

Sekundärnutzen (Secondary Benefits) von Treibhausgas-Reduktionen

Workshop-Synthese

Sekundärnutzen (Secondary Benefits) von Treibhausgas-Reduktionen

Synthesen der Arbeitsgruppen des Workshops
im Gottlieb Duttweiler Institut, Rüschlikon
22./23. November 1999

OcCC

Organe consultatif sur les changements climatiques
Beratendes Organ für Fragen der Klimaänderung

Impressum

Das beratende Organ für Fragen der Klimaänderung (OcCC) führte am 22./23. November 1999 am Gottlieb Duttweiler Institut einen Workshop mit dem Titel «Secondary Benefits von Treibhausgas-Reduktionen» durch. Rund 80 Persönlichkeiten aus Wirtschaft, Forschung und Verwaltung diskutierten die zusätzlichen Vorteile von Massnahmen zur Reduktion von Treibhausgasen für die Wirtschaft, Gesundheit, Umwelt und Ökologie sowie Forschung und Technologie. Der vorliegende Bericht enthält die Synthese-Berichte der einzelnen Arbeitsgruppen.

Redaktion

Dr. Christian Plüss, Sekretär OcCC

Herausgeber und Vertrieb des Dokuments

Sekretariat OcCC
ProClim- / SANW
Bärenplatz 2
3011 Bern
Tel: (41 31) 328 23 23, Fax: (41 31) 328 23 20
occc@sanw.unibe.ch
<http://www.proclim.unibe.ch/occc/>



Bern, August 2000

Sekundärnutzen (Secondary Benefits) der Treibhausgasreduktion sind die zusätzlichen positiven Auswirkungen von politischen, technischen und gesellschaftlichen Prozessen zur Reduktion von Treibhausgasen, die unabhängig von der Klimawirkung auftreten.

Ein menschlicher Einfluss auf das Klima ist heute in Fachkreisen kaum mehr umstritten. Aus dieser Erkenntnis hat die Weltgemeinschaft an der Klimakonferenz von Kyoto erstmals quantitative Reduktionsziele für Treibhausgasemissionen festgelegt. Da jedoch Reduktionsmassnahmen häufig mit Kosten verbunden sind und die lokalen und regionalen Auswirkungen der erwarteten Klimaänderungen noch sehr unsicher sind, bestehen nach wie vor grosse Widerstände gegen Reduktionsmassnahmen.

Die Reduktion von Treibhausgasen ist jedoch nur durch gesellschaftliche, technische und politische Prozesse möglich, welche auch Auswirkungen in anderen Bereichen (neben der Treibhausgasreduktion) nach sich ziehen. Für die volkswirtschaftliche Beurteilung von Massnahmen und die Förderung der Akzeptanz von Reduktionsmassnahmen ist das Erkennen möglicher Sekundärnutzen (und Sekundärrisiken) sehr wesentlich. Insbesondere in der Schweiz ist dieser Aspekt von grossem Interesse, da primär lokale und nationale Effekte zu erwarten sind.

Zur Identifikation und Beurteilung möglicher Secondary Benefits führte das beratende Organ für Fragen der Klimaänderung (OcCC) im November 1999 einen Workshop durch. Am Workshop nahmen rund 80 Persönlichkeiten aus Forschung, Wirtschaft und Verwaltung teil. Nach einigen einführenden Referaten wurden die möglichen Sekundärnutzen in vier Arbeitsgruppen zu folgenden Themen diskutiert:

- Wirtschaft
- Gesundheit
- Ökologie und Umwelt
- Forschung und Technologie

Als Diskussionsgrundlage diente ein Thesenpapier¹, in dem auch zahlreiche Referenzen zu finden sind. Aus jeder Arbeitsgruppe fassten ein Autor oder ein Autorenteam die Ergebnisse im vorliegenden Bericht zusammen. Auf dieser Grundlage formuliert das OcCC Empfehlungen zur Klimapolitik und zu Forschungsprioritäten.²

¹Secondary Benefits von Treibhausgas-Reduktionen. Thesenpapier als Diskussionsgrundlage für den Workshop vom 22/23. November 1999.

²Sekundärnutzen von Treibhausgas-Reduktionen. Synthesebericht. Beide Dokumente sind erhältlich beim Sekretariat OcCC oder auf www.proclim.unibe.ch/occc.

Inhaltsverzeichnis

| | |
|---|-----------|
| VORWORT | 3 |
| TEIL A: WIRTSCHAFT | 7 |
| 1 EINLEITUNG | 9 |
| 2 SEKUNDÄRNUTZEN FÜR DIE WIRTSCHAFT | 10 |
| 2.1 Grosse sekundäre Effekte | 10 |
| 2.2 Mittलगrosse sekundäre Effekte | 11 |
| 2.3 Kleine sekundäre Effekte | 11 |
| 3 ZUSAMMENFASSUNG | 13 |
| | |
| TEIL B: GESUNDHEIT | 15 |
| 1 EINLEITUNG | 17 |
| 2 SEKUNDÄRNUTZEN FÜR DIE GESUNDHEIT | 18 |
| 2.1 Sekundärnutzen I: Luftschadstoffreduktion beim Verkehr | 18 |
| 2.2 Sekundärnutzen II: Gesundheitsgewinn durch Fortbewegung aus eigener Kraft | 20 |
| 2.3 Sekundärnutzen III: Verbesserung der Gesundheit in Innenräumen | 22 |
| 3 ZUSAMMENFASSUNG | 23 |
| 4 AUSBLICK - WO SIND WISSENSLÜCKEN? | 24 |
| ANHANG | 25 |
| | |
| TEIL C: ÖKOLOGIE UND UMWELT | 29 |
| 1 EINLEITUNG | 31 |
| 2 SEKUNDÄRNUTZEN FÜR ÖKOLOGIE UND UMWELT | 33 |
| 2.1 Energiewirtschaft und fossile Energieträger | 34 |
| 2.2 Bauwirtschaft und Baumaterialien | 34 |
| 2.3 Landwirtschaft und Stickstoff | 35 |
| 2.4 Forstwirtschaft und Brennholz | 35 |
| 2.5 Landschaftsqualität | 36 |
| 3 SCHLUSSFOLGERUNG | 37 |
| 4 FORSCHUNGSBEDARF | 38 |
| | |
| TEIL D: FORSCHUNG UND TECHNOLOGIE | 39 |
| 1 EINFÜHRUNG | 41 |
| 2 SEKUNDÄRNUTZEN FÜR FORSCHUNG UND TECHNOLOGIE | 42 |
| 2.1 Bereiche des Auftretens von Secondary Benefits | 42 |
| 2.2 Komponenten der Secondary Benefits im Bereich Forschung und Technologie | 43 |
| 2.3 Beispiele von Secondary Benefits | 44 |
| 2.4 Zusammenfassende Hauptthese: Stimulierter Innovationsprozess | 46 |
| 2.5 Rahmenbedingungen für eine effiziente Umsetzung | 48 |
| 3 SCHLUSSFOLGERUNGEN | 51 |
| 4 FORSCHUNGSBEDARF | 52 |

Secondary Benefits von Treibhausgas-Reduktionen für die Wirtschaft

Synthese

der Diskussion in der Gruppe Wirtschaft am
OcCC-Workshop vom 22./23. November 1999

Autor: Reto Schleiniger

Diskussionsleitung: Heidi Schelbert

Teilnehmer der Gruppe «Wirtschaft»

| <i>Name</i> | <i>Institut/Firma</i> |
|------------------------|-------------------------------------|
| Prof. Heidi Schelbert | Em. Universität Zürich |
| Dr. Dieter Astholz | Ciba Spezialitätenchemie AG |
| Dr. René Buholzer | Vorort |
| Prof. Beat Burgenmeyer | Universität Genf |
| Jürg Füssler | Ernst Basler & Partner |
| Gabi Hildesheimer | Ökologisch bewusste Unternehmen |
| Dr. Rolf Iten | INFRAS |
| Dr. Michael Kohn | Arbeitskreis Kapital und Wirtschaft |
| Patrick Kramer | UBS |
| Dr. Ruedi Kriesi | AWEL Kt. Zürich |
| Hans-Jörg Lehmann | Bundesamt für Landwirtschaft |
| Dr. Walter Ott | Econcept |
| Dr. Markus Real | Alpha Real AG |
| Dr. José Romero | BUWAL |
| Alain Schilli | PriceWaterhouseCoopers |
| Dr. Reto Schleiniger | Universität Zürich |

1 Einleitung

Die wirtschaftlichen Auswirkungen einer Treibhausgaspolitik sind stark davon abhängig, mit welchen Instrumenten eine solche Politik umgesetzt wird. Die nachfolgenden Ausführungen basieren daher auf der Annahme, dass die Treibhausgasemissionen effizient, das heisst zu volkswirtschaftlich möglichst geringen Kosten, reduziert werden. Im Sinne des schweizerischen CO₂-Gesetzes bedeutet dies, dass die gesetzten Reduktionsziele mit marktwirtschaftlichen Instrumenten wie einer Lenkungsabgabe erreicht werden sollen, sofern freiwillige Vereinbarungen nicht bereits zur Einhaltung des vorgegebenen Standards führen. Ebenso wird davon ausgegangen, dass die Einnahmen der Umweltabgabe dazu verwendet werden, bestehende verzerrende Steuern wie die fiskalische Belastung von Arbeit abzubauen.

Bei einer internationalen Anwendung von marktwirtschaftlichen Instrumenten werden die Effizienzvorteile noch verstärkt, da die Treibhausgasemissionen weltweit dort reduziert werden, wo es am kostengünstigsten ist. Da aber dabei die Emissionsreduktion u. U. nicht mehr in der Schweiz realisiert wird und damit auch die sekundären Effekte im Ausland anfallen, wird im Folgenden von einer internationalen Anwendung von marktwirtschaftlichen Instrumenten abgesehen.

Die wirtschaftlichen sekundären Effekte der Treibhausgaspolitik werden entsprechend ihrer relativen Bedeutung in die drei Gruppen *gross*, *mittelgross* und *klein* eingeteilt.

2 Sekundärnutzen für die Wirtschaft

2.1 Grosse sekundäre Effekte

Reduktion nationaler Umweltbelastung

Beim Verbrauch von fossilen Energieträgern werden nicht nur Treibhausgasemissionen freigesetzt, sondern eine Reihe von anderen externen Kosten verursacht. Diese Kosten fallen im Unterschied zur Treibhausgaswirkung lokal oder national an. So verursacht der Verbrauch von Brenn- und Treibstoffen lokale Luftverschmutzung, welche zu Gesundheits-, Gebäude- und Pflanzenschäden führen. Beim Verbrauch von Treibstoffen ergeben sich zusätzlich externe Unfall- und Lärmkosten. Gesundheitliche Beeinträchtigungen führen zudem – neben den direkten Kosten – zu Produktivitätseinbussen und Arbeitsabsenzen.

Wenn auch die Quantifizierung dieser Effekte nicht mit höchster Genauigkeit vorgenommen werden kann, so lassen die bestehenden Studien dennoch den Schluss zu, dass der national anfallende Nutzen so gross ist, dass dadurch die Kosten einer Reduktion der Treibhausgase im Ausmass der Kyoto-Verpflichtungen kompensiert werden können.

Verbesserung der langfristigen Wettbewerbsfähigkeit

Eine Treibhausgaspolitik in der Schweiz löst technische Innovationen aus, welche zu einem zukünftigen Wettbewerbsvorteil und damit zur Sicherung von Arbeitsplätzen mit hoher Wertschöpfung führen. Dieser sogenannte *first mover advantage* kann allerdings nur realisiert werden, wenn die Schweiz eine Vorreiterrolle in der Klimapolitik übernimmt und sich das Ausland in der Zukunft an diese Politik anschliesst.

Technische Innovationen führen nicht nur zu erhöhter Konkurrenzfähigkeit, sondern auch zu verbesserter Güterqualität, welche eine direkte Erhöhung des Konsumnutzens zur Folge haben. So verbessern zum Beispiel energiesparende Massnahmen an Gebäuden das Raumklima.

Ebenso führt vermehrte Forschung und Entwicklung in einzelnen Branchen zu einem Wissensgewinn, welcher auch für andere Branchen nutzbar ist.

Kurzfristig löst die Treibhausgaspolitik eine Strukturanpassung aus, welche dann einen Verlust der internationalen Wettbewerbsfähigkeit von treibhausgasintensiven Branchen zur Folge hat, wenn das Ausland keine entsprechende Politik betreibt oder einzelne Branchen von der Reduktionspflicht ausnimmt

Erkennen von win-win Strategien

Eine Treibhausgaspolitik veranlasst sowohl Konsumenten wie auch Unternehmungen, sich über mögliche Einsparungen und Substitutionen von fossiler Energie Gedanken zu machen. Damit lassen sich bisher unerkannte Einsparungspotentiale erkennen, die auch aus individueller oder betriebswirtschaftlicher Sicht lohnend sind (sogenannte *win-win* Strategien). Diese Einsparungspotentiale sind umso grösser, je besser die zur Verfügung stehende Information und Beratung ist. Gerade bei grossen Haushaltsgeräten wie Kühlschränken, Waschmaschinen etc. sind daher Labels, welche solche Informationen vermitteln, von grosser Bedeutung.

2.2 Mittelgrosse sekundäre Effekte

Dezentralisierung

Da die heutigen Transportpreise die externen Kosten nicht enthalten, ist die Mobilität allgemein zu billig. Eine Internalisierung dieser Kosten durch eine Treibhausgaspolitik führt zu einer Erhöhung dieser Preise und damit langfristig zu einer dezentraleren Produktionsstruktur und Besiedlung. Diese Entwicklung hat umso grössere Vorteile, je grösser die externen Effekte der Zentralisierung sind.

Die in der Schweiz im CO₂-Gesetz vorgesehenen Massnahmen zur Reduktion der Treibhausgasemissionen führen allerdings nur zu kleinen Veränderungen der relativen Preise. Daher ist der Einfluss der aktuellen Politik auf die Optimierung der räumlichen Struktur gering.

Abbau von Geboten und Verboten

Eine konsequente Anwendung von marktwirtschaftlichen Instrumenten im Umweltschutz allgemein und bei der Treibhausgaspolitik im Speziellen ermöglicht den Abbau von polizeirechtlichen Vorschriften. Damit erhöht sich die Wahlfreiheit der Wirtschaftsteilnehmer.

Wenn politisch kommuniziert werden kann, dass eine budgetneutrale ökologische Steuerreform nicht zu vermehrten Steuern führt, sondern nur die relativen Preise korrigiert, so dürfte dabei die Abneigung gegen Umweltpolitik abnehmen.

Revision des Steuersystems

Das schweizerische Steuersystem ist historisch gewachsen und entspricht in vielen Punkten nicht den Anforderungen einer effizienten und konsistenten Finanzpolitik. Durch die Einführung von Lenkungsabgaben und der ökologischen Umgestaltung des Steuersystemes ergibt sich die Chance, die Finanzpolitik grundsätzlich zu überdenken und zu reformieren. Ob diese Chance tatsächlich wahrgenommen wird, ist allerdings fraglich.

2.3 Kleine sekundäre Effekte

Abbau von Arbeitslosigkeit

Obwohl die Reduktion der Arbeitslosigkeit im Zusammenhang mit einer ökologischen Steuerreform immer wieder in den Vordergrund gerückt wird, ist dieser Effekt aus ökonomischer Sicht skeptisch zu beurteilen. Die Auswirkungen einer Treibhausgaspolitik auf die Höhe der Arbeitslosigkeit ist davon abhängig, wie die Arbeitslosigkeit begründet wird. In diesem Punkt ist sich die Wissenschaft nicht vollkommen einig und entsprechend kommen, analog zu den naturwissenschaftlichen Klimamodellen, unterschiedliche Modelle zu unterschiedlichen Resultaten.

Aus den bisherigen Modellrechnungen zur Frage der Arbeitslosigkeit lassen sich dennoch zwei Folgerungen ziehen:

- Falls überhaupt Beschäftigungseffekte auftreten, sind diese gering.
- Eine Verwendung der Einnahmen aus einer Umweltsteuer zur Reduktion der Arbeitssteuersätze hat im Vergleich zu einer pauschalen Rückverteilung positive Auswirkungen auf die Beschäftigung.

Die Diskussion der Treibhausgaspolitik ist in der Schweiz zeitlich mit der Rezession in der ersten Hälfte der 90-er Jahre zusammengefallen. Daher ist auch immer wieder die Frage gestellt worden, ob eine solche Politik einen Konjunkturaufschwung und damit einen Abbau der konjunkturellen Arbeitslosigkeit auslösen könne. Treibhausgaspolitik ist aber Strukturpolitik und damit langfristig ausgerichtet. Entsprechend ist ein Einsatz von strukturellen Massnahmen zur Überwindung von kurzfristigen konjunkturellen Problemen nicht sinnvoll, da sich dabei die Strukturpolitik an die jeweilige konjunkturelle Situation anpassen müsste.

Internationale Kooperation

Grundsätzlich verlangt das globale Problem der Treibhausgasemissionen auch ein internationales Vorgehen. Im Zuge der internationalen Verhandlungen der Klimakonvention kann es daher auch zu einer sinnvollen und verbesserten internationalen Kooperation auf anderen Gebieten kommen.

Image Verbesserung

Eine Vorreiterrolle der Schweiz in der Treibhausgaspolitik kann zu einer Verbesserung des Ansehens der Schweiz im Ausland führen. Kürzlich gemachte Erfahrungen zeigen allerdings, dass das Image der Schweiz im Ausland von ganz anderen Aspekten beeinflusst wird als von der inländischen Klimapolitik.

3 Zusammenfassung

Eine Treibhausgaspolitik in der Schweiz führt gleichzeitig zu einer Reduktion der regionalen Umweltbelastung und damit zu einer Verminderung von externen Kosten in der Schweiz. Sie hat weiter zur Folge, dass Anreize zur Innovation gegeben werden, welche die zukünftigen Wettbewerbschancen auf dem internationalen Markt verstärken. Ebenso löst Klimapolitik Lerneffekte aus, welche sich im Erkennen von individuell oder betriebswirtschaftlich lohnenden Massnahmen zeigen. Diese sekundären Vorteile sind substantiell. Andere wirtschaftliche Auswirkungen einer schweizerischen Treibhausgaspolitik sind eher marginal. Namentlich wird der Einfluss auf die Beschäftigungssituation häufig überschätzt, indem übersehen wird, dass sich strukturpolitische Massnahmen nicht an konjunkturellen Zielen ausrichten sollten.

Secondary Benefits von Treibhausgas-Reduktionen für die Gesundheit

Synthese

**der Diskussion in der Gruppe Gesundheit am
OcCC-Workshop vom 22./23. November 1999**

Autoren: Tilman Eberle, Charlotte Braun, Nino Künzli

Diskussionsleitung: Thomas Zeltner

Teilnehmer der Gruppe «Gesundheit»

| <i>Name</i> | <i>Institut/Firma</i> |
|--------------------------------|------------------------------|
| Prof. Thomas Zeltner | Bundesamt für Gesundheit |
| Dr. Hans-Peter Bader | EAWAG |
| Dr. Charlotte Braun-Fahrländer | Universität Basel |
| Dr. Claudio Defila | Meteo Schweiz |
| Tilman Eberle | Universität Basel |
| Monika Eichholzer | Bundesamt für Gesundheit |
| Margit Huber | SIGA |
| Prof. Dieter Imboden | ETH Zürich |
| Dr. Nino Künzli | Universität Basel |
| Bettina Menne | WHO Rome |
| Susanne Schori | Schori und Partner |
| Peter Strähl | BUWAL (Abt. Luftreinhaltung) |
| Ursula Ulrich | Bundesamt für Gesundheit |
| Roger Waeber | Bundesamt für Gesundheit |
| Matthias Zimmermann | Verkehrs-Club der Schweiz |

1 Einleitung

Die Gruppe Gesundheit hat der Diskussion der Thesen einen umfassenden Gesundheitsbegriff zugrunde gelegt: Gesundheit ist ein *Zustand* vollkommenen körperlichen, geistigen und sozialen Wohlergehens und nicht nur das Fehlen von Krankheiten (WHO Definition 1976). Dieser Begriff wurde aber nicht als alleiniges Ziel verstanden: Gesundheitsförderung nach dem modernen Verständnis der WHO Ottawa-Charta (1988) zielt auf einen integrierten *Prozess*, unter anderem für eine höhere Selbstbestimmung über die eigene Gesundheit.

Um die gesellschaftliche Relevanz menschlicher Gesundheit zu formulieren, wurde der Schlusspräsentation folgende Positiv- und Neagtivformulierung vorgeangestellt:

Menschen, die gesund sind und sich wohl fühlen, sind produktiv.

Menschen, die weniger gesund sind, verursachen volkswirtschaftliche, betriebswirtschaftliche und persönliche Kosten.

2 Sekundärnutzen für die Gesundheit

Die Diskussion der Gesundheitsthesen hat folgende *übergeordnete* Zusammenhänge verdeutlicht:

- Treibhausgasreduktionsstrategien können je nach Ausgestaltung *positive aber auch negative Auswirkungen auf die Gesundheit* haben (Zielkonflikte). Eine differenzierte Betrachtung sowie Konzeptlösungen, die mit geeigneten Indikatoren evaluiert werden können, sind deshalb notwendig.
- Wesentliche Secondary Benefits sind durch all jene Strategien zu erwarten, welche parallel zu den Treibhausgasen auch die gesundheitlich relevanten Luftschadstoffe reduzieren. In diesem Sinne wurden aktuelle Klima-Massnahmenpakete aus gesundheitlicher Sicht grob bewertet (siehe Tabelle Anhang 1). Eine aussagekräftige Messung der Secondary Benefits sowie die Evaluation von gesundheitlichen Benefits der Massnahmen erfordern jedoch die Verfügbarkeit von *Umwelt- und Gesundheitsindikatoren*.
- Es hat sich herausgestellt, dass in Ermangelung interdisziplinären Wissens und brauchbarer Indikatoren die Secondary Benefits in der Landwirtschaft nicht quantifiziert und diskutiert werden konnten (siehe Kapitel Ausblick).
- In der Diskussion wurde betont, dass sich die Gesundheitsbenefits nicht sofort (d.h. unmittelbar nach Reduktion von Schadstoffbelastungen) einstellen. Das liegt einerseits an der Langfristigkeit und Komplexität der Wirkungen auf den menschlichen Organismus (Spätfolgen). Zudem werden Schadstoffe grossräumig verlagert und verursachen so auch in emissionsfreien Gebieten eine Belastung. Situationen wie die Gotthardspernung im Lavinenfrühling 1999 haben gezeigt, dass bei plötzlicher lokaler Nullemission die Schadstoffbelastungen (Immissionen) nicht auf Null sinken. Die Gesundheitsgruppe fordert aus diesen Gründen nachhaltige, interdisziplinäre Konzeptlösungen.

2.1 Sekundärnutzen I: Luftschadstoffreduktion beim Verkehr

Mit der gleichzeitigen Reduktion von CO₂-Emissionen und den damit verbundenen Luftschadstoffen aus Verbrennungsprozessen lassen sich Gesundheitsschäden und ihre Folgekosten erheblich senken.

Bei der Verbrennung fossiler Energieträger werden neben CO₂, dem wichtigsten Treibhausgas, weitere Schadstoffe emittiert. Die gesundheitlich relevantesten sind SO₂, NO_x, feine Partikel und die sekundäre Bildung von Ozon. Dadurch entstehen grosse gesundheitliche (und volkswirtschaftliche) Schäden (siehe untenstehende Tabelle 1 Szenario 1). Hier liegt ein grosses Potential für gesundheitliche Secondary Benefits von Treibhausgasreduktionen, wenn parallel zum Energieverbrauch Luftschadstoffe reduziert werden können (siehe Tabelle 1 Szenario 2 und Szenario 3).

Tabelle 1: Auswirkung von Emissionsreduktionen auf gesundheitliche Indikatoren.

| | | jährl. CO ₂ - Emissionen (Zielsetzung bis 2010) | durchschnittliche Konzentration Leitschadstoff PM ₁₀ [µg/m ³] | Langzeitsterb- lichkeit (Erwachsene 30) | Bronchitis (Kinder <15) | Verlorene Arbeitstage (Erwachsene 20) |
|-------------------|--------------------|---|---|--|-------------------------------|--|
| Szenario 1 | Total | 53 Mt ¹ | 21.4 | 3'314 | 45'446 | 2'762'682 |
| Szenario 2 | Total | 48 Mt | 19 | 2'800 | 38'000 | 2'300'000 |
| | Veränderung | -10% | -2.4 | -500 | -7'000 | 430'000 |
| Szenario 3 | Total | 40 Mt | 16 | 2'000 | 28'000 | 700'000 |
| | Veränderung | -25% | -5.4 | -1'300 | -18'000 | 1'000'000 |

¹Total: gleichbleibend bis ca. 2010. Zunahme im Verkehrssektor.

Achtung! Hier wurden folgende sehr vereinfachende Zusammenhänge angenommen:

1. Luftschadstoffe werden in gleichem Masse reduziert, wie CO₂-Emissionen
2. diese Reduktionen wirken sich tatsächlich auch auf die Umgebungskonzentrationen aus und
3. diese Immissionswerte in bekanntem Masse auf die Gesundheitsindikatoren.

Die Berechnungen beruhen auf den in der epidemiologischen Forschung etablierten Wirkungsbeziehungen zwischen PM₁₀ und Gesundheit. Das Szenario 1 geht vom Status quo der heutigen Schweiz aus.

Der motorisierte Strassenverkehr spielt bei der Emission von Treibhausgasen eine gewichtige Rolle, und verursacht einen überproportionalen Anteil an Luftschadstoffemissionen:

| Auswirkungen des Strassenverkehrs relativ zu Gesamtauswirkungen | |
|--|-----|
| Treibhausgas-Emission | 25% |
| Energieverbrauch | 24% |
| PM ₁₀ -Emission | 50% |
| NO _x -Emission | 60% |

Aber: Vorsicht mit Diesel!

Dieselmotoren stossen pro Kilometer zwar weniger CO₂ aus als Benzinmotoren; der Ausstoss gesundheitsrelevanter Schadstoffe, insbesondere Feinstaub und Stickoxide, liegt jedoch deutlich höher.

Diesel als Treibstoff zu fördern wird häufig im Zusammenhang mit Klimafragen diskutiert, weil ca. 15% weniger CO₂ ausgestossen wird, als bei vergleichbaren Benzinmotoren. Ein Dieselmotor hat jedoch den Nachteil, dass er beim jetzigen Stand der Technik sehr viel mehr Partikel (Faktor 10), krebserregende Substanzen und Stickoxide ausstösst. Andere CO₂-effiziente Treibstoffe, zum Beispiel Biodiesel und Rapsmethylester, zeigen ähnlich erhöhte Schadstoffemissionen pro Fahrzeugkilometer.

Eine starke Förderung von Dieseltechnologie würde also zu einer Zunahme von gesundheitlich relevanten Primär- und Sekundärschadstoffen führen. Einerseits ergibt sich daraus eine technische Anforderung, denn erst wenn dieser Nachteil (technisch) effizient gelöst ist, stellt Diesel eine klimapolitisch sinnvolle Übergangsstrategie dar. Andererseits gilt, wie für den motorisierten Verkehr allgemein, dass mit einer verbesserten Schadstoffbilanz der Fahrzeuge die anderen gesundheitlichen Auswirkungen durch Lärm und Einschränkung der Lebensqualität nicht gelöst werden können.

2.2 Sekundärnutzen II: Gesundheitsgewinn durch Fortbewegung aus eigener Kraft

Durch zukunftsgerichtete Massnahmen im Verkehr, wie zum Beispiel die Promotion von Velo- und Fussverkehr, lassen sich Klima- und Gesundheitsanliegen mit nachhaltiger Wirkung gemeinsam umsetzen.

Auch wenn die Energieeffizienz und die Schadstoffbilanz der einzelnen Fahrzeuge stetig weiter verbessert wird², bleiben Lärm, Verkehrsraumbedarf und bedingt auch Unfälle weiterhin abhängig von der Anzahl der Fahrzeuge (siehe Tabelle 2). Aus gesundheitlicher Sicht sind deshalb jene klimarelevanten Konzepte sinnvoll, die auch auf eine Volumenreduktion des Verkehrs abzielen. Die positive Promotion wurde als neuer Aspekt aus der Diskussion der Langsamverkehrskonzepte herausgenommen.

Tabelle 2: Gesundheitsschäden durch den Strassenverkehr.

| Gesundheitsschäden durch den Strassenverkehr | |
|--|---|
| <i>Luftschadstoffe</i> | pro Jahr: ca. 1'800 Todesfälle, 2'200 Spitaleinweisungen, 2'300 chronische Bronchitiker, 24'000 Bronchitisperioden bei Kindern, 46'000 Asthmaanfänge, 1,5 Mio. Personentage mit eingeschränkter Aktivität |
| <i>Unfälle verletzt/getötet</i> | 26'539 / 616 Personen pro Jahr |
| <i>Lärm</i> | 30% der Schweizer Bevölkerung in kritischen Immissionswerten |
| <i>Lebensqualität</i> | Verlust an Frei- und Spielräumen (nicht nur für Kinder), Angst und Einschränkung der Bewegungsfreiheit |

²Die prognostizierte Zunahme des Verkehrs bedingt ab 2010 auch wieder eine Zunahme der Stickoxidemissionen.

Ein Langsamverkehrskonzept soll Schnelligkeit und Verfügbarkeit eines Verkehrsmittels mit dem gemeinschaftlichen Ziel, der Reduktion von Lärm und Abgasen, vereinbaren. Das bedingt, den motorisierten Verkehr im *Siedlungsbereich* zu verlangsamen und zu verflüssigen, um Emissionen zu reduzieren und die Mobilität aus eigener Kraft (Fuss, Velo) zu fördern (Massnahmen siehe Anhang 2).

Der Gesamtgewinn dieser verhaltensbasierten Massnahmen ist gross: Bis zur Hälfte aller unternommenen Autofahrten könnten, vor allem in dichtbesiedelten Gebieten, durch Velo und Fuss ersetzt werden³, welche keine Abgase emittieren. Zusätzlich stärkt regelmässige Bewegung die allgemeine Gesundheit in der Bevölkerung:

| Benefits von Langsamverkehrskonzepten | |
|--|---|
| <i>Potential ersetzbarer Autofahrten⁴</i> | 50% aller Autofahrten kürzer als 5 km 33% länger als 10 km Veloverkehr könnte um 50%-200% gesteigert werden |
| <i>Auswirkungen Auto -/- Velo</i> | Treibhausgase, Luftschadstoffe, Lärm: xxx -/- 0 Unfälle: 50 -/- 1 Verkehrsfläche ⁵ : 12 -/- 1 |
| <i>Schutzeffekt regelmässiger Bewegung</i> | Reduktion von Herzinfarkt, Krebs, Altersdiabetes Positive Wirkung auf Gemüt und Gesundheitsverhalten |

³Der Modalsplitanteil des Veloverkehrs (Anzahl Wege) könnte um 50% bis 200% in 10 bzw. 20 Jahren gefördert werden. Fussgänger: 20% bis 40%. Der Anteil des motorisierten Individualverkehrs könnte um 20%-50% verringert werden.

⁴Die Aussagekraft des Indikators Anzahl Wege («Etappen») gegenüber «Gefahrene Kilometer» wird durch die Tendenz, Weglängen in einem Langsamverkehrskonzept im Durchschnitt insgesamt zu verkürzen, noch verstärkt.

⁵Als Indikator für die Einschränkung des Lebensraums und damit des Wohlbefindens.

2.3 Sekundärnutzen III: Verbesserung der Gesundheit in Innenräumen

Bei klimapolitisch motivierten Massnahmen im Gebäudebereich müssen Kriterien für die Gesundheit und das Wohlbefinden in Innenräumen in allen Phasen einbezogen werden. Mit geeigneten Massnahmen lassen sich gleichzeitig der Energieverbrauch senken, die gesundheitlichen Risiken vermindern und das Wohlbefinden und die Produktivität in den Räumen erhöhen.

Durch die Verbesserung der Gebäudeisolation lässt sich der Heizenergieverbrauch erheblich reduzieren. Die Abdichtung von neuen Gebäuden und Sanierungsobjekten ist deshalb auch integraler Bestandteil von Bauvorschriften und Energiesparprogrammen. Der Trend, die Gebäudehüllen undurchlässiger zu machen, kann eine Zunahme der gesundheitlichen Beschwerden zur Folge haben.

Eine reduzierte Belüftung von Wohn- und Arbeitsräumen kann zu einer Erhöhung

- der Feuchtigkeit führen. Dies fördert die Bildung von Pilzen, deren Toxine in die Raumluft gelangen.
- der Konzentrationen von Schadstoffen aus natürlichen (Radon) und aus menschlichen Quellen (z.B. Tabakrauch, Holzschutz- und Reinigungsmittel, Leim) führen.

Die gesundheitlichen Folgen einer erhöhten Innenraumluftbelastung für die Bevölkerung, die durchschnittlich 90% der Zeit drinnen verbringt, reichen von Häufung von Atemwegsbeschwerden, allergischen Reaktionen zu Unwohlsein und reduzierter Produktivität.

Air Conditioning, die häufige Konsequenz der Isolation von Geschäftshäusern, stellt in vielen Situationen auch keine optimale Lösung dar: Es wird viel Energie verbraucht und oft beklagen sich die Benutzer der Räume über mangelnde Einflussnahme auf das Raumklima und negative Auswirkungen auf das Wohlbefinden.

Nur eine optimale, vor allem benutzergerechte Ausgestaltung der Raumkonditionierung führt gleichzeitig zum Energiesparen und zufriedenen, gesunden Benutzern.

3 Zusammenfassung

Am Workshop über Secondary Benefits von Treibhausgasreduktionen wurde in der Gesundheitsgruppe zuerst über den Gesundheitsbegriff diskutiert. Es wurde festgestellt, dass Gesundheit nicht nur die Abwesenheit von Krankheit beinhaltet, sondern auch Aspekte des Wohlbefindens und der Lebensqualität. In der weiteren Diskussion wurde deutlich, dass Massnahmen der Klimapolitik sowohl positive als auch negative Auswirkungen auf die Gesundheit haben können (Anhang 1).

Besonders grosse positive Auswirkungen (Secondary Benefits) wurden durch die gleichzeitige Reduktion von CO₂- und Luftschadstoffemissionen aus fossilen Verbrennungen identifiziert (*These 1*).

Die Diskussion hat klargestellt, dass sich die Gewinne für die Gesundheit nicht sofort und unmittelbar nach der Reduktion der Luftschadstoffe einstellen. Im motorisierten Verkehr steckt bezüglich Treibhausgas-, Luftschadstoff- und weiteren Emissionen ein besonders grosses Potential für Gewinne für die Gesundheit, wenn langfristige, konzeptionelle Lösungen angestrebt werden (*These 2*).

Massnahmen zur Reduktion von Treibhausgasemissionen können unter Umständen negative Auswirkungen auf die Gesundheit haben (Zielkonflikt). Darunter fällt der Dieseltreibstoff als Ersatz für Benzin, weil die gesundheitsrelevante Schadstoffbilanz bei derzeitiger Technologie schlechter ist (*These 3*).

Beim Energiesparen im Gebäudebereich ist darauf zu achten, dass verstärkte Isolation nicht zu Problemen mit der Innenraumluftqualität führt, sondern dass Energieeffizienz und Indoorklima synergetisch verbessert werden können (*These 4*).

Für die Landwirtschaft konnten in der Diskussion keine Ergebnisse erzielt werden, weil noch keine systembezogenen Grundlagen zur Verfügung stehen. Auch in anderen Bereichen war, in Ermangelung übergreifender Indikatoren, die Bewertungsfrage oftmals Endpunkt der Diskussion. Hier besteht Forschungsbedarf und die Notwendigkeit, die Verfügbarkeit von Gesundheitsindikatoren zu verbessern.

4 Ausblick – Wo sind Wissenslücken?

Die Diskussion in der Gesundheitsgruppe ist an manchen Punkten an eine Grenze gestossen. Es hat sich herausgestellt, dass manche Effekte nicht vergleichbar sind, weil keine Entscheidungsgrundlage zur Verfügung steht. Einerseits wurde empfohlen, den Katalog der Indikatoren um Umwelt- und Gesundheitsindikatoren zu erweitern, andererseits wurde auf Forschungsbedarf bei den Secondary Benefits in der Landwirtschaft hingewiesen:

1. Die Forschung sollte vermehrt die langfristigen Auswirkungen der Luftverschmutzung auf chronische Krankheiten und ihren Verlauf sowie das Wohlbefinden (Lebensqualität) untersuchen. Die einseitige Betonung der Auswirkungen auf die Sterblichkeit widerspiegelt das Problem ungenügend.
2. Bei der Erforschung der Auswirkungen der Luftverschmutzung auf die Sterblichkeit sollten auch jene Indikatoren benutzt werden, welche die Lebensqualität mit in Betracht zieht (zum Beispiel «*disability adjusted life years*», DALY).
3. Die Monetarisierung der gesundheitlichen Folgen ist ein sinnvoller Schritt um durch Aggregation einfache Vergleiche möglich zu machen und relevante Grössen in Entscheidungsprozesse zu integrieren. Zum Beispiel lässt sich das durch die Luftverschmutzung verstärkte krankheitsbedingte Fehlen am Arbeitsplatz als Produktionsausfall darstellen. Jedoch lassen sich viele Effekte nicht in gleicher Weise aggregieren, beispielsweise die Berechnung von Krankheitstagen von Nichterwerbstätigen. Von der Gesundheitsgruppe wird aus diesem Grund gefordert, weitere Indikatoren in den Katalog der Auswirkungen aufzunehmen und die Methode der Monetarisierung weiter zu entwickeln.
4. Die *Landwirtschaft* verursacht heute ca. 10% der Treibhausgas-Emissionen. Der Transport von Nahrungsmitteln verursacht ca. 15% des Güterverkehrs. Die Menge und die Zusammensetzung der Nahrung haben einen entscheidenden Einfluss auf die menschliche Gesundheit. Während der Diskussionen hat sich herausgestellt, dass in diesem Bereich noch keine vernetzte Denkarbeit geleistet worden ist.
5. Stichworte für vertiefte Nachforschungen sind: Schadstoffe in Boden, Wasser und Luft durch Düngung, Schädlingsbekämpfung, Produktion und Transport. Nitrat in Trink- und Oberflächengewässern. Förderung von gesundheitsbewusster, genussreicher Ernährung. Viehbesatz. Biomasse in den Böden.

Anhang

- 1 **Tabelle zur These Luftschadstoffe**
- 2 **Auswahl von Massnahmen im
Langsamverkehrskonzept und ihre
Auswirkungen**

Anhang 1: Tabelle zur These Luftschadstoffe

| Szenario | Massnahme | Paket | Reduktion Luftschadstoffe Ges.-Benefit | Erläuterung |
|---------------------------|---|---|---|--|
| S1 Abgaben | Energielenkungsabgabe LSVA | E2000/ENq, wenn nötig Abgabe | + | Negative Gesundheitsauswirkungen, wenn besonders schadstoffintensive Energieträger als CO ₂ -Reduktion eingesetzt werden. Betrifft vor allem Dieselfahrzeuge, die durch den Partikel-ausstoss eine hohe Gesundheitsrelevanz haben. |
| S2 Abgaben | CO ₂ -Abgabe Mineralbesteuer NEAT-Zehner | CO ₂ -Gesetz, wenn nötig | + | siehe erste Erläuterung |
| S1+S2 Energieträger | Förderung Wind-, Geo-, Solarenergie Förd. nachwachsender Energieträger Wasserkraft (+5%) Leistung best. KKW +10% | E2000, Solar-I. E2000, AP2002 E2000 E2000 | + - + + | siehe erste Erläuterung Viele erneuerbare Energieträger sind schadstoffintensiver als die substituierten (Öl, Gas). Nur dann positiv, wenn fossile Energieträger ersetzt werden. ditto |
| S1+S2 Energieeffizienz | Förderung rationaler Energienutzung Minergie-Häuser, verdichtetes Bauen | E2000, Energie-Umwelt-I. E2000, APUG | + ++ | siehe erste Erläuterung Kann zu stärkerer Belastung der Indoor Air Qualität führen. |
| S1+S2 Verkehr | Umstieg/Reduktion MIV | verschiedene | ++ | Reduktion findet vor allem in Agglomerationen statt, wo eine dichtere Bevölkerung von höheren Schadstoffkonzentrationen entlastet werden. |
| S2 | Förderung regionaler, saisonaler Landwirtschaftsprod. | APUG, AP2002 | ++ | |
| S3 | Erhöhung der CO ₂ -Abgabe um 4%/a Integration lokaler und regenerativer Energieversorgung Förderung Wind-, Geo-, Solarenergie Förderung nachwachsender Energieträger Effizienzsteigerung Wärme | verschärfte CO ₂ -Abgabe langfristige Raumplanung verschärfte techn. Massnahme verschärfte techn. Massnahme verschärfte techn. Massnahme | + + + - | siehe erste Erläuterung siehe erste Erläuterung Viele erneuerbare Energieträger sind schadstoffintensiver als die substituierten (Öl, Gas). Kann zu stärkerer Belastung der Indoor Air Qualität führen. |
| | Energie-Effizienzsteigerung Transport Kontingenterung | verschärfte techn. Massnahme «ultima-ratio» Massnahme | + + | siehe erste Erläuterung siehe erste Erläuterung |

Legende:

- + bedeutet, die Reduktion der gesundheitsrelevanten Luftschadstoffe ist ungefähr proportional zur Reduktion Treibhausgase.
- + bzw. ++ bedeutet negative bzw. sehr positive Auswirkungen auf die Emission von Luftschadstoffen.
- +/- bedeutet, der Zusammenhang ist nicht eindeutig.
- S1/S2/S3 Gehört eine Massnahme zu Szenario 1/2/3 (S1/S2/S3), bedeutet das eine schwache/wesentliche/starke Abnahme der gesamten klimarelevanten Emissionen (S1 : mit Ausnahme Verkehr).

Anhang 2: Auswahl von Massnahmen im Langsamverkehrskonzept und ihre Auswirkungen

Ziel eines Langsamverkehrskonzept: mehr Ruhe, mehr Sicherheit, mehr Fitness, mehr Lebensraumqualität und Reduktion der Treibhausgasemission.

Kurzfristige Massnahmen:

- Temporeduktion
- gute, sichere und schnelle Velo- und Fusswege inklusive gute Zugänge und Abstellmöglichkeiten an wichtigen Punkten
- Reduktion der Autoabstellplätze in Zentren
- Förderung des öffentlichen Verkehrs

Langfristige Masnahmen:

| | Luft | CO ₂ | Verkehrslärm | Wohnqualität | Wege |
|---|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| Polyzentrische Siedlungsstruktur anstreben | positive | positive | positive | positive | wesentliche positive |
| Wohn- und Arbeitsplätze gegenseitig abstimmen und vermehrt durchmischen | wesentliche positive |
| Gut erreichbare Standorte für den Güterumschlag reservieren | wesentliche positive |
| Nahe Versorgung mit Gütern des alltäglichen Bedarfs anstreben | wesentliche positive |
| Naherholungsmöglichkeiten bei Wohngebieten schaffen | wesentliche positive |
| Beschleunigung und Erweiterung des öffentlichen Verkehrs | wesentliche positive |
| Park-and-Ride-Parkplätze nahe der Quelle vorsehen | wesentliche positive |
| Anwohnerbevorzugung beim Parkieren einführen | wesentliche positive |
| Infrastruktur fürs Velofahren verbessern | wesentliche positive |
| Attraktives Fusswegnetz bereitstellen | wesentliche positive |
| Verkehrsflächen verstärkt auf Velo- und Fussverkehrswege verteilen | wesentliche positive |
| Verkehr im Siedlungsgebiet bei tiefer Geschwindigkeit verflüssigen | wesentliche positive |
| Technische Effizienzpotential ausnützen | wesentliche positive |
| Akzeptanz von Tempolimiten erhöhen, um den Fahrstil anzupassen | wesentliche positive |

Legende:

- positive Auswirkung
- wesentliche positive Auswirkung
- keine oder geringe Auswirkung

Secondary Benefits von Treibhausgas-Reduktionen für Ökologie und Umwelt

Synthese

**der Diskussion in der Gruppe Ökologie und Umwelt am
OcCC-Workshop vom 22./23. November 1999**

Autoren: Daniel Müller, Thomas Lichtensteiger, Peter Baccini

Diskussionsleitung: Anne Petitpierre

Teilnehmer der Gruppe «Ökologie und Umwelt»

| <i>Name</i> | <i>Institut/Firma</i> |
|---------------------------|-----------------------|
| Prof. Anne Petitpierre | Université de Genève |
| Prof. Peter Baccini | EAWAG |
| Dr. Jürg Bucher | WSL Birmensdorf |
| Prof. Christian Körner | Universität Basel |
| Dr. Thomas Lichtensteiger | EAWAG |
| Dr. Samuel Mauch | Mauch Consulting |
| Dr. Daniel Müller | EAWAG / TU Delft (NL) |
| Dr. Urs Neu | ProClim- |
| Prof. Hans Thierstein | ETH Zürich |
| Dr. Richard Volz | BUWAL |

1 Einleitung

Definition von «Ökologie»

«Ökologie» wird hier verstanden als die Wissenschaft von Struktur und Funktion der Natur, wobei der Mensch Teil dieser Natur ist¹. Regionen (wie z.B. die Schweiz) können danach als Ökosystem betrachtet werden. Die folgenden Ausführungen beschränken sich hauptsächlich auf Untersuchungen zu regionalen Stoff- und Energieflüssen.

Definition von «Umbauen»

Unter «Umbauen» werden sämtliche durch den Menschen gesteuerten Prozesse verstanden, welche zu einer Umgestaltung der Landschaft und damit des regionalen Stoff- und Energiehaushaltes führen (z.B. Umbau von Gebäuden, Verkehrsinfrastruktur, Land- und Forstwirtschaft).

Definition von «Landschaft»

Entsprechend den ersten beiden Definitionen schliesst hier der Begriff «Landschaft» alle Teilgebiete einer Untersuchungsregion mit ein (z.B. Siedlungen, Verkehrsträger sowie land- und forstwirtschaftlich genutzte Gebiete).

Die Massnahmen zur CO₂-Emissionsreduktion können in drei Kategorien eingeteilt werden:

- Verminderung des fossilen Energieverbrauches
- Substitution von fossilen Energieträgern durch erneuerbare Energieträger
- C-Bindung (Erhöhung der Biomasselager)

Tabelle 1: Gruppierung der Massnahmen.

| Verminderung | Substitution | C-Bindung |
|--|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • energieeff. Verkehrsmittel • weniger Verkehr • energieeff. Gebäude (Neubau & Sanierung) • tiefere Raumtemperatur • weniger Gebäude (totale Wohn- und Arbeitsfläche) • energieeff. Industrie & Gewerbe | <ul style="list-style-type: none"> • landwirtsch. Biomasse • Holz • Sonnenkollektoren • Photovoltaik • Wasserkraft • Wind • Geothermie | <ul style="list-style-type: none"> • Holzvorräte in best. Wäldern vergrössern • Waldfläche vergrössern • Holzlager in Gebäuden vergrössern • C-Lager in Böden erhöhen |

¹ODUM, E.P., 1971: Fundamentals of Ecology. W.B. Saunders Company, Philadelphia London Toronto.

Die in Tabelle 1 aufgeführten Massnahmen haben unter anderem folgende ökologischen sekundären Benefits (Tabelle 2):

Tabelle 2: Sekundäre Benefits nach Massnahmengruppen.

| Verminderung | Substitution | C-Bindung |
|---|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • Schadstoffreduktion (z.B. Nitrat, NO_x, Bodenversauerung, Ozon) • Verminderung der biol. Risiken einer raschen CO₂-Erhöhung (Biodiversitätsverlust, Wasserhaushalt) • Frühzeitige Loslösung von einseitigen Abhängigkeiten (Erdöl) • Vermeidung von grossen Schwankungen (Peaks) von Baumaterialien (z.B. Holzbedarf) | <ul style="list-style-type: none"> • Frühzeitige Loslösung von einseitigen Abhängigkeiten (Erdöl...) • Biomassefermentation: Erhöhte N-Effizienz • Erhaltung fossiler Ressourcen als Materialressourcen • Energieholz & Bauholz: Aufrechterhaltung der Waldbewirtschaftung • Solar-Energie, Wind...: Schadstoff-Reduktion | <ul style="list-style-type: none"> • Waldfunktionen: Erholung, Biodiversität, Holzproduktion • Wasserspeicherkapazität, N-Bindung, Erosionsschutz, Schutzfunktionen, ökol. Wert von Altholzbeständen • Siedlungsbegrünung Mikroklima, Wohnqualität • Humusreiche Böden • Wasserspeicherkapazität, Stickstoffretention, nachhaltige Bodenfruchtbarkeit, Erosionsschutz, Düngereinsparung • Kleingehölze (Hecken...) Windschutz, Biodiversität |

2 Sekundärnutzen für Ökologie und Umwelt

Gewichtung der primären und sekundären Effekte

Die primären Effekte (CO₂-Emissionsreduktion) können relativ einfach abgeschätzt und quantifiziert werden. Die sekundären Effekte treten dagegen in sehr unterschiedlichen Feldern auf (z.B. weniger Nitrat im Grundwasser, verbesserte Naherholungsmöglichkeiten...), die nicht direkt miteinander verglichen werden können, bzw. eine subjektive Bewertung beinhalten. Ferner muss berücksichtigt werden, dass die Potentiale unterschiedlich schnell verfügbar sind. In Abbildung 1 wurde trotz diesen Bewertungsproblemen der Versuch unternommen, eine Gewichtung der primären und sekundären Effekte vorzunehmen.

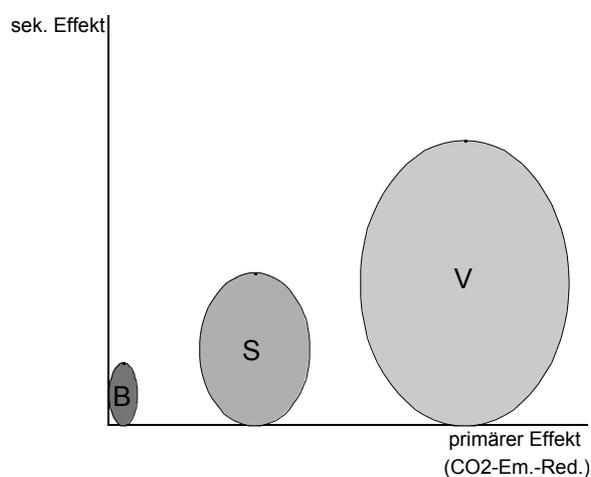


Abbildung 1: Gewichtung der Massnahmengruppen nach ihren langfristig verfügbaren Potentialen für primäre und sekundäre Effekte. Die sekundären Effekte beruhen auf einer subjektiven Wertung. Legende: B: C-Bindung, S: Substitution, V: Verbrauchsreduktion.

Den grössten Primärnutzen erzielt man mit *Verbrauchsreduktionen (V)*. Dieses Reduktions-Potential ist aber vor allem langfristig verfügbar, da es einen Umbau der gesamten Infrastruktur (z.B. Gebäude-, Verkehrsinfrastruktur) voraussetzt. Entsprechend sind auch die sekundären Benefits (z.B. rechtzeitige Loslösung von Erdöl) erst langfristig spürbar.

Substitutionsmassnahmen (S) liegen im Mittelfeld bei den primären Effekten (ca. 5-20%), sind aber schneller verfügbar. Ihre sekundären Effekte sind z.T. gewichtiger als die primären Effekte (z.B. Verbesserung der Stickstoffeffizienz durch Vergärung der landwirtschaftlichen Reststoffe).

Bindungsmassnahmen (B) haben in so dicht besiedelten Regionen wie der Schweiz einen sehr begrenzten und zeitlich limitierten Effekt auf den C-Haushalt. Infolge des kleinen Primärbeitrages kann der sekundäre Nutzen bedeutend grösser sein als der primäre.

2.1 Energiewirtschaft und fossile Energieträger

Massnahmen zur Treibhausgas-Reduktion stimulieren sowohl eine rechtzeitige Loslösung von der einseitigen Abhängigkeit von Erdöl als auch eine Substitution von Erdöl durch Erdgas. Ein Ausstieg aus beiden Energieträgern ist wegen der Ressourcenerschöpfung in einigen Generationen unumgänglich. Eine Reduktion des Erdölverbrauches führt in den meisten Fällen auch zu einer Verminderung der Schadstoffemissionen (z.B. SO₂, NO_x). Ausgenommen ist dabei die Substitution durch bestimmte Energieträger (z.B. Verbrennung von Biomasse).

Mit einem gezielten, langfristig angelegten Umbau der Infrastrukturanlagen (v.a. Gebäude, Verkehr, Industrie) in Richtung einer solaren Energieversorgung (Energieversorgung mit ausschliesslich erneuerbaren und damit CO₂-neutralen Energieträgern) werden nicht nur die Treibhausgasemissionen, sondern auch die Verbräuche von nichterneuerbaren fossilen Energieträgern reduziert. Eine frühzeitige Loslösung von Erdöl bringt im Fall einer künftigen globalen Verknappung erhebliche ökologische (z.B. keine Verlagerung der Problematik auf andere beschränkt verfügbare Ressourcen oder problematische Energieträger erforderlich), aber auch wirtschaftliche und politische Vorteile (*First Mover Advantage*, grössere wirtschaftspolitische Unabhängigkeit bei zunehmenden Erdölverknappungen).

Da bei Erdgas weniger CO₂-Emissionen pro Energie erzeugt werden, können Massnahmen zur CO₂-Reduktion auch zu einem Anreiz zu vermehrter Erdgasverwendung führen. Da die Erdgasvorkommen nach heutiger Schätzung weiter reichen als die Erdölvorkommen, könnte Erdgas eine vorübergehende Bedeutung erlangen beim Übergang von der heutigen fossilen in eine zweite solare Gesellschaft.

2.2 Bauwirtschaft und Baumaterialien

Massnahmen zur Treibhausgas-Reduktion vermindern künftige Schwankungen der Bautätigkeit infolge einer raschen Loslösung von Erdöl.

Zwischen klimarelevanten Massnahmen und Instabilitäten auf dem Investitionsgütermarkt bestehen gewisse Zusammenhänge. Die in absehbarer Zeit verfügbaren solaren Energieträger reichen nicht aus, um den heutigen Energieverbrauch abzudecken. Eine solare Energieversorgung ist daher nur möglich, wenn die Infrastruktur (z.B. Verkehrssysteme, Gebäudepark) so umgebaut wird, dass ihr Energieverbrauch auf ein «solar verträgliches» Niveau gesenkt wird. Ein solcher Umbau erfordert rund 50-100 Jahre, was etwa der Verfügbarkeit von Erdöl und Erdgas entspricht (These 1).

Ein kürzerfristig angelegter Umbau (bei einer Strategie des Abwartens bis sich akute Verknappungen einstellen) würde zu erheblichen Schwankungen des Baumaterialverbrauches und der Bautätigkeit führen. Im Falle von Holz könnte die Rohstoffversorgung nicht mehr mit heimischer Produktion gedeckt werden. Massnahmen zur Treibhausgas-Reduktion könnten daher einen rechtzeitigen Umbau stimulieren, womit solche Schwankungen der Bautätigkeit vermieden oder vermindert würden.

2.3 Landwirtschaft und Stickstoff

Durch eine Substitution von fossilen Energieträgern mit Biogas, welches durch Vergärung landwirtschaftlicher Reststoffe gewonnen wird, könnte als sekundärer Benefit die Stickstoffeffizienz der Landwirtschaft deutlich verbessert werden. Damit würden sich sowohl die Luft- als auch die Gewässerbelastungen vermindern.

Durch eine Vergärung der landwirtschaftlichen Reststoffe (v.a. Gülle und Ernterückstände) könnte die Landwirtschaft genügend Energie produzieren, um ihren gesamten fossilen Energiebedarf zu substituieren. Der Hauptnutzen einer solchen Massnahme bestünde aber in einer deutlichen Erhöhung der Stickstoffeffizienz um rund 40%, womit die Luft- und Gewässerbelastungen vermindert würden.

2.4 Forstwirtschaft und Brennholz

Massnahmen zur CO₂-Reduktion können stimulierend wirken für eine Vergrösserung des Holzvorrates in den Wäldern sowie für eine Erhöhung der Brennholznutzung. Die Vergrösserung des Holzvorrates (z.B. Aufforstung) ist zeitlich begrenzt. Eine erhöhte Brennholznutzung ist dagegen zeitlich nicht begrenzt und kann dazu beitragen, die Waldpflege und damit die Wohlfahrtsfunktionen der Wälder zu sichern. Die Gesundheit der Wälder würde profitieren von verminderten Schadstoffeinträgen infolge einer verminderten Verbrennung fossiler Energieträger (vgl. Punkt 2.1).

Die Netto C-Akkumulation in den Wäldern hält nur solange an, als die Wälder insgesamt an Biomasse zulegen. Nach einer gewissen Zeit setzt ein Absterbeprozess ein, der über grössere Zeiträume dem Zuwachs entspricht. Langfristig können die Wälder daher nicht als C-Senken eingesetzt werden.

Bei Schutzwäldern kann ein längerfristiges Unterlassen der Bewirtschaftung zu einer Schwächung der Resistenz und der Schutzfunktionen führen (z.B. Bannwälder).

Eine erhöhte Brennholznutzung könnte zur Schaffung oder Erhaltung von dezentralen Arbeitsplätzen, welche mit der Wald- und Holzwirtschaft verbunden sind, beitragen (positiver Effekt). Dagegen würden damit die Schadstoffemissionen (z.B. NO_x, SO₂) erhöht (negativer Effekt).

2.5 Landschaftsqualität

Massnahmen zur Reduktion der Treibhausgas-Emissionen stimulieren einen umfassenden Umbau der Kulturlandschaft, bei dem neben den ökologischen auch die gestalterischen Aspekte verbessert werden können.

Auch aus gestalterischer Sicht ist ein Umbau der urbanen Kulturlandschaft erforderlich (z.B. Verbesserung der Identität, der Flexibilität, der Dichte und der Autonomie). Neuere Untersuchungen haben gezeigt, dass zwischen den ökologischen und den gestalterischen Aspekten ein grosses, weitgehend noch ungenutztes Synergiepotential steckt.

Land- und Forstwirtschaft haben ein schnell verfügbares, aber relativ kleines Potential zur Reduktion der CO₂-Emissionen. Sie spielen aber eine wichtige Rolle für die Landschaftsqualität. Gestaltungselemente der freien Landschaft (z.B. Wälder, Hecken) können nicht nur als Energieträger eingesetzt werden, sondern können auch wertvoll sein für Flora, Fauna sowie Erholungssuchende (z.B. Vernetzung von Biotopsystemen). Während der gestalterische Effekt hier sehr gross sein kann, ist die Reduktion der CO₂-Emissionen klein.

3 Schlussfolgerung

Eine starke und konsequente Reduktion der Treibhausgase in der Schweiz verlangt einen gezielten Umbau der Kulturlandschaft. Ein solcher, langfristig angelegter Umbau (zwei bis drei Generationen) erzeugt als **Secondary Benefits** nicht nur ökologische und soziale Verbesserungen, sondern löst auch wirtschaftliche Innovationen aus (*First Mover Effekt*). Dieser Umgestaltungsprozess öffnet auch Chancen und gestalterische Optionen für viele noch gar nicht erkannte vorteilhafte Entwicklungen im Ökosystem Schweiz.

4 Forschungsbedarf

Der grösste Forschungsbedarf besteht in der Frage, wie beim Umbau dicht besiedelter Kulturlandschaften Synergien zwischen ökologischen, ökonomischen und sozialen Benefits erzeugt werden können. Es müssen Methoden entwickelt werden, um die Klimapolitik geeignet zu integrieren in eine langfristig orientierte Siedlungs- und Verkehrspolitik. Dazu sind transdisziplinäre Forschungsprojekte erforderlich. Durch die Entwicklung von langfristigen Umbauszenarien muss insbesondere ermittelt werden, wie sich die unterschiedlichen primären und sekundären Effekte am besten kombinieren lassen.

Für die Reduktion von Treibhausgasemissionen ist insbesondere noch unklar, wie kurz-, mittel- und langfristige Massnahmen koordiniert werden sollen. Dazu sind Ausstiegsszenarien aus dem Verbrauch von fossilen Energieträgern erforderlich, welche integriert sind in Szenarien für den Umbau der Kulturlandschaft.

Secondary Benefits von Treibhausgas-Reduktionen für Forschung und Technologie

Synthese

**der Diskussion in der Gruppe Forschung und Technologie am
OcCC-Workshop vom 22./23. November 1999**

Autoren: Martin Jakob, Philipp Dietrich

Diskussionsleitung: Meinrad Eberle

Teilnehmer der Gruppe «Forschung und Technologie»

| <i>Name</i> | <i>Institut/Firma</i> |
|---------------------------------|---------------------------------------|
| Prof. Meinrad Eberle | Paul Scherrer Institut (PSI) Villigen |
| Prof. Ursula Ackermann-Lieblich | Universität Basel |
| Dr. Irène Ägerter | Verein Schweiz. Elektrizitätswerke |
| Dr. Marco Berg | Erdöl-Vereinigung |
| Dr. Philipp Dietrich | PSI |
| Barbara Gamper | SKS Ingenieure AG |
| Dr. Fritz Gassmann | PSI |
| Martin Jakob | PSI |
| Dr. Johannes Keller | PSI |
| Markus Nauser | BUWAL |
| Dr. Christoph Ritz | ProClim- |
| Prof. Daniel Spreng | ETH Zürich / CEPE |
| Prof. Alexander Wokaun | PSI / ETH Zürich |

1 Einführung

Angesichts einer möglichen Klimaveränderung und den damit verbundenen negativen Auswirkungen ist eine Reduktion der Treibhausgasemissionen angezeigt. Je nach Höhe der Reduktion sind damit volkswirtschaftliche Kosten verbunden. Diesen Kosten stehen als Primärnutzen das verminderte Risiko einer Klimaänderung gegenüber. Beim Umsetzen einer verbindlichen Klimapolitik können aber weitere, nicht primär beabsichtigte Nutzen entstehen. Diese nicht klimarelevanten Nutzen werden Secondary Benefits genannt und treten in den verschiedensten Bereichen auf. Die Secondary Benefits können mitentscheidend zur Umsetzung erforderlicher Massnahmen beitragen, wenn sie in die volkswirtschaftliche Beurteilung einfließen und weil sie die Akzeptanz erhöhen. Das Ziel des Workshops war es, die Secondary Benefits im Bereich Forschung und Technologie zu identifizieren und aufzuzeigen, wie sie der Umsetzung der Klimapolitik zugute kommen können.

Anbetrachts der Themen der andern Arbeitsgruppen und der beschränkten Zeit wird bei der Forschung vor allem jene mit einem technischem Bezug näher betrachtet. Secondary Benefits sind jedoch durchaus im Bereich anderer Forschung (Gesundheit, sozioökonomische, ökologische, soziale etc., siehe auch die anderen Arbeitsgruppen) zu erwarten.

2 Sekundärnutzen für Forschung und Technologie

2.1 Bereiche des Auftretens von Secondary Benefits

Die Arbeitsgruppe identifiziert im Folgenden zahlreiche Secondary Benefits. Diese betreffen nicht alle nur den Bereich Forschung und Technologie und es können demzufolge Überschneidungen mit den andern Arbeitsgruppen auftreten.

| | |
|------------------------|--|
| <i>Innovation</i> | Erhöhte Innovation in der Forschung und der Wirtschaft (Bedarf an hochqualifizierten Arbeitsplätzen, neue Firmen/Branchen) |
| <i>Gesundheit</i> | Geringere Lärmbelastung, bessere Gesundheit, erhöhte Lebensqualität... |
| <i>Ökosystem</i> | Geringere Ökosystemschäden |
| <i>Gebäude</i> | Reduzierte Gebäudeschäden, Werterhaltung, bessere Vermietbarkeit, gesteigerter Komfort |
| <i>Risiko</i> | Verminderung von Risiken und Schadenspotentialen |
| <i>Kreislauf</i> | Effizientere Ressourcennutzung (geschlossenerer Kreisläufe, reduzierte Abfälle) und Einsatz erneuerbarer Energien (Beitrag zur nachhaltigen Entwicklung) |
| <i>Akzeptanz</i> | Neue Techniken können erhöhte gesellschaftliche Akzeptanz aufweisen |
| <i>Diversifikation</i> | Grössere Versorgungssicherheit und Absicherung gegen wirtschaftliche Risiken durch Diversifikation von Energienachfrage und -angebot |
| <i>Entwicklung</i> | Pionierrolle beim Einsatz innovativer Techniken in Entwicklungsländern |
| <i>TechTransfer</i> | Technologieförderung in Entwicklungsländern bei internationalen Instrumenten (CDM, <i>Clean Development Mechanism</i>); die Secondary Benefits kommen dabei den Entwicklungsländern zugute. |
| <i>Export</i> | Gesteigerte Exportmöglichkeiten dank effizienterer und/oder neuer Produkte und Anlagen. Solche Exporte können die schweizerischen Massnahmen potenzieren. |

2.2 Komponenten der Secondary Benefits im Bereich Forschung und Technologie

Secondary Benefits können unterteilt werden in

- *direkt wahrnehmbare*: lokale Umwelt, Gesundheit (zum Teil), Arbeitsplätze
- *indirekte*: Technologiewandel, Umbau der Wirtschaftsstruktur, internationale Konkurrenzfähigkeit, Aussenhandel (dadurch kann die Wirkung einer schweizerischen Klimapolitik in der Schweiz vervielfacht werden)

Die Umsetzung einer THG-Politik kann Impulse für Secondary Benefits in verschiedensten Bereichen und Orten auslösen und nach folgenden Komponenten kategorisiert werden:

- technisch / energie-wirtschaftliche Anwendungsfelder
- wirtschafts-geographisch (Schweiz - Ausland)
- Bereich des Innovationsprozesses (Forschung & Entwicklung, Pilot- & Demonstration, Produktion, Anwendung)

Der Forschungsbedarf, welcher sich aus einer Klimaschutzpolitik ergibt, und die Bereiche, wo die Innovation stimuliert wird, kann in folgende Kategorien eingeteilt werden:

1. *Rationelle Energienutzung*: Erfüllung der bleibenden Aufgaben mit effizienteren Mitteln und Abläufen.
2. *Substitution*: Energiedienstleistungen, Produktionsverfahren und Materialwahlen, die bis heute eine hohe Energieintensität aufweisen, müssen unter Umständen neu definiert und substituiert werden durch die Verwendung von neuen Verfahren und erneuerbaren Energien.
3. *Brennstoffdesign*: Die bestehenden Anwendungen werden mit neu konzipierten Brennstoffen erfüllt, die weniger THG erzeugen.
4. *Binden/Entsorgen von Treibhausgasen*: Verhinderung des Eintrages der Treibhausgase in die Atmosphäre durch zeitliches Binden in Biomasse, Verminderung der Zerstörung von Wäldern und durch Entsorgen dieser Gase in geologischen Formationen oder in Ozeanen. Zum Teil umstritten, benötigt weitere Grundlagenforschung.

2.3 Beispiele von Secondary Benefits

Hauptsächliche Secondary Benefits und Beschreibung der Wirkungsmechanismen

Weitere Secondary Benefits

Gebäude: Steigender Bedarf an effizienten Techniken für die Deckung des Wärme- und Strombedarfs im Gebäudebereich. Das Gebäude wird dabei verstärkt als System wahrgenommen, welches sowohl haustechnische (Energie-)Anlagen, als auch die Gebäudehülle und die Nutzenden umfasst. Kaufentscheide bei Apparaten und haustechnischen Anlagen werden vermehrt im Hinblick auf Energieeffizienz und tiefe THG-Emissionen getroffen. Diesem Aspekt wird im Marketing Rechnung getragen und solche Produkte gewinnen zusätzlich an Marktanteil. Dadurch wird die Weiterentwicklung von sich im Markt befindlichen Produkten stimuliert. Durch die erhöhte Nachfrage ergeben sich Verbesserungsmöglichkeiten im Engineering und in der Produktion wegen höherer Stückzahlen und des Skalierungseffektes (Lernkurve). Die Massnahmen an der Gebäudehülle und der Einbezug der Nutzenden bewirkt Werterhaltung, erhöhten Komfort und damit zusammenhängend bessere Vermietbarkeit, ein Secondary Benefit für die Investierenden.

- Innovation
- Gesundheit
- Ökosystem
- Gebäude
- Kreislauf
- Export
- Diversifikation

Verkehr: Durch den Druck zur Reduktion der Treibhausgasemissionen werden innovative Fahrzeugkonzepte an Verkaufsvolumen zunehmen. Diese neuen Fahrzeuge (z.B Hybrid, Brennstoffzellenantriebe etc.) verfügen über neue Herstellverfahren, Materialien und Antriebskomponenten, die nicht mit den herkömmlich im Automobilbau benützten Techniken hergestellt werden können. Hier eröffnet sich ein grosses Potential für neue Branchen, mit zumeist Hightech-Lösungen in einen neuen Markt einzudringen. In diesem Bereich ist ein sehr grosser Forschungs- und Entwicklungsbedarf notwendig, um diese neuen Verfahren kostengünstig und umweltverträglich in grossen Stückzahlen herstellen zu können.

- Innovation
- Gesundheit
- Ökosystem
- Risiko
- Kreislauf
- Akzeptanz
- Export

Industrielle Produktion: Ein Teil der THG-Emissionen entsteht aus der Produktion von Gütern. Die Emissionen aus diesem Bereich können reduziert werden, indem die Produktionsverfahren energetisch verbessert werden oder Brennstoffe substituiert werden oder aber indem schon beim Produktedesign auf andere Materialien

- Innovation
- Risiko
- Kreislauf
- Akzeptanz
- Export

zurückgegriffen wird. Im Ablauf der Produktionsverfahren sind auch die damit verbundenen Transportbedürfnisse zu berücksichtigen. Die dadurch stimulierte Innovationskraft ist ein Secondary Benefit für die Schweiz. Erfolgt die Umsetzung frühzeitig, ergibt sich ein *first mover advantage*.

Nachgefragte Energiedienstleistungen, also Komfortwärme, Prozesswärme, Mobilität, nicht substituierbare Elektrizität für die Informationstechnologie, Maschinen, Apparate, Beleuchtung etc., können auf verschiedene Weise befriedigt werden. Eine Klimapolitik kann zu einer veränderten Struktur im Bereitstellen der Energiedienstleistungen und bei der Produktion führen. Die Betrachtung von Gesamtwirkungsgrad und Wirtschaftlichkeit führt zur vermehrten Nutzung von Wärmekraftkoppelungen (Dezentralisierung), und von Wärmepumpen. Im Industrie-, aber auch im Gebäudebereich werden wegen investitionsintensiverer Techniken im Umfeld einer Klimapolitik vermehrt Energieanlagen aus den Betrieben ausgelagert. Dies hat einen Einfluss auf die Struktur der Energieversorgungsunternehmen (integrierte und kundenorientierte Gesamtlösungen) und fördert neue Finanzierungsmodelle (Contracting, Outsourcing, Fonds). Durch die damit zustande kommende erhöhte Markttransparenz können sich *no* sowie *low cost* Massnahmen leichter durchsetzen. Für das Finanzland Schweiz sind neue Finanzprodukte ein Benefit.

- Innovation
- Gesundheit
- Risiko
- Akzeptanz
- Entwicklung
- TechTrans
- Export
- Diversifikation

Treibstoffe: Im Mobilitätsbereich werden flüssige (oder gasförmige) Treibstoffe wegen ihrer Energie- und Leistungsdichte auch langfristig eine grosse Rolle spielen. THG können reduziert werden, wenn die Treibstoffe vermehrt auf erneuerbaren Ausgangsprodukten oder Energien basieren. Weil solche Treibstoffe voraussichtlich auch weltweit an Bedeutung gewinnen werden, ergibt sich für die Schweiz ein Wettbewerbsvorteil, wenn sie eine führende Rolle bei der Entwicklung entsprechender Anlagen einnimmt.

- Innovation
- Ökosystem
- Risiko
- Kreislauf
- Akzeptanz
- Entwicklung
- TechTrans
- Export
- Diversifikation

Flexible Mechanismen des Kyoto Protokolls: Die Flexiblen Mechanismen des Kyoto Protokolls erlauben die Umsetzung von THG-Emissionsreduktionsmassnahmen im Ausland. Dadurch ergibt sich ein wirtschaftlicher Effizienzgewinn. Wenn dieser zum Teil den Ländern, in denen die Massnahmen umgesetzt werden (*host countries*), zu Gute kommt, ist dies für die betroffenen Länder bereits ein Secondary Benefit. Daneben ergibt sich aber eine ganze Palette weiterer Secondary Benefits sowohl für die Schweiz wie auch für die *host countries*. Für die Schweiz eröffnen sich neue Exportmöglichkei-

- Innovation
- Gesundheit
- Ökosystem
- Kreislauf
- Akzeptanz
- Entwicklung
- TechTrans
- Export
- Diversifikation

ten, insbesondere im Bereich effizienter Stromerzeugungs- und Industrieanlagen. Es ergibt sich ein ganzer Markt an Verifizierungs- und Zertifizierungsbedarf, eine *business opportunity* für die schweizerischen Wirtschaftsprüfer. Die Nachfrage nach Finanzierungsinstrumenten wie Fonds und *Emissioncredits* sind im Begriff zu entstehen und werden stark zunehmen. Eine weiterer Benefit für das Exportland, die Dienstleistungswirtschaft und den Finanzplatz Schweiz also. Für die *host countries* sind Secondary Benefits in den Bereichen verbesserte lokale Umweltqualität, sicherere Energieversorgung, Arbeitsplätze, Technologietransfer, Ausbildung und Schulung, wirtschaftliche Entwicklung, etc..

2.4 Zusammenfassende Hauptthese: Stimulierter Innovationsprozess

Voraussetzung, damit Secondary Benefits zum Tragen kommen, sind *verbindliche* Ziele zur Reduktion der THG-Emissionen und eine zeitliche Vorgabe für die Umsetzung. Rechtssicherheit und Langfristigkeit sind wichtig nicht nur für eine effiziente Umsetzung, sondern auch für das Ermöglichen von Secondary Benefits. Diese Voraussetzung ist in der Schweiz mit dem Inkrafttreten des CO₂-Gesetzes erfüllt.

Der Kern der Secondary Benefits im Bereich Forschung und Technologie ist ein stimulierter Innovationsprozess (vgl. Abb. 1). Damit wird die Wettbewerbsfähigkeit der schweizerischen Wirtschaft gestärkt. Der Innovationsprozess beinhaltet den Wirkungskreislauf Forschung – Entwicklung – Umsetzung – Wirkung – Evaluation. Dessen Stimulation führt zu Anpassungen der Produkte und Dienstleistungen, welche zu Chancen (*opportunities*) für die schweizerische Wirtschaft führen. Mit vorübergehenden flankierenden Massnahmen können die Secondary Benefits schneller und wirkungsvoller zum Tragen gebracht werden und die Umsetzung der Klimapolitik unterstützen.

Im weltwirtschaftlichen Kontext hat die Schweiz komparative Vorteile im Bereich von hochqualifizierten Branchen, Produkten und Dienstleistungen. Innovation hat deshalb für die schweizerische Wirtschaft eine zentrale Bedeutung.

Neue Herausforderungen stärken den Innovationsprozess. Dies ist mehr oder weniger allgemein gültig und gilt nicht nur für den Bereich, der von einer Klimaschutzpolitik tangiert wäre (Energie- und Verfahrenstechnik), aber eben auch für diesen. Das ökonomische Argument, dass die Erfüllung von Auflagen Geld koste, somit für andere Zwecke fehle und dadurch auch Innovationsprozesse hemme, wird erst bei sehr drastischen Reduktionszielen stichhaltig. Viele Studien zeigen, dass Investitionen zum Energiesparen durch verschiedene Mechanismen gehemmt werden und daher nur in volkswirtschaftlich suboptimalem Umfang getätigt werden. Deshalb kann ein Anreiz, mehr in die rationelle Nutzung von

Energie und in erneuerbare Energien zu investieren und auch vermehrt neue Technologien mit dieser Zielsetzung zu erforschen und zu entwickeln, tatsächlich als Antrieb für den Innovationsprozess bezeichnet werden. Dies gilt insbesondere, wenn bei der Umsetzung auf (ökonomische) Effizienz geachtet wird und die Dynamik der Emissionsreduktionen und der Innovationsprozesse aufeinander abgestimmt werden. Damit können die eingesetzten Mittel in ein besonders günstiges Verhältnis zu den Secondary Benefits gebracht werden.

Im konkreten Fall der Umsetzung einer verbindlichen Klimapolitik wird der Wirkungsmechanismus «Angewandte Forschung – Entwicklung – Pilot und Demonstration – Umsetzung/Markteinführung – Wirkung – Evaluation» stimuliert. An welchem Punkt der Innovationskreislauf stimuliert wird, kann nicht generell gesagt werden, sondern ist vom Technologiebereich, z.T. sogar vom Produkt, abhängig. Insbesondere muss es nicht so sein, dass die Innovationsprozesse immer von der Forschung ausgehen. Der Anstoss zu Innovation kann auch durch die Produktionsabteilungen der Firmen, der Marketingseite, privaten Initiativen, Entwicklungen in Parallelmärkten etc. erfolgen. Die Grundlagenforschung, welche ausserhalb dieses Kreislaufs als Vorreiter der angewandten Forschung steht, ermöglicht das Eröffnen neuer Dimensionen.

Zusammengefasst kann also gesagt werden, dass unter einer integrierten Klimapolitik gewisse Innovationsprozesse wirkungsvoller und dynamischer ablaufen als ohne eine solche Politik. Integriert beinhaltet in diesem Fall Langfristigkeit, Verbindlichkeit, Effizienz, Akzeptanz und eine Dynamik, die der Wirtschaft und letztlich der Gesellschaft angepasst ist. In welchem Verhältnis die daraus resultierenden Benefits zu den Kosten stehen, bleibt zu quantifizieren. Es sei jedoch daran erinnert, dass bei Strom und Wärme zehn bis fünfzehn Prozent der Energie zu *no cost* eingespart werden könnten und dass durch eine Klimapolitik mindestens ein Teil davon realisiert würde. Mit anderen Worten: Die (Durchschnitts-)Kosten der Treibhausgas-Reduktion sind gering bis höchstens mittel.

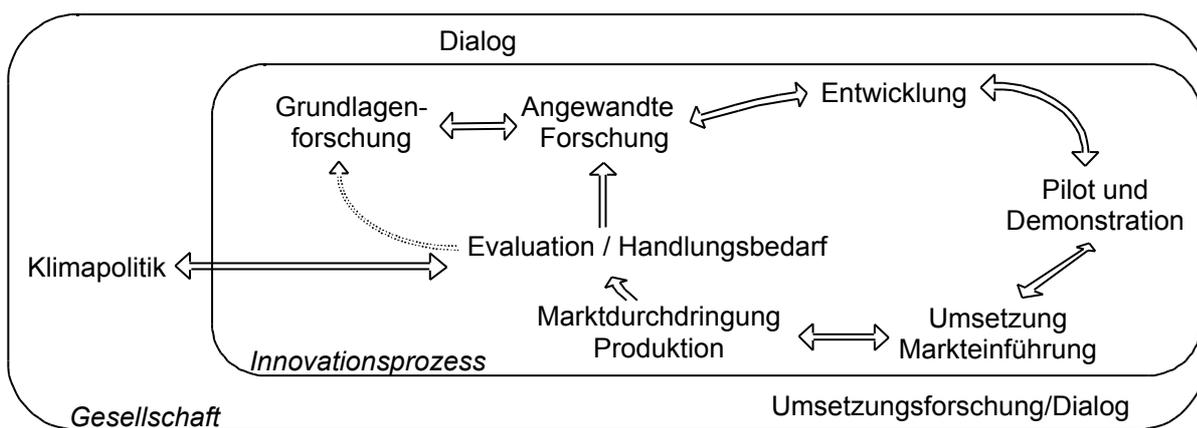


Abbildung 1: Secondary Benefit: Stimulierter Innovationsprozess. Wo der Anstoss erfolgen kann/muss, ist je nach Massnahme und Stand der Technik verschieden.

2.5 Rahmenbedingungen für eine effiziente Umsetzung

Die Klimapolitik ist also nicht nur auf ihre direkte und quantifizierbare Erreichung der Treibhausgas-Reduktion auszurichten, sondern auch im Hinblick auf wirtschaftliche Effizienz und darauf, dass mögliche Secondary Benefits auch möglichst wirkungsvoll zum Tragen kommen. Dadurch ergeben sich folgende Anforderungen an die Rahmenbedingungen (aus zeitlichen Gründen konnten die Punkte am Workshop selbst nur andiskutiert werden; die Ausformulierung erfolgte zum Teil im Nachhinein):

- *Normative Vorgaben (was, nicht wie)*: Umweltrelevante Ziele sollen auf einem hohen Level vorgegeben werden, langfristig und verbindlich sein. Über die Art, wie die Ziele erreicht werden, soll möglichst wenig vorgegeben werden. *Secondary Benefits*: Die Motivation und die Kreativität der Beteiligten werden positiv stimuliert. Als Folge davon steigen das Interesse an und die Effizienz der Umsetzung und die für die Wettbewerbsfähigkeit wichtige Innovationskraft.
- *Flexible Instrumente (Technologietransfer/trading, JI, CDM)*: Durch eine internationale Zusammenarbeit können THG-Emissionsreduktionen wesentlich kostengünstiger realisiert werden, womit sich selbst unter Berücksichtigung der Transaktionskosten hohe wirtschaftliche Effizienzgewinne ergeben. Diese können generell sowohl den Ländern mit Reduktionsverpflichtung (z.B. Schweiz) als auch den sogenannten *host countries* (Entwicklungs- und Schwellenländer) zu Gute kommen. Weiter sind für alle Beteiligten *Secondary Benefits* möglich, siehe weiter oben.
- *Averaging (gemeinsame Zielerfüllung)*: Es ist wirtschaftlich nicht sinnvoll, dass alle die Emissionen um einen gleichen uniformen Prozentsatz reduzieren, sondern es genügt, das Ziel im Durchschnitt zu erreichen. Kostengünstige Reduktionspotentiale sollten weitergehend ausgeschöpft werden als kostenintensive. Diesem Prinzip kann Rechnung getragen werden entweder mit marktwirtschaftlichen Instrumenten oder mit Branchenvereinbarungen oder Firmengruppierungen, wobei diese möglichst breit gefasst werden sollten. *Secondary Benefits*: Ein *bench marking* spornt die Beteiligten zu kreativen und effizienten Lösungen an.
- *Marktwirtschaftliche Instrumente, Anreize*: Marktwirtschaftliche Instrumente, um die THG-Emissionen zu senken, könnten entweder in einer staatsquotenneutralen Lenkungsabgabe oder – im Industriebereich mit Grossemittenten – in einem Emissionshandel bestehen.

Damit Secondary Benefits möglichst wirkungsvoll zum Tragen kommen können, sind bei der Ausgestaltung der Klimaschutzpolitik folgende Punkte zu beachten (die Punkte müssten noch nach ihrer zeitlichen Dimension und ihrer Bedeutung charakterisiert werden):

- *Dialog Wissenschaft-Gesellschaft*: Die Forschung und die Technik können substanziell zur Reduktion der Treibhausgasemissionen beitragen. Nebst dem Entwickeln weiter fortgeschrittener Techniken hat die Wissenschaft aber auch die Aufgabe, die Zusammenhänge zwischen Wirtschaft, Gesellschaft, Umwelt in einem umfassenden Sinn aufzuzeigen, um eine Entwicklung in Richtung Nachhaltigkeit zu induzieren. Das Kommunizieren der Möglichkeiten und Vorteile der Techniken kann deren Einsatz fördern. Grosse Bedeutung kommt deshalb der Umsetzungsforschung zu, welche die technischen, wirtschaftlichen, sozialen und persönlichen Einflussfaktoren bei Investitionsentscheiden, Kauf, Produktion und Verhalten untersucht. Die Kommunikation darf dabei nicht nur in eine Richtung verlaufen. Vielmehr muss die Gesellschaft frühzeitig und auf allen Ebenen die Möglichkeit haben, grundlegende technische Wahlmöglichkeiten wahrzunehmen und diese der Forschung zu kommunizieren.
- *Anschubfinanzierung (learning curve)*: Je mehr eine Technik verkauft und angewandt wird, desto kostengünstiger kann sie produziert und angeboten werden, weil die produzierenden Firmen und Anwender von Erfahrungen lernen und mit den erwirtschafteten Mitteln die Weiterentwicklung vorantreiben können. Eine Anschubfinanzierung kann vielversprechenden Techniken zur Wirtschaftlichkeit und zum Durchbruch verhelfen.
- *Finanzierungsinstrumente (Contracting, Outsourcing, Fonds)*: Viele schon wirtschaftliche Anlagen und Massnahmenpakete scheitern an der Finanzierung, weil zum Beispiel Industriebetriebe und Immobilienbesitzer ihr Kapital anderweitig einsetzen müssen. Neuere Finanzierungsmodelle wie Contracting oder Outsourcing können solchen Lösungen zum Durchbruch verhelfen. Staatliche Defizitgarantien ähnlich der Exportrisikogarantie oder vom Bund initiierte, aber rückzahlbare Fonds könnten dabei stark unterstützend wirken. Im Bereich der Flexiblen Kyotomechanismen sind Fonds gefragt, damit auch kleinere und mittlere Emittenten in deren Genuss kommen können.
- *Nachhaltigkeit in Erziehung und Schulen*: Die Stimmbürger und die Entscheidungsträger in der Wirtschaft von morgen sind die Schüler von heute. Gleichzeitig ist das Klimaproblem ein langfristiges, dies wegen der Zyklen des Klimasystems selbst und der emissionsrelevanten Abläufe (Gebäudesanierung, Infrastruktur und Verkehr). Die Vermittlung der Zusammenhänge zwischen den Systemen Wirtschaft, Ökologie und Gesellschaft während der ganzen Ausbildungsphase ist eine unabdingbare Voraussetzung für eine nachhaltige Entwicklung.

- *Professionalisierung und Branchenaus- und Weiterbildung:* Ein grosser Teil der Treibhausgasemissionen betrifft die Haustechnik (Heizungen, Lüftungen) und den Baubereich. Die kleinbetriebliche Struktur macht eine adäquate Aus- und Weiterbildung deshalb oft schwierig. Eine verbesserte Professionalisierung könnte durch Umstrukturierung und ein umfassenderes oder integriertere Angebote (Gesamtlösungen) der grossen Anlagenanbieter gefördert werden. Planende sollten für energieeffiziente Lösungen honoriert werden.
- *Marketing:* Auch das Marketing könnte die Vorteile von energieeffizienten Techniken und Verhalten einem breiten Publikum näher bringen. Im Umfeld einer verbindlichen Klimapolitik werden solche Inhalte im Marketing von Anlagen und Bauten, aber auch im Verkehrsbereich noch attraktiver und vermehrt aufgegriffen werden. Treibstoffsparende Fahrzeuge, Energiesparleuchten in ansprechendem Design, der einheimische Energieträger Holz, architektonisch überzeugende Bauten mit aktiver und passiver Solarenergienutzung sind nur einige von vielen weiteren Beispielen.
- *Indirekte Effekte* sind zu berücksichtigen. Wird z.B. im Rahmen einer schweizerischen Klimapolitik innovative Technik (weiter-)entwickelt, kann ein für das Klima mehrfacher Effekt resultieren, wenn diese Techniken exportiert und im Ausland angewendet werden. Weitere indirekte Effekte sind zu identifizieren und auch wenn sie vorerst schwierig zu quantifizieren sind, so sollten sie doch in eine umfassende Beurteilung einfließen.

3 Schlussfolgerungen

Eine Hauptschlussfolgerung des Workshops ist: *«Klimaschutz kostet nicht nur, sondern er lohnt sich auch, und zwar in einem umfassenden Sinn».*

Wenn THG-Emissionen unter der Voraussetzungen von Verbindlichkeit und Langfristigkeit reduziert werden, kann den damit verbunden Kosten ein breit gefächertes Spektrum an Secondary Benefits gegenüber gestellt werden. Im Bereich *Forschung und Technologie* können die Secondary Benefits zusammengefasst werden mit *«Stimulierung verschiedener Innovationsprozesse, welche die Wirtschaft stärken».* Neue und innovative Konzepte, Produkte und Anlagen sind insbesondere in den Bereichen Bau und Haustechnik, Geräteherstellung, industrielle Produktion und Energieanlagen zu erwarten. Im Bereich Verkehr könnten Schweizer Firmen zu neuen Geschäftsfeldern im Zulieferbereich der Fahrzeugherstellung oder bei der Herstellung von Treibstoffen aus neuen erneuerbaren Energien kommen. Im Dienstleistungssektor entstehen innovative Produkte und *business opportunities* in den Bereichen Finanzierung und Zertifizierung/Controlling. Die Secondary Benefits können mitentscheidend zur Umsetzung von Reduktionsmassnahmen beitragen. Die Optimierung der Klimapolitik sowohl bezüglich Kosten wie auch bezüglich Secondary Benefits sollte angestrebt werden. Ausserdem muss eine Klimaschutzpolitik in den weiteren Kontext der Nachhaltigkeit gestellt werden.

4 Forschungsbedarf

Der Innovationsprozess und seine treibenden Faktoren werden zwar ansatzweise verstanden. Bezüglich Anwendung der Erkenntnisse auf den spezifischen Effekt, den eine Klimaschutzpolitik auf den Innovationsprozess hat, bleibt jedoch noch ein beträchtlicher Forschungsbedarf. Die Secondary Benefits sind – auch im Bereich Forschung und Innovation – schwierig zu quantifizieren. Es besteht ein Bedarf nach mehr, auch quantitativen, Aussagen über den Innovationsprozess und dafür notwendige Voraussetzungen. Diese können nicht generell über einen Leisten geschlagen werden, sondern sind spezifisch für jeden Technik- und Massnahmen-Bereich und jedes Markt- und Produktsegment .

Ein weiterer Forschungsbedarf ergibt sich im Bereich der Wirkungs- und Umsetzungsforschung. Die Frage, wie technische Lösungen und Massnahmen umgesetzt werden, muss verstärkt untersucht werden. Die Auswirkungen von neuer Technik muss sowohl vor ihrem als auch während ihres grossflächigen Einsatzes untersucht und beurteilt werden. Indem diese Beurteilung in Interaktion mit der Gesellschaft vorgenommen wird, wird wieder ein Bezug zu dieser geschaffen, von der die Klimaschutzpolitik ja ausgegangen ist. Ein Dialog mit der Gesellschaft muss ausserdem im Bereich der Grundlagen- und angewandten Forschung erfolgen.

Layout:
Alexander Reichenbach, Gabriele Müller-Ferch, ProClim-

Titelbild:
Beatrice Baumann, Bern

