Stadtforstamt
Zürich

Amt für Gewässerschutz und Wasserbau
Kanton Zürich

Naturlandschaft Sihlwald

Wasserbau und Sicherheit

Seitenbäche Gefährdungspotential

aufgezeigt an den Beispielen
Tommenbach und Eichbach

Inhalt:

	Seite
1. Problemstellung und Auftrag	1
2. Zielsetzung der Untersuchung	2
3. Vorgehen	
.1 Allgemeines	2
.2 Methodik der Zustandsaufnahme	4
.3 Feldaufnahmen	4
.4 Schlussdarstellung	4
4. Gefährdungssituation und Beurteilungskonzept	5
5. Gefährdungspotential	
.1 Allgemeine Bemerkungen	6
.2 Tommenbach	8
.3 Eichbach	9
6. Zusammenfassung und weiteres Vorgehen	12
Anhang	

Basler & Hofmann
Ingenieure und Planer AG
Forchstrasse 395
8029 Zürich

Andreas Steiger dipl.Ing.ETH
Beratende Ingenieure
Pilatusstrasse 30
6003 Luzern

Bericht B 1530.10-1a
31. Juli 1991
rev. 15. Mai 1992
AST/FAE/HWW

1. Problemstellung und Auftrag

Nutzung des Sihlwaldes

Bis in die erste Hälfte dieses Jahrhunderts wurde der Sihlwald, Stadtwald der Stadt Zürich, intensiv zur Versorgung der Stadt Zürich mit Brennholz genutzt. In den letzten 40 Jahren hat diese Art der Waldnutzung stark an Bedeutung verloren. Mit der Realisierung des Projektes "Naturlandschaft Sihlwald" ergäbe sich eine weitere Nutzungsverlagerung.

Seitenbäche, Unterhalt

Mit dem Rückgang der Holznutzung wurde auch der Unterhalt an den zahlreichen Verbauungen der Seitenbäche immer stärker reduziert. Ein beträchtlicher Teil der vorwiegend aus der ersten Hälfte unseres Jahrhunderts stammenden Verbauungen ist deshalb bereits heute nicht mehr im besten Zustand.

Naturlandschaft Sihlwald

Ziel des Projektes "Naturlandschaft Sihlwald" ist es, das Gebiet des Sihlwaldes möglichst weitgehend in einen ursprünglichen, natürlichen Zustand zurückzuführen. Dabei sind die Sicherheitsinteressen der Gesellschaft zu berücksichtigen und zu wahren.

Bisherige Untersuchungen

In der Teilstudie "Wasserbau und Sicherheit" sind die allgemeinen Grundlagen zur Beurteilung der Gefährdungen zusammengestellt. Diese Studie wurde im Rahmen der Planungsstudie zum Projekt "Naturlandschaft Sihlwald" 1988 durch Basler & Hofmann ausgearbeitet. Sie enhält eingehende Untersuchungen der hydrologischen, hydraulischen und geschiebetechnischen Aspekte der Sihl sowie Angaben zum generellen geologisch/geotechnischen Aufbau des Sihltales. Die daraus resultierenden, potentiellen Gefährdungen werden im Bericht beschrieben. Eine detaillierte Beurteilung der Seitenbäche war im Rahmen dieser Studie nicht erfolgt.

Gefährdung Seitenbäche

Seitens des Auftraggebers (Stadtforstamt Zürich) wie auch seitens des Amtes für Gewässerschutz und Wasserbau des Kantons Zürich (AGW) besteht, im Sinne einer Entscheidungsgrundlage, das Bedürfnis nach detaillierteren Aussagen über die Gefährdungszunahme bei einer Renaturierung der Seitenbäche.

Auftrag Seitenbäche

Am 30.10.90 wurde Basler & Hofmann anlässlich einer Begehung beauftragt, einen Vorgehensvorschlag für die Durchführung einer Untersuchung am Eichbach und am Tommenbach auszuarbeiten. Mit der Offerte vom 22.11.90 wurde dieser Vorschlag dem Stadtforstamt unterbreitet.
Das Ergebnis dieser Untersuchung wurde im Herbst 1991 dem Stadtforstamt und dem AGW unterbreitet. Auf deren Veranlassung wurde der damals vorgelegte Schlussbericht überarbeitet. Die vorliegende Fassung ist gegenüber dem ursprünglichen Bericht gekürzt, bezüglich einzelner Asekte sind die Aussagen präzisiert.

2. Zielsetzung der Untersuchungen

Zielsetzung

Die Zielsetzung der Untersuchung ist gemäss Offerte wie folgt gegeben:
"Mittels der Untersuchung sollen die Entscheidungsgrundlagen für ein zukünftiges Bachunterhaltskonzept geschaffen werden. Im speziellen sind die Bäche abschnittsweise nach Kategorien zu klassieren, die das Gefährdungspotential und damit den Grad des benötigten Unterhaltes festhalten."

Erarbeitung Methodik

Die Untersuchung beschränkt sich in dieser Phase auf die Untersuchung des Eichbaches und des Tommenbaches (Figur 1). Eine wichtige Zielsetzung der Untersuchung ist die Entwicklung einer Methodik zur Ermittlung und Darstellung des Gefährdungspotentiales der Seitenbäche, das aufgrund einer Renaturierung der Seitenbäche zu erwarten wäre. Mit dieser Methodik sollen in einer allenfalls anschliessenden Phase noch weitere Seitenbäche untersucht werden.

3. Vorgehen

3.1 Allgemeines

Vorgehen

Das Vorgehen wird in der Offerte in fünf Schritte gegliedert:

- Zusammenstellung und Auswertung der Grundlagen
- Hydrologie: Hochwasserabfluss sowie Geschiebe- und Geschwemmselpotential
- Methodik für die Zustandsaufnahme
- Begehung und Feldaufnahmen
- Schlussdarstellung

Das gewählte Vorgehen ist diesem Vorschlag weitgehend gefolgt. Die einzelnen Vorgehensschritte werden nachfolgend kurz erläutert.

Darstellung Gefährdungspotential

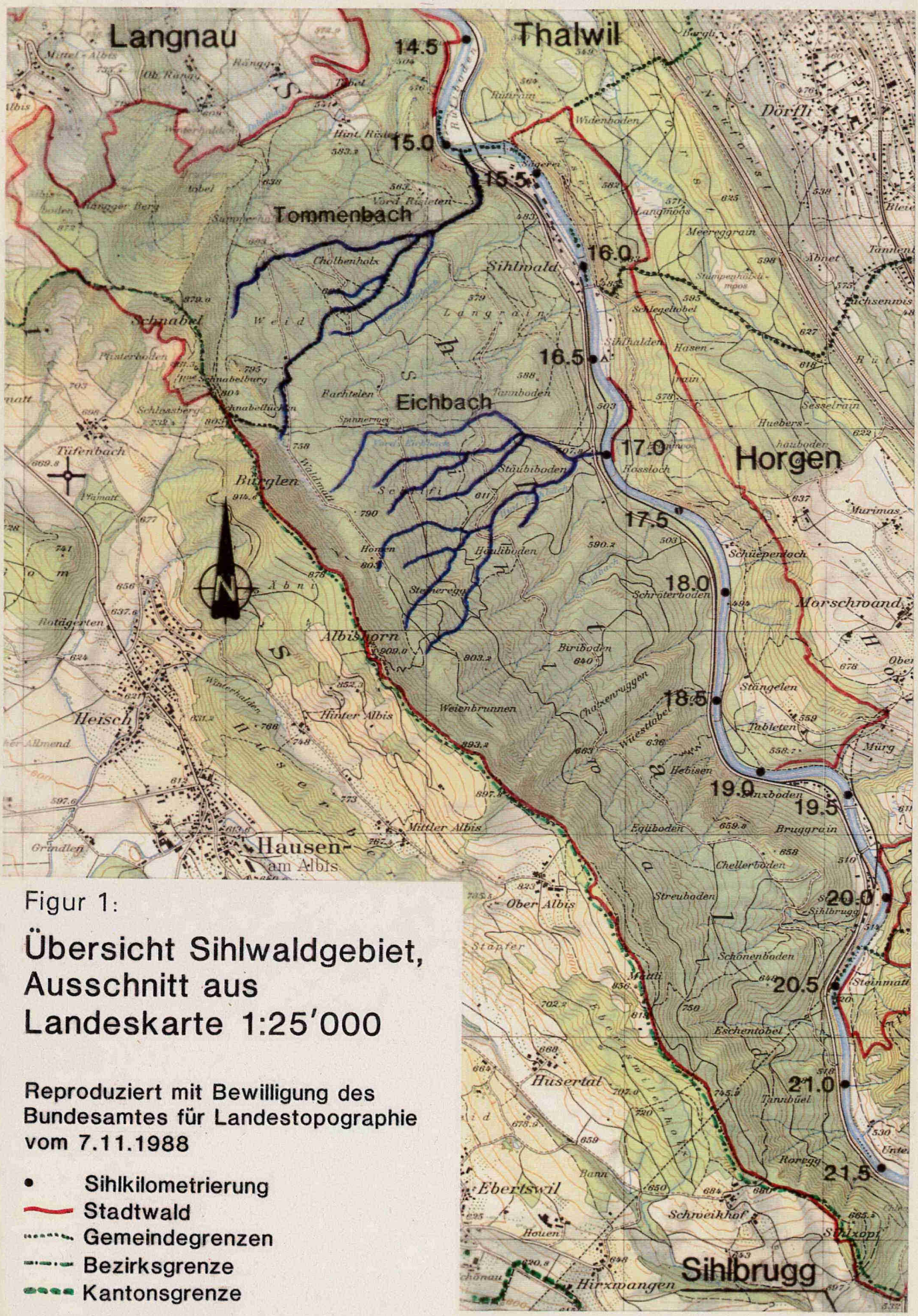
Während der Bearbeitung zeigte sich, dass eine gesamtheitliche Darstellung der Gefährdungspotentiale *im heutigen Zustand* und *nach einer vollständigen Renaturierung* das Verständnis und die Interpretation erleichtert. Die ursprüngliche Absicht einer abschnittsweisen Klassierung der Seitenbäche wurde deshalb dahingehend geändert.

Grundlagen

Der *Übersichtsplan* aus dem Jahre 1982 (Massstäbe 1:5'000 und 1:10'000) hat sich für die Untersuchungen als zweckmässige Grundlage erwiesen. Geologie und Geotechnik des Sihltales sind in der *Teilstudie "Wasserbau und Sicherheit"* der Planungsstudie "Naturlandschaft Sihlwald" zusammengestellt.

Hydrologie

Im Rahmen der vorliegenden Untersuchung wird die *Gefährdung für ein Extremereignis* (aus hydrologischer Sicht) abgeschätzt. Die Durchführung einer eigentlichen Risikoanalyse wäre aufgrund der zahlreichen, grösstenteils nur ansatzweise bekannten Randbedingungen wenig sinnvoll. Die bei einem Extremereignis zu erwartenden Abflussmengen werden nach der Formel von Kürsteiner ($Q = c \cdot E^{2/3}$, $c = 13$) abschnittsweise grob ermittelt. Es wird weiter davon ausgegangen, dass die engen Durchlässe in einem solchen Fall grösstenteils durch Geschwemmsel verstopft werden. Auf die Ermittlung des Geschiebeanfalles wird im Kapitel 5.1 eingangen.



Figur 1:

Übersicht Sihlwaldgebiet, Ausschnitt aus Landeskarte 1:25'000

Reproduziert mit Bewilligung des Bundesamtes für Landestopographie vom 7.11.1988

- • Sihlkilometrierung
- Stadtwald
- Gemeindegrenzen
- Bezirksgrenze
- Kantonsgrenze

3.2 Methodik für die Zustandsaufnahme

Die Methodik für die Zustandsaufnahme ist eng verknüpft mit der Ermittlung der massgebenden hydraulischen Randbedingungen sowie der an die Feldaufnahmen anschliessenden Auswertungen und Schlussdarstellung.

Hydrologische Parameter

Die *hydrologischen Parameter (Einzugsgebiet, Extremabflussmenge, Gefälle)* werden vor den Feldaufnahmen abschnittsweise ermittelt.

Bachlauf

Die *Merkmale des Bachlaufes - Form des Bettes, Höhe der seitlichen, vegetationslosen Anrissflächen, Material (Fels, Lockergestein, etc.) in Sohle und Einschnitt sowie Verbauungsgrad* - werden während der Feldaufnahmen abschnittsweise festgehalten. *Singuläre Elemente* wie *Durchlässe, Brücken, Furten, Geschiebe- und Wasserrückhalteräume* werden während der Begehung ebenfalls ins Feldblatt eingetragen.

Veränderung der Gefährdung

Zu beantworten ist die Frage nach den Auswirkungen der angestrebten Renaturierung. Dies bedeutet, dass die *Zunahme der Gefährdung zu einem Zeitpunkt nach der Renaturierung im Vergleich zum heutigen Zustand* ermittelt werden muss. Die lokalen Veränderungen infolge einer vollständigen Renaturierung werden in den einzelnen Bachabschnitten ausgehend vom heutigen Zustand aufgrund der hydrologischen und geologisch/geotechnischen Randbedingungen abgeschätzt. Dabei werden nur die wesentlichen Gefahren und gefahrenmindernden Elemente erfasst.

3.3 Feldaufnahmen

Aufzeichnungen

Die anlässlich der Begehung festgehaltenen Randbedingungen bilden das Kernelement für die abschliessende Beurteilung. Damit die Beurteilung nicht in einer Flut von Informationen ertrinkt, muss während den Feldaufnahmen eine *Vorselektion* vorgenommen werden. Es ist deshalb laufend eine intensive und kritische Auseinandersetzung mit den beobachteten, beziehungsweise vorgängig ermittelten (insbesondere Abflussmenge) Randbedingungen erforderlich.

Aufnahmeequippe

Voraussetzung dafür ist die Durchführung der Feldaufnahmen durch ein eingespieltes und fachlich qualifiziertes Team. Es ist zu bedenken, dass die zwei untersuchten Seitenbäche Tommenbach und Eichbach insgesamt eine Länge von 11 km (inkl. untersuchte Seitenarme) aufweisen. Damit die Aufnahme innert vernünftiger Zeit abgeschlossen werden kann, ist eine Aufnahmeleistung von 0.5 bis 1.0 km/h erforderlich.

Feldblatt

Nach Abschluss der Feldaufnahmen ist das *Feldblatt* vollständig ausgefüllt. Ein Beispiel eines Feldblattes ist im Anhang B beigefügt.

3.4 Schlussdarstellung

Nach Abschluss der Feldaufnahmen ist in der Regel eine *Reinschrift der Feldblätter* erforderlich.

Gefährdungsbeurteilung

Im Rahmen der Auswertung wird zuerst die *heute bestehende Gefährdung* ermittelt. Aufgrund der *Beurteilung möglicher Veränderungen* infolge einer Renaturierung ergeben sich die *zusätzlichen Gefahrenherde*. Diese stellen die eigentliche Gefährdungszunahme dar und werden im Übersichtsplan mit einer Signatur dargestellt.

Darstellung

Nach der Auswertung der Aufnahmen werden die ermittelten Gefahren und Gefahrenminderungen mit *Symbolen* (Anhang A) in die *Feldblätter* und einen *Übersichtsplan* eingetragen. Die Zusammenfassung im Massstab 1:10'000 ermöglicht einen guten Überblick über den Gesamtbereich eines Seitenbaches. Gefahren und Gefahrenminderungen werden am jeweiligen Ort eingetragen, wobei nur die wesentlichen Aspekte dargestellt werden.

Signaturen (Farben, Rahmen)

Gefahren (Überschwemmungen, Geschiebeherde, Rutschungen) sind als rote Signaturen (ohne Rahmen), gefahrenmindernde Elemente in blauer Farbe (mit Rahmen) im Übersichtsplan dargestellt. Heute vorhandene Elemente sind nicht ausgefüllt, während *Veränderungen durch die Renaturierung mit ausgefüllten Signaturen* (Punktraster) veranschaulicht werden.

4. Gefährdungssituation und Beurteilungskonzept

Gefährdete Objekte

Im Nahbereich der beiden untersuchten Seitenbäche sind keine Siedlungsgebiete vorhanden. Es wird deshalb davon ausgegangen, dass auch ein Extremereignis *keine direkte Gefährdung von Leib und Leben* - Mensch oder Tier - verursachen kann. Gegenstand der Untersuchung sind deshalb allenfalls andere *gefährdete Objekte*. Von einer Gefährdung kann gesprochen werden, wenn ein solches Objekt durch ein Ereignis kurz- oder langfristig massgeblich in seiner Funktion eingeschränkt werden könnte.

Die Anzahl potentiell gefährdeter Objekte im Bereich der zwei untersuchten Seitenbäche ist beschränkt. Es sind dies die *Sihltalstrasse*, die *Sihltalbahn* (nur Eichbach) sowie allenfalls die verschiedenen Waldstrassen. Eine *sekundäre Gefährdung* könnte im Vorfluter, der *Sihl*, durch grössere Mengen von anfallendem Geschiebe verursacht werden.

Waldstrassen

Die Waldstrassen werden aus folgenden Gründen aus der Beurteilung ausgeklammert:

1. Wie die Feldaufnahmen zeigen, befindet sich ein Grossteil der Verbauungen der Seitenarme im Bereich der Waldstrassen. Offensichtlich waren zahlreiche Massnahmen zur Stabilisierung der Strassen erforderlich. Ein Zerfall dieser Verbauungen würde selbstverständlich über kurz oder lang eine Gefährdung für die betroffenen Waldstrassen bedeuten.
2. Es ist vorgesehen, im Zuge der Renaturierung verschiedene dieser Waldstrassen aufzuheben. Dadurch entfällt ihre Funktion, sodass sie auch nicht mehr gefährdet werden können.
3. Die Durchmesser der Durchlässe bei den Waldstrassen betragen zwischen 0.5 und 0.8 m, wenige ein Meter oder mehr. Bereits heute ist bei einem Extremereignis damit zu rechnen, dass der Grossteil der Durchlässe verstopft wird. Die dadurch verursachten

Überflutungen würden schon heute zu beträchtlichen Schäden an den Waldstrassen führen. Dies wird bestätigt durch Ereignisse der letzten Jahre, welche alles noch keine Extremereignisse waren. Die Behebung solcher Schäden ist zudem mit einem begrenzten Aufwand verbunden.

Beurteilung

Bei der Beurteilung wird zwischen *Gefahren* sowie Elementen, die zur *Gefahrenminderung beitragen,* unterschieden.

Gefahren (rot)

Gefahren bilden einerseits *Geschiebeherde* und *Rutschungen,* die am Ort ihrer Enstehung dargestellt werden, sowie *Überschwemmungen,* welche am Ort ihres Auftretens dargestellt werden. Geschiebeherde haben primär Auswirkungen an Stellen weiter talwärts, im Seitenbach oder im Vorfluter. Die Auswirkungen einer Rutschung können sich hingegen sowohl am Ort ihres Auftretens (Instabilitäten) wie auch weiter talwärts, im Seitenbach oder Vorfluter, bemerkbar machen (analog Geschiebeherde).

Gefahrenminderung (blau)

Retentionsräume für Wasser und Geschiebe wirken gefahrenmindernd, da sie (durch Rückhalt) die Wasser- oder Geschiebefracht reduzieren. Die heute existierenden gefahrenmindernden Elemente sind grösstenteils natürlich: Flach- und Sumpfgebiete halten das Wasser zurück und reduzieren dadurch den Abfluss; Flachstrecken bzw. Aufweitungen des Gerinnes reduzieren die Geschiebetransportkapazität, wodurch das Geschiebe zurückgehalten wird. Im Hinblick auf die zukünftige Entwicklung können diese natürlichen Elemente an geeigneten Stellen durch künstliche, insbesondere Geschiebesammler, ergänzt werden.

5. Gefährdungspotential

5.1 Allgemeine Bemerkungen

5.1.1 Hydrologie

Hydrologie

Der Sihlwald war in der Vergangenheit einer extremen Holznutzung ausgesetzt. Die Brennholznutzung erfolgte während mehreren Jahrzehnten nach dem Kahlschlagverfahren. Dadurch haben sich insbesondere die lokalen Abflussverhältnisse mehrmals verändert. Aufgrund der heute praktisch lückenlosen Bewaldung in den Einzugsgebieten der untersuchten Seitenbäche erreichen die *Abflussspitzen* heute gegenüber den früheren Verhältnissen generell niedrigere Werte.

5.1.2 Geschiebe

Geologie

Gesteine der *Oberen Süsswassermolasse*, überdeckt mit einer unterschiedlich mächtigen *Moränenschicht*, bilden den Untergrund im Einzugsgebiet der untersuchten Seitenbäche (Teilstudie "Wasserbau und Sicherheit"). Nach Rückzug der Gletscher ereigneten sich in den übersteilen Felswände der linken Talflanke des Sihltales grossräumige Sackungen. Im Bereich der untersuchten Seitenbäche fehlen grössere Aufschlüsse, sodass eine Unterscheidung zwischen abgesackten Felspaketen und anstehendem Felsuntergrund im Feld prak-

tisch nicht möglich ist. Die Feldaufnahmen haben jedoch gezeigt, dass die Sohle des Tommenbaches wie auch des Eichbaches auf namhaften Abschnitten aus Molassegesteine besteht. Von der Erosion sind deshalb, neben der Moränendecke, Gesteine der Oberen Süsswassermolasse betroffen.

Moränen

Moränenmaterialien weisen in ihrer Kornverteilung generell einen hohen Feinkornanteil (50 bis 90 Gewichts-% sind Sand und feinere Anteile) auf. Die Grundstruktur bildet ein Kiessand, weshalb Moränenmaterialien nach einer Aufbereitung (Reduktion des Feinkornanteiles) auch als Kiesersatz verwendet werden. Moränen weisen, insbesondere bei dichter Lagerung, eine relativ hohe Kohäsion auf.

Aufgrund dieser Eigenschaften (hoher Feinanteil, hohe Kohäsion) sind Einschnitte in der *Moränenüberdeckung nur beschränkt als gefährliche Geschiebeherde* zu betrachten. Ein grosser Anteil des erodierten Materials wird in Suspension und nicht als eigentliches Geschiebe transportiert. Aufgrund der Kohäsion bleiben Anrisse in den Moränen, im Gegensatz zu Anrissen im Gehängeschutt bei Wildbächen in den Voralpen, steil stehen.

Molassegesteine

In verschiedenen Abschnitten könnten bei einem Extremereignis auch *Molassegesteine* erodiert werden, wobei die Erosion während eines Hochwasserereignisses nur beschränkte Ausmasse annehmen kann. Im Bereich der untersuchten Seitenbäche besteht die Süsswassermolasse vorwiegend aus *Mergeln, Silt- und Sandsteinen. Diese Gesteine sind verwitterungsanfällig* und zerfallen an der Luft bzw. im Wasser rasch in ihre Bestandteile, die dann im Wasser in Suspension transportiert werden. Geschiebeträchtige Nagelfluh- oder Kalksteinbänke sind im Einzugsgebiet nur vereinzelt vorhanden. Eine Ansammlung von Geschiebe aus dem Molassegestein im Bachbett, die bei einem Extremereignis unvermittelt mobilisiert werden könnte, kann deshalb ausgeschlossen werden.

Morphologie

Diese Überlegungen werden durch die *Morphologie* bestätigt. Tommenbach und Eichbach weisen im Unterlauf relativ flache Abschnitte auf. Weder im Bereich dieser Flachzonen, noch im Mündungsbereich in die Sihl sind Auflandungserscheinungen erkennbar, wie sie für gefährliche, geschiebeführende Bäche in den Voralpen typisch sind (Die Geschiebeherde solcher Bäche befinden sich z.B. in Flyschgebieten, die sich bezüglich der Gesteinstruktur entscheidend von den Verhältnissen im Sihlwald unterscheiden).

Geschiebeanfall

Aus obigen Gründen wurde auf die ursprünglich vorgesehene überschlägige Abschätzung des Geschiebeanfalles basierend auf den Erosionsflächen verzichtet.

5.1.3 Rutschungen

Wie erwähnt, besteht die linke Talflanke des Sihltales aus verrutschten und versackten Paketen der Oberen Süsswassermolasse. Diese Pakete weisen eine unterschiedliche Moränenüberdeckung auf. Die alten Rutsch- und Sackungsflächen liegen in mittlerer bis grosser Tiefe. Wieweit Bewegungen auf diesen Flächen noch aktiv sind, ist nicht bekannt.

Rutschbewegungen

Die durchgeführten Aufnahmen lassen darauf schliessen, dass infolge einer Renaturierung kaum mit einer Beschleunigung tiefliegender Bewegungen zu rechnen ist. Nicht ausgeschlossen sind jedoch vermehrte Rutschungen im Bereich der Moränenüberdeckung. Dabei handelt es sich jedoch um oberflächliche Rutschungen. Moränendecken zeigen zudem ein gutmütiges Rutschverhalten. Da aufgrund der relativ niedrigen Durchlässigkeit eine rasche Durchnässung ausgeschlossen ist (im Gegensatz z.B. zu Gehängeschutt oder Flyschzonen), ist eine plötzliche - murgangartige - Mobilisierung grösserer Moränenmassen *sehr unwahrscheinlich*.

5.1.4 Geschwemmsel

Geschwemmsel

In der Diskussion wird immer wieder die Frage aufgeworfen, wieweit sich der durch eine reduzierte Waldnutzung erhöhte Geschwemmselanfall (Fallholz, etc.) auf die Gefährdungssituation im Bereich der Seitenbäche auswirken wird. Die diesbezügliche Beurteilung muss von den heutigen Verhältnissen ausgehen. Wie die Begehungen im Gelände gezeigt haben, ist bereits heute im Einzugsgebiet der untersuchten Seitenbäche genügend Geschwemmsel (Fallholz, abrutschende Bäume, etc.) vorhanden, dass bei einem Extremereignis mit lokalen und temporären Verklausungen im Gerinne gerechnet werden muss. Die Flachstrecken im Unterlauf beider Bäche entschärfen die aus derartigen Verklausungen resultierende Gefährdung aufgrund ihrer Retentionswirkung (Flutwellen werden gebrochen, Geschwemmsel- und Geschiebestösse werden abgelagert).

5.2 Tommenbach (Anhang B)

Generelles

Das Einzugsgebiet des Tommenbaches liegt nördlich desjenigen des Eichbaches. Im Mündungsbereich in die Sihl verläuft das Trassee der Sihltalbahn auf dem gegenüberliegenden, rechten Sihlufer. Eine Gefährdung der Sihltalbahn ist aus diesem Grund a priori ausgeschlossen.

Einzugsgebiet, Abfluss

Das Einzugsgebiet des Tommenbaches beträgt ca. 1.2 km^2. Die Abflussmenge bei einem Extremereignis wird auf rund 15 m^3/s geschätzt. Diese Schätzung ist als konservativ zu beurteilen, da ein Teil des oberen Einzugsgebietes relativ flach und sumpfig ist.

Geschiebe

Der unterste Teil (ca. 300 m) des Bachlaufes weist ein deutlich reduziertes Gefälle auf. Die Geschiebetransportkapazität bis zur Sihl ist deshalb reduziert. In diesem Bereich befindet sich heute bereits eine Verbauung mit Querschwellen, die als Geschiebesammler benutzt und regelmässig geräumt wird.

5.2.1 Gefährdungspotential heute

Geschiebeherde

Geschiebeherde und Rutschungen wurden insbesondere oberhalb des Zusammenflusses des Seitenarmes Nr. 3 mit dem Hauptarm (Nr. 1) sowie etwa 250 m weiter aufwärts am Hauptarm festgestellt. Die erstgenannte Ruschtung verursacht bereits heute Unterhaltsprobleme an der Sihlwaldstrasse.

Überschwemmung

Ebenfalls besteht bereits heute für die Sihltalstrasse eine Überschwemmungsgefahr bei einem Extremereignis. Dies aus zwei Gründen: erstens ist der Durchlass unter der Sihltalstrasse relativ ungünstig ausgebildet (ungünstiger Einlauf, flacher Durchlass); zweitens dürfte der Tommenbach bei einem Extremereignis beim markanten Knick ca. 250 m oberhalb der Mündung verstopfen und sein Bett verlassen. Folge beider Ereignisse ist eine Überschwemmung der Sihltalstrasse. Allerdings ist die Geschiebemenge, die bis zur Sihltalstrasse transportiert werden kann, beschränkt.

5.2.2 Zunahme des Gefährdungspotentiales bei vollständiger Renaturierung

Geschiebeherde

Bei vollständiger Renaturierung dürften sich im Bereich der Sihlwaldstrasse sowohl am Hauptarm wie auch am Seitenarm Nr. 2 weitere Geschiebeherde entwickeln. Ein zusätzlicher Geschiebeherd ist auch am Seitenarm Nr. 2 bei der oberen Waldstrasse zu erwarten.

Gefährdungszunahme

Die Gefährdung für die Sihltalstrasse oder den Vorfluter ändert sich durch die Renaturierung nicht massgeblich.

5.2.3 Massnahmen zur Reduktion des Gefährdungspotentiales

Nachdem keine massgebliche Veränderung des Gefährdungspotentiales durch eine Renaturierung verursacht wird, drängen sich *keine Massnahmen* für eine Reduktion des Gefährdungspotentiales auf. Die vorhandene und offenbar auch akzeptierte Überschwemmungsgefahr für die Sihltalstrasse könnte durch eine Umgestaltung des Durchlasses unter der Sihltalstrasse sowie Massnahmen an den letzten 250 m des Bachlaufes reduziert werden.

5.3 Eichbach (Anhang C)

Einzugsgebiet

Das Einzugsbiet des Eichbaches beträgt ebenfalls ca. 1.2 km^2. Vor seiner Mündung in die Sihl unterquert der Eichbach die Sihltalstrasse (grosse Strassenbrücke) und die Sihltalbahn (Durchlass ca. 7 m^2).

Abfluss

Der Extremabfluss wird auf rund 15 m^3/s geschätzt. Der Eichbach besteht aus zwei Hauptarmen, die sich rund 200 m oberhalb der Mündung vereinen. Das Einzugsgebiet und damit auch der Abfluss verteilen sich etwa zu gleichen Teilen auf die beiden Hauptarme.

Geschiebe

Die Geschiebetransportkapazität bis zur Sihl ist auch beim Eichbach begrenzt. Dies hat zwei Ursachen: Erstens weisen beide Hauptarme vor der Vereinigung Abschnitte mit reduziertem Gefälle bei gleichzeitig leichter Aufweitung des Gerinnes auf, und zweitens befindet sich zwischen dem rund 2 m hohen Absturz (rund 130 m oberhalb der Mündung) und dem Durchlass unter dem Scheidbachweg (ca. 100 m oberhalb der Mündung) eine markante Flachstrecke mit stark reduzierter Transportkapazität. Die bei der Mündung in die Sihl abgelagerten Blöcke dürften aus der Pflästerung der Schussrinne (ca. letzte 80 m des Bachlaufes) stammen. Schäden an dieser Schussrinne sind deutlich sichtbar.

5.3.1 Gefährdungspotential heute

Geschiebeherde

Am ersten Hauptarm (Nr. 1) bestehen heute ein Geschiebeherd und zwei Rutschzonen im Bereich der Vereinigung mit dem Seitenarm Nr. 4 bzw. etwas unterhalb von dieser Stelle. Weiter oben befinden sich ein weiterer Geschiebeherd am Hauptarm Nr.1 sowie eine Rutschzone am Seitenarm Nr. 4.

An den Seitenarmen Nr. 3 und Nr. 5 des zweiten Hauptarmes (Nr. 2) besteht heute je ein Geschiebeherd.

Überschwemmung, Erosion

Für das Trasse der Sihltalbahn besteht als Folge einer, allerdings nur wenig wahrscheinlichen, Verklausung des dortigen Durchlasses die Gefahr einer Überströmung. Der Durchlass unter der Sihltalbahn weist nämlich einen grösseren Querschnitt auf als der Durchlass unter der Waldstrasse (Scheidbachweg, ca. 100 m oberhalb der Mündung). Er liegt zudem anschliessend an eine lange Schussrinne. Verklausungen und damit verbundene Kapazitätsprobleme dürften sich deshalb eher beim Durchlass unter dem Scheidbachweg ergeben. Beim Scheidbachweg kann sich ein Überstau einstellen, sodass der Abfluss mit erhöhter Kapazität unter Druck erfolgt. Sollte jedoch der Durchlass unter dem Scheidbachweg (b x h $\approx$ 2 x 2 m) verstopfen und der Scheidbachweg überströmt werden, würde die nur unzulänglich befestigte Böschung talseitig des Scheidbachweges relativ schnell erodieren. Ein Durchbruch des Strassendammes wäre nicht auszuschliessen. In diesem Fall müsste auch die Sihltalbahn als gefährdet beurteilt werden (Verklausungsgefahr für Durchlass, Überströmung und Erosion des Bahntrasse).

Erosion

Die Sihltalstrasse überquert den Eichbach auf einer hohen Stahlbetonbrücke. Die Sihltalstrasse kann heute als ungefährdet beurteilt werden. Eine Überschwemmung der Sihltalstrasse ist aufgrund der Gefällsverhältnisse auszuschliessen. Der Scheidbachweg liegt im gefährdeten Bereich etwas tiefer als die Sihltalstrasse, womit überströmendes Wasser vor Erreichen der Sihltalstrasse wieder den Weg in den Bachlauf finden wird.

5.3.2 Zunahme des Gefährdungspotentiales bei vollständiger Renaturierung

Geschiebeherde

Bei einer vollständigen Renaturierung kann sich die Schussrinne vor der Mündung zu einem eigentlichen Geschiebeherd entwickeln. Am Hauptarm Nr.1 und am Seitenarm Nr. 7 werden im Bereich der Vereinigung sowie etwas oberhalb davon insgesamt drei Geschiebeherde und eine Rutschzone entstehen. Am Seitenarm Nr. 7 kann sich bei der oberen Waldstrasse (Bachtelenstrasse) ein neuer Geschiebeherd mit Rutschgefahr ausbilden.

Am Hauptarm Nr. 2 dürfte oberhalb der Sihlwaldstrasse ein neuer Geschiebeherd entstehen. Am Seitenarm Nr. 3 kann sich auf gleicher Höhe ein Geschiebeherd mit einer Rutschzone bilden.

Gefährdungszunahme

Die Gefährdungssituation wird sich infolge der Renaturierung weder für die Sihltalstrasse noch für die Sihltalbahn massgeblich verändern, da sich die zu erwartende erhöhte Geschiebeproduktion in diesem

Bereich nicht entscheidend auswirken wird. Eine allmähliche Zerstörung der Pflästerung der Schussrinne unterhalb der Sihltalstrassenbrücke könnte allerdings zu einer Gefährdung der Brückenfundationen führen. Zu diesem Punkt (Art und Lage der Brückenfundationen) wurden keine weiteren Abklärungen unternommen. Falls der Scheidbachweg aufgehoben wird, erhöht sich die Gefährdung für die Sihltalbahn insofern, als mit einer häufigeren Verklausung des Durchlasses unter der Sihltalbahn und damit verbunden mit einer erhöhten Überschwemmungsgefahr für das Bahntrassee zu rechnen ist.

5.3.3 Massnahmen zur Reduktion des Gefährdungspotentiales

Nachdem infolge der Renaturierung keine massgebliche Erhöhung des Gefährdungspotentiales zu erwarten ist, drängen sich keine Massnahmen auf. Um eine Gefährdung der Brückenfundation der Sihltalstrassenbrücke auszuschliessen, sollte die Pflästerung der Schussrinne repariert und unterhalten werden. Im Bereich des Scheidbachweges sind Massnahmen zur Verhinderung einer Verklausung bei gleichzeitiger Aufrechterhaltung des Geschwemmselrückhaltes zu empfehlen.

Geschieberückhalt

Die Feldaufnahmen haben ergeben, dass sich grundsätzlich zwei Stellen, eine nach der Vereinigung der beiden Hauptarme und eine weitere am Hauptarm Nr. 2, für die Anlage eines allfälligen Geschiebesammlers eignen würden. Beide Stellen weisen günstige Geländeformen und eine gute Zufahrt für die Räumung auf. Allerdings wird aufgrund der Resultate der Abklärungen die Erstellung eines Geschiebesammlers nicht empfohlen. Geschiebesammler würden die Aufwendungen für den Unterhalt (regelmässige Räumung) erhöhen. Im übrigen kann das Geschiebe auch auf natürlichem Weg ohne Gefahr abtransportiert werden.

6. Zusammenfassung und weiteres Vorgehen

Als Grundlage für die Beurteilung der Auswirkungen einer Renaturierung des Tommenbaches und des Eichbaches auf deren Gefährdungspotential wurde die heute bestehende Gefährdung bei einem Extremereignis abgeschätzt. In einem weiteren Schritt wurde unter Annahme einer vollständigen Renaturierung die Veränderung des Gefährdungspotentiales ermittelt. Als gefährdete Objekte kommen die Sihltalstrasse, die Sihltalbahn und die durch allenfalls unzulässige Geschiebemengen belastete Sihl in Frage.

Bestehende Gefährdungen

Beim Tommenbach besteht bei einem Extremereignis bereits heute eine Gefährdung der Sihltalstrasse durch Überschwemmung.

Beim Eichbach besteht, neben der nicht näher untersuchten Erosionsgefahr für die Fundation der Sihltalstrassenbrücke, eine Überschwemmungsgefahr für das Trassee der Sihltalbahn bei Verklausung des dortigen Durchlasses. Diese Gefahr besteht insbesondere als Folge einer Verklausung des obenliegenden Durchlasses mit nachfolgender Überströmung und Erosion des Scheidbachweges.

Angesichts der Untergrundmaterialien ist auch bei verstärkter Erosion kein für die Sihl nachteiliger Geschiebeanfall zu erwarten. Das Moränenmaterial (hoher Feinanteil) und die Molassegesteine lösen sich im Wasser grösstenteils schnell auf. Sie werden anschliessend in Suspension und nicht mehr als Geschiebe transportiert.

Gefährdungszunahme

Die durchgeführten Untersuchungen zeigen, dass infolge einer vollständigen Renaturierung des Tommenbaches und des Eichbaches weder für die Sihltalstrasse, noch für die Sihltalbahn mit einer markanten Zunahme des Gefährdungspotentiales zu rechnen ist. Beim Eichbach ist eine Voraussetzung für diese Aussage der lokale Schutz der Brückenfundationen der Sihltalstrasse gegen Erosion (Reparatur und Unterhalt der Pflästerung der Schussrinne) sowie die Aufrechterhaltung der Rückhaltefunktion für grobes Geschwemmsel des Durchlasses beim Scheidbachweg .

Weiteres Vorgehen

Nachdem sich die entwickelte Methodik zur Erfassung des Gefährdungspotentiales am Beispiel des Tommenbaches und des Eichbaches bewährt hat, könnten mit dem gleichen Verfahren auch weitere Seitenbäche untersucht werden. Aufgrund der Erfahrung ist pro Seitenbach mit Kosten von Fr. 5'000.- bis 7'000.- (Aufnahme, Auswertung und Darstellung; Preisstand 1991) zu rechnen. Voraussetzung ist die Durchführung der Aufnahmen durch ein qualifiziertes und eingespieltes Team.

Umfang weiterer Untersuchungen

Aufgrund des Resultates der Untersuchung ist die Frage berechtigt, ob sämtliche Seitenbäche einer ähnlichen Untersuchung unterzogen werden sollen. Eine Triage aufgrund einer Voruntersuchung ermöglicht wahrscheinlich eine beträchtliche Reduktion der aufwendigen Feldaufnahmen. Für eine reduzierte Untersuchung, umfassend die Vorbereitungen für die Feldaufnahmen (Ermittlung von Einzugsgebiet, Extremabfluss, Gefälle, etc.), müsste pro Seitenbach mit Kosten von ca. Fr. 2'000.- bis Fr. 3'000.- gerechnet werden.

Luzern/Zürich, 15. Mai 1992

ANHANG A

Symbolerläuterung

zur Darstellung der Gefährdungspotentiale

Sihlwald Seitenbäche
Gefährdungspotential

Symbolerläuterung

Gefahren

	Bestehend	Zusätzlich bei vollständiger Renaturierung
Ueberschwemmung		
Geschiebeherde		
Rutschungen		

Gefahrenminderung (Retention)

	Bestehend (Natürlich)	Mögliche Massnahme
Wasser		
Geschiebe		

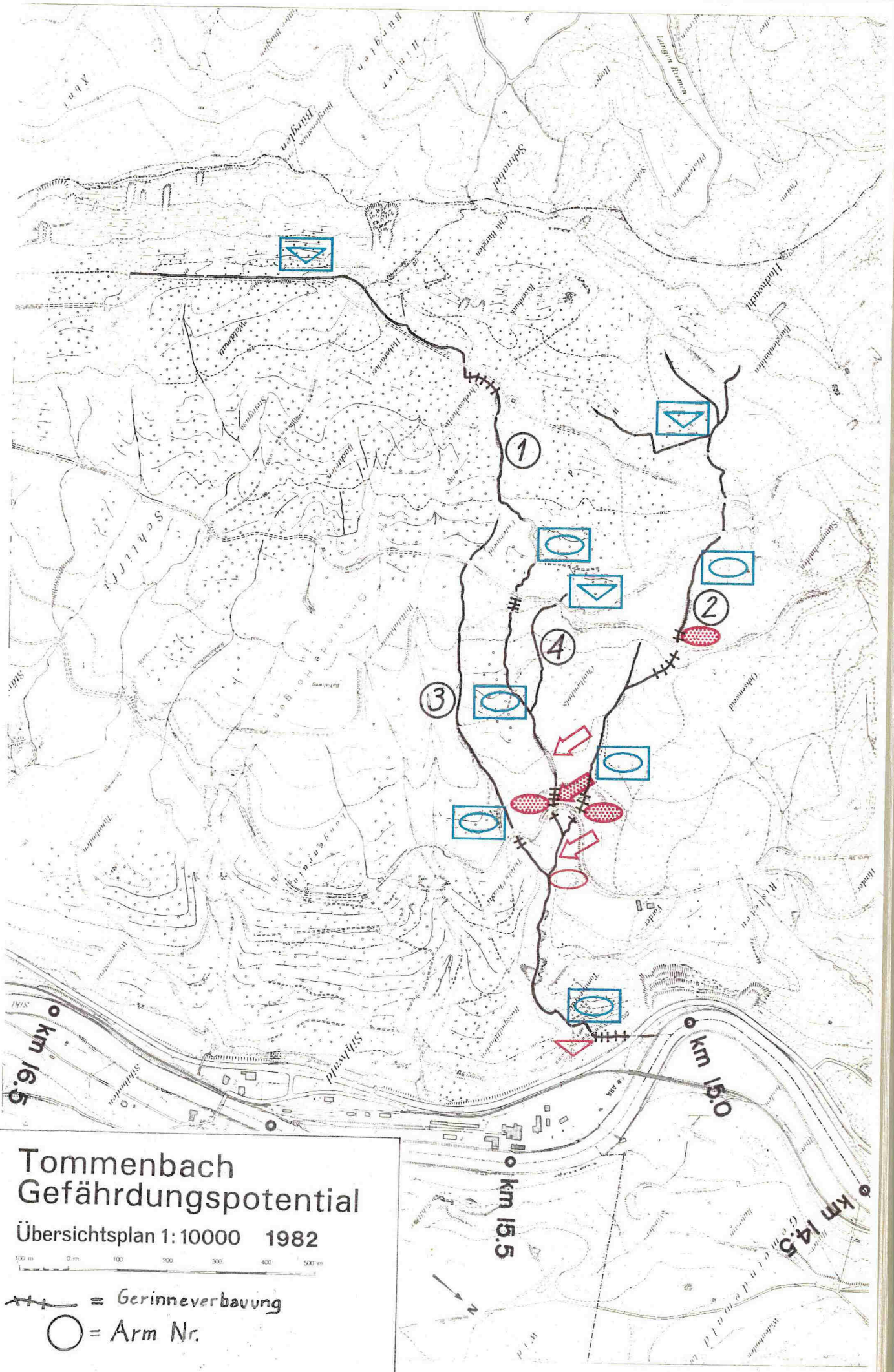
ANHANG B

Tommenbach

Gefährdungspotential, Übersicht 1:10'000

Fotodokumentation

Feldaufnahmen (1 Beispiel)



Tommenbach
Gefährdungspotential

Übersichtsplan 1: 10000 1982

100 m 0 m 100 200 300 400 500 m

= Gerinneverbauung

= Arm Nr.

Tommenbach
Hauptarm Nr. 1, km 1.0, natürlicher Geschiebeablagerungsraum

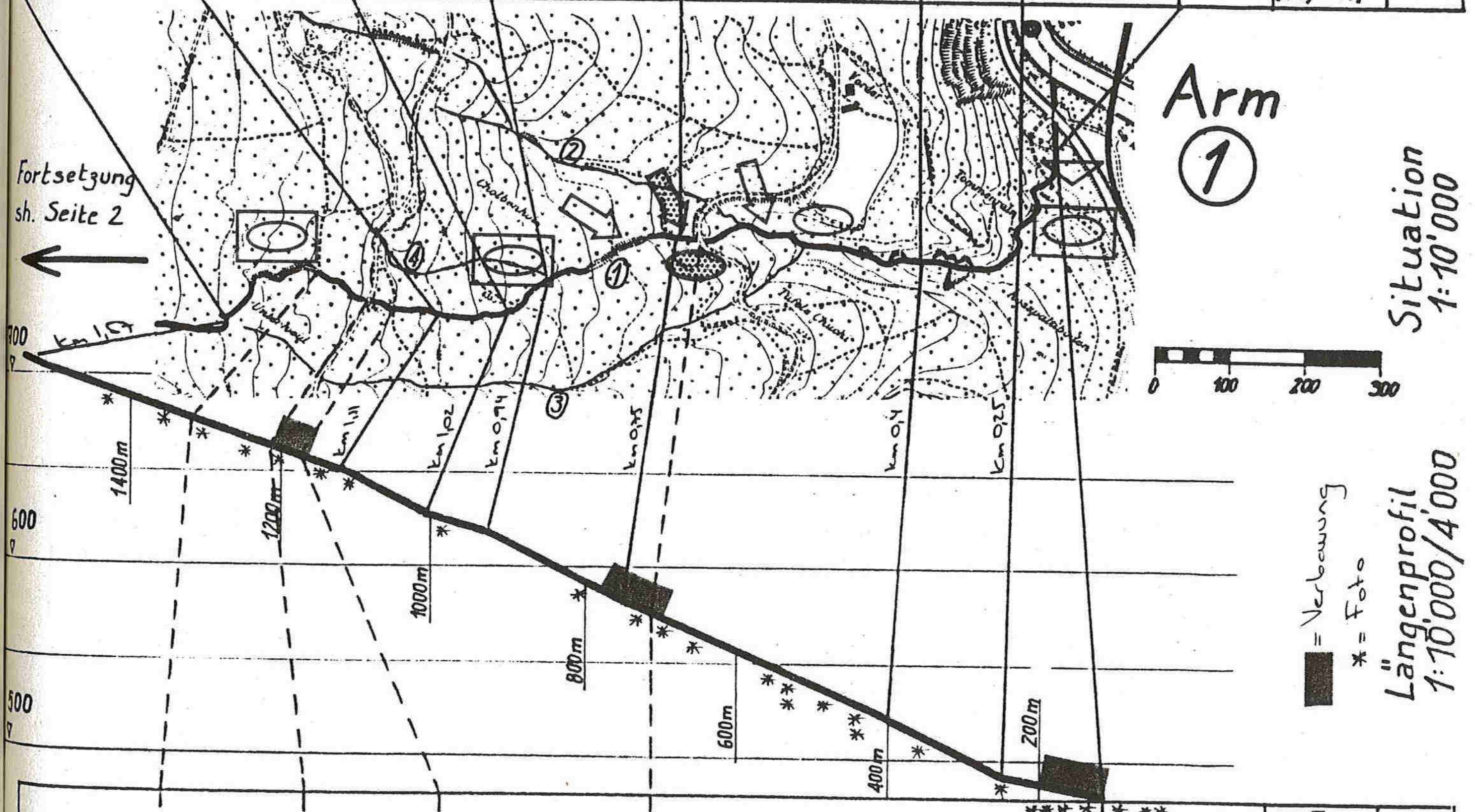
Tommenbach
Verbauung mit Querschwellen oberhalb Sihltalstrasse als Geschiebsammler benutzt

Tommenbach
Einlauf in Durchlass unter Sihltalstrasse

Tommenbach
Flachstrecke anschliessend an Durchlass unter Sihltalstrasse bis Mündung in die Sihl

Entlang Fliessstrecke

		Geschiebe ablagerung Breite = 15 m	Sohle wahrscheinlich relativ stabil; Blöcke bis 50 cm können bewegt werden	Ohne Verbauung wäre Schlucht mit ca. 4 m Anriss höhe wahrscheinlich; Fels-schwellen bis 2 m hoch ca. 50 m Abstände	kein Abtrag wegen Fels	Platz gut geeignet für Geschiebe-rückhalt		**Bem.**
2,0 1,0 1,5 3,0	2,5		4m 2-3m	3m 1,5-2m	5m 2m			**HL (m)**
				ca 21 m²				**Fl (m²)**
2,0 1,0 1,5 3,0	2,5		4m 2-3m	3m 4-5m	2m 1m			**HR (m)**
				ca. 21 m² grosse Geschiebe-potential				**Fn (m²)**
keine; Nach Strasse Holz-schwellen und Sohle l = 50 m am Ende zerfallend	keine; früher mit Holz-schwellen gesichert	früher mit Holzschwellen gesichert	Alte Verbauung meist zerstört Schwellen á 10 m Abstände Beschränkte Eintiefung möglich	8 Sperren (Stein blöcke) in gutem Zustand 2 m Abstände h ca. 1 m; 2 Steinsperren unterhalb Strasse	Natürliche Fels-schwellen 3 bis 4 m hoch	Drei Holzsperren ca. 7-8 m Abstände h = 1 m; Weitere Sperren á 15 m Abstände h = 0,5-1,2 m	Sohle gepflästert	**V & I**
Molasse Fels anstehend	Stellenweise Fels (Mergel) sonst Moräne		Grosse Blöcke sonst lockeres Material	grosse Blöcke in Sohle vorhanden; Fels stellenweise sichtbar Übergangszone zu Moräne				**S** (▒ = Fels)
U 1,5m; U 2m; U 1,5m; V 10m	U 2-3m		V 10m	V 20m; 6m / 1,5-2,5m	6m / 2-3m		h bis 2m, 1m	**F, B (m)**
13 / 460	22 / 90	12 / 80	21 / 190	17 / 350	20 / 150	8 / 130	140	**J (%), L (m)**



Am Ort

		0,52		0,71	1,22	**E (km²)**
	Durchlass Wellblech Ø = 1m; Geschiebe sammlung oberhalb Durchlass	Durchlass Ø = 1m h = 0,5m l = 11m	Durchlass Wellblech Ø = 1m; 8-ung! Rutschgebiet links ca. 30x30m; Durchlass Bähnlitrasse völlig zerstört	Strassen Durchlass Ø = 1,0m h = 1,5m l = 10m; loker Gestein Deponie bei Mündung 3; Material-zufuhr gross; Kapazität unter Holzbrücke ca 8 m³/s (v = 3 m/s) 2m 1,5m 1,7m	Durchlass unter Forststrasse Ø = 1,25; Im Absturz oberhalb Durchlass; Sihltalstrasse 1,5 m Absturz vor Durchlass 1,5 0,4 m ≈2,5 m	**Bem.**
		8,4		10,3	14,8	**Q (m³/s)**
Wenig Geschiebe-zufuhr von oben				zwischen Mündung 2 + 3 sind Sperren mit ca 250 m³ Material Zustand mässig - gut Leitwerk zerfallen; Geschiebe wird jährlich entfernt	ca. 60 m³	**G (m³)**

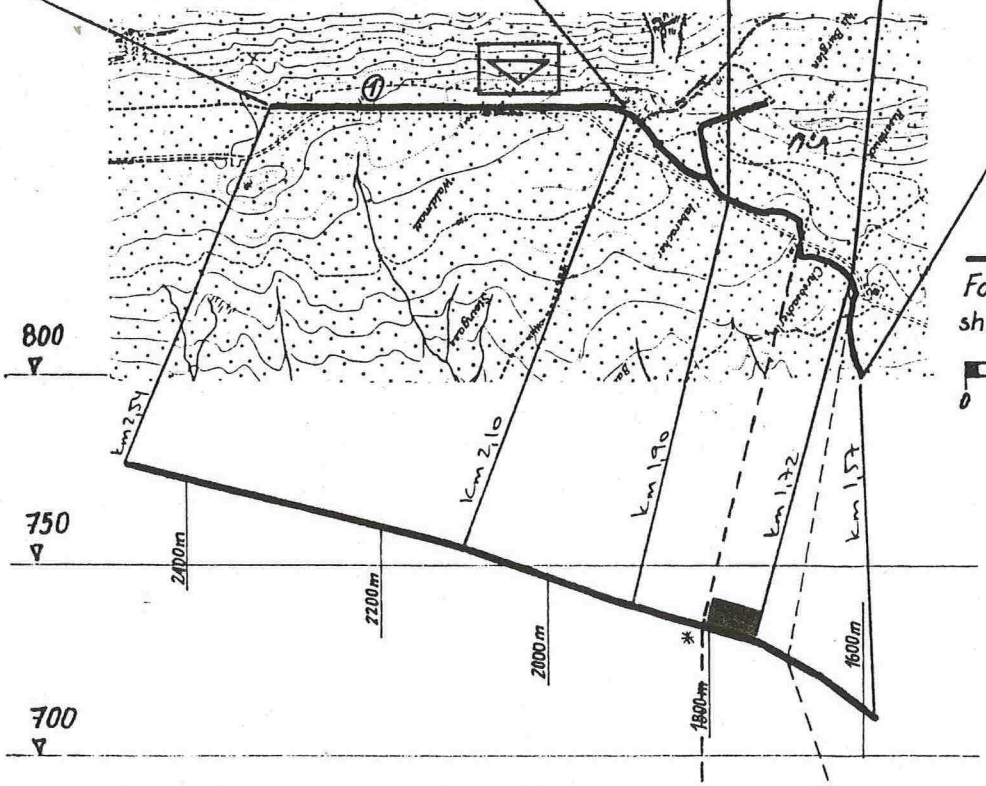
Sihlwald Seitenbachkataster

Bach: Tommenbach

Arm Nr.: ①

1530.10 **Datum:** 3·4·91

	Überflutungsgebiet d.h. gewisse Rückhaltewirkung zu erwarten			Grosse Blöcke vorhanden	Bem.	Entlang Fliessstrecke
			Strasse	2,5	HL (m) Fl (m²)	
			1,5 - 2m	2,5 bis 4m	HR (m) Fn (m²)	
			Holzverbauung teilweise zerfallen	War früher verbaut lokale Angriffe	V É I	
				Versakt Stellenweise Nagelfluh	S ⊗ = Fels	
		0,4m / 1m		1 bis 1,5m	F, B (m)	
	5 440	8 200	6 180	13 150	J (‰) L (m)	



Arm ①

Fortsetzung sh. Seite 1

Situation 1:10'000

0 100 200 300

Längenprofil 1:10'000/2'000

■ = Verbauung
* = Foto

		0,23		E (km²)
Abflussspitze wird durch Kurseinermethode überschätzt (wenn Beiwert = 13) Qmax schätzungsweise um 1,0 m³/s		Durchlass ∅ = 80cm h = 1,5m L = 10m	Durchlass ∅ = 80cm h = 2,5m Auslauf erodiert	Bem.
		4,9		Q (m³/s)
		keine Geschiebeanfall		G (m³)

Am Ort

Sihlwald Seitenbachkataster

Bach: Tommenbach

Arm Nr.: ①

Seite: 2

1530.10 Datum: 3.4.91

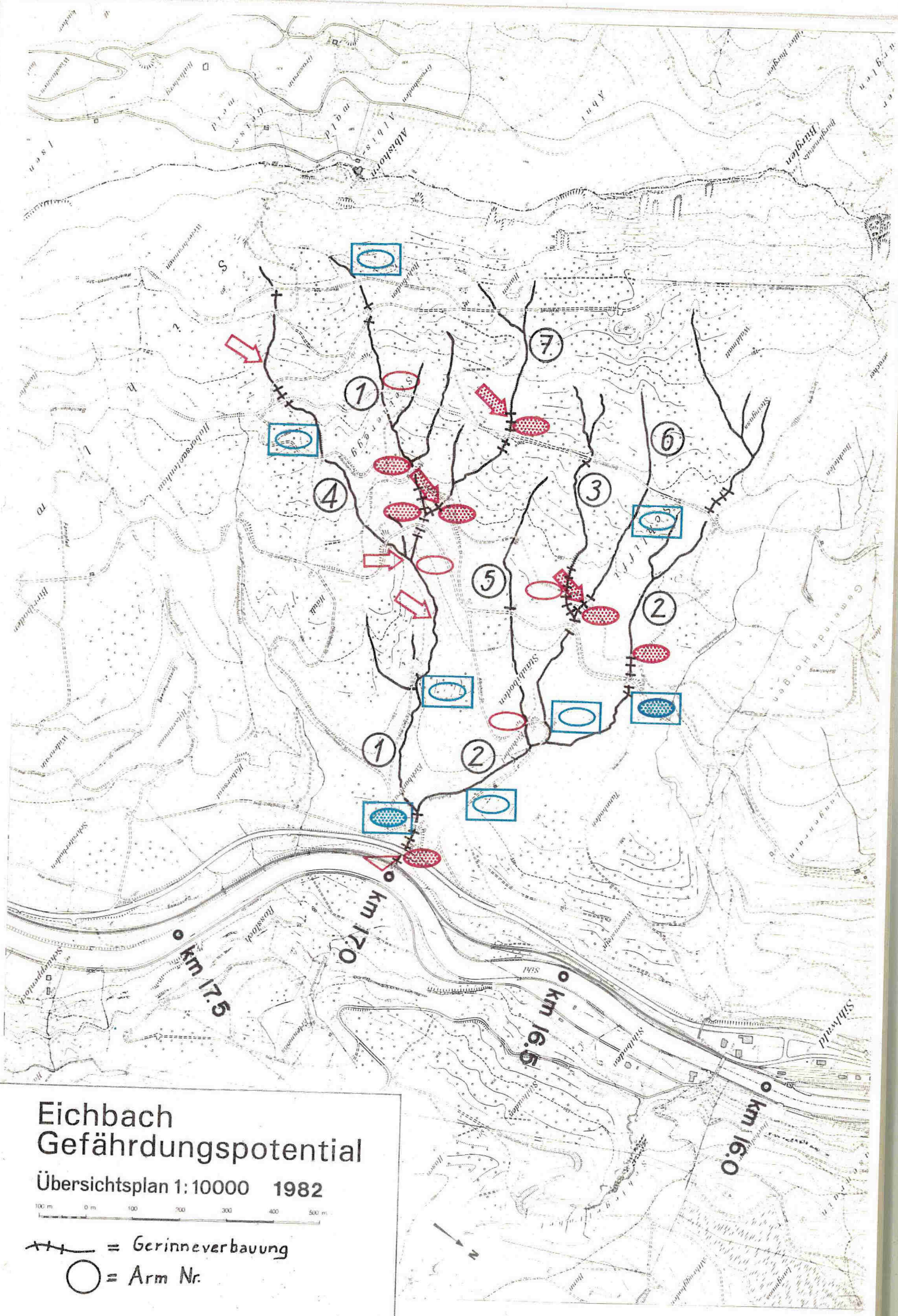
FAE / 11.3.91

ANHANG C

Eichbach

Gefährdungspotential, Übersicht 1:10'000

Fotodokumentation



Eichbach
Gefährdungspotential

Übersichtsplan 1:10000 1982

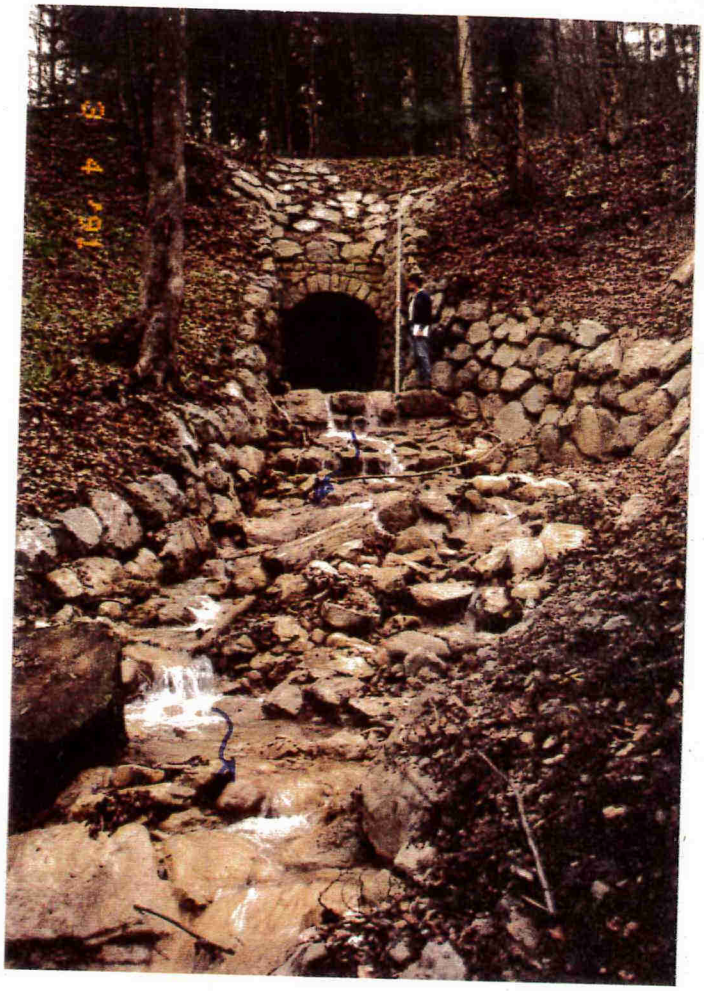
100 m 0 m 100 200 300 400 500 m

= Gerinneverbauung

= Arm Nr.

Eichbach
Sperrentreppe unterhalb Zusammenfluss Seitenarm Nr. 7 mit Hauptarm Nr. 1, potentieller Geschiebeherd

Eichbach
Absturz oberhalb Durchlass unter Scheidbachweg



Eichbach
Durchlass unter Scheidbachweg,
im Vordergrund schadhafte Pflästerung der Schussrinne
Richtung Durchlass unter Sihltalbahn

Eichbach
Durchlass unter Sihltalbahn