

Zeitschrift: Werdenberger Jahrbuch : Beiträge zu Geschichte und Kultur der Gemeinden Wartau, Sevelen, Buchs, Grabs, Gams und Sennwald
Herausgeber: Historischer Verein der Region Werdenberg
Band: 3 (1990)

Artikel: Die Stabilität des Rheinbetts
Autor: Jäggi, Martin
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-893231>

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: 23.02.2026

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

Die Stabilität des Rheinbetts

Martin Jäggi, Zürich

Der Rhein verstopft sein Bett, er droht in den Walensee überzulaufen.» So etwa könnte es Mitte des 19. Jahrhunderts im Gefolge von Überschwemmungen und Auflandungen im Gerinne des Rheins getönt haben. «Der Rhein gräbt sich ein, der Grundwasserspiegel sinkt ab, die Rheinebene trocknet aus.» So wiederum dürften die Befürchtungen laut geworden sein, nachdem um 1970 herum die Sohle des Rheins immer tiefer lag und schliesslich die Brücke zwischen Buchs und Schaan einstürzte. Steht man heute auf den Rheindämmen, so ist man sich dieser gegenläufigen Tendenzen kaum bewusst. Massiv stehen die Dämme da, fast wie für die Ewigkeit gebaut, und zwingen den Rhein in ein enges Bett. Auch ist ja heute die Gefahr einer Überflutung der Ebene durch diese Dämme, abgesehen von einem gewissen Restrisiko, praktisch unbekannt.

Es darf nun aber nicht vergessen werden, dass zwischen diesen beiden massiven Dämmen der Rhein immer noch eine bewegliche Sohle vorfindet, die er ständig umarbeitet und auf der er seine mitgeführte Feststoff-Fracht weiter talabwärts führt. Wie Bild 1 zeigt, sind es zumindest die charakteristischen alternierenden Kiesbänke, welche auf diese Prozesse hindeuten.

Das dynamische Gleichgewicht eines Flusses

Der Fluss hat also grundsätzlich die Kraft, zumindest bei grösseren Wassermengen, die Kieselsteine, welche seine Sohle bilden, abzutransportieren. Etwas despektierlich kann man also den Fluss mit einer Transportmaschine oder einem Förderband vergleichen. Es braucht das Übertreffen eines Mindestabflusses, damit diese Maschine überhaupt in Betrieb geht. Zunehmende Wassermengen erhöhen das Leistungsvermögen, also sozusagen die Drehzahl des Förderbandes. Vergleicht man verschiedene Flüsse oder Flussstrek-

ken miteinander, so weiss man, dass es nicht nur die Wassermenge, sondern vor allem auch das Längsgefälle, die charakteristischen Korngrössen des Sohlenmaterials und die Profilgeometrie sind, welche diese Leistung beeinflussen.

Nach dieser Idealvorstellung ist also jedem Abflusswert eine Transportrate zugeordnet. So kann auch einer Jahreswasserfracht eine Jahresgeschiebefracht zugeordnet werden. Immer noch gemäss Idealvorstellung sollte es in einer Flussstrecke ein dynamisches Gleichgewicht geben. Dies heisst, dass die Erosionsleistung des Flusses oder des Transportbandes gerade durch jene Menge an Geschiebe kompensiert wird, die von oben in einer Strecke eintrifft. Kommt zuwenig an, so wird die abgeschwemmte Menge des Sohlenmaterials nur teilweise ersetzt, und die Sohle frisst sich ein. Kommt von oben mehr, als der Fluss abzuführen imstande ist, so kommt es zu einer Auflandung und zur Verfüllung des Gerinnes. Die Folgen einer solchen Auflandung sind ein Verlust am Abflussprofil und damit eine Gefahr für die Umgebung, erneut überflutet zu werden. Frisst sich der Fluss zu stark in den Untergrund ein, so gefährdet er nicht nur die Foundationen der Dammbauten, die ihn zähmen sollen, sondern es kann auch zu einem Absinken des Grundwasserspiegels und so zu einer Austrocknung der Umgebung kommen.

Der Geschiebehaushalt des Rheins

So einfach diese Zusammenhänge dargestellt werden können, so komplex ist schliesslich das Zusammenwirken aller Einflussgrössen, so dass eigentlich recht wenig über die effektive Geschiebeführung in einem Fluss wie dem Alpenrhein gesagt werden kann. Auch direkte Messungen der Geschiebeführungen blieben Stichproben, da Aufwand an Messung und Ertrag an Resultaten in keinem Verhältnis zueinander stehen.

Aufgrund der Erfahrungen mit dem Unterhalt des korrigierten Rheingerinnes kann aber doch einiges gesagt werden. Es ist bekannt, dass 3 Millionen m³ Material jährlich im Bodensee abgelagert werden. Der weitaus grösste Teil dieses Materials ist aber sehr fein, nämlich sandig oder siltig (Silt = Schlammssand), und darf deshalb im Alpenrhein nicht als Geschiebe bezeichnet werden. Unter Geschiebe werden eben die gröberen Kieselkörner verstanden, welche der Sohle entlang «geschoben» werden. Die feinen Stoffe werden im Alpenrhein in der Schwebe gehalten und haben mit der Sohlenbildung nichts zu tun.

Das gröbere Geschiebe wird zwar durch den Rhein bis in den Bereich der Mündung transportiert. Seit dem Bau des neuen Vorstreckungskanals an der Mündung erreicht das Grobgeschiebe jedoch den Bodensee nicht mehr. Die gesamte Geschiebefracht muss im Bereich der ursprünglichen Mündung ausgebagert werden, nämlich eine Menge von etwa 40 000 bis 50 000 m³ pro Jahr.

Die alternierenden Bänke in der st. galisch-liechtensteinischen Strecke wandern bekanntlich flussabwärts. Die Wandergeschwindigkeit ist unregelmässig. Sie erreicht im Mittel 150 m pro Jahr, kann aber durchaus Spitzenwerte von 400 m pro Jahr aufweisen (Region Trübbach). Daraus lässt sich ableiten, dass die mittlere Geschiebefracht in dieser Strecke mindestens 30 000 m³ betragen muss, aber bei «Spitzengeschwindigkeiten» der Bankwanderung auf 80 000 m³ ansteigt. Mit diesem Wert ist allerdings nur jenes Geschiebe erfasst, das durch die Bankwanderung selbst verfrachtet wird. Zusätzlich wird sich ein weiterer Anteil zwischen den Bänken den Talweg entlang bewegen. Auch wenn man nun noch einen gewissen Geschiebeanteil der Ill zuweist, so darf doch geschlossen werden, dass die Geschiebefracht in der oberen Strecke jene um einiges übertrifft, welche bei der Mün-



Der Rhein mit alternierenden Kiesbänken im Abschnitt Balzers (rechts unten) bis Buchs (links oben).

dung ankommt. Dies ist im Falle eines dynamischen Gleichgewichtes nicht überraschend, da bekannt ist, dass durch die Bewegung des Geschiebes selbst, durch den sogenannten Abrieb, aber auch durch weitere Einflüsse wie etwa Frost, flussabwärts eine Zerkleinerung des Sohlenmaterials stattfindet. Damit geht auch der Geschiebefracht ein gewisser Anteil an Masse verloren. Entsprechend dieser Geschiebezerkleinerung nimmt ja normalerweise auch das Gefälle eines Flusses mit der Distanz ab.

Das Auftreten solcher Bänke wurde früher oft als Zeichen von Auflandung gewertet. Spätestens seit den massiven Erosionen um 1970 steht aber fest, dass sich solche Bänke bilden können, auch wenn sich der Fluss eintieft. Auch hat sich die von den Wasserbauern des 19. Jahrhunderts geäusserte Hoffnung nicht bewahrheitet, dass in einem begradigten Fluss die Sohle automatisch eben bleibe und damit an Uferschutzsicherungen gespart werden könne. Man weiss heute, dass in Flüssen eine sehr starke Tendenz

besteht, das Gerinne ungleichmässig zu deformieren, also Mäander und Verzweigungen zu bilden. Erste Ansatzpunkte eines mäandrierenden Gerinnes sind solche alternierenden Bänke wie im Alpenrhein. Dort sind allerdings die Ufer so massiv, dass der Fluss kaum eine Chance hat, diese Mäander weiter auszubilden. Es darf aber doch gesagt werden, dass diese wandernden alternierenden Kiesbänke ein absolut natürliches morphologisches Element eines Flusses sind. Bei Niedrigwasser beeinflussen sie die Strömungsvielfalt nachhaltig. Man kann sogar sagen, dass der Fluss innerhalb der durch den Damm gesetzten Grenzen durch die Bildung solcher Bänke noch weitgehend naturnah ist.

Befindet sich die Rheinsohle im Gleichgewicht?

Seit etwa 15 Jahren zeigen die Vermessungen nurmehr verhältnismässig leichte Änderungen der Sohlenerosion oder Auflandung. Darf man nun daraus schliessen, dass die Sohle jetzt für lange Zeit ins Gleichgewicht geraten ist und somit im Rheintal weder Überflutungs- noch Austrocknungsprobleme zu befürchten sind? Mit den heutigen Rechenmitteln kann der Geschiebehauhalt eines Flusses durch eine sogenannte numerische Simulation erfasst werden. Erfahrungen mit diesem Hilfsmittel haben gezeigt, dass ein Schluss bezüglich Gleichgewicht auch aus mehrjährigen Messungen verfrüht wäre. Stabile Flussstrecken können sich in einer Art «scheinbarem Gleichgewicht» befinden. Das Transportvermögen eines Flusses ist nie extrem hoch, und die umgelagerten Geschiebekubaturen sind verhältnismässig klein. Verteilt sich ein Defizit oder ein Überschuss an Geschiebe auf eine grössere Fläche, so kann es durchaus sein, dass sich die Änderungen der Höhenlage der Sohle auch über Jahre im Zentimeterbereich bewegen. Somit scheint, über eine kurze Periode gesehen, eine Strecke stabil zu sein, welche aber in Wirklichkeit einen beträchtlichen Anteil des ankommenden Geschiebes aufnimmt oder eine erhöhte Menge an Geschiebe ans Unterwasser abgibt. Auch hat sich gezeigt, dass Umlagerungen auf einer kurzen Strecke die unterliegenden Abschnitte ins Gleichgewicht bringen können, dass aber diese in ein Ungleichgewicht geraten, sobald auf dieser kurzen Strecke andere Verhältnisse auftreten.

Eine solche Tendenz scheint sich unterhalb der Tardisbrücke bei Landquart abzuzeichnen. Dort hat sich aus den letzten Vermessungen eine eindeutige Erosionstendenz ergeben. Zwar hat der Bau der Schwelle am Ellhorn, ähnlich wie der Bau jener bei Buchs, örtlich zu einer Auflandung geführt. Insgesamt ist aber das Längsgefälle zwischen Tardisbrücke und Ellhorn abgesunken. Die in dieser oberen Strecke erodierte Menge scheint nun aber, vorläufig mindestens, zu genügen, um zusammen mit jenem Geschiebe, das noch aus dem Einzugsgebiet bei der Tardisbrücke ankommt, die untere Strecke im Gleichgewicht zu halten. Örtlich treten sogar leichte Auflandungen auf, was auf eine gewisse «Überlastung» mit Geschiebe hindeuten könnte. Wird nun aber diese Erosionsstrecke unterhalb der Tardisbrücke verbaut, ähnlich wie das auch bei weiteren Erosionsstrecken im Kanton Graubünden geplant ist, so versiegt sozusagen diese momentan aktive Geschiebequelle. Die Folge ist dann, dass für die ganze unterliegende Strecke die Zufuhr an Geschiebe abnimmt, wodurch dann an anderer Stelle die Erosion wieder auftreten könnte.

Diese Resultate und vorläufigen Schlussfolgerungen dürfen aber nicht überbewertet werden. Sie wurden aufgrund einiger Erfahrungen in anderen Flüssen und der Sohlenvermessung im Rhein gemacht. In nächster Zeit ist eine genaue numerische Simulation der Entwicklung der Rheinsohle geplant. Nach Abschluss dieser Arbeiten wird sich über die zukünftigen Tendenzen einiges mehr aussagen lassen.

Geschichtlicher Rückblick

Es sei hier die historische Entwicklung der Rheinkorrektur als einigermaßen bekannt vorausgesetzt. Weniger bekannt dürfte sein, wie sich nach den jeweiligen Eingriffen die Rheinsohle verhalten hat und nach welchen Massnahmen dies gemanagt hat.

Bis in die zweite Hälfte des letzten Jahrhunderts war der Rhein noch eine relativ wilde, naturnahe Strecke. Wie es auch der Name sagt, floss der Rhein durch eine Anschwemmungsebene; er hat also nicht nur dazu beigetragen, einen grossen Teil des Bodensees aufzufüllen, sondern er erhöhte ständig den Talgrund durch Schotterablagerung. Man weiss, dass früher das Rheingescchiebe, also das grobkörnige Material, nie bis zum heutigen Bodensee

gelangt ist. Im unteren Teil sind es dann eben die feineren Schwebestoffe gewesen, die zur Seeaufandung beigetragen haben. Erste Korrektionswerke, welche im 19. Jahrhundert ausgeführt wurden, haben zuerst sogar noch zu einer Verschlechterung der Situation geführt. Es gelang nämlich damals nicht, durch eine Einengung, welche noch nicht so massiv war wie die heutige, das Transportvermögen des Flusses so zu erhöhen, dass dieser Fluss mit der ankommenden Geschiebemenge fertig geworden wäre. Da nun aber dem Fluss die grossen Flächen, auf welche er früher auflanden konnte, genommen wurden, war der Rhythmus der Auflandung plötzlich viel höher. Damit stieg auch die Überflutungsgefahr. In dieser Zeit wurde eben allen Ernstes befürchtet, dass der Rhein auf der Höhe von Sargans Richtung Walensee weiterfliessen könnte.

Am Ende des letzten Jahrhunderts wurde für die untere Strecke zwischen der Schweiz und Österreich eine einheitliche Korrektur vereinbart. Mit den beiden Durchstichen von Diepoldsau und Fussach erhoffte man sich eine weitere Erhöhung der Transportleistung und eine Absenkung der Rheinsohle. Damit sollten nicht nur die vorangegangenen Auflandungen kompensiert werden, sondern der Hochwasserspiegel sollte generell abgesenkt und damit eigentlich die Gefährdung des umliegenden Gebietes reduziert werden. Nach der Realisierung dieser Durchstiche machte die Rheinsohle diese Entwicklung allerdings nicht oder nur zum Teil mit. So landete vor allem der neugeschaffene Diepoldsauer Durchstich, welcher 1923 eröffnet wurde, auf. Die Untersuchungen von Prof. Meyer-Peter an der neu eröffneten Versuchsanstalt für Wasserbau an der ETH Zürich Anfang der dreissiger Jahre führten dann zum sogenannten Umbauprojekt III B, durch welches die charakteristischen Mittelwuhre auf der internationalen Rheinstrecke eingeführt wurden. Die Realisation dieses Projekts dauerte bis 1954. Bereits in jenen Untersuchungen wurde aber angeregt, dass man nicht auf das Transportvermögen des Flusses allein abstellen dürfe, sondern dass zusätzlich Baggerungen notwendig seien. Diese wurde in den 50er Jahren in Angriff genommen, wobei vorerst die Öffentlichkeit diese Leistung noch zu bezahlen hatte. Erst die allgemeine Ankurbelung der Baukonjunktur um 1960 und der grosse Bedarf an Kies brach-

te dann nicht nur mit sich, dass diese Kiesvorkommen im Rhein kommerziell genutzt wurden, sondern dass diese Ausbeutung auch ein gewaltiges Übermass annahm. Sehr rasch wurde daraus eine Umkehrung der Situation, und die Sohle tiefte sich in kurzer Zeit dramatisch ein. Als Konsequenz des Brückeneinsturzes bei Buchs wurden dann innert zwei Jahren die Konzessionen für die Kieswerke am Rhein aufgehoben.

Ausblick

Vergleicht man die Unregelmässigkeiten der Entwicklung vor etwa 20 bis 30 Jahren mit der Entwicklung heute, so darf gesagt werden, dass wir nun zumindest ein scheinbares Gleichgewicht haben, während damals die Rheinsohle total aus dem Gleichgewicht geraten war. Der Massstab der Veränderung war damals viel grösser, als er es heute noch ist. Auch ein natürliches Ungleichgewicht wird also nur langsame und wenig dramatische Änderungen zulassen, wie dies z. B. zwischen 1960 und 1970 der Fall war. Diese Trägheit der natürlichen Prozesse darf aber nicht darüber hinwegtäuschen, dass sich auch in Zukunft das Problem des Gleichgewichts der Sohlenlage stellen wird und eine Bedrohung im einen oder anderen Sinn nicht von der Hand zu weisen ist.

Daraus folgt deshalb, dass die Geschiebezufuhr in den Rhein ein minimales Ausmass nicht unterschreiten darf, um weitergehende Erosionen zu verhindern. Es kann aber langfristig auch nicht grundsätzlich auf jede Geschiebeentnahme im Einzugsgebiet verzichtet werden, da sich dann möglicherweise erneut eine Trendumkehr ergeben würde und die alten Hochwassergefahren wieder heraufbeschworen würden.

Bild

Flugaufnahme 1989: Hans Jakob Reich, Salez