



Mai 2007

Cleaner Production im europäischen Vergleich

WWZ Forschungsbericht 02/ 07

Magdalena Missler-Behr, Andreas Gress

Der Autor/ die Autoren:

Prof. Dr. Magdalena Missler-Behr

betreute am WWZ als Assistenzprofessorin bis Ende März 2007 den Bereich „Quantitative Methoden der Betriebswirtschaftslehre“. Sie hat seit April 2007 an der Brandenburgischen Technischen Universität (BTU) Cottbus den Lehrstuhl für Allg. BWL, insbesondere der Planung und des Innovationsmanagement übernommen.

E-Mail: magdalena.missler-behr@tu-cottbus.de

Andreas Gress

War bis März 2007 Lehr- und Forschungsassistent in der Abteilung für Statistik und Ökonometrie am WWZ, Universität Basel und hat in dieser Zeit sich forschungsmässig intensiv mit Fragen der Cleaner Production befasst.

E-Mail: gress@gmx.de

Eine Publikation des Wirtschaftswissenschaftlichen Zentrums (WWZ) der Universität Basel.

Diese Publikation und das in ihr dargestellte Forschungsprojekt wurde durch den Förderverein des WWZ finanziell unterstützt.

© WWZ Forum 2007 und der Autor/ die Autoren. Eine Reproduktion über die persönliche Nutzung des Papiers in Forschung und Lehre hinaus, bedarf der Zustimmung des Autors/ die Autoren.

Kontakt:

WWZ Forum | Petersgraben 51 | CH-4003 Basel | forum-wwz@unibas.ch | www.wwz.unibas.ch

Inhaltsverzeichnis

1	Einführung zum Thema Cleaner Production	9
1.1	Definition und Kernelemente des Cleaner Production	9
1.2	Cleaner Production, integrierter Umweltschutz und Ökoeffizienz	11
2	Fallbeispiele zu erfolgreich durchgeführten CP-Programmen in der Schweiz	13
2.1	Firma Valorec Services AG	13
2.1.1	Informationen zum Unternehmen	13
2.1.2	Ablauf des Projektes	14
2.1.3	Durchgeführte Massnahmen und Resultate	14
2.1.4	Bewertung des Projektes	16
2.2	Firma CWK	16
2.2.1	Informationen zum Unternehmen	16
2.2.2	Ablauf des Projektes	17
2.2.3	Durchgeführte Massnahmen	17
2.2.4	Bewertung des Projektes	18
2.3	Abschliessende Bemerkungen zu den Fallbeispielen	19
3	CP in Europa - Ein Vergleich beim integrierten Umweltschutz	21
3.1	Beispiele von CP-Projekten in Europa	21
3.2	Untersuchungen auf dem Gebiet des vorsorgenden Umweltschutzes	23
3.3	Vergleich anhand von Umweltschutzausgaben der Unternehmen	26
3.3.1	Überblick über die Umweltschutzausgaben	29
3.3.2	Vergleich verschieden grosser Unternehmen	33
3.4	Weitere Vergleichsmöglichkeiten	35
3.4.1	Ein „Mass für gesamtwirtschaftliche Ökoeffizienz“	35
3.4.2	Umweltmanagementsysteme	39
4	Fazit	41

Abbildungsverzeichnis

3.1	Bevorzugte Art des Umweltschutzes in vier europäischen Ländern (vgl. Frondel u. a. (2004))	25
3.2	Bevorzugte Art des Umweltschutzes in Schweizer Unternehmen	25
3.3	Überblick über die Umweltschutzausgaben (in Mio. EUR) im verarbeitenden Gewerbe (Sektor D, Jahre 2003 bzw. 2004)	28
3.4	Vergleich End-of-Pipe und Integrierte Umweltschutzausgaben geteilt durch jeweiliges BIP (Sektor D)	30
3.5	Vergleich End-of-Pipe und Integrierte Umweltschutzausgaben pro Kopf (Sektor D)	31
3.6	Entwicklung der End-of-Pipe Investitionen zwischen 2003 und 2004 (Sektor D)	32
3.7	Entwicklung der Investitionen in integrierte Massnahmen zwischen 2003 und 2004 (Sektor D)	32
3.8	End-of-Pipe Ausgaben pro Kopf nach Grössenklassen (Sektor D)	34
3.9	Integrierte Ausgaben pro Kopf nach Grössenklassen (Sektor D)	34
3.10	CO_2 -Ausstoss pro Kopf (in t) in acht verschiedenen europ. Ländern	36
3.11	Bruttoinlandsprodukt (in Mio. US-Dollar) durch CO_2 -Ausstoss (in Mio. Tonnen)	37
3.12	CO_2 -Ausstoss (in kg) der Industrie und des Baugewerbes pro Einwohner	38

Tabellenverzeichnis

2.1	Bewertung der vorgeschlagenen CP-Massnahmen	15
3.1	Aufstellung nationaler Förderprogramme (Stand 2004) (vgl. BMVIT (2004))	23
3.2	Abkürzungen der Ländernamen	27
3.3	Übersicht der prozentualen Änderungen bei den Umweltschutzinvestitionen zwischen 2003 und 2004	33
3.4	Ranking nach ISO 14001 und EMAS Zertifizierungen, absolut und pro Kopf (January 2006), vgl. Peglau	40

1 Einführung zum Thema Cleaner Production

1.1 Definition und Kernelemente des Cleaner Production

Unter dem Begriff Cleaner Production (CP) versteht man in erster Linie eine Strategie zur Steigerung der Ökoeffizienz eines Unternehmens. Das bedeutet, es sollen durch die Durchführung von präventiven Umweltschutzmassnahmen die natürlichen Ressourcen effizienter genutzt und damit die Belastung der Umwelt verringert werden.

Der Begriff Cleaner Production selbst wurde im Jahr 1989 vom United Nations Environment Programme (UNEP) geprägt und seither durch zahlreiche Programme weiter lanciert. Die Definition der UNEP zu Cleaner Production lautet:

„Cleaner Production is the continuous application of an integrated preventive environmental strategy to processes, products, and services to increase overall efficiency, and reduce risks to humans and the environment. Cleaner Production can be applied to the processes used in any industry, to products themselves and to various services provided in society.“

(Definition der UNEP) ¹

Die Cleaner Production Strategie zeichnet sich also dadurch aus, dass sie präventiven Charakter hat und eine konsequente Optimierung der hergestellten Produkte, der Produktionsprozesse sowie Dienstleistungen anstrebt. Dadurch soll erreicht werden, dass Schadstoffe entweder überhaupt nicht entstehen bzw., wenn sie sich nicht ganz vermeiden lassen, die Umweltbelastung so gering wie möglich ausfällt.

Kernelemente von Cleaner Production umfassen alle Bereiche eines Unternehmens und können in fünf Gruppen zusammengefasst werden (vgl. VanBerkel (1999)):

- Durch **Produktmodifikationen** soll eine längere Lebensdauer des Produktes, eine bessere Reparierbarkeit, einfachere Entsorgbarkeit sowie eine Verringerung

¹UNEP, International Declaration on Cleaner Production, (vgl. UNEP)

des Schadstoffausstosses während der Herstellung erreicht werden. Veränderungen an der Verpackung eines Produktes gehören ebenso zu diesem Bereich.

- **Technologische Veränderungen** beinhalten beispielsweise eine optimierte Prozesssteuerung, die Einführung neuer Technologien oder den Ersatz problematischer Anlagen.
- Unter **Input-Substitution** versteht man die Verwendung von umweltverträglicheren Roh- und Hilfsstoffen, und den Einsatz von Verbrauchsstoffen wie Schmier- und Kühlmittel mit einer längeren Lebensdauer.
- Unter sogenannten **Good Housekeeping** Massnahmen fasst man Veränderungen im Prozessbetrieb und -management zusammen, um Abfälle und Emissionen zu verringern. Beispiele hierfür sind Massnahmen gegen Störfälle, bessere Instruktion und Schulungen der Mitarbeiter.
- **Innerbetriebliches** oder **On-Site Recycling** bezieht sich auf die sinnvolle Verwendung von Abfällen oder Verbrauchsstoffen innerhalb des Unternehmens. Dazu gehören zum Beispiel geschlossene Kühlmittelkreisläufe, Wiederverwertung von Ausschuss oder die Aufbereitung und Wiederverwendung von Chemikalien.

Im Gegensatz zu CP-Massnahmen stehen die sogenannten nachgeschalteten oder „End-of-Pipe“-Massnahmen (EoP), die bereits entstandene Schadstoffe vermindern sollen. Beispiele hierfür sind Abluft- oder Abwasserreinigungsanlagen. End-of-Pipe Massnahmen wurden in der Vergangenheit bevorzugt durchgeführt, da sie in vielen Industrieländern durch eine Umweltpolitik im Stil von „Command and Control“, bei der Grenzwerte festgelegt und deren Einhaltung überwacht werden, gefördert wurden (vgl. Heim (2004)). Aus diesem Grund sind End-of-Pipe Massnahmen immer noch sehr verbreitet, wenngleich mittlerweile offenbar ein Umdenken stattgefunden hat und Unternehmen verstärkt auf präventive Massnahmen beim Umweltschutz setzen, wie in Kapitel 3 im europäischen Vergleich gezeigt wird.

Der grosse Vorteil von Cleaner Production, neben den positiven Effekten für die Umwelt, ist das erhebliche Potenzial zur Kostenreduktion. Mit oftmals geringem oder gar keinem Investitionsaufwand sind Energie- und Ressourceneinsparungen zu erreichen und damit Betriebskosten einzusparen. Somit kann die Cleaner Production Strategie für Unternehmen eine Win-Win-Situation darstellen, die für alle Firmen erstrebenswert sein

sollte²³.

1.2 Cleaner Production, integrierter Umweltschutz und Ökoeffizienz

Der Begriff und das Prinzip Cleaner Production umfasst ein recht umfangreiches Themengebiet, wobei es häufig auch Überschneidungen mit anderen Begriffen gibt. Diese Begriffe haben oft eine ähnliche oder gleiche Bedeutung, müssen jedoch im jeweiligen Zusammenhang voneinander abgegrenzt und erklärt werden. Begriffe wie integrierte oder vorsorgende (präventive) Umweltschutzmassnahmen sollen hier gleichbedeutend mit CP-Massnahmen verstanden werden, da sie in der betrieblichen Praxis auch so verwendet werden und alle Merkmale in der Definition von CP vorsorgenden Charakter haben. Wie sich bei einer Umfrage zu Cleaner Production bei über 1200 Schweizer Unternehmen herausgestellt hat, bevorzugen grössere Unternehmen vor allem den Begriff *integrierter Umweltschutz*, während kleinere Unternehmen den Begriff *präventiv* vorziehen. (vgl. Missler-Behr und Gress (2006)). Der Begriff Cleaner Production ist in der Schweiz wie im gesamten deutschsprachigen Raum wenig bekannt, deshalb wird heute auch verstärkt von Ökoeffizienz beim Umgang mit vorsorgendem Umweltschutz gesprochen.

Das Konzept der Ökoeffizienz wurde vom World Business Council for Sustainable Development (WBCSD) im Jahr 1992 geprägt und hat den Anspruch, ökonomischen und ökologischen Fortschritt zusammenzubringen (vgl. WBCSD (2000)). Das Motto dieses Konzeptes lautet vereinfacht gesagt: Mehr Werte schaffen und dabei weniger Ressourcen verbrauchen und die Umwelt weniger belasten (vgl. WBCSD (1998)). Zwischen Cleaner Production und Ökoeffizienz gibt es viele Überlappungen und einen ausserordentlich engen inhaltlichen Zusammenhang. Der Unterschied liegt eher in der Betrachtungsweise dieser Ansätze. Unter Cleaner Production versteht man die Identifikation und Durchführung von Massnahmen (Handlungsstrategie), während Ökoeffizienz als Zustand bzw. als Ziel angesehen werden kann, das es zu erreichen gilt (vgl. Howgrave-Graham und van Berkel (2006)).

In diesem Bericht werden die Bedeutungen der einzelnen Begriffe grosszügig ausgelegt und zwei grundsätzlich verschiedene Ansätze unterschieden. Auf der einen Seite wird von

²Fallbeispiele zu erfolgreich durchgeführten CP-Programmen, die auch die Kostenersparnis aufzeigen, finden sich in Kapitel 2.

³Für eine genauere Einführung zum Thema CP siehe z.B. Heim (2004), VanBerkel (1999).

Cleaner Production oder vorsorgendem (integriertem) Umweltschutz gesprochen, dessen Ziel eine Steigerung der Ökoeffizienz und damit eine Vermeidung von Schadstoffen ist, und auf der anderen Seite von nachgeschaltetem Umweltschutz, der mit „End-of-Pipe“-Massnahmen Schadstoffe im Nachhinein reduziert.

2 Fallbeispiele zu erfolgreich durchgeführten CP-Programmen in der Schweiz

Wie bereits angesprochen muss Cleaner Production nicht unbedingt mit hohen Investitionskosten verbunden sein. Es lassen sich vielmehr oft bereits durch einfache Massnahmen Einsparungen erzielen. Wie solche Massnahmen konkret aussehen können, soll im Folgenden durch zwei Fallbeispiele gezeigt werden. Es werden zwei CP-Projekte des Instituts für Ecopreneurship der FHNW¹ vorgestellt, die einen Einblick in den Ablauf und die möglichen Erfolge von CP-Projekten ermöglichen sollen. Bei den Firmen handelt es sich um zwei mittelgrosse Unternehmen in Basel bzw. Winterthur, die in den Jahren 2001 bzw. 2002 jeweils einen Quick Scan und anschliessend ein weiterführendes CP-Assessment durchführen liessen. Dabei wurden umfangreiche Verbesserungsvorschläge gemacht, die zum Teil sehr rasch durchgeführt werden konnten, zum Teil zu einem späteren Zeitpunkt implementiert werden sollten.

Um herauszufinden, welche Erfahrungen mit der Umsetzung der Vorschläge in den letzten Jahren gemacht wurde und wie erfolgreich, insbesondere auch hinsichtlich der Kosteneinsparung, die Durchführung des Programms war, wurden ausführliche Interviews mit den für das Programm zuständigen Mitarbeitern geführt.

2.1 Firma Valorec Services AG

2.1.1 Informationen zum Unternehmen

Die Valorec Services AG ist in der Hochtemperaturverwertung von Sonderabfällen tätig. Sie besteht in ihrer heutigen Form seit dem Jahr 2001 und ist eine Tochterfirma der Veolia Environment Gruppe. Diese entstand aus der bereits 1853 in Paris gegründeten Firma

¹ehemals Institut für Umwelttechnik der FHBB

Générale des Eaux, welche zunächst in der Wasserversorgung bzw. Wasseraufbereitung tätig war. Die Valorec AG selbst wurde 1998 als eine Tochter von Novartis gegründet und im Jahr 2001 von der Veolia Environment als Valorec Services AG übernommen (vgl. Valorec). Das Unternehmen betreibt zum einen die *Regionale Sondermüllverwertungsanlage* (RSMVA) in Basel, und zum anderen zwei Abfalllösungsmittelverwertungsanlagen in Schweizerhalle. Gegenstand des Projektes war die Sondermüllverwertungsanlage in Basel. Die Valorec Services AG ist nach ISO 9001 und seit 1999 nach ISO 14001 zertifiziert.

Betriebsbeschreibung (vgl. FHBB/Valorec):

- Prozesse
Anlieferung, Registrierung und Beschickung der Sonderabfälle, Verbrennung im Drehrohfen, Nachverbrennung der Rauchgase, Wärmerückgewinnung im Abhitzekeessel, Rauchgaswäsche, Rauchgasentstickung (DENOX), Behandlung der sauren und alkalischen Abwasserströme
- Stoffe
Inputs: Feste, flüssige und gasförmige Sonderabfälle, Wasser, Chemikalien für Rauchgaswäsche, Rauchgasentstickung und Abwasserbehandlung
Outputs: Schlacke (Reststoffqualität), Metallhydroxidschlämme
- Energie
Verbrauch von Öl und Erdgas im Prozess, Produktion von Dampf

2.1.2 Ablauf des Projektes

Der Betriebsleiter der RSMA wurde durch einen Zeitungsartikel auf das Impuls-Projekt-Umwelt der Fachhochschule aufmerksam, worauf er sich entschloss, einen Quick Scan durchführen zu lassen. Bei dieser ersten Betriebsbesichtigung wurde festgestellt, dass grundsätzlich Potenzial für CP-Massnahmen vorhanden ist. Im Anschluss daran wurde ein intensives CP-Assessment durchgeführt. Hierbei untersuchten Studenten im Rahmen von Seminararbeiten einzelne Prozesse im Unternehmen hinsichtlich Stoff- und Energieflüssen genau, woraufhin Massnahmen zur Effizienzverbesserung vorgeschlagen werden konnten.

2.1.3 Durchgeführte Massnahmen und Resultate

Es wurden vor allem im Bereich der grössten Wasserverbraucher, die bei der Drehrohfen-Stirnwandkühlung und der Rauchgaswäsche zu finden sind, eingehende

Massnahme	Wirtschaftl. Machbarkeit	Umweltnutzen	Technische Machbarkeit	Organisat. Machbarkeit	Total Punkte
1 Überwachung der Wasserverbräuche in der Rauchgasreinigung (Monitoring)	**	*	**	***	8
2a Optimierung der Stirnwandkühlung (Erhöhung der Kreislauftemperatur)	***	***	**	**	10
2b Einbau Luft/Wasser Wärmetauscher für Stirnwandkühlung	**	***	**	**	9
3 Rückführung und Wiederverwendung des aufbereiteten (sauren) Abwasserstromes in Stufe 2	*	*	** (A)	**	6
4 Rückführung und Wiederverwendung des aufbereiteten (alkalischen) Abwasserstromes in Stufe 4	*	*	** (A)	**	6
5 Abkühlung der Rauchgase vor Eintritt in Rauchgaswäsche	**	*	* (A)	***	8
6 Überprüfung der Wirkungsgrade der Umwälzpumpen ggf. Ersatz der Pumpen	A	A	**	**	4

Die fettgedruckten Massnahmen wurden umgesetzt.

(Quelle: Unterlagen der Firma Valorec Services AG)

A: weitere Abklärungen notwendig

Tabelle 2.1: Bewertung der vorgeschlagenen CP-Massnahmen

Analysen durchgeführt. Dadurch konnten insgesamt sechs Massnahmen erarbeitet werden, die zum Teil ein erhebliches Wassereinsparpotential bargen.

Durch den Einsatz von Wasserdurchflusszählern und Simulationen mit dem Programm CHEMCAD, das einen Vergleich der Energiebilanz zwischen Simulation und Praxis ermöglicht, wurde ein nicht optimaler Wärmetauscher im Bereich der Stirnwandkühlung identifiziert. Es konnte ermittelt werden, dass eine Erhöhung der Kreislauftemperatur und eine optimierte Niveauregelung den Wasserverbrauch erheblich senken könnten. Diese Massnahme, die das grösste Einsparpotential barg, wurde umgesetzt und die Temperatur von 45 auf 60 Grad Celsius erhöht und die Regelung im Wassertank verbessert. Allein durch diese Massnahme, die keine Investitionskosten erforderte und den Prozess nicht beeinflusste, konnte die Wasserdurchflussmenge von ca. 65 m³/h auf ca. 30 m³/h verringert werden. Dies entspricht einer Reduzierung des Wasserverbrauchs von über 45% und bedeutet, neben dem Umweltgesichtspunkt, eine jährliche Einsparung von etwa 67000 Franken für das Unternehmen.

Neben dieser Massnahme wurde auch eine regelmässige Überwachung (Monitoring) der Wasserverbräuche in der Rauchgasreinigung umgesetzt, zu diesem Zweck wurde unter anderem auch ein geeignetes Messgerät angeschafft. Einen Überblick über die vorgeschlagenen Massnahmen findet sich in Tabelle 2.1, in der auch die Bewertung und Machbarkeit der einzelnen Vorschläge dargestellt ist.

2.1.4 Bewertung des Projektes

Aufgrund der beträchtlichen Einsparungen bewertet das Unternehmen das Projekt überaus positiv, vor allem da Massnahmen durchgeführt werden konnten, die keine oder nur sehr geringe Investitionen erforderten. Aus Kostengründen bzw. aus anderen betrieblichen Gründen wurden nicht alle Vorschläge sofort umgesetzt, das Unternehmen erachtet jedoch das Thema Umweltschutz als zentrale Aufgabe und ist bestrebt, durch eine kontinuierliche Verbesserung von Prozessen und Erneuerung von Betriebstechnik Effizienzsteigerungen zu erreichen.

Die Entscheidungen zu Investitionen erfolgen zwar in erster Linie aus betriebswirtschaftlichen Gründen, doch genau hier setzt der Gedanke von Cleaner-Production-Projekten an, in dem bisher unerkannte Einsparmöglichkeiten aufgezeigt werden und in der Folge auch neue Methoden und Sichtweisen in den betrieblichen Alltag einfließen können. Nach Angaben des Unternehmens wurde dies durch das Projekt erreicht.

2.2 Firma CWK

2.2.1 Informationen zum Unternehmen

Die Firma CWK Division der Coop, Basel, ist Entwickler, Hersteller und Abfüller verschiedener Reinigungsmittel, Kosmetika sowie Körper- und Haarpflegeprodukten und beschäftigt derzeit über 125 Mitarbeiter. Gegründet wurde das Unternehmen 1945 als Coop Seifenfabrik, nach einer Neuausrichtung im Jahr 1994 entwickelte sich das nun in CWK umbenannte Unternehmen durch kontinuierliche Neuentwicklungen und Sortiments- und Betriebserweiterungen zu einem akkreditierten Partner von renommierten nationalen und internationalen Markenartikel-Unternehmen. Seit 2004 ist die CWK in die Coop-Gruppe integriert. Im Jahr 2003 wurde das Unternehmen ISO 9001 zertifiziert, eine Umweltmanagement-Zertifizierung mit ISO 14001 wurde im Jahr 2006 erfolgreich abgeschlossen (vgl. CWK).

Die Schwerpunkte des Unternehmens liegen in der Entwicklung, Herstellung und Konfektionierung von flüssigen Produkten und Emulsionen in folgenden Bereichen:

- Kosmetika und Natur-Kosmetika
- Aerosole / Non Aerosole
- Haushalt-Pflegeprodukte
- Industrie-Reiniger
- Öko-Reiniger

Betriebsbeschreibung (vgl. FHBB/CWK):

- Prozesse

Die Produktionsprozesse lassen sich in folgender Graphik zusammenfassen:



- Stoffe

Jährlicher Trinkwasserverbrauch: ca. 50000 m³ für Kühl- und Fabrikationszwecke. Rohstoffe, z.B. Tenside, Phosphorsäure, Kalilauge, Wasserglas, Parfüme, Alkohole. PE-Bidons haben den grössten Anteil bei den Kunststoffverpackungen.

- Energie

Es werden pro Jahr ca. 1.2 Mio kWh Strom und 4800t Prozessdampf benötigt. Der Energieverbrauch pro Tonne Produkt lag im Jahr 2002 bei 972 MJ.

2.2.2 Ablauf des Projektes

Der Quick Scan durch die Fachhochschule wurde im April 2001 durchgeführt, dabei wurden Verbesserungspotenziale in den Bereichen Wasser, Druckluft, Abfall und Verpackung ausgemacht. Im Rahmen einer Diplomarbeit wurde daraufhin ein viermonatiges CP-Assessment durchgeführt, in dem mögliche Massnahmen näher untersucht wurden.

2.2.3 Durchgeführte Massnahmen

Es wurden zahlreiche Verbesserungsansätze gefunden, die zum grossen Teil umgesetzt werden konnten. Im **Druckluftbereich** wurden Leckagen identifiziert und abgedichtet, eine Verbindung zwischen zwei weitgehend voneinander getrennten Netzen hergestellt, und es wurden weitere kleinere Massnahmen durchgeführt, die alle dem Bereich Unterhalt zuzuordnen sind.

Im Bereich **Wasser** fanden sich vor allem Potenziale bei der Reinigung von Containern und Lagertanks. Hier wurde ein spezielles Reinigungsprogramm mit einer Zeit- und Temperatursteuerung eingeführt, um den Wasser- und Energieverbrauch zu reduzieren. Des weiteren wurden Schulungen der Mitarbeiter durchgeführt, um einen verantwortungsvollen Umgang sicherzustellen und unnötigen Verbrauch zu minimieren.

Bei der **Verpackung** der Produkte wurde eine Wiederverwertung gebrauchter PE-Bidons beschlossen, da eine Ökobilanzierung der Bidons zeigte, dass damit eine deutliche Reduzierung der Umweltbelastung gegenüber der direkten Entsorgung in Kehrichtverbrennungsanlagen oder Zementwerken erreicht wird.

Eine genaue Bezifferung der Einsparungen durch oben genannte Massnahmen ist nicht möglich, da der Verbrauch nur mit sehr hohem Aufwand den einzelnen Massnahmen zugerechnet werden könnte. Eine grobe Schätzung der Fachhochschule ergibt für das Druckluftsystem eine Einsparung von etwa 10000 CHF bis 15000 CHF pro Jahr, im Bereich Wasser bringt das Reinigungsprogramm für Container und Tanks eine Kostenreduktion von geschätzten 4000 CHF pro Jahr (vgl. FHBB/CWK).

Genaue Zahlen gibt es für den Bereich **Abfall**, wo seit der Einführung einer konsequenten Abfalltrennung aller Abfälle und durch den anschliessenden Verkauf an eine Recyclingfirma Geld verdient wird, anstatt die Entsorgung der Abfälle bezahlen zu müssen. Durch die Abfalltrennung fällt, abgesehen vom normalen Kehricht aus Papierkörben etc., kein Mischkehricht mehr an.

Für das Jahr 2006 ergibt sich nach Angaben der CWK folgende Aufstellung:

Abfall insgesamt:	411 Tonnen	
Abfall Recycelt:	199 Tonnen	
Gesamterlös		12500 CHF

Dieser setzt sich zusammen aus:

Karton:	152 Tonnen	3000 CHF
PE-Material:	17 Tonnen	2500 CHF
Eisen, etc.:	27 Tonnen	7000

2.2.4 Bewertung des Projektes

Das Unternehmen war mit der Arbeit sehr zufrieden und zeigte sich von den ökonomischen Vorteilen positiv überrascht. Auch hier wurden vor allem Massnahmen mit geringem Investitionsaufwand identifiziert und umgesetzt. Die positive Einstellung des Unternehmens zum Umweltschutz, die zur Teilnahme am CP-Projekt führte, wurde

durch den gelungenen Verlauf noch bestärkt. In den Jahren nach dem Projekt und im Zuge der ISO 140001 Zertifizierung wurden zahlreiche weitere Veränderungen vorgenommen, angefangen von einer Neuregulierung der Heizung, der Sanierung der Beleuchtung, Isolation von Leitungen (Dampf, Heizung) und zahlreichen weiteren kleineren Massnahmen, bis hin zu einer Umstellung der Produktion (Kaltherstellung von Lotionen). Dass das Unternehmen auch vor hohen Investitionen beim Umweltschutz nicht zurückschreckt, zeigt sich bei der derzeitigen Installation einer Photovoltaikanlage, die im Jahr 2008 eine Energie von etwa 500000 kWh erzeugen soll.

2.3 Abschliessende Bemerkungen zu den Fallbeispielen

Die beiden angeführten Unternehmen sind zwei Beispiele für einen positiven Verlauf von CP-Projekten. Das muss allerdings nicht immer der Fall sein. Nachfragen bei anderen Unternehmen haben zum Teil ergeben, dass bei ähnlichen Projekten nur sehr wenige oder gar keine Massnahmen umgesetzt werden konnten bzw. wollten. Dies wurde z.B. darauf zurückgeführt, dass die Massnahmen zu hohe Investitionskosten benötigen oder mit Betriebsabläufen nicht vereinbar sind. Nicht auszuschliessen sind aber auch ein mangelnder Wille zu einem Umdenken bei gewohnten und eingespielten Abläufen und Produktionsprozessen seitens der Unternehmen oder eine zu geringe Berücksichtigung von Unternehmensinteressen seitens der Projektdurchführenden.

Auch wenn solche Projekte nicht immer zu einem bahnbrechenden Erfolg führen und in ihrer Anzahl begrenzt sind, können sie dennoch einen wichtigen Beitrag zur Steigerung der Öko-Effizienz insgesamt leisten, da sie als Vorbild für andere dienen und zu einem Umdenken in Richtung effizienterer und umweltschonenderer Produktion führen können. Neben anderen Massnahmen und Anreizsystemen spielen diese Projekte dadurch eine wichtige Rolle bei der Verbreitung von vorsorgendem Umweltschutz.

3 CP in Europa - Ein Vergleich beim integrierten Umweltschutz

In diesem Kapitel soll ausführlich auf das Hauptthema dieses Berichtes eingegangen werden, nämlich die Entwicklung und der derzeitige Stand des integrierten Umweltschutzes in verschiedenen europäischen Ländern. Dazu werden in Abschnitt 3.1 einige Beispiele von Cleaner-Production Projekten und ähnlichen Programmen angeführt, die einen ersten Überblick der bisher durchgeführten Bemühungen zur Verbreitung von vorsorgendem Umweltschutz geben. Im Anschluss wird in Abschnitt 3.2 auf existierende Studien zum Thema hingewiesen und auf Probleme bei der Durchführung solcher Studien eingegangen. In Abschnitt 3.3 werden Daten des statistischen Amtes der Europäischen Union (Eurostat) und des Schweizer Bundesamts für Statistik ausgewertet, die einen Vergleich von CP und End-of-Pipe Investitionen zwischen zahlreichen Ländern der EU und der Schweiz ermöglichen. In Kapitel 3.4 werden anhand von verschiedenen Kennzahlen der einzelnen Länder weitere Unterschiede untersucht, in Abschnitt 4 wird schliesslich verstärkt auf diese Unterschiede eingegangen und die wichtigsten Ergebnisse zusammengefasst.

3.1 Beispiele von CP-Projekten in Europa

Es gibt zahlreiche Programme und Projekte, die sich zum Ziel gesetzt haben, vorsorgenden Umweltschutz zu fördern. Eine gewisse Unsicherheit gibt es dabei bei der Abgrenzung zu anderen oder ähnlichen Projekten. Das heisst, es stellt sich die Frage, welche Projekte man direkt CP zuordnen kann und welche sich nur zum Teil oder indirekt mit diesem Thema beschäftigen. Das europäische Cleaner Production Netzwerk **PREPARE** (Preventive Environmental Protection Approaches in Europe) zählt sicherlich zur ersten Kategorie. Dieses Netzwerk ist an erster Stelle zu nennen, wenn es um die Verbreitung von Cleaner Production in Europa geht. Die Hauptziele des Netzwerkes sind die Verbreitung der Strategie Cleaner Production durch nationale Programme, Initiativen und Netzwerke, sowie die Förderung von Innovationen, Wissen und Fähigkeiten bei

Entscheidungsträgern in der Gesellschaft. Um diese Ziele erreichen zu können, werden Aktivitäten auf drei verschiedenen Ebenen ausgeführt:

- Die **Netzwerk-Aktivitäten** zielen auf die Ausweitung des Netzwerks durch das Etablieren von Kontakten mit Entscheidungsträgern in Industrie, Politik und Forschung ab.
- Durch die **Forschungs-Aktivitäten** sollen Innovationen in Forschung und Entwicklung gefördert werden.
- Die **Programm-Aktivitäten** sind auf die Werbung für Politik-Programme ausgerichtet, die Cleaner Production sowie nachhaltige Produkte und Dienstleistungen fördern.

Nähere Informationen zu PREPARE und die teilnehmenden Länder sind auf der Homepage des Netzwerkes einzusehen (vgl. PREPARE).

Auf nationaler Ebene sollen in diesem Zusammenhang noch einige Beispiele für Projekte und Organisationen angeführt werden, die sich insbesondere um die Verbreitung von Cleaner Production in kleinen und mittleren Unternehmen bemühen. Dazu zählen:

- Die Effizienz-Agentur Nordrhein-Westfalen (EFA) in Deutschland (vgl. Effizienz-Agentur)
- Das Ökologische Projekt Für Integrierte Umwelt-Technik (Ökoprofit) in Österreich (Graz) (vgl. Ökoprofit)
- Die Projekte der Fachhochschule Nordwestschweiz in Basel (vgl. FHNW)

Neben Programmen, die sich zum Ziel gesetzt haben, die Ökoeffizienz in Unternehmen durch die Beratung der Unternehmen selbst zu steigern, gibt es Förderprogramme, die die Entwicklung von neuen Technologien und Verfahren auf dem weiten Gebiet der Nachhaltigkeit unterstützen. Ein Beispiel hierfür ist das Österreichische Programm „Nachhaltig Wirtschaften“ des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie (BMVIT). In Tabelle 3.1 sind neben dieser Programmlinie ähnliche Programme in verschiedenen Ländern Europas zusammengefasst.

In der Schweiz gibt es ähnliche Projekte des Bundesamtes für Umwelt (BAFU) zur Technologieförderung, Umweltbildung und Umweltforschung¹.

Diese Aufstellung stellt nur eine kleine Auswahl der bestehenden Programme dar, eine umfassende Aufstellung der zahlreichen bestehenden und laufend neu ins Leben

¹vgl. http://www.umwelt-schweiz.ch/buwal/de/fachgebiete/fg_tech/index.html, Stand: 12.03.2007

Land	Programmtitel	Jährliches Budget in Mio. Euro	Start	Anzahl der geförderten Projekte
Österreich	Fabrik der Zukunft	10,5	2001	88
Belgien	Sustainable Technology Development	34	2002	200
Dänemark	Programme for Cleaner Products	11	1999	500
Deutschland	Sozial-ökologische Forschung	8	2000	99
	Forschung für Nachhaltigkeit	36	1997	450
	Forschung für die Produktion von morgen	6	1999	110
Finnland	Nachwachsende Rohstoffe	26,1		
	SUNARE - Sustainable Use of Natural Resources	2,5	2001	35
	Research Programme for Environmental Policy	2,5		90
Grossbritannien	Science in Society Programme of the Economic & Social Research Council (ESRC)	2,5	2002	25
	Sustainable Technologies Initiative	3	2000	75
	Technologie Programme	150	2004	
Irland	Environmental Research and Technological Development and Innovation (ERTDI) Programme	4,5	2000	230
Niederlande	Ecology, Economy and Technology (EET)	38	1996	320
	Environment and Technology Programm (ETP)	4,8	1989	750
	Innovation Subsidy for Innovation Projects	90	2004	

Tabelle 3.1: Aufstellung nationaler Förderprogramme (Stand 2004) (vgl. BMVIT (2004))

gerufenen Programme, vor allem auf europäischer Ebene ist nahezu unmöglich. Sie soll lediglich die Bedeutung der Förderung von Forschung im Bereich des nachhaltigen Wirtschaftens deutlich machen. Für einen sinnvollen Vergleich oder für eine Bewertung der Fortschritte beim vorsorgenden Umweltschutz in einzelnen Ländern sind diese Angaben wenig geeignet.

3.2 Untersuchungen auf dem Gebiet des vorsorgenden Umweltschutzes in Europa

Um einen Vergleich mit Hilfe von empirischen Untersuchungen zwischen einzelnen Ländern anstellen zu können, bedarf es geeigneter Daten zu der Frage, welche Art des Umweltschutzes Unternehmen bevorzugen. Gute Daten in diesem Bereich sind nur schwer zu generieren, da die Übergänge von nachsorgenden zu vorsorgenden Massnahmen fließend sind und die Differenzierung zwischen End-of-Pipe und Cleaner Production Massnahmen für die Unternehmen somit oft äussert schwierig ist. Auf diese Probleme wird in den folgenden Kapiteln genauer eingegangen.

In einer Studie des Zentrums für Europäische Wirtschaftsforschung (ZEW) im Jahr

2004 (vgl. Frondel u. a. (2004)) werden anhand von Ergebnissen einer OECD Umfrage Faktoren von Unternehmen aus sieben OECD-Ländern identifiziert, die Unternehmen dazu veranlassen, vorsorgende oder nachgeschaltete Umweltschutzmassnahmen durchzuführen. Bei der Umfrage wurden die Unternehmen gebeten anzugeben, welcher Art die von ihnen durchgeführten Umweltschutzmassnahmen überwiegend waren². Dabei hatten die Unternehmen die Wahl zwischen zwei alternativen Massnahmen:

- *Änderungen des Produktionsprozesses zur Reduktion von Schadstoffemissionen und/oder Verringerung des Ressourcenverbrauchs, und*
- *End-of-Pipe Technologien, die die Emissionen von Schadstoffen reduzieren und/oder es ermöglichen, Ressourcen wiederzuverwenden.*

Die Ergebnisse der vier beteiligten europäischen Länder Deutschland, Frankreich, Norwegen und Ungarn sind in Abbildung 3.1 zu sehen. Demnach überwiegt in allen Ländern Cleaner Production, wobei der Unterschied zwischen CP und End-of-Pipe in Deutschland am geringsten, in Frankreich am grössten ist. Dieses Vorgehen ist für die weitere Auswertung durchaus legitim und soll hier nicht kritisiert werden, allerdings sollten die ermittelten Verhältnisse zwischen CP und End-of-Pipe auch nicht überbewertet werden. Es besteht hier die Problematik, dass sich die Unternehmen zwischen den zwei „Extremen“ entscheiden müssen, wobei die Abgrenzung zwischen den beiden Arten schwierig ist und viele Unternehmen sowohl End-of-Pipe als auch CP-Massnahmen durchführen.

Im Kontext einer eigenen Untersuchung bei Schweizer Unternehmen im Jahr 2005 wurde eine ähnliche Frage gestellt, nur mit dem Unterschied, dass auch „beide Arten“ sowie „weiss nicht“ Antworten zugelassen waren. Die Ergebnisse sind in Abbildung 3.2 zu sehen. Die oben genannte Vermutung der schwierigen Zuordnung wird bestätigt, da insgesamt über die Hälfte der Unternehmen sowohl CP als auch EoP-Massnahmen bevorzugen (42%), bzw. sich nicht sicher sind und keine Antwort geben können (11%). Ein wirklicher Erkenntnisgewinn hinsichtlich der tatsächlichen Verbreitung von Cleaner Production kann auf diesem Weg daher nur beschränkt erzielt werden. Aus diesem Grund wird in Kapitel 3.3 eine andere Art von Untersuchung zum Thema Cleaner Production vorgestellt.

²Der Fragebogen ist auf der OECD-Seite abrufbar, www.oecd.org/env/cpe/firms, Stand: 20.04.2007

3.2 Untersuchungen auf dem Gebiet des vorsorgenden Umweltschutzes

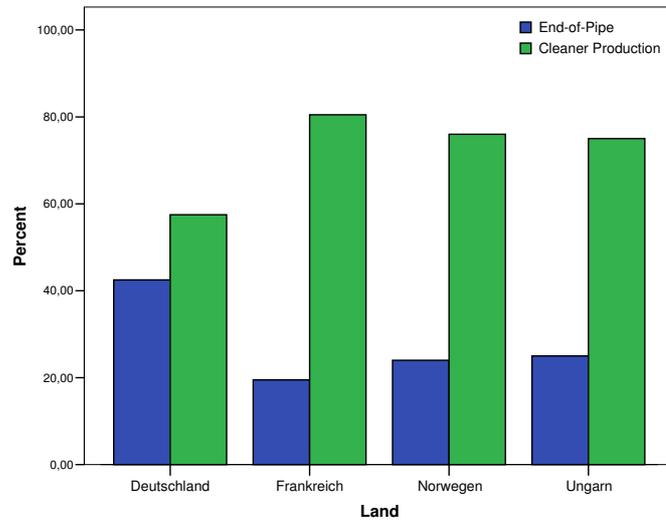


Abb. 3.1: Bevorzugte Art des Umweltschutzes in vier europäischen Ländern (vgl. Frondel u. a. (2004))

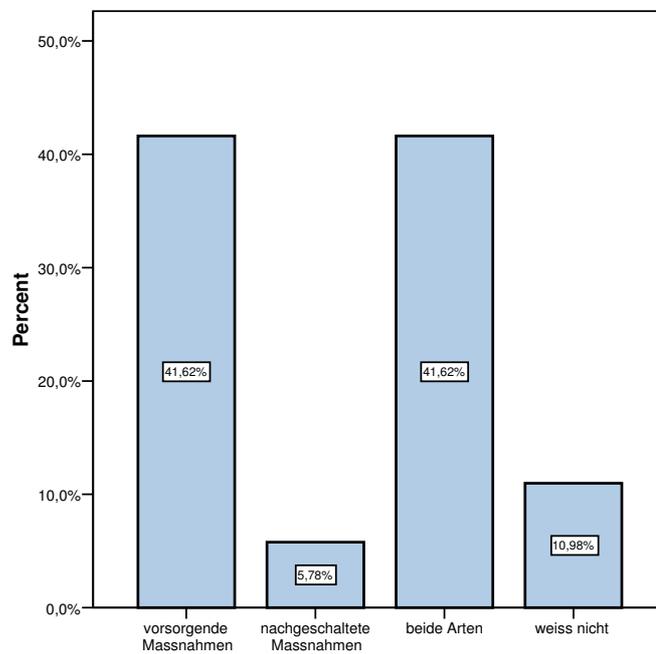


Abb. 3.2: Bevorzugte Art des Umweltschutzes in Schweizer Unternehmen

3.3 Vergleich anhand von Umweltschutzausgaben der Unternehmen

Diese weitere Möglichkeit, den Verbreitungsgrad von vorsorgenden Umweltschutzmassnahmen zu bestimmen, besteht in der Auswertung von Daten der nationalen statistischen Ämter, die im europäischen statistischen Amt Eurostat zusammengefasst und vereinheitlicht werden. Geeignet für eine solche Untersuchung sind in erster Linie die Umweltschutzausgaben der Unternehmen in den jeweiligen Ländern. Diese Ausgaben werden schon seit dem Jahr 1990 mit einem einheitlichen Fragebogen durch die nationalen Ämter erhoben. Wurde zu Beginn der Erhebungen noch nicht zwischen vorsorgenden und nachgeschalteten Ausgaben für den Umweltschutz unterschieden, liegen seit 2001 auch separate Ausgaben für CP- und End-of-Pipe- Massnahmen sowie laufende Ausgaben vor³ (vgl. Eurostat (2004), Eurostat (2007)). Der Vorteil dieser Fragemethode liegt darin, dass hier nicht die bevorzugte Art des Umweltschutzes erhoben wird, sondern die einzelnen Ausgaben für beide Arten detailliert abgefragt werden und so ein quantitatives Ergebnis für alle Unternehmen durch Hochrechnung ermittelt werden kann. Die Angaben erfolgen also weniger subjektiv als bei der Frage nach den bevorzugten Massnahmen und im Idealfall können die Ausgaben exakt bewertet werden.

Für die Länder in den Abbildungen der folgenden Abschnitten werden Abkürzungen verwendet, die in Tabelle 3.2 erläutert werden.

Die Schweizer Ausgaben für den betrieblichen Umweltschutz sind nicht über Eurostat verfügbar, sondern wurden einer entsprechenden Schweizer Untersuchung entnommen, die der Erhebung der anderen Staaten entspricht (vgl. BFS (2006)). Der für die Untersuchung verwendete Fragebogen und der Kontenrahmen entspricht den Vorgaben von Eurostat/OECD und ist somit mit den anderen Ländern vergleichbar.⁴ Gegebenenfalls vorkommende Abweichungen bei den veröffentlichten Daten werden im jeweiligen Zusammenhang erläutert.

Tabelle 3.2: Abkürzungen der Ländernamen

Abkürzung	Land
AT	Österreich
CH	Schweiz
DE	Deutschland
EE	Estland
ES	Spanien
FI	Finnland
FR	Frankreich
HU	Ungarn
IT	Italien
LT	Lettland
LV	Litauen
NL	Niederlande
NO	Norwegen
PT	Portugal
RO	Rumänien
SE	Schweden
SI	Slowenien
SK	Slowakei
UK	Grossbritannien

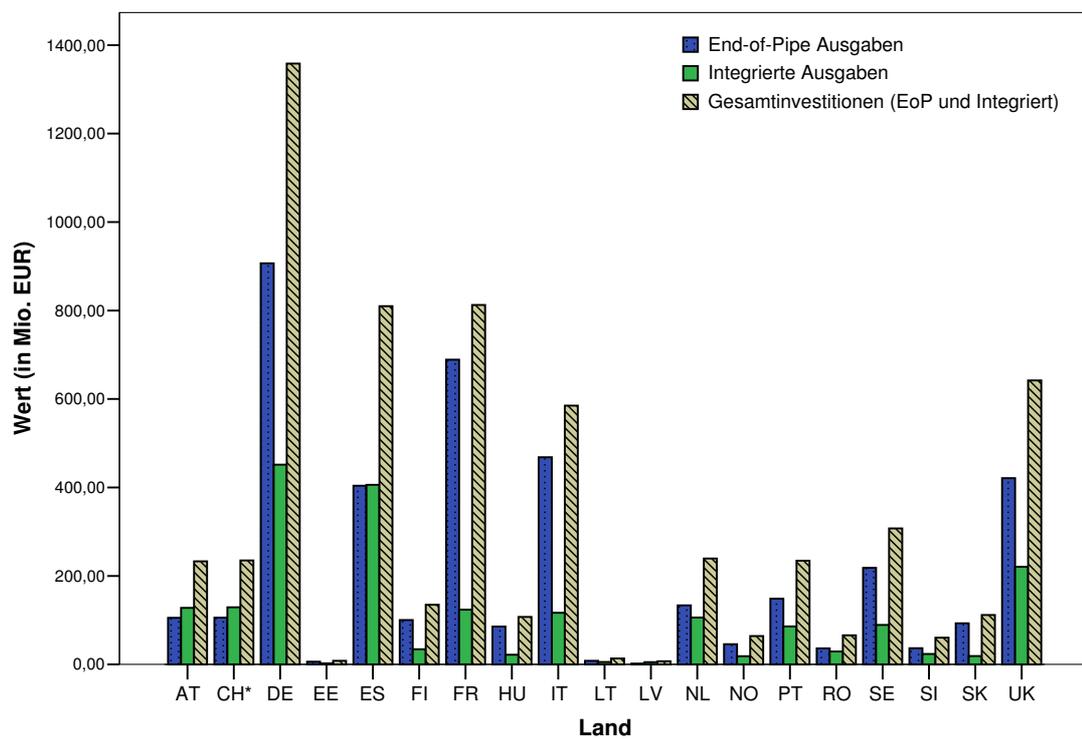


Abb. 3.3: Überblick über die Umweltschutzausgaben (in Mio. EUR) im verarbeitenden Gewerbe (Sektor D, Jahre 2003 bzw. 2004)

3.3.1 Überblick über die Umweltschutzausgaben

In Abbildung 3.3 sind die absoluten End-of-Pipe-, Cleaner Production-, sowie Gesamtinvestitionen von Unternehmen des produzierenden Gewerbes angeführt (Sektor D⁵ aller Länder dargestellt, von denen diese Daten verfügbar waren. Es handelt sich dabei bei den meisten Ländern um die Investitionen im Jahr 2004, lediglich bei Italien, Schweden, Grossbritannien und der Schweiz sind die letzten verfügbaren Daten aus dem Jahr 2003. Der Stern (*) bei der Schweiz soll darauf hinweisen, dass die Schweizer Daten nicht von Eurostat, sondern aus einer Untersuchung des Bundesamtes für Statistik stammen, wobei die Währungsumrechnung CHF/EUR mit dem durchschnittlichen Wechselkurs des Jahres 2003 durchgeführt wurde. Ausserdem ist anzumerken, dass bei der Schweiz nur die Investitionen von Unternehmen mit mehr als 20 Mitarbeitern berücksichtigt sind. Die Investitionen von den kleineren Unternehmen machen zwar nur einen geringen Teil aus (vgl. BFS (2006), dennoch sind die Schweizer Investitionen im Vergleich zu den anderen Ländern etwas⁶ zu gering und der etwa zwischen 10 und 15 Prozent zu niedrige Wert muss bei der Interpretation mit berücksichtigt werden.

Wie nicht anders zu erwarten, entspricht die Höhe der Gesamtinvestitionen im Umweltschutz ungefähr der Grösse eines Landes bzw. seiner wirtschaftlichen Leistungsfähigkeit. Demnach hat Deutschland die mit Abstand höchsten Ausgaben, während die Unternehmen in Ländern wie Estland, Lettland oder Litauen nur sehr wenig in betriebliche Umweltschutzmassnahmen investieren. Sehr interessant ist allerdings das unterschiedliche Verhältnis von End-of-Pipe zu integrierten Ausgaben. Anders als in Abbildung 3.1, in der die integrierten Umweltschutzmassnahmen deutlich bevorzugt wurden, sieht hier das Ergebnis völlig anders aus. Vor allem in Deutschland, Frankreich, Italien und Grossbritannien, aber auch in fast allen anderen Ländern übersteigen die End-of-Pipe Investitionen die Investitionen in integrierte Massnahmen. Lediglich in Österreich, der Schweiz sowie in Spanien ist das Verhältnis umgekehrt, wenn auch nur relativ knapp. Dieses Ergebnis ist insofern überraschend, da es den Ergebnissen der Untersuchung aus Kapitel 3.2 deutlich widerspricht und zeigt, dass Investitionen in End-of-Pipe Techno-

³Diese Erhebungen sind allerdings noch lückenhaft, so dass nicht für alle Länder und Jahre Daten zur Verfügung stehen.

⁴siehe <http://www.bfs.admin.ch/bfs/portal/de/index/themen/02/05/blank/dos/01.html>, Stand 24.04.2007

⁵Sowohl in der Branchenordnung der EU (NACE) als der der Schweiz (NOGA) werden mit dem Buchstaben D alle Branchen des produzierenden Gewerbes bezeichnet.

⁶Der Anteil der Kleinstunternehmen an den Gesamtinvestitionen beträgt ca. 14%.

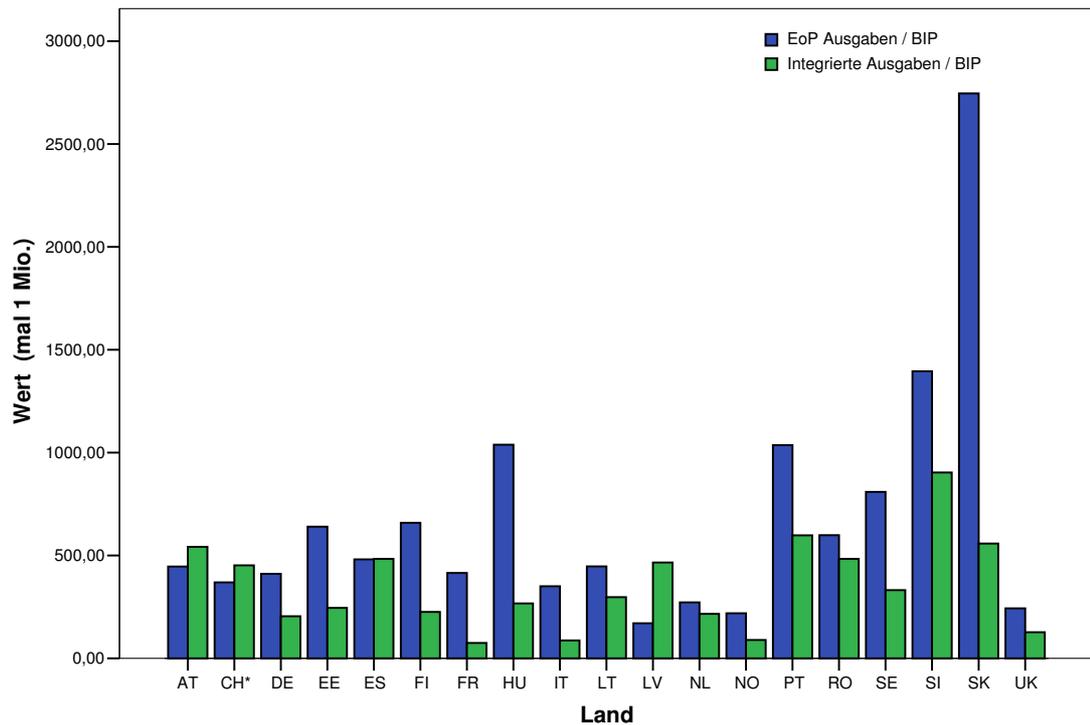


Abb. 3.4: Vergleich End-of-Pipe und Integrierte Umweltschutzausgaben geteilt durch jeweiliges BIP (Sektor D)

logien weiterhin eine wichtige Rolle spielen.

Um die Investitionen in den Ländern besser miteinander vergleichen zu können, werden in den Abbildungen 3.4 und 3.5 die End-of-Pipe und integrierten Investitionen im Verhältnis zum Bruttoinlandsprodukt (BIP) und der Einwohnerzahl des jeweiligen Landes angegeben⁷. Die Verhältnisse zwischen CP- und End-of-Pipe der Länder bleiben natürlich erhalten, allerdings unterscheiden sich die Abstände zwischen den Ländern erheblich voneinander, je nachdem, welche Abbildung man betrachtet. Vergleicht man die Investitionen in den Ländern hinsichtlich des BIP, hat die Slowakei mit Abstand die höchsten EoP Investitionen, während Slowenien die höchsten Ausgaben bei den integrierten Massnahmen hat. Österreich, Schweiz und Deutschland finden sich bei den EoP Investitionen im Mittelfeld wieder, während bei den integrierten Investitionen Deutschland sehr schlecht abschneidet. Lediglich Frankreich, Italien und Norwegen investieren nach diesem Vergleich weniger.

In Abbildung 3.5, bei den Investitionen pro Einwohnerzahl, sieht das Ergebnis an-

⁷Zur besseren Lesbarkeit werden die Investitionen (EUR) durch Mio. EUR Bruttoinlandsprodukt bzw. durch Einwohnerzahl in Mio. geteilt.

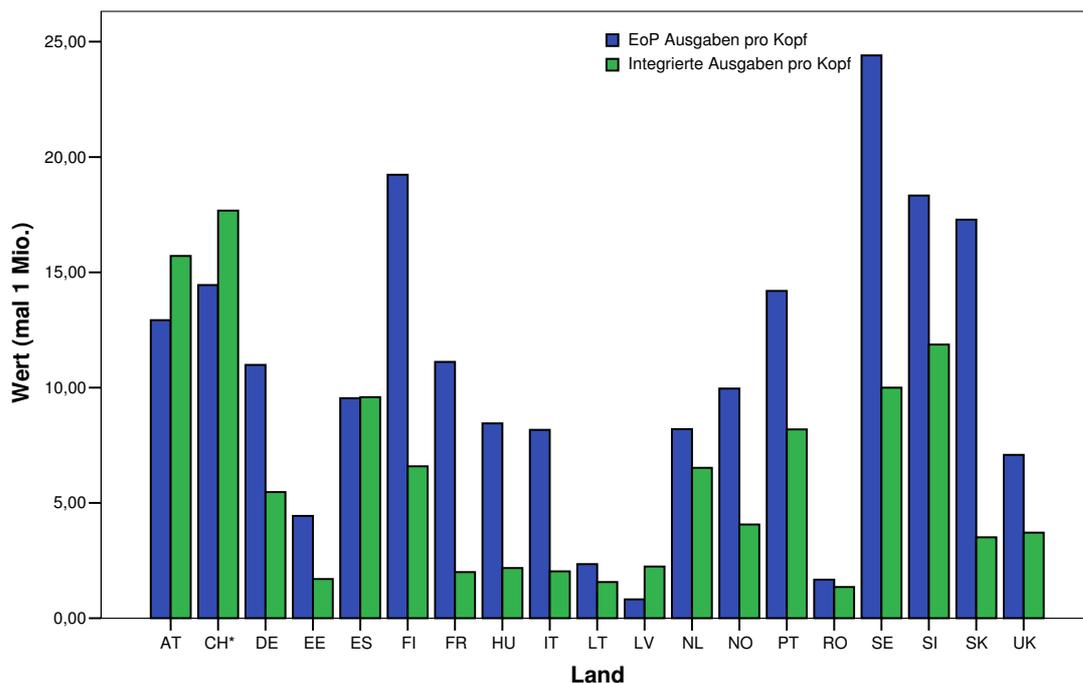


Abb. 3.5: Vergleich End-of-Pipe und Integrierte Umweltschutzausgaben pro Kopf (Sektor D)

ders aus. Hier hat Schweden vor Finnland und Slowenien die höchsten EoP-Ausgaben, während die Schweiz vor Österreich mit Abstand die höchsten integrierten (pro Kopf-) Investitionen hat. Der Vergleich hängt also entscheidend davon ab, welche Vergleichsgröße man mit einbezieht.

Wie bereits erwähnt, stammen obige Daten aus den Jahren 2003 bzw. 2004, da nicht für jedes Land jährliche Investitionen verfügbar sind. Für einige Länder gibt es aber auch Daten aus zwei aufeinanderfolgenden Jahren, die einen Vergleich der Änderungen im Investitionsverhalten in dieser Zeit ermöglichen. In den Abbildungen 3.6 ist die Entwicklung zwischen 2003 und 2004 für die End-of-Pipe Ausgaben, in Abbildung 3.7 für die integrierten Ausgaben dargestellt. In Tabelle 3.3 sind diese Änderungen zusammengefasst und die jeweiligen Prozentwerte angegeben.

Überraschenderweise ist hier in vielen Ländern kein langsamer Anstieg oder Abfall der Investitionen erkennbar, wie vielleicht zu vermuten gewesen wäre, vielmehr sind teilweise extreme Veränderungen festzustellen. Die End-of-Pipe Ausgaben haben in den meisten Ländern zugenommen, nur in Frankreich, der Niederlande und in Slowenien wurden die Ausgaben reduziert. Bei den integrierten Ausgaben sind sowohl sehr hohe Zuwächse (Rumänien, 143%) als auch sehr starke Verringerungen (Ungarn, 76%) zu beobachten.

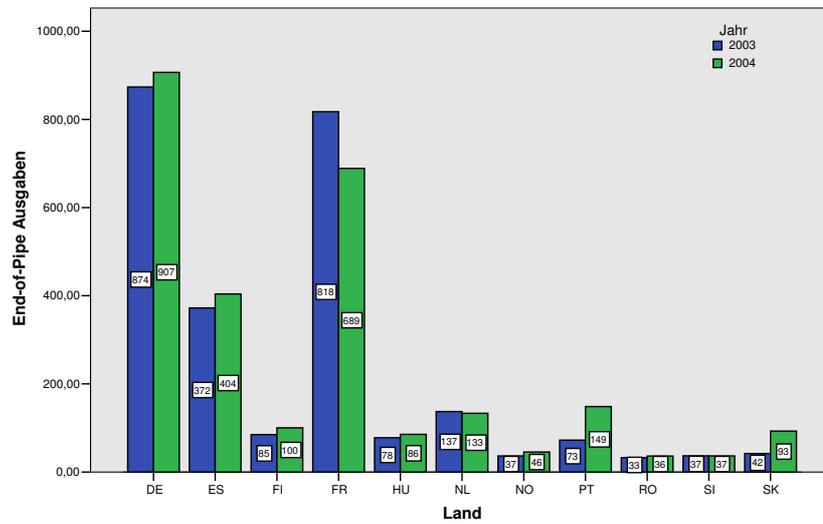


Abb. 3.6: Entwicklung der End-of-Pipe Investitionen zwischen 2003 und 2004 (Sektor D)

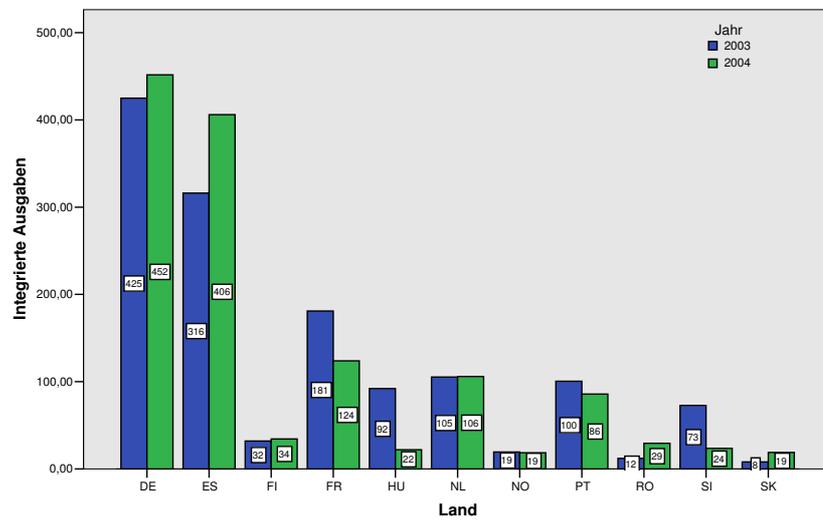


Abb. 3.7: Entwicklung der Investitionen in integrierte Massnahmen zwischen 2003 und 2004 (Sektor D)

Land	EoP (in %)	Integriert (in %)	Gesamtinvest. (in %)
DE	3,8	6,3	4,6
ES	8,5	28,4	17,6
FI	18,1	7,5	15,2
FR	-15,7	-31,5	-18,6
HU	9,8	-76,1	-36,8
NL	-2,8	0,6	-1,4
NO	24,3	-4,1	14,4
PT	104,8	-14,6	35,5
RO	11,7	143,0	47,2
SI	-1,1	-67,5	-45,1

Tabelle 3.3: Übersicht der prozentualen Änderungen bei den Umweltschutzinvestitionen zwischen 2003 und 2004

Diese extremen Werte erscheinen wenig plausibel und lassen vermuten, dass es auch hier Schwierigkeiten bei der korrekten Erfassung bei den integrierten Investitionen gibt, zumindest in einzelnen Ländern. Ähnlich wie in Abschnitt 3.2 scheint es Probleme bei der Abgrenzung zwischen Cleaner-Production und End-of-Pipe zu geben. Auf jeden Fall deuten sie darauf hin, dass es vor allem beim integrierten Umweltschutz starke jährliche Schwankungen gibt. Besonders stark ausgeprägt sind diese offenbar in Ungarn, Rumänien und Slowenien.

Eine abschliessende Erklärung für die Ergebnisse in einigen Ländern kann hier nicht gegeben werden, sie zeigen aber erneut, wie schwierig die Bestimmung der Entwicklung beim integrierten Umweltschutzes ist.

3.3.2 Vergleich verschieden grosser Unternehmen

Die zuletzt verfügbaren Werte der Umweltschutzausgaben, die von Eurostat und dem Schweizer Bundesamt für Statistik veröffentlicht wurden, sind aber durchaus plausibel, deshalb sollen sie im Folgenden weiterhin interpretiert werden. Grundsätzlich müssen aber die bei diesen Untersuchungen üblicherweise grossen Variationskoeffizienten berücksichtigt werden (vgl. BFS (2006)).

Bei der in Abschnitt 3.2 erwähnten Untersuchung bei Schweizer Unternehmen ergab sich das Ergebnis, dass grössere Unternehmen besser mit Cleaner Production vertraut sind als kleine. Betrachtet man die Umweltausgaben der Unternehmen in verschiedenen Ländern⁸, sieht man, dass die grösseren Unternehmen in der Regel mehr in den Umweltschutz investieren als die kleineren. Dies gilt sowohl für End-of-Pipe- als auch für

⁸Bei diesen Ländern waren in Grössenklassen unterteilte Daten verfügbar.

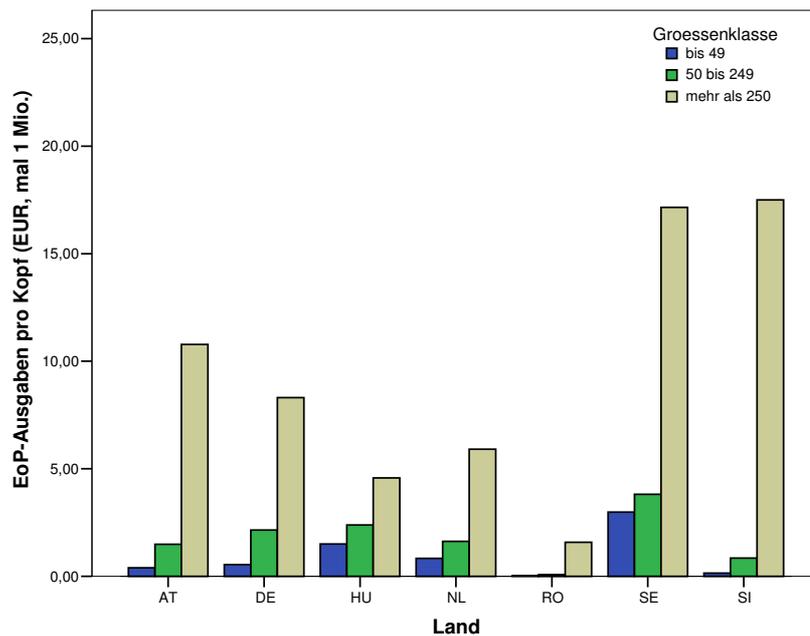


Abb. 3.8: End-of-Pipe Ausgaben pro Kopf nach Grössenklassen (Sektor D)

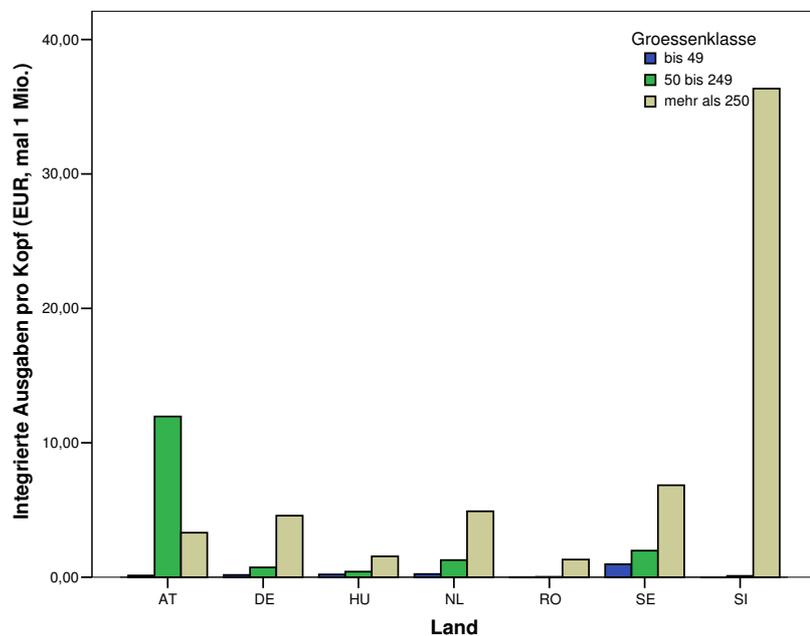


Abb. 3.9: Integrierte Ausgaben pro Kopf nach Grössenklassen (Sektor D)

CP-Massnahmen. In Abbildung 3.8 sind zunächst die End-of-Pipe-Investitionen pro Einwohnerzahl des jeweiligen Landes, unterteilt in Grössenklassen, dargestellt. Die Klassen umfassen Unternehmen bis 49, von 50 bis 249 und von mehr als 250 Mitarbeitern. Die Unternehmen der grössten Klasse investieren dabei deutlich mehr als die in den kleineren Klassen, im Fall von Schweden und Slowenien sogar ein Vielfaches davon.

Ähnlich sieht es bei den integrierten Massnahmen aus, hier sind die Unterschiede zwischen den Klassen in den meisten Ländern sogar noch grösser, lediglich in Österreich investieren die mittleren Unternehmen mit Abstand am meisten in vorsorgende Umweltschutzmassnahmen. Dies könnte darauf hindeuten, dass in Österreich die Förderung von Cleaner Production gerade bei kleineren und mittleren Unternehmen besonders gut funktioniert bzw. andere Länder hier noch Defizite haben.

3.4 Weitere Vergleichsmöglichkeiten

3.4.1 Ein „Mass für gesamtwirtschaftliche Ökoeffizienz“

Das Hauptziel von Cleaner Production ist die Steigerung der Ökoeffizienz eines Unternehmens. Es sollen mehr Werte geschaffen werden und gleichzeitig der Ressourcenverbrauch bzw. der negative Umwelteinfluss verringert werden. Die Höhe der Ökoeffizienz eines Unternehmens kann somit auf folgende Art ermittelt werden (vgl. WBCSD (2000)):

$$\text{Öko-Effizienz (Betrieblich)} = \frac{\text{Wert eines Produktes oder einer Dienstleistung}}{\text{Umwelteinfluss}}$$

Will man die Ökoeffizienz nicht nur auf Unternehmensebene, sondern für ein ganzes Land bestimmen, bietet sich an, statt dem Wert eines Produktes oder Dienstleistung das Bruttoinlandsprodukt und für die Bewertung des Umwelteinflusses den Kohlendioxid-Ausstoss zu verwenden. Das BIP gibt den Wert aller neu zur Verfügung stehenden Waren und Dienstleistungen wieder, der CO_2 -Ausstoss kann als Mass für den Umwelteinfluss gesehen werden. Auf Volkswirtschaftlicher Ebene kann ein Mass für die Effizienz so aussehen:

$$\text{Öko-Effizienz (Gesamtwirtschaftlich)} = \frac{\text{Bruttoinlandsprodukt}}{CO_2 - \text{Ausstoss}}$$

Dabei ist der CO_2 -Ausstoss zwar nur ein unzureichender Wert für den Umwelteinfluss, da er nicht alle Umweltschädigungen berücksichtigt. Die hier verwendeten Werte werden aber anhand der Menge der verbrannten fossilen Brennstoffe berechnet, so dass

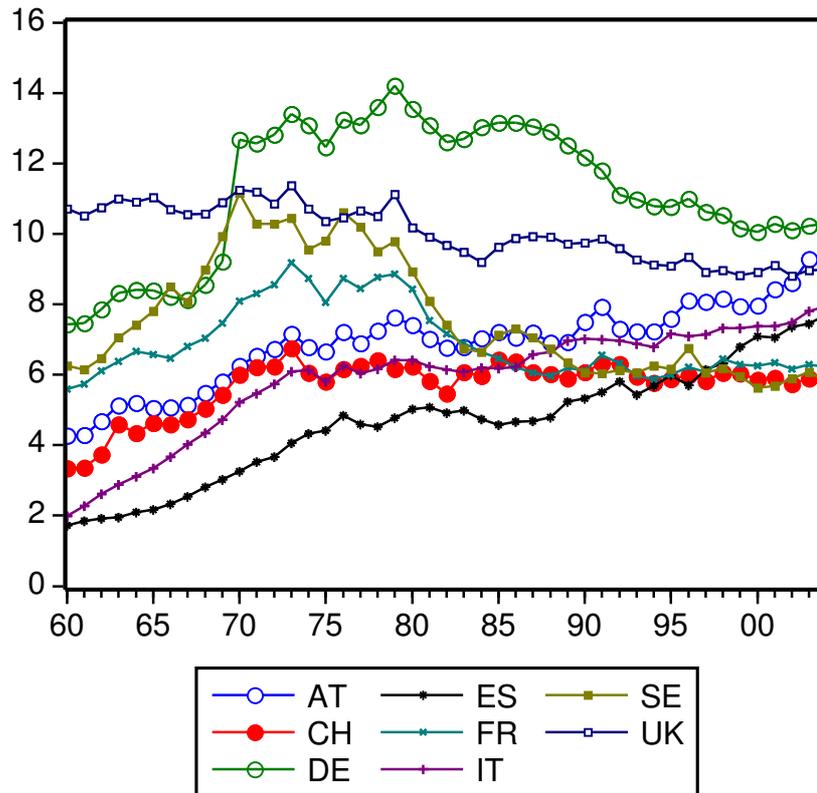


Abb. 3.10: CO₂-Ausstoss pro Kopf (in t) in acht verschiedenen europ. Ländern

der CO₂-Ausstoss ein guter Indikator für den aus diesen Brennstoffen resultierenden Energieverbrauch ist (vgl. International Energy Agency (2006)). Aus einem sinkenden CO₂-Ausstoss und damit verringertem Energieverbrauch folgt daher eine geringere Umweltbelastung, und – bei gleichbleibendem Output – eine höhere Effizienz. Dabei sollen nicht die möglichen Klimawirkungen von CO₂ im Vordergrund stehen, vielmehr soll ein sinkender Verbrauch fossiler Energie generell als weniger umweltbelastend angesehen werden.

Abbildung 3.10 zeigt den Verlauf dieses CO₂-Ausstosses pro Kopf in acht verschiedenen Ländern, darunter die Schweiz und ihre grösseren Nachbarländer. Die Zeitreihen stammen von der International Energy Agency (IEA) und umfassen die Jahre 1960 bis 2004 (vgl. IEA). Die höchsten Emissionen im Jahr 2004 hat Deutschland mit 10.3 Tonnen, die niedrigsten Schweden mit 5.8 Tonnen. Die Verläufe sind allerdings unterschiedlich, während die Emissionen in Deutschland und auch Schweden seit Ende der 70er Jahre fast kontinuierlich zurückgehen, steigen sie in Spanien und Österreich bis 2004

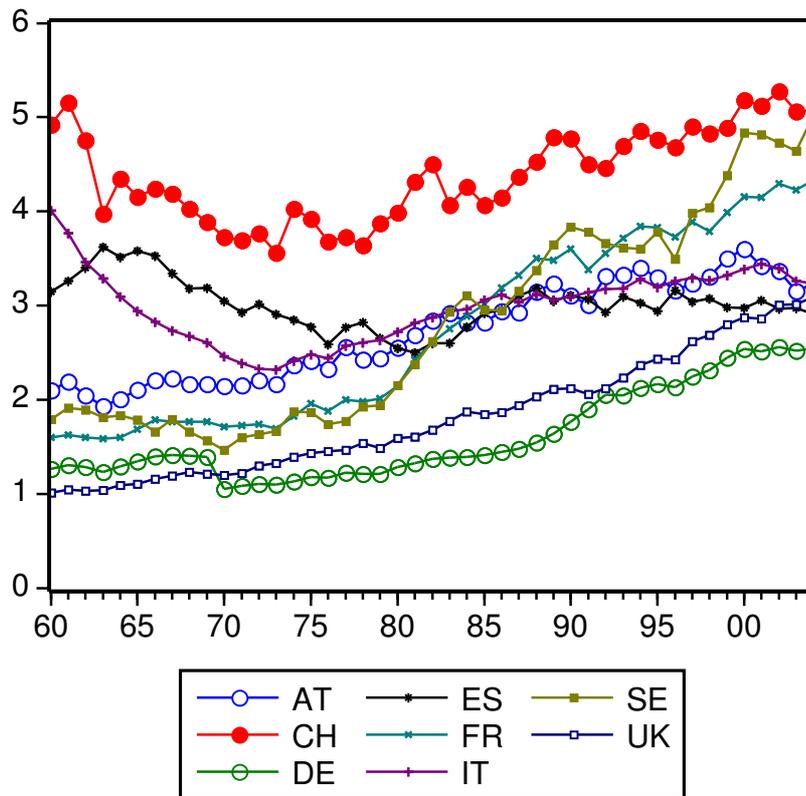


Abb. 3.11: Bruttoinlandsprodukt (in Mio. US-Dollar) durch CO_2 -Ausstoss (in Mio. Tonnen)

deutlich an. Die Schweizer Werte bleiben seit 3 Jahrzehnten in ihrer Höhe annähernd unverändert und schwanken nur geringfügig. Gut zu erkennen sind bei allen Ländern die Rückgänge während der Ölpreiskrisen zu Beginn (1973) und Ende (1979/80) der 70er-Jahre.

Verwendet man den absoluten CO_2 -Ausstoss zur Berechnung der oben genannten „Ökoeffizienz“ der Länder, erhält man die Verläufe in Abbildung 3.11. Zur Berechnung wurde das Bruttoinlandsprodukt Kaufkraftparität (PPP) in US-Dollar verwendet⁹.

Die Schweiz erreicht bei dieser Darstellung über die Zeit die mit Abstand höchsten und somit besten Werte, den stärksten Anstieg hat aber Schweden zu verzeichnen, das im Jahr 2004 ebenso hohe Werte wie die Schweiz erreicht. Auch Frankreich schneidet bei diesem Vergleich gut ab, ist das BIP pro CO_2 -Ausstoss doch kontinuierlich gestiegen und 2004 deutlich höher als in Grossbritannien, Spanien, Italien und Österreich, deren

⁹Die Daten stammen aus der Datenbank der OECD, <http://titania.sourceoecd.org/>, Stand: 06.02.2007.

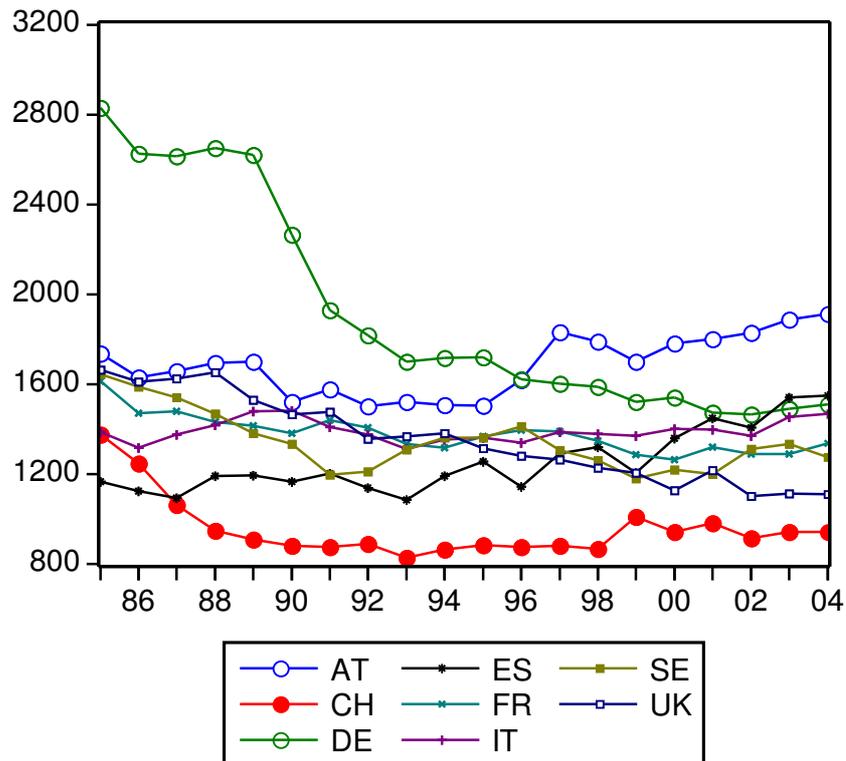


Abb. 3.12: CO₂-Ausstoss (in kg) der Industrie und des Baugewerbes pro Einwohner

Werte sich in den letzten Jahren einander näherten. Schlusslicht bei diesem Vergleich ist Deutschland, dessen Werte aber immerhin einem langanhaltenden, positiven Trend folgen.

Die Gründe für diese Unterschiede sind vielschichtig und liegen unter anderem auch an der Zusammensetzung des BIP bzw. des Energieverbrauchs. So spielt z.B. der Anteil der Dienstleistungen oder der energieintensiven Industrie eine wichtige Rolle und müsste für eine detailliertere Analyse mit berücksichtigt werden, was hier aber zu weit führen würde. Dennoch ist der Vergleich der gesamten Länder hier interessant, vor allem durch die Entwicklung dieser „Ökoeffizienz“ in den vergangenen Jahrzehnten können Rückschlüsse darauf gezogen werden, ob sich ein Land in Bezug auf sparsameren Energieverbrauch verbessert hat oder nicht.

Während in obigen Abbildungen die Länder in ihrer Gesamtheit betrachtet wurden, wird in Abbildung 3.12 die Industrie, auf der der Schwerpunkt in diesem Bericht liegt, und das Baugewerbe betrachtet. Verglichen werden hier die CO₂-Emissionen pro Einwohner der acht bisher betrachteten Länder von 1985 bis 2004. Es ergibt sich ein etwas

anderes Bild als bei dem Gesamtvergleich in 3.10. Die Schweiz schneidet hier deutlich am besten ab und hat seit 1987 die geringsten Emissionen, allerdings ist in den letzten Jahren kein Rückgang sondern eher ein Anstieg der Werte zu sehen. Wie oben angesprochen, sind auch hier die absoluten Werte nur bedingt vergleichbar, interessanter ist die Frage, ob die Emissionen in der Zeit zu- oder abgenommen haben. Grössere Zuwächse haben auch Spanien und vor allem Österreich zu verzeichnen, das die höchsten pro Kopf Emissionen in Industrie und Baugewerbe hat. Deutschland kann sich kontinuierlich verbessern, wobei der grösste Sprung offensichtlich in den Jahren nach der Wiedervereinigung vollzogen wurde, was seinen Grund in der Stilllegung oder Erneuerung alter Industrieanlagen in der früheren DDR haben dürfte.

3.4.2 Umweltmanagementsysteme

Die Vergleiche in Kapitel 3.4.1 können zwar keine eindeutige Antwort darauf liefern, wie stark Cleaner Production in Europa verbreitet ist, aber sie können immerhin einen Eindruck von der Entwicklung der Energieeffizienz in den Ländern geben und so einen Beitrag zum Vergleich der Länder leisten.

Eine weitere Möglichkeit, Anhaltspunkte für die Verbreitung des integrierten Umweltschutzes zu gewinnen ist die Untersuchung der Anzahl von Unternehmen mit Umweltmanagementsystemen (UMS) wie ISO 14001 oder EMAS¹⁰. Unternehmen, die solche Managementsysteme einführten, beschäftigen sich in der Regel intensiv mit Umweltschutz und sind besser mit Cleaner Production vertraut als andere Unternehmen¹¹. Aus diesem Grund kann die Anzahl der Zertifizierungen mit UMS Hinweise auf den Stellenwert des vorsorgenden Umweltschutzes bei den Unternehmen im Land liefern.

In Tabelle 3.4 ist die Anzahl der Umweltmanagementsysteme ISO14001 und EMAS in den jeweiligen Ländern dargestellt. In der Spalte ganz rechts sind die Länder nach der Anzahl ihrer UMS pro Einwohner zu sehen. An erster Stelle steht hier Schweden, gefolgt von der Schweiz und Spanien. An letzter Stelle dieses Vergleichs der UMS pro Kopf liegt Deutschland, das im Verhältnis zu seiner Grösse relativ wenig zertifizierte Unternehmen hat.

Aus den verschiedenen Ansätzen und angestellten Vergleichen zum Thema vorsorgender Umweltschutz lassen sich zusammenfassend einige interessante Aussagen treffen, die

¹⁰Eco- Management and Audit Scheme der Europäischen Union

¹¹Dieser Zusammenhang wurde unter anderem in der empirischen Untersuchung in Schweizer Unternehmen festgestellt (vgl. Missler-Behr und Gress (2006)).

Land	Bevölkerung (mio.)	Anzahl Iso 14001	EMAS	Ranking, nach	
				Zert. absolut	Zert. pro Kopf
Spanien	45.5	7872	522	1	3
Italien	59.0	7080	394	2	4
Deutschland	82.4	5094	1491	4	7
Grossbritannien	60.5	6223	63	3	5
Schweden	9.1	4043	100	5	1
Frankreich	61.2	2089	17	6	8
Schweiz	7.5	1562	3	7	2
Österreich	8.3	550	265	8	6

Tabelle 3.4: Ranking nach ISO 14001 und EMAS Zertifizierungen, absolut und pro Kopf (January 2006), vgl. Peglau

in Abschnitt 4 näher ausgeführt werden.

4 Fazit

Auf den ersten Blick ist das Fazit dieses Berichts ernüchternd. Wegen der Schwierigkeiten geeignete Daten zum Vergleich der Verbreitung von Cleaner Production zu finden, mussten einige Einschränkungen in Kauf genommen werden. So konnte beispielsweise keine empirische Untersuchung anhand von Primärdaten vorgenommen werden, sondern lediglich Ergebnisse aus anderen Studien deskriptiv miteinander verglichen werden. Dennoch ist vor allem der Vergleich der Umweltschutzausgaben der Unternehmen ein sehr interessanter Ansatz, da er auf den Erhebungen der statistischen Ämter und einheitlichen Vorgaben von Eurostat basiert, die eine bestmögliche Qualität der Ergebnisse gewährleisten sollte. Gewisse Probleme bei der Abgrenzung von integrierten zu End-of-Pipe Massnahmen sind jedoch auch hier nicht komplett auszuschliessen. Die wichtigsten Ergebnisse sollen im Folgenden kurz zusammengefasst werden.

Die bisher gemachten Untersuchungen auf europäischer Ebene konnten durch den Vergleich der Umweltschutzausgaben nicht bestätigt werden, so dass man zwar davon ausgehen kann, dass der integrierte Umweltschutz in den letzten 10 Jahren deutlich zugenommen hat, aber nach wie vor End-of-Pipe Technologie eine sehr wichtige Rolle spielt. Grosse Unternehmen mit mehr als 250 Mitarbeitern investieren in den meisten Ländern wesentlich mehr in vorsorgende Umweltschutzmassnahmen als kleinere Unternehmen. Aus diesem Grund ist eine verstärkte Förderung der Strategie Cleaner Production in kleinen und mittleren Unternehmen (KMU) zu empfehlen. Die einzelnen Projekte zur Verbreitung von CP sind ein möglicher Weg. Um eine grössere Anzahl vor allem kleiner Unternehmen zu erreichen, sind weitere Massnahmen, unter anderem eine noch stärker auf vorsorgenden Umweltschutz ausgerichtete Umweltpolitik, wünschenswert.

Für einzelne Länder können die Ergebnisse folgendermassen zusammengefasst werden:

Die Schweiz hat nach allen hier vorgestellten Vergleichen einen guten Eindruck hinterlassen: Bei den Umweltschutzausgaben überwiegen Investitionen in vorsorgende Massnahmen, es gibt relativ viele Unternehmen mit Umweltmanagementsystemen und die CO_2 -Emissionen der Industrie befinden sich auf einem niedrigen Niveau, sind aber in

den letzten 20 Jahren, auch bei Berücksichtigung der Steigerung des BIP, in etwa gleich geblieben.

Für Schweden zeigen sich sehr ähnliche Ergebnisse wie in der Schweiz, es gibt viele Unternehmen mit UMS und vor allem konnte ein starker Anstieg des BIP bei gleichzeitiger Reduktion des CO_2 -Ausstosses beobachtet werden.

In Österreich gibt es zahlreiche Projekte und Bemühungen im Bereich Cleaner Production, ausserdem sind hier, wie in der Schweiz, die integrierten Umweltschutzausgaben höher als die Investitionen in End-of-Pipe Massnahmen, doch ist der CO_2 -Ausstoss im Vergleich zu den anderen Ländern relativ hoch und in den letzten Jahren bis 2004 deutlich angestiegen.

Deutschland hat zwar absolut die höchsten Investitionen in den Umweltschutz, allerdings liegt es im Verhältnis zu seiner Grösse und wirtschaftlichen Leistungsfähigkeit beim Vergleich der Länder im unteren Bereich. Bei der Anzahl der UMS pro Einwohner und beim gesamten CO_2 -Ausstoss liegt Deutschland bei den hier beobachteten Ländern auf dem letzten Platz, allerdings sind hier stetige Verbesserungen zu erkennen.

Abschliessend lässt sich sagen, dass die hier vorgestellten Ergebnisse zwar aufgrund der schwierigen Datensituation nur eingeschränkt interpretierbar sind und aussagekräftige statistische Analysen leider nicht durchgeführt werden konnten, die wichtigsten Ziele dieses Projektes aber dennoch im Wesentlichen zu erreichen waren. Diese Ziele bestehen darin, einen anschaulichen Vergleich der Länder zum Thema CP vorzustellen, einen Überblick über die derzeitige Situation beim vorsorgenden Umweltschutz in Europa zu geben und das Interesse für die Vorteile und Möglichkeiten von Cleaner Production zu wecken.

Um das Ziel der höchstmöglichen Ökoeffizienz zu erreichen, sind noch erhebliche Anstrengungen nötig und in allen Ländern sind mehr oder weniger starke Verbesserungen im Bereich vorsorgender Umweltschutz nötig und vor allem möglich. Das Prinzip der Ökoeffizienz bzw. Cleaner Production, nämlich mit geringem Investitionsaufwand möglichst viel Ressourcen- und Energie einzusparen und gleichzeitig Kosten zu verringern, birgt in Europa ein grosses Potenzial, das in jedem Fall genutzt werden sollte.

Literaturverzeichnis

BFS 2006

BFS: Umweltschutzausgaben der Unternehmen - Resultate der Erhebung 2003 / Bundesamt für Statistik. Neuchâtel, 2006. – Forschungsbericht

BMVIT 2004

BMVIT: Zwischenbilanz 2004 - Impulsprogramm Nachhaltig Wirtschaften / Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie. Wien, 2004. – Forschungsbericht

CWK

CWK AG: *Homepage CWK AG*. – URL <http://www.cwk.ch>. – Zugriffsdatum: 22.03.2007

Effizienz-Agentur

EFFIZIENZ-AGENTUR-NRW: *Homepage der Effizienz-Agentur-NRW*. – URL <http://www.efanrw.de/>. – Zugriffsdatum: 13.04.2007

Eurostat 2004

EUROSTAT (Hrsg.): *Environmental Protection Expenditure and Environmental Taxes Statistics*. 2004. – URL http://europa.eu.int/estatref/info/sdds/de/env/env_acc_sm.htm. – Zugriffsdatum: 06.03.2007

Eurostat 2007

EUROSTAT (Hrsg.): *Umweltschutzausgaben in Europa*. 2007. – URL <http://epp.eurostat.ec.europa.eu>. – Zugriffsdatum: 06.03.2007

FHBB/CWK

FHBB/CWK: *Factsheet der Firma CWK*. – URL http://www.fhbb.ch/cp.php?open=nav1000400,00/04/91_referenzen-dfd.php&toplink=10061&selectedlink=10108. – Zugriffsdatum: 19.03.2007

FHBB/Valorec

FHBB/VALOREC: *Factsheet der Firma Valorec Services AG.* – URL http://www.fhbb.ch/cp.php?open=nav1000400,00/04/91_referenzen-dfd.php&toplink=10061&selectedlink=10108. – Zugriffsdatum: 12.03.2007

FHNW

FHNW: *Homepage des Instituts für Ecopreneurship der FHNW.* – URL www.cleaner-production.ch. – Zugriffsdatum: 15.04.2007

Frondel u. a. 2004

FRONDEL, Manuel ; HORBACH, Jens ; RENNINGS, Klaus: End-of-Pipe or Cleaner Production? - An Empirical Comparison of Environmental Innovation Decisions Across OECD Countries. In: *ZEW Discussion Paper* (2004), Nr. 04-82

Heim 2004

HEIM, Thomas: *Cleaner Production, Eine Einführung.* Muttenz, 2004 (Skript)

Howgrave-Graham und van Berkel 2006

HOWGRAVE-GRAHAM, Alan ; BERKEL, Rene van: Assessment of cleaner production uptake: method development and trial with small businesses in western Australia. In: *Journal of Cleaner Production* (2006). – doi:10.1016/j.jclepro.2006.07.004

IEA

IEA: *Homepage der International Energy Agency.* – URL <http://www.iea.org/>. – Zugriffsdatum: 03.03.2007

International Energy Agency 2006

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY: *CO₂ Emissions from Fuel Combustion : 1971 / 2004.* 2006 Edition. France : OECD/IEA, 2006. – (Complete Edition - ISBN 9264110003)

Ökoprofit

ÖKOPROFIT: *Homepage des Ökoprofit-Netzwerks in Österreich.* – URL <http://www.oekoprofit-graz.at>. – Zugriffsdatum: 13.04.2007

Missler-Behr und Gress 2006

MISSLER-BEHR, Magdalena ; GRESS, Andreas: Erfolgsfaktoren im Bereich Cleaner Production bei KMU / Wirtschaftswissenschaftliches Zentrum (WWZ) der Universität Basel. Basel, 2006 (02/06). – WWZ-Forschungsbericht

Peglau

PEGLAU, Reinhard: *Environmental management systems world wide.* – URL <http://www.umweltbundesamt.de/uba-info-daten/daten/ums-welt.htm>. – Zugriffsdatum: 5.9.2006

PREPARE

PREPARE: *Homepage des europäischen PREPARE-Netzwerks.* – URL www.prepare-net.org. – Zugriffsdatum: 15.04.2007

UNEP

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME (Hrsg.): *Cleaner Production - Key Elements.* – URL http://www.uneptie.org/pc/cp/understanding_cp/home.htm#definition. – Zugriffsdatum: 10.4.2006

Valorec

VALOREC SERVICES AG: *Homepage Veolia Environnement.* – URL <http://www.valorec.com/>. – Zugriffsdatum: 12.03.2007

VanBerkel 1999

VANBERKEL, Rene: Building a Cleaner World: Cleaner Production, its role in Australia, lessons from overseas, and its future applications. In: *John Curtin International Institut: Think Tank Meeting 2 March 1999* (1999)

WBCSD 1998

WBCSD: Cleaner Production and Eco-efficiency - Complementary Approaches to Sustainable Development. In: *WBCSD Core Documents* (1998), September

WBCSD 2000

WBCSD: Measuring eco-efficiency. A guide to reporting company performance. In: *WBCSD - Core documents* (2000)



WWZ Forschungsberichte & WWZ Studien

Andreas Gress, Magdalena Missler-Behr

Erfolgsfaktoren im Bereich Cleaner Production bei KMU

Cleaner Production ist eine Strategie zur Steigerung der (Öko)-Effizienz eines Unternehmens. Ziel dieser Strategie ist es, durch die konsequente Optimierung der hergestellten Produkte, der Produktionsprozesse sowie der Dienstleistungen, so viel Energie und Ressourcen wie möglich einzusparen. Dies ist häufig bereits durch einfache und wenig kostenintensive Massnahmen möglich. Dadurch dient Cleaner Production nicht allein dem Schutz der Umwelt, sondern kann durch die Reduktion des Ressourceneinsatzes vielmehr auch zur Kostensenkung und damit zur Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit eines Unternehmens beitragen.

Solche vorbeugende Massnahmen, die von vorneherein auf die Vermeidung von Umweltschäden setzen, stehen im Kontrast zur sogenannten End-of-Pipe Technologie, die dazu dient, bereits entstandene Umweltschäden zu verringern (z.B. Abwasser-/Abluftreinigung durch Filtersysteme). In der Vergangenheit wurden diese nachgeschalteten Umweltschutzmassnahmen durch eine auf Einhaltung von Grenzwerten ausgelegte Umweltpolitik unterstützt ("Command and Control") und prägten deshalb lange Zeit das Bild im betrieblichen Umweltschutz.

Trotz der offensichtlichen wirtschaftlichen Vorteile von Cleaner Production wurde festgestellt, dass dieses Konzept des vorsorgenden Umweltschutzes vor allem bei kleinen und mittleren Unternehmen in der Schweiz noch zu wenig bekannt ist und das Potential dieser Strategie bei weitem nicht ausreichend genutzt wird.

Hauptziel dieses Projektes ist es, die Faktoren zu identifizieren und empirisch zu untersuchen, die zur Durchführung von vorbeugenden Umweltschutzmassnahmen beitragen bzw. die Unternehmen von der Durchführung solcher Massnahmen abhalten. Grundlage der Untersuchung bildet eine im Herbst 2005 durchgeführte, repräsentative Umfrage bei kleinen und mittleren Produktionsbetrieben in der ganzen Schweiz. Die ermittelten Erkenntnisse sollen dazu beitragen, dass Organisationen, die Programme zur Förderung von Cleaner Production entwickeln, mit massgeschneiderten Lösungen auf die Unternehmen zugehen

können und die Diffusion von Cleaner Production in den Schweizer KMU insgesamt gesteigert wird.

Anzahl Seiten | 100

Jahr | 2006

Preis | CHF 40.-