

Zeitschrift: Regio Basiliensis : Basler Zeitschrift für Geographie
Herausgeber: Geographisch-Ethnologische Gesellschaft Basel ; Geographisches Institut der Universität Basel
Band: 36 (1995)
Heft: 2

Artikel: Zum Geschiebehaushalt im Matteredal : Grundlagen und Analyse
Autor: Mani, Peter / Zimmermann, Markus
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1088533>

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: 18.04.2026

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

Zum Geschiebehaushalt im Mattertal

Grundlagen und Analyse

Peter Mani und Markus Zimmermann

Zusammenfassung

Der Geschiebehaushalt der Vispa (Mattertal, Kanton Wallis) wurde durch den Bergsturz von Randa im Frühling 1991 wesentlich verändert. Ungefähr 30 Mio. m³ Fels stürzten ins Tal, füllten den Talboden und stauten den Fluss. Technische Massnahmen (Umleitstollen für die Vispa, Kanal durch die Bergsturzablagerungen), die ein Überschwemmen des Dorfes Randa verhindern sollten, erforderten Kenntnisse über den Geschiebehaushalt. Eine Geschiebestudie hatte die folgenden Fragen zu beantworten:

1. Wie gross ist die jährlich anfallende Geschiebemenge im Gebiet von Randa und wie verhält sich das Flussbett ober- und unterhalb des Bergsturzes? Diese Daten werden vor allem für den Betrieb und den Unterhalt des Umleitstollens und des Kanals benötigt.

2. Wie verhalten sich die Seitenbäche bei Unwetterereignissen? Wie könnte sich die Geschiebelieferung in Zukunft entwickeln?

Das Flussnetz im Einzugsgebiet der Vispa wurde in einem System mit Abschnitten und Knoten abgebildet. Knoten wurden bei Einmündungen von wichtigen Seitenbächen gebildet. Eine Input-Output Beziehung für jeden Abschnitt diente zur Abschätzung der Geschiebeflüsse. Es konnte gezeigt werden, dass die Feststoffe bei Randa (20'000 m³ Geschiebe, 130'000 m³ Schwebstoff) primär aus den glazialen Gebieten bei Zermatt stammen.

Adresse der Autoren: Peter Mani, Geo7, Geowissenschaftliches Büro, Neufeldstr. 3, CH-3012 Bern, Dr. Markus Zimmermann, Geo7, Geowissenschaftliches Büro, Neufeldstr. 3, CH-3012 Bern

1 Problemstellung

Im Frühjahr 1991 ereigneten sich im Mattertal bei Randa zwei Bergstürze (Abb. 1). Insgesamt lösten sich gegen 30 Mio. m³ Gestein und blockierten das Tal. Durch diesen Bergsturz wurde die Vispa gestaut. Als Sofortmassnahmen begann man mit dem Bau eines Kanals durch die Sturzmasse, um das Überschwemmen des bergseitig gelegenen Dorfes zu verhindern. Als weitere Massnahme wurde ein 4 km langer Umleitstollen durch die linke Talflanke in Angriff genommen. Durch diesen Stollen sollte ein Hochwasser von bis zu 200 m³/s abgeleitet werden können. In der Folge eines Gewitters während der Schneeschmelze kam es bereits am 17. Juni 1991 zu einer grösseren Überschwemmung. Eine weitere Überflutung wurde durch einen Murgang aus dem Dorfbach verursacht, der den im Bau befindlichen Kanal mit etwa 10'000 m³ Material verstopfte.

Durch den Bergsturz wurden die Abfluss- und Geschiebeverhältnisse in der Vispa drastisch verändert. Die Bewirtschaftung des Geschiebes am Eingang des Stollens und eine Abschätzung der Stabilität des Gerinnes unterhalb des Bergsturzes erforderten detaillierte Grundlagen über den Geschiebehaushalt. Im weiteren wurde die Relevanz der geschiebeliefernden Prozesse in den Seitenbächen erkannt. Verschiedene Fragenkomplexe dienten der Festlegung der Untersuchungsziele.

Fragen in direktem Zusammenhang mit dem Bergsturz:

- Auswirkungen der veränderten Transportkapazitäten im Gebiet von Randa,
- Veränderungen im Geschiebehaushalt unterhalb des Bergsturzes,
- Geschiebeanfall am Eingang des Umleitungsstollens.

Allgemeine Fragen zum Geschiebehaushalt im Einzugsgebiet der Vispa:

- Verhalten der Auflandungsstrecken zwischen Täsch und St. Niklaus,
- Grösse der Kiesnutzung,
- Einfluss der Kraftwerke auf den Geschiebehaushalt,
- Geschiebeliefernde Prozesse in den Seitenbächen.

Die Resultate waren in folgender zeitlicher Auflösung bereitzustellen:

- Mittlere Verhältnisse: Mittlere Geschiebelieferung, langfristiges Sohlenverhalten.
- Ereignisbezogen: Wie häufig ereignen sich Unwetter, welchen Einfluss haben Einzelereignisse auf die Vispa?
- Zukünftige Entwicklung: Welche geschieberelevanten Veränderungen sind im Einzugsgebiet der Vispa zu erwarten?

Dieser Aufsatz gibt einen Überblick über das Verfahren, das für die Beantwortung der gestellten Fragen verwendet wurde. Im weiteren werden einige wichtige Resultate präsentiert.

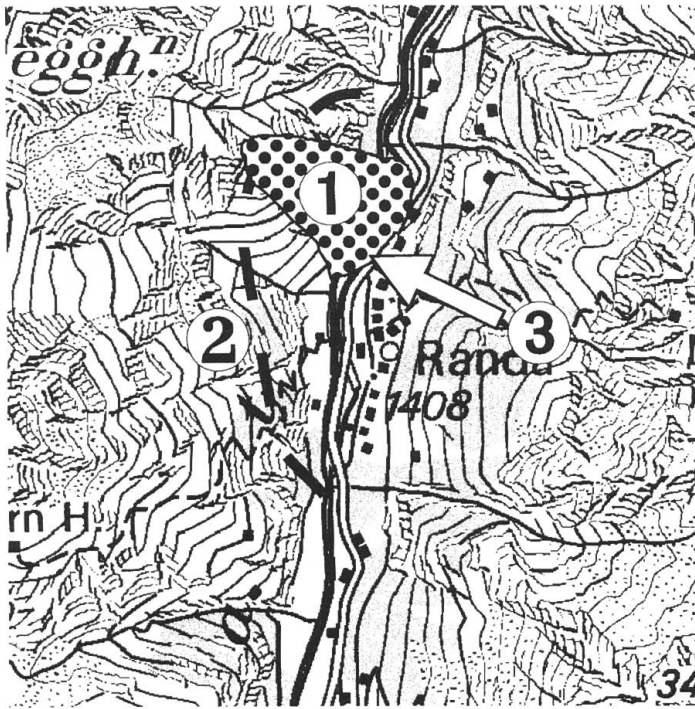


Abb. 1 Situation Randa:
 (1) Bergsturz,
 (2) Umleitungsstollen,
 (3) Murgang Dorfbach.

(Reproduziert mit Bewilligung des Bundesamtes für Landestopographie vom 31.1.1995)

2 Methodische Grundlagen

2.1 Systemansatz

Das Einzugsgebiet mit seinem Gewässernetz kann als räumliches System, bestehend aus Abschnitten und Knoten, aufgefasst werden. Knoten bilden wichtige Seitenzubringer und Entnahmestellen (Abb. 3a). Die Abschnitte zwischen zwei Knoten des Vorfluters und die Seitenbäche bilden Teilsysteme. Jedes Teilsystem ist aus den Systemelementen 'Flüsse', 'Regler' und 'Speicher' aufgebaut. Das Teilsystem 'Abschnitt des Vorfluters' wurde wie folgt definiert (Abb. 3b): Flüsse sind die Geschiebe-Inputs aus dem vorhergehenden Abschnitt und aus den Seitenzubringern sowie der Output in den unterliegenden Abschnitt und die Entnahmen bei Kieswerken. Das Sohlenverhalten im Abschnitt und die entnommenen Kiesmengen werden als Regler, die Flussole als Speicher abgebildet. Das Teilsystem 'Seiteneinzugsgebiet' wurde mit folgender Struktur definiert (Abb. 3c): Der Input in den Vorfluter ist ein Fluss. Die Art der geschiebeliefernden Prozesse (Murgang, Rutschung, Felssturz) und der Geschiebeumlagerung (Transport) regeln die in einem Einzugsgebiet umgelagerte Geschiebemenge. Die Kegelgeometrie regelt den Anteil des Materials, das in den Vorfluter gelangt. Speicher sind die Geschiebeherde im Einzugsgebiet und der Kegel.



Abb. 2 Geschiebelieferung aus dem Rosszugij in die Matternvispa, 1993.

Aufnahme: P. Mani

2.2 Quantifizierung

Die konkrete Umsetzung von Analyseresultaten erfordert möglichst viele quantitative Angaben zu den Geschiebeflächen und dem Verhalten der Speicher. Sowohl Geschiebelieferung als auch Geschiebetransport sind jedoch komplexe Phänomene, die sich einer vollständigen Quantifizierung entziehen. Häufig kommt man über grobe Schätzungen kaum hinaus. Gründe dafür sind:

- die Nichtlinearität vieler Teilprozesse (z.B. Hysterese beim Geschiebetransport),
- das seltene Auftreten grosser Geschiebeumlagerungsprozesse (Wiederkehrrperioden von 10 oder mehr Jahren),
- die technischen Probleme bei der Messung von Geschiebeverlagerungsprozessen, insbesondere bei Murgängen.

Für eine Quantifizierung sollten deshalb verschiedene Methoden eingesetzt und die verschiedenen Resultate auf Plausibilität überprüft werden. Im folgenden ist das Vorgehen der Quantifizierung einiger Systemelemente kurz skizziert.

a) Geschiebequellen:

Für die Schätzung der Geschiebelieferung waren zuerst die Hauptgeschiebequellen zu identifizieren. Im Mattertal sind dies primär die neuzeitlichen Moränen, Rutschungen und Sackungen, Schutthalden sowie die Blockgletscher. Die Ausscheidung dieser Geschiebeherde erfolgte mittels Luftbildauswertung, Interpretation topographischer und geologischer Karten sowie ausgewählten Geländekontrollen.

b) Geschiebelieferung/Geschiebeverlagerung:

Beim Regler 'Geschiebelieferung/Geschiebeverlagerung' stellt sich die Frage nach der Prozessart. Diese bestimmt weitgehend die Menge des mobilisierten Geschiebes und dessen Reichweite. Bei den geschiebeliefernden Prozessen wurden Rinnenerosion, Sturz, Lawinen, Rutschungen und Hangmuren unterschieden. Bei der Geschiebeumlagerung in den Gerinnen der Seiteneinzugsge-

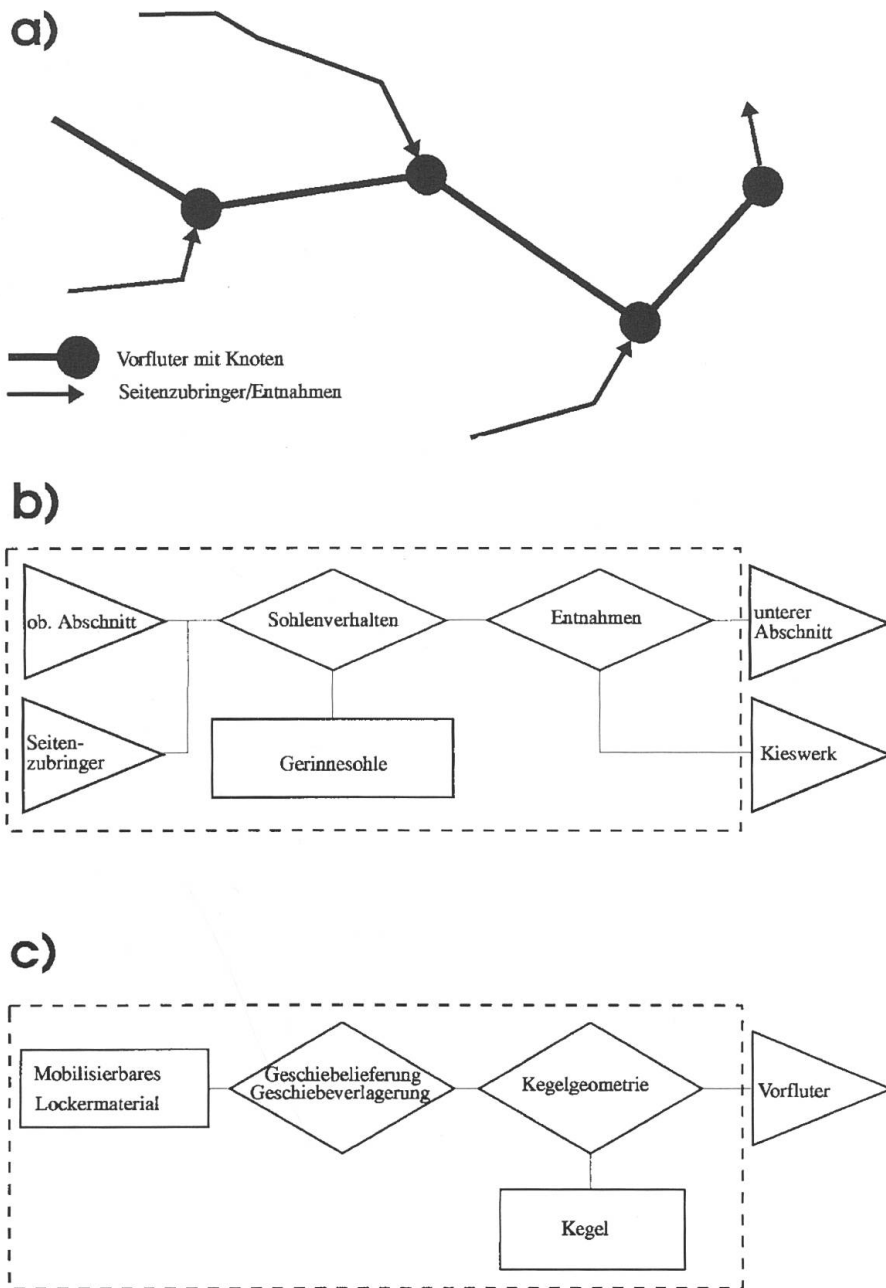


Abb. 3a-c Systemansatz: a) das räumliche System
b) das Teilsystem Vorfluter
c) das Teilsystem Seiteneinzugsgebiet.

biere kann zwischen fluvialer Geschiebeumlagerung und Murgängen unterschieden werden. Die fluviale Geschiebeumlagerung ist vor allem in grossen, weniger steilen Einzugsgebieten mit einem hohen Gletscheranteil relevant. Die Geschiebelieferung erfolgt während der Schnee- und Gletscherschmelze mehr oder weniger kontinuierlich. In den steilen, kleineren Seiteneinzugsgebieten erfolgt die Geschiebeumlagerung hauptsächlich durch Murgänge. Diese erfolgen episodisch und können sehr grosse Volumen transportieren. Die Beurteilung der Prozessart in einem Einzugsgebiet erfolgte weitgehend auf dem Luftbild, teilweise auch im Feld.

c) Kegelgeometrie:

Der Regler 'Kegelgeometrie' ist primär bei den murfähigen Gerinnen von Bedeutung. Die Kegelgeometrie entscheidet, ob alles Material eines Murganges in den Vorfluter gelangt, oder ob grosse Teile auf dem Kegel liegenbleiben. Bei den grösseren Einzugsgebieten, in denen die fluviale Geschiebeumlagerung dominiert, hat sich die Kegelgeometrie auf die mittleren Verhältnisse eingestellt, so dass meistens alles Material in den Vorfluter gelangt. Ausnahmen bilden Bäche mit einem Geschiebesammler. Die Beurteilung, was auf einem Kegel geschehen kann, erfolgte weitgehend im Feld. Nur mit detaillierten Aufnahmen kann die Gerinnegeometrie erfasst und die Transportkapazität abgeschätzt werden.

d) Verhalten der Seitenbäche:

Die Verknüpfung der oben aufgeführten Parameter ermöglicht das Charakterisieren der Seitenbäche bezüglich Mengen und Häufigkeit von Geschiebeeinträgen. Dazu wurden auch vorhandene Geschiebedaten von Kiessammlern, Entsandern bei Wasserfassungen oder von Beckenspülungen verwendet. Eine Abschätzung der zukünftigen Geschiebelieferung erfolgte primär über das mögliche Verhalten der Geschiebeherde. Tab. 1 gibt ein Beispiel einer solchen Einzugsgebiets-Beurteilung.

e) Verhalten eines Abschnittes des Vorfluters:

Die Inputs im Teilsystem 'Vorfluter' ergeben sich einerseits aus der Beurteilung der Seiteneinzugsgebiete, andererseits aus dem Output des oberliegenden Abschnittes. Der Regler 'Sohlenverhalten' wird durch die zwei Grössen Transportkapazität und Sohlenstabilität bestimmt. Übersteigt die Inputmenge die Transportkapazität kommt es zu Auflandungen. Übersteigt aber die Transportkapazität die Sohlenstabilität, kommt es zu Erosion. Die Abschätzung der Transportkapazität und der Sohlenstabilität erfolgte über eine Aufnahme der Gerinnegeometrie und eine Gerinnecharakterisierung, über eine Analyse der Korngrössenverteilung des transportierten Geschiebes und der Deckschicht sowie mit Hilfe von Geschiebefrachtberechnungen. Die Gerinnecharakterisierung erfolgte im Feld und aufgrund von vorhandenen Unterlagen. Für die

Einzugsgebiet	7.9 km ²
Gletscheranteil	45 %
Hauptgeschiebequellen	neuzeitliche Moränenablagerungen, Permafrost wahrscheinlich
Geschiebeliefernder Prozess	Murgänge
Geschiebeverlagerung	episodisch durch Murgänge, fluvialer Transport von untergeordneter Bedeutung
Kegelsituation	Gerinne wenig eingeschnitten. Kleinere Murgänge erreichen die Vispa, grössere breiten sich teilweise auf dem Kegel aus
Einzelereignisse	Murgänge bis 10'000 m ³ häufig Murgänge bis 30'000 m ³ möglich
Geschiebelieferung	3'000 - 4'000 m ³ /Jahr
Zukünftige Entwicklung	keine wesentlichen Veränderungen wahrscheinlich

Tab. 1 Beurteilung Seiteneinzugsgebiete: Beispiel Birchbach (nördlich Randa).

Analyse der Korngrößenverteilung wurden Linienproben aufgenommen und diese anschliessend nach dem Verfahren von *Fehr* (1991) in Volumenproben umgerechnet. Die Geschiebetransportberechnungen wurden an der Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie der Eidgenössischen Technischen Hochschule, Zürich und durch das Büro Straub AG, Chur durchgeführt. Zusätzlich wurden quantitative Angaben zur Sohlenveränderung (Querprofilaufnahmen in verschiedenen Jahren) ausgewertet.

f) Kiesentnahmen:

Die Kiesentnahmen aus den Flüssen und Bächen stellen einen wichtigen Faktor im Geschiebehaushalt des Mattertales dar. Die Abschätzung der Entnahmemengen basierte auf den Meldungen der verschiedenen Kieswerkbetreiber. Die gemeldeten Volumina wurden, so gut als möglich, auf Plausibilität geprüft.

3 Resultate

3.1 Seiteneinzugsgebiete

Die Analyse hat ergeben, dass im Gebiet Zermatt die Geschiebelieferung in die Vispa hauptsächlich durch fluvialen Transport erfolgt und zwar innerhalb von ca. 6-10 Wochen (Mitte Juli bis Ende August). Unterhalb Zermatt erfolgt die Geschiebelieferung primär durch Murgänge. Bei mittleren und kleinen Ereignissen erreicht ein grosser Teil der Fracht den Vorfluter. Bei grossen Ereignissen ist die Geschiebelieferung in den Vorfluter, verglichen mit der Gesamtfracht, bescheiden, da der grösste Teil auf dem Kegel liegen bleibt. Ausserdem kann davon ausgegangen werden, dass im Falle von Verstopfungen der Vispa das Material zu einem grossen Teil weggebaggert wird. Die mittlere jährliche Geschiebelieferung aus den Seiteneinzugsgebieten (Zermatt bis St. Niklaus) in die Vispa beträgt ca. 54'000 m³. Dabei kommen etwa 3/4 aus den vergletscherten Einzugsgebieten oberhalb von Zermatt.

Die Abschätzung der zukünftigen Entwicklung hat gezeigt, dass bei einem weiteren Temperaturanstieg und einem damit verbundenen Gletscherrückgang sowie einer Degradierung des Permafrostes mit einem erhöhten Geschiebeeintrag zu rechnen ist. Dabei sind die grössten Veränderungen bei den murfähigen Gerinnen zu erwarten. Eine Zunahme der Ereignisgrösse hätte für die Vispa jedoch geringere Auswirkungen als eine Zunahme der Ereignishäufigkeit, da bei grossen Ereignissen ein bedeutender Teil des Materials auf dem Kegel liegen bleibt. Quantitative Aussagen zum Ausmass der zu erwartenden Zunahme des Geschiebeeintrages sind jedoch zur Zeit nicht möglich.

Das Unwetterereignis vom 24. September 1993, welches im Mattertal in vielen Seitengerinnen eine bedeutende Prozessaktivität zur Folge hatte, bot Gelegenheit, die Resultate der Geschiebehaushaltsuntersuchungen zu überprüfen. In Tab. 2 sind nur diejenigen Gerinne aufgeführt, die beim Unwetterereignis aktiv waren. Der Vergleich zeigt, dass die Murgangvolumina alle im Bereich der Vorhersagen liegen. Die Grösse der Einträge in die Vispa, welche im übrigen sehr schwer zu schätzen sind, liegen i.allg. eher etwas tiefer als die erwartete jährliche Geschiebelieferung.

Bach	Prognose			24. September 1993		Bemerkungen
	Volumen Einzelereignis [m ³]		Durchschnittliche Geschiebelieferung [m ³ /Jahr]	Murgangvolumen [m ³] (Schätzung)	Input in die Vispa [m ³] (Schätzung)	
	wahrscheinlich	möglich				
Chrüzwald	einige 100 - 1'000	einige 1'000	1'000	1'000	0	
Dorfbach	5'000 - 30'000	100'000 - 150'000	0	8'000	0	Murbremse und Geschieberückhalteraum
Geisstriftbach	einige 1'000 - 10'000	50'000 - 100'000	1'500	2'000 - 3'000	einige 100	
Guggigrabe	einige 100 - 1000	einige 100 - 1'000	500	< 1'000	einige 100	
Fallzug	einige 1'000 - 10'000	20'000	1'500	< 1'000	wenig	
Bielzug	10'000 - 20'000	Zusatzabklärungen notwendig	1'000	3'000	einige 100	Geschiebesammler
Tummigbach	einige 1'000	20'000 - 30'000	-	2'000 - 3'000	wenig	Geschiebesammler
Grosse Grabe	1'000 - 30'000	50'000	2'000	10'000	10'000	
Blattbach	einige 1'000	20'000	2'000	einige 1'000	einige 1'000	

Tab. 2 Vergleich der prognostizierten Geschiebelieferung mit dem Ereignis vom 24. September 1993.

3.2 Vorfluter

Die Ergebnisse aus der Analyse der einzelnen Abschnitte wurden zum Gesamtsystem Vispa zusammengefasst. Dieses zeigt für jeden Abschnitt die jährlich transportierte Geschiebemenge und die jährliche Veränderung der im Abschnitt gespeicherten Geschiebemenge. Zu jedem Knoten werden Angaben zur durchschnittlichen jährlichen Lieferung aus dem Seiteneinzugsgebiet beziehungsweise zu den Entnahmen gemacht. In Abb. 4 sind die entsprechenden Werte zusammengefasst.

Vergleicht man die Resultate aus der geomorphologischen Analyse mit den Volumina, die bei der Entkieser- und Entsanderanlage Mattsand anfallen, zeigt sich eine sehr gute Übereinstimmung. Auch der Vergleich mit den unabhängig durchgeführten Geschiebetransportberechnungen der Straub AG im Bereich des Einlaufbauwerkes zum Umleitungsstollen zeigt eine gute Übereinstimmung.

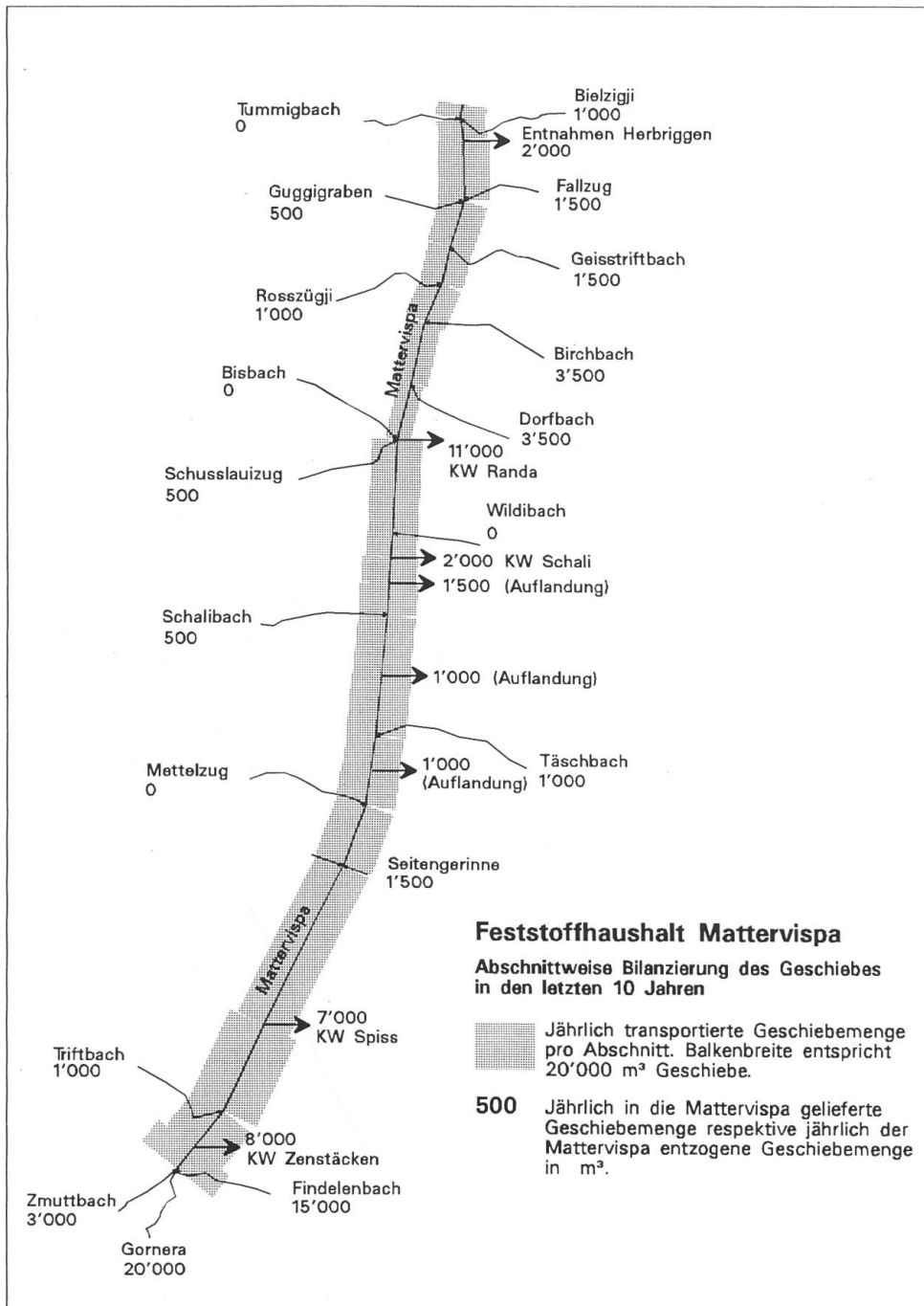


Abb. 4 Feststoffhaushalt Mattervispa.

Aus der Analyse des Gesamtsystems, konnten folgende Aussagen zum Geschiebehaushalt der Mattervispa abgeleitet werden:

- Die Hauptgeschiebemenge im Gebiet Randa stammt aus dem Gebiet Zermatt.
- Beim Umleitungsstollen sind jährlich 21'000 m³ Geschiebe und 130'000 m³ Schwebstoffe zu erwarten.
- Die Transportkapazität im Abschnitt Randa ist beschränkt. Durch den neu erstellten Scheitelkanal wird höchstens Feinsand (Durchmesser 1 mm) transportiert.
- Die Erosionen in der Bergsturzmasse werden bei beschränkten Abflüssen kaum von Bedeutung sein.

- Der Abschnitt Birchbach-Mattsand benötigt keine wesentlichen Geschiebemen- gen aus dem Oberlauf um stabil zu sein, da der Birchbach genügend Geschiebe nachliefert.
- Der antropogene Einfluss auf den Geschiebehaushalt ist beträchtlich. Die jähr- lichen Geschiebeentnahmen betragen ca. 35'000 m³.

4 Schlussfolgerung

Durch den Bergsturz bei Randa wurden die Abfluss- und Geschiebeverhältnisse wesentlich verändert. Detaillierte Untersuchungen haben gezeigt, dass der Grossteil des Geschiebes nicht mehr durch den Fluss talwärts transportiert werden kann. Damit durch den Umleitstollen primär geschiefbefreie Hochwasser abfliessen, sind am Stolleneingang etwa 20'000 m³ Geschiebe pro Schmelzperiode aus dem System zu entfernen. Es zeigte sich weiter, dass der grösste Teil der Geschiebekubatur aus dem Gebiet von Zermatt stammt. Die dort betriebene Kiesgewinnung hat damit einen wesentlichen Einfluss auf die Geschiebeverhältnisse oberhalb des Bergstur- zes. Das jeweilige Erfassen der gebaggerten Geschiebekubaturen am Stollenein- gang oder des gespülten Sedimentvolumens bei Mattsand über einige Jahre könnte wesentliche Erkenntnisse über den Feststoffhaushalt in einem Hochgebirgsfluss geben und letztlich den auf Schätzungen beruhenden Geschiebehaushalt bestätigen beziehungsweise korrigieren.

Im Mattertal existieren zahlreiche Seitenbäche, die grosse bis sehr grosse Murgänge produzieren können. Der Einfluss auf den Geschiebehaushalt in der Vispa ist jedoch nur in wenigen Fällen entscheidend. Vielmehr bedeuten diese Geschiebestöße aber eine wesentliche Gefahr für Siedlung und andere Infrastruk- turen auf den Murkegeln. Eingehendere Analysen und ein Monitoring der Einzugs- gebiete ist vor allem im Hinblick auf grössere Veränderungen in der glazialen und periglazialen Zone (globaler Temperaturanstieg) zu empfehlen.

Literatur

Fehr R. 1987. *Geschiebeanalysen in Gebirgsflüssen*. Mitt. VAW Nr. 92. ETH Zürich.

Götz A., Zimmermann M. 1993. *The 1991 rockslide in Randa: causes and conse- quences*. Landslide News, No. 7. Japan.

Schindler C., Eisenlohr T. 1992. *Bergsturz Grossgüfer bei Randa*. Geologisch-geo- technische Expertise. Interner Bericht der Ingenieurgeologie, ETH Zürich.

Zimmermann M. 1993. *Assessment and mitigation of debris flow hazards in a changing environment*. FEANI Symposium, Lausanne, Switzerland.