

Naturnahe Neugestaltung des Alpenrheins - eine Utopie?

Autor(en): **Schlegel, Franco**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizer Ingenieur und Architekt**

Band (Jahr): **110 (1992)**

Heft 37

PDF erstellt am: **19.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-77954>

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.

Naturnahe Neugestaltung des Alpenrheins – eine Utopie?

Die Internationale Rheinregulierung feiert im Jahre 1992 das hundertjährige Bestehen des Staatsvertrags «zwischen der Schweiz und Österreich-Ungarn über die Regulierung des Rheines von der Illmündung stromabwärts bis zur Ausmündung desselben in den Bodensee». Nebst der Würdigung der grossen Leistungen unserer Ingenieurvorfahren verlangen aber neue flussbauliche Erkenntnisse, neue technische Möglichkeiten, neue Bedürfnisse der Öffentlichkeit, ferner neue Entwicklungen von Besiedlung, Wirtschaft und Umwelt stets neue Flussbauplanungen.

Die Rheinkorrektion als grosses Rettungswerk

Im letzten Jahrhundert hatten die Schweiz, Liechtenstein und Österreich eine sehr schwere Aufgabe zu bewälti-

VON FRANCO SCHLEGEL, WANGS

gen: die Rheinnot. Wohl selten ist eine Kulturlandschaft mit so grossen Opfern von den vernichtenden Kräften der Natur befreit worden. Aus tiefer Bedrängnis heraus taten die Völker ihr Rettungswerk am Rhein, dämmten den Gebirgsfluss ein, gaben den gefährlichen Wegen des mächtigen Stromes einen neuen Lauf (Durchstiche von Diepoldsau und Fussach), wandelten das Tal in eine blühende Ebene um und hoben am Werk ihren Mut und ihren Glauben an sich selber wieder. Die Gefahr von Überschwemmungen, die das flache Talgelände zwischen Landquart und dem Bodensee innert Stunden in einen See verwandelten, wurde weitgehend gebannt, versumpftes Gebiet wurde trockengelegt und für die Landwirtschaft zurückgewonnen, die Mala-

ria wurde ausgerottet, Auenwälder zugunsten der Besiedlung und des stark wachsenden Verkehrs gerodet oder in stattliche Nutzwälder umgewandelt [1-3].

Wenn das Rheinkorrektionswerk im grossen und ganzen auch gelungen ist und die angestrebten Ziele (Hochwasserschutz, Innenkolonisation) vollumfänglich erreicht wurden, so zeigt es sich als Folge neuer Rahmenbedingungen doch, dass nunmehr die Zeit zu seiner Weiterentwicklung gekommen ist. Denn das Werk ist noch nicht ganz fertig in seiner Technik und in seiner Eingliederung in die Landschaft. Die in unserer Zeit durch mehrere Wasserkraftnutzungsprojekte hervorgerufenen Konflikte sind als Auslöser einer neuen, zukunftsgerichteten Gesamtsicht von Fluss und Talschaft zu betrachten. Mit einer bisher vielleicht etwas wenig bedachten Perspektive will diese Arbeit mithelfen, einen im Gemeinwohl gründenden Konsens über die künftige Nutzung und Gestaltung der Rheinflusslandschaft zu finden.

Nach der Phase der Herrschaft des wilden Rheins über sein Tal und der darauffolgenden Beherrschung von

Fluss und Tal durch den Menschen soll durch eine naturnahe Gewässergestaltung eine «Partnerschaft» zwischen Mensch und Fluss zur Diskussion gestellt werden.

Von der Korrektur zur Renaturierung von Fliessgewässern. Neue Anforderungen aufgrund gewandelter Wertvorstellungen

Seit der Bändigung des Rheins im 19. und frühen 20. Jahrhundert hat sich vieles geändert, denn auch im Flussbau gibt es keine Massnahmen, die ewig befriedigen. Inzwischen hat man erkannt, dass eine Gewässerregulierung in Form des Gerinneausbaus, wie sie im Rheintal angewandt wurde, sowohl zu einer Verarmung der Landschaftsstruktur als auch zu einer sehr starken Abnahme der Artenvielfalt führte. Da natürliche Flüsse in unsern intensiv genutzten Talschaften zur Mangelware geworden sind, ist der heutige Ruf nach naturnahen Fliessgewässern verständlich. In ganz Mitteleuropa sind deshalb die Wasserbauer daran, sich Gedanken über Renaturierungen zu machen. Während man in der Schweiz bei der Renaturierung der grossen korrigierten Flüsse wohl erst am Anfang steht, gibt es insbesondere in Bayern etliche erfolgreiche Beispiele. Renaturierungen sind jedoch weder problemlos noch billig. So beansprucht ein naturnaher Fluss mehr Raum als ein korrigiertes Fliessgewässer. Mit der Renaturierung verbunden sind auch meistens Fragen des Abflussregimes: Vermag das neue Gerinne das Hochwasser zu fassen? Ist der Durchgang des Geschiebes und des Geschwemmsels sichergestellt? [4]

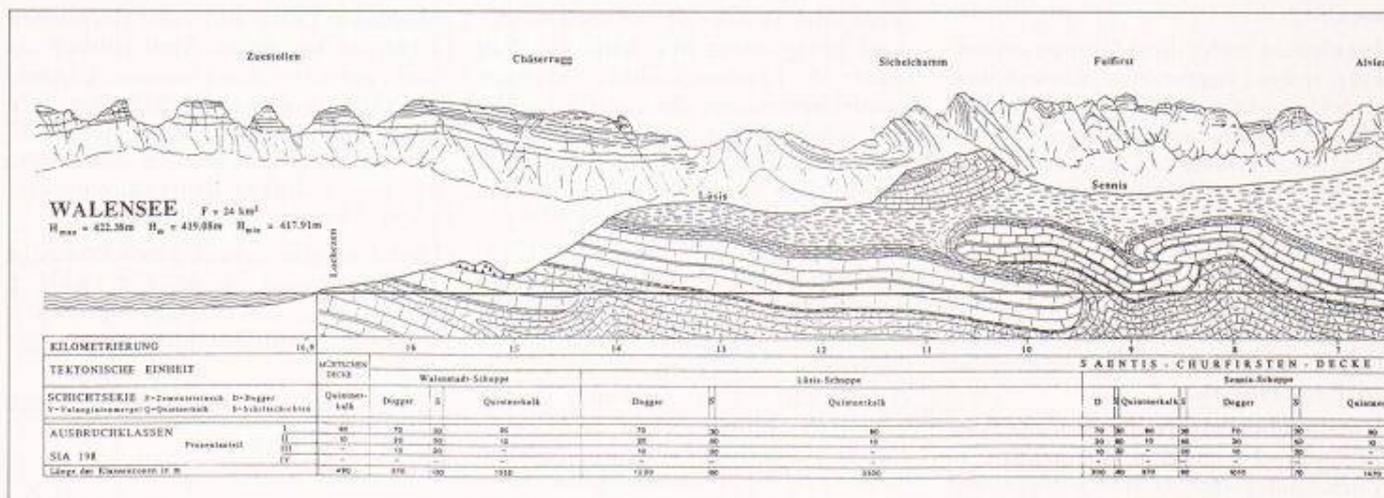


Bild 1. Geologisches Längenprofil des Alviertunnels

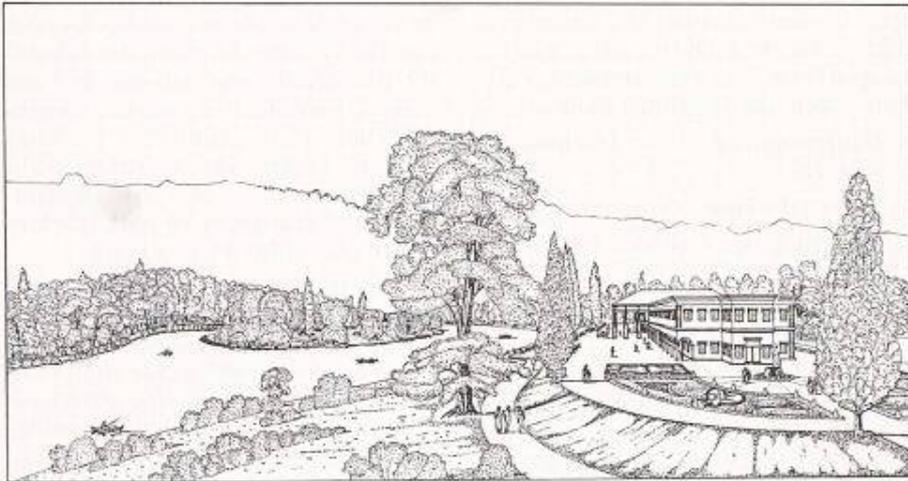


Bild 2. Blick auf den renaturierten Rhein bei Vaduz mit der Erholungsinsel, dem Landespark und dem am Flussufer gelegenen Kulturzentrum

blems darstellen: die Ableitung der Hochwasserspitze des Rheines zum Walensee. Die Verwendung der natürlichen Alpenrandseen zur Hochwasserretention ist ja ein längst bewährtes, typisch schweizerisches Hochwasserschutzkonzept. Es sei hier auf die Ableitung der Kander in den Thunersee (1714), die Ableitung der Aare in den Bielersee (1878), die Umleitung der Grossen Melchaa in den Sarnersee (1880) und auf die Überleitung der Linth in den Walensee unter der Leitung von H. C. Escher von der Linth im Jahre 1811 verwiesen [6].

Bei dieser neuen Hochwasserschutzkonzeption stellt sich natürlich die Frage, ob es nicht zu Schäden im Walensee-Linth-Zürichsee-Gebiet komme und ob der Walensee sowohl die Hochwasser der Linth wie die des Rheins gleichzeitig aufzunehmen vermag? Diese Bedingung kann erfüllt werden, indem die Schluckfähigkeit der Hochwasserentlastung des Rheins gerade so gross gewählt wird, dass es am Walensee zu keiner Überschreitung der sog. Schadensgrenze kommt. Eine erste positive Stellungnahme des in dieser Sache zuständigen Bundesamts für Wasserwirtschaft liegt zudem vor. Im 1000-

jährigen Hochwasserfall werden dem Walensee rd. 50 Mio. m³ Rheinwasser mitsamt 50 000 m³ Geschiebe zugeführt, was dessen Wasserspiegel um ca. 2 m ansteigen lässt.

Der Alviertunnel (Bild 1)

Das flussbautechnische Herzstück des neuen Rhein-Linth-Werks bildet der unter der Alvierkette verlaufende Hochwasser-Entlastungsstollen. Das Einlaufbauwerk befindet sich am Südostfuss des Schollbergs bei Trübbach, das Auslaufbauwerk mit Tosbecken zur Energievernichtung westlich der «Lochezen» bei Walenstadt. Es handelt sich bei diesem Alviertunnel um ein ein- oder zweiröhriertes, 16.8 km langes, wahrscheinlich kreisförmiges Freispiegelgerinne mit einer Schluckfähigkeit von 1000 m³/Sek. (Daten für einen einröhrierten Tunnel: Aussendurchmesser 12 m, Ausbruchfläche 113 m²). Die Frage des Systementscheids (ein- oder zweiröhriertes Tunnel) sowie die Festlegung des Tunnelprofils und des Bauvorgangs erheischt umfangreiche technische, flussbauliche und wirtschaftliche Abklärungen. Der Wassertunnel mit maximal 1400 m Überlagerungshöhe überwindet eine Höhen-

differenz von 50 m und weist zur Gewährleistung eines kontinuierlichen Geschiebetransports ein Einheitsgefälle von 3 Promille auf. Die Kosten des Tunnels können bei einer Bauzeit von 7 bis 8 Jahren auf rd. 500 Mio. Fr. geschätzt werden (260.- pro m³).

Geologie und Bautechnik sind als ausgesprochen günstig zu beurteilen. Die Alvierkette gehört zu den helvetischen Kalkalpen, ist vor allem durch Faltenbau gestaltet und zeigt eines der eindrücklichsten Beispiele von disharmonischem Gebirgsbau. Der Tunnel verläuft zur Hauptsache durch die Kalkformationen der Malm-Dogger-Decke. Bei diesen Gesteinen handelt es sich um sehr gute bis gute, standfeste, relativ ruhig und schräg gelagerte Stollengebirge mit relativ hohen Druckfestigkeiten. Die Malm-Dogger-Decke ist generell für den mechanischen Vortrieb geeignet. Der grosse Anteil der verkarstungsfähigen Kalke macht die unterirdische Entwässerung zu einem wichtigen Faktor der Hydrologie des Alviergebiets. Grössere Wasserzutritte könnten die Vortriebsarbeiten eventuell behindern.

Grosse landschaftliche Entwicklungschancen

Die Chancen zur Entwicklung der Flusslandschaft seien an drei Beispielen dargestellt: Am Erholungszentrum von Vaduz, an der Eschener Rheinaue und am Flachsee von Kriessern:

Die Leitidee zum Landschaftsraum von Vaduz besteht darin, den Flussraum durch die Schaffung einer ca. 8 ha grossen Erholungsinsel zu bereichern und ihn mit einem grossen liechtensteinischen Landespark von 33 ha zu umschliessen, um dadurch einen landschaftlichen Gegenpol zu Schloss und Städtchen Vaduz zu schaffen. Den gesellschaftlichen Mittelpunkt des Landesparcs stellt ein öffentliches Kultur-

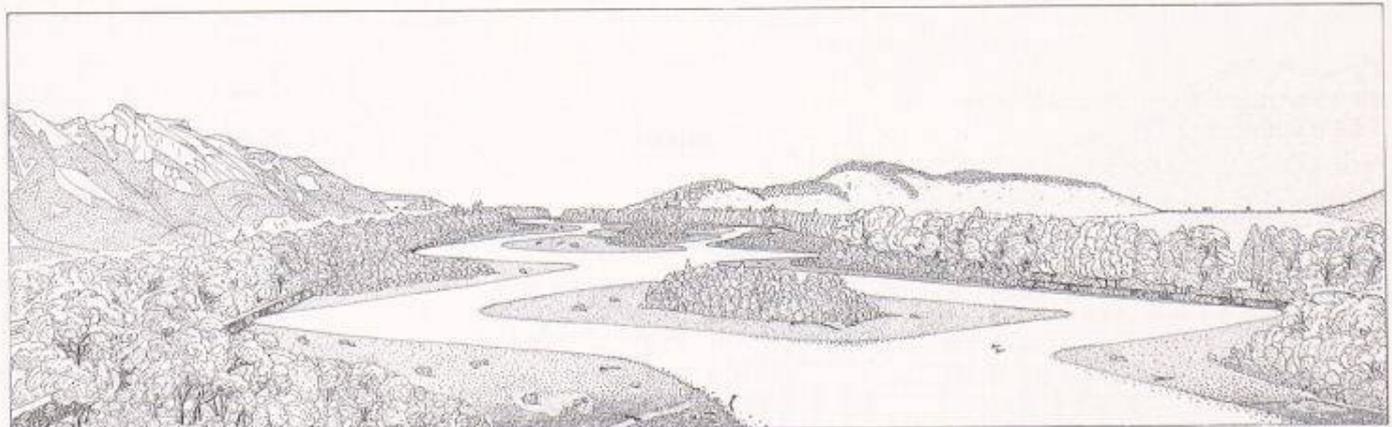


Bild 3. Blick auf die vorgeschlagene Eschener Rheinaue zwischen Buchs/Schaan und Haag/Bendern: Idealbild der Rheintaler Urlandschaft mit dem frei fliessenden Alpenrhein

zentrum am Flussufer gegenüber der Rheininsel dar (Bild 2).

Im Flussabschnitt zwischen Buchs/Schaan und Haag/Bendern stellt der Naturschutz die Vorrangnutzung dar. Es wird die Rekonstruktion einer urtümlichen Auenlandschaft ähnlich der Mastrüser Rheinaue vorgeschlagen. Durch Verschiebung der Hochwasserschutzdämme an die Autobahn bzw. an den alten liechtensteinischen Binendamm kann unter absoluter Schonung des Kulturlands ein ca. 3.5 km langes und 115 ha grosses Auengebiet geschaffen werden (Bild 3).

Am Rhein bei Kriessern wird auf der weiten Vorlandfläche ein ausgedehnter Flachsee ähnlich jenem an der Reuss bei Unterlunkhofen geschaffen. Dieser bildet ein wertvolles Refugium für Wasservögel, Wasserpflanzen und Jungfische (Bild 4).

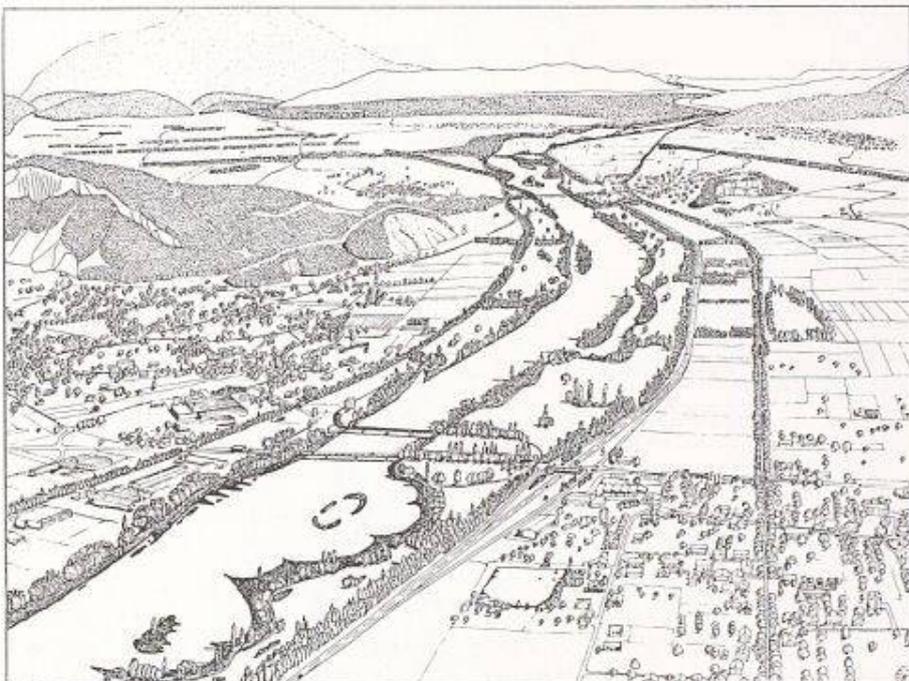


Bild 4. Blick auf den Rhein bei Kriessern/Mäder mit dem Flachsee und der gegliederten Flusslandschaft

Rekonstruktion des alten Rhein-Unterlaufs

Gemäss einem wichtigen Gesetz der naturnahen Flussbaukunst müssen wir davon ausgehen, dass die typische flussmorphologische Vierteilung mit den streng geordneten Teilen des Oberlaufs, des Mittellaufs, des mäandrierenden Unterlaufs und des Deltas die naturgerechte und somit die anzustrebende Flussgestalt darstellt. Hieraus ergibt sich die einfache Leitidee, dass im Rahmen eines Mehrzweckprojekts auch der untere Rheinlauf mit der Diepoldsauer Rheinschleife und dem Alten Rhein von St. Margrethen bis zum Rheinspitz wieder hergestellt werden sollte. Die Rekonstruktion des alten Rheinlaufs wird ermöglicht durch die Hochwasserableitung zum Walensee und die Nutzung des Fussacher Durchstichs für die Hochwasserentlastung im Mündungsgebiet. Auch diese Projektidee beruht in der Nachahmung der Natur, indem sich ein Fluss beim Eintritt in einen See ebenfalls verzweigt und ein dreieckförmiges Delta bildet.

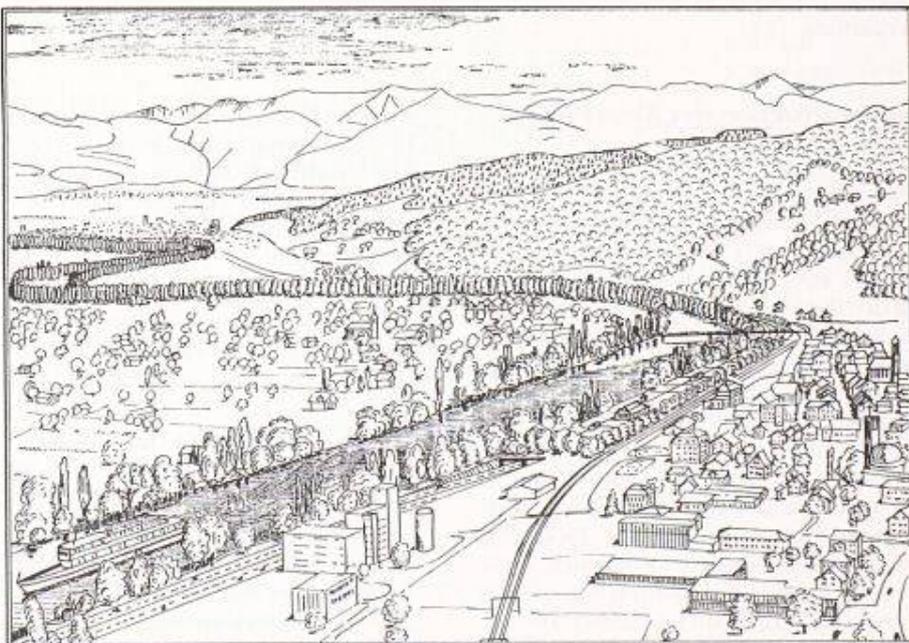


Bild 5. Blick flussaufwärts auf Gaissau und das Städtchen Rheineck mit ihrem alten Wahrzeichen, dem «Vater Rhein», welcher am Fusse der Ausläufer der Appenzeler Berge gemächlich seine weiten Schlaufen zieht

Rekonstruktion der Diepoldsauer Rheinschleife

Wie wir heute wissen, hatten die ehemaligen Rheinbauleiter J. Wey, Ph. Krapf, K. Böhi und viele andere führenden Ingenieure, die um die Jahrhundertwende vom Bau des Diepoldsauer Durchstichs auf dem unsicheren Torfboden des Isenriets dringend abrieten, zumindest teilweise recht, denn dieser lässt sich mit der Rheinableitung zum Walensee und infolge des Wandels der öffentlichen Interessen weder aus Hochwasserschutzgründen noch mit ge-

schiebetechnischen Argumenten hinreichend begründen. Als Vorteile der Rückverlegung des Rheins ins alte Flussbett der Diepoldsauer Rheinschleife sind zu nennen:

- Erhebliche Verbesserung des Hochwasserschutzes durch Verlegung des Flusslaufs vom unsicheren Torfgebiet des Isenriets in die ehemalige und stabile Flusschotterzone
- Rückgewinnung namhaften besten Kulturlands auf der Durchstichsstrecke (191 ha)
- Wiederermöglichung einer Flusswasserinfiltration in den produktiven und intensiv genutzten Grundwasserleiter längs der Diepoldsauer Mäanderstrecke
- Rekonstruktion der ursprünglichen Landschaft, grössere Biotopvielfalt und Besiedlungsdichte, höhere Fischereierträge und grösseres Selbstreinigungsvermögen
- Rhein = Landesgrenze: Diepoldsau kommt wieder linksrheinisch zu liegen

Die gemeinschaftlich zu tragenden Kosten des neuen Rhein-Linth-Werks belaufen sich auf rd. 2.1 bis 2.3 Milliarden Franken.

Schlussbemerkungen und Dank

Die vorliegende Arbeit entstand im Rahmen eines Forschungsprojekts am Institut für Orts-, Regional- und Landesplanung der ETH Zürich. Die zentrale Aufgabe der Wissenschaft besteht darin, Hypothesen zu entwerfen und diese hart auf ihre Zweckmässigkeit und ihren Wahrheitsgehalt zu überprüfen. Der Politik obliegt die schwierige Aufgabe, das Gesamtinteresse der Öffentlichkeit zu wahren und jene Lösung durchzusetzen, welche dem ganzen Rheintal zugute kommt. Der Verfasser

möchte darauf hinweisen, dass er sich mit seinen auf den ersten Blick vielleicht etwas unkonventionellen Hypothesen natürlich irren kann. Es ist anzunehmen, dass auch unsere Nachkommen für unser heutiges fehlerhaftes Denken und Handeln oft nur ein Kopfschütteln übrig haben werden, wie Götz [7] treffend schreibt. Die Bedeutung der ganzen Arbeit ist nicht grösser als diejenige eines schmalen Pfads in einem riesigen Wald unerforschter Entwicklungsmöglichkeiten, von dem aus nur schwer übersehen werden kann, ob man auf ihm den besten Möglichkeiten begegnet ist. Die Bestimmung der Arbeit ist es, verbessert zu werden. Sie soll Anregung sein für erneute eindringliche Forschung.

Es ist dem Verfasser ein Bedürfnis, allen zu danken, welche die Arbeit in mehrfacher Hinsicht tatkräftig gefördert haben. Es sind dies: Prof. Dr. J. Maurer (Referent) und Prof. Dr. D. Vischer (Koreferent), beide ETHZ, Prof. C. Lichtenhahn, Bern, H. Ringli, Chr. Göldi und Dr. M. Jäggi, Zürich, Dr. M. Broggi, Vaduz, A. Götz, E. Kessler und H. Weiss, Bern, L. Kalt, St. Gallen.

Adresse des Verfassers: F. Schlegel, dipl. Bauing. ETH/SIA, Raumplaner ETH/NDS, Dorfstrasse 43, 7323 Wangs.

k-Werte von Mauerwerk

Prüfmethoden an der EMPA

Bedeutung des k-Wertes

Der k-Wert (Wärmedurchgangskoeffizient) ist ein Vergleichswert zur Beurteilung des Transmissionswärmeverlustes von Bauelementen der Gebäudehülle (Definition siehe Kästchen).

Der Transmissionswärmeverlust in einer bestimmten Zeitperiode, z.B. einem Monat der Heizperiode, berechnet sich zu:

$$Q_t = k \cdot A \cdot (\bar{\vartheta}_i - \bar{\vartheta}_a) \cdot \frac{h}{1000} \quad (\text{kWh})$$

mit A	Bauteilfläche	(m ²)
$\bar{\vartheta}_i$	mittlere Raumlufthtemperatur	(°C)
$\bar{\vartheta}_a$	mittlere Aussenlufttemperatur	(°C)
h	Anzahl Stunden	

Je kleiner der k-Wert, desto niedriger ist auch der zur Deckung des Transmissionswärmeverlustes notwendige Heizenergiebedarf. Zulässige k-Werte sind in der Empfehlung SIA 380/1 gegeben, aber auch in kantonalen oder kommunalen Energie- resp. Baugesetzen zwingend vorgeschrieben.

Für den normalen Wohnungsbau können folgende k-Werte als vernünftige obere Grenzwerte angesehen werden:

Wandkonstruktionen	0.4 W/m ² K
Dachkonstruktionen	0.3 W/m ² K

Für «Niedrigenergie-Häuser», Gebäude ohne Heizenergiebedarf oder für Gebäude in extremen Aussenklimas

VON RALPH SAGELSDORFF,
GRÜT

sind sehr niedrige k-Werte der Gebäudehülle eine der unabdingbaren Voraussetzungen. Hier werden k-Werte von ≤ 0.2 W/m² K angestrebt.

Es ist zu beachten, dass die in der Fläche des Bauteiles enthaltenen Wärmebrücken wie z.B. Bügel, Mörtelfugen im k-Wert des Bauteils einzubeziehen sind. Der bei Anschlussdetails erhöhte Wärmefluss ist jedoch in einer Energiebilanz separat zu erfassen.

Für eine zutreffende Energiebilanz eines Bauteils sind neben der Temperaturdifferenz zwischen Raumlufthtemperatur und Aussenlufttemperatur aber noch die Strahlungsvorgänge an der äusseren Oberfläche zu berücksichtigen. Die kurzwellige Sonnenstrahlung erwärmt die Oberfläche und reduziert damit den Transmissionswärmeverlust, während die langwellige Wärmeabstrahlung an einen klaren, kalten Himmel diesen erhöht.

Die «echte» Monatsbilanz ergibt sich zu:

$$Q = k \cdot A \cdot [(\bar{\vartheta}_i - \bar{\vartheta}_a) \cdot \frac{h}{1000} - \frac{a_s \cdot G}{\alpha_a} + \frac{\epsilon_o \cdot \Delta IR}{\alpha_a}] \quad (\text{kWh})$$

Der k-Wert (Wärmedurchgangskoeffizient) gibt an, welcher Wärmestrom (in W) durch 1 m² des Bauteils fliesst, wenn die Temperaturdifferenz der angrenzenden Lufträume 1 K beträgt. Einheit: W/m² K.

Er berechnet sich als Kehrwert des Wärmedurchgangswiderstandes R: $k = \frac{1}{R}$.

Bei Bauteilen aus ebenen, homogenen Baustoffschichten gilt:

$$R = \frac{1}{\alpha_i} + \sum \frac{d}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_a} \quad (\text{m}^2 \text{ K/W})$$

mit: α_i = Wärmeübergangskoeffizient an der inneren Oberfläche,

Normwert $\alpha_i = 8$ W/m² K

α_a = Wärmeübergangskoeffizient an der äusseren Oberfläche,

Normwert $\alpha_a = 20$ W/m² K

d, λ = Dicke, resp. Wärmeleitfähigkeit der einzelnen Baustoffschichten
d in m, λ in W/m K

mit a_s	Absorptionsgrad für Sonnenstrahlung	(-)
G	Globalstrahlung auf Bauteilebene	(kWh/m ²)
ϵ_o	Emissionsgrad für Wärmestrahlung, IR	(-)
ΔIR	IR-Zusatzverlust an den Himmel	(kWh/m ²)
α_a	Wärmeübergangskoeffizient aussen	(W/m ² K)

Die Reduktion des Transmissionsverlustes infolge der Strahlungsvorgänge kann gerade in den Übergangsmontaten beträchtlich sein, siehe Bild 1.

Bei einem Nachweis des Heizenergiebedarfs gemäss Empfehlung SIA 380/1