Zeitschrift: Berichte der St. Gallischen Naturwissenschaftlichen Gesellschaft
Herausgeber: St. Gallische Naturwissenschaftliche Gesellschaft
Band: 85 (1991)

Artikel: Chemie, Schule und Gesellschaft
Autor: Fürer, Beat
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-832752

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

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

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

Download PDF: 13.07.2025

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

Berichte der St.Gallischen Naturwissenschaftlichen Gesellschaft
85. Band Seiten 143–183 13 Abbildungen 2 Tabellen St.Gallen 1991

Chemie, Schule und Gesellschaft

Beat Fürer

Prof. Dr. Beat Fürer, Pädagogische Hochschule St.Gallen,
Rorschacher Straße 16, 9000 St.Gallen

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung 146

1. Zur Technik-Feindlichkeit 146

2. Gründe der Technikangst und der Chemophobie 151
   2.1. Unvertrautheit mit der Risikoabschätzung
   2.2. Die zwei Kulturen
   2.3. Die Bedeutung der modernen Naturwissenschaften und der Technik im Alltag und im Bildungswesen: eine Diskrepanz
   2.4. Zusammenfassung

3. Rückblick auf 40 Jahre Chemieunterricht 165
   3.1. Einige Gedanken zur Wissenschaft Chemie
   3.2. Der Chemieunterricht in den fünfziger Jahren
   3.3. Der Chemieunterricht in den sechziger und den siebziger Jahren
   3.4. Der Chemieunterricht steht vor neuen Aufgaben

4. Integrierte Naturwissenschaft, eine wiederentdeckte Methode zur besseren Bewältigung der vernetzten Probleme von heute 176

5. Zehn Thesen zum heutigen Zweckartikel der Maturitäts-anerkennungsverordnung 178

Quellenhinweis 183

Zusammenfassung

Dieser Beitrag zum Thema ‹Chemie, Schule und Gesellschaft› möchte Naturwissenschaftlern, Ingenieuren, Technikern, aber auch Vertretern der sprachlich-historischen Kultur und Politikern in einem streiflichtartigen, vierzig Jahre umfassenden Rückblick die Bedeutung der Chemie (und der Naturwissenschaften) in unserem Bildungssystem aufzeigen und vor einer verhängnisvollen Entwicklung warnen. Er möchte darüber hinaus mithelfen, unsere Bürger, deren Wohlstand auf hochwertiger Technologie beruht, vor blinder Technikangst, die aus Technik-Unkenntnis entspringt, zu bewahren und jungen Menschen, die sich Sorgen um ihre Zukunft machen, die Studienwahl zu erleichtern.

Ausgehend von der Tatsache, daß Naturwissenschaften, Technik und ihre Errungenschaften bei uns immer mehr in Frage gestellt, ja sogar abgelehnt werden, wird aufgezeigt, daß im angelsächsischen und deutschen – kaum jedoch im französischen – Sprachraum der Graben zwischen den beiden Kulturen, der literarisch-geisteswissenschaftlichen einerseits und der naturwissenschaftlich-technischen Kultur andererseits immer größer wird. Diese Entwicklung hat sich auch im schweizerischen Bildungswesen niedergeschlagen: Die Bedeutung der naturwissenschaftlichen Fächer in der Volks- und Mittelschule schmilzt paradoxerweise in dem Maße, wie dieser Bereich für unser naturwissenschaftlich-technisches Zeitalter an Wichtigkeit zunimmt. Glücklicherweise gibt es aus den Kreisen der Schweizerischen Akademie der Technischen Wissenschaften, der Ingenieure und der Naturwissenschaftslehrer Gegenbewegungen, die dieser Fehlentwicklung entgegensteuern. Ob es gelingt, die im Bildungswesen zahlenmäßig erdrückende Mehrheit der Geisteswissenschaftler zu überzeugen, bleibt offen.

1. Zur Technik-Feindlichkeit

‹Unsere Welt wird weder an Umweltverschmutzung noch an Energiemangel zugrunde gehen, sondern daran, daß die Narren so selbstsicher und die Weisen so voller Zweifel sind.›

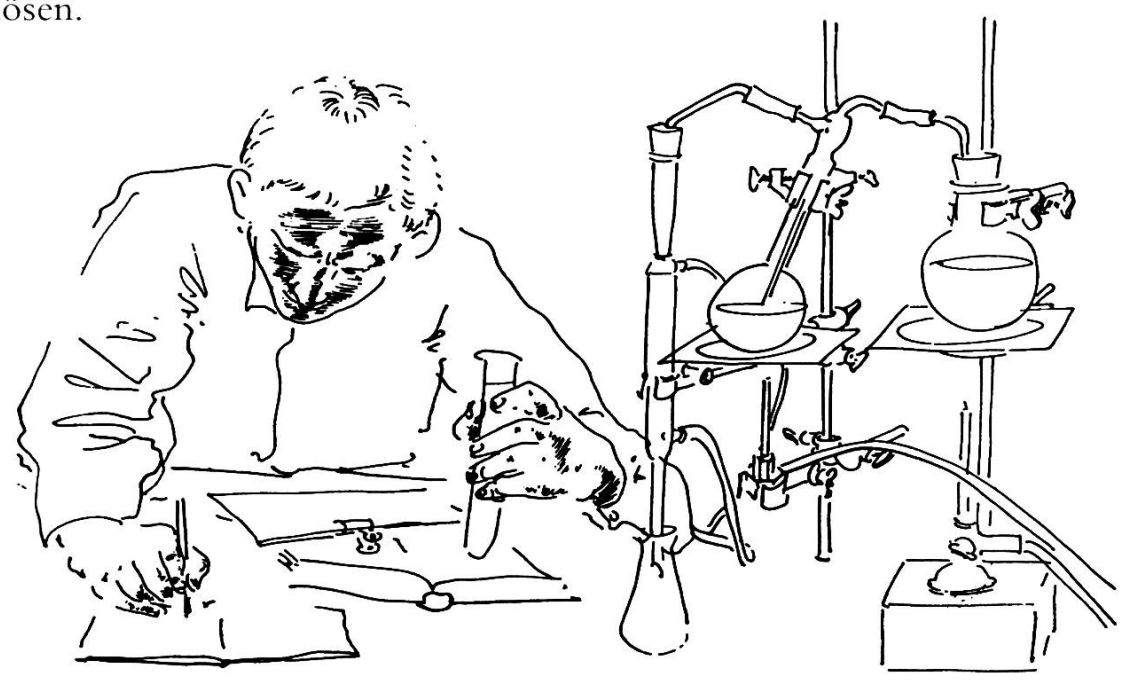
Bertrand Russell (1872–1970), Englischer Philosoph

Naturwissenschaft und Technik haben bei uns innerhalb von hundert Jahren den allgemeinen Mangel an Nahrung, Kleidung und Gebrauchsgütern beseitigt, die Lebenserwartung beträchtlich vergrößert und den

naturwissenschaftlichen Horizont atemberaubend erweitert. Unser Land hat trotz ungünstiger Bedingungen, trotz fehlender Bodenschätze, einen beneidenswerten, heute als selbstverständlich hingenommenen Wohlstand erreicht. Dieser Wohlstand beruht vor allem auf Umsetzungen der naturwissenschaftlichen Entdeckungen auf technische Anwendungen, besonders im Bereich der Maschinen- und Elektroindustrie sowie der Chemie – und auf dem Fleiß und der Genügsamkeit vieler Mitbürger in den Jahrzehnten des Aufbaus. Hundertjahr-Rückblicke vieler Firmen sprechen davon ein beredtes Zeugnis.

Seit mehr als einem Jahrzehnt, und in wachsendem Maße, wird uns nun eingeredet, Technik und Industrie seien vom Bösen, da Naturwissenschaftler und Ingenieure keine Verantwortung für die psychischen, sozialen und politischen Folgen ihres Tuns empfänden.

Diese Verketzerung von Naturwissenschaft und Technik führt uns in die Irre und an den Abgrund: Sie erweckt die Vorstellung, man könne in ständigem Kampf gegen die Techniker und die Technik die sogenannte gute alte Zeit wieder heraufbeschwören, und sie verhindert, mit hohem Sachverstand und Verantwortungsbewußtsein gemeinsame Wege in eine gefährliche Zukunft zu suchen. Die Probleme der Zukunft, die sich in hohem Maße aus der wachsenden Anzahl von Menschen und ihren steigenden Ansprüchen ergeben, lassen sich nur durch eine bessere Technik lösen.



Die Chemie, eine Wissenschaft, die Theorien und Experimentierkunst aufs schönste vereinigt.

Die Diskriminierung der Naturwissenschaftler und Techniker untergräbt das Vertrauen der Öffentlichkeit in diese lebenswichtigen Kulturbereiche, vermindert die Leistungs- und Konkurrenzfähigkeit unserer Industrie, beispielsweise durch Verteufelung der Anwendungsmöglichkeiten der Kern- und der Biotechnologie. Sie verwirrt darüber hinaus die Jugend bei der Studien- und Berufswahl, so daß der Mangel an Ingenieuren und Chemikern immer gefährlicher wird, während überschüssige Absolventen von Modefächern wie beispielsweise Psychologie und Soziologie in einem Teufelskreis noch mehr Menschen mit naturwissenschaftlichem Unverstand und Technikangst hervorbringen.

Die Genfer Philosophin *Jeanne Hersch* hat in ihren Essays ‹Von der Einheit des Menschen› zum Thema ‹Technik als Werk des Menschen› geschrieben:

‹Jeder weiß, daß die Welt, in der wir heute leben, weitgehend durch Wissenschaft und Technik geformt ist. In diesen beiden Gebieten ist das menschliche Wissen unermeßlich gewachsen, auch wenn dieses Wissen nur wie ein Wassertropfen ist im Vergleich zu dem, was wir noch nicht wissen und sicher nie wissen werden. Ein riesiges Kapitel von Methoden, Kenntnissen und Fachwissen ist angehäuft worden. Diese Technik hat unser Leben überrollt mit oder gegen unsern Willen. Aber in Wirklichkeit verstehen wir sie nicht. Das wird einem klar, wenn man ihre Erzeugnisse gebraucht. Wenn ich telefoniere, habe ich längst vergessen, wie ein Telefon hergestellt wird und was bewirkt, daß ich die Stimme meines Gesprächspartners höre. Aber noch mehr: Auch die, welche den Mechanismus kennen und genau wissen, was in den Apparaten und Maschinen vor sich geht, die sie benützen, begreifen den Bezug zwischen Technik und Mensch nicht recht. Sie verstehen nur unzureichend, was das ist, technische Verfahren zu erfinden und sich ihrer zu bedienen.

Das erklärt, meine ich, daß wir uns der Technik gegenüber widersprüchlich und emotional, ja geradezu abergläubisch verhalten: Bald verlangen wir von ihr, sie solle alle unsere Probleme lösen bis hin zu unserem Seelenheil, bald geben wir ihr die Schuld an allen Übeln unserer Zeit und wünschen, daß sie aus unserer Welt verschwände. Bekanntlich gedeiht der Aberglaube auf dem Boden der Unwissenheit. Und obwohl wir soviel mehr wissen als unsere Vorfahren, sind wir doch sehr unwissend, weil wir das Wesen dessen, was unsere Welt und unser Leben so stark prägt, nicht verstehen.

Ein heutzutage häufig verwendetes Klischee reduziert die Technik auf den Materialismus, auf die Befriedigung von Gelüsten und minderwer-

tigen Begierden. Ich möchte im Gegensatz dazu hervorheben, welche Wohltaten wir der Technik verdanken, die weder «materiell» noch «materialistisch» sind. Die Technik vervielfacht die Reichweite unserer Sinne und erweitert so unsere Fähigkeit, wahrzunehmen und die Welt zu begreifen. Die Technik erleichtert und verkürzt die Mühsal der körperlichen Arbeit und gibt so dem Menschen, *wenn er will,* die Möglichkeit zu vermehrter Freiheit und Verantwortlichkeit zu einem erweiterten Bewußtsein. Die Technik verkürzt die räumlichen und zeitlichen Distanzen. Man denke nur an die Frauen der mittelalterlichen Kreuzfahrer, deren Männer in den Orient zogen, um dort 10, 15, 20 Jahre zu bleiben – ohne daß jene wußten (außer sie war Königin von Frankreich), ob ihr Mann tot oder lebendig war. Einem solchen Elend abhelfen, gehört das in das Gebiet des «Materiellen», des «Materialistischen»? Dank der Technik wird das Leben derer, die wir lieben, verlängert, die körperlichen Leiden werden vermindert. Es ist noch nicht lange her, da mußte ein Arm, ein Bein amputiert werden, nur weil sich ein Kratzer infiziert hatte, die Amputation erfolgte ohne Anästhesie, und hinterher mußte die Wunde gar mit einem glühenden Eisen ausgebrannt werden. Ich finde die Techniken, die es erlauben, diese Qualen zu verringern, nicht «materialistisch». Die Technik hat die Kommunikation zwischen den Menschen auf der ganzen Erde verbessert, über Entfernungen und Sprachgrenzen hinweg. Ich finde es komisch und traurig zugleich, wenn Tagungsteilnehmer per Flugzeug von allen Enden der Welt anreisen, sich in einem Konferenzsaal versammeln, der mit Mikrophonen, Lautsprechern und Simultanübersetzungsanlagen ausgestattet ist, um mit Hilfe dieser technischen Wunderwerke den Bannstrahl gegen die materialistische, zerstörerische moderne Technik zu schleudern! Gewiß, die neuen technischen Möglichkeiten bringen neue Probleme mit sich. Wie könnte es anders sein? Das entbindet uns nicht davon, ihre Wohltaten anzuerkennen und den Menschen, denen wir sie verdanken, dankbar zu sein.

Die Haltung unserer Zeitgenossen gegenüber der Technik ist zweideutig bis zum Widerspruch. Einerseits betrachtet man sie als inhumane Macht, gegen die wir uns verteidigen müssen, als Reich des Mechanischen, des Determinismus, des Materialismus, der Begehrlichkeit und des Profits; als Macht außerdem, die heute, im Zeitalter der atomaren Rüstung, alles Leben auf dieser Erde auszurotten droht. Anderseits erwartet man – und manchmal sind es dieselben Leute – von der Technik die Lösung all unserer Probleme, die Heilung für alle Übel, die Erfüllung aller Wünsche. Man glaubt, der Fortschritt bestünde u.a. darin, alle persönli-

‹Die Amputation›. Unbekannter Meister des 16. Jahrhunderts.

chen und sozialen Probleme in *technische* Probleme umzuwandeln, so daß man nur noch die Experten beiziehen müßte, um sie zu lösen.

Anstatt die Technik zu fliehen oder von ihr alles zu erwarten, müssen wir wieder lernen, die Technik richtig einzuschätzen: Die Technik, die wir übernommen haben, und die Technik, die erst im Entstehen begriffen

ist. Wir müssen lernen, die Sprache zu verstehen, die sie spricht, müssen sie respektieren und Dankbarkeit wie Bewunderung jenen entgegenbringen, denen wir die technischen Errungenschaften verdanken.›

2. Gründe der Technikangst und der Chemophobie

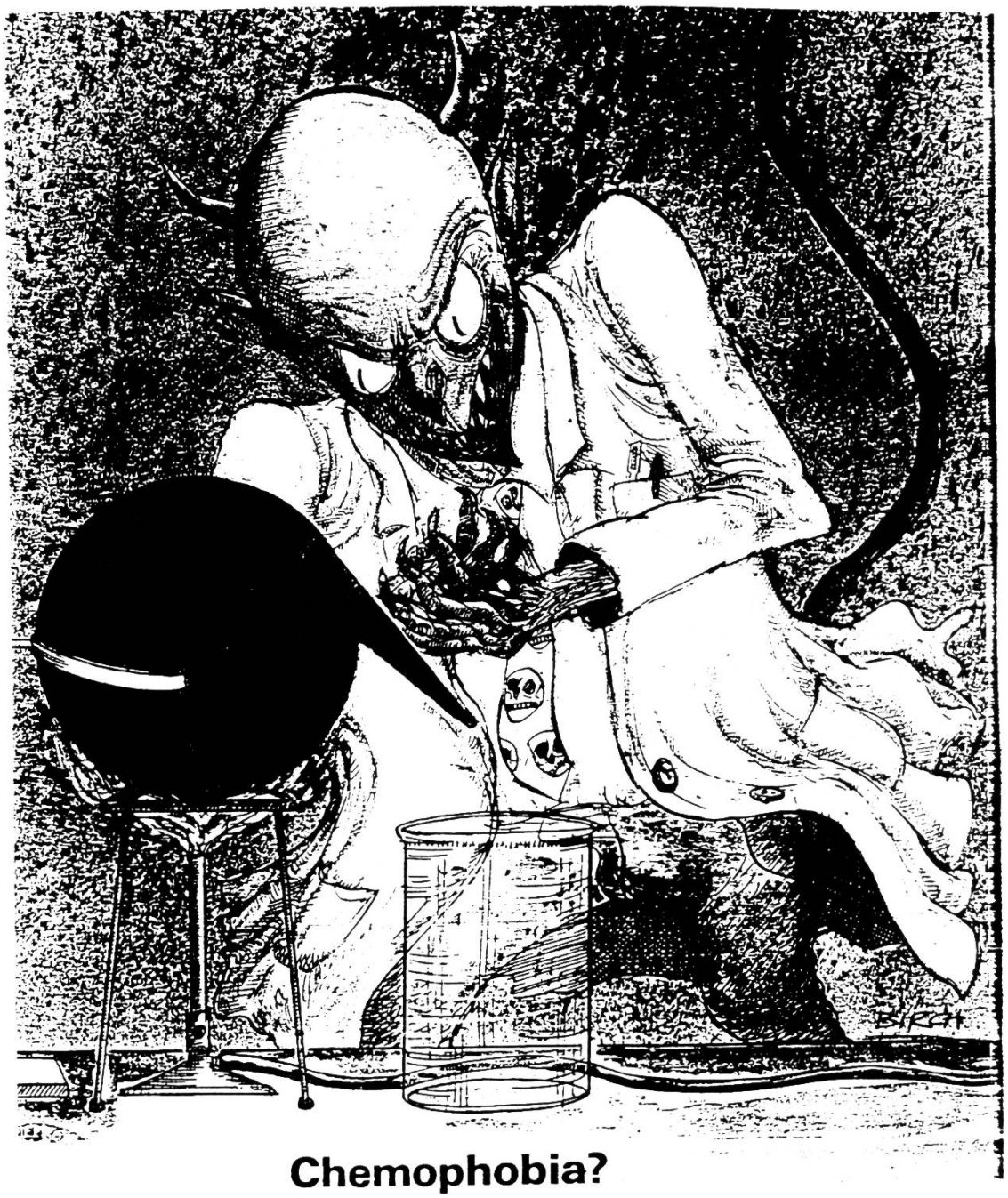
Die Gründe für diese bedauerliche und lebensbedrohende negative Haltung eines größeren Teils der Bevölkerung gegenüber der Technik sind vielschichtig. Bedeutend sind m. E. vor allem die folgenden drei.

2.1. Unvertrautheit mit der Risikoabschätzung

Seit es Menschen gibt, gibt es auch Technik. Technik ist nicht Selbstzweck, sondern Mittel zum Zweck der menschlichen Existenz. Wo sie diesem Zweck nicht dient, muß sie korrigiert werden. Angesichts der vielen positiven, aber auch negativen Folgen der Technik ist Technikkritik notwendig – sie muß jedoch auf Sachverstand und Verantwortungsbewußtsein aufbauen. Voraussetzung dafür ist einerseits die Kenntnis, das Verständnis der Technik und andererseits ein Instrumentarium, welches das Technikrisiko in seiner vernetzten Form halbquantitativ abzuschätzen vermag. Es werden heute gewaltige Anstrengungen unternommen, die Antipoden Risiko und Sicherheit mit Hilfe von computerunterstützten Modellen in den Griff zu bekommen. Ein schönes Beispiel sind die Arbeiten von Prof. Dr. Peter Bützer, HSG, St.Gallen (siehe u.a. dieses Jahrbuch).

Technik ist ein unabtrennbarer Teil des Menschseins, sie ist ein irreversibler Teil der menschlichen Geschichte. Es ist nutzlos, darüber nachzudenken, wie der Mensch ohne Technik leben könnte. Daher ist Technikkritik ohne Sachverstand verantwortungslos. Die Lösung unserer schweren Zukunftsprobleme braucht bessere Techniken und die Pflege des vernetzten Denkens nach F. Vester, und diese brauchen der Gegenwart angepaßte Schulsysteme und Schüler, Studenten, Menschen mit Optimismus und nicht die Miesmacherei mit ‹no future›!

Der Mensch vor dem technischen Risiko muß sich fragen, ob ein Problem aus technischem Mangel oder aus unsachgemäßer Benutzung auftritt, wie wenn beispielsweise ein sehr schnelles Auto die Reaktionsfähigkeit des Menschen überfordert oder wenn der Start einer Rakete in den



aus ‹Chemistry in Britain›.

Weltraum die Einhaltung so komplizierter Bedienungsvorschriften voraussetzt, daß sie nicht ein einzelner Mensch verarbeiten kann, sondern nur eine Gruppe von Wissenschaftlern mit Hilfe von Großcomputern.

Für das Risiko sind besonders die drei folgenden Punkte kennzeichnend:

1. Der Nutzen, den das Eingehen des Risikos bringt.
2. Der möglicherweise entstehende Schaden, dessen Ausmaß in gewissen Fällen durch die Schadenkosten quantifiziert werden kann.
3. Die Wahrscheinlichkeit, mit welcher ein Schaden eintreten kann.

Risiken und ihre Bewältigung sind so alt wie die Menschheit: Der Jäger, der Bauer, der Krieger sahen der Gefahr ständig ins Auge. In unserer Zeit haben die Risiken nur ihre Qualität verändert; an die Stelle der alten Risiken treten die Risiken des Haushaltes, des Verkehrs, der Produktion, des Konsums, der Politik usw. Bei Risiken hat man irgendeinen Vorteil – aber man muß in Kauf nehmen, daß man hierdurch mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit zu Schaden kommt. In beiden Fällen wird abgewogen, ob zwischen Einsatz und Folgen ein annehmbares Gleichgewicht herrscht. Neu gegenüber früher ist die Tatsache, daß die Ursache-Wirkung-Beziehungen in gewissen Fällen wie z.B. der Ökologie wesentlich komplizierter sind, so daß ihre Interpretation sehr viel schwieriger wird.

Wo Menschen freiwillig Risiken auf sich nehmen, wie beispielsweise im Straßenverkehr oder beim Rauchen, sind sie oft bereit, große Gefahren in Kauf zu nehmen. Diese Bereitschaft wird aber viel geringer, wenn die Risiken nicht freiwillig übernommen werden. *Es muß daher wieder öffentlich klargestellt werden, daß Technik Dienst am Menschen ist und daß dieser Dienst neben dem großen Nutzen Gefahren mit sich bringt, die man zwar vermindern, nicht aber gänzlich ausschließen kann.*

2.2. Die zwei Kulturen

Die Unterscheidung von ‹zwei Kulturen› geht auf einen Vortrag von Sir Charles Snow im Jahre 1959 zurück. Er unterschied darin die ‹literarische Kultur› und die ‹naturwissenschaftliche Kultur›. Schon der große Chemiker Justus Liebig wunderte sich im vergangenen Jahrhundert: ‹Wie sonderbar, daß der Ausdruck Bildung bei einem wahrhaft erleuchteten Volke sich nur auf die Kenntnis der klassischen Sprachen, Geschichte und Literatur erstreckt!›

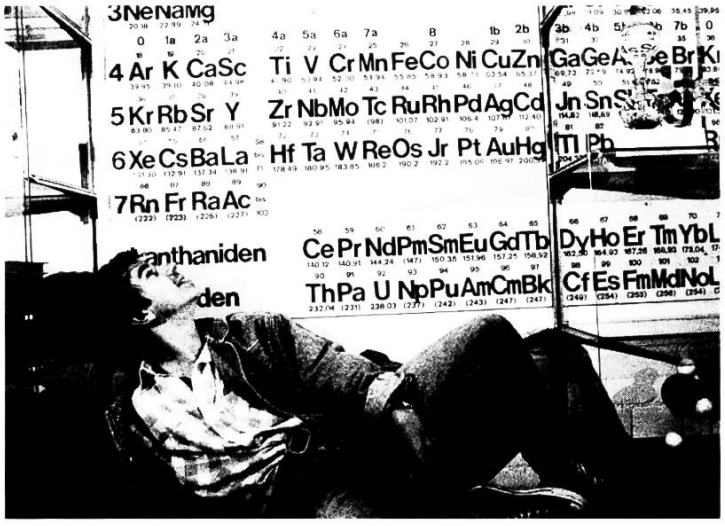
Einige kennzeichnende Aussagen Snows sind – nach einer Zusammenfassung von *Karl Steinbuch:*

‹Meiner Ausbildung nach war ich Naturwissenschaftler, meiner Berufung nach Schriftsteller...

Ich glaube, das geistige Leben der gesamten westlichen Gesellschaft spaltet sich immer mehr in zwei diametrale Gruppen auf..., auf der einen

Seite haben wir die literarisch Gebildeten, die ganz unversehens, als gerade niemand aufpaßte, die Gewohnheit annahmen, von sich selbst als von «den Intellektuellen» zu sprechen, als gäbe es sonst weiter keine... Literarisch Gebildete auf der einen Seite – auf der anderen Naturwissenschaftler, als deren repräsentativste Gruppe die Physiker gelten. Zwischen beiden eine Kluft gegenseitigen Nichtverstehens, manchmal – und zwar vor allem bei der jungen Generation – Feindseligkeit und Antipathie, in erster Linie aber mangelndes Verständnis...

Die Gegenspieler der Naturwissenschaftler haben die tiefeingewurzelte Vorstellung, jene seien immer seichte Optimisten, die nicht merken, wo die Menschheit steht. Andererseits glauben die Naturwissenschaftler, den literarisch Gebildeten gehe jede Voraussicht ab, sie kümmerten sich kaum um ihre Mitmenschen und sie seien in einem tieferen Sinne antiintellektuell und eifrig darauf bedacht, Kunst und Denken auf das existentielle Moment zu beschränken... Die meisten Naturwissenschaftler, die ich kenne, sind genauso fest wie meine Freunde von der Gegenseite davon überzeugt, daß sich jeder Mensch in einer tragischen Situation befindet... Wenn die Naturwissenschaftler die Zukunft im Blut haben, dann reagiert die überkommene Kultur darauf mit dem Wunsch, es gäbe gar keine Zukunft. Diese überkommene Kultur jedoch dirigiert die westliche Welt in einem Ausmaß, das durch das Auftreten der naturwissenschaftlichen Kultur erstaunlich wenig geschmälert wird... So wird also das großartige Gebäude der modernen Physik errichtet, und die Mehrzahl der gescheitesten Leute in der westlichen Welt verstehen ungefähr genausoviel davon, wie ihre Vorfahren in der Jungsteinzeit davon verstanden hätten...



Das Analphabetentum im chemischen Bereich ist weit verbreitet und äußert sich schon am Grundraster der Chemie, dem Periodensystem der Elemente. Dem Normalbürger sind häufig weniger als fünf Elemente bekannt.

Lassen wir die naturwissenschaftliche Kultur außer Betracht, so ist von den übrigen westlichen Intellektuellen niemals der Versuch gemacht, der Wunsch geäußert oder die Fähigkeit aufgebracht worden, die industrielle Revolution zu verstehen, geschweige denn sie hinzunehmen. Die Intellektuellen, und ganz besonders die literarisch Gebildeten, sind geborene Maschinenstürmer...

Die Russen und die Amerikaner sind in einer aktiveren Weise unzufrieden mit ihrem Bildungswesen, als wir es sind – sie unternehmen drastischere Schritte, um Abhilfe zu schaffen. Aber das kommt daher, daß sie ein feineres Gespür haben für die Welt, in der sie leben. Wenn sie auch beide den richtigen Weg noch nicht gefunden haben, so zweifle ich für meinen Teil doch nicht, daß sie ihm bedeutend näher sind als wir...

Wenn ich sagen würde, wir müßten uns bilden oder untergehen, so wäre das pathetischer ausgedrückt, als die Tatsachen es rechtfertigen. Wenn ich sage, wir müssen uns bilden oder selbst noch miterleben, wie es rasend schnell abwärtsgeht, so kommt das den Tatsachen schon näher...

Ich wünschte, ich könnte mich darauf verlassen, daß wir den Mut aufbringen zu tun, was die Vernunft uns rät. – Die Geschichte kennt Versagern gegenüber kein Erbarmen.›

Im deutschsprachigen Gebiet müßte man die Begriffe des Engländers Charles Snow, der zwischen literarischer und wissenschaftlicher Kultur unterschied, ersetzen durch geisteswissenschaftlich und naturwissenschaftlich, wobei nur geisteswissenschaftliche Bildung wie Philosophie, Philologie, Geschichte, Vertrautheit mit Kunst und Literatur, Theologie und Recht zur Kultur gezählt wird, während Naturwissenschaft und Technik der profanen Zivilisation zugeordnet werden. Im Gegensatz zur englischen und französischen Kulturtradition gelang es der deutschen bis heute nicht, das Phänomen Technik vernünftig in sich aufzunehmen. Dieses Technik-Unverständnis und die Geringschätzung der Naturwissenschaften haben – im Gegensatz zu England und Frankreich – in den deutschsprachigen Ländern dazu geführt, daß die naturwissenschaftliche Bildung der geisteswissenschaftlichen mit großem Abstand hintangesetzt wird. Dies läßt sich aus den Stundentafeln aller Schultypen leicht beweisen. Besonders unverständlich ist auch die Tatsache, daß das Fach Chemie meist die geringste Stundenzahl aller wissenschaftlichen Fächer aufweist. Das Festhalten am traditionellen Unterricht mit überholter Verteilung von historisch begründeten Schwerpunkten im geisteswissenschaftlichen Bereich vertieft das Drama der modernen naturwissen-

schaftlich-technischen Zivilisationsform und der hierfür mangelhaft ausgebildeten Gesellschaft. Der Fortschritt macht all jenen Angst, die von moderner Naturwissenschaft und Technik kaum etwas verstehen und die mit Denkmodellen von gestern arbeiten müssen.

2.3. Die Bedeutung der modernen Naturwissenschaften und der Technik im Alltag und im Bildungswesen: eine Diskrepanz

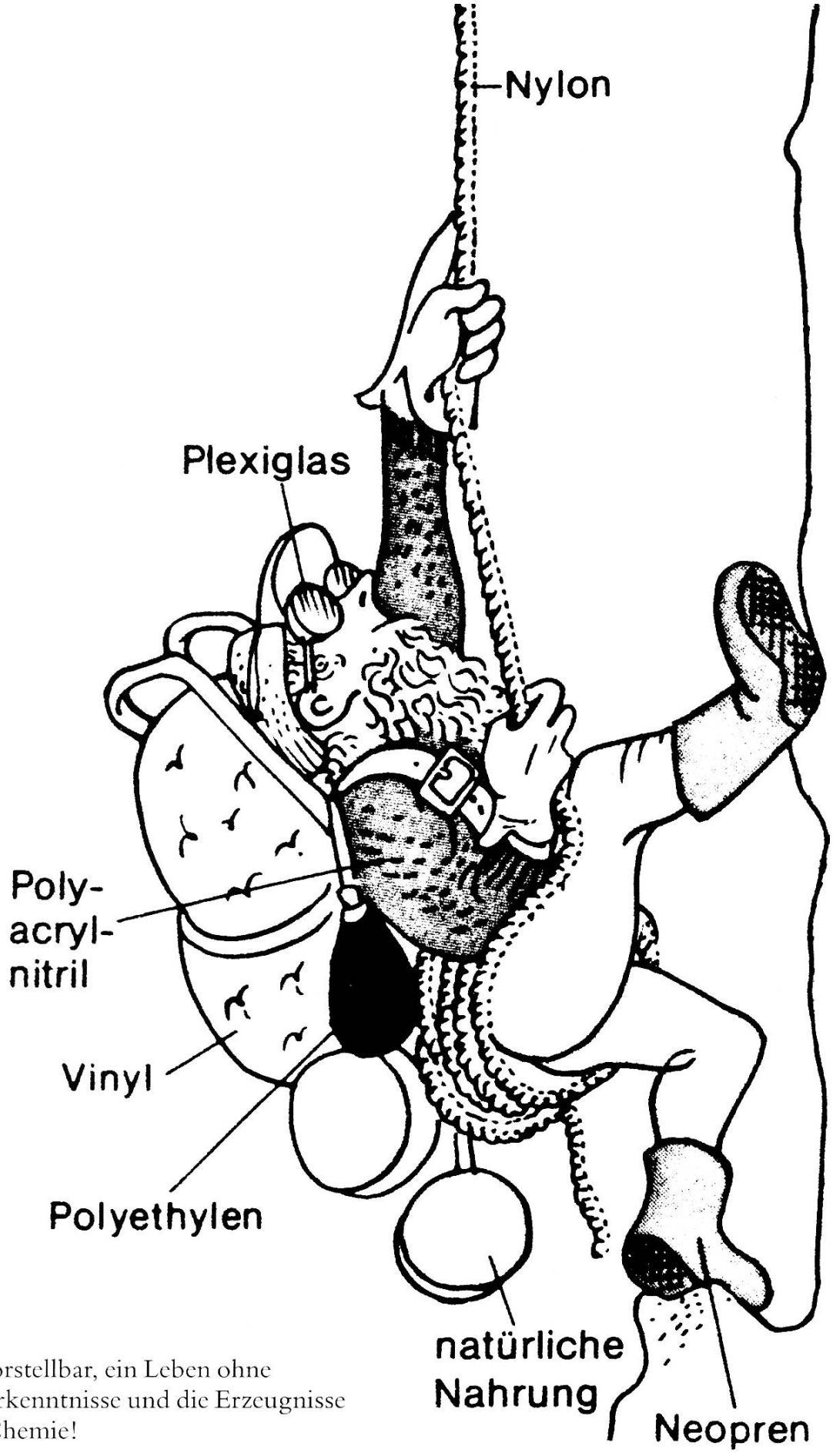
Naturwissenschaft und Technik im Alltag

Es besteht kein Zweifel mehr: Unsere Zeit ist zutiefst geprägt von Naturwissenschaften und Technik. Sie beeinflussen jeden Aspekt unseres Lebens: Was wir essen und was wir anziehen; wo und was wir arbeiten und wie wir unsere Freizeit verbringen; was wir denken und wie wir fühlen; wie gesund wir sind, wie wir als Kranke medizinisch betreut werden; wie wir geboren werden und wie wir sterben. Sogar intimste Momente des menschlichen Daseins kommen heute nicht mehr ohne Produkte und ohne Wissen naturwissenschaftlichen Ursprungs aus!

Willkürlich herausgegriffene Stichworte wie Informatik, Gentechnik, Biotechnologie, Antibiotika, Drogen, Treibhaus-Effekt, Biosensoren, Neuro-Computer, Sondermüll, AIDS, Bodenbelastung, Ozonloch, Katalysatorautos, Hygiene, Fusion, Telefax, Toxikologie, Radioaktivität, Fortpflanzungstechnologien, Lufthygiene, Kernenergie, Computer-Tomographie, CIM (= Computer integrated manufacturing), Umweltschutzmaßnahmen, Laserchirurgie, Fotokopiergeräte, Schmerzmittel, Photographie oder Nutzpflanzenzüchtung können die praktisch unüberblickbare Bedeutung der Technisierung für unseren Alltag nur antippen. Ein jeder von uns, ob Lehrer oder Schüler, Erziehungswissenschaftler oder Politiker, ob Kritiker oder Befürworter der Technisierung unserer Gesellschaft, sollte sich einmal einen ganz gewöhnlichen Tagesablauf ohne irgendwelche Produkte oder Kenntnisse aus naturwissenschaftlicher Herkunft vorstellen...

Stellenwert von Naturwissenschaft und Technik im Bildungswesen

Auch dürfte eigentlich klar sein, daß eine Hochindustrienation wie die ressourcenarme Schweiz ohne bestausgebildete Naturwissenschaftler und Techniker sowie ohne eine über minimalste Grundkenntnisse verfügende Bevölkerung (‹scientifically literate›) den Herausforderungen und den Erwartungen an das kommende Jahrhundert kaum genügen wird. Eine zentrale Frage für unser Bildungswesen ist ohne Zweifel, wie wir



Unvorstellbar, ein Leben ohne die Erkenntnisse und die Erzeugnisse der Chemie!

mit den Naturwissenschaften im Unterricht umgehen werden. Überfordern wir die Schüler? Werten wir die Naturwissenschaften aus Unverständnis ab? Oder beschäftigen wir uns lustvoll mit lebenswichtigen Themen und integrieren diese bestimmenden Faktoren der gesellschaftlichen Entwicklung?

Folgende Tatsachen sind zu bedenken: Die neuen Spitzentechnologien, die unsere Welt verändern, stammen aus dem mathematisch-naturwissenschaftlichen Bereich; dank des geweckten Umweltbewußtseins können ökologische und ökonomische Zusammenhänge in den Naturwissenschaften aufgezeigt werden; der Beschluß, in die Rahmenprogramme der Maturitätsschulen als vierten Lernbereich neben Kultur, Gesellschaft und Natur auch Technologie aufzunehmen, harrt noch der Verwirklichung. Somit steht fest, daß Mittel und Wege gesucht werden müssen, um trotz der schwindenden Dotation der Naturwissenschaften den neuen Anforderungen gerecht zu werden.

Wie stellt sich das st.gallische beziehungsweise das schweizerische Bildungswesen zu dieser Herausforderung?

Vergleicht man die Stundendotationen der einzelnen Fächer, so stellt man fest, daß die Naturwissenschaften im Durchschnitt – und vor allem im Vergleich mit anderen Ländern – mit wesentlich weniger Stunden auskommen müssen als die anderen Bereiche des Fächerkanons der Maturitätsanerkennungsverordnung (MAV): Physik und Chemie, zwei der elf Maturafächer, das sind 18 Prozent, erhalten zum Beispiel im Kanton St.Gallen von der 3. bis zur 7. Gymnasialklasse nur 13 von total 325 Semesterwochenstunden, das sind 8 Prozent.

Gemäß Art. 18 der Maturitätsanerkennungsverordnung müssen nur die Maturanden des mathematisch-naturwissenschaftlichen Gymnasiums (Typus C) eine Prüfung in einem naturwissenschaftlichen Fach (Physik) ablegen. Alle anderen Maturanden können die Mittelschulen erfolgreich durchlaufen, ohne je eine Maturaprüfung in einem naturwissenschaftlichen Fach zu bestehen: Gemäß Art. 20 der MAV muß der Unterricht in sämtlichen Prüfungsfächern bis zum Ende der gymnasialen Ausbildung geführt werden. In den andern Fächern – unter anderem in den Naturwissenschaften – darf der Unterricht jedoch zwei Jahre vorher aufhören. Dies bedeutet, daß an den Mittelschulen sämtliche Naturwissenschaften zwei volle Jahre vor der Matura als sogenanntes Propädeutikum abgeschlossen werden können (Ausnahme: Physik beim Typus C).

In manchen Kantonen mit überwiegend gebrochener Gymnasialausbildung (Sekundarschule und Kurzzeitgymnasium) sind die Sekundar-

schulmädchen, verglichen mit den Knaben, noch immer benachteiligt, sieht doch die Normalausbildung der Mädchen ab der zweiten Klasse keine Geometrie mehr vor, was den Einstieg ins Gymnasium fast verunmöglicht. Darüber hinaus enthält im Kanton St.Gallen die Stundentafel für die Mädchen während der ganzen dreijährigen Sekundarschulzeit für Physik und Chemie total nur gerade 4 Jahresstunden, das sind für zwei Fächer zusammen nur 4 Prozent des Gesamtpensums. Daher ist es ganz besonders notwendig, daß die gegenwärtig nichtkoordinierten, sektoriellen Lerninhalte dieser beiden Fächer möglichst bald fächerübergreifend integriert werden, unter Einbezug technischer und ökologischer Aspekte.

Im Lehrer-Bericht 1990, den jeder Mittelschullehrer alle vier Jahre zuhanden des Erziehungsrates verfassen muß, hat der Schreibende u.a., allerdings ohne jegliches Echo, auf die Auswirkungen der Technikfeindlichkeit auf die Schulen hingewiesen:

Während die Absolventen der Sozialwissenschaften und der Phil.-I-Fächer die höchsten Arbeitslosenquoten aller akademischen Berufe aufweisen, besteht in vielen Ingenieurberufen ein alarmierender Mangel. Diese für den Wohlstand der Schweiz sehr gefährliche Tatsache wird auf die wachsende Technikfeindlichkeit sowie auf die ‹Wurmfortsatz-Stellung› der Naturwissenschaften an den schweizerischen Mittelschulen zurückgeführt. Darum hat der *Bundesrat* in seiner Botschaft vom 28.März 1990 angekündigt, daß die Ziele: *‹Umwelt, Mensch und Technik›* in seiner Forschungspolitik für die neunziger Jahre den Vorrang haben sollen (u.a. Studien zum verbreiteten Abwehrreflex gegen die Technik, zur Effizienz der Ausbildungssysteme sowie Förderung der neuen Spitzentechnologien, hauptsächlich der Informations-, Material- und Biotechniken).

Dr. Albert Bodmer, a. Präsident der Schweizerischen Gesellschaft für Chemische Industrie, äußerte sich in seiner Präsidialansprache sehr besorgt über den zahlenmäßig ungenügenden Chemikernachwuchs: *‹Prekärer Mangel an Schweizer Fachkräften!...* Angesichts der überragenden Bedeutung, die die Forschung für die schweizerische chemische Industrie zweifellos hat, stellt sich somit bald einmal die Frage, wie lange diese Industrie in unserem Lande überhaupt noch bestehen kann... Es ist ein gesellschaftspolitisches Phänomen, daß die positiven Seiten dieses Industriezweiges als selbstverständlich hingenommen, jedoch in keinem Verhältnis zu allfälligen, diese Industrie betreffenden Unglücksfällen gewürdigt werden. *In einem solchen, von der öffentlichen Meinung negativ geprägten Umfeld ist es auch für die Lehrerschaft auf der Sekundar- und Gymna-*

sialstufe nicht einfach, die Schüler für das Fach Chemie zu begeistern... Die Motivierung der Jugendlichen ist auch insofern schwierig, als sich das *Studienbild Chemie* in den sechziger Jahren tatsächlich massiv geändert hat. Ursprünglich handelte es sich um eine vor allem auf Versuchen basierende Ausbildung: Im Laufe der allgemeinen technischen Entwicklung wurde aber das Fach Chemie mehr und mehr mit Theorie angereichert. Somit änderten sich aber auch die Studienpläne: *Physik-, Mathematik- und Informatikwissen wurden zu unabdingbaren Voraussetzungen. Zudem kommt der Bio- und der Molekularbiologie für das Chemiestudium immer größere Bedeutung zu.*›

Der Präsident der SGCI betont in seinem Präsidialbericht weiter: ‹Ein weiterer wichtiger Punkt auf der Stufe der Mittelschule bildet *die Gestaltung der Lehrpläne.* Aufgrund der momentan herrschenden gesellschaftlichen Strömungen ist auch im Bereich Schule und Erziehung eine Drift in Richtung Kultur, musische Aspekte, Ethik, aber auch Ökologie im weitesten Sinne festzustellen. *Bei allem Verständnis für diese Tendenzen darf darüber aber dennoch nicht vergessen werden, daß der Wohlstand, der diese Verlagerung der gesellschaftspolitischen Aspekte überhaupt erst ermöglicht, zuerst und vor allem von der Industrie erarbeitet und nun auch erhalten werden muß.* Gerade das heute vielerorts postulierte sogenannte qualitative Wachstum benötigt dringend exzellent ausgebildete Naturwissenschaftler. Es ist daher verhängnisvoll, *beim Aufbau der Lehrpläne an Mittelschulen* den an sich verbleibenden Freiraum immer weniger dafür einzusetzen, das Interesse der Jugendlichen für die Belange der Industrie im allgemeinen und für die Chemie und die Naturwissenschaften im besonderen zu fördern. *Die verantwortlichen Behörden in den Kantonen, vor allem die Erziehungsdirektorenkonferenz, sind aufgefordert, den Interessen der Volkswirtschaft und dem Fach Chemie im besonderen die ihnen zustehende Beachtung unbedingt zu schenken...* Ohne einen gewissen Grundstock an einheimischem Nachwuchs wird die Industrie in der Schweiz ihre Aktivität nur in ungenügendem Maße entfalten können. *Ohne eine gesunde Wirtschaft mit einer funktionierenden Industrie kann unser Staat jedoch längerfristig nicht prosperieren.*›

Oder sind für diese Zustände die Bibelworte verantwortlich: ‹Wer wenig hat, dem wird genommen, was er hat›? Denn eine besondere Schwierigkeit in der Erfüllung eines adäquaten Naturwissenschaftsunterrichtes liegt in der Tatsache, daß, wie bereits erwähnt, für die alten und neuen Aufgaben des naturwissenschaftlich-technischen Unterrichtes sowohl die Stundendotationen wie auch die Reglemente (Abwahl der Naturwissenschaften zwei Jahre vor der Matura usw.) zu wenig Zeit, Muße und

Bedeutung zustehen. *Da die Naturwissenschaftslehrer und die naturwissenschaftlich gebildeten Verantwortlichen für das Erziehungswesen stets eine Minderheit darstellen, zieht die Naturwissenschaft bei demokratischen Ausmarchungen praktisch immer das kürzere Los: Eine ungünstige und ungerechte Rahmenbedingung für Reformen im naturwissenschaftlich-technischen Bereich!*

2.4. Zusammenfassung

Es muß festgehalten werden, daß die Stundendotationen weder der Bedeutung noch dem Auftrag der naturwissenschaftlichen Fächer entsprechen. Der naturwissenschaftlich gebildete Laie gewinnt in unserer direkten Demokratie zunehmend an Bedeutung. Der Souverän entscheidet immer häufiger auch über naturwissenschaftliche und ökologische Sachfragen. Man sollte ihm daher einen naturwissenschaftlich-technischen Sachverhalt so weit erklären können, daß er sich ein eigenes Urteil bilden kann. Vor diesem Hintergrund und angesichts der Forderung, in dem Naturwissenschaftsunterricht vermehrt Aspekte der Ökologie und der Technologie aufzunehmen, ist die Frage zu prüfen, ob diesen Fächern nicht mehr Gewicht zu geben wäre als in den letzten Jahrzehnten. Gegenwärtig ist leider in katastrophaler Weise das Gegenteil zu beobachten:

- Im sich immer mehr ausbreitenden gebrochenen Bildungsweg (in Sekundar- und Maturitätsschule getrennt) werden die Bildungsinhalte in den Naturwissenschaften immer weniger abgestimmt, ja nicht einmal abgesprochen, so daß damit an der Mittelschule von vorn begonnen werden muß.
- Die vom St.Galler Regierungsrat beschlossene Reduktion der Mittelschulzeit auf vier Jahre (und die bevorstehende Kürzung der Schulwoche auf fünf Tage) trifft die ‹Habenichtse› an Pensenzuteilung wie z.B. Chemie mit 5,5 bis 7,5 Jahreswochenstunden viel härter als die gut dotierten Fächer, die mit 16 bis 21 Jahreswochenstunden, wie beispielsweise Deutsch und die Fremdsprachen, viel mehr Spielraum haben.
- Wenn es nach dem Willen gewisser Pädagogen ginge, würde in Zukunft auch beim Mittelschullehrer – ähnlich wie beim Sekundarlehrer – die pädagogische Ausbildung auf Kosten der wissenschaftlichen Ausbildung wachsen, was die wissenschaftliche Kompetenz sehr in Frage stellen würde.
- Der Vorstand der schweizerischen Gymnasialrektoren-Konferenz möchte sogar durchsetzen, daß zur Angleichung an die Europäische

Gemeinschaft die Zahl der Maturitätsfächer reduziert werde. Im Gegensatz zu den EG-Staaten jedoch, die Physik, Chemie und Biologie als eigenständige Fächer führen, möchte er für das Maturazeugnis Chemie und Biologie zu einem Fach vermosten. Noch idealer wäre für diese Kreise die Reduktion von Physik, Chemie und Biologie zu einem Fach Naturwissenschaften. Damit hat der Vorstand der Gymnasialrektoren bewiesen, daß sich in der Schweiz der Graben zwischen den beiden Kulturen dank der Literaten leider noch vertieft.

Eine Kürzung der Naturwissenschaften und besonders der Chemiestundenzahl hätte zur Folge, daß der schon jetzt kaum exemplarische, sondern eher schon fragmentarische Chemieunterricht in seiner allgemeinbildenden Form noch mehr in Frage gestellt würde. In unserer Zeit muß der naturwissenschaftliche Unterricht im Hinblick auf die existentiellen Probleme möglichst bald ausgebaut werden. Dies um so mehr, als die Mittelschule für die meisten Akademiker die letzte Möglichkeit ist, wissenschaftlich über technologische und ökologische Zusammenhänge informiert zu werden.

Die folgenden Tabellen illustrieren Teilaspekte des Gesagten:

1. Die Naturwissenschafts-Dotationen in den einzelnen Kantonen

Die Naturwissenschafts-Dotationen, Biologie, Chemie und Physik, in *Jahreswochenlektionen* sind von Kanton zu Kanton und teilweise von Mittelschule zu Mittelschule stark verschieden. Gemäß einer Zusammenstellung der EDK beträgt die *durchschnittliche Anzahl der Jahreswochenlektionen Naturwissenschaften* (Biologie, Chemie, Physik) *in den sechs Jahren vor der Matura* für

die Typen A, B, D, E	ca.	21,0 JWL
	Max.	25 JWL
	Min.	17 JWL
	Schwankungsbreite ca.	$^1/_3$
den Typus C	ca.	29,3 JWL
	Max.	35 JWL
	Min.	22 JWL
	Schwankungsbreite >	$^1/_3$

Da in der Zusammenstellung alle Lektionen 6 Jahre vor der Matura aufsummiert werden, sind für die Maturitätsschulen des Kantons St.Gallen auch die Naturwissenschaftsstunden der Sekundarschule mitgezählt.

Dies verfälscht das Bild, da, wie bereits erwähnt, dieser Unterricht kaum auf die Mittelschule übertragen werden kann, weil zwischen den beiden Schulstufen keine Koordination angestrebt wird.

2. Die mittlere Pensenzuteilung für die Maturitätsfächer der Schweiz
Die *mittlere Pensenzuteilung für die Maturitätsfächer* der Schweiz (siehe graphische Darstellung) zeigt, daß die *typenspezifischen Fächer* für

– den Typus B	Latein	mit 29	JWL
– den Typus E	Wirtschaftswissenschaften	mit 24	JWL
– den Typus C	Mathematik mit zusätzlichen	8,5	JWL
	Naturwissenschaften		
	mit zusätzlichen	8	JWL

den Typus prägen.

Der Neue Lernbereich gemäß MAV,		
die Technologie, hat bis heute	0	JWL

Während also bei den Maturitätstypen B und E gewichtige, typenspezifische Fächer mit

29 JWL Latein für den Typus B
24 JWL Wirtschaftswissenschaften für den Typus E *das Gepräge*
geben, stehen beim Typus C nur gerade
8,5 JWL mehr Mathematik und
8 JWL mehr (Physik, Chemie, Biologie) Naturwissenschaften
zur ‹Prägung› zur Verfügung.

Zu diesem Tatbestand sagte Prof. P. Bützer:

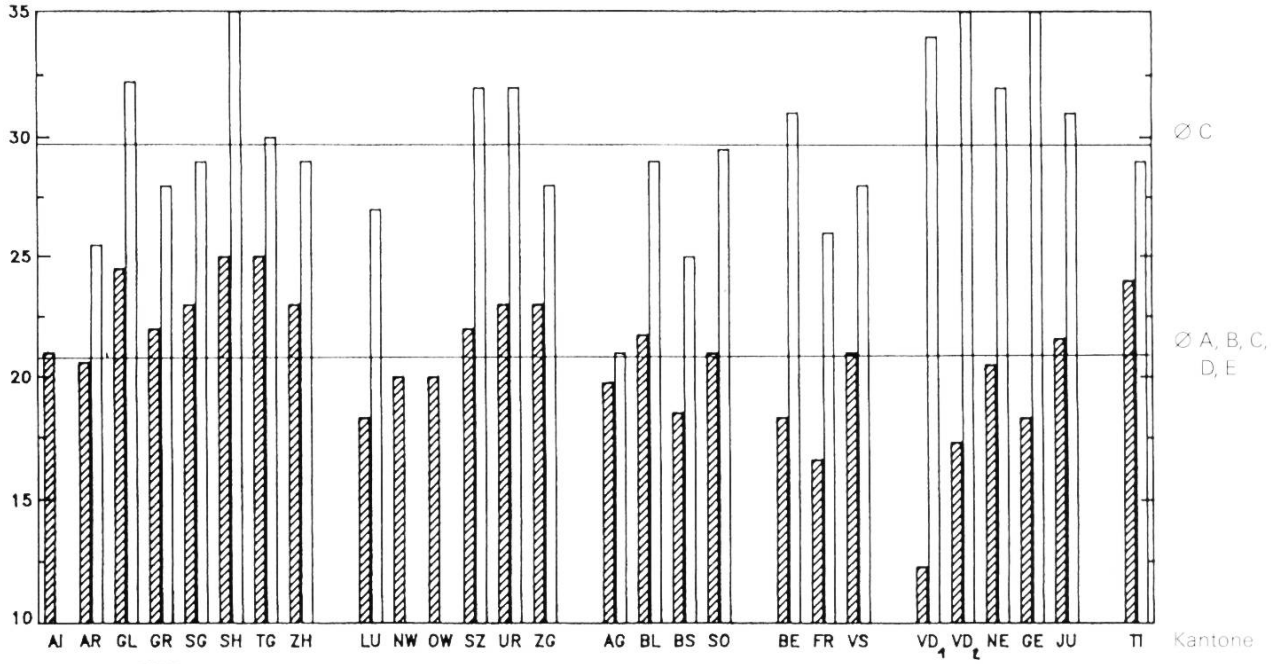
‹Von einer naturwissenschaftlichen Abteilung zu sprechen ist eine rhetorische Meisterleistung. Die Abkürzung t für technische Abteilung ist als Steigerung eine Irreführung.› (Tabellen S. 164)

3. Vergleich der mathematisch-naturwissenschaftlichen Pensen an der alten Oberrealschule (technische Abteilung) bis Ende der sechziger Jahre mit denjenigen des mathematisch-naturwissenschaftlichen Gymnasiums der achtziger Jahre. Der Vergleich der beiden Stundentafeln aus dem Jahre 1955 respektive 1985 zeigt, daß beim Übergang von der alten Oberrealschule zum eidgenössisch anerkannten Maturitätstypus C mathematisch-naturwissenschaftliches Bildungsgut geopfert werden mußte.

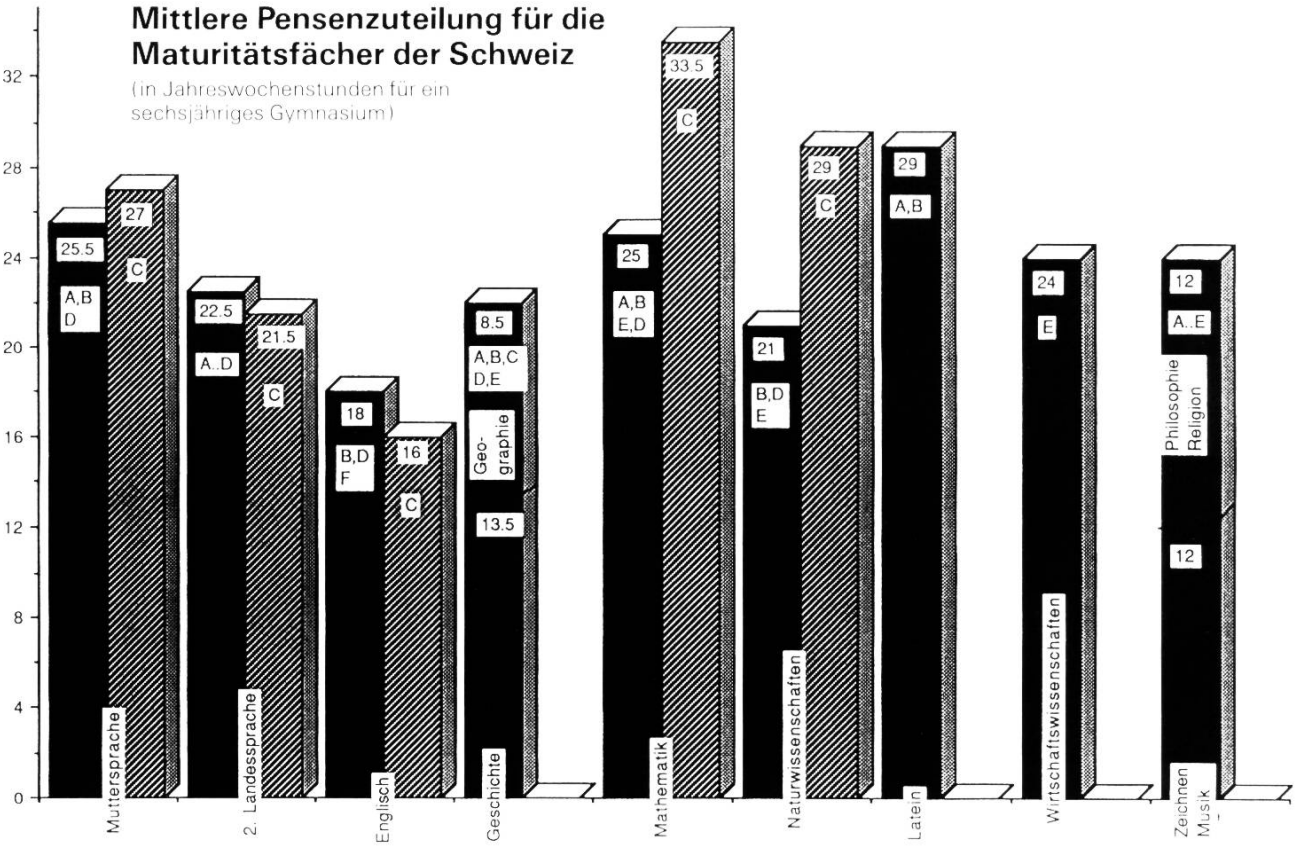
Naturwissenschaften (Biologie, Physik und Chemie)

Total Lektionen 6 Jahre vor der Matur

Jahreswochenlektionen



Quelle: EDK



Semesterwochenstunden:	*1955*	*1985*	*Verlust in %*
Mathematik, DG, Informatik	72	60	ca. 17%
Naturwissenschaften:			
Biologie, Physik, Chemie	53	50	ca. 6%

(Tabellen S. 166/167)

4. Ein Vergleich der Pensenzuteilung für das Langzeit- und Kurzzeitgymnasium im Kanton Zürich

Wie aus der Abbildung ersichtlich wird, ist die für die Naturwissenschaften zur Verfügung stehende Zeit im Vergleich zu den anderen Fächern äußerst knapp. Daher ist eine Koordination und Absprache mit der vorangehenden Sekundarschule besonders wichtig.

Wenn man nun zusammenfassend bedenkt, welche Bedeutung die Chemie im Guten wie im Bösen für jeden einzelnen Menschen, für die Gesellschaft insgesamt und ganz besonders für die Schweiz hat, kann man sich über diesen grotesken Zustand nur wundern. Sind die Schweizer ein Volk von chemischen Ignoranten, das weitgehend von der chemischen Industrie lebt? (Tabelle S. 169)

3. Rückblick auf 40 Jahre Chemieunterricht

3.1. Einige Gedanken zur Wissenschaft Chemie

‹L' histoire des sciences est l'un des plus beaux chapitres de l'histoire de l'esprit humain.› *E. Picard (1856–1941)*

‹Die Geschichte einer Wissenschaft ist die Wissenschaft selbst.›
J. W. Goethe

‹La Chimie marche vers son but et vers sa perfection en divisant, subdivisant et resubdivisant encore, et nous ignorons quel sera le terme de ses succès.› *Lavoisier (1743–1794)*

Prof. E. Schumacher, Universität Bern, sagt über die Wissenschaft Chemie:

‹Der Zugang zur Chemie scheint in besonderem Maße schwierig zu sein.›

Ihre autochthonen Begriffsbildungen, Gesetzmäßigkeiten und abstrakte Sprache stammen aus einem Erkenntnisprozeß, der durch eine charakteristische Dualität von Erkenntnisebenen ausgezeichnet ist: Wir beobachten Stoffumwandlungen in der Natur und im Laboratorium, beschreiben und ordnen sie als makroskopische Erscheinungen in der unseren Sinnes-

Übersicht
über die Fächer- und Stundenverteilung an der *Oberrealschule Kanton St.Gallen*, 1955. Typus C.

Obligatorische Fächer	1		2		3		4		5	Sem.
	S	W	S	W	S	W	S	W	S	
Religion	2	2	2	2	2	2	2	2	1	17
Deutsche Sprache	5	5	4	4	4	3	4	4	4	37
Französische Sprache	5	5	4	4	3	4	4	4	4	37
Italienische oder englische Sprache	3	3	3	3	2	3	3	—	—	20
Geschichte	2	2	2	2	2	2	2	2	2	18
Staatskunde	—	—	1	—	—	—	1	1	—	3
Geographie (s. Regl. v. 20. Jan. 1925)	2	2	2	2	1	1	1	—	2	13
Mathematik (Algebra und Geometrie)	6	6	5	5	5	5	4	5	5	46
Linearzeichnen und darst. Geometrie	1	2	3	3	3	3	3	2 + 2*	4	26
Naturkunde mit Prakt. und Mineralogie	2	2	2	2	2	1	2	1+1*	2	17
Physik mit Praktikum	—	—	3	3	3	3	2	3	2+1*	20
Chemie mit Praktikum	—	—	—	—	2	2	2	3+2*	3+2*	16
Zeichnen	2	2	2	2	2	2	2	—	—	14
Gesang	1	1	—	--	1	1	1	1	—	6
Turnen	2	3	2	3	2	3	2	3	3	23
Anzahl der obligat. Wochenstunden	33	35	35	35	34	35	35	36	35	**313**
Fakultative Fächer										
Stenographie	2	2	—	—	—	—	—	—	—	4
Praktische Geometrie (Feldmessen)	—	—	—	1	2*	—	—	—	—	3
Buchhaltung	—	—	—	—	—	2	—	—	—	2
Philosophie	—	—	—	—	—	—	1	1	—	2
Italienisch oder Englisch, Konversation	—	—	—	—	—	—	—	1	—	1
Italienisch oder Englisch (Freikurs)	—	—	—	—	2	2	2	2	2	10
Zeichnen (Kunstgeschichte)	—	—	—	—	—	—	—	—	2	2
Wochenstunden im Maximum	35	37	35	36	38	39	38	40	39	**337**

Anmerkung: * Eventuell in 2 Gruppen zu erteilen.

Kanton St.Gallen, 1985. Übersicht über die Fächer- und Stundenverteilung am Mathematisch-naturwissenschaftlichen Gymnasium.

STUNDENTAFEL

TYPUS C

		1t		2t		3t		4t		5t	
		SS	WS	SS	WS	SS	WS	SS	WS	SS	Total
Religion		2	2	2	2	2	2	2	2	1	17
Philosophie	o	-	-	-	-	-	-	-	2	2	4
Deutsch	o	5	5	4	4	3	3	4	3	4	35
Französisch	o	5	5	4	4	3	3	3	3	3	33
Englisch/Italienisch	o	5	5	4	3	3	3	3	3	3	32
Geschichte	o	2	2	2	2	2	2	2	2	2	18
Staatskunde	o	-	-	-	-	-	-	-	1	1	2
Wirtschaftskunde		-	-	-	-	2	-	-	-	-	2
Geographie	o	2	2	2	2	2	2	-	-	-	12
Mathematik	o	6	6	4	4	5	5	4	4	6	44
Informatik		-	-	2	-	-	-	-	-	-	2
Darst. Geometrie	o	-	-	2	2	3	3	2	2	-	14
Biologie	o	2	2*	2	2	2	2	2	2	-	16
Physik	o	-	-	3	3	2	3*	3	2	3*	19
Chemie	o	-	-	-	3*	2	3*	3*	2	2	15
Linearzeichnen		2	2	-	-	-	-	-	-	-	4
Zeichnen	o	2	2								
oder				2	2	2	2				14
Musik	o	1	1								
Turnen		3	3	3	3	3	3	3	3	3	27
Wahlpflichtfächer		-	-	-	-	-	-	4	4	4	12
Total		37		36		36		35		34	

o Promotionsfächer

* 1 Lektion Praktikum

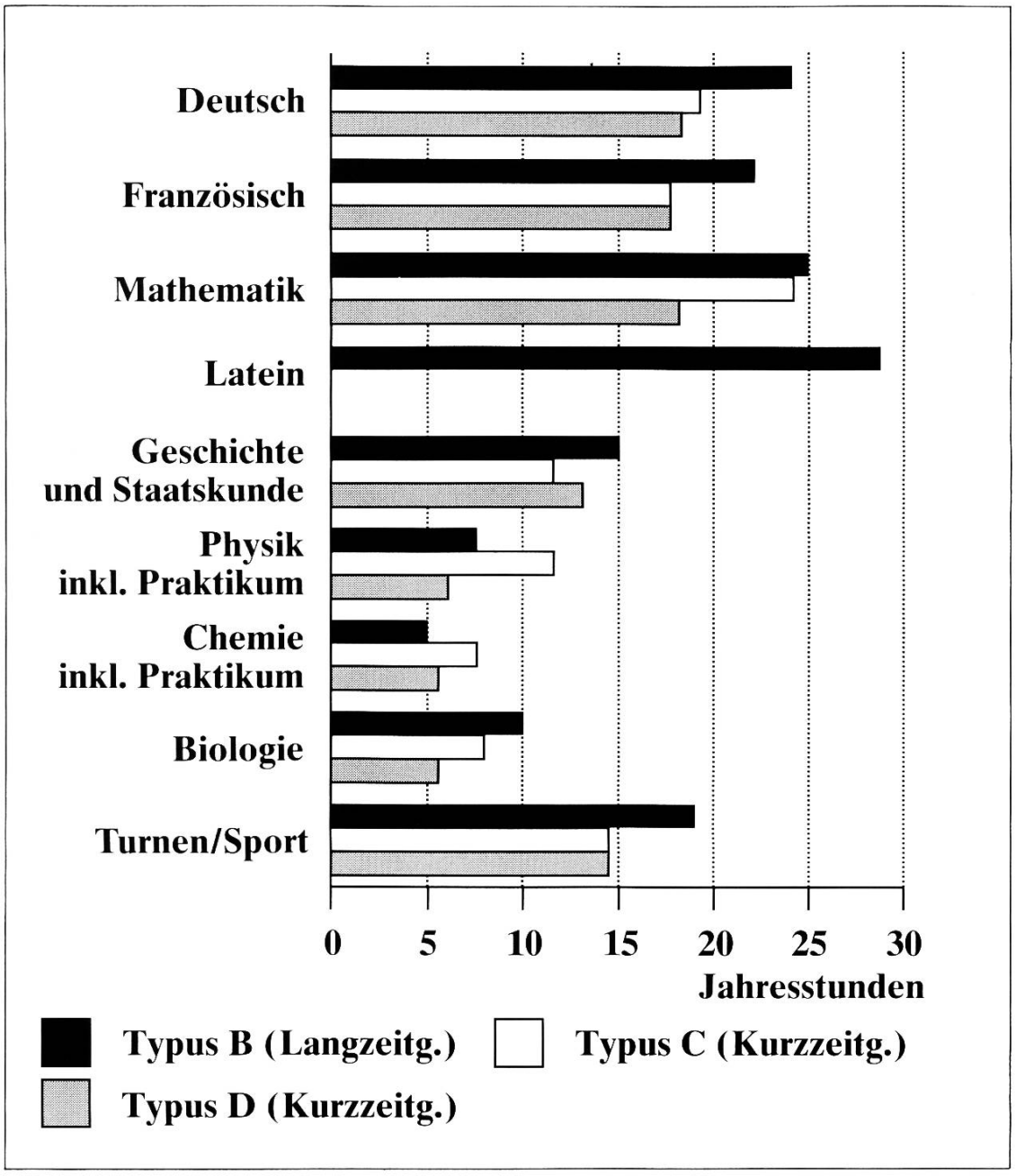
\- Das Mittel der Zeugnisnoten dieser Semester ist die Erfahrungsnote für die Matura

wahrnehmungen zugänglichen Welt, deuten und formulieren sie jedoch in präziser Weise auf der Ebene atomarer Dimensionen und Gesetzmäßigkeiten. Dem Eingeweihten wird dieser ständige Wechsel der Optik kaum zum Problem, weil er sich jahrelang darin geübt hat. Für den interessierten Zeitgenossen, der rasch erfahren möchte, «was Chemie ist», kann dieser Prozeß eine Schranke bedeuten, vor der er häufig resigniert umkehrt.

Es gibt eben keinen raschen Weg, Chemie zu verstehen. Man kommt nicht dazu, ohne ihre Sprache zu lernen. Der Chemiker muß seinen Verstand und seine Beobachtungsgabe schärfen, um den Weg von den Tatsachen bis zur Erkenntnis einer neuen Gesetzmäßigkeit seiner selbst bewußt, und selbst alle Schritte profund, zurückzulegen. Er vermag seine Ergebnisse in einer Sprache zu formulieren, die keine Mißdeutung offenläßt, in der Experiment, Befunde, Interpretationen und Folgerungen logisch einwandfrei auseinandergehalten werden können. Vielleicht erweitert er durch seine Arbeit unser Wissen von der Natur oder korrigiert er eine bisher als richtig angenommene Vorstellung. Dann hat er einen Forschungsbeitrag geleistet und ein Stück Wahrheit gefunden. Er wird nicht zögern, dies der Fachwelt mitzuteilen und sich damit der internationalen Kritik auszusetzen...

Worin besteht der Weg des Chemikers? Er heißt Beobachtung, Ordnung der Befunde, Entdecken von Regelmäßigkeiten, Hypothese zur Deutung der Regelmäßigkeiten und zur Verknüpfung zwischen neu gefundenen und bekannten Befunden, Abstraktion vom Besonderen zur Formulierung der allgemeinen Zusammenhänge, mathematische Deduktion, Kombination aller dieser Teile zu einer Theorie, deren Voraussagen experimenteller Prüfung zugänglich, d.h. falsifizierbar, sein müssen. Das entscheidende Merkmal dieses Weges ist die Tatsache, daß seine Weisung nur durch kreative Leistung, oft durch den glücklichen Einfall, die Intuition des Forschers verstanden werden kann. Die Natur kommt uns kein bißchen entgegen. Sie spielt ein äußerst kompliziertes Spiel, das wir in günstigen Fällen präzise beobachten können. *Unsere erste Aufgabe ist es, die Spielregeln herauszufinden.*

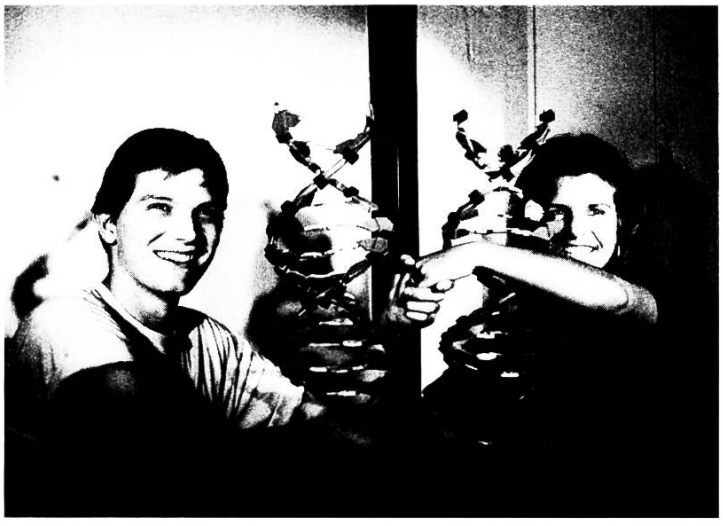
Erst dann können wir auf das Spiel Einfluß nehmen und vielleicht gewinnen. Dies ist ungemein viel schwieriger als die Teilnahme an menschlichen Spielen, heißen sie nun Politik, Wirtschaft, gesellschaftliche Dynamik oder Schach. Wir nehmen an, daß im Kosmos ein vernünftiges und ehrliches Spiel abläuft, und hoffen, daß wir intelligent genug sind, es in den wesentlichen Zügen beizeiten zu durchschauen. *Die Dringlichkeit ist*



Die für die Naturwissenschaften zur Verfügung stehende Zeit ist im Vergleich zu den anderen Fächern äußerst knapp, wie aus der Abbildung ersichtlich ist (Zahl der Wochenstunden/Fach × Unterrichtsdauer in Jahren an den Zürcher Kantonsschulen).

offensichtlich: Wir wissen aus der biologischen Evolution, daß die Natur jede Spezies auslöscht, die in der Wahrnehmung des logischen Musters ihrer Existenz nicht weit genug kommt. Unsere Art ist sicher noch nicht weit genug, und was schwerer wiegt, sie hat noch keine funktionierenden Mechanismen entwickelt, um aus ihrem Wissen, d.h. ihren Wissenschaften, rationale Konsequenzen für ihr Handeln zu ziehen. *Der Kompaß ist da.* Ihm zu folgen ist nicht leicht. Ein Einzelner vermag sich je nach Situation bis zu einem gewissen Ausmaß Illusionen über sein Dasein leisten. Die Spezies kann nur überleben, wenn sie die Fakten kennt und folgerichtig handelt.›

Seit Albert Einstein weiß man, daß es keinen grundsätzlichen Unterschied zwischen Materie und Energie geben kann. Auf unserer Erde ist geistiges Leben immer an Materie geknüpft. Dies hat daher die Neugierde des Menschen an der stofflichen Welt geweckt. Man möchte hinter die Kulissen der Natur schauen, wissen, was die Welt im Innersten zusammenhält. Die Chemie spielt dabei mit anderen Wissenschaften eine dominierende Rolle, weil sie uns die Fakten über die Beziehungen Mensch/Materie liefert. *Echte Forschung vertieft diese Kenntnisse zum Nutzen der Menschheit.* Mit jedem Baustein Wahrheit, mit jeder Korrektur bisheriger Vorurteile und Aberglauben werden wir etwas besser gerüstet, grobe Fehler zu vermeiden. Hierfür ist noch ungeheuer viel zu tun. Doch genügen die Fortschritte der Naturwissenschaften allein nicht. Wir alle müssen in vermehrtem Maße auch lernen, die wissenschaftliche Ethik in unserem Handeln zu praktizieren. *Die Chemie ist wie jede Wissenschaft a priori weder gut noch schlecht.* Es existieren keine guten oder bösen Atome. Wie überall trägt auch hier der Mensch die Verantwortung. Die positive Seite



Der Bauplan des Menschen ist auf sogenannten DNS-Molekülen festgehalten, welche als das materielle Fundament der Menschheit bezeichnet werden können.

der Chemie gerät leider durch die Überbevölkerung und die wachsenden materiellen Ansprüche, das heißt durch den maßlosen, überdimensionierten Anwendungszwang hochwirksamer Produkte, ins Wanken. *Der Dämon ist darum weder die Naturwissenschaft noch die Technik, sondern der Mensch allein.*

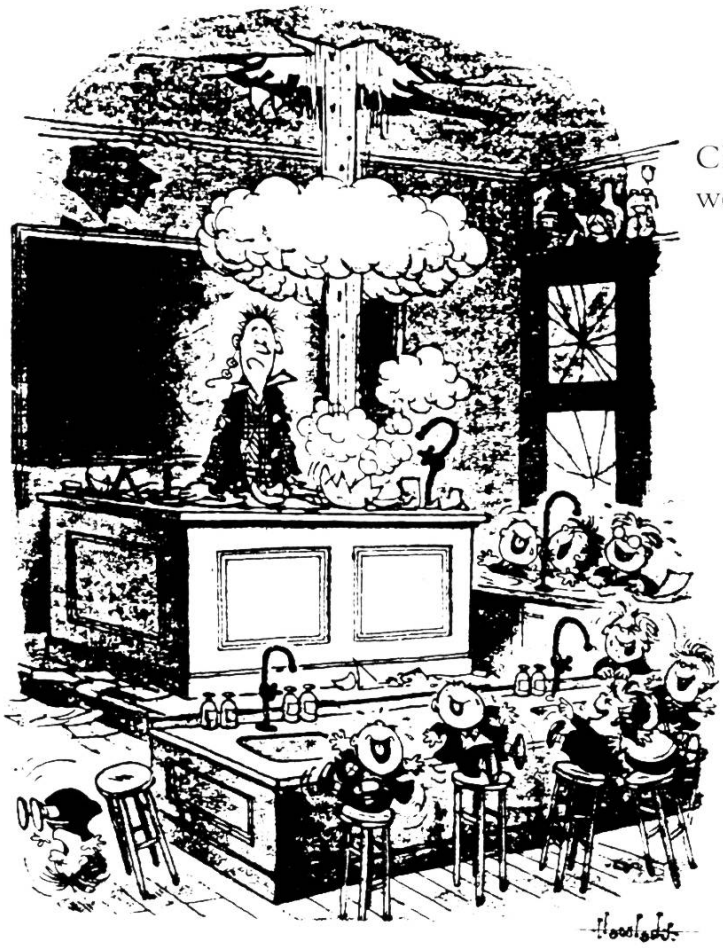
Der Versuch, den Menschen über die Irrationalität zu manipulieren und zu mißbrauchen, ist heute wieder besonders intensiv. Die naturwissenschaftlichen Gesetzmäßigkeiten beruhen auf dem Rationalitäts-Prinzip. *Mit naturwissenschaftlichem Denken könnte daher der gefährliche Hang der Jugend zu Aberglauben und anderen Heilslehren vermindert werden,* denn mit dem Licht der Vernunft gelingt die Ausleuchtung scheinbarer Transzendenz. – Fürwahr, der Bildungsauftrag der Chemie ist vielseitig und komplex; schade, daß für die Erfüllung zu wenig Zeit und Muße zur Verfügung stehen.

3.2. Der Chemieunterricht in den fünfziger Jahren

Anfangs der fünfziger Jahre genoß der Schreibende an der Kantonsschule St.Gallen einen Chemieunterricht, der ihn faszinierte und zum Chemiestudium anregte. Er bestand, wie an den meisten Mittelschulen jener Zeit, in einer breit ausgelegten Stofflehre, die unter den Aspekten Vorkommen, Eigenschaften, Herstellung und Verwendung in Form von Mosaiksteinchen, jedoch ohne theoretischen Zusammenhang, auswendig gelernt werden mußte. Das Atommodell von Dalton wurde als Voraussetzung und auch als Mittel zum Zweck für die Stöchiometrie, die damit einen zentralen Platz einnahm, nach vielen Aspekten durchexerziert. *Der Abschluß und Höhepunkt dieser Mittelschulchemie gipfelte in der Betrachtung der Gesetzmäßigkeiten des Periodensystems und im Bohrschen Atommodell.*

Als begleitendes, fakultatives Lehrbuch diente die ‹Allgemeine und anorganische Chemie› von Th. Reber, welches in der Reihe ‹Forschung und Leben› 1950 publiziert wurde. Der Autor schrieb in seinem Vorwort: ‹Die Hunderttausende von Stoffen und die Millionen von Vorgängen, die in den chemischen Bibliotheken beschrieben sind, gleichen in dieser Hinsicht den verschiedenartigen Bäumen eines mächtigen Waldes mit Erhebungen, Senkungen, Wegen, Dickicht und Lichtungen. Um sich darin zurechtzufinden, muß man Richtungen kennen, dem Verlauf der Wege folgen und die auffallenden Stellen beachten.›

Diese Gedanken vom Autor geben sehr schön meine Eindrücke wieder, die ich beim damaligen Chemieunterricht empfand. Da ich nie gerne



Chemie ist, ...
wenn es knallt und stinkt!

auswendig lernte, beflügelte mich die *Idee, daß es möglich sein müßte, die vielen unzusammenhängenden Fakten mit Theorien sinnvoll zu verbinden.* Darum wollte ich Chemie studieren.

Aus dem Titel des Buches ‹Allgemeine und anorganische Chemie› geht ein weiteres Charakteristikum jener Zeit hervor: *Im Mittelschulunterricht gab es kaum Platz und Zeit für die so wichtige organische Chemie.*

Dies bedeutet, daß damals der Chemielehrer keine Brücken zur Biologie, zur Ernährungslehre, zur Hygiene u.a.m. schlug. Bei jener Stoff-Chemie war es auch durchaus möglich, ohne großen Verlust an chemisch-naturwissenschaftlichem Verständnis, Teile des Pensums wegzulassen, d.h., exemplarisch zu unterrichten. *Das deduktiv-theoretische Chemiegebäude stand im Mittelschulunterricht jener Zeit noch nicht.*

3.3. Der Chemieunterricht in den sechziger und den siebziger Jahren

Im Jahre 1960 beschloß die Vereinigung Schweizerischer Naturwissenschaftslehrer, an Stelle des bisherigen Chemielehrmittels für Mittelschulen zwei neue Chemiebücher herauszugeben: *Den ‹dicken› und den ‹dünnen› Christen, und damit begann für die Mittelschulchemie eine neue Ära.* Sie

wurde eingeleitet durch zentrale schweizerische Fortbildungskurse, die materiell von der chemischen Industrie und wissenschaftlich von hervorragenden Hochschulprofessoren, besonders von *Prof. E. Schumacher,* damals Universität Zürich, getragen wurden. Er war kurz zuvor von einem Studienaufenthalt in den USA zurückgekehrt und stellte das Kimball-Bindungsmodell, das heutige Kugelwolkenmodell, vor. In seinem Vorwort zum Chemiebuch ‹Allgemeine Chemie› von H.R. Christen, das 1963 erschien, schrieb Prof. E. Schumacher: *‹Es ist eine urmenschliche Eigenart, sich über Gesetzmäßigkeiten zu wundern und ihre Ursachen zu ergründen.* Sobald er damit beginnt, gestaltet der Naturwissenschaftler ein geistiges, modellmäßiges Abbild der Natur. In diesem werden die Gesetzmäßigkeiten als Wechselspiel von Modellbestandteilen verstanden und können daraus abgeleitet werden.› Mein Traum vom deduktiv-theoretischen Gebäude begann mit dem Chemiestudium und den ersten Lehrjahren als junger Chemielehrer an der Kantonsschule St. Gallen Gestalt anzunehmen.

Der zweite große Impuls kam während meiner Studienzeit vom generationenprägenden Lehrbuch ‹General Chemistry›, verfaßt vom *Nobelpreisträger Linus Pauling, USA*, welches 1955 in die deutsche Sprache übersetzt worden war. Er beschreibt in seinem Vorwort den großen Schritt von der additiven Stoffchemie zur allgemeingültigen Chemie folgendermaßen:

‹Vor wenigen Jahrzehnten konnte man die Chemie noch in verschiedene Spezialgebiete einteilen, deren Studium Kenntnisse auf den anderen Gebieten kaum erforderte. So hatten die Methoden und Theorien der organischen Chemie wenig gemein mit denen der anorganischen oder der physikalischen Chemie. Der Student konnte daher tief in den organischen oder in den anorganischen Teil der Chemie eindringen, ohne mit ihren anderen Zweigen in nähere Berührung zu kommen.

Heute hat sich die Situation erheblich geändert. Die Entwicklung der Chemie hat zu einer engen und fruchtbaren Vereinigung der verschiedenen Zweige geführt. Das theoretische Gerüst der modernen Chemie ist nun das gleiche für die anorganische wie die organische, die physikalische und die analytische Chemie.

‹Die Entwicklung der chemischen Theorie in den letzten Jahrzehnten hat nunmehr eine geeignete Grundlage für das Studium der Chemie als Ganzes geschaffen. Unsere Kenntnis der Elektronenstruktur von Molekülen erfaßt gleichermaßen anorganische Komplexe wie organische Verbindungen. Ich bin der Ansicht, daß eine Behandlung der Molekularstruktur, die vom Atombau ausgeht, für jeden Studenten die beste Einführung in die Chemie darstellt.›

Der Chemiker, Architekt mit Mikrokosmos.

Ohne den Zauber der Induktion, des Intuitiven zu verlieren, wurde die Chemie, ähnlich wie die Physik, zu einer Wissenschaft, die dank des theoretischen Gebäudes es gestattet, die vielen Fakten und Reaktionen zu ordnen und neue Folgerungen – wenigstens teilweise – deduktiv zu ziehen. So haben Physik und Chemie unter den Naturwissenschaften eine besondere Stellung erhalten, weil sie sich nicht mit einem besonderen Objekt (z.B. der Erde) oder einem begrenzten Gebiet (z.B. den Organismen) beschäftigen, sondern ganz allgemein den Aufbau, die Eigenschaften und das Verhalten der Materie beschreiben. Ihr Studium dient als Grundlage für alle naturwissenschaftlichen Disziplinen.

3.4. Der Chemieunterricht steht vor neuen Aufgaben

Bereits in den siebziger, besonders jedoch während der achtziger Jahre kamen *viele neue Impulse und Aufgaben* zum ‹normalen› Chemieunterricht hinzu. Um nur einige davon anzudeuten:

- Die exponentiell wachsende *Bedeutung von Biochemie und Biotechnologie.*
- Die begrüßenswerte Einsicht der Eidgenössischen Maturitätskommission, daß die drei Bildungsbereiche Kultur, Natur und Gesellschaft *durch den Bereich Technik ergänzt* werden müssen.
- Die explosionsartige *Anwendung der Computertechnik* in Forschung, Lehre und Produktion, besonders auch beim CAD von Molekülmodellen.
- Die *Ökologie* als wichtige Aufgabe nicht nur der Wissenschaftler, die an einer Verbesserung der Umweltbedingungen seit Jahrzehnten arbeiten, sondern auch der Erzieher und der Politiker.
- Die *Einführung des Giftgesetzes* und damit die gesetzlichen Randbedingungen für die Handhabung und Aufbewahrung giftiger Stoffe.
- Die äußerst wichtige *Forderung nach mehr Interdisziplinarität und vernetztem Denken* auf allen Stufen des Bildungswesens.
- *Die 10 Thesen zum heutigen Zweckartikel der Maturitätsanerkennungsverordnung* mit breitestem Bildungsziel (vgl. den Anhang).

Diese unvollständige Zusammenstellung neuer, harrender Aufgaben, die vom Chemieunterricht allein oder gemeinsam mit anderen naturwissenschaftlichen Fächern gelöst werden sollten, beweist einerseits die Dynamik des Faches, zeigt aber auch seine Grenzen infolge der zu geringen Stundendotation.

Der moderne Chemieunterricht der letzten Jahrzehnte hat aus einem additiven Stoffmosaik ein kohärentes Wissenschaftsgebilde gebaut, zu dessen Verständnis die wenigen Jahreswochenstunden Unterricht eine minimale Voraussetzung sind. Es ist ein Privileg der Schulchemie, daß sich das eine aus dem anderen ergibt. Hier ist daher der Ruf nach Kürzungen im Stoffpensum durch das exemplarische Prinzip nicht durchführbar.

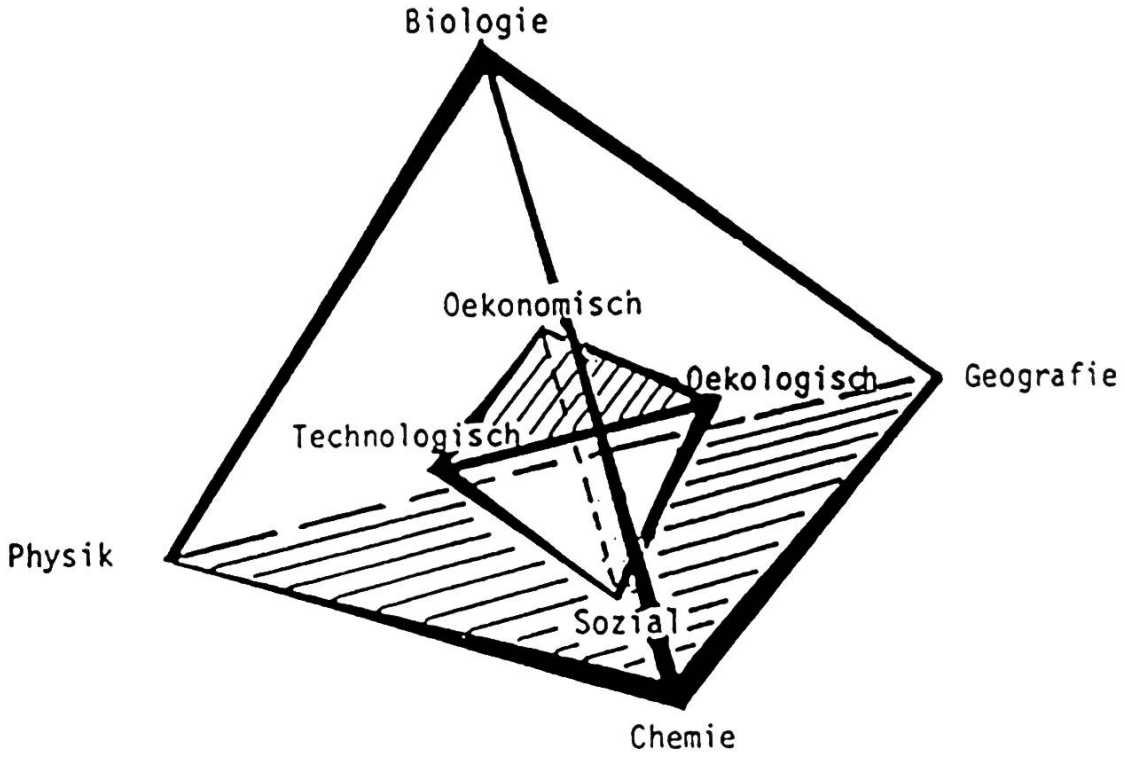
Die einzige Möglichkeit, einen Teil der neuen Anforderungen wenigstens teilweise in die Tat umzusetzen, besteht in einem zusätzlichen interdisziplinären Fach, das wir nach dem angloamerikanischen Sprachgebrauch integrierte Naturwissenschaft nennen.

4. Integrierte (Natur-)Wissenschaft, eine wiederentdeckte Methode zur besseren Bewältigung der vernetzten Probleme von heute

Der integrierte Naturwissenschaftsunterricht (INU) soll *in Ergänzung* zum bestehenden, keine Kürzungen ertragenden Fachunterricht mithelfen, die unter Punkt 3.4 angetönten neuen Aufgaben optimal anzupacken und unter technologischen, ökologischen, ökonomischen und sozialen Gesichtspunkten in vernetzter Betrachtungsweise zu behandeln.

Definition der integrierten Naturwissenschaft

Unter integrierter Naturwissenschaft versteht man die inhaltliche wie organisatorische Integration der naturwissenschaftlichen Fächer Physik, Chemie, Biologie und Geographie. Sie gestattet eine ganzheitliche, themenzentrierte Betrachtungsweise der Natur und kommt der Zielsetzung einer möglichst breiten Ausbildung, eines ‹Studium generale›, auf dem mathematisch-naturwissenschaftlichen Bereich entgegen.



Integrierter Naturwissenschaftsunterricht: Themenzentrierte, ganzheitliche und vernetzte Betrachtungsweise von Natur, Technik und Gesellschaft.

Aus der Geschichte der Naturwissenschaften wird deutlich, daß es zu ihrer Aufspaltung in Physik, Chemie, Biologie usw. vor allem aus Gründen der Spezialisierung gekommen ist, weil die Einzelwissenschaften leichter überschaubar sind. Eine solch weitgehende Spezialisierung wird in der Schule dabei nicht nachvollzogen (und kann nicht nachvollzogen werden). Es ist also vernünftig zu prüfen, inwieweit es aus didaktischen Gründen sinnvoll ist, den Unterricht in den Naturwissenschaften in einzelne Fächer zu trennen.

Ziele des integrierten Naturwissenschaftsunterrichtes

Der integrierte Naturwissenschaftsunterricht möchte die einzelnen naturwissenschaftlichen Disziplinen sinnvoll ergänzen und anhand von besonders geeigneten Themen die *themenzentrierte, ganzheitliche und vernetzte Betrachtungsweise von Natur, Technik und Gesellschaft verstärken.*

Im integrierten naturwissenschaftlichen Unterricht sollen die Schüler vor allem *die typischen naturwissenschaftlichen Arbeitsweisen* kennenlernen (kritisch beobachten, experimentieren, messen, Meßergebnisse auswerten, analytisch denken, verallgemeinern).

Ein Hauptanliegen des INU besteht darin, den Schülern zu helfen bei der *rationalen Bewältigung ihrer Umwelt,* die fortwährend Veränderungen in Wirtschaft, Technik und Wissenschaften unterworfen ist. Dabei sollen auch die *Bedeutung von Naturwissenschaft und Technik* in den Industrienationen dargestellt und wenn möglich Entscheidungsfähigkeit in diesen Belangen erworben werden.

Der neue Lernbereich Technologie, wie ihn die Maturitätsverordnung vorsieht, ist ein Teilaspekt des integrierten Naturwissenschaftsunterrichtes. Wir sind der Ansicht, daß unsere Bemühungen um den INU ein taugliches Mittel zur Bewältigung dieser Aufgabe sind.

Ökologie ist ein weiterer Teilaspekt des INU. Wir sind überzeugt, daß – zur Vermeidung eines einseitigen Ökologieunterrichtes – in diesem Bereich das vernetzte Denken, wie es im Signet dargestellt ist, ganz besonders von Bedeutung ist.

Der integrierte naturwissenschaftliche Unterricht ist speziell gut geeignet zur Motivation der Schüler, bevor sie mit dem Studium der einzelnen naturwissenschaftlichen Fächer beginnen, aber auch zum Abschluß des Studiums, um zu zeigen, daß die Natur immer etwas Ganzheitliches ist, und um auf die verschiedensten Querverbindungen hinzuweisen.

Wichtigste Vor- und Nachteile des INU

Vorteile des INU:
1. Abbildung der Komplexität der Umwelt, Übertragbarkeit auf Lebensbereiche, anwendungsorientiert
2. Lernökonomie (Stoffreduktion, Effektierung von Lernprozessen)
3. Erhöhung der Lernmotivation
4. Berücksichtigung der Lernpsychologie (Transfer, Erschließungsmächtigkeit, Behaltensleistung)
5. Einbezug sozialer/wirtschaftlicher Bezüge der Naturwissenschaften

Nachteile des INU:
1. Gefahr der Oberflächlichkeit bei mangelnder Stoffbeschränkung
2. Auslassung von bestimmten Inhalten
3. Weniger Detailwissen
4. Überforderung der Lehrer; Schwierigkeit bei der Lernorganisation
5. Erfüllung der gegenwärtigen Lehrpläne erschwert

Dank dem INU soll ein Teil der Naturwissenschaften lebensnaher, praktischer, vernetzter und unter Einbezug von technologischen, ökologischen, ökonomischen und gesellschaftsrelevanten Aspekten attraktiver gestaltet werden, damit wieder mehr Schüler ein naturwissenschaftlich-technisches Studium respektive einen entsprechenden Beruf wählen. Zielsetzungen und Anliegen des integrierten Naturwissenschaftsunterrichtes sind für unsere Schulen, aber auch für das Gedeihen der Schweiz, von fundamentaler Bedeutung.

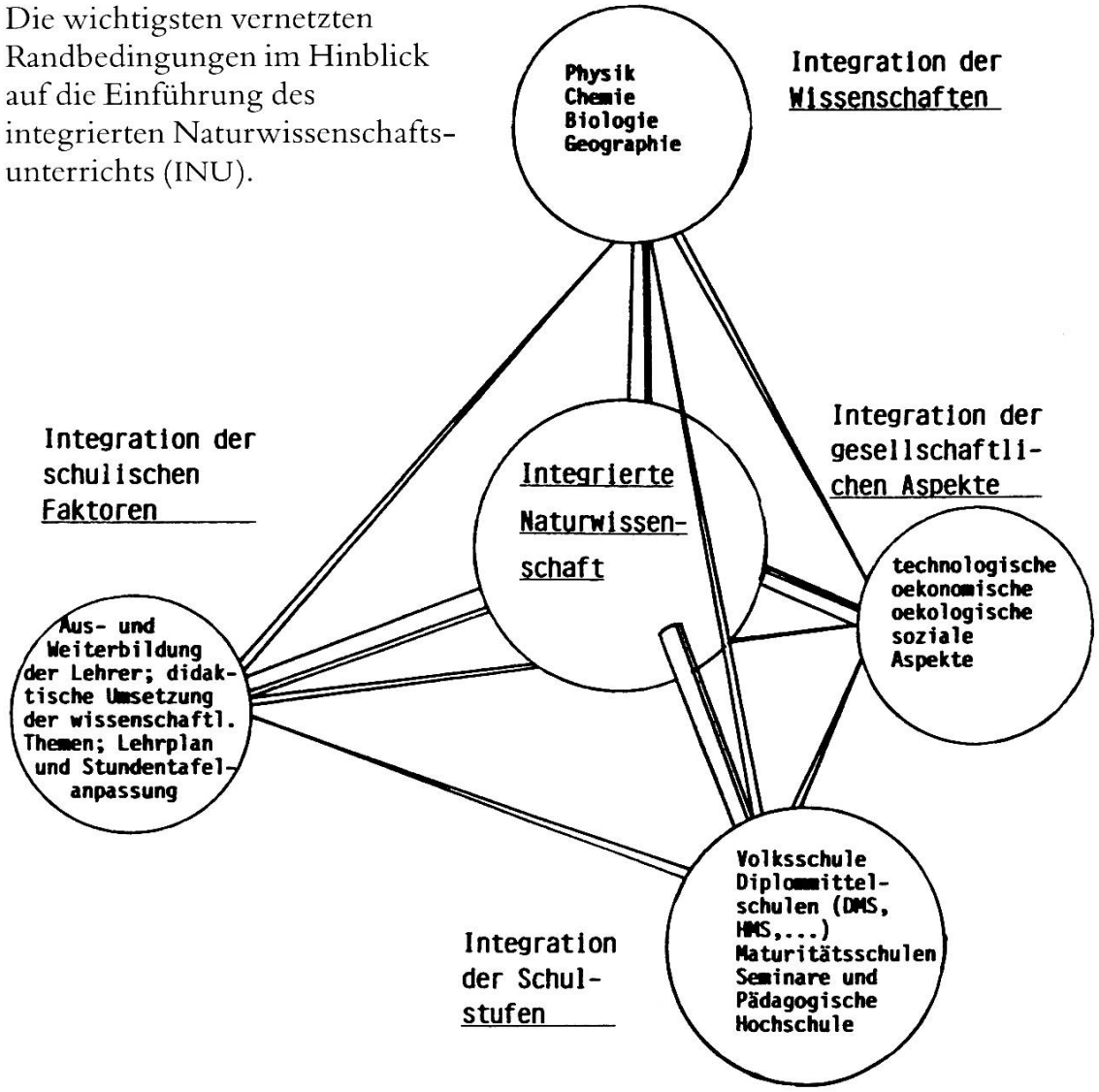
Die folgende Skizze zeigt die wichtigsten Randbedingungen, die im Hinblick auf die Einführung des integrierten Naturwissenschaftsunterrichts erfüllt werden müssen.

5. Zehn Thesen zum heutigen Zweckartikel der Maturitätsanerkennungsverordnung (Artikel 7 der MAV)

(Vom Schreibenden gekürzte und durch Kursivschrift hervorgehobene Fassung der zehn Thesen der Kommission Gymnasium-Universität)

1. Im Begriff der Hochschulreife, die Ziel aller Maturitätsschulen ist, sind zugleich Ausbildungs- und Bildungsziele enthalten.
   Der Bildungsbeitrag jedes Faches richtet sich am ehesten danach, was einem *Nicht-Studenten dieses Faches* mitgegeben werden soll.

Die wichtigsten vernetzten Randbedingungen im Hinblick auf die Einführung des integrierten Naturwissenschafts-unterrichts (INU).



2. Die Absolventinnen und Absolventen der Maturitätsschulen sollen fähig sein, erfolgversprechend ein Studium zu beginnen und künftig verantwortliche Aufgaben in Beruf und Gesellschaft zu übernehmen. Die Voraussetzungen für das Studium müssen in stärkerem Maße als bisher auch von den allgemeinen menschlichen Qualitäten und Haltungen her definiert sein. Man gebe sich aber Rechenschaft darüber, daß gerade solche *Qualitäten und Haltungen nicht zu benoten* sind und daß die Schule dennoch für ihre Förderung Raum schaffen muß.
3. Das Gesamtziel im Sinne der These 2 umfaßt ein solides Grundwissen und Können in allen Maturitätsfächern sowie eine Ausbildung auch der Leibes-, Gefühls-, Willens- und sozialen Kräfte. Es setzt Neu-

gierde, Eigeninitiative, selbständiges Denken und Urteilen, Leistungsbereitschaft, Weltoffenheit und Verantwortungsbewußtsein voraus. Die Ausformulierung der Inhalte des soliden Grundwissens sollte nicht schon auf ein spezielles Fachstudium ausgerichtet sein. Hingegen sollten *Schüler mit besonderen Begabungen im Hinblick auf ihr zukünftiges Fachstudium gefördert werden.* Jedes Fach muß überprüfen, was es zur Ausbildung allgemeiner und besonderer Begabungen beitragen kann.

4. Jedes Fach ist bestrebt, durch Unterricht im Sinne des exemplarischen Prinzips vielseitig auf Hochschulstudien vorzubereiten. Neben dem fachspezifischen soll auch das fächerübergreifende, neben dem sektoriellen das vernetzte Denken gepflegt werden. Dieses muß von der Einsicht in die zunehmend komplexeren Zusammenhänge sozialer, wirtschaftlicher, ökologischer und politischer Gegebenheiten geleitet sein.

   Das *exemplarische Prinzip* wird *ergänzt* durch einen *knappen Überblick,* der dem Schüler ermöglicht, das exemplarisch Erarbeitete in einen größeren Zusammenhang zu stellen.

   Das *‹vernetzte Denken›* (Vester) ist *nicht* mit dem *fächerübergreifenden Unterricht* gleichzusetzen. Damit ist vielmehr eine Denkform gemeint, *die im Unterschied zu linearem logisch-deduktivem Denken Probleme im Wirkungszusammenhang verschiedener Variablen systematisch zu verstehen sucht.* Dadurch sollen die Beziehungen gesehen werden, in denen der jeweilige Unterrichtsgegenstand steht, z.B. die Auswirkungen auf und die Wechselwirkungen mit den verschiedensten Bereichen der Umwelt.

   Pflege des vernetzten Denkens ist Aufgabe eines jeden Lehrers, diejenige des *fächerübergreifenden Unterrichts Aufgabe des Lehrerkollegiums.* Fächerübergreifender Unterricht verlangt Zusammenarbeit und insbesondere *gemeinsame Planung des Unterrichts.* Diese Planung kann nur bis zu einem gewissen Grad institutionalisiert werden; weil Zusammenarbeit immer auch im Gefühlsbereich verankert ist, kann sie nicht verordnet, sondern nur erleichtert werden.

5. Da Freude am Schönen eine fundamentale Komponente von Bildung darstellt, soll den ästhetischen Aspekten in allen Fächern – nicht nur in den sogenannten Kunstfächern – die nötige Aufmerksamkeit geschenkt werden.

   Die ästhetische Erziehung soll auf ein Gleichgewicht zwischen den Kräften des Verstands, des Gemüts und des Gefühls hinarbeiten. Freude am Schönen steht oft dem Spielerischen nahe, jedenfalls braucht sie wie dieses den Freiraum, die Muße.

Ästhetik als Gegenstand der Reflexion soll Auswirkungen auf das eigene Verhalten haben: *Ehrfurcht, Staunen, Bewunderung, Einfühlungsvermögen, Sinn für Struktur, klare Darstellung und überzeugenden Ausdruck.*

6. Der differenzierte Umgang mit Sprache (gesprochenes und geschriebenes Wort) muß ein wichtiges Anliegen aller Fächer sein.
   Es ist eine Tatsache, daß es vielen jungen Leuten nicht an Phantasie, Kreativität und Ideen fehlt; aber sie können das, was sie meinen, häufig nicht klar ausdrücken, weder mündlich noch schriftlich.
   Das hat primär nichts mit der Frage Schriftsprache/Mundart zu tun, sondern hängt mit verschiedenen heutigen Tendenzen (Vorherrschen des Bildes, Verkümmerung der Sprache und ihr Ersatz durch Kürzel, ‹Basic› als Latein des 21. Jahrhunderts) zusammen.
7. Neugierde, Eigeninitiative und Leistungsbereitschaft des Einzelnen sind im Rahmen einer ethisch fundierten Erziehung zu Solidarität und Zusammenarbeit zu entwickeln. Das Verantwortungsgefühl soll, vom inneren Leben der Schule ausgehend, das eigene Land, seine Kultur und seine demokratischen Einrichtungen, aber auch die Zukunft der ganzen Menschheit umfassen. Dazu gehört die Einsicht, daß nicht mehr alles gemacht werden darf, was machbar ist, und daß der Mensch Rücksicht auf Mitmensch und Umwelt zu nehmen hat.

   Ethisch handeln könnte heißen:
   - handeln in bewußter Verantwortung für sich, für den Mitmenschen, für die Umwelt und für die Zukunft.
   - bei allen Maßnahmen die Aus- und Rückwirkungen in die Überlegungen miteinzubeziehen.

   Die Einsicht in die Begrenzung des Machbaren darf nicht zur Resignation führen, sondern muß vom Willen begleitet sein, Haltungen wie Genauigkeit, Sorgfalt und Durchhaltevermögen zu fördern.
8. Ob sich jemand seiner menschlichen und staatsbürgerlichen Verantwortung bewußt ist, zeigt sich an seinem Handeln. Verantwortliches Handeln setzt Einsicht in die *historisch* gewordene gesellschaftliche Situation, Kenntnis der wichtigsten gesellschaftlichen Organisationsformen und ihres Funktionierens sowie ein Wissen um *Möglichkeiten und Grenzen ihrer Veränderbarkeit* voraus. Zur Entwicklung dieser Einsichten und Kenntnisse müssen alle gymnasialen Fächer beitragen.

9. Bildungsvorgänge haben Prozeßcharakter. Bildung muß daher als dynamischer Vorgang verstanden werden, an dem nicht nur das Ziel, sondern die ihn begleitenden Impulse von großer Bedeutung sind. Mancher Anstoß gelangt erst später zur vollen Wirkung. Selbst als grundlegend betrachtete Kenntnisse und Fertigkeiten können sich wandeln; daher ist es wichtig, daß die Schüler in die Entwicklung der Wissenschaften Einblicke gewinnen und so lernen können, auch in Zukunft auf neuartige Herausforderungen beweglich und kreativ zu reagieren.
   Daß Bildung und Ausbildung Prozeßcharakter haben, hängt nicht primär mit dem Wissensfortschritt der Menschheit zusammen, sondern mit dem Erleben der eigenen Veränderungen im Wissen, in der Einstellung, im Überblick und im Verfügenkönnen.
   Der Mittelschüler soll lernen, mit den Widersprüchen unserer Zeit fertig zu werden und seine eigenen Positionen zu überdenken. Dies darf weder in ethischer noch in wissensmäßiger Hinsicht zur Ablehnung aller Veränderung oder zu Standortlosigkeit führen.
   Die Entwicklung der Wissenschaften zwingt zum Überdenken und zur Erneuerung des Stoffes. Das soll nicht zur Überlastung der Stoffpläne führen, sondern zu deren Beschränkung. Vor allem aber müssen auch jene Fertigkeiten vermittelt werden, die es möglich machen, diese Entwicklung der Wissenschaften zu bewältigen.
10. Alle Fachschaften und Fachverbände, Schulleitungen und Schulgemeinschaften sollen in permanenter Diskussion darüber wachen, daß die bestehende Maturitätsverordnung im Sinne dieser Thesen optimal genutzt wird. Wenn nötig, sollen sie rechtzeitig Änderungen anregen. Das Postulat der permanenten Diskussion ist nicht leicht zu erfüllen, weder im engeren Rahmen der einzelnen Schule noch innerhalb von Fachvereinen. Möglichkeiten einer institutionellen Förderung dieser Diskussion müssen aber immer wieder sorgfältig geprüft werden. Sie ist eine Aufgabe, die gleichzeitig von unten und von oben wahrgenommen werden muß: Im Gespräch zwischen Kollegen des gleichen Faches, wobei der Blick über die Grenzen dieses Faches hinausgehen sollte, und durch Anstöße von Behörden und Institutionen. Eine wichtige Rolle spielen dabei die Weiterbildungskurse, die immer wieder auch allgemeine und fächerübergreifende Probleme aufgreifen sollten.

Verdankung

Frau Inge Illigen, Mitarbeiterin am chemischen Institut der Kantonsschule Heerbrugg, danke ich für die Reinschrift des Manuskriptes.

Quellenhinweis

Dieser Aufsatz integrierte u.a. Gedanken aus Schriften von Jeanne Hersch, E. Schumacher, C. P. Snow, Karl Steinbruch, Frederic Vester sowie aus vielen Artikeln der NZZ-Beilage ‹Bildung und Erziehung›. Drei der Abbildungen und einige Gedanken stammen aus der Festschrift ‹25 Jahre Kantonsschule Wiedikon›. Die Überlegungen zum ‹Integrierten Naturwissenschaftsunterricht› sind dem Schlußbericht der Studiengruppe INU (der Pädagogischen Arbeitsstelle St.Gallen), deren Präsident der Schreibende war, entnommen.