Verwirrspiel Bauökologie

Autor(en): **Stuber, Alex**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizer Ingenieur und Architekt**

Band (Jahr): **113 (1995)**

Heft 21

PDF erstellt am: **27.04.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-78723

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Alex Stuber, Soglio

Verwirrspiel Bauökologie

Erfreulicherweise erscheinen in den SI+A-Heften regelmässig Artikel über Ökologie. Je länger je mehr macht sich aber eine Verwirrung bemerkbar, die der Sache mehr schadet als nützt.

Bezugnehmend auf den Forumsbeitrag von Horst Müller in SI+A Nr. 6 vom 2.2.95 betrachte ich die ökologische Verantwortung des Ingenieurs ebenfalls in einer auf Fachwissen beruhenden kritischen Haltung und nicht im blossen Nachplappern weltanschaulich gefärbter Umweltszenarien.

In der Ausgabe Nr. 47 vom 17.11.94 schreibt *Armin Binz* zu den Ökobilanzen: «Die Aussagen müssen für Laien verständlich und plausibel sowie für Experten nachvollziehbar sein.» Je mehr man sich jedoch in die Informationsflut auf diesem Gebiet eintaucht, um so unverständlicher und verwirrender wird die Sache. Nicht nur für den Laien, auch für denjenigen, der sich auf dem Gebiet der Biologie etwas auskennt.

Für mich bedeutet Ökologie als Teilgebiet der Biologie nach *Haeckel* 1870: «Die Wechselwirkungen zwischen Organismen und ihrer Umwelt. Wobei Umwelt als Gesamtheit aller anorganischen und organischen Lebensbedingungen verstanden wird.» Anstatt auf die Logik dieser naturwissenschaftlichen Disziplin einzugehen, unterwerfen sich die sich stark vermehrenden Eiferer immer mehr der vom norwegischen Philosophen *Arne Naess* geprägten Tiefenökologie: «Akzeptiert die inneren Werte aller Lebewesen, betrachtet den Menschen lediglich als ein bestimmendes Element im Netzwerk des Lebens und involviert den Wandel zu einer ganzheitlichen systemischen Weltanschauung.»

Fall 1: Baustoffdeklaration

Ökologie befasst sich im Gegensatz zur Physik oder Chemie mit dem Lebendigen. Bei Baustoffen handelt es sich zum grössten Teil um tote Materie. Sie können zwar bei Herstellung, Verarbeitung und Abbruch die Umwelt belasten, unterhalten aber zu ihr keine ökologische Beziehung. Ökologie befasst sich also mit weit mehr, als in den vielen Berichten unter dem Begriff Bauökologie zum Vorschein kommt. Das Niveau Umweltbelastung übersteigt selten einer. Zudem gehört zu solchen Studien der unabdingbare Ortsbezug.

In SI+A Nr. 32 vom 5.8.93 listet *Ueli Kasser* auf Seite 557 ökologische Merkmale auf. Gegliedert nach Herstellung, Verarbeitung, Nutzung und Entsorgung. Kriterien gelten als ökologisch, wenn sie den Stoffkreislauf beeinflussen. Nachwachsende Rohstoffe, Wiederverwertbarkeit und Deponierbarkeit sind nur innerhalb des Biotops des betreffenden Ökosystems von Wert. Die Verbrennung bricht jeden Stoffkreislauf ab und ist alles andere als eine «unschädliche Vernichtbarkeit». Mit Ausnahme organischer Kohlenwasserstoffe haben Schadstoffemissionen, arbeitshygienisch auffällige Substanzen und dergleichen unterhalb dem festgelegten Schwellenwert zu liegen und können als Fixwerte nicht in eine Optimierung einbezogen werden. Hingegen bedarf es der Deklaration des Energieverbrauchs bei der Herstellung.

Echt Mühe habe ich mit dem Begriff «Nutzen». Darunter Massen-%, Giftklasse und R-Sätze zu verstehen heisst, das Bauen nicht als Bedürfnis, sondern als üble Bosheit zu betrachten. Nutzen ist für mich Dämmen, Abdichten, Abriebfestigkeit, Tragfähigkeit usw., alles gekoppelt mit der Lebensdauer. Erst die Gegenüberstellung des Nutzens zu den übrigen Merkmalen macht eine Optimierung überhaupt möglich. Zudem müssten für einigermassen objektive Optimierung alle relevanten Kriterien dieselbe Dimension aufweisen. In Bild 1 versuchte ich eine energetische Optimierung darzustellen.

Fall 2: Gebäudehüllensysteme ökologisch bilanziert

Im Bericht in SI+A Nr. 24, 9.6.94, Seite 464 ff., verwendeten *Fredy Dinkel* und *Beate Waldeck* die Dimension «relativer Schadensanteil». Leider erfolgte der Bezug auf die weltanschaulich geprägten Reizwörter wie Treibhauseffekt, Ozonbildung, saurer Regen und Eutrophierung. Wohl kaum, dass ein Baustoff, der gelangweilt vor sich hin dämmt, die gigantischen Kräfte im Kosmos beeinflusst. Nur Toxizität mit Abbau ist für ein Schadenprofil verwendbar. Hingegen fehlen wichtige Kriterien, wie Energiebedarf bei Herstellung und Verarbeitung, Transportweg, Verschnitt, Lebensdauer und Instandhaltungsbedarf. Merkmale, welche auch den in der Ökologie so wichtigen Ortsbezug berücksichtigen.

In Bild 2 sind die von den Autoren auf Seite 466 dargestellten Umweltbelastungsprofile - als schadensorientierte Ökoprofile bezeichnet - der jeweiligen Flachdächer als Gesamtsumme in einer Säule dargestellt. Dabei beträgt der relative Schadensanteil der von der Studienauftraggeberin hergestellten Produkte weniger als die Hälfte zweier miteinbezogener Konkurrenzprodukte. Dem Konkurrenzprodukt F5 wird gegenüber dem Produkt F2 der Auftraggeberin gar eine 20mal grössere Toxizität angelastet. Gleichwertiger Nutzen vorausgesetzt, sind solch gravierende Unterschiede kaum möglich. Und was die Toxizität anbetrifft, sind die festgelegten Schwellenwerte diskussionslos einzuhalten. Aus diesen Gründen qualifiziert sich der Bericht als wenig objektiv.

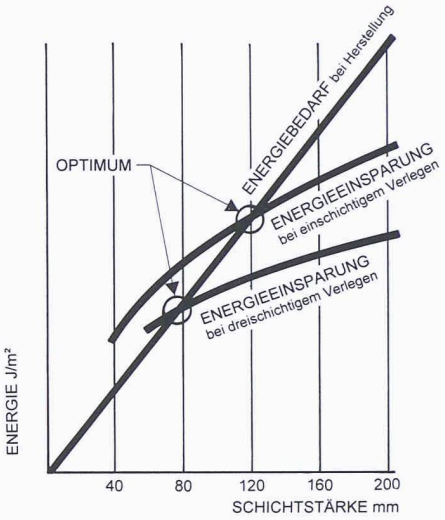

Bild 1.
Energetisches Optimum für Mineralwolle, Wohnhaus-Aussenwand, 30% Fenster, Standort Luzern

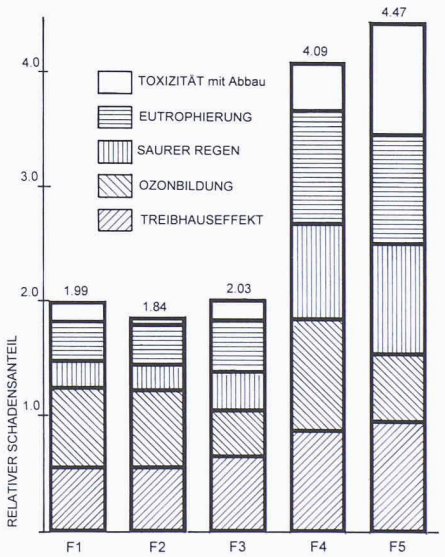

Bild 2.
Umweltbelastungsprofile der in SI+A Nr. 24 vom 9.6.94 erstmals ökologisch bilanzierten Gebäudehüllensysteme

Fall 3: Ozon, oben lebenswichtig – unten schädlich

Nach meinen bisherigen Kenntnissen ist Ozon das Resultat photochemischer Umsetzung des Luftsauerstoffs durch die kurzwellige UV-Strahlung. Die spür- und sichtbaren Voraussetzungen für die Erhöhung der Ozonwerte bestehen in einer längeren Sonneneinstrahlung bei hohen Lufttemperaturen und stabilen Luftschichten. Beim ersten Regen, meist in Form von Gewittern, wird das Ozon buchstäblich ausgewaschen und gelangt in die Gewässer. Diese nehmen bekanntlich ab 20 °C keinen Luftsauerstoff mehr auf und sind deshalb auf die periodischen «Ozonstösse» angewiesen. Das seit gut hundert Jahren bekannte Verfahren, Ozon als Desinfektionsmittel für Wasser und Luft zu gebrauchen, praktiziert die Natur seit Millionen von Jahren.

Über den Bericht «Berlin mit der längsten Ozon-Messreihe Europas» in SI+A Nr. 12 vom 18.3.93, welcher vorerwähnten Zusammenhang bestätigt, sind die Professoren des Institutes für Atmosphärenphysik der ETH Zürich leider nicht ganz glücklich. In SI+A Nr. 20 vom 13.5.93 nehmen sie dazu auf Seite 355 wie folgt Stellung: «Die bodennahen Ozonkonzentrationen in Arosa haben sich seit den fünfziger Jahren im Jahresdurchschnitt um einen Faktor 2,2 erhöht, was wir mit der gleichzeitigen Zunahme der Stickoxydemissionen (für die Schweiz: Faktor 4) und der organischen flüchtigen Verbindungen (VOC) (für die Schweiz: Faktor 2,69) erklärt haben.»

Grundsätzlich sind für die Umweltbelastung die aktuellen Stoff- und Gasgehalte ($\mu g/m^3$) massgebend, keinesfalls die jährliche Produktion, der logischerweise ein entsprechender Abbau durch Reduzenten gegenübergestellt werden müsste. Nach der oben zitierten Behauptung müsste sich der Stickoxydgehalt vor dem Anstieg der Ozonwerte signifikant erhöhen. Die zuständigen Publikationen haben das jedoch noch nie bestätigt, und das Buwal schreibt in seinem letzten Nabel-Bericht dazu folgendes: «Obwohl die Stickoxydimmissionen in den letzten 10 Jahren um 10 bis 30% abgenommen haben, lagen die Ozonwerte im Sommer 1994 wieder höher als 1993. Das ist aber in erster Linie auf den sehr heissen Sommer zurückzuführen.» Bezüglich aktueller VOC-Messungen sind mir keine Publikationen bekannt.

Die gleichen anthropogenen Emissionen, welche in Bodennähe Ozon bilden, sollen das Ozon in der Stratosphäre, d. h. in einer Höhe von 22 bis 24 km, zerstören. Die Veränderung im Totalozon sei zwar weniger stark, meint das Institut für Atmosphärenphysik, weil sich hier zwei gegenläufige Trends teilweise gegenseitig kompensieren. Nachdem bis dato der Tatbeweis für diesen Umkehrprozess aussteht, handelt es sich um eine Glaubensfrage.

Fall 4: Stoffflüsse im Bauwesen

Beim Versuch einer Standortbestimmung in Sachen Bauökologie in SI+A Nr. 47 vom 17.11.1994 befasst sich *Armin Binz* mit den Stoffflüssen. Im Zentrum seiner Betrachtungen stehen die Ökobilanzen. Interessant seine Bemerkung auf Seite 985: «Die Kompliziertheit und Uneinheitlichkeit der Methoden lassen es gegenwärtig leider noch zu, dass mit Ökobilanzen erstaunliche Ökologiebeweise angetreten werden können.» Die in seinen drei Bildern dargestellten Stoffflüsse tragen allerdings wenig zur Klärung der Problematik bei. Nachdem von der gesamten Kohlendioxydproduktion nur 3 bis 4% anthropogenen Ursprungs sind, haben zivilisatorische Aktivitäten kaum Einfluss auf den Treibhauseffekt. Was der Vergleich des jährlichen Blätterabfalls mit dem zehnmal grösseren Bauschutt, der pro Jahr auf schweizerischen Baustellen anfällt, auf sich hat, entzieht sich meiner Kenntnis.

Hingegen weiss ich aus einschlägigen Berichten, dass das üppige Gedeihen der Natur in unserm Land, das Armin Binz als ein Symbol für das Leben selbst bezeichnet, nur dank eines Kohlendioxydanfalls von zirka 1,2 Milliarden Tonnen möglich ist. Seit der Entdeckung der photosynthetischen Zusammenhänge im letzten Jahrhundert beträgt der Kohlendioxydgehalt der Luft plusminus 350 ppm, 0,04 Gewichtsprozente, 0,03 Volumenprozente. Bei dieser Konstanz will die Energieplanung des Kantons Zürich die heutige Kohlendioxydproduktion bis ins Jahr 2050 auf einen Siebtel reduzieren. Die Zürcher können sich glücklich schätzen, dass Wunder selten wahr werden. Dieses wäre für sie eine tödliche Katastrophe. Eine Weltanschauung, die sich mehr um den Geldbeutel als ums Seelenheil von uns Menschen kümmert, macht das Bevölkerungswachstum als Verursacher des Treibhauseffektes und damit der Klimaerwärmung verantwortlich. Logisch ist jedoch: Erst die Klimaerwärmung, dann das Bevölkerungswachstum.

Zur Eutrophie: Am Beispiel Sempachersee erfolgt in regelmässigen Wiederholungen eine generelle Schuldzuweisung an die Landwirtschaft (SI+A Nr. 38, 15.9.88). Der Tierbesatz sei zu hoch, und die landwirtschaftlichen Nutzflächen heillos überdüngt. Dabei würde eine saubere Düngerbilanz klar aufzeigen, dass dem nicht so ist. Wer aber Schuldzuweisungen vornimmt, bevor die Ursachen geklärt sind,

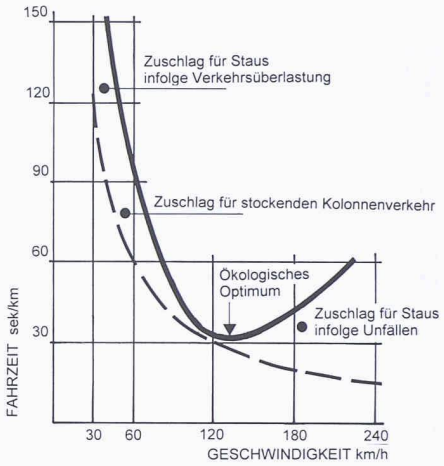

Bild 3.
Umweltbelastungen aus dem Verkehr auf Autobahnen in Abhängigkeit von der Fahrzeit. Geschwindigkeitsbeschränkungen erhöhen zwar die Verkehrssicherheit, bringen aber eine höhere Umweltbelastung

muss letztere zwangsläufig zurechtbiegen. Auch hier sei die Frage erlaubt: Was soll der «relative Schadensanteil» eines Baustoffes mit der Eutropie? Und noch etwas: Infolge mangelnder Verschmutzung bzw. der dadurch bedingten Nährstoffreduktion sind die Fangquoten auf Schweizer Seen um 30 bis 40% zurückgegangen. Operation gelungen, Patient gestorben.

Fall 5: Schadstoffemissionen aus Baumaterialien

Mit diesem Titel veröffentlichten *Robert Gehrig* und seine Mitarbeiter von der Empa Dübendorf in SI+A Nr. 6 vom 2.2.95 einen eindrucksvollen Bericht über ihre Emissionsmessungen an Baustoffen in Prüfzellen. Ziel der Arbeit war und ist, Methoden zur Messung und Veröffentlichung von VOC-Emissionen aus Baumaterialien und andern in Innenräumen verwendeten Materialien zu standardisieren. Die Untersuchungen zeigen vielversprechende Ansätze, wie die Problematik objektiviert und der Praxis verständlich gemacht werden könnte. Nachstehende Kritik möchte diese Bestrebungen unterstützen.

Angeblich beeinflussen verschiedene Klimafaktoren, wie Raumtemperatur, relative Feuchte, Luftströmungsverhältnisse und Luftwechselrate (besser wäre Luftwechsel m^3/h), die Emissionen aus Materialien bzw. die sich in den Räumen einstellenden Konzentrationen. Die dargestellten Ergebnisse basieren aber alle auf standardisierten Raumklimaverhältnissen. Damit fehlt der bei solchen Untersuchungen so wichtige Raumbezug.

Die Hauptverursacher der Luftverschmutzung sind Schwebestaub, Russ und

Asche. Stickoxyde, Kohlendioxyd, Ozon und weitere Gase gelten als wenig brauchbare Indikatoren. Vielversprechender erscheinen organische Kohlenwasserstoffe VOC. Leider fehlt im Bericht eine Charakteristik über deren Entstehung, Abbau und physikalische Eigenschaften.

Wie bereits früher erwähnt, erachte ich eine einheitliche Dimensionierung der Daten als zwingend. Einem Nichtspezialisten sind deshalb die von den Autoren verwendeten Grafiken nur als Tendenz erkennbar. Bild 3: Zeit (h) 0 bis 264, Emissionsfaktor ($\mu g/m^2/h$) 0 bis 120, Bild 4: Zeit (h) 0 bis 288, Emissionsfaktoren ($\mu g/m^2/h$) 0 bis 350 000, Bild 5: Zeit (h) 0 bis 8000, Emissionsfaktor ($\mu g/m^2/h$) 1 bis 1 000 000, Bild 6: Zeit und Konzentration ohne Dimension, Bild 7: Stunden 0 bis 180, $\mu g/m^3$ 0 bis 3000, Bild 8: μg Emission, Tabelle 1: (mg/m^3), Tabelle 2: ($\mu g/m^3$).

Der bisherige Umgang mit der Ökologie, nicht nur im Bausektor, gleicht dem Turmbau zu Babel. Geht das so weiter, mausert sie sich von einer allen zugänglichen Naturwissenschaft in eine nur von Auserwählten zelebrierbare Glaubenslehre. Ökologie muss aus Überzeugung in Innovation und Kreativität einfliessen und darf nicht als aufgezwungenes Traktat zur Schikane werden.

Adresse des Verfassers:
Alex Stuber, Arch. SIA, Torre bassa, 7610 Soglio.

Der Ingenieur als Hoffnungsträger (10)
Horst Müller, Wettingen

Unentbehrlich als Problemlöser

Neue Aufgaben erwarten den Ingenieur; aber die alten gehen nicht zu Ende. Wiederholt wurde auf die historische Rolle des Ingenieurs als «Problemlöser» hingewiesen. Die Amerikaner bezeichenen diesen als »Zivilisierer», weil Zivilisation elementar bedeutet, den Menschen aus dem Zustand der Primitivität herauszuführen. Mit diesem Ausdruck erfassen sie viel treffender beides: (technische) Einzellösungen und (gesellschaftliche) Gesamtlösungen. Der Ingenieur wird künftig – im Hauptberuf – Lotse in der Gesellschaft sein (Artikelfolge 3) und – quasi im Nebenberuf – der historische Problemeinzellöser bleiben (müssen).

Geschult und erfahren

Früher mag es oft gereicht haben, grobe Fehler zu vermeiden. Künftig dürfte es notwendig sein, aktiv das Richtige zu tun, wenn man Erfolg haben will. Dazu bedarf es guter Schulung und herausragender Erfahrung. Mit der Schulung erlernt der Ingenieur das Berechnen, mit der Erfahrung erarbeitet er sich das Beurteilen.

Besonders bei den anwendenden Naturwissenschaftern gilt die Erfahrung als das A und O des Berufes. Entscheidend ist, dass die Lernfähigkeit gut ausgebildet und ein Leben lang aufrechterhalten wird. Das hat lediglich am Rande mit dem allgemeinen Hinweis darauf zu tun, dass der Mensch durch Erziehung und Schule sich eine bestimmte Denkweise zulegt und deshalb etwa 20 Jahre oder eine Generation braucht, bis er sich einer neuen Lage anpasst.

Nur durch einen stetigen Lernprozess verändert sich die Technik. Praktische Erfahrung in Forschung, Entwicklung, Herstellung und Anwendung führen zu neuen Erkenntnissen, neuen Technologien, neuen Produkten. Die Erfahrungskomponente beim Ingenieur ist nur noch mit der des Mediziners vergleichbar, weder durch Ausbildung noch durch Computeranalysen ersetzbar.

Einzellösungen

Wie jedes Ding hat der technische Fortschritt auch negative Seiten, die sich eigenartigerweise gegenseitig verschärfen. Schon deswegen kommt man nicht darum herum, auch im Zeitalter der Gesamtlösungen sich mit Einzellösungen zu befassen. Das ist eigentlich selbstverständlich. Aber ein Weglassen dieses Abschnitts könnte beim flüchtigen Leser den Eindruck erwecken, als gäbe es in Zukunft nur noch Gesamtlösungen.

Womit identifiziert man Einzel- und Gesamtlösungen? Beides sind Problemlösungen.

Für beide Lösungen trifft zu, dass Ingenieure weder Dichter noch Philosophen sind; sie zögern nämlich, Widersprüche ungelöst zu lassen. In dem Masse, wie sie von Einzel- zu Gesamtlösungen übergehen, vertauschen sie allerdings Probleme der Technik mit solchen der Menschen. Der Umfang an Unklarheiten wächst damit exponentiell.

Einzellösungen	Gesamtlösungen
Kurzfristigkeit	Langfristigkeit
Gattungsinnovationen (Verbesserungen)	Charakteristische Innovationen (Neuentwicklungen)
Mechanistisches Weltbild *Wirklichkeit ist Materie*	Ganzheitliches Weltbild *Wirklichkeit ist gegenseitige Beeinflussung von Geist und Materie*
Genauigkeit des Details	Wahrnehmung der Ganzheit
Numerische Grössen	Nicht-numerische Grössen
Vom Einzelelement zur Summenbildung	Vom Ganzen zur Auflösung
«Alter»Ingenieur	«Neuer» Ingenieur

Gesamtlösungen

Trotz der offenkundigen Bedenken bleibt dem Ingenieur keine andere Wahl, als den eingeschlagenen Weg zu Gesamtlösungen weiter zu beschreiten. Die Grösse und Kompliziertheit unserer technischen Systeme haben die Risiken für die Natur und damit für den Menschen immer grösser werden lassen. Nicht mehr alle ökonomischen Lösungen kann man mit unseren heutigen Wertvorstellungen vereinbaren. Gleichzeitig brechen auch technische Veränderungen soziale Strukturen auf und sind dadurch geeignet, zwischenmenschliche Beziehungen zu beeinträchtigen.

Die «Real-world Problems», die sich daraus ergeben, können nur durch Gesamtlösungen gemildert werden; «gelöst» wäre zu viel gesagt. Der Ingenieur wird zum Problemlöser im erweiterten Sinne. Wir müssen noch viel mehr von den durch und durch optimierten Systemen der Natur lernen. Das neue Wissenschaftsgebiet heisst Bionik.

Dynamische Wachstumsprozesse, wie wir sie von der Natur her kennen, beruhen auf dem komplexen Zusammenspiel grösserer, funktionaler, organischer Einheiten.