Branchen (oder Regionen) ist notwendig, damit sich die Regierung durch Aggregation der CO<sub>2</sub>-Emissionsziele einzelner

---

<sup>20</sup> Hier handelt es sich um betriebswirtschaftlich rentable Investitionen und organisatorische Massnahmen zur Energieeinsparung und -substitution zu kohlenstoffarmen Energieträgern

Sektoren einen Gesamtüberblick für die Schweiz verschaffen und die Zielerreichung des CO<sub>2</sub>-Gesetzes und der Kyoto-Verpflichtungen laufend überprüfen kann.

Das CO<sub>2</sub>-Emissionsziel 2010 kann grundsätzlich in einer Zielvereinbarung auf Unternehmensebene, Branchenebene oder branchenübergreifend (z.B. für eine regionale Gruppierung sowie auf der Ebene der Gesamtwirtschaft) formuliert werden. Die **gesamtwirtschaftliche Ebene** (Chapeau-Ebene) bringt aus volkswirtschaftlicher und betrieblicher Sicht die **höchste Flexibilität** angesichts von Re-Investitions- und Konjunkturzyklen sowie technischen Neuerungen, die über eine Periode von zehn Jahren nur teilweise absehbar sind.

Dabei ist aus Sicht der Wirtschaft und der Wirtschaftspolitik verständlich, dass **absolute CO<sub>2</sub>-Begrenzungsziele** nur dann akzeptiert werden können, wenn sie **nicht als Wachstumsbremsen** wirken. Diese Forderung kann durch zwei Elemente erreicht werden:

- Einmal wird bei der absoluten CO<sub>2</sub>-Zielsetzung das voraussichtliche Produktionswachstum einer Branche (oder Region) mit berücksichtigt (s.o.). Dies bedeutet beispielsweise, dass bei einem Energieeffizienzfortschritt von 1,5 % jährlich und einer spezifischen CO<sub>2</sub>-Minderungsrate durch Erdgas- und Stromsubstitution von 1 % jährlich eine spezifische CO<sub>2</sub>-Minderung von 2,5 % erreicht würde; bei einem jährlichen Produktionszuwachs von 2,5 % würde also als absolutes CO<sub>2</sub>-Ziel die Stagnation der CO<sub>2</sub>-Emission von 1999 vereinbart werden.
- Falls ein unerwartet hohes Wachstum erreicht würde und damit das angestrebte Reduktionsziel für die schweizerische Wirtschaft überschritten werden könnte, besteht die Möglichkeit, über den sicherlich bis 2006/2007 eingeführten Zertifikatehandel die benötigten Emissionsrechte im Ausland zu erwerben bzw. im Inland zu verteilen. Dies würde allerdings bedeuten, dass dieser Emissionsrechte-Erwerb auf Unternehmensebene und nicht auf Verbands- oder Regionalebene erfolgt. Die CO<sub>2</sub>-Emissionszertifikate bedeuten, dass die **Atmosphäre** bzgl. der Treibhausgasemissionen **kein freies Gut** mehr ist, sondern einen gewissen Preis haben wird. Dies bedeutet aber keinesfalls eine Wachstumsgrenze für ein Unternehmen, sondern nur einen zusätzlichen Kostenfaktor. Derzeit laufen Vorbereitungen zum pilotweisen Emissionshandel zwischen einigen Unternehmen auf EU-Ebene und in einigen westeuropäischen Ländern (vgl. auch Kap. 4.5); das Unternehmen BP betreibt seit Anfang 2000 einen weltweiten CO<sub>2</sub>- und Methanemissionshandel im eigenen Unternehmen mit einem jährlichen Reduktionsziel von 3 % pro Jahr.

Da die **CO<sub>2</sub>-Minderungsziele des CO<sub>2</sub>-Gesetzes nicht "im Selbstlauf"**, d.h. ohne weitere politische und unternehmerische Massnahmen bis 2010 erreicht werden, müssen die Zielvereinbarungen einerseits mehr sein, als die jeweiligen Branchen

(oder Regionen) sowieso (in einer Referenzentwicklung)<sup>21</sup> erreichen würden; andererseits müssen es realistische Ziele sein, die das Aufspüren und die Realisierung wirtschaftlicher Effizienz- und CO<sub>2</sub>-Reduktionspotenziale (die "no regrets") erfassen.

Die Zielvereinbarungen sollen berücksichtigen, dass zu **Anfang der Laufzeit** der Vereinbarung Zeiten für Planung der zusätzlichen oder technisch anspruchsvolleren Investitionen oder weitere organisatorische Massnahmen (einschliesslich Contracting) notwendig werden und deshalb der Zielkorridor nicht linear zwischen 1999 und 2010 verläuft, sondern jeweils mit einer Anlaufphase zu vereinbaren ist.

#### 4.5 Weiterführende Hinweise

Wenngleich es nicht Aufgabe dieses Vorprojektes war, Fragen der Verbindung mit anderen Instrumenten der Klimapolitik zu untersuchen, so sollen hier doch einige Hinweise gemacht werden:

- Unternehmen oder Betriebe einer sich verpflichtenden Branche oder Region, die sich nicht aktiv durch eigene Fortschritte bzgl. Energieeffizienz oder Brennstoffsubstitution beteiligen und als **Trittbrettfahrer** bei der Befreiung von der CO<sub>2</sub>-Abgabe bezeichnet werden könnten, sind bei einer Zielvereinbarung auf Branchen- oder Regionalebene nicht grundsätzlich zu vermeiden. Falls es derartige Trittbrettfahrer in grösserem Ausmass gibt (die sich infolge der Nichtausschöpfung rentabler Effizienz- und Substitutionspotenziale selbst benachteiligen würden), würde der Zielpfad der Branche oder Region bis 2004 vermutlich verlaufen. Allerdings wäre nicht herauszufinden, welche Betriebe die Trittbrettfahrer sind, da das Monitoring nur auf Branchenebene – und nicht unternehmensweise – erfolgt. Hier wäre dann ein betriebs- oder unternehmensspezifisches Auditing denkbar, dessen Finanzierung hier nicht diskutiert wird und das dazu führen müsste, dass als Trittbrettfahrer identifizierte Betriebe für einen definierten Zeitraum nicht mehr von der CO<sub>2</sub>-Abgabe befreit sind.

Ein **Emissionszertifikatehandel** (innerhalb der sich verpflichtenden Branchen oder innerhalb der schweizerischen Wirtschaft) wäre mittelfristig ein Instrument, um die Aufmerksamkeit der Geschäftsführung jedes Betriebes auf technische CO<sub>2</sub>-Minderungsmöglichkeiten zu lenken (so die Erfahrungen bei BP nach Einführung des unternehmensweiten Zertifikatehandels) und um Trittbrettfahrer zu vermeiden. Denn jeder Betrieb müsste sich die Frage stellen, ob er angesichts seiner jährlich schrumpfenden Emissionsrechte weitere Zertifikate hinzu kauft

---

<sup>21</sup> Eine Entwicklung, bei der nicht systematisch nach "no regrets" (wirtschaftlich rentablen Energieeinspar- und -substitutionsmöglichkeiten) gesucht wird

oder betriebsinterne kostengünstigere Massnahmen ergreift, die den Zukauf von Emissionsrechten vermeiden oder beschränken.

Dieser Vorschlag eines branchen- oder schweizinternen Emissionszertifikate-Handels muss auch unter der Perspektive gesehen werden, dass ab etwa Mitte dieses Jahrzehnts ein Zertifikatehandel zwischen den Annex-B-Ländern aufgebaut sein wird und wahrscheinlich auch intra-industrieller Handel zwischen westeuropäischen oder OECD-Ländern stattfinden wird.<sup>22</sup> Es ist davon auszugehen, dass grössere Unternehmen den Emissionszertifikatehandel länderübergreifend selbst betreiben (vgl. BP seit Januar 2000), während kleine Betriebe benötigte Zertifikate zusammen mit ihren Energiebezügen ordern werden.

- Die Zielvereinbarungen der schweizerischen Wirtschaftszweige eröffnen auch die Möglichkeit, die **Zertifikate-Anfangsverteilung** für ein zukünftiges Jahr (vielleicht 2004 oder 2005) mit den zwischenzeitlich erzielten Emissionsminderungserfolgen einzelner Unternehmen (z.B. seit 1999) unterschiedlich zu gestalten. Wenn diese Vision bald – spätestens zum Zeitpunkt der Zielvereinbarung - allen Unternehmen mitgeteilt würde und man für 1999 für die betroffene Branche oder Region eine Vollerhebung gemacht hätte (oder eine Nacherhebung machen würde), dann wäre der Anreiz zum Trittbrettfahren relativ gering.
- Eine Alternative, die sich für grosse Unternehmen und regionale Gruppierungen von Betrieben anbieten mag, ist die **individuelle, vertrauliche Auswertung** der jährlich seitens einzelner Unternehmen und Betriebe gemeldeten Daten. Hier könnte die EnAW (oder ein beauftragtes Ingenieurbüro) jeweils in individuellen Fällen klären, ob es sich um verständliche Dynamiken von Re-Investitionszyklen und Konjunkturlinien der betroffenen Betriebe handelt oder um Vernachlässigung eingegangener Verpflichtungen als Gegenleistung der Befreiung von der CO<sub>2</sub>-Abgabe.

---

<sup>22</sup> Diese Entwicklungen werden sich im Jahre 2001 genauer abzeichnen.



## 5 Literatur

Zur schnelleren Auffindung der verwendeten Literatur wurde sie teilweise kapitelweise aufgelistet.

### 5.1 Literatur zu Kapitel 1, 2 und 4

Basics AG: Perspektiven des industriellen Energieverbrauchs. Möglichkeiten für eine Reduktion auf 140 PJ im Jahre 2020. Zürich 1997

Beer, de, Jeroen: Potential for Industrial Energy Efficiency Improvement in the Long Term. Dissertation. Univ. Utrecht, The Netherlands 1998

Böde, U. u. a.: Rationelle Energieanwendung. BWK 51 (1999) 4, S. 86-89

Böde, U. u. a.: Rationelle Energieanwendung. BWK 52 (2000) 4, S. 86-91

Bürki, Th.: Das Energie-Modell Schweiz. Informations- und Diskussionsveranstaltung Freiwilligkeit – Ferment der Energie- und Umweltpolitik, Zürich Mai 2000

Bundesversammlung der Schweizerischen Eidgenossenschaft: Bundesgesetz über die Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen (CO<sub>2</sub>-Gesetz). Bern, 8.10.1999

CEPE (Centre for Energy Policy and Economics), ETH: Analytische Arbeiten zur Zielsetzung und zum Monitoring branchen- und produktspezifischer CO<sub>2</sub>-Minderungen im Rahmen einer Vereinbarung der Schweizer Wirtschaft. Zürich, Januar 2000

Diekmann, J. et al.: Energie-Effizienz-Indikatoren – Statistische Grundlagen, theoretische Fundierung und Orientierungsbasis für die politische Praxis. Physika Heidelberg, 1999

Fishedick, M., et al.: Erklärung der deutschen Wirtschaft zur Klimavorsorge: Königsweg oder Mogelpackung?, Wuppertal Papers Nr. 39, 1995

IEA (International Energy Agency): Indicators of energy use and efficiency – Understanding the link between energy and human activity. OECD Paris, 1997

IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change): Climate Change 2001 - Impacts, Adaptation, and Vulnerability: Contribution of Working Group II to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press, Cambridge 2001

Jochem, E. and W. Eichhammer: Voluntary Agreements as an Instrument to Substitute Regulating and Economic Instruments. Lessons from the German Voluntary Agreements on CO<sub>2</sub> Reduction, in: C. Carraro and F. Lévêque (ed.), Voluntary Approaches in Environmental Policy, p. 209-227, Dordrecht, NL 1999

- Jochem, E.: Energy Efficiency - the Focus for Transition from an Energy Supply to an Energy Service Policy. Vierteljahreshefte des DIW, Berlin Februar 2000
- KOF (Konjunkturforschungsstelle) ETH: Wirtschaftliche Rahmendaten der Bundesverwaltung. Bericht 1999 zu Handen des Perspektivstabs. Zürich 1999
- Ministerie v. Economische Zaken: Long-term Agreement on Energy Efficiency – Progress in 1998. Den Haag, Oktober 1999
- NZZ: Beeindruckendes Sparpotenzial. Sinkende Kosten in den Spitälern durch Energie-Know-how. NZZ, Nr. 256, 4. 11. 1997
- RAVEL: 11 Praxislehrstücke. Wie Ausgaben für einen rationelleren Stromeinsatz zur lohnenden Investition werden. Bundesamt f. Konjunkturfragen, Bern 1994
- RAVEL: Die RAVEL-Untersuchungsergebnisse: 47 heisse Spuren zu lohnenden Stromsparpotenzialen (Kurzbeschreibung von 47 ausgewählten RAVEL-Publikationen) 1995
- Schafhausen, Fj.: Selbstverpflichtung im Bereich des Klimaschutzes – Das Beispiel Deutschland. Vortragsmanuskript für die Tagung der EnAW (Energie-Agentur der Wirtschaft) Zürich, 30.5.2000
- Solsbery, L. and P. Wiederkehr: Voluntary approaches for energy-related CO<sub>2</sub> abatement. OECD Observer, Paris 1995, p. 41-45, 1995
- UNDP/World Energy Council/DESA: World Energy Assessment. Chapter 6, End-Use Efficiency. New York 2000
- van Dunné, J. M., ed. Environmental Contracts and Covenants: New Instruments for a Realistic Environmental Policy? Rotterdam: Erasmus University Department of Science, Technology and Society 1995

## **5.2 Literatur zu Kapitel 3**

### ***Zellstoff- und Papierindustrie***

- Basics (2000): Perspektiven des Energieverbrauchs in der Industrie, interne Modelldokumentation zu Handen des BFE, Zürich
- Beer J.G. et al (1994): ICARUS-3: The Potenzial of Energy Efficiency Improvement in the Netherlands up to 2000 and 2015, Universität Utrecht, Utrecht
- BUWAL (1998): Ökoinventare für Verpackungen, Bände I und II, Schriftenreihe Umwelt Nr. 250, Bern
- BZ (1998): Betriebszählung 1998, Bern
- European Integrated Pollution Prevention and Control Bureau (2000): final Draft Pulp and Paper, <http://eippcb.jrc.es/exe/FActivities.htm>

- IKARUS (1999): Datenbankversion 3.1, Fachinformationszentrum Karlsruhe
- NOGA (1995): Allgemeine Systematik der Wirtschaftszweige, Bern
- Rietbergen M. / Blok K. (1999): The Environmental Performance of Voluntary Agreements on Industrial Energy Efficiency Improvement, Utrecht
- Rietbergen M. / Breukels M. / Blok K. (1999): The Netherlands' Country Study - Case studies in the sectors of paper and glass manufacturing, Utrecht
- Salmén L. / Grossmann H. (1995): Exploration of New scientific Ideas for significant Electricity Savings in Mechanical Upgrading of Pulp Fibres for Paper-making, Schlussbericht, Joule II-Programm, Europäische Kommission
- Syrene (1994) Long Term Industrial Energy Efficiency Improvement: Technology Descriptions, Novem, Niederlande
- ZPK (o.Jg.): Energieverbrauch und CO<sub>2</sub>-Emissionen, Zürich
- ZPK/ASPI (div. Jahrgänge): Jahresbericht div. Jahrgänge, Zürich

### ***Maschinenbau***

- BASICS: Perspektiven der Energienachfrage der Industrie. Ausgearbeitet durch BASICS AG, Zürich unter Mitarbeit von BMP Dr. Pelli & Co., Zürich, im Auftrag des BfE (Bundesamt für Wirtschaft), Oktober 1996
- BfE (Bundesamt für Energie): Schweizerische Gesamtenergiestatistik für diverse Jahre. Persönliche Mitteilung, Bern, 2000
- BfS (Bundesamt für Statistik): Persönliche Mitteilungen, 2000
- Helbling Ingenieurunternehmung AG: Revision und Erweiterung der Energieverbrauchsstatistik der Industrie (Konzept). Zürich, Juni 1999
- IKARUS (Instrumente für Klimagasreduktionsstrategien): Energieverbrauch der Investitionsgüter- sowie Nahrungs- und Genussmittelindustrie der alten Bundesländer. Teilprojekt 6, Industrie. Erarbeitet durch J. Schildhauer und S. Fink, Forschungsstelle für Energiewirtschaft (FfE), München, 1995
- Romm, J. J.: Cool companies – How the best businesses boost profits and productivity by cutting greenhouse gas emissions. Washington DC, 1999
- SWISSMEM: Panorama 2000 – Zahlen und Fakten. Die Schweizer Maschinen-, Elektro- und Metall-Industrie (ASM und VSM). Zürich, 1999
- SWISSMEM: Persönliche Mitteilung von Dr. Peter Stössel, Zürich, Mai 2000
- VSM (Verein Schweizerischer Maschinen-Industrieller), Zürich

**Baugewerbe**

- Basics (2000): Perspektiven des Energieverbrauchs in der Industrie, interne Modelldokumentation zu Händen des BFE, Zürich
- Basics (1999): Energie-Contracting in der Schweiz - Ausgestaltung, Wirkung, Marktpotenziale, Bern
- BFS (1999): Bau- und Wohnbaustatistik der Schweiz, Bern
- BUWAL (2000): Richtlinie zur "Luftreinhaltung auf Baustellen" – Vernehmlassungsverfahren, Bern
- BUWAL (1996): Schadstoffemissionen und Treibstoffverbrauch des Offroad-Sektors, Umwelt-Materialien Nr 49, Luft, Bern
- BUWAL (1994): Schadstoffemissionen und Treibstoffverbrauch von Baumaschinen, Umwelt-Materialien Nr 23, Luft, Bern
- BZ (1998): Betriebszählung des Bundesamtes für Statistik, Bern
- CRB-ZEN (2000): <http://www.ogip.ch>
- Geiger B. et al (2000): Energieverbrauch und Einsparung in Gewerbe, Handel und Dienstleistung, Physica-Verlag, Heidelberg
- Infras (1996): Perspektiven der Energienachfrage des Verkehrs für die Szenarien I bis III 1990 – 2030, Forschungsprogramm energiewirtschaftliche Grundlagen, BFE, Bern
- Mayer A. (1999): Geprüfte Partikelfilter-Systeme für Dieselmotoren "Filterliste", BUWAL, <http://www.admin.ch/buwal/projekte/luft/partikelfilter/d/index.htm>
- SBV (1999): Schweizerischer Baumeister-Verband: Schweizerische Bauwirtschaft in Zahlen, Ausgabe 1999, Zürich

**Banken**

- Aebischer B., 2000. Veränderung 1990-1999/2000 des Energieverbrauchs in der Verbrauchergruppe Gewerbe, Landwirtschaft, Dienstleistungen (GLD): Analyse ex-post. CEPE, ETH Zürich (wird im Sommer 2000 publiziert)
- Aebischer B. und J. Schwarz, 1998. Dokumentation zur Studie (Aebischer et al., 1996). Fg Energieanalysen, ETH Zürich.
- Aebischer, B., 1996. Rationellere Energieverwendung beim Einsatz von Computern. In: C. Cap (Hrsg.), „Workstations und ihre Anwendungen“, Proceedings der Fachtagung. SIWORK `96, Universität Zürich, 14.-15. Mai 1996. vdf-Verlag, Zürich (ISBN 3 7281 2342 0)

- Aebischer B., J. Schwarz und D. Spreng, 1996. Perspektiven der Energienachfrage des tertiären Sektors für Szenarien I bis III 1990- 2030. BFE, Bern. (EDMZ Nr. 805.580 d)
- BFS, 2000. Statexplorer, Betriebszählungen. Bundesamt für Statistik, Bern
- CS, 1999. Credit Suisse Group, Ökobilanz Schweiz 1998/99. Zürich, Dezember 1999.
- EKV, 2000. Private Mitteilung.
- EKV, 1991. Schweizerischer Energie-Konsumenten-Verband von Industrie und Wirtschaft. Energieverbrauch in der schweizerischen Industrie im Jahre 1989. Erhebung durchgeführt im Auftrag des Eidgenössischen Verkehrs- und Energiewirtschaftsdepartements.
- Jahrbuch, 1999. Statistisches Jahrbuch der Schweiz. Jährliche Publikation des Bundesamtes für Statistik, Bern.
- Neyer A., 1995. Kostenkurven im Dienstleistungsbereich, Arbeitsbericht. Zitiert und diskutiert in (Aebischer und Schwarz, 1998, Anhang 4)
- Publicus, 1999. Schweizer Jahrbuch des öffentlichen Lebens. Schwabe & Co. AG Verlag, Basel.
- Wüest H., et al., 1994. Basisdaten und Perspektiven zur Entwicklung des gebäudeparks 1990-2030. Schlussbericht im Auftrag des Bundesamtes für Energie (mit jährlicher Aktualisierung).



## Anhang

Tabelle A1	Spreadsheetmodell am Beispiel des Maschinenbaus (VSM-Mitglieder ohne Stahlproduzenten) – Zusammenfassende Tabelle
Tabelle A2-1	Spreadsheetmodell am Beispiel des Maschinenbaus (VSM-Mitglieder ohne Stahlproduzenten) – Berechnungssheet mit allen Eingabedaten und allen Berechnungen (Seite 1 von 6)
Tabelle A2-2	Spreadsheetmodell am Beispiel des Maschinenbaus (VSM-Mitglieder ohne Stahlproduzenten) – Berechnungssheet mit allen Eingabedaten und allen Berechnungen (Seite 2 von 6)
Tabelle A2-3	Spreadsheetmodell am Beispiel des Maschinenbaus (VSM-Mitglieder ohne Stahlproduzenten) – Berechnungssheet mit allen Eingabedaten und allen Berechnungen (Seite 3 von 6)
Tabelle A2-4	Spreadsheetmodell am Beispiel des Maschinenbaus (VSM-Mitglieder ohne Stahlproduzenten) – Berechnungssheet mit allen Eingabedaten und allen Berechnungen (Seite 4 von 6)
Tabelle A2-5	Spreadsheetmodell am Beispiel des Maschinenbaus (VSM-Mitglieder ohne Stahlproduzenten) – Berechnungssheet mit allen Eingabedaten und allen Berechnungen (Seite 5 von 6)
Tabelle A2-6	Spreadsheetmodell am Beispiel des Maschinenbaus (VSM-Mitglieder ohne Stahlproduzenten) – Berechnungssheet mit allen Eingabedaten und allen Berechnungen (Seite 6 von 6)
Tabelle A3	CO <sub>2</sub> -Emissionsfaktoren der Energieträger (fossile Energieträger nach BfE, 1999; (Strommix UCPTe; Fernwärme nach eigener Abschätzung)
Abbildung A1	Fragebogen zur Datenerhebung in der Schweizerischen Maschinenbauindustrie
Abbildung A2	Spezifische CO <sub>2</sub> -Emissionen der Stichprobe (ausgewählte Unternehmen des Maschinenbaus in der Schweiz; die Abbildung enthält Daten für die Jahre 1990 und 1999)
Abbildung A3	Anteil des Erdgasverbrauchs am Gesamteinsatz fossiler Brennstoffe in Deutschland (alte Bundesländer nach Arbeitsgemeinschaft Energiebilanz, div. Jahre) für diverse Sektoren und in der Schweizerischen Maschinenindustrie nach BfE (2000)