

Zeitschrift: Schweizer Ingenieur und Architekt
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 110 (1992)
Heft: 37

Artikel: Naturnahe Neugestaltung des Alpenrheins - eine Utopie?
Autor: Schlegel, Franco
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-77954>

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: 04.04.2026

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

Ein attraktiveres Rheintal

Die künftige Nutzung und Gestaltung des Rheines soll dazu beitragen, die Attraktivität des Rheintals als Wohn-, Wirtschafts- und Erholungsraum zu erhöhen. Eine intakte Umwelt mit einem grossen Erholungs- und Freizeitwert ist zur Bewältigung des strukturellen Wandels und um in unserem stressbetonten Alltag leistungsfähig zu bleiben von ausserordentlicher Bedeutung. Gerade die Führungskräfte von Wirtschaft und Politik beanspruchen in hohem Masse unversehrten Erholungsraum, um im internationalen Wettstreit konkurrenzfähig zu bleiben. Landschaftlich und biologisch intakte Flusslandschaften vermitteln nachweislich ein besonders tiefes Naturerlebnis und bieten eine grosse Vielfalt von Erholungsmöglichkeiten.

Der Rhein als Lebensader

Welche Hauptaufgabe soll der Rhein künftig in der Kulturlandschaft des dicht besiedelten, internationalen Alpenrheintals erfüllen? Die Antwort auf diese entwicklungspolitische Kernfrage ist m.E. eindeutig: Wer die gestaltungsarme Talandschaft und den kanaliserten Rhein betrachtet, stösst unweigerlich auf die Grundidee, dass nur durch eine naturnahe Neugestaltung des Rheins die von der Natur vorgegebene räumliche Ordnung und der unverwechselbare Charakter des Rheintals wieder hergestellt werden können! Denn der Rhein ist die zentrale Gestalt, das Originale, die verlorene Identität seines Tals.

Vom Einzweck- zum Mehrzweckprojekt

Da unsere grossen Fließgewässer mehrere Funktionen von öffentlichem Interesse gleichzeitig zu erfüllen haben, ist ein erneuter Eingriff ins Flussregime des Rheins im Rahmen eines integrier-

ten, wasserbaulichen Mehrzweckprojekts anzugehen. Die primären Zielsetzungen eines neuen Gesamtwerks beinhalten m.E. die folgenden Punkte:

- Neukonzeption des Hochwasserschutzes
- Naturnahe Gewässergestaltung
- Sanierung der gestörten Grundwasserhältnisse
- Neuschaffung von Erholungsraum
- Wasserkraftnutzung

Mit der Idee eines neuen Rhein-Linth-Werks soll exemplarisch demonstriert werden, wie es möglich ist, durch ein gestalterisch-ökologisch konzipiertes Ingenieurwerk vermeintliche Gegensätze wie Natur und Technik, Energiewirtschaft und Umweltschutz, in schöpferischer Weise zu vereinen.

Kardinalproblem Hochwasser

Die verheerenden Überschwemmungen im Jahre 1987 (Überflutungen im Urner Reusstal und im Vorderrheintal, Rheindammbruch bei Fussach) haben deutlich gezeigt, dass unsere alten Schutzbauten ausserordentlichen Niederschlägen nicht gewachsen waren und auch im Rheintal latent Gefahren für weitere ähnliche Fälle bestehen. Wenn sich auch das Sicherheitskonzept der Rheinkorrektur bisher bewährt hat, so muss doch darauf hingewiesen werden, dass mit der dichteren Besiedlung des Rheintals die bisherige Regulierung den erhöhten und erweiterten Anforderungen der Gegenwart nicht mehr entspricht und durch ein neues Projekt ergänzt werden sollte.

Es sind die folgenden Schwachstellen der Rheinkorrektur, die einen verbesserten Schutz vor dem «grössten Wildbach Europas» erfordern:

- Die Hochwasserdämme sind teilweise sehr alt, insgesamt recht durchlässig, und ihre Stabilität ist kritisch. So kam es

im lediglich 50jährigen Julihochwasser von 1987 gemäss Angaben der Schweizer Rheinbauleitung neben dem Fussacher Dammbuch zu starken Durchsickerungen am Damm bei St. Margrethen, so dass die Sicherheit nicht mehr gewährleistet war [5]. Dementsprechend kostspielig ist auch der Unterhalt (ca. 4 Mio. Fr. pro Jahr).

- Der Rheinunterlauf wurde für ein 100jähriges Hochwasser dimensioniert. Ein 500jähriges Hochwasser wie jenes im Reusstal von 1987 würde im unteren Rheintal neben möglichen Personenschäden Sachschäden in Milliardenhöhe zur Folge haben.

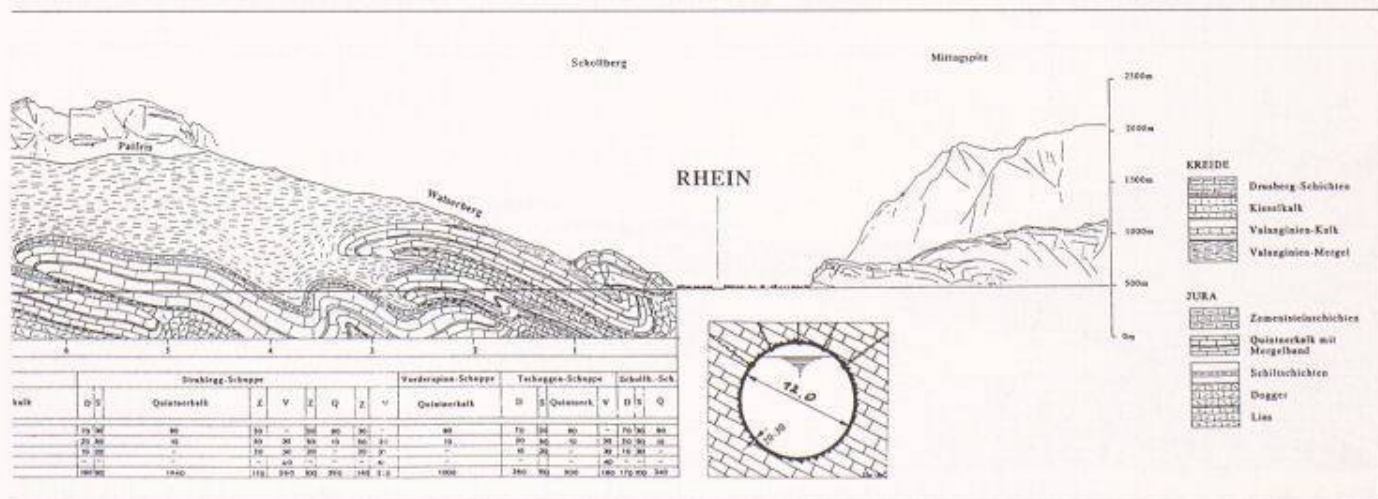
□ Durch den Gerinneausbau Reichenau-Bodensee und den Entzug der ehemals grossen Überflutungsgebiete wurde das ursprünglich gedämpfte Hochwasserabflussverhalten stark verschärft und das Hochwasserschutzproblem lediglich flussabwärts verschoben.

- Die Schutzansprüche der inzwischen dichtbesiedelten und international bedeutsamen Talschaft sind gegenüber dem 19. Jahrhundert stark angestiegen.

Das vorrangige Ziel muss es deshalb sein, die grosse Hochwasserspitze des Rheins (1000jähriges Hochwasser von 3000 m³/Sek. bei Sargans) zu brechen. Bereits in den 50er Jahren (Hochwasser von 1954) wurde die Notwendigkeit einer Ergänzung des Hochwasserschutzes im Alpenrheintal erkannt, die Idee eines Hochwasser-Rückhaltebeckens am Vorderrhein bei Rhäzüns jedoch aus verschiedenen Gründen nicht weiter verfolgt.

Natur gab Idee vor: Ableitung der Hochwasserspitze zum Walensee

Was aus Naturgründen war – noch beim 1480er Hochwasser wird gemäss dem Luzerner Chronisten Renward Cysat ein Überströmen des Rheines über die Talwasserscheide von Sargans beurkundet –, dürfte die Lösung des Pro-



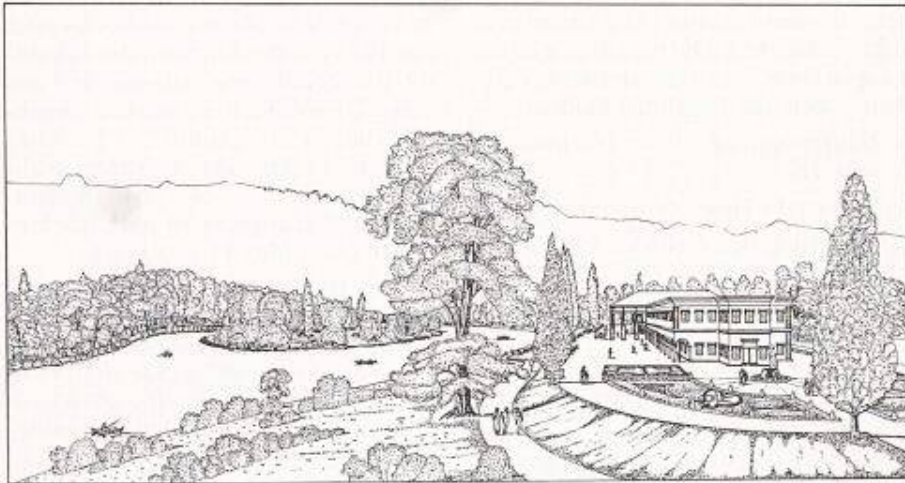


Bild 2. Blick auf den renaturierten Rhein bei Vaduz mit der Erholungsinsel, dem Landespark und dem am Flussufer gelegenen Kulturzentrum

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 zweiröhriges, 16.8 km langes, wahrscheinlich kreisförmiges Freispiegelgerinne mit einer Schluckfähigkeit von 1000 m³/Sek. (Daten für einen einröhriigen Tunnel: Aussendurchmesser 12 m, Ausbruchfläche 113 m²). Die Frage des Systementscheids (ein- oder zweiröhriiger 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-

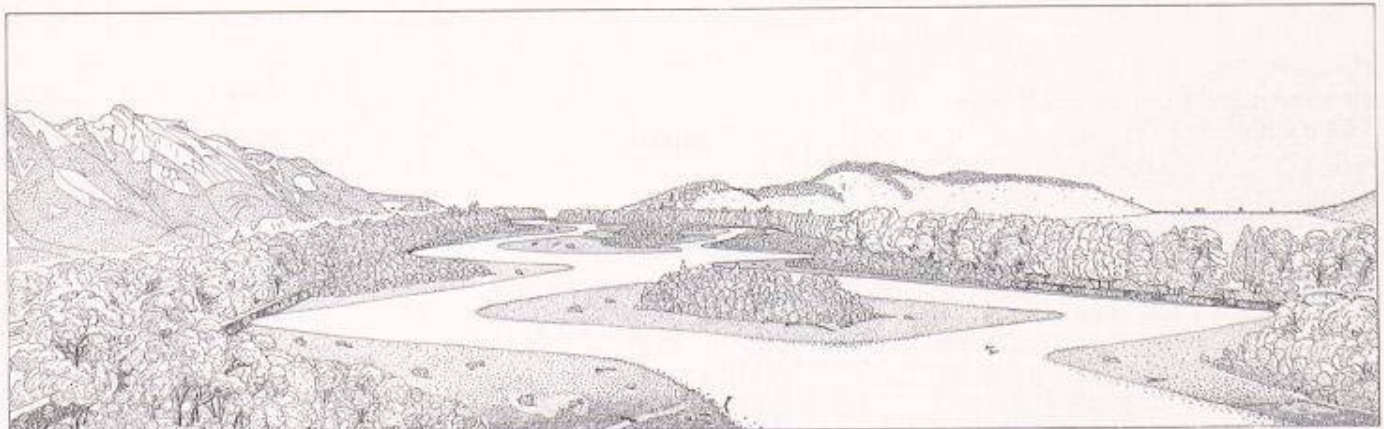


Bild 3. Blick auf die vorgeschlagene Eschener Rheinaue zwischen Buchs/Schaan und Haag/Bendern: Idealbild der Rheintaler Urlandschaft mit dem frei fliessenden Alpenrhein

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 Mastrlser 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).

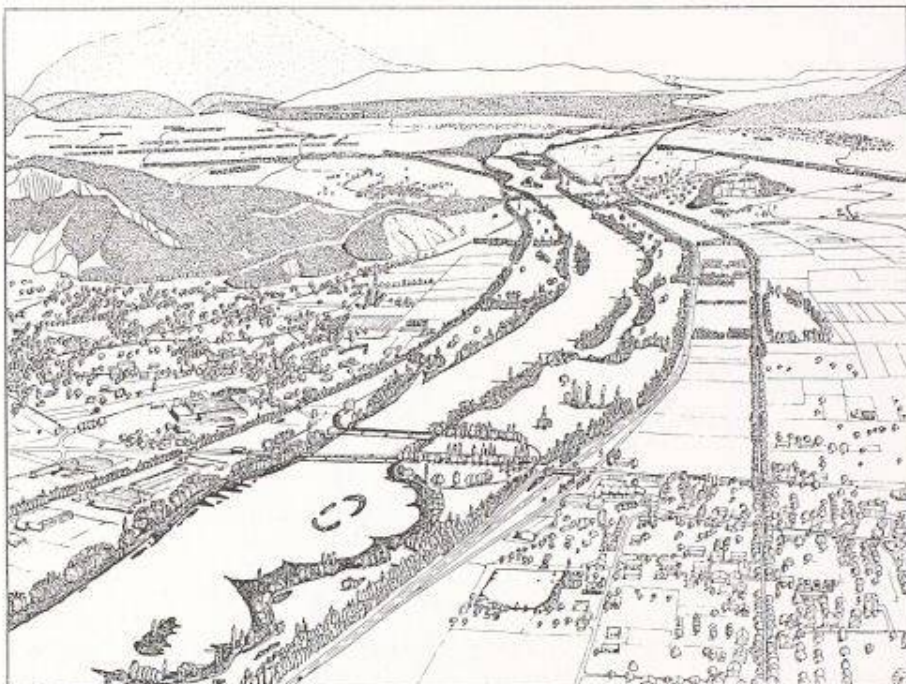


Bild 4. Blick auf den Rhein bei Kriessern/Mäder mit dem Flachsee und der gegliederten Flusslandschaft

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.

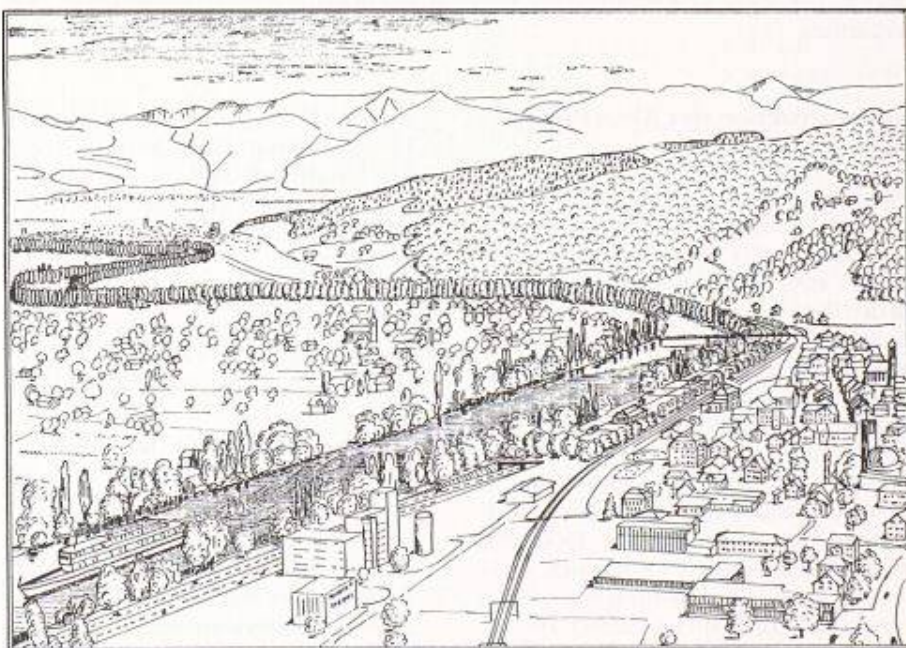


Bild 5. Blick flussaufwärts auf Gaissau und das Städtchen Rheineck mit ihrem alten Wahrzeichen, dem «Vater Rhein», welcher am Fusse der Ausläufer der Appenzeler Berge gemächlich seine weiten Schlaufen zieht

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