

Zeitschrift: Jahrbuch vom Thuner- und Brienzersee
Herausgeber: Uferschutzverband Thuner- und Brienzersee
Band: - (1969)

Artikel: Die Kander und ihr Delta im Thunersee
Autor: Niklaus, M.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1096619>

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: 24.03.2026

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

Die Kander und ihr Delta im Thunersee

1. Einleitung

Die Kander ist in bezug auf die Geschiebeführung der bedeutendste Zufluß des Thunersees. Wohl führt die Aare mehr Wasser in den Thunersee als die Kander; das Aarewasser wird aber im Vorfluter, d. h. im Brienzersee, weitgehend geklärt, was bei der Kander nicht der Fall ist. Dementsprechend hat die Kander im Thunersee ein großes Delta aufgeschüttet (siehe Abb. 1 bis 4). Dabei ist das heutige Delta noch sehr jung, und es wäre bedeutend größer, hätte man nicht darin seit mehr als 50 Jahren dauernd Kies und Sand ausgebeutet.

Das Eidgenössische Amt für Wasserwirtschaft und andere Amtsstellen haben in den letzten Jahrzehnten verschiedene Deltas in der Schweiz periodisch vermessen. Dadurch kennt man ihr Wachstum und ist in der Lage, Rückschlüsse auf das Maß der Abtragung im betreffenden Einzugsgebiet des Flusses zu ziehen. Jäckli (1957) schreibt: «Wenn wir in den Alpen die fluviatilen Vorgänge quantitativ erfassen, dann kennen wir zweifellos die wichtigsten Abtragungsfaktoren; die übrigen fallen mengenmäßig kaum sehr ins Gewicht.» Das Rheindelta im Bodensee ist von allen schweizerischen Flußdeltas am besten untersucht worden. Seit 1911 wurde dieses alle 10 Jahre periodisch vermessen. Ferner fanden Deltaaufnahmen am Aaredelta im Brienzersee, am Aaredelta im Bielersee, am Linthdelta im Walensee und am Maggia-delta im Luganersee statt, um nur die wichtigsten Vermessungen zu erwähnen (siehe Tab. 1). In Tabelle 1 sind die wesentlichsten Meßergebnisse zusammengestellt. Daraus ist ersichtlich, daß die Werte von Delta zu Delta, aber auch bei ein und demselben Delta innerhalb verschiedener Meßperioden ziemlich stark streuen. Diese Unterschiede sind durch folgende variierende Faktoren erklärbar: Niederschlags-höhe und Niederschlagsregime (ein einzelnes Hochwasser kann auf einmal mehr Geschiebe als mehrere Normaljahre zusammen bringen), Reliefenergie oder Höhenunterschied zwischen mittlerer Höhe und Lage der Erosionsbasis, Erosionsresistenz des Untergrundes, also geologische Beschaffenheit und Verbauungsgrad im Einzugsgebiet der

betreffenden Flüsse. Entscheidend ins Gewicht fallen vor allem die geologischen Faktoren. Im bündnerischen Rheingebiet finden wir ausgedehnte, erosionsanfällige Schiefergebiete mit vielen tiefgründigen Rutschkomplexen und langen Wildbachanrissen in Moränenablagerungen. Im Aaregebiet oberhalb Innertkirchen herrschen der erosionsresistente kristalline Untergrund und im Linthgebiet relativ standfeste Kalke vor.

Wie steht es nun beim Kanderdelta? Obwohl an ihm keine periodischen Vermessungen stattfanden, können wir trotzdem einige aufschlußreiche Angaben machen. Dabei wollen wir auch das Flußgebiet sowie das Flußregime der Kander etwas genauer untersuchen.

Tabelle 1 (nach H. Jäckli, 1958)

Flußlauf und See	Einzugs- gebiet	Mittlere Höhe	Heutige Erosions- basis	Unter- suchungs- periode	Deltaablage- rungen pro Jahr und pro km ² des Ein- zugsgebietes m ³
	km ²	m	m		
Rhein					
Bodensee	6123	1800	399	1921—1931	513
				1931—1941	493
				1941—1951	271
				1951—1961	544
				1921—1961	455
Linth					
Walensee	529	1727	423	1910—1931	227
Aare					
Brienzersee	554	2150	566	1898—1933	280
Tessin + Verzasca + Maggia					
Langensee	2897	1594	196	1890—1932	388

2. Das Einzugsgebiet der Kander

Die Kander und ihre Zuflüsse entwässern den Nordabhang der Berner Alpen vom Wildhorn im Westen bis zum Gspaltenhorn im Osten. Der

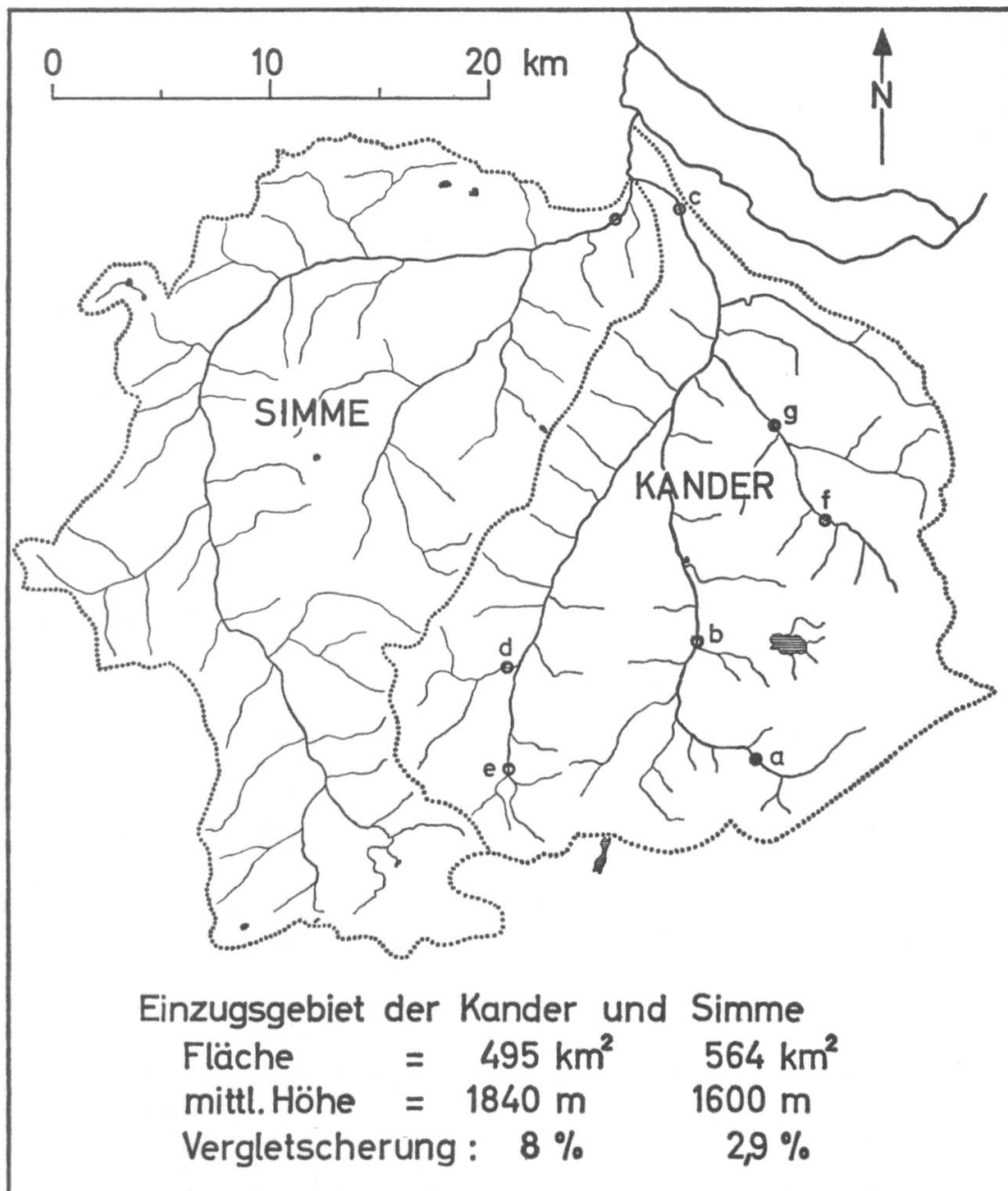


Abb. 5

wichtigste Seitenfluß ist die Simme, die sich mit der Kander rund 3 km oberhalb deren Mündung in den Thunersee vereinigt (Abbildung 5). Das Einzugsgebiet der Kander ist gekennzeichnet durch größere Höhenunterschiede und stärkere Vergletscherung. Das Einzugsgebiet der Simme weist entsprechend der geologischen Beschaffenheit weichere

Geländeformen auf und ist weniger vergletschert. Die Kander sowie die Simme können beträchtliche Frachten an Feststoffen zu Tale führen. Der Niesenkette, die die Wasserscheide zwischen den beiden Flüssen bildet, entspringen beidseitig, namentlich aber auf der Ostflanke, zahlreiche Wildbäche, die für beide Flüsse, vor allem für die Kander, große Geschiebelieferanten sind. Dazu kommt im Kanderthal reichlich vorhandenes Bergsturzmaterial, welches der fluviatilen Abtragung keinen großen Widerstand leistet. Im Kandertal haben gewaltige prähistorische Bergstürze Talstufen gebildet. So verriegelte z. B. ein Bergsturz das Gasterntal bei der Klus oberhalb Kandersteg, was zu einer Auffüllung des Gasterntales führte. Die Mächtigkeit der Alluvionen im Gasterntal reicht über 200 m unter die heutige Talsohle. Der größte Bergsturz ereignete sich aber vom Fisistock herunter in den Kessel von Kandersteg. Seine Ausläufer sind 10 km weit talauswärts bis nahe an Frutigen heran zu verfolgen. Nach Turnau (1906) sollen hier 900 Mio m³ Gesteinsmaterial abgestürzt sein. Im Talboden von Kandersteg hat man Seeablagerungen gefunden, weshalb anzunehmen ist, daß die Bergsturztrümmer oberhalb des Bühlstutzes die Kander zu einem See aufstauten. Nach Beck (1929 und 1952) ist der größte Teil dieser Bergsturmassen in der Folge als Murgang talauswärts geflossen. Auch das Oeschinental ist mit Bergsturmassen hoch verschüttet. Der Oeschinensee verdankt seine Entstehung einem solchen Bergsturz. Der Oeschinenbach ist ein für Kandersteg gefährlicher Geschiebelieferant. Bei Frutigen mündet die Engstligen in die Kander, ein großer Wildbach, der selber viele Wildbäche auf der Ostseite der Niesenkette sammelt wie z. B. den Allenbach bei Adelboden. Die Engstligen ist während Hochwassern stark geschiebeführend, wogegen in der übrigen Zeit zur Hauptsache Sand und Schwebestoffe transportiert werden (Schneeschmelze). Die Engstligen hat ausgesprochenen Wildbachcharakter. Das Einzugsgebiet der Simme ist anders beschaffen. Von St. Stephan bis zur Mündung quert die Simme abwechselungsweise Kalk- und Flyschgebiete. Dort wo Kalke anstehen, bildeten sich Schluchten, so bei Mannenberg, Laubenegg, Simmenegg und Simmenfluh. In den Flyschzonen liegen weite Becken wie die von Boltigen und Oey. Die Feststoff-Fracht der Simme ist im gesamten feiner im Korn als die der Kander. Dazu kommt, daß in der Porte, zwischen Simmenfluh und Burgfluh, die Simme durch ein Wehr der BKW gestaut wird.

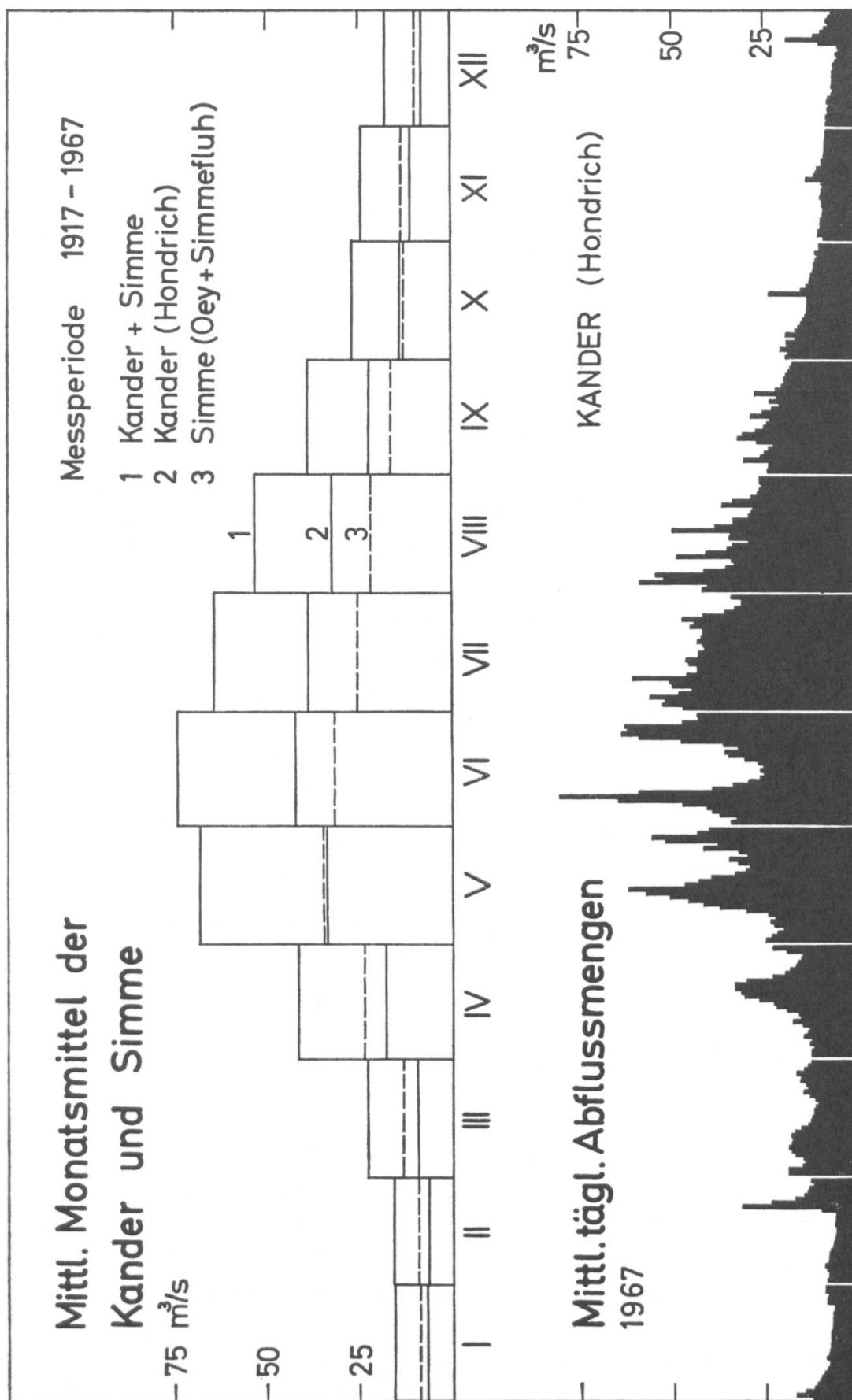


Abb. 6

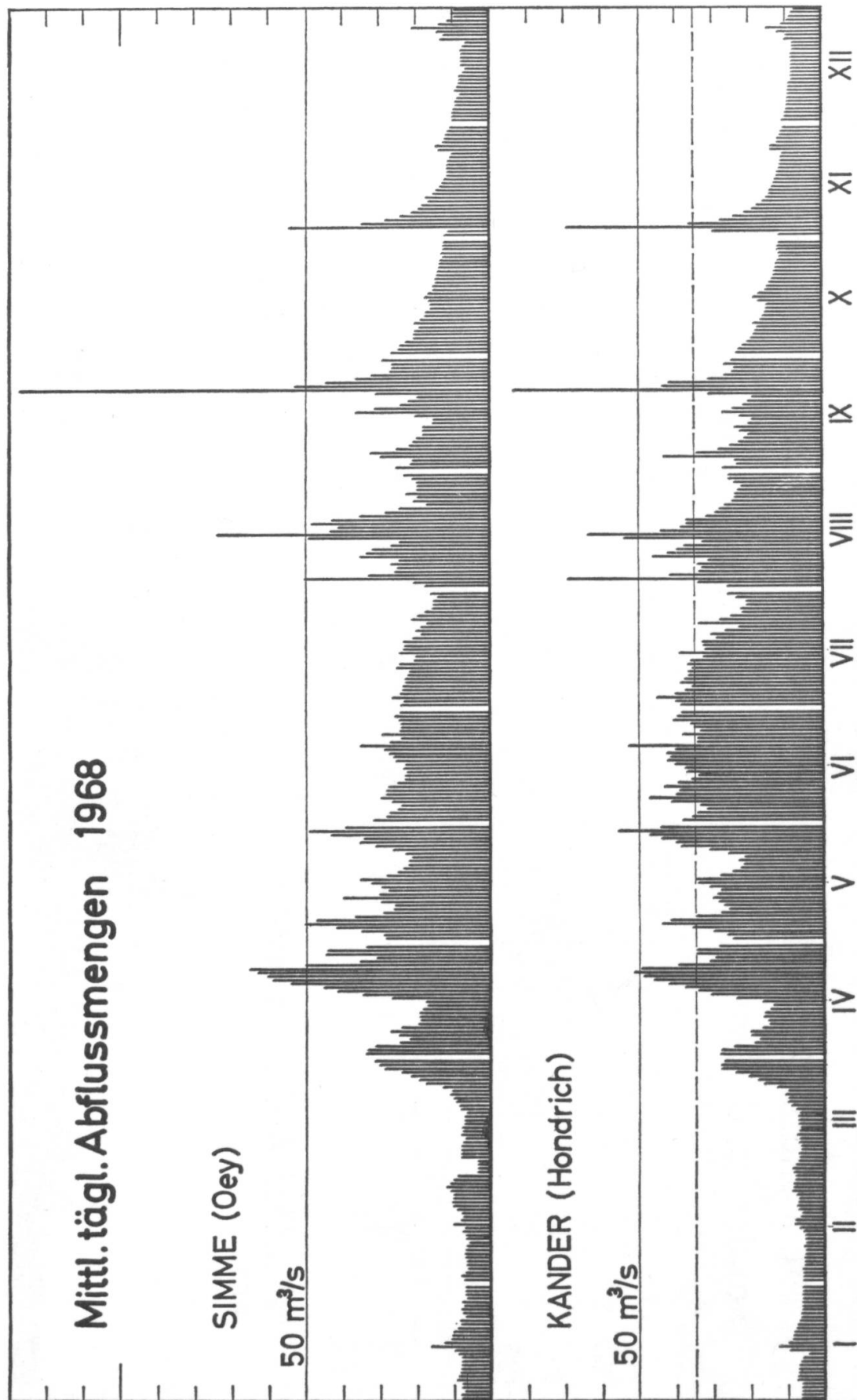


Abb. 6

3. Das Abflußregime der Kander

Aus Abbildung 6 erkennen wir, daß die Kander in der Regel im Monat Juni, die Simme im Monat Mai ihren größten Abfluß aufweist. In den ersten fünf Monaten des Jahres ist der Abfluß der Simme größer als derjenige der Kander, und in den folgenden fünf Monaten ist es gerade umgekehrt. Obwohl die Simme ein größeres Einzugsgebiet hat als die Kander, ist ihr Mittel der Jahresabflußmengen bloß 18,5 m³/sek oder 32,8 l/sek und km². Die entsprechenden Werte der Kander lauten 20,45 m³/sek oder 41,4 l/sek und km². Dies ist eindeutig durch die verschiedene Höhenlage der Einzugsgebiete sowie deren Vergletscherung zu erklären. Die mittlere Höhe des Einzugsgebietes der Simme beträgt 1 600 m, die der Kander 1 840 m. Im Simmental setzt im Frühjahr die Schneeschmelze früher ein. Der ausgesprochene Gletscherflußcharakter der Kander bis Frutigen mit großen Sommerabflüssen und nur kleinen Hochwasserspitzen wird allerdings durch die zahlreichen Wildbäche wie Engstligen, Kiene und Suld verwischt. Die Simme hat, wie die zuletzt genannten Kanderzuflüsse, typischen Wildbachcharakter. Dies geht vor allem auch aus der Tabelle 2 hervor, indem die maximalen Abflußspitzen der Simme die der Kander bei weitem übertreffen. So kommt es, daß die Kander bei der Mündung in den Thunersee ein Fluß mit sowohl großen Hochwassern als auch starker mittlerer Sommerwasserführung ist.

Tabelle 2 Maximale Spitzen in der Meßperiode 1917—1968 in m³/sek

Monat	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni
Simme	124	207	86.0	162	250	133
Jahr	1955	1958	1951	1924	1930	1934
Monat	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.
Simme	164	150	206	288	275	180
Jahr	1965	1955	1968	1935	1944	1961
Monat	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni
Kander	79.2	118	74.0	68.6	113	152
Jahr	1955	1958	1946	1924	1958	1955
Monat	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.
Kander	165	166	182	147	177	138
Jahr	1955	1955	1968	1935	1944	1961



▲ Abb. 1

▼ Abb. 2





▲ Abb. 3

▼ Abb. 4



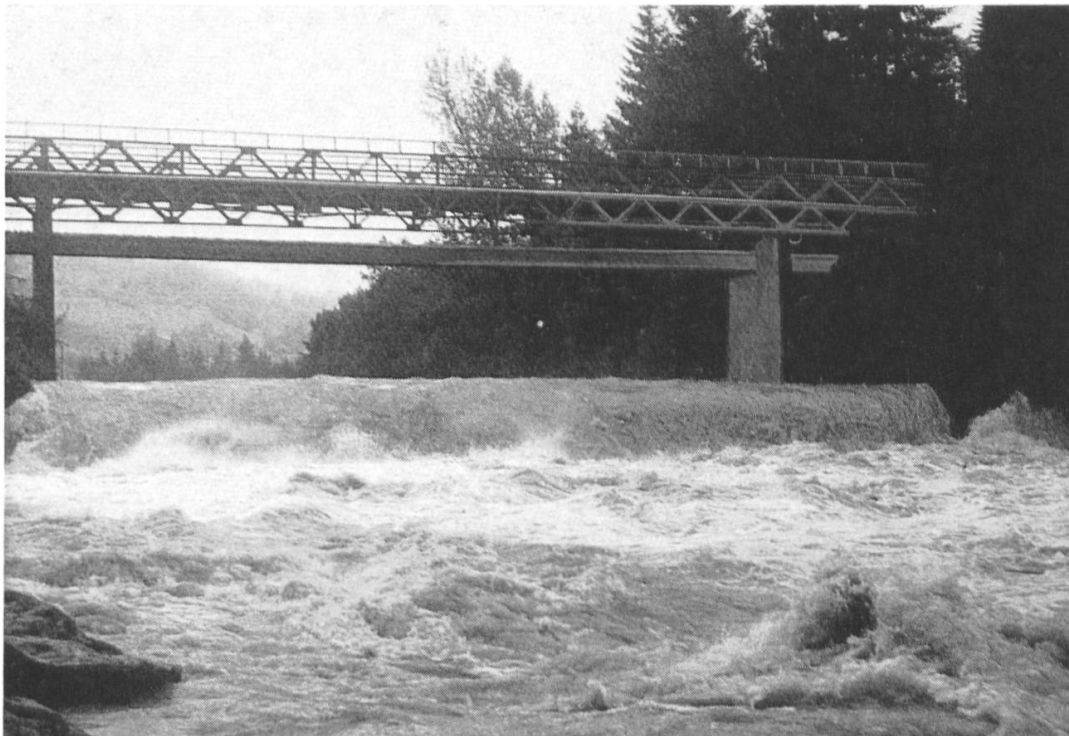
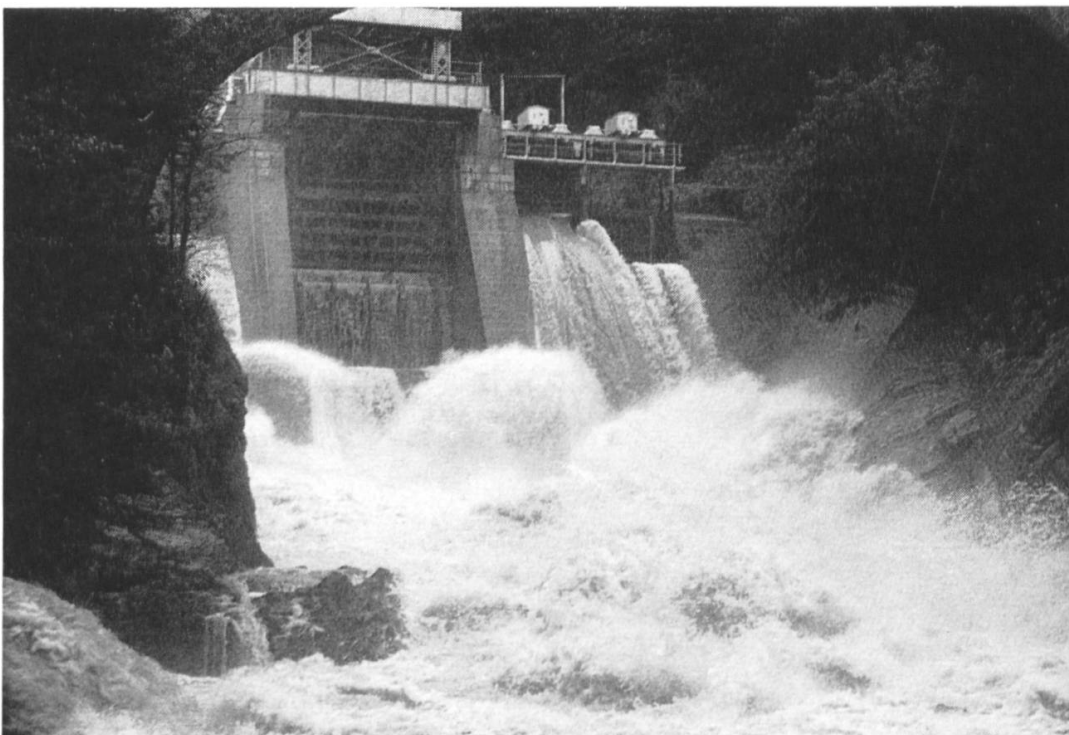


Abb. 8

Abb. 9



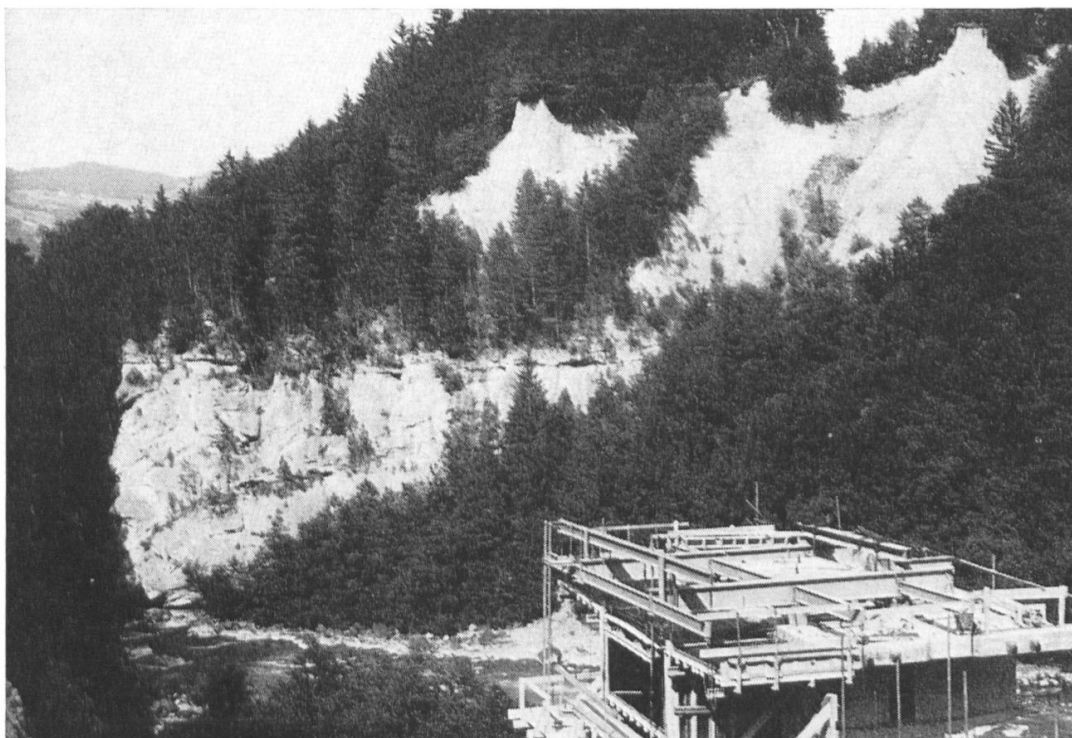


Abb. 10

Abb. 11

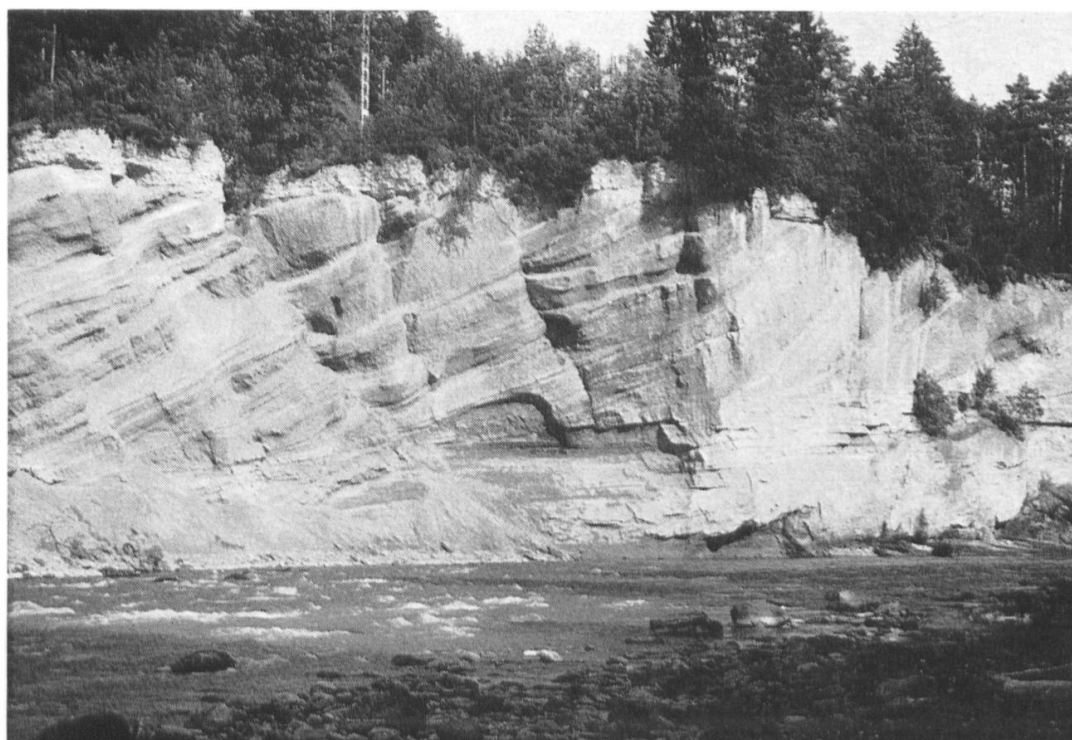




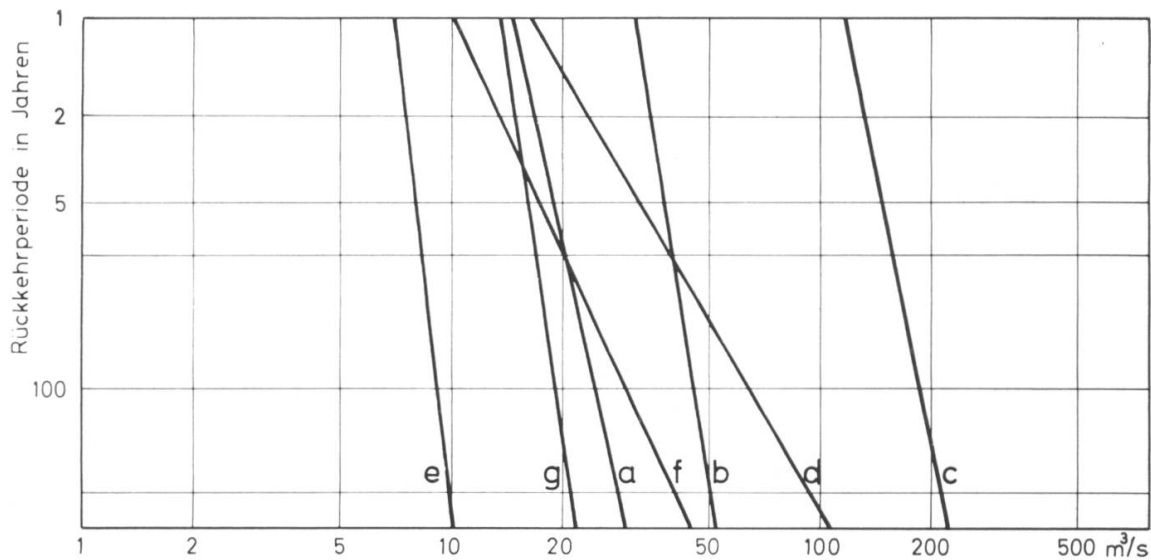
Abb. 14

Abb. 15



Kommentar zu den Abbildungen

- 1—4 Flugaufnahmen vom Kanderdelta (Aufnahmen der Kanderkies AG, Thun).
Nr. 1 stammt aus dem Jahre 1933, Nr. 2 aus dem Jahre 1949, Nr. 3 und 4 wurden im Jahr 1960 aufgenommen.
Die Aufnahmen zeigen deutlich, daß die Oberfläche des Deltas in den letzten Jahrzehnten infolge Baggerungen durch die Kanderkies AG abgenommen hat.
Auf den Photos 1 bis 3 erkennt man deutlich auf der linken Seite der Kander den Ablenkdamm, welcher die Kander zum Umbiegen nach rechts zwingt. Im letzten Jahrhundert noch mündete die Kander auf der linken Seite des Deltas in den Thunersee. Die Verlandung des westlich ans Delta angrenzenden Gwattlischenmooses schritt rasch voran, weshalb man die Ablenkung der Kander vornahm.
- 8 Kander, bei der Station Heustrich, Hochwasser vom 3. 8. 68.
- 9 Simme, unterhalb des Wehrs der BKW in der Porte bei Wimmis, Hochwasser vom 3. 8. 68 (vergleiche mit Abbildung 6).
- 10 Blick auf die Ostseite der Kanderschlucht bei der Autobahnbrücke beim Hani. Etwa in der Mitte des Hanges erkennt man ein horizontales Band, bestehend aus den alten verfestigten Schottern. Darunter sind die nach Norden schräg einfallenden, ungefähr 40 m mächtigen Deltaschotter aus dem Riß-Würm-Interglazial und darüber die ebenso mächtigen Moränen der letzten Eiszeit (Würm) sichtbar.
- 11 Detailansicht der Deltaschotter an der Kander beim Hani. Darüber, rund zehnmal weniger mächtig, unmittelbar unter dem Waldsaum, die horizontal gelagerten, alten, verfestigten Schotter. Ein Schulbeispiel einer Diskordanz.
- 14 Der Ausschnitt aus dem Kanderdelta zeigt, daß der Geschiebeanteil am Deltasediment recht groß ist.
- 15 Nach einem Hochwasser sind große Flächen des Deltas von angeschwemmtem Holz bedeckt.



Extremalabflüsse der Kander und ihrer wichtigsten Zuflüsse

- | | |
|-----------------------|----------------------------------|
| a KANDER (Gasterntal) | d ALLENBACH (Adelboden) |
| b KANDER (Kandersteg) | e ENGSTLIGENBACH (Engstligenalp) |
| c KANDER (Hondrich) | f GÖRNERENBACH (Schwand) |
| | g GÖRNERNWASSER (Kiental) |

Abb. 7

(nach G. Schnitter, 1966)

Abb. 16

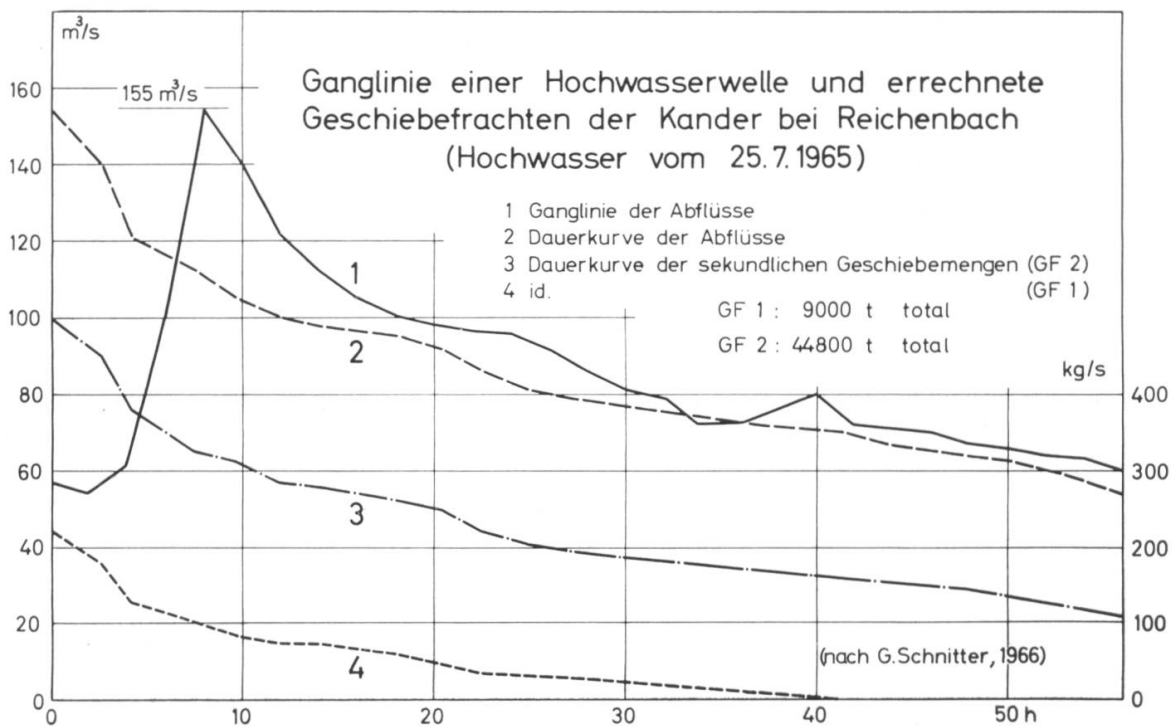
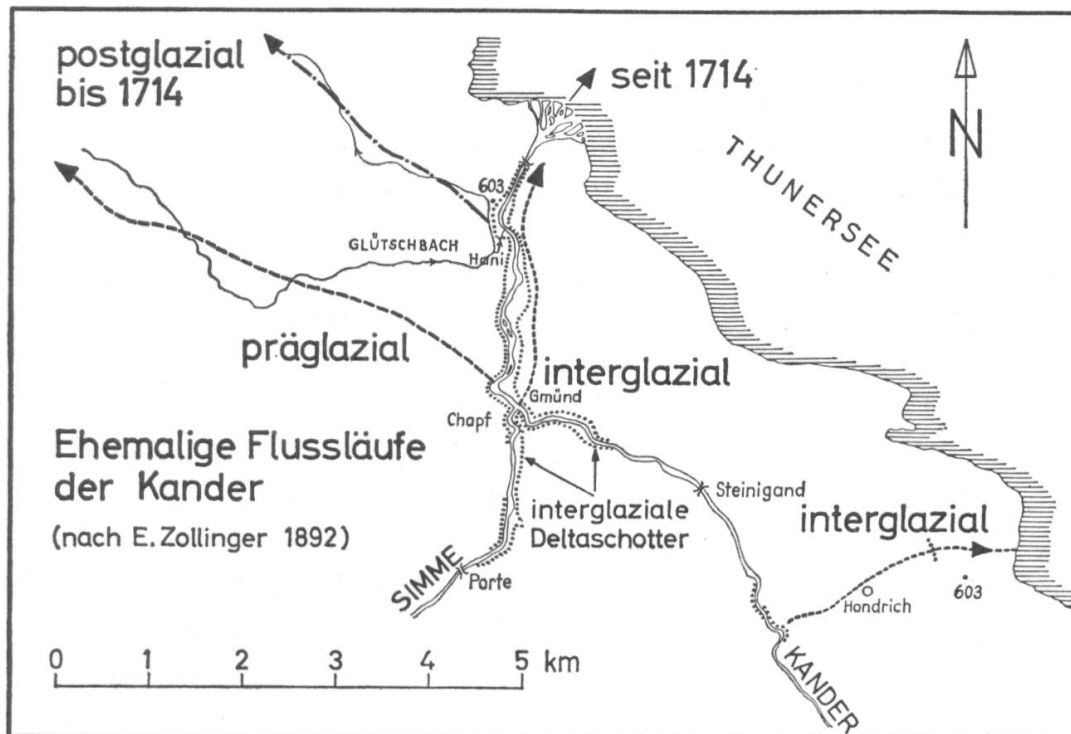


Abbildung 7 hebt nochmals den Unterschied zwischen Wildbach- und Gletscherflußtyp im eigentlichen Einzugsgebiet der Kander hervor. Die schräger verlaufenden Geraden stellen Wildbäche dar. Aus dieser Abbildung ist die wahrscheinliche Rückkehrperiode für bestimmte Extremalabflüsse abzulesen; so entnehmen wir z. B., daß die Kander in Hondrich alljährlich einen maximalen Abfluß von $117 \text{ m}^3/\text{sek}$, alle 10 Jahre einen solchen von $157 \text{ m}^3/\text{sek}$, und alle 100 Jahre einen solchen von $185 \text{ m}^3/\text{sek}$ haben kann. Wie aus Tabelle 2 hervorgeht, ist der letzte Wert in der 50jährigen Meßperiode noch nie erreicht worden, beinahe aber beim letzten großen Hochwasser im Monat September des Jahres 1968. Damals führte die Kander während der Spitze 388 m^3 Wasser pro Sekunde in den Thunersee (siehe Abb. 8 und 9). Diese Hochwasserwelle ist in den letzten 50 Jahren bloß zweimal überschritten worden, im Oktober des Jahres 1935 mit $435 \text{ m}^3/\text{sek}$ und im November 1944 mit $452 \text{ m}^3/\text{sek}$. Es ist bemerkenswert, daß alle genannten Spitzen in die Herbstzeit fallen. Abbildung 16 gibt den typischen Verlauf einer Hochwasserwelle wieder.

Abb. 12



4. Ehemalige Flußläufe der Kander

Bekanntlich fließt die Kander in der Nacheiszeit erst seit dem Jahre 1714 in den Thunersee. Sie wurde im erwähnten Jahre durch Menschenhand in den Thunersee abgeleitet, um den katastrophalen Überschwemmungen, von denen die Bewohner von Allmendingen, Thierachern, Uetendorf und Thun stark bedroht wurden, zu begegnen. Näheres siehe bei G. Grosjean: «Die Ableitung der Kander in den Thunersee vor 250 Jahren (Jahrbuch vom Thuner- und Brienzersee 1962). Die Kander floß aber schon früher einmal in den Thunersee, der damals, in einer Zwischeneiszeit, bedeutend größer gewesen war (siehe Abbildung 12). Durch den tiefen Einschnitt der Kander seit 1714 ist in der Kanderschlucht von oben nach unten folgendes aufgeschlossen worden (siehe Abb. 10): junge Flußschotter, dann verfestigte, alte, horizontale Schotter, darunter, fast 40 m mächtig, schräg nach Norden einfallende Deltasande und Deltaschotter. Diese Deltaschotter lassen sich flußaufwärts bis Hondrich und Wimmis, d. h. 6 resp. 4 km weit verfolgen (siehe Abb. 11 und 12), und die gleichen Deltaschotter setzen sich flußabwärts bis zur Kanderbrücke, ferner durch das Glütschbachtal und Aaretal bis nach Bern fort. In der letzten Zwischeneiszeit (Riß — Würm — Interglazial) wurden die Deltaschotter in den einst höher gelegenen Alpenrandsee abgelagert. Dieser erstreckte sich von Meiringen bis nach Bern und sein Wasserspiegel erreichte annähernd die Höhenlage von 600 m, also rund 40 m höher als der heutige Thunerseespiegel. Daß es sich um einen interglazialen Deltaschotter handelt, kann der aufmerksame Betrachter der Kanderschlucht oberhalb der Autobahnbrückenpfeiler selber feststellen, sieht man dort doch deutlich, daß unter den Schottern wieder Moränen zum Vorschein kommen. Zur Abklärung der geologischen Verhältnisse wurden an der Stelle, wo heute die Kanderbrücke der Nationalstraße N 6 gebaut wird, durch das Autobahnamt des Kantons Bern zwei Sondierbohrungen durchgeführt. Diese ergaben folgendes: das Kanderbett liegt in einem älteren, mäßig konsolidierten Seeton von etwa 12 m Mächtigkeit (von der Flußsohle abwärts gemessen); darunter liegt eine sehr feste Grundmoräne der Rißeiszeit, deren Mächtigkeit mehr als 20 m beträgt. Die vier Pfeiler, je zwei pro Fahrbahn, mußten denn auch durch mehrere Bohrpfähle von 1,10 m Durchmesser und 20 m Länge im Moränen-

material fundiert werden. Die Gletscher der letzten Eiszeit (Würm) schufen dann die imposanten Wallmoränen von Strättligen, welche der Kander in der Folge den Lauf in den Thunersee verwehrten. P. Beck (1933) unterschied verschiedene Moränen: zuoberst die rostgelbe Wallmoräne von Strättligen, die im sog. Thunerstadium, einem Rückzugsstadium, vor zirka 15 000 Jahren abgelagert wurde; darunter die bleichgelbe, plateaubildende Bärenholzmoräne, die dem früheren Gurtenstadium entspricht. In diese Moräne schnitt sich die Kander seit dem Thunerstadium ein und bildete so das Glütschbachtäli.

5. Zur Entstehung des Kanderdeltas

Nach der Ableitung der Kander in den Thunersee im Jahre 1714 wuchs unheimlich rasch ein Delta in den See hinein. Über das Wachstum des Deltas können folgende Angaben gemacht werden:

1714	0 m ²	
1716	222 800 m ²	auf einem Plan des neuen Kanals nach Rüdiger
1740	478 700 m ²	nach I. Bachmann (1869)
1777	619 200 m ²	Karte von Lanz
1857	648 000 m ²	topographische Aufnahme
1879	762 600 m ²	nach T. Steck (1891)
1909	850 000 m ²	nach K. Geiser (1914)

Auf dem Übersichtsplan 1 : 10 000 (1958) bestimmte ich die Fläche des heutigen Deltas zu 846 400 m². Wir stellen also fest, daß in den letzten 50 Jahren das Kanderdelta über dem mittleren Wasserstand des Thunersees von 557,6 m Höhe nicht mehr zugenommen hat. Das hängt mit der Kiesausbeutung am Delta seit 1913 zusammen (siehe Abb. 1 bis 4). K. Geiser erwähnt, daß früher von Zeit zu Zeit am Delta Abrutschungen stattgefunden haben, die Gebiete bis zu 72 000 m² erfaßt hätten. Nähere Angaben können darüber leider nicht erstattet werden. Immerhin sind auf der neuesten Tiefenkarte des Thunersees (1946—1949 aufgenommen) sechs verschiedene Rutsche erkennbar. Nach A. Steiner (1953) beträgt ihre Kubatur insgesamt rund 4 Mio m³, die auf dem Hauptdelta der Kander mit einem Inhalt von 28,57 Mio m³ aufliegen. Nach A. Steiners Berechnungen hätte das Delta somit eine Gesamtkubatur von 32,685 Mio m³.

Wie ist es möglich, daß das Kanderdelta in den ersten Jahren so gewaltig wuchs? Als die Kander noch hinter den Moränen des Strättlihügels durch das heutige Glütschbachtälchen floß, besaß sie ein mittleres Gefälle von rund 5 ‰. Durch die Einleitung der Kander in den von Samuel Jenner vom Frühjahr 1713 bis zum Sommer 1714 erbauten Stollen quer durch den Strättlihügel gab man dem Fluß ein Gefälle von 72 ‰! An der Stelle, wo heute die neue Kanderbrücke der N 6 entsteht, wies das ehemalige Kanderbett die Höhenlage von 603 m auf. Der heutige mittlere Wasserstand des Thunersees von 558 m darf auch für das 18. Jahrhundert angenommen werden. Damit erhält man einen Höhenunterschied von 45 m auf einer Strecke von 625 m Luftlinie bis zum ehemaligen Seeufer. Übrigens wurde dieser Niveauunterschied bereits 1699 gemessen, und zwar zu 150 Fuß, was umgerechnet rund 44 m ergibt. Im November des Jahres 1710 wurde dieses Nivellement erneut durch S. Bodmer bestätigt. Der Verfasser des Projektes über die Ableitung der Kander in den Thunersee, Samuel Bodmer, mag sich wohl kaum Rechenschaft über die Folgen dieser gewaltigen Gefällserhöhung eines Flusses im Unterlauf gegeben haben.

Ein Fluß hat stets die Tendenz, sein Gefälle auszugleichen, und zwar strebt er einem Gleichgewicht zwischen Erosion und Akkumulation zu. Der Endzustand einer Flußgefällskurve, die sog. Erosionsterminante, steigt von der Mündung erst flach und dann allmählich steiler zur Quelle an. Diese Normalgefällskurve wird jedoch selten erreicht, wechseln doch in den einzelnen Flußabschnitten die geologischen Verhältnisse oft sehr rasch und damit auch die Tendenz eines Flusses entweder zur Seiten- oder Tiefenerosion.

Die rasche Bettvertiefung der Kander, nachdem ihr Wasser in den von S. Jenner geschaffenen Stollen abgeleitet worden war, muß ein außerordentliches Schauspiel gewesen sein. Am 16. Juli 1714 kam eine Gesellschaft von Oberhofen her und wollte dem Treiben der Kander zuschauen. Da sank plötzlich eine unterspülte Uferpartie ein und riß zwei Junker aus dem Hause von Wattenwyl vor den Augen ihrer Verwandten mit. Die Unglücklichen konnten erst einige Tage später tot geborgen werden. Im Stollen tobte der Fluß und donnerte wie ein urzeitliches Ungeheuer. Die Erde wurde erschüttert, und am 3. August klagte Spiez, daß die Straße von Strättligen nach Spiez vom Einsturz

bedroht sei und nicht mehr begangen werden könne. In der Nacht vom 17. auf den 18. August kam es zum Einsturz des Stollens.

Am 17. Juli 1716 wurde Emanuel Groß vom Kander-Direktorium beauftragt, zu untersuchen, ob man die Kander in ihr altes Bett zurückleiten könne. (Groß, der vom Wasserbau mehr verstand als die Projektleiter Bodmer und Jenner, hatte mehrmals vergeblich gewarnt, die Kander nicht eher in den Thunersee abzuleiten als bis in Thun ein erhöhter Seeabfluß geschaffen worden sei.) E. Groß stellte fest: die Kander hatte in der kurzen Zeit von zwei Jahren beim Hani ihr ehemaliges Bett um 22 m, im Durchstich sogar um 27 m vertieft. Die rückschreitende Erosion des Flusses war bereits damals weit über das Gmünd, den Zusammenfluß von Kander und Simme, talaufwärts fortgeschritten. Am Fuß der Simmenfluh, beim Chapf, maß E. Groß eine Bettvertiefung der Simme von 5 m. Eine Rückleitung der Kander in ihr altes Bett kam also nicht mehr in Frage. Die ursprüngliche Absicht, nur die Hochwasser der Kander im Sommer in den Thunersee abzuleiten, im übrigen aber den bisherigen Kanderverlauf beizubehalten, wurde damit zunichte gemacht.

Die außerordentlich rasch verlaufende Bettvertiefung wurde hier durch die Beschaffenheit des Untergrundes begünstigt. Die Kander konnte sich erst einmal in ihre eigenen Schotter und hernach in die oben erwähnten Deltaschotter einfressen. Damit wurde das Cañon im Unterlauf der Kander in — geologisch gesprochen — äußerst kurzer Zeit geschaffen. Im Jahre 1890 betrug die Bettvertiefung beim Gmünd bereits 21 m. Entsprechend war die rückschreitende Erosion bis nach Mülönen hinauf festgestellt worden. Nach dem Übersichtsplan 1 zu 10 000 (1958) mißt die Bettvertiefung der Kander am Südfuß des Strättlihügels 37 m, beim Hani 35 m, beim Gmünd 28 m, bei der Eisenbahnbrücke der Linie Spiez—Wimmis 25 m und die der Simme unterhalb des Stauwehrs in der Porte 22 m.

6. Berechnungen über die Größe des Kanderdeltas

a) Die Berechnung von T. Steck (1892)

T. Steck stand die erste Tiefenkarte des Thunersees aus dem Jahre 1866 zur Verfügung. Auf Seite 183 schreibt er: «Ein Blick auf die

Tiefenkarte des Thunersees zeigt uns, daß die Isobathen längs des südwestlichen Ufers ziemlich gleichmäßig verlaufen und erst im Gebiete des Deltas von der Richtung des Ufers, das sie sonst in gleichen Entfernungen begleiten, abweichen und seewärts einen stark ausspringenden Bogen beschreiben. Es ist daher anzunehmen, daß vor der Einleitung der Kander in den See der Verlauf der Isohypsen im jetzigen Deltagebiet ein ähnlicher war, wie er sich noch heute im übrigen Teil des Südwestufers darstellt. Wenn wir daher die ursprünglichen Isohypsen, wie sie vor der Bildung des Kanderdeltas bestanden haben dürften, dem Verlaufe weiter oberhalb entsprechend, als dem Ufer ungefähr parallele Linien rekonstruieren, erhalten wir einen Körper abgegrenzt, der uns genau die Form des Deltas wiedergibt und dessen Volumen bestimmt werden kann». Hieraus ermittelte Steck die Kubatur des im Zeitraum von 1714 bis 1866 angeschwemmten Kanderdeltas zu 56,76 Mio m³, was einem mittleren jährlichen Zuwachs von 373 000 m³ entspricht. Steck fährt weiter: «Da jedoch das Wachstum des Deltas infolge Erosion im Kanderdurchstich anfänglich zwar unverhältnismäßig groß war, so sind, um zu einem mittleren Werte für die späteren Jahre zu kommen, diejenigen Massen, die aus dem Nachstürzen des Strättlihügels, der Vertiefung des Flußbettes der Kander bis Mülönen einerseits und der Simme bis zur Simmenfluh, der dort bewirkten Abtragung aufgespeicherten Gerölls andererseits stammen, in Abrechnung zu bringen.» Diese Masse bestimmte Steck zu 10 Mio m³, womit allein aus dem Einzugsgebiet 46,76 Mio m³ stammen. Hieraus errechnet sich der jährliche Abtrag zu rund 307 000 Kubikmeter.

Dazu bemerkt Steck: «Die oben gegebenen Zahlen für die Geschiebeführung in den See von 373 000 bzw. 307 000 m³ pro Jahr sind nur als Minima für die Menge des überhaupt aus dem Kandergebiet entführten Materials zu betrachten, da die suspendierten Sinkstoffe und alle gelösten Stoffe nicht im Delta zur Ablagerung kommen, sondern sich weit über den See verteilen und sogar von der unweit abfließenden Aare weiter verfrachtet werden.»

Alb. Heim (1879) schätzte die auf den Urnersee verteilte Schlammmenge zu einem Viertel der gesamten Geschiebeführung der Reuß oder auf einen Drittel der Ablagerungsmenge in ihrem Deltagebiet. Rechnet man analog mit demselben Maß bei der Kander, so wären

zu den 307 000 m³ im Jahr noch 102 000 m³ zu addieren, womit die gesamte, pro Jahr abgetragene Masse 409 000 m³ beträgt. Schließlich berücksichtigte Steck auch noch die im Wasser der Kander gelöste Mineralsubstanz, die ja im Thunersee außer der biogenen Entkalkung nicht zur Sedimentation gelangt, sondern bis ins Meer getragen wird. Bei einer angenommenen Jahresabflußmenge von 1 225 Mio m³ und einer geschätzten gelösten Mineralsubstanz von 1/6000 der oben erwähnten Wassermenge kommt Steck zu einem weiteren Abtrag von 78 500 m³ Gestein pro Jahr (Dichte = 2,6 t/m³). Der gesamte mittlere jährliche Abtrag im Einzugsgebiet der Kander errechnet sich somit zu 478 500 m³ oder 454 m³ pro km², was einer mittleren Erniedrigung von 0,454 mm im Jahr entspricht. Der Denudationsmeter, d. h. der Zeitraum, in welchem eine Landoberfläche im Mittel um 1 m tiefer gelegt wird, berechnet sich somit für das Einzugsgebiet der Kander zu 2 200 Jahren.

*b) Vergleich von zwei Seegrundaufnahmen aus den Jahren
1866 und 1946*

Über das sublakustre (d. h. unter dem Wasserspiegel liegende) Wachstum des Kanderdeltas wissen wir infolge der schon erwähnten, ausgebliebenen periodischen Vermessungen wenig Bescheid. Immerhin lassen sich aus dem Vergleich zweier Seegrundaufnahmen ein paar Anhaltspunkte gewinnen. Der Seegrund des Thunersees wurde erstmals durch eine systematische Auslotung im Jahre 1866 kartiert (8 Lotungen pro km²).

80 Jahre später, d. h. 1946, wurde der Seegrund des Thunersees durch die Eidg. Landestopographie erneut durch sehr viele Tiefenmessungen (45 Lotungen pro km²) aufgenommen. Vergleicht man nun den für die Auflandung durch die Kander in Betracht kommenden Seeanteil der beiden Aufnahmen (unterer Thunersee westlich der Linie Oertli-Zentrale BKW), so ergibt sich eine Volumdifferenz von rund 24 Mio m³. Daraus errechnet sich eine mittlere jährliche Auflandung durch die Kander im unteren Thunerseegebiet von rund 300 000 m³. Die Genauigkeit dieses Resultats hängt natürlich in erster Linie von der älteren Kartierung ab. Immerhin dürfte die Größenordnung einigermaßen erfaßt sein.

c) Die Berechnung von A. Steiner (1953)

Diese basiert auf der neuesten Tiefenkarte des Thunersees, die in den Jahren 1946—1949 von der Eidg. Landestopographie aufgenommen wurde (Maßstab 1 : 25 000).

Steiner schreibt: «Außer dem Hauptdelta, das flach aus der Seefläche herausragt, dann aber ziemlich steil abfällt, erkennt man zwei alte Kanderrinnen, von denen die westliche stark eingeschnitten und trotz der Aufschüttung heute noch deutlich wahrnehmbar ist. Daraus kann man schließen, daß die Kander schon zweimal an der fast gleichen Stelle in einem früheren, tiefer gelegenen See oder Fluß mündete.» Ferner unterschied A. Steiner fünf zungenförmige Rutsche im Seebecken, die alle in der Richtung des größten Gefälles erfolgt sind.

Tabelle 3 Wachstum des Kanderdeltas (nach A. Steiner)

bis zum Jahr	von bis Meter ü. M.	Volumen in Mio m ³
1866	470—560	17 030
1901	440—564	22 882
1949	405—560	32 685

Für den Zeitraum 1714—1949 gibt A. Steiner ein mittleres Wachstum des Kanderdeltas von 139 090 m³ an, woraus sich der jährliche Abtrag pro km² im Einzugsgebiet zu 131 m³ berechnen läßt.

Nach A. Steiner beträgt der Anteil der Kander an der gesamten Geschiebeführung der Thunerseezuflüsse 96,45 %.

7. Kritische Betrachtungen

Auf Grund der genauesten und neusten Kartierung (Vergrößerung des Übersichtsplanes im Maßstab 1:5 000) habe ich die seit 1714 durch die rückschreitende Erosion entstandenen Cañons der Kander und Simme so genau wie möglich ausgemessen. Was seit 1714 geschah, läßt sich aus der Karte, verglichen mit dem Gelände, gut erkennen. Das Niveau der alten Flußbette läßt sich relativ einfach rekonstruieren. Die alten Schwemmlandebenen weisen, flußaufwärts gesehen, eine zunehmende Steigung von 5 auf 10 ‰ auf. Zudem lassen sich die Cañonränder

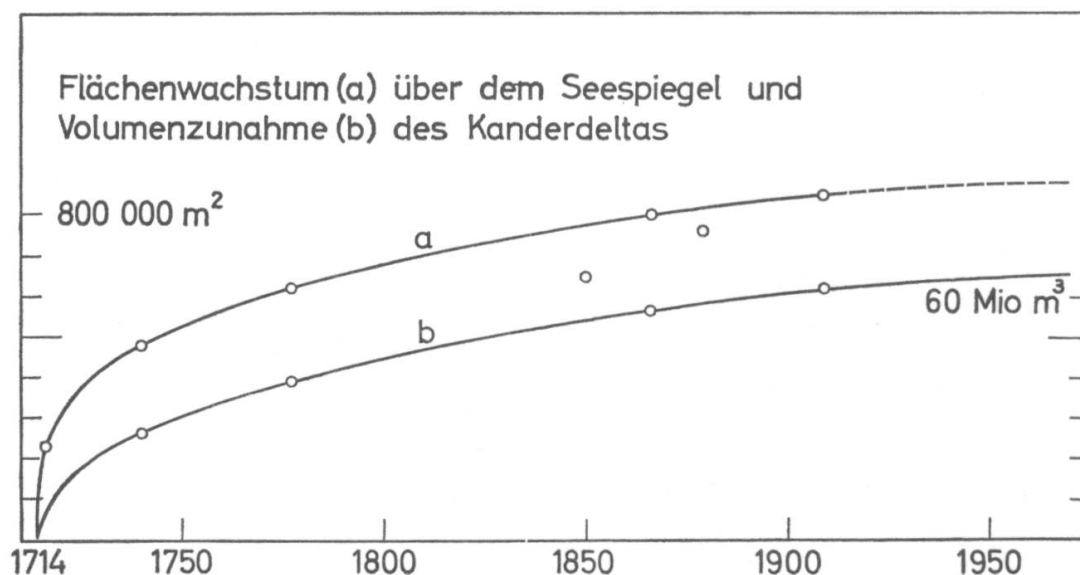
durch gleiche Höhenkoten beidseits der Flußläufe schön verfolgen. Über 60 Querprofile wurden an geeigneten Stellen in das Cañon gelegt und ausgemessen. Das Mittel zweier benachbarter Profilflächen multipliziert mit ihrem Abstand ergab den Inhalt des betreffenden Abschnittes. Auf diese Weise berechnete ich die Kubatur des von der Kander und Simme seit 1714 im Unterlauf wegerodierten Materials, soweit sich die rückschreitende Erosion verfolgen ließ, d. h. bei der Kander bis Mülönen und bei der Simme bis zur Porte. Dies ergab den erstaunlich hohen Inhalt von 41,6 Mio m³. Die Rekonstruktion des Strättlihügels und die bis heute dort weggeführte Gesteinsmenge bereitete keine Schwierigkeiten. Die von A. Steiner berechnete Gesamtkubatur des Deltas ist somit sicher zu klein ausgefallen, selbst dann, wenn man berücksichtigt, daß ja nicht alles Material aus dem Cañon unmittelbar beim Delta abgelagert wurde, sondern — wiederum nach A. Heim — auf dem ganzen unteren Thunerseeboden zur Sedimentation gelangte.

Die Berechnungen von Steck beruhen auf verschiedenen Annahmen. Einmal müssen wir zur hypothetischen Konfiguration des Thunerseebeckens vor 1714 in der Gegend des heutigen Kanderdeltas ein Fragezeichen setzen. I. Bachmann (1869) ist der Ansicht (S. 42), daß das heutige Kanderdelta ein älteres (präglaziales) überlagere, da schon die ersten Messungen eine unverhältnismäßig große Oberfläche des aus dem See ragenden Deltas ergaben. Wir haben bereits dargestellt, daß die Kander in der letzten Zwischeneiszeit in den damals höher gelegenen Thunersee floß. Die Wurzel des damaligen Kanderdeltas muß also wesentlich südlicher gesucht werden. Zudem sind in der Folge die Geländeformen der unteren Thunerseegegend durch die Würmgletscher, besonders durch die letzten Stadien, stark umgestaltet worden. Wir sind deshalb der Ansicht, daß sich ein präglaziales Kanderdelta im Thunersee nicht mehr erkennen läßt. Die gleichmäßige Böschung des Thunerseesüdufers östlich des Deltas spricht dagegen. Im Originalplan für den Kanderdurchstich von S. Bodmer aus dem Jahre 1710 findet man eine eingetragene, ungefähr 30 m vom damaligen Ufer ermittelte Tiefe von 20 m. Wie genau diese Kartierung ist, kann man heute natürlich nicht sagen.

Der mittlere Jahresabfluß von Kander und Simme beträgt, gestützt auf die Meßperiode 1917—67, 20,45 resp. 18,5 m³/sek, zusammen also

38,95 m³/sek. Die Jahresabflußmenge berechnet sich somit auf rund 1 230 Mio m³. Die von Steck angenommene Jahresabflußmenge stimmt erstaunlich gut mit diesem Meßresultat überein. Jäckli (1957) berechnete die pro Jahr durch den Rhein mit einem mittleren Jahresabfluß von 152 m³/sek (bei Ragaz) abtransportierte Mineralsubstanz zu 583 700 t. Wenn wir dieses Maß auf die Kander übertragen, um die Größenordnung abzuschätzen, so erhalten wir 150 000 t oder rund 58 000 m³ Gestein. Dieser Wert liegt für das Kandergebiet sicher zu hoch. Er dürfte etwa 40—50 000 m³ betragen. Da noch keine Härtebestimmungen an der Kander über längere Meßperioden durchgeführt worden sind, ist auch dieses Maß bloß eine Schätzung.

Abb. 13



Gestützt auf die Daten über den Flächenzuwachs des Kanderdeltas (siehe S.75) habe ich die Kurve a in Abb. 13 zeichnen können. Unter der Annahme einer konstanten Deltaform können wir daraus das Wachstum der Deltakubatur abschätzen bei Verwendung der Ähnlichkeitsrelation $V_1 : V_2 = (\sqrt{O_1})^3 : (\sqrt{O_2})^3$ (O bedeutet die Oberfläche, V das Volumen). Ausgehend vom Deltainhalt nach Steck von 56,76 Mio

Kubikmeter im Jahre 1866 ergibt sich die allerdings sehr hypothetische Kurve b in Abb. 13, an der wir berechnete Zweifel haben. Nach dieser Kurve beträgt der Inhalt des heutigen Deltas rund 66 Mio m³. Ziehen wir davon die aus dem Cañon stammende Materialmenge von ungefähr 30 Mio m³ ab, so wurden in 255 Jahren rund 36 Mio m³ oder 141 000 Kubikmeter Alluvionen pro Jahr aus dem ganzen übrigen Einzugsgebiet der Kander und Simme am Delta abgelagert. Diese Größenordnung wird bestätigt durch die Angaben der Kanderkies AG, wonach die Entnahme von Sand und Kies seit Bestehen der Firma (1913) im Mittel pro Jahr rund 100 000 m³ betrug. Daraus ergibt sich auch die in unserem Jahrhundert annähernd gleich gebliebene Deltaoberfläche. Ferner kann gesagt werden, daß sich das Cañon heute weitgehend in einem Gleichgewichtszustand befindet und die am Delta abgelagerten Alluvionen heute zur Hauptsache also aus dem weiteren Einzugsgebiet stammen.

Bis jetzt haben wir den Anteil der Alluvionen, der nicht beim Delta selbst, sondern erst auf dem Seeboden zur Sedimentation gelangt, noch nicht erwähnt. Nach A. Heim (1879) müßten wir diesen Anteil zu rund 47 000 m³ (ein Drittel vom Deltasediment) annehmen, womit wir auf eine gesamte jährliche Feststoff-Fracht von 188 000 m³ der Kander bei der Mündung in den Thunersee kämen.

Je weiter der Transportweg, umso kiesärmer, dafür sandreicher ist das Deltasediment. Das Rhonedelta im Genfersee enthält praktisch kein Kies mehr. Ebenso ist der Kiesanteil beim Rheindelta heute nur noch 1,2 %, beim Aaredelta im Brienersee dagegen noch ungefähr 10 %.

Daß die Kander noch stark geschiebeführend ist, geht aus Tabelle 4 und Abbildung 6 hervor. Danach beginnt der Geschiebetransport bei Hondrich bei einem Abfluß von 35 m³/sek. Dieser Abfluß ist im Sommerhalbjahr häufig vorhanden. (Vergleiche dazu auch die Abbildung 16). Beim Kanderdelta ist der Kiesanteil recht groß (siehe Abb. 14). Man neigt deshalb zur Annahme, daß die von der Kander herangeführten Feststoffe zum größten Teil im Delta selber abgelagert werden. Die über das untere Seebecken verteilte Sedimentation darf aber trotzdem nicht unterschätzt werden. Gerade die Simme führt ein großes Quantum Schwebestoffe, da in ihrem Einzugsgebiet die Flyschformationen weit verbreitet sind. Ich schätze deshalb den außerhalb des Kanderdeltas zur Ablagerung kommenden Anteil höher als A. Heim ein.

Tabelle 4 Beginn des Geschiebetransportes (nach G. Schnitter, 1966)

Gewässer	Beobachtungsstelle	Abfluß, bei dem der Geschiebetransport im Mittel beginnt, bzw. aufhört
Kander	Kanderfirn	4,0 m ³ /sek
Kander	Gasterntal	7,0
Kander	Kandersteg	10
Kander	Mülenen	30
Kander	Hondrich	35
Schwarzbach	Spittelmatte	0,5
Schwarzbach	Gasterntal	1,3
Oeschinenbach	Kandersteg	1,3
Engstligen	Achseten	5,0
Engstligen	Frutigen	12
Gamchibach	Gamchi	3,5
Gornernbach	Tschingel	3,5
Kiene	Kiental	7,0
Spiggenbach	Kiental	3,5

Während des Sommers 1969 sind im unteren Thunerseebecken durch Dr. Matter vom Geologischen Institut der Universität Bern mehrere Bohrkerne von 5 m Länge heraufgeholt worden. Bestimmt wird man in der Schichtfolge der Sedimente den Eingriff von 1714 feststellen können. Dadurch werden wir über die Sedimentsraten im unteren Thunerseebecken genaue Aufschlüsse erhalten. Erst wenn diese Untersuchungen vorliegen, können präzisere Angaben erstattet werden.

8. Zusammenfassung

Das Kanderdelta im Thunersee ist rund zur Hälfte aus Material aufgebaut, das unmittelbar aus dem seit dem Jahre 1714 geschaffenen Cañon im Unterlauf von Kander und Simme stammt.

Aus der Kubatur des Deltas allein können noch nicht zuverlässige Angaben über die gesamte Feststoff-Fracht der Kander bei der Mündung in den Thunersee ermittelt werden. Das Ablagerungsgebiet erstreckt sich über ein größeres Areal.

Bei vorsichtigen Schätzungen läßt sich heute der jährliche Substanzverlust und damit eine Verminderung der mittleren Höhe im Einzugsgebiet der Kander wie folgt darstellen:

Feststoffe in der Kander	188 000 m ³
gelöste Mineralsubstanz	45 000 m ³
Total	233 000 m ³

Infolge Sand- und Kiesausbeutung wächst heute das Kanderdelta oberflächlich nicht mehr weiter in den Thunersee hinein.

Über das Wachstum des sublakustren Kanderdeltas liegen keine zuverlässigen Angaben vor, da bis heute periodische Deltavermessungen nicht durchgeführt worden sind. Einige Angaben lassen sich aus den Tiefenkarten des Thunersees aus den Jahren 1866 sowie 1946—1949 gewinnen.

Vom Eidg. Amt für Wasserwirtschaft (1939) wurde für die Aare bei Brienzwiler in der Zeit von 1898—1932, also noch vor dem Kraftwerkbau im Oberhasli, eine mittlere Feststoff-Fracht von rund 300 000 t bestimmt. Überträgt man dieses Maß auf die Kander, so erhält man rund 340 000 t oder rund 190 000 m³ bei einer Dichte von 1,8 t/m³. Abschließend können wir sagen, daß die von T. Steck und A. Steiner berechneten Abtragungsgrößen Extremwerte darstellen. 454 m³/km² ist eindeutig zu hoch, 131 m³/km² mit Sicherheit zu wenig. Bei vorsichtigen Schätzungen kommen wir auf höchstens 250 m³/km².

Literatur

- 1) Bachmann I. (1869): «Die Kander», Bern
- 2) Beck P. (1938): «Die Kander». Ihre Ableitung in den Thunersee, 1713
Ecl. Geol. Helv., Bd. 31, S. 173—198
- 3) Heim A. (1879): «Über die Erosion im Gebiet der Reuß.» Jahrbuch des SAC, Bern
- 4) Jäckli H. (1957): «Gegenwartsgeologie des bündnerischen Rheingebietes.» Beitrag z. Geologie der Schweiz — Geotechn. Serie, Lieferung 36
(1958): «Der rezente Abtrag der Alpen im Spiegel der Vorlandsedimentation.» Ecl. Geol. Helv., Vol. 51, Nr. 2
- 5) Schnitter G. (1966): «Gutachten über die zu erwartende Änderung des Flußregimes der Lutschine und der Kander, einschließlich ihrer Zuflüsse, durch die Inbetriebnahme der projektierten Berner Oberländischen Kraftwerke.» (II. Teil) VAWE, ETH
- 6) Steck T. (1892): «Die Denudation im Kandergebiet.» XI. Jahresbericht der Geogr. Gesellschaft Bern 1891/92
- 7) Steiner A. (1953): «Die Zuschüttung des Thunersees.» Geographica Helvetica Heft 3 (S. 226—233)