

GEOSCHULE PAYERBACH

BARBARA - GESPRÄCHE

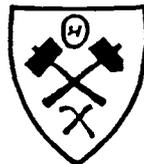
Payerbach 1996

E h r e n s c h u t z

Bundesminister für wirtschaftliche Angelegenheiten
Dr. Hannes FARNLEITNER

VERKEHRSWEGE IM OSTEN ÖSTERREICHS
NACH OSTÖFFNUNG UND EU-BEITRITT

WASSER - BODEN - LUFT
GRENZWERTE - RICHTWERTE
SINN ODER UNSINN?



Professor Dr. E. CLAR gewidmet,
dem Lehrer und Leitbild der österreichischen Ingenieurgeologie

Payerbach, 5. u. 6. Dezember 1996

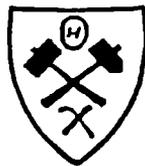
veranstaltet von: Geoschule Payerbach, Geol.Dienst des Landes NÖ, Geotechn.Institut des BFPZ Arsenal, Geolog.Bundesanstalt

FACHBEIRAT DER GEOSCHULE PAYERBACH

- Dr. Wolfgang DEMMER* ○ *Konsulent f. Baugeologie, Bisamberg*
Prof. Dr. Wolfgang FRANK ○ *Universität Wien, Geozentrum*
Prof. Dr. Heinz-Detlef GREGOR ○ *Umweltbundesamt Berlin*
Dr. Michael JAUMANN ○ *Klinik am Eichert, Göppingen*
em. Prof. Dr. Heinrich KALLENBACH ○ *Technische Universität Berlin*
Prof. Dr. German MÜLLER ○ *Universität Heidelberg*
Prof. Dipl.Ing. Walter MÜLLER ○ *HTL, Krems*
Dr. Julian PISTOTNIK ○ *Geologische Bundesanstalt, Wien*
Prof. Dr. Eduardo SEMENZA ○ *Università degli studi di Ferrara*
Dir. Prof. Dr. Erich SCHROLL ○ *Universität Wien, BVFA Arsenal (i.R.)*
Dir. Prof. Dr. Peter SCHÖNLAUB ○ *Geologische Bundesanstalt, Wien*
Prof. Dr. Werner TUFAR ○ *Philipps-Universität Marburg/Lahn*
Dipl.Ing. Dr. Georg M. VAVROVSKY ○ *Eisenbahn-Hochleistungsstrecken AG Wien*
Prof. Dr. Walter VORTISCH ○ *Montanuniversität Leoben*
Dr. Godfried WESSELY ○ *ÖMV Geologie (i.R.), Wien*

Alle Rechte vorbehalten
Für den Inhalt sind die Verfasser verantwortlich
Herausgeber, Eigentümer und Verleger:
Geoschule Payerbach

Redaktion:
Dr. G. RIEHL-HERWIRSCH
Bearbeitung:
P. CARNIEL, M. HACKENBERG
Lektorat:
Th. RIEHL-HERWIRSCH



ΘΕΟΤΩ
ΧΥΟΝΙΩΣ

Den unterirdischen Mächten geweiht

Diese Weiheformel in griechischer Schrift aus keltisch römischer Zeit stammt von einer Inschrift, die im Zuge der Ausgrabungen am Magdalensberg in Kärnten entdeckt wurde.

Auf dieser Basis steht die heilige Barbara als christliches Symbol, als Schutzheilige für Bergleute und Vertreter der Erdwissenschaftler.

Im Gedenken an
Prof. Dr. E. CLAR



Aufnahme: Dr. H. Krupitz, 1992

VORWORT

Mit dieser Veröffentlichung werden die Vorträge der *Barbara-Gespräche 1996* als dritter Band der gleichnamigen Reihe übergeben.

Erstmals fanden die *Barbara-Gespräche 1993* statt. Sie hatten als Motto "GRENZEN DER GEOTECHNIK" mit den Themen Staumauern (u.a. mit Prof. Dr. E. SEMENZA "Vajont/Longarone, 30 Jahre nach der Katastrophe") und "ABFALLAGERUNG". Danach folgten 1995 "GEOGEN - ANTHROPOGEN, Wertstoffe - Schadstoffe, Entstehung und Wirkung auf die Umwelt" sowie "HAUSMÜLLVERSUCHSANLAGE BREITENAU - 8 Jahre Untersuchungsergebnisse".

Die Themen der *Barbara-Gespräche 1996* sind wie bisher den Geowissenschaften und der Umweltproblematik gewidmet.

Das Thema "VERKEHRSWEGE IM OSTEN ÖSTERREICHS, nach Ostöffnung und EU-Beitritt" sollte zwei Aspekte beleuchten: Die verkehrspolitische Situation sowie geologische Fragestellungen und Erkenntnisse die in Zusammenhang mit der Errichtung von Verkehrsbauten, hier Tunnelbauten, von Bedeutung sind.

Ein besonderer Schwerpunkt wurde dabei auf die lokale und regionale Problematik des Semmeringbasistunnels gelegt. Ein wesentliches Ergebnis der Vorträge und Diskussionen zu diesem Thema war, daß neben der im Ausbau befindlichen West-Ost-Verbindung auch eine Nord-Süd-Verbindung von eminenter Wichtigkeit ist. Die betont geologische Betrachtung dieses Projektes soll zu einer sachlich-naturwissenschaftlichen Beurteilung beitragen, wie sie uns von unserem Lehrer Prof. Dr. E. CLAR immer wieder vermittelt und vorgelebt wurde.

Im zweiten Teil der *Barbara-Gespräche 1996* stand das immer mehr diskutierte Thema "GRENZWERTE - RICHTWERTE, SINN ODER UNSINN?" am Programm. Nach einer allgemeinen Darstellung der Problematik wurden die Zusammenhänge zwischen medizinischen Problemen und den geogenen Voraussetzungen besprochen.

Am Beginn der Veranstaltung stand der Nachruf auf Prof. Dr. E. CLAR, dem großen Lehrer der Geologie, dem diese Publikation gewidmet ist. Prof. Dr. E. CLAR ist 1995 von uns gegangen.

Im Gegensatz zu anderen Fachtagungen mit zahlreichen Referenten, die ihr Thema in Kurzbeiträgen behandeln, bleiben wir bei den *Barbara-Gesprächen* dem bisherigen Veranstaltungsstil treu: Eine eher begrenzte Zahl von Vortragenden nimmt zu einem vorgegebenen, aktuellen Thema Stellung; nach den Referaten wird im Kreise der Teilnehmer umfassend und offen diskutiert. Auch "heiße Eisen" werden angefaßt.

Die Diskussionen zu den einzelnen Vorträgen werden auf Tonträger aufgezeichnet und zur Unterscheidung auf grünem Papier gedruckt. Die Beiträge stehen mit dieser Veröffentlichung der Allgemeinheit zur Verfügung.

Wien, im Juli 1998

Dr. P. Gottschling

Dr. G. Riehl-Herwirsch

INHALT

VORWORT DER HERAUSGEBER	6
INSERATE UND UNTERSTÜTZUNGEN	9
W. DEMMER	11
Der Geologe em.Univ.Prof. DDr. E. CLAR als Lehrer und Leitbild der österreichischen Ingenieurgeologie	
EHRENSCHUTZ Bundesminister f. wirtschaftliche Angelegenheiten Dr. H. FARNLEITNER Begrüßung in Vertretung des Bundesministers, L. WEBER	29

VERKEHRSWEGE IM OSTEN ÖSTERREICHS*Nach Ostöffnung und EU-Beitritt*

F. ZIBUSCHKA	33
Die Verkehrsplanung in Ostösterreich	
W. GOBIET	43
Anbindung Südostösterreichs an die europäischen Verkehrswege	
G. SPAUN	61
Geologische Voruntersuchungen zur Umfahrung Haag - St. Valentin, Niederösterreich	
J. KAISER	73
Die geologische Erstaufnahme beim Bau des Sondierstollens für den Semmeringbasistunnel als Grundlage aller weiteren Arbeiten und Berechnungen	
K. KLIMA	87
Geologische Erkundung zur Trasse des Traidersbergtunnels, Steiermark	
N. TOPLITSCH	99
Barbara - Weg einer Heiligen durch die Jahrhunderte, Lichtbildervortrag	

**WASSER - BODEN - LUFT
GRENZWERTE - RICHTWERTE, SINN ODER UNSINN?**

J. WIMMER	121
How clean is clean, how safe is safe? Warum es ohne Grenzwerte nicht geht - und mit ihnen nicht viel besser.	
H.D. GREGOR	147
Der "Critical Loads" - Ansatz als Konzept zur Grenzwertfindung	
G. EDER	169
Stoffeintrag in das Grundwasser aus Böden mit landwirtschaftlicher Nutzung (Lysimeteranlage Gumpenstein)	
M. HACKENBERG	183
"Arsen und Spitzenhäubchen". Zur Geschichte des Arsens	
TH. FRISCHER	203
Ozon und seine Auswirkungen auf kindliche Atemwege - Untersuchungen in NÖ	
M.P. JAUMANN	207
Können Grenzwerte oder Richtwerte die Menschen schützen?	

Inserate und Unterstützungen zum vorliegenden Band

Elektrizitätserzeugungs- und Versorgungsunternehmen: *Inserate*

DRAUKRAFT	Österreichische Draukraftwerke AG	225
ENNSKRAFT	Ennskraftwerke AG	<i>Druckkostenbeitrag</i>
STEWAG	Steirische Wasserkraft- und Elektrizitäts-AG	<i>Druckkostenbeitrag</i>
TIWAG	Tiroler Wasserkraftwerke AG	225
TKW	Tauernkraftwerke AG	226
VIW	Vorarlberger Illwerke AG	227
VKW	Vorarlberger Kraftwerke AG	227

Weitere unterstützende Unternehmen:

H. BURGSTALLER GmbH	228
<i>Internationale Transporte, Erdbau, Kies & Betonwerk, Abfallwirtschaft</i>	
KOMPTECH - Heissenberger & Pretzler GmbH	228
<i>Maschinen und Anlagen zur mechanisch biologischen Behandlung von Abfällen</i>	
GEOINERT Umwelttechnik GmbH	229
Franz BAMBERGER	230
<i>Steinmetzbetriebe</i>	
RAIFFEISENBANK	231
<i>Payerbach - Reichenau - Schwarza im Gebirge</i>	
KIES-UNION GmbH	232

Die Herausgabe dieses Bandes wurde durch Inseratschaltungen und Druckkostenbeiträge möglich.

Wir danken unseren Förderern.

BARBARA-GESPRÄCHE 1993 - 1998	221
<i>Bisher erschienene bzw. in Vorbereitung befindliche Bände und deren Inhalt</i>	

Barbara-Gespräche Payerbach 1996	Band 3	"Verkehrswege im Osten Österreichs" "Grenzwerte - Richtwerte, Sinn oder Unsinn?"	Seite 11 - 28	Wien 1998
-------------------------------------	--------	---	---------------	-----------

BARBARA-GESPRÄCHE

Payerbach 1996

Der Geologe em. Univ.Prof. DDr. E. Clar als Lehrer und
Leitbild der österreichischen Ingenieurgeologie

W. DEMMER

Die wichtigsten bearbeiteten Aufgaben der angewandten-geologischen
Beratungstätigkeit von Prof. E. Clar.

Dissertationen am Geologischen Institut der Universität Wien
unter Prof. E. CLAR

"Wie ich meinen Lehrauftrag sah"

Dankesrede von Prof. E. Clar anlässlich des Symposiums am Geologischen Institut
der Universität Wien am 29. Oktober 1994 zu seinem 80. Geburtstag



Anschrift des Verfassers:

*Dr.phil. Wolfgang DEMMER
Konsulent f. Baugologie*

*Rosengasse 12
A - 2102 Bisamberg*

Der Geologe em. Univ.Prof. DDr. E. Clar als Lehrer und Leitbild der österreichischen Ingenieurgeologie

Wolfgang DEMMER

Am 7. Dezember 1995 ist der emeritierte Professor für Geologie an der Universität in Wien, Dr.phil. h.c. Dr. techn. h.c. Dr. phil. Eberhard Clar im 92. Lebensjahr verstorben. Die Geowissenschaften und ihre praktischen Anwendungsbereiche haben mit Clar eine ihrer größten Persönlichkeiten verloren. Nie zuvor gab es einen Geologen, der sowohl in der Theorie als auch in der Praxis ein derart breit gefächertes Wissen in einer Person vereinte.

Eberhard Clar wurde als 3. Sohn einer Arztfamilie am 23. Juli 1904 in Graz geboren. Nach dem Abschluß des humanistischen Gymnasiums inskribierte Clar 1922 an der Philosophischen Fakultät der Universität Graz, wo er sich nach breiter naturwissenschaftlicher Grundausbildung bald gänzlich der Geologie zuwandte. Mitbestimmend für diesen Entschluß war seine Liebe zu den Bergen, die ihn ein Leben lang begleiten sollte.

Die Promotion zum Doktor phil. erfolgte schon 1926 - somit innerhalb der kürzestmöglichen Studienzzeit. Dennoch wurde eine breite sportliche Betätigung nicht vernachlässigt, was zu einigen Rekorden auch mit internationalem Gewicht in den kurzen Schwimmbewerben führte.

Alles mußte offenbar schnell gehen. Ein aus heutiger Sicht glücklicher Umstand ließ den Jungakademiker Clar von der Universität auf das Geologisch-Mineralogische Institut der Technischen Hochschule in Graz überwechseln, wo er schon 1929, erst fünfundzwanzigjährig, die Dozentur erlangte.

1931 wurde die sehr glückliche Ehe mit Frau Inge WAGNER geschlossen, der 4 Kinder entsprangen, von denen ein allzufrüh verstorbener Sohn zeitlebens tiefe, kaum jemals erwähnte Wunden hinterließ.

Eine arbeitsintensive Zeit wird 1936 mit der Dozentur an der Universität in Graz belohnt. Im gleichen Jahr gab es auch an dieser Hohen Schule die ersten Lehrveranstaltungen für Angewandte Geologie.

In diesem Jahrzehnt ist der Grundstein für Clars ungewöhnlich breites Wissen gelegt worden. Die Lehre forderte die technische Geologie, die Praxis erzwang eine Vertiefung in die Lagerstätten- und Hydrogeologie, wobei auch immer mehr die Baugeologie an Bedeutung gewann und die Forschung konzentrierte sich auf die Geologie des alpinen Raumes, wo noch viele Probleme des Bauplanes und der Stratigraphie zu lösen waren.

Von der Universität Graz zog es aber den jungen Eberhard Clar immer wieder in seine geliebten Berge, deren Faszination seinerzeit schon ausschlaggebend war für die Wahl seines Studiums und später seiner Dissertation in den Hochgebirgsregionen der Schobergruppe. In diesem Umfeld schuf sich Clar bereits die methodischen, konditionellen und technischen Voraussetzungen für sein späteres Krönungswerk, die Glocknerkarte.

Unter unglaublichen Anstrengungen und Entbehrungen erfolgte zusammen mit dem bedeutenden Alpengeologen H.P. CORNELIUS die geologische Kartierung des Großglocknergebietes 1 : 25 000. Sein damaliger Bergkamerad Konrad SATTLER, später selbst Universitätsprofessor für Baustatik, erzählte wiederholt, daß damals tägliche durchschnittliche Höhenbewältigungen von 1600 m an der Tagesordnung waren, wobei auch zahlreiche, nie in den Vordergrund gestellte Erstbegehungen zur Selbstverständlichkeit geworden sind. In seiner Abschiedsrede bescheinigte Konrad

SATTLER seinem aus dieser Welt abberufenen Freund Clar in der Erinnerung an gemeinsame Hochgebirgsfahrten " beste wissenschaftliche Ausbildung und Erfahrung, Mut, schnelle Entschlußkraft, Ausdauer, körperliche Einsatzkraft, Glück und Demut dem Wunder der Natur gegenüber".

Diese geologische Karte des Großglocknergebietes gilt heute noch weltweit als die beste Hochgebirgskartierung. Sie mußte auch nach 60 Jahren im Zuge eines erst kürzlich erfolgten Neudruckes durch die Geologischen Bundesanstalt im Maßstab 1 : 50 000 (Blatt 153 Großglockner) nur unwesentlich dem aktuellen Stand der Forschung angepaßt werden.

Wertvolle aufbauende Kontakte, wie Clar es auszudrücken pflegte, mit Bruno SANDER, dem "Vater der Gefügekunde", führten Clar auch sehr bald zum Einbau gefügekundlicher Beobachtungen nicht nur im Mikrobereich des Korngefüges sondern auch der Makrostrukturen in alle bergbaulichen Aufgaben und baugeologischen Überlegungen. A. KIESLINGER, seinerzeitiger Lehrstuhlinhaber für Geologie an der TH Wien, meinte daher in seiner Laudatio zum 60. Geburtstag Eberhard Clars, daß seine 1939 publizierte Arbeit "Zur Darstellung der Klüftigkeit von Felsaufschlüssen" in der Schriftenreihe "Geologie und Bauwesen", als der eigentliche Beginn der Felsmechanik angesehen werden könnte.

Mühsame, oft mehrere Monate dauernde Auslandsbereisungen am Balkan und in Vorderasien für Erzprospektionen werfen die Frage auf, wie Clar neben seinen Lehr- und anderen Verpflichtungen noch vor dem Ausbruch des 2. Weltkrieges 50 wissenschaftliche Arbeiten verfassen konnte, unter ihnen alleine 12 die Lagerstättengeologie betreffend.

Sie geben ein eindrucksvolles Zeugnis über die Schaffenskraft und Wissensbreite aber auch die persönliche Disziplin dieses außergewöhnlichen Geologen ab. Es ist daher nur als logische Folge zu sehen, daß Clar schon 1936 zum a.o. Professor der Technischen Hochschule Graz und 1939 zu ihrem außerplanmäßigen Professor für Geologie ernannt wurde.

Das folgende Jahrzehnt mit dem 2. Weltkrieg und seinen Nachwirkungen stellte Clar vor eine große Belastungsprobe. Wenn auch die Rahmenbedingungen alles andere als ideal waren, so konnte Clar wenigstens dem Dienst mit der Waffe entgehen und zunächst fachlich in Fragen der **Rohstoffbeschaffung am Balkan** arbeiten. Seinem Weitblick und persönlichen Einsatz ist es auch zu danken, daß im Zuge des Zusammenbruchs der Balkanfront insbesondere die damals größte Kupfererzmine Europas BOR in Ostserbien, für deren Umstellung auf Tagbau Clar maßgeblich beteiligt war, aber auch andere Bergbaue nicht geflutet und damit für immer der wirtschaftlichen Nutzung entzogen wurden.

Im Herbst 1944 ist Clar als Nachfolger des bekanntesten Baueologen Österreichs J. STINY auf das Ordinariat für Geologie an der **Technischen Hochschule** in Wien berufen aber schon ein halbes Jahr später in den Wirren des Kriegsendes mit 30 anderen, ebenfalls in der Kriegszeit berufenen Professoren fristlos entlassen worden. Nach der Überwindung extrem harter Zeiten mit einer niemals begründeten, fast zweijährigen Inhaftierung, der Existenzsicherung als Schichtarbeiter am Steirischen Erzberg und dem Verlust seines 8-jährigen Buben schon der Resignation nahe, zündete dann aber doch wieder das Flämmchen der fachlichen Begeisterung.

1949 wurde nämlich der ehemalige Geologieprofessor vom Steirischen Erzberg an den Tochterbetrieb in **Hüttenberg in Kärnten** empfohlen. Der Anlaß waren eine durch den Erzabbau drohende Hangrutschung sowie das Stilllegen des Abbaubetriebes wegen Erschöpfung der Reserven. Mitgerissen von dem wissenschaftlichen Forschungsdrang des dort bereits arbeitenden Mineralogen H. MEIXNER, später Universitätsprofessor in Salzburg, und unter exzessivem Einsatz der Gefügekunde, sicherte Clar diesem Betrieb noch weitere 25 Jahre Bestand.

Weniger spektakulär aber dennoch wissenschaftlich und praktisch äußerst erfolgreich waren die montangeologischen Studien der Magnesitlagerstätten Breitenau, Trieben und Lassing. Auch bei diesen Beispielen konnten im wesentlichen Clars Gefügeanalysen, gepaart mit seiner scharfen geo-

logischen Kombinationsbegabung, neue Abbaureserven erschließen, was die Lebensdauer dieser Bergbaue teilweise um Jahrzehnte verlängerte.

Das tausendfache Einsammeln von Gefügedaten regte den auch technisch sehr begabten Clar 1952 zur Entwicklung des nach ihm benannten **Zweikreis-Kompasses** an, der nicht nur den bis dahin nötigen Aufwand für eine räumliche Gefügemessung halbierte sondern dessen Meßwerte auch eine computergestützte Auswertung ermöglichen. Es charakterisiert den Erfinder, daß er auf eine wirtschaftliche Nutzung des heute weltweit verwendeten Kompasses ausdrücklich verzichtet hat.

Die fachlichen Erfolge in Hüttenberg führten auch zur Gründung der Forschungsstelle für Lagerstättenuntersuchungen der Österreichischen-Alpine Montangesellschaft mit Sitz in Knappenberg, Kärnten, deren Leitung Clar von 1951 bis 1954 innehatte. Nicht weniger als 30 wissenschaftliche Arbeiten sind alleine in dieser kurzen Zeitspanne von ihm veröffentlicht worden. Sie sind neben einer Anzahl viel beachteter Fachvorträgen und Diskussionsbeiträgen bei Tagungen im In- und Ausland Zeugnis dafür, daß Clars wissenschaftlicher Forschungsdrang wieder voll zum Leben erweckt war.

Zeitüberschüsse aus einer anfangs 48 und später 45-Stunden Wochenarbeitszeit nutzte Clar alle Nachkriegsjahre hindurch für freiberufliche Beratungstätigkeiten, wobei neben den Lagerstätten-themen im Verlaufe der Zeit immer häufiger auch die baugeologische Beratung in den Vordergrund trat. Die Schwerpunkte lagen im Wasserkraftwerke- und Straßenbau, wo er schon an beachtliche Erfahrungswerte aus der unmittelbaren Vorkriegszeit anknüpfen konnte.

So festigte Clar immer mehr seine Stellung als bislang einziger Geologe Österreichs, und vermutlich nicht nur seines Heimatlandes, der auch noch in einer Zeit des beginnenden Spezialistentums in einer Person die wesentlichsten Fachsparten der Geologie in Theorie und Praxis auf hohem Niveau abdecken konnte. Es wundert daher nicht, sondern ist nur als logische Folge zu betrachten, daß bald in- und ausländische Universitäten, Technische Hochschulen und Bergbauhochschulen Berufungskontakte aufnahmen.

Clar entschied sich für die **Universität in Wien**, wo er ab dem Wintersemester 1954 bis zu seiner Emeritierung im Jahre 1972 wirkte.

Selbstlos stellte er sein ganzes Wissen seinen Schülern zur Verfügung, die in bislang nie dagewesener Breite sich in allen Fachsparten der Geologie entwickeln konnten. 105 Dissertationen unterschiedlichster Themen, baugeologische mit eingeschlossen und mindestens 18 Hochschullehrer, 4 von ihnen Technische Geologie lehrend, sind die nachhaltige Frucht seiner Lehrtätigkeit. Wie Clar aus seiner Sicht seinen Lehrauftrag sah, ist am besten in seiner Dankesrede anlässlich des Symposiums am Geologischen Institut der Universität Wien am 29. Oktober 1994 zu seinem 80. Geburtstag dokumentiert. Was Clar als Lehrer geschaffen und bewirkt hat, ist von Prof. Ch. EXNER in seiner Laudatio zum 70. Geburtstag von E. Clar warmherzig gewürdigt worden.

Außerhalb des universitären Betriebes gab es auch nach der Überwindung der ersten Nachkriegsjahre große Umbrüche in der Wirtschaft.

Mit der Berufung Clars zum Ordinarius für Geologie an die Universität Wien, neigte sich mit wenigen Ausnahmen auch die Zeit für ein wirtschaftliches Ausbeuten der österreichischen Erzvorkommen Schritt für Schritt seinem Ende zu.

Dafür brach zur Sicherung der Energieversorgung im gesamtalpinen Raum, und insbesondere in der wirtschaftlichen Wiederaufbauphase Österreichs nach dem Krieg eine Lawine von Wasserkraftprojekten los. Hier trat Clar zusammen mit G. HORNINGER mehr und mehr in die Fußstapfen des bis in die Mitte der fünfziger Jahre dominierenden und mit rd. 350 Publikationen produktivsten Baugeologen Österreichs, J. STINY. Bei 34 großen Wasserkraftprojekten im Inland; unter ihnen die Großspeicherwerke Maltatal und Kaunertal sowie das Projekt Dorfertal, aber auch einer Reihe von Flußkraftwerken an der Donau und Enns und für 6 Talsperren im Ausland, war Clar beratend oder als Prüfer im Auftrag der Behörden tätig.

Es war das große Verdienst von Clar, daß er einen gänzlich neuen und zukunftsweisenden Stil der geologischen Beratung einführte. Er lieferte nicht nur ein Gutachten, um sich gleich danach neuen Aufgaben zuzuwenden sondern es wurden auch kleine Schritte der Projektierung und insbesondere die ganze Bauphase beratend begleitet. Dieser Stil hatte zweifellos schon seine Wurzeln in den frühen fünfziger Jahren, als Clar von dem bekannten Wasserbauingenieur H. LAUFFER für die Projektierung des Großspeichers Dorfertal beigezogen wurde. Beide Persönlichkeiten, die ein Leben lang eine aufrichtige Freundschaft in gegenseitiger Achtung verband, erzählten häufig von den fruchtbaren Fachdiskussionen im Zuge langer Anmarschwege im alpinen Gelände oder angesichts sich abzeichnender geologischer Schwierigkeiten vor Ort. Es war nur die logische Folge seines Verständnisses einer effizienten Beratung, daß Clar im Gegensatz zu allen seinen Vorgängern und namentlich zu J. STINY die Baustellen auch schon für junge Geologen öffnete. Dies war auch notwendig, denn die Zwänge einer dicht besiedelten Kulturlandschaft und oft auch der Politik drängten die Ingenieure mit den Großprojekten in eine immer schlechtere geologische Umgebung.

Clar war schon 1952 Teilnehmer in der kleinen Diskussionsrunde Gleichgesinnter in Leopold MÜLLERS Wohnung in Salzburg und somit Gründungsmitglied der Österreichischen Gesellschaft für Felsmechanik. Von hier aus nahm auch die Fels - bzw. Geomechanik dank Müllers rastlosen Initiativen ihren weltweiten Siegeszug. Von den Mikrostrukturen über die Bereichsgrößen der Baustellen erst in den Dimensionen einer Gebirgsmechanik endend wurde Clar nicht müde, die große Bedeutung des Felsgefüges für die Projektierung und gefahrlose Ausführung aller Felshohlraum - und Tagbauten herauszustreichen.

Große Verdienste hat sich Clar auch innerhalb der Staubeckenkommission erworben, der er seit 1957 25 Jahre lang als sehr aktives Mitglied angehörte. Wiederholt als Referent bei der Beurteilung neuer Talsperrenprojekte oder Prüfer für bestehende Stauanlagen eingesetzt, bleiben vor allem seine stets fachlich fundierten Diskussionsbeiträge in wacher Erinnerung. Seine Autorität, gepaart mit der Gabe einer prägnanten, seine Widersacher nie verletzenden Formulierungsgabe ist es auch zu danken, daß im Zuge der Neufassung der Staubeckenkommissions-Verordnung (1985) oft unüberbrückbar scheinende Gegensätze zwischen Juristen und Technikern doch immer wieder ausgeglichen werden konnten.

In Erinnerung zu rufen sind auch Clars frühe Bemühungen, den Berufsstand des Baugeologen zu etablieren. Er sah schon in den ersten Vorlesungen in Wien jene Zeit kommen, in der besonders im Kraftwerke- und Verkehrswegebau so große geologische Probleme zu lösen sein werden, daß zu ihrer Bewältigung die volle Arbeitskraft eines gut ausgebildeten Geologen mit technischem Verständnis erforderlich ist.

Die übliche Praxis des fallweisen Beiziehens eines Geologen wenn die Schwierigkeiten schon sichtbar sind, sollte tunlichst durch eine permanente Mitarbeit eines ausgebildeten Baugeologen ersetzt werden. Nur so könnten nach Ansicht Clars viele geologisch bedingte Bauprobleme erst gar nicht entstehen und andere zumindest in Grenzen gehalten werden. Dafür fehlten jedoch die gesetzlichen Rahmenbedingungen. Neue Studienprogramme mußten erstellt werden. Das Anforderungsprofil des Baugeologen war zu definieren und die behördliche Anerkennung mußte gesichert werden. Nach zwei Jahrzehnten und hartnäckiger Kleinarbeit war auch das geschafft. Heute ist in Österreich ein großes Tiefbauprojekt ohne permanente geologische Beratung und lückenlose Dokumentation undenkbar.

Wenn bisher Clars Wirken hauptsächlich im Zusammenhang mit der angewandten Geologie dargestellt wurde, so ist zumindest der Hinweis vonnöten, daß gleich umfangreich eine Aufzählung seiner hervorragenden Forschungsergebnisse über den Bauplan der Alpen ausfallen würde. Dennoch meinen viele, daß Clars größte Verdienste in seinem Wirken als akademischer Lehrer zu sehen sind. Sein unermüdliches Bestreben, gesicherte Forschungsergebnisse von Theorien oder sogar Spekulationen auseinanderzuhalten, seinen Schülern großzügigste Entfaltungsmöglichkeiten zu ge-

währen und selbstlos unzählige Gedanken nicht selbst wissenschaftlich zu verfolgen sondern sie an Dissertationen oder Forschungsarbeiten seiner Schüler abzutreten, sind nicht zuletzt Beweise seiner menschlichen Größe.

Unvergessen werden für alle jene, die das Glück hatten, Clar im Gelände zu erleben, seine scharfsinnigen Analysen der Morphologie und des geologischen Aufbaues bleiben, wobei die Betrachtungsgrößen manchmal erst unter der Lupe endeten.

Viel Geduld und höfliches Einfühlungsvermögen wurden nicht nur jederzeit den Studenten zuteil sondern auch den Bauingenieuren im Berg- und Obertagebau. Zahlreiche strittige Fragen im Zuge von Behördenverfahren aber auch auf wissenschaftlicher Ebene konnten nur durch Clars ausgeleicher Persönlichkeit und Formulierungsgabe zu einem guten Ende geführt werden.

Nach seiner Emeritierung konnte Clar noch viele Jahre sehr erfolgreich mit Schwerpunkt in den verschiedensten Sparten der angewandten Geologie arbeiten. Die Meisterleistung jener Epoche in Clars Leben war zweifellos die in mehr als zwanzigjähriger penibler Detailarbeit gelungene Erschließung der Thermalquelle von Bad Kleinkirchheim in Kärnten. Sie wurde die Basis eines großen wirtschaftlichen Aufschwunges der ganzen Region.

Clars Lebenswerk ist so vielfältig und erfolgreich, daß zahlreiche nationale und internationale Ehrungen und Auszeichnung nicht ausblieben. Hervorzuheben sind die Ehrendokorate der Techn. Hochschule Wien und der Universität Bern, ferner die Verleihung der Leopold-von Buch-Medaille, die Eduard Sueß-Medaille der Deutschen Akademie der Naturforscher Leopoldina in Halle/Saale sowie die Wilhelm Haidinger-Medaille, verbunden mit wertvollen Ehrenmitgliedschaften.

Alle seine beruflichen Erfolge und zahlreichen Auszeichnungen, die hier nur anzudeuten waren, ließen Clar trotz mancher Widrigkeiten stets einen bescheidenen, hilfsbereiten und liebenswürdigen Menschen bleiben. Seine Kräfte sammelte er zum einen in der sportlichen Ertüchtigung aber noch wichtiger war für ihn ein selten harmonisches Familienleben. So hat seine Schaffenskraft erst mit dem Ableben seiner Frau Inge im Jahre 1983 einen spürbaren Knick erfahren. Ihr ist er nun gefolgt, die fachliche Nachwelt wird er aber weiter in seinem unerschöpflichen Nachlaß begleiten.

Mitgliedschaften, wissenschaftl. Körperschaften, soweit nicht durch Beitritt zu erwerben, Funktionen, Auszeichnungen usw. von Prof. E. Clar

- 1) Korrespondent d. Geolog. Bundesanstalt in Wien (1951)
- 2) Korrespondent Mitglied d. Österr. Akademie d. Wiss. (17.5.1955)
- 3) Mitglied i. Ausschuss d. Geolog. Gesellschaft in Wien 1955-1971, deren Vorsitzender (Präsident) 1957 - 59
- 4) Mitglied d. Staubeckenkommission beim B.M.f.Land-Forstwirtschaft (1957-1982)
- 5) Mitglied d. Prüfungskommission für das Lehramt an Höheren Schulen (1959) Direktor-Stellvertreter dieser Komm. (1962-72)
- 6) Ehrenmitglied d. Tschechoslowak. Ges.f. Mineralogie u. Geologie (1959)
- 7) Mitglied d. wissenschaftl. Beirates d. Verstaatl. Betriebe (1960-Ende)
- 8) Mitglied Beirat d. Geolog. Vereinigung 1960-63, Vorsitzender d. Vereinigung als erster Österreicher (1970-73)
- 9) Mitglied d. Österr. Nationalkomitees f. Geologie (1961-71) erstmalig bestellt 9.4.1957, emeritiert, ("Altmitglied") (1982)
- 10) Mitglied d. Österr. Nationalkomitees f. Talsperren (ICOLD) 1962
- 11) Dr.techn.h.c. (T.H. Wien) (1965)
- 12) Dekan d. Philos. Fakultät d. Univ. Wien (1965/66)
- 13) Dr. phil.h.c. (Univ. Bern) (1966)
- 14) Leopold v. Buch Plakette u. Ehrenmitglied Deutsche Geol. Ges. (1966)

- 15) Ehrenmitglied d. Ungarischen Geol. Gesellschaft (1967)
- 16) Mitglied d. Akademie d. Naturforscher LEOPOLDINA Halle (1968)
- 17) Ehrenmitglied Geol. Ges. in Wien (1969) = "Österr. Geol. Ges."
- 18) Ehrenmitglied Naturwiss. Verein f. Kärnten (1974)
- 19) Ehrenmitglied Österr. Mineralog. Gesellschaft (1974)
- 20) Österr. Ehrenkreuz f. Wissenschaft u. Kunst I. Kl. (1974)
- 21) W. Haidinger Medaille der Geol. Bundesanstalt Wien (1975)
- 22) Ehrenmitglied Verein Geozentrum Hüttenberg (1980)
- 23) Eduard-Süß-Gedenkmünze d. Österr. Gesellschaft (1980)
- 24) Ehrenmitglied Naturwiss. Verein f. Steiermark (1983)
- 25) Vorsitzender des Fachbeirats der Geoschule Payerbach

DISSERTATIONEN

am Geologischen Institut der Universität Wien, die Prof. Dr. E. CLAR wissenschaftlich betreut hat.
Prof. Clar 1. Gutachter (1), 2. Gutachter (2).

1. AKIN Yildir, 1969: Zur Geologie des östlichen Königsbergzuges.(1)
2. ANTONIUS Günter, 1969: Die Lagerstätten von Türnitz und Annaberg in Niederösterreich.(1)
3. ASSADIAN Arabi Massihollah, 1970: Die Hydrogeologische Untersuchung des Tonion, Hoher Student und nähere Umgebung mit geologischer Aufnahme.(1)
4. BERTLE Heiner, 1971: Zur Geologie des Fensters von Gargellen (Vorarlberg) und seines kristallinen Rahmens. (1)
5. BOROWICKA Hubert R., 1968: Die Rutschungen an der Autobahn Salzburg - Wien (1)
6. BRIX Friedrich, 1972: Beiträge zur Geologie des Wiener Raumes. (1)
7. CHAHIDA Mohammad Reza, 1970: Das Tertiär im Westteil der Ödenburger Pforte (Burgenland). (1)
8. DEMMER Wolfgang, 1961: Geologische Neuaufnahmen in den westlichen Radstädter Tauern (1) (Kamm östlich des Kleinarltales).
9. EILBEIGUI M. Djamschid, 1970: Zur Geologie des Grundgebirges des Manhartsberges (Südliche Böhmisches Masse). (2)
10. EPPENSTEINER Walter, 1966: Studien über Sedimentation und Diagenese des oberen Wettersteinkalkes in Bleiberg-Kreuth (Kärnten).(1)
11. ERKAN Erdogan, 1970: Die exotischen Gerölle in der Gosaukreide der Nordöstlichen Kalkalpen. (1) (Stratigraphische Gliederung, Bestand, Schüttungsrichtungen)
12. FAUPL Peter, 1967: Zur Geologie des Gebietes Trattenbach und Frörschnitz/N.Ö.Stmk. (Wechselgebiet). (2)
13. FOBER Herbert, 1971: Die Aufschlüsse entlang der Autobahn - Südumfahrung von Hochstraß bis Gießhübl (N.Ö.). Dokumentation des Profiles durch Flyschzone und kalkalpine Gosau. (1)

14. FRANK Wolfgang, 1965: Zur Geologie des Guggernbachtals (=Lützelstubbachtal, mittlere Hohe Tauern). (1)
15. FRISCH Wolfgang, 1967: Zur Geologie des Gebietes zwischen Tuxbach und Tuxer Hauptkamm bei Lanersbach (Zillertal, Tirol). (2)
16. FUCHS Gerhard, 1957: Beitrag zur Kenntnis der Geologie des Gebietes Granatspitze-Gr. Venediger (Hohe Tauern). (1)
17. FUCHS Werner, 1960: Geologischer Bau und Geschichte des Ruster Berglandes. (1)
18. FÜRLINGER Werner L., 1972: Talzusub und Wildbachverbauung. (1)
19. GAAL Gabor, 1963: Zur Geologie des Roßkogelgebietes W Mürzzuschlag. Ergebnisse einer Neuaufnahme in den Jahren 1960 und 1961. (1)
20. GORHAN Harald, 1966: Über die Festigkeitseigenschaften des Lösses. (1)
21. GOTTSCHLING Helga, 1971: Zur Geologie und Stratigraphie der Losensteiner Kreidemulde im Raume Stiedelsbach - Pechgraben (Ennstal, O.Ö.). (1)
22. GOTTSCHLING Peter, 1965: Geologische Neuaufnahme der Hauptklippenzone und der Laaber Teildecke im Bereich von Glashütte bis Bernreith (Gölsental, N.Ö.). (1)
23. GRÜN Walter, 1967: Die Autobahnaufschlüsse im Bereich der Westeinfahrt - Wien. (1)
24. GYURITS Katalin, 1970: Der Mistelbacher Schotterkegel. (1)
25. HALBMAYER Helmut, 1970: Zur Geologie des Gebietes zwischen Aspang und Mönichkirchen/N.Ö. (Wechselgebiet). (2)
26. HASLINGER Erich, 1962: Geologisch-lagerstättenkundliche Untersuchungen von 7 Erzvorkommen im weiteren Raume des südlichen Salzkammergutes. (1)
27. HAWLE Hermann, 1956: Geologische Neuaufnahmen im Gebiete der westlichen Hochalm und Ankogelgruppe. (1)
28. HEKEL Heinz, 1966: Der nördliche Teil des Bisambergzuges und dessen jungtertiärer Rahmen. (1)
29. HERRMANN Paul, 1970: Geologie der Umgebung des östlichen Leithagebirges. (1)
30. HERTWECK Günther, 1960: Die Geologie der Ötscherdecke im Gebiet der Triesting und der Piesting und die Frage der alpin-karpathischen Abbiegung in den niederösterreichischen Kalkalpen. (1)
31. HÖCK Volker, 1968: Ein Beitrag zur Geologie des Gebietes zwischen Tuxer Joch und Opperer. (2)
32. VAN HUSEN Dirk, 1968: Ein Beitrag zur Talgeschichte des Ennstales im Quartär. (1)
33. HUSKA Gerhard, 1968: Die Geologie der Umgebung von Waldbach (Das Problem des südlichen Wechselfensters). (2)
34. JANOSCHEK Werner, 1963: Geologie der Flyschzone und der Helvetischen Zone zwischen Attersee und Traunsee. (1)
35. JORDAN, Otmar, 1972: Die geologischen Verhältnisse des Quarzitzuges Stickelberg - Landsee und seine Umrahmung (Bucklige Welt, N.Ö.). (2)
36. KAISER Josef, 1972: Beitrag zur Geologie des Raumes um den Ulrichsberg NNW von Klagenfurt (Kärnten). (1)

37. KARASEK Jutta, 1971: Die faziellen und tektonischen Verhältnisse in den östlichen Karawanken im Raum von Zell Pfarre und deren Beziehung zur geochemischen Zinkverteilung. (2)
38. KIRCHMAYER Martin, 1955: Geologische Untersuchungen im Grünauer Becken und in der Kasberggruppe in Oberösterreich. (1)
39. KLOIBER Hans Georg, 1965: Das Becken von Gosau (O.Ö.) und sein Rahmen. (1)
40. KOLLMANN Heinz, 1963: Zur Stratigraphie und Tektonik des Gosaubeckens von Gams/Steiermark. (1)
41. KOMPOSCH Dietmar, 1965: Geologie und geochemische Spurenmetallverteilung von Zink in den östlichen Gailtaler Alpen. (2)
42. KRAMER Herbert, 1959: Neue Untersuchungen und Erkenntnisse über das Eozänvorkommen am Goldberg bei Kirchberg am Wechsel. (1)
43. KRISTAN Edith, 1958: Die Geologie der Hohen Wand und ihrer Umgebung (N.Ö.). (1)
44. KUNZ Ferenc, 1971: Geologische Gliederung, Tektonik und Metamorphose des Raumes Dobritsch - Althofen, östlich vom Metnitztal bis zum Urtil - und Ratteingraben in Kärnten. (1)
45. LAUER Gerhart, 1967: Der Kalkalpennordrand im Raume von Ybbsitz. (1)
46. LEIN Richard, 1972: Stratigraphie und Fazies der Obertrias der Mürztaler Kalkalpen. (1)
47. LEISCHNER Winfried, 1959: Geologische Neuaufnahme in der Umgebung von Bad Ischl (Ischl - und unteres Rettenbachtal) unter besonderer Berücksichtigung der Mikrofazies. (1)
48. LEMBERGER Peter, 1970: Geologische Neuaufnahme des Wechselgebietes im Raume Aspang - St. Corona - Trattenbach. (2)
49. LESKO Imre, 1960: Geologische und Lagerstättenkundliche Untersuchungen im Raume Oberdorf a.d. Laming. (1)
50. LIEGLER Klaus, 1973: Zur Geologie des zentralalpinen Mesozoikums im Bereich nördlich von Bad Kleinkirchheim/Kärnten (Südabschnitt des "Stangalm-Mesozoikum") (Gurktaler Alpen). (1)
51. LOBITZER Harald, 1971: Fazielle Untersuchungen an triadischen Karbonatplattform/Becken - Gesteinen des südöstlichen Hochschwabgebietes (Wetterstein - und Reiflinger Kalk, Dachstein - und Aflenzer Kalk). (1)
52. LÖCSEI Janos, 1969: Die geröllführende Mittelkreide der östlichen Kalkvoralpen (Abschnitt Losenstein - Wien). (1)
53. MALECKI Gerhard, 1972: Zur Geologie des Silberpfennig-Gebietes, Hohe Tauern (Salzburg). (2)
54. MAURER Heinz, 1967: Zur Geologie der Flysch - und Helvetischen Zone zwischen dem Steyr - und Kremstal. (1)
55. MITSCH Norbert, 1966: Zur Geologie des Magdalensberges und Muraunberges bei St. Veit. (1)
56. MOSTAFAVI Mehdi, 1973: Neogen am Nordrand des Oberpullendorfer Beckens. (1)
57. PAHR Alfred, 1955: Untersuchungen über den Bau und die tektonische Stellung der Rechnitzer Schieferinsel (Burgenland). (1)
58. PAPASTAVROU S.E., 1970: Relation zwischen Bauxit, seinem Nebengestein und Bruchtektonik, Abschnitt Sidiroporto-Bela, Kiona-Gebirge, Griechenland. (2)

59. PAYCI Ergül, 1966: Die Geologie der Kalkalpen im Gebiet von Kleinzell bei Hainfeld (N.Ö.). (1)
60. PETTIN Reinhard, 1960: Eine geologische Neubearbeitung des Gebietes zwischen Gloggnitz und Semmering. (1)
61. PIRKL Herbert R., 1971: Tauernschieferhüllbereich des unteren Mölltales zwischen Obervellach und Kolbnitz (Kärnten) und seine quartäre bis rezente Gefügeumprägung. (1)
62. PISTOTNIK Julian, 1971: Zur Geologie der Umgebung von Innerkrems (Nockgebiet, Gurktaler Alpen). (1)
63. POLESNY Heinz, 1970: Beitrag zur Geologie des Fohnsdorf-Knittelfelder und Seckauer Beckens. (2)
64. POHL Walter, 1965: Zu Geologie und Paläogeographie der Kohlenmulden des Hausruck (Oberösterreich). (2)
65. POLLAK Wolfgang, 1962: Untersuchungen über Schichtfolge, Bau und tektonische Stellung des österreichischen Anteils der Eisenberggruppe im südlichen Burgenland. (1)
66. RIEDMÜLLER Adolf Gunther, 1967 Zur Geologie des NW-Teiles der Buckligen Welt. (2)
67. RIEHL-HERWIRSCH Georg, 1966: Beitrag zur Geologie des Berglandes östlich vom Magdalensberg (Kärnten). (1)
68. SCHÄFFER Gerhard, 1971: Die Hallstätter Triasentwicklung um den Plassen -OÖ. (2)
69. SCHEINER Helmut, 1960: Geologie der Steirischen und Lungauer Kalkspitze. (1)
70. SCHERIAU Elisabeth, 1965: Geologie und geochemische Verteilung von Blei und Zink in den östlichen Gailtaler Alpen zwischen Graslitzten und Kobesnock. (2)
71. SCHERMANN Otmar, 1966: Geologie und Petrographie des Gebietes zwischen Melk und Wieselburg. (1)
72. SCHLAGER Max, 1957: Der geologische Bau des Plateaus von St. Koloman. (1)
73. SCHLAGER Wolfgang, 1962: Zur Geologie der östlichen Lienzer Dolomiten (Kärnten). (1)
74. SCHMID Hans, 1962: Das Jungtertiär an der Südostseite des Leithagebirges zwischen Eisenstadt und Breitenbrunn (Burgenland). (1)
75. SCHMIED Heinz, 1959: Beitrag zur Kenntnis der Geologie der westlichen Schladminger Tauern. (1)
76. SCHMITZ Günther, 1960: Geologische Untersuchungen im Gebiet der westlichen Schneealpe. (1)
77. SCHNABEL Wolfgang, 1966: Zur Geologie des Kalkalpennordrandes in der Umgebung von Waidhofen/Ybbs, N.Ö. (1)
78. SCHÖLLNBERGER Wolfgang, 1971: Die Verzahnung von Dachsteinkalk-Fazies und Hallstätter-Fazies am Südrand des Toten Gebirges (Nördliche Kalkalpen). (1)
79. SCHWAIGHOFER Bernd, 1964: Zur Geologie und Petrographie des südwestlichen Klagenfurter Beckens. (1)
80. SCHWARZBÖCK Helmut, 1967: Zur Geologie des Obersten Gradentales (Schoberggruppe). (2)

81. SOHS Friedrich, 1963: Das Neogen am Westrande des Leithagebirges (zwischen Hornstein und Sommerein). (1)
82. SOKAL Johannes, 1957: Die Molasse des Alpenvorlandes zwischen Zettelbach und Melkfluss. (1)
83. SOMMER Dieter, 1968: Die Prebichl-Schichten als permotriadische Basis der nördlichen Kalkalpen in der östlichen Grauwackenzone. (1)
84. SORDIAN Hans, 1962: Das Zentralalpine (mittelostalpine) Mesozoikum (+Perm) im Becken von Klagenfurt (Kärnten, Österreich). (1)
85. SPAUN Georg, 1964: Zur Geologie der Grossreiflinger Scholle (Steiermark). (1)
86. STEINER Peter, 1965: Zur Geologie der südwestlichen Lunzer Decke. (1)
87. STEINHAUSEN Winfried, 1959: Die Geologie des Gebietes südlich der oberen Triesting zwischen Kaumberg - Altenmarkt und Unterberg-Furth (N.Ö.). (1)
88. STURM Michael, 1968: Die Geologie der Flyschzone im Westen von Nussdorf/Attersee (O.Ö.). (1)
89. SUMMESBERGER Herbert, 1966: Die tektonische Gliederung der Ötscherdecke im Bereich der Gutensteiner Kalkalpen und die Frage des stratigraphischen Aufbaues von Kitzberg und Hoher Mandling. (1)
90. SZABO Paul, 1959: Angaben zur Entwicklung des Flussnetzes im Wiener Becken und lauf ungarischen Gebiet während des Quartärs, auf Grund von Schwermineralanalysen. (1)
91. THALMANN Friedrich, 1962: Geologische Neuaufnahme des Kammzuges zwischen Mur und Zederhaus Tal (Zederhauser Weisseck und Rieding Spitze). (1)
92. THEYER Peter, 1969: Zur Geologie des Gebietes zwischen Paal - und Lorenzengraben (Oberes Murtal, Steiermark). (1)
93. THUM Ingomar, 1966: Zur Geologie des Unterengadiner Fensters (im Raume Spieß - Nauders/ Oberinntal). (1)
94. TUFAR Werner, 1962: Die Erzlagerstätten des Wechselgebietes. (1)
95. UCIK Friedrich Hans, 1966: Zur Geologie der nördlichen und östlichen Umgebung von Pfunds im Oberinntal/Tirol (Unterengadiner Fenster). (1)
96. VETTERS Wolfgang, 1968: Zur Geologie des westlichen Wechselgebietes zwischen Rettenberg und Feistritzsattel. (2)
97. VOHRZYKA Ernestine, 1958: Geologische Untersuchungen im Gebiete von Baden - Vöslau. (1)
98. VOHRZYKA Kurt, 1956: Geologie der mittleren Schladminger Tauern. (1)
99. WAGNER Ludwig, 1970: Die Entwicklung der Mitteltrias in den östlichen Kalkvoralpen im Raum zwischen Enns und Wiener Becken. (1)
100. WASCHER Werner, 1969: Zur Geologie der Trias des Krappfeldes und ihrer Basis (Trias von Eberstein und Pölling). (1)
101. WEIGERT Ulrike, 1971: Zur Geologie der Hallstätter Zone östlich Bad Goisern (O.Ö.). (1)
102. WESSELY Godfrid, 1959: Geologische Neuaufnahme des Tertiärs und Quartäs der Hainburger Berge und angrenzender Gebiete. (1)

103. ZADORLAKY-STETTNER Miklos, 1960: Beiträge zur Kenntnis der geologischen und petrographischen Verhältnisse und der Erzlagerstätten in den östlichsten Gurtaler Alpen, westlich von Friesach in Kärnten. (1)
104. ZARRABI Abdollah, 1972: Zur Geologie der Moravischen Zone im Thayatal zwischen Schloss Karlslust und Hardegg (N.Ö.). (2)
105. ZISCHINSKY Ulf, 1965: Instabile Talflanken (Über Bergzerreißung und Talzusub). (1)

Diese Liste wurde anhand der am 2. Juni 1998 am Geologischen Institut der Universität aufliegenden Dissertationen von W. DEMMER erstellt. 5 weitere Dissertationen sind aus der Aufstellung von W. FRISCH 1974 entnommen worden, so daß mit großer Wahrscheinlichkeit alle, von Prof. Clar geprüften Dissertationen erfaßt werden konnten.

Literaturhinweis:

FRISCH W., Liste der am Geologischen Institut der Universität Wien in den Jahren 1955 bis 1973 ausgearbeiteten Dissertationen, Mitt. Geol. Ges. Wien, Bd. 66 - 67, Wien, 1974

HÄUSLER H. u. SCHWINGENSCHLÖGL R., Dissertationsverzeichnis des Institutes für Geologie der Universität Wien (1872 - 1981), 1 Abb. u. Beil. 5, Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. Österr., Bd. 28, Wien 1982

Übersicht über die wichtigsten bearbeiteten Aufgaben der angewandten-geologischen Beratungstätigkeit von Prof. E. Clar.

1. Vor dem zweiten Weltkrieg (Arbeitsbasis T.H. Graz)

1.1 Baugeologie

Geologische Bearbeitung zahlreicher Baustein -, Lehm -, Schotter - und Sandvorkommen für allgemeine Planungen (z.T. Landesplanung) und besonders für den Straßenbau.

Kleinere Baugrundbeurteilungen

Geologische Beratung bei einer Reihe von Quelfassungen und Grundwasserversorgungen

für Siedlungen, Gemeinden und Industrie (z.B. Erweiterung Papierfabrik Gratkorn).

Mehrjährige geologische Beratung des gesamten Reichsstraßenbaues in der Steiermark, besonders betreffs allgemeiner Trassierung.

Abwehr von Bodenbewegungen und Baustoffbeschaffung; darunter größere Neubauten wie Oberes Murtal, Teilstücke der Italiener -, Wechsel- und Ungarn-Bundesstraße, sowie alpine Paß-Straßenprojektierungen, wie Präbichl und Triebener Tauern.

Geologische Bearbeitung einer Tunnelvariante der Großglockner-Hochalpenstraße, Detailaufnahmen im Bereich der ausgeführten Trasse. Geologische Bearbeitung eines Tunnelprojektes für die Reichsautobahn durch den Radstädter Tauern (mit Prof. Stiny)

Geologische Mitarbeit der Landesplanung Steiermark 1938 - 40.

1.2 Bergbaugeologie

Beratung bei Aufschließungsarbeiten für kleinere Erz- und Nichterzlagertstätten in Österreich, u.a. Eisenerzlagertstätten Breitenau und Plankogel sowie Manganvorkommen Glockner-Ködnitz.

Untersuchung von Bauxitlagertstätten der Herzegovina

Weiträumige geologische Untersuchungen über Vorkommen und Entwicklungsmöglichkeit neuer Steinkohlengebiete in Nordanatolien (mit Prof. Granigg).

2. Während des Krieges

2.1 Baugeologie

Geologische Beratung einer Reihe von Untertagebauten im Rahmen von Luftschutzmaßnahmen für zivile und Industriezwecke.

2.2 Bergbaugeologie

Weitausegreifende geologische Bereisungen von Bergbauen und Schürfrechten von Erzen und Nichterzen in Jugoslawien, Bulgarien und Griechenland im Rahmen der Ausbauplanung während der deutschen Besetzung dieser Gebiete 1941 - 44; dabei mehrjährige geologische Betriebsberatung einiger Erzbergbaue, darunter Ausbau der großen Kupfererzlagertstätte Bor in Ostserbien mit Tagbauentwicklung, Talsperre, Flußumleitung usw.

Entdeckung und bergbauliche Entwicklung der armen Molybdänerzlagertstätte Hacıatica in Makedonien; dabei auch geologische Vorarbeiten für Straßen und Eisenbahnprojekte in diesem Arbeitsgebiet.

3. Nach dem Krieg

3.1 Baugeologie

Hier lag der Schwerpunkt in der geologischen Beratung des Wasserkraftausbaues, womit die Berufung in die Staubeckenkommission beim Bm.f.Land-u. Forstwirtschaft (ab 1957) zuerst neben, dann nach Prof.STINY, in Zusammenhang steht.

Mitarbeit als geologischer Hauptgutachter u.a. bei: Kaiserbachkraftwerk (Tiwag), für die Steweg; Enns-Stufen Gstatterboden-Hieflau, Altenmarkt, Landl und Großreifling-Krippau, sowie bei Projektierung der übrigen steirischen Enns-Stufen, des Speichersystems Hohentauern und Untertal, des Speicherkraftwerkes Groß-Sölk. Teilfragen sind für das Dammpjekt Sperre Pack und das Speicherkraftwerk Paal-Bodendorf bearbeitet worden.

Für die Studiengesellschaft Osttirol bzw. Tiwag Beratung bei der Projektierung des Isel-Ausbaues, besonders mit verschiedenen Varianten des Großspeicherwerkes Dorfertal-Huben und Dorfertal-Matrei.

Für die ÖDK Projektierungsberatung beim Großspeicherwerk Malta sowie Teilfragen für verschiedene Draustufen, für Ausbauentwürfe in der Schobergruppe, der Sadniggruppe und der Gruppe Gail-Weißensee.

Teilaufgaben der geologischen Beratung oder gutachtliche Stellungnahmen insbesondere in Verbindung mit der Staubeckenkommission bezogen sich u.a. auf: Projektierung und Bau des

Kaunertalkraftwerkes mit Gepatschdamm, (Tiwag), die Oberstufe Gerlos (Durlasboden) und die Zemmwerke (TKW), die Talsperre Kops (VIW), den Ausbau der Saalach und den Traualpsee, den Hochwasserrückhaltedamm Kronsegg, die Donaustufen Altenwörth, Abwinden-Asten und Melk (DoKW), Neue Tauernmoosperre (ÖBB), Bockhartsee-Unterstufe (Safe), KW Bolgenach-Langenegg (VKW).

Mitgutachter für die Dürrachüberleitung zum Achensee betr. Variantenplanung und Einzelheiten sowie für die angehörige Gewölbesperre Bächental.

Im Zusammenhang mit dem Ennsausbau auch Mitarbeit in der Kommission für die wasserwirtschaftliche Rahmenplanung Enns.

Erfolg: Intensivierung der geologischen Mitarbeit im österreichischen Wasserkraftausbau und Talsperrenbau.

Beratungen bei größeren Talsperrenbauten im Ausland:

Azumi Sperre (Japan), Lika (Jugoslawien), Talsperren bei Hamadan und Saveh (Iran), Staudamm Zarinehrud (Iran -Kurdistan), Aosta-Valpelline-Speicher und Wasserumleitungsstollen Taleghan (Iran).

Als zweites Hauptarbeitsgebiet Verkehrswegebau; dabei Beratung Autobahn bezüglich Variantenwahl und Linienführung, sowie vielen Fragen der Bauausführung, Hangstabilisierung usw. (aber ohne Brückengründungen) im Bereich West- und Südeinfahrt im Wienerwald; Mitarbeit betreffs Linienführung bei der Projektierung Wechsel-Burgenland, in einer Einzelfrage Tunnel Wetzawinkel Oststeiermark.

Kleinere Aufgaben wurden u.a. bearbeitet bezüglich Hangbewegungen an der Triebener Tauernstraße und am Semmering, bezüglich Felsanschnitten entlang dem Stausee der Mitterndorfer Salza, der Murtalbundesstraße und im oberen Mürztal sowie Gutenstein-Bundesstraße.

Mitarbeit im Straßentunnelausschuß der Forschungsges. f d. Straßenwesen, bzw. beim Bundesministerium für Handel.

Geologischer Amtsgutachter in den Verhandlungen über das Projekt des Unterfahrungstollens Thaur der Saline Hall.

Geologische Beratung beim Bau der Dachstein-Seilbahn, dem Schloßbergstollen in Graz sowie beim Projekt Teilchenbeschleuniger (CERN) in Göpfritz.

Erschließung der Thermalquelle Bad Kleinkirchheim (mit Prof. Kahler).

3.2 Bergbaugeologie

Bedeutende Aufschlußerfolge an einigen Magnesitlagerstätten in Österreich auf Grund der aus geologischer Neubearbeitung abgeleiteten Untersuchungsvorschläge. In der Lagerstätte Breitenau wurde die damals auf kaum 10 Jahre bemessene Lebensdauer auf mehrere Jahrzehnte erstreckt, der Betrieb auf dieser Grundlage weitgehend ausgebaut und modernisiert.

In Trieben leiteten diese Vorschläge und Bohrungen die Tiefenentwicklung ein und wurden zum Ausgang der Verlagerung des Erzeugungsschwerpunktes der Gesellschaft. Eine Erstreckung der

Lebensdauer um etwa 10 Jahre konnte unter großen Schwierigkeiten auch in der Lagerstätte Lassing erreicht werden; eine vollständigere Erfassung der Gesamtsubstanz gelang auch in der Lagerstätte Oberdorf durch die Mitwirkung der geologischen Bearbeitung

Im Eisenerzbergbau Österreichs stand nach einer Neuaufnahme der geologischen Grundlagen, Neurechnung der Lagerstättensubstanz, geologischen Bearbeitung eines großen Basistunnelprojektes und betriebsgeologischen Aufgaben am Steirischen Erzberg später der Bergbau Hüttenberg der Ö.A.M.G. und dessen weitere Umgebung im Mittelpunkt. Ausgehend von der geologischen Bearbeitung einer Bergschadensrutschung konnten hier Untersuchungsvorschläge gemacht werden, deren Erfolg die Einrichtung einer geologisch-mineralogischen Forschungsstelle begründeten und durch deren Arbeit schließlich eine Erstreckung der ursprünglich mit etwa 1953 begrenzten Lebensdauer auf etwa weitere 25 Jahre erreichten. Nur geringe Substanzvermehrung brachten kürzere geologische Untersuchungen in der jetzt ausgebauten Braunkohlenlagerstätte Seegraben bei Leoben, ohne positive Erfolge wurde z.B. der Bleierzbergbau Tösanz im Engadin und andere kleinere Lagerstätten untersucht.

Neue Untersuchungen im Magnesitbergbau Radenthein galten dem Studium der dortigen gravitativen Felsverformungen (Talzuschub) und den bergbaulichen Folgerungen daraus, ebenso am Erzberg einer einem Schlüsselpunkt des neuen Fördersystems bedrohenden Hangbewegung.

Weitere Arbeiten betrafen die Barytlagerstätte Otter-Trattenbach

Ausland: Beurteilung eines größeren Magnesitlagerstätten-Bezirktes in Zentralanatolien

Quellennachweis:

Clar E.: Mein Leben, Mitt.Österr. Geol. Ges., Bd. 87, Wien 1996

Clar E.: Wie ich meinen Lehrauftrag sah (Dankesrede zum 80. Geburtstag 1994), Barbara-Gespräche, Bd. 3, Geoschule Payerbach, Wien 1998

Clar E.: Nachlaß (freundlicherweise von der Familie zur Verfügung gestellt).

Demmer W.: Prof. Clar - 90 Jahre, unveröffentl. Laudatio 1994

Demmer W.: Zum Tod von Dr. Eberhard Clar, Felsbau, 6/96

Demmer W., Frank W., Schlager W.: Eberhard Clar, Mitt.Österr. Geol. Ges. Bd. 97, (1994), Wien 1996

Exner Ch.: Herrn Prof. Dr. E. Clar zum 60. Geburtstag, Mitt. d. Geol. u. Bergbaustudenten, Bd. 14-15, Wien 1964-65

Exner Ch.: Eberhard Clar - 65 Jahre, Österr. Hochschulzeitung 15. Sept. 1969

Exner Ch.: Eberhard Clar als Lehrer, Mitt. d. Geol. Ges. Wien, Bd. 66-67 (Clar-Festschrift), 1973-74, Wien 1974

Kieslinger A: Eberhard Clar - 60 Jahre, unveröffentl. Vortrag Wien 1964

Lauffer H.: Nachruf für em. Univ. Prof. Dr.Dr. h.c. Eberhard Clar, unveröffentl. Gedenkrede Wien 1995

Müller L.: Eberhard Clar zum 80. Geburtstag, Felsbau Jgg. 2, Nr.4 - 1984

Pistotnik J.: Univ.Prof.Dr.Dr.h.c. mult. Eberhard Clar, 23. Juli 1904-7. Dezember 1995, Jb.Geol. B.-A., Bd. 139, H. 2, Wien 1996

Ruttner A.W.: Eberhard Clar zum 70. Geburtstag, Mitt. d. Geol. Ges. Wien (Clar-Festschrift), Bd. 66-67, Wien 1974

Sattler K.: Verabschiedung von Dr.Dr. h.c. Dr. phil. Univ. Prof. Eberhard Clar, unveröffentl. Gedenkansprache Wien 1995

Wie ich meinen Lehrauftrag sah

Dankesrede von Prof. E. Clar anlässlich des Symposiums am Geologischen Institut der Universität Wien am 29. Oktober 1994 zu seinem 80. Geburtstag

Liebe Kollegen und Freunde!

Wenn ich hier am Beginn dieses Symposiums das Wort ergreifen kann, so ist natürlich meine erste Aufgabe, aufrichtigen Dank zu sagen für die Idee und die Veranstaltung: an die Leitung des Institutes, insbesondere Prof. Frank und seine Helfer, die engeren Kollegen, die Vortragenden und die vielen teilnehmenden jüngeren und ehemaligen Schüler, die - zum Teil weither angereist - dieses Symposium zu einem Treffen der alten großen Institutsfamilie machen.

Das Lob, das ich eben als Einleitung gehört habe, baut natürlich einen alten Mann, der schon viele Jahre aus dem eigentlichen aktiven Geschehen ausgetreten ist, seelisch auf, aber ich fühle mich als ehrlicher Wissenschaftler doch auch zum Versuch der Objektivität sich selbst gegenüber verpflichtet, so daß ich versuchen muß, die in den Worten von Kollegen Frank gefeierte Gestalt wieder auf die Erde zurückzuholen, wo der Geologe ja mit seinem Werke hingehört.

Man ist bei solchem Anlasse sozusagen eingeladen, sich **Rechenschaft zu geben**, was gewollt und in diesen langen Jahren nicht getan oder erreicht wurde, was hätte getan werden sollen. Es ist das unausweichliche Geschick des strebenden und dabei kritischen Menschen, immer wieder anzustoßen an die eigenen Grenzen und sich in ihnen zu bescheiden, sobald man klug genug ist sie zu erkennen. Ich denke bei solcher Überlegung immer wieder an eine Äußerung meines Lehrers aus der Schulzeit und späteren bedeutenden Altphilologen Prof. Lesky, der einmal gesagt hat, daß es kaum einen Beruf von so unbegrenzten Aufgaben und Möglichkeiten gibt, wie den des Hochschulprofessors; die vom eigentlichen Amtsauftrag der wissenschaftlichen Lehre über die Vertretung in der internationalen Forschung herüberreichen über die Verpflichtung zur Mitwirkung im akademischen Leben und als "ordinarius publicus" in die kulturelle Verantwortung seiner Arbeit gegenüber der Gesellschaft. Die Vielfalt dieser Aufgaben überschreitet für einen ideenvollen Menschen die Möglichkeit restloser Erfüllung, sie zwingt zu Auswahl und Rangordnung des Einsatzes.

Für mich war schon früh für meine Tätigkeit leitend die Faszination der Vielfalt der möglichen Aufgaben unseres Faches in der Arbeit für unsere Bergheimat; die Vielfalt der wissenschaftlichen Fragen und ihrer Anwendungen, die wachsende Rolle des Faches im Leben unserer Gemeinschaft, die Freude an sichtbaren Produkten der Facharbeit, den Karten, der Erschließung von Rohstoffen und ihre sinnvolle Bewirtschaftung, darunter des vielleicht bedeutendsten, des Wassers, der Beitrag des Faches zur sicheren und umweltgerechten Gestaltung von Bauten u.a. Wobei überall - denken Sie außerhalb meiner eigenen Aktivitäten etwa an die Rolle der Mikropaläontologie in der Erdölerschließung - immer wieder der Fortschritt rein wissenschaftlicher Arbeit auch die Praxis vorantreibt.

In der Lehre sah ich meine Aufgabe weniger in der Vermittlung trockenen, detaillierten Wissens, als angesichts der Vielfalt späterer Aufgaben in der Anregung zum selbständigen Erarbeiten des Weitergegebenen und Weiterzugehenden; und ich hatte meine ehrliche Freude daran, wenn Schüler auch die Fähigkeit und den Mut zur Kritik an den Ansichten oder Darstellungen ihres Lehrers entwickeln konnten. Noch mehr war es mir vielfach aufrechte Freude zu sehen, wie so manche unserer Studenten schon während des Studiums weit über das hinaus kamen, was ich ihnen aus eigener Arbeitserfahrung hatte mitgeben können. Das leuchtende Beispiel dafür war für mich das "Flyszimmer", wo ich doch nie adäquate Erfahrung in der Flyszgeologie gesammelt habe, dafür aber dankbar der Hilfe gedenken darf, die etwa u.a. durch Kollegen Prey unseren Studenten immer wieder zuteil geworden ist.

Trotz mehrfachem, durch die Wechselfälle des fachlichen Lebensweges gefördertem Pendeln meiner eigenen Arbeitsinteressen vom Kartieren über die Kristallinpetrographie zur Tektonik als Äußerung des Mechanismus der Krustenverformung zu der mich ungemein fesselnden Erschließung von Lagerstätten und schließlich zur großen Baugeologie ist die angestrebte Vielfalt der Weitergabe fachlicher Anregungen an den Kreis der Schüler nur mühsam zu halten gewesen. Sie wissen, wie man in solcher Lage die breitgestreute Literatur nur mehr in Titeln und Zusammenfassungen verdaut. Der Vorrang dieses Strebens nach Vielfalt führte für mich in Wien - wo man aus der Stellung anderes erwartet hätte - zu einem Zurückdrängen eigener wissenschaftlicher Produktion und von Publikationen, ich habe hier nicht aus Faulheit jahrelang nicht mehr durch ein Mikroskop geschaut und vor allem kein Buch geschrieben, ja sogar überwundene eigene Deutungen unkorrigiert stehen gelassen, wie in der Deutung des Glocknermesozoikums oder der Genese der PB-Zn-Lagerstätten.

Gleichzeitig mit diesem Bekenntnis aber habe ich den vielen Kollegen des Faches zu danken für das Verständnis, das sie dieser Auswirkung meiner Arbeit entgegengebracht haben und für die Anerkennung guten Strebens.

Dieses menschliche Verständnis nicht nur für fassbare Leistungen, sondern für ehrliches Bemühen um Fach und Nachwuchs verschafft mir den heutigen Tag! Die angekündigten Referate ehemaliger Schüler belegen nicht nur die Vielfalt, sondern eben noch mehr die Breite und Höhe der doch aus dem Institut herausgewachsenen Arbeit, die in der Einsicht des alten Lehrers nun weit vorne steht und auch weit hinter sich gelassen hat, was die Lehrer seinerzeit mitgeben konnten.

Es ist das Schicksal und gleichzeitig die Lebenserfüllung von Lehrern und Eltern, entbehrlich bis überflüssig zu werden. In diesem Sinne ist heute dieser Tag die Erfüllung meines Arbeitslebens in der glückhaften Gewissheit, daß die gesunde Entwicklung unseres Faches weitergeht im Dienste der größeren Gemeinschaften. Der Tag ist mir aber ebenso menschliche Erfüllung durch das freudige Wiedersehen mit so vielen älteren und jüngeren Fachkameraden.

Man hört heute vielfach Klagen über eine mangelnde Achtung des Alters und eine führende Persönlichkeit unseres Kunstlebens hat kürzlich aus ähnlichem Anlass auf die höhere Wertschätzung des Alters in China verwiesen. Nun, vor dieser, meinem Alter geltenden Versammlung von Freunden darf ich bekennen: Ich empfinde keinen Neid gegenüber den alten Chinesen!

Vielmehr habe ich nur zu danken und bekenne mich zu den verbleibenden Pflichten nach dem Ende der Leistungsherausforderung, dem Bewußtbleiben der älteren, erlebten Leistungen, der Sorge für das Weitertragen und bestmöglichem Rat für die Nachfolgenden.

Glückauf und Dank!

Barbara-Gespräche Payerbach 1996	Band 3	"Verkehrswege im Osten Österreichs" "Grenzwerte - Richtwerte, Sinn oder Unsinn?"	Seite 29 - 30	Wien 1998
-------------------------------------	--------	---	---------------	-----------

EHRENSCHUTZ

Bundesminister für wirtschaftliche Angelegenheiten
Dr. H. FARNLEITNER

Begrüßung in Vertretung des Bundesministers durch
Doz. Dr. Leopold WEBER

Meine sehr geehrten Damen und Herren !
Sehr geehrter Herr Bürgermeister !
Liebe Schüler und Schülerinnen von Professor Clar !

Der Herr Bundesminister für wirtschaftliche Angelegenheiten Johannes Farnleitner hat mich gebeten ihn zu vertreten, da er im Ausland weilt, und hat einen Brief an die Veranstalter gerichtet, den ich nun verlesen möchte:

Sehr geehrte Damen und Herren !

Für die freundliche Einladung zu den diesjährigen Barbara-Gesprächen der Geoschule Payerbach danke ich sehr. Wie mir die für Bergbau zuständige Sektion meines Ministeriums berichtet hat, sind die Barbara-Gespräche bzw. die Baugeologischen Tage bereits ein traditionelles Treffen namhafter Experten von hohem wissenschaftlichen Stellenwert. Umsomehr bedaure ich zufolge unaufschiebbarer Verpflichtungen Ihrer Einladung nicht Folge leisten zu können.

Gerne nutze ich jedoch die Gelegenheit der Veranstaltung besten Erfolg zu wünschen und ersuche Sie meine persönlichen Grüße an die Tagungsteilnehmer zu übermitteln.

*Mit freundlichen Grüßen und
Glück Auf !*

Hannes Farnleitner

Meine Damen und Herren ! Gestatten Sie mir doch auch einige persönliche Worte, vor allem auch Worte eines Schülers von Prof. E. Clar. Ich möchte mich vorerst auch bei den Initiatoren dafür bedanken, daß sie die Veranstaltung in recht liebevoller Weise abhalten und ich glaube auch, daß dies sehr im Sinne von Prof. Clar gewesen wäre. Es werden hier sehr anspruchsvolle Themen behandelt, im vergangenen Jahr der sehr weitgesteckte Themenkreis "geogen - anthropogen", oder heuer "Verkehrswege im Osten Österreichs nach Ostöffnung und EU-Beitritt" bzw. "Grenzwerte-Richtwerte - Sinn oder Unsinn", das sind alles heiße Eisen, die hier aufgegriffen werden.

Wenngleich die Barbara-Gespräche einen technisch - wissenschaftlichen Inhalt haben und nicht als Barbara-Feier verstanden werden wollen, ist doch der Zeitpunkt der Tagung ein sehr glücklicher. Er mahnt uns zu einer fairen Diskussion, zu einem fairen Dialog, und das ist gerade in letzter Zeit nicht der Fall gewesen. Es sind, um auf das heutige Thema Semmeringbasistunnel zu kommen, gerade in den Medien Meldungen wiedergegeben worden, die den Tatsachen nicht unbedingt in vollem Umfang entsprechen. Es gibt hier eine Methode des "Ans Bein Pinkelns" nach dem Motto, es wird schon etwas davon hängenbleiben. Das ist nicht gerade die feine Art.

Und gerade in der letzten Woche ist die Diskussion wieder in Gang geraten: Haben sich die Geologen geirrt, haben sich die Hydrogeologen geirrt, ist das ganze Projekt zum Scheitern verurteilt? Fragen über Fragen, es wird skandalisiert, das ist ja in Österreich ein bekanntes Übel, und wir leben in einem Expertenstaat, in dem 8 Millionen Experten ihre Meinung abgeben wollen. So ist es auch nicht verwunderlich, daß sogar der Kultursenat Aussagen über Sinn oder Unsinn des Semmeringbasistunnels gemacht hat.

Wir können uns glücklich schätzen, Schüler von Prof. E. Clar zu sein, der als Vorreiter des Natur- und Umweltschutzes uns auch gelehrt hat, umweltbewußt und verantwortlich zu agieren, und er hat es gelehrt, lange bevor dies ein Thema in der breiten Öffentlichkeit gewesen ist.

Die Tragweite des Wassereinbruchs in der Tunnebaustelle wird, verzeihen Sie mir, wenn ich auch hierzu Stellung nehme, stark überbewertet. Wir haben im Bergbau viel ärgere Situationen gehabt, die unter Einsatz von Gehirnschmalz beherrscht werden konnten, wie es auch Clar gelehrt hat. Ich denke nur an den gewaltigen Wassereinbruch in Bleiberg; wenn hier Bergleute und Geologen das Handtuch geworfen hätten, wäre Bleiberg bereits 1954 am Ende gewesen.

Es ist doch sehr bedauerlich, wenn gerade jetzt Attacken auf die Geologie geritten werden, weil sie doch genau das prognostiziert hat, was eingetreten ist, und jetzt sich rechtfertigen soll, daß es wirklich eingetreten ist. Es ist eine Vertrauensbildung notwendig zwischen Geologen, Projektbetreiber und zwischen den Betroffenen, deren Sorge um das Wasser, die Natur und die Umwelt sehr kräftig ist.

Ich würde dem Veranstalter empfehlen, vielleicht im kommenden Jahr als weiteres Schwerpunktthema die Möglichkeiten der Beeinflussung des Bergwassers durch Tunnel- und Stollenbau zu diskutieren, Dies wäre ein sehr weites und interessantes Gebiet.

Der zweite Schwerpunkt ist Grenzwerte-Richtwerte, Sinn oder Unsinn, und auch dieses Thema ist für den Geologen von größtem Interesse, zeigt es sich doch, daß viele festgesetzten Richtwerte sehr problematisch sind. Ich möchte dabei gar nicht hinterfragen, wie es zu diesen Richtwerten gekommen ist, ich glaube aber, daß die Geowissenschaftler nicht oder nur sehr unzureichend in den Findungsprozeß eingebunden worden sind.

Die Gründe dafür mögen vielfältig sein, aber ich glaube einer davon ist, daß wir Geologen in Österreich keine Interessensvertretung haben. Deshalb ist es auch nicht möglich in Verordnungen, in die Gesetzgebung, in Beurteilungen einzugreifen, wie es andere Institutionen sehr wohl können. Vielleicht könnte sich das erst jetzt reorganisierte Nationalkomitee für Geologie als Plattform anbieten, wo zumindest gewisse Themenbereiche in Form von Fachgutachten oder Stellungnahmen diskutiert werden. Solange aber eine Anhörung nicht gesetzlich verpflichtend ist, wäre auch das nur ein sehr zahnloses Instrument.

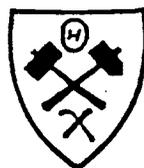
Ich möchte nochmals den Initiatoren für die Veranstaltung danken und wünsche Ihnen, die Barbara-Gespräche 1996 zu einem schönen Erfolg zu führen.

Anschrift des Verfassers:

*Doz. Dr. Leopold WEBER
Oberste Bergbehörde
Bundesministerium für wirtschaftliche Angelegenheiten
Landstraße Hauptstraße
A - 1030 Wien*

VERKEHRSWEGE IM OSTEN ÖSTERREICHS

nach Ostöffnung und EU-Beitritt



Payerbach,
5. Dezember 1996

BARBARA-GESPRÄCHE

Payerbach 1996

Verkehrsplanung in Ostösterreich

F. ZIBUSCHKA



Payerbach,
5. Dezember 1996

INHALT

1.	EINLEITUNG	35
2.	ENTWICKLUNG DER MOTORISIERUNG IN NIEDERÖSTERREICH	35
3.	VERKEHRSENTWICKLUNG	35
3.1	Hausgemachter Verkehr	35
3.2	Überregionaler Verkehr	36
4.	VERGLEICH DER VERKEHRSENTWICKLUNG: STRASSE - ÖFFENTLICHER VERKEHR	36
5.	BEISPIELE VON MASSNAHMENBÜNDEL ALS LÖSUNGSANSÄTZE IM NÖ LANDESVERKEHRSKONZEPT	36
5.1	Personennahverkehr	36
5.2	Güterverkehr am Beispiel der Donauachse	37
5.3	Semmering Eisenbahnbasistunnel	39
6	LITERATUR	41

Anschrift des Verfassers:

*w. Hofrat Univ.Prof. Dipl.Ing. Dr. Friedrich ZIBUSCHKA
Amt der NÖ Landesregierung
Leiter der Abteilung für Gesamtverkehrsangelegenheiten
Abt. RU7*

*Landhaus
A - 3100 St. Pölten*

Verkehrsplanung in Ostösterreich

F. ZIBUSCHKA

1. Einleitung

In meinem Referat möchte ich zuerst auf die Entwicklung der Motorisierung sowie des Verkehrsaufkommens näher eingehen. Dabei ist grundsätzlich zwischen dem hausgemachten Verkehr - der den überwiegenden Teil des Verkehrsaufkommens in der Ost-Region darstellt - und dem grenzüberschreitenden überregionalen Verkehr zu unterscheiden.

In einem zweiten Schritt werde ich an Hand zweier Beispiele Maßnahmenbündel als Lösungsansätze, wie sie im NÖ Landesverkehrskonzept enthalten sind, darstellen, nämlich den Personennahverkehr am Beispiel der Wien-Pendler und den Güterverkehr am Beispiel der Donauachse (Ost-West-Verkehr). Selbstverständlich soll auch auf den Südbahnverkehr eingegangen werden. Im besonderen auf den Semmering-Eisenbahnbasistunnel.

2. Entwicklung der Motorisierung in Niederösterreich

Im Rahmen der Erarbeitung des NÖ Landesverkehrskonzeptes aus dem Jahr 1991 haben wir auch eine Motorisierungsprognose bei Prof. Sammer in Auftrag gegeben. Damals wurden für das Jahr 2010 rund 530 PKW und Kombi pro 1.000 Einwohner angegeben. Heute (1995) gibt es bereits 505 PKW und Kombi pro 1.000 Einwohner in Niederösterreich. Das bedeutet, daß in den letzten 5 Jahren der Kfz-Bestand in Niederösterreich um rd. 20 % zugenommen hat.

Die neue und zwischenzeitlich revidierte Prognose, die der derzeit in Ausarbeitung befindlichen Fortschreibung des NÖ Landesverkehrskonzeptes zugrunde liegen wird geht von einer Sättigung von rund 700 PKW und Kombi pro 1.000 Einwohner in Niederösterreich aus.

Wir müssen daher auch in Zukunft mit einer stark steigenden Zunahme der Motorisierung und damit unseres eigenen hausgemachten Verkehrs rechnen.

3. Verkehrsentwicklung

3.1 Hausgemachter Verkehr

Betrachtet man die jährlichen Zuwachsraten im österreichischen Bundesstraßennetz (Autobahnen, Schnellstraßen und Bundesstraßen) so sind 3 unterschiedliche Entwicklungen erkennbar.

- a) Erste Hälfte der 80er Jahre: geringe Zuwachsraten in der Größenordnung von 2 - 4 %.
- b) Zweite Hälfte der 80er Jahre: doppelt so hohe Zuwachsraten
- c) Erste Hälfte der 90er Jahre: deutlich geringere Zuwachsraten ähnlich jenen in der ersten Hälfte der 80er Jahre.

Da die Ostöffnung Ende des Jahres 1989 erfolgte, ist deutlich erkennbar, daß das hohe zusätzliche Verkehrsaufkommen in der zweiten Hälfte der 80er Jahre im wesentlichen eigener hausgemachter Verkehr ist.

Die enorme, schlagartig hohe Zunahme des Verkehrsaufkommens im Jahr 1985/86 ist vor allem auf die drastische Reduktion des Benzinpreises um rund 30 % zurückzuführen. Diese enorm hohen Zuwachsraten in der zweiten Hälfte der 80er Jahre sind kein rein österreichisches Phänomen, sondern konnten mit geringen Unterschieden in ganz Europa festgestellt werden. Dies ist auch im wesentlichen die Ursache dafür, daß wir überall dort, wo wir in den Sättigungsbereich kommen - in

der Ost-Region im wesentlichen an der Stadtgrenze Wien-Niederösterreich - die sattsam bekannten und den täglichen Verkehrsnachrichten entnehmbaren Staus beobachten können.

3.2. Überregionaler Verkehr

Wir haben in Niederösterreich in den letzten Jahren mehrere Zählungen des grenzüberschreitenden Kfz-Verkehrs durchgeführt, unter anderem auch im Rahmen der Planungsgemeinschaft Ost. Demnach sind im wesentlichen 3 internationale Grenzübergänge von verkehrlicher Relevanz.

- a) Grenzübergang Klein Haugsdorf (Richtung Prag) rd.7.000 Kfz/Tag
- b) Drasenhofen (Richtung Brünn) rd.4.000 Kfz/Tag
- c) Berg (Richtung Bratislava) rd.9.000 Kfz/Tag

Alle anderen Übergänge haben regionale Funktionen und Verkehrsbelastungen unter 2.000 Kraftfahrzeugen pro Tag.

Bemerkenswert ist auch, daß von den 7.000 Kfz/Tag am Grenzübergang Klein Haugsdorf rund 3.000 Besucher des Duty-Free-Bereiches sind.

Die genannten Zahlen zeigen somit sehr deutlich, daß der überwiegende Teil des Verkehrsaufkommens in Niederösterreich und somit der Ostregion eigener hausgemachter Verkehr ist.

Berücksichtigt man die zukünftige Entwicklung an den Grenzübergängen, die im Rahmen einer Untersuchung der Planungsgemeinschaft Ost einen Zuwachs in der Größenordnung von 30 - 100 % erwarten läßt, so ist nach wie vor erkennbar, daß gemessen an den beispielsweise rund 140.000 Kraftfahrzeugen pro Tag auf der Wiener Südosttangente wir in der Ost-Region auch in Hinkunft von großen überregionalen Verkehrsströmen verschont bleiben werden.

4. Vergleich der Verkehrsentwicklung: Straße - öffentlicher Verkehr

Nachstehend habe ich den Versuch unternommen, die Zuwächse im Straßenverkehr jenen in der Beförderungsleistung im öffentlichen Verkehr gegenüber zu stellen. Die Bezugsbasis dabei ist das Jahr 1991, da wir in Niederösterreich seit diesem Zeitpunkt flächendeckend Verkehrsverbünde haben und daher einen Überblick über die Betriebsleistung im öffentlichen Verkehr.

Während also im Zeitraum 1991/1995 der Verkehr auf dem Hauptstraßennetz einen Zuwachs von rund 13 % zu verzeichnen hatte und unter Berücksichtigung aller Straßen (auch Gemeindestraßen) der Zuwachs rd. 6 % beträgt, hat im gleichen Zeitraum die Beförderungsleistung im Verkehrsverbund Ost-Region (VOR) um 10 %, im Regionalverkehr des VOR - das ist in Niederösterreich überwiegend der Busverkehr um 13 % und in den niederösterreichischen Verkehrsverbänden um rd. 22 % zugenommen. Es leistet somit der öffentliche Verkehr - vor allem bei der Beförderung der Arbeitspendler und der Schüler - seinen adäquaten Beitrag.

5. Beispiele von Maßnahmenbündel als Lösungsansätze im NÖ Landesverkehrskonzept

5.1. Personennahverkehr

Einen Schwerpunkt im niederösterreichischen Landesverkehrskonzept bilden Maßnahmen, die Arbeitspendler zur Benützung des öffentlichen Verkehrs zu veranlassen. Dies gilt im Besonderen für die Wienpendler. Aufgrund der Volkszählung 1991 sind dies rund 125.000 Personen pro Tag die, ergänzt mit den rund 25.000 nach Wien einpendelnden Schülern, rund 150.000 Personen pro Tag und somit 300.000 Fahrten pro Tag bedeuten. Von diesen 150.000 Personen pro Tag benützen rund 50 % die öffentlichen Verkehrsmittel, wobei bei den größeren Distanzen etwa ab

40 km 70 - 90 % den öffentlichen Verkehr benützen.

Mit diesen Zahlen liegen wir international betrachtet gut. Es gilt daher, diesen Anteil zu halten und wenn möglich zu verbessern. Dabei kommt der in Wien kürzlich eingerichteten Parkraumbewirtschaftung in den Bezirken 1 und 6 bis 9 maßgebende Bedeutung zu. 1997 wird der 4 und 5 Bezirk folgen. Dabei soll in den nächsten Jahren das ganze Stadtgebiet innerhalb des Gürtels sowie der 20. Bezirk in diese Parkraumbewirtschaftung miteinbezogen werden.

Wenn man aber am Zielort Parkplätze reduziert, muß man das Angebot im öffentlichen Verkehr draußen verstärken.

- a) Einsatz von Doppelstockwaggons
- b) weitere Attraktivierung der schienen- gebundenen Nahverkehrsstrecken (Schnellbahnausbau)
- c) weiterer Ausbau des Park-and-Ride- Systems

ad a)

Um kurzfristig eine Attraktivierung für die Pendler zu Spitzenzeiten zu ermöglichen ist der Einsatz von insgesamt rund 240 Doppelstockwaggons vorgesehen. Die ersten 60 werden bereits produziert und sollen spätestens ab 1998 auf der Südbahn zwischen Wiener Neustadt und Wien verkehren.

ad b)

Folgenden Ausbau an Nahverkehrsstrecken strebt das Land kurzfristig an:

- 1) S 2; Wien-Wolkersdorf-Mistelbach-Laa/Thaya
- 2) Krems-St.Pölten-Lilienfeld
- 3) S 7; Flughafenschnellbahn mit direkter Verbindung nach Bratislava
- 4) 2-gleisiger Ausbau der Pottendorfer Linie

Der Ausbau der Südbahn zwischen Wien und Wiener Neustadt ist 1998 abgeschlossen.

Dafür wurden in den letzten Jahren inklusive Park- and-Ride und der Doppelstockwaggons rd. ATS 2 Mrd. aufgewendet.

ad c)

Wir haben in Niederösterreich ungefähr 19.000 Stellplätze für PKW und 16.000 für Zweiräder. Diese rd. 35.000 Stellplätze sind eine Ursache dafür, daß wir rund 75.000 Wienpendler pro Tag auf den öffentlichen Verkehr verlagern konnten. Wir haben im Jahr 1994 mit dem Bund einen Vertrag für den Bau weiterer 20.000 Park-and- Ride-Abstellplätze abgeschlossen. Derzeit werden rund 2.000 derartiger Stellplätze pro Jahr errichtet.

5.2 Güterverkehr am Beispiel der Donauachse

In Ost-West-Richtung stehen 3 Verkehrsträger, nämlich die Westbahn, die Westautobahn und die Donau zur Verfügung.

Die Westbahn transportiert derzeit ungefähr 12 Mio. Tonnen pro Jahr. Auf der Westautobahn im niederösterreichischen Abschnitt werden rund 17 Mio. Tonnen und auf der Donau rund 7 Mio. Tonnen transportiert. Legt man die 12 Mio. Tonnen, die die Westbahn mit rund 100 Güterzügen pro Tag transportiert in LKW um, so bedeutet dies, daß rund 4.600 LKW pro Tag - hätten wir die Westbahn nicht - auf der Straße fahren würden. Wenn man diese 4.600 LKW zu der derzeitigen Verkehrsbelastung auf der Westautobahn im Raum St.Pölten von rund 6.600 LKW pro Tag hinzuzählt, würden sich Verkehrsbelastungen ergeben, wie wir sie auf der 6-spurigen Südautobahn an der Landesgrenze Wien-Niederösterreich täglich erleben können. Diese Verkehrsmenge wäre auf der 4-spurigen Westautobahn praktisch nicht abzuwickeln. Daraus ist erkenntlich, daß wir mehrere Verkehrsträger brauchen, um das Verkehrsbedürfnis abzuwickeln.

Andererseits arbeitet die Westbahn mit rund 280 Zügen pro Tag an der Leistungsgrenze. Jeder weitere Verkehr müßte daher zwangsläufig auf der Straße transportiert werden. Aus diesem Grund hat der 4-gleisige Ausbau der

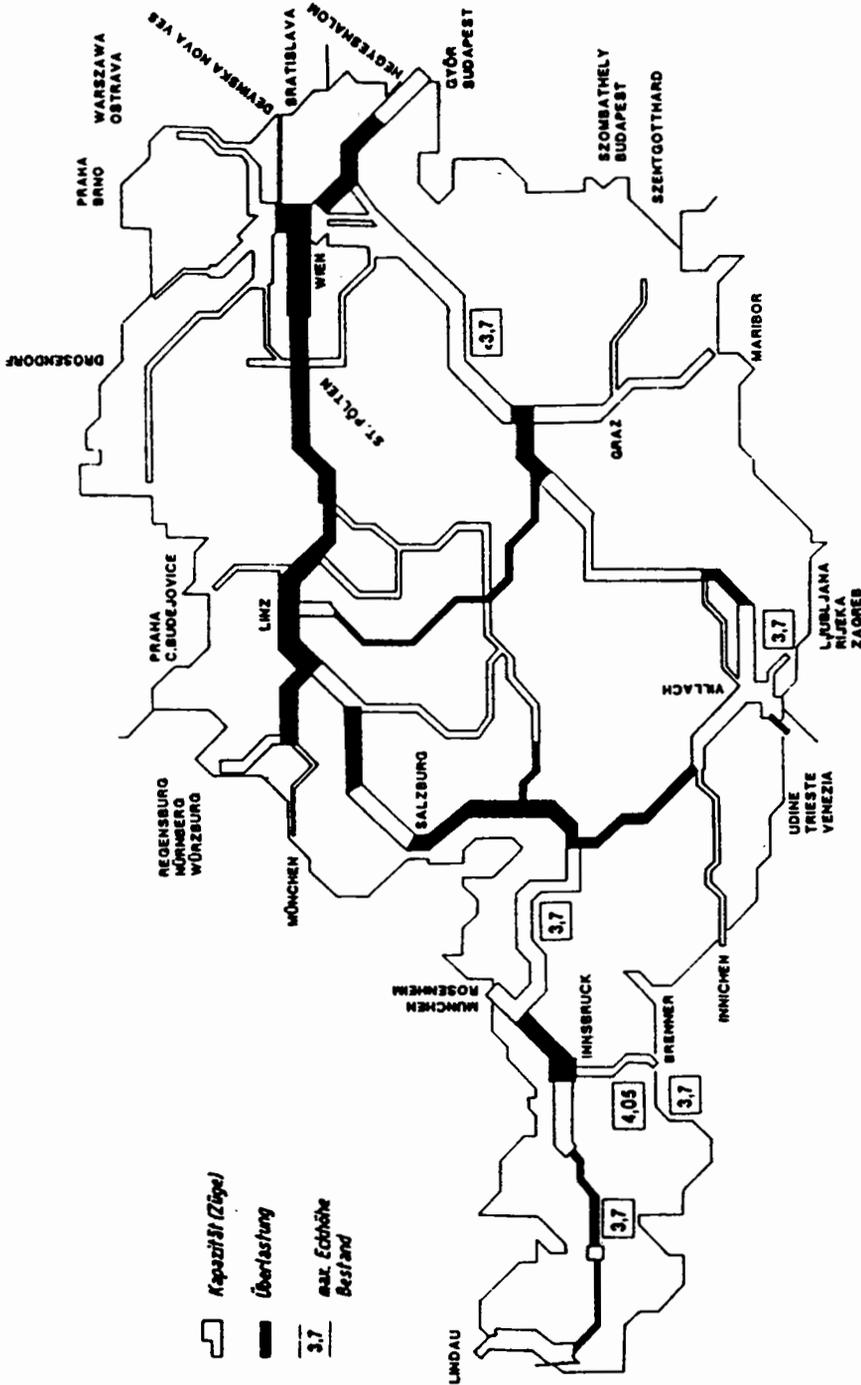


Abbildung 1: Streckenbelastung der österreichischen Eisenbahnlinien. Verkehr 2010 auf Netz 1991

Westbahn im niederösterreichischen Abschnitt und darüberhinaus auch Priorität 1 im NÖ Landesverkehrskonzept. Damit wäre es möglich, Verkehrsaufkommen, das etwa 3.500 LKW pro Tag entspricht künftig auf diese neue Westbahn zu verlagern. Der 4-gleisige Ausbau der Westbahn geht zügig voran. Die Umfahrung Krummnußbaum-Säusenstein ist bereits unter Betrieb. Die Umfahrung Melk sowie der Abschnitt Haag-St.Valentin sind in Bau. Noch heuer wird mit der Umfahrung Loosdorf begonnen. Für die Güterzugumfahrung von St.Pölten sowie den Abschnitt Wien-St.Pölten wird die Umweltverträglichkeitsprüfung derzeit durchgeführt. Für alle übrigen Abschnitte sind die Planungen im wesentlichen abgeschlossen.

Geht man davon aus, daß auch in Hinkunft mit zusätzlichem Verkehrsaufkommen auf der Donau zu rechnen ist, so könnten damit Güter im Umfang von etwa 1.000 LKW pro Tag auf dem Rhein-Main-Donaukanal transportiert werden.

Diese zusammen rund 4.500 LKW, die in den nächsten Jahren auf die Verkehrsträger Schiene und Wasser verlagert werden können, bilden die Grundlage dafür, daß wir nicht im Straßenverkehr auf der Westautobahn ersticken müssen.

Die von uns erstellten Prognosen zeigen aber auch, daß die genannten Maßnahmen auf der Schiene und der Donau lediglich dazu führen, daß höchstens der zusätzliche Transportbedarf gedeckt werden kann, wir also nach wie vor mit einem ähnlich hohen Verkehrsaufkommen wie derzeit auf der Westautobahn werden leben müssen.

Dies bedeutet, daß bei einer LKW-Verkehrsbelastung von rund 7.000 Kfz pro Tag die Westautobahn abschnittsweise mit einem zusätzlichen Fahrstreifen pro Richtung versehen werden muß, vor allem überall dort, wo es auf Steigungsstrecken zu Unzulänglichkeiten hinsichtlich Verkehrsablauf und Verkehrssicherheit kommt.

Abschließend möchte ich darauf hinweisen, daß meine Ausführungen zum Thema überregionaler Verkehr natürlich auch unter dem

Aspekt des Semmering-Eisenbahnbasistunnels zu sehen sind, da ich davon ausgehe, daß man von mir im Rahmen dieser Veranstaltung auch eine entsprechende Aussage erwartet.

5.3. Semmering Eisenbahnbasistunnel

Für den Bereich der notwendigen Schieneninfrastrukturmaßnahmen wurde unter Federführung der Planungsgemeinschaft Ost Anfang des Jahres 1990 ein Arbeitskreis mit dem Titel "Bahnausbau in der Länderregion Ost" gegründet, dem Vertreter der betroffenen Länder Wien, Niederösterreich und Burgenland, des Bundesministeriums für öffentliche Wirtschaft und Verkehr, der ÖBB, der HL-AG, des Verkehrsverbundes Ost-Region (VOR), des Flughafen Wien sowie beratende Experten angehörten.

Die Ergebnisse wurden in den Berichten und Veröffentlichungen der Planungsgemeinschaft Ost Heft 1, 1991, umfassend dargestellt.

Abbildung 1 zeigt die dieser Zusammenfassung entnommene Streckenbelastung der Österreichischen Eisenbahnen, Verkehr 2010 auf dem Netz von 1991. Dem Verkehr 2010 liegen umfassende Prognosen im Personen- und Güterverkehr unter Berücksichtigung der Fertigstellung des Rhein-Main-Donau-Kanals zugrunde. Demnach zeigt sich, daß es im vorhandenen Schienennetz zu beachtlichen Überlastungen kommen wird. Für die Ost-Region ist dies die Ost-West-Verbindung. Hier besteht daher umgehender Handlungsbedarf.

Der Abbildung 1 ist aber auch zu entnehmen, daß auf der Südbahn im Bereich des Semmerings mit der Verkehrsbelastung des Jahres 2010 keine Kapazitätsprobleme verbunden sind. Aufgrund dieser Ergebnisse wurde daher das Projekt des Semmeringbasistunnels im NÖ-Landesverkehrskonzept in Prioritätsstufe 2 gereiht.

Bleibt auf die in Abbildung 1 angegebene maximale Eckhöhe von 3,7 Meter im Bereich der bestehenden Bergstrecke hinzuweisen, was allenfalls Auswirkungen auf einen möglichen Betrieb der Rollenden Landstraße hat. Nach Auskunft der österreichischen Gesellschaft für

Alpenquerender Straßengüterverkehr 1994

	Binnenverkehr			Quelle/Zielverkehr			Transitverkehr			Summe
	LKW/T	%	Fahrtw. km	LKW/T	%	Fahrtw. km	LKW/T	%	Fahrtw. km	
S 6 Semmering (Steinhaus)	1002	86	205	142	12	900	22	2	1100	1166
A 2 Wechsel (Schäffern)	1830	85	192	249	12	770	67	3	2046	2146
A 9 Schoberpass	1271	67	220	468	25	770	151	8	1006	1890
A 13 Brenner (Schönberg)	220	7	50	413	13	506	2541	80	960	3174

*Tabelle 1: Alpenquerender Straßengüterverkehr 1994
Quelle: Bundesministerium für wirtschaftliche Angelegenheiten*

den kombinierten Verkehr (ÖKOMBI) wird auf der Südbahn die Rollende Landstraße aber nicht nachgefragt und ist mittelfristig aufgrund umfassender Kontakte mit den östlichen und südöstlichen Nachbarländern nicht mit einer Nachfrage in einem wirtschaftlichen vertretbaren Ausmaß zu rechnen. Eine im Jahr 1993 auf einer der Südbahnstrecke ähnlich gelagerten Relation Budapest- Slovenien-Sernetti (Triest) neu eingerichtete Rollende Landstraße mußte trotz einem gegenüber Österreich um 50% reduzierten Preisniveau mangels Nachfrage aufgelassen werden.

Diese Aussagen untermauern auch Untersuchungen des alpenquerenden Straßengüterverkehrs aus dem Jahr 1994, erstellt von Univ.Prof. Dr. Steierwald im Auftrag des Bundesministeriums für wirtschaftliche Angelegenheiten (siehe Tabelle 1). Demnach zeigt sich, daß der Straßengüterverkehr im Bereich des Semmerings wie des Wechsels zu rund 85% Binnenverkehr ist und der Anteil des Transitverkehrs 2 - 3% beträgt. Ganz anders ist die Situation am Brenner, dort haben wir 80% Transitverkehr und nur einen ganz geringen Anteil an Ziel- und Quellverkehr.

Geht man davon aus, daß Verkehrsverlagerungen von der Straße auf die Schiene sinnvollerweise erst bei Fahrtweiten ab 400 Kilometer realistisch sind, dann ist im Bereich des Semmerings durch den Bau des Eisenbahnbasistunnels mit keiner Verlagerung von der Straße auf die Schiene zu rechnen.

Zu diesem Ergebnis kommt auch eine im Auftrag der Autobahnen- und Schnellstraßen-AG erstellte Studie, wonach es zu keinen signifikanten Verlagerung

- durch den Bau des Semmeringstraßentunnels von der Schiene auf die Straße und
- durch den Bau des Semmering-Eisenbahn-Basistunnels von der Straße auf die Schiene kommen wird.

Aufgrund dieser Untersuchungsergebnisse überrascht es mich daher nicht, daß die ursprünglich als rein privatwirtschaftlich gedachte Finanzierung des Eisenbahnbasistunnels nicht zustande kommen wird und von den Vertretern des Verkehrsministeriums in

zunehmendem Maße von öffentlichen Mitteln bei der Finanzierung dieses Projektes gesprochen wird.

Wenn allerdings in hohem Maße öffentliche Mittel eingesetzt werden sollen, dann sollte dies nach Ansicht Niederösterreich dort geschehen, wo konkreter Handlungsbedarf besteht, nämlich beim Nahverkehr und im Fernverkehr in Ost-West-Richtung.

6. Literatur

ROSINAK, W. SNIZEK, S., 1991 Bahnausbau in der Ost-Region; Zusammenfassung der vorliegenden Untersuchungen. Berichte und Veröffentlichungen der Planungsgemeinschaft Ost, Heft 1, Wien 1991

STICKLER, H. HERRY, M. FALLER, P. BINDER, 1992, B. S 6 Semmeringschnellstraße; Mautstudie Semmering-Querung, Machbarkeitsstudie im Auftrag der Österreichischen Autobahnen- und Schnellstraßen AG. Innsbruck/Wien/Linz, März 1992

STEIERWALD, G. FUSSEIS, W., 1995 Alpenquerender Straßengüterverkehr 1994, Bundesministerium für wirtschaftliche Angelegenheiten, Wien 1995

Anmerkung:

Die Diskussion zum Vortrag von F. ZIBUSCHKA wurde gemeinsam mit der Diskussion zum Folgevortrag von W. GOBIET geführt (siehe p 53).

Barbara-Gespräche Payerbach 1996	Band 3	"Verkehrswege im Osten Österreichs" "Grenzwerte - Richtwerte, Sinn oder Unsinn?"	Seite 43 - 59 Abb. 1 - 4	Wien 1998
-------------------------------------	--------	---	-----------------------------	-----------

BARBARA-GESPRÄCHE

Payerbach 1996

Anbindung Südostösterreichs an die europäischen
Verkehrswege

W. GOBIET



Payerbach,
5. Dezember 1996

Anschrift des Verfassers:

w. Hofrat Dipl.Ing. Dr.techn. Wolfgang GOBIET

Amt d. Steierm. Landesregierung

Landesbaudir. Fachabt. II c

Landhausgasse 7

A - 8011 Graz

Barbara-Gespräche Payerbach 1996	Band 3	"Verkehrswege im Osten Österreichs" "Grenzwerte - Richtwerte, Sinn oder Unsinn?"	Seite 43 - 59 Abb. 1 - 4	Wien 1998
-------------------------------------	--------	---	-----------------------------	-----------

Anbindung Südostösterreichs an die europäischen Verkehrswege

W. GOBIET

Die Bedeutung einer funktionierenden Verkehrsinfrastruktur für die Entwicklung und Lebensqualität einer Region und die Notwendigkeit der zeitgemäßen Anbindung an Wirtschaftszentren ist unbestritten.

Die Europäische Union hat sich auch aus diesem Grund klar zu den TEN bekannt und auch der Bundesverkehrswegeplan Österreichs versucht, im Entwurf zum Masterplan dieser Aufgabe nachzukommen.

Bis zur Ostöffnung war ein großer Teil des Südostens Österreichs in einer verkehrsgeographischen Randlage. In der Folge schöpfte man Hoffnung und man war bestrebt, die scheinbaren Standortvorteile zu nutzen. Der Krieg im ehemaligen Jugoslawien führte erneut zu einer Randlage und nunmehr deuten verschiedene Fakten darauf hin, daß diese Region umfahren werden könnte.

Das Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften vom 9. Sept. 1996 enthält die Entscheidung (Nr. 1692/96/EG) des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Juli 1996 über gemeinschaftliche Leitlinien für den Aufbau eines transeuropäischen Verkehrsnetzes.

Der Ausschnitt aus dem Leitschema für die Eisenbahn (Bild 1) zeigt die Verbindungen zum süddeutschen und norditalienischen Wirtschaftsraum, aber auch die zahlreichen möglichen Verknüpfungen zu Slowenien, Ungarn, der Slowakei und Tschechien.

Südostösterreich ist mit dem Pontebba-Korridor, der Pyhrn-Schober-Achse (einschließlich Bruck-Graz-Spielfeld und der Ennstalbahn), der Ostbahn und der Tauernbahn verteten. Nicht verständlich ist die Ausweisung von Bruck-Graz als konventionelle Strecke.

Der Ausschnitt aus dem Leitschema für die Straßen (Bild 2) weist das hochrangige Netz

aus. Es fällt auf, daß es keine Verknüpfung mit Tschechien gibt.

In Österreich entsprechen im wesentlichen die Autobahnen diesem Leitschema. A 2, A 10 und A 11 sind die transeuropäischen Straßen Südostösterreichs.

Der Netzentwurf zum Masterplan 1996 im Rahmen des Bundesverkehrswegeplanes für die Schiene (Bild 3) entspricht in Südostösterreich dem Plan des TEN. Das Bild zeigt auch klar die fehlende Wasserstraße in Südostösterreich.

Der Netzentwurf zum Masterplan 1996 für die Straße (Bild 4) weist gegenüber den TEN zusätzliche, noch wichtige innerösterreichische Verbindungen auf. Für den Südosten Österreichs sind es die Schnellstraßen im Mur- und Mürztal, das Ennstal, das weitere Murtal, die Achse Neumarkt - St. Veit - Loiblpaß (Richtung Slowenien) und Verbindungen bei Oberwart/Schachendorf und Heiligenkreuz nach Ungarn.

Diese Strukturen würden dem Südosten Österreichs durchaus die Chance geben, die durch die verkehrsgeographische Lage bedingten Standortnachteile auszugleichen.

In der Realität sind jedoch diese Verkehrsinfrastrukturen teilweise in einem nicht mehr der Zeit entsprechenden Zustand bzw. überhaupt noch nicht vorhanden.

Um die europäischen Ost-West-Achsen existieren sich konkurrierende Korridore. So wie sich Wien berechtigt um die „Magistrale für Europa“ (Paris - München - Wien - Budapest) bemüht, um nicht durch nördlich gelegene Alternativen umfahren zu werden, und hofft, internationaler Knoten im TEN-System zu werden, so beobachtet der Südosten Österreichs die Ausbaupläne im slowenischen und

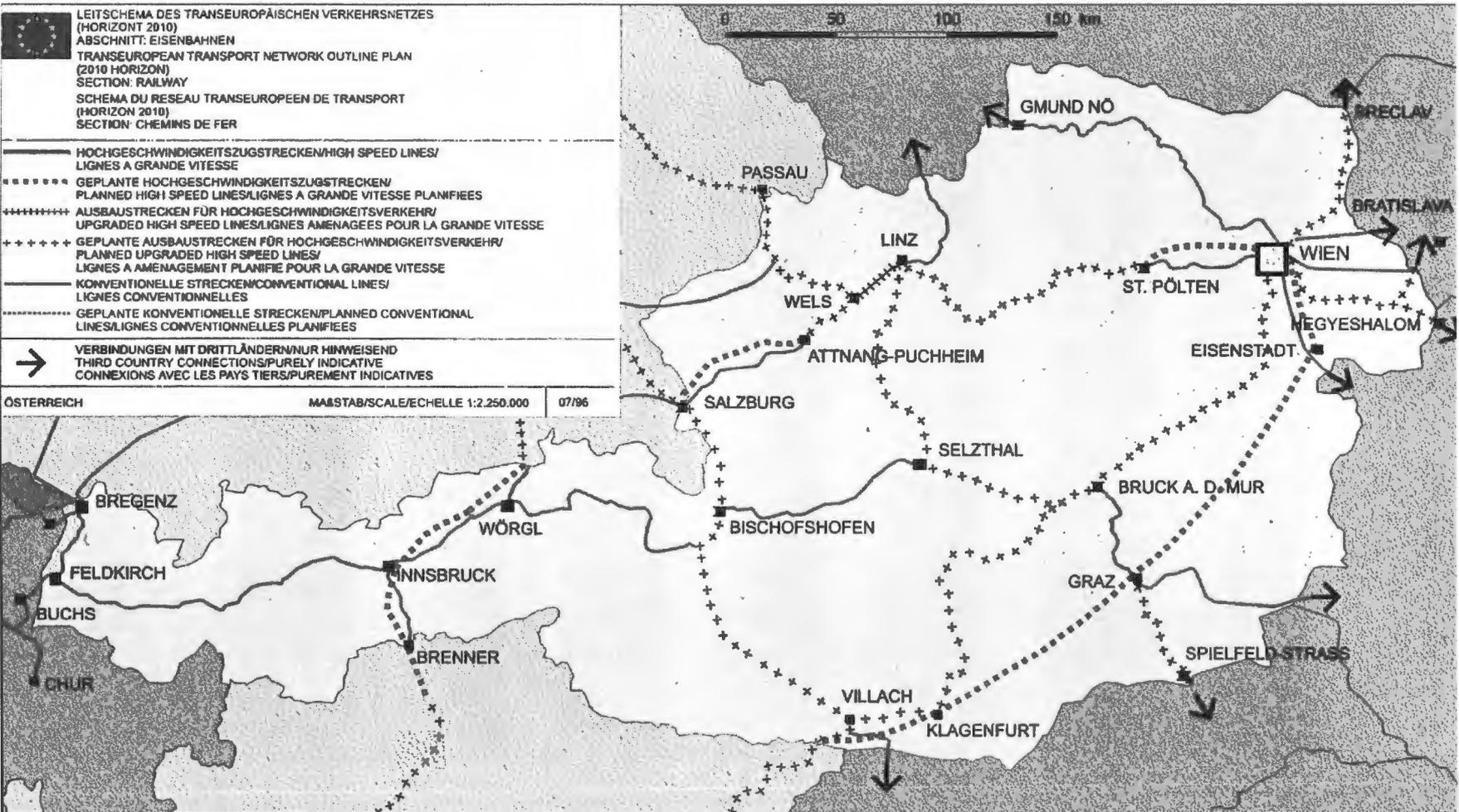


Abb. 1: Leitschema des transeuropäischen Verkehrsnetzes (Horizont 2010), Abschnitt: Eisenbahn

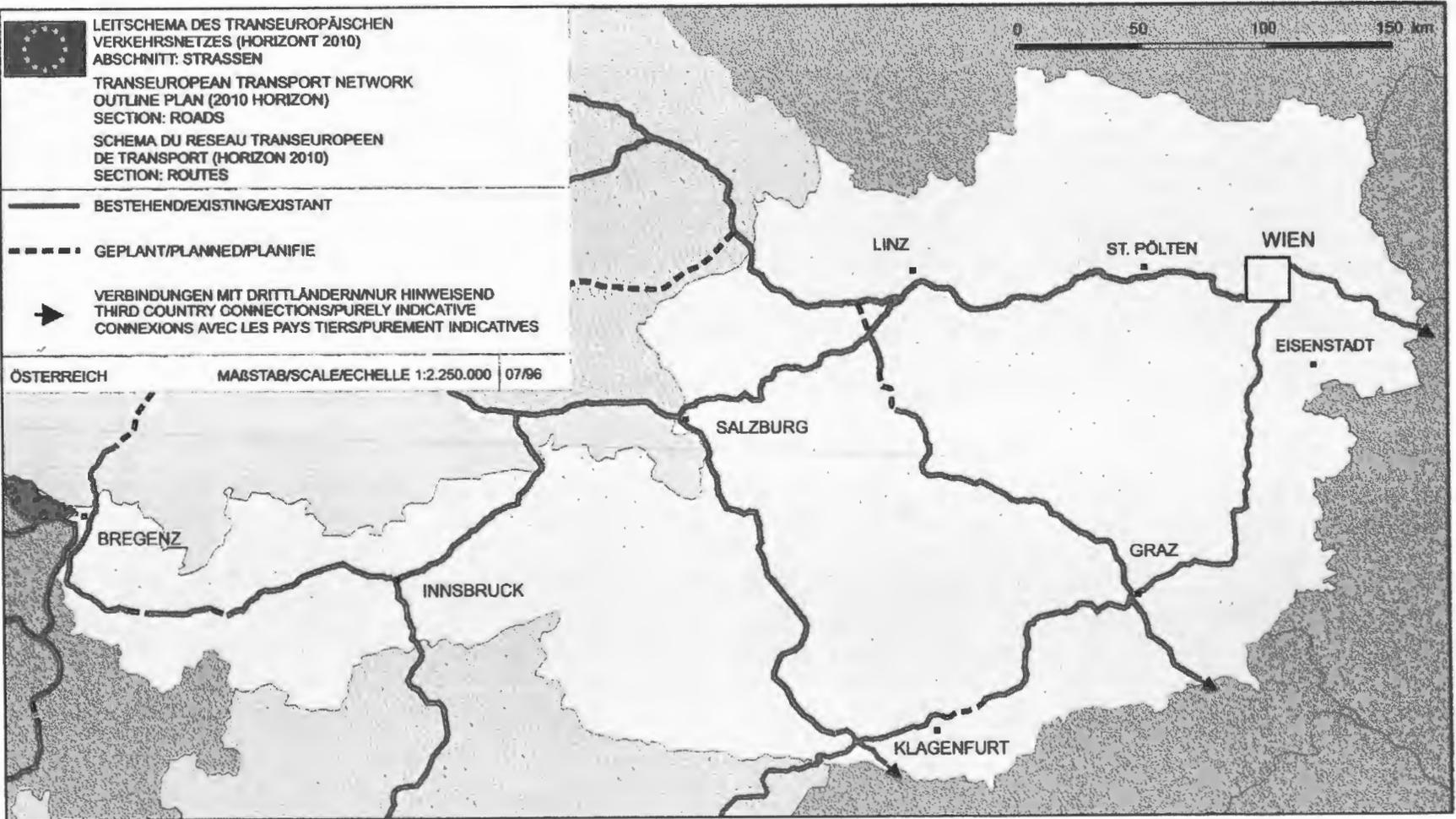
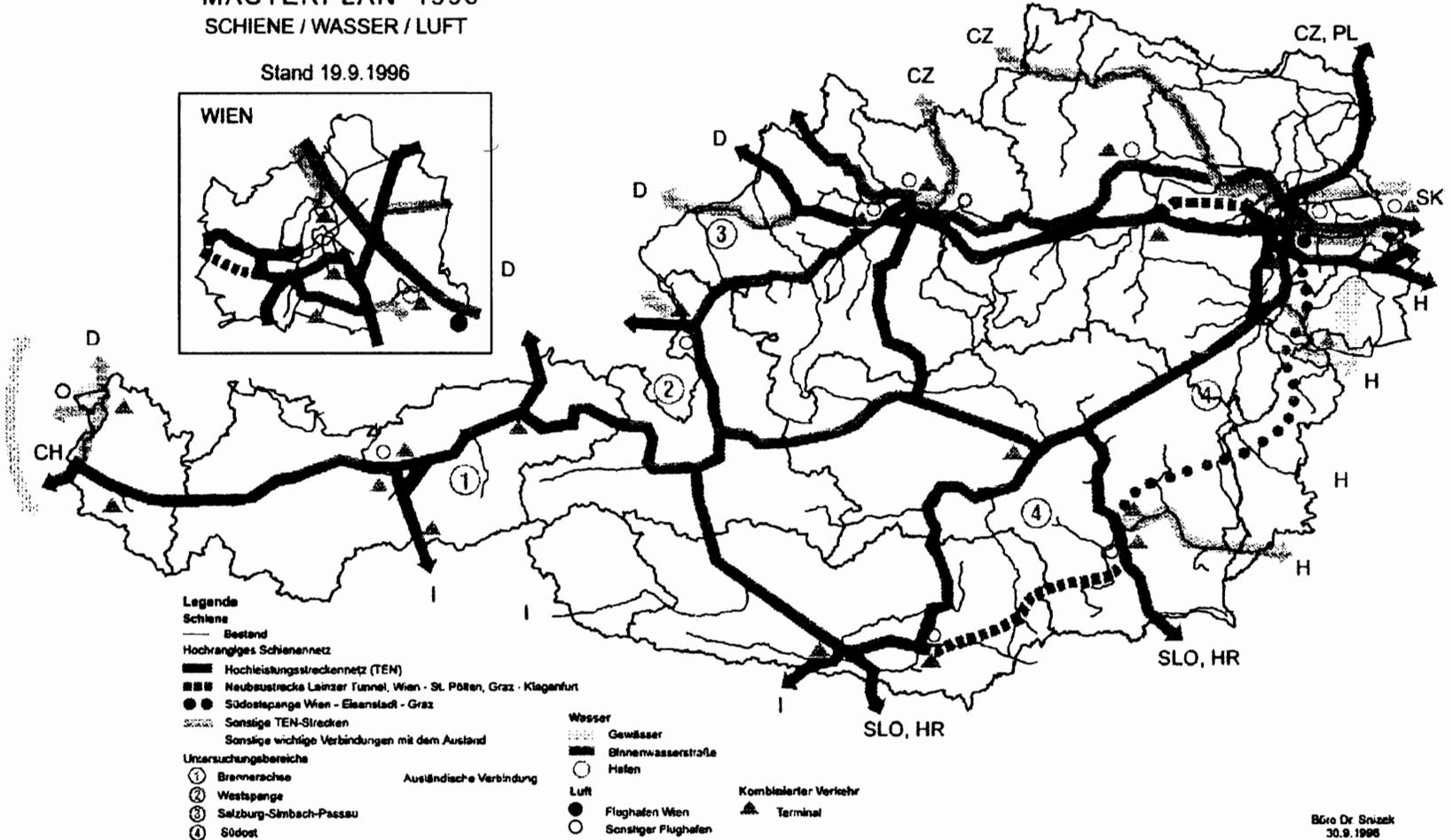
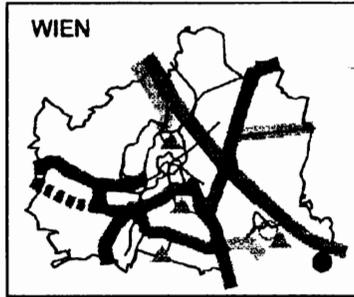


Abb. 2: Leitschema des transeuropäischen Verkehrsnetzes (Horizont 2010), Abschnitt: Straßen

Abb. 3: Netzentwurf zum Masterplan 1996, Schiene / Wasser / Luft

NETZENTWURF ZUM MASTERPLAN 1996 SCHIENE / WASSER / LUFT

Stand 19.9.1996



- Legende**
- Schiene**
 — Bestand
 — Hochrangiges Schienennetz
 — Hochleistungsstreckennetz (TEN)
 - - - Neubaustrecke Lainzer Tunnel, Wien - St. Pölten, Graz - Klagenfurt
 . . . Südostspange Wien - Eisenstadt - Graz
 Sonstige TEN-Strecken
 — Sonstige wichtige Verbindungen mit dem Ausland
- Untersuchungsbereiche**
 ① Brennerachse
 ② Westspange
 ③ Salzburg-Simbach-Passau
 ④ Südoost
- Ausländische Verbindung**

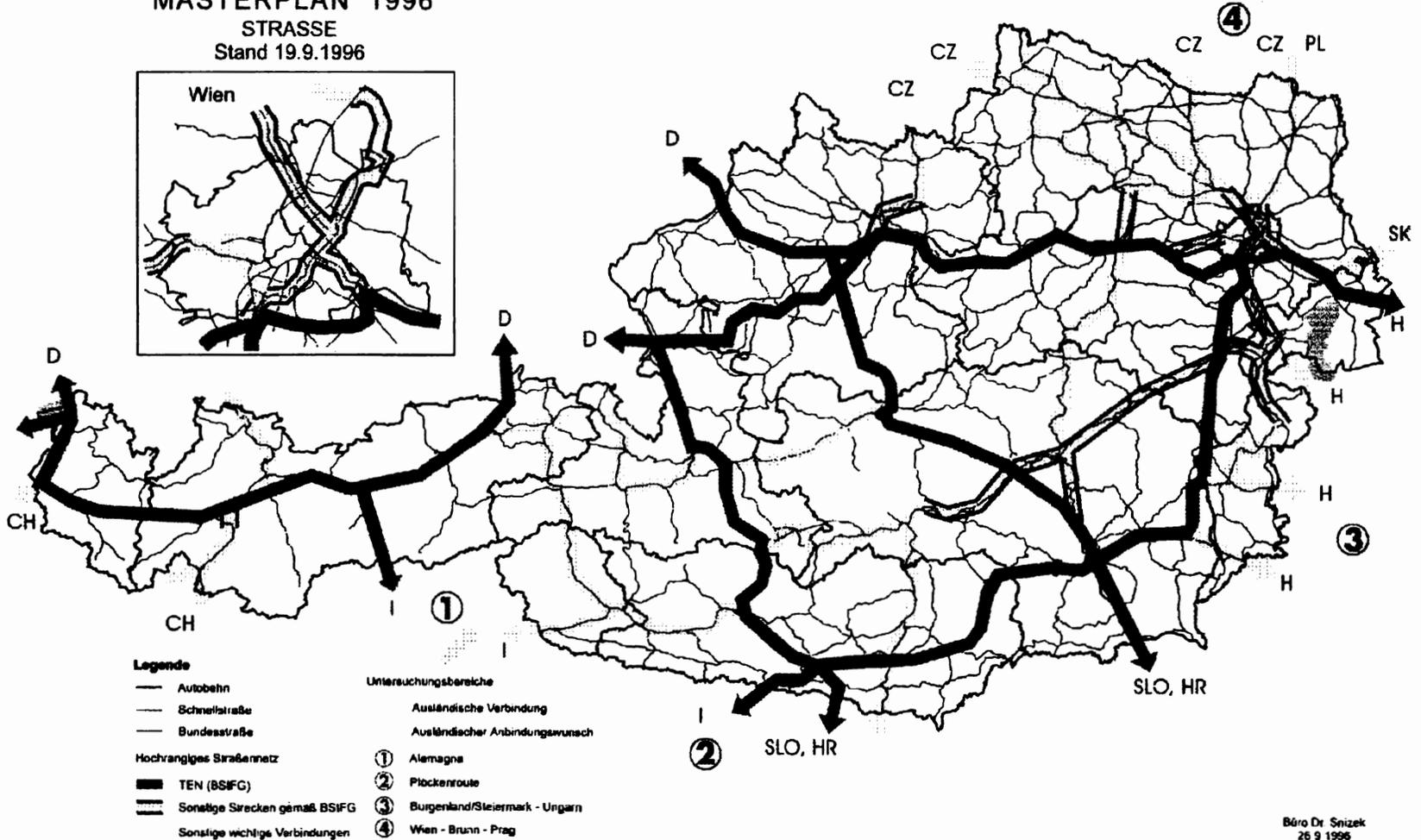
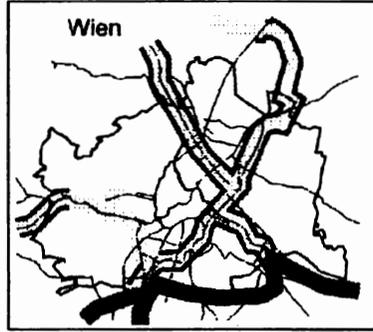
- Wasser**
 - - - Gewässer
 — Binnenwasserstraße
- Luft**
 ○ Hafen
 ● Flughafen Wien
 ○ Sonstiger Flughafen
- Kombialarter Verkehr**
 ▲ Terminal

580mahl 01r

Der Netzentwurf zum Masterplan 1996 stellt die verkehrlich/funktionale Bedeutung der österreichischen Verkehrsinfrastruktur, nicht aber deren angestrebten Ausbauzustand, dar.

BGrs Dr. Sniacek
30.9.1996

**NETZENTWURF ZUM
MASTERPLAN 1996
STRASSE**
Stand 19.9.1996



Büro Dr. Snizek
26.9.1996

Der Netzentwurf zum Masterplan 1996 stellt die verkehrlich/funktionale Bedeutung der österreichischen Verkehrsinfrastruktur, nicht aber deren angestrebten Ausbaustand, dar.

Abb. 4: Netzentwurf zum Masterplan 1996, Straße

ungarischen Raum. Eine Abkoppelung von den Hauptzentren der Wirtschaft wäre fatal.

Hochrangige Infrastrukturen im eigenen Land geben uns erst die Grundlage für neue Investoren, die durch die TEN eröffnet werden.

Das slowenische Autobahnnetz wird zügig voll ausgebaut. Nach den jüngsten Eröffnungen von Sentilij nach Pesnica (Nördlich von Marburg) und von Hoce nach Sl., Bistrica sollen die wichtigsten Abschnitte im West-Ost-Korridor noch in diesem Jahrtausend unter Verkehr stehen. Vor allem auch der Abschnitt von Maribor nach Lendava an der ungarischen Grenze.

Zurückhaltender werden die Verbindungen nach Kroatien gesehen.

Auch im Eisenbahnnetz sollen die Zentren Koper, Ljubljana und Maribor zeitgemäß verbunden werden, der Abschnitt Sentilij-Marburg zweigleisig ausgebaut werden und die Verbindung von Ormoz über Murska Sobota nach Hodos und in der Folge ins ungarische Eisenbahnnetz, über Zalaegerszeg-Székeshely-Budapest, führen.

Die Schwachpunkte der Verkehrsinfrastruktur Südostösterreich zur Anbindung an die europäischen Verkehrswege liegen klar

- in der Pyhrnbahn und A 9 Pyhrn-Autobahn in Oberösterreich
- in der Ennstalbahn und der nicht zeitgemäßen B 146 Ennstal Bundesstraße
- in der Anbindung der Eisenbahn an die, bis zur Jahrtausendwende in Friaul ausgebauten Pontebbana (bis Pontebba seit Sommer 95 in Betrieb; bis Valbruna im Frühjahr 1997 fertiggestellt; bis zur Staatsgrenze in Thörl-Maglern in Bau; dieser letzte Abschnitt soll gemeinsam mit dem österreichischen Ausbau Villach - Thörl-Maglern um 2000 in Betrieb gehen.
- in der Lücke der A 2 in Kärnten und dem Halbausbaue im Packbereich
- in der eingleisigen Bahnlinie von Graz nach Spielfeld

- in der eingleisigen Ostbahn von Graz nach Mogersdorf
- in mangelnden Ausbauten an der B 65 von Ilz nach Heiligenkreuz
- in der eingeschränkten Nutzungsmöglichkeit der Bahn über den Semmering, mit der Lücke der S 6 Semmering Schnellstraße.

Die schlechte Erreichbarkeit darf am Beispiel Graz - Salzburg im Eisenbahnfernverkehr gezeigt werden:

Für 301 km werden 4 Stunden 17 Minuten benötigt, dies entspricht einer durchschnittlichen Reisegeschwindigkeit von 70 km/h.

Der überwiegende Teil des Bahnnetzes der Steiermark stammt aus dem vorigen Jahrhundert - Südbahn 1844, 1846, 1854; Kronprinz Rudolfsbahn 1868, 1869 - mit jüngsten Ausbaumaßnahmen, vor allem an der Schoberachse.

Die wichtigsten Bauvorhaben im Hauptbahnnetz sind daher:

- der Ausbau zwischen Gloggnitz und Mürzzuschlag
- der Knoten Oststeiermark (Traidersbergtunnel)
- der Lückenschluß am Schoberpaß
- der selektive zweigleisige Ausbau der Pyhrnbahn
- der selektive zweigleisige Ausbau der Ennstalbahn mit dem Knoten Liezen
- der zweigleisige Ausbau der Tauernbahn, der im Bereich Mallnitz mit dem Kaponigtunnel zügig voranschreitet (Inbetriebnahme 1999); offen ist der Abschnitt Kolbnitz - Pusarnitz und ein Abschnitt im Bereich von Faak der Karawankenbahn.
- der selektive zweigleisige Ausbau der Ostbahn
- der zweigleisige Ausbau von Graz nach Spielfeld
(diesen beiden letztgenannten Maßnahmen, gemeinsam mit einer Neutrasseierung der Ostbahn im Abschnitt

Graz/Feldkirchen - Gleisdorf könnten eine wichtige Verbindung aus dem südungarischen Raum über Graz zu den Adria Häfen Koper/Triest ermöglichen)

- die weitere Planung der Südostspange im Abschnitt Graz-Klagenfurt.

Das hochrangige Straßennetz in der Steiermark ist bis auf zwei Lücken und bis auf einige fehlende Vollausbauten durchgehend befahrbar.

Die wichtigsten Bauvorhaben im hochrangigen Straßennetz sind daher:

- der Ausbau der S 6 Semmering Scheitelsecke
- der Ausbau der A 9 in Oberösterreich zwischen St. Pankratz und Kirchdorf, wobei der Lainbergtunnel bekanntlich 1997 eröffnet wird.
- der Ausbau der A 2 in Kärnten zwischen Völkermarkt West und Klagenfurt Ost, mit dem demnächst begonnen wird.

- der Ausbau der A 2 im Abschnitt Mooskirchen-Modriach
- der Vollausbau des Selzthaltunnels der A 9
- der Ausbau der B 65 im Abschnitt Ilz-Heiligenkreuz

Die Finanzierung der fehlenden Abschnitte des hochrangigen Straßennetzes wird in Zukunft über eine neue Gesellschaft erfolgen.

Eine wichtige Funktion in der Anbindung Südostösterreichs nach Europa, ja in die ganze Welt, müssen die Flughäfen erfüllen.

Graz und Klagenfurt übernehmen dabei die regionalen Zugangskomponenten.

Von großer Bedeutung wird in Zukunft auch der Ausbau der Telekommunikation sein.

Die Probleme in der Verkehrsinfrastruktur zur Anbindung des Südosten Österreichs an die europäischen Verkehrswege sind also vielfältig. Es gehört zum Selbstverständnis, daß auch Südostösterreich Anspruch auf Arbeitsplätze, Lebensqualität und Chancengleichheit im europäischen Wirtschaftsraum hat.

DISKUSSION :

Die Verkehrsplanung in Ostösterreich

Anbindung Südostösterreichs an die europäischen Verkehrswege

SWOBODA: Ich habe eine Frage zur Bewertung von Semmeringstraßen- und Semmeringbahntunnel. Man begründet den Straßentunnel damit, daß eine Ortschaft, in der vielleicht 300 Einwohner betroffen sind, mit einem Projekt unterfahren wird, das etwa 4 Milliarden Schilling kostet. Man argumentiert, daß im Raum Payerbach nur 3600 Einwohner betroffen sind.

Meine große Befürchtung ist, Herr Hofrat ZIBUSCHKA, wenn ich ihre Ziffern nehme und sie zeigen auf der Südautobahn 1800 Fahrzeuge, und am Semmering 1000 Fahrzeuge, daß, wenn dieser Straßentunnel fertig ist, wir mehr Fahrzeuge über den Semmering haben und das bedeutet für unser Gebiet - wir sind das stärkste Fremdenverkehrsgebiet Niederösterreichs mit fast einer Million Nächtigungen -, daß diese Belastung durch die Straße eine gigantische Verschlechterung der Lebensqualität nicht nur für die Menschen hier bedeutet, sondern auch für unsere Gäste.

Da bitte ich, welche Begleitmaßnahmen, welche Untersuchungen hat man, wenn dieser Straßentunnel kommt. Die Luftgütemeßstation hier oben am Berg zeigt jetzt schon wirklich besorgniserregende Ziffern, obwohl es noch gar nicht diesen Straßenausbau gibt. Gibt es hier Paralleluntersuchungen, Prognosen, wie schaut das in Zukunft aus.

ZIBUSCHKA: Wir haben uns die Frage nicht leicht gemacht in der Prioritätenentscheidung zwischen Straße und Schiene. Aus unserer Sicht zur Straße gibt es ein Problem, das sie erkannt haben, es gibt Ortsdurchfahrten, wenn sie auch nicht sehr lang sind, und von der Kapazität her stellt die Straße die Engstelle

dar. Denn wir haben im Bereich des Semmerings eine zweispurige Straße und vornehmer wie nachher ist sie vierspurig ausgebaut. Dazu kommen auch noch Sicherheitskriterien, sodaß wir zur Meinung gelangt sind, daß die S6 ausgebaut werden sollte.

Was die Verlagerung betrifft, von der A2 zur S6, gab es ja von der ÖSAG, von der Betreibergesellschaft, umfangreiche Untersuchungen wieviel sich verlagern kann, und das ist ein relativ marginaler Bereich, aber selbstverständlich wird es in manchen Relationen Verlagerungen geben. Was die Verkehrsbelastung betrifft, ich habe mich noch informiert, für das Jahr 2010 rechnet man bei Vollausbau der S6 mit ca. 15.000 bis 18.000 Kraftfahrzeugen, jetzt liegen wir etwa bei 12.000 bis 13.000. Einen Zuwachs wird es geben, den wird es aber auch ohne straßenmäßigen Ausbau geben. Wir wissen, daß die Straßen überall zulaufen.

Was die Elastizität, also Verlagerung von der Straße auf die Schiene betrifft, habe ich versucht das aufzuzeigen. Wir glauben nicht, daß es zu einer wesentlichen Verlagerung kommt. Das Gutachten für diese S6 haben interessanterweise teilweise die gleichen Gutachter gemacht, die auch das Prognose-Gutachten ausgearbeitet haben. Es zeigt, daß am Semmering überwiegend regionaler Verkehr ist, daß es kaum eine Verlagerung auf die Schiene gibt und daß wir im Personenverkehr ausreichende Kapazitäten offen haben.

FALLY: Ich bin Sprecher der vereinigten Bürgerinitiativen, also einer, der sich schon längere Zeit mit der ganzen Problematik befaßt. Herr GOBIET hat das Wort

„Verkehrsvermeidung“ erwähnt, daß man dazu eigene Pläne hat. Ich glaube, Herr ZIBUSCHKA, Sie haben das nicht besonders herausgehoben. Ich weiß es nur, daß es im steirischen Verkehrskonzept schon drinnen ist, ich glaube von 1990/91 und jetzt neuerlich. Wiederholt hört man von der Steiermark das Argument: „wir wollen nicht umfahren werden“.

Vor einer Woche hat sich Minister Schüssel zu Wort gemeldet, wo er gemeint hat mit der Schweiz muß von Brüssel verhandelt werden, wir wollen nicht den Umgehungsschwerverkehr haben und auch die EU macht sich Sorgen über die Sensibilität der Alpen und das ist mit ein Grund, warum sie den Korridor Slowenien - Ungarn für Straße und Bahn fördern wollen, was ein Investitionsvolumen bei der Bahn von 2 Milliarden Schilling aufweist. Das paßt ja eigentlich nicht zusammen. Hier ist die EU, die sagt uns, wir wollen eure Alpen schonen, wir wollen nicht haben, daß ihr so viele Güterzüge in den engen Gebirgslandschaften habt oder am Wörthersee, die denken sozusagen für uns, wir sagen aber jetzt, und besonders kommt das von der Steiermark und ihren Landeshauptleuten, wir wollen nicht alles schonen, wir wollen nicht haben, daß der Verkehr bei uns vorbeigeht. Das paßt eigentlich nicht ganz zusammen.

Ich denke, eigentlich ist eines nicht ganz herausgekommen, daß der Bahnverkehrstrend, langfristig gesehen, errechnet noch von dem leider zu früh gestorbenen Prof. KNAPP, zwischen 1970 und 1994 1,25 % Zuwächse aufweist. Es läßt viel daraus schließen, daß dieser Trend, es gibt normalerweise keinen Trendknick, in der Zukunft fortgesetzt wird, vielleicht ein bißchen mehr, vielleicht ein bißchen weniger. Jedenfalls alles in einer Größenordnung bei der Bahn, wo man sagen muß, daß die Kapazität noch so viele Reserven aufweist - und es wird ja immer wieder gesagt, wir brauchen in erster Linie den Südbahnausbau für den Güterverkehr und nicht für Personen. Es ist wirklich sehr verwunderlich, wieso man angesichts der finanziellen Knappheit, die wir in Österreich haben, so bedeutende Mittel in ein Großprojekt hineinsteckt, bei dem kein

Mensch sagen kann, was es eigentlich wirklich kostet. Bitte, das ist wirklich ein wichtiger Punkt. Abgesehen davon gibt es Studien, die behaupten, der Ausbau des Knotens Steiermark wäre sogar eine Voraussetzung für den Semmeringtunnel. Das ist vielleicht auch ein Punkt, der nicht unerwähnt werden darf.

Wenn es um die Prioritäten geht, muß man ja auch sagen, die Bahnlinie ist 12 Milliarden Ausbau pro Jahr, das sind also ungefähr 200 Milliarden, man fragt sich wirklich, und jetzt komme ich auf den seinerzeitigen Minister DIETZ zurück (damals war er noch Staatssekretär im Finanzministerium), der gesagt hat, ist es eigentlich verantwortlich, daß wir bei relativ stagnierenden Umsätzen in den nächsten Jahren so gigantische Beträge binden. Ich glaube, und viele andere auch, man müßte sich die Projekte viel, viel genauer anschauen, viel, viel genauer die betriebswirtschaftliche und volkswirtschaftliche Rentabilität berechnen, wie das EU-weit durchaus üblich ist. Ich habe heute das Wort von der betriebswirtschaftlichen und volkswirtschaftlichen Rentabilität leider vermissen müssen.

Jetzt vielleicht ganz zum Schluß noch zum Tunnel. Der Tunnel wird nach vielen Berechnungen jedes Jahr, auch wenn er fertiggestellt ist, Verluste produzieren. Dazu kommen noch die Kosten für die Erhaltung und Betreibung der Ghega-Strecke, die auf ungefähr 200 Mio. geschätzt werden. Das heißt, es bahnt sich hier ein finanzielles Debakel größten Ausmaßes an, und das soll uns alle angehen.

Ein Herr hat gesagt, das ist nichts, da mischen sich alle möglichen Leute ein, auch der Kunstsenat. Jetzt muß ich schon ein bißchen den Kunstsenat in Schutz nehmen, weil der Präsident ist kein geringerer als der Wiener Stadtplaner, der Prof. Roland RAINER. Als Stadtplaner hat er sicher einiges Verständnis für den Verkehr. Das ist ein sehr engagierter alter Herr, ihm das Recht abzusprechen, über die Semmeringbahn, die immerhin als Kulturerbe genannt ist, eine eigene Meinung zu haben und zu äußern, ist auch nicht richtig.

Damit komme ich zum Ende. Ich glaube, daß die gestrige Entscheidung, wenn es dabei bleibt, eine ausgesprochene Fehlentscheidung

ist, die uns, aber vor allen Dingen unsere Kinder berühren wird, denn die müssen das alles zahlen. Wer wird nach 15 Jahren schon danach fragen, welche Politiker haben vor oder am Barbara-Tag das beschlossen. Niemand wird das fragen und man wird sagen, jetzt haben wir wieder 40 Milliarden oder 30 oder 25 Milliarden Schulden mehr. Und ich glaube, das sollte heute ganz klar ausgesprochen werden.

GOBIET: Nachdem wir schon einmal angesprochen wurden, uns geht es vorwiegend um die Erhaltung des Wirtschaftsraumes der Steiermark. Sie haben die Verkehrskonzepte NÖ-Steiermark erwähnt. Sie können alle Verkehrskonzepte Österreichs anschauen und alle enthalten eigentlich dieses Vermeiden - Verlagern -Verbessern. Es gibt notwendigen Verkehr, den man möglichst umweltfreundlich auch im eigenen Land haben muß.

Wenn ich an unsere südlichen Nachbarn denke, z.B. Kroatien, das hatte das Eisenbahnnetz nicht im eigenen Land, sondern in, aus heutiger Sicht, Nachbarländern, die jetzt gerade dabei sind auch im eigenen Land diese Infrastruktur aufzubauehn.

Was den Semmering betrifft, ich möchte keine Semmeringdiskussion aus dem ganzen werden lassen, aber wenn es so sehr um die Erhaltung der Gegha-Bahn geht und ich muß sagen, wir schätzen die Gegha-Bahn als Juwel genauso, das ist unbestritten, dann muß man ja gerade etwas tun, damit sie erhalten werden kann. Wenn ich dort Baumaßnahmen treffe, dann wäre das eigentlich eine Zerstörung

FALLY: Die Nullvariante, Herr Doktor, ist in der Prognos-Studie drinnen. Das heißt praktisch die Sanierung der bestehenden Gegha-Strecke ohne tiefgreifende Baumaßnahmen. Das ist in der Prognos-Studie drinnen als Nullvariante.

Was uns trennt; ist ja nur, daß die Prognos-Studie überhöhte Sanierungskosten hineingenommen hat, Schätzungen wie 3 Milliarden, und wir sagen, das ganze kann man machen zwischen 1 und 1,3 Mrd. Wie kann man denn eine Strecke besser erhalten, als indem man sie ordentlich saniert und in Betrieb hält?

Ich finde das ist scheinheilig, wenn man sagt, jetzt kommt der Tunnel und niemand in ganz Österreich hat Vorsorge getroffen über die Erhaltung dieser Semmeringbahn. Ich bezweifle, daß die Steiermark zu ihrer Erhaltung dazuzahlen wird, immerhin ist die Semmeringbahn im großen und ganzen ja eine niederösterreichische Angelegenheit. Der größte und schönste Teil liegt ja in Niederösterreich. Das heißt, mit Recht ist die Befürchtung groß, daß sich dann niemand findet, der das bezahlt; und letztlich wird das Juwel verfallen. Das ist wieder ein Punkt, der ganz wichtig ist.

GOBIET: Ich glaube, man könnte soviel dazu sagen. Die Untersuchung von Prognos habe ich mir in der letzten Zeit nicht mehr angeschaut, ich weiß nicht mehr genau mit den Kosten Bescheid. Auf diese Kritik, und daß sie falsch ist, möchte ich jetzt gar nicht mehr eingehen. Aber es kann ja auch nicht sein, daß das wirtschaftlicher ist, wenn der Betrieb für den Güterverkehr über den Semmering geführt wird, wo die Liegezeiten für die Schienen äußerst gering sind gegenüber anderen Strecken, wo die Züge geteilt und wiederum in Gloggnitz oder Mürzzuschlag zusammengestellt werden müssen. Aber vielleicht weiß ein anderer etwas dazu, wenn er Gelegenheit bekommt, noch etwas dazu zu sagen, das ist der Generaldirektorstellvertreter VAVROVSKY, der die Zahlen sicher besser parat hat.

VAVROVSKY: Ich darf zwar den Fall aufgreifen, möchte aber ganz was anderes sagen. Wir sollten relativ bald in die Pause gehen, um auch einen Kaffee trinken zu können, daher möchte ich ganz dezidiert das Schlußwort sagen. Ich darf mich vorstellen, Direktor der HLAG. Das heißt zu unseren Kindern gehört die Westbahn, die als so wichtig auszubauen mir heute versprochen worden ist, gehört der Lainzer Tunnel, der heute angesprochen wurde, gehört der Semmeringtunnel und gehört die Koralmbahn. Ich glaube, daß ich aus diesem Winkel heraus auch berechtigt und befugt bin, zu dieser Diskussion abschließend etwas zu sagen. Es ist ein bekanntes Wort, Herr FALLY, wer in das Rad der

Geschichte eingreifen möchte, muß sich der Geschichte würdig erweisen. Wer diesem Anspruch nicht gerecht werden kann, auf den wird die Geschichte vergessen. Wir sind Gast auf Erden, ich sag es so und nicht mehr. Die Pionierzeit des Eisenbahnbaues vor 150 Jahren war die Zeit der Scheiteltunnel im Herzen Europas, im alpinen Raum. Das angehende 21. Jahrhundert wird die Zeit der Basisstrecken sein.

FALLY: Kanaltunnel!

VAVROVSKY: Ich spreche vom Herzen Europas und vom alpinen Raum. Der Kanaltunnel wurde nicht im vorigen Jahrhundert gebaut, sondern heute. Ich spreche vom Monte Cenis, den's gibt seit 100 Jahren, ich spreche vom Lötschberg vom Gotthard, vom Brenner und vom Semmering.

Es war ein Machtwort des Kaisers im Jahre 1848, daß damals der Semmering der erste Gebirgsübergang war. Ich möchte mir erhoffen und wünschen, daß im Sinne dieser geschichtlichen Langzeitbetrachtung es das Machtwort der gestrigen Regierung war, daß wir in diesem Jahrhundert nicht die letzten sein werden.

Kinder, die man geschenkt bekommen hat, werden einem auch weggenommen, ich seh es mit unseren Aufträgen auch so. Aber so lange man sie hat, kämpft man für sie. Es ist sicher so, und jeder der Kinder hat, weiß das, daß man für schwierigere Kinder mehr lebt und daher stehe ich auch hier als HLAG sehr eindringlich zu diesem Projekt. Warum? Es ist uns von der Bundesregierung übertragen, wir sind nicht da um zu diskutieren pro und kontra. Wir werden versuchen das zu realisieren und ich glaube wir haben auch eine Verantwortung, aber alle gemeinsam und ich lade alle hier ein uns zu helfen, es wirtschaftlich zu realisieren und bitte bedenken Sie manchmal, wenn Sie es nicht verhindern, dann ist jeder Widerstand die Grundlage für die Teuerung. Ich werde Ihnen das durchaus gerne einmal als Projektbetreiber vorlegen.

RIEHL-HERWIRSCH: Wir müssen die Diskussion jetzt nicht gewaltsam unterbrechen, ich habe mit den Damen vom Buffet gespro-

chen. Meine Frage wäre an Prof. Zibuschka, wie weit diese statistischen Daten, die sie gebracht haben, von einem in den letzten Jahren langsamen Anlaufen einer aufsprießenden Entwicklung abhängig sind und vielleicht im Moment gar nicht so aussagekräftig sind. Ich will jetzt nicht die Statistiker korrigieren, aber es drängt sich irgendwo diese Frage auf, wie weit das jetzt verlässlich ist.

ZIBUSCHKA: Die Prognosen, die ich gezeigt habe, sind immer Szenarien-Prognosen. Man kann nur sagen, wenn das eintritt, dann wird es so oder so sein. Da hat sich, glaube ich, in den letzten Jahren wirklich eine Verbesserung ergeben, sodaß wir alle bei der Interpretation sehr vorsichtig in der Beurteilung von Prognosen sind. Sie spielen sicherlich an auf die Motorisierungsprognose, die jedem zu nieder war. Aber gerade diese Ost-West-Beziehungen wurden in den letzten 5 Jahren wie keine andere Entwicklung angesehen und auch in Analogieschlüssen, soweit das möglich ist, versucht, solche Szenarien zu machen. Das war, wie ich glaube, eine sehr sorgfältige, unter Beobachtung einer ganzen Gruppe von Verkehrsplanern erstellte Prognose. Mehr kann man dazu nicht sagen. In 20 Jahren wissen wir es besser.

GANGL: Ich möchte sagen, ich bin kein Verkehrsplaner und ich möchte aber trotzdem einen Gedanken dazu sagen. Ich bin auch Radfahrer und als Radfahrer suche ich mir immer den Weg aus, wo es nicht über die Berge geht, ich bin kein Mountainbiker und wenn man da also Richtung Süden fährt, dann fährt man natürlich jenen Weg, wo keine Berge sind und der geht Richtung Ungarn, in Richtung Sopron und Szombathely, also Ödenburg und Steinamanger, und da hat man eben keine Steigungen und auch aus diesen Gesichtspunkten kommt einem der Gedanke, warum kann nicht ich da, wo auch schon Bahnlinien vorhanden sind, einen Ausbau vornehmen mit einer Hochgeschwindigkeitsbahn und diesen Teil der Schwierigkeiten im Gebirge umgehen.

Das ist jetzt vielleicht ein laienhafter Gedanke, meine spezielle Frage an die beiden Hofräte des Landes NÖ und der Steiermark ist die, wie schaut es bei diesen Szenarien und Leit-

linienstudien aus, die ja eigentlich hier immer wieder an der Grenze enden, ist da irgendwie miteinbezogen, daß Ungarn, Slowenien und Tschechien auch zu Europa gehören? Es sind wohl da die Grenzübergänge angezeichnet, aber gibt es da einen gesamteuropäischen Plan für das künftige Verkehrsaufkommen?

GOBIET: Diese Idee der Flachlandbahnen, auf die sie eingegangen sind, die war schon vor 100 Jahren aktuell und ich darf das aus steirischer Sicht sagen, es ist das Verdienst Erzherzog Johann gewesen, der gesagt hat, bitte baut im Mürztal und auch in der Ternitzer Achse, um hier Industrie her zu bekommen. Es ist heute nicht die Industrie, aber es sind andere Prämissen in einer ähnlichen Situation, wir haben es ohnehin gesagt, man sollte doch schauen Verkehrswege im eigenen Lande aktivieren zu können. Wenngleich natürlich Ungarn und Slowenien zu Europa gehören, das ist unbestritten.

ZIBUSCHKA: Ein verkehrsplanerischer Aspekt, den ich verstehe, - ich verstehe auch die Position der Steiermark, daß man sagt, man hat mit dem überregionalen Verkehr, dem Ausbau des überregionalen Verkehrs, gleichzeitig einen lokalen Verkehrsnutzen - , das war das, was ich versucht habe für die Niederösterreicher für das Einstrahlungsgebiet Wien zu erklären.

Aber ich glaube, daß noch etwas zu beachten ist, wenn wir in weiteren Regionen denken. Eine Verkehrsplanung bei unseren östlichen Nachbarn konnte ja zwangsläufig erst vor 5 bis 6 Jahren beginnen und die hatten auch das Problem des Umstrukturierens und ich sehe durch Kontakte mit den Nachbarn, daß hier laufend Wechsel vollzogen werden. Ich glaube daß ein transeuropäisches Netz, auch ein Thema, das es erst seit 3 Jahren gibt und wo man jetzt langsam Ansprechpartner hat, ein sehr dynamisches Netz sein wird. Daß wir in Zukunft längerfristig selbstverständlich den Raum der angrenzenden Ostländer miteinbeziehen müssen, ist klar und die EU ist sich dessen auch bewußt.

DEMME: Ich bin unbestritten für eine Stärkung des Grazer Raumes, als Österreicher muß das gehen. Man kann in einer Zukunfts-

perspektive den Balkan nicht vergessen, er wird wieder für uns sehr, sehr wichtig werden und man muß alles tun um Graz da nicht irgendwie ins Abseits zu bringen. Das zweite, ich verstehe nicht oder habe das falsch verstanden: Es kann nur der Straßentunnel und der Basistunnel der Bahn gebaut werden, warum ist das so, das ist etwas, was ich nicht nachvollziehen kann. Das dritte ist, Herr Direktor VAVROVSKY, sie haben so schöne Vergleiche mit Kindern gebracht. Ich habe auch drei Kinder, aber wenn einmal diese drei Kinder unnötig viele Kosten zu tragen haben, dann ist mir das nicht mehr so ganz egal. Ich bin also nicht grundsätzlich gegen den Tunnel, ich bin nur grundsätzlich gegen die Unmöglichkeit, wie er gebaut wird. Jeder wird dort den Tunnel ansetzen, wo das Wasser von alleine rausrinnt. Wir machen hier einen fallenden Vortrieb nur aus politischen Sturheiten, wenn ich das so offen aussprechen darf.

VAVROVSKY: Ja, aber wenden Sie sich bitte nicht an mich, sagen Sie das dem Herrn Landeshauptmann Pröll.

FALLY: Aber Sie haben das Projekt so eingereicht.

VAVROVSKY: Also gehen wir nicht so ins Detail.

FALLY: Ja, aber sicher.

DEMME: Es gibt ja Möglichkeiten, diesen Tunnel kostengünstiger zu machen und darum soll man etwas mehr kämpfen. Ich möchte das nicht verhindern, aber man muß , wenn er schon nicht zu verhindern ist, so kostengünstig wie möglich bauen. Ich glaube die Begründung von Niederösterreich ist nicht gerade sehr überzeugend, wenn das alles stimmt von den Statistiken. Aber wenn man schon aus politischen oder irgendwelchen anderen Gründen, die ich nicht durchschauen kann, baut, dann soll er wenigstens so kostengünstig wie möglich gemacht werden und da soll man auch von Niederösterreich anfangen und hier gehört endlich einmal ein politisches Machtwort gesprochen.

VAVROVSKY: Das ist gestern in der Bundesregierung erfolgt. Wir wollten immer von

unten nach oben fahren, man hat uns nur nicht gelassen. Wenn hier Mehrkosten entstehen, das muß man einmal ganz deutlich zumindest im Fachkreis sagen, dann ist das zurückzuführen darauf, daß wir uns mit allen möglichen Instrumentarien

RIEHL-HERWIRSCH: Fragestellung an die Planer: ist es wirtschaftlich denkbar oder vernünftig, daß man durch eine Umplanung, also jetzt noch, nicht den fallenden Vortrieb weiterführt, sondern von niederösterreichische Seite her anfängt und diese restlichen 7 km von dieser Seite vortreibt. Das ist jetzt eine konkrete Frage, die man irgendwo in den Raum stellen sollte. Denn wenn man wirklich, das sieht man jetzt bei dem Wassereinbruch, große Schwierigkeiten in Kauf nimmt und vor allem auch große Kosten, um die 80 bis 100 Mio. Schilling, die zusätzlich durch diesen fallenden Vortrieb entstehen, kann man jetzt noch überlegen ob man das umstellt ?

VAVROVSKY: Selbstverständlich, überlegen kann man immer, anders vorgehen kann man auch immer, es hängt nur davon ab, daß wir die naturschutzrechtlichen Genehmigungen bekommen oder daß das Land so schnell wie möglich feststellt, daß es für naturschutzrechtlich kompetente Belange hier nicht kompetent ist, dann geht das von heute auf morgen. Damit möchte ich ganz klar sagen, daß jene, die das verhindern, auch an den Mehrkosten beteiligt sind.

SCHUHBÖCK: Ich bin Vertreter der Umweltorganisation Allianz für Natur, die schon seit Jahren sich gegen den Semmeringbasistunnel ausspricht. Zu den Worten des Vertreters des Wirtschaftsministeriums. Er kritisiert die kritische Berichterstattung in den Medien. Unserer Meinung nach sind wir sehr froh, daß die Medien offen über die Probleme des Semmeringbasistunnels berichten, denn sonst würde nie die Öffentlichkeit informiert werden, daß falsche Prognosen seitens der Tunnelbetreiber durchgeführt worden sind. Sonst wäre auch nie hervorgegangen, daß z.B. die Hochleistungsstrecken-AG seinerzeit Anfang der 90er Jahre öffentlich mitgeteilt hat, daß der sensible Wasserhaushalt in dieser Region durch den Semmeringbasistunnel nicht

beeinträchtigt wird. Wir haben aufgrund unserer Berichterstattung und Öffentlichkeitsarbeit sehr wohl auf diese Probleme aufmerksam gemacht, haben davor gewarnt, daß es sowohl zu einer Beeinträchtigung des Wasserhaushaltes kommen wird. Der Wassereinbruch Ende Oktober hat es bestätigt. Noch dazu wurde auch mitgeteilt, daß seinerzeit die Hydrogeologen von 50 - 70 l/sec. gesprochen haben, Tatsache ist, daß eben 350 l/sec. eingedrungen sind. Wenn wir hier nicht die Berichterstattung seitens der Medien hätten, dann würde die Bevölkerung falsch informiert werden. Ein Wort zum Vertreter der HLAG: Es ist natürlich leicht mit fremden Geldern zu agieren und mich als Vertreter der Umweltorganisation „Allianz für Natur“ über einen Streitwert von über einer halben Million zu klagen, nur weil ich kritisch gegen den Semmeringbasistunnel auftrete.

VAVROVSKY: Wir klagen sie nicht deswegen, sondern weil sie etwas behaupten und auch in Zukunft behaupten wollen, was nicht stimmt und wir haben ihnen angeboten, daß wir auch ihre Kosten tragen, daß das wenigstens im Fachkreis klar ist. Wir haben ihnen angeboten, das Verfahren ruhen zu lassen und die Kosten zu tragen, wenn sie uns schriftlich geben, daß sie diesen nicht haltbaren Vorwurf einer Rechtswidrigkeit nicht mehr erheben werden. Und sie wollen sich weiter die Plattform halten und gehen auf dieses Angebot nicht ein, das ist die Wahrheit.

SCHUHBÖCK: Darf ich das richtigstellen. Im Prozeß haben wir angeboten, beide Standpunkte sollen ihren Standpunkt, also unseren Standpunkt öffentlich klarlegen. Ihre Rechtsanwälte haben darauf beharrt, den Prozeß weiterzuführen und das auf Kosten der Steuerzahler.

KALLENBACH: Dieses Problem können wir hier nicht lösen.

VAVROVSKY: Vielleicht kommen wir zwei zusammen, weil wir zwei können das Problem lösen.

RIEHL-H.: Darf ich vielleicht ganz kurz etwas dazu sagen von der Seite der geologischen Grundlagen, die wir ja heute hauptsächlich

diskutieren wollen. Wir haben diesen Vorspann dieser verkehrstechnischen Position bewußt vorangestellt, um einmal die Lage zu klären, aber ich möchte gerade zu ihren Vorwürfen ganz kurz sagen. Wir haben heuer überall gewaltige Mengen, praktisch schon den doppelten Niederschlag in dem Bereich Anfang November gehabt. Es ist klar, daß da sämtliche Wässer weitaus überzogen werden. Ich glaube nicht, daß man im heurigen Jahr solche Argumente wirklich verantwortungsvoll verwenden kann. Ich möchte das jetzt nicht in die Länge ziehen, aber ich glaube, daß das naturwissenschaftliche Grundlagen sind, die man aus geschäftlichen Gründen nicht mißachten sollte. Ich glaube, daß ist ein ganz wesentlicher Grund, den man hier eigentlich sagen sollte, wir sollen hier die sachlichen Grundlagen diskutieren und nicht über Geschäfte.

SEREN: Eine Frage zu Prof.ZIBUSCHKA. Sie haben eine Karte gezeigt mit dem Verhalten von Pendlern und ob die den öffentlichen Verkehr bevorzugen oder mit dem Pkw nach Wien pendeln. Steiermark war da Ausnahme, obwohl sie genauso weit weg von Wien ist. Wie können sie das erklären, das ist das eine und ich denke, daß die Zeit maßgebend ist. Für einen Pensionisten ist die Zeit vielleicht kein Begriff, aber für uns arbeitende Menschen ist die Zeit wahnsinnig wichtig. Ob ich eine halbe Stunde früher bei meinem Arbeitsplatz bin oder nicht, das ist sehr

wichtig. Bei allen ihren Darstellungen hat mir das eigentlich gefehlt. Warum ist die Zeit bei allen diesen Verkehrskonzepten nicht dabei, nur die Zahl. Anders gesagt, wenn ich jetzt eine Überlastung einer Strecke beobachten will, muß ich mir die Geschwindigkeit anschauen, das war aber nicht der Fall.

ZIBUSCHKA: Ich habe mir das natürlich alles angesehen, aber das alles in einem Vortrag von einer halben Stunde unterzubringen war nicht möglich. Faktum ist aus unserer Sicht, daß wir aus 40 bis 50 km Entfernung einen relativ hohen Anteil an Pendlern haben. Jetzt muß man aber sagen, wieviele Pendler sind das, von denen wir sprechen, und auf welcher Achse leben sie. Wir haben ein ähnliches Beispiel wie im Süden, das Waldviertel, wo die Franz-Josefs-Bahn fährt. Gerade dort haben wir im Bereich Zwettl und Gmünd die gleiche Situation wie hier, weil es hier anscheinend PKW-Fahrgemeinschaften gibt, die zu viert oder zu dritt mit dem Auto fahren, weil sie trotz der vorhandenen Franz-Josefs-Bahn, die elektrifiziert und ausgebaut worden ist, immer noch Vorteile haben. Das wird es immer geben. Ich gebe ihnen aber recht, hätten wir 26 Minuten Fahrzeit weniger, hätten einige Pendler Vorteile. Es geht aber um die Größenordnung. Es geht um 300 Tagespendler über den Semmering, davon 150 nach Wien. Das ist die Dimension. Das sind ja zwei unterschiedliche Wirtschaftsräume.

Diskussionsbeiträge von:

Dr.phil. Wolfgang DEMMER
Konsulent f. Baugologie
Rosengasse 12
A - 2102 Bisamberg

Dipl.Kfm. Franz FALLY
Bürgerinitiative Payerbach
Nr. 19
A 2651 Reichenau

Dr. Georg GANGL
Österr. Donaukraftwerke AG
Parkring 12
A - 1090 Wien

w.HR Dipl.Ing. Dr.techn. Wolfgang GOBIET
Amt.d.Steierm.Landesreg.
Landesbaudir.Fachabt.II c
Landhausgasse 7
A - 8011 Graz

Prof. Dr. Heinrich KALLENBACH
Am Sandwerder 42a
D -14109 Berlin 39

Dr. Georg RIEHL-HERWIRSCH
Hauptstrasse 70
A - 2801 Katzelsdorf

Dipl.Ing Christian SCHUHBÖCK
Global 2000
Thaliastraße 5
A - 1160 Wien

Dr. Sirri SEREN
Zentralanst. f. Meteorologie u. Geodynamik
Hohe Warte 38
A - 1190 Wien

Johann SWOBODA
Bürgermeister Payerbach
Gemeinde Payerbach
A - 2650 Payerbach

Dipl.Ing.Dr.mont Georg Michael
VAVROVSKY
Eisenbahn-Hochleistungsstrecken AG
Vivenotgasse 8-12
A - 1120 Wien

w.Hofrat ao.Univ.Prof. Dipl.Ing. Dr.
Friedrich ZIBUSCHKA
Amt der NÖ-Landesregierung
Abteilung RU 7,
Gesamtverkehrsangelegenheiten
Landhausplatz 1
A - 3109 St. Pölten

Barbara-Gespräche Payerbach 1996	Band 3	"Verkehrswege im Osten Österreichs" "Grenzwerte - Richtwerte, Sinn oder Unsinn?"	Seite 61 - 71	Wien 1998
-------------------------------------	--------	---	---------------	-----------

BARBARA-GESPRÄCHE

Payerbach 1996

Siebertgtunnel
Ergebnisse der ingenieurgeologischen Voruntersuchungen

G. SPAUN



Payerbach,
5. Dezember 1996

Anschrift des Verfassers:

*o.Univ.Prof. Dr. Georg SPAUN
Lehrstuhl für Geologie an der Technische Universität München
Kühbergstraße 48
A - 5020 Salzburg*

Barbara-Gespräche Payerbach 1996	Band 3	"Verkehrswege im Osten Österreichs" "Grenzwerte - Richtwerte, Sinn oder Unsinn?"	Seite 61 - 71	Wien 1998
-------------------------------------	--------	---	---------------	-----------

Siebergtunnel

Ergebnisse der ingenieurgeologischen Voruntersuchungen

G. SPAUN

Kurzfassung

Mit den ingenieurgeologischen und hydrologischen Voruntersuchungen für den 13,4 km langen Abschnitt zwischen St. Valentin und der Stadt Haag wurde im Jahre 1990 begonnen. Nach einer geologischen Kartierung wurde der Untergrund mit zwei Bohrkampagnen erkundet. Die Ergebnisse dieser Bohrungen waren zusammen mit hydrogeologischen Untersuchungsergebnissen und den Resultaten der Laboruntersuchungen Basis der Planung und Ausschreibung des 6.489 m langen Bauloses Siebergtunnel. 5.008 m dieses Tunnels werden bergmännisch aufgefahren, während 1.260 m in Deckelbauweise hergestellt werden.

Die Voruntersuchungen haben ergeben, daß ungefähr 4.000 lfm des bergmännisch zu erstellenden Tunnels in Schichten des miozänen Schliers, der vorwiegend aus einer feinsandigen Wechsellagerung von feinsandigen

und schluffigen Schichten mit einem kalkigen Bindemittel besteht, aufzufahren sind. Ungefähr 1.000 lfm werden in den stärker tonigen Schichten des oligozänen Schliers liegen. In der Nähe der Geländeoberfläche sind die miozänen und oligozänen Schichten, die ungefähr horizontal liegen und wenig geklüftet sind, durch Verwitterungsprozesse entfestigt.

Die Schichten des oligozänen Schliers führen Montmorillonit und sind als quellfähig zu betrachten. Die unverwitterten Schichten sind bis auf vereinzelte härtere Sandsteinbänke als gering wasserdurchlässig einzustufen. In den oberflächennahen verwitterten Bereichen wird mit einer etwas größeren Wasserdurchlässigkeit gerechnet.

Die über den tertiären Schichten liegenden Deckenschotter werden beim Tunnelvortrieb nicht angeschnitten.

DISKUSSION :

Siebergtunnel

Ergebnisse der ingenieurgeologischen Voruntersuchungen

HOFMANN: Herr Prof.SPAUN hat schon kurz angerissen, daß für diesen Tunnelbereich 130 Kernbohrungen abgeteuft wurden. Wir haben die letzten 5 Jahre vor allem entlang der Westbahnstrecke genutzt und haben insgesamt mehr als 1500 Bohrungen verwendet für wissenschaftliche Grundlagenforschung. Sie sehen, man kann Bohrungen, nachdem sie für die eigentliche Fragestellung, für die Ingenieurgeologie, nicht mehr so von Bedeutung sind, immer noch für die Grundlagenforschung verwenden. Wir kennen diesen Trend, den Herr Prof.Spaun aus dem Bereich Haag - St.Valentin gezeigt hat, die mineralogischen Unterschiede zwischen älterem und jüngerem Schlier, wir haben das verglichen im Raum zwischen Linz, Haag, St.Valentin bis nach Mooslandl. Es bestätigt sich der Pektitreichtum im älteren Schlier, zusätzlich mit einem Kaolinitreichtum, der im jüngeren Schlier nicht ist. Wir haben auch im Bereich Melk, Prof.Spaun hat uns einige Bilder dazu gezeigt, innerhalb der Diendorfer Tegel, die unterhalb des Melker Sandes angetroffen wurden, Unterschiede festgestellt. In diesem scheinbar gleichförmigem Tegel konnten wir mit Hilfe von Muscheln und Schnecken nachweisen, daß es dort einmal Süßwasser gab, dann Brackwasser, dann wieder Süßwasser, d.h. der Meeresspiegel ist gestiegen und gefallen.

Das mögen Aspekte sein, die für den eigentlichen Bau perifer sind, vielleicht nicht interessant, uns, der Wissenschaft, der Grundlagenforschung, hilft es weiter, und ich möchte mich bei meinen Auftraggebern auf der einen Seite, bei Dir.Vavrovsky und auch bei den eingesetzten Ingenieurbüros auf der anderen Seite, sowie bei den Hochschulprofessoren bedanken und ich hoffe, daß diese ersten Schritte, die sich hier eingebürgert

haben, dank der Unterstützung des Landes NÖ und unseres Ministeriums, auch in Hinkunft fortgeführt werden. Zu Beginn gab es Bedenken, wir würden eine Konkurrenz darstellen zu den Ingenieurbüros, nein das wollen wir nicht, wir wollen nur hinten nachnutzen. Die Wissenschaft im Sinne von Grundlagenforschung quasi als letztes Wagerl auch noch mitfahren lassen.

SPAUN: Darf ich kurz dazu etwas sagen: Ich habe nie Konkurrenz gefürchtet, im Gegenteil, ich war sehr froh, daß die GBA auch schon im frühen Stadium hilfsbereit mit Auskünften zur Verfügung gestanden hat. Ich würde mir wünschen, daß es hier nicht so kommt, wie es in Deutschland gekommen ist, daß etwa das Bayerische Geologische Landesamt in Bayern, wo etwa vor 10 Jahren die Tunnel für die Hochleistungsstrecke gebaut worden sind, sich um die Tunnel nicht gekümmert hat, weil sie keine Reisegelder hatten um die Tunnelbaustellen zu besuchen und daher hat das Geologische Landesamt in Bayern von wunderbaren Aufschlüssen bei zig km Tunnel nichts mitgekriegt. Also so etwas wird ja hoffentlich in Österreich, Sparprogramm hin oder her, nicht vorkommen.

SCHNEIDER: Ich habe nur zwei ganz kurze Fragen. Die erste ist, ich habe aufgehört bei diesen Stollen aus der Kriegszeit. Die sind ja mit ihrem Projekt im wassergesättigten Gebirge und ich könnte mir vorstellen, daß dort, wo so kleine zwischen.....(am Tonträger *unverständlich*) sind, daß da jetzt auch irgendwie (am Tonträger *unverständlich*) später gesprengt wurde. Das ergibt eine Auflockerung des Gebirges, kann es vorkommen, daß dadurch die Wasserdurchlässigkeit erhöht wird ?

SPAUN: Das kann man mit Sicherheit ausschließen. Sie sehen hier unsere Trasse und das Nibelungenwerk und die Stollen waren 20 km weit weg. In dem Bereich gibt es keinen Hinweis, daß in der Vergangenheit irgendwie Stollen gegraben worden sind. Für diese Bedenken gibt es keinen Anlaß.

Jetzt komme ich drauf, daß ich etwas übersehen habe. In den oligozänen Schlierschichten, aber auch z.T. im Miozän im Schlier haben wir einen nennenswerten Anteil - 1,5 bis 1,6 % - an organischem Kohlenstoff festgestellt. Wir haben auch winzig kleine Kohleschmitze gefunden, aber das war Grund genug, um in der Ausschreibung darauf hinzuweisen, daß regelmäßig Gaskonzentrationen, Methangaskonzentrationen, gemessen werden müssen, damit bloß nicht so etwas wie vor wenigen Tagen in China passiert, wo über 100 Tote auf Grund einer Methangasexplosion im Kohlebergwerk zu beklagen waren. Wir rechnen nicht mit hohen Konzentrationen, aber vorsichtshalber wird von Anfang an regelmäßig gemessen, und falls lokal die Konzentration höher wird, kann man das mit der Lüftung steuern. Aber wir gehen nicht davon aus, daß wir wie in einem Kohlebergwerk mit Methangas geschwängerter Luft zu tun haben. Aber den Finger haben wir Geologen warnend gehoben.

SCHNEIDER: Sie haben damit eigentlich meine 2.Frage beantwortet, aber darf ich trotzdem kurz eine andere Frage zu den Tonmineralien stellen. Sie haben im Oligozän Montmorillonit nicht festgestellt, welche Tonminerale haben sie im Miozän ?

SPAUN: Im Miozän weisen die mineralogischen Gutachten die Tonmineral-Gruppe aus. Hier wird aufgeführt Glimmer, Chlorit, Kaolinit. Und im Miozän hat es nur in einer einzigen Probe Spuren von Montmorillonit gegeben und die Quelldruckuntersuchung im Labor hat gezeigt, daß miozäner Schlier nicht quillt, das ist vernachlässigbar, aber der oligozäne quillt und daher sind besondere Maßnahmen in der Planung und beim Bau vorzusehen.

DEMME: Die Verstärkung im Oligozän-Schlier des Gewölbes ist die aus deiner Überzeugung notwendig, oder ist sie nur gefühls-

mäßig angeordnet worden. Die Verstärkung in der Sohle ist klar. Wir haben die Quellerscheinungen immer dort, wo wir das Gefüge zerstören und damit die Oberfläche vergrößern und die Angriffe des Wassers am größten sind. Wenn wir, angenommen in der Firste einen sofortigen Spritzbeton einbringen und die Bergfeuchteverhältnisse stabil halten, passiert überhaupt nichts nach meiner Erfahrung, die habe ich in Vorarlberg, in vergleichbaren Gebirgsarten. Es ist also das Gefährlichste - mit Abstand - die Sohle und hier ist der Sohl-schluß, der vorgesehene, sehr sehr wichtig.

Die zweite Frage, die sich mir aufdrängt, weil ich mich damit ein bißchen auseinandergesetzt habe, warum ist hier dezidiert ein Ausbruch mit einer Vollschnittmaschine nicht in die Ausschreibung mitaufgenommen worden ? Der Schlier wäre ja an und für sich ein gutes Testobjekt für eine großvolumige Vollschnittmaschine für einen Ausbruch mit einer Schildmaschine. Das ist ja ein relativ stabiles Gebirge, wir haben in dem einen Foto gesehen, daß ohne jede Stützmaßnahme ganz schöne Spannweiten stabil bleiben. In der Schweiz sind sie schon längst dabei, wir hinken da jetzt ein bißchen nach. Ich weiß, daß sich eine Gruppe auch darum bemüht hätte, es ist aber nicht in der Ausschreibung vorgesehen und daher abgelehnt wurde. Vielleicht ist der Herr Dir. VAVROVSKY bereit, uns das zu erklären. Ist das nur vom Planer vergessen worden und man kann es nicht im nachhinein ausschreiben, das würde ich nämlich auch einsehen, oder ist es vorher aus geologischen Gründen das bewußt abgelehnt worden, weil es zu risikoreich ist.

VAVROVSKY: Es ist an sich ein komplexes Thema und ich möchte es ganz kurz machen. Anders als im Straßenbau ist im Eisenbahnbau die Verfahrensmethodik ähnlich wie in Deutschland eine sehr tief gestaffelte. Sie beginnt mit einer Umweltverträglichkeitsprüfung, für die schon die Weichen in einer Frühphase, etwa 8 Jahre vor Baubeginn, zu legen sind. Das gilt auch für den Sieberg. Wir haben ein Trassenverordnungsverfahren gehabt im Jahre 1991, die Planung dafür aus dem Jahre 1990. Im Jahre 1990 war also schon die

Entscheidung zu treffen, hinsichtlich einröhrig oder zweiröhrig, das hat mit dem Sicherheitskonzept zu tun. Damals waren für einröhrige Lösungen mit 14 m Durchmesser die Maschinen nicht so weit, wie sie heute sind. Es wurden sehr intensive Überlegungen bezüglich des Maschinenvortriebs getroffen und unter der Berücksichtigung von 13 bis 14 m Durchmesser ist man aus dem damaligen Gesichtswinkel zu dem Schluß gekommen, daß derzeit in Österreich die NATM jedenfalls wirtschaftlicher sein wird, als eine Maschine dieser Größenordnung, die damals noch nicht einmal erprobt war. Grauholz war damals in Planung und noch nicht im Bau, d.h. man muß das aus dem damaligen Entscheidungsblickwinkel sehen.

Es war nicht so, daß die Sicherheitsfrage zwei Röhren verlangt hätte, wenn das gewesen wäre, hätte sich diese Frage anders gestellt. Aber es war ein 6 km langer Tunnel und, der war aufgrund der Sicherheitsphilosophie -auch wieder die, die damals gegolten hat, auch diese ändern sich- einröhrig zu erstellen, das ist billiger als zweiröhrig, das ist keine Frage und so kam schlicht und einfach damals die Entscheidung dorthin.

Im eisenbahnrechtlichen Verfahren sind aber dann schon Auflagen, die aus den Gemeinden kommen, die dort die Belastung der Vortriebe, die zeitliche Belastung der Materialdisposition aufteilen wollen, und zwar Auflagen im Verordnungsverfahren dergestalt, daß man im eisenbahnrechtlichen Verfahren gar nicht mehr davon abkann. Deswegen müssen solche Dinge schon in einer sehr frühen Phase einfließen und wir versuchen alles was wir tun können, in dieser frühen Phase die Dinge möglichst global zu lassen um uns nicht zu sehr einzuengen. Das ist aber zum Teil sehr schwierig, weil hier zwei Widersprüche da sind. Bei der Umweltverträglichkeitsprüfung etwa, die will schon sehr genau wissen, was ist bereits in der Bauphase für eine Belastung da, die hängt aber von den ganzen Dingen ab. Beim Sieberg war es schlicht und einfach so, daß eisenbahnrechtlich dieses Projekt und diese Baumethode genehmigt wurde. Anders als im Straßenbau, wo es eine Baugenehmi-

gung gar nicht gibt, ist es im Eisenbahnbau eine Baugenehmigung, an der die Öffentlichkeit, der Betroffene teilnimmt, Partei ist, und wir hier nicht davon abgehen können, da gibt es OGH-Entscheidungen, das ist so völlig anders wie im Straßenbau. Wir diskutieren derzeit mit dem Ministerium, z.B. beim Lainzer Tunnel, ob wir von vornherein zwei Varianten planen, weil es auch dort derzeit nicht sicher ist, ob im Wettbewerb das eine oder andere dann siegen wird. Zwei Varianten heißt aber zwei getrennte Verfahren und dort kommt dann eine Verfahrensproblematik, daß nämlich die Betroffenen bei einer Variante sagen, bitte nicht bei mir, sondern beim anderen und wir wahrscheinlich dort viel weniger auf privatwirtschaftlicher Basis getroffene Einigungen herbeibringen werden, weil die warten ab, was dann wirtschaftlich günstiger ist und dann wird es eine Summe von Enteignungen geben, die durchgeführt werden nach Vorlage des Wettbewerbsergebnisses. Die Dinge sind nicht sehr einfach, aber wir sind dran. Aber zwei Verfahren für dasselbe Projekt hat es bisher noch nicht gegeben.

SPAUN: Darf ich dazu noch etwas aus der Sicht des Geologen sagen. Nach meiner Erfahrung sind die Maschinen viel anfälliger gegen lokale Schwächezonen, das Risiko, wenn man eine riesige Maschine hat -und nur eine wäre wirtschaftlich- beträgt die Investition etwa 200 Mio. Schilling, und wenn es nicht funktioniert, dann hat man riesige Scherereien, während die Neuen Österreichischen Tunnelbauweise (NATM), mit der wir ja hier rechnen und wo wir optimale Fachkräfte haben, um das umzusetzen, immer noch die billigere Methode ist. Es würde mich interessieren, ob Kollege SCHNEIDER sagen kann, ob es beim *Gra.....tunnel* rückwirkend betrachtet absolut richtig war mit einer Maschine hineinzugehen, oder ob vielleicht zum Schluß die Kosten nicht ganz so waren, wie man es vorher gehört hat. Man hat ja immer gehört, daß es da auch Scherereien gegeben hat.

SCHNEIDER: Die Problematik liegt ja beim oberflächennahen Tunnel, wenn man mit einer Fräse arbeiten will und genau beim ober-

flächennahen Bereich ist im *Gra.....tunnel* ein Einbruch erfolgt. Man hat Probleme gehabt mit den Kosten und ob er noch einmal so gebaut werden würde, ist eigentlich nicht unbedingt gegeben, aber ich glaube, die Entwicklung geht weiter.

SPAUN: Aber, meine Damen und Herren, der Adlertunnel, der nun in Basel gebaut wird, mit einem Riesenschild, der ist gerade 10 Monate gestanden, weil die Bäume unten im Tunnel waren. Ich kenne das Projekt nicht, ich habe nur gehört, Verbrüche, 10 Monate kein Vortrieb, und das kostet Geld.

DEMME: Es geht ja auch um etwas anderes. Den Erfahrungsvorsprung, den andere haben, den können wir nie mehr aufholen, wenn wir nicht irgendwo beginnen, wo wir relativ sicher sind und mit gutem Grund glauben das Gebirge in Griff zu haben. Auch wenn Schwierigkeiten mit Behörden, Verfilzungen und Behördenwege uns da einen Schranken aufstellen. Wir werden hoffnungslos ins Hintertreffen kommen, wir sind stolz auf die NATM, aber wo kommen wir hin, wenn wir nicht am Ball bleiben. Um das geht es.

SPAUN: Da muß ich gleich etwas drauf antworten. Graf Zeppelin soll gesagt haben, weil man den Maßstabeffekt nicht kennt, baut er sein Luftschiff immer nur um 10 % größer. Wenn er es um 20% größer bauen würde, kämen Faktoren herein, die er nicht durchblickt, und so ähnlich ist es bei den Tunneldurchmessern. Ich hatte zu tun mit zwei Schildmaschinen für den Straßentunnel, jede hat ungefähr 200 Mio. gekostet, die eine steht immer noch draußen, weil man sich nicht traut in den Berg hineinzufahren und die andere war schon einmal verschüttet und ist dabei teilweise beschädigt worden. Das Risiko bei diesen Maschinen mit großen Durchmessern ist nach meiner Sicht viel, viel größer als bei der konventionellen NATM. Bei wechselnden Verhältnissen würde ich im Interesse der Wirtschaftlichkeit lieber vorsichtig sein, auch wenn wir dann vielleicht international ein bißchen ins Hintertreffen kommen, aber Österreich ist ohnedies zu klein, um eigene große Schilde zu bauen. Da ist unser Markt zu klein und die Firmen Deutschland mit ihren großen Tunnel-

bohrmaschinen, ich weiß nicht, ob die viel Geld verdienen, wenn die dann verschüttet werden. Also Fortschritt ja, aber ich wäre dafür in kleinen Schritten, wie der alte Graf Zeppelin.

UNBEKANNT: Ich möchte die sogenannten technischen, die bodenmechanischen und felsmechanischen Versuche ansprechen und zwar unter dem Gesichtspunkt, daß wir, das Institut für Grundbau und Bodenmechanik der TU-Wien, vor 25 Jahren eingehende Untersuchungen am Schlier gemacht haben. Wir haben nicht nur Normversuche gemacht, sondern auch Langzeitversuche, weil das sicher wichtig ist und auch in situ Großversuche. Für das Donaukraftwerk Ottenstein wurde ein Probestollen aufgeföhren unter dem Kraftwerk an der Sperrenstelle und wurde mit der TIWAG-Radialpresse geprüft, und das wäre hier ja auch ganz wichtig, weil ja die Druckstatik ganz maßgeblich die *Sättigungs*.....eingeht. Darf ich Sie bitten, dazu Stellung zu nehmen.

SPAUN: Ich kann nur ein bißchen dazu Stellung nehmen, weil ich dort nicht der geotechnische Gutachter war und keinerlei Einfluß auf die durchzuföhrenden Versuche hatte, darauf, wie viele Versuche im Labor gemacht worden sind oder nicht, da habe ich nichts dazu zu sagen, habe ich mich auch nicht hineingemischt, ich wußte auch nie wieviel. Aber ich wäre eindeutig dafür, daß wir mehr Großversuche in situ machen, als zu versuchen nach hunderten Laborversuchen erst doch wieder im „try and error“ Verfahren uns wieder irgendwelche Kennziffern auszudenken und zu hoffen, daß sie zutreffend sind. Aber da müßten aus meiner Sicht die Felsmechaniker oder die Fels- und Bodenmechaniker dem Bauherren sagen, „Bauherr, wenn wir die und die Versuche machen, können wir mit weniger Risiko und wirtschaftlicher dimensionieren, wir brauchen nicht soviel Sicherheitsmaßnahmen einrechnen.“ Denn ich wäre immer dafür, gerade in schwierigeren Verhältnissen, die hier sind ja extrem schwierig, 1:1 oder in situ die Gebirgseigenschaften zu erkunden. Das geht nicht, wenn wir Bohrkern ins Labor transportieren. Dann bleibt da eine Grauzone

zwischen dem, was der Plan annimmt und aus dem was wir aus dem Labor wissen oder was sich die Geologen vorstellen. Aber wir können eigentlich nicht nachvollziehbare Zahlen liefern, ob das jetzt die einachsige Druckfestigkeit für den Verformungsmodul, für die Scherfestigkeit oder anderes betrifft. Ich wäre ja dafür, mehr in situ Versuche zu machen. Die kosten zwar Geld, aber ich glaube, die Kosten für die Voruntersuchungen kommen herein, weil wir dann wirtschaftlicher dimensionieren können.

SCHNEIDER: Sie haben den Pilotstollen gemeint, werden da keine in situ Versuche gemacht ?

SPAUN: Der läuft jetzt im Zuge der Baumaßnahme und wir hoffen eigentlich, daß dieser Vorstollen im wesentlichen das bestätigt, was wir uns vorgestellt haben. Wenn wir dort erst Versuche machen und dann umplanen müssen, das hoffen wir nicht, daß es notwendig ist.

RIEHL-H.: Gerade von der HL-AG wird immer wieder betont daß diese enge Zusammenarbeit von verschiedenen Disziplinen ihr Hauptziel ist. Wie das jetzt aber so ausschaut, ist das nicht wirklich so hundertprozentig koordiniert worden. Wie ist das jetzt eigentlich zu sehen für einen Außenstehenden. Ist der Kontakt eigentlich wirklich da, oder ist der Geologe sozusagen gesondert von allen anderen auf einer Einzelposition

SPAUN: Dir. VAVROVSKY ist jetzt nicht da, aber ich würde meinen, wenn man wirklich zusammenarbeitet, müßten auch zusammen die Versuche und die Anzahl der Versuche diskutiert werden.

RIEHL-H.: Aber wo wird das gemacht, das wäre doch eine geologische Frage.

SPAUN: Nein, aber sicher mit Geologen. Aber aus welchen Gründen auch immer, das hat nicht stattgefunden.

NOWY: Die Summe der Bohrungen ist doch abhängig von den Ladeversuchen.

DEMME: Die in situ Versuche halte ich bei diesem Typ des Gebirges und bei der Anzahl der Kenntnisse, die wir von Oberösterreich oder Niederösterreich bis Vorarlberg haben,

für nicht unbedingt notwendig, so schön sie auch wären. Je härter die Gesteine sind, je größer die Diskontinuität durch das Gefüge ist, umso wichtiger werden die Großversuche. Bei diesen feinkörnigen Materialien genügen im wesentlichen schon die Versuche am Bohrkern, am Handstück. Die geben uns schon die Größenordnungen so in etwa wieder und daß im wesentlichen auch der Seitendruck nicht höher als der Überlagerungsdruck sein wird. Es ist nach vielen Erfahrungen so, daß man auf Großversuche umsteigt, aber in diesem Fall halte ich es nicht unbedingt für notwendig. Aber diese bedauernswerte Auseinander- oder Nebeneinanderarbeit bei diesem Tunnel und auch bei anderen, die kritisiere ich selbst auch.

SPAUN: Was immer auch die Gründe sind, das kann ich nicht beurteilen.

DEMME: Ich weiß es schon aber ich kanns leider in der Öffentlichkeit nicht sagen.

SPAUN: Eine aus meiner Sicht zu große Zahl von Versuchen, die eigentlich keinen echten Zuwachs an neuen Erkenntnissen gebracht haben.

UNBEKANNT: Ich habe eine kleine Anmerkung, meines Wissens nach sind im Melker Tunnel mit einer ganz speziellen Anordnung aus der seismischen Geschwindigkeit auch gute Angaben erzielt worden. Über Bereiche, wo Auflockerungen vorhanden sind, das ist auch ein in situ Wert vorhanden.

SPAUN: Also ich wage da zu widersprechen. Meine Information bezieht sich auf unseren Besuch mit der Österr. Tunnelassociation oder der ITA und da wurde uns gesagt, die jetzt angetroffenen Schwierigkeiten, daß nämlich bereichsweise diese Melker Sande nicht mehr dicht gelagert sind und sich quasi wie ein Fels verhalten, sondern daß kohäsionsloser Sand an Störungen da ist, das war aufgrund der Voruntersuchung nicht bekannt. Man hat danach geophysikalische Untersuchungen gemacht und jetzt auf einmal kann man es erklären. Meines Wissens hat man mit diesen Sandlagen, ich will nicht zu weit in ein fremdes Projekt hineingehen, in Melk nicht gerechnet.

FRANGE: Ich möchte da antworten, mit einer ganz speziellen Anordnung, ich war da auch nicht direkt angebunden, das war der Bericht des Baustellengeologen, daß das sehr wohl herausgekommen ist.

SPAUN: Ja, jetzt.

SPAUN: Als man im Tunnel Probleme hatte, aber nicht vorher.

FRANGE: Ich hätte noch eine ganz kurze Anmerkung. Aufgrund der Schnitte kommt eigentlich heraus, daß mit einer Spritzbetonschale gearbeitet wurde. Wie hat sich diese im Melker Sand verhalten, ohne irgendeiner Ankerung, ist das richtig.

SPAUN: Diese Regelprofile sind im wesentlichen nur Hauptabmessungen und haben nichts mit Melk zu tun. Das ist der Siebertunnel Haag-St. Valentin im Schlier. Im Melker Sand wird mit Spritzbeton, Bewehrung, Stahlbögen und Anker gearbeitet und die aufgetretenen Deformationen im nichtgestörten Melker Sand sind minimal, kaum meßbar. In den Bereichen, wo er an Störungen durch hohe Vorbelastung und das Zusammengedrücktsein scheinbar aufgelöst ist, der Sand wird z.T. von der Spritzdüse weggeblasen, da gab es Verformungen und da wird jetzt mit Injektionen das Gebirge wenigstens in den Störungszonen verfestigt. Aber das bedeutet ein bißchen einen langsameren Vortrieb.

FRANGE: Das gilt für Schlier ?

SPAUN: Das gilt nur für Schlier.

BODE (Büro Dr. Waibel): Wir haben in diesem Tunnel die Geotechnik und Geochronologie bearbeitet und mich verwundert es schon, daß der Prof. SPAUN da anprangert, es hätte da keine Zusammenarbeit gegeben, vor allem in Hinsicht Bohrprogramm und Versuche im Labor. Es war wirklich so, bevor

dieses Bohrprogramm ausgeschrieben wurde, hat es sehr wohl eine Besprechung von uns gegeben, wo dieses Bohrprogramm durchdiskutiert wurde, wo auch der Bohrvorschlag angenommen wurde, das wurde dann zu einem Teil redigiert. Die dichten Bohrabstände betreffen jene Bereiche, wo die Zwischenangriffe sind, wo eine geringe Überlagerung ist und wo natürlich im geringeren Abstand gebohrt wurde, Je höher die Überlagerung war, desto größer wurde natürlich wieder der Abstand. Zu dem Problem der große Anzahl der Proben im Labor möchte ich hinzufügen, daß bei jeder Bohraufnahme draußen ein Vertreter von Prof. Spaun - eben die zwei angesprochenen Diplomanden - war, und es ist die Probenahme und der Versand ins Labor nach Rankweil immer gemeinsam erfolgt. Wir haben gemeinsam festgelegt, welche Proben versandt werden. Es ist natürlich nicht das detaillierte Laborprogramm festgelegt worden, aber es hat eigentlich immer Abstimmungsgespräche auch dann in weiterer Folge mit der Erklärung der Bohrprofile gegeben.

SPAUN: Ich glaube wir sollten da nicht auf zu viele Details eingehen. Was ich anprangere, dazu stehe ich, ist nicht die zu große Anzahl von Bohrungen, aus hydrogeologischen, grundbautechnischen Gesichtspunkten der Verwitterung ergibt sich das. Was mir irgendwie fragwürdig vorgekommen ist, daß man 230 Druckfestigkeitsproben von drei verschiedenen Gesteinsarten gleichbleibend über weite Strecken macht, wenn man 577 Dichtebestimmungen macht und irgendwo muß man sich fragen, was hat das für einen Einfluß auf die Planung? Das würde ich meinen sollte in Zukunft verbessert werden im Sinne einer Optimierung. Was fangt der planende Ingenieur mit diesem Datenwust an? Ich weiß es nicht.

Diskussionsbeiträge von:**BODE**

*Büro Dr. P. Waibel
Ingenieurbüro f. Geotechnik
Mariahilferstraße 20
A - 1070 Wien*

Dr.phil. Wolfgang DEMMER

*Konsulent f. Baugeologie
Rosengasse 12
A - 2102 Bisamberg*

Mag. Thomas HOFMANN

*Geologische Bundesanstalt
Rasumofskygasse 23
A - 1030 Wien*

Dr.phil. Walter NOWY

*staatl.bef.u.beeid.Ing.Konsul.f. techn.
Geologie
Hermannstraße 4
A - 3400 Klosterneuburg*

Dr. Georg RIEHL-HERWIRSCH

*Hauptstrasse 70
A - 2801 Katzelsdorf*

Univ. Prof. Dr. Jean SCHNEIDER

*Inst. f. Geologie
BOKU Wien
Gregor Mendelstraße*

Dipl.Ing. Dr.mont Georg Michael**VAVROVSKY**

*Eisenbahn-Hochleistungsstrecken AG
Vivenotgasse 8-12
A - 1120 Wien*

BARBARA-GESPRÄCHE

Payerbach 1996

Die geologische Erstaufnahme beim Bau des Sondierstollens
für den Semmeringbasistunnel als Grundlage aller weiteren
Arbeiten und Berechnungen

J. KAISER



Anschrift des Verfassers:

*Dr. Josef KAISER
Eisenbahn Hochleistungsstrecken AG*

*Voivenotgasse 10
A - 1120 Wien*

Barbara-Gespräche Payerbach 1996	Band 3	"Verkehrswege im Osten Österreichs" "Grenzwerte - Richtwerte, Sinn oder Unsinn?"	Seite 73 - 85	Wien 1998
-------------------------------------	--------	---	---------------	-----------

Die geologische Erstaufnahme beim Bau des Sondierstollens für den Semmeringbasistunnel als Grundlage aller weiteren Arbeiten und Berechnungen

J. KAISER

Kurzfassung

Nach großen Projekten im Strassentunnelbau wie z.B. Katschbergtunnel, Tauerntunnel, Bosruck Tunnel, Plabutschunnel, Arlberg Straßentunnel und vielen anderen, erlebt der Bahnbau eine Renaissance.

Bei den neuen, großen Bauvorhaben der Bahn kommt dem Tunnelbau größte Bedeutung zu, weil er bezüglich Umweltfreundlichkeit den offen geführten Trassenbauten weit überlegen ist.

Der Semmering Basistunnel ist nur einer von den vielen Tunnels (z.B. Inntaltunnel, Säusensteintunnel, Koralmtunnel, Wienerwald Tunnel, Lainzer Tunnel, Siebergtunnel, Melker Tunnel, etc.) die schon verwirklicht wurden oder in Planung sind.

Österreichische Tunnelphilosophie und österreichische Mineure haben weltweit Anerkennung, weil sie auch unter widrigsten Bedingungen Kompetenz beweisen.

Es darf daher anlässlich der Barbara-Gespräche 1996 daran erinnert werden, dass die Heilige Barbara die Schutzheilige des Mineurstandes ist.

Die laut Prognose von Prof. RIEDMÜLLER und von Prof. ZOJER zu erwartenden geologischen Verhältnisse veranlaßten die HL-AG

- dass der Begleitstollen, der zum Betriebssystem des Haupttunnels gehört als Erkundungsstollen vorgezogen wird.
- und der Erkundungsstollen entsprechend geologisch dokumentiert bzw. der geologi-

sche Befund während der Vortriebsarbeiten intensiv erhoben wird.

Hierbei stehen zwei Aspekte im Vordergrund:

- auf Grundlage des geologischen Befundes soll ein optimierter und wirtschaftlich vertretbarer Ausbau mit einem Sicherheitsmanagement im Stollen erfolgen.
- Nützen aller Erkenntnisse für den eigentlichen Haupttunnel.

Diese Arbeiten werden gemeinsam mit Kollegen Mag. Johannes MERINGER in einer idealen Zusammenarbeit durchgeführt.

Zwei Leitgedanken von Prof. CLAR (aus dem Jahre 1965) dem die Barbara Gespräche 1996 gewidmet sind, dürfen zitiert werden, die nach wie vor uneingeschränkt modern und aktuell sind.

„Die geologische Schätzung lebt von der Möglichkeit des Vergleiches mit ausreichend Beschriebenen Erfahrungsbeispielen.“

„Die Mitwirkung des Geologen liegt dabei weiter auf dem ihm vertrauten Gebiet der gestaltlichen Charakterisierung und des darauf aufgebauten geologischen Vergleiches.“

Praktisch alles, was die Geologen an Schätzungen von technischen Kennziffern immer noch liefern müssen, kann nur darauf beruhen, dass mit allen geologischen Daten,

wie Gestein, Felsgefüge, geologische Situation und deren zeitlich abgeleitete Entwicklung, verglichen mit Orten und Stellen gezogen werden, wo solche Werte auf technischem Wege ermittelt worden sind.“

Wir versuchen im Sinne von Prof. CLAR die angetroffenen geologischen Verhältnisse im Zusammenhang mit den baulichen Maßnahmen möglichst umfassend zu erheben und zu beschreiben.

Das Thema dieses Referats hat folgende Gliederung:

- a) für welchen Zweck erfolgt diese geologische Betreuung?
 - b) wie wird der Befund erhoben?
 - c) welche Daten werden erhoben?
 - d) welche Rückschlüsse kann man jetzt schon ziehen?
- a) für welchen Zweck erfolgt diese geologische Betreuung?
- Vortriebsteuerung
Baumaßnahmen, Sicherheitsmaßnahmen
 - Grundlage für bauliche Erhaltungsmaßnahmen
Schäden in der Auskleidung entstehen nicht unabhängig von der Geologie, daher sind die Maßnahmen auch auf das Gebirge abzustimmen.
Der Wassereintritt wird bei verschiedenen Gebirgsarten spezifische Schäden an der Stollenauskleidung hervorrufen.
 - Bessere bzw. schlüssige Prognose für den Haupttunnel.
- b) wie wird der Befund erhoben?
Spätestens seit dem Bau des Radstädter Tauern隧nells hat sich bei großen Profilen die Ortsbrustdokumentation durchgesetzt.

Die Ergebnisse pro Abschlag werden mit numerierten Datenblättern erfaßt.

Sie werden in die baueologisch hydrogeologischen Stollenbänder M 1: 100, eingearbeitet.

Diese Stollenbänder (eigentlich Stollenpläne) sind spätestens 2 Wochen nach einem 100 m Abschnitt ausgearbeitet.

Für die laufenden Baubesprechungen, Projektbesprechungen, Sachverständigenbesprechungen, Behördenbesprechungen werden die aktuellen Berichte vorgelegt.

Um Kontinuität zu bewahren, werden baueologische Monatsberichte verfaßt.

Die Ergebnisse stehen allen Beteiligten zur Verfügung, so auch der ausführenden Baufirma.

Alle erhobenen Daten (geologische, tunnelbautechnische, geotechnische) werden bereits jetzt in einer Datenbank an der Technischen Universität gespeichert und von Prof. RIEDMÜLLER und Prof. SCHUBERT für die Prognose ausgewertet.

- c) welche Daten werden erhoben?

Alle zugänglichen geologischen Daten über Gestein, Gebirge, Gefüge, Bergwasser, ihr Verhalten, ihre Auswirkung auf den Vortrieb und auch auf die bereits eingebrachte Stollenauskleidung.

Die Beobachtung der Spritzbetonschale, Ankerung, Stahlbogen, der aufgetretenen Deformationen (Konvergenzen), Vortriebsart, Vortriebssystem, Reaktion des Gebirges auf die empirisch festgelegte Ausbaumaßnahmen gehören zur Standarderhebung der Baueologie.

Pegelbeobachtung Obertag und sonstige Beobachtungen bezüglich Beweissicherungen gehören ebenfalls zur Routine (siehe Abb. 1,2,3, etc.... *Anm.: bezieht sich auf Dias und Folien, die während des Vortrages gezeigt wurden*)

d) welche Rückschlüsse kann man jetzt schon ziehen?

Bis Stat. 2300 m haben wir bereits die wesentlichen geologischen Einheiten wie:

Hangschutt
Bachgeschiebe
Karbonate
Phyllit
Semmeringquarzit

angetroffen.

Hangschutt - Bachgeschiebe

- kurze Abschlüge
- sofortige Versiegelung
- keine Konvergenzen
- Bogenausbau
- kein Hangwasser

Dolomitmarmor - Kalkmarmor

- stark verkarstet
- starke Verlehmung im Kluftgefüge
- stark nachbrüchiges bis gebräches Gebirge
- geringe Konvergenzen
- Bogenausbau überwiegend notwendig
- Sprengvortrieb
- Abschlüge über 2,50 m nicht sinnvoll
- wegen ungünstiger Lagerung der Gesteine Ortsbrust von Fall zu Fall instabil
- Bergwasser angetroffen, Obertageeinfluß erkennbar

Rauwacke

- tektonischer Grus
- stellenweise isotropes Gebirge
- mechanischer Vortrieb
- Abschlüge über 2,50 m nicht sinnvoll
- kein Bergwasser

Phyllit

- kein Bergwasser
- starke Entfestigung im S-Gefüge
- Abschlüge über 2 m nicht sinnvoll
- Ortsbrust wegen ungünstigen Gefügever-schnitt häufig instabil

- stark nachbrüchiges, gebräches bis druckhaftes Gebirge
- Konvergenzen halten länger an als in anderen Gebirgsarten.

Semmeringquarzit

- diese Gesteine zeigen bisher die größte Wechselhaftigkeit
- laufend Bergwasser in geringen Mengen, das Bergwasser wurde in erster Linie bei Vorbohrungen angetroffen
- sehr häufig Mischvortrieb
- Abschlagslängen können von Abschlag zu Abschlag völlig unterschiedlich sein.
- Ereignisse die beim steigenden Vortrieb den Vortriebsablauf kaum stören, können bei einem fallenden Vortrieb zur Katastrophe ausarten.
- Brustversiegelung ist sehr häufig erforderlich
- die ab Stat. 230 m durchgeführten Vorbohrung haben sich bezüglich Vorerkundung und größerer Sicherheit der Mannschaft bewährt.
- Standfestes Gebirge wird im Haupttunnel nicht zu erwarten sein.
- Durch die intensive geologische Betreuung ist es gelungen die Zusammenhänge zwischen Geologie, Vortriebsart, Ausbau, Betriebsart herauszuarbeiten. Auskünfte darüber zu bekommen in welcher Gebirgsart bei welcher Ausbauart die Verformungen ablaufen
- Auskünfte über Schäden im Spritzbeton, über Verwendung von Spießen, Abschlagslängen, Bergwasserverhältnisse, kurzfristiges und langfristiges Gebirgsverhalten, etc. zu erhalten.

Genauere Analysen erfolgen noch an der Technischen Universität Graz, aber schon jetzt zeigt sich, dass eine Prognose für den Haupttunnel zielsicherer durchgeführt werden kann.

Es ist beabsichtigt, dreidimensionale, geologische, geomechanische und hydrogeologische Modelle auszuarbeiten.

Für die weitere Vorgangsweise ab Stat. 2300 m werden wir die Ergebnisse der Pegelmessungen, die Beobachtungen der Pumparbeiten im gesamten Stollen, den Bergwasserzutritt an der Ortsbrust bei Stat. 2300 m, weiters die Beurteilung eventueller Schäden an der 2300 m langen Stollenauskleidung abwarten.

Dieses Referat schließe ich im Sinne von unserem Lehrer Prof. CLAR, der uns die kritische Einstellung zum geologischen Befund lehrte.

Nur der geologische Befund kann die Grundlage von Erkenntnissen und Theorien sein.

Wir geben unsere Erfahrungen in der Hoffnung weiter, daß andere Kollegen daraus eine Lehre ziehen können.

DISKUSSION :

Die geologische Erstaufnahme beim Bau des Sondierstollens für den Semmeringbasistunnel als Grundlage aller weiteren Arbeiten und Berechnungen

SPAUN: Es ist immer wieder angesprochen worden, daß Rauhacken vorkommen. Nach meinen Erfahrungen deuten Rauhacken darauf hin, daß dort früher Sulfate vorhanden waren - es müssen Anhydrite gewesen sein - und die sind jetzt verschwunden. Ist es denkbar, daß auch im Semmeringtunnel diese Rauhacken ein Endprodukt von Lösungs- und Umwandlungsprozessen darstellen, wo früher im großen Umfang wasserlösliches Sulfatgestein da war, das jetzt weg ist. Dadurch könnten die darüberliegenden Schichten nachgesackt sein und damit zusätzlich Wasserwege in die Tiefe eröffnet haben. Gibt es da irgendwelche Anhaltspunkte?

KAISER: Ich kann die Frage nicht ganz beantworten. In dem Augenblick, da wir die Rauhackenstrecke angetroffen haben, haben wir selbstverständlich entsprechende chemische Untersuchungen vom Gestein und auch vom Wasser gemacht, da wir befürchtet haben, der Spritzbeton könne Schaden erleiden. Hier möchte ich die Frage an Kollegen KLIMA weitergeben. Beim Wasser darf ich vielleicht hinzufügen, daß die Prognose von RIEDMÜLLER und ZOJER uns eindeutig gesagt hat, daß im Bereich unter dem Wallersbachgraben das Wasser nicht von oben, sondern von unten, von den Karbonaten kommen wird, es sich um gespanntes Wasser handelt, und das ist auch tatsächlich eingetroffen. Das Wasser kommt sicher nicht von den Karbonaten, die unter den Phylliten liegen.

KLIMA: Zu den Rauhacken ist zu sagen, daß ich das auch nicht im Detail weiß, es ist aber sehr genau untersucht. RIEDMÜLLER hat vor etwa 20 Jahren über die Rauhacken des Pittentales gearbeitet, wobei die Genese

dieser Rauhacken im Detail untersucht worden ist. Es gibt insgesamt 3 verschiedene Typen von Rauhacken und nur die wenigsten Rauhacken hängen mit den Sulfaten zusammen. Die meisten kommen bei Dolomitierungs- und sekundären Calcitisierungsvorgängen zustande. Der Anteil der Rauhacke in Zusammenhang mit Sulfatanständen ist sehr gering.

WESSELY: Zur Rauhacken/Sulfatfrage möchte ich hinzufügen, daß wir überall, wo an der Oberfläche Rauhacke ansteht, im Kalkalpin oder anderswo, ob es die Opponitzer- oder die Reichenhaller Rauhacke ist, immer in den Bohrungen Anhydrit angetroffen haben. Immer hat man diese Evaporitbindung mit den Dolomiten, mit den Anhydriten. Und gerade die Bohrung Payerbach hat gezeigt, daß über dem Semmeringquarzit, eben an der Position, wo diese Reichenhaller Rauhacke zu erwarten war, da war(unverständlich)..... und sehr viel Kalk und Anhydrit da war. Also ich glaube schon, daß die Rauhackenbildung mit den Sulfatgesteinen in Zusammenhang zu sehen ist, aber sie haben natürlich recht, es gibt natürlich auch andere Formen der Rauhackenbildung, etwa tektonisch, wo man genau sieht, daß da z.B. Werfener Schieferbröckchen hineingewalzt sind. Das muß zwar seltsam sein, aber das gibt es sicher auch.

KLIMA: Ich kann das natürlich nicht im Detail wiedergeben, aber ich wollte auf diese Arbeit hinweisen. Es gibt nur zwei ganz große Rauhackenarbeiten, eine davon ist von RIEDMÜLLER.

WESSELY: Ich kann nur sagen, wir haben immer wieder, wenn es um Rauhacke gegang-

gen ist, sei es in der stratigraphischen Position Opponitzer oder Reichenhaller Rauhacke, sei es auch in den Werfener Schieferen, wo man ebenfalls Rauhacke hat, oder sei es jetzt auch in der Bohrung Payerbach, Sulfate angetroffen!

UNBEKANNT: Ist in diesen Bohrungen, in diesem Bereich, Magnesit aufgetreten?

WEBER: In einer Bohrung, ich glaube im Schedgraben, ist der Magnesit drinnen. Das ist schon sehr wesentlich, aber es ist die einzige.

KAISER: Ich möchte ihnen noch einen Hinweis geben und dann habe ich noch eine Frage an Prof.SCHNEIDER, auf die ich sie schon angesprochen habe. Diesen völlig vergrusteten Rauhackentyp hat CORNELIUS schon 1935 kartiert. Diese Vorkommen waren so wahn-sinnig klein und versteckt, und teilweise waren diese Bereiche verbaut. Ich möchte nur darauf hinweisen, daß CORNELIUS bereits 1935 ganz genau kartiert hat.

Herr Prof.SCHNEIDER, ich habe Sie schon einmal in Säckingen darauf angesprochen. Ich habe die Literatur gelesen, und ich habe irgendwie an die Tioramulde gedacht. Das will ich ganz selbstverständlich nicht nachvollziehen, wir wissen, was dort passiert ist. Meine Frage an Sie, wenn Sie das jetzt so gehört und gelesen haben, können sie sich vorstellen, daß dieses Material mit diesen zuckerkörnigen Dolomiten vergleichbar ist?

SCHNEIDER: Ich glaube nicht direkt. Aber zuerst einmal zu den Rauhacken. Es gibt bei den Rauhacken verschiedene Typen, wie sie gesagt haben. Sulfat muß nicht immer unbedingt dabei sein, wir haben in den Unterengadin-Dolomiten die sogenannten Kästchen-dolomite beschrieben, das ist eine Arbeit von ...*(unverständlich)*..... von der ETH Zürich. Wir haben diese Entstehung von Dolomiten ohne Zweifel in den Evaporiten direkt beobachten können, die zur zelligen Rauhacke tendieren.

Die zuckerkörnigen Dolomite in der Tioramulde sind tektonisch sehr stark beansprucht und sind leichte metamorphe Dolomite. Es ist vor allem deren Grundbeanspruchung, und diese kohäsionslosen Dolomitkörner, wenn

man das im Elektronenmikroskop anschaut, dann sieht man, daß sie nicht mehr intensiv verzahnt sind, und das ist das gefährliche daran, das ist ganz ähnlich wie die Situation, die sie im Tunnel gezeigt haben. Diese Bilder haben mich daran erinnert. Ich glaube also nicht, daß man das direkt vergleichen kann, aber was mich erstaunt hat bei diesen Bildern jetzt, ist, daß die Quarzite z.T. so ausgesehen haben, wie diese zuckerkörnigen Dolomite. Also meine ich, daß da eher die mechanische Beanspruchung eine Rolle spielt als das Wasser.

KAISER: Sie sagen etwas, was ich auf der Baustelle auch schon gesagt habe, ich habe von einem „zuckerkörnigen Semmeringquarzit“ gesprochen, nur haben die Kollegen gesagt, bitte höre auf damit....
(unverständlich)

SPAUN: Fast überall, wo wir Rauhacke an der Oberfläche haben, finden wir häufig in der Tiefe, 100, 200, 1000 m tief, Sulfate. Daher wäre es denkbar, daß dort, wo wir jetzt Rauhacken haben, alles was Sulfat war, weggelöst ist, und dadurch haben sich die darüberliegenden spröden Quarzite - man nimmt ja an, daß alles verkehrt liegt, wenigstens dort wo jetzt der Sondierstollen ist - unregelmäßig gesetzt und sind dabei zerbrochen, und zwar zusätzlich zur früheren tektonischen Beanspruchung. Das ist der entscheidende Punkt, daß, wenn Sulfat weggelöst wird, daß der darüberliegende nachsackende Gesteinskörper wasserwegig wird. Das sollte man bedenken, ich bin nämlich der Meinung, die Rauhacken sind nicht jetzt in die Trias hinein, die sind erst viel später entstanden. Die Entstehung der Rauhacken ist eine geologisch ganz junge Sache. Das sollte man durchdenken.

DEMME: Da juckt's mich also, jetzt selbst etwas zu sagen. Da kann ich nicht ganz folgen. Die Rauhacken können so und so entstehen. Und es gibt mit Sicherheit auch mehrere Typen von Rauhacken, auch in der gleichen Formation, etwa im Unterostalpin, zu dem auch die Radstädter Tauern gehören, und hier haben wir ja auch das Unterostalpin. Wir haben eindeutig in den Radstädter Tauern

beide Typen nebeneinander. Also es gibt diese tektonischen Rauhdecken, die einfach aus Zellendolomiten entstehen und rein aus dolomitischer Substanz herauswachsen, und es gibt die Auslaugungsrauhdecken, wo wir gar nicht so viel Tektonik dazu brauchen, aber den Sulfatgehalt.

Ich möchte also nur fragen, weil das für mich nicht ganz klar herausgekommen ist: In welcher Position kommen die Rauhdecken vor? Kommen sie an der Trias-Basis vor, dann ist eher der Sulfatgehalt eine Möglichkeit der Rauhdeckenbildung, oder kommen sie irgendwo vor, oder sind sie nicht zuordenbar, weil das tektonisch so stark verfaltet ist.

KAISER: Diese Karbonate liegen in einer verkehrten Schichtfolge eingefaltet. Wir sind also von jüngeren Karbonaten in das ältere Gestein, also zum Phyllit hinauf und diese Rauhdecken waren zwischen dem Semmeringquarzit und den Karbonaten.

DEMME: Dann ist anzunehmen, daß es doch die Triasbasis ist.

KAISER: Richtig. Wir steigen beim Vortrieb von den Karbonaten, Rauhdecken über Semmeringquarzit in die Phyllite hinauf.

DEMME: Das waren also eine Art Bänderkalke und Bänderdolomite.

KAISER: Richtig. Sie können an diesem Dia die verkehrte Schichtfolge erkennen und wir sind von den blauen Karbonaten in die Rauhdecke hineingestiegen, dann kommen die Semmeringquarzite und dann Phyllite.

DEMME: Noch eine Zusatzfrage. Wie weit kann man jetzt sagen, ist bis jetzt das Profil in den groben Zügen zugetroffen, gibt es hier schon größere Abweichungen und kann man in der Zukunft in etwa diesem Profil folgen?

KAISER: Ich vertrete die Ansicht, aber man kann mir hier vielleicht Unobjektivität vorwerfen, das muß ich akzeptieren, daß die baueologische Prognose und vor allem die geologischen Recherchen von RIEDMÜLLER sehr gut übereinstimmen. Es ist interessant, daß die Karbonate und auch die Rauhdecken, auch die Semmeringquarzite, also alle Gesteinstypen sehr gut beschrieben wurden. Egal ob Zer-

legung, egal ob Verkarstung, es gibt aber ganz genau.....(*unverständlich*).....

Semmeringquarzit. Natürlich konnte RIEDMÜLLER dies nicht sehen, oder einen Quarzit ausscheiden, aber die Beschreibung ist sehr gut. Natürlich sind auch Abweichungen drinnen, aber dazu möchte ich etwas anschließend sagen. Man kann schon aus diesem Bild erkennen, daß hier also ein riesiges Faltengebiet vorliegt. Diese steile Grenze stimmt nicht, aber ich finde, daß das nicht so wesentlich ist. Es ist etwas passiert, hier (*Dia*), etwa in diesem Bereich, sind wieder Semmeringquarzite aufgetaucht, insofern hat sich diese Bild schon geändert. Wir haben viel diskutiert, aber wenn man dieses Bild und vor allem den gesamten Längenschnitt ansieht, glaube ich, kann man von vornherein schon annehmen, daß diese Karbonate und die Semmeringquarzite irgendwie zusammenhängen.. Dieses Auftauchen der Semmeringquarzite paßt meiner Meinung nach ins Bild.

Die Verteilung und die Ausbaumaßnahmen sind natürlich andere Dinge. Es ist ja richtig, daß wir ein wesentlich gebräuchliches Gebirge angetroffen haben. Der zweite Punkt, das haben sie zwar nicht gefragt, ich versuche aber trotzdem darauf zu antworten, und Kollege REICHL ist auch da. Wir meinen, daß auch die hydrogeologische Prognose sehr gut ins Bild paßt. Was natürlich nicht ins Bild paßt, das wissen wir und das gibt ja jeder zu, daß wir in diesem Bereich nicht die prognostizierte Wassermenge angetroffen haben, sondern kurzfristig mehr.

FRANK: Ich darf vielleicht zur Klarstellung dieser Diskussion bemerken, es ist sicher richtig, daß die Genese der Rauhdecken durch die Lithologie, stratigraphische Position und so weiter festgelegt ist. Aber ich glaube, deine Wortmeldung betraf die Entstehung der heutigen löchrig-zelligen Gesteine mit ganz wehem Gerüst, und das ist natürlich eine Oberflächenerscheinung, in dieser Form ist es in der Tiefe nicht bestandsfähig.

Meine Frage geht dahin: Ich denke in sehr langen Zeiträumen, und dieser Bereich hat seine duktile Verformung unter schwacher

Temperatur erlitten und vor rund 80 Mio Jahren abgeschlossen. Er hat dann keine nennenswerte Wärmezufuhr mehr erhalten, aber eine ganz intensive Zerrüttung erfahren - Tektonisierung -, wie es noch weiter bewegt worden ist. Über diese Art der Verformung, die in diesem Bereich gelaufen ist, wissen wir wissenschaftlich sehr wenig, aber hier im Stollen sehen wir das sehr genau. Ist also diese totale Zerrüttung des Semmeringquarzites ein Effekt dieser späteren Deformationsgeschichte unter spröden Umständen, oder wie ist das alles ? ...*(unverständlich)*..... und spätere postmetamorphe linsige Zerschering in den Quarzphylliten zu sehen. Also das müßten die Ereignisse sein, die eben zwischen 80 und tertiären Zeiten da drin passiert ist.

KAISER: Wir können da folgendes Gefüge finden. Bei den Karbonaten konnten wir eine sehr interessante*(unverständlich)*..... steil stehen, beobachten, ich sag es einmal etwa normal zur Tunnelachse, es stimmt wunderbar überein mit der Prognose von RIEDMÜLLER. Ein völlig anderes Bild in den Phylliten, wir haben das Gefühl, daß sich viel tektonisch*(unverständlich)*..... in den völlig mylonitisierten Bahnen abspielt. Dann haben wir feststellen können, daß in der Rauhacke ein Kluffgefüge ganz schwach ausgebildet war und wir meinen, daß das Gefügebild dieser Rauhacke dem Semmeringquarzit sehr ähnlich ist. Und es ist auch sehr interessant, daß in den Semmeringquarziten massige und spröde Gesteine daliegen, völlig fest und sehr schön gebankt, mit scharfem Kluffbild, und dann sind einige 100 m, wo ich Mühe habe, auch nur eine einzige Kluft auszukartieren. Daher meine ich, und das ist der letzte Satz, ich habe das Gefühl, als wäre diese mechanische Zertrümmerung, praktisch diese Phase, die Du ansprichst, und diese Zerstörungen also nicht in die Anisotropie hinein, sondern das ganze Korngefüge wurde von dieser mech. Beanspruchung erfaßt.

RIEHL-H: Im Raum um den Semmering sind doch die Bewegungen alle sehr jung. Diese vom Wiener Becken ausstrahlende junge tektonische Verformung, die Heraushebung von

Rax und Schneeberg, die letzte tertiäre Formung, hat hiebei eine große Rolle gespielt. Wahrscheinlich wird auch in diese allerjüngste Zeit die von SPAUN angesprochene Lösung der Rauhacken usw. in den obersten 50 bis 100 m zu setzen sein, daher auch diese meines Erachtens starke Zerstückelung der Karbonate und Quarzite.

Der zweiten Punkt, ich habe ihn schon heute Vormittag angeschnitten, - du wirst es sicher nicht beantworten können, aber es sind ja einige verantwortliche Leute hier und ich könnte mir vorstellen, daß man sich auch von einer höheren Seite, einer ministeriellen Seite her, damit befaßt - betrifft diesen an sich wahnsinnigen fallenden Stollenvortrieb. Wir waren mit einer Exkursion bei euch, wir haben das gesehen, 80 Mio. werden hinausgeschmissen nur aus irgendwelchen politischen Kraftakten heraus. Jeder bergbaugeologischen Art zuwider wird solch ein gewaltiger Stollen sinkend vorgetrieben und sozusagen eine Gesenke angelegt. Das war nicht von Dir zu beantworten, sondern das war nur ein Appell an die Leute von den Ministerien, daß sie das nach Möglichkeit abstellen, daß also Steuergelder hier mutwillig hinausgeschmissen werden.

DEMNER: Das ist auch am Vormittag durchgeklungen, als diese Herren noch da waren, daß das nicht nur Deine Ansicht ist, sondern daß diese Ansicht auch andere teilen.

FÜRLINGER: Ich wollte nur ein tunnelbautechnisches Detail hinterfragen. Den Vorausbohrungen in den Stollen kommen offenbar große Bedeutung zu. Wie gliedert sich das in den Baubetrieb ein und mit welchen Geräten wird das gemacht. Sind das Kernbohrungen?

KAISER: Wir haben zwei Arten der Vorbohrungen. Die einfachste und schnellste ist, daß wir von Bohrwagen, der Lafette aus vorbohren. Wir haben schon längere Zeit eine entsprechende Ausrüstung, also können da ohne Probleme 40 m vorbohren. Diese Vorbohrung geschieht praktisch im Vortriebsrhythmus und selbstverständlich entnehmen wir von allen diesen Bohrungen Wasserproben, Materialproben etc. Wir haben auch ein großes Kern-

bohrprogramm und diese Kernbohrergebnisse werden dann von Graz ausgewertet.

SCHNEIDER: Das provoziert mich eigentlich zu der Aussage, daß doch hier ganz klar und schön und deutlich wieder einmal gezeigt wird, wozu ein Pilotstollen, wozu ein Erkundungsstollen notwendig ist. Wir haben ein Profil, ein Prognoseprofil, das aufgrund von gewissen Aufschlüssen auf der Oberfläche gemacht wird, damit wird ein Vorprojekt gemacht und wenn man nicht sicher ist mit der Geologie, ist das einer der wichtigsten Gründe, ein Erkundungsstollen. Mit dem Erkundungsstollen haben wir den besseren Aufschluß, wir wissen, welche Ausbaumaßnahmen zu setzen sind. Ich verstehe eigentlich das Geschrei, das sich rundum erhebt, nicht, für mich ist ganz klar, daß während des Vortriebes eines Erkundungsstollens Überraschungen eintreten. Dazu ist ein Erkundungsstollen ja da.

DEMME: Wenn ich da kurz selbst etwas sagen darf. Das Geschrei, glaube ich, das sie ansprechen, das wird ja nur deshalb laut, weil dieser Stollen zu allem Unglück fallend ausgeführt werden muß. Und wenn man Wasser irgendwo erwartet in größeren Mengen, so ist das ein erhebliches Risiko und daß das Risiko teuer bezahlt werden kann und u.U. das hat man jetzt hier gesehen, ich hoffe nur, ich wünsche es niemand, daß die Besserwisser es dann doch noch mehr, ihr Gewicht auf Waagschale legen, daß also das das letzte große Wassereintragsereignis bleiben wird. Wir sind ja in den Phylliten dann wahrscheinlich etwas günstiger dran, nicht wahr, aber wir kommen noch einmal in diese Zonen hinein. Ich bin auch ein Verfechter des Erkundungsstollens, nur sind in Österreich auch schon Erkundungsstollen gemacht worden, die unsinnig sind, da kann man natürlich nicht mehr mit. Wenn jemand einen Erkundungsstollen - Kollege NOWY nickt auch zustimmend - in einem standfesten Gebirge von 9 km macht, und bildet sich ein, dort müsse er genau wissen, ob das noch standfester als standfest ist, dann ist das hinausgeschmissenes Geld. Im vorliegenden Fall ist ein Erkundungsstollen außer jeder Diskussion, vor allem

deshalb, weil er ja später auch noch genutzt wird, er wird ja nicht aufgeweitet in den Hauptstollen sondern wird dann später als Bedienungsstollen, als Fluchtstollen, als Servicestollen usw. benötigt. Und in dem Fall ist es ganz sinnvoll, wenn man das macht. Die Kritik ist nur, daß dieser Stollen fallend vorgerieben wurde.

KLIMA: Zum Thema vergruster Semmeringquarzit vielleicht noch ganz kurz: Ich glaube das ist ein ähnlich komplexer Themenkreis wie die Rauhacke. Ich kenne vergruste Semmeringquarzite, wo die Vergrusung schichtgebunden ist. Und es gibt natürlich vergruste Semmeringquarzite, die an Störungszonen liegen. Das hängt möglicherweise mit der schwachen Feldspatführung mancher Abschnitte des Semmeringquarzites zusammen. Es können bis zu 30% Feldspat ohne weiters geführt werden. Offenbar kommt es, wenn er zerlegt und durch die Zerlegung wasserwegig wurde, bevorzugt zur Lösung dieser Feldspäte und er verliert seine Bindung. Es sind das Arkosen. Es gibt solche Aufschlüsse am Pfaffensattel von Vettars dokumentiert, es gibt solche Aufschlüsse in der Rannachserie, cm-mächtige Lagen, die vergrust sind, und die Bänke drüber sind völlig intakt

RIEHL-H: Die aber auch mit Gips in Zusammenhang stehen können.

KLIMA: Nein.

RIEHL-H.: Doch, das gibt es.

FÜRLINGER: Ich habe noch eine kleine Anmerkung zu Sinn und Zweck von Sondierstollen. Ich glaube, wenn man ihn Pilotstollen nennt, dann erkennt man, daß der Stollen nicht nur die Erkundungsfunktion, sondern auch danach eine Funktion hat, etwa bei der zukünftigen Bewetterung, oder eine Verbesserung des Fahrplatzes beim Bau des Hauptstollens. Es steht vielleicht nicht immer die geologische Erkundung im Vordergrund, sondern auch eine Erleichterung des künftigen Bauplatzes durch bessere Möglichkeit des Hereinsprengens des Gebirges und auch der Bewetterung des ganzen Systems.

DEMMEER: Es wäre auch sehr wichtig, wenn z.B. dieser Stollen geeignet wäre für eine Teilschnittmaschine, wo ja fürchterliche Staubentwicklung auftritt. Das ist aber in dem Fall ja nicht anzunehmen.

Ich möchte noch appellieren an den Herrn, der sich Vormittag so zu den Bohrungen von der Geologischen Bundesanstalt gemeldet hat, daß hier alles begleitend aufgenommen wird, der Stollen steht frei für wissenschaftliche Forschungszwecke, und über diese Fragen, die hier entstehen über Rauhackentwicklung usw., da könnte sich ohne weiters irgendwer drüberstürzen. Ich bin nicht maßgebend, aber ich würde schon sagen, die GBA sollte nicht tatenlos zuschauen, wie dieser Stollen gebaut wird.

Eine abschließende Frage Herr Kollege KAISER, wie schätzen sie bei diesem Arbeitsaufwand die Möglichkeit ein, daß sie das also auch noch schaffen, in den Stollen 3 km und 4 km weiterzudringen. Ich kann das gut abschätzen, daß man dann also wahrscheinlich mit der parallelgeführten Fertigaufarbeitung, wie sie es uns berichtet haben, sofort am Monatsende alles unter Dach und Fach haben, daß sie vielleicht dann doch nicht zu Rande kommen oder sie finden einen Geologen, der ihnen da zur Seite steht.

KAISER: Darf ich sie an Ihren Besuch erinnern. Sie waren einmal bei uns. Ich habe ihnen die Situation kurz erklärt und ich glaube, sie haben mir fast wörtlich gesagt, Herr Kaiser es wird dann Situationen geben, wo sie eben nicht alles aufnehmen können. Natürlich ist es nicht möglich jeden Abschlag aufzunehmen. Wir versuchen intensiv so weit wie möglich zu arbeiten und ich glaube wir, sind noch nicht an der Grenze angelangt, es geht noch. Ich finde diese intensive Arbeit ist das einzig Richtige, alles so gut aufarbeiten, soweit es geht.

DEMMEER: Können wir soweit auseinandergehen, daß wir sagen, vernachlässigen Sie aber die Dokumentation nicht auf Kosten der Endausfertigung, sondern lieber die Endausfertigung ein bißchen später machen. Die Dokumentation vor Ort muß auf jeden Fall möglichst vollständig bleiben.

KAISER: Herr DEMMEER, Sie haben vollständig recht, und das werden wir nicht tun, daß ist sicherlich nicht meine Absicht. Wir wissen, wenn die Dokumentation und Bearbeitung vor Ort nicht intensiv geschieht, dann hat die Bearbeitung danach sehr wenig Sinn. Wir sind auch dafür zuständig, daß wir den Vortrieb dahingehend entsprechend steuern.

Diskussionsbeiträge von:

Dr.phil. Wolfgang DEMMEER
Konsulent f. Baueologie
Rosengasse 12
A - 2102 Bisamberg

Prof.Dr. Wolfgang FRANK
Geol.Inst.d.Univ.Wien
GEOZENTRUM
Althanstraße 14
A - 1090 Wien

Dr.phil. Werner FÜRLINGER
Ing.Konsulent f.Techn.Geologie
Karlbauernweg 12
A - 5020 Salzburg

Ass.Prof. Dr. Kurt KLIMA
Inst.f.Technische Geologie und Angewandte
Mineralogie
TU - Graz
Rechbauerstraße 12
A - 8010 Graz

Dr. Georg RIEHL-HERWIRSCH
Hauptstrasse 70
A - 2801 Katzelsdorf

Univ.Prof. Dr. Jean SCHNEIDER
Inst. f. Geologie
BOKU Wien
Gregor Mendelstraße
A - 1190 Wien

o.Univ. Prof.Dr. Georg SPAUN
Lehrstuhl f. Geol. Techn.Univ. München
Kühbergstraße 48
A - 5020 Salzburg

Dipl.Ing. Leopold WEBER
Oberste Bergbehörde
Bundesministerium f. wirtschaftliche
Angelegenheiten
Landstraße Hauptstraße
A - 1030 Wien

Dr. Godfried WESSELY
ÖMV
Siebenbrunnengasse 29
A - 1050 Wien

BARBARA-GESPRÄCHE

Payerbach 1996

Geologische Erkundung zur Trasse des
Traidersbergtunnels, Steiermark

K. KLIMA



Payerbach,
5. Dezember 1996

Anschrift des Verfassers:

*Ass. Prof. Dr. K. KLIMA
Inst. f. techn. Geologie
TU Graz*

*Rechbauerstraße 12
A - 8010 Graz*

Geologische Erkundung zur Trasse des Traidersbergtunnels, Steiermark

K. KLIMA und P. KNOLL

Der Traidersbergtunnel ist Teil des Knotens Obersteiermark der ÖBB. Der Knoten Obersteiermark (Abb. 1) hat die Aufgabe, den bestehenden Engpaß in der Kapazität der Bahn im Kreuzungsbereich von zwei Eisenbahn-Hauptmagistralen, der Südbahn und der Strecke Passau - Spielfeld-Straß, zu beseitigen.

Die Tunnelstrecke führt mit einer Gesamtlänge von ca. 5 km vom Bahnhof Leoben-Donawitz in westlicher Richtung unter dem Traidersberg in den Bereich von Traboch. Bedingt durch die Bündelung von Bahn, Straße, Vordernbergbach und Werksanlagen ergibt sich fast zwangsweise die Lage des Ostportales. Ähnlich wenig Spielraum steht für die Lage des Westportales zur Verfügung. Die Zwangspunkte sind hier Autobahn, Bundesstraße, Veitscherbach und Besiedelung.

Das Projektgebiet liegt innerhalb der geologischen Einheit der Steirischen Grauwackenzone, die einen Teilabschnitt der Nördlichen Grauwackenzone darstellt. Diese erstreckt sich vom Rätikon im Westen bis etwa Ternitz im Osten, wo sie unter den Sedimenten des Wiener Beckens verschwindet. Das entspricht einer Gesamtlänge von etwa 450 km.

Die Breite, also die N-S Erstreckung der Grauwackenzone variiert zwischen maximal 25 km und wenigen 10er Metern. Westlich Innsbruck fehlt sie teilweise völlig. Der Raum Leoben - Eisenerz gehört zu den Abschnitten mit der größten Breite und Heterogenität im Aufbau.

Die Grauwackenzone stellt also einen markanten schmalen Streifen zwischen den kristallinen Gesteinen der zentralen Ostalpen und den Karbonatgesteinen der Nördlichen Kalkalpen dar.

Die schwach metamorphen überwiegend phyllitischen Gesteine der Grauwackenzone sind zum größten Teil aus paläozoischen Sedimenten und Vulkaniten hervorgegangen. Sie sind somit wesentlich älter als die kalkalpinen Gesteine und auch älter als viele Gesteine der zentralen Ostalpen.

Besondere Bedeutung hatte die Grauwackenzone vor allem dadurch, daß Sie die wesentlichsten ostalpinen Erzlagerstätten enthält, wie Erzberg, Magnesit von Trieben und Kupfer von Mitterberg-Hütten und viele andere.

Interesse erweckt die Grauwackenzone vor allem durch Ihre tektonische Position: Innerhalb der Grauwackenzone liegen wesentliche Überschiebungsbahnen der alpinen Decken.

In diesem Zusammenhang muß noch eine weitere geologische Baueinheit erwähnt werden: die Rannachserie.

Die Rannachserie, eine Abfolge von Quarzit, Quarzphyllit und Phylliten, folgt im steirischen Raum über weite Strecken dem Südrand der Grauwackenzone.

Die Rannachserie lagert dem Kristallin als sedimentäre Abfolge auf, hat also direkten Kontakt, zumeist ohne wesentliche tektonische Grenzen.

Über Kristallin und Rannachserie sind die Grauwackenzone und die Nördlichen Kalkalpen zumindestens um 10er km nach Norden überschoben. Auch die Grauwackenzone selbst läßt sich zumindestens in zwei (nach aktueller Meinung bereichsweise sogar 4) Teildecken unterteilen. Diese Decken der Grauwackenzone, die "Veitscher Decke" im Liegenden und die "Norische Decke" im Hangenden sind an der sogenannten Norischen Überschiebung übereinandergelitten (Abb. 2).

Knoten Obersteiermark

Bruck a.d. Mur - Leoben - St. Michael

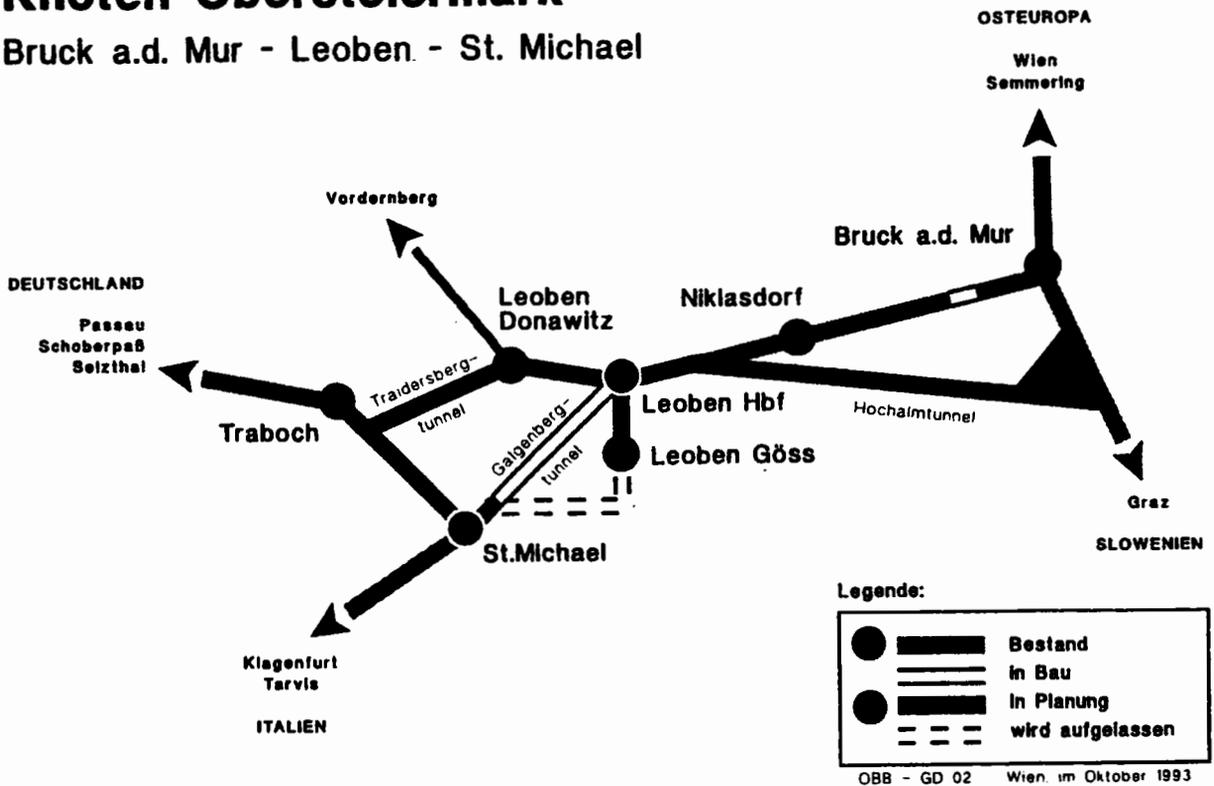


Abb. 1: Knoten Obersteiermark

Der Deckenbau wird hier besonders klar: Die Gesteine der Veitscher Decke haben vorwiegend karbonenes Alter und sind damit jünger als die altpaleozoischen Gesteine der Norischen Decke.

Die Norische Überschiebung ist über weite Bereiche als mächtige Scherzone ausgebildet.

Die Norische Decke ist in sich in weitere Teildecken mit zugehörigen Überschiebungsbahnen gegliedert.

Die Hangenden Einheiten der Norischen Decke stehen wiederum mit den Kalkalpen in sedimentärem Kontakt.

Die gewaltigen Deckenbewegungen haben sich also zur gänze innerhalb der Grauwackenzone abgespielt. Daraus wird leicht verständlich, daß die Grauwackenzone eine in sich extrem zerscherte geologische Baueinheit darstellt. Diese Zerschierung wurde durch die überwiegend geringfesten Gesteine aus denen die GWZ aufgebaut ist, begünstigt.

Etwas mehr ins Detail gehend sieht der Aufbau der Grauwackenzone im Bereich Leoben -

Traboch - St. Michael etwa folgendermaßen aus (Abb. 3):

Über dem Kristallin, in dem z.B. der Gleinalmtunnel und der westlichste Teil des Galgenbergtunnels liegen, folgen die Quarzite und Quarzphyllite der Rannachserie, bekannt aus den Tunnels Wald am Schoberpaß und dem Galgenbergtunnel Jassing West (wo sie allerdings tektonisch extrem zerlegt waren).

Durch Scherzonen getrennt folgen über der Rannachserie Gesteine der Veitscher Decke, Karbonatgesteine, verschiedene Phyllittypen und vor allem Graphitphyllite. Diese Gesteine sind aus dem Galgenbergtunnel, aus dem Niklasdorftunnel und aus den Tunnels bei Bruck nicht gerade in bester Erinnerung.

Über der Veitscher Decke folgt die mächtige Scherzone der Norischen Überschiebung. Bekannt ist diese Scherzone aus dem Bereich der Niklasdorftunnels und der Hangsicherung Schmölderriegel. Alleine aus diesen Erfahrungen ist klar, daß man jeden engeren Kontakt mit der Norischen Überschiebung wenn möglich vermeiden sollte.

Die Norische Decke besteht aus verschiedenen Phylliten, teils aus Quarzphyllit. Einschüppungen von verschiedenen Grüngesteinen, Karbonaten und Kristallinen Gesteinen sind vor allem aus den liegenden Anteilen bekannt. Als eigene tektonische Decke kann man die sogenannte Traidersbergeinheit, eine Vergesellschaftung von extrem zerscherten und weitgehend entfestigten kristallinen Gesteinen, vor allem Gneisen und Glimmerschiefer sowie Phyllite sehen.

Den Abschluß bilden dann Phyllite die in sedimentärem Kontakt mit den untersten Folgen der Kalkalpen stehen.

Der Traidersbergtunnel wird zum überwiegenden Teil innerhalb der Norischen Decke in weiterem Sinn liegen. Im Westen werden Anteile der Veitscher Decke und damit notgedrungen auch die Norische Überschiebung durchfahren werden.

All diese Informationen beruhen im wesentlichen auf in der Literatur vorhandenen Daten. Das sind vor allem die Arbeiten von K. METZ 1938, der Steiermarkkarte von H.W. FLÜGEL & F. NEUBAUER 1984 sowie auf eigenen Erfahrungen von meiner Dissertation in der Grauwackenzone im Bereich Gaishorn im Paltental sowie aus dem im Zuge der Planung und des Baues des Galgenbergtunnels gewonnen Erkenntnisse.

Die vorhandenen Unterlagen liefern in keiner Weise annähernd ausreichende Informationen für die Trassenführung eines Tunnels von Donawitz nach Traboch.

Aus der Karte von METZ 1938 ist lediglich ersichtlich, daß der Traidersberg aus den kristallinen Gesteinen der Traidersbergeinheit aufgebaut ist. Die Norische Überschiebung ist etwa parallel zum Talbach eingetragen und wird als steilstehend beschrieben.

Im Profil sind die Lagerungsverhältnisse als flache Mulde dargestellt. Aussagen über die Situation in der Tiefe des geplanten Tunnels sind nicht möglich.

Die Darstellungen lassen eine gewisse Ratlosigkeit des Autors, die in der Komplexität der Situation und der Vielfalt und schweren

Differenzierbarkeit der Gesteine begründet ist, erkennen. Diese Ratlosigkeit und Unsicherheit wurde von Metz auch in Gesprächen immer wieder bestätigt.

Die geologische Karte der Steiermark 1:200.000 aus dem Jahr 1984 übernimmt im wesentlichen die Darstellung von Metz und bringt somit keine neueren Erkenntnisse. Lediglich die Deckengrenzen sind deutlicher herausgearbeitet.

Zur Erstellung einer Prognose für den Traidersbergtunnel war damit eine Neuaufnahme des gesamten Gebietes notwendig. Diese Neuaufnahme erfolgte in den Jahren 1992 und 1993 durch Mitarbeiter des Institutes für Technische Geologie und Angewandte Mineralogie der TU-Graz, vor allem durch F.-J. Brosch.

Als geologische Kriterien für die Trassenwahl galten:

- Vermeidung der Norischen Überschiebung
- Vermeidung schleifender Schnitte mit Scherzonen
- Scherzonen in stumpfem Winkel auf kürzestem Weg durchörteren
- Vermeidung von besonders wechselhaften Gebirgsbereichen wie der Veitscher Decke
- Vermeidung besonders scherfreudiger Gesteine wie Graphitphyllite

Besonders Augenmerk wurde dabei auf die Norische Überschiebung gelegt, da die Gefahr bestand, daß ihr der Tunnel über weite Strecken folgt.

Neben der geologischen Situation in der Grauwackenzone war der Verlauf der Trofaiach Linie (Abb. 4) nördlich des Traidersberges ein weiteres Kriterium für die Trassenwahl.

Die Trofaiach Linie ist eine linksinnige Seitenverschiebung mit rezenter Erdbebenaktivität und stellt ein erstrangiges Lineament im Ostalpenraum dar. Für den Tunnel spielt dabei weniger die seismische Aktivität eine

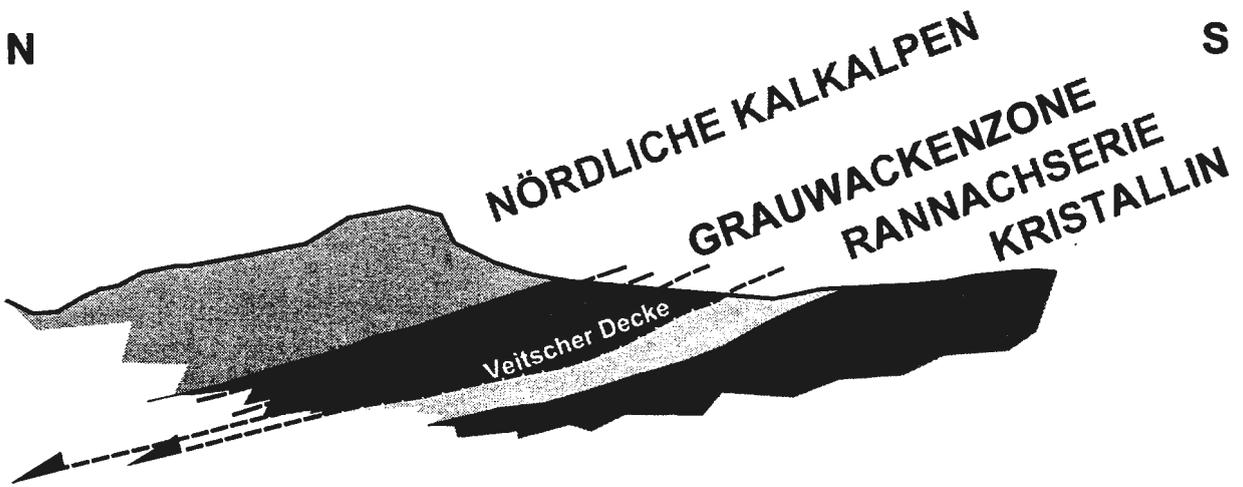


Abb. 2: Prinzipprofil durch die Steirischen Grauwackenzone

GLIEDERUNG DER GRAUWACKENZONE

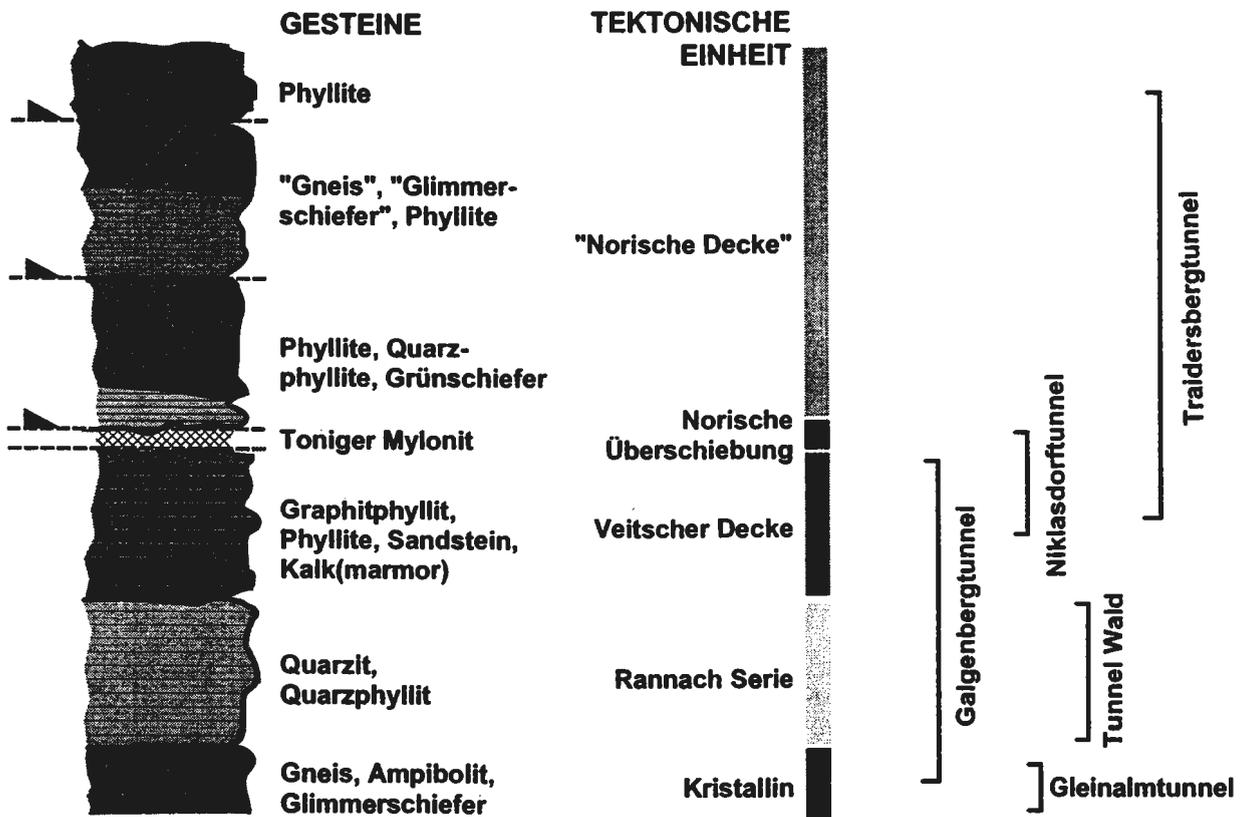


Abb. 3: Schichtabfolge in der Grauwackenzone (nach NEUBAUER et al. 1994)

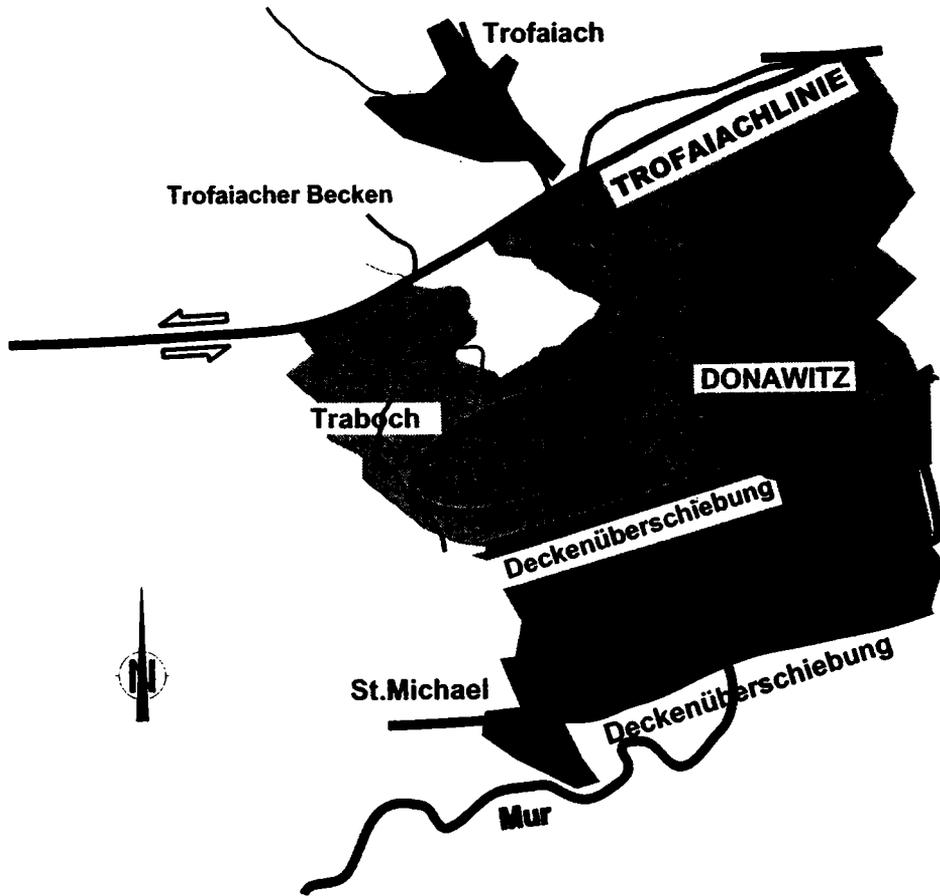


Abb. 4: Geologische Kartenskizze des Projektgebietes

NORD

SÜD

Trofaiacher Becken

TRAIDERSBERG

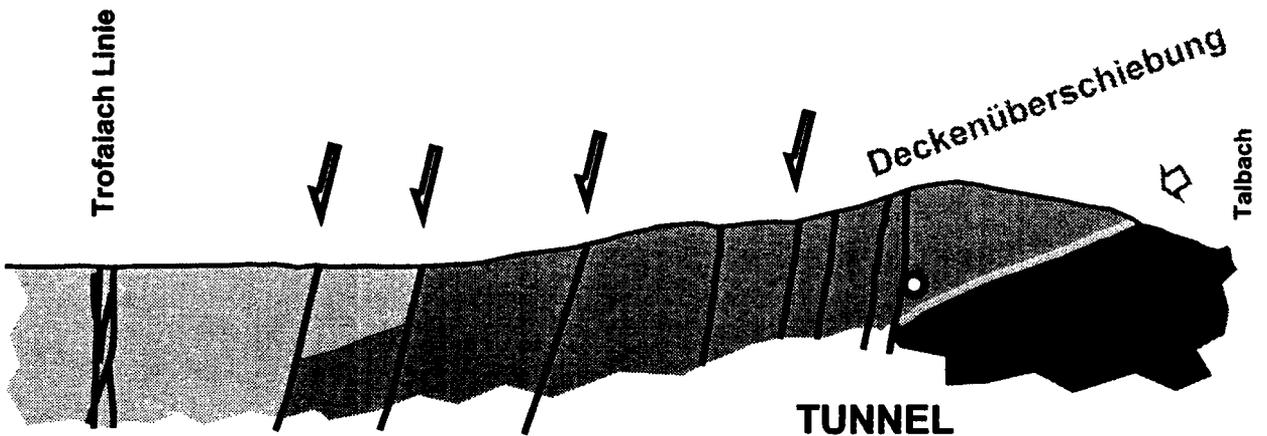


Abb. 5: Geologische Profilskizze des Projektgebietes

Rolle, als vielmehr die zu erwartenden Seitenäste und Verzweigungen bis in den Projektbereich.

Im Zusammenhang mit der Trofaiachlinie ist das Trofaiacher Becken zu sehen, das als pull apart Becken gedeutet wird. Dieses tiefe, mit tertiären Sedimenten gefüllte Becken ließ am nördlichen Abhang des Traidersberges E-W streichende, also tunnelparallele Abschiebungen erwarten.

Es war daher naheliegend eine mehr oder weniger geradlinig, relativ weit im Süden verlaufende Trasse zu untersuchen.

Parallel zur geologischen Kartierung wurde 1992 ein erstes Bohrprogramm mit 12 Bohrungen mit einer Gesamtlänge von etwa 1100 m gestartet.

Die Ergebnisse dieser Bohrungen ließen befürchten, daß die gewählte südliche Linie überwiegend in den äußerst wechselhaften Gesteinsfolgen der Veitscher Decke und im Bereich der Norischen Überschiebung zu liegen käme.

Es zeigte sich, daß die Norische Überschiebung wesentlich flacher als nach den Kartierungsergebnissen angenommen, gegen N einfiel (Abb. 5). Zuverlässige Angaben über den Einfallswinkel waren jedoch nicht zu gewinnen.

Es folgte daher der Entschluß, eine möglichst weit nach Norden verschwenkte Trasse zu untersuchen. Dazu wurde ein Bohrprogramm mit bis zu 360m tiefen Bohrungen erstellt, das sicherstellen sollte, daß der Norischen Überschiebung mit Sicherheit ausgewichen wird. Dieses Bohrprogramm mit etwa 4000 Bohrmeter und umfassenden felsmechanischen in-situ Versuchen wurde 1993 ausgeführt.

Zur Kostenreduktion wurden die tieferen Bohrungen als Vollbohrungen ausgeschrieben, die erst in größeren Tiefen als Kernbohrungen fortgesetzt werden sollten. Um den Informationsverlust im Bereich der Vollbohrung auszugleichen, wurden Messungen mit dem Gammalog durchgeführt.

Es stellte sich heraus, daß in den stark zerscherten Phylliten bei den Vollbohrungen die

Richtung nicht zu halten war. Der Bohrunternehmer entschloß sich daraufhin ohne Mehrkosten die Bohrungen in voller Länge mit einem Seilkernrohr Durchmesser 152 mm als Kernbohrungen auszuführen. So konnten auch im Bereich der Vollbohrung die wesentlichsten geologischen Daten gewonnen werden.

Außerdem konnten bei raschem Bohrfortschritt Kerne mit ausgezeichneter Qualität gewonnen werden. Beispielsweise wurde die Bohrung T9-3 mit einer Teufe von 341 m innerhalb von 10 Tagen mit 100% Kerngewinn ausgeführt.

Das geologische Modell, das zur Zeit anhand aller Daten aus Feldarbeit, Bohrungen und Geophysik im Detail ausgearbeitet wird, zeigt, daß mit der Verschiebung der Trasse nach Norden den ungünstigen Verhältnissen ausgewichen werden konnte. Die Norische Überschiebung verläuft flach nur wenig südlich des Tunnels und wird im Westabschnitt unvermeidlich gequert. Über weite Strecken wird der Tunnel in wenig wechselhaften überwiegend stark zerscherten Phylliten und Glimmerschiefern verlaufen. Die meisten Scherzonen können auf kurzem Wege gequert werden. Stärker wechselhafte Gebirgsabschnitte werden vor allem im westlichsten Teil und im Ostabschnitt erwartet.

Ein wesentliches Kriterium beim Vortrieb wird das Verhalten der überwiegend stark zerscherten Phyllite im Bereich der bis zu 360 m hohen Überlagerung darstellen. Ein geomechanisches Modell, basierend auf den Ergebnissen der ausgeführten in-situ- und Laborversuche ist noch zu erstellen.

Literatur

FLÜGEL, H.W. & NEUBAUER, F.R.: Geologische Karte der Steiermark 1 : 200.000 (mit Erläuterungen).- Geol. B.A. Wien 1984

METZ, K.: Die Geologie der Grauwackenzone von Leoben bis Mautern.- Jb.Geol.B.A., 87, 1 und 2, 165 - 193, Wien 1938.

NEUBAUER, F., HANDLER, R., HERMANN, S. & PAULUS, G.: Reversed Lithostratigraphy and Structure of the Eastern Graywacke Zone (Eastern Alps). Mitt. Österr. Geol. Ges. Wien, 86, 61-74, Wien 1994

DISKUSSION :

Geologische Erkundung zur Trasse des
Traidersbergtunnels, Steiermark

SPAUN: Im Tunnel Wald, der in der Rannachserie vorgetrieben wurde, hat man entgegen allen Erwartungen an einer großen Störungszone Sulfate angetroffen. Deren Deutung ist aus meiner Sicht nur möglich, wenn wir uns vorstellen, daß sie in Verbindung mit den Quarziten entstanden sein müssen. Im Wald waren sie teilweise weggelöst und das Gebirge dadurch aufgelockert.

Nun war ja diese ganze Gegend nie vergletschert, d.h. irgendwann seit dem Jungtertiär haben wir eine sehr starke Verwitterung mit tiefreichender Gipsauslaugung. Da in der Rannachserie Gips weit verbreitet ist, müßten sich die darüberliegenden Gesteine alle gesetzt haben und sind dabei entfestigt worden. Gibt es, und das ist meine Frage, einen Hinweis, daß noch woanders als im Tunnel Wald in der Rannachserie Sulfate oder ihre Auslaugungsrückstände festgestellt worden sind.

KLIMA: Es gibt an der Basis der Rannachserie, der tiefsten Basis der Rannachserie, sehr wohl teilweise Gips u.ä. Aber die Abfolge der Rannachserie geht vom Perm hinauf bis ins Skyth, also dem Unterostalpin des Semmerings etwa vergleichbar, nur daß sie oben bei den Quarziten praktisch aufhört. Es gibt nur wenige Zehnermeter Karbonate über dem Quarzit. Die Gipse liegen ganz an der Basis der Rannachserie. Es gibt dort geringmächtige permische Vulkanitreste und auch permische Sulfatgesteine. Dann folgen aber, ich kenne das aus dem Bereich Gaishorn, 200 m mächtige Phyllite und darüber dann Quarzite. In den höheren Anteilen gibt es dort nirgends mehr Sulfatgesteine.

TUFAR: Wie sieht dort die norische Linie aus.

KLIMA: Wir haben diese norische Linie für den Haupttunnel Gott sei Dank nicht mehr erbohrt.

TUFAR: Sie weichen ihr überall aus, vielleicht ist es auch anders ?

KLIMA: Wir kennen z.B. aus der Hangsicherung Schmölderriegl bei Leoben solche Ausläufer der norischen Linie, wo an die 100 m tonige Mylonite auftreten, und die sind äußerst unangenehm. Aber es ist insgesamt der Anteil an tonigen Myloniten auch in den Phylliten sehr, sehr hoch. Wir werten die Bohrungen alle statistisch auf Verteilung und Anteile von Myloniten und Mächtigkeit aus. Auch die Phyllite sind schon unangenehm genug, aber die absolute Steigerung im Verhalten ist die norische Linie selbst. Norische Linie ist vielleicht zu scharf ausgedrückt, es ist ein weiterer Bereich, sicher mehrere 100 m, in dem immer wieder Scherzonen auftreten.

FÜRLINGER: Im Bereich des Galgenbergtunnels, ein paar km südlich gelegen, den wir damals geologisch betreut haben, gibt es eine große Anzahl von parallelen Störfächen oder Scherwannen, die sehr negative Auswirkungen haben. Die Serie ist total durchbewegt und von Mylonit durchzogen.

DEMNER: War das auch norische Linie ?

FÜRLINGER: Nein, das war eine tektonische(am Tonträger unverständlich), weiter im Süden gelegen, aber ähnliche Gesteine.

FRANK: Ihre tonigen Mylonite an der norischen Linie, wie weit sind die ein regionales Charakteristikum an dieser Fläche und wenn man das großregional betrachtet, gibt es das immer wieder und sieht man es ausreichend an der Oberfläche ?

KLIMA: Man sieht an der Oberfläche nichts, und das ist das Problem. Man kann sie nur morphologisch verfolgen, z.B. im Litzengraben ist das sehr, sehr schön zu sehen. Es gibt dort eine Riesenaufweitung genau an der norischen Linie, der Graben, der sehr eng ist, wird zu einem richtigen Kessel. An der Oberfläche beim Kartieren sieht das kaum jemand, aber mit einer Bohrung erreicht man sie sehr gut.

FRANK: Ich melde da mein Interesse an der Kartierung an, das interessiert mich sehr.

DEMMEER: Verraten sie uns, wer das kartiert hat ?

KLIMA: Das ist aus unserem Institut passiert, Kollege Brosch hat sehr viel gemacht. Zur Kartierung ist vielleicht noch zu sagen, daß wahrscheinlich das endgültige Rätsel Traidersberg kaum zu lösen ist. Es ist so schwer die verschiedenen Gesteine zu differenzieren, es sind praktisch alles Phyllite mit Übergängen zu extrem zerstörten Gneisen. Diese Traidersbergfolge läßt nur teilweise Gneischarakter erkennen.

DEMMEER: Kalkschollen haben sie keine gefunden ?

KLIMA: Am Traidersberg nicht.

SCHROLL: Das Problem der Frage der Sulfate mit der Neubildung wäre ein typisches Beispiel der Anwendung stabiler Isotope. Die Schwedisotope sind so charakteristisch, wenn sie mariner Herkunft sind bzw. auch wenn die Sulfate Oxidationsbildungen sind von Sulfiden. Andererseits wären auch Neubildungen von Kalzit mit Kohlenstoff, Sauerstoff ohne weiteres eindeutig nachzuweisen. Ein typisches Beispiel, daß man vielleicht einmal im Geotechnisches Institut grundlegend untersuchen sollte.

KLIMA: Was ich noch zum Bohrprotokoll sagen wollte, wir haben bei den Tiefenbohrungen, die wir ja ursprünglich nicht voll kernen wollten, durchgehend Gammalogs gefahren, in der Hoffnung, das Kristallin und Phyllite von den Gammawerten her unterscheiden zu können, das geht auch. Wir sind jetzt in der glücklichen Lage, daß wir eine

durchgehende geologische Information haben, da die Bohrfirma das zur Gänze voll gekernt, allerdings dann nicht mehr in Kernkisten gelegt hat. Wir konnten aber die Kerne trotzdem aufnehmen, parallel dazu die Gammalogs, und bei uns laufen natürlich auch Diplomarbeiten in Richtung zur Interpretation dieser Gammalogs. Ein großes Problem ist die Literatur, die Interpretation solcher Logs stammt alles aus Sedimenten, und das ist nicht direkt übertragbar auf Kristallin.

DEMMEER: Man kann sich dazu kristallingeologische Untersuchungen (*am Tonträger unverständlich*). Es ist offenbar bei ihnen, wie auch oft bei mir, passiert, daß was nicht bezahlt wird, von den Bohrleuten nicht in Kisten gelegt wird. Es ist ein Wahnsinn, wenn man denkt, wie wertvoll das Material eigentlich ist, was ein Laufmeter kostet, und dann kommt es auf eine Kiste an, die in der Serienproduktion vielleicht 150,-- kostet, die Bohrung selbst kostet aber per Laufmeter 3.500,--, das ist der Jammer.

KLIMA: Die Kerne werden dann in 10 m Länge auf der Wiese aufgelegt und wenn man es vor dem Regen geschafft hat, dann kann man die sehr gut aufnehmen.

WESSELY: Ich wollte fragen, ob vielleicht sie (*am Tonträger unverständlich*).

KLIMA: Über den Aufbau solcher junger Scherzonen, das ist eine Mischung aus und duktil. Dementsprechend gibt es sehr dichte und sehr durchlässige Zonen, das hängt sehr stark vom Ausgangsmaterial ab. Je spröder das Ausgangsmaterial desto eher gibt es spröde, durchlässige Bereiche in der Scherzone. In den Scherzonen, der Phyllite ist mit sehr wenig Durchlässigkeit zu rechnen, die sind eher dicht. Aber es sind die Phyllite an sich schon dicht. Ich möchte zu den Porositätswerten noch etwas sagen, es werden oft diese tonigen Mylonite mit Tonen verglichen, mit normalen sedimentären Tonen, aber die Porosität ist wesentlich geringer. Die Porosität liegt etwa im Bereich von normalen Phylliten, also wenigen Prozent, und vor allem sind es sehr kleine Poren, also im Nanometerbereich.

Im Gegensatz dazu haben wir sedimentäre Tone mit großen Poren μ -Bereich.

WESSELY: Und bei den Quarziten, wie schaut es da aus mit den Porositätswerten?

KLIMA: Habe ich noch keine.

WESSELY: Ich wollte einen Vergleich zwischen Dolomit und Quarzit, mich würde interessieren, was der Quarzit kann im Vergleich zum Dolomit.

KLIMA: Wir haben uns in erster Linie mit den Scherzonen beschäftigt.

RIEHL-H: Wir hatten gestern eine Fachberatungssitzung der Geoschule Payerbach, und da war ein Thema das Bohrkernarchiv. Die Bohrkern aufzuheben ist eine dringende Sache und überregional erforderlich. Den zuständigen Ministerien und den zuständigen Leuten kann man nicht oft genug sagen, wie wertvoll diese Kerne sind und welche Kosten hineinfließen um sie zu bekommen. Milliarden und Millionen werden dann weggeschmissen, anstatt die relativ geringen Aufbewahrungskosten in Kauf zu nehmen.

KLIMA: Darf ich dazu vielleicht aus der Erfahrung sagen, daß diese Kerne, eigentlich nach der Aufnahme nicht mehr brauchbar sind. Sie verlieren jediglichen Informationsgehalt, was den Gebirgszustand betrifft. Sehr wohl behalten sie aber den mineralogischen oder den petrographischen.

RIEHL-H.: Ich wollte gerade sagen, da sind eine ganze Reihe von Informationen drinnen.

KLIMA: Die Kerne der ÖBB liegen in einem Bohrkerndepot der Bundesbahn in St. Michael, und sind noch zugänglich, zumindest so lange, bis das Bauwerk verwirklicht ist. Das ist also unsere Meinung, man sollte diese Bohrkern aufheben so lange, bis das Bauwerk fertig ist.

Der wichtigere Punkt meines Erachtens ist die wirklich exakte Dokumentation dieser Bohrkern. Es ist Standard alle Kerne in diesem Maß zu photographieren, daß 1 m so um die 18 cm lang ist. Das ist alles machbar, daß das verzerrungsfrei photographiert wird, auch zu relativ vernünftigen Preisen, und in Kombinationen mit einem ordentlichen Protokoll, mit

einem Photo, das ist besser als den Kern selbst zu haben, ausgenommen natürlich rein petrographische Untersuchungen.

Die Kosten sind offenbar schon zu groß. Es waren etwa 10.000 lfm Bohrungen von der S6, der Semmeringschnellstraße, in Schottwien und man hat nicht gewußt, was man damit tun soll. Das Berggesetz schreibt vor, daß sie aufgehoben werden müssen. Der Straßenerhalter sagt, er brauche sie nicht mehr, ihren Zweck haben sie für ihn erfüllt und er ist nicht bereit die Kosten für die weitere Lagerung zu bezahlen. Es wurde die Geolog. Bundesanstalt verständigt, daß da 10.000 lfm Bohrkern liegen, wenn sie Interesse daran hätten, können sie diese abholen. Daraufhin war das Interesse der GBA natürlich erloschen. Es gibt in der Steiermark ein Bohrkerndepot und die suchen sich Einzelbohrungen aus, die es wert sind aufgehoben zu werden.

RIEHL-H.: Natürlich wird man es reduzieren, das ist keine Frage. Aber umfangreiche Bohrungen haben einen unschätzbaren Wert und ein Foto kann die direkten Informationen nicht ersetzen. Es gibt hundert Sachen, die man heute noch gar nicht sieht, es gibt die Möglichkeit von Isotopenuntersuchungen, es gibt neue Erkenntnisse. Dann muß wieder um teures Geld gebohrt werden.

DEMME: Ich kann das bestätigen. Wir haben Kilometer von Bohrkernen und bekommen dann von der GBA ein höfliches Schreiben, daß wir sie vernichten können oder daß sie keine Möglichkeit haben, sie aufzuwahren. Bohrkern, insbesondere von Lockergesteinen, zerfallen bei der Austrocknung und man müßte sie klimatisieren. Der Wert, den solche Bohrungen in den nächsten 20 bis 40 Jahren haben, dann gibt es vielleicht andere Techniken, ist nicht voraussehbar.

Ich bin schon dafür, daß man so wertvolles Material auswertet, soweit es möglich ist, ich habe mich auch überzeugen können, daß es passiert und ich glaube nicht, daß man mehr tun kann, wenn man die Kosten für die Lagerung nicht unterschätzt. Ich komme vom Kraftwerkbau und wir haben enorme Kosten, denn sobald jemand weiß, das sind potente Zahler, dann schnellen die Kosten in die

Höhe, so daß sie sich darum eine Eigentumswohnung kaufen können.

TUFAR: Ohne ihnen nahe treten zu wollen; sie nehmen etwas auf, aber das ist der heutige Kennbestand, in 50 Jahren habe ich ganz andere Methoden, vielleicht auch Bohrmethoden. Und dann kann man auf die Kerne wieder zurückgreifen. Vielleicht kann man die auch untätig deponieren. Da gibt es ja auch genügend Gewölbe, wo man das machen könnte.

SCHROLL: Das ist jetzt 40 Jahre her, da gab es von der ÖMV eine Bohrung. Dann ist der Dr.TAUBER auf die Idee gekommen, versuchen wir einmal diese Bohrkerne zu laugen. Da hat sich gezeigt, daß man die detritischen und die marinen Sedimente wunderbar unterscheiden konnte. Heute hat man analytische Methoden, die ganzen Halogene und die Alkali zu bestimmen, das ist eine relativ rasche Methode. Das waren auch Kerne, die lange gelagert waren, und die Informationen sind noch drinnen.

Diskussionsbeiträge von:

*Dr.phil. Wolfgang DEMMER
Konsulent f. Baugologie
Rosengasse 12
A - 2102 Bisamberg*

*Prof. Dr. Wolfgang FRANK
Geol.Inst.d.Univ.Wien
GEOZENTRUM
Althanstraße 14
A - 1090 Wien*

*Dr.phil. Werner FÜRLINGER
Ing.Konsulent f.Techn.Geologie
Karlbauernweg 12
A - 5020 Salzburg*

*Dr. Georg RIEHL-HERWIRSCH
Hauptstrasse 70
A - 2801 Katzelsdorf*

*Prof. Dr. Erich SCHROLL
Haidbrunnngasse 14
A - 2700 Wiener Neustadt*

WEBER: Vielleicht zum organisatorischen eines Bohrkernlagers. Das muß natürlich auch handhabbar sein. Das nur in einen Hohlraum hineinzugeben bringt keinen Sinn.

TUFAR: Reden wir doch von den Kosten. Bei den anfallenden Bohrmeteren wären die enorm.

WEBER: Es ist sicher sinnvoll von gewissen Strecken das Kernmaterial auszuwählen und dann entsprechend in einem Bohrkernarchiv abzulegen. Zur Meinung, daß alle Bohrkerne nach dem Berggesetz abgelagert werden müssen, das gilt natürlich nur für bergbauliche Arbeiten, für Rohstofferkundung, nicht aber für Kraftwerks- oder Verkehrswegebau.

DEMMER: Die geschwungene S-Linie, die dieser Entwurf vorsieht, ist das der Wunsch der Bahn oder des Geologen ?

KLIMA: Das ist die tatsächliche Linie, die gemeinsam mit der Bahn und dem Geologen festgelegt worden ist.

*o.Univ.Prof. Dr. Georg SPAUN
Lehrstuhl f.Geol. Techn.Univ. München
Kühbergstraße 48
A - 5020 Salzburg*

*Univ.Prof. Dr. Werner TUFAR
Philipps-Univ.Marburg
Fachbereich Geowissenschaften
Hans-Meerwein-Straße
D-35032 Marburg/Lahn*

*Dipl.Ing. Leopold WEBER
Oberste Bergbehörde
Bundesministerium f. wirtschaftliche
Angelegenheiten
Landstraße Hauptstraße
A - 1030 Wien*

*Dr. Godfried WESSELY
ÖMV
Siebenbrunnengasse 29
A - 1050 Wien*

BARBARA-GESPRÄCHE

Payerbach 1996

St. Barbara, Heilige und Schutzpatronin
durch die Jahrhunderte

N. TOPLITSCH



Payerbach,
5. Dezember 1996

INHALT

1. BARBARA - BORBETH	101
2. BARBARALEGENDE	101
3. IKONOGRAPHIE	103
4. PATRONATE	104
5. DIE VEREHRUNG DER HL. BARBARA	107
6. BARBARABRÄUCHE	109
7. DIE VEREHRUNG DER HL. BARBARA IM RAXGEBIET	111
LITERATUR	116

Anschrift des Verfassers:

Dir. Norbert TOPLITSCH

Hauptschule Reichenau

A - 2651 Reichenau

St. Barbara, Heilige und Schutzpatronin durch die Jahrhunderte

N. TOPLITSCH

Alljährlich, wenn die Tage dunkler werden und sich die Sonne ihrem tiefsten Stand nähert, zu Beginn des Advents, feiern wir das Fest der hl. Barbara, einer der liebwürdigsten Heiligen im christlichen Kalender. Mitten in den Tagen der Finsternis, in der die Sonne und die gesamte Natur gleichsam stirbt - in einer Zeit, welche sich unsere Urahnen von allerlei spukhaften Gestalten belebt vorstellten - erscheint uns diese Heilige wie ein lichter Bote des kommenden Weihnachtsfestes und des Erwachens und Erstarkens der Sonnenkraft im neuen Jahr

1. Barbara - Borbeth

Bereits in vorchristlicher Zeit hatte die hl. Barbara ein heidnisches Pendant: so verehrten die Kelten eine Erdmutter - Dreiheit, deren Name als Beth, Pöte, Butte, Butze oder Petze bis heute im Volksmund nachzuweisen ist. In der römischen Mythologie bezeichnete man diese drei heilbringenden Göttinnen als Parzen; sie brachten den Frauen Kindersegen und spendeten dem Lande Fruchtbarkeit. Ambeth ist die lebensgebärende Mutter; Wilbeth symbolisiert das Leben mit all seinen Freuden und Leiden, sie ist die Schicksalsbestimmerin; Borbeth oder Barbeth hingegen zerschneidet Leben und Geschick. Diese Trinität steht demnach in enger Beziehung zu den germanischen Nornen Urd, Werdandi und Skuld.

Während das Grundwort dieser drei Frauen - „beth“ - in verschiedenen Orts- und Flurnamen noch erhalten geblieben ist, findet man den Namen der Borbeth in Flurnamen bzw. im Volksmund kaum mehr vor. Borbeth bedeutet „dunkle, schwarze Beth“, die das Leben beendet und in ihren Schoß zurücknimmt, aber auch wieder neues Leben entstehen läßt. Meist waren es unterirdische Kultstätten, die der

Todesgöttin Borbeth geweiht waren; besondere Flurnamen in Zusammenhang mit „Holla“ oder „Holle“ weisen auf diese keltische Muttergottheit hin. Borbeth ist also die heidnische Vorläuferin der christlichen Jungfrau und Märtyrerin Barbara, was noch deutlicher in der Koseform „Babette“ zum Ausdruck kommt.

In diesem Zusammenhang sei folgendes erwähnt: in der Nähe von Payerbach, wo in jüngster Zeit mehrere keltische Schalensteine und Dolmen entdeckt wurden, befindet sich das Dorf Pettenbach (Ortsgemeinde Payerbach, Gerichtsbezirk Gloggnitz), dessen Name auf eine Kultstätte der oben genannten vorchristlichen Bethfrauen hindeutet; dies wird auch durch die Tatsache untermauert, daß sich südlich Pettenbach der „Höllgraben“ oder „Hellgraben“ erstreckt, womit wir wieder bei Borbeth angelangt sind!

2. Barbaralegende

Wer war jene geheimnisvolle Heilige des frühen Christentums, von der die Forschung bisher nicht hat ergründen können, wann sie auf Erden gelebt hat? Der Überlieferung nach stammte die hl. Barbara aus Nikomedien in Kleinasien, dem heutigen Izmid in der Türkei. Unter dem römischen Kaiser Galerius Valerius Maximinus, genannt Daja (305 - 313), einem der brutalsten Vollstrecker der von Kaiser Diokletian (284 - 305) im gesamten römischen Reich angeordneten Christenverfolgung, dürfte sie um 306 den Märtyrertod erlitten haben. Barbaras Standhaftigkeit und ihr starker Glaube, dessentwegen sie in den Tod ging, hat die Menschen durch alle Zeit ergriffen. Ab dem 14. Jh. wurde sie in die Gruppe der 14 Nothelfer aufgenommen.

Über ihre Bekehrung zum Christentum und ihr Martyrium berichten zahlreiche Legenden. Danach soll sie die Tochter des wohlhabenden Heiden Dioscuros gewesen sein, der ihr eine sorgfältige Erziehung angedeihen ließ, um sie einem edlen heidnischen Jüngling vermählen zu können. Die reichsten und vornehmsten Jünglinge warben um die außergewöhnlich schöne Jungfrau, doch Barbara wies jeden Freier ab. Gerne besuchte sie eine Gruppe von getauften Christen, die in ständiger Angst vor den kaiserlichen Christenverfolgern im verborgenen lebte.

Als der Vater die seltsame Veränderung im Wesen seiner Tochter bemerkte, ließ er sie in einen Turm sperren, um sie einerseits vom Christentum fernzuhalten und andererseits in ihr die Lust auf die Ehe zu wecken. Auf ihren Wunsch ließ er in den Turm ein Badezimmer mit zwei Fenstern einmauern. Von einer kurzen Reise zurückgekehrt bemerkte Dioscuros, daß Barbara den Bauarbeitern befohlen hatte, drei Fenster auszuführen, die sie dem Vater als Symbol für den dreifaltigen Gott darstellte. Außerdem bekannte sie freimütig, daß sie inzwischen Christin geworden sei, die Taufe empfangen und das Gelöbnis ewiger Jungfräulichkeit abgelegt habe.

Außer sich vor Zorn befahl der Vater, Barbara solle dem Christentum entsagen. Als sie dies

standhaft verweigerte, wollte sie Dioscuros schlagen, doch Barbara konnte entfliehen, ein Felsen tat sich auf und verbarg die Jungfrau. Nachdem das Versteck durch einen Hirten verraten worden ist, schleppte der Vater seine Tochter vor den römischen Statthalter, der ebenfalls zu den erbittertesten Christenverfolgern gehörte.

Dieser ließ Barbara geißeln, doch wunderbarerweise bemerkte sie dazu nur, es sei ihr, als ob sie von Pfauenfedern gestreichelt werde. In der Nacht kamen Gottes Engel und heilten ihre Wunden. Daraufhin ließ sie der Statthalter mit Keulen schlagen, mit Fackeln brennen und ihr die Brüste abschneiden. Als er sie völlig entkleidet durch die Straßen der Stadt treiben lassen wollte, erschien ein Engel und hüllte den blutenden Körper Barbaras in weißes Gewand.

Über ihre Standhaftigkeit erzürnt verurteilte sie der Statthalter zum Tod durch das Schwert. Als der Henker zögerte, das schöne Mädchen zu töten, enthauptete Dioscuros eigenhändig seine Tochter, worauf ein entsetzliches Gewitter niederging und er selbst vom Blitz erschlagen wurde.

Soweit eine der vielen Barbara-Legenden, die uns durch die Ostkirche überliefert wurden und mehr oder minder detailliert in verschiedenen Varianten all dasselbe berichten.



Abb 1: Martyrium der hl. Barbara, nach einem Holzschnitt aus dem Jahre 1488 von Anton KOBERGER aus „Leben der Heiligen“

3. Ikonographie

Kaum eine Heilige - die Gottesmutter Maria ausgenommen - wird in der bildenden Kunst sooft dargestellt wie Barbara, keine hat so viele Attribute wie sie, keiner anderen Heiligen sind so viele Sprüche, Gebete, Gedichte, Spiele und Lieder gewidmet wie ihr. Zuzufolge der verschiedenen Legenden wird St. Barbara mit den verschiedensten Attributen dargestellt; eine eindeutige Identifikation kann nur bei Vorhandensein mehrerer Attribute erfolgen. Die Hagiographie unterscheidet zwischen generellen Attributen wie Kleidung, Zeichen und Werkzeuge des Martyriums (z.B. Palme, Kranz, Krone, aber auch Schwert, Heiligenschein oder Nimbus) und typischen oder individuellen Attributen.

Die Kleidung bei St. Barbara ist meist reich und prunkvoll; es soll damit gezeigt werden, daß die Jungfrau von vornehmer Abstammung war (Dioscuros wird in den Legenden als Adelige bzw. sogar als König bezeichnet). Die prunkvolle Kleidung läßt aber auch das Bestreben erkennen, der Heiligen bereits im Diesseits einen bevorzugten Platz zuzuweisen.

Die Krone als Kopfschmuck kann ebenfalls auf die adelige (königliche) Herkunft hinweisen, es fällt ihr aber auch die Aufgabe zu, die göttliche Verbindung herzustellen; nur in seltenen Fällen ist sie als Märtyrerkrone aufzufassen.

Der Palmenzweig als Siegespalme oder Märtyrerpalme hingegen gilt als allgemeines Symbol für sämtliche Märtyrerinnen.

Das Schwert - ein sehr häufiges Attribut der Heiligen (vgl. Paulus, Jakobus der Ältere, Matthäus und Katharina) - weist auf die Enthauptung der Heiligen hin

Dem Heiligenschein oder Nimbus begegnet man dagegen bei fast allen Heiligen, vor allem bei bildlichen Darstellungen.

Wir wenden uns den individuellen Attributen zu: das Hauptsymbol der hl. Barbara ist der Turm; schon die ältesten Darstellungen in der orthodoxen Kirche zeigen Barbara mit diesem Attribut. Der dunkle Turm setzt die frühe dunkle Kult- und Bestattungshöhle fort; er ist

das Zeichen für jegliche Gefangenschaft; der sich plötzlich öffnende Turm gilt aber auch als Symbol für die wunderbare Errettung aus einer ausweglosen Situation. Der Turm kann rund oder eckig, mit Kegeldach oder Pyramidendach, mit oder ohne Mauerzinnen dargestellt sein. Er kann auf dem Boden stehen, sich hinter Barbara befinden oder von ihr in der Hand gehalten werden. Meist erscheint er als fertiges Bauwerk mit drei Fenstern, durch die trotz Gefangenschaft die Gnade der Dreifaltigkeit Eingang fand und Barbara zur Christin machte. Der Turm kann sich jedoch auch im Stadium des Baues befinden (z.B. bei Jan van EYCK), oder es wird das Herausbrechen des dritten Fensters dargestellt. Aus dem Gefängnisturm wurde später der Befestigungs- oder Wehrturm, nach der Erfindung des Schießpulvers zum Pulverturm; im 19. Jh. mutierte er zum Förderturm eines Bergwerkes und in heutiger Zeit zum Bohrturm für Erdöl- oder Thermalwasserförderung.

Auch der Kelch ist ein altes Sinnbild für Segen, Überfluß und neues Leben; zusammen mit einer Hostie, die aus dem Kelch herausragt oder über dem Kelch schwebt, versinnbildlicht er die Stärkung, die Barbara während der Kerkerhaft erfuhr, indem ihr ein Engel die hl. Kommunion gebracht haben soll. Die Hostie kann auch das Christusmonogramm IHS tragen. Manchmal befindet sich der Kelch im Inneren des Turmes, z.B. in dessen Untergeschoß. Anstelle des Kelches kann auch die sehr seltene Darstellung mit einer Monstranz und Hostie treten.

Relativ häufig findet man die Heilige mit einem Buch (=Bibel) in der Hand dargestellt; selten sind jedoch Darstellungen, bei denen Barbara im Inneren eines Zimmers in die Lektüre der Bibel vertieft ist, wodurch sie schließlich zum Christentum gefunden hat.

Manchmal findet man auch den heidnischen Vater Dioscuros zu Füßen St. Barbaras, einmal abwärts blickend, dann wieder nachdenklich aufwärts zu seiner Tochter schauend (z.B. Sandsteinplastik am Bischofstor des Wiener Stephansdomes) als Verherrlichung und Sieg des Christentumes über das Heidentum.

Die Darstellung mit Märtyrermantel und dem Kreuz in der Hand findet man vor allem in der Kunst des Byzantinischen Ritus, also auf Ikonen.

Die seltenen Attribute wie Pfauen- oder Straußenfedern, Ruten bzw. Geißeln (die sich zu Pfauen- oder Straußenfedern verwandeln) sowie eine oder mehrere Fackeln deuten auf die Folterung der Heiligen hin, deren Qualen jedoch von Barbara nicht empfunden werden.

Manchmal findet sich aber als Bildüberschrift, Bildunterschrift oder in einem Schriftband auch der Name der Heiligen als „Sancta Barbara“ oder „St. Barbara“.

Die Darstellung Barbaras mit einem Kanonenrohr bzw. einer Kanone ist bereits stark von einem Patronat beeinflusst.

Immer wieder haben sich bedeutende Meister von der Barbaralegende inspirieren lassen und die Heilige auf die verschiedenste Art und Weise dargestellt. Der Niederländer Jan van EYCK stellte 1437 die Heilige mit Buch und Palme und dem Bau eines gewaltigen gotischen Turmes im Hintergrund dar, Martin SCHONGAUER um 1480 mit Turm, Kelch und Hostie, der niederländische Maler Hans MEMLING schuf sein Barbarabild mit Turm in den Händen der Heiligen 1488. Bei Lucas CRANACH (1472 - 1553) wird Barbara im Turm von Jesus Christus gekrönt. Weitere bekannte Darstellungen stammen von Hans HOLBEIN d.J (1497 - 1542) mit Turm und Kanone, von Peter Paul RUBENS (um 1620) sowie REMBRANDT (1606 - 1669). Von den italienischen Meistern seien PALMA il Vecchio (in der Kirche Santa Maria Formosa in Venedig, um 1500), Domenico GHIRLANDAIO (1449 - 1494), TINTORETTO (1518 - 1594) und RAFFAEL SANTI (1483 - 1520) genannt; Raffael stellte die Heilige auf seinem berühmtesten Bild, der Sixtinischen Madonna (1512 für die Klosterkirche San Sisto durch Papst Julius II. della Rovere bestellt, in dessen Familie die hl. Barbara besonders verehrt wurde (1753/54 vom sächsischen König in Dresden erworben), besonders anmutig als Personifikation des Glaubens dar.

Von den zahlreichen meist spätgotischen Barbarastatuen seien jene von Tilman RIEMENSCHNEIDER (um 1514) und die Barbara vom Wiener Neustädter Altar im Wiener Stephansdom (um 1420 - 1430) genannt. Darüber hinaus gibt es unzählige Barbaradarstellungen von unbekanntem Meistern auf Tafelbildern, Zunftfahnen, Votivbildern, Glasfenstern und Schnitzwerken.

Sehr oft wurde St. Barbara auch zusammen mit anderen Heiligen dargestellt; es handelt sich hierbei meist um Dreiergruppen, z.B. mit der Gottesmutter und dem Jesukind, der hl. Dorothea und der hl. Ursula und besonders mit der hl. Margaretha und der hl. Katharina; letztere zählt ebenso wie die hl. Barbara zu den 14 Nothelfern. Ein bekannter Volksspruch über diese Heiligen lautet:

„Barbara mit dem Turm,
Margarete mit dem Wurm
Katharina mit dem Radl,
das sind die drei heiligen Madl.“

Die „drei heiligen Madl“ gelten auch als Schützerinnen des Wehrstandes (St. Barbara), des Nährstandes (St. Margaretha) und des Lehrstandes (St. Katharina).

4. Patronate

Die Verehrung der hl. Barbara findet auch Ausdruck als Schutzpatronin verschiedener Berufe oder Berufsgruppen und als Helferin in Not und Gefahr. Die Beweggründe, warum eine heiligmäßige Person in früheren Jahrhunderten als Fürsprecher oder Schutzpatron einer bestimmten Personengruppe, eines Berufes oder einer bestimmten Sache im menschlichen Leben in Anspruch genommen wird, ist manchmal schwer zu beantworten oder gar nicht mehr nachvollziehbar.

Vom Hauptattribut der Heiligen, dem Turm, leiten alle jene Berufszweige, die mit der Errichtung eines Bauwerkes beschäftigt sind, die Schutzherrschaft der Heiligen ab: Architekten, Bauarbeiter, Maurer, Zimmerleute und Dachdecker; auch die Gefangenen, die ja früher oft genug in einem finsternen Turm schmachten



Abb. 2: Hl. Barbara, mit Kanonenrohren, Darstellung von Angelo Jank (1. Weltkrieg)



Abb. 3: Barbarakapelle in Payerbach, dahinter der Grillenberg

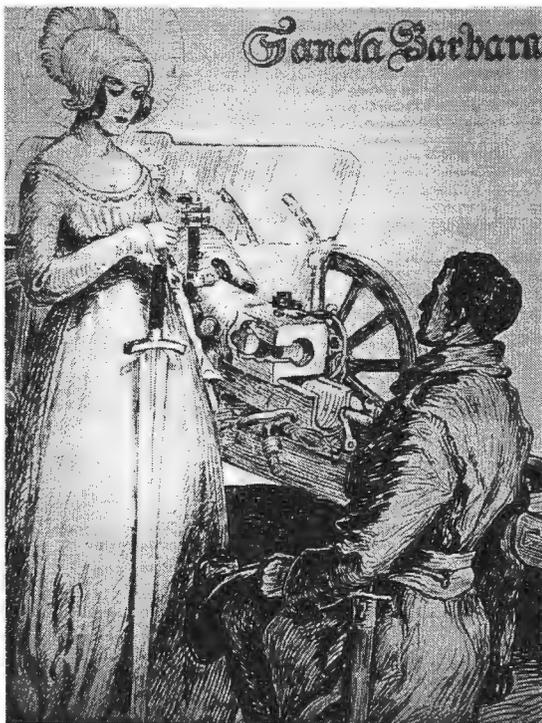


Abb. 4: Holzschnitt "Hl. Barbara mit Wachauer haube". (Darstellung aus 1. Weltkrieg)



Abb. 5: Hl. Barbara mit Kelch, geborstener Turm im Hintergrund

mußten, riefen St. Barbara als Schutzpatronin an, ebenso die Türmer.

Der Blitz, der den heidnischen Vater nach der Enthauptung seiner Tochter niederstreckte, diente als Sinnbild des plötzlichen Todes gleichfalls als Grundlage etlicher Patronate. Da der Blitz auch als Ursache des Feuers anzusehen ist, haben alle Berufe, die irgendwie mit Feuer, Donner und Blitz - im weiteren Sinn mit Explosivstoffen - zu tun haben, ihr Patronat davon abgeleitet: Büchsenmacher, Feuerwerker, Raketenmacher, Kanoniere, Salpetersieder als Hilfgewerbe der Schießpulverherstellung, Pulvermacher, Gießler, Glockengießler und Geschützgießer, Schmiede und Waffenschmiede. In diese Kategorie fällt überhaupt die Schutzfunktion der hl. Barbara über die Artillerie. Der Kanonendonner, das Mündungsfeuer des Geschützes und die damit verbundene Pulverexplosionen stellen einen wechsellvollen Bezug zum strafenden und tödenden Blitz dar. Da das Attribut des Turmes auf den Pulverturm ausgedehnt wurde, ist St. Barbara auch die Schutzherrin jener Bauwerke, wo Kanonen, Pulver, Blei und Geschosse jeglicher Art aufbewahrt wurden, deshalb befand sich über Arsenalen, Festungsbauwerken, Pulverkammern, Munitionsdepots und Zeughäusern meistens ein Standbild der Heiligen.

Auf französischen Kriegsschiffen wurde das Munitionsdepot als „Sainte Barbe“ bezeichnet - nach dem Standbild der Heiligen, welches schützend über dem Eingang des gefährlichsten Raumes des Schiffes stand.

Bei Kriegsschiffen hieß früher der drehbare gepanzerte Geschützturm „Barbetedrehpanzer“ (vom franz. Barquette für Barbara), der auf der Barbettelafette gelagert war. Bei der Landartillerie verstand man unter „Barquette“ eine Erdanschüttung vor dem Geschütz, die sogenannte Geschützbank.

Überhaupt sei festgehalten, daß die hl. Barbara als Beschützerin vor plötzlichem Tod als Patronin des gesamten Wehrstandes anzusehen ist und dies auch bei den Barbarabräuchen zum Ausdruck kommt, wengleich sich Artilleristen und Pioniere (Pulver-Blitz-Sprengung) unter ihren besonderen Schutz stellen. In ihrer Funktion als Patronin des Wehrstandes war St.

Barbara in früheren Jahrhunderten auch die Patronin der Ritter.

Da die Heilige aber auch gegen Blitz und Donner angerufen wurde, erweiterte sich ihr Schutz vor Gewitter und Stürmen; die Seeleute riefen die Heilige als Patronin gegen Stürme an, die Feuerwehreute und Spritzenmänner verehren sie neben dem hl. Florian als zweite Patronin, und der Bauer betet zu ihr um Abwendung von Blitz und Hagel.

Barbara ist außerdem die Patronin für eine gute Sterbestunde, auch gilt ihre Fürbitte bei jedem jähen oder unversehenen (d.h. unvorbereiteten, nicht bußfertigen) Tod. In einem Spruch aus dem Jahre 1435 kommt dies zum Ausdruck:

„St. Bärbel, die vermag zu stärken,
denn wer in ihren Diensten steht,
nie ohne Sakrament von hinnen geht!“

Das Feuerpatronat wurde mitunter auch ziemlich großzügig aufgefaßt: so haben auch die Köche, die ja früher am offenen Kaminfeuer hantieren mußten, die Heilige zur Schutzpatronin, ebenso das Bedienungspersonal von Dampfmaschinen oder die Maschine selbst.

Über das Feuerpatronat bzw. über die Feuerfalter der Heiligen kommen wir zur Berufsgruppe der Eisengießler, Glockengießler, Geschützgießer und damit auch zu den Glöcknern und wieder zu den Türmern. Gießler unterliegen den Gefahren des Feuers; der Glockengießler stellt Glocken her, die seit Jahrhunderten als Abwehrmittel gegen Blitz und Unwetter galten (vgl. den Spruch bei Schillers „Lied von der Glocke“: „Lebende ruf' ich, Tote beklag' ich, Blitze brech' ich“). Es war im Volksglauben tief verwurzelt, daß man durch das Wetterläuten (von Kaiser Joseph II. verboten!) böse Geister und Dämonen, welche das Unwetter gleichsam anführen, verscheuchen konnte; deshalb waren die „Wetterglocken“ auf den Namen „Barbara“ geweiht. Die Glockengießler waren früher auch diejenigen, denen es nach altem Zunftrecht allein zustand, Geschützrohre herzustellen.

Am meisten bekannt geworden ist die hl. Barbara als Schutzpatronin des Bergbaues und des

Hüttenwesens. Da sich gemäß der Legende der Felsen bzw. die Erde auftat und die fliehende Jungfrau sich im Erdinneren verbarg, ist Barbara die Heilige des Bergbaues schlechthin: sie schützt vor den Gefahren des Berges, sorgt für reichen Bergsegen und gutes Geschick der Bergleute. Die Bergknappen, die in Nacht und Finsternis - umgeben von mannigfachen Gefahren wie Stolleneinsturz, Wassereinbruch oder Schlagenden Wettern (Assoziation mit dem Blitz) - im „heiligen“ Berginneren arbeiten, ist sie darüber hinaus auch zur Helferin und Begleiterin in ihrer Todesstunde geworden, womit - Borbeth wieder ihre uralte Schutzfunktion ausübt. Weiters ist sie für alle jene zur Beschützerin geworden, die in Stollen arbeiten: Mineure, Sprengmeister und Tunnelbauer. Zu den Hüttenarbeitern und Markscheidern gesellten sich in unserem Jahrhundert auch alle Berufszweige, die mit der Errichtung und Betreuung von Wasserleitungen (z.B. 1. u. 2. Wiener Hochquellenwasserleitung) und mit der Erdölgewinnung zu tun haben.

Die sich öffnende Erde, welche St. Barbara verbarg, brachte es mit sich, daß auch die Totengräber ihr Patronat von Barbara herleiten (vgl. Borbeth, die das Leben in ihren Schoß zurücknimmt) und desgleichen auch die Steinhauer und Steinmetzen („der Fels tat sich vor ihr auf“), die in St. Barbara ihre Schutzherrin erkannten.

Eine Ausweitung erfuhr das Patronat auch insofern, indem Barbara bei heftigem Fieber (=inneres Feuer) und bei allerlei schweren Krankheiten wie z.B. Pest, Blattern, und Steinleiden angerufen wurde, wodurch ihre Nothelferfunktion deutlich hervortritt. In diesem Zusammenhang rief man die Heilige auch um Bewahrung vor Hungersnot an.

Da Barbara auch als Vorbild in allen christlichen und weiblichen Tugenden gilt, ist sie auch zur Patronin der Mädchen und Frauen geworden, die sie vor Brustkrankheiten schützt oder ihnen - wenn sie Kindersegen erwarten - beisteht.

Schließlich hat die Volksethymologie vom Namen der Heiligen jene Gewerbe abgeleitet, die Haare oder Borsten verarbeiten, weil ihr

Name das lateinische „barba“ (=Bart) enthält: Bürstenbinder, Hutmacher, Kürschner, Modisten, Lederarbeiter, Tuchmacher, Tuchhändler, Weber und Weißzeugnäherinnen. Unter „Barbe“ verstand man auch eine Frauenhaube bzw. ein Spitzenband an Frauenhauben. auch mit dieser Kopfbedeckung wird St. Barbara manchmal dargestellt. Wieso die Fleischhauer St. Barbara zur Schutzpatronin erkoren haben, ist nicht mehr feststellbar. Bei den Ballspielern ist zu bemerken, daß es bei Adeligen, welche diesen Sport früher ohne auf ihre Gesundheit zu achten leidenschaftlich ausübten, häufig zu Todesfällen kam, und sie deswegen zu Barbara um Schutz flehten.

Schließlich seien noch die Apotheker und Chirurgen erwähnt, die in der hl. Barbara ihre Schutzpatronin sehen; ihre Berufe lassen sich von den Alchimisten herleiten, die ja die ersten waren, die sich mit dem Pulvermachen und der Zubereitung von Tinkturen beschäftigten.

5. Die Verehrung der hl. Barbara

Die Barbara - Verehrung erfolgte durch die Verbreitung des Christentums und ging zunächst von der Orthodoxen Kirche, von Byzanz aus. In Höhlenkirchen Kappadokiens finden sich die Überreste von zwei Barbarakapellen, die vermutlich im 7.Jh. oder noch früher entstanden sein dürften. Die erste nachweisbare Darstellung der Heiligen befindet sich in der Kapelle Santa Maria Antiqua am Forum Romanum in Rom; es handelt sich hier um ein Fresco an einem Pfeiler aus der Zeit um 705. Eine Stätte der frühen Barbara-Verehrung in Frankreich befand sich auf der Felseninsel „Barbe“ in der Saone, nördlich von Lyon. Dieses Barbarakloster, zwischen 400 und 700 gegründet, wurde später von den Calvinisten verbrannt. Um 700 war Barbara auch bereits im „Martyrologium Romanum“ aufgenommen.

Ein Mosaikfresko der Heiligen aus der Zeit um 1100 befindet sich in der Kapelle des griech. Klosters Hosios Lukas nahe Delphi. Besonders aber durch die Kreuzzüge und den

Handel zwischen Abendland und Morgenland hat sich der Barbara-Kult über Europa verbreitet. In Mitteleuropa finden wir die hl. Barbara schon vereinzelt im 12.Jh., vor allem aber seit dem 15.Jh. als Schutzpatronin des Bergbaues. Bedeutende Stätten der Verehrung waren in Freiberg in Sachsen und in Schlesien, wo die Heilige seit dem 12.Jh. verehrt wird, in Oberungarn im Bergbaugesbiet von Schemnitz (heute Slowakei) seit dem 13.Jh. und in Polen.

Im Bergbauzentrum Kuttenberg (Kutna Hora, Böhmen) ist der gotische Barbaradom, der anstelle einer älteren Kirche 1388 - 1548 errichtet wurde, ein großartiges Zeugnis der Barbaraverehrung im Spätmittelalter. Zentren der späteren Barbara-Verehrung waren im Saarland, Ruhrgebiet, im ehemaligen Oberschlesien und in Polen.

In Österreichs alten Bergbaugesbieten, in Hüttenberg, im Gebiet um den steirischen Erzberg, in Oberzeiring, Hallstatt und in Tirol, haben sich zahlreiche Kirchen und Kapellen mit dem Patrozinium von St. Barbara sowie zahlreiche Altäre und Standbilder zu Ehren der Heiligen erhalten. Zwischen dem 12.Jh. und 1967 sind in Österreich insgesamt 41 Barbarapatroninnen feststellbar. Zwischen 1301 und 1665 sind Knappenbruderschaften und Barbarazechen in Hall i. Tirol, Schwaz, Rattenberg und Kitzbühel nachzuweisen. In Hall i. Tirol befindet sich eines der frühesten und bedeutendsten Denkmäler der Barbaraverehrung in Österreich, eine im Jahre 1486 von der St. Barbara - Bruderschaft der Erzknappen und Bergleute errichtete „Barbara-Säule“, welche ursprünglich auf der Versammlungsstätte der Bergknappen beim Absamer Tor stand. Die Hallstätter kath. Pfarrkirche schmückt ein spätgotischer Flügelaltar des Meisters Lienhart ASTL aus der Zeit um 1515 mit einer vorzüglichen Schnitzfigur von St. Barbara. In Bucheben (em. Rauris, Salzburg) erinnert die Barbarakapelle an den einstigen Goldbergbau. Im Bergbaugesbiet von Hüttenberg stand in Lölling eine Barbarakapelle, deren Barbarabild aus dem 17.Jh. sich heute in der Barbarakapelle von Knappenberg bei Hüttenberg befindet.

Stollenaltäre bzw. -kapellen zu Ehren der hl. Barbara befinden sich in der Seegrotte in der

Hinterbrühl bei Mödling, einem ehemaligen Gipsbergwerk, und im Salzbergwerk von Altaussee (aus dem Jahre 1935). Die Salzbergkapelle im Hallstätter Salzbergbau wurde 1958 entfernt; das Altarbild (zwischen 1711 und 1750), welches heute im Rudolfsturm zu besichtigen ist, stellt Barbara mit Turm, Palme, Kelch und Hostie dar; die Heilige ist hier als Sterbepatronin zusammen mit dem hl. Franz Xaver und dem Nährvater Josef dargestellt.

Auch in neuerer Zeit hat man Barbarastatuen oder Bilder der Heiligen am Eingang von Tunnelportalen, von Stollen, an Betriebsgebäuden oder in kleinen Grotten in Tunneln angebracht. In der Werksiedlung von Kaprun wurde 1953/54 eine Barbarakapelle errichtet. In Bärnbach in der Weststeiermark, einem Zentrum der Glasindustrie und im Köflach - Voitsberger Braunkohlerevier gelegen, gestaltete Friedensreich HUNDERTWASSER die 1957 geweihte Barbarakirche durch den ihm eigenen Stil zu einem bedeutenden Kunstwerk. um (1988).

Erwähnt sei auch, daß 1980 im Salzbergwerk von Wieliczka, Polen, eine Barbarastatue aufgestellt wurde, welche aus Steinsalz gefertigt ist.

Als populäre Heilige hat man St. Barbaras Namen auf allerlei Dinge übertragen bzw. nach ihr benannt. Außer Kirchen, Kapellen und Altären hat man Stollen und Schächte nach ihr benannt, Barbara war namensgebend für Ansiedlungen, Straßen, Bildstöcke und Wegkreuze.

Das Barbarakraut (auch Barbenkraut, Barbarea) gehört zur Gattung der Kreuzblütler und ist mit 12 Arten in Europa (hier vor allem im Mittelmeerraum), Asien und Nordamerika vertreten; das Echte Barbarakraut (*Winterkresse*, *barbarea vulgaris*) wurde früher als Salat- und Futterpflanze angebaut.

Als Österreich - Ungarn daranging, im 1. Weltkrieg nach dem berühmten 30,5 cm-Mörser ein noch stärkeres Geschütz, die 38 cm-Haubitze im Jahre 1916 zu bauen, gab man dem ersten Exemplar den Namen „Barbara“. Auch für die Astronomie mußte

St. Barbara erhalten: man bezeichnete den 234. Planetoiden mit ihrem Namen.

Seit dem 12. Jh. wird das Fest der hl. Barbara am 4. Dezember begangen. Durch die Beschlüsse des 2. Vatikanischen Konzils kam es 1969 zu einer Neugestaltung des Allgemeinen oder Römischen Generalkalenders (Calendarium Romanum); nach dieser Reform mußten 30 Heilige - darunter auch die hl. Barbara - anderen Heiligen weichen. Durch Aufnahme in den Regionalkalender (d.h. der Gedenktag ist ein liturgisch nicht gebotener Gedächtnistag) für das deutsche Sprachgebiet (im Frühjahr 1971 fertiggestellt, am 21.9.1972 durch den Hl. Stuhl approbiert), ist die offizielle Verehrung im deutschen Sprachraum, aber auch in Polen, ausdrücklich gewünscht und gesichert!

6. Barbarabräuche

Der Schwerpunkt des Barbarabrauchtums liegt naturgemäß im bergmännischen Bereich und in den verwandten Berufsgruppen. Früher fanden die Barbarafeiern in den Gebieten mit Bergbautradition direkt am 4. Dezember statt; heute sind diese Feiern meist auf den folgenden Freitag oder Samstag verlegt worden. Gewöhnlich begannen die Feiern mit einer festlichen Barbaramesse, der der Barbarasegen folgte. Damit verbunden war oft auch ein Friedhofsgang zu den Gräbern der zuletzt verstorbenen Bergknappen. Im Anschluß wurden Betriebsfeiern mit Ansprachen und Ehrungen abgehalten.

In Eisenerz wird nach der Messe ein historischer Umzug mit der Knappenmusikkapelle veranstaltet, nachher erfolgt die Freisprechung der Jungknappen, Häuer und Lehrlinge. Wer eine Prüfung an der Werksschule erfolgreich abgelegt hat, erhält an diesem Tag das entsprechende Zeugnis überreicht. Auch kommt es zur Verlesung einer „Barbara-Zeitung“, in der Betriebsereignisse in humoristischer Form vorgetragen werden, und zum Vortrag von Gedichten, Erzählungen, Liedern und Sagen. Auch ein eigenes Barbara Spiel, das die Legende der Heiligen zum Thema hat, gelangt zur Aufführung.

In Hüttenberg in Kärnten wurde am 4. Dezember nach der Messe vor der Barbarakapelle das Rad geschlagen; der spiralförmige Aufmarsch um die Knappenbruderschaftsfahne glich dem Auftanz bei Volksfesten. War in diesem Jahr ein neuer Marktrichter (bis ca. 1950 Bezeichnung für Bürgermeister) bzw. ein Bürgermeister gewählt worden, so wurde er am Barbaratag auf die Protschenbank, gelegt, wo ihm „die Eisen aufgenagelt“ wurden, d.h., er bekam drei Schläge mit der Narrenpritsche auf die Kehrseite. Außerdem wurde über ihn die „Große Bergpön“ (=große Bergstrafe, Bergbuße) verhängt, welche in der Zahlung von 1 Faß Bier und 5 l Wein an die Knappenbruderschaft bestand. Bei dem früher alle drei Jahre aufgeführten Hüttenberger Reiftanz wurde der abschließende Ehrentrunk in der Laubhütte aus einer mit dem Bildnis der hl. Barbara geschmückten goldenen Kanne eingeschenkt.

Im Rauriser Goldbergwerk erhielten die Knappen an diesem Tag von der Werksküche das „vbrot“, einen Striezel aus Lebzeltenteig; in der Barbaranacht stellten die Knappen Speisen und Getränke für die „Bergmandl“ auf dem Tisch der großen Stube des Berghauses. Der Bergmann läßt auch zu Ehren der Heiligen ein Licht brennen und erhofft sich dadurch später einen natürlichen Tod. Barbaramessen werden auch gerne in unfertigen Stollen oder Tunnels /z.B. beim Bau der Großglockner - Hochalpenstraße im Hochtortunnel) oder vor dem Stollenmundloch gefeiert. Beim Bau der Wiener U-Bahn kam es zu spontanen Barbarafeiern.

Die Barbarafeier der OMV findet für alle Erdöl- und Erdgasarbeiter zentral in Matzen am 1. Adventsonntag statt. Nach einem Platzkonzert und der Festmesse folgt ein gemütliches Beisammensein. In der Erdölgemeinde Prottes befindet sich ein weithin sichtbares Barbarakreuz, das aus Teilen eines Förderturmes zusammengesetzt ist und nachts beleuchtet wird.

Vom Bau des Furkas-Tunnels in der Schweiz wird berichtet, daß nach dem Durchschlag im Jahre 1979 die Mineure eine Barbara-Statue durch den Tunnel trugen.

Ein besonderer Barbarabrauch ist der sogenannte „Ledersprung“, der wahrscheinlich vom ehemaligen Bergbaurevier Schemnitz - Kremnitz - Neusohl in Oberungarn (heute Slowakei) im 15. u. 16. Jh. ausgegangen ist und sich über Österreich, Deutschland und Polen verbreitet hat. Das Berg- oder Arschleder, aus einem halbrund geschnittenen Stück Kalbsleder gefertigt, war einerseits Teil der Arbeitstracht, (als Schutz gegen Kälte und Feuchtigkeit während der Arbeit), andererseits aber auch Standessymbol. Der neu aufzunehmende Berg- oder Hüttenmann bzw. der Student, der seine Ausbildung abgeschlossen hat, springt - nachdem er vier Fragen beantwortet hat („Wie ist dein Name? Welcher ist dein Beruf? Was ist dein Leibspruch? Welches ist dein Heimatland?“) - über das Leder, welches von berufserfahrenen Männern wie z.B. dem Bergdirektor, dem Betriebsleiter oder dem ältesten anwesenden Bergingenieur gehalten wird. Damit haben sie aber auch ein Zeichen gesetzt, dem Neuaufgenommenen im Beruf hilfreich zur Seite zu stehen. Der Ledersprung charakterisiert einen neuen Lebensabschnitt: den Eintritt ins Berufsleben.

Auch bei der Artillerie und beim Heer wird St. Barbaras Festtag zünftig gefeiert, während bei den meisten anderen o.a. Berufsgruppen ihre Verehrung geschwunden ist. Der römisch-deutsche Kaiser Maximilian I. (1493 - 1519) gilt allgemein als Vater der Artillerie; allem Neuen aufgeschlossen interessierte er sich besonders für die Geschützgießerei, worüber er auch selbst ein Buch verfaßte. Sein Nachfolger, Kaiser Karl V. (1519 - 1556) erließ für die Artillerieschulen in Burgos (Spanien) und auf Sizilien folgendes Gesetz: wenn die Kugel in das Geschützrohr eingeführt wird, soll der Artillerist das Zeichen des Kreuzes über die Mündung machen und die Hilfe der hl. Barbara anrufen! Tat er dies nicht, so mußte er zwei Pfund Wachs zugunsten der Bruderschaft von St. Barbara als Bußgeld zahlen.

In Hall i. Tirol bildete beim Brigadeartillerieregiment der Barbaralauf den Mittelpunkt der Feier. Im Heer der Österr.-Ungar. Monarchie empfingen Jungartilleristen nach Abschluß ihrer Ausbildung die „Barbarataufe“ : bei

dieser mitternächtlichen Zeremonie mußte der Neuling vor „St. Barbara“ (ein als solche verkleideter Kamerad) stundenlang kniend sich sein ganzes Register seiner artilleristischen und soldatischen Sünden anhören; dafür bekam er eine milde Strafe, für die er sich durch Handkuß bei „St. Barbara“ bedankte: er mußte einen bitteren Trunk (aus Schnaps, Essig, Paprika, Pfeffer und bitteren Stoffen) zu sich nehmen, verschiedene Hindernisse überwinden und schließlich die eigentliche Barbarataufe unter Verwendung von viel Wasser und Farbe über sich ergehen lassen.

In den beiden Weltkriegen wurde der erste Schuß eines Geschützes immer „im Namen der hl. Barbara“ abgefeuert. Während des 1. Weltkrieges wurden auch zahlreiche Kriegskarten mit z.T. tendenziösen Darstellungen der Heiligen (u.a. mit zwei Kanonenrohren unter den Armen auf einem Schlachtroß reitend); hl. Barbara als Schutzpatronin des 30,5cm - Mörsers mit Barbette-Kopfbedeckung (=mittelalterliche Bezeichnung für ein Leinenband, das Kinn, Schläfen und Hals, manchmal auch die Brust bedeckte und vor allem von Nonnen, Witwen und älteren Frauen getragen wurde) auf den Markt gebracht, um die patriotische Stimmung der Bevölkerung zu heben. Noch im 2. Weltkrieg verstand man unter der „Barbarameldung“ die Zusammenstellung der vom Truppenwetterdienst für das Schießen der Artillerie ermittelten Witterungseinflüsse wie Windrichtung, Windstärke, Luftdruck u.a. Diese Daten, oft verschlüsselt übermittelt, wurden bei der Errechnung der Schießgrundlagen bei unbeobachtetem (Plan)schießen zur Ausschaltung der Witterungseinflüsse benötigt.

Wenden wir uns friedlicheren Barbarabräuchen zu! Am Barbaratag wurden die Kinder am Rein beschenkt und in manchen Gegenden erschien St. Barbara sogar als Begleiterin des hl. Nikolaus. Am 4. Dezember machen die Hausfrauen die Tellersaat für den Barbaraweizen; dabei geben sie Weizenkörner in einen Teller und gießen Wasser darüber. Den Teller stellen sie in die Küche; die bis Weihnachten ergrünte Saat wird unter den Christbaum gestellt und am Christtag damit die Hühner ge-

füttert, daß sie während des kommenden neuen Jahres viele Eier legen. Das Geld für die verkauften Eier war ja immer das „Taschengeld“ der Hausfrauen.

Der Barbaratag ist aber auch der Tag des Zweigsegens. Man schneidet Barbarazweige, das sind Zweige vom Kirschbaum, aber auch vom Weichsel und Birnbaum, gibt sie in ein Gefäß mit Wasser und stellt sie an einem warmen Ort. Alle zwei Tage wird das Wasser nachgefüllt. In Niederösterreich werden Zettel mit Namen an den Zweigen befestigt, und wessen Zweiglein zu Weihnachten erblüht, für den bedeutet es Glück und Segen im kommenden Jahr.

Im Raxgebiet war der zu Weihnachten rechtzeitig erblühte Barbarazweig für Mädchen im heiratsfähigen Alter die Gewähr, im nächsten Jahr unter die Haube zu kommen.

Das rechtzeitige Blühen der Zweige wird aber auch als Zeichen für ein fruchtbares Jahr gedeutet. So ist der Barbarazweig, der in der Kälte und Finsternis des Winters geschnitten wurde, durch sein Erblühen zum Lebenszweig und zur Hoffnung auf ein Erwecken neuen Lebens in der Natur geworden.

7. Die Verehrung der Hl. Barbara im Raxgebiet

An den Abhängen der Rax, am Altenberg oder Knappenberg bei Edlach, und am Grillenberg bei Payerbach befinden sich uralte Bergbaugebiete, in denen mit Unterbrechungen ab der späten Bronzezeit bis zum Ende des 2. Weltkrieges erst Kupfer, dann Eisenerze abgebaut wurden. Besonders das Zisterzienserstift Neuberg a.d. Mürz, das 1327 vom Habsburger Otto dem Fröhlichen gegründet wurde, forcierte den Bergbau.

Abt ERCO von ERCENSTEIN (1766 - 1776) legte den Grundstein zum Neuberger Eisenwesen. Auf dem Gebiet der Herrschaft Reichenau, die 1333 an Neuberg gekommen war, wird bereits 1399 ein Eisenhammer erwähnt. Im 18.Jh. befanden sich Hammerwerke in Reichenau und Hirschwang, ein Schmelzofen

in Edlach und die oben angeführten Erzgruben innerhalb dieser Herrschaft. Ein Stollen im Altenberger Revier trug den Namen „Barbarastollen“.

Aus wirtschaftlichen Gründen verkaufte das Stift 1780 die Reichenauer Verhüttungsanlagen samt den Erzgruben um 21.584 fl an die Innerberger (=Eisenerzer) Hauptgewerkschaft; es folgte 1784 der Verkauf der gesamten Herrschaft Reichenau an diese Gesellschaft um 67.000 fl. Zwei Jahre später hob Josef II. das Stift Neuberg auf.

Die Innerberger Hauptgewerkschaft begann ab 1790 mit dem planmäßigen Abbau des Erzes am Grillenberg durch die Auffahrung des Maria Schutzstollens. In der ehemaligen Pfarrkirche von Neuberg, der Grünangerkirche (heute Friedhofskirche), erinnert ein barocker Barbaaralter aus dem Jahre 1652 an den einstigen Bergbau des Zisterzienserstiftes.

Ein Hinweis, daß die Hl. Barbara bereits im späten 17. oder frühen 18.Jh. im Gebiet von Payerbach - Reichenau verehrt wurde, könnte die barocke Barbarastatue (mit Kelch und Hostie) in der Pfarrkirche St. Jakobus d.Ä. in Payerbach sein, die wahrscheinlich vom ehemaligen Hochaltar stammt.

Am Preiner Gscheid ließ der Abt Balthasar II. Huebmann von Neuberg 1654 eine barocke Mariensäule aus Sandstein errichten, welche auch eine Relieffigur der hl. Barbara mit Kelch und Siegespalme aufweist.

Auch in der Reichenauer Schloßkapelle, die 1629 unter dem damaligen Neuberger Verwalter in Reichenau, p. Theobald Willeman, erweitert worden ist, befand sich eine barocke Statue der hl. Barbara, die 1917 von der Besitzerin des Schlosses Reichenau an den Kabinettsdirektor Kaiser Karls I., Arthur Graf Polzer - Hodiz, um 200 Kronen verkauft wurde.

Infolge des sprunghaften Anstiegens der Bevölkerung durch den Ausbau des Eisenwesens im Gebiet um Reichenau errichtete die Innerberger Hauptgewerkschaft von 1843 - 1845 eine Filialkirche in Reichenau mit dem Patrozinium der hl. Barbara (seit 1908 Pfarrkirche von Reichenau). Eine Marmortafel über dem

SANKT BARBARA, DIE GOTTESBRAUT

Text von F. Haas

Weise und Satz von A. Wintermayr

1. Sankt Barbara, die Gottesbraut, auf uns vom Himmel niederschaut. O bitte für uns arme Sünder, für deine anbefohlenen Kinder. Glück auf, Glück auf zur letzten Fahrt erbitt uns Jungfrau rein und zart. Glück auf, Glück auf zur letzten Fahrt erbitt uns Jungfrau rein und zart.

2. Sankt Barbara, im Glauben treu, send deine Hilfe stets aufs neu`
und stärke unser christlich Leben, daß Gott allein die Ehr wir geben. Glückauf....
3. Sankt Barbara, des Berges Schutz, bewahr die Fluhr vor Feindesstrutz,
erflehe Wachstum für die Saaten und Gotteslohn für unsre Taten. Glückauf....
4. Sankt Barbara, der Kranken Heil, uns werde deine Hilf zuteil.
Wenn unsre Leibeskräfte schwinden, laß uns den Weg zum Himmel finden. Glückauf....
5. Sankt Barbara, du Gottesbraut, der Bergmann stets auf dich vertraut,
erfleh von Gott uns reichen Segen, denn alles ist an ihm gelegen.
Glückauf, o Schutzfrau rein und zart, Glück auf zu unsrer Himmelfahrt!



Abb.6: Hl. Barbara in der Pfarrkirche Jakobus d.Ä. in Payerbach



Abb.7: Barbarakelch, gestiftet von Kaiserin Zita



Abb.8: Hl. Barbara mit „Wachauer Haube“, Darstellung aus dem 1. Weltkrieg



Abb.9: Altarbild der Barbarakapelle in Küb (urspr. Kapelle für das Geb. Art. Reg. Nr. 2 in Payerbach), im Hintergrund Dolomitenlandschaft (Vajolettürme)

Eingangsportal, darüber Schlägel und Eisen, erinnern an den einstigen Bergbau in un um Reichenau:

SANCTAE BARBARAE
MONTANAE REI PATRONAE
MDCCCXLV

Der Hochaltar enthält ein bedeutendes Altargemälde von Friedrich SCHILCHER aus dem Jahre 1845, welches eine Bergmannsfamilie zeigt, deren Vater durch die Fürsprache der hl. Barbara bei einem Grubenunglück gerettet wurde. Interessant ist, daß der Bergmann die Gesichtszüge des Wiener Hofschauspielers Ludwig LÖWE trägt. Löwe suchte als eifriger Wanderer gerne die Gegend um Reichenau auf; mit dem Reingewinn einer Aufführung von Ferdinand Raimunds „Der Verschwender“ - 2000 fl - stiftete der protestantische Schauspieler der katholischen Kirche dieses Bild! Die übrigen auf diesem Bild dargestellten Personen der Bergmannsfamilie zeigen die Gesichtszüge der häufig in Reichenau weilenden Familie des Hofkammerpräsidenten Freiherrn v. KÜBECK. Das Altarbild inspirierte den



Abb.10: Barbarastatue im Schaubergwerk Grillenberg.



Abb.11: Fenster der Pfarrkirche Bärnach, Hl. Barbara mit Bergbaulandschaft



Abb.12: Die von F. HUNDERTWASSER umgestaltete Barbarakirche von Bärnach, Stmk.

Reichenauer Lehrer Franz HAAS, ein Theaterstück mit dem Titel „Heilige Barbara, hilf! zu verfassen, das sogar vor Mitgliedern der kaiserlichen Familie aufgeführt wurde.

Haas ist auch der Verfasser des Textes zum Reichenauer Barbaralied „St. Barbara, du Gottesbraut“, welches der Edlacher Chorleiter A. Wintermeyer vertonte und das heute noch alljährlich bei der Reichenauer Barbaramesse am 4. Dezember gesungen wird. Dieser Tag wird mit einem festlichen Hochamt unter Assistenz der Geistlichen der Nachbarpfarrern begangen. Es ist auch überliefert, daß bis ca. 1920 die Bergknappen bzw. auch ehemalige Hüttenarbeiter in ihrer schmucken Bergmannstracht an diesem Tag in die Kirche einziehen. Noch vor 9 Jahren besuchte einer der letzten am Grillenberg arbeitenden Bergknappen in seiner Montur die Reichenauer Barbaramesse.

Im Edlacher Eisenwerk existierte eine St. Barbara - Werks Glocke, die 1802 im Münzamt in Wien gegossen wurde und einen schönen Klang hatte. Ursprünglich war sie im Betoder Glockenhaus des Knappendörfles angebracht; hier beteten die Knappen vor jeder Schicht zu ihrer Schutzpatronin, danach fuhren sie unter dem Geläute dieser Glocke in die Grube ein. Nach Erlöschen des Bergbaues und Schließung des Eisenwerkes gelangte sie in die Kapelle des 1908 eröffneten Reichenauer Friedhofes. Während des 1. Weltkrieges teilte sie das Schicksal so vieler anderer Glocken: sie wurde 1916 beschlagnahmt und für Kriegszwecke eingeschmolzen. Auch die große Glocke vom Turm der Barbarakirche in Reichenau wurde 1916 abgenommen; diese 233kg schwere Glocke war 1845 von Ignaz HILZER in Wr. Neustadt gegossen worden, trug die Inschrift „Für das k.k. Eisenwerksoberverwesamt in Reichenau“ und besaß im Mittelteil Reliefs von St. Barbara und St. Patrizius.

Als während des 1. Weltkrieges 1915 in Payerbach das Gebirgsartillerie-Regiment Nr. 2 aufgestellt und für die Mannschaft ein Barackenlager errichtet wurde, baute man auch mitten im Lager eine hölzerne Barbarakapelle, deren Weihe am 18. August 1916, dem letzten Geburtstag Kaiser Franz Josephs, stattfand.

Zum 30. Geburtstag Kaiser Karls (17.8.1917) und am 18.8.1918 wurden hier im Beisein des Kaiserpaars Messen gelesen (1918 vom Apostolischen Feldvikar Emmerich Bjelik zelebriert. Kaiserin Zita stiftete für die Kapelle einen eigenen „Barbara-Kelch“ mit dem eingravierten Altarbild der Kapelle, welches die Heilige als Schutzpatronin der Payerbacher Gebirgsartillerie in Südtirol zeigt. Diese Kapelle übertrug man im Winter 1922/23 nach Küb bei Payerbach; sie wurde 1980 von der Pfarre Payerbach umfassend restauriert und am 10. Mai unter Anwesenheit einer Abordnung des Landwehrstammregimentes 37 der Maximiliankaserne in Wr. Neustadt neu geweiht. Auch 1993 fand hier in Anwesenheit des Bundesheeres eine Messe statt.

Der Barbarakelch fand bei der Gedächtnismesse für die 1989 verstorbene letzte österr. Kaiserin Zita in der Kapelle der Villa Wartholz in Reichenau Verwendung und war auch bei der Kaiser Karl-Ausstellung 1996 in Schloß Pottenbrunn zu sehen. Nachdem in der Zwischenkriegszeit in Payerbach wieder ein Gebirgsartillerieregiment aufgestellt worden war, beging man bis 1937 den 4. Dezember mit einer Feldmesse vor dem Kriegerdenkmal, verbunden mit einem Totengedenken, wobei eine Gebirgskanone von einer nahen Anhöhe immer Salut schoß.

Seit neuerer Zeit werden auch in Hirschwang bei Reichenau, wo sich im vorigen Jahrhundert ebenfalls ein Eisenwerk befand, Barbarafeiern abgehalten. 1991 ließ dort - in der Nähe der alten Halden - der ehemalige Fabriksdirektor und Ehrenbürger von Reichenau Simon WIESER einen Barbara-Bildstock errichten.; alljährlich gestaltet dort der Hirschwanger Brauchtumsverein unter Mitwirkung von Sängern und Musikkapellen der Umgebung eine Barbara-Andacht, bei der eine Barbara-Statue zum Bildstock getragen wird.

Die Belegschaft der 1. u. 2. Wr. Hochquellenwasserleitung (die hl. Barbara ist auch die Schutzpatronin der Wiener Wasserwerke) feiert die hl. Barbara meist am Freitag vor oder nach Barbara abwechselnd in Kaiserbrunn, Neuberg, Wildalpen oder Gußwerk mit Barbaramesse oder -andacht unter Einbindung örtli-

cher Sänger- oder Bläsergruppen. Die Messen und Andachten fanden auch schon im Neuberger Münster oder in verschiedenen Stollen der Wasserleitung statt. Der Brauch geht auf eine Anregung des Abtes von Stift Admont anlässlich einer Barbarafeier in Wildalpen zurück.

Durch die Gründung des Bergbaumuseums Enzenreith bei Gloggnitz, in dem u.a. der einstige Braunkohlebergbau in Hart dokumentiert wird, kam es ebenfalls zu einer Wiederbelebung von Barbarabräuchen (seit 1983).

1989 kam es zur Gründung des Vereines „Geoschule Payerbach, NÖ“. Auf dessen Betreiben gelang es 1991 den Erbstollen des alten Eisenerzbergbaues Grillenberg wiederzugewältigen und für Wissenschaft wie Tourismus zugänglich zu machen. Im Rahmen der „Barbara-Gespräche“ - wissenschaftliche Vorträge und Diskussionen über aktuelle geowissenschaftliche Themen - wandern alljährlich um den 4. Dezember Angehörige und Gäste der Geoschule sowie Vertreter von Gemeinde und Pfarre beim Dunkelwerden mit brennenden Fackeln hinauf zum Grillenberg, um im Stollen vor dem Standbild der Heiligen, das 1993 auf einem mit Reisig und Kerzen geschmückten Hunt eingebracht worden ist, ein wenig innezuhalten. Bläser in Bergmannstracht umrahmen die Andacht musikalisch. Nach der Befahrung bietet der „Barbara-Umtrunk“ in einem der gastronomischen Betriebe Payerbachs die Möglichkeit, in zwangsloser Form und in entspannter Atmosphäre mit den Fachreferenten Meinungen auszutauschen.

Literatur

- BROCKHAUS Konversationslexikon, 1901: 14. Aufl., Berlin u. Wien 1901
- Der Große BROCKHAUS, 1977: 18. Aufl., Wiesbaden 1977
- DUDEN-Fremdwörterbuch, 1966: (Der Große Duden Bd. 5), 2. Aufl., 1966
- Karoly GAAL, 1987: Die Heilige Barbara - Reflexionen über Ikonographie und lokale Zusammenhänge, in: Ausstellungskatalog „Barbara, Heilige - Kultfigur - Schutzpatronin“, Ausstellung im Schloßmuseum Matzen, NÖ, 1987
- Viktor von GERAMB, 1987: Sitte und Brauch in Österreich, Graz 1987
- Gustav GUGITZ; 1950: Das Jahr und seine Feste im Volksbrauch Österreichs, ii. Band, Wien 1950
- Edith HÖRANDER, 1987: Die hl. Barbara in Brauchtum und Volksglauben, in: Ausstellungskatalog „Barbara“, Matzen 1987
- Hugo KERCHNAWE, 1936: „Barbarakult. Die Entstehung und Bedeutung des Barbarakultes für die Artillerie, in: Ehrenbuch unserer Artillerie, 2. Band, Hrsg. Reichsbunde der Artillerievereinigungen Österreichs, Wien 1936
- Hans u. Erna MELCHERS, 1978: Das große Buch der Heiligen - Geschichte und Legende im Jahreslauf, Südwestverlag, München 1978
- MEYER's Enzyklopädisches Lexikon in 25 Bänden, Mannheim 1971
- Friedrich MORTON, 1959: 4500 Jahre Hallstatt im Bilde, Verlag des Musealvereines Hallstatt 1959
- Rolfroderich NEMITZ, Dieter THIERSE, 1995: St. Barbara - Weg einer Heiligen durch die Zeit, Edition Glückauf, Essen 1995
- Robert Johann PAP, 1958: Heimatbuch der Gemeinde Reichenau, 1. Bd., hrsg: Markt-gemeinde Kirort Reichenau, 1958

Pfarrchronik von Payerbach, 1813 - lfd.

Pfarrchronik von Reichenau, 1908-1946

Othmar PICKL, 1966: Geschichte des Ortes und Klosters Neuberg/Mürz, Neuberg 1966

Inge RESCH-RAUTER: Unser keltisches Erbe, Flurnamen, Sagen, Märchen und Brauchtum als Brücken in die Vergangenheit.

Vera SCHAUBER, Hans M. SCHINDLER; 1985: Die Heiligen und Namenspatrone im Jahreslauf, Delphin Verlag, München 1985

Emil SCHNEEWEISS; 1987: Die hl. Barbara, Legende, Darstellung, Patronate, in: Ausstellungskatalog Matzen 1987

Schwarzataler Zeitung 4.Jg. 1908 Nr. 31

Schwarzataler Zeitung 12..Jg. 1916 Nr. 34

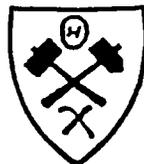
Schwarzataler Zeitung 13.Jg. 1917 Nr. 33

Otto WIMMER, Hartmann MELZER; 1988: Lexikon der Namen und Heiligen, Tyrolia-Verlag, Innsbruck - Wien, 1988

200 Jahre Eisen aus Hüttenberg - eine montanhistorische Monographie, Verlag des Landesmuseums für Kärnten, Klagenfurt 1981

Der Verfasser dankt Herrn Alois Alphons (Hirschwanger Brauchtumsverein), Herrn Norbert Sticker (Payerbach) und Herrn. Ing. Helmut Walter (Wiener Wasserwerke Hirschwang) für ihre freundlichen Mitteilungen.

WASSER - BODEN - LUFT
GRENZWERTE - RICHTWERTE
SINN ODER UNSINN?



Payerbach,
6. Dezember 1996

Barbara-Gespräche Payerbach 1996	Band 3	"Verkehrswege im Osten Österreichs" "Grenzwerte - Richtwerte, Sinn oder Unsinn?"	Seite 121 - 145 Abb. 1 - 3	Wien 1998
-------------------------------------	--------	---	-------------------------------	-----------

BARBARA-GESPRÄCHE

Payerbach 1996

How clean is clean, how safe is safe?

Warum es ohne Grenzwerte nicht geht - und mit ihnen (oft) nicht viel besser.

J. WIMMER



Payerbach,
6. Dezember 1996

INHALT

Teil A: Grundlagen	123
I. Grenzwerte, Funktion von Grenzwerten	123
II. Begriffsklärung: Ordnung ins Chaos	123
II.1 Einteilung von Umwelt(qualitäts)standards nach ihrer rechtlichen Verbindlichkeit	123
II.2 Einteilung von Umwelt(qualitäts)standards nach ihrer Funktion	124
II.3 Einteilung von Umwelt(qualitäts)standards nach ihrer Stellung in Ursache-Wirkungsketten	124
III. Bewertung, Bewertungstheorie	125
III.1 Der Bewertungsvorgang	125
III.2 Bewertungsverfahren	126
III.3 "Rein ökologische" Bewertungsmaßstäbe?	127
IV. Die ethische / rechtliche Komponente der Bewertung	127
IV.1 Die ethische Grundlage	127
IV.2 Ethische Handlungsprinzipien und Entscheidungsmaximen	128
IV.3 Bewertung bei Unsicherheit	129
IV.4 Schutz, Vorsorge, Nachhaltigkeit	129
IV.5 Umsetzung ethischer Leitbilder	130
V. Die naturwissenschaftliche Komponente der Bewertung	131
V.1 Systemtheoretischer Ansatz für das "Sachmodell" der Bewertung	131
V.2 Verfügbarkeit von Umweltindikatoren	131
Teil A: Zwischenbilanz	133
Teil B: How clean is clean, how safe is safe?	134
I. How clean is clean : Die Fragestellung bestimmt die Antwort	134
I.1 Am Beispiel eines Luftschadstoffes	134
I.2 Am Beispiel von Schwermetall - Bodenbelastungen	134
I.3 Zur besonderen Funktion von Normal- und Referenzwerten	134
II. How save is save : Ohne Wertsetzung keine Antwort	135
II.1 Am Beispiel karzinogener Stoffe	135
Teil C: "Grenzwerte" (... und mit ihnen oft nicht viel besser)	138
I. Problemursache Sachmodell	138
II. Problemursache Wertsystem	138
III. ... bei der Grenzwertanwendung	139
IV. Sonderfragen: Wieviel Freiraum für andere Umweltnutzungen?	139
V. Sonderfragen: Das "Problem der überhöhten Vorbelastung"	139
Literatur	140
Diskussion	143

Anschrift des Verfassers:

Dr. J. WIMMER
 OÖ Umwelthanwaltschaft
 Stifterstraße 28
 A - 4020 Linz

How clean is clean, how safe is safe?

Warum es ohne Grenzwerte nicht geht - und mit ihnen (oft) nicht viel besser.

J. WIMMER

Teil A: Grundlagen

I. Grenzwerte, Funktion von Grenzwerten

- **Keine einheitliche Verwendung des Grenzwertbegriffes:** Im Kontext umweltbezogener Fragestellungen wird im folgenden besser und genauer von **Umwelt(qualitäts)standards** gesprochen.
- **Grenzwert:**
 - * Ein bestimmter Wert eines Parameters
 - * der **Parameter** soll den Zustand eines bestimmten Bereiches der Umwelt oder einer bestimmten "Umweltfunktion" erfassen (Bewertungskriterium); bei systemorientierter Betrachtung häufig eine **Systemzustandsgröße**, die als Indikator für bestimmte Systemfunktionen oder ein bestimmtes Systemverhalten (eines Teilsystems) steht
 - * der **Wert** grenzt einen "Sollzustand" des Parameters ab
 - * referiert auf ein bestimmtes, definiertes **Meß- bzw. Bestimmungsverfahren**
 - * z.B. Konzentration eines chemischen Stoffes in (beliebigen) Bereichen der Umwelt (v.a. den "Umweltmedien" Boden, Luft, Wasser); Flußraten chemischer Stoffe in / zwischen bestimmten Bereichen der Umwelt
- **Funktion von Grenzwerten:**
 - * **Handlungsvorschrift / -empfehlung / -maßstab:** (Bewertungs-)Maßstab zur Bestimmung eines angestrebten Zustandes von Bereichen oder Elementen der Umwelt. Ein prognostisch (z.B. durch mathematische Simulation) oder Messung ermittelter Wert eines Meßparameters

wird mit dem Grenzwert verglichen; aus dem Verhältnis von Prognosewert/Meßwert zum Grenzwert resultieren - je nach rechtlichem Kontext - bestimmte Handlungen (z.B. Genehmigung einer Anlage, "Sanierung") oder zumindest Handlungsempfehlungen. Umwelt(qualitäts)standards dienen somit der Bewertung umweltrelevanter Sachverhalte.

- * **Überprüfung / Nachkontrolle von Entscheidungen:** Die "Einhaltung" des Grenzwertes kann unter festgelegten Rahmenbedingungen (z.B. Probenahme und Analysenvorschriften) überprüft werden.

II. Begriffsklärung: Ordnung ins Chaos

II.1 Einteilung von Umwelt(qualitäts)standards nach ihrer rechtlichen Verbindlichkeit:

- **Gesetzliche Umwelt(qualitäts)standards** geben als **rechtlich verbindliche Grenzwerte** Obergrenzen des Zulässigen oder zumindest Sollzustände für die Umweltqualität ("Leitwerte") an. Gesetzliche Grenzwerte können das Ergebnis von Abwägungsprozessen zwischen umweltbezogenen und sozioökonomischen Zielsetzungen darstellen und garantieren damit nicht von vorneherein einen "vollständigen" Schutz der Umwelt¹.

¹ Der Gesetzgeber bezieht in Grenzwertfestlegungen häufig nicht nur umweltbezogene Überlegungen ein, sodaß gesetzliche Grenzwerte - oft weit - unter der Schwelle eines Schadenseintrittes liegen können (mit dem

- **Wissenschaftlich-fachliche Umweltstandards** widerspiegeln die Operationalisierung von umweltpolitischen Zielsetzungen bzw. umweltrechtlichen Normen auf fachlicher Ebene. Sie haben keine direkte rechtliche Verbindlichkeit, sind aber zur inhaltlichen Konkretisierung gesetzlicher Zielvorgaben unentbehrlich.
- **politisch-programmatische Umweltstandards** beschreiben umweltpolitische Zielsetzungen (z.B. einer bestimmten Gewässergüte von Fließgewässern), denen aber keine rechtliche Verbindlichkeit zukommt.
- **Keine einheitliche Terminologie:**
 - * Gesetzliche Umweltstandards: Grenzwert, Leitwert, Verbot bestimmter chemischer Stoffe (in bestimmten Verwendungsformen)
 - * Wissenschaftlich-fachliche Umweltstandards: Orientierungswert, Richtwert
 - * Politisch-programmatische Umweltstandards: Zielwert

Gefährdung der menschlichen Gesundheit, Schädigung von Nutzpflanzen) und solchen

- * Standards, die einen allgemeinen **vorsorglichen Schutz der Umwelt** (mit der Zielsetzung Belastungsminimierung, Berücksichtigung eines unzureichenden Wissensstandes über die Wirkungsmechanismen, Berücksichtigung von Folgewirkungen auf andere Schutzgüter) gewährleisten sollen.

- **Normalwerte und Referenzwerte**, die das Ausmaß natürlich bedingter Belastungen eines Umweltbereiches oder bestimmte Belastungs- oder Auswirkungsniveaus (z.B. geogene Grundbelastung einer bestimmten Bodenart mit Schwermetallen, "ländliche Hintergrundbelastung" für einen bestimmten Luftschadstoff) beschreiben. Normal- und Referenzwerte sind meist nicht mit bestimmten Wirkungshöhen korreliert und daher in der Bewertung nur bedingt anwendbar.

- **Keine einheitliche Terminologie:** Häufige Bezeichnungen

- * Schwellenwerte: Immissionsgrenzwert, MAK-Wert,

- * Normal- und Referenzwerte: Hintergrundwert, Normalgehalt, Gewässergüteklasse, Sedimentqualitätsklasse,

II.2 Einteilung von Umwelt(qualitäts)-standards nach ihrer Funktion

- **Schwellenwerte**, bei deren Überschreiten bestimmte (unerwünschte) Veränderungen des betroffenen Umweltbereiches, Einschränkungen seiner Nutzbarkeit oder Folgewirkungen auf andere Bereiche der Umwelt zu erwarten sind. Hier kann man weiter unterscheiden insbesondere nach
 - * Standards, die der **Abwehr von bestimmten (konkreten) Gefahren** dienen (z.B.

II.3 Einteilung von Umwelt(qualitäts)-standards nach ihrer Stellung in Ursache - Wirkungsketten

- **Primäre Standards** beziehen sich auf den Zustand oder (bei chemischen Stoffen) die Belastung des **Rezeptors** einer Einwirkung.
- **Sekundäre Standards:** Das Verfahren der Anwendung primärer Umweltqualitätsstandards (für chemische Stoffe) hat in der praktischen Anwendung den großen Nachteil, daß häufig für eine Fülle von Akzeptoren Dosis - Wirkungsbeziehungen untersucht werden bzw. bekannt sein müßten. Man trachtet daher, **sekundäre (abgeleitete) Standards** zu entwickeln, die sich nicht direkt auf den zu schützenden

Sonderfall des Verbotes bestimmter Eingriffe oder der Produktion und Anwendung bestimmter chemischer Stoffe oder Produkte), aber auch darüber. Insb. dort, wo ein bestimmter Umweltzustand erst durch erhebliche Anpassungen des Wirtschaftssystems bzw. des individuellen Verhaltens erreicht werden könnte, wird das Schutzniveau vorrangig am Gesundheitsschutz des Menschen orientiert. Gesetzliche Grenzwerte beschreiben damit *umweltpolitische Risikoentscheidungen*. E. Bohne 1992 weist darauf hin, daß letztlich jede umweltbezogene Zielsetzung unvermeidbar mit Abwägungselementen verbunden ist.

Rezeptor, sondern ein vorgelagertes Element der Wirkungskette, meist eines der Umweltmedien Boden, Luft oder Wasser beziehen. Damit wird auch ein methodischer Zugang für einen integrativen Schutz eines bestimmten oder aller möglicherweise betroffenen Schutzgüter eröffnet². Abgeleitete Umweltqualitätsstandards sind in einer praktischen Bewertungsaufgabe wesentlich **leichter handhabbar** als primäre und wurden deshalb in breitem Umfang entwickelt. Fast alle Standards für den Gehalt chemischer Stoffe in den Umweltmedien Boden, Luft und Wasser sind z.B. abgeleitete Umweltqualitätsstandards.

Am Beispiel der Emission eines bestimmten Luftschadstoffes kann als abgeleiteter Umweltqualitätsstandard jene maximale Konzentration dieses Stoffes in der Luft herangezogen werden, bei der z.B. keine Schädigung der menschlichen Gesundheit ("Immissionsgrenzwert zum Schutz der menschlichen Gesundheit") oder anderer Schutzgüter (z.B. "Immissionsgrenzwert zum Schutz der Vegetation") eintritt oder der - in allgemeiner Form - ein Schutz aller möglicherweise betroffenen Schutzgüter zugeschrieben wird.

- **Emissionsgrenzwerte:** Sind meist keine abgeleiteten Grenzwerte, sondern überwiegend nach dem Stand der Technik - Prinzip hergeleitet.
- **Terminologie**
 - * Primäre Standards:
TDI, (NOAEL),
 - * Abgeleitete Standards:
Immissionsgrenzwert, MAK-Wert, (Emissionsgrenzwert),

² Umweltqualitätsstandards, die einen gesamtheitlichen Schutz aller möglicherweise berührten Schutzgüter beabsichtigen, sind im Vergleich zu primären Standards ungleich schwieriger abzuleiten, da u.U. eine Fülle möglicher Akzeptoren und / oder Wirkungsarten berücksichtigt werden muß. Derartige Standards mit schutzgutübergreifenden Charakter - auch als "Vorsorgegrenzwerte" bzw. "Vorsorgestandards" bezeichnet - liegen deshalb erst in Ansätzen vor, z.B. für die Bewertung der "Luftqualität" (W. Kühling / H.-J. Peters 1994).

III. Bewertung, Bewertungstheorie

III.1 Der Bewertungsvorgang

- Das Verhalten, Entscheiden oder Handeln, welches ein Subjekt gegenüber einem Objekt praktiziert, wird durch **Wertungen** gesteuert³. Wertungen ermöglichen Entscheidungen und dienen gleichzeitig ihrer Legitimation.

In rechtlicher Hinsicht ist z.B. die Entscheidung über die Durchführung, Modifikation oder Unterlassung eines bewilligungspflichtigen Vorhabens vielfach an die Bewertung des prognostizierten durch das Vorhaben bedingten Umweltzustandes bzw. der prognostizierten Veränderung der Umwelt gebunden.

- Eine **Wertung** liegt dann vor, wenn das bewertende Subjekt - jeder aktiv entscheidungs- und handlungsfähige, vernunftbegabte Mensch - gegenüber dem Objekt (hier: ein bestimmter Zustand der Umwelt) bewußt Stellungnahme bezieht. Das bewertete Objekt erhält dadurch eine (positive oder negative) Auszeichnung, ein **"Wertprädikat"** (z.B. das Wertprädikat der "Umweltverträglichkeit").
- Eine Bewertung läßt sich in drei **Komponenten** aufspalten (vgl. nachstehende Abb. 1):
 - * **Sachliche Grundlage:** Der Bewerter muß über das zu bewertende Objekt Sachkenntnis besitzen. Die Sachkenntnis fließt in Form einer Modellvorstellung über das zu bewertende Objekt ("**Sachmodell**") in den Bewertungsvorgang ein, da eine Erfassung aller Eigenschaften des Objektes weder möglich noch Ziel ist, sondern nur dessen problembezogene Abbildung. Das Sachmodell des zu bewertenden Objektes ist die erste Basis einer Bewertung.
 - * **Stellungnahme:** Das wertende Subjekt bezieht gegenüber dem Objekt Stellung,

³ Die folgenden zusammenfassenden Ausführungen basieren größtenteils auf einer Arbeit von A. Bechmann 1988 der sich umfassend mit den Grundlagen der Bewertung von Umweltauswirkungen befaßt hat.

seine Haltung ist nicht indifferent bzw neutral.

- * **Wertsystem:** Diese Stellungnahme wird erst dann zur Wertung, wenn sich das wertende Subjekt des Sinnes von positiver oder negativer Stellungnahme bewußt ist und die Stellungnahme begründen kann. Die wertbewußte Begründung einer Stellungnahme ist nur dadurch möglich, daß das Subjekt auf ein **Wertsystem** zurückgreift. **Erst die Begründung auf der Basis eines Wertsystems hebt eine Stellungnahme in den Rang einer Wertung.** Das Wertsystem ist somit die zweite Basis des Bewertungsvorganges.

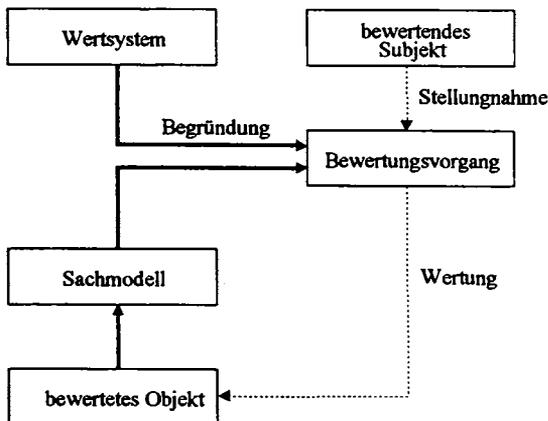


Abb. 1: Grundmodell des Bewertungsvorganges

- Die von einem Subjekt getroffene Wertung kann sich in einer praktischen Werthaltung oder in einer **Wertaussage** äußern. Wertaussagen wiederum können nach individualistischen Wertaussagen (es wird kein Anspruch auf intersubjektive Gültigkeit erhoben) und Werturteilen unterschieden werden. **Werturteile** kennzeichnen sich dadurch, daß sie (im Hinblick auf ein bestimmtes Wertsystem) intersubjektive Geltung beanspruchen.
- Unter einem **Wertsystem** versteht man eine einem Objekt zugeordnete Summe von Wertprädikaten⁴. Wertsysteme sind selten

eindimensional. Häufig sind unterschiedliche Werte "gebündelt" vorhanden, man spricht dann von mehr- bzw. multidimensionalen Wertsystemen. Grundsätzlich ist die für ein bestimmtes Objekt mögliche Anzahl von Wertsystemen nicht beschränkt. Welches Wertsystem für eine Bewertung heranzuziehen ist, ergibt sich (im öffentlichen Bereich) aus gesellschaftspolitischen Zielsetzungen, allgemein verbindlich v.a. aus rechtlich fixierten Normen.

III.2 Bewertungsverfahren

- Verfahren, die Bewertungsvorgänge sowohl formal als auch inhaltlich strukturieren und reglementieren, d.h. **methodische Regeln**, die eine vergleichende, ordnende oder quantifizierende Einstufung von Objekten unter Wertgesichtspunkten zum Ziel haben. Die Bewertungsregeln sind in ihrer Funktion (standardisierte) Werturteile. Durch ein Bewertungsverfahren wird das im Modell des zu bewertenden Objektes repräsentierte Sachwissen mit den im Wertsystem enthaltenen Werten nach vorgegebenen Regeln verknüpft.
- Bewertungsverfahren gleichen in formaler Hinsicht Meßverfahren. An Bewertungsverfahren können daher prinzipiell die gleichen Anforderungen wie an Meßverfahren gestellt werden (Objektivität, Zuverlässigkeit, Validität)⁵.

betreffender Ziele in einer bestimmten Planungs-, Entscheidungs- oder Bewertungssituation. Ziele drücken angestrebte Situationen aus. Sie geben an, welche Handlungsauswirkungen beabsichtigt und erwünscht sind und werten damit Handlungen, Handlungswirkungen oder Zustände (der Umwelt). Ziele enthalten damit stets eine normative Dimension. In Zielsystemen können *hierarchische Beziehungen* existieren, d.h. Unterziele können nach bestimmten Kriterien aus Oberzielen abgeleitet werden (vertikale Gliederung von Zielsystemen). Da die Funktion von Zielen wie von Werten in einer Bewertung letztlich gleich ist, wird in der Folge unter dem Begriff "Wertsystem" immer die *Summe von Zielen und Werten* verstanden, die einer Bewertung zugrundeliegen.

⁵ S. dazu im Detail A. Bechmann 1988, S 15 f..

⁴ Wertsysteme können als auf die normative Dimension reduzierte Zielsysteme angesehen werden. *Zielsysteme* sind die Aggregation aller oder bestimmter ein Objekt

Bewertungsverfahren kann man grundsätzlich unterscheiden nach Verfahren zur vergleichenden Bewertung von Handlungsoptionen und Verfahren des Messens an bzw. Vergleichens mit den Bewertungsmaßstäben eines Wertsystems.

In beiden Fällen erfolgt die Bewertung durch Vergleichen: Im ersten Fall durch den Vergleich der Umweltauswirkungen (allgemein: Vor- und Nachteile) verschiedener Handlungsoptionen untereinander, im zweiten Fall durch Vergleich des absehbaren vorhabensbedingten Umweltzustandes mit einem bestimmten (gesetzlich) angestrebten bzw. gebotenen (Referenz-)Zustand der Umweltqualität.

- Das Ergebnis einer Bewertung ist damit immer auf die Vorgabe eines Sachmodells, eines Wertsystems und eines Bewertungsverfahrens relativiert - so etwas wie eine "absolute", aus sich selbst heraus gültige Bewertung existiert nicht⁶.

III.3 "Rein ökologische" Bewertungsmaßstäbe?

- Bewertungsmaßstäbe, die nicht auf ein Wertesystem referieren, existieren nicht.

Wissenschaftlich-fachliche Umweltstandards dürfen nicht mit immer wieder beschworenen sog. "rein fachlichen" bzw. "rein ökologischen" Bewertungsmaßstäben, die sich aus dem Erkenntnisstand der Wissenschaften quasi autonom ergeben würden, gleichgesetzt werden. Die Annahme (autonom sich aus den Wissenschaften begründender) "fachlicher Bewertungsmaßstäbe" ist aus erkenntnistheoretischen und rechtlichen Gründen verfehlt: *"Die Ökologie und andere umweltrelevante Wissenschaften können Sachverhalte beschreiben, bestehende Ursachen und Wirkungszusammenhänge erklären sowie künftige Wirkungen und Entwicklungen prognostizieren. Die Wissenschaft liefert jedoch keine Bewertungsmaßstäbe.*

Diese sind allein umweltbezogene Ziele" (E. Bohne 1992). Wissenschaftlich-fachliche Umweltstandards stellen damit nur eine Konkretisierung allgemeiner formulierter umweltrechtlicher bzw. umweltpolitischer Zielsetzungen dar (z.B. Ziel der Vermeidung gesundheitsschädlicher Immissionen - Bestimmung jener Immissionskonzentration eines bestimmten chemischen Stoffes aus Immissions - Wirkungsbeziehungen, bei der keine Auswirkungen auf den Menschen nachweisbar sind).

Die Forderung nach "rein fachlichen" Bewertungsmaßstäben stellt nichts anderes als einen **naturalistischen Fehlschluß** dar. Der Rat der Sachverständigen für Umweltfragen dazu (SRU 1994): *"Als empirische Wissenschaft hat die Ökologie, die mit ihrer Beschreibung von faktischen Zusammenhängen Verfügungswissen bereinstellt, einen deskriptiven und instrumentellen Charakter. Jede Verbindung ihrer konditionalen Aussagen mit werthaften Zielvorstellungen ist der modernen Biologie, die seit DARWIN nicht mehr von einem in der Natur inhärenten Zielstreben ausgeht, von Grund auf entgegengesetzt; dies gilt dann aber ebenso für die Ökologie als Subdisziplin der Biologie. Die Festlegung von Normen für menschliches Handeln würde ihren Kompetenzbereich überschreiten. Von deskriptiven Aussagen über einen "Ist-Zustand" kann nicht unmittelbar präskriptiv auf ein "Soll" geschlossen werden. Einen solchen Schluß vom "Ist" zum "Soll" wird seit MOORE, der an HUME anknüpft, als naturalistischer Fehlschluß bezeichnet.".*

IV. Die ethische / rechtliche Komponente der Bewertung

IV.1 Die ethische Grundlage

- Das Wertesystem muß dem Bewertungsvorgang von außen in Form gesellschaftlicher Ziele und Werthaltungen vorgegeben werden bzw. aus ihnen ableitbar sein. Die Basis umweltbezogener Wertesysteme ist dabei immer eine ethische und kann nicht in der Naturwissenschaft gesucht werden.
- Es existiert allerdings keine **allgemein akzeptierte ethische Grundhaltung**, die das Verhältnis Mensch - Umwelt behandeln würde, sondern eine Reihe grundlegend differierender ethischer Konzepte. Ursache dafür ist die Grundfrage, ob nicht nur der Mensch (anthropozentrisches Ethikverständnis), sondern auch andere Erschei-

⁶ Dies löst eine Reihe grundlegender Probleme aus, die hier nur angedeutet werden können. Einerseits ist die Sachgrundlage der Bewertung an den Erkenntnisstand der Wissenschaften gebunden, der in einer nicht absehbaren Fortentwicklung begriffen ist. Die Wissenschaft kann weiterhin Sachmodelle nur im Hinblick auf einen bestimmten Untersuchungszweck konzipieren, der nicht unabhängig von Wertvorgaben ist. Andererseits ist der Akt der Wertsetzung selbst in ständigem Fließen begriffen und spiegelt damit das sich dauernd ändernde Verhältnis zwischen Mensch und Natur, aber auch den Erkenntniszuwachs der Wissenschaften über dieses Verhältnis. *Die Bewertung der selben Umweltauswirkung wird sich damit zwangsläufig im Lauf der Zeit ändern.*

nungsformen der Natur als eigenständige Träger von Rechten eingestuft werden müßten (ökozentrisches Ethikverständnis).

- Allen Ethikkonzepten ist gemeinsam, daß ihnen letztlich **paradigmatischer Charakter** zukommt, d.h. daß sie nicht weiter begründet werden können.

Das traditionelle Ethikverständnis setzt beim Menschen als Person - anthropozentrisch - an. "Vielfach besteht der Eindruck, daß der anthropozentrische Ansatz angesichts der dringenden Anforderungen, denen eine heutige Umweltethik Rechnung zu tragen hat, gerade nicht zureichend ist. Statt dessen glaubt man, über das die Sonderstellung des Menschen sichernde anthropozentrische Prinzip der Personalität hinausgehen und auf eine andere umfassende Legitimationsgrundlage für umweltgerechtes Handeln zurückgreifen zu müssen." (SRU 1994, S.53). Als Gegenentwürfe zum anthropozentrischen Ansatz wurden folgerichtig Ethikkonzepte entwickelt, die ihre Legitimation aus dem Prinzip der Leidensfähigkeit ("Pathozentrik"), des Lebens an sich ("Biozentrik") oder der in allem Gegebenen waltenden Natur generell ("Physiozentrik") beziehen. Diese der anthropozentrischen Haltung entgegengesetzten Begriffe werden manchmal auch unter dem Begriff der "Ökozentrik" zusammengefaßt⁷.

- Die für jedermann verbindliche Umsetzung der Umweltethik kommt dem Umweltrecht zu.

IV.2 Ethische Handlungsprinzipien und Entscheidungsmaximen

- Die ethische Urteilsfindung wird immer im Spannungsfeld zwischen ökologischen, sozialen und individuellen Bedürfnissen stehen.
- Es gehört zu den Aufgaben einer anwendungsorientierten Ethik und damit auch der Umweltethik, für die bei konkreten Entscheidungsproblemen zu erbringenden Abwägungs- und Zuordnungsleistungen über die maß- und richtungsgebenden Prinzipien und Kriterien hinaus auch generell handhabbare **Vorzugsregeln und Handlungsmaximen** zu entwickeln.

- * Unter dem ethischen Aspekt verbleibt an sich kein anderer Weg, als unter den in Kauf zu nehmenden Übeln abzuwägen und das geringstmögliche zu wählen. Dafür wurden vom deutschen Rat der Sachverständigen für Umweltfragen eine Reihe von Vorzugsregeln und Handlungsmaximen zusammengefaßt (SRU 1994, S.59):
- * Unter sonst gleichen Umständen ist eine Handlungsweise, die ein bestimmtes Übel mit **geringer Wahrscheinlichkeit** zur Folge hat, einer anderen Handlungsweise vorzuziehen, die das Übel mit größerer Wahrscheinlichkeit verursacht.
- * Unter sonst gleichen Umständen ist bei Übeln, die unvermeidlich sind, das **geringe** dem größeren und das **kürzer dauernde** dem länger dauernden **vorzuziehen**.
- * Im Konfliktfall ist unter sonst gleichen Umständen **zugunsten der Vielen** und nicht der Wenigen zu entscheiden.
- Aus den allgemeinen Vorzugsregeln läßt sich als grundlegende Handlungsmaxime eine **Übelminimierungsregel** formulieren: Die mit einem Handeln (hier: Vorhaben) verbundenen negativen Nebenwirkungen müssen in Summe auf das jeweils geringstmögliche Maß gebracht werden. Man könnte diese Handlungsmaxime auch als **Prinzip der Erforderlichkeit** bezeichnen.
- Als zusätzliche Frage stellt sich, nach welchen Maßstäben ein Handeln zu bewerten ist, das mit nicht weiter minimierbaren negativen Nebenwirkungen verknüpft ist. In einer zweiten Handlungsmaxime, die man als **Übelabwägungsregel** bezeichnen kann, gilt, daß ein Handeln ethisch nur dann gerechtfertigt ist, wenn die als Nebenfolge eintretenden Übel geringer sind als die Übel, die aus einem Handlungsverzicht erwachsen würden (SRU 1994, S.59).

⁷ Dazu ausführlicher z.B. bei S. Summerer 1993 und K.-H. Erdmann / C. Grunow-Erdmann 1994.

IV.3 Bewertung bei Unsicherheit

- Als ein eigenes Problem stellt sich die Frage nach der Begründbarkeit und Rechtfertigungsfähigkeit von Entscheidungen, die unter Verbleiben von **Unsicherheiten** zu treffen sind. Derartige nicht ausräumbare Unsicherheiten, kann es sowohl hinsichtlich des Ausmaßes der mit der zu treffenden Entscheidung verbundenen möglichen Schadensfolgen geben, als auch hinsichtlich der **Wahrscheinlichkeit** ihres Eintrittes. Zur Auflösung dieser Dilemmasituation bieten sich grundsätzlich nur zwei Wege an (*SRU 1994, S.60*):
 - * **Handlungsverzicht**, allerdings mit der Konsequenz, die damit verbundenen negativen Nebenfolgen gar nicht erst in das Entscheidungskalkül einfließen zu lassen und damit womöglich noch größere Gefahren und Risiken zu billigen und in Kauf zu nehmen.
 - * **Einbeziehung der Unsicherheiten in den Entscheidungsprozeß** in Form dimensionierter und damit handhabbarer Wahrscheinlichkeiten.
- Nur durch die zweite Alternative ist unter der Bedingung eines Handelns auch bei Unsicherheit konstruktives verantwortetes Entscheiden möglich.
- Die **Einbeziehung von Unsicherheiten prägt damit auch die Ableitung von Umweltstandards.**

IV.4 Schutz, Vorsorge, Nachhaltigkeit

- Das traditionelle Handlungsverständnis (Leitbild) des Umweltschutzes baut auf dem **Schutzprinzip** auf. Das Schutzprinzip basiert im wesentlichen auf dem anthropozentrischen Ansatz eines Schutzes des Menschen und jener Umweltbereiche, von denen er (im wesentlichen) direkt abhängig ist, auf. Nach dem Schutzprinzip dürfen v.a. keine Einwirkungen auf die Umwelt zugelassen werden, welche direkt oder indirekt die Gesundheit des Menschen gefährden und sein Wohlbefinden (wesentlich) beeinträchtigen.

- Das **Vorsorgeprinzip** geht über diesen Ansatz hinaus und gibt die im Schutzprinzip implizit enthaltenen engen sachlichen und zeitlichen Bindungen auf. Trotz mancher Unschärfen kann man das Vorsorgeprinzip dadurch charakterisieren, daß
 - * der zeitliche Horizont ausgedehnt wird, indem der Schutzanspruch sich auch auf langfristige Einwirkungen und Auswirkungen erstreckt;
 - * **Sicherheiten** eingebaut werden, um Beurteilungsunschärfen, Unsicherheiten der Prognose oder mögliche unbekannte (noch nicht erkannte) Effekte "aufzufangen";
 - * auch Wirkungen berücksichtigt werden, die nicht bloß das jeweilige Schutzgut betreffen (indirekte Auswirkungen, Kumulationseffekte usw.);
 - * nicht mehr bloß an Schutzansprüchen angeknüpft wird, sondern grundsätzlich geachtet wird, die Belastung der Umwelt bzw. einzelner Schutzgüter nach den vorhandenen Möglichkeiten (**Stand der Technik**) so gering wie möglich zu halten;
 - * somit insgesamt die nachträgliche Sanierung von Umweltschäden als (bewußte oder unbewußte) Handlungsoption zugunsten einer frühzeitigen und umfassenden Abklärung der möglichen Folgen eines Vorhabens bzw menschlichen Handelns aufgegeben wird.
- Die **praktische Umsetzung des Vorsorgeprinzips** besteht v.a. darin, daß schädliche anthropogen bedingte Einwirkungen auf die Umwelt auf ein (bezogen auf das jeweilige wirtschaftliche und politische bzw soziale Umfeld) nicht vermeidbares Minimum beschränkt werden (**Minimierungsprinzip**) und das als zulässig erachtete Niveau der Umweltbelastung Sicherheitsspielräume aufweist, mit denen unerkannte und medienübergreifende Effekte "aufgefangen" werden sollen (**Vorsichtsprinzip**).
- In technischen Anwendungsbereichen wird das Vorsorgeprinzip häufig mit dem **Minimierungsgebot für Stoffemissionen** gleichgesetzt.

Die Anwendung des Minimierungsgebotes bedeutet hier die Beschränkung einer Emission auf ein technisch unvermeidliches Ausmaß, dessen Unterschreitung entweder mangels verfügbarer Technologie nicht möglich oder aus sonstigen Gründen (z.B. Verhältnis von Mitteleinsatz zu Erfolg) dem Verursacher nicht mehr zumutbar ist. In der österreichischen Gesetzgebung wurden derartige Minimierungsgebote durch Einführung des **Stand der Technik - Prinzips** (z.B. § 77 Abs 3 GewO) bereits vergleichsweise früh eingeführt. Die Begrenzung der Emissionen nach dem Stand der Technik beabsichtigt nicht mehr einen konkreten Schutz z.B. der Nachbarn einer gewerblichen Betriebsanlage, sondern eine sich aus Vorsorgegründen ableitende insgesamt Minimierung der Einwirkungen auf die Umwelt nach den verfügbaren technischen Möglichkeiten.

- Einen vorläufig letzten Höhepunkt hat die Entwicklung umweltbezogener Werthaltungen in der Formulierung des **Nachhaltigkeitsprinzips** gefunden, das seine Aufgaben in der dauerhaften Sicherstellung der Menschheitsentwicklung in einer funktionsfähigen und reichhaltigen Umwelt sieht und seine Eckpunkte in den Faktoren Ressourcenproduktivität und Aufnahmefähigkeit der Umweltmedien bzw. der Ökosphäre für menschliche Abfallprodukte hat⁸.
- Alle drei genannten Prinzipien können als umweltbezogene Leitbilder angesehen werden. Wesentlich ist, daß - aufgrund der unterschiedlichen zugrundeliegenden Handlungsansprüche - daraus abgeleitete **Umweltqualitätsziele** und **Umweltstandards** unterschiedlich sein werden.

IV.5 Umsetzung ethischer Leitbilder

- Die Umweltethik begründet **grundsätzliche Werthaltungen**, die man als **Leitbilder** für einen bestimmten zu bewahrenden oder erreichenden Umweltzustand ansehen kann. Ein Leitbild bringt einen zwar grundlegenden, aber so allgemein formulierten ethischen Anspruch zum Ausdruck, daß dieser in einer Bewertungssituation nicht direkt umgesetzt werden kann.
- Die Umsetzung eines an sich nur abstrakt formulierbaren Leitbildes einer bestimmten Umweltentwicklung verlangt die Ableitung **konkreter Umweltqualitätsziele**. Der Konkretisierungsprozeß kann nur schrittweise über die Ausarbeitung von **Leitlinien**, die generelle Handlungsprinzipien beschreiben hin zu **Umweltqualitätszielen** und **Umweltstandards** verlaufen (vgl. nachstehende Abb. 2).

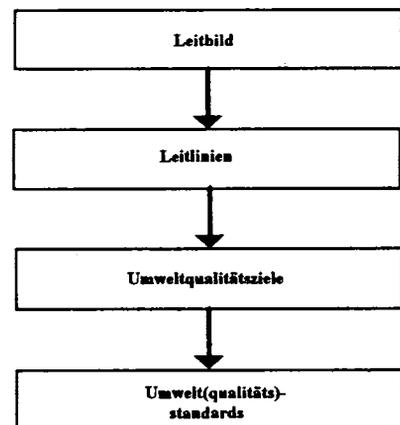


Abb. 2: Vom Leitbild zum Umweltqualitätsstandard

⁸ Nachhaltigkeitsprogramme bestimmen die umweltpolitische Diskussion der letzten Jahre, vgl z.B. das entsprechende Programm der Europäischen Gemeinschaft (*Kommission der EG 1992*) und das Umweltgutachten 1994 des deutschen Rates der Sachverständigen für Umweltfragen (*SRU 1994*). Der von der österreichischen Bundesregierung vorgelegte "Nationale Umweltplan" (*Österreichische Bundesregierung 1995*) versucht unter dem Leitbild der "Nachhaltigkeit" ebenfalls eine Festlegung der Ziele, Strategien und Instrumentarien der zukünftigen österreichischen Umweltpolitik zu geben.

* Unter **Umweltqualitätszielen** versteht man immissions- bzw. auswirkungsbezogene Ziele einer gesetzlich, politisch-programmatischen oder fachlich-wissenschaftlich definierten Qualität für die Umwelt oder Teile davon⁹. Sie beschreiben den erwünschten Grad oder die obere

⁹ Zu den Begriffen, die allerdings kaum einheitlich verwendet werden, u. ihren Definitionen s. *P. Knauer 1993*.

Grenze der Ausschöpfung von Umweltfunktionen in inhaltlicher, räumlicher und ggf. auch zeitlicher Konkretisierung. Umweltqualitätsziele beziehen sich immer auf einzelne Bereiche der Umwelt, weil eine Gesamtqualität der Umwelt nicht in einem Ziel abgebildet werden kann.

- * Erst auf ihnen basieren Umwelt-(qualitäts)standards, durch die Umweltqualitätsziele erst anwendbar und operationalisierbar gemacht werden.

V. Die naturwissenschaftliche Komponente der Bewertung

V.1 Systemtheoretischer Ansatz für das "Sachmodell" der Bewertung

- Das der Bewertung zugrundeliegende „Sachmodell“ ist ein Abbild eines Ausschnittes der Wirklichkeit, eines Systemes¹⁰, das von der konkreten Bewertungsaufgabe bestimmt ist. Das Bewertungskriterium soll den Systemzustand bzw. das Systemverhalten möglichst repräsentativ wiedergeben, ist also meist eine Zustandsgröße des Systems.
- Ein **Modell** ist eine vereinfachende, beschränkt gültige Systembeschreibung, die für bestimmte Systemfunktionen ein Abbild der Wirklichkeit darstellen soll. Auch für diese vereinfachte Systemabbildung muß sehr viel über das reale System selbst bekannt sein, damit das Modell das Verhalten des realen Systems gültig wiedergibt. **Die Art der Abbildung wird vom Modellzweck (Bewertungsaufgabe) bestimmt.**
- **Validität von Modellen:** Modelle können nur dann eine gültige Abbildung eines Systems darstellen, wenn sie **verhaltensgültig** (Originalsystem und Modellabbildung müssen das gleiche Verhalten zeigen), **strukturgültig** (die Wirkungsstruktur des Modells muß der Wirkungsstruktur des Systems entsprechen) und **empirisch nachprüfbar** sind.

V.2 Verfügbarkeit von Umweltindikatoren

- Eine grundlegende Voraussetzung für die Ableitung von Umweltqualitätsstandards aus Umweltqualitätszielen und deren Anwendung ist somit die Verfügbarkeit von **Indikatoren**, die
 - * sowohl eine gültige Beschreibung des für die Bewertung relevanten Systemverhaltens ermöglichen,
 - * als auch mit der aus dem Wertesystem resultierenden Zielsetzung korrespondieren.
- Es ist für das Verständnis des umweltbezogener Bewertungen essentiell, daß aufgrund der **vielfältigen und komplexen Wechselwirkungen** in der Umwelt eine "vollständige" Beschreibung der Umwelt und von vorhabensbedingten Veränderungen nicht gelingen kann. Die komplexe Wirklichkeit muß (im Hinblick auf die jeweilige Fragestellung) durch vergleichsweise wenige Größen beschrieben werden, denen eine Schlüsselstellung zum Erkennen und Bewerten von Veränderungen zukommt. **Umweltindikatoren stellen Leitgrößen dar**, mit denen man die Abweichung der (prognostizierten oder festgestellten) Umweltsituation vom Sollzustand messen kann. Umweltindikatoren sind damit für die Bewertung der Auswirkungen eines Vorhabens von zentraler Bedeutung (Abb. 3).

Es stellt sich damit aber auch die Frage nach ihrer **Aussagekraft** und zugleich möglichst einfachen Bestimm- und Anwendbarkeit. Einem Konzept des deutschen Rates der Sachverständigen für Umweltfragen (*SRU 1994*, S.102f.) folgend, erscheinen v.a. jene Umweltindikatoren von hoher Aussagekraft, die sich auf **Konzentrationen von Schadstoffen** in den Umweltmedien, **Eintragsraten von Schadstoffen** in die Ökosysteme und den Boden sowie **Veränderungen von strukturellen Eigenschaften der Ökosysteme** beziehen. Damit korrespondiert ein System von Umweltqualitätsstandards, das ökologische Belastungsgrenzen im wesentlichen über "kritische Konzentrationen" ("critical levels") und "kritische Eintragsraten" ("critical loads") von Stoffen sowie "kritische strukturelle Veränderungen" ("critical structural changes") erfassen soll.

¹⁰ Zu Systembegriff u. Modellbildung s. *H. Bossel 1992*.

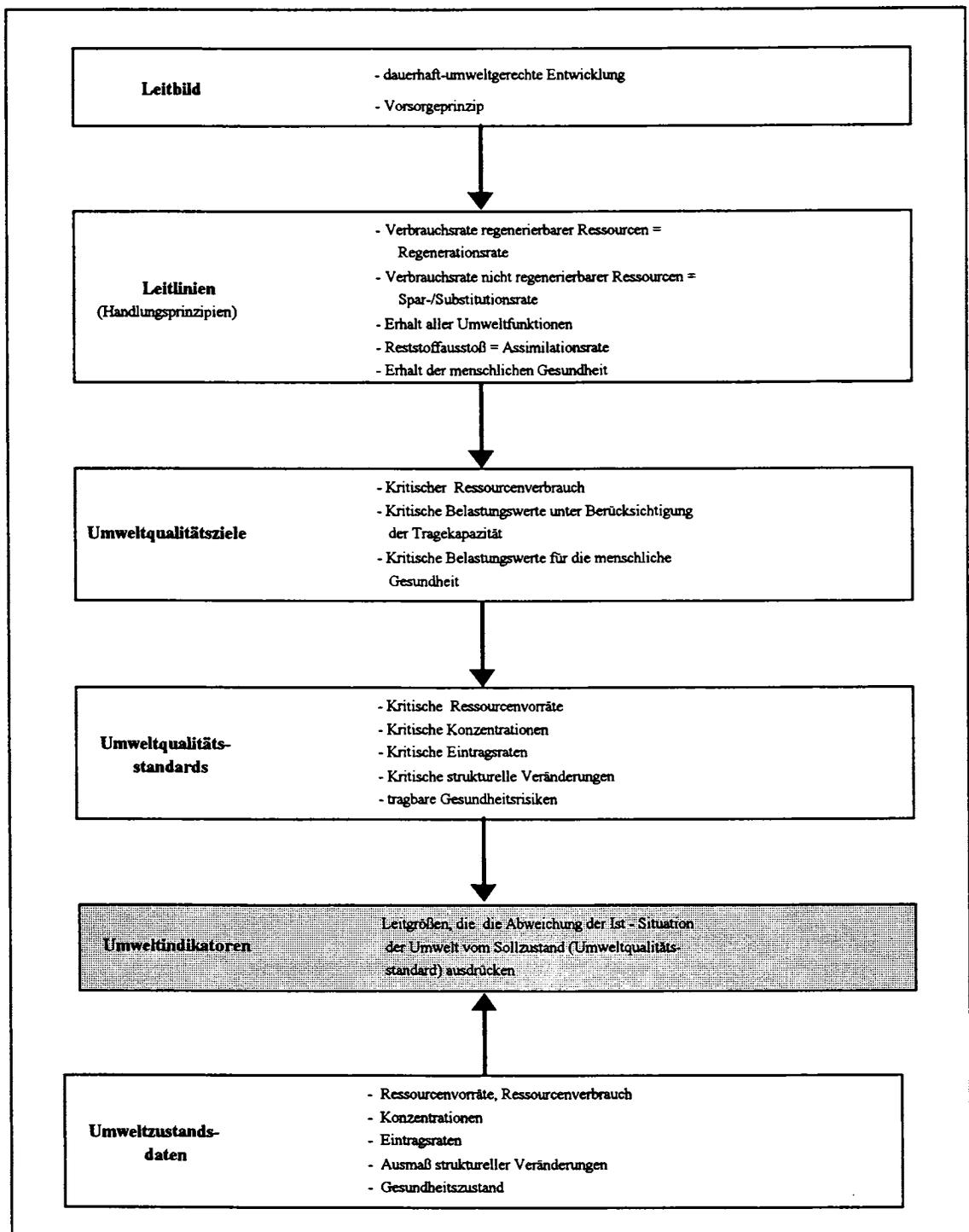


Abb. 3: Die Funktion von Umweltindikatoren im Bewertungsvorgang am Beispiel der Umsetzung eines Leitbildes der "Nachhaltigkeit", nach SRU 1994, S.101.

Teil A: Zwischenbilanz

- Die **Anwendung von Grenzwerten** (Umweltstandards) ist ein (stark formalisiertes) Bewertungsverfahren umweltbezogener Sachverhalte in Form eines Vergleichens von Meß- oder Prognosedaten mit dem jeweiligen Grenzwert.
- Der „eigentliche“ Bewertungsvorgang wird bereits bei der Ableitung des Grenzwertes „vorweggenommen“.
- Die **Ableitung von Grenzwerten erfordert**
 - * die Existenz eines **Wertsystems**
 - * die Existenz eines „Sachmodelles“, das den bewertungsrelevanten Sachverhalt im Hinblick auf den Bewertungszweck gültig abbildet.
- Das Wertsystem bedarf einer schrittweisen **Konkretisierung**, beginnend von Oberzielen (Leitbildern, Leitlinien) hin zu konkreten Einzelzielen (Umweltqualitätszielen).
 - * Diese Konkretisierung erfordert ein „Wechselspiel“ zwischen Wertvorgaben und Modellparametern des „Sachmodells“, d.h. es müssen Bewertungskriterien gefunden werden, die einerseits das jeweilige Umweltqualitätsziel hinreichend umfassen und andererseits ein repräsentativer Zustandsparameter für das betrachtete System sind (**Kompatibilität von „Sachmodell“ und Wertsystem**).
- * Das **Wertsystem** muß so aufgebaut sein, daß die Einzelziele aus den Oberzielen widerspruchsfrei abgeleitet sind.
- Das **Sachmodell** muß im Hinblick auf den Modellzweck (die Bewertungsaufgabe) eine valide Abbildung der Wirklichkeit darstellen.
- **Grenzwerte sind nur „gültig“ im Kontext des jeweiligen Sachmodelles und Wertsystems:** Unterschiedliche Wertsysteme führen zu unterschiedlichen Grenzwerten.
- **Es gibt keine „rein fachlich“ herleitbaren Grenzwerte,** Grenzwerte beschreiben immer ein „Sollen“ und kein „Sein“;
 - * sie können auf Basis von Abwägungsvorgängen entstanden sein, die eigenen ethischen Kriterien und Prinzipien entsprechen, die keine naturwissenschaftlich formulierbare Entsprechung haben (müssen)
 - * und können somit verbleibende „Risiken“ zulassen, aber auch „Marginalrisiken“ ausschließen.

Teil B: How clean is clean, how safe is safe?

I. How clean is clean : Die Fragestellung bestimmt die Antwort

I.1 Am Beispiel eines Luftschadstoffes

Grenzwert	mg/m ³
LOAEL ¹¹	15
IDLH-Wert ¹²	426
ERPG ¹³⁻¹⁴	142
ERPG-2 ¹⁵	42,6
ERPG-1 ¹⁶	0,14
MAK	15
WHO ¹⁷ - Gesundheitsschutz der Allgemeinbevölkerung	0,15 (TMW)
WHO - Schutz vor Geruchsbelästigung	0,007 (HMW)
O.ö. Luftreinhaltever- ordnung 1976/1985	0,020 (HMW), 0,007 (TMW)
Kühling / Peters 1994 ¹⁸ - "Umweltvorsorgewert"	0,0025 (99,5-Perz.)

Tabelle 1: Luft-Grenzwerte für Schwefelwasserstoff

¹¹ Lowest observed adverse effect level.

¹² "Immediately dangerous to Life and Health" (DHHS / NIOSH 1990).

¹³ "Emergency Response Planning Guidelines"; erstellt von der American Industrial Hygiene Association (AIHA); siehe H. Wefers / L. Reimers 1991.

¹⁴ ERPG-3: Bei Exposition bis zu einer Stunde keine lebensbedrohenden gesundheitlichen Auswirkungen.

¹⁵ ERPG-2: Bei Exposition bis zu einer Stunde keine irreversiblen oder sonstigen schwerwiegenden gesundheitlichen Auswirkungen.

¹⁶ ERPG-1: Bei Exposition bis zu einer Stunde nicht mehr als leichte, vorübergehende nachteilige gesundheitliche Auswirkungen.

¹⁷ WHO 1987.

¹⁸ W. Kühling / H.-J. Peters 1994, S.249 f..

I.2: Am Beispiel von Schwermetall - Bodenbelastungen

Schutzgut / Nutzung	Orientierungswert (mg/kg)	
	Sanierungs- ziel	Inter- vention
Multifunktionale Nutzungsmöglichkeit	100	
Mensch: Kinderspielplätze	200	1000
Mensch: Haus- und Kleingärten	300	1000
Mensch: Sportplätze	200	1000
Mensch: Park- und Freizeitanlagen	500	2000
Mensch: Industrie- und Gewerbeflächen	1000	2000
landwirtschaftliche Nutzflächen, Obst- und Gemüseanbau	500	1000
nicht agrarische Ökosysteme	1000	2000

Tabelle 2: Nutzungs- und schutzgutbezogene Orientierungswerte für den Bleigehalt von Böden ("Eikmann-Kloke-Werte")¹⁹

I.3 Zur besonderen Funktion von Normal- und Referenzwerten

- Oben wurden Umweltqualitätsstandards nach Schwellenwerten und Normal- und Referenzwerten unterschieden. Diese Unterscheidung bedarf im Hinblick auf die unterschiedliche Anwendung der beiden Arten von Standards in der Bewertung einer vertieften Betrachtung.

* Schwellenwerte bestimmen jenes Niveau einer Belastung, bei dem bestimmte Umweltauswirkungen noch nicht oder nur

¹⁹ T. Eikmann / A. Kloke 1993.

- mit einer gewissen - i.d.R. sehr geringen - Wahrscheinlichkeit eintreten. Sie werden durch Untersuchung der Auswirkungen einer bestimmten Belastung in der Natur oder - bei chemischen Stoffen - durch Untersuchung von Dosis - Wirkungsbeziehungen im Experiment gewonnen.
- * **Normal- und Referenzwerte haben hingegen keinen expliziten Wirkungsbezug.** Normalwerte geben die mögliche Grenze natürlich bedingter Stoffgehalte eines Umweltmediums oder -bereiches oder auch seinen natürlicherweise vorliegenden Zustand wieder. Normalwerte werden aus der meßtechnischen Untersuchung der Variationsbreite natürlicher "Belastungen" oder des Zustandes einzelner Umweltbereiche abgeleitet. **Referenzwerte** beschreiben bestimmte typische Belastungssituationen, wie sie z.B. emittentenspezifisch, in städtischen Ballungsräumen, in ländlichen Regionen usw. auftreten. Sie sind das Ergebnis belastungsspezifischer Untersuchungen.
 - * Im weiteren Sinn können auch **Belastungsindices**, z.B. Geoakkumulationsindex zur Bewertung der Schwermetallbelastung von Gewässersedimenten (*G. Müller 1979*) oder vergleichbare Indices zur Bewertung von Bodenbelastungen (z.B. *R. Schnabel et al 1993*) zur Gruppe der Normal- und Referenzwerte gezählt werden.
- **Weder Normal- noch Referenzwerte haben einen direkten Wirkungsbezug.** Es ist zwar i.d.R. anzunehmen, daß innerhalb der Variationsbreite "natürlicher" Belastungszustände oder bei Vorliegen einer "ländlichen Hintergrundbelastung" negative Auswirkungen auf Schutzgüter nicht existieren oder zumindest geringfügig sind, doch ist eine derartige Annahme keineswegs zwingend geboten. Oberflächlich austreichende Erze können z.B. in der Natur bereits zu toxisch wirkenden Gehalten von Schwermetallen im Boden führen, was die Ausbildung selektiver "Schwermetall-Pflanzengesellschaften" zur Folge hat (vgl. dazu z.B. *H. J. Fiedler / H. J. Rösler 1993*).
 - Normal- und Referenzwerte haben trotz des fehlenden Wirkungsbezuges bei der Bewertung von Umweltauswirkungen eine unverzichtbare Funktion, nämlich wenn
 - * Umweltqualitätsstandards in Form von Schwellenwerten nicht existieren, z.B. mangels ausreichender Untersuchungen über Dosis-Wirkungszusammenhänge oder bei "neuen" Stoffen; oder
 - * Schwellenwerte bestimmte Auswirkungsformen, z.B. die langfristige Akkumulation von Schadstoffen im Umweltmedium Boden, nicht hinreichend erfassen können.
 - Es ist in diesen Fällen sinnvoll und wohl auch die einzige Möglichkeit, überhaupt eine Bewertung durchführen zu können, wenn man die prognostizierte (Zusatz-) Belastung mit dem Ausmaß der natürlich gegebenen Vorbelastung und / oder den Belastungslagen verschiedener Referenzsituationen vergleicht. Wenn der "spezifische Beitrag" des Vorhabens im Vergleich zu Normalwerten oder "unkritischen" Referenzsituationen ("Hintergrundbelastung") gering ist, können zulässigerweise allenfalls zu erwartende Auswirkungen als unwesentlich eingestuft werden. Das Verfahren hat den nicht zu unterschätzenden Vorteil, daß zur Bewertung auf die umfassenden Datenbestände einschlägiger Untersuchungen zurückgegriffen und damit u.U. der Untersuchungsaufwand erheblich reduziert werden kann.

II. How safe is safe : Ohne Wertsetzung keine Antwort

II.1 Am Beispiel karzinogener Stoffe

- Der vom Gesetzgeber häufig verwendete Begriff der "Gefährdung" (z.B. § 74 Abs. 2 GewO) bedeutet an sich jede von Null verschiedene Wahrscheinlichkeit des Eintrittes einer Schädigung. Eine Aussage über den Grad der Wahrscheinlichkeit ist im Gefährdungsbegriff an sich nicht enthalten.

- Würde unter Gefährdung nun aber jede denkmögliche Schädigung ungeachtet der Wahrscheinlichkeit ihres tatsächlichen Eintritts verstehen, müßte man von einer weitgehenden Nichtgenehmigungsfähigkeit vieler Vorhaben ausgehen.
- Der Gesetzgeber versteht - meist unausgesprochen - unter dem Begriff Gefährdung die Überschreitung eines gewissen Risikos²⁰ (Produkt aus der Wahrscheinlichkeit des Eintritts einer Schädigung und dem Schadensausmaß), also eines "Grenzrisikos", das den Bereich der "faktischen Sicherheit" beschreibt.
- Das Verständnis des Gefährdungsbegriffes als Risiko und der Vermeidung der Gefährdung als Unterschreitung eines wegen seiner Unerheblichkeit tolerierbaren Restrisikos ist - wegen des stochastischen²¹ Wirkungscharakters - essentiell für die Bewertung von Störfallauswirkungen und von Auswirkungen karzinogener Stoffe.
- Ohne Definition eines "akzeptablen" Grenzrisikos auf Ebene des Wertsystems ist eine "gültige" Ableitung von Grenzwerten z.B. für karzinogene Stoffe (im Hinblick auf den Schutz der menschlichen Gesundheit) nicht möglich.
- Eine (rechtlich) verbindliche Festlegung eines "akzeptablen" Risikos für Wirkungen karzinogener Stoffe besteht jedoch nicht.
- Die Vorstellungen und Ansätze über die Höhe eines derartigen "akzeptablen" Karzinogenitätsrisikos gehen weit auseinander und divergieren zudem zwischen verschiedenen Ursachenbereichen (z.B. Ursache "Straßenverkehr" - Ursache "Abfallverbrennung").
- Bisher versuchte Ableitungen von Grenzrisiken basieren auf verschiedenen Ansätzen, die teilweise nur Einzelsubstanzen bzw. Einzelrisiken berücksichtigen.
 - * C. C. Travis et al 1987 haben aus der Analyse einer Vielzahl bundesstaatlicher Entscheidungen (USA) eine "de manifestis"- Risikoschwelle im Bereich von 10^{-3} bis 10^{-4} zusätzlichen Krebsfällen bei lebenslanger Exposition gegenüber Einzelrisiken ermittelt, ab der stets risikomindernde Maßnahmen ergriffen wurden. Andererseits fanden sie ein "de minimis"-Risiko im Bereich von 10^{-4} bis 10^{-6} , bei dessen Unterschreiten nie Maßnahmen ergriffen wurden. Im Bereich zwischen dem de manifestis- und dem de minimis- Risiko waren die getroffenen Maßnahmen und das akzeptierte Risiko im wesentlichen von den spezifischen Kosten je vermiedenem Krebsfall abhängig. Als Grenze eines noch akzeptablen Risikos wurde entsprechend der Bereich des de manifestis- Risikos vorgeschlagen (C. C. Travis et al 1987, C. C. Travis / H. A. Hattemer-Frey 1988).
 - * In den Niederlanden und USA bestehende Regelungen liegen innerhalb des von C. C. Travis et al angegebenen Bereiches: Als praktisch sicher²² ist von Bagatellrisiken werden (für Einzelsubstanzen) Individualrisiken von ca 10^{-6} pro Expositionsjahr betrachtet. Als Lebenszeit-Maximalrisiko für Einzelsubstanzen wurde in den Niederlanden ein Wert von $70 - 80 \times 10^{-6}$, in den USA ein etwas höherer Wert von 200×10^{-6} eingeführt bzw. vorgeschlagen. Bei gleichzeitigem Einwirken mehrerer kanzerogener Stoffe sieht die niederländische Regelung ein maximal 10-fach höheres Gesamtrisiko als für Einzelsubstanzen vor, wobei additive Wirkung angenommen wird (zitiert nach LAI 1992, III. Abschnitt, S.21).
 - * Die WHO hält in ihren "Guidelines for Drinking Water Quality" für Einzelstoffe ein Individualrisiko von 1×10^{-5} bei lebenslanger Exposition für akzeptabel (WHO 1984).
 - * Der Bereich des de minimis- Risikos als Umweltqualitätsstandard für kanzerogene Stoffe wird immer wieder unter dem Titel des Vorsorgeprinzips vorgeschlagen (so z.B. für Luftschadstoffe als "Beurteilungsniveau für das kanzerogene Risiko" von W. Kühling / H.-J. Peters 1994, S.26f).
 - * Ein 1992 vom Länderausschuß für Immissionsschutz der Bundesrepublik Deutschland vorgestelltes Bewertungskonzept (LAI 1992, III. Abschnitt, S.143f) geht von einem akzeptablen Gesamtrisiko durch das Einwirken karzinogener Stoffe - allerdings

²⁰ Zur Unterscheidung der Begriffe Gefährdung und Risiko s N. Schön 1991 und W. Klöpffer 1994.

²¹ Stochastische Wirkungen sind solche, bei denen kein Schwellenwert nachgewiesen werden kann und deren Eintrittswahrscheinlichkeit proportional mit der Dosis steigt. Das Ausmaß der Wirkung für das betroffene Individuum ist unabhängig von der Dosis.

²² Schadstoffdosen, die kein höheres Individualrisiko verursachen, werden als VSD (virtual safe dose) bezeichnet.

nur über den Luftpfad - von 1 : 2500 aus. Der vorgeschlagene Bewertungsmaßstab wird damit begründet, daß eine Reduktion des derzeitigen Krebsrisikos (durch die bewerteten Stoffe) in Ballungsräumen (1:1000) und eine *Angleichung an die Belastung in ländlichen Gebieten* (1:5000) zur Gewährleistung einheitlicher Lebensverhältnisse erwünscht und zielführend sei, die Annahme eines tolerierbaren Gesamtrisikos von 1:1000 allerdings den Fortbestand der Bundesrepublik Deutschland als Industriestaat ausschließe. Bei dem als akzeptabel vorgeschlagenen Gesamtrisiko von 1 : 2500 entfällt die Notwendigkeit regulierender Eingriffe in ländlichen Gebieten, die erwünschte Absenkung des Krebsrisikos in Ballungsgebieten könne aber erreicht werden.

- * Ein anderer konzeptioneller Zugang basiert auf der *Analyse zivilisatorischer und naturbedingter Risiken*. Dabei wird jenes Risiko aus der Einwirkung kanzerogener Stoffe als noch akzeptabel angesehen, das vergleichbar hoch wie andere Risiken liegt, die von der Gesellschaft allgemein als unbedeutend angesehen werden und bei denen das Ergreifen risikomindernder Maßnahmen nicht als erforderlich angesehen wird. Zu beachten ist dabei, daß objektiv gleichhohe Risiken vom einzelnen keineswegs gleichartig wahrgenommen werden, sondern kontextabhängig (va der Freiwilligkeit des Eingehens eines Risikos) bewertet werden (vgl dazu *O. Renn 1989*). *C. Starr 1979* hat auf dieser Basis (für Einzelrisiken) ein **akzeptables Risiko von 10^{-4} pro Person und Jahr** vorgeschlagen. Dieses Risiko entspricht etwa dem Todesfallrisiko infolge eines natürlichen Ereignisses wie Blitzschlag, Erdbeben usw (vgl dazu auch *O. Hofmann 1992*).
- * *A. Kuhlmann 1981* geht von der Überlegung aus, daß sich die ethische Zulässigkeit der Zumutung von Risiken durch den Staat sich auf die Überlegung stützen muß, daß sich gesellschaftliche Zustände, in denen es kein Risiko gibt, nicht herstellen lassen. *Kuhlmann* orientiert sich für seinen Vorschlag eines akzeptablen technischen Risikos am **niedrigsten natürlichen Sterberisiko als Grundmaß** (für die Bundesrepublik Deutschland $2 \cdot 10^{-4}$ Tote je Person und Jahr) und kommt mit einem Sicherheitszuschlag (für die Summe aller anlagenbedingten Einwirkungen) auf ein zulässiges Grundrisiko durch eine *einzelne* technische Anlage von 10^{-5} Tote je Person und Jahr bzw. 10^{-4} bleibende Verletzte je Person und Jahr bzw. 10^{-3} vorübergehend Verletzte je Person und Jahr.
- Die Frage einer (relevanten) Lebens- bzw. Gesundheitsgefährdung des Menschen durch kanzerogene Stoffe müßte eigentlich an der Formulierung eines **Schwellenwertes für das Gesamtrisiko** anknüpfen, da die Festlegung tolerierbarer Einzelrisiken für die Einwirkung einzelner

kanzerogener Stoffe das Ausmaß der insgesamt vorliegenden Gesundheitsgefährdung durch derartige Stoffe nicht begrenzt. Ein derartiges "akzeptables" Gesamtrisiko wurde bislang aber erst ansatzweise diskutiert.

- Auch wenn ein "akzeptables Gesamtrisiko" festgelegt wäre, ist damit die Frage, wie dieses auf einzelne Stoffe und einzelne Einwirkungsarten bzw. -pfade (z.B. Luftschadstoffe, Belastung von Nahrungsmitteln) aufzuteilen wäre, offen.

Die Festlegung eines Gesamtrisikos klärt nicht die Frage, wie die "Risikoanteile" für die einzelnen in Frage kommenden Substanzen (auch hinsichtlich derzeit noch nicht bekannter Substanzen mit kanzerogener Wirkung) zu bemessen wären. Die derzeit vorliegenden Konzepte (vgl *LAI 1992* für Luftschadstoffe) verwenden dazu Modelle und Konventionen²³, die aus den Rechtsvorschriften nicht ableitbar sind.

²³ Vom *LAI* werden mehrere unterschiedliche Modelle diskutiert und als ungenügend verworfen und sodann ein eigenständiges sogenanntes *Synthesemodell* entwickelt, das vorerst verschiedene Gruppen kanzerogener Stoffe bildet, diese anteilmäßig unter Anlehnung ihres Vorkommens im ländlichen Bereich aufteilt und sodann innerhalb jeder Gruppe eine geometrische Reihung vornimmt. Die derzeit bewertbaren kanzerogenen Luftschadstoffe werden den einzelnen Plätzen dieser Reihung je nach ihrer Bedeutung zugeordnet. Das Verfahren gewährleistet Reserven für derzeit unbekannte oder nicht bewertbare Substanzen. Aus den so ermittelten Risikoanteilen werden Umweltqualitätsstandards in Form von Konzentrationswerten für die erfaßten Stoffe mittels unit-risk-Faktoren ermittelt (*LAI 1992*, III. Abschnitt, 128f, S.132f).

Teil C: "Grenzwerte" (... und mit ihnen oft nicht viel besser)

I. Problemursache Sachmodell

- **Beschränkter Kenntnisstand** über Eigenschaften und Prozesse in bestimmten Umweltbereichen
- **Modellunsicherheiten**
 - * Beispiel karzinogene Stoffe: Eine für Arsen durchgeführte Analyse mit unterschiedlichen Annahmen über den Zusammenhang zwischen Dosis und relativem Risiko ergab Unterschiede in den resultierenden unit risks um den Faktor 10^{24} .
 - * Expositionsmodelle benötigen (oft) eine Vielzahl von Annahmen über die Ausprägung von "Expositionspfaden", die nur in Szenarien erfaßt werden können.
- **Problem der Übertragbarkeit**
 - * z.B. Frage der Übertragbarkeit von Dosis-Wirkungsbeziehungen vom Tierversuch auf den Menschen

Besonders schwierig ist die Abklärung des humantoxikologischen Wirkungsprofils einer Substanz. Da aus begreiflichen Gründen Expositionsuntersuchungen am Menschen nur selten möglich sind und epidemiologische Untersuchungen entweder aus prinzipiellen Gründen ("neue" Substanz, Ausmaß des Risikos) undurchführbar oder zu aufwendig sind (Größe des Untersuchungskollektives, Ausschluß anderer Wirkungsursachen), müssen die Wirkungen vieler chemischer Substanzen auf den Menschen aus Ergebnissen von Tierversuchen abgeleitet werden.

- * Labortests - "Realsituation" (Art-Ökosystem-Problem)
- **kein gültiges Modell verfügbar**
 - * z.B. Problematik der Wirkung von Mehrstoffgemischen (durch die möglichen

antagonistischen oder *synergistischen* Wirkungen)

- * z.B. Verhältnis Kurzezeiteffekte - Langzeiteffekte
- **keine aussagekräftige Meßgröße als Bewertungsparameter verfügbar**
 - * Nicht alle umweltbezogenen Zielsetzungen können - mittels Indikatorgrößen, die auch als Meßgrößen geeignet sind - in Umweltqualitätsstandards abgebildet werden; z.B. Geruchsbelästigung (Immissionshäufigkeit, Intensität); "integrale ökosystemare Wirkungen" (z.B. Waldsterben).

II. Problemursache Wertsystem

- **Divergierende Wertsysteme mit unklarer gesellschaftlicher / rechtlicher Festlegung**
 - * z.B. Schutzprinzip - Vorsorgeprinzip
 - * z.B. Lärmschutz, Immissionsschutz (Straßenbau - Anlagenrecht)
 - * Individuenschutz - Artenschutz
- **Unbrauchbares, da zu unspezifisches Wertsystem**
 - * z.B. Abfallwirtschaftsgesetz: keine "Verunreinigung der Umwelt über das unvermeidliche Ausmaß hinaus"
- **Mangelnde Konkretisierung von Umweltqualitätszielen**
 - * z.B. kein "akzeptables Risiko" für kanzerogene Stoffe, nur: "Vermeidung einer Gefährdung der menschlichen Gesundheit"
 - * fehlende Benennung zu berücksichtigender Effekte

²⁴ LAI 1992, III. Abschnitt; S.66, 73.

- **keine Benennung des erwünschten Grades an "Sicherheit"**
 - * Problem der Festlegung von Sicherheitsfaktoren bei der Übertragung von Daten aus dem Tierversuch bzw. vom Individuum auf das Kollektiv, von Kurzzeitbeobachtungen auf Langzeitbeobachtungen
- **Im rechtlichen Bereich:**
 - * "Falsches" Sachmodell zugeordnet: z.B. Fluoridgrenzwert der o.ö. Luftreinhalteverordnung
 - * "Intuitive" Grenzwertfestsetzung, die nicht auf ein Sachmodell und ein explizites Wertesystem referiert ist (z.B. Dioxingrenzwert Abfallverbrennung)

III. ..bei der Grenzwertanwendung

- **Zeitlicher Bezug**
- **Räumlicher Bezug**
- keine (hinreichend präzise, reliable oder valide) **Meßmethode** zur Überprüfung der Grenzwerteinhaltung verfügbar (vgl. Heizwertregelung in der Deponieverordnung); **Probenahmefragen**

IV. Sonderfragen: Wieviel Freiraum für andere Umweltnutzungen?

- Umweltqualitätsstandards beschreiben im Hinblick auf eine gesetzliche Zielsetzung Obergrenzen der Umweltnutzung, indem für Indikatoren Größen festgelegt werden, die als Grenzwert dienen. Bei Unterschreitung des Grenzwertes gilt die gesetzliche Zielsetzung bzw. Genehmigungsvoraussetzung als erfüllt. Klarerweise ist dabei nach einer **Vorbelastung**, d.h. der Ausschöpfung des Grenzwertes durch andere Umweltnutzer (oder natürliche Prozesse) und der durch das Vorhaben verursachten **Zusatzbelastung** zu unterscheiden: Die **Summe aus Vor- und Zusatzbelastung** ist der **Bewertung** zugrunde zu legen.

- Bei dieser Vorgangsweise stellt sich - sofern die Summe aus Vor- und Zusatzbelastung den Grenzwert unterschreitet, die Frage, ob durch ein Vorhaben allein der im Hinblick auf die Vorbelastung bestehende **Freiraum zum Grenzwert** aufgefüllt werden kann, oder auch andere zukünftige Umweltnutzungen berücksichtigt werden müssen.

V. Sonderfragen: Das "Problem der überhöhten Vorbelastung"

- Bei der Grenzwertanwendung stellt sich häufig die Frage, wie mit **geringen Zusatzbelastungen** bei Vorliegen einer bereits **grenzwertüberschreitenden Vorbelastung** umzugehen ist.
- Ein "absolutes Verschlechterungsverbot" in einer solchen Situation würde zu unabsehbaren Konsequenzen führen
 - * Auch für sich betrachtet *geringfügige*, ja vernachlässigbare Einwirkungen wären unzulässig, obwohl die durch sie hervorgerufene Zusatzbelastung meßtechnisch möglicherweise nicht einmal von der Vorbelastung unterschieden werden könnte.
 - * Es ist in vielen Fällen nur eine Frage, wie weit der *Bewertungsrahmen* gezogen wird, um auf überhöhte Vorbelastungen zumindest einzelner Umweltbereiche zu stoßen, sodaß für eine Vielzahl von Vorhabentypen faktische Genehmigungsverbote entstehen könnten.
 - * Eine u.U. sehr umweltintensive "Altanlage" wäre dadurch gegenüber einem vergleichsweise auswirkungsarmen Neuvorhaben privilegiert, obwohl gerade das Gegenteil zielführend wäre.
- Eine Lösung der "praktischen Vernunft" könnte sein: Eine Zusatzbelastung ist im Fall einer überhöhten Vorbelastung dann "akzeptabel", wenn sie sowohl im Verhältnis zur Vorbelastung als auch zum angewandten Umweltqualitätsstandard gering ist. Die Grenzen sollten so gezogen werden, daß vorhabensbedingte unter-

scheidbar größere Schädigungen der Schutzgüter vermieden werden bzw. die vorhabensbedingte Belastung der Schutzgüter bei allfälliger zukünftiger Reduktion der Vorbelastung (z.B. aufgrund von Sanierungsmaßnahmen) nicht selbst zu unzulässigen Auswirkungen führt.

Literatur:

- Bechmann A.*, Grundlagen der Bewertung von Umweltauswirkungen in: *Storm / Bunge*, Handbuch der Umweltverträglichkeitsprüfung, Erich Schmidt Verlag, Berlin 1988 (Loseblattausgabe), 3510
- Bohne E.*, Grundprobleme des UVP-Gesetzes und seiner Auswirkungsvorschriften, in: *K.-H. Hübler / M. Zimmermann*, UVP am Wendepunkt - Wege zu einer vorsorgenden Umweltpolitik, *Economica* 1992, 15f.
- Bossel H.*, Modellbildung und Simulation. Vieweg, Braunschweig - Wiesbaden 1992, 16f.
- DHHS / NIOSH*, NIOSH Pocket Guide to Chemical Hazards, National Institute for Occupational Safety and Health, Cincinnati 1990
- Eikmann T. / Kloke A.*, Nutzungs- und schutzgutbezogene Orientierungswerte für (Schad-)Stoffe in Böden, Eikmann - Kloke - Werte (1993), in *Rosenkranz et al*, Handbuch für Bodenschutz, E. Schmidt Verlag, Berlin (Loseblattausgabe, Grundwerk 1988), 3595, 9305
- Erdmann K.-H. / Grunow-Erdmann C.*, Umwelt und Ethik - Aufgabe für Gegenwart und Zukunft, UVP-report (1994) 3, 150f
- Fiedler H. J. / Rösler H. J.*, Spurenelemente in der Umwelt², G. Fischer 1993, 128f.
- Hofmann O.*, Grenzwerte: Festlegung und Bewertung, Wasser - Abwasser 1992 (10), 520f
- Klöppfer W.*, Environmental Hazard - Assessments of Chemicals and Produkts, *ESPR - Environ. Sci. & Pollut. Res.* 1994 (1), 47f
- Knauer P.*, Umweltqualitätsziele, Umweltstandards und ökologische Eckwerte, in: *K.-H. Hübler / K. Otto-Zimmermann*, Bewertung der Umweltverträglichkeit - Bewertungsmaßstäbe und Bewertungsverfahren für die Umweltverträglichkeitsprüfung³, Eberhard Blottner 1993, 45f
- Kommission der EG*, Für eine dauerhafte und umweltgerechte Entwicklung - Ein Programm der Europäischen Gemeinschaft für Umweltpolitik und Maßnahmen im Hinblick auf eine dauerhafte und umweltgerechte Entwicklung, Amt für amtliche Veröffentlichungen der Europäischen Gemeinschaften, Luxemburg, Katalognummer CB-CO-92-150-DE-C; 1992
- Kuhlmann A.*, Einführung in die Sicherheitswissenschaft, Vieweg & Sohn/Verlag TÜV Rheinland 1981, 427f
- Kühling W. / Peters H.-J.*, Die Bewertung der Luftqualität bei Umweltverträglichkeitsprüfungen - Bewertungsmaßstäbe und Standards zur Konkretisierung einer wirksamen Umweltvorsorge, Dortmunder Vertrieb für Bau- und Planungsliteratur 1994
- LAI (Länderausschuß für Immissionschutz)*, Krebsrisiko durch Luftverunreinigungen, Hrsg. Ministerium für Umwelt, Raumordnung und Landwirtschaft des Landes Nordrhein-Westfalen, 1992
- Müller G.*, Schwermetalle in den Sedimenten des Rheins - Veränderungen seit 1971, *Umschau* 1979 (24), 778f
- Österreichische Bundesregierung*, NUP - Nationaler Umweltplan, 1995
- Renn O.*, Risikowahrnehmung - Psychologische Determinanten bei der intuitiven Erfassung und Bewertung von technischen Risiken, in: *Hosemann*, Risiko in der Industriegesellschaft: Analysen, Vorsorge und Akzeptanz, Universitätsbund Erlangen-Nürnberg 1989, 167f
- Schnabel R. et al*, Ansatz zur komplexen Bewertung von Bodenkontaminationen, *UWSF* 1993 (3), 144f
- Schön N.*, Risikobetrachtungen: Probleme, Definitionen, Methoden, *UWSF* 1991 (3), 180f
- SRU (Rat der Sachverständigen für Umweltfragen)*, Umweltgutachten 1994, Metzler - Poeschel 1994, 68
- Starr C.*, Benefit Cost Relationship in Socio-Technical Systems (Proc. IAEA Symposium 1979) 895f, zitiert nach: Rink, Umweltverträglichkeitsprüfung und Ökometrie - Risikoanalyse im Umweltbereich, *UWSF* 1992 (3), 185f
- Summerer S.*, Umweltethik und UVP, in: *K.-H. Hübler / K. Otto-Zimmermann*, Bewertung der Umweltverträglichkeit - Bewertungsmaßstäbe und

Bewertungsverfahren für die Umweltverträglichkeitsprüfung³, Eberhard Blottner 1993, 18f

Travis C. C. et al, Cancer risk Management: A review of 132 federal regulatory decisions, *Environ. Sci. Technol.* 1987 (5), 415f

Travis C. C. / Hattemer-Frey H. A., Determining an acceptable level of risk, *Environ. Sci. Technol.* 1988 (8), 873f

Wefers H. / Reimers L., Die neue Störfall-Verordnung, WEKA-Fachverlag, Augsburg (Loseblattausgabe, Grundwerk 1991), Teil 3/17

WHO, Guidelines for Drinking Water Quality; Vol. 1: Recommendations, 1984, 62

WHO, Air Quality Guidelines for Europe, WHO Regional Publications, European Series No. 23, Copenhagen 1987, 239 f.

DISKUSSION :

How clean is clean, how safe is safe?

Warum es ohne Grenzwerte nicht geht - und mit ihnen (oft) nicht viel besser.

JAUMANN: Herr Wimmer sie haben die Frage des akzeptierten Risikos in der Gesellschaft kurz angesprochen und darauf hingewiesen, daß Benzolgehalte in der Luft von Städten eher akzeptiert werden wie in der Abluft von Müllverbrennungsanlagen, und das ist in der Tat so. Auf der anderen Seite scheuen sich - in Deutschland zumindest - unsere Politiker, den Kenntnissen der Wissenschaft nachzukommen und die Benzolwerte zu senken.

WIMMER: Auf den Punkt gebracht geht es hier um ein grundlegendes Problem: Die Akzeptanz von Risiken wird durch die Akzeptanz der Risikoursachen bestimmt. Das hat aber zur Konsequenz, daß wir den eigentlichen Anspruch an ein rationales Bewertungsverfahren - nämlich Gleiches gleich zu behandeln - verlieren, weil wir die gleiche Zielgröße auf verschiedene Wertsysteme hin auflösen, ohne daß es dafür eine Begründung gäbe. Es ist nicht logisch begründbar, daß wir verschiedene Grenzwerte für Einwirkungen der gleichen Art fixieren.

Was wir für eine Grenzwertfestlegung in diesem Fall brauchen würden, ist die Festlegung einer Größe des akzeptablen (Gesundheits-) Risikos. Die haben wir aber nicht und damit haben wir Beliebigkeitsaussagen im Bereich krebserregender Stoffe. Ohne definiertes akzeptables Risiko kann man Grenzwerte beliebiger Höhe formulieren, die jeweils gleich "gültig" bzw. gleich "ungültig" sind.

Genau diesen Prozeß erleben wir und der erklärt, warum es im Bereich der krebserregenden Stoffe Unterschiede von drei und mehr Zehnerpotenzen bei den Grenzwerten geben kann.

Das ganze hat aber noch eine andere Konsequenz: Wenn Sie sich an die Dioxin-Diskussion bei der Müllverbrennung erinnern und die "strengen" Emissionsgrenzwerte für solche Anlagen, so sollte man nicht vergessen, daß es auch noch einen zweiten thermischen "Entsorgungsweg" für Abfälle gibt. Wenn Sie nun Verpackungsmüll in einem normalen Hausofen verbrennen, dann können sie Emissionskonzentrationen von 50 Nanogramm/m³ messen. Eine moderne Abfallverbrennungsanlage hat vielleicht 0,02 Nanogramm, das heißt ein Einzelofen mit Verpackungsabfall befeuert, liefert ihnen etwa die Dioxinmenge, die ihnen eine Abfallverbrennungsanlage liefert. Man könnte daraus einige Schlüsse ziehen für die Ableitung von Grenzwerten.

Genau diese Schlüsse erfolgen aber nicht. Das Nichtwegkommen von der Akzeptanz der Risikoursachen - nicht der Risiken - kann zu irrationalen Entscheidungen führen. Man investiert dann Milliarden in emissionsseitige Umweltschutzmaßnahmen, ohne daß man immissionsseitig merkt, daß es besser geworden ist. Da kann ich ihnen viele Beispiele dafür geben. Wir bauen z.B. derzeit in Österreich mit einem Aufwand von 30 Milliarden Mark Kläranlagen vor allem in Richtung Denitrifikation aus, wozu man etwa eine Verdoppelung der Belebungsbeckenvolumen braucht. Damit werden wir es schaffen, die gesamte Stickstoffbelastung der Fließgewässer um etwa 10 bis 15 % abzusenken. Die Gewässer werden vielleicht lokal darauf reagieren. Wir hätten also vielleicht besser und kostengünstiger woanders - im Bereich der landwirtschaftlichen Flächennutzung - ansetzen müssen.

TUFAR: An der Grenze Hessen/Nordrhein-Westfalen wurde ein Naturschutzgebiet gemacht mit schlechter Wasserqualität, Menschen durften es nur auf Wegen betreten und jetzt gar nicht mehr. Die Bäche wurden drastisch gereinigt, wo sie vorher stark verschmutzt waren, weisen sie nun beste Wasserqualität auf. Nur: Vorher waren sie fischreich, jetzt sind die Fische tot, aus dem einfachen Grund, weil der Reiherbestand überhand genommen hat. Die Reiher haben die ganzen Kröten abgefangen, und wie die weg waren, haben sie die Bäche ausgefischt. Das ist so wie mit den Krähen, die auch unter Naturschutz stehen, aber die Lämmer reissen.

ZIEGLER: Wir haben ähnliche Probleme in Österreich mit den Kormoranen an den Bächen.

WIMMER: Das wird sich wohl langfristig selbst regulieren. Aber sie haben vom Aspekt der Grenzwertfindung - ich bin hier Theoretiker - sehr interessante Fragen aufgeworfen, nämlich der Begründung von Grenzwertkonzepten. Und da stehen - um beim genannten Fall zu bleiben - zwei divergierende Konzepte nebeneinander, nämlich schadensorientierte Konzepte und Natürlichkeitskonzepte. Die schadensorientierten Konzepte zeichnen sich durch Schwellenwerte aus, sie sind aus menschlicher Sicht erstellt. Die Natürlichkeitskonzepte definieren bestimmte Situationen als natürlich (und anzustreben), und diese beiden Konzepte können wunderbar aufeinanderprallen und völlig widersprechende Ergebnisse liefern.

Bei den Barbara-Gesprächen im vorigen Jahr habe ich mir einen schönen Verweis eingehandelt in einer Klärschlammdebatte, wo es geheißen hat, der Klärschlammgesetzgeber mit seinen Grenzwerten "spinnt". Ich habe darauf geantwortet, so ist es nicht. Wir können nicht über die Gültigkeit von Wertannahmen diskutieren, die sind paradigmatisch.

Selbstverständlich liefert die Natur irgendwelche Ereignisse und irgendwelche Stoffflüsse. Die können wir so betrachten: Sind sie von der Natur, dann dienen sie uns als Anhaltswert, dann legen wir uns mit unseren

menschlichen Prozessen in die Bandbreite der Natur, dann können wir daraus Grenzwerte machen, Grenzwerte in Form von Normalwerten. Die sagen aber nichts darüber aus, ob sie weit weg von einer Schadensschwelle sind oder ob Schadensschwellen möglicherweise schon überschritten sind.

Die Natur kann für sich selbst auch "Schaden" produzieren, selbstverständlich, da gibt es viele Beispiele. Würde ich mit einem schadensorientierten Konzept an die Grenzwertfindung herangehen, dann bekäme ich in so einem Fall wesentlich niedrigere Grenzwerte. Und solche Grenzwerte nach beiden Konzepten stehen tatsächlich auch nebeneinander.

Betrachten wir - voriges Jahr Thema - die Vererzungen mit Arsen in verschiedenen Zonen und stellen dem schutzorientierte Grenzwerte, die noch dazu Sicherheitsfaktoren enthalten gegenüber, dann "produziert" die Natur über dem Grenzwert. Aus diesem Problem kommen wir nicht heraus, das können wir auf naturwissenschaftlich-fachlicher Ebene nicht lösen. Die Lösung kann nur auf Ebene des Wertsystems gesucht werden. Im gegenständlichen Fall erscheint sie mir sogar relativ primitiv zu sein: Für den Fall, daß die Natur selbst bereits die von uns gesetzten Schadensgrenzen überschreitet, lassen wir z.B. keine oder nur eine geringe weitere Schadenserhöhung zu. Das könnte ein Ansatz sein. Theoretisch betrachtet handelt es sich hier um das (im Vortrag behandelte) "Problem der überhöhten Vorbelastung".

RIEHL: Darf ich kurz einen Hinweis auf die Barbara-Gespräche im nächsten Jahr geben. Es sollen die geologische Entwicklung und Evolution und die Events in Relation dazu beleuchtet werden, am zweiten Tag eine Wasserfrage.

Diskussionsbeiträge von:

Dr.med. Michael JAUMANN
Klinik am Eichert
HNO-Abteilung
D-73035 Göppingen

Mag. Walter ZIEGLER
BG/BRG Neunkirchen
Otto Glöckel Weg 2
A - 2620 Neunkirchen

Dr. Georg RIEHL-HERWIRSCH
Hauptstrasse 70
A - 2801 Katzelsdorf

Univ.Prof. Dr. Werner TUFAR
Philipps-Univ.Marburg
Fachbereich Geowissenschaften
Hans-Meerwein-Straße
D-35032 Marburg/Lahn

BARBARA-GESPRÄCHE

Payerbach 1996

Der Critical Loads-Ansatz
als Konzept zur Grenzwertfindung

H.D. GREGOR



INHALT

GESCHICHTLICHE ENTWICKLUNG	149
UMWELTQUALITÄTSZIELE	150
DIE "PHILOSOPHIE" DES CRITICAL LOADS-KONZEPTS	152
CRITICAL LOADS-FORSCHUNG IN DEUTSCHLAND	155
DIE UMSETZUNG DES CRITICAL LOADS-KONZEPTS	156
DIE ABLEITUNG UND KARTIERUNG VON CRITICAL LOADS	159
LITERATUR	164

Anschrift des Verfassers:

*Dr. Heinz-Detlef GREGOR,
Direktor und Professor
Umweltbundesamt*

*Bismarckplatz 1
D-14191 Berlin*

Der Critical Loads-Ansatz als Konzept zur Grenzwertfindung

H.D. GREGOR

Geschichtliche Entwicklung

Aktivitäten des Menschen sind verbunden mit vielfältigen Belastungen der Umwelt. Dazu gehören weiträumige Eingriffe in Natur und Landschaft, die Ausbeutung von Ressourcen, die Dezimierung von Tier- und Pflanzenarten sowie die nachhaltige Störung von Stoffkreisläufen und Energiebilanzen. Die ganze bisherige Menschheitsgeschichte ist voll von Beispielen dafür. Seit der Entstehung erster größerer Siedlungen im Neolithikum zeigten sich in deren Umgebung auch Folgen von Beweidung, Bewässerung und Kahlschlägen. Seit etwa 7000 Jahren gibt es anthropogene Umweltschäden z.T. größten Ausmaßes. Genauso alt allerdings sind auch die Bemühungen, Belastungen zu vermeiden oder die Zerstörungen in Grenzen zu halten. Mit fortschreitender Industrialisierung und Technisierung verschärften sich die Probleme, wuchsen jedoch auch die Ansätze, sie zu thematisieren, und die Überlegungen für technische Problemlösungen. So schrieb der mittelalterliche Scholastiker Thomas von Aquin der Obrigkeit *"daß die Luft der Gesundheit zuträglich"* sein müsse und stellte fest, daß *"außer der Reinhaltung der Luft nichts für die Gesundheit einer Gegend so maßgebend wie gesundes Wasser"* sei. 1231 erzwingt Kaiser Friedrich II, der Staufer, in seinem Herrschaftsbereich umweltverträgliches Verhalten durch Androhung drakonischer Strafen für rücksichtslose Handlungen. Seine "Konstitutionen von Melfi" hatten zum Ziel: *"die Reinheit der Luft, welche dem göttlichen Urteil vorbehalten bleibt, mit sorgsamem Eifer und nach besten Kräften zu erhalten"*. Vorschriften zum Schutze des Bodens und des Wassers ergänzten die Verordnung, die fast 600 Jahre Gültigkeit behielt.

Das enorme Bevölkerungswachstum und der enger werdende Raum, steigender Energieverbrauch, die Intensivierung von Industrie, Verkehr, Landwirtschaft und Siedlung und der allseits erstrebte höhere Lebensstandard haben nicht unbedeutend dazu beigetragen, daß vielerorts die Grenzen der Belastbarkeit erreicht und verstärkt Umweltprobleme aufgetreten sind.

Über die Jahrhunderte haben sich die Probleme der Luftbelastung immer wirksamer bekämpfen, aber doch nicht völlig beseitigen lassen. Die akute Bedrohung der menschlichen Gesundheit durch direkte Einwirkung hoher Schadstoffkonzentrationen in industriellen Ballungsräumen in Westeuropa ist zwar weitgehend gebannt, dafür sind verstärkt großflächige chronische Schadwirkungen in der Umwelt zu beobachten. Die Schadwirkungen sind durch die Begünstigung der Ausbreitungsbedingungen in der Atmosphäre ("Hochschornsteinpolitik", Kraftfahrzeuge als mobile Emittenten) vielfach nur aus dem Nahbereich in industriefernere Regionen verlagert worden.

Die Versauerung und Eutrophierung von Böden und Gewässern infolge der Belastung der Atmosphäre mit anthropogenen Schwefel- und Stickstoffverbindungen gehören heute zu den Schwerpunkten flächenhafter Umweltbelastungen. Als Folgen der Deposition säurebildender und eutrophierender Luftschadstoffe treten Vegetationsschäden, Verschiebungen im Artenspektrum, Rückgang der Artenvielfalt, Belastungen des Grund- und Oberflächenwassers und selbst eine Gefährdung der Trinkwasserqualität auf (DEUTSCHER BUNDESTAG 1994).

Umweltqualitätsziele

Um den Stellenwert von Critical Loads und Levels für die Umweltpolitik zu verdeutlichen muß deren Begriffswelt kurz erläutert werden.

Zum Schutz der Gesundheit des Menschen und seiner Umwelt, zur Vorsorge gegen und zur Sanierung von Umweltbelastungen muß die Umweltpolitik Qualitätsziele formulieren und sie auf der Basis naturwissenschaftlicher Kriterien durch Umweltstandards, also Grenzwerten, konkretisieren. Sie muß so die Umweltqualität beschreiben, die es zu erhalten oder durch Umweltschutzmaßnahmen wiederherzustellen gilt. Welche Qualität letzten Endes erreicht werden soll, unterliegt politischer Wertung und Entscheidung. Bei der Formulierung von Zielen in der Umweltpolitik erhalten demzufolge neben rein naturwissenschaftlichen Kriterien, speziell Ergebnisse der Wirkungsforschung und der Umweltbeobachtung, gesellschaftliche Wertungen sowie wirtschaftliche und technische Belange Bedeutung, die miteinander abzustimmen sind, was mitunter schmerzhaft Kompromisse erfordert. Der Umfang, in dem die naturwissenschaftlichen Erkenntnisse schließlich Berücksichtigung finden, ist allerdings auch eine gute Bemessungsgrundlage für den Rang oder die Wertschätzung, die das jeweilige Schutzgut in der Umweltpolitik genießt. Er bestimmt natürlich auch die Bereitschaft der Wissenschaft, sich zum Nutzen der Umweltpolitik weiterhin bei der Erforschung von Schadensursachen, der Ermittlung von Dosis-Wirkungsbeziehungen und Schwellenwerten für Schadstoffe in der Umwelt und an der Erarbeitung von Prognose- und Wirkungsmodellen für die Umweltkompartimente zu engagieren.

Umweltqualitätsziele (UBA 1994) sind umweltpolitische Vorgaben, die auf das Erreichen oder Erhalten einer bestimmten Umweltqualität gerichtet sind. Es ist daher möglich, zuweilen notwendig, Umweltqualitätsziele für verschiedene Qualitätsniveaus zu definieren, d.h. für verschieden hohe Schutzziele. Diese können dann direkt oder in Stufen innerhalb bestimmter Fristen verwirklicht werden. Daneben muß auch unterschieden werden

zwischen sogenannten ökologischen Qualitätszielen, die einen bestimmten "natürlichen" Umweltzustand als schützenswert festlegen, wie es zum Beispiel mit § 20 des Bundesnaturschutzgesetzes ("Schutz bestimmter Biotope") beabsichtigt ist, und solchen, die ein Maß für die "unschädliche Einwirkung" z.B. eine Immissionskonzentration oder eine Depositionsrates kennzeichnen.

Bisweilen liegen auch formale oder anlagentechnische Gründe vor, die eine Formulierung unterschiedlicher Ziele erzwingen, oder aber, trotz Zusammenwirkens verschiedener Schadfaktoren an einem Schadensgeschehen, erfordern unterschiedliche Verursachergruppen oder Wirkungspfade eine individuelle Ausweisung von Qualitätszielen, Grenzwerten und Maßnahmenbedarf. Nicht zuletzt können auch Erkenntnislücken oder eine wissenschaftlich begrenzte Aussagefähigkeit für einzelne Umweltkompartimente oder bestimmte Dosis/Wirkungsbeziehungen eine differenzierte Herangehensweise bestimmen.

Es ist wissenschaftlich nicht möglich, einen einheitlichen oder übergreifenden Wert für alle Umweltqualitätsziele zu ermitteln oder zu fordern, vielmehr muß je nach Medium, Nutzung, Region, Belastungsfaktor und Belastungspfad sowie nach angestrebtem Schutzniveau versucht werden, Kriterien für eine angestrebte Umweltqualität zu ermitteln, mit denen die Qualitätsziele konkretisiert werden können.

Im Ergebnis wird es eine Bandbreite von Einzelzielen geben, die von der allgemein formulierten Umweltpolitik über die Festlegung von stofflichen oder nichtstofflichen Standards zu greifbaren Rechtsfolgen führen.

Bei der Formulierung von Qualitätszielen für die verschiedenen Schutzobjekte (z.B. empfindliche Biotope) oder medienbezogen für Mensch und Umwelt (Grundwasserschutz, Bodenschutz, Luftreinhaltung etc) erhalten Wirkungsschwellenwerte zunehmende Bedeutung, da sie zu den überzeugendsten Kriterien gehören, auf die Qualitätsziele gestützt werden können, und von denen Grenzwerte abgeleitet werden können. Denn Wirkungsschwellenwerte kennzeichnen die zulässige Intensität

einer Einwirkung für ein jeweils definiertes Schutzniveau aus allein naturwissenschaftlicher Sicht. Sie sind deshalb auch an den Stand des Wissens gekoppelt, unterliegen also dem Zwang der Revision entsprechend dem Erkenntnisfortschritt. Die rasante Entwicklung der im Zusammenhang mit der ECE-weiten Kartierung von Critical Loads und Levels vereinbarten Zahlenwerte für Belastungsgrenzen gegenüber Schwefel- und Stickstoffverbindungen sowie bei der Ozonproblematik zeigt, wie dynamisch die Wissenschaft hier fortschreitet.

Im Zuge ihrer Umsetzung können Wirkungsschwellenwerte in mehr oder weniger verbindliche Standards oder Richt- bzw. Grenzwerte übergehen oder aber umgekehrt als naturwissenschaftliche Orientierungsgrößen zur Neuformulierung von Umweltqualitätszielen führen. Besonders geeignet sind sie bei der Beurteilung, ob durch geplante oder vollzogene Maßnahmen die erwünschte Entlastung der Umwelt auch erreicht wurde oder erreichbar ist.

In Deutschland verfolgte Ansätze zur Bestimmung von Grenzen der Belastbarkeit für Ökosysteme haben sich lange auf die Versauerungsproblematik konzentriert. Diese ist eng an die Gebiete gebunden, deren Untergrund von Natur aus kalk- und basenarm ist (Granit, Gneis, Sandstein oder Schiefer der Mittelgebirge, Sanderflächen Norddeutschlands). Dort ist die Versauerung zum Teil schon in größere Tiefen vorgedrungen und führt zu Stoffausträgen in das Grundwasser. Es ist unbestritten, daß die Versauerungsfront in den betroffenen Gebieten größere Tiefen erreichen wird, sofern keine wirksamen Gegenmaßnahmen ergriffen werden. Für Grundwasser in empfindlichen Gebieten wird eine Ausweitung der Schädigung angenommen (DEUTSCHER BUNDESTAG 1994) mit der Gefahr, daß vermehrt Metalle und Schwermetalle in die Gewässer eingetragen werden oder, wie als Trend ohnehin beobachtet, die Nitratgehalte ansteigen. Standorte mit karbonatreichem Ausgangsgestein (z.B. Lößgebiete der Rheinischen Bucht, Geschiebelehmregionen Norddeutschlands oder Kalke der

Fränkisch-Schwäbischen Alb) haben grundsätzlich eine geringe Versauerungsempfindlichkeit. Wegen der landwirtschaftlichen Einflüsse (Kalkung) und Siedlungsabwässer ist das Auftreten von versauerten Gewässern vor allem auf bewaldete Höhen der Mittelgebirge, sowie auf kalkarme Gebiete der norddeutschen Tiefebene begrenzt. Aufgrund der Langzeitwirkungen chemischer Reaktionsabläufe im Boden oder im System Boden-Grundwasser wird jedoch selbst bei rascher und starker Reduzierung der heute noch anzutreffenden Schadstoffeinträge eine Verbesserung der Situation nur langfristig erzielbar sein. Der weiträumige, in Europa grenzüberschreitende, Transport der verantwortlichen Emissionen verlangt darüber hinaus eine ähnlich weiträumige, das bedeutet europäische, Kooperation auf der Maßnahmensseite.

Ein wichtiger, ausbaufähiger Weg wird bei dieser Kooperation mit dem Schwellenwertkonzept der "Critical Levels und Loads" beschritten. Dieses macht es möglich zu zeigen, wie weit die Grenzen der Belastbarkeit für Ökosysteme schon überschritten sind, wie weit also die Belastung zurückgeführt werden muß.

Die Situation ist nicht einfach, denn die Wirkungszusammenhänge sind komplex und auch die Umweltprobleme variieren ebenso wie die Belastungssituationen über weite Regionen in Europa. Aber gerade einer derart komplexen Problematik wird das Critical-Loads-Konzept am ehesten gerecht. Da das Konzept einen Ansatz zur Beurteilung der Belastungsgrenzen von Ökosystemen darstellt, ist es von besonderer Bedeutung für das Ziel einer "nachhaltigen Entwicklung", das - einst von Hartig (1796) als Leitsatz für die Forstwirtschaft eingeführt - heute als Leitbild die Umweltdiskussion bestimmt.

Auch der Critical Loads-Ansatz ist nicht neu. Er wurde bereits Ende der 60er Jahre in Kanada entwickelt und in den 70er Jahren in die skandinavisch-europäische Umweltdiskussion eingeführt. Mitte der 80er Jahre gelang die Einbindung in die Luftreinhaltungspolitik der UN-Wirtschaftskommission für Europa (ECE).

"Critical Levels" und "Critical Loads" werden prinzipiell mit Hilfe einzelner oder kombinierter chemischer, physikalischer, geowissenschaftlich-bodenkundlicher oder biologischer Indikatoren ermittelt. Dies können z.B. die Ozonexposition in einem Waldgebiet, die Konzentration toxischer Aluminium-Ionen im Boden oder der pH-Wert sein. Sie bieten damit eine objektivierte Grundlage für die Bestimmung von Umweltqualitätskriterien (UBA 1994). So wie die Bundesregierung in ihrer Beantwortung einer Großen Anfrage (DEUTSCHER BUNDESTAG 1994) wertet daher auch der Rat von Sachverständigen für Umweltfragen (SRU 1994, NAGEL et al. 1994) in seinem Umweltgutachten *"Für eine dauerhaft-umweltgerechte Entwicklung"* das Critical Loads-/Levels-Konzept als eine geeignete Vorgehensweise *"über die unterschiedlichsten Verursacherbereiche hinweg, sowohl räumlich differenziert, als auch unter Beachtung der Zeit Grenzen festzulegen, deren Beachtung erforderlich ist, um eine dauerhaft-umweltgerechte Entwicklung zu gewährleisten"*.

Die "Philosophie" des Critical Loads-Konzepts

Gleich einem Faß, das unabhängig von seiner eigentlichen Größe und der Zusammensetzung seines Inhalts, durch eine auch sehr geringe Flüssigkeitszufuhr, also den sprichwörtlichen Tropfen, zum Überlaufen gebracht wird, dient ein sogenannter "Cup of Stresses" der Verdeutlichung des Critical Loads-Ansatzes. Wie in Abb. 1 exemplarisch dargestellt, können viele verschiedene -auch natürliche- Stressfaktoren ein Ökosystem treffen. In dem gezeigten Beispiel sind natürliche und anthropogene Säureinträge, die Zufuhr von Stickstoffverbindungen, aber auch klimatische Unbilden als Stressfaktoren für die Umwelt exemplarisch aufgeführt. Jeder einzelne Faktor ist in bestimmtem Umfang belastend, aber nur die Summe der Faktoren ruft schließlich durch Überschreiten der Belastbarkeit eine Reaktion des Systems in Form sichtbarer oder meßbarer, chronischer oder akuter Veränderungen hervor. Zahllose Beispiele, wie Waldschäden,

Ernteverluste, Gewässerversauerung, Artenschwund usw. belegen das Ausmaß derartiger Reaktionen in der Umwelt. Abb. 2 zeigt, wie diese Reaktionen bewertet werden können und wie die kritischen Belastungswerte ermittelt werden.

In der Regel verfügt das belastete System über ein mehr oder weniger starkes Puffervermögen oder stabilisierende Reparaturmechanismen. Es ist also möglich, daß Schadstoffe eine zeitlang oder in einem bestimmten Umfang eingetragen werden können, ohne daß eine Wirkung beobachtet wird.

Solange ist die Belastungssituation noch als unkritisch anzusehen. Von einem "kritischen" Wert wird dann gesprochen, wenn Wirkungen auftreten. Im gezeigten Beispiel (Abb. 2) wird an dieser Stelle die Abszisse überschritten. Der weitere Kurvenverlauf der Schädigung, im gewählten vereinfachten Beispiel als Zunahme versauerter Gewässer infolge Säureeintrags beschrieben, soll aufzeigen, daß nach Einsetzen der Wirkungen fortschreitende oder zunehmende Belastungen zu immer stärkeren Schäden führen.

Zwei weitere Beispiele sollen den Schwellenwertansatz verdeutlichen. Eine Pflanze kann an ihrem Standort zeitlebens bestimmte Konzentrationen des natürlichen Luftbestandteils Ozon ertragen, an den sie angepaßt ist. Auch erhöhte Werte werden vorübergehend toleriert. Wird jedoch schließlich durch weiter angestiegene Konzentrationen die Wirkungsschwelle überschritten, treten sichtbare Schäden auf.

Für komplexere ökosystemare Zusammenhänge sei auf das Phänomen der Waldschäden verwiesen. Chronische, z.T. jahrzehntelange Einwirkung von Luftschadstoffen wurde vom Waldökosystem zunächst intern verarbeitet, bis in verschiedenen Kompartimenten die Schwellen für einzelne oder mehrere der diversen Schadfaktoren überschritten wurden und das nun destabilisierte Ökosystem weiterem externen Streß nicht mehr gewachsen war. Im vorliegenden Fall sind langjährige Säureinträge, direkte SO₂-Wirkungen, Nährstoffverluste, Wurzelschäden, Schneebruch, Windwurf und Insektenkalamitäten am Faktorenkomplex beteiligt.

critical loads
the cup of stresses

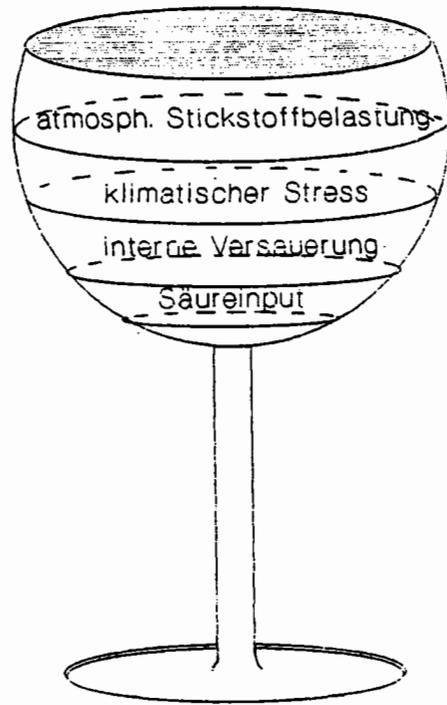
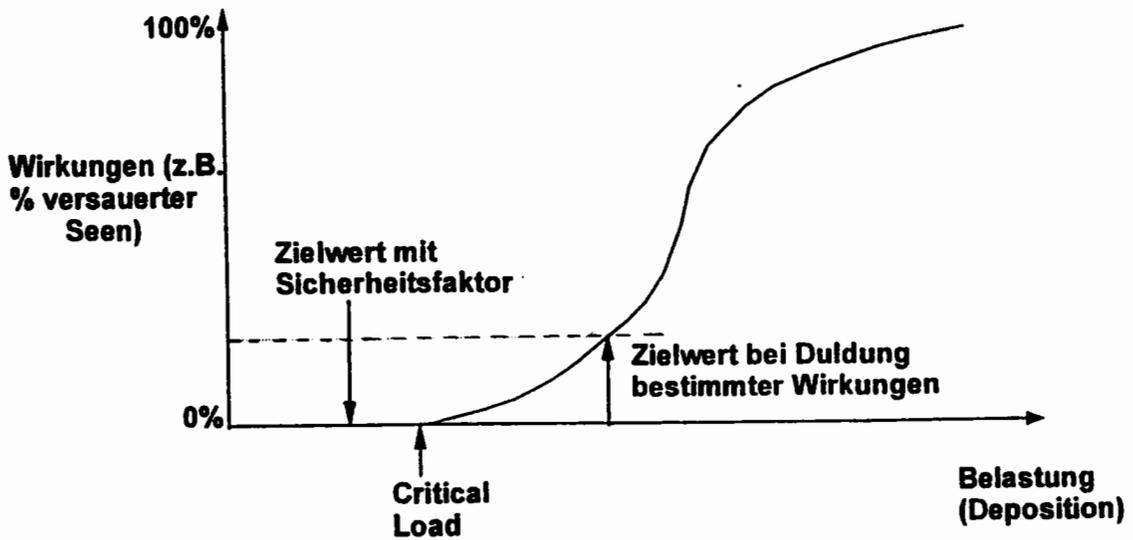


Abb. 1: Die Critical Loads-Philosophie; der "Cup of Stresses", ein Beispiel für einen Faktorenkomplex als Ursache für chronische Umweltschäden



Die Critical load ist eine Eigenschaft des Rezeptors. Der Zielwert wird durch politische Entscheidungen beeinflusst.

Abb. 2: Die Ermittlung von Wirkungsschwellen und die Ableitung von Critical Loads- und Zielwerten

Gleich dem oben erwähnten Faß geht der Critical Loads-Ansatz zunächst davon aus, daß es für das belastete System zur Erhaltung oder Wiederherstellung seiner nachhaltigen Existenz nur erforderlich ist, die Summe der Belastungen unter die Toleranzgrenze, also den "Rand des Bechers" zu senken. Diese Grenze entspricht für den einzelnen Faktor der in Abb. 2. als Überschreiten der x-Achse dargestellten Belastung.

Hier ist im Idealfall der kritische Belastungswert abzulesen, es sei denn, man will durch Einrechnen eines (Un-) Sicherheitsfaktors z.B. den Problemen bei der Übertragung von Laborbefunden auf ein Ökosystem Rechnung tragen und vermindert den eigentlichen Wert entsprechend oder man toleriert auf der anderen Seite ein gewisses Schadensniveau (z.B. eine bestimmte Waldschadenssituation oder einen gewissen Nitratgehalt im Grundwasser oder einen bestimmten Prozentsatz versauerter Gewässer) und erlaubt deshalb einen entspre-

chend höheren Schadstoffeintrag. Beide vom eigentlichen kritischen Wert abweichenden Einträge sind vom Critical Loads-Konzept nicht gedeckt, denn sie sind nicht allein naturwissenschaftlich abgeleitet, sondern einer nachträglichen Bewertung unterzogen worden. In leichter Abwandlung des hier gezeigten Ableitungsvorganges wird man in der Realität nicht von präzisen Werten, sondern vorrangig von Bandbreiten ausgehen, die auch die standörtliche Diversität besser widerspiegeln.

Neben der Einbeziehung auch multifaktorieller Ursache-/Wirkungsbeziehungen, versucht das Critical Loads-Konzept der Tatsache Rechnung zu tragen, daß in den verschiedenen Regionen Europas drastische Unterschiede im herrschenden "chemischen Klima", d.h. deutlich abweichende Immissionstypen zu beobachten sind (Abb. 3). Sie sind stark vereinfacht in einen Stickstoff-betonten Immissionstyp (Kraftverkehr!) in den westlichen Ländern und einen Schwefel-betonten Typ (Kohle) in den

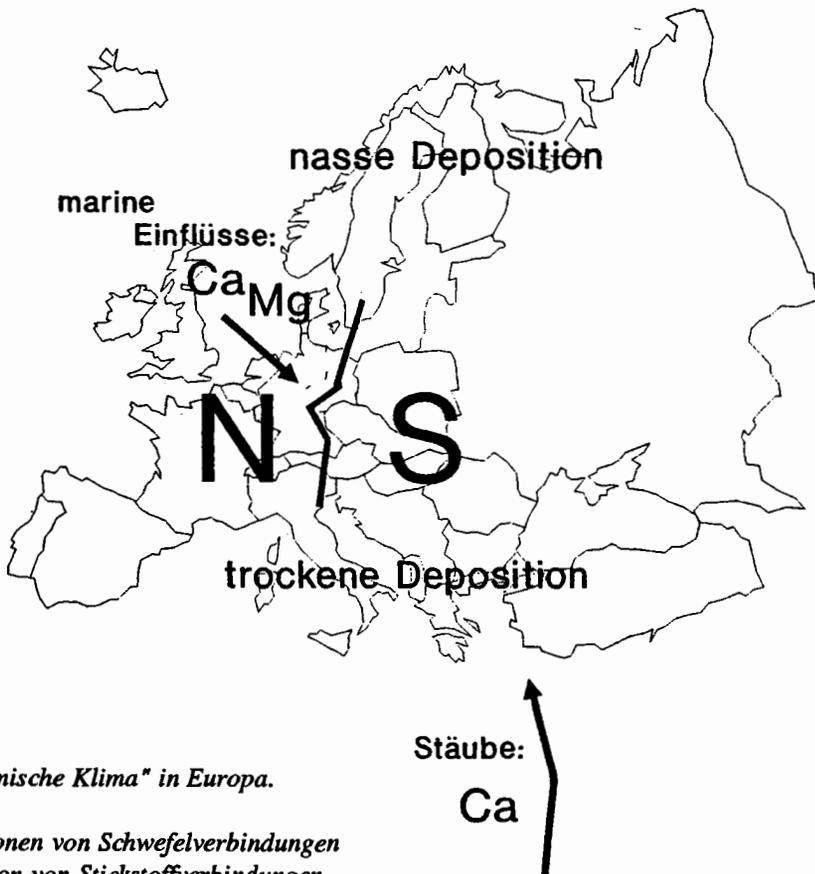


Abb.3: Das "chemische Klima" in Europa.

S: Emissionen von Schwefelverbindungen
 N: Emission von Stickstoffverbindungen

Ländern Mittel- und Osteuropas zu trennen und werden durch eine dominierende Rolle der Naßdeposition im Norden, sowie eine vorherrschende Belastung mit gasförmigen Schadstoffen vor allem im Mittelmeerraum charakterisiert. Diese Unterschiede erklären auch das stark differierende Interesse an den jeweiligen Umweltschäden in den verschiedenen Regionen Europas: versauerte Seen in Skandinavien, geschädigte Wälder in Deutschland, Steinzerfall bei klassischen Baudenkmalern der Antike im Mittelmeerraum, um nur einige zu nennen.

Ein besonders wichtiger Punkt ist letztlich auch, daß die Länder Europas in unterschiedlichem Ausmaß Schadstoffe auf dem Luftpfad importieren oder exportieren. Abb. 4 zeigt die Verhältnisse für Deutschland am Beispiel der Sickoxide. Es wird deutlich, daß die einzelnen Länder in Europa die Probleme der Luftreinhaltung nur im Konzert mit ihren Nachbarn lösen können.

Das Critical Loads-Konzept erlaubt es, die verschiedenen Probleme in den verschiedenen Regionen Europas nach einem harmonisierten Verfahren objektiv zu bewerten und unter Berücksichtigung der jeweils empfindlichsten Rezeptoren die für die jeweiligen Immissionstypen am besten geeigneten Schutzmaßnahmen zu begründen und mit den Nachbarstaaten zu verhandeln.

Critical Loads-Forschung in Deutschland

Langjährige gezielte Förderung der Erforschung von Wirkungen anthropogener Luftverunreinigungen in Deutschland (ein Review der zu Beginn der Critical-Loads-Aktivitäten relevanten Arbeiten wurde 1990 veröffentlicht (Gregor 1990) hat geholfen, die Diskussion um das Critical Loads-Konzept im Rahmen der UN-ECE anzustoßen und mit den erforderlichen wissenschaftlichen Erkenntnissen zu untermauern. Von Beginn an traten jedoch ständig neue Wissenslücken zutage, die aus dem laufenden Forschungsbetrieb der Ökosystem- und Wirkungsforschung nicht geschlos-

sen werden konnten. Teilweise war es in den ersten Jahren sogar noch erforderlich, bei einigen Forschergruppen Überzeugungsarbeit für die Nützlichkeit dieses für Deutschland neuen Konzepts zu leisten.

Der rasche Erkenntnisfortschritt macht es nach wie vor notwendig, zur Erfüllung der nationalen Verpflichtungen bei der Umsetzung der Luftreinhalteprotokolle und zur Weiterentwicklung des Critical-Loads-Konzepts, Forschungs- und Entwicklungsvorhaben in öffentlicher Förderung zu vergeben. Nur so ist es möglich, die in anderen Regionen Europas gefundenen Wirkungskriterien und Belastungsgrenzen, für die Anwendung auf deutsche Umweltverhältnisse aufzubereiten und für eine harmonisierte Anwendung im Kartierungsprogramm einzusetzen. Dies geschieht über den Beratungsauftrag des Umweltbundesamtes hinaus in Form von Forschungsaufträgen und Gutachten. Zum Teil sind aber selbst Basisdaten für die bereits laufende Kartierung nicht verfügbar und müssen erst erhoben oder errechnet werden. Eine große Rolle spielt auch die Datenfülle, die zum Zweck der Critical-Loads-Kartierung zusammengeführt werden muß, und die Beobachtung der Entwicklungen im internationalen Bereich. Schließlich haben zur Frage der Ermittlung und Kartierung von Critical Levels und Loads für Stickstoff- und Schwefelverbindungen und ihre Umwandlungsprodukte allein in den Jahren 1988 bis 1996 mehr als 30 internationale z.T. sehr hochrangige Treffen stattgefunden. Der größte Teil von ihnen stand unter deutscher Federführung. Eine Zusammenfassung findet sich in UBA (1996).

Insgesamt sind im selben Zeitraum allein vom Umweltbundesamt mit Mitteln des Umweltforschungsplans des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit Vorhaben auf folgenden Gebieten vergeben worden:

Critical Levels für direkte Ozon- und NO_x-Wirkungen (R.Guderian, Universität Essen); Critical Levels für direkte SO₂-Wirkungen (H.-J.Jäger und E.Schulze, Universität Gießen und Umweltbundesamt); Acceptable Levels für

Wirkungen auf Materialien (K.-F.Ziegahn, FhG, und D.Knotkova, Tschechien); Critical Levels für direkte NH_3 - und NH_4^+ -Wirkungen (A.C.Posthumus, Wageningen, NL); Kartierung von Critical Loads (H.D.Nagel, Berlin); Erfassung immissionsempfindlicher Biotope in der Bundesrepublik Deutschland und in anderen ECE-Ländern und Kartierung von Belastbarkeit und Belastung (H.D.Nagel, Berlin, P.Hartl, R.Lenz, München, J.W.Erisman, RIVM, Bilthoven,NL). Relevante Erkenntnisse konnten auch aus den zahlreichen Projekten des UBA zum Bodenschutz und der umfangreichen deutschen Waldschadensforschung (in 12 Jahren mehr als 800 Projekte für über 450 Mio. DM) sowie deren gezielter Auswertung gewonnen werden. Selbst da wo Fragen der Critical Loads im ursprünglichen Ansatz nicht direkt im Mittelpunkt gestanden hatten, hat aber die Fülle der Erkenntnisse und ihre ökosystemare Verknüpfung die Richtigkeit des Critical Loads-Ansatzes bestätigt.

Die Forschungsergebnisse sind entweder als Originalarbeiten publiziert (und im Literaturverzeichnis enthalten), als Originalbeiträge in Workshopberichte aufgenommen oder als Arbeitsgrundlage in die Workshops, in die nationalen Berichte (RIVM 1991, 1993, 1995) oder das Kartierungshandbuch (UBA 1996) eingeflossen.

Eine konsequente Fortführung dieser Forschung wird es möglich machen, die einmal übernommene Funktion Deutschlands als Pilotland in der Entwicklung und Kartierung von Critical Loads in Europa zu erhalten und seine Rolle als Motor in der europäischen Luftreinhaltepolitik zu festigen.

Die Umsetzung des Critical Loads-Konzepts

Eine erfolgreiche Umsetzung der beschriebenen Gesichtspunkte in der internationalen Umweltpolitik erfordert ein schrittweises Vorgehen:

1. Ableitung von Schwellenwerten für Schadstoffwirkungen aus der experimentellen Wirkungsforschung und der Umweltbeobachtung
2. Iterative Konsensbildung mit der internationalen Fachwelt (Stand des Wissens)
3. Charakterisierung der Belastungssituationen in Europa durch Darstellung der Regionen mit Überschreitung von Critical Loads ("Mapping-Programm")
4. Abstimmung von Minderungszielen zur Unterschreitung der Wirkungsschwellen

Die ersten beiden Schritte sind schon vor mehreren Jahren zurückgelegt worden:

1988 fanden in Deutschland und Schweden die ersten internationalen Workshops zur Problematik der Grenzwertfindung für Schwefel- und Stickstoffeinträge statt (UBA 1988, NILSSON und GRENNFELT 1988), bei dem kritische Belastungswerte (Critical Levels als Konzentrationen in der Luft und Critical Loads als Eintragsraten) definiert wurden. Ein erster Überblick über die dort gefundenen Wirkungsschwellen für die Einträge von Schwefel- und Stickstoffverbindungen, im einzelnen für direkte Wirkungen von SO_2 , NO_x , NH_y und Ozon, sowie indirekte Wirkungen von Säure- und Stickstoffdepositionen für alle untersuchten Rezeptoren vom Hochmoor bis zum Grundwasser, wurde 1990 publiziert (deVRIES und GREGOR 1990). Zahlreiche Folgeveranstaltungen auf internationaler Ebene haben inzwischen die Ableitungsmethodik konsolidiert (UBA 1993, UBA 1996) und die naturwissenschaftliche Basis aus Sicht der ökologischen Wirkungsforschung weiter gestärkt und die Wissenschaft beteiligt sich weiterhin aktiv an der laufenden Überprüfung der ökologischen Wirkungszusammenhänge. Sie hat - wie die Umweltpolitik - (DEUTSCHER BUNDESTAG 1994) das zugrundeliegende Konzept akzeptiert (SRU 1994).

Hinsichtlich des dritten Schrittes ("Mapping-Programm") ist angestrebt, die Berechnung und Kartierung der Critical Loads, so wie im Rahmen der UN-ECE begonnen, auf der Grundlage europaweit einheitlicher Methoden

Bilanz von oxidiertem Stickstoff für die Bundesrepublik Deutschland nach EMEP
für das Jahr 1990

Exporte (10^5 kg Stickstoff pro Jahr), d.h. durch Deutschland in anderen europäischen
Ländern verursachte Depositionen

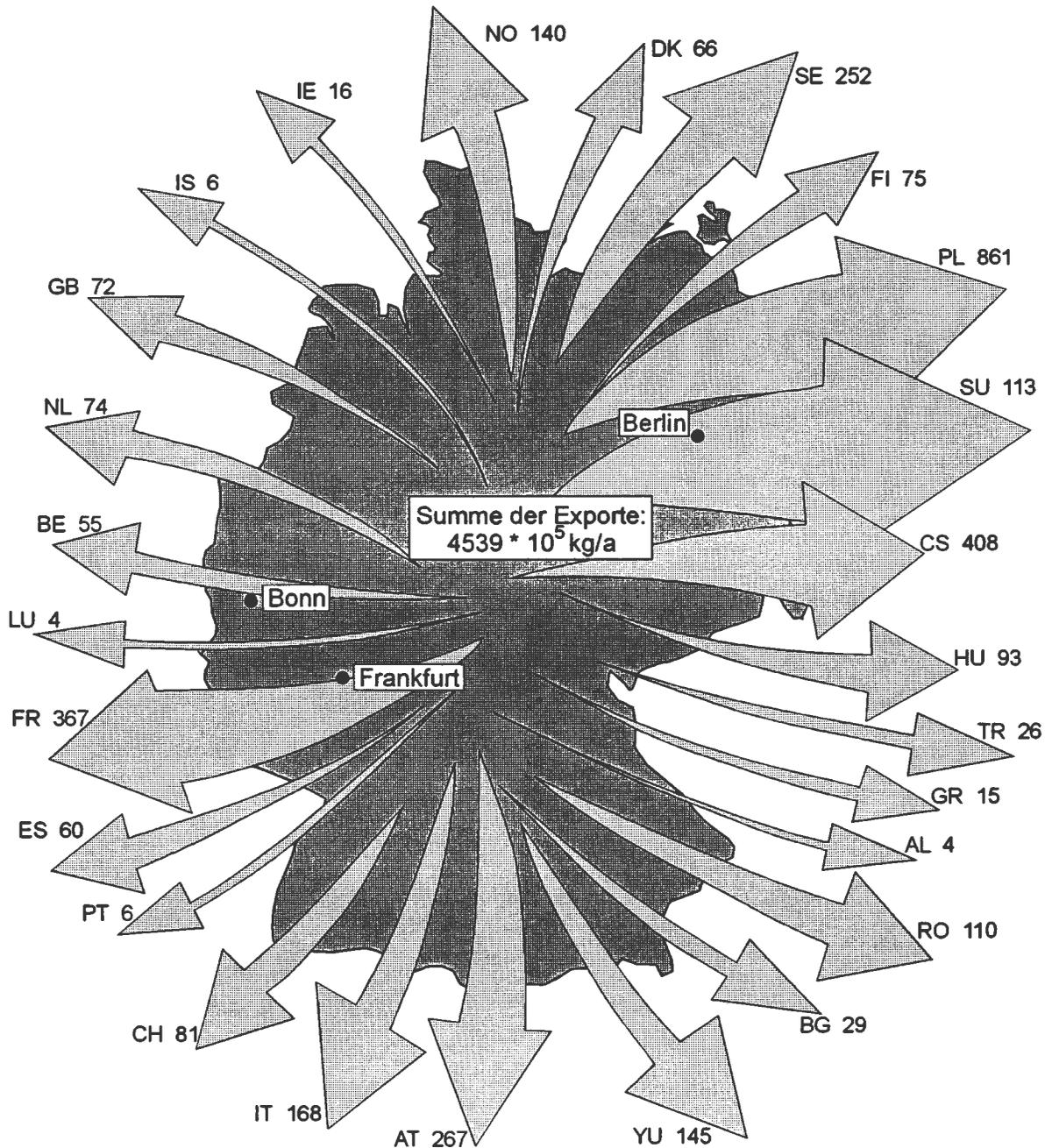


Abb. 4a: Die Import/Export-Bilanz für Stickoxidemissionen für Deutschland im Jahre 1990 (nach EMEP, berechnet als 10^5 kg Stickstoff pro Jahr):

Exporte, d.h. durch Deutschland in anderen Ländern verursachte Depositionen

Bilanz von oxidiertem Stickstoff für die Bundesrepublik Deutschland nach EMEP für das Jahr 1990

Importe (10^5 kg Stickstoff pro Jahr), d.h. durch andere europäische Länder in Deutschland verursachte Depositionen

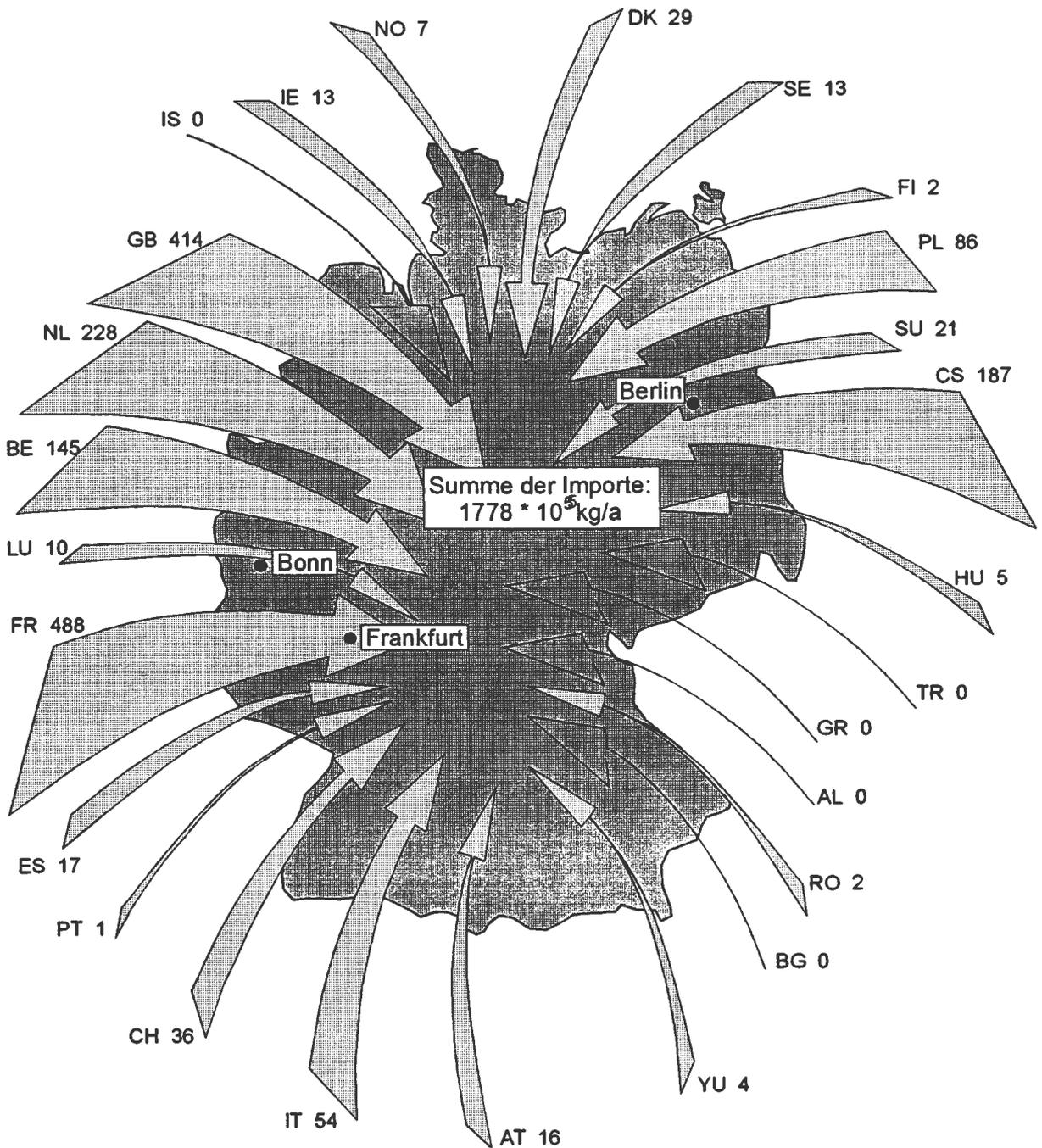


Abb. 4b: Die Import/Export-Bilanz für Stickoxidemissionen für Deutschland im Jahre 1990 (nach EMEP, berechnet als 10^5 kg Stickstoff pro Jahr):

Importe, d.h. durch andere Länder in Deutschland verursachte Depositionen.

fortzusetzen, um mit einem harmonisierten Ansatz möglichst konsistente Europakarten zu erzeugen (UBA 1993, 1996). Es handelt sich dabei zunächst noch um einen stark vereinfachenden Massenbilanzansatz, in dem nur wenige Schlüsselprozesse berücksichtigt werden, deren Bedeutung im großräumigen ökosystemaren Wirkungsgefüge jedoch u.a. durch die bisherigen Ergebnisse der Waldschadensforschung belegt ist. Es werden derzeit praktisch nur Wirkungsmechanismen berücksichtigt, die im Maßstab von Landschaftseinheiten (1: 200 000 bis 1: 1 Mio.) relevant und faßbar sind. In Berücksichtigung des fortschreitenden Erkenntniszugewinns werden die Ansätze wie in den vergangenen 5 Jahren jedoch auch zukünftig schrittweise verfeinert und verbessert. Das Kartierungsprogramm wird auch im ECE-Rahmen als "iterative process" gesehen.

Der vierte Schritt, die eigentliche Umsetzung des Konzepts in konkrete Vereinbarungen, ist am Beispiel des 1994 unterzeichneten 2.Schwefelprotokolls (UN-ECE 1994) aufzuzeigen (s.u.).

Die Ableitung und Kartierung von Critical Loads

Um den Zusammenhang zwischen Eintrag und Schädigung abzuschätzen und ein Maß für die Sensitivität der Rezeptoren zu finden, müssen die Prozesse, die für die Reaktion eines Ökosystems auf Stoffeinträge relevant sind, benannt und quantifiziert werden. Im Folgenden wird als Beispiel hierfür eine Methode dargestellt, die diese Belastungs-Wirkungs-Komplexe mit Hilfe eines Massenbilanzmodells beschreibt. Es wird hier vor allem das Prinzip erläutert; die ganze Fülle von Zahlenwerten und Bandbreiten der auf zahlreichen Workshops aus Tausenden von wissenschaftlichen Einzelpublikationen bereits abgeleiteten Critical Levels und Loads für eine große Zahl von Rezeptoren sind anderweitig veröffentlicht (UBA 1988, UBA 1993, UBA 1994, 1996, NILSSON und GRENNFELT 1988, GRENNFELT und THÖRNELÖF 1992, deVries 1991, deVRIES und GREGOR 1990, RIVM 1991, 1993).

Der zur Erläuterung des Ansatzes als Beispiel herausgegriffene Ansatz geht von der Wirkung über den Bodenpfad aus, das heißt, deponierte Schwefel- und Stickstoffverbindungen rufen über eine Versauerung der Böden langfristig die Schädigung von Waldökosystemen hervor (ULRICH 1987). Als Folge der Bodenversauerung sind die Auswaschung (Tiefenverlagerung) basischer Kationen und damit die Verschiebung des Ca-, bzw. Mg/Al-Verhältnisses zu beobachten.

Das für die Critical Loads Berechnungen verwendete einfache Massenbilanzmodell setzt bei dieser Erkenntnis an und verwendet die Säureneutralisationskapazität (Acid Neutralisation Capacity, ANC) in der Bodenlösung sowie das Ca/Al-Verhältnis als einen zentralen Grenzwert für versauerungsgefährdete Forstböden. Für die Berechnung der Critical Loads, d.h. der maximalen Eintragsraten, die eine Einhaltung dieser Grenzkriterien gewährleisten, hat man sich auf die Modellierung der maßgeblichen Schlüsselprozesse im System Waldboden konzentriert. Für die Berechnung der Critical Loads für den Säureeintrag wird der versauernde Eintrag der neutralisierenden Wirkung der basischen Kationen aus der Verwitterung gegenübergestellt. Die Kationenkonzentration in der Bodenlösung wird außer durch die angesprochenen Prozesse durch den Nährstoffentzug über die geerntete Biomasse und die Sickerwasserrate beeinflusst.

Diese Massenbilanz läßt sich mit dem Bild einer Waage (Abb.5) verdeutlichen, bei der auf der einen Seite die Protoneneinträge, auf der anderen Seite die Nettosumme der Raten der Protonen-konsumierenden und -produzierenden Prozesse im System stehen. Der Critical Load-Wert entspricht dabei dem Eintrag, der diese Waage wenigstens im Gleichgewicht hält, also die Raten der Prozesse nicht übertrifft, die der Versauerung entgegenwirken. Ammonium wird in diesem Ansatz aufgrund der Umsetzungen im Boden als potentiell versauernder Eintrag gewertet, so daß die Critical Load für den Säureeintrag der Summe der Depositionen von Sulfat, Nitrat und Ammonium abzüglich der Deposition basischer Kationen entspricht.

Massenbilanzmethode

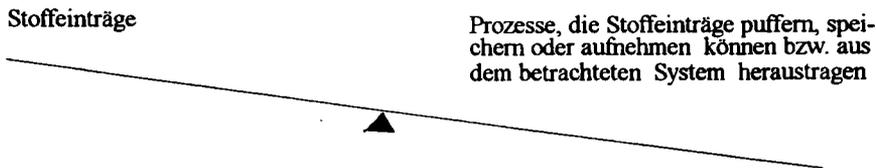


Abb. 5: Prinzip der Massenbilanz

Für Deutschland sind seit 1991 Critical Loads für den Säure-, Schwefel- und Stickstoffeintrag nach den international vereinbarten Methoden (UBA 1993) berechnet und kartiert worden, ferner liegen Karten der Überschreitung der Critical Loads vor (NAGEL et al. 1994, DzU 1994). Wie in einigen anderen Ländern, wurde dazu z.B. die Freisetzung basischer Kationen aus der Mineralverwitterung über die Bodenkarte abgeleitet. Dieser Parameter ist entscheidend von Muttergestein und Bodentextur beeinflusst. Informationen zu beiden Größen sind in der Bodenkartierung enthalten. Um die Verwitterungsrate kartographisch darzustellen, hat man, ausgehend von einer Anzahl von Untersuchungen in verschiedenen europäischen Gebieten, eine Zuordnung der Verwitterungsraten zu bestimmten Bodentypen vorgenommen. Zur Ableitung der Festlegungsraten in der Biomasse ist, für die langfristige Betrachtung und unter Vernachlässigung saisonaler Prozesse, weniger die aktuelle Aufnahme durch die Vegetation, als vielmehr die Menge, die dem System tatsächlich entzogen wird, von Interesse. Angaben darüber sind aus Ertragsdaten abzuleiten. Die räumliche Zuordnung von Ertragsklassen kann über ihre Abhängigkeit von den vorherrschenden standortspezifischen Einflüssen, hauptsächlich Temperatur und Feuchteversorgung, erarbeitet werden.

Die für die Massenbilanz benötigten Größen werden aus den Grundkarten der Bodentypen, der Temperatur und der Sickerwasserrate abgeleitet (Abb. 6). Die Verarbeitung erfolgt

in einem Geographischen Informationssystem unter Hinzunahme der Waldverteilungskarte. Durch Verschneiden der Grundkarten erhält man eine Karte der Verteilung von Critical Loads für Waldböden (siehe Abb. 7). Auf ihr weisen vor allem das Norddeutsche Flachland und die Hochlagen der Mittelgebirge mit niedrigen Critical Loads-Werten eine hohe Versauerungsempfindlichkeit auf. Weniger gefährdet zeigen sich die Gebiete kalkreichen Ausgangsgesteins, wie z.B. die schwäbische und fränkische Alb und die Kalkalpen.

Ein Blick über die Grenzen der Bundesrepublik Deutschland hinaus zeigt bei Anwendung der gleichen Kriterien, daß im übrigen Europa der skandinavische Raum und Schottland besonders stark versauerungsgefährdet sind, ebenso wie der zentrale Alpenraum mit vorwiegend granitisch geprägten Böden. Niedrige Critical Loads finden sich ferner vom Norddeutschen Flachland mit seinen Sandböden auf glazialen Ablagerungen bis nach Polen hinein.

Diesen Darstellungen müssen nun die durchschnittlichen tatsächlichen Depositionsraten von Säuren, Säurebildnern, sowie basischen Kationen gegenübergestellt und mit Waldverteilungskarten überlagert werden. Man erhält dann eine Vorstellung vom Ausmaß und der räumlichen Ausdehnung der Überschreitung der Belastungsgrenzen. Die ersten Karten über die Überschreitung von Critical Loads in Deutschland sind bereits in den "Daten zur Umwelt" publiziert (DzU 1994).

Das Prinzip der Critical Loads-Berechnung

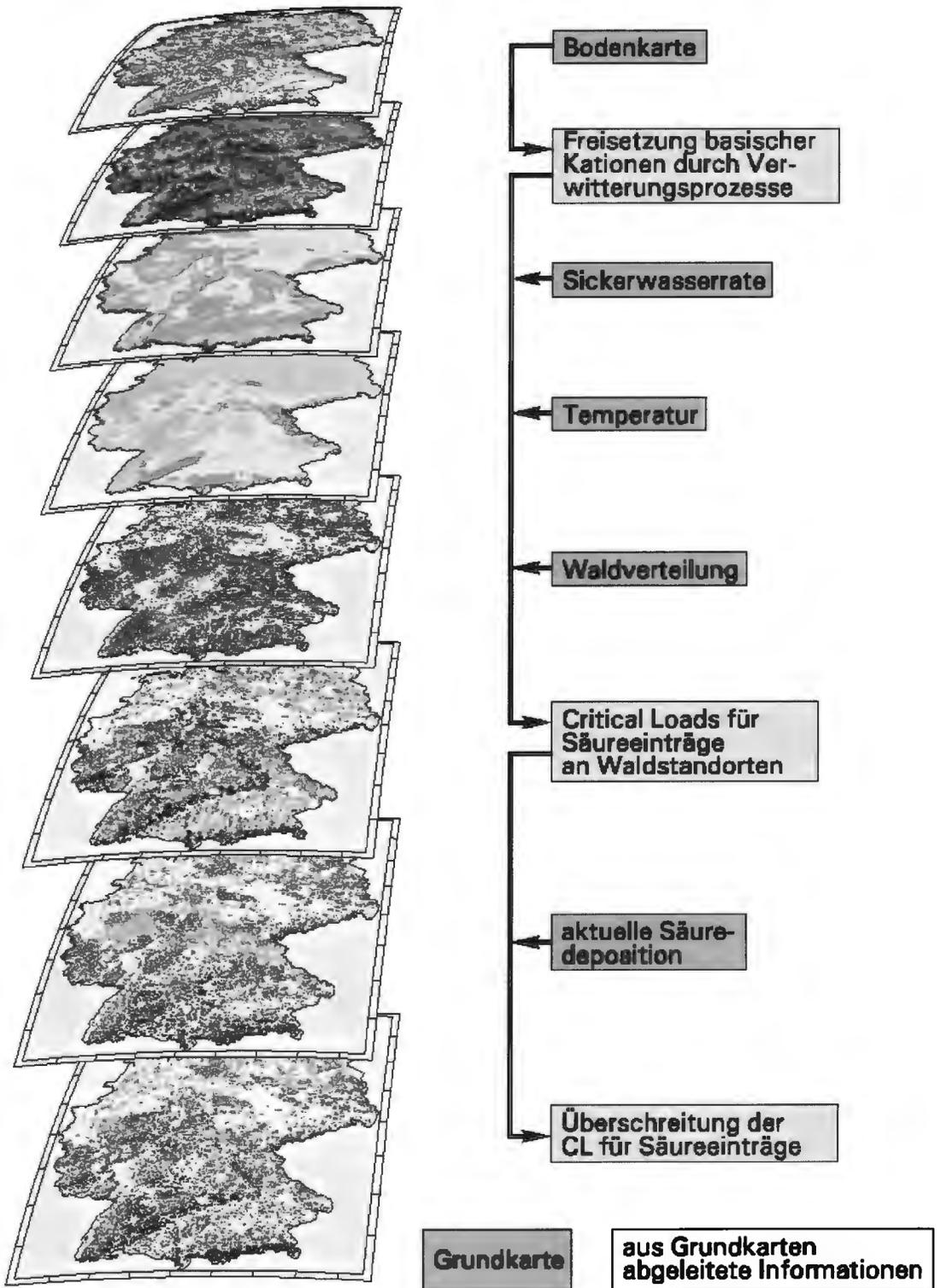
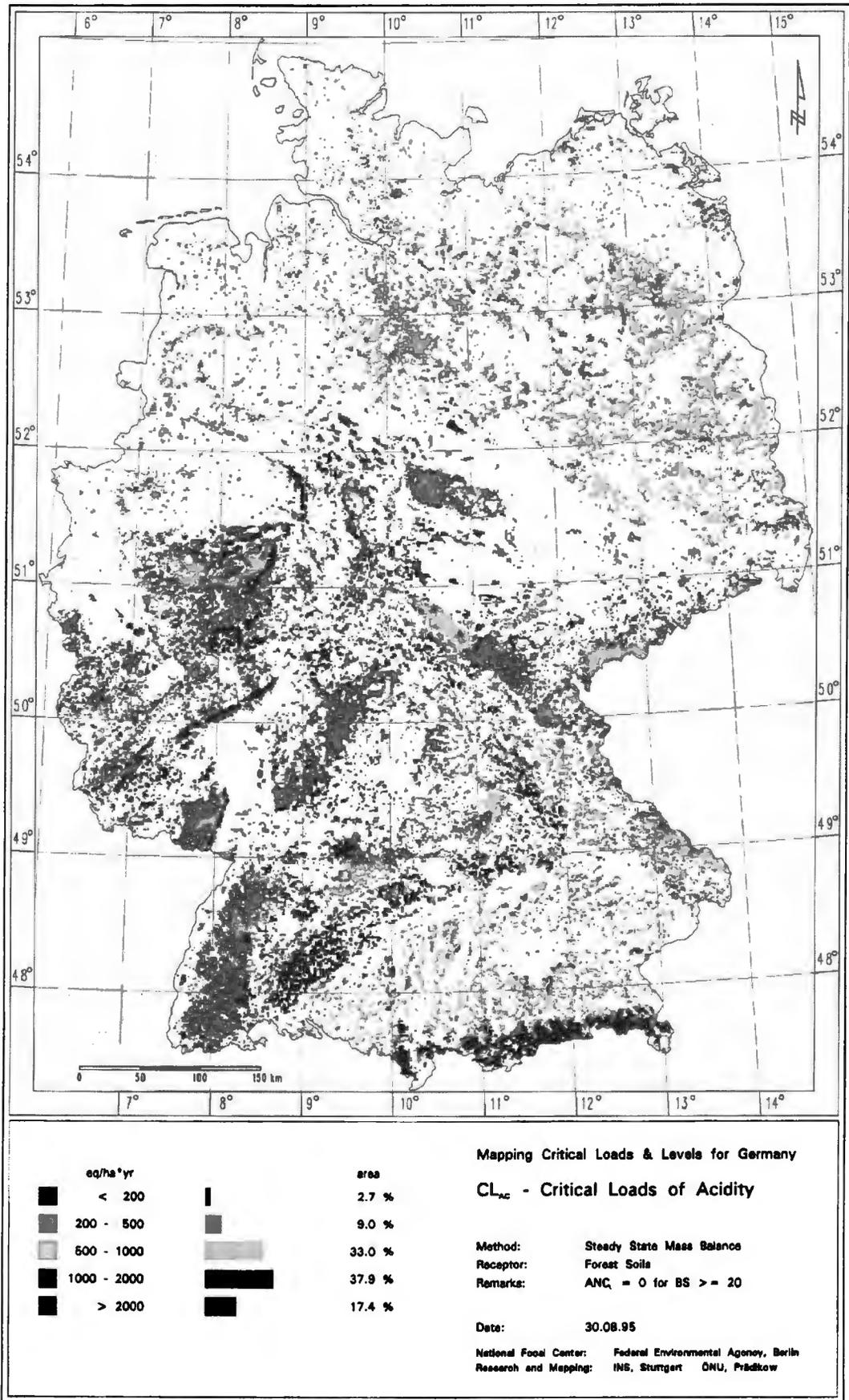


Abb. 6: Critical Loads-Kartierung für Deutschland: Zusammenfügen der zahlreichen Grundkarten



Die Werte der Critical Loads und das Ausmaß ihrer Überschreitungen müssen auch in Szenarien einfließen, die eine **gesamteuropäische Luftreinhaltepolitik** untermauern, in der gemeinsame Emissionsminderungsstrategien entwickelt werden. So konnten die Ergebnisse der europaweiten Critical Loads-Kartierung in die Verhandlung des im Juni 1994 unterzeichneten zweiten Schwefelprotokolls eingehen und als Grundlage für wirkungsbezogene Minderungsvereinbarungen dienen.

Mit der Unterzeichnung dieses Protokolls hat sich die Bundesregierung bis zum Jahr 2005 zu einer SO₂-Emissionsminderung von 87% gegenüber dem Jahr 1980 (Alte und Neue Bundesländer) verpflichtet. Schweden will um 80% reduzieren und unter den Ländern des früheren Ostblocks will Polen seine SO₂ Emissionen im gleichen Zeitraum um 47% und die Tschechische Republik um 60% mindern (UN-ECE 1994).

Damit und in Zusammenwirken mit den Minderungsanstrengungen der Nachbarstaaten würden nach Modellvorhersagen die Überschreitungen der Critical Loads zwar innerhalb von etwa 10 Jahren europaweit um 60%

gemindert, die Säurebelastbarkeit der Ökosysteme aber bis dahin beträchtlich und danach noch immer signifikant überschritten werden.

Aus diesem Grunde und vor dem Hintergrund einer sich zwischenzeitlich verschärfenden Situation durch anthropogene Stickstoffbelastung (IMA 1995) der selben Rezeptoren besteht daher kein Anlaß zur Zurückhaltung bei weiteren Luftreinhalte- und Bodensanierungsmaßnahmen.

Über das UN-ECE-Übereinkommen über weiträumige, grenzüberschreitende Luftverunreinigung insgesamt, sein Programm zur Kartierung von Critical Loads und Levels und dessen Ergebnisse ist an anderer Stelle berichtet worden (Gregor und Werner 1995, UBA 1996).

Der Erfolg des Critical Loads-Ansatzes zeigt, wie wichtig auf der einen Seite die Trennung von Wissenschaft, gesellschaftlichen Wertvorstellungen und politischer Verantwortung ist, und wie auf der anderen Seite Transparenz in der Ableitung von Umweltzielen und Festlegung von Grenzwerten deren Akzeptanz erhöht.

Abb. 7 (links) : Critical Loads-Karte für Säure. Die Karte illustriert mittels Farbgebung die Empfindlichkeit von Waldböden gegenüber anthropogenen Säureeinträgen und gibt die Häufigkeit ihres Auftretens an: z.B. die besonders empfindlichen Klassen (rot und orange; ca. 12% der deutschen Waldfläche umfassend) unterliegen schon bei Säureeinträgen unter 500 Equivalenten pro Hektar und Jahr dem Risiko der Schädigung.

Literatur

- DEUTSCHER BUNDESTAG (1994): Antwort der Bundesregierung auf eine Große Anfrage zur Gewässerversauerung. Bundestagsdrucksache 12/7282
- deVRIES, W., GREGOR, H.-D. (1990) Critical Loads and Levels for environmental effects of air pollutants, in Acid Deposition in Europe, H.J. Chadwick and M. Button (eds.) Stockholm Environmental Institute, Sweden, S. 171-216.
- deVRIES, W. (1991): Methodologies for the Assessment and Mapping of Critical Loads and Impacts of Abatement Strategies on Forest Soils, Rep 45, Winand Staring Center, Wageningen
- DzU (1994): Daten zur Umwelt 1992/1993, Erich Schmidt Verlag Berlin, 688 pp
- GREGOR, H.D (1990): Acidification Research in the Federal Republic of Germany, In: Acid Precipitation, International Overview and Assessment, Bresser and Salomons, Eds., Springer-Verlag New York, Berlin (1990) pp 139-158.
- GREGOR, H.D (1995): Grenzen der Belastbarkeit (Critical Loads) von Ökosystemen gegenüber Depositionen. In: Internationales Symposium Grundwasserversauerung durch atmosphärische Deposition; Ursachen-Auswirkungen-Sanierungsstrategien, Informationsberichte des Bayerischen Landesamtes für Wasserwirtschaft 3/1995, 373-385, München 1995
- GREGOR, H.D. und WERNER, B. (1995) Das Critical Loads- und -Levels Konzept für Europäische Luftreinhaltestrategien. In: Umwelt '95/96, Jahrbuch für Umwelttechnik und ökologische Modernisierung, 208-219, Nov.1995, Mediapartner-Verlagsagentur GmbH, Gütersloh
- GRENNFELT, P., THÖRNELÖF, E. Critical Loads for Nitrogen; Nordic Council of Ministers NORD 1992:41
- NAGEL, H.-D., SMIATEK, G. und WERNER, B. (1994): Das Konzept der kritischen Eintragsraten als eine Möglichkeit zur Bestimmung von Umweltbelastungs- und Qualitätskriterien; Materialien zur Umweltforschung, Rat von Sachverständigen für Umweltfragen (Hrsg.), Bd.20, 77 S., Metzler-Poeschel, Stuttgart
- NILSSON, J. und GRENNFELT, P. (1988): Critical Loads for Sulphur and Nitrogen, Nordic Council of Ministers, Miljørapport 1988:15, Copenhagen
- RIVM (1991): CCE Technical Report No 1, Coordination Center for Effects, RIVM Rep No 259101001, Bilthoven, Netherlands
- RIVM (1993): CCE Status Report 1993; Coordination Center for Effects, RIVM Rep. No 259101003, Bilthoven, Netherlands
- RIVM (1995): CCE Status Report 1995; Coordination Center for Effects, Bilthoven, Netherlands
- ROST-SIEBERT, K. (1985): Untersuchungen zur H- und Al-Toxizität bei Keimpflanzen von Fichte und Buche in Lösungskultur. Ber. Forschunz. Waldökosyst.Univ. Göttingen, Bd. 12
- SRU (1994): Umweltgutachten 1994. Für eine dauerhaft umweltgerechte Entwicklung, Der Rat von Sachverständigen für Umweltfragen (Hrsg.), Metzler-Poeschel, Stuttgart.
- SVERDRUP, H., deVRIES, W. und HENRIKSEN, A. (1990): Mapping Critical Loads; Nordic Council of Ministers Miljørapport 1990:14, Copenhagen
- UBA (1988): UN-ECE Critical Levels Workshop, Bad Harzburg 1988, Final Draft Report, 146 pp and Annexes
- UBA (1993): UN ECE Convention on Long Range Transboundary Air Pollution, Task Force on Mapping: Manual on Methodologies and Criteria for Mapping Critical Loads/Levels and Geographical

- Areas where they are Exceeded; UBA Texte 25/93, 98 S., Berlin (aktualisierte Fassung 1994)
- UBA (1995) Wirkungskomplex Stickstoff und Wald, IMA-Querschnittseminar, Berlin 1994, UBA Texte 28/95, 231 p., Berlin
- UBA (1996): UN ECE Convention on Long Range Transboundary Air Pollution, Task Force on Mapping: Manual on Methodologies and Criteria for Mapping Critical Loads/Levels and Geographical Areas where they are Exceeded; UBA Texte 71/96, 142S. + Annexe, Berlin
- UBA (1994): Umweltqualitätsziele, Umweltqualitätskriterien und -Standards, Bestandsaufnahme und konzeptionelle Überlegungen. Texte 64/94.
- ULRICH, B. (1987): Stability, elasticity and resilience of terrestrial ecosystems with respect to matter balance; in: Schulze E.-D., Zwölfer H. (eds.) Ecological studies Vol. 61,
- UN-ECE (1994): Protocol to the 1979 Convention on Long-range Transboundary Air Pollution on further Reduction of Sulphur Emissions, ECE/EB.AIR/40, Genf 1994, 32pp.
- UN-ECE (1996): The 1979 Convention on Long-range Transboundary Air Pollution and its protocols, UN ed., New York and Geneva, 79 p, 1996

DISKUSSION :

Der Critical Loads-Ansatz als Konzept zur Grenzwertfindung

UNBEKANNT: Wird die von Ihnen beschriebene zunehmende Versauerung von Waldböden nicht dadurch noch verstärkt, daß infolge von Luftreinhaltemaßnahmen die Emission von alkalisierenden Stäuben drastisch zurückgegangen ist? In einem jüngst erschienenen Artikel von Hedin&Likens über den Einfluß von basisch reagierenden Stäuben auf den Säure- und Nährstoffstatus von Ökosystemen wird darüber diskutiert. Was sagen Sie zu Befürchtungen, daß durch den Rückgang der Staub-Emissionen und die darauf folgende Abnahme der "Basenkationen"-Depositionen die Basenvorräte in Waldböden zurückgehen?

GREGOR: Tatsächlich wird seit einigen Jahren in vielen Industrieländern Europas und Nordamerikas eine starke Abnahme der atmosphärischen Deposition von "Basenkationen" (vor allem Calcium, aber auch Magnesium und z.T. Kalium) festgestellt. Besonders stark war der Rückgang in den letzten Jahren in Deutschland auf dem Gebiet der Neuen Bundesländer, wo durch den Zusammenbruch der Industrie und gleichzeitig eingesetzte Emissionsminderungsmaßnahmen die Staubemissionen prozentual noch wesentlich stärker zurückgingen als die SO₂-Emissionen.

Der absolute Überschuß an Emissionen versauernd wirkender Stoffe (SO₂, NO_x, NH₃) aber und die Deposition ihrer Umwandlungsprodukte hat gegenüber den Emissionen und Depositionen basisch wirkender Stäube (angegeben in Säureäquivalenten) trotzdem insgesamt abgenommen. Das wird durch fast alle deutschen Monitoringdaten belegt, ähnliches gilt für die in dem genannten Artikel zitierten schwedischen Daten.

Ausnahmen bilden einige emittentennahe Gebiete (in Deutschland z.B. Gebiete nahe der tschechischen Grenze; Dübener Heide im Lee des Schwerindutriegebietes Halle-Leipzig-

Bitterfeld). Dort wurde v.a. in den Jahren 1990-1994 eine auch absolute Zunahme der Netto-Säureeinträge (Sulfat plus Nitrat minus "Basenkationen") und eine Abnahme der pH-Werte in Niederschlägen beobachtet. Dies ist u.a. dadurch bedingt, daß basische Stäube wegen ihrer großen Partikeldurchmesser stärker in Emittentennahe deponiert werden als Schwefel- und Stickoxide und ihre Umwandlungsprodukte, die über größere Distanzen transportiert werden, so daß sich Emissionsminderungen der verschiedenen Stoffe räumlich unterschiedlich auswirkten. Neuere Daten deuten darauf hin, daß auch in solchen Gebieten die Netto-Säureeinträge wieder zurückgehen.

Zum letzten Punkt der Frage: Die Abnahme der "Basenkationen"-Vorräte in Waldböden sind in der Tat einer der langfristig beunruhigendsten Aspekte der Versauerung. Er ist aber keineswegs nur bedingt durch die Abnahme der "Basenkationen"-Depositionen, sondern vielmehr durch Netto-Säureeinträge, die weit über der Kationennachlieferung durch Mineralverwitterung liegen. Im Übrigen bestehen die Stäube nicht nur aus Calcium und Magnesium sondern sie enthalten auch zahlreiche persistente toxische Elemente wie Schwermetalle. Diese gerade waren es, die uns schon aus gesundheitlichen Erwägungen zu verstärkten Bemühungen zur Minderung veranlaßt haben!

Insgesamt kann gefolgert werden, daß eine Zurücknahme der Minderungsmaßnahmen von Staubemissionen unsinnig wäre, hingegen die Schwefel- und Stickoxidemissionen soweit gemindert werden müssen, daß die natürliche Pufferkapazität der Böden (Critical Loads) - einschließlich der "Basenkationen"-Deposition - nicht mehr überschritten wird.

Barbara-Gespräche Payerbach 1996	Band 3	"Verkehrswege im Osten Österreichs" "Grenzwerte - Richtwerte, Sinn oder Unsinn?"	Seite 169 - 181 Abb. 1 -9	Wien 1998
-------------------------------------	--------	---	------------------------------	-----------

BARBARA-GESPRÄCHE

Payerbach 1996

Stoffeintrag in das Grundwasser
aus Böden mit landwirtschaftlicher Nutzung
(Lysimeteranlage Gumpenstein)

G. EDER



Payerbach,
6. Dezember 1996

Anschrift des Verfassers:

*Dr. G. EDER
Bundesanstalt für alpenländische Landwirtschaft
GUMPENSTEIN
A - 8952 Irnding*

Stoffeintrag in das Grundwasser aus Böden mit landwirtschaftlicher Nutzung (Lysimeteranlage Gumpenstein)

G. EDER

Im Rahmen der nachfolgenden Ausführungen soll dargelegt werden, was an Haupt- und Spurenelementen (Stickstoff und Phosphor, bzw. Cadmium und Zink) aus Böden, die unter landwirtschaftlicher Nutzung stehen, in das Grundwasser eingetragen werden kann.

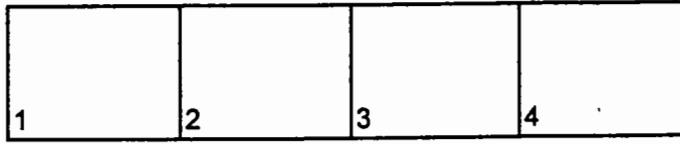
Als landwirtschaftliche Kulturart wird Dauergrünland verwendet und als Forschungsinstrumente werden die Lysimeteranlagen der Bundesanstalt für alpenländische Landwirtschaft in Gumpenstein samt der dazugehörigen Feldversuche eingesetzt. Die ausgebrachten Dünger sind Rindergülle und Mineralstoffdünger, sowie Klärschlämme und Müllkomposte.

Zuerst zum Versuch mit Rindergülle. Siehe Abb. 1. Als Versuchsboden wird hier eine Pararendsina mit einem pH-Wert von 7,5 und einem Humusgehalt von 4,7 % verwendet. Die Bodenart ist lehmiger Sand. Die verwendeten Lysimeter sind Schwerkraftlysimeter mit einer Kammeroberfläche von einem Quadratmeter und einer Kammertiefe von einem halben Meter. Als Dünger wird Rindergülle in steigenden Mengen ausgebracht, von der ungedüngten Variante über 96 kg N und 240 kg N bis zu 480 kg N. Diese Stickstoffdüngermengen beziehen sich jeweils auf ein Hektar und ein Jahr. Die diesen Stickstoffmengen etwa entsprechenden Güllemengen bzw. Düngergroßvieheinheiten (DGVE) sind ebenfalls auf Abb. 1 angegeben. In der Praxis, zum Beispiel im steirischen Ennstal beträgt der durchschnittliche Besatz an DGVE pro Hektar 1,5. Der Besatz von vier DGVE liegt schon weit über dem praxisüblichen Viehbestand und die im Versuch mitgeführte Variante von 8 DGVE stellt einen reinen Bodenbelastungs-

versuch durch überhohe Güllegaben dar und ist absolut nicht mehr praxiskonform.

In Abb. 2 sind die durchschnittlichen Mengen an Sickerwässern, die durch die so unterschiedlich gedüngten Bodensäulen hindurchtraten, dargestellt. Sie sind angegeben in Prozenten der Jahresniederschläge. Die Sickerwassermengen der 480 kg N-Variante und der 240 kg N-Variante sind praktisch ident. Sie betragen im Durchschnitt der 14-jährigen Versuchsdauer 28 % bzw. 27 %. Durch die hohe Düngung kam es zu einem intensiven Wachstum des Pflanzenbestandes und somit auch einem gesteigerten Wasserverbrauch, also einer höheren Evapotranspiration. Die mit 96 kg N gedüngte Variante lieferte im Schnitt der Jahre 31 % der Niederschläge als Sickerwasser, während die ungedüngte Variante 42 % der Jahresniederschläge als Sickerwasser durch ihre Bodensäule hindurchtreten ließ. Wasserwirtschaftlich gesehen heißt das, daß man auf diesem Bodentyp unter Dauergrünland 11 % mehr Grundwassererneuerung unter ungedüngtem Grünland erhält als unter Grünland das mit 96 kg N pro Hektar bedacht wird. Abb. 3 gibt in den Jahren 1981 - 1995 die Jahresniederschlagsmengen sowie die jeweiligen Jahressummen an Sickerwässern aus den unterschiedlich gedüngten Lysimeterkammern wider. Im Großen und Ganzen verlaufen die Sickerwassermengen natürlich analog zu den Niederschlagssummen. Hingewiesen soll hier auf das Jahr 1986 werden, das als bekanntes Trockenjahr auch in den Sickerwassermengen starke Einbrüche lieferte. Dementsprechend hoch waren dann im darauffolgenden Jahr die Nährstoffausträge aus den Profilen als wieder genügend Transportmittel Sickerwasser zur Verfügung stand.

Güllelysimeter



Kammertiefe: 0,5 m
 Kammeroberfläche: 1m²

Versuchsboden:

Kammer 1-4: Pararendsina
 (Lehmiger Sand, pH 7,5, Humus 4,7 %, Sand 21 %, Schluff 68 %, Ton 11 %)

Düngung:

- Kammer 1: Gülle überhohe Gabe
480 kg N/ha/Jahr ~ 150 m³ Rindergülle (8 DGVE)
- Kammer 2: Gülle hohe Gabe
240 kg N/ha/Jahr ~ 75 m³ Rindergülle (4 DGVE)
- Kammer 3: Gülle kleine Gabe
96 kg N/ha/Jahr ~ 30 m³ Rindergülle (1,6 DGVE)
- Kammer 4: keine Düngung

Abb. 1: Güllelysimeter

**Durchschnitt der Sickerwassermengen in %
 des Jahresniederschlages von 1981 - 1994**

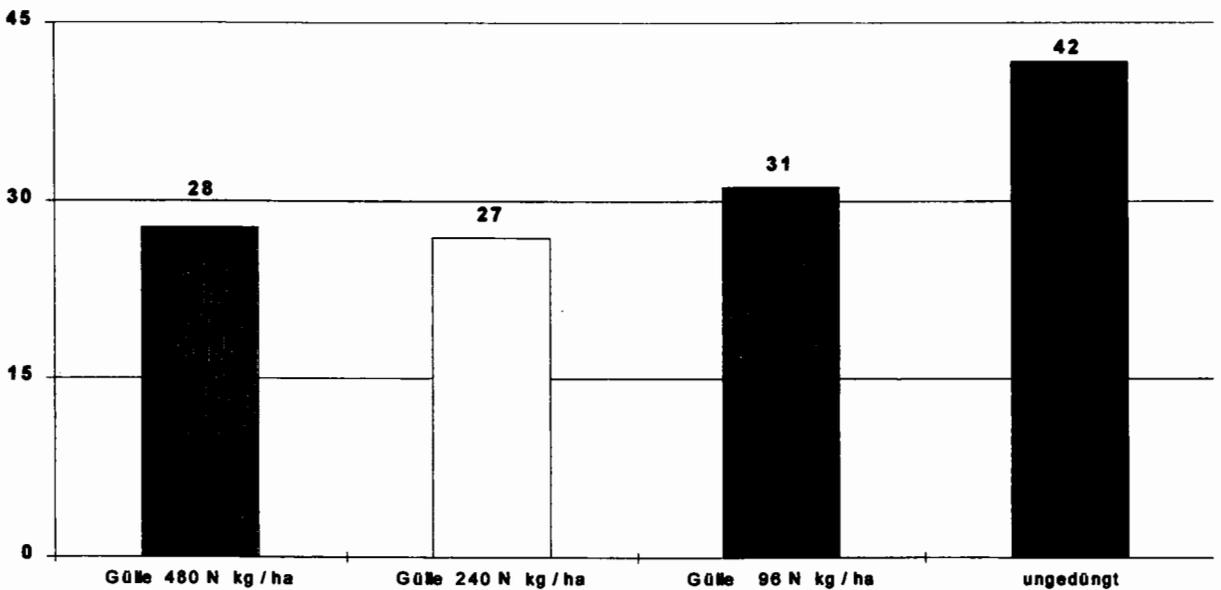


Abb. 2: Durchschnitt der Sickerwassermengen in % des Jahresniederschlages von 1981-1994

Was an Stickstoff, gemessen als Nitratstickstoff durch die Sickerwässer aus den einzelnen Bodensäulen ausgetragen wurde, ist in Abb. 4 zu sehen. Die hier angegebenen $\text{NO}_3\text{-N}$ -Frachten beziehen sich jeweils auf ein Hektar und Jahr. Die Stickstoffausträge sind selbstverständlich unter der Wahnsinnsgabe von 480 kg N am höchsten und heben sich von den anderen Düngevarianten ganz deutlich ab. Die restlichen zwei Düngevarianten bzw. die ungedüngte Variante kommen nie über eine Austragsmenge von drei Kilogramm pro Hektar und Jahr. Unter Ackerland würde die Situation anders aussehen, da Ackerkulturen immer auch Bracheperioden mit beinhalten, in denen natürlich die Auswaschung besonders groß ist.

Die Austräge an Phosphor angegeben in kg Reinphosphor pro Hektar sind in Abb. 5 zu sehen. Auch hier kommt wieder der deutliche Unterschied zwischen den praxisüblichen Güllegaben und der extremen nicht praxisüblichen Güllemenge von 480 kg N klar zum Ausdruck. Bei den kleineren zwei Güllegaben und der ungedüngten Variante stieg der Phosphoraustrag nie über 0,3 kg P pro Hektar und Jahr. Soweit die Ausführungen zum Eintrag der Hauptelemente Stickstoff und Phosphor in das Grundwasser nach Düngung mit Rindergülle.

Nun zu den Schwermetallen Cadmium und Zink, die auch als Spurenelemente bezeichnet werden. Ihr Eintrag in landwirtschaftlich genutzte Böden und das Grundwasser soll anhand von Klärschlamm- und Müllkompostdüngungen aufgezeigt werden. An der BAL Gumpenstein wurde zu diesem Zweck ein kombinierter Feld- und Lysimeterversuch, der 10 Jahre dauerte, durchgeführt. Als Kulturart wurde wiederum Dauergrünland verwendet. Alle im Feldversuch vertretenen Varianten waren auch auf Schwerkraftlysimetern mit einem Meter tiefen Bodenprofilen vertreten, mit Ausnahme der beiden Müllkompostvarianten, wo die Bodenprofile nur einen halben Meter mächtig waren. Dieser Versuch umfaßte 10 Varianten. Siehe Abb. 6.

Die Versuchsvarianten waren steigende Gaben von 2,5 Tonnen Klärschlamm-trockensubstanz pro Hektar und Jahr über 5,0 Tonnen bis zu 7,5 Tonnen. Diese drei Steigerungsstufen wurden mit zwei Klärschlämmen unterschiedlicher Herkunft erreicht. Das ergibt die 6 Klärschlammvarianten. Die restlichen 4 Versuchsvarianten bildeten 2 Müllkomposte, die in einer Aufwandsmenge von je 7,5 t Trockensubstanz verwendet wurden, sowie eine Variante mit mineralischer Volldüngung und eine ungedüngte Variante, die sogenannte Nuller.

Der Klärschlamm A, nachfolgend als KSA bezeichnet, entstammte einer Kläranlage aus ländlichem, kleinstädtischen Einzugsgebiet. Wegen seines geringen Schwermetallgehaltes war er stets zur Aufbringung auf landwirtschaftlich genutzte Böden geeignet. Der Klärschlamm B, nachfolgend als KSB bezeichnet, entstammte einer Kläranlage aus großstädtischem Bereich. Wegen seines ständig hohen Schwermetallgehaltes war er laut Gesetz zur Aufbringung auf landwirtschaftlich genutzte Böden nicht geeignet.

Der Müllkompost A, nachfolgend als MKPA bezeichnet, entstammte einer Müllkompostierungsanlage aus ländlichem Einzugsgebiet und der Müllkompost B (MKPB) einer Kompostierungsanlage mit eher städtischem Einzugsbereich. Bezüglich des Schwermetallgehaltes waren beide Müllkomposte zur Ausbringung auf landwirtschaftliche Böden meist geeignet. Die Müllkompostgaben betragen bis zum 5. Versuchsjahr 5 Tonnen Trockensubstanz pro Hektar und Jahr und mußten ab dem 6. Versuchsjahr auf 10 Tonnen erhöht werden, da die Nährstoffwirkungen zu gering waren, um den Pflanzenbestand des Grünlandes ausreichend zu versorgen. Im Durchschnitt der Versuchsjahre ergab das, wie schon erwähnt, eine Jahresgabe von 7,5 Tonnen.

Die mineralische Volldüngung wurde mittels Nitramoncal, Superphosphat und 40 %igem Kalisalz verabreicht. Die Aufwandsmengen betragen pro Hektar und Jahr 240 kg N, 84 kg P und 299 kg K. Wie bei allen ausgebrachten Düngergaben wurde zu jedem der 3 Schnitte ein Drittel dieser Jahresgabe verabreicht.

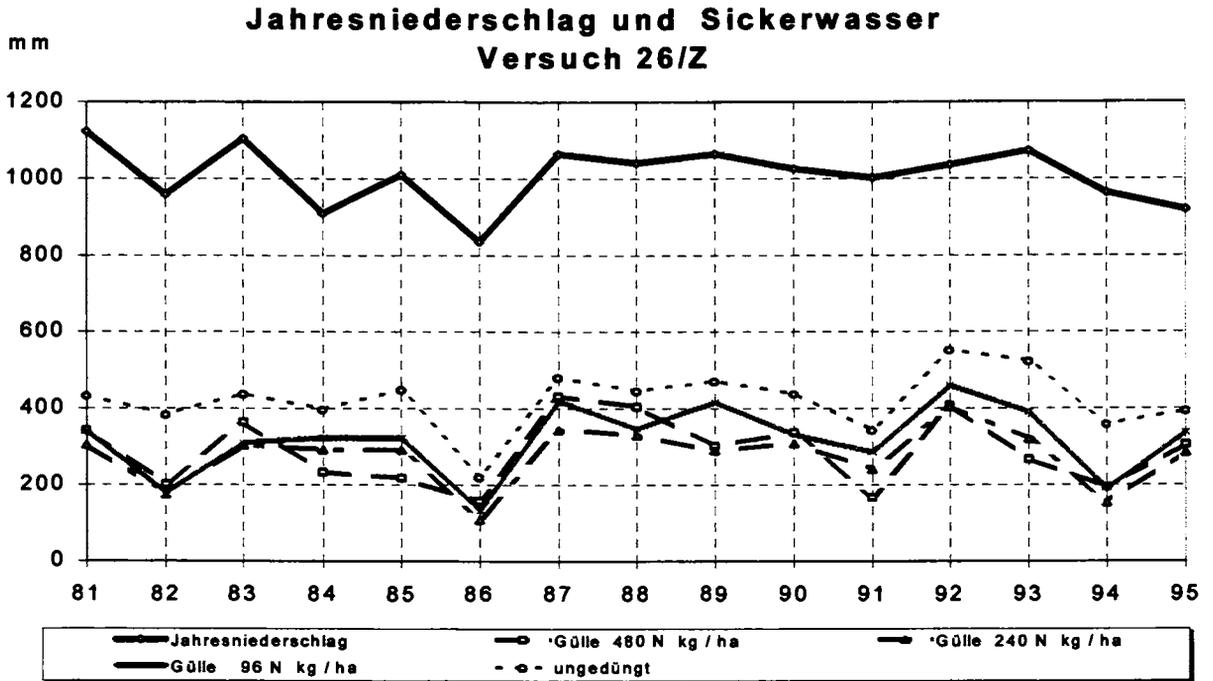


Abb. 3: Jahresniederschlag und Sickerwasser

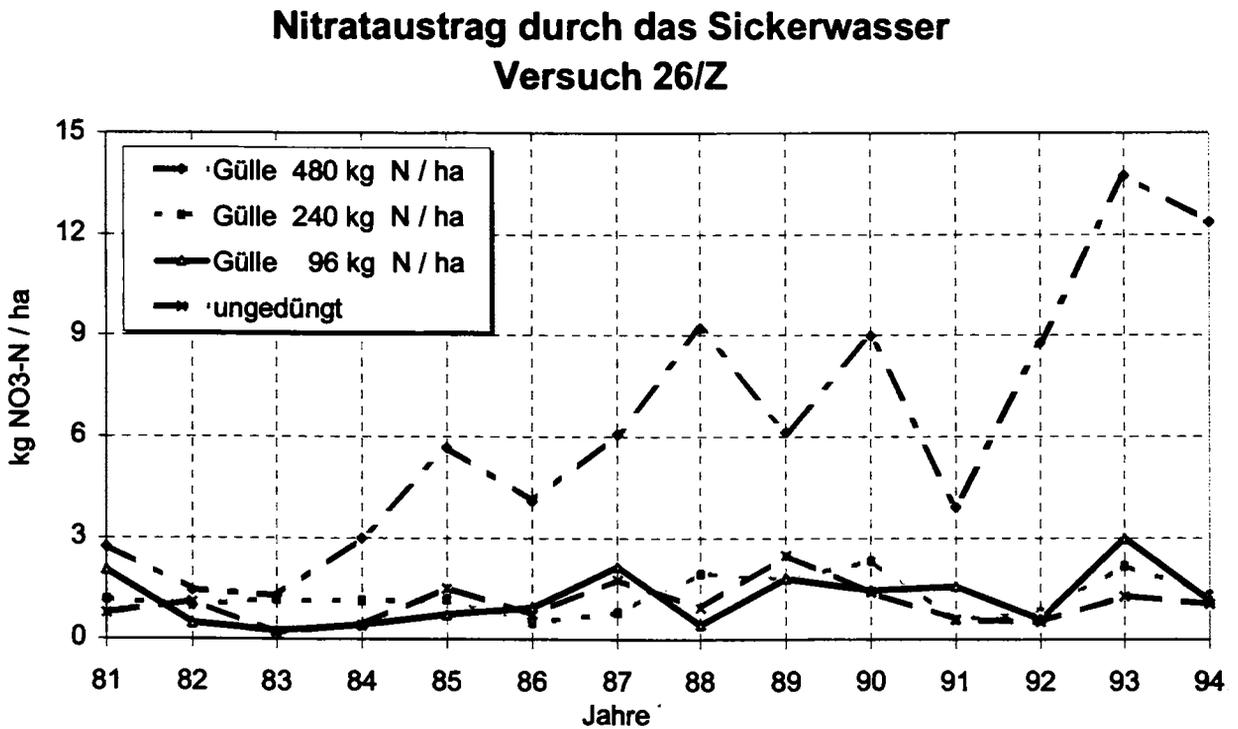


Abb. 4: Nitrat- aus- trag durch das Sickerwasser

Phosphoraustrag durch das Sickerwasser Versuch 26/Z

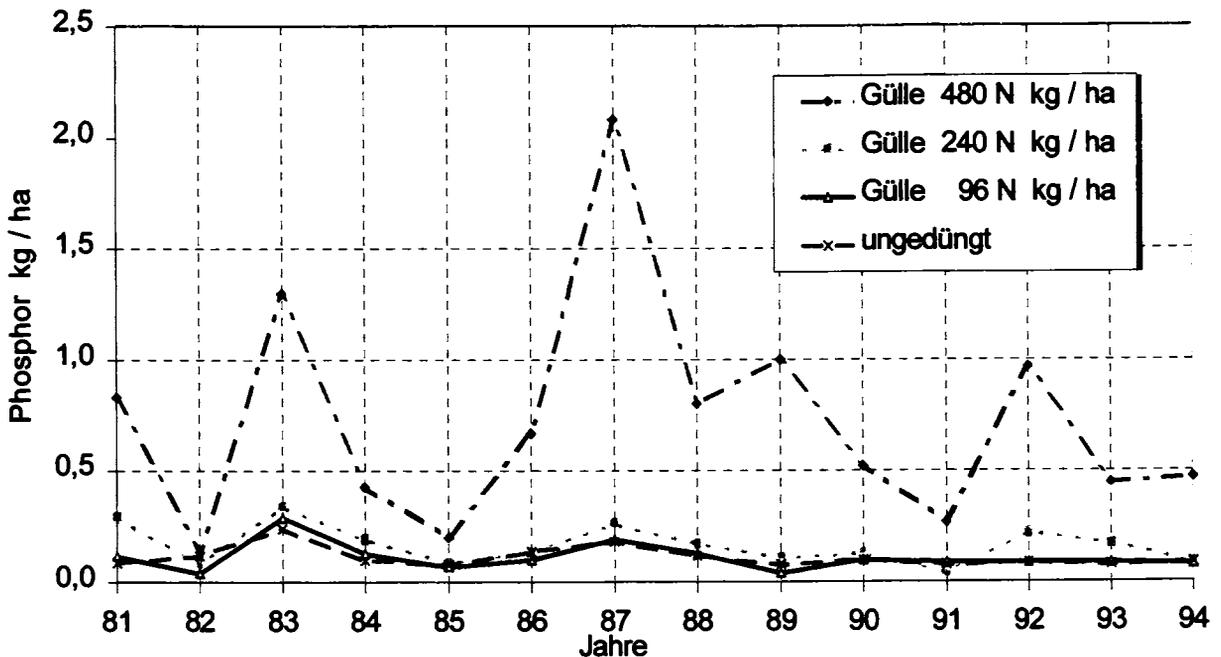


Abb. 5: Phosphataustrag durch Sickerwasser

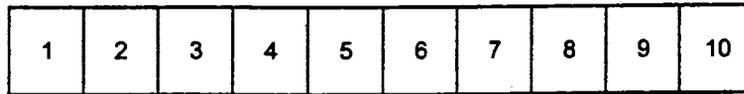
Da die Versuchsdauer 10 Jahre umfaßte und zu Versuchsbeginn die für das Dauergrünland gesetzlich erlaubte Ausbringungsmenge 1,25 Tonnen Klärschlamm-trockenmasse pro Hektar und Jahr betrug, wurde innerhalb der 10-jährigen Versuchsdauer auf den Klärschlammvarianten mit 2,5 Tonnen eine Menge ausgebracht, die laut Gesetz nur innerhalb von 20 Jahren erlaubt gewesen wäre. Auf den 5,0 t Varianten wurden innerhalb der Versuchsdauer Mengen für 40 Jahre und auf den 7,5 t Varianten, Klärschlammgaben für 60 Jahre aufgebracht. Die durchschnittliche 7,5 Tonnen Müllkompost jährlich, während 10 Jahren Versuchsdauer entsprachen ebenfalls einer erlaubten Menge für 60 Jahre.

Da Dauergrünland dadurch gekennzeichnet ist, daß unter ihm der Boden nicht gepflügt und somit auch nicht gewendet wird, kam es zu einer Anreicherung der Schwermetalle in den obersten Bodenhorizonten. Siehe dazu die Abb. 7. Hier kommt klar die unterschiedliche Konzentration an Cadmium in den einzelnen

Bodenhorizonten zur Geltung. Am deutlichsten sieht man dies bei der 7,5 t Variante des KSB. Dort ist auch im Horizont von 10 - 20 cm ein Anstieg von Cadmium festzustellen, was bei diesem, von allen hier genannten Schwermetallen am leichtesten beweglichen, nicht überrascht. Ähnlich starke Anstiege in den obersten 10 cm Boden waren auch beim anderen untersuchten Schwermetall Zink festzustellen. Siehe diesbezüglich Abb. 8. Auch hier wieder in den obersten Bodenhorizonten. Der stärkste Anstieg beim schwer belasteten Klärschlamm B ist deutlich sichtbar.

Zur Untersuchung der Aufnahme dieser beiden hier behandelten Schwermetalle durch die Pflanzen wurden unter den 3 Pflanzenarten Gräser, Leguminosen und Kräuter letztere analysiert, da sie bekanntlich unter diesen dreien die meisten Schwermetalle aufnehmen. In der Abb. 9 sind die Cadmiumaufnahmen durch die Kräuter des jeweiligen dritten Schnittes jedes Erntejahres dargestellt. Es geschieht das in der Weise, daß auf der

Klärschlamm- und Müllkompostlysimeter



Kammertiefe: 1 m, Kammer 7 und 8 nur 0,5 m
 Kammeroberfläche: 1 m²

Versuchsboden:

Alle Kammern: Braunerde von Gumpenstein
 (Sandiger Lehm; pH 5,8; Humus 3,4 %; Sand 30 %, Schluff 63 %, Ton 7 %)

Düngung:

Kammer 1:	Klärschlamm A, 2,5 t Trockenmasse pro ha und Jahr	(KSA 2,5 t)
Kammer 2:	Klärschlamm A, 5,0 t Trockenmasse pro ha und Jahr	(KSA 5,0 t)
Kammer 3:	Klärschlamm A, 7,5 t Trockenmasse pro ha und Jahr	(KSA 7,5 t)
Kammer 4:	Klärschlamm B, 2,5 t Trockenmasse pro ha und Jahr	(KSB 2,5 t)
Kammer 5:	Klärschlamm B, 5,0 t Trockenmasse pro ha und Jahr	(KSB 5,0 t)
Kammer 6:	Klärschlamm B, 7,5 t Trockenmasse pro ha und Jahr	(KSB 7,5 t)
Kammer 7:	Müllkompost A, 7,5 t Trockenmasse pro ha und Jahr	(MKPA 7,5 t)
Kammer 8:	Müllkompost B, 7,5 t Trockenmasse pro ha und Jahr	(MKPB 7,5 t)
Kammer 9:	Mineralische Voldüngung	
Kammer 10:	ungedüngte Variante	

Abb. 6: Klärschlamm- und Müllkompostlysimeter

Abszisse die einzelnen Jahre aufgetragen sind und auf der Ordinate die Gehaltswerte an Cadmium in ppm. Hier ist mit den über die Jahre zunehmenden Cadmiumgehalten im Boden auch eine leichte Zunahme der Cadmiumgehaltswerte in den Kräutern festzustellen. Allerdings beträgt das Bestimmtheitsmaß der Regressionsgeraden R^2 nur 0,55.

Wie beim Cadmium so wurden auch für die Zinkuntersuchungen die Kräuter aus dem 3. Schnitt des jeweiligen Jahres verwendet. Abb. 10 gibt die Zinkgehalte in ppm in der Pflanzentrockenmasse wieder. Dies in Abhängigkeit von den einzelnen Versuchsjahren mit deren Fortschreiten sich die Zinkwerte im Boden stets erhöhten. Aufgrund des Bestimmtheitsmaßes von $R^2 = 0,15$ kann keine vermehrte Aufnahme durch die Kräuter bei steigenden

Gehaltswerten im Boden nachgewiesen werden.

Die Schwermetalluntersuchungen in den Sickerwässern, die Aufschluß über einen etwaigen Austrag aus dem Boden in das Grundwasser geben sollten, brachten Ergebnisse, die in Tabelle 1 angeführt sind. Diese Schwermetalluntersuchungen wurden, genauso wie jene in den einzelnen Bodenhorizonten vom Bundesamt für Agrarbiologie in Linz, unter dem Abteilungsleiter Hofrat Dr. Karl AICHBERGER vorgenommen, wobei an dieser Stelle aufrichtig gedankt sei.

Bei den Sickerwasseranalysen wurden hier 1984, 1985 und 1987 stets die gesamten Sickerwässer eines Jahres untersucht. 1988 wurden im Vergleich dazu, nur Wässer aus

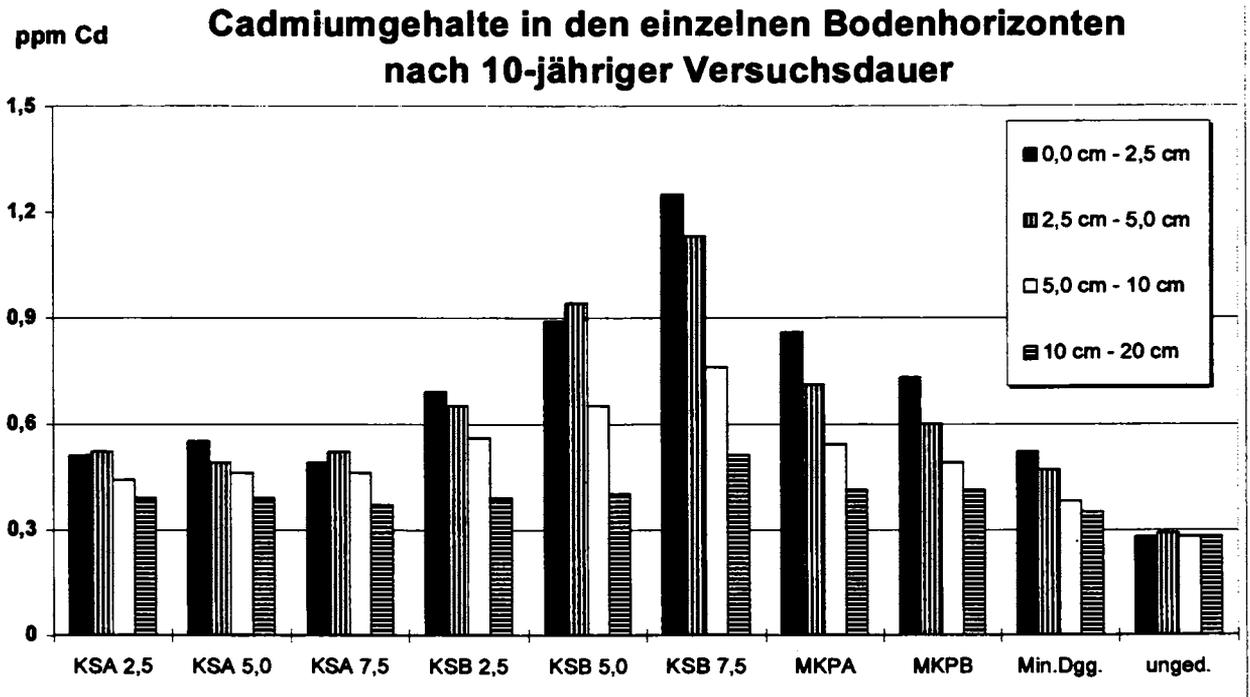


Abb. 7: Cadmiumgehalte der einzelnen Bodenhorizonte nach 10 Versuchsjahren

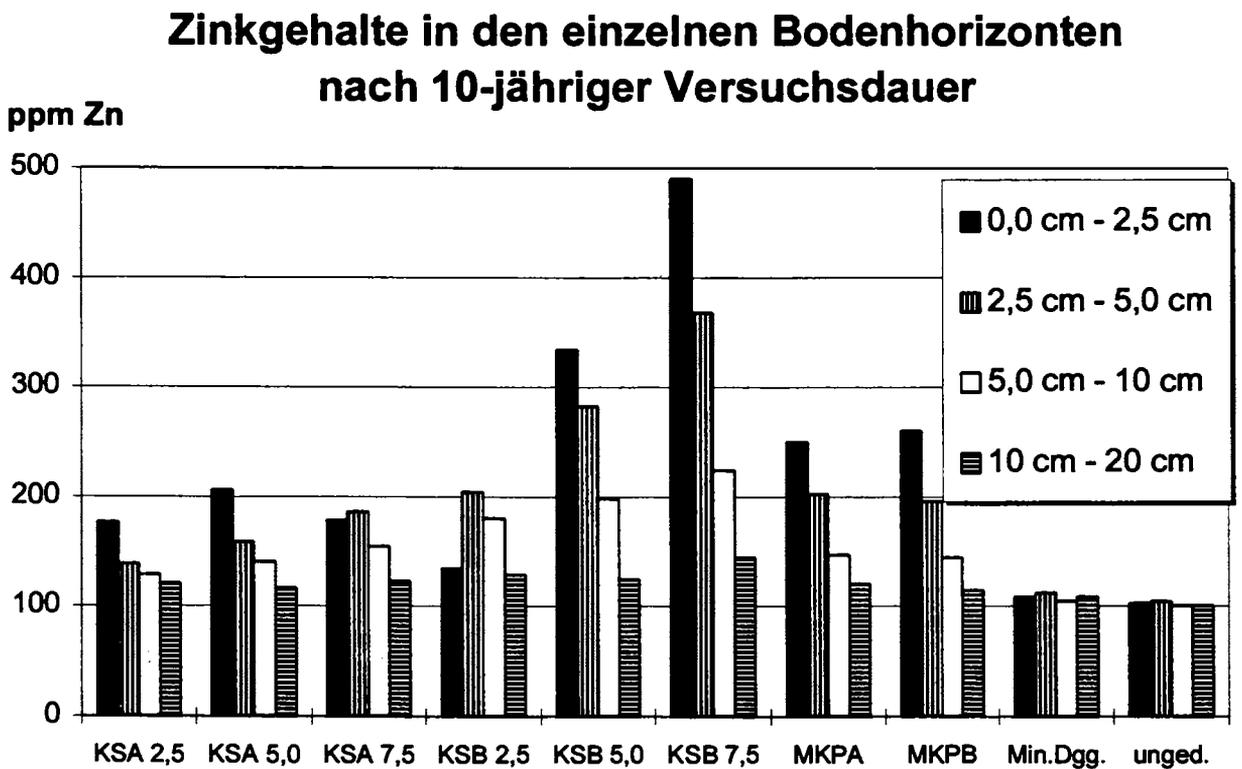


Abb. 8: Zinkgehalte in einzelnen Bodenhorizonten nach 10 Versuchsjahren

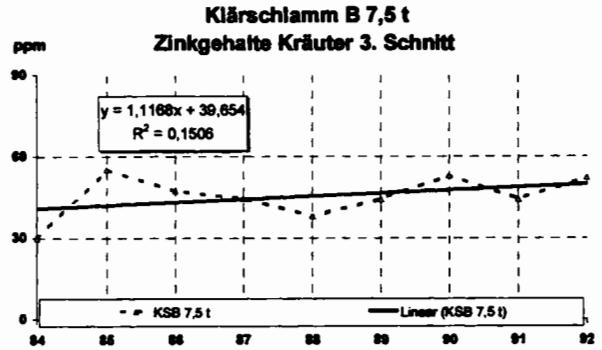
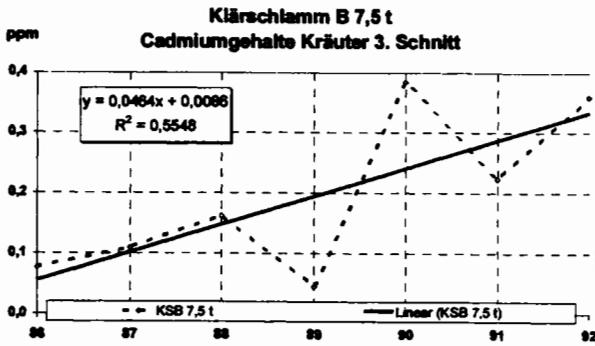


Abb. 9: Cd-Gehalte Kräuter 3. Schnitt

Abb. 10: Zn-Gehalte Kräuter 3. Schnitt

einzelnen Sickerwasserbewegungen, nämlich vom 25. März, 23. September und 15. November 1988 untersucht. Auch hier ist keine Zunahme an Schwermetallen im Sickerwasser mit fortschreitenden Jahren an Dün-

gung festzustellen. Eine Ausnahme bildet der Cadmiumgehalt im Sickerwasser der 7,5 t KSB-Variante, der eine Zunahme aufweist. Allerdings liegt hier die Größenordnung im ppb-Bereich.

Schwermetallkonzentrationen in den Sickerwässern

	KSA 2,5 t			KSA 5,0 t			KSA 7,5 t			MKPA			
	Cd ppb	Zn ppm	Pb ppb										
1984	0,03	1,8	0,11	0,03	0,19	0,2	0,02	0,09	0,13	1984	0,06	0,07	0,18
1985	n.n.	1985	n.n.	n.n.	n.n.								
1987	n.n.	0,12	n.n.	n.n.	0,12	n.n.	n.n.	0,14	n.n.	1987	n.n.	0,22	n.n.
25.03.88	0,05	0,04	n.n.	0,11	0,09	n.n.	0,13	0,08	n.n.	25.03.88	0,06	0,21	n.n.
23.09.88	n.n.	0,06	n.n.	n.n.	0,07	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	23.09.88	n.n.	0,06	< 0,1
15.11.88	n.n.	0,08	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	0,11	n.n.	15.11.88	n.n.	0,09	n.n.

	KSB 2,5 t			KSB 5,0 t			KSB 7,5 t			MKPB			
	Cd ppb	Zn ppm	Pb ppb										
1984	0,02	0,09	0,15	0,03	0,09	0,09	0,07	0,2	0,19	1984	0,04	0,07	0,15
1985	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	0,13	n.n.	n.n.	1985	n.n.	n.n.	n.n.
1987	n.n.	0,11	n.n.	n.n.	0,13	n.n.	0,18	0,22	n.n.	1987	n.n.	0,15	n.n.
25.03.88	0,09	0,07	n.n.	0,05	0,14	n.n.	0,15	0,22	n.n.	25.03.88	0,16	0,15	n.n.
23.09.88	n.n.	0,04	n.n.	n.n.	0,04	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	23.09.88	n.n.	0,13	n.n.
15.11.88	n.n.	0,07	n.n.	n.n.	0,14	n.n.	0,2	0,1	n.n.	15.11.88	n.n.	0,11	n.n.

n.n. = nicht nachweisbar

Tabelle 1: Schwermetallkonzentrationen

Somit kann abschließend festgestellt werden, daß selbst bei den in diesem Versuch aufgewandten hohen Klärschlamm- und Müllkompostgaben als Dünger für Dauergrünland, es zwar zu einer beachtlichen Anreicherung an Schwermetallen in den obersten Bodenhorizonten kam. Eine verstärkte Schwermetallaufnahme durch die Pflanzen des Grünlandes, mit Ausnahme des Cadmiums, konnte jedoch nicht

nachgewiesen werden. Auch eine Zunahme an möglichen Schwermetallausträgern durch Sickerwässer war nicht feststellbar, mit Ausnahme des Schwermetalles Cadmium, wo sich der Anstieg jedoch im ppb-Bereich bewegte. Hier kommt ganz deutlich die starke Filterwirkung eines ständig mit Pflanzen bewachsenen und somit gut durchwurzelt Grünlandbodens zum Ausdruck.

DISKUSSION :

Stoffeintrag in das Grundwasser aus Böden mit landwirtschaftlicher Nutzung (Lysimeteranlage Gumpenstein)

VORTISCH: Wie hoch war der Karbonatanteil des Bodens? War er karbonatfrei, war er gut gepuffert?

EDER: Sie meinen jetzt, wie ich annehme, den Boden, auf dem der Versuch mit den Klärschlämmen und den Müllkomposten läuft und von dem ich die Schwermetallgehalte brachte. Hier hat die ungedüngte Parzelle am Beginn des Versuches im Jahre 1983 einen pH-Wert von 7,2 und im Jahre 1992 nach dem Versuchsende einen pH-Wert von 5,8.

RIEHL-H.: Eine kurze Orientierungsfrage: wir haben auf der Exkursion in Gumpenstein die alten Lysimeter gesehen, dort haben sie Renzinaböden mit Kalkstückchen drinnen, ist das so etwas ?

EDER: Nein das ist ein anderer Boden, auf dem der Klärschlammversuch läuft.

RIEHL-H.: Also da sind keine Kalkstückchen drinnen..

EDER: Nein, den Boden, den Sie sich in der Lysimeteranlage genau angesehen haben der ist echte Rendsina, ein Humuskarbonatboden wie man früher sagte, ein Kalkboden par excellence. Der im Klärschlammversuch verwendete Bodentyp ist eine kalkfreie Lockersedimentbraunerde. Dieser Bodentyp ist unter den landwirtschaftlich genutzten Böden wesentlich stärker vertreten als die Rendsinen, die rund 6% der landwirtschaftlich genutzten Flächen ausmachen

HOLNSTEINER: Wie ist eigentlich der Schwermetalleintrag durch die Gülle?

EDER: Durch das Begüllen der landwirtschaftlichen Nutzflächen kommt es auch zur

Ausbringung von Schwermetallen. Es ist dann immer nur die Frage, in welcher Größenordnung das geschieht. Da gibt es sehr große Unterschiede. Wenn sie zum Beispiel Rinderställe mit neuen Aufstellungen haben, dürfen Sie sich nicht wundern, wenn die Zinkwerte in der Rindergülle zunehmen. In Schweinegülle von Mastschweinen sind bekanntermaßen deutlich höhere Kupfergehalte feststellbar. Die Ursache liegt hier darin, daß die täglichen Gewichtszunahmen der Mastschweine stark steigen, wenn ihr Futter mit Kupfer angereichert wird, wovon die Mäster natürlich Gebrauch machen. Zu diesem Thema gibt es aber auch schon genügend Literatur, ich selbst habe keine diesbezüglichen Untersuchungen gemacht.

WIMMER: Eine kurze Anmerkung dazu: In Oberösterreich wurde eine Untersuchung verschiedener Grün- und Festmiste auf Schwermetallgehalte gemacht. Vor allem zwei Stoffe stechen stark hervor, Zink und Kupfer, die aus unterschiedlicher Ursachen hineinkommen. Im wesentlichen sollten wir uns auf Gülle, Mist aus Mastschweinehaltung, konzentrieren. Dort kann man durchaus Kupfergehalte aus der teilweise exzessive betriebenen Spurenelementfütterung nachweisen, die sich in Bereichen bewegen, welche über den entsprechenden Eintragsfrachten von Klärschlämmen liegen.

VORTISCH: Kurz eine Ergänzung. Sie können also erkennen, daß wir eine, wenn auch bescheidene, Schwermetallbatterie im Boden anlegen und können dann im Falle einer pH-Erniedrigung durch saure Einträge natürlich schon in Größenordnungen kommen, wo diese Schwermetallfrachten wieder mobilisiert

werden können. Ein pH-Wert von 5,8 ist für mitteleuropäische Bodenverhältnisse ja schon grauenhaft für einen Karbonatboden und das erweist, wie wichtig Ihre Langzeituntersuchungen wären.

EDER: Danke für Ihre Ermutigung. Die pH-Wert-Absenkung erfolgte nicht auf einer Rendsina, sondern auf einer Braunerde, wie ich vorher zu erklären versuchte. Mit unserem Feldversuch stehen wir nun vor dem Problem, ob wir den Boden künstlich versauern sollen, oder ob wir ihn als Grünbrache behandeln sollen und dann messen, wie der pH-Wert langsam absinkt.

ZIEGLER: Ich habe eine kurze Frage, die vielleicht eine Verbindung zu Grenzwerten herstellt. Die Klärschlammverordnung wurde in Niederösterreich vor nicht allzu langer Zeit erneuert. Das ist ja ein Landesgesetz, wie ich glaube, hat da jedes Bundesland eine andere Verordnung, gibt es da große Unterschiede und welche?

EDER: Die Rahmengesetzgebung ist Bundessache, die dazugehörigen Verordnungen fallen in die Landeskompetenz. Innerhalb von Österreich, kenne ich nur die oberösterreichische und die steirische Klärschlammverordnung, die sind praktisch ident, wenn man das so sagen darf. Herr Univ.Do. Dr. HORAK vom Forschungszentrum Seibersdorf ist unter uns und weiß da sicher mehr zu sagen. Auf der anderen Seite ist die Entsorgung von Klärschlämmen über die Landwirtschaft sicher der billigste Weg für die Kommunen. Es ist unbestritten, daß Klärschlämme einen hohen Nährwert für Pflanzen haben können. Die Ernterträge, die wir mit Klärschlammdüngung und mineralischer Ergänzungsdüngung erzielten, waren wunderschön, aber man muß das alles in einem ökologischen Zusammenhang betrachten. Das heißt hier, auch wieder auf die Schwermetallgehalte der Klärschlämme achten.

ZIEGLER: Was mich interessiert, gibt es wissenschaftliche Begründungen, daß es neun verschiedene Klärschlammverordnungen in Österreich gibt?

EDER: Nein, sicher nicht!

SCHROLL: In den verschiedenen Ländern sind auch verschiedene Bedingungen, aber nicht in Grenzen betrachtet, sondern die Verhältnisse im Gesamtbereich. Die Natur hält sich nicht an politische Grenzen und da sieht man, wo die föderalistische Gesetzgebung ein Unfug ist.

☞ Aber Österreich ist ja schon bei der EU.

WIMMER: Vielleicht will man eine Ergänzung aus Sicht der Grenzwerte. Es gab eine erste Serie von Klärschlammrichtwerten, Klärschlammverordnungen. Jedes Bundesland ist etwas anders, aber praktisch sind die Grenzwertsetzungen gleich. Sie sind getragen von Untersuchungen a la Gumpenstein, getragen von der wissenschaftlichen Basis oder von der Frage des Transfers durch bestimmte Pflanzenarten, und boten mit Berücksichtigung des Vorsorgeprinzips gewisse Sicherheiten gegen schadensträchtige Einträge.

Diese erste Serie einer Grenzwertsetzung ist noch immer im Hintergrund da. Zwischenzeitlich hat sich aber der Diskussionshorizont verlagert in eine etwas seltsame Richtung, die etwa so zu charakterisieren ist: „Landwirtschaft, wenn ich euren Klärschlamm in die Siedlungswasserwirtschaft nehmen soll, dann müßt ihr mein Nitrat im Grundwasser nehmen, das ist das politische Abtauschen, oder wir fordern quasi eine Nullbelastung, d.h. Klärschlämme dürfen nur, wenn sie bodenident belastet sind, hineinkommen.“ Aus diesen Gedanken hat man, sehr grob Klärschlammqualitätsklassen, Kompostklassen, in manchen Bundesländern entwickelt, die in Richtung der nicht signifikanten Belastungsauf..... zielen, Dort wären wir, was wir am Vormittag kurz angeschnitten haben, sozusagen Grenzwert ist gleich Normalwert,natürlichen Bereich mit allen seinen Problemen. Wir haben also zwei Ideologien bei der Grenzwertfindung.

RIEHL-H: Man darf bei dem Ganzen die Deponien nicht außer acht lassen, die einen erheblichen Stickstoffwerteaustragung haben und auch noch dazukommen. In den verschiedenen politischen Richtungen und Gruppierungen werden sie auch wieder ausgegrenzt. Das ist ein sehr unerfreulicher

Zustand, der aber letztendlich den Steuerzahler belastet.

UNBEKANNT: Zwei Fragen: Wie wurde die Gülle ausgebracht und wie die Klärschlämme.

EDER: Zur Ausbringung kann ich ihnen Bilder zeigen. Vorher will ich jedoch erwähnen, daß sowohl die Rindergülle als auch die Klärschlämme auf den 20m² großen Versuchspartzellen und deren Wiederholungen von Hand aus mittels Gießkannen gleichmäßig verteilt wurden (zeigt Dias über die Anlage).

WORISCHKA: Eine Frage zu den Lysimeterversuchen und eine zu den freien Feldversuchen. Werden bei den Lysimeterversuchen bestimmte Pflanzen angesät oder wartet man, was anfliegt? Haben Sie bei Cadmiumgehalten, die Sie im Boden bestimmt haben, nur Untersuchungen bis 20 cm Tiefe gemacht oder auch weiter hinunter ?

EDER: Zur ersten Frage: Nach Befüllung der Lysimeterkammern mit den betreffenden Bodensäulen ist die Oberfläche aller Lysimeter mit einer auf Zehntelgramm ausgewogenen Saatgutmenge versehen worden. Dann wurden die Kammeroberflächen zwei Jahre lang nur geschnitten und gepflegt. Erst im dritten Jahr wurde mit der Klärschlammdüngung begonnen.

Zur zweiten Frage: Selbstverständlich untersuchen wir auch die Cadmiumgehalte im Bodenhorizont von 20 bis 50 cm. Nur, das

alles auf einer Folie zu zeigen, das wollte ich ihnen nicht antun. Das Wesentliche hat man von 0 bis 20 cm gesehen. Natürlich haben wir auch die Cadmiumkonzentrationen in tieferen Bodenhorizonten.

UNBEKANNT: Also 50cm ist die tiefste Tiefe

EDER: Nein, wir haben die tiefsten Untersuchungen im Bodenhorizont von 50cm bis 100cm gemacht.

UNBEKANNT: Es ist das nämlich interessant wegen der Übedeckung für den Grundwasserhorizont.

WIMMER: Haben sie versucht den Schwermetalleintrag beim Klärschlamm oder der Transportierung über Pflanzen und dem Verbleib im Boden zu bilanzieren ? Also jetzt für die Schwermetalle, aber auch für Stickstoff und Phosphor.

EDER: Der Ausdruck „Salden“ würde besser passen, da der Begriff „Bilanzen“ der umfassendere ist und sämtliche Einträge und Entzüge beinhaltet, die man bei Stickstoff nur schwer erfassen kann, wie zum Beispiel die Größe der Denitrifikation. Die Salden bei den Schwermetallen haben wir noch nicht gerechnet, weil wir bei der Entnahme der Bodenproben es unterlassen haben das spezifische Gewicht zu bestimmen. Das wollen wir aber nachholen. Die Salden beim Stickstoff rechnen wir gerade.

Diskussionsbeiträge von:

Mag Robert HOLNSTEINER
BFPZ - Arsenal, Objekt 214
Geotechn. Institut, Abt. Umweltgeologie
Faradaygasse 3
A - 1031 Wien

Dr. Georg RIEHL-HERWIRSCH
Hauptstrasse 70
A - 2801 Katzelsdorf

Prof. Dr. Erich SCHROLL
Haidbrunnegasse 14
A - 2700 Wiener Neustadt

Prof. Dr. Walter VORTISCH
Inst.f.Prospektion u. angewandte
Sedimentologie
Montanuniversität Leoben
A - 8700 Leoben

Dipl.Ing. Dr. Johann WIMMER
Oberösterreichische Umwelthanwaltschaft
Stifterstraße 28
A - 4020 Linz

Mag. Walter ZIEGLER
BG/BRG Neunkirchen
Otto Glöckel Weg 2
A - 2620 Neunkirchen

BARBARA-GESPRÄCHE

Payerbach 1996

"Arsen und Spitzenhäubchen"
Zur Geschichte des Arsens

M. HACKENBERG



Payerbach,
6. Dezember 1996

INHALT

1.	ARSEN	185
1.1.	Zum Chemismus des Arsens	185
1.2.	Die toxische Wirkung des Arsens	185
2.	DER BERGBAU ROTGÜLDEN	186
2.1.	Die Lage des Bergbaues	186
2.2.	Die Geologie der Lagerstätte	186
2.3.	Beschreibung des Grubengebäudes	187
2.4.	Geschichte des Bergbaues und seiner Gewerke	189
2.5.	Historische Umweltschäden bei der ostalpinen Arsenikerzeugung	193
3.	DIE VERWENDUNG DES ARSENS	194
3.1.	Übersicht der Verwendungsmöglichkeiten	194
3.2.	"Zivile" Anwendungen des Arsens	195
3.3.	Arsenikhandel	196
3.4.	Arsenikmorde	196
4.	LITERATUR	197

Anschrift des Verfassers:

*Michael HACKENBERG
Bergbaumuseum Enzenreith*

*Am Schrammelteich
A- 2640 Gloggnitz*

"Arsen und Spitzenhäubchen"

Zur Geschichte des Arsens

M. HACKENBERG

1. Arsen

1.1. Zum Chemismus des Arsens

Arsen (As) gehört der V. Hauptgruppe des Periodensystems an, hat die Ordnungszahl 33 und ein Atomgewicht von 74,92. Sein Clarkewert (chemischer Durchschnittsgehalt in der Erdkruste bis 16 km Tiefe) beträgt 1,7 (Vergleich: Be 3,8; Ge 1,4, Eu 1,3). Trotz dieses relativ niedrigen Wertes tritt es in zahlreichen natürlichen Verbindungen auf, vor allem in Arsenaten, in Sulfiden und elementar. Von den derzeit etwa 4500 bekannten Mineralen enthalten ca. 420 Arsen (RÖSSLER 1991). Für die Gewinnung des Arsens und seiner Produkte ist aber nur der Arsenkies (FeAsS - Arsenopyrit) als mengenmäßiger Hauptträger herangezogen worden. Metallisches, elementares Arsen hat man nur wenig genutzt. Die Hauptverwendung lag bei Arsentrioxid, dem Arsenik, das auch Ausgangsmaterial für andere Arsenprodukte war.

Gerade bei Arsen tritt die Problematik des Themas Grenzwerte - Richtwerte zu Tage, da es zum einen als starkes Gift, zum anderen in geringsten Dosen stärkend wirkt (wobei auch hier chronische Vergiftungen nicht ausgeschlossen werden können!) und überdies die Toxizität stark von der Bindungsform, vom Transportmechanismus, aber auch von der Absorptionsart abhängig ist. Die Ambivalenz dieses Elements scheint aber auch bei seinen anderen Verwendungen auf: wurde es einerseits zur Herstellung von Bronzen genutzt, setzte man es andererseits als Münzfälschermetall ein; gilt es einerseits als cancerogen, wird es andererseits als Chemotherapeutikum eingesetzt. Überall zeigt es seinen Januskopf, die zwei Seiten einer Medaille.

1.2. Die toxische Wirkung des Arsens

Arsentrioxid ist nicht nur eines der stärksten anorganischen Gifte - 0,1g sind die letale Dosis - es ist auch diejenige Bindungsform des Arsens (vielleicht mit Ausnahme des Arsenwasserstoffs), die von Organismen am leichtesten aufgenommen werden kann. Die meisten Arsenverbindungen können auch durch die Haut rasch resorbiert werden, gespeichert wird Arsen im Keratin (Bindung an die Sulfhydrylgruppen) und in der Leber.

Akut wirkt es bei den Blutkapillaren, es kommt zu Ödemen, zur Gefäßaufweitung, zur Proliferationshemmung der Haut (bei chronischer Aufnahme), auch das Nervensystem wird angegriffen (Neuritis). Als Symptome einer Vergiftung macht sich eine äußerst heftige Gastroenteritis mit Erbrechen und reiswasserähnlichen Durchfällen bemerkbar (daher die Verwechslung mit Typhus in der Breitenau, s.u.!). Durch Wasser- Elektrolyt- und Eiweißverlust tritt ein Schockzustand ein, der durch Bluteindickung und den damit verbundenem Blutdruckabfall noch begünstigt und verstärkt wird. Nierenversagen ist möglich. Bei sehr hohen Dosen tritt der Tod in weniger Stunden durch Atemlähmung ein, ansonst binnen einem bis dreier Tagen.

Bei chronischen Vergiftungen kann es durch die Wirkung auf die Kapillaren der Schleimhäute zum "Arsenschnupfen", zu Diarrhöen mit wechselnden Obstipationen kommen, durch die Wirkung auf das Nervensystem zu allgemeiner Schwäche, Mattigkeit, Apathie, Enzephalopathie, Polyneuropathie. Die Leber wird latent geschädigt, die Haut zeigt die Arsenmelanose (Verfärbung der Epidermis) und es kommt auch zum berühmten Haarfall. In geringen Dosen wirkt es dagegen als Aufputz- und Stärkungsmittel.

Als Antidot wird heute neben der unbedingt notwendigen Wasser- und Elektrolytverlustkompensation BAL verabreicht, ein Mittel gegen Schwermetallvergiftungen, das von der Britischen Armee bei Versuchen mit Kampfgiftgasen eher zufällig entdeckt worden ist. BAL kann bis zum 20-fachen der letalen Dosis entgiften (FORTH et.al. 1988).

In der Umweltmedizin ist Arsen als cancerogenverdächtiger Stoff verrufen. Diesen Ruf hat sich das Element im Weinbaugebiet an der Mosel erworben. Dort wandten die Winzer "Schweinfurter Grün" als Pflanzenschutzmittel an und man stellte bei den Weinbauern eine statistisch weit überhöhte Leberkrebsrate fest. Es kam übrigens auch zu schweren bis tödlichen akuten Vergiftungen durch den Genuß des "Haustrunks", da Regenwasser das reichlich verwendete Pflanzenschutzmittel von den Blättern abgewaschen und auf die Trauben transferiert hat.

Es sei aber ausdrücklich darauf hingewiesen, daß die cancerogene Wirkung im Labor, auch in Verbindung mit Ethanol, nicht nachgewiesen werden konnte (FORTH et.al. 1988), aber freilich gibt es auch kaum Laborratten mit berufsbedingt angegriffener Leber.

2. Der Bergbau Rotgülden

2.1. Die Lage des Bergbaues

In den Ostalpen ist Arsenkies trotz häufiger Vorkommen (CZERMAK et.al. 1933) nur an sechs Stellen bergmännisch abgebaut worden (FRIEDRICH 1953), in der Reihenfolge ihrer wirtschaftlichen Bedeutung genannt:

Rotgülden (Szb), Zuckerhutgraben/Straßeck (St), Lanisch (K), Samer/Kothgraben (St), Karchau-St.Lambrecht (St), Göriach (Szb) (ALLESCH 1959).

Der Bergbau Rotgülden im Lungau war von diesen der weitaus größte und bedeutendste. Im hintersten Murtal, oberhalb der Rotte Jedl, mündet der Rotgüldenbach in die junge Mur. Das Rotgüldental zieht von hier weg südlich aufwärts, über Unteren und Oberen Rotgüldensee zum Wilden Wagendröschkar und

Peternkar unter dem Gipfelaufbau des Großen Hafners, des Kulminationspunktes dieser östlichsten Gebirgsgruppe der Hohen Tauern. Orographisch rechts (E) begrenzt der Silber-eckkamm das Tal. An dessen Flanke, zwischen 1500m und 1600m Seehöhe, liegt auch der Bergbau (Abb.1). In der nächsten Umgebung befinden sich noch die Gruben des Altenberger Revieres in der Gipfelzone des Silbereckes (KÖSTLER 1986), der Klammstollen beim Wasserfall des Rotgüldenbaches (nahe dem Bergbau, aber nicht mit diesem gelöchert), sowie ein unbenannter Schurf hoch in der westlichen Begrenzungsflanke des Tales.

2.2. Die Geologie der Lagerstätte Rotgülden

Der Bergbau liegt in der Silbereckserie, einer autochthonen transgressiven metamorphisierten Sedimentitfolge am NE-Rand des Hölltor-Rotgüldenkerne. Im Liegenden beginnt sie mit silikatischen Parasedimentiten (Quarzit), danach folgt ein ca. 250 Meter mächtiges Paket von Kalkmarmoren, Dolomitmarmoren, teils brekziös, teils bituminös, sodann folgen im Hangenden der Karbonate Bündnerschiefer, die mit Kalkschiefern beginnen und sich mit Schwarzschiefern (mit Linsen von Graphitquarziten) fortsetzen. Eingelagert sind wenig mächtige Lagen von Metavulkaniten (LANG et.al. 1991).

Die Marmore werden teils als triadisch angesehen, teils als jurassisch und somit den Hochstegenkalken nahe, sie gehören dem Penninikum des Tauernfensters an und sind von den unterostalpinen Radstädter Decken überfahren worden (EXNER 1982). Sie sind im ganzen Bereich der Silbereckserie stark verkarstet (große Karstquellen: Murursprung, Lieserursprung) und der Anblick von Schwinden und Speiern im Zentralalpin verblüfft immer wieder. Auch der im Schmiedenstollen zuziehende Bach ist ein Karstkind, der unterirdisch die alten Baue im Gipfelbereich des Silberecks (Revier Altenberg) entwässert und auch im Bergbau Rotgülden zum Teil natürlichen Wasserwegen folgt. Die Karsthohlräume sind zum Teil von den Alten bergmännisch genutzt und ausgebaut worden.

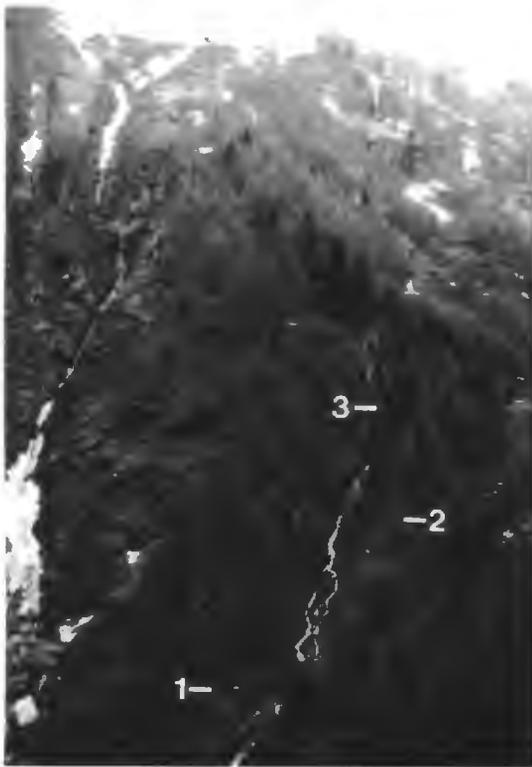


Abb.1: Die Lage des Arsenbergbaues Rotgülden. Im Vordergrund die Schlucht des Rotgüldenbaches, im Hintergrund das Silberek mit Erosions- und Lawinenrunsen. Die Position der Mundlöcher ist am Bild eingetragen (Pfeile).

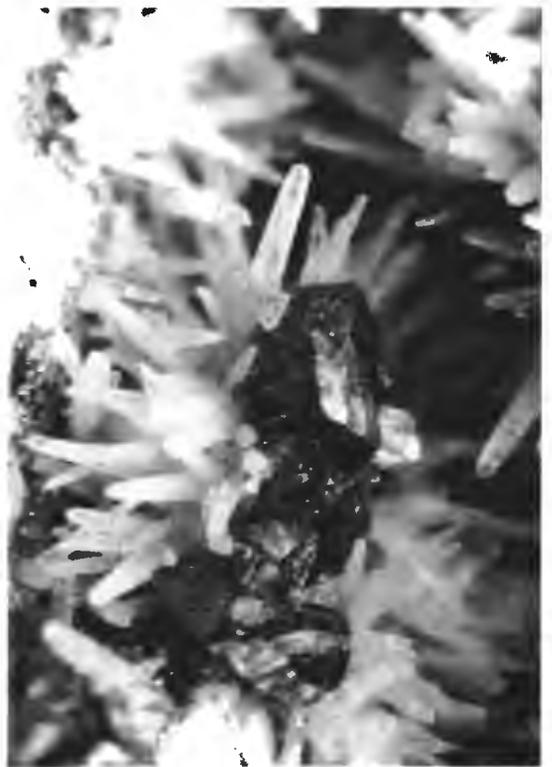


Abb.3: Kupferkristalle auf einem Rasen von Quarzkristallen aus dem Bereich der Quellschläuche im Friedrichstollenniveau. Der Derberzkörper in der sogenannten Kupferkieskaverne weist hohe Goldgehalte auf (max. 120 ppm)



Abb.2: Arsenkristallaggregat (Größe 5mm) auf Pyrrhotin aus der Kupferkieskaverne. Das Haupterz wird zumeist massig-derb angetroffen, Kristalle erreichen Größen von 1mm bis 20mm (selten, in der „Großen Zeche“)



Abb.4: Aggregat von Gustavitkristallen, Parallelverwachsung. Gustavit, ein seltenes Pb-Ag-Bi-Sulfosalz, fand man im Arsenbergbau Rotgülden in den weltweit besten Kristallen (W.H. PAAR et.al. 1993). Er ist der Hauptträger der Silberführung in den Rotgüldener Erzen.

Tektonisch ist die Silbereckserie stark beansprucht, weist internen Faltenbau auf und ist von Störungen durchzogen (EXNER 1983). An einer solchen Störung ist auch die Lagerstätte angelegt. Im Gefolge der Intrusiva an der periadriatischen Naht erfolgte eine subsequente Vererzung (FRIEDRICH 1968) durch tief hydrothermale Lösungen (200 - 300°C), welche die SE des Rotgüldenbaches verlaufende, gut aufgeschlossene Störung als Wegsamkeit benutzten (FRIEDRICH 1934).

In der Silbereckserie lassen sich vier Arsenkiesvererzungstypen (LANG et.al. 1991) unterscheiden

- 1) Diskordante Arsen/Quarzgänge mit Wismut-Sulfofalzen ("Tauerngoldgänge") (Lanisch, Waschgang, SE Silbereck)
- 2) Vererzte Scherzonen am Kontakt Silbereckserie/Zentralgneis mit Pyrit. Arsenkies. Kupferkies (Pölla, Ochsenhütte)
- 3) Schieferungskonkordante chloritreiche Massiverze (Typus ROTGÜLDEN), reich an Arsenkies, mit Goldführung
- 4) Diskordante Gangvererzungen mit Arsenkies, Kupferkies, Pyrrhotin mit vererzten Brekzien im Marmor (metasomatische Verdrängung) (Rotgülden, Ebenlanisch, Schurfspitze, Lieserkar)

Man trifft in den Bergbauen oft mehrere dieser Vererzungstypen an, Erze und Begleitmineralien sind bisweilen hervorragend auskristallisiert (FUGGER 1881, STRASSER 1989) und bilden in ihrer Paragenese auch für Laien ästhetisch ansprechende Mineralstufen ("Spitzenhäubchen", Abb.2-4). Die Vererzung ist relativ jung (spätalpidisch), mehrfach umgelagert worden (LANG et.al. 1991) und konnte zum Teil bereits vorhandene Paläokarsträume ausfüllen. Eine Besonderheit stellen die im Erbstollenniveau auftretenden, als "Quellschläuche" bezeichneten Karsthohlräume dar, deren Wände von kopfgroßen rhythmisch - konzentrisch aufgebauten Mineralaggregaten ausgekleidet sind.

Erwähnt soll an dieser Stelle noch der nahe gelegene Bergbau SCHELLGADEN werden (FRIEDRICH et.al. 1939, GÖD 1981), der

ebenfalls in der Hafnergruppe liegt, aber nicht der Silbereckserie angehört und einen gänzlich anderen Vererzungstyp darstellt. Schieferungskonkordante Quarzlagergänge, linealförmig, enthalten Bleiglanz, Kupferkies, Pyrit, Freigold, Telluride und Scheelit. Auffällig ist das Zurücktreten von Arsen- und Wismutmineralien.

2.3. Beschreibung des Grubengebäudes

Vom obersten, großteils natürlichen Eingang, dem "Schmiedenstollen" (1580m SH) geht es großräumig zum Abbruch in die "Große Zeche", zuvor ist rechts versteckt der Zustieg zum 30m tiefen "Goldschacht", den ältesten Teil der Grube. Ein Abstieg von 15m leitet auf die obere Sohle des Raumes, der nicht allein durch seine Ausmaße beeindruckt (h=35m, l=30m, b=15m), sondern durch vor allem im unteren Teil auftretende dunkle Limonit-Pittizit- und diverse andere Arsen-Eisensinter-Überzüge äußerst düster wirkt. Von der oberen Sohle kann durch Schrägstrecken und nach heikler Querung des Goldschachtes über den "Mitterstollen" der Tag erreicht werden (1555m). Kleinräumige und verkrüppelte Strecken umgehen den Steilabbruch zur untersten Sohle der "Großen Zeche". Sie leiten in den "Gumperstollen", dessen Mundloch seit Jahrhunderten verbrochen und der nach dem auch von ihm angefahrenen Goldschacht versumpft endet (Mundlochpinge 1540m).

Der Weiterweg von der Zechensohle aus folgt dem Bach kleinräumig über tonnlägige Gesenke mit handgeschrämten, vom Wasser ausmodellierten Stufen, hinunter über einen 8m-Abbruch zur "Kupferkieskaverne", vorbei an seitlichen, großteils versetzten Bauen zum Hauptabbau der untersten Sohle des Bergbaues. Steigt man diese 30-40° geneigte Zeche hinunter, steht man vor der einzigartigen original erhaltenen "Wasserkunst" (Abb. 5), einem oberschlächtigen Wasserrad, zur Gänze aus Holz gefertigt (samt Schrauben und Lager), zur Entwässerung des hier ansetzenden Tiefbaues. Die Wasserkunst präsentierte sich um 1980 noch in gutem Zustand, zehn Jahre später waren nur mehr erbärmliche Reste

sichtbar, was dem rapide angestiegenen -Besuch von Mineraliensammlern und Souvenirjägern zu verdanken ist (HACKENBERG 1992). Im Bereich dieser hinteren Zeche sind mehrere Ausrichtstrecken sowie ein weiterer kleiner Abbau vorgetrieben worden. Der "Friedrichstollen" führt von der Wasserkunst ca. 200m als tiefster Einbau zu Tage (1500m SH)

2.4. Geschichte des Bergbaues und seiner Gewerken

1354

Hans POIN & Anderlein SCHROTT, Judenburg, wurden mit dem "alten Goldschacht auf der Gragöll (Ragöllen)" belehnt. Nach dieser Formulierung ist anzunehmen, daß der Bergbau bereits lange Zeit vorher in Würde war. Allerdings wurde bis 1392 ausschließlich auf Gold gebaut. Der erwähnte Goldschacht ist heute noch befahrbar und zählt mit dem Gumperstollen zu den ältesten Teilen der Grube. Der Name Rotgülden ist eine Verballhornung von Gragöll, das verm. aus dem südslawischen (gradez = Burg) stammt.

ca. 1365

Martin AUFNER; Salzburg

1377 - 1386

Hans GOLDLEIN & Konrad DECKER

1392 - 1394

Erzbischof von Salzburg (Pilgrim II.), Verw. Hans SCHMIDINGER

Aufnahme der Arsenikerzeugung

1394

Erzbischof von Salzburg (Pilgrim II.) & Niklas STOCKHAMMER & Hans SCHMELZER (Friesach)

1394 - 1414

Erzbischof von Salzburg (Pilgrim II.), Gregor Schrenk v. Osterwitz)

1443 - 1463

Sigmund u. Christoph von MOOSHEIM & Erzbischof Friedrich von Salzburg

Die Moosheimer waren eine Schladminger Gewerkenfamilie, die vor allem in den dortigen Revieren tätig war. Ihre Verwandten, die Lungauer Moosheimer (Burg Moosham zwischen St. Michael und Mauterndorf) waren von den Salzburger Erzbischöfen mit der Bewachung des Alpendurchganges Katschberg-Radstädter Tauern beauftragt und erleichterten dabei oft gewaltig (und gewalttätig) den Säckel der Durchreisenden, eine Aufgabe, die heute die Mautstation St. Michael der Tauernautobahn übernommen hat. "Irrtümlich" vergriffen sich die Moosheimer auch an einem Goldtransport (aus Rotgülden und Schellgaden) ihres Landesherrn, des Erzbischofs ORTOLF (1344 - 1365), wurden von diesem mit Fehde überzogen und mußten kräftig Buße zahlen.

1463 - 1483

Konrad von THANNHAUSEN

Die Familie Thannhausen war eine angesehene Adelsfamilie der österreichischen Lande, Konrad von Thannhausen kaiserlicher Rat. Er baute in Rotgülden auf Gold, verrechnete dem Erzbistum aber nur Abgaben für Arsenik (große Fron- und Wechselvorteile!). Kontrollierende Pfleger wurden vor der Besichtigung des Bergbaues im Tal aufgehalten und bewirtet; damit gewann man Zeit um die Reicherzanstände im Bergbau zu versetzen. Zwar wußte der Erzbischof von den Manipulationen, aber gegen den mächtigen Nachbarn und seinen hochmögenden Beamten wollte er nichts unternehmen.

1483 - 1516

Balthasar von THANNHAUSEN (Herr zu Murau, Friesach, Tannenberg)

Es ist vielleicht an dieser Stelle Zeit, einige Worte über Betriebs- und Arbeitsverhältnisse in einem - doch relativ kleinen - alpinen Bergbau zu verlieren. Der Eigentümer war in den seltensten Fällen im Betrieb anzutreffen. Seine Interessen wurden von einem Verweser wahrgenommen. Dieser wurde oft nicht direkt



entlohnt, sondern durfte für seine Bemühungen beispielsweise einen Schnapsladen für die Bergleute betreiben oder Zwischenhandelsgewinne aus dem Holzgeschäft einstreifen. Auch am Pfennwerthandel (s.u.) durfte er sich beteiligen. Vorgeschrieben war ihm nur eine gewisse Mindestanzahl von Grubenbefahrungen, um nach dem rechten zu sehen. Er handelte auch allwöchentlich das Gedinge (eine Art Akkordvereinbarung) mit den Bergleuten aus, tätigte etwaige Lohnauszahlungen, rechnete (mit Hilfe eines Kugelbrettes) mit den Fuhrleuten und Holzknechten ab und kümmerte sich um die allgemeine Verwaltung.

Bei den Bergleuten wurde zwischen Lehnshäuern und Herrenhäuern unterschieden. Erstere arbeiteten auf eigene Rechnung und Gefahr und mußten dem Gewerken einen Anteil überlassen (in der Regel die Hälfte der Ausbeute), die zweiten waren reine Lohnarbeiter.

Ein besonderes Kapitel war der "Pfennwerthandel". Da die Bergleute auf Grund ihrer Tätigkeit sich nicht um die Nahrungsmittelbeschaffung kümmern konnten, war dazu der Betrieb verpflichtet. Die Gewerken kauften die Lebensmittel und verschachteten sie zu weit überhöhten Preisen (oft mit 200% Aufschlag!) weiter. Die Spannen waren so hoch und die Lebensmittel dadurch so unerschwinglich, daß oft der Landesfürst regelnd eingreifen mußte.

Die Bergleute bekamen die Waren "auf Kreide", auch und vor allem in der Branntweinkaufe, und waren durch die Verschuldung zwar nicht de jure, wohl aber de facto Leibeigene des Bergbaubetreibenden. Diese unrühmliche Sitte, in Europa längst schon untersagt, wurde von den transkontinentalen Eisenbahnunternehmen in der Neuen Welt wiederbelebt ("they owned their souls to the company store")

1516 - 1548

Franz und Hans von THANNHAUSEN

Die Erlöse u.a. aus Rotgülden ermöglichten der Familie Thannhausen gemeinsam mit den Teuffenbachern den Bau des entzückenden Schlosses Thannhausen bei Weiz, Steiermark, das als Perle österreichischer Renaissancebaukunst gilt (CLAM-MARTINIC 1995).

1548 - 1562

Otto von LIECHTENSTEIN (& Anna Neumann LIECHTENSTEIN von WASSERLEONSBURG)

An die Liechtensteiner kam der Bergbau durch Erbschaft. Anna Neumann, die Tochter eines Villacher Kaufmannes, war die reichste Frau ihrer Zeit, siebenmal verheiratet und immer lachende Erbin. Wir dürfen dies heute nicht zu eng sehen: Ehen in den besseren Kreisen wurden nun einmal nicht aus Lust und Liebe geschlossen, sondern, wenn die Stammerhaltung gesichert war, um den Familienbesitz zu erhalten und zu vermehren. Die Liste der Ehemänner (CLAM-MARTINIC 1996) Anna Neumanns ist interessant: (in nicht chronologischer Reihenfolge) Hans von THANNHAUSEN, Christof von LIECHTENSTEIN, Ludwig UNGNAD, Karl TEUFFENBACH, Ferdinand von ORTENBURG. Als 82-jährige ehelichte sie den 19-jährigen Georg von SCHWARZENBERG, eine Ehe, die kurz, aber glücklich gewesen sein soll. Die vier erstgenannten Gatten waren Bergbaubetreibende, drei davon besaßen Arsenbergbaue. Schon zu ihrer Zeit ging das Gerücht um, daß sie nicht nur von der Gewinnung, sondern auch vom Gebrauch des Arsens einiges verstünde, aber niemand wagte Anklage zu erheben

Abb. 5 (links): Die Wasserkunst im Friedrichstollen; ein oberflächliches Wasserrad, dessen Zulauf durch die Stollenwässer aus den oberen Grubenteilen gesichert war, hat über Kurbeltrieb, Kunstgestänge und Kunstkreuz Stiefelpumpen angetrieben. (G. AGRICOLA, 1557). Die Aufnahme ist aus dem Jahr 1987.

1562 - 1570

Urban MAYR (Schwaz)

Diesem wirtschaftlichen Abenteurer gelang es in kürzester Zeit, den Bergbau zu ruinieren. Er endete im Konkurs.

1570 - 1598

Wolf WINDISCH (Salzburg)

Ursprünglich Eisenhändler zu Salzburg, war Windisch ein verständiger und fleißiger Gewerke, der gemeinsam mit seinem Sohn den Bergbau wieder zur Blüte brachte. Er war indes Protestant und daher gezwungen, gemäß dem Augsburger Religionsfrieden ("cuius regio, eius religio") das Land zu verlassen. Zuvor übertrug er den Bergbau an seinen Freund...

1598 - 1620

....Christoph SCHWAIGER

Dieser war auch Protestant, jedoch verschwiegener, geschickter getarnt, ein Apokryphe. Er erwies sich ebenso fähig wie sein Vorgänger und der Bergbau stand in Würden.

1621 - 1645

Karl JOCHER (Mauterndorf) & Christian u. Georg ANTHOFER

Die Lungauer Gewerke kamen durch den Bergbau zu ansehnlichem Vermögen, wurden in Folge auch geadelt.

1645 - 1692

Adam JOCHER v. EGBERSBERG

Die Nobilierung wurde von den Habsburgern immer frühestens in der zweiten Generation vorgenommen. Dies hatte handfeste Gründe: man wußte genau, daß ein "homo novus" um hochzukommen und Vermögen zu erwerben, meist mit Ellbogentechnik gearbeitet und sich dabei wahrscheinlich auch die Hände schmutzig gemacht hat. Erst seine Nachkommen mit ererbtem Reichtum konnten es sich leisten "edel" zu sein.

1692 - 1695

Johann Georg GRIMMING v. NIEDERRAIN

An diesen Gewerken erinnert noch das "Grimminghaus" (auch Ledererhaus, Mandlhaus oder Lebzelterhaus genannt) in Tamsweg.

1695 - 1713

Georg ALLESCH (Villach)

Mit diesem Gewerken begann die Hauptblütezeit des Bergbaues Rotgülden. Anfangs kämpfte Georg Allesch, Ratsherr zu Villach, mit großen Problemen. Gleichzeitig mit Rotgülden war ihm der Bergbau Lanisch jenseits des Kammes im Österreichischen angeboten worden. Er entschloß sich für den reicheren und besser aufgeschlossenen Bergbau Rotgülden. Mit dem Bergbau Lanisch war indes der österreichische Arsenappalt verbunden, eine Art Handelsmonopol. Diesen Bergbau, und damit den Appalt, erwarb Jakob MILLER, ebenfalls aus Villach, und erreichte zur Wahrung seiner Interessen eine Grenzsperrung für das Rotgüldener Arsenik. Allesch versuchte seine Ware über den Brenner nach Venedig zu schaffen, jedoch waren nicht nur die Transportkosten ungeheuer hoch -worüber er sich bitter beklagte-, sondern bei der zweiten Tour waren auch die tirolischen Grenzbeamten bereits informiert und hätten so hohe Schutzzölle verlangt, daß aus dem Handel nur Defizit entstanden wäre. Allesch strengte nun die Gerichte an, freilich vergebens. Auch der Salzburger Fürstbischof intervenierte beim Wiener Hof, aber die Zeiten des selbstbewußten Paris Graf LODRON, der fünfzig Jahre zuvor im "Zillertaler Bergwerksstreit" (MARK 1902) den Habsburgern wacker die Stirn geboten hatte, waren vorbei, und die gute Nachbarschaft zum mächtigen Österreich zählte immer noch mehr als ein kleiner Lungauer Gewerke, der überdies noch "Ausländer" war. Indessen endete der Rechtsstreit wie das Horneberger Schießen: Der Neffe des einen erglühte in Liebe zur Tochter des anderen. Allesch schüttelte zunächst den Kopf und dann seinem Konkurrenten die Hand. Die ostalpinen Capulets und Montagues fielen sich bei der

Hochzeitsfeier gerührt in die Arme und betrieben die Bergbaue gemeinsam. Durch die Zusammenlegung von Lanisch und Rotgülden hatten sie auch fast das Erzeugungsmonopol. Die Nachkommen wurden in den Adelsstand erhoben und die Familie führte ihre Bergbaubetriebe korrekt fast 200 Jahre lang.

1713 - 1747

Sigmund ROBINIG (v. RUBINFELD)

Der Schwiegersohn G. Alleschs renovierte den Betrieb und steigerte die Produktion.

1747 - 1760

Georg Josef ROBINIG v. ROTTENFELD

1760 - 1815

Georg Sigmund ROBINIG v. ROTTENFELD

Unter ihm wurde die Lagerstätte untersucht und es konnten weitere Erzvorräte festgestellt werden. Ein Erbstollen zur Entwässerung wurde angeschlagen und der Bergbau stand je nach Nachfrage größtenteils in voller Blüte, war aber auch manches Jahr stark eingeschränkt. (B. HACQUET 1791).

1815 - 1843

Sigmund ROBINIG v. ROTTENFELD

Er ließ ein System von Auffangkammern ("Gifthütten") statt der alten "Giftkanäle" errichten.

1843 - 1870

Friedrich VOLDERAUER

F. Volderauer war schon ein "moderner" Industrieller. Er ließ die Lagerstätte neu aufschließen, den Erb- und Förderstollen erneuern ("Friedrich"stollen), errichtete eine neue Verhüttungsanlage und renovierte nach dem damaligen Stand der Technik die Gifthütten. Er gewann bei der Weltausstellung in Paris einen Industriepreis für seine Arsenprodukte.

1870 - 1884

Else BRANDSTÄTTER & Co.

Das vorläufig letzte Wirtschaftskapitel des

Bergbaues endete eher trüblich mit dem Konkurs der Betreiber. Die Zeiten der Großanwendung des Arsens waren scheinbar schon vorbei.

1884 - 1924

Bergbau ruht, dem Verfall preisgegeben.

1924

Eine temporäre Nachfrage nach Arsenik führte zu einer Bemusterung des Bergbaues. Da der Rohstoffengpaß nur kurz andauerte, kam es zu keiner neuen Betriebsaufnahme.

1924 - 1987

Bergbau stillgelegt und dem Verfall preisgegeben.

1987 - dato

RADHAUSBERG AG, Badgastein

Bemusterung, teilweise Wiedergewältung und Bearbeitung des Bergbaues zum Zwecke der Goldprospektion.

Zur Geschichte Rotgüldens wie überhaupt des alpinen Arsenbergbaues sei auf die hervorragende Arbeit von G. ALLESCH 1959 ausdrücklich hingewiesen, die wohl das Basiswerk für Arsen in den Ostalpen ist!

2.5. Historische Umweltschäden bei der ostalpinen Arsenikerzeugung

Arsenik wurde durch Rösten des Arsenkieses gewonnen; der dabei entstehende Rauch wurde durch ein Schlotssystem in hintereinander geschaltete Kühlkammern ("Gifthütten") geleitet und das Arsenik setzte sich an den Wänden und Dächern dieser Gifthütten als weißer Niederschlag ab (daher: "Hüttenrauch", Hitt-rach) und wurde von Arbeitern dann abgekratzt. Die Rotgüldener Arsenhütte stand am Zusammenfluß des Rotgüldner Baches mit der Mur an der Stelle des heutigen gleichnamigen Gasthauses.

Da man es vormals mit der Abdichtung nicht so genau genommen hat (und es wohl auch

nicht konnte), kam es in der Umgebung von Arsenhütten immer wieder zu Umweltschäden und zu Protesten der Ansässigen. Auch in Rotgülden war im vorigen Jahrhundert ein Prozeß anhängig, bei dem der Beschwerdeführer behauptete, es träten Schäden (Vieherkrankungen) auf, aber nur im Sommer, im Winter könne das Werk arbeiten. Eine Kommission untersuchte die Anlage, befand sie für dicht und konnte keine Schäden feststellen; sie fand allerdings heraus, daß der Anzeiger im Bergbau beschäftigt war, im Sommer seine kleine Landwirtschaft führen und nur im Winter im Berg arbeiten wollte. So wurden an sich berechnete Anliegen durch die Verquickung mit privaten Interessen in Mißkredit gebracht.

Das Problem des Entweichens des Hüttrauchs gab es auch beim Bergbau Samer im Kothgraben (Bez. Knittelfeld), dem im 17. Jh. auf Grund von Entlaubungserscheinungen und Vieherkrankungen vorgeschrieben wurde, die Verhüttung nur im Winter durchzuführen.

Die schwerste industrielle Arsenvergiftung bei der Erzeugung des Arsens trat im 19. Jh. in der Breitenau bei Mixnitz, Steiermark auf, bei der etwa 40 Menschen ums Leben gekommen sind. Die Vergiftung als solche ist zunächst nicht erkannt und auf eine Typhusepidemie zurückgeführt worden. Nach der korrekten Diagnostizierung wurde das Werk sofort geschlossen und der Bergbau im Zuckerhutgraben heimgesagt.

Als industrielle Vergiftung kann auch die Färbung von Billigtapeten mit der Arsenikfarbe "Wiener Grün" angesehen werden. Da diese Tapeten in erster Linie in Substandard-Kellerwohnungen verwendet worden sind, bildete sich an den feuchten Kellerwänden Arsenwasserstoff und es kam im Wien vor der Jahrhundertwende zu zahlreichen Todesfällen.

3 Die Verwendung des Arsens

3.1. Übersicht der wichtigsten Arsenverbindungen und ihrer Verwendungsmöglichkeiten

metallisches elementares Arsen (ungiftig, geht aber leicht in Arsenik über): Legierungen (Arsenbronzen, Goldschmiedekunst, Münzfälschungen)

Realgar (Arsendisulfid)(ungiftig): Arsenerz

Auripigment (Arsentrisulfid) (ungiftig, aber stets mit Arsenik und Arsenpentoxid vermengt): Arsenerz

Arsenkies (Arsen-Eisensulfid): Arsenerz

Arsentrioxid (Arsenik; Hüttrauch, Hittrach, Hidra etc.) (hochgiftig):

Ledergerben

Textilien (Faser aufätzen, Farbgewinnung → "Wiener Grün")

Kosmetik (Enthaarung, Wangenrouge)

Medizin (Appetitanreger, Geschwüre, Haut- Geschlechtskrankheiten, "Fowlersche Lösung", asiatische Pillen etc; Veterinärmedizin)

Klärung der Glasschmelze

Anabolikum ("Arsenschlucker", "Roßtäuscher")

Gift (ab 1300; Rattengift, "Erbschleicher-gift", Unkrautmittel)

Arsenpentoxid (weniger giftig, geht aber im Organismus in Arsenik über)

Arsenrichlorid (Reizstoff, zerfällt in Arsenik und Salzsäure)

Metalloberflächenbearbeitung

Kupferarsenitacetat ("Schweinfurter Grün") (hochgiftig)

Schädlingsbekämpfung

Kupferarsenit ("Scheeles Grün") (hochgiftig)

Insektizid, Fungizid

Bleiarsenat (giftig)

Neoarsphenamin ("Neosalvarsan") (giftig)

Chemotherapeutikum gegen Lues

Arsenwasserstoff (Arsin) (hochgiftig, Knoblauchgeruch)

3.2. "Zivile" Anwendungen des Arsens

Jahrhundertlang war Arsenik das einzige bekannte wirksame Rattengift und der Großteil des in den Ostalpen erzeugten Arsens ging zu diesen Zwecke via Venedig in die Levante, in der die Ungezieferplage besonders wütete. Auf die Verwendung als Pflanzenschutzmittel ist bereits oben eingegangen worden.

In geringen Dosen wirkt Arsenik als Anabolikum, Aufputsch- und Potenzmittel. Arsenesser nahmen es meist auf Speck- oder Käsebrot oder im Heidensturz ein. Sie begannen mit 0,01g und steigerten sich bis zu 0,5g, dem fünffachen der tödlichen Dosis, zweimal wöchentlich konsumiert. Freilich war die Dosierung problematisch und manch einer hat dabei danebengegriffen ("ein Weizenkorn macht rot, ein Gerstenkorn macht tot"), doch das ist nunmal das Risiko bei Drogenkonsum. Vielleicht dachte Philippus Aureolus Theophrastus Bombastus PARACELsus von Hohenheim an Arsenik, als er sagte: "Die Dosis macht das Gift". Schließlich hätte er mit Hitrach jede Menge Erfahrung sammeln können, war er doch in der "Arsenikmetropole" Villach just zur Zeit der Blüte des Arsenbergbaues Stadtphysikus!

Bekannt ist auch die Zugabe von Arsenik zum Pferdefutter: die Tiere bekamen glänzendes Fell, stolzen Schritt und schwellende Muskeln - bis man das Mittel absetzte. Ursprünglich als notwendiger Appetitanreger bei der Schwerstarbeit der alpinen Holzbringung verabreicht, wurde Arsenik zunehmend ein Mittel der Roßtäuscher.

Als Stärkungsmittel und Appetitanreger wurde Arsenik auch in der Veterinärmedizin eingesetzt, ob es heute noch zu den "schulmedizinischen" Medikationen gehört, ist mir nicht bekannt, aber um 1980 gab es noch ein tiermedizinisches Mittel mit Arsenik als wesentlichem Bestandteil.

Wird in den bisherigen Fällen die roburierende Wirkung des Arsens genutzt, so hat die Kosmetik die ruborierende Wirkung in Anspruch genommen. Arsenik diente vor allem im Orient als Wangenrouge. Außerdem fand es in der Kosmetik als Haarentfernungsmittel Verwendung. Als solches wurde es auch beim Ledergerben eingesetzt. Die arsenige Säure hinwiederum setzte die Textilindustrie zum Aufätzen der Fasern ein, damit diese gefärbt werden können.

Die Medizin kannte auch noch andere Einsatzgebiete. Als es im Zuge des kulturellen Austausches mit der Neuen Welt (Europa lieferte Inquisition, Rad und Pocken, Amerika Nikotin, Mais und Syphilis) im 16. Jahrhundert zur epidemischen Ausbreitung der Lues kam, war Arsen neben Quecksilber die wichtigste Zutat in der "grauen Salbe". Ob die Krankheit oder die Therapie mehr Opfer gefordert hat, ist unbekannt (vermutlich doch die Seuche, die wenigsten Befallenen konnten sich eine ärztliche Behandlung leisten). Auch Geschwüre und Hautkrankheiten wurden mit Arsen behandelt.

Aber gerade bei Syphilis hat Arsen einen medizinischen Meilenstein gesetzt: Paul EHRLICH entwickelte das Salvarsan und Neosalvarsan, und mit diesen wurden die ersten Chemotherapien (gegen die "Lustseuche") vorgenommen.

Als jüngste medizinische Anwendung steht Arsen in den USA als Chemotherapeutikum gegen Krebs in Erprobung (J.MEWIS 1996) und hat ermutigende Erfolge gezeigt - wiederum die zweite Seite der Medaille.

Die eigentliche wirtschaftliche Bedeutung des Arsens lag auf anderem Gebiet: es war das erste Metalloxid, von dem bekannt wurde, daß es die Glasschmelze klärt. Dies war das Geheimnis der venezianischen Glasbläser (Muranoglas, venezianische Spiegel) und es gelang der Lagunenstadt, dieses Geheimnis über zwei Jahrhunderte zu hüten. Das war auch der Hauptgrund, warum Venedig alles erreichbare Arsen aufkaufte. In die Levante wurde nur ein unkontrollierbarer Teil weitergeleitet. Nach Bekanntwerden des Rezeptes und nach der Entdeckung anderer Schwer-

metalloxide für diesen Zweck versank die Glasproduktion Venedigs in die Bedeutungslosigkeit, aus der sie erst durch die Mode unserer Zeit wieder herausgeholt worden ist.

3.3. Arsenikhandel

Der Handel mit Arsen und Arsenprodukten war in den habsburgischen Erbländen als "Arsenappalt" aus Kontrollgründen quasi monopolisiert und war -von einigen Ausnahmen wie der Familie Kornmesser, die aus dem Appalterlös das nach ihr benannte Haus in Bruck/Mur erbauen ließ, abgesehen - fest in den Händen der Villacher Kaufmannschaft, bei der alle Fäden der Produktion zusammenge laufen sind.

Von Villach aus wurde die gesamte Ware nach Venedig transferiert. Die "Königin der Meere" legte ausländischen Kaufherren wegen des o.a. Staatsgeheimnisses zwar Beschränkungen auf, die Vorteile (Preisgestaltung, Wiegevorteile, Wechselkurs) überwogen jedoch bei weitem. So bekam beispielsweise jeder Besucher einen ihn kontrollierenden, dauernder Begleiter zugewiesen, den er auch noch bezahlen mußte. Dieser "Schatten" war aber meist auch gut darüber informiert, wo der fremde Kaufmann seine besten Geschäfte abschließen konnte und rechnete sich so letzten Endes wieder.

Es ist nicht zu verwundern, daß die "Villach Connection" ihren äußerst einträglichen Venedighandel eifersüchtig hütete.

3.4. Arsenikmorde

In der Antike war die toxische Wirkung des Arsens unbekannt; LOCUSTA, Neros Fachfrau für Spezialfälle (SUETON, 1.-2.JH. n.Chr.), verwendete nur pflanzliche Gifte. Um 1300 ist die Giftwirkung des Arsens erkannt worden und in "il principe" seine Anwendung als Mittel der Politik empfohlen (MACCHIAVELLI 1532). Die Signoria von Venedig hatte zur Vergiftung unliebsamer Fürsten eigene Proskriptionslisten auflegen, auf denen neben vielen anderen auch Ludwig XII., die Kaiser Sigismund und Maximilian I., einige Päpste und Kardinäle und etliche Angehörige des

Hochadels Europas zu finden waren - ein wahrer Gotha des politischen Attentats. Albrecht I. überlebte einen Arsenikanschlag zu Judenburg, wobei das Gift auch wieder weniger Wirkung zeigte als die Therapie (er wurde mit den Füßen an einem Deckensparren aufgehängt und verlor dabei ein Auge). Leopold I. soll an Arsenik gestorben sein. Die Fürsten der Renaissance- und Barockzeit versuchten ihre Nachfolge durch Gewöhnung an das Gift immun zu machen.

Als Erbschleichergift war Arsenik überaus beliebt; in Frankreich schlug 1676 der Skandalprozeß um Margarethe Aubroy Marquise de Brinvilliers und ihre Komplizin Voisin hohe Wellen. In Österreich wurden sämtliche Anklagen gegen die schon erwähnte Anna Neumann von Wasserleonburg niedergeschlagen; sie war siebenmal (s.o.) verheiratet, sechs Gatten und alle näheren Verwandten starben alle in der Blüte ihrer Jahre und sie erbte.

Eifrig genutzt wurde Hittrach in der Landbevölkerung als Mittel des beliebten Volksbrauches der "Ahnvertilgung". Zahlreiche Fälle sind aktenkundig geworden - natürlich vor allem in der Nähe von Arsenhütten, wo das Gift leicht erreichbar war - und die Dunkelziffer kann man nur schauernd erraten. Wenn das Vieh zu alt oder zu krank, dann gab es die Notschlachtung, war es der Altbauer, dann gab es Hittrach. Die Gerichte vor dem 18. Jahrhundert kümmerten sich nicht allzuviel darum, und was auf einem einsamen Bergbauernhof geschah, geschah eben. Solange es sich nicht um Ketzertum oder Hexerei handelte, blieb die Obrigkeit davon unberührt. Nur besonders auffällige oder aufsehen erregende, meist auch besonders primitiv durchgeführte Morde nahmen die Aufmerksamkeit der Rechtsprechung in Anspruch. Aus der Unzahl der Arsenmorde seien einige herausgegriffen, die, durch das Kissen der Jahrhunderte gemildert, zum Teil an Skurrilität der berühmten Komödie "Arsen und Spitzenhäubchen" (verfilmt mit Gary Grant) nicht nachstehen.

Im Lungau gelang u.a. die Überführung von 9 Arsenmördern in St.Margarethen (1683) und

1551 die des Mörders Andre HITTRACH-PRENNER (sic!).

1610 wollte eine Bäuerin bei Gmünd in Kärnten ihren Mann mit arsenikgefüllten Krapfen ermorden; dazu kam es nicht, da vorher eine Magd die Krapfen kostete -die Bäuerin hat dabei ungerührt zugehört.

Welch banale Gründe zu Massenmorden führen konnten, ersieht man am Fall des unsteten Gesellen Simon HALDERNACH, der 1683 bei Spittal/Drau einen Bauern samt Gattin und sechs Kindern wegen einer "Aversion" mit Arsenik mordete. Dies gab der Malefikanter freiwillig, d.h. ohne Folter, zu.

Ebenfalls einer Aversion wegen vergiftete die Gästin MARGARETHE in Völkermarkt einen Geißhirten, dessen Frau und zwei Kinder.

Der Fall der Gattenmörderin Eva KARYN, vulgo "die Faschaunerin", 1773 im Maltatal, ist literaturfähig geworden (M. STEURER)

1777 verabreichte eine Bergmannsgattin aus Freienstein bei Leoben, Steiermark, ihrem Mann Arsenik mit der Jause. Da der Knappe mit seinen Kameraden teilte, entkam er dem ersten Anschlag. Einige Mitjausner erkrankten und "erkrumpten" (Arsenlähmung, wenn die Dosis zum Leben zuviel und zum Sterben zu gering war). Dem zweiten Anschlag wenige Tage später fiel er dann zum Opfer.

1784 gestand Bartolmā RAINER vulgo Kalcherbauer aus Großlobming, Steiermark, daß er fünf Gattinen mit Arsenik ermordet habe, das er ihnen beim Coitus (?) verabreicht hätte.

Die rapide Abnahme von Arsenikmorden nach 1780 liegt nicht an der zunehmenden Zivilisierung der Menschheit, sondern an der Einführung des Giftscheines durch Maria Theresia und vor allem an der gerichtsmethodischen Nachweisbarkeit des Giftes (Marsh'sche Probe). Dennoch wird Arsenik bis in die jüngste Zeit zu diesem Zweck verwendet.

1929 -1931 gab es in Nagyre, Ungarn, 54 (!) Gattenmore.

1950 meuchelte der "Weibsteufel von Bibernegg" bei Graz drei Verwandte.

1955 ermordete Johann KOIDL mit Arsenik seine Eltern.

In den Sechzigerjahren soll ein Grazer Tanzlehrer mit Hilfe des Hittrachs ins Jenseits befördert worden sein.

Und aktuell:

1991 vergiftete in Sta.Ana, California, Prof. Richard OVERTON seine Gattin Janet, indem er ihr Arsenik in die Wimperntusche (?) und den Kaffee gegeben hat (KRONENZEITUNG 1991).

Heute könnte der Weltbedarf an Arsen aus dem Hüttenabfall einer einzigen Grube gedeckt werden und gleich dem Quecksilber ist nicht das Problem der Gewinnung, sondern das der Entsorgung und Rückeinbindung gegeben. Das bei der Verhüttung der Golderze von Boliden, Schweden, anfallende Arsenik etwa wurde in Beton gegossen und in der Ostsee versenkt. Somit gehört wohl auch der traditionsreiche ostalpine Arsenbergbau endgültig der Vergangenheit an.

Literatur

- G. AGRICOLA, 1556, de re metallica Libri XII, deutsch neu Hrsg. Georg-Agricola-Gesellschaft zur Förderung der Geschichte der Naturwissenschaften und der Technik e.V., 610 S., DTV, Nördlingen 1977
- M.R. ALLESCH; 1959, Arsenik, seine Geschichte in Österreich, 302 S., Hrsg. Geschichtsverein f. Kärnten, Klagenfurt 1959
- G. CLAM-MARTINIC, 1996, Burgen und Schlösser in Österreich, 503 S., Tosa Verl. Wien 1996
- F. CZERMAK, J. SCHADLER, 1933 Vorkommen des Elementes Arsen in den Ostalpen, Min. u. Petr. Mitt. Bd 44, Wien 1933

- Ch. EXNER, 1982, Geologie der zentrale Hafnergruppe (Hohe Tauern), Jahrb GBA 1 25, Hefte 1-2, pg. 51-154, Wien 1982
- Ch. EXNER, 1983 Erläuterungen zur Geol. Karte der Hafnergruppe, Mitt.Ges.Geol.Bergbaustud.Österr., Bd.29, pg. 41-74, Wien 1983
- W. FORTH, D. HENSCHLER, W. RUMMEL, 1988, Allgemeine und spezielle Pharmakologie und Toxikologie, pg. 769-771, Mannheim/ Wien/ Zürich 1988
- E. FUGGER 1878 Die Minerale des Herzogthums Salzburg, 11. Jb. d. Oberrealschule Salzburg, 124 S., Salzburg 1878
- O.M. FRIEDRICH, 1934 Über den Vererzungstyp Rotgülden, Sitzungsber. Akad.d.Wiss., Wien Meth.-Nat.wiss. Kl., Abt I, 143/3-4, pg. 95-108, Wien 1934
- O.M. FRIEDRICH, 1953, Zur Erzlagerstättenkarte der Ostalpen, pg. 371-407, Radex Rundschau, Hft 7/8, Wien 1953
- O.M. FRIEDRICH 1968, Die Vererzung der Ostalpen, gesehen als Glied der Gebirgsbildung, pg. 1-136, Arch.f. Lagerst. Forsch. 8, Leoben 1968
- O. M. FRIEDRICH, K. B. MATZ, 1939, Der Stüblbau zu Schellgaden, Berg- u. Hüttenmännische Monatshefte, 87, pg. 34-39, Leoben 1939
- R. GÖD, 1981, Ein Beitrag zur Petrographie u. Geochemie des Bergbaurevieres Schellgaden, Mitt.Ges.Geol. Bergbaustudenten, 27, pg. 189-200, Wien 1981
- M. HACKENBERG, 1992 Der Arsenbergbau Rotgülden, in: Salzburger Höhlenbuch, Bd.5, pg. 451-456, Hrsg. LV f. Höhlenkunde Salzburg, Salzburg 1992
- B. HACQUET, 1785, Physikalisch-politische Reise aus den Dinarischen durch die Julischen, Carnischen, Rhätischen in die Norischen Alpen, Adam F. Böhme, Nürnberg 1785 - Neuaufl. Bearbeitung. H. Rüber u. A. Straßer, 488 S., Bruckmann, München 1989
- H. J. KÖSTLER, 1986, Montangeschichtlicher Führer durch das Obere Murtal von Rotgülden bis St. Michael, pg. 12, Fohnsdorf 1986
- KRONENZEITUNG 1991-10-11, "Professor ermordet Gattin", Wien 1991
- J. LANG, M. WEIDINGER, 1991, Der As-Au-Ag-Bergbau Rotgülden im Lungau, Archiv f. Lagerst.forsch., GBA 13, pg. 233-247
- N. MACCHIAVELLI, 1532, il principe, Florenz 1532; Übers. Ph. Rippel, Reclamverlag, 255 S, Stuttgart 1986
- H. MARK, 1902 Zum tirolisch - salzburgischen Bergwerksstreit im Zillertal, Der Zillertaler Bergwerkskrieg, Jahresbericht k.u.k. Staatsrealschule in Salzburg, 58 S., Salzburg 1902
- J. MEWIS, 1996, Die Renaissance von Arsenik, Science 273/578, 1996
- W.H. PAAR, J. WEIDINGER, R. MRAZEK, H. HEISS; 1993, Rotgülden: Gold- und Gustavit-Kristalle aus dem Salzburger Land, pg. 13-28, Lapis 5/93, München 1993
- H. J. RÖSSLER, 1991 Lehrbuch der Mineralogie, 844 S., 5. Aufl., Leipzig 1991
- M. STEURER, Eva Faschaunerin, Roman, Neuaufl. Verl. Kremayer & Scheriau, 480 S., Wien 1995
- A. STRASSER; 1989, Die Minerale Salzburgs, Eigenverlag, Salzburg 1989
- Gaius SUETONIUS Tranquillus, 1.-2.Jh., de vita Caesarum, Übers. M. Heinemann, 7.Aufl., 532 S. Kroenerverlag, Stuttgart 1986

DISKUSSION :

"Arsen und Spitzenhäubchen" Zur Geschichte des Arsens

TUFAR: Ein Arsenbergbau mit sehr großer Produktion war das Straßeck bei Gasen in der Steiermark und, liebe Kathi, diese ungarische Mordserie, durch die ein ganzes Dorf ausgerottet wurde, ist auch verfilmt worden mit der Therese Giehse als Witwe Kepes, die an die Dame dieses Ortes wegen Armut Arsen verteilt hat.

AUGUSTIN: Ist das als Warnung gedacht?

TUFAR: Eine der letzten öffentlichen Hinrichtungen in Bremen wurde an einer Arsenikmörderin aus Erbschaftsgründen vollzogen, 1840, wenn ich recht informiert bin, und ebenfalls verfilmt worden mit Sabine Sinjen als Mörderin Gesche Gottfried.

HACKENBERG: Zum Thema "Arsen in der Kunst" möchte ich noch etwas hinzufügen - ich bin mir nicht sicher, ob ich es im Zeitdruck des Vortrages gesagt habe - im Roman "Die Faschaunerin" (M. STEURER) ist die Protagonistin, die Bäuerin Eva Karyn, eine Arsenikmörderin. Die Lagerstätte Gasen habe ich im Vortrag als Lokalität "Zuckerhutgraben" erwähnt.

TUFAR: Arsenik war ja ein sehr beliebtes Aufputzmittel für Holzknechte bis in unser Jahrhundert. Ich habe es bereits im Vorjahr bei den Barbara-Gesprächen erwähnt, daß im 19. Jh. von den Habsburgern in Wien eingeführt wurde, daß Schweine vor der Schlachtung zwei Tage am Schlachthof bleiben mußten. Wenn sie in dieser Zeit extrem an Gewicht verloren hatten, durften sie nicht geschlachtet werden und wurden auf Fütterung mit Hittrach untersucht.

VORTISCH: Das Arsenik war also früher das Kokain der ärmeren Leute?

HACKENBERG: Ursprünglich hat man es wohl dem Pferdefutter als Appetitanreger zugesetzt, um die Tiere zum Fressen zu bringen. Die Rösser wurden um halbdrei bis drei Uhr aus dem Stall getrieben, mußten die Stämme aus den hochgelegenen Wäldern schleifen, dann ging es damit zum Markt oder zum Abnehmer. Die erste Tour war zu Mittag beendet, und dann ging es nochmals los zur zweiten Tour. Wenn die Tiere um zehn bis elf Uhr in der Nacht wieder in den Stall kamen, waren sie schlicht zu erschöpft zum Fressen, und da hat man eben nachgeholfen. Als die Holzknechte und Fuhrwerker sahen, welche Wirkung Hittrach hatte, begannen sie es selbst zu nehmen nach dem Motto: "was für's Roß gut ist, kann auch für den Kutscher nicht schlecht sein!". Es gab aber auch noch einen anderen, gewichtigeren Grund. Der Körpergeruch der mit Arsenik aufgepäppelten Tiere änderte sich (Knoblauch!) und die Pferde ließen nur mehr solche Pferdeknechte an sie heran, die eine ähnliche Ausdünstung verbreiteten. Überdies soll ja Arsenik potenzsteigernd wirken, und da ist den Menschen nie etwas zu giftig gewesen, man denke nur an die "Spanische Fliege". Ich persönlich kenne einen Kärntner Alpinisten, der auf Touren immer etwas Auripigment von der bekannten Lagerstätte Stein bei Dellach/Drau eingesteckt hat und ab und zu davon nascht. Angeblich hilft ihm das.

NORDEN: Ist eigentlich in Rosenspritzmittel noch Arsen enthalten? Und wie steht es mit medizinischen Präparaten?

HACKENBERG: Ich weiß es nicht. Es soll noch Pflanzenschutzmittel geben, wo es enthalten ist.....

WIMMER: Nein, keines mehr!

HACKENBERG: -Danke!-..... auch gibt es, so viel ich weiß, noch ein veterinärmedizinisches Präparat, wo es drinnen ist, in der Humanmedizin ist es nicht mehr gebräuchlich, aber Herr Dr. Jaumann kann uns das sicher sagen.

JAUMANN: Wohl, es wird noch verwendet, aber nicht in der Schulmedizin.

HACKENBERG: In der Homöopathie in den entsprechenden sprichwörtlichen Dosen. (*Anm d. Autors: Unmittelbar nach den Barbara-Gesprächen 1996 erschien ein Artikel über die Erprobung von Arsenik als Chemotherapeutikum gegen Krebs (intravenöse Applikation), wobei vor allem in China, in jüngster Zeit auch in USA einige Malignome zur Remission gebracht werden konnten, vor allem aber liegt die Remissionsrate bei promyeloischer Leukämie über 70% (J.MEWIS 1996)*)

WIMMER: Zur Arsenverwendung in der Veterinärmedizin als Aphrodisiakum noch eine kurze Bemerkung: wenn die Kühe in die Wechseljahre und die Stiere in die Midlife-Crisis kommen, dann kann man manchmal vom Tierarzt mit ein bißchen guten Beziehungen ein gar nicht so arsenarmes Präparat erbitten, das den Stier wieder springen macht. Mein Bruder hat das ausprobiert, daher weiß ich das. (*Gelächter*), ich meine, er hat es dem Vieh gegeben, er ist Landwirt.

UNBEKANNT: Arsenvorkommen wie Feistritz am Wechsel sind nicht nur lokal beschränkt, sondern es ist eine geogen erhöhte Arsenanomalie, die im Bereich diese Wechselhüllschiefer auftritt. So eine Anomalie ist im Bereich des Leithagebirges noch einmal nachgewiesen. Das ist in der Bachsediment-geochemie in Niederösterreich sehr schön herausgekommen.

VORTISCH: Jetzt eine spontane Frage, ob die Kühe, die das Heu gefressen haben, dann eine erhöhte Aktivität gezeigt haben?

UNBEKANNT: Und schließlich die Menschen, die die Kühe gegessen haben?

NORDEN: Ist das Arsenvorkommen von Feistritz am Wechsel heute noch gefährlich?

HACKENBERG: Frau Dr. Augustin, darf ich die Frage an Sie weitergeben, da sind sie die Spezialistin, das ist unter ihrer Ägide bearbeitet und im vorigen Jahr bei den Barbara-Gesprächen behandelt worden. Was ich mich erinnern kann, handelt es sich keinesfalls um Konzentrationen, die sich in gefährlichen Bereichen bewegen.

TUFAR: Wo ist in Feistritz am Wechsel Arsen?

SCHROLL: In der Gegend von Feistritz am Wechsel gibt es kein Arsen. Aber es gibt eine geochemische Karte, da sind bei der Flächenuntersuchung abnormal arsenhaltige Bachsedimente aufgefunden worden. Das hat Herrn Dr. Göd im geotechnischen Institut untersucht tatsächlich gibt es Arsenopyritkriställchen in Quarzgängen. An und für sich ist das vollkommen ungefährlich, es ist auch das Wasser untersucht worden, das Trinkwasser, da besteht wirklich keine Gefahr. Außerdem, bei diesen geringen Gehalten - früher hat man Arsen sogar beim Mineralwasser, beim Heilwasser zugelassen, heute ist es gestrichen worden - ist dort bestimmt keine Gefahr. Auch nicht in Tirol, in Kärnten, in Osttirol, wo große Anomalien nachgewiesen sind. Der Fremdenverkehr wird dadurch nicht gestört.

GOTTSCHLING: Ich darf kurz etwas ergänzen, die Arsenanomalien in Feistritz am Wechsel ist nicht nur am Geochemieatlas zutage getreten, sondern auch bei der Bodenzustandsinventur. Es gibt also ein oder zwei Punkte dort, nördlich oberhalb des Ortes in den Wechselschiefern, wo ein paar hundert ppm, die genauen Zahlen kann ich jetzt nicht auswendig sagen, Arsen festgestellt wurden, und das war der Grund an das Arsenal den Auftrag zu geben, diese Arsenanomalien zu untersuchen. Es ist richtig, wie Prof. SCHROLL gesagt hat, es verteilt sich im Prinzip auf einen relativ kleinen Raum im Oberboden.

Es ist aber auch durch Leute von der Bodenkultur untersucht worden, ob es in Pflanzen auftaucht. Interessanterweise sind im Löwenzahn relativ hohe Mengen aufgetaucht. Man hat dann auch das Heu untersucht und in den Heuproben waren relativ hohe Arsenmengen.

Man ist dann der Sache nocheinmal nachgegangen und ist draufgekommen, daß diese Arsenverunreinigung des Heues eigentlich durch die Art hineinkommt, wie das Heu aufgenommen wird, nämlich mit einem Heuwender, der relativ viel vom Boden mit aufnimmt. Man hat dann das Gras mit der Sichel abgeschnitten, da war dann kein Arsen mehr drinnen. Das ist an und für sich eine sehr simple Erklärung.

SCHROLL: Es wachsen dort die besten Schwammerln. (*Anm.: Schwammerl = Pilze auf österreichisch*)

KOSMUS: Ich möchte zu Rotgülden noch sagen, daß auf den Haldenresten sehr hohe Arsenwerte sind und Schwammerl, die dort wachsen, enthalten Arsen im Milligrammbereich. Sie können die Schwammerl allerdings unbeschadet essen, denn die Pilze haben die angenehme Eigenschaft, daß sie aus dem anorganischen Arsen großteils organisches Arsen machen und die organischen Arsenverbindungen mehrtausenfach weniger toxisch sind als das Arsenik.

Das führt mich zum eigentlichen Grund meiner Wortmeldung. Was sind Grenzwerte, wie soll man sich gegenüber Grenzwerten verhalten. Was vergleicht man mit Grenzwerten? Man vergleicht analytische Daten. Nur, ich traue mir zu, hier sofort unbeschadet fünf Gramm Arsen zu essen, wenn ich nur den Arsengehalt hernehme und vergleiche mit dem Grenzwert der sogenannten tödlichen Dosis. Wenn ich als Analytiker von dieser Menge ein Totalarsengehalt mache, dann hätte ich 100fache tödliche Dosis genommen. Gerade Arsen ist das Beispiel eines Elementes, wo die Fragestellung auftaucht, welchen analytischen Wert vergleiche ich mit welchen Grenzwerten.

Vor diesem Problem stehen heute die Nahrungsmittelhersteller, vor allem die Baby-nahrungsmittelhersteller. In die Babynahrung kommt aus gesundheitlichen Gründen Seefisch hinein, und über den Seefisch hohe Arsengehalte. Wenn Arsentotalgehalte bestimmt werden, kommt analytisch natürlich ein hoher Elementgehalt an Arsen heraus. Vom toxikologischen Standpunkt aus ist dies völlig irrelevant. Also auch hier muß man beachten, was

vergleiche ich mit einem Grenzwert. Arsen ist ein gutes Beispiel.

Ich muß noch etwas sagen, denn es ist noch nicht erwähnt worden. Die meisten von ihnen werden im letzten Science-Artikel die Geschichte in Indien gelesen haben., in Bangladesh, vor zwei Wochen stand es auch in der österreichischen Presse, im Standard. Dort sind Millionen Menschen mit dem Problem von Bodenarsenkonzentrationen im Trinkwasser betroffen.

Ausgelöst wurde dies durch eine gutgemeinte Aktion der Regierung von Ostbengalen. Man wollte die Bevölkerung mit besserem Wasser versorgen, daß niemand mehr aus den Ortschaften trinken muß, in die auch die Büffel hinein baden gehen. Man hat in diesem Gebiet Bohrungen niedergebracht und aus diesen Bohrlöchern Wasser gefördert. Dabei hat man Ganges-Sedimente durchörtert; der Ganges hat in grauer Vorzeit von Lagerstätten des Himalayas arsenhaltige Erze hertransportiert und abgelagert, und die Menschen haben so jahrelang über das neue Trinkwasser hohe Arsen-dosen zu sich genommen

Erst vor ein paar Jahren ist man mehr oder minder zufällig daraufgekommen, was der Grund für das häufige Auftreten von Leberkarzinom ist und vor allem auch für diese Hautkrebsarten. Die Menschen dort sind nicht nur äußerlich gezeichnet, sie können gar nicht mehr gehen, weil die Fußsohlen voll sind mit Wucherungen. In Indien sind das Millionen, in Bangladesh sind das Millionen und wenn man sich dieses Drama im Gangestal vor Augen führt, fallen eigentlich die paar heimischen Arsengiftmorde, die sich über Jahrhunderte verteilen, nicht ins Gewicht und sind nur ein winziger Ausschnitt des Arsenproblems.

Diskussionsbeiträge von:

Dr. Katalin AUGUSTIN - GYURITS

*Geotechnisches Institut
ÖFPZ Arsenal ÖFPZ Arsenal Arsenal
Faradaygasse 3
A - 1030 Wien*

Hofrat Dr. Peter GOTTSCHLING

*Amt der NÖ Landesregierung,
Gruppe Baudirektion, Allgemeiner
Baudienst
Landhausplatz 1
A - 3109 St. Pölten*

Dr.med. Michael JAUMANN

*Klinik am Eichert
HNO-Abteilung
D-73035 Göppingen*

Dr. Walter KOSMUS

*Inst. f. anal. Chemie
Universität Graz
C. v. Hötzendorfstr.
A - 8010 Graz*

Prof. Erika NORDEN

*Bürgerinitiative Aspang
Postfach 35
A - 2870 Aspang*

Prof. Dr. Erich SCHROLL

*Haidbrunnngasse 14
A - 2700 Wiener Neustadt*

Univ.Prof. Dr. Werner TUFAR

*Philipps-Univ. Marburg
Fachbereich Geowissenschaften
Hans-Meerwein-Straße
D-35032 Marburg/Lahn*

Prof. Dr. Walter VORTISCH

*Inst.f. Prospektion u. angewandte
Sedimentologie
Montanuniversität Leoben
A - 8700 Leoben*

Dipl.Ing. Dr. Johann WIMMER

*Oberösterreichische Umwelthanwaltschaft
Stifterstraße 28
A - 4020 Linz*

BARBARA-GESPRÄCHE

Payerbach 1996

Ozon und seine Auswirkungen auf kindliche Atemwege -
Untersuchungen in Niederösterreich

Th. FRISCHER



Payerbach,
6. Dezember 1996

Anschrift des Verfassers:

*Univ.Doz. Dr. Thomas FRISCHER
Universitäts-Kinderklinik Wien*

*Währingergürtel 18-20
A-1090 Wien*

Ozon und seine Auswirkungen auf kindliche Atemwege - Untersuchungen in Niederösterreich

Th. FRISCHER

Kurzfassung

Für den Pädiater spielt das durch outdoor-Schadstoffe erhöhte Risiko für die respiratorische Gesundheit des Kindes in mehrerer Hinsicht eine Rolle. Erstens sind Kinder aufgrund des im Vergleich zum Erwachsenen durchschnittlich längeren Aufenthaltes im Freien und der höheren körperlichen Aktivität stärker exponiert und stellen zusätzlich wegen der erhöhten Empfindlichkeit der wachsenden Lunge eine suszeptible Population dar. Weiters konnte gezeigt werden, daß Noxen die auf den Respirationstrakt einwirken umso stärkere, und teilweise irreversible Schäden setzen, je früher sie einwirken.

Ozon wird aus Primärschadstoffen wie NO₂ unter der Anwesenheit volatiler Kohlenwasserstoffverbindungen und Einstrahlung von UV-Licht gebildet und stellt ein stark oxidierendes Gas dar, welches mittels Sauerstoffradikalen zu einer Schädigung von Zellmembranproteinen als auch der DNA führen kann. Ozon stellt insofern einen wesentlichen Schadstoff der Außenluft dar, als nur bei diesem regelmäßig Überschreitungen der Grenzwerte beobachtet werden.

Wir haben in 9 niederösterreichischen Gemeinden unterschiedlicher Ozonexposition eine Kohorte von 1000 Volksschulkindern rekrutiert um die Hypothese einer möglichen Langzeitschädigung durch Ozon zu überprüfen. Zielparame-ter ist das prospektiv über 4 Jahre anhand wiederholter Lungenfunktionsmessungen abgeschätzte Lungenwachstum. Als zusätzliche konkurrierende Schadstoffe werden kontinuierlich über fixe Meßstellen des N.Ö. Luftgütemeßsystems (Abt. B10, Dr.Hann) an den Meßorten SO₂, NO₂ und PM10 (= particulate mass < 10 µm) gemessen. Um akute Effekte von Ozon auszuschließen werden die Lungenfunktionsmessungen jeweils vor

und nach der Sommersaison durchgeführt. Die Auswertungen des ersten Studienjahres (1994) zeigen, dass die Vitalkapazität (als Parameter für die Lungengröße) in den Orten mit hoher Ozonbelastung weniger zunimmt als in Orten mit niedriger Belastung. Ob es sich dabei um eine in den Herbst persistierende und potentiell reversible Einschränkung nach der sommerlichen Belastung handelt, oder ob im Sinne der Fragestellung wirklich ein verzögertes Wachstum vorliegt, kann erst bei Abschluß der Studie (1997) analysiert werden.

Ozon ist in der Lage in kontrollierten Klimakammerexperimenten eine Entzündungsreaktion der oberen und der tiefen Atemwege auszulösen. Aufgrund der guten Lungengängigkeit von Ozon zeigen sich ähnliche Auswirkungen im gesamten Respirationstrakt. Mittels nasaler Lavage kann auch bei Kindern untersucht werden, ob eine Entzündungsreaktion nach Ozonbelastung auftritt. Zu diesem Zwecke wurde in 2 Gemeinden mit jeweils niedriger (Amstetten, Sommermittelwert 31.6 ppb) und hoher (Wiesmath, Sommermittelwert 57.6 ppb) Ozonexposition 53 Grundschul- kinder mittels wiederholter nasaler Lavage untersucht. Es findet sich eine signifi- kante Erhöhung entzündungsfördernder Boten- stoffe (IL8/Epithelzelle) als Ausdruck einer erhöhten Zellaktivität nach Ozonbelastung. Die klinische Relevanz dieser Veränderungen kann erst nach Abschluß der Erhebungsphase (Ende 1997) beantwortet werden.

Anmerkung:

Die Diskussion zum Vortrag von Th. FISCHER wurde gemeinsam mit der Diskussion zum Folgevortrag von M.P. JAUMANN geführt (siehe p 213).

BARBARA-GESPRÄCHE

Payerbach 1996

Können Grenzwerte oder Richtwerte
die Menschen schützen?

M.P. JAUMANN



INHALT

EINLEITUNG	209
LUFTVERSCHMUTZUNG	210
LUFTSCHADSTOFFE	210
GRENZWERTE	211
TOLERANZWERTE	211
ZUSAMMENFASSUNG	212
LITERATUR	212

Anschrift des Verfassers:

*Dr. med. Michael M.P. JAUMANN
Arzt für Hals-Nasen-Ohrenheilkunde
Stimm und Sprachstörungen
Umweltmedizin*

*HNO-Abteilung
Klinik am Eichert
D - 73035 Göppingen*

Können Grenzwerte oder Richtwerte die Menschen schützen?

M.P. JAUMANN

Einleitung

Das Wohlbefinden des Menschen hängt von seiner Umwelt ab. Heutzutage gibt es mehr denn je zuvor Substanzen, welche die Erde belasten und Gesundheitsrisiken nach sich ziehen. Insbesondere das rasante Wachstum moderner Technologien und unserer Industrie-/Wohlstandsgesellschaft ist begleitet von der Verbreitung eines breiten Spektrums neuer Substanzen mit denen die Menschen und unsere Mitwelt in der Evolution bisher nicht konfrontiert waren. Anorganische Schadstoffe beinhalten Ozon, CO, NO_x, SO₂, Schwermetalle und andere Metalle wie Cadmium, Kupfer und Aluminium. Organische Schadstoffe beinhalten Pestizide, Formaldehyd, Lösungsmittel, Drogen, Terpene, Reinigungschemikalien, Zigarettenrauch, Verbrennungsprodukte.

Die zunehmende Anzahl wissenschaftlicher Berichte (SHY, 1970; ZWICK, 1988) über immer mehr Menschen mit Erkrankungen die möglicherweise bzw. wahrscheinlich durch Umweltbelastungen ausgelöst sind, bestätigen, daß durch die ubiquitäre Anwesenheit dieser schädlichen Substanzen in unserer Umwelt die Belastung an einem kritischen Punkt angekommen ist (US-EPA, 1993).

Die Folgen dieser Entwicklung für die körperliche, geistige und seelische Gesundheit sind nur punktuell erforscht. Die bedrohlichen Folgen und Schäden an uns und den Ökosystemen werden täglich deutlicher: Wo der Wald stirbt, Tier- und Pflanzenarten aussterben wird auch der Mensch erkranken und sterben. Wir Ärzte sehen heute die gesundheitlichen Folgen der Belastungen vor 10 bis 20 Jahren.

Der Mensch hat in den letzten 150 Jahren über acht Millionen überwiegend neue Substanzen synthetisiert mit denen sich die Lebensprozesse noch nie auseinandersetzen mußten. Die vielen halogenierten Kohlenwasserstoffe sind extrem lipophil und lagern sich in den Nervenscheiden, im Gehirn und Körperfett ab. Wir nehmen diese Stoffe über Nahrung, Atemluft und Haut in uns auf. Aufgrund der sehr langen Halbwertszeiten reichern sie sich über die Jahre hinweg an und schädigen unseren Organismus. Immuntoxische, embryotoxische, neurotoxische und kanzerogene Effekte, bzw. Schäden ziehen z.T. neue Krankheiten oder auch eine rasante Zunahme von Erkrankungen wie Allergien, chronischer Bronchitis, Asthma, Krebs und plötzlichem Kindstod nach sich.

Besonders gefährlich für uns Menschen ist in diesem Zusammenhang die inhalative Belastung. Dies betrifft insbesondere die an Feinstaub und Feinstaub gebundenen Stoffe, die nach neuesten wissenschaftlichen Erkenntnissen (NESSEL, 1991) zu 100 % vom Organismus aufgenommen werden. Die Schleimhaut in den Alveolen ist 0,5 µm dünn, so daß diese Stoffe sehr leicht durch diese Luft-Blut-Schranke der Alveolen (Lungenbläschen) in das Blut gelangen und von dort mit dem sauerstoffreichen Blut direkt in das Gehirn transportiert werden. Die Blut-Hirnschranke, ein Schutzmechanismus für unser Gehirn, ist für die meisten dieser Stoffe kein Hindernis; so können gerade die besonders giftigen lipophilen Stoffe wie PAHs, HCB, PCBs, PCDD und PCDF mühelos die Bluthirnschranke überwinden. Nach Passage der Phospholipid-Bausteine der Zellmembranen lagern sich diese Stoffe an Nervenscheiden (Myelin) oder der Hirnsubstanz und

verursachen Entzündungen, Störungen bzw. Schädigungen (KORANSKY, 1989).

Luftverschmutzung

Die wesentlichen, umweltmedizinisch relevanten Luftschadstoffe sind zum großen Teil an Feinstaub-Partikel gebunden und beeinträchtigen das respiratorische System, verursachen Allergien und andere Effekte des Immunsystems. Sie können zu Irritationen und Entzündungen der Haut und Schleimhäute führen (Abb. 1) und erhöhen das Risiko für Lungenkrebs. Andere Effekte des Nervensystems, incl. dem kardiovaskulären System und dem autonomen vegetativen Nervensystem sind ebenso denkbar. Die Exposition und Schädigung der Schleimhäute in den Atemwegen sind von besonderer Bedeutung für diesen "Angriff auf die menschliche Gesundheit" (BAKKE, 1993).

Luftschadstoffe

Obwohl bezüglich der Luftbelastungen deutliche Verbesserungen für den Grobstaub und

Schwefeldioxid (SO₂) zu verzeichnen sind, ist die Entwicklung bzgl. Ozon (O₃) und Stickoxiden (NO_x) eher besorgniserregend. Weitere Luftschadstoffe sind das Benzol und saure Aerosole.

Stickoxide und Ozon treten immer häufiger in Konzentrationen in der Außenluft auf, bei denen in wissenschaftlichen Untersuchungen Gesundheitseffekte bei Exponierten nachgewiesen werden konnten (MÜLLER, 1995). Bei der Einschätzung gesundheitlicher Risiken müssten synergistische Interaktionen und deren Auswirkungen hinzugezählt werden (BAKKE, 1993).

Neben den unter Ärzten und Wissenschaftlern unstrittigen, akuten Auswirkungen von Ozon sind insbesondere aus den USA viele wissenschaftliche Arbeiten über die chronischen Auswirkungen von Ozon-Belastungen veröffentlicht. Diese belegen bei langjähriger Belastung, auch junger Menschen, schwere Formen von Fibrosierungen und Entzündungen der Bronchiolen und Lungenbläschen (SHERWIN, 1992).

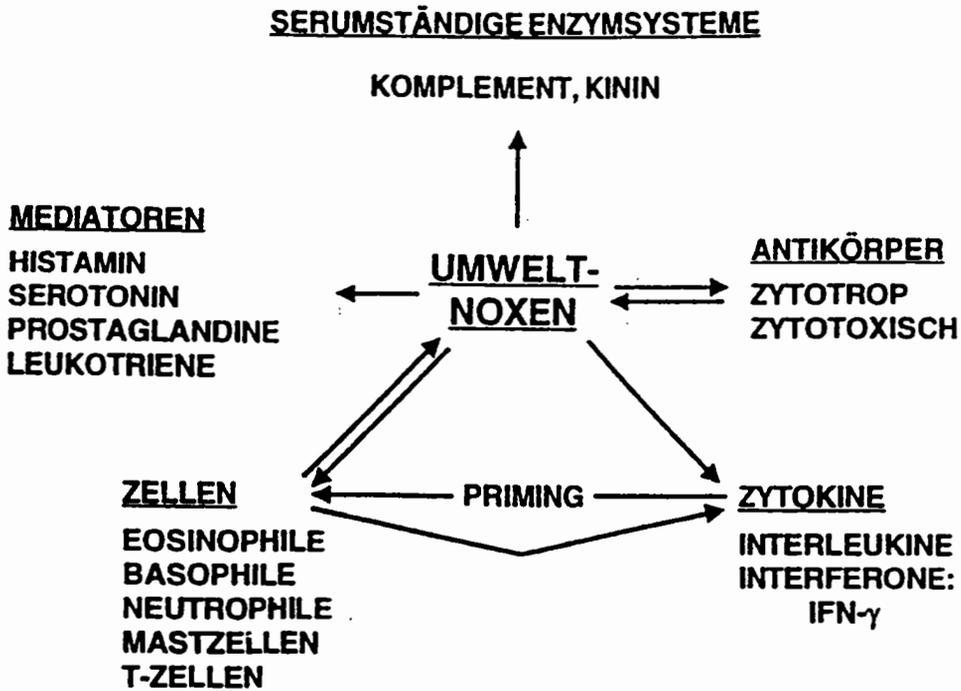


Abb. 1: Serumständige Enzymsysteme

Grenzwerte

“Grenzwerte sind –das wird in der Öffentlichkeit oft verkannt– nicht streng deduktiv aus wissenschaftlichen Meßergebnissen abgeleitete Werte, die jedes denkbare Risiko ausschließen, Sie haben vielmehr den Charakter von Konventionen auf der Basis wissenschaftlicher Risiko-Abschätzung einerseits und sozialer Kompromisse über die Vertretbarkeit von Risiken andererseits. Der Vorteil von Grenzwerten liegt in der Rechtssicherheit und Überwachbarkeit. Nachteile bestehen darin, daß sie ihrer Natur nach statisch sind und keine Anreize zu einer weitergehenden Minderung von Belastungen enthalten.

Im Hinblick auf kanzerogen wirkende Stoffe, empfiehlt der Rat, bis zum Beweis des Gegenteils davon auszugehen, daß sowohl für initiierte wie für promovierende Kanzerogene keine Wirkungsschwelle besteht. Ebenso empfiehlt der Rat, davon auszugehen, daß in Tierversuchen ermittelte kanzerogene Wirkungen in der Regel die Annahme eines kanzerogenen Risikos beim Menschen begründen, es sei denn, es liegen überzeugende Gründe dafür vor, diese Annahme auszuschließen.“ (Umwelt-Gutachten 1997, 103)

Toleranzwerte

Bei der Herleitung von Toleranzwerten für verschiedene Schadstoffe besteht eine Vielzahl von Unsicherheiten:

1. Die Herleitung berücksichtigt keine Kombinationswirkungen.
2. Die Annahme, daß Stoffe ungefährlich sind, wenn die Konzentration unter Eintausendstel der Wirkschwelle liegt, ist willkürlich.
3. Das Verhalten aus der Luft sedimentierender Fremdstoffe ist kaum bekannt.
4. Kanzerogene Stoffe haben keinen Schwellenwert (evtl. sind diese auch immunotoxisch).

5. Die toxikologischen Kenntnisse sind nur für sehr wenige Substanzen ausreichend (aus Tierversuchen!).

Zum Schutz der Bevölkerung sollten die in epidemiologischen Studien erkannten minimal wirksamen Dosen um den Faktor 10 reduziert werden (KRUSE, 1995). Hieraus folgt z.B. für Schwefeldioxid eine tolerable Luftkonzentration von $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und für Stickstoffdioxid ein Wert von $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ Luft.

Für die Menschen besonders problematisch sind die vielen halogenierten Kolenwasserstoffe, die persistent und lipophil sind. Bei vielen dieser Stoffe besteht die Gefahr der Anreicherung in den Nahrungsketten (Tabelle 1).

PCB in der aquatischen Nahrungskette (ng/kg)		
Meerwasser ¹	1-3	Wasser
Sediment ¹	5.000-160.000	Sediment
Muschel ²	487.000	Gesamt (TS)
Fisch ¹	800.000-37.000.000	Fett
Seeschwalbe ⁴	85.700.000	Fett
Robbe ³	32.000.000	Fett

¹ Sondergutachten, Nordsee, 1980

² LEE, 1984; ³ VAGTS, 1992 Dissertationen am Institut für Toxikologie, Universität Kiel

⁴ SCHARENBERG, 1991 (Publikation des Inst. f. Toxikologie, Universität Kiel)

Tabelle 1: Anreicherung von polychlorierten Biphenylen (PCB) in der aquatischen Nahrungskette

Die amerikanische Umweltbehörde (US-EPA) hat vorgeschlagen, daß für anthropogene kanzerogene Stoffe nur solche Umweltbelastungen akzeptiert werden, die mit einem Krebsrisiko von 1:1 Million, d.h. einem zusätzlichen Krebsfall (bei lebenslanger Belastung) auf eine Million Menschen einher-

geht. Mit Hilfe des Unit Risk-Wertes für Cadmium hat KRUSE hieraus eine tolerable Luftkonzentration von $0,4 \text{ ng/m}^3$ errechnet. Die nachfolgende Tabelle 2 zeigt, wie stark die zur Zeit diskutierten Toleranzwerte für Cadmium in der Luft voneinander abweichen.

Ländliche Gebiete*	Bal-lungs-gebiete*	Zielwert Cad-mium**	"Sollwert" Anteil Cad-mium***	TA Luft
0,9	3,3	0,4	1,7	40

* PIECHOTOWSKI, 1990

** Cadmiumkonzentration bei der Akzeptanz eines Krebsrisikos von 1:1 Mio allein durch Cadmium (EPA, 1985)

*** Für sechs Luftkanzerogene wird ein "akzeptables Risiko" von 400 zusätzlichen Krebsfällen/1 Million Menschen vorgeschlagen. (LAI, 1992).

Tabelle 2: In der Literatur angegebene Cadmium-Toleranzwerte für Luft im Vergleich zu derzeitigen Belastungssituationen (ng/m^3 Luft).

Dieses Beispiel zeigt überdeutlich, wie sehr Ergebnisse von Umweltverträglichkeitsprüfungen für Industrieanlagen voneinander abweichen, je nachdem welcher Toleranzwert für die Beurteilung zugrunde gelegt wird. Beim Cadmium weicht der Vorsorgewert der US-EPA ($0,4 \text{ ng/m}^3$) von der derzeit gültigen Höchstmenge der in Deutschland gültigen TA-Luft (40 ng/m^3) um den Faktor 100 ab.

Zusammenfassung

Grenzwerte und Richtwerte können das Risiko gesundheitlicher Beeinträchtigungen und nachfolgender Erkrankungen eingrenzen. Hierzu müßten diese erstens eingehalten und zweitens dem aktuellen Stand der wissenschaftlichen Kenntnis entsprechen.

Die wissenschaftlichen Erkenntnisse bezüglich der gesundheitlichen Relevanz von Feinststäuben in den letzten Jahren zeigen erneut, daß mit zunehmender medizinischer Kenntnis und Erfahrung Grenzwerte und Richtwerte nach unten korrigiert werden müssen.

Literatur

- BAKKE, J.V. (1993) Hypersensitivity of the airways and chemical substances. (In Norwegian). Nordic seminar and working papers 1993:547, Nordic Council of Ministers, Copenhagen.
- DOCKEREY, D.W.; POPE, C.A.; XU, X.; SPENGLER, J.D. et al (1993) An Association Between Air Pollution And Mortality In Six U.S. Cities New England Journal of Medicine 329 (24), 1753-1759.
- KRUSE, H. (1995) Potentielle Gesundheitsgefahren durch Emissionen aus Müllverbrennungsanlagen. UVP-Report 4/95.
- MÜLLER, K. (1995) Chemikalien und deren Auswirkungen auf das Immunsystem. Summary, IGUMED.
- NESSEL, C.S.; AMORUSO, M.A.; UMBREIT, T.H., MEEKER, R.J., GALLO, M.A. (1992) Pulmonary bio-availability and fine particle enrichment of 2,3,7,8-tetrachlorodibenzo-p-dioxin in respirable soil particles. Fund.Appl.Toxicol. 19: 279-285
- SHERWIN, R.P., RICHTERS, V. (1992) Inflammation of the bronchial lamina propria in young adults. In "Tropospheric Ozone and Environment II" (TR20), Air & Waste Management Association, Pittsburgh PA (USA)
- SHY, C.M. et al (1970) The chattanooga school children study: effects of community exposition to nitrogen dioxide: II Incidence of acute respiratory illness: J. airpollution control association 20:582-588
- US-EPA, BIRNBAUM, E. (1993) Dioxin-Kongreß Wien.
- ZWICK, H., et al (1988) Gehäufte bronchiale Hyperreagibilität als Ausdruck inhalativer Schadstoffbelastung im großstädtischen Bereich. Praxis klinische Pneumologie 42:256-

DISKUSSION:

Ozon und seine Auswirkungen auf kindliche Atemwege - Untersuchungen in NÖ

Können Grenzwerte oder Richtwerte die Menschen schützen?

SCHROLL: Ich würde gerne als Erdwissenschaftler meine Unterstützung und meinen Beitrag da zu diesem Vortrag geben. Wir wissen von der Evolution, daß sich der Mensch, das empfindlichste Lebewesen, im Laufe der Geschichte dem geochemischen Durchschnitt angepaßt hat. Was macht dieser Mensch nun? Er erzeugt eine Menge von Verbindungen, anorganischen, organischen, die in der Natur früher nicht vorgekommen sind, und darin sehe ich die Hauptgefahr.

Die Natur hat eine beschränkte Zahl von chemischen Produkten zur Verfügung, der Mensch kann sie wesentlich vergrößern. Auf der anorganischen Seite steht die geochemische Häufigkeit und damit ist das Risiko festgelegt, daß gewisse Dinge toxisch werden können. Auf der organischen Seite haben wir auch die Beschränkung, aber hier geht die Zahl der organischen Verbindungen die noch möglich sind, in die 20 Mio. oder mehr. Das sind Dinge, die aus der Denkweise des Erdwissenschaftlers einmal einfließen müssen und zur Allgemeinbildung gehören sollten, dann würde man vielleicht anders reagieren.

Wir haben nur die Schwierigkeit, daß eigentlich die maßgeblich bestimmende Gruppe in diesem Bereich eigentlich ungebildet ist oder in alten Kategorien denkt. Da müßte man meinungsbildend ansetzen. Der Schluß der Medizin zur Geochemie oder den Erdwissenschaftlern ist in Europa oder zumindest bei uns relativ spät erfolgt. In Amerika war das schon früher der Fall, auch in England. Aber das zeigt eben, daß unsere Denkweise in alten Kategorien nicht mehr paßt. Die Entwicklung ist ungemein rasch.

JAUMANN: Die Evolution ist in diesem Zusammenhang wichtig gewesen, da die Menschheit durch die Evolution sehr viele Abwehrstrategien entwickelt hat. Aber bisher hatten wir nie mit einer solchen Art von Luftverschmutzung zu tun, wie wir es jetzt in den letzten 50 Jahren zu tun hatten und wir haben mit der Lunge keine Abwehrstrategien zu verbuchen, wir sind dieser Luftverschmutzung schutzlos ausgeliefert. Ich sage manchmal, man müßte mit diesen Luftverschmutzern der Neuzeit eigentlich so verfahren, wie mit den Brunnenverschmutzern des Mittelalter (denen hat man, glaube ich, die Hand abgehackt).

In diesem Zusammenhang darf ich vielleicht zum Arsen noch anfügen, daß, wenn sie Risikoanalysen für die Bevölkerung machen durch Emittenten, wie Stahlwerke oder Müllverbrennungsanlagen, die Belastung durch Arsen den höchsten Risikoanteil für sich beansprucht.

WIMMER: Die Luftverschmutzung der Neuzeit betreffend - können Sie eine Abschätzung geben, welche Art von Stoffen von den genannten Luftverschmutzern emittiert wird und in welchen Mengen?

JAUMANN: Ich hüte mich zu detaillieren, das sind nicht nur die Müllverbrennungsanlagen, daß sind eine ganze Reihe. Ich habe am Anfang gezeigt, daß der Großteil der Feinstäube aus anthropogenen Verbrennungsprozessen kommt, da gehören Müllverbrennungsanlagen natürlich genauso dazu wie der Straßenverkehr und anderer Verbrennungsprozesse, wie Stahlwerke, wie Sinteranlagen. Sie haben heute darauf hingewiesen, und ich

weiß das genauso, daß aus modernen Müllverbrennungsanlagen vergleichsweise wenig Dioxine herauskommen, weniger wie aus Zement- oder Stahlwerken.

Gerade in Deutschland haben wir in den letzten Jahren sehr gut beobachten können, daß die „Luftverschmutzung alten Typs“, die uns die Fenster und Simse dreckig gemacht hat, großteils Grobstäube, eigentlich gesundheitlich weniger relevant ist. Dieser Smog-Typ 1, bekannt von London, aber auch aus dem Osten ist für den Menschen weniger toxisch als der „saubere“ Smog-Typ 2, dessen Feinstäube nicht im Bereich der Nase, des Rachens oder der Luftröhre ausgefiltert werden.

NORDEN: In den Apotheken Österreichs dürfen gewisse Heilpflanzen nicht mehr verkauft werden, weil sie cancerogene Stoffe gespeichert haben wie etwa der Huflattich oder der Beinwell. Für mich persönlich bedeutet das eine Minderung meiner Lebensqualität, meines Naturempfindens und eine mir bekannte Apothekerin hat gesagt, daß man sie in geringen Mengen ohne weiteres zu sich nehmen kann; man wird von den divergierenden Meldungen als Normalverbraucher völlig irre gemacht.

JAUMANN: Ich würde mich hier nicht irremachen lassen. Eine ähnliche Diskussion haben wir auch in Deutschland über die homöopathischen Heilmittel, die nicht mehr hergestellt werden dürfen, was natürlich verschiedene Heilmittelfirmen und die pharmazeutische Industrie sehr erfreut, weil kein klassisch-medizinischer Beweis ihrer Wirksamkeit erbracht werden konnte. Aber meiner Meinung nach ist dies der falsche Ansatz zur Überprüfung dieser Medikamente.

NORDEN: Bei den Salaten und anderen Zubereitungen handelt es sich aber nicht um homöopathische Dosen. Und da möchte ich doch das Risiko wissen.

JAUMANN: Ich werde auch immer gefragt, ja wie können sie mit Vergnügen essen, wo sie doch wissen, daß solche und solche Belastungen in den Speisen sind. Man muß das eben positiv sehen, auch beim Essen, man nimmt ja nicht ausschließlich Schadstoffe zu sich

FRISCHER: Unsere analytischen Verfahren sind so toll geworden, daß wir irrsinnig viel messen können; aber das Risiko, das durch die gemessenen Substanzen ausgelöst wird, ist derzeit, glaube ich, nicht abschätzbar.

VORTISCH: Die Frage hat uns etwas vom Thema weggeleitet.

JAUMANN: Ein gutes Beispiel für Umweltbelastung, für eine private Umweltbelastung mit Feinstäuben, ist eigentlich das Zigarettenrauchen

VORTISCH: Es ist immer wieder zu ergänzen, daß die Akzeptanz erstaunlichen Fluktuationen unterworfen ist. Es ist schon aus den 80er-Jahren bekannt, daß Leute, die mit Asbest zu tun haben, zu fast 100 % an Krebs erkrankt sind, wenn sie Raucher waren und „nur“ zu 10 %, wenn sie Nichtraucher waren. Also können Sie in einer Stadt mit schlechter Luft wohnen und als Nichtraucher gesünder leben, als ein Raucher, ich glaube das ist eine allgemeine Weisheit.

JAUMANN: Wir haben in Deutschland im Auftrag des Bundesministeriums für Jugend und Familie 50.000 Arbeitnehmer untersucht und es hat sich herausgestellt, daß die berufliche Exposition am Arbeitsplatz alleine nicht das Problem darstellt. Wir konnten an vielen Arbeitskollegen, die am gleichen Arbeitsplatz waren, aufzeigen und bei belasteten Arbeitsplätzen im weitesten Sinne und Rauchern haben wir immerhin 3 % der Fälle Krebsfrüherformen und Veränderungen im Bereich der oberen Luftwege gefunden. Wenn die Leute Nichtraucher waren, war es um einen Faktor 50 bis 100 weniger.

VORTISCH: Das relativiert natürlich auch die emotionale Seite der Grenzwerte wissenschaftlich.

SCHROLL: An und für sich verbringt der Mensch eine große Zeit im Auto, einem geschlossenes System. Hat man da Untersuchungen gemacht?

JAUMANN: Wenn sie die MAK-Werte für die Luftbelastungen nehmen, die werden in Autos, wenn sie einen Neuwagen haben, um ein Vielfaches überschritten. Deswegen kann

man aus medizinischer Sicht nur raten, daß sie ein Auto kaufen, das mindestens 2 Jahre ist, in dem möglichst viel schon ausgegast ist.

TUFAR: Gut, aber die Autoindustrie erzeugt Sprays für Gebrauchtwagen, die geben sie hinein, damit es riecht wie in einem Neuwagen.

RIEHL - H.: Ich darf dazu sagen, was Prof. Schroll gesagt hat, das möchte ich nachträglich unterstreichen, daß gerade von der geologischen Seite mit der Millionen Jahre alten Erfahrung ein Beitrag geliefert werden kann und eine bessere Einsicht gegeben ist. Auf der anderen Seite darf man nicht übersehen, was uns heute auch überall zu schaffen macht, das ist die kaufmännische Sicht. Diese ganzen Dinge sind alle sehr schön und wir können die besten Erkenntnisse haben, man schreibt heute - auf den Hochschulen zumindest - einem Fachmann oder einem Naturwissenschaftler vor, er muß auch ein guter Kaufmann sein.

Die Kaufmannseigenschaften sind sozusagen diametral entgegengesetzt dem Naturschutz. Ich bin ein guter Kaufmann, wenn ich den ganzen Dreck in die Luft blase oder die Abwässer in den Fluß lasse, das kostet nichts, da habe ich gute Gewinne. Herr Kollege Wimmer, sie haben diese Seite ja auch irgendwo angesprochen, die ethische Voraussetzung, und da steht der Kaufmann sozusagen dem Naturschutz gegenüber. Ich bitte das irgendwo einmal zu diskutieren oder auch in die Diskussion einzubringen. Ich bitte das zu überlegen, denn das wird uns heute ja vorgeworfen.

WIMMER: Es gibt das Umweltgutachten 1994 des Landessachverständigen für Umweltfragen, der diesen Punkt eingebunden und sich ausführlich mit ihm beschäftigt hat. Im Rahmen der Ethik gibt es nicht nur Umweltethik, es gibt auch die soziale Frage, ökonomische Fragen, usw. Das Verhältnis dieser Fragen zueinander zu lösen unterliegt primär der Ethik.

Wie dreckig und sozial wir in Summe sind, miteinander als Paket, und wie wir das aufteilen, das ist keine toxikologische Frage. Mich verwundert bei manchen Gesprächen eines, und ich sage das jetzt ganz bewußt, als eine

Art Kontrapunkt: Wir leben in einer Welt, die immer giftiger wird, wie wir hören, aber erwerben uns dabei ein ständig steigendes Lebensalter. Wir sollten in mancher Argumentation etwas vorsichtiger sein. Und insofern gibt es nach den Spielregeln der Wertlehre, nach den Spielregeln der Ethik, einen legitimen Platz für ökonomische Kriterien und es gibt einen nicht legitimen Platz dafür, aber um das hier zu diskutieren, sitzen wir wahrscheinlich bis Mitternacht hier.

Was mich an Ihrem Vortrag interessiert und was ich herausstreichen möchte, daß Sie die ethischen Paradigmen relativ nahe der Naturwissenschaft halten, indem sie sagen, ein Krebsrisiko 10^{-6} das ist toxikologisch wünschenswert, und da möchte ich einen kleinen Gegendruck machen. Die Forderung nach dem zusätzlichen Krebsrisiko 10^{-6} durch einen bestimmten karzinogenen Stoff ist mittlerweile in der Umweltdiskussion 10 bis 15 Jahre alt. Wie ist dieser Grenzwert begründet?

Ich habe mir die Mühe gemacht, mir zugängliche und zitierte Literatur im amerikanischen Raum aufzufinden und da gibt es einen einzigen Autor, 1987, und der hat nichts anderes getan als ein paar hundert Behördenentscheidungen in den USA zu untersuchen (Verbot von Stoffen, Verbot von Anlagen, Erlaubnis von Anlagen) und der findet etwas ganz interessantes: Keine Behörde der USA hat je wegen Krebsrisikos $< 10^{-6}$ irgendwelche Aktionen für notwendig erachtet. Das wird als das sogenannte „de minimis“-Risiko von Krebs bezeichnet. Und Behörden haben immer bei Überschreitung eines Krebsrisikos von 10^{-3} Maßnahmen für notwendig gehalten. Travis hat damals vorgeschlagen den Faktor 10 über dem des „de-minimis-Risikos“ für die Grenzwertfindung heranzuziehen. In Deutschland ist dieser „Grenzwert“ als Art „hyperamerikanisches“ Ergebnis herangezogen worden. So laufen Geschichten und seitdem leben wir mit 10^{-6} .

Interessanterweise hat man es nicht einmal auf Zehnerpotenzen bei gleichem Risiko geschafft, irgendeine Wertaussage zu treffen, welches Krebsrisiko durch karzinogene Stoffe wir haben wollen

REICHENAUER: Ich hätte noch eine Frage an den Dr. Frischer bezüglich des Pritt(?)testes. Sie haben gezeigt, daß der Pritt(?)test bei ihren Probanden durchgeführt wurde, Sie haben aber keine Ergebnisse darüber gesagt. Mich würde interessieren, ob sie einen Zusammenhang zwischen der Häufigkeit von Allergien oder der Intensität von Allergien und der Ozonkonzentration in einer Stadt gefunden haben. Wir in Seibersdorf haben vor, ein Projekt in die Richtung zu planen, wo wir Allergenexpression in Pflanzen unter dem Einfluß von Ozon hauptsächlich aber auch von anderen Toxinen untersuchen wollen.

FRISCHER: Wir haben aus eigenen Daten keine Analysen gemacht, es wird allerdings untersucht. Es zeigt sich, daß Allergiker stärker reagieren, wenn sie vorher Ozon inhaliert haben. Es scheint die Empfindlichkeit zu steigern, aber ob es Allergien selber auslösen kann, ist eher unwahrscheinlich.

REICHENAUER: Die Frage wäre eher auf der pflanzlichen Seite bei uns, nämlich ob in den Pflanzen bei den Allergenen etwas geändert wird. Sie als Mediziner sehen das natürlich vom Menschen aus, ich als Biologe sehe da zwei Möglichkeiten, entweder, daß es Synergismen gibt zwischen der Allergie und den Nopsen, die auf den Organismus einwirken, oder die zweite Möglichkeit wäre, daß die verschiedenen Nopsen in den Pflanzen etwas bewirken, was zu einer verstärkten Explosion von Allergenen führt. So wissen wir z.B. beim Birkenpollenallergen, oder dem Roggen, daß es in den Pollen hochreguliert ist und da wäre es durchaus vorstellbar, daß es zu Wechselwirkungen mit Ozon oder anderen Schadstoffen kommt.

FRISCHER:(unverständlich)... von Egon Graf... (unverständlich). Wir wissen nicht, ob es irgendeine Relevanz hat, wie die Entstehung von Krankheiten... (unverständlich)... es ist eine interessante Hypothese.

VORTISCH: Ich finde, es ist eigentlich mehr als eine Hypothese, es ist ein schönes Modell, daß durch Schadstoffbelastungen, insbesondere durch den Verkehr - in Österreich und Japan sind sehr viele Untersuchungen darüber gemacht worden - auf der Pollenoberfläche

neuartige Eiweißverbindungen entstanden sind, mit denen wir uns, und da kommen wir wieder zurück, in der Evolution bisher nicht auseinandersetzen mußten. Möglicherweise stellt dies auch einen Faktor dar, wo wir heftiger drauf reagieren, wie auf bisher bekanntes.

VORTISCH: Ganz kurz eine Zwischenbemerkung, bevor wir dem unterliegen, was wir bei Deponien verhindern wollen, nämlich, der Effusion, aber in diesem Fall nicht von Schadstoffen, sondern von Teilnehmern. Wir haben jetzt gerade besprochen, daß wir bis 17 Uhr noch zusammenbleiben und dann gemeinsam aufhören.

TUFAR: Ich wollte etwas sagen, was Kollege Riehl gesagt hat und Kollege Schroll, sie haben die Evolution angesprochen. Es ist schwer das zu formulieren, aber wenn man das aus geologischer Sicht betrachtet, dann hat, seit der moderne Mensch den Neandertaler verdrängt hat, er immer in die Evolution eingegriffen, in die Evolution, die wir beobachten konnten, die immer wieder zu einer Selektion geführt hat.

Wenn ich als advoktus diaboli betrachte, welche Lebenserwartung der Mensch im alten Rom hatte - etwa 18 Jahre - , bei einer wesentlich besseren Umwelt und wir uns heute ansehen, mit all den Schadstoffen, dann heißt das also, der moderne Mensch hat dadurch, daß er denken kann, die Evolution außer Kraft gesetzt, sicher auch mit humanen Werten, wir bewahren etwa Lebensformen, die sonst längst ausgestorben wären.

JAUMANN: Dazu eine Anmerkung: das Durchschnittsalter beginnt abzunehmen. Die Leute, die heute 80 werden, die haben das noch nach oben geschoben, die sind Anfang dieses Jahrhunderts geboren, und da hatten wir diese Probleme noch nicht. Dann ein zweites wichtiges Problem, ich wehre mich dagegen, nur auf die Krebsereignisse zu starren. Krebs ist vergleichsweise gut meßbar, ich mache diese oder jene Belastung und dann habe ich so und so viele Krebsfälle am Ende beim Tier oder Menschen. Aber man berücksichtigt überhaupt nicht die vielen sonstigen Störungen

gen, daß die Tiere dann etwa Lähmungen in den Beinen haben oder sonst etwas.

Von diesen anderen Veränderungen im Vorfeld von Krebsstadien - Erkrankungen, Nervenschädigungen, Asthma oder Bronchitis oder so etwas - bin ich eigentlich mehr betroffen. In der Diskussion um Grenzwerte und Richtwerte bleibt es immer draußen, weil wir immer sagen, einer pro Million oder einer pro Tausend oder pro Zweitausend Krebsfälle ist das Maß. Und die anderen, die fallen einfach unter den Tisch.

FRISCHER: Ich möchte noch einmal darauf zurückkommen, daß man nicht das alles den Schadstoffen in die Schuhe schieben kann. Die größte Häufigkeit von Asthma haben wir in den Ländern mit der niedrigsten Umweltverschmutzung, in Neuseeland, in Australien, dort sind 30 % aller Kinder asthmakrank, weil dort die Milbenbelastung aufgrund des Klimas extrem hoch ist. Das heißt, die Allergenexposition spielt auch eine gewaltige Rolle, und man muß das schon in eine gewisse Rangordnung bringen.

JAUMANN: Ich bin da ein bißchen unglücklich. Wenn ich eine hohe Milbenbelastung habe, dann ist es meine Umwelt, die mir diese Probleme macht und ich finde es z.B. von einem renommierten dt. Pulmologen ein bißchen makaber, wenn er immer wieder darauf hinweist, daß wir in Deutschland vergleichsweise viel milbenbedingte Asthmaerkrankungen haben, daß es in Spanien, Italien und Frankreich aufgrund der anderen Lebensweise, mit weniger Pölster, mit weniger Wollgardinen, ein geringeres Problem ist, und daß er dann am Ende seiner Vorträge sagt, er würde aber trotzdem nicht auf deutsche Einrichtungen und Gemütlichkeit verzichten. Ich habe ihn dann einmal in der Diskussion gefragt, ob er eigentlich mehr Patienten braucht, daß er das immer noch weiter propagiert, da hat er dann gesagt, wir müssen vielleicht von den vielen Polstern wegkommen.

VORTISCH:..(unverständlich) das ist ein ungeheuer komplexes System ..(unverständlich) .. Schadstoffen nur einen Ausschnitt haben und den ganzen anderen komplexen Bereich der Lebensweise als Einzelner, die sich sozial

bedingt im Laufe der Jahre verändert haben kann. Aber interessant ist der Gedanke, daß die jetzige Geriatrie auf eine Generation zurückgreift, die unter relativ harten Selektionsbedingungen herangewachsen ist.

TUFAR: Aber bei der Diskussion etwa im deutschen Bundestag geht man davon aus, daß die Leute doch noch wesentlich älter werden.

VORTISCH: Die Prothesen werden teurer und die Herzschrittmacher werden mehr.

TUFAR: Das sind die Probleme, die sich der moderne Mensch selbst geschaffen hat, um den Preis, daß er doch wesentlich länger lebt.

SCHROLL: Vielleicht kann ich zum Schluß noch etwas sagen. Ich glaube, wir vergessen auch die klimatologischen Einflüsse und daß die Leute heute üppiger zu Essen haben. Sie haben eine Wohnung, wo es warm sein soll, die südlichen Völker haben den Vorteil des besseren Klimas. Wenn jemand früher lungenkrank war und es sich leisten konnte, ist er nach Ägypten gefahren.

Vielleicht kann ich das ganze in einem Satz sagen, daß es vielleicht weitergreift. Die Natur hat Gesetze. Diesen Gesetzen sind wir untergeordnet. Wir können sie nicht überwinden, das ist Hybris. Wir müssen in der Natur die Gesetze erkennen lernen, sie erforschen, und sie danach erfüllen. Ich glaube, daß ist ein Satz, der in der Luft liegt, ein Allgemeingut.

JAUMANN: Ich weiß nicht, ob es Hybris ist, ich denke, es ist vielmehr Gedankenlosigkeit. Entschuldigung, aber ich glaube, daß bei den Technikern viele meinen, daß sie alle Probleme lösen können.

RIEHL-H.: Ich weiß nicht, bei der Sache von den Grobstaub- und Feinstaubbelastungen, da habe ich etwa vor 10 Jahren gehört, daß Japan den Grobstaub gefiltert hat und daß die Feinpartikelchen weitaus gefährlicher waren. Ich sage das nach, was ich gehört habe in Umweltdiskussionen, daß Japan darunter gelitten hat, daß es zuerst den Grobstaub gefiltert hat, aber der Grobstaub war auf der anderen Seite eine Schadstoffsenke. Bitte mir zu widersprechen, wenn sie glauben, daß das nicht stimmt.

GREGOR: Diese Diskussion hatten wir in den 50er Jahren auch und jetzt kommt sie gerade wieder, ganz unselig, in den neuen Bundesländern. Dort wird behauptet, daß plötzlich ein Säureproblem auftaucht, wo jahrzehntelang völlig ungefiltert emittiert wurde. Man muß zwei Sachen bedenken.

Zum einen: die Menge, SO₂, die emittiert wird, ist nicht äquivalent der Menge an Stäuben, die emittiert werden. Eine Pufferung findet nicht statt, sodaß die Minderung der Stäubung um 80 % sich wesentlich weniger auswirkt, als die Minderung von SO₂ z.B. um 60 %. Das sind die Größenordnungen. Zum zweiten, daß die Grobstäube absitzen und daher längst weg sind, ehe sie diese berühmte Pufferung vornehmen können.

Es ist also ein Unsinn, der dadurch nicht besser wird, daß er alle 10 Jahre wiederholt wird, und weil die Leute, die damals widersprochen haben, sich lange nicht geäußert haben. Früher, als die Dampfisenbahnen noch führen und die Kohlenstäube und SO₂ direkt emittiert haben, war rechts und links neben den Eisenbahnstrecken alles kaputt, da kann man sehen, daß die Stäube und Schwefeldioxid sich nicht „neutralisieren“. Diese Geschichte, Entstaubung würde Pufferkapazität wegnehmen, ist falsch. Tatsächlich sind wir sehr froh, daß wir sie nicht mehr haben.

Es gibt auch den Vorschlag, man könne diese Filterstäube, die ja ganz große Mengen ausmachen, in den Wald schmeißen, um dort gefährdete Pufferkapazitäten wieder nachzufüllen und da bekäme das Zeug ja einen gewissen Wert. Denn die Kohle und das Öl, das man verbrennt, das waren ja alles einmal Biomasse. Wir geben dann Milliarden aus, um die Emissionen dieser Stäube zu verhindern, und wir schmeißen sie dann genau da hin, wo sie wieder wirksam werden. Das ist Unsinn und mit dieser Staubfrage sollte man wieder aufhören.

RIEHL-H.: Ich habe nur in Erinnerung gehabt, daß man damals in Japan die Stäube beseitigt und Probleme gehabt hat.

VORTISCH: Was unsere Diskussion aufzeigt, ist, daß wir uns vor Verallgemeinerungen

hüten müssen. Das gilt auch bei globalen Betrachtungen, das gilt auch wenn wir Populationen betrachten, z.B. die Indianer des Amazonasgebietes, die hervorragend angepaßt sind (*unverständlich*)... und aus diesem Grund ist die Kombination aus medizinischen und geowissenschaftlichen meiner Meinung nach besonders nützlich.

JAUMANN: Natürlich, auch wenn dann solche Entwicklungen getätigt werden, wo die Luftbelastungen reduziert werden.

WIMMER: Ich habe als Techniker ein großes Problem. Wir reden eigentlich über ein Subproblem der 60er und Anfang 70er Jahre in der Luftreinhaltung mit primitiven kleinen Elektrofiltern. Das ist aber die Technologie, die wir zur Abluftreinigung vor 25 Jahren angewandt haben. Wir haben heute bei sehr vielen Prozessen diese ständige Belastung des Feinstaubes nicht mehr, absolut nicht mehr, in Österreich ist es etwa um den Faktor 10 geringer gegenüber vor zehn Jahren. Das ist der einzige Punkt, wo wir brave Sünder gewesen sind. Nebenbei bemerkt, wird in diesem Zusammenhang kaum der Katalysator diskutiert.

Was ich aus meiner Sicht noch abschließend anmerken wollte, wenn wir den Horizont korrekt erfassen, wenn wir eine sehr menschen-nahe, medizinische Perspektive sehen, und von erhöhtem Krebsrisiko 1:1000 sprechen, dann sind das etwa 0,3 % des totalen Krebsrisikos, von denen wir stark fasziniert stehen, und ich möchte dies keineswegs bagatellisieren. Gleichzeitig machen wir in unserer nicht geschädigten Umwelt in kürzesten Fristen gewaltige Veränderungen. Herr Gregor hat das heute wunderbar vorgeführt und es gibt eine Vielzahl anderer Indikatoren, die zum angeblichen Wohle in einer Generation oder in zwei Generationen mehr oder weniger total umgedreht haben.

Ich möchte sagen, daß ich es immer wieder verblüffend finde, daß wir uns mit einem kleinen Teil unheimlich beschäftigen und daß wir die großen Veränderungen ignorieren und mit ihnen nicht oder kaum beschäftigen wollen. Mehr wollte ich nicht sagen.

JAUMANN: Ich möchte dazu etwas sagen, weil sich die Medizin eigentlich bisher zu wenig damit befaßt hat. Wir wissen heute gar nicht, wieviele tagtägliche Erkrankungen, die wir bei unseren Mitbürgern feststellen, möglicherweise in diesem Zusammenhang mit solchen Belastungen im weitesten Sinn zu tun haben. Ich habe vorhin Herrn Gregor ja schon gesagt, so schöne Daten möchte ich eigentlich auch von den Gesundheitsproblemen der Bevölkerung haben, denn was er uns an Stickoxyden, Schwefeldioxyden und sauren Aerosolen vorgeführt hat, das inhalieren wir ja alles. Genauso wie es die Baumschäden gibt, gibt es sie bei uns in der Lunge.

VORTISCH: Herr Wimmer, Sie haben einen ganz guten Anschluß wieder zur Aussage von Dr. Riehl geschaffen, den wir natürlich heute nicht mehr besprechen können. Bevor ich jetzt zu einem Schlußwort an Herrn Gregor weitergebe, möchte ich noch den einen Vermerk machen, nämlich daß das Kaufmännische dazu führt, daß wir die Probleme überhaupt exportieren. Gold und Aluminium und auch Müll, das eine wird gewonnen, das andere entsorgt, in Regionen, wo es keine Standards gibt, und die Schäden sind dort so gewaltig, daß sie wieder globale Wirkungen haben und auch uns wieder treffen, das müssen wir uns bewußt machen.

Das kaufmännische Denken führt dazu, daß wir in unserer Region die Umweltdiskussion erfolgreich führen und dann in anderen Regionen die ganz großen Schäden verursachen. Ein Quadratkilometer Regenwald verschwindet in 4 Minuten und nicht aus Hybris, aus Gedankenlosigkeit und aus Notwendigkeit der Nahrungsbeschaffung, sondern aus Habgier. Ich möchte jetzt an Prof. Gregor das abschließende Wort geben.

GREGOR: Wir sind ein Produkt der Evolution, was wir machen ist folgerichtig und beabsichtigt, also so schlimm ist das auch nicht. Auf der anderen Seite sage ich mir, wir wissen so wahnsinnig viel, wir haben in den vergangenen Jahrzehnten eine Erkenntnisflut gehabt, die Daten sind vorhanden, mehr denn je auch bereit mit den ganzen Computern verarbeitet zu werden, aber es tut niemand. Es tut

niemand, jedenfalls nicht ausreichend. Was mich am meisten wurmt, wir wissen dies alles, wir reden davon, wir reden von Nachhaltigkeit, alle reden von Nachhaltigkeit, besonders die Politiker, und keiner, auch Sie hier, ist bereit, auch nur ein Fünkchen von seinem Boden aufzugeben.

Wir kaufen wie die Blöden, wir fahren Autos wie die Verrückten, wir fahren immer schneller und immer mehr. Was der Katalysator tun hätte können, haben wir durch die Fahrleistung und die Zweitautos längst übertroffen. Wenn sie die NO_x-Emission in Deutschland ansehen, sie haben trotz des Katalysators nicht einen Funken abgenommen, nicht einen Funken, weil die Leute mehr Autos fahren, mehr km fahren und schneller fahren.

Da redet man vom 3l-Auto. Sehen sie in die Illustrierten, da finden sie 3l-Autos, nur das hat jemand falsch verstanden, nämlich 3l Hubraum. Aber selbst wenn ich es nicht falsch verstanden habe, dieses 3l-Auto, das von der Politik gefordert wird, das ist eine Augenauswischerei. Dieses down-sizing ist doch nur die Garantie, daß wir noch mehr Autos auf die Straße kriegen und daß wir auch in Zukunft autofahren werden und keiner ist bereit, eine Umverteilung der Maßnahmen, eine Umverteilung der Umweltpolitik in Richtung einer vernünftigen Verkehrspolitik, also weg vom Auto, auf uns zu zwingen.

Die deutsche Bundesbahn verspricht den Haustransport, da kann ich irgendwo hinfahren, da kann ich sagen, ich will mein Gepäck haben, wenn ich dort ankomme. Die kommen, holen dich von zu Hause ab und bringen dich zu deinem Urlaubsort. Aber wie? Mit dem Lkw! Die Bundesbahn fährt Auto. Bisher habe ich das Problem gehabt, den Koffer zum Bahnhof zu tragen, dazu bin ich jetzt zu faul und da bringen sie jetzt das die ganze Strecke nach Berlin oder Bayern mit dem Auto. Die deutsche Post hat es inzwischen auch geschafft, daß sie ihren Stückverkehr auf die Straße vollständig verlegt hat, und wir reden von weniger Emissionen, Umweltschonung, und keiner handelt danach.

In Amerika brauch ich nirgendwo jahreszeitlich angepaßte Kleidung: wenn ich im

Haus bin, muß ich im Winter meine Jacke ausziehen, weil es so warm ist und im Sommer kann ich meine Jacke nicht ausziehen, weil überall so heruntergekühlt wird. Es ist ja scheinbar unschön, natürliche Temperaturen zu haben, im Sommer wird gekühlt, im Winter wird geheizt.

Die amerikanische CO₂-Produktion für Energie liegt mit Faktor 2 über unserer, unsere liegt mit dem Faktor 10 über China. die liegt Faktor 2 über Bangladesch. Rechnen Sie einmal nach, wieviel persönliche CO₂-Emission die Menschen dort verursachen und wieviel wir in der westlichen Wohlstandsgesellschaft.

Diskussionsbeiträge von:

Dr.phil. Wolfgang DEMMER
Konsulent f. Baueologie
Rosengasse 12

Prof.Dr. Wolfgang FRANK
Geol.Inst.d.Univ.Wien
GEOZENTRUM
Althanstraße 14
A - 1090 Wien

Univ.Doz. Dr.Thomas FRISCHER
Universitäts-Kinderklinik Wien
Währingergürtel 18-20
A-1090 Wien

Dr.phil. Werner FÜRLINGER
Ing.Konsulent f.Techn.Geologie
Karlbauernweg 12
A - 5020 Salzburg

Dr.med. Michael JAUMANN
Klinik am Eichert
HNO-Abteilung
D-73035 Göppingen

Ass.Prof. Dr. Kurt KLIMA
Inst.f.Technische Geologie und Angewandte
Mineralogie , TU - Graz
Rechbauerstraße 12
A - 8010 Graz

Dr. Georg RIEHL-HERWIRSCH
Hauptstrasse 70
A - 2801 Katzelsdorf

Wir reden viel, wir wissen immer mehr, wir machen Veranstaltungen und schlagen uns unser Wissen um den Kopf, aber keiner tut etwas. Mehr will ich dazu nicht sagen.

VORTISCH: Meine Damen und Herren, nachdem alle, oder fast alle geduldig ausgeharrt haben, darf ich Ihnen als Diskussionsleiter für die Teilnahme herzlich danken. Ich möchte ganz besonders Herrn Dr.Riehl danken, für mich persönlich war diese Kombination der Veranstaltung eine der ertragreichsten, die ich seit Jahren mitgemacht habe und hoffe, daß die nächsten Barbara-Gespräche ähnlich verlaufen werden.

Prof. Dr. Erich SCHROLL
Haidbrunnngasse 14
A - 2700 Wiener Neustadt

o.Univ.Prof. Dr. Georg SPAUN
Lehrstuhl f.Geol. Techn.Univ. München
Kühbergstraße 48
A - 5020 Salzburg

Univ.Prof. Dr. Werner TUFAR
Philipps-Univ.Marburg
Fachbereich Geowissenschaften
Hans-Meerwein-Straße
D-35032 Marburg/Lahn

Dipl.Ing. Leopold WEBER
Oberste Bergbehörde
Bundesministerium f. wirtschaftliche
Angelegenheiten
Landstraße Hauptstraße
A - 1030 Wien

Dr. Godfried WESSELY
ÖMV
Siebenbrunnengasse 29
A - 1050 Wien

Dr. Thomas REICHENAUER
Österreichisches Forschungszentrum
Seibersdorf
A - 2444 Seibersdorf

BISHER ERSCHIENEN

Band 1 BARBARA-GESPRÄCHE Payerbach 1993 (Doppelband)

Mitteilungen für Baugologie und Geomechanik	Band 3	Baugeologische Tage Payerbach 1991	Seite 1 - 99	Wien 1994
Barbara-Gespräche	Band 1	"Grenzen der Geotechnik" Payerbach 1993	Seite 101 -216	Wien 1994

Teil 1

BAUGEOLOGISCHE TAGE Payerbach 1991

ABFALL LAGERUNG - WASSER

Seminar:

W. KOLLMANN

G. RIEHL-HERWIRSCH

E. VITEK

F. PJANIC

TH. LAHNER E. BINNER

P. CARNIEL, P. MELICHAR

W. KASPER

Hydrogeol. Einführung in das südliche Wiener Becken
 Aufbau und Funktionen der Hausmüll-Versuchsanlage Breitenau
 Begrünungsversuch Hausmüll-Versuchsanlage Breitenau
 Die Hausmüll-VA. Breitenau aus der Sicht der Baudurchführung
 Maßnahmen zur Verbesserung des Abbauverhaltens org. Substanz
 von Mülldeponien am Beispiel der Hausmüll-VA. Breitenau
 Geophysikalische Messungen - "Deponieerkundung" am Beispiel
 Breitenau

Die Hausmüll-VA Breitenau aus der Sicht der Wasser-Wirtschaft

Vorträge:

W. VORTISCH

Entwicklungen und Probleme mineralischer Dichtungen für
 Abfalldeponien

M. GANDOLLA

Tendenzen der Deponietechnik in der Schweiz

H. HÖTZL

Hydrogeol. Standortbewertung für Sonderabfalldeponien

W. POZAREK

Umweltverträglichkeitsprüfung bei NÖ Sonderabfalldeponie-
 Standorten

W. DEMMER

Grundsatzkonzept für die Möglichkeit der Endlagerung von
 radioaktivem Abfall aus der Sicht des Baugologen

F. OTTNER B. SCHWAIGHOFER

Untersuchungen von Dichtungseigenschaften toniger
 Barrieregesteine

G. RIEHL-HERWIRSCH

Die "Diagenetische Inertisierung" eine umweltneutrale
 Rückeinbindung von Abfall in den natürlichen Stoffkreislauf

D. RANK

Natürliche und künstliche Markierungen in der Geohydrologie /
 Isotopenverhältnisse und Radionuklide

DER SEMMERINGBASISTUNNEL - NEUE ÖSTERREICHISCHE TUNNELBAUWEISE NÖT

G. W.MANDL, A. MATURA

Geologischer Überblick über das Semmeringgebiet

G. HAMMERSCHMID

Die Bedeutung des Semmeringtunnels aus verkehrspolitischer Sicht

A. STEMPKOWSKI

Das Tunnelprojekt des Semmering Basistunnels

W. FÜRLINGER, G. RIEDMÜLLER

Die geologischen Vorarbeiten für den Semmering-Basistunnel

P. REICHL, H. ZOJER

Hydrogeologische Untersuchungen im Zuge der Planung des
 Semmering-Basistunnels

M. JOHN, W. PURRER

Geotechnische Aspekte bei der Anwendung der NÖT beim
 Ärmelkanaltunnel

M. HACKENBERG

Der Bergbau Grillenberg

R. PAP

Der Bau der ersten Gebirgsbahn Europas über den Semmering

Teil 2

BARBARA-GESPRÄCHE Payerbach 1993
GRENZEN DER GEOTECHNIK

P.H. BRUNNER

Abfall als Langzeitrisiko

W. KASPER

Behebung von Umweltschäden - am Beispiel des Grundwassers der Mitterndorfer Senke

H. KALLENBACH

Zur Geologie von Berlin: Wirtschaftliche Nutzung und ökologische Probleme

E. SEMENZA, M. GHIROTTI

Vaiont / Longarone - 30 Jahre nach der Katastrophe

H. LUDESCHER, P. OBERNHUBER

Das Verhalten der Kölnbreinsperre nach der Errichtung einer talseitigen Abstützkonstruktion

Band 2 BARBARA-GESPRÄCHE Payerbach 1995

Barbara-Gespräche	Band 2	"Geogen - Anthropogen", "Hausmüllversuchsanlage Breitenau" Payerbach 1995	Seite 1 - 290	Wien 1997
-------------------	--------	--	---------------	-----------

1. Tag

GEOGEN-ANTHROPOGEN*Wertstoffe - Schadstoffe**Entstehung und Wirkung auf die Umwelt*

W. TUFAR

Rezente hydrothermale Aktivität und Lagerstättenbildung (Komplexmassivsulfiderze - "Schwarze Raucher") an aktiven Spreizungsrücken am Ozeanboden

K. AUGUSTIN-GYURITS

Geochemische Untersuchungen an Fluß- und Bachablagerungen in Niederösterreich - Vergleich mit Bodendaten

R. GÖD

Die Arsenanomalie Feistritz / Wechsel

G. MÜLLER

Schwermetallgehalte in Fluß- und Seeablagerungen als Spiegelbild der historischen Entwicklung - weltweite Beispiele - Entsorgungsfragen

O. SCHERMANN

Die Geochemie als Methode zur Lagerstättenuche und ihre Anwendung in der Umwelterkundung

G. WESSELY

Die Bohrung Payerbach-Thermal TH1 Geologische Grundlagen - Ergebnisse

2. Tag

HAUSMÜLL-VERSUCHSANLAGE BREITENAU*8 Jahre Untersuchungsergebnisse*

A. LAGERKVIST, H. ECKE

Deponieversuchsanlagen aus internationaler Sicht

G. RIEHL-HERWIRSCH,

P. CARNIEL M. HACKENBERG

Die Versuchsanlage Breitenau - Aufbau und Wasserwegsamkeiten, Ergebnisse und Fragen

E. BINNER, Th. LAHNER

Wasserhaushalt und Emissionssituation am Beispiel der Hausmüll-Versuchsanlage Breitenau

D. RANK

Isotopenuntersuchungen an Sickerwässern der Versuchsanlage Breitenau

P. LECHNER

Die Emissionen von Deponien - derzeit und in Zukunft

Band 1 (öS 370,-), Band 2 (öS 380,-) und Band 3 (öS 380,- zuz. Versand) können über folgende Adressen bezogen werden: Geol. Dienst des Landes NÖ, HR Dr. P. GOTTSCHLING, A - 3108 St. Pölten, Landhausplatz, Geoschule Payerbach, 2650 Payerbach, Villenstraße 11, Fax 02666/2930

IN VORBEREITUNG

Band 4 BARBARA-GESPRÄCHE Payerbach 1997

*Im Jahr 1997 fanden die Barbaragespräche der Geoschule Payerbach statt.
Die Drucklegung der nachfolgenden angeführten Fachvorträge und ausführlichen Diskussionen
ist in Vorbereitung.*

1. Tag

EVENTS UND EVOLUTION

Katastrophen und Entwicklung in der Erdgeschichte

T. CERNAJSEK, *Geologische Bundesanstalt Wien*

Plutonismus contra Neptunismus -

ein historischer Rückblick zur Entwicklung der Geowissenschaften

G. KURAT, *Naturhistorisches Museum Wien*

Materie aus dem All

W. FRANK, *Universität Wien*

Meteoriten-Einschläge und ihre Altersbestimmung

E. FLÜGEL, *Universität Erlangen*

Die Perm/Trias-Grenze als Umbruch in der Lebensentwicklung

A. PREISINGER, *TU Wien*

Die Kreide/Tertiär-Grenze

H. P. SCHÖNLAUB, *Geologische Bundesanstalt Wien*

Wesentliche Events der Erdgeschichte und deren Auswirkungen -

Zusammenfassung und Ausblick

öffentlicher Vortrag, Diskussion

A. TOLLMANN, *Universität Wien*

Impakte (kosmische Einschläge) - ihre Auswirkungen auf die Erde und das Leben

2. Tag

KARSTHYDROLOGIE UND WASSERHAUSHALT

Kalkalpen und südliches Wiener Becken

G. VÖLKL, *Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft*

Neue Wege in der karsthydrologischen Forschung

G. WESSELY, *OMV Wien*

Tiefenwässer - Kalkalpen und Wiener Becken

H. ZANKL, *Philipps - Universität Marburg/Lahn*

Der Hauptdolomit als potentieller Trinkwasserspeicher am Beispiel der Region Reichenhall

G. KUSCHNIG, *Gemeinde Wien*

Karstforschungen der Wiener Wasserwerke zur Sicherung der Wasserversorgung

G. RIEHL-HERWIRSCH, *TU Wien*

P. GOTTSCHLING, *Amt der NÖ Landesregierung*

D. RANK, *ÖFPZ Arsenal Wien*

Schwankungen im oberflächennahen Grundwasser und Wasserhaushalt im südlichen Wiener Becken

VORSCHAU

BARBARA-GESPRÄCHE Payerbach 1998

Im Jahr 1998 finden die Barbaragespräche der Geoschule Payerbach unter dem Ehrenschatz von Landeshauptmann Dr. Erwin PRÖLL mit Fachvorträgen und ausführlichen Diskussionen zu folgenden Themenkreisen statt:

Donnerstag, 17. Sep. 1998

KLIMA - ENTWICKLUNG

Geogener Ablauf und menschlicher Einfluß

W.W. HAY, Univ. Colorado, Boulder, USA - GEOMAR Kiel

Die Klimaentwicklung im Verlauf der Erdgeschichte

R. ZAHN, GEOMAR Kiel

Klimaentwicklung und der Beitrag des ozeanischen Wärmetransportes

J. NEGENDANK, Geoforschungszentrum Potsdam

Maare und Eiskerne als Zeugen des Klimawandels

D. RANK., W. PAPESCH, ÖFPZ Arsenal, Bereich Umwelt

Isotopenverhältnisse im natürlichen Wasserkreislauf - Indikatoren für Klimaänderungen

W. VORTISCH Montanuniversität Leoben

Menschliche Bodennutzung und Klima

öffentlicher Vortrag, Diskussion
J. NEGENDANK Geoforschungszentrum Potsdam

Die Möglichkeiten von Altersbestimmungen in den Erdwissenschaften

Freitag, 18. Sept. 1998

ABFALLENTSORGUNG

AUS ERDWISSENSCHAFTLICHER SICHT

Alte Deponien - Verbrennung - Ablagerung mit Vorbehandlung

W. ENTENMANN, IGB Hamburg

Schutz des Grundwassers durch Basisdichtungen

S. MELCHIOR, IGB Hamburg

Oberflächenabdichtung von Deponien und Altlasten - mögliche Varianten und Ergebnisse aus der Überwachung ausgeführter Systeme

K. SCHEIDL, Labor für Umweltanalytik, Wien

Die thermische Abfallverwertung im Umweltvergleich

H. HUBER, M. JAROS, P. LECHNER, Univ. f. Bodenkultur Wien

Langfristiges Deponieverhalten von Müllverbrennungsschlacken

M. HUMER, D. GRASSINGER, P. LECHNER, Univ. f. Bodenkultur Wien

Deponiebürtige Methanemissionen und deren Vermeidung
Mechanisch - biologische Abfallbehandlung

W. VORTISCH, Montanuniversität Leoben

Die endgültige Abfallagerung nach dem Vorbild der Natur

Diskussion des Tagesthemas