

Zeitschrift: Schweizer Ingenieur und Architekt
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 104 (1986)
Heft: 42

Artikel: Motorisolation spart Benzin
Autor: Vogt, Othmar
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-76274>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 22.02.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

zeit-Grenzwert in seiner heutigen Formulierung mindestens $220 \mu\text{g}/\text{m}^3$ betragen. Es ist wohl möglich, dass die Tal-Topographie der Schweiz mit ihren häufig auftretenden Inversionszuständen zu Ozon-Akkumulationen oberhalb des Inversionsniveaus führen kann, die nach der Auflösung der Inversion mit der sogenannten Verräucherung zu Boden gebracht werden. Wir wissen nicht, inwieweit diese Vorgänge die natürlichen Ozon-Konzentrationen weiter erhöhen.

Was den stündlichen Kurzzeit-Grenzwert anbelangt, kann folgendes festgestellt werden: Stratosphärische Einbrüche können kurzzeitig zu sehr hohen Ozon-Konzentrationen führen. In [8] wird von Konzentrationen von $500\text{--}1000 \mu\text{g}/\text{m}^3$ berichtet, die in Deutschland in erhöhter Lage gemessen wurden.

Hohe Konzentrationen können sich mehrmals in einer relativ kurzen Zeit wiederholen. In [9] wird ein Fall von stratosphärischem Einbruch in Kanada beschrieben, bei welchem folgende Ozon-Spitzenwerte beobachtet wurden:

- $184 \mu\text{g}/\text{m}^3$ um 23 Uhr am 26.12.1980
- $276\text{--}456 \mu\text{g}/\text{m}^3$ zwischen 18.00 und 20.00 Uhr am 27.12.1980
- $292 \mu\text{g}/\text{m}^3$ um 01.00 Uhr am 28.12.1980.

In Anbetracht dieser hohen kurzzeitigen Spitzenwerte von natürlichem Ozon scheint es sinnlos, einen stündlichen Grenzwert von $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ einzuführen. Wir schlagen deshalb vor, ihn in der Luftreinhalteverordnung (LRV) aufzuheben.

Bemerkung

Auch wenn der natürliche Ursprung der Ozon-Konzentrationen des zweiten Jahresquartals der NAPBN-Standorte als nicht erwiesen betrachtet wird, ist die Festlegung des schweizerischen Kurzzeit-Grenzwertes auf $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ aus folgender Überlegung wenig sinnvoll: Der Zweck eines Grenzwertes ist schliesslich, dass Massnahmen getroffen werden, um schädliche oder vermutlich schädliche Schadstoff-Konzentrationen zu reduzieren. Würde man in der Schweiz alle anthropogenen Emissionen, die zur Ozonbildung führen, unterbinden, dann wäre man an irgendeinem Punkt der Schweiz ungefähr in der Situation eines NAPBN-Standortes. Es gäbe keine Emissionen in der Nähe, jedoch stärkere Emissionen aus städtischen Agglomerationen in 200–300 km Entfernung (für den Schweizer Standort wären diese Agglomerationen etwa Mailand, München, Stuttgart und Lyon). Die Ozon-Konzentrationen in der Schweiz würden ähnlich ausfallen wie diejenigen des NAPBN-Netzes, d.h. in der von Emissionen befreiten Schweiz würde man ähnlich hohe Ozon-Spitzenwerte messen wie in Tabelle 3. Diese erreichen, wie wir gesehen haben, Werte, die oft beträchtlich höher liegen als $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Diese Untersuchung wurde im Auftrag des Touring Clubs der Schweiz (TCS) durchgeführt.

Publikationen

- [1] G. Evans, P. Finkelstein, B. Martin, N. Posiel and M. Graves, «Ozone Measurements from a Network of Remote Sites», Japca, 33, 1983.
- [2] G.F. Evans, «The National Air Pollution Background Network, Final Project Report», EPA Research Triangle Park, NC, 1985.
- [3] H.B. Singh, W. Viczee, W.B. Johnson, F.L. Ludwig, «The Impact of Stratospheric Ozone on Tropospheric Air Quality», Japca, 30, 1980.
- [4] W. Viczee, W.B. Johnson and H.B. Singh, «Stratospheric Ozone in the Lower Troposphere - II. Assessment of Downward Flux and Ground-Level Impact», Atm. Environ., 15, 1981.
- [5] W.B. Johnson and W. Viczee, «Stratospheric Ozone in the Lower Troposphere - I. Presentation and Interpretation of Aircraft Measurements», Atm. Environ., 17, 1983.
- [6] Bundesamt für Umweltschutz - BUS, «Luftbelastung 1984», Schriftenreihe Umweltschutz, Nr. 42, Bern, 1985.
- [7] Umweltbundesamt, «Monatsberichte aus dem Messnetz», Berlin, 1984.
- [8] W. Altmanspacher und R. Hartmannsgruber, «On extremely high values of ozone near the ground», Pure appl. Geophys. 106-108, 1091-1096.
- [9] J.S. Chung and T. Dann, «Observations of Stratospheric Ozone at the Ground Level in Regina, Canada», Atmospheric Environment, Vol. 19, No. 1, 1985

Adresse des Verfassers: Dr. T. Pelli, BMP, Splügenstrasse 3, Postfach, 8027 Zürich.

Motorisolation spart Benzin

Von Othmar Vogt, Grenchen

Bemerkenswerte rund 40% aller gefahrener Auto-Kilometer entfallen bekanntlich auf den Kurzstreckenverkehr, wobei im Winter ein namhafter Teil davon mit handbetriebenem oder gar automatischem Choke zurückgelegt wird. Ein isolierender Mantel vermindert das Erkälten des Motors beim parkierten Wagen, wodurch eine nennenswerte Reihe von Verbesserungen erzielt werden: Verkürzen oder Wegfall des «Choke-Betriebes», Schadstoffreduktion, Lärmverminderung, Benzin einsparung, Schonung der Batterien und rascheres Einsetzen von Heizung und Defroster.

Der vorliegende Beitrag basiert auf einer Semester- und Diplomarbeit der Ingenieurschule Grenchen-Solothurn (Abendtechnikum), welche unter der Leitung des Verfassers stand, von Hans Borer, Lohn SO durchgeführt und welche finanziell vom Bundesamt für Energiewirtschaft unterstützt wurde.

Nachdem die täglichen Arbeitswege, die geschäftlichen und beruflichen Fahrten sowie jene zum Einkaufen und Vergnügen als sogenannte Kurzstrek-

kenfahrten mit rund 40% einen beachtlichen Teil des gesamten Verkehrsvolumens einnehmen, lag die Zielsetzung der Arbeit darin, konstruktive Mass-

nahmen zu untersuchen, die geeignet sind, gerade in diesem Fahrtenbereich die Schadstoffproduktion und den Brennstoffverbrauch zu vermindern.

In der Semesterarbeit ging es im besondern darum, eine geeignete Isolation anzubringen und das Abkühlverhalten des Motors mit und ohne Isolation zu bestimmen. Die Isolation bestand aus 40 mm starkem Schaumstoff, welcher den Motor beidseitig und oben umschloss, ohne ihn aber zu berühren. Der Kühler selbst war selbstverständlich frei, siehe Bild 1, ebenso die Unterseite des Motorraumes. Als Versuchsfahrzeug diente ein OPEL Commodore GSE, Jahrgang 1976, mit Automatik.

Durch statistische Auswertung der Messpunkte beim Abkühlen (Regres-



Bild 1. Isolierender Mantel um Motor

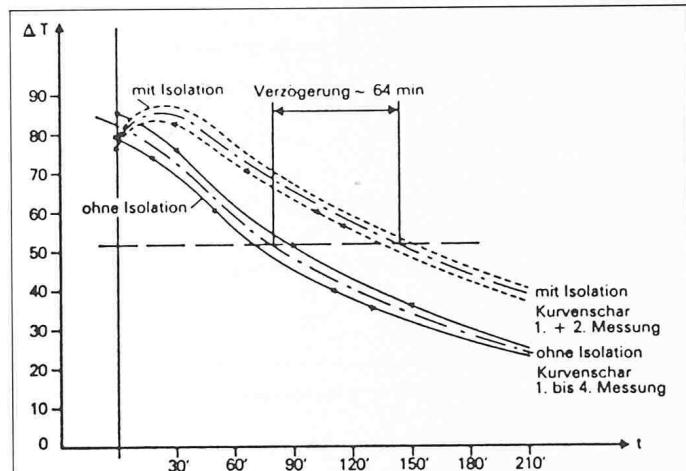


Bild 2. Abkühlkurven des Zylinderkopfes, Opel Commodore GSE

Bild 3a. Verbrauch in der Warmlaufphase, in Gramm pro EC 15-Zyklus (entspricht etwa g/km)

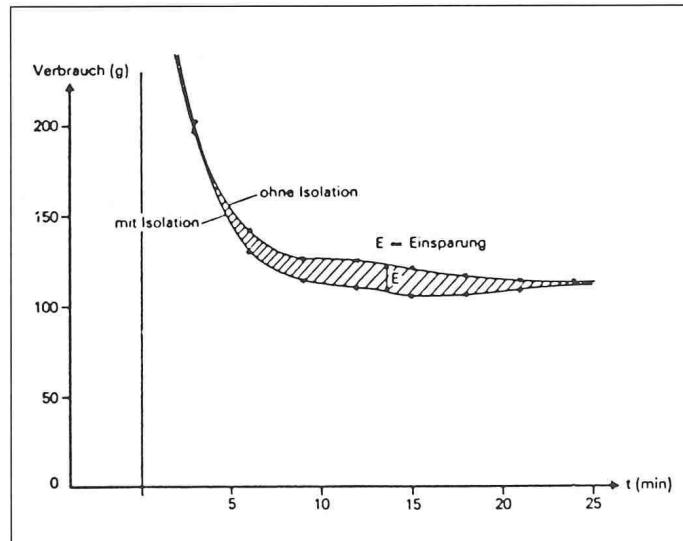
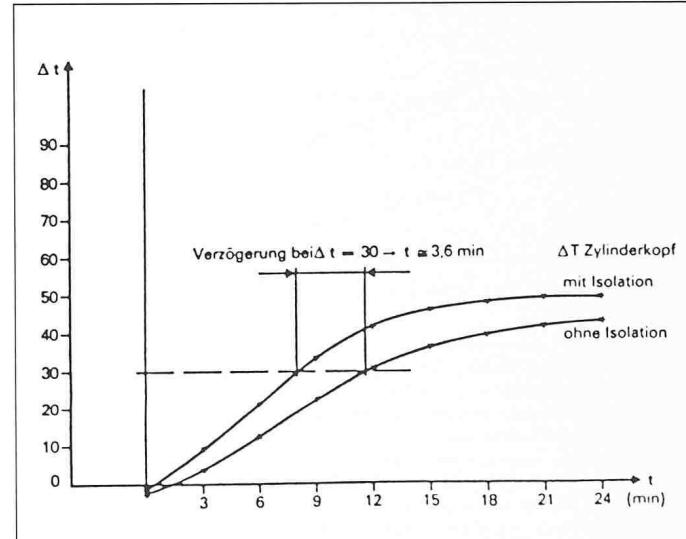


Bild 3b. Warmlaufverhalten des Motors mit und ohne Isolation



sionsgrade auf logarithmischem Papier) konnte gezeigt werden, dass der Verlauf recht genau dar bekannten Abkühlkurve nach Newton folgt:

$$\Delta T(t) = \Delta T_{\max} \times e^{-t/Z}$$

mit $\Delta T(t)$ = Temperaturdifferenz zwischen Zylinderkopf und Umgebung als Funktion der Zeit

$$\Delta T_{\max} = \text{maximale Temperaturdifferenz zu Beginn}$$

$$Z = \text{Zeitkonstante (min)}$$

$$t = \text{Zeit ab Beginn in min}$$

Bild 2 zeigt das Abkühlverhalten mit und ohne Isolation.

In Zusammenarbeit mit der Ingenieurschule Biel, automobiltechnische Abteilung, wurden genaue Verbrauchsmessungen auf dem Rollenprüfstand gemäss Norm EC 15 vorgenommen. Ausgehend vom kalten Zustand wurden 7-8 Zyklen mit rund einem Kilometer «Stadtverkehr» gefahren und für jeden

Zyklus der Verbrauch an Normbenzin genau gewogen, einmal mit und einmal ohne Isolation. Gleichzeitig wurde der Temperaturanstieg registriert. Dabei bestätigte sich die Erwartung der Bieler Ingenieure, dass sich nämlich die *Isolation auch in der Warmlaufphase positiv auswirkt*, indem der Motor rascher warm wird und dadurch weniger Brennstoff verbraucht (rascher Temperaturanstieg auch bedeutungsvoll für den Katalysator!).

Diese Messungen ergaben die wesentliche Grundlage der Versuche, nämlich den *Benzinverbrauch in Abhängigkeit der Motortemperatur*. Ausserdem bewiesen sie den enormen Einfluss der Temperatur (vgl. Bilder 3a und 3b). Diese beiden Kurven liessen sich ebenfalls durch einfache mathematische Funktionen (e-Funktionen) als Voraussetzung für die nachfolgende Auswertung auf dem Computer approximieren.

Auswertung auf dem Computer

Aufschlussreich sind nun die Resultate der im Rahmen der Diplomarbeit erarbeiteten Computerprogramme (in BASIC, auf Sanyo MBC 1250). Diese berücksichtigen die auf dem Prüfstand in Biel ermittelten temperaturabhängigen Verbräuche in der Warmlaufphase sowie das Abkühlverhalten im Stillstand (beides als mathematische Funktionen) und bestimmen so den *theoretischen Verbrauch bei verschiedenen, frei wählbaren, der Einfachheit halber regelmässigen Zyklen von Fahren und Parkieren*.

Die folgenden Zyklen (gemäss Tabelle 1) wurden durchgerechnet und grafisch aufgezeichnet, und zwar jeweils mit und ohne Isolation und bei 0 und 20 °C Aussentemperatur (immer auf Basis der EC 15-Norm):

A1-Zyklus: 12 Fahrten je 10 min mit jeweils 30 min Parken

A2	8	10	60
A3	4	10	120
B1	4	20	120
B2	3	20	240

C-Zyklen: «Pendler-Zyklus», zweimal täglich Fahrt zur Arbeit und zurück, Parkdauer morgens 4, mittags 1, nachmittags 4 Stunden

C1-Zyklus: Fahrzeit für Arbeitsweg, je 5 Minuten

C2	10
C3	20

Tabelle 1. Zusammenstellung der berechneten Fahrzyklen

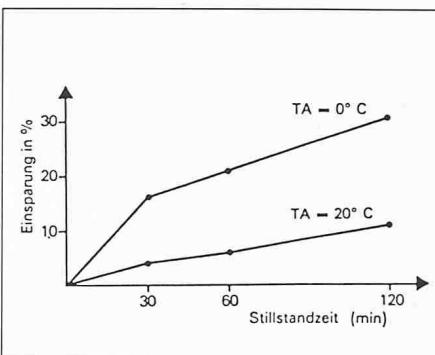


Bild 4. Gegenüberstellung der A-Zyklen (10 min Fahrtzeit). Darstellung der prozentualen Einsparung in Funktion der Parkdauer. Das Programm zeigt gut, wie sehr die Einsparung durch die Isolation von der Außentemperatur abhängig ist. Mit zunehmender Stillstandszeit werden auch die Einsparungen grösser

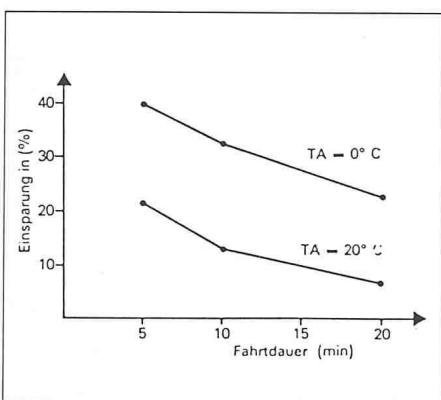


Bild 5. Gegenüberstellung der C-Zyklen (Pendlerzyklus). Diese Zyklen sind für Pendler charakteristisch. Darstellung der prozentuale Einsparung in Abhängigkeit der Fahrtzeit.

Hier zeigt sich, dass die Einsparung stark von der Fahrtzeit und der Außentemperatur abhängig ist (wobei zu bemerken ist, dass Arbeitswege von 5-10 min in kleineren Städten recht häufig vorkommen)

Die Bilder 4 und 5 zeigen das Sparpotential in den Zyklen A und C, bei 0 und 20 °C Außentemperatur. Die Bilder 6 und 7 stellen den Temperaturverlauf (Zylinderkopf) in den Zyklen A2 bzw. C1 dar – immer mit und ohne Isolation.

Kommentar und Ausblick

Alle Versuche wurden mit der relativ primitiven Schaumstoffverkleidung gemäss Bild 1 durchgeführt. Der Opel Commodore (Versuchsfahrzeug) hat einen automatischen Choke und einen thermostatisch gesteuerten Ventilator (viskose Kupplung).

Einige Parallelversuche mit einem Opel Ascona 2,0 S (Modell 1978) zeigten

dass nicht so sehr die Dicke der Isolation, sondern vielmehr deren Dictheit nach oben wichtig ist, weil sonst die warme Luft nach oben entweicht.

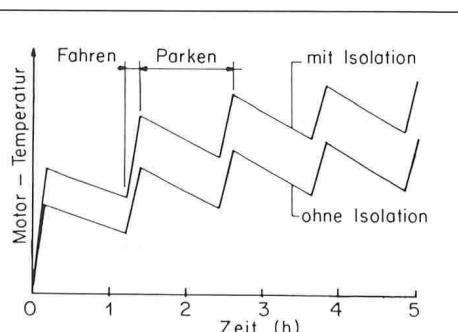
Als flankierende Massnahmen müssten folgende Verbesserungen weiterverfolgt werden:

- thermostatisch gesteuerte Kühlerjalousie
- Motorraum gegen unten abgeschlossen, allenfalls ebenso mit Klappen

Alle Versuche wurden gemäss Norm EC 15 (Stadtverkehr) gefahren. Nach US-Norm wären etwa 20% tiefere Verbräuche zu erwarten, die prozentuale Einsparung dagegen dürfte etwa gleich ausfallen.

Das beschleunigte Warmlaufen dank Isolation dürfte sich beim Auto mit Ka-

Bild 6. Temperaturverlauf A2-Zyklus (10 min Fahrtzeit, 60 min Parkieren), Außentemperatur 0 Grad



Momentanverbrauch während des A2-Zyklus, Außentemperatur 10 Grad

Gesamtverbrauch ohne Isolation	5,61822 l
mit Isolation	4,43073 l
Durchschnittlicher Verbrauch	
ohne Isolation	18,233 l/100 km
mit Isolation	14,7583 l/100 km
Benzineinsparung in Prozent	21,1%

Bild 7. Temperaturverlauf C1-Zyklus (Pendler mit 5 Min. Fahrt), Außentemperatur 0 Grad

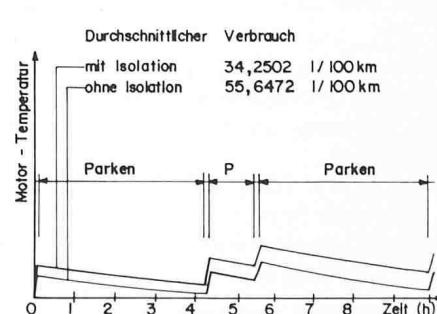


Fig. 7 C1 Zyklus: Pendler mit 5 Min. Fahrt Außentemperatur TA = 0°C

Gesamtverbrauch ohne Isolation	4,32833 l
mit Isolation	2,56957 l
Durchschnittlicher Verbrauch	
ohne Isolation	55,6472 l/100 km
mit Isolation	34,2502 l/100 km
Benzineinsparung in Prozent	40,6%

talsator besonders günstig auswirken, da bekanntlich dessen Funktion erst nach Erreichen einer bestimmten Temperatur einsetzt.

Besondere Realisierungschancen könnte eine Isolation bei Dieselmodellen haben, welche heute schon wegen der strengen Lärmvorschriften z.T. aufwendige Kapselungen aufweisen (Mercedes 190 D sogar mit temperaturgesteuerten Klappen, VW und andere). Hier liessen sich Lärmschutz und Wärmeisolation ohne grossen Mehraufwand kombinieren.

Gegen die ursprünglich geplante

nachträgliche Ausrüstung von Autos mit einem «wärmenden Mäntelchen» sprechen leider folgende Einwände:

- schwierige Montage (Kabelgewirr)
- erschwerete Zugänglichkeit für Service
- Gefahr der Überhitzung bei besonderen Umständen (besteht jedoch auch bei den bekannten Kühlerabdeckungen!)
- Abnahme durch Motorfahrzeugkontrolle fraglich
- Allfällige Kürzung der Garantieleistung des Herstellers.

Trotz der oben angeführten Einwände

scheint uns die Idee prüfenswert, da sie mit relativ einfachen Mitteln einen beachtenswerten Beitrag zum Benzinsparen und zur Luftreinhaltung vor allem in unseren abgasreichen Städten liefern könnte. Auch die Nebeneffekte wie Lärmschutz und beschleunigte Heiz- und Defrosterwirkung wären sicher begrüßenswert.

Adresse des Verfassers: Othmar Vogt, dipl. Ing. ETH/SIA, Zwinglisstrasse 10, 2540 Grenchen.

Umweltschutz schwächt die Wirtschaft nicht

HSG-Doktoranden beschäftigen sich mit Umweltschutzfragen

Von Emil Brauchlin, St. Gallen

(HSG) «Wirtschaft und Umweltschutz» war das Thema eines betriebswirtschaftlichen Seminars im Sommersemester 1986 an der Hochschule St. Gallen, in diesen Rahmen sich Doktoranden der HSG unter der Leitung von Professor Dr. Emil Brauchlin, Professor Dr. Cuno Pümpin und lic. oec. Wolfgang Schürer mit den nationalen und internationalen Entwicklungen im Bereich des Umweltschutzes, mit den Beziehungen zwischen Unternehmungen, Verbänden und Staat in dieser Frage sowie mit der Umweltproblematik für die einzelne Unternehmung befassten. Nach Studium der vorhandenen Literatur sowie Besuchen bei in- und ausländischen Unternehmungen verschiedener Grössenordnung und unterschiedlicher Branchen diskutierten die Seminarteilnehmer am Ende des Sommersemesters während einem Tag in St. Gallen mit führenden Vertretern von Wirtschaft und Verwaltung über den Problemkreis. Abschliessend versuchten die Doktoranden, die Ergebnisse ihres Seminars in zehn Thesen zusammenzufassen.

Unter anderem kamen die Seminarteilnehmer zum Schluss, dass umweltfreundliches Wirtschaften die Wirtschaft insgesamt nicht schwäche. Eine internationale Harmonisierung der Umweltschutz-Gesetzgebung zur Wahrung gleicher Konkurrenzbedingungen sei dafür allerdings längerfristig unerlässlich. Es sei im übrigen unvermeidlich, dass einige umweltschonend produzierte Güter teurer würden. Die Doktoranden hielten jedoch fest, im Endeffekt bedeute das nur, dass ein effektvoller Umweltschutz durch eine gewisse Mehrarbeit erkauft werden müsse.

Umweltschutz als Bestandteil des Unternehmungsleitbildes

Für viele Unternehmungen, so stellten die St. Galler Studenten fest, ist der Umweltschutz seit langem ein Bestandteil ihres Leitbildes. Er wird im täglichen Handeln ebenso berücksichtigt wie marktbezogene, finanzielle und soziale Gesichtspunkte. Nicht selten wurden übrigens gerade dank dieser Sicht neue Märkte entdeckt und erfolgreich bearbeitet. Die abwehrend-reaktive Haltung anderer Unternehmungen führten die Seminarteilnehmer auf ob-

jective Schwierigkeiten wie etwa Kapitalmangel oder Fehlen alternativer Technologien zurück. Nicht selten stünden aber auch andere Ursachen wie etwa fehlendes Management-Potential, fehlendes Wissen über mögliche Abhilfemöglichkeiten und nicht zuletzt auch eine mangelnde Bereitschaft zu Änderung und Innovation im Vordergrund. Ein derartiges Verhalten sei aber gefährlich – gefährlich für die natürliche Umwelt, für die Gesellschaft und im Endeffekt auch für die Existenz der betreffenden Unternehmungen, denn gegen das Ökosystem und die Gesellschaft lasse sich langfristig so wenig wirtschaften wie gegen den Markt oder die eigenen Mitarbeiter.

Wir alle sind verantwortlich

Grundsätzlich hielten die Doktoranden im weiteren fest, dass die natürliche Umwelt als Lebensgrundlage des menschlichen Lebens und der menschlichen Kultur von jedem einzelnen geschädigt oder geschützt werden müsse. Die Landwirtschaft, das Gewerbe, die Industrie und der Handel, der Verkehr und die privaten Haushalte seien ebenso involviert wie im politischen Bereich die Stimmbürger, die Verbände, die Parteien und der Staat. Die persönliche Verantwortung gegenüber der natürlichen Umwelt müsse vermehrt ins Bewusstsein jedes einzelnen Bürgers dringen, und das weit verbreitete «Schwarz-Peter-Denkschema» sollte endlich durch das Prinzip «Alle für Alle» ersetzt werden, forderten die Seminarteilnehmer in ihren zehn Thesen weiter.