

Stadtforstamt Zürich

NATURLANDSCHAFT SIHLWALD

Teilstudie Wasserbau & Sicherheit



Der Sillwald im Canton Zürich

*J. Adamson fec.
(1785)*

Schlussbericht

Basler & Hofmann

November 1988

N 562.020

Stadtforstamt Zürich

"NATURLANDSCHAFT SIHLWALD"

Teilstudie E: Wasserbau und Sicherheit

Schlussbericht

Basler & Hofmann
Ingenieure und Planer AG
Forchstrasse 395
8029 Zürich

Bericht 1530-1
November 1988
HWW/AST/bg

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
Zusammenfassung	1
1. Einleitung und Problemstellung	4
2. Bearbeitungsablauf	5
3. Grundlagen	5
4. Das Gewässersystem	7
4.1 Sihl	7
4.2 Seitenbäche	7
5. Artefakte an der Sihl	7
6. Hydrologie	9
6.1 Hochwasserstatistik der Sihl	9
6.2 Dauerkurven der Sihl	10
7. Hydraulik und Geschiebetransport der Sihl	11
8. Geotechnik/Geomorphologie	13
8.1 Entstehung des Sihltales, geschichtlicher Ueberblick	13
8.2 Geologischer Aufbau des heutigen Sihltales im Bereich Sihlwald	15
8.3 Geotechnische Verhältnisse	15
8.4 Grundwasservorkommen	16
8.5 Geotechnische Gefahren	18
9. Ideenkatalog Renaturierung	19
9.1 Grundsätzliches	19
9.2 Ökologie, Landschaft und Industriegeschichte	19
9.3 Renaturierung der Sihl	20
9.4 Renaturierung der Seitenbäche	22
9.5 Unterhaltsproblematik Sihl	23

10. Risiko und Sicherheit	29
11. Weiteres Vorgehen, Massnahmenkatalog	31
Ausgewählte Literatur	32
Ausgewählte Fotos	33

Anhang:

Zusammenstellung der geotechnischen Gefahren: Faltblatt A3-Format

Längenprofil der Sihl mit Angabe der Wasserspiegel repräsentativer Hochwasser, Massstab 1:10'000/200: 3 Faltblätter A3-Format

Planbeilage Uebersichtsplan 1:10'000 mit Sihlkilometrierung und Angaben der alten Planunterlagen: Format 30 x 90 cm gefaltet

FIGURENVERZEICHNIS:

Figur 1:	Ausschnitt Sihlwald Landeskarte 1:25'000	6
Figur 2:	Geologischer Querschnitt vom Reppischtal zum Zürichsee	13
Figur 3:	Ausschnitt aus der geologischen Karte des Kantons Zürich	14
Figur 4:	Ausschnitt aus der Grundwasserkarte des Kantons Zürich, Blatt Albis	17
Figur 5:	(a bis f): Renaturierung an der Sihl, Ideenkatalog	24
Figur 6:	Ausschnitt aus der Wild-Karte etwa 1850	28

TABELLENVERZEICHNIS:

Tabelle 1:	Hochwasserstatistik der Sihl im Sihlwaldgebiet	10
Tabelle 2:	Mittel- und Niederwassermengen der Sihl im Sihlwaldgebiet	11

ZUSAMMENFASSUNG

Mit dem Projekt **"Naturlandschaft Sihlwald"** ergibt sich eine einmalige Gelegenheit, die Sihl und ihre Seitenbäche im Sihlwaldgebiet in einen naturnaheren Zustand zurückzuführen. Mit der vorliegenden Arbeit werden aus wasserbaulicher Sicht die dazu vorhandenen Möglichkeiten aufgezeigt und beurteilt. Alle relevanten Aspekte der Sicherheit, inklusive der Hochwassersicherheit, werden dabei beachtet.

Zuerst ein paar generelle Feststellungen zur heutigen Situation: Die Sihl widerspiegelt in der jetzigen Form die Ende des letzten Jahrhunderts abgeschlossene Sihlkorrektur. Die Ufer sind durchgehend längsverbaut, teils mittels Bühnen, Blocksätzen oder Blockwürfen und teils durch die zahlreichen Ufermauern zum Schutz der Sihltalbahn, der Kantonsstrasse sowie diverser Gebäude und Installationen. Als Querbauten treten drei Wehre oder Abstürze in Erscheinung, welche aus der Zeit der alten Wasserkraftnutzung etwa Mitte des letzten Jahrhunderts stammen. Die früheren Abflussverhältnisse sind mit dem Erstellen des Sihlsees im Jahre 1937 grundlegend verändert worden: Die Hochwasserspitzen sind generell reduziert, die Niedrigstwasserabflüsse erhöht. Unter den gegebenen Umständen ist das Sihlbett in der Lage, ein Jahrhunderthochwasser von gut 300 m³/s ohne Ueberschwemmungen abzuführen. Eine mögliche Gefahr stellen dabei allerdings die zwei im Kerngebiet des Sihlwaldes liegenden alten Wehre dar, welche Alterungserscheinungen zeigen.

Die Seitenbäche weisen fast durchwegs einen Tobel- oder Wildbachcharakter auf und sind grösstenteils verbaut. Auf der rechten Talflanke fliessen sie teilweise tief in den anstehenden Molassegesteinen, welche in den flacheren Bereichen auch mit Moräne überdeckt sind. Auf der linken Talflanke sind die Bachbetten vor allem durch weiche, stark bis vollständig verwitterte Molassepartien geprägt; der Molassefels tritt nur sporadisch in Erscheinung.

Aus geotechnischer Sicht dürften Hangrutsche und Instabilitäten die hauptsächlichsten Gefahren im Sihlwaldgebiet darstellen. Zwar ist die rechte Talflanke entlang dem Horgerberg grundsätzlich als stabil zu beurteilen, abgesehen vom gelegentlichen Unterspülen und lokalen Abbrechen der Molassefelswände oder dem örtlichen Abgleiten der untiefen Moränenüberdeckung der Molassegesteine. Die linke Talflanke entlang dem Albis hingegen ist geprägt durch die Sackungen und Rutsche, die seit der letzten Eiszeit stattgefunden haben und befindet sich vermutlich noch heute in allerdings langsamer Bewegung. Das Auftreten einer grösseren, tiefgründigen Rutschung mit Gefährdung von Verkehrswegen, inklusive der Kantonsstrasse und der Sihltalbahn, kann weder heute noch in Zukunft vollständig ausgeschlossen werden.

Die linken Seitenbäche, welche wesentlich grössere Einzugsgebiete aufweisen als die rechtsseitigen, entwickeln im feinkörnigen, verwitterten Untergrund eine beträchtliche Erosionskraft. Eine unbehinderte Eintiefung der Bachläufe würde oberflächlich bis mitteltief liegende Rutschungen verursachen.

Die Vegetation und damit der Wald hat auf die tiefliegenden Bewegungen keinen Einfluss, reduziert aber die Erosionskraft der Seitenbäche durch eine Abminderung der Abflussspitzen. Oberflächlich bietet das Wurzelwerk im weiteren einen gewissen Halt gegen Erosion. Wirkungsvoll kann jedoch einer Eintiefung der Bäche in labilen Gebieten und damit einer der Ursachen von oberflächlichen und mitteltiefen Instabilitäten entlang der Gerinne nur mit einer fachgerecht ausgeführten Stabilisierung der Sohle begegnet werden.

Auffallend an den Seitenbächen sind im übrigen die vielen Durchlässe unter den diversen Verkehrswegen. Die Oeffnungen sind vielerorts ungenügend dimensioniert und bei grösseren Hochwasserereignissen stark verstopfungsgefährdet.

Wie steht es nun mit der Naturnähe von Sihl und Seitenbächen? Was sind die weiteren Renaturierungsmöglichkeiten und deren voraussichtliche Folgen? An der Sihl ist der Uferschutz heute weitgehend überwachsen und es haben sich sogar kleinere Inseln und Kiesbänke gebildet. Zusammen mit dem vielseitigen Uferbewuchs, diversen Felsschwellen und der geschwungenen Linienführung ergibt sich ein ansprechendes landschaftliches Erscheinungsbild. Hingegen wären noch viele Aenderungen nötig, bis von einem naturnahen Sihllauf gesprochen werden könnte. Es fehlen insbesondere stärkere Wechsel zwischen schmalen und breiten Stellen, Uferanrisse und Ueberflutungszonen. Auch die früheren Prallhänge sind mit der Sihlkorrektur verschwunden. Aus wasserbaulicher Sicht könnten entsprechende Umgestaltungen durchaus vertreten werden, ohne negative Folgen für die Unterlieger oder die angrenzende Infrastruktur.

Ein vollständiges Entfernen der vorhandenen Wehre wäre zwar prinzipiell denkbar, aber mit immensen Anpassungen, Foundationssicherungen und anderweitigen Erosionsschutzmassnahmen verbunden. Im Zuge einer Sanierung der Wehre könnte eine Teilabsenkung untersucht werden, was den oberliegenden Flussabschnitten eine zusätzliche Dynamik verleihen würde. Falls aber die heutigen Staukoten beibehalten werden, können die Stauräume interessanter gestaltet werden. Mit den Wehranpassungen wird im übrigen der freie Fisch-aufstieg ermöglicht werden.

Die mit der Erneuerung der Etzelwerkkonzession verbundene Erhöhung der Restwassermenge von 2,5 auf 3,5 m³/s in den Sommermonaten wird das Abflussgeschehen bei Niederwasserbedingungen nicht wesentlich verändern. Sie dürfte sich aber vor allem bezüglich der Wassertemperaturen an einer renaturierten Sihl positiv auf die Lebewesen auswirken.

Renaturierungsmassnahmen an den Seitenbächen sind hauptsächlich mit dem Entfernen der vorhandenen Sperren verbunden. Nun sind aber gerade zum jetzigen Zeitpunkt diverse Sperren auffällig oder gar verfallen. An vielen Orten hat sich daraus bereits eine Rückführung in einen natürlicheren Zustand ergeben mit Anrissen, Kolken und umgestürzten Bäumen. An Orten mit geotechnisch wenig oder nicht labilen Verhältnissen können solche Renaturierungsansätze gezielt weitergeführt werden. Dies ist zum Beispiel an mehreren Bächen auf der rechten Talflanke der Fall. Auf der linken Talflanke muss aber wegen den geotechnisch vorwiegend labilen Verhältnissen sehr differenziert vorgegangen werden: Ein grossräumlicher Verzicht auf Sperren hätte dort ohne Zweifel vielerorts grössere Eintiefungen der Gerinne zur Folge und als Resultat davon oberflächliche und mitteltiefe Rutsche und Absackungen. Als erstes wären die lokalen Erschliessungswege und Strassen betroffen, deren Fundationskörper in Mitleidenschaft gezogen würden. Negative Auswirkungen auf die Kantonsstrasse und die Sihltalbahn wären nicht auszuschliessen. Eine Renaturierung an den linksseitigen Seitenbächen entlang dem Albis sollte sich dementsprechend vorläufig an gezielt ausgewählte, weniger labile Lokalitäten halten.

Wenn Fallholz entlang der Seitenbäche weniger oft oder gar nicht mehr entfernt wird, so erhöht sich dadurch die Verstopfungsgefahr an den Durchlässen. Andererseits besteht diese bei grösseren Hochwassern schon heute. Eine Abhilfe wäre letztlich nur mit stark überdimensionierten Durchlässen zu schaffen. Ob und in welchem Masse sich bei übermässigem Anfall von Totholz in den Seitenbächen grössere Verkläusungen im Gerinne bilden werden, welche schlagartig nachgeben und Sturzwellen produzieren können, ist unter Fachkreisen umstritten. Im Hinblick auf gezielte, streckenweise Renaturierungsversuche in den Seitengerinnen im Sihlwald ist diese Gefahr jedoch von untergeordneter Bedeutung.

Hand in Hand mit einer Renaturierung von ausgewählten Abschnitten der Seitenbäche wird zwangsläufig das Aufheben oder Redimensionieren gewisser Erschliessungswege diskutiert werden. In einigen Fällen könnten Durchlässe durch Furten ersetzt werden, falls die Komforteinbusse in Kauf genommen werden kann. Ohne Zweifel wird der Fortschritt der Renaturierung an den Seitenbächen eng mit der Erschliessungsproblematik zusammenhängen.

Abschliessend darf festgehalten werden, dass im Gewässersystem des Sihlwaldes ein ansprechendes Renaturierungspotential besteht, das ohne Erhöhung der Gefährdung von Dritten verwirklicht werden kann. Es wird ein schrittweises Vorgehen vorgeschlagen, verbunden mit den notwendigen, vorgängigen Bestandesaufnahmen.

1. EINLEITUNG UND PROBLEMSTELLUNG

Im Rahmen der Planungsstudie zum Projekt "Naturlandschaft Sihlwald" wird Basler & Hofmann beauftragt, gemäss Pflichtenheft E Vorschläge zur Teilstudie für die Rückführung der Gewässer in einen natürlichen Zustand, unter Wahrung der Sicherheitsaspekte, auszuarbeiten. In den "Sihlwald Nachrichten" 1/87 ist dazu die folgende Formulierung aufgeführt:

"Die Studie soll den herrschenden Ist-Zustand des bestehenden Fliessgewässernetzes hinsichtlich Naturnähe analysieren und Möglichkeiten einer Renaturierung von Eingriffen in Seitengerinnen wie an der Sihl aufzeigen. Sämtliche Möglichkeiten einer freien Entfaltung der Naturkräfte sind unter Gewährleistung der Hochwassersicherheit wie auch unter weiteren Sicherheitsaspekten zu betrachten."

Je nach Standpunkt und Thematik sind verschiedene Betrachtungsweisen möglich:

- a) **Oertliche Betrachtungsweise:** Es wird unterschieden zwischen Sihlwaldgebiet sowie weiterer Umgebung. Letztere besteht aus dem flussaufwärtsgelegenen Sihleinzugsgebiet und dem flussabwärtsgelegenen Siedlungsgebiet bis zum Zusammenfluss Sihl/Limmat. Innerhalb des Sihlwaldgebietes wird unterschieden zwischen Sihllauf und Seitenbächen.
- b) **Zeitliche Betrachtungsweise:** Zum Verständnis der heutigen als auch der möglichen zukünftigen Gegebenheiten sind Kenntnisse der Vergangenheit (War-Zustand) notwendig. Der heutige Zustand (Ist-Zustand) gilt primär als Vergleichsbasis für mögliche, zukünftige Zustände (Soll-Zustand).
- c) **Interdisziplinäre Betrachtungsweise:** Diverse andere Teilbereiche sind eng mit dem Teilbereich Wasser und Sicherheit verknüpft. Aus diesem Grunde haben während der Bearbeitungszeit Kontakte und Gedankenaustausche stattgefunden, im Rahmen von Begehungen, Seminarien und Gesprächen. Ohne Zweifel hat das die Arbeit positiv beeinflusst.
- d) **Bearbeitungsphasen:** Mit der Studienphase soll die Machbarkeit aufgezeigt sowie ein Vorschlag für das weitere Vorgehen formuliert werden. Offene Probleme werden in der anschliessenden Projektphase behandelt, wo auch konkrete Ausführungsvorschläge ausgearbeitet werden.

Die Bearbeitung basiert auf der Leistungsofferte Basler & Hofmann vom 15. Dezember 1986, ergänzt durch das Anpassungsschreiben vom 18. März 1987. Mit Brief vom 11. Juni hat das Stadtforstamt Zürich die Teilstudie E initialisiert, mit einem beschränkten ersten Kostenrahmen. Dieser wurde abschliessend mündlich erweitert mit der Einschränkung, dass die Gesamtfinanzierung bis anhin noch nicht vollständig geregelt werden konnte.

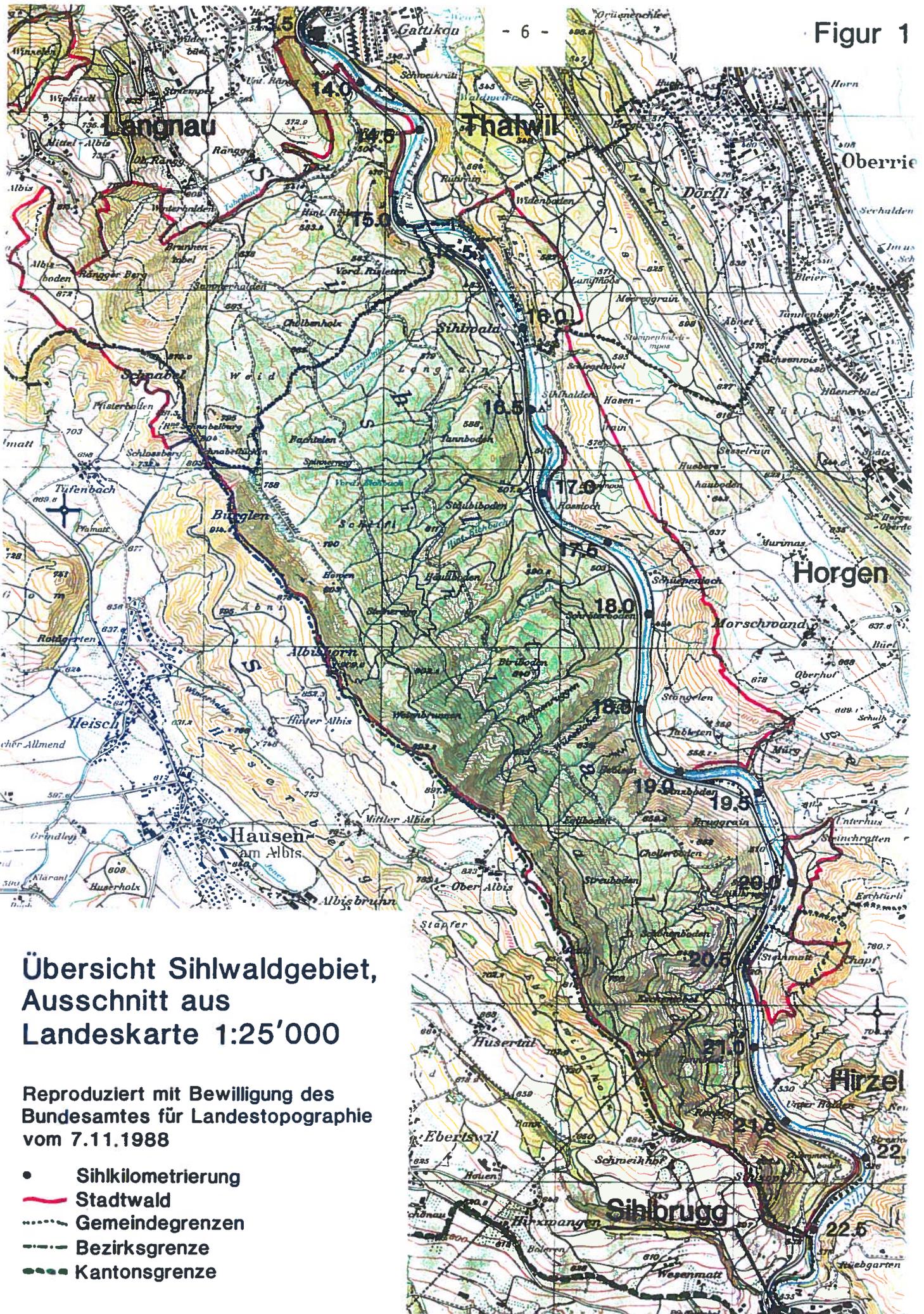
2. BEARBEITUNGSABLAUF

Es werden zur besseren Uebersichtlichkeit die markanten Stichdaten der Bearbeitung festgehalten:

- . Vorbereitung der Planungsstudie
(1. Seminar Projekt "Naturlandschaft Sihlwald"): 5. November 1986
- . Studienreise Sasso Fratino : 25. bis 28. Juni 1987
- . Begehung Rutschgebiete und Besprechung Wildbachprobleme im Sihlwaldgebiet (Stadtforstamt sowie Basler & Hofmann) : 28. Juli 1987
- . Besichtigung Fachbereich Wasserbau Projekt "Naturlandschaft Sihlwald" mit Vertretern aus Verwaltung und Forschung : 30. November 1987
- . 2. Seminar Projekt "Naturlandschaft Sihlwald" : 12. Februar 1988
- . 3. Seminar Projekt "Naturlandschaft Sihlwald" : 31. Mai 1988
- . Begehung Rossloch, Gemeindegebiet Horgen : 16. Juni 1988
- . In Ergänzung wurden vom Auftragnehmer im Rahmen der Bearbeitung diverse Begehungen und Aufnahmen an Ort und Stelle vorgenommen, welche hier nicht mit Datum aufgeführt werden : Diverse Daten

3. GRUNDLAGEN

Die für die fachspezifische Bearbeitung benützten Unterlagen für Hydrologie, Hydraulik, Geotechnik etc. werden soweit nötig in den entsprechenden Kapiteln aufgeführt. Aus übergeordneter Sicht werden im übrigen im Anhang die Plangrundlagen erwähnt, welche zusätzlich zum älteren Kartenmaterial (z.B. Wildkarte vor 1850, Siegfriedkarte) verwendet wurden. Es findet sich dort eine Situation im Massstab 1:10'000, wo die aus den alten Akten stammenden Plangrundlagen mit deren räumlicher Verteilung festgehalten sind. Im Haupttext selber ist ein Ausschnitt aus der Landeskarte 1:25'000 beigelegt, in welcher die Sihl kilometrierung aufgeführt ist (Figur 1). Ein Ausschnitt der Wild-Karte folgt im Kapitel 9. Renaturierung (Figur 6).



**Übersicht Sihlwaldgebiet,
Ausschnitt aus
Landeskarte 1:25'000**

Reproduziert mit Bewilligung des
Bundesamtes für Landestopographie
vom 7.11.1988

4. DAS GEWAESSERSYSTEM

4.1 Sihl

Der Hauptfluss Sihl erstreckt sich über den ganzen im Rahmen des Projektes "Naturlandschaft Sihlwald" betrachteten etwa 9 km langen Abschnitt, dargestellt in in der Figur 1, Situation 1:25'000. Das obere Ende liegt etwa bei km 22.5 unterhalb von Sihlbrugg, das untere Ende beim Wehr Langnau-Gattikon km 13.5, gerade oberhalb der Strassenbrücke. Auf den flussbaulichen Zustand sowie die landschaftlichen Aspekte wird in den anschliessenden Kapiteln eingegangen. Aus der Sicht des Gewässerunterhaltes zeichnet das kantonale Amt für Gewässerschutz und Wasserbau verantwortlich, vertreten durch die Abteilung Gewässerunterhalt. Wasserkraftnutzungen sind keine mehr vorhanden.

4.2 Seitenbäche

Auf beiden Seiten des betrachteten Flussabschnittes münden zahlreiche Seitenbäche. Viele davon weisen einen eindeutigen Wildbachcharakter auf. Die linksufrigen Seitenbäche entlang der Albiskette liegen grösstenteils im Stadtwaldgebiet, von der Quelle bis zur Mündung. Die rechtsufrigen Seitenbäche entlang dem Horgenberg andererseits entspringen grösstenteils ausserhalb des Stadtwaldes. Für den Unterhalt der Seitenbäche sind primär das Stadtforstamt resp. die Anstössergemeinden verantwortlich.

5. ARTEFAKTE AN DER SIHL

Der Ausdruck "Artefakt" ist im Wasserbau nicht gebräuchlich und als solcher in der einschlägigen Literatur nicht definiert. Im vorgegebenen Zusammenhang sind mit Artefakten alle Ein- und Anbauten am Fluss gemeint, die von Menschenhand geschaffen wurden. Sinnvollerweise kann zwischen Bauten quer zur Fließsrichtung und solchen, die längs zur Fließsrichtung liegen, unterschieden werden.

(a) Längsbauten:

Die Sihl ist praktisch durchgehend längsverbaut, wobei ein grosser Teil der Uferbefestigungen (Blocksatz oder Blockwurf) anlässlich der Sihlkorrektur Ende des letzten Jahrhunderts erstellt wurde. An gewissen Aussenkurven sind gemäss alten Plänen Buhnen aus Blöcken vorhanden, die aber - wie übrigens ein grosser Teil der befestigten Böschungsfüsse - verlandet und überwachsen sind.

Entlang den Brücken und den alten Wehren, bei den Ein- und Ausläufen der früheren Wasserkraftnutzung sowie entlang dem Trasse der Sihltalbahn und der Sihltalstrasse besteht die Uferbefestigung zum grösseren Teil aus Mauerwerk, das entweder aus Bruchsteinen mit Mörtelfüllung oder aber aus Beton erstellt wurde. Die Lage der Mauern ist gut aus dem Situationsplan (1982) im Massstab 1:5'000 ersichtlich. Einzelnen Mauern ist ein gut sichtbarer zusätzlicher Erosionsschutz vorgelagert.

Im weiteren sind die diversen Hochspannungsleitungen zu erwähnen, welche entlang der Tallinie verlaufen. Einzelne Masten sind nahe der Uferlinie fundiert, wobei mehrere aus dem Jahre 1984 stammen und dementsprechend lagemässig in der Situation 1:5'000 (resp. 1:10'000) aus dem Jahre 1982 nicht richtig erfasst sind.

Im übrigen ist der Sihllauf fast auf der ganzen Länge von Uferwegen eingefasst.

(b) **Querbauten:**

Entlang dem betrachteten Sihlabschnitt sind drei Wehre vorhanden, die aus der Zeit der früheren Wasserkraftnutzung stammen:

- . Früheres Wasserrecht Nr. 12 Bezirk Horgen, ca. km 13.4
(früher Spinnerei Langnau AG)
- . Früheres Wasserrecht Nr. 24 Bezirk Horgen, ca. km 15.25
(früher Rob. Schmid's Sohn AG, Gattikon)
- . Früheres Wasserrecht Nr. 46 Bezirk Horgen, ca. km 15.95
(früher Stadtgemeinde Zürich)

Im weiteren queren die folgenden Brücken den Sihllauf:

- . Strassenbrücke Gattikon, ca. km 13.35 (neueren Datums)
- . Brücke der Sihltalbahn, ca. km 15.15 (neueren Datums)
- . Strassenbrücke Sihlwald, ca. km 16.1
- . Steg ca. km 19.55 (nicht mehr vorhanden)
- . Steg ca. km 19.75
- . SBB-Brücke, ca. km 19.85, 2 Brücken

Ausser bei den Brücken "neueren Datums" finden sich Angaben über deren ungefähre Höhenlage in den Plänen von 1936. Im Rahmen der Studie wurden die übrigen Höhenlagen grob eingemessen. Bei Bedarf sind Brücken-Konstruktionspläne bei den diversen zuständigen Amtsstellen auffindbar. Die Wehre andererseits sind in den Planunterlagen von 1936 mittels detaillierter Längenprofile aufgezeigt. Im übrigen sind weitere Angaben bei Bedarf aus den alten Wasserrechtsunterlagen im Staatsarchiv resp. beim Amt für Gewässerschutz und Wasserbau (AGW) einsehbar.

6. HYDROLOGIE

Wassermengenmessungen werden an der Sihl im betrachteten Abschnitt keine vorgenommen. Hingegen betreibt die Landeshydrologie und -geologie (LHG) in der weiteren Umgebung zwei Messstationen, welche zur Interpretation der Abflussverhältnisse beigezogen werden können. Eine weitere Messstation des AGW wird momentan im Rahmen eines separaten Auftrages durch Basler & Hofmann überprüft und dürfte im Jahre 1989 verifizierte Messwerte liefern. An den Seitenbächen werden keine Messungen vorgenommen. Das Installieren und Betreiben von Messstationen wäre aufwendig und müsste im gegebenen Falle mit den zuständigen kantonalen Amtsstellen abgesprochen werden.

6.1 Hochwasserstatistik der Sihl

Geschätzte resp. gemessene Hochwasserspitzen der Sihl sind in der Literatur bis ins letzte Jahrhundert festgehalten. Zwischen etwa 1850 und 1910 sind demgemäss zweimal Hochwasserspitzen in der Grössenordnung von 500 m³/s festgestellt worden.

Dank dem Sihlsee sind seit dessen Erstellung 1937 keine Hochwasser dieser Grössenordnung mehr aufgetreten. Möglicherweise sind noch andere Gründe dafür verantwortlich, so zum Beispiel eine massive Aufforstung.

Auswertungen von Hochwasserstatistiken ab etwa 1910 mit und ohne Sihlsee zeigen, dass nicht nur die grösseren Hochwasser, sondern auch die mittleren eindeutig abgenommen haben. Aus der nachfolgenden Tabelle 1 ist ersichtlich, dass ein sogenanntes 5-jährliches Hochwasser heute nur noch etwa 160 m³/s beträgt, gegenüber 260 m³/s vor Inbetriebnahme des Sihlsees. Ein hundertjährliches Hochwasser dürfte heute etwa 300 m³/s betragen.

Im Zusammenhang mit der Frage der Hochwassersicherheit der Sihl steht für das heute aktuelle Geschehen immerhin eine Messreihe von gut 50 Jahren seit Inbetriebnahme des Sihlsees zur Verfügung, wobei diese Messreihe aber infolge der Wehrhandhabung am Sihlsee beeinflusst ist. Das 100-jährliche Hochwasser kann mit der nötigen Vorsicht daraus abgeleitet und als Richtwert für die Dimensionierung verwendet werden. Nicht miteingeschlossen in diesen Betrachtungen sind allfällige unvorhergesehene Veränderungen zum Beispiel infolge des viel diskutierten Waldsterbens. Es besteht auch eine gewisse, kleine Möglichkeit einer Fehlmanipulation am Sihlsee und sogar eines Dammbrechens. Unabhängig davon muss in letzter Konsequenz mit dem sogenannten grösstmöglichen Hochwasser gerechnet werden, das grob geschätzt unter den gegebenen Umständen in der Grössenordnung von gut 500 m³/s liegen dürfte.

Tabelle 1: Hochwasserstatistik der Sihl im Sihlwaldgebiet

Wiederkehrperiode (Jahre)	Hochwasserspitzen (m ³ /s)		Bemerkungen
	a) Vor Inbetriebnahme des Sihl-sees	b) Nach Inbetriebnahme des Sihl-sees	
2,33	210	120	
5	260	160	95 % Vertrauensband + 35 / - 25 m ³ /s
20	320	220	
100	400	300	95 % Vertrauensband + 100 / - 70 m ³ /s

6.2 Dauerkurven der Sihl

Neben den Hochwasserspitzen sind für das vorliegende Projekt vor allem das Mittelwasser und die Nieder- und Niedrigstwasserabflüsse von Interesse. Historisch gesehen macht sich dabei der Sihlsee insofern positiv bemerkbar, als die Niedrigstwasserabflüsse in den letzten 50 Jahren seit Inbetriebnahme des Sihl-sees 1937 nicht mehr auf die vorher festgestellten Tiefstwerte gesunken sind, weil abgesehen von kurzen Ausnahmephasen im Minimum 2,5 m³/s abgeflossen sind. Es sind aber gerade die wenigen Ausnahmen, welche die Resultate der langjährigen Messreihe in dieser Hinsicht verfälschen. In den Jahren etwa 1942 bis 1950 wurden nämlich wegen des aufgrund der Energieknappheit herrschenden Notrechts kurzfristig Wassermengen in der Grössenordnung von weniger als 1 m³/s abgelassen.

Mit der Konzessionserneuerung 1987 (die zwar noch nicht voll rechtskräftig ist) soll in Zukunft im Minimum eine Wassermenge von zwischen 2,5 und 3,5 m³/s abgelassen werden, wobei die höheren Werte für die Sommermonate gelten. Der jährliche Tiefstwert wird in Zukunft bei oder über 2,5 m³/s liegen (siehe nachfolgende Tabelle 2). Nicht in Betracht gezogen ist dabei die Tatsache, dass diese Werte infolge Grundwasserin- resp. -exfiltration lokal leicht ändern können.

Die mittleren jährlichen Abflüsse, die ihrerseits stark durch die Hochwasser beeinflusst sind, haben mit dem Sihlsee abgenommen. Sie dürften in Zukunft etwa gleich bleiben wie heute.

Tabelle: Mittel- und Niederwassermengen der Sihl im Sihlwaldgebiet

Abfluss in (m ³ /s) (Tagesmittel)	Vor Inbetriebnahme des Sihlsees 1919 bis 1937	Mit Sihlsee 1938 bis 1987	Neue Konzession ab 1988
Mittlerer jährl. Abfluss*)	13,3 (7,6 bis 18,3)	10,4 (3,7 bis 10,4)	praktisch unverändert
Q ₃₄₇ **)	2,2	2,6	etwa 2,6 oder mehr
Tiefstwerte, Periodenmittel	1,3	2,5 (ohne 1942 bis 1950) 2,6 (1951 bis 1987)	etwa 2,5 oder mehr
Tiefstwerte	0,6 bis 0,8	0,75 bis 1,1 2,0 bis 2,2 (ohne 1942 bis 1950)	etwa 2,5

*) Q_m, wird von Hochwasserabflüssen beeinflusst

**) Q₃₄₇, massgebendes Niederwasser, wird an 347 Tagen im Jahr erreicht oder überschritten

***) Q_{min}, Niedrigstwassermenge

7. HYDRAULIK UND GESCHIEBETRANSPORT DER SIHL

Das Bett der Sihl entstammt der Sihlkorrektur des ausgehenden letzten Jahrhunderts (ca. 1890). Allerdings muss aufgrund der alten Pläne angenommen werden, dass der heutige leicht geschwungene, harmonische Lauf der Sihl in groben Zügen schon damals gegeben war, teilweise als Folge der engen Verhältnisse, teilweise als Resultat früherer Wuh- und Strassenbauten und der damaligen Wasserkraftnutzung. Erste Nachforschungen im Rahmen der beschränkten Möglichkeiten der Studie haben erstaunlich wenig detaillierte Informationen für die Zeit vor etwa 1890 erbracht. Mit dem nötigen Aufwand wären aber sicher noch weitere Unterlagen aufzufinden (alte Pläne der SZU, der Sihlstrasse, der Wasserrechtsunterlagen etc.).

Im Rahmen der Korrektur wurden vor allem die engen Kurven etwas begradigt, wobei Prallhänge eliminiert und Auflandungen an Kurveninnenseiten beseitigt wurden. Die Sihl weist dementsprechend heute noch eine relativ konstante Bettbreite auf. Allerdings sind diverse seitliche Verlandungen festzustellen. Auf geraden Strecken nehmen diese Verlandungen die Form von einzelnen, vor allem mit Gras bewachsenen Kiesbänken an. An Kurveninnenseiten ist öfters der Böschungsfuss grossflächig verlandet. Unterhalb der Wehre haben sich grössere Kiesbänke in Flussmitte aufgebaut, teilweise mit Bewuchs.

Im Längenprofil weist die Sihl eine gewisse Unregelmässigkeit auf. Dies rührt primär von den Wehren her, welche lokal eine Reduktion des Längsgefälles bewirken und wo ein Aufstauereffekt besonders bei Niederwasser augenfällig wird. Im weiteren finden sich mehrere natürliche Felsriegel, welche wie Querswellen, Rampen oder Flusswellen wirken.

Bei Niederwasser fallen im Sihlbett die relativ groben Blöcke auf, welche unregelmässig verstreut daliegen. Entgegen den ersten Erwartungen dürften diese aber wenig zur Erhöhung der Sohlenstabilität beitragen; sie wirken dementsprechend auch nur schwach abflussvermindernd. Dies rührt hauptsächlich davon her, dass ihre Anzahl flussmorphologisch gesehen klein ist. Aus historisch-wasserbaulicher Sicht interessiert in diesem Zusammenhang vor allem die Tatsache, dass die früher noch viel zahlreicher vorhandenen grossen Blöcke für die Böschungsbefestigungen verwendet worden sein sollen, und zwar in solch einem Ausmass, dass während einer gewissen Zeit Erosionsprobleme im Sihlbett auftraten.

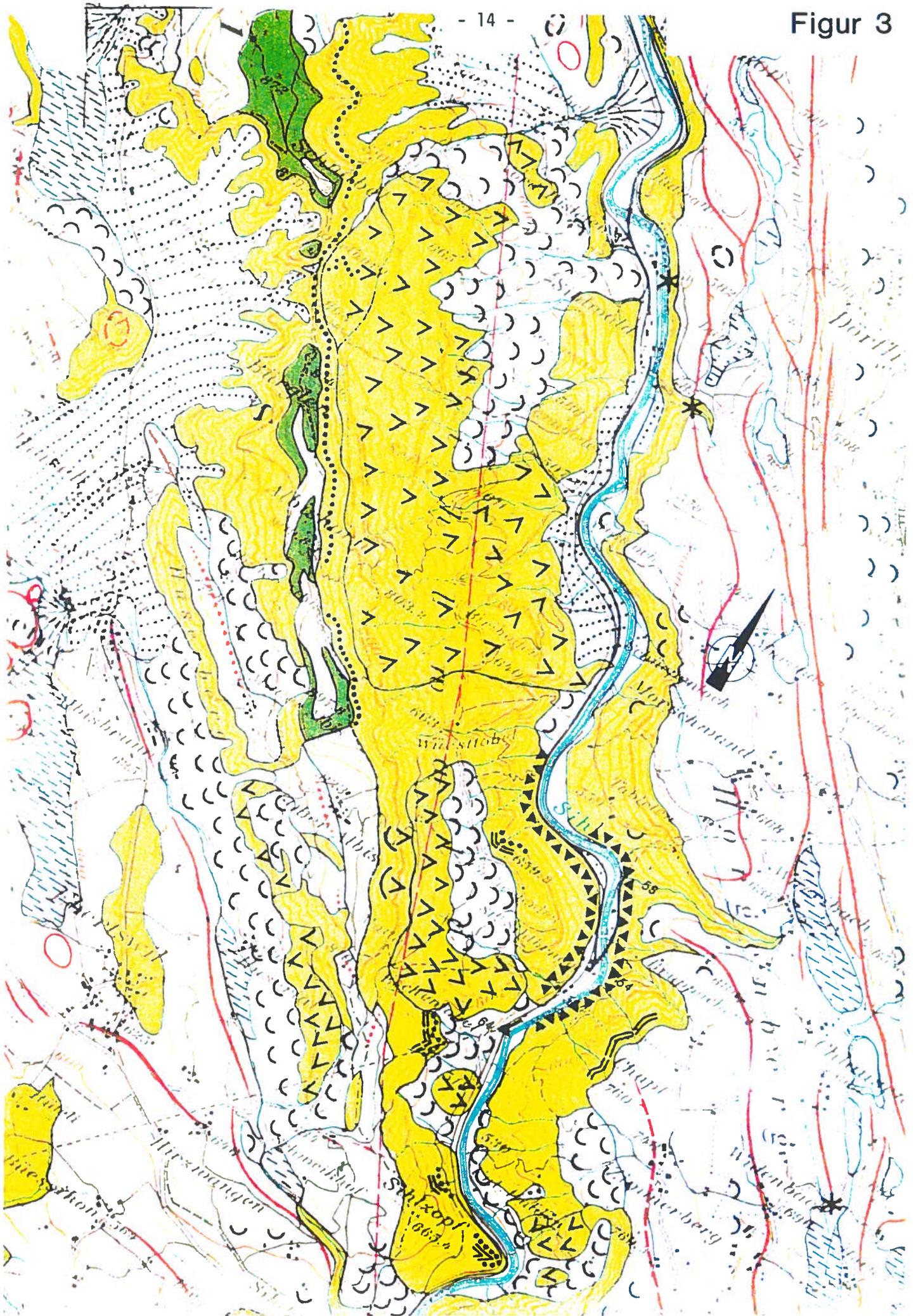
Die Auswertung von Querprofilenaufnahmen aus dem Jahre 1936 (gerade vor dem Aufstau des Sihlsees) und diversen Kontrollaufnahmen bis zum Jahre 1965 zeigt, dass das Sihlbett in dieser Zeit erstaunlich stabil geblieben ist. Ob dies auch heute gilt, muss erst anhand aktueller topographischer Aufnahmen nachgewiesen werden. Im gleichen Zusammenhang müssen für die allfällige spätere Projektierung geschiebetechnische Berechnungen durchgeführt werden; Geschiebeprouben sind ausgewertet worden.

Für eine erste Beurteilung der heutigen Hochwassersicherheit gegenüber Ueberflutung sind im Rahmen der Studie grobe hydraulische Staukurvenberechnungen durchgeführt worden, basierend auf den Querprofilen von 1965. Das entsprechende Längenprofil ist im Anhang beigelegt. Heute dürfte bei gleichen Wasserspiegeln marginal weniger Wasser abfliessen.

Ein Dimensionierungshochwasser mit einer Wiederkehrhäufigkeit von einmal in 50 bis 100 Jahren sollte aber ohne grössere Ausuferungen (d.h. seitliche Ueberflutungen) abfliessen. Inwieweit alle Fundamente der Kolktendenz standhalten würden, muss gezielt analysiert werden. Ein Extremhochwasser in der Grössenordnung von gut 500 m³/s wird hingegen zu lokalen Ueberschwemmungen führen.

Der Niederwasserabfluss der Sihl ist über den grössten Teil des Sihlbettes verteilt, was zu geringen Abflusstiefen führt. Zahlenmässig sind wenig Kiesbänke vorhanden, obwohl Berechnungen weiter flussabwärts zeigen, dass die Tendenz für wandernde Kiesbänke auf den geraden Strecken vorhanden ist. Im Rahmen von Renaturierungsmassnahmen könnte die Bildung von Niederwasserriegen gefördert werden (siehe Kapitel 9).

Figur 3



LEGENDE ZU FIGUR 3:

Ausschnitt aus der
geologischen Karte
des Kantons Zürich
R. Hantke, 1967

Massstab 1:25000
(vergrössert von 1:50000)

-  Moränen (Würm)
-  Höhere Deckenschotter
-  Obere Süsswassermolasse
-  Rutschungen von Lockergestein
Felsuntergrund
-  Sackungen von Lockergestein
Felsuntergrund
-  Bachschuttkegel
-  Gehängeschutt

8.2 Geologischer Aufbau des heutigen Sihltales im Bereich Sihlwald

Die geologischen Verhältnisse (Figur 3) im Sihlwald werden von der Felsformation der oberen Süsswassermolasse dominiert. Wie mit der Entstehungsgeschichte deutlich gemacht, hat sich die Sihl hauptsächlich zur Zeit der Vergletscherungen und der anschliessenden Phase des Gletscherrückzuges in diese Felsformation eingetieft. In der Sohle des Sihllaufes ist die Felsoberfläche (obere Süsswassermolasse) an zahlreichen Stellen deutlich sichtbar.

Die **rechte Talflanke** steigt vom Flusslauf zuerst steil an, verflacht sich dann aber relativ rasch. Dem Flusslauf entlang sind an zahlreichen Stellen steil ansteigende Felsaufschlüsse sichtbar. In den flacheren Bereichen ist die Molasse mit Moränen überdeckt. Im Steilbereich wird die Felsoberfläche teilweise von lokal aus der Molasse entstandenen Verwitterungsböden, teilweise von Rutschmassen bedeckt. Die der Sihl zufließenden Seitenbäche haben sich meist ebenfalls in der Molasse eingetieft.

Der geologische Aufbau der **linken Talflanke** ist wesentlich komplexer. Entlang der Sihl finden sich Aufschlüsse des anstehenden, intakten Molassefelses nur im Bereich unterhalb und wenig oberhalb der Station Sihlbrugg. Weitere Aufschlüsse des Felsuntergrundes sind praktisch durchgehend entlang des Albiskammes in Form meist sehr steil abfallender Felswände vorhanden. Am Fuss dieser Felswände hat sich eine Art "Hochebene" gebildet, von der das Gelände mit wechselndem Gefälle zum Flusslauf abfällt. Den Untergrund bilden in diesem Bereich versackte und verrutschte Molassepakete. Wie bereits erwähnt, waren die nach der Talbildung durch Fluss und Gletscher entstandenen Steilhänge gegen den Albiskamm übersteil, d.h. langfristig nicht stabil. Zusätzlich verstärkt durch die fortschreitende Verwitterung der Molasse haben sich diese Steilhänge deshalb durch Rutschungen und Sackungen (Abrutschen von Felsmassen auf einer relativ tief liegenden Gleitfläche) abgeflacht, sodass heute nur noch Reste im Bereich des Albiskammes übrig geblieben sind. Ueber die Tiefe und das Ausmass dieser Sackungen sind keine Angaben vorhanden. Die vom Albiskamm zur Sihl fließenden Seitenbäche weisen entsprechend dem stark variierenden Untergrund eine ebenso wechselnde Bachbettbildung auf. Teilweise haben sie ihr Bett im Molassefels gebildet, meist prägen jedoch weiche, stark bis vollständig verwitterte Molassepartien den Bachlauf. Reste von eiszeitlichen Schottern und Moränen im Bereich des Albiskammes sind für die Beurteilung ohne Bedeutung.

8.3 Geotechnische Verhältnisse

Zur Beurteilung der Verhältnisse im Sihlwald sowie der möglichen Auswirkungen einer Naturlandschaft Sihlwald sind die geotechnischen Eigenschaften der verschiedenen Fels- und Lockergesteine von Bedeutung. Stichwortartig wird deshalb nachfolgend auf diese Frage eingegangen.

Molasseuntergrund: Die im Sihlthal auftretende obere Süsswassermolasse besteht aus wechsellagernden Schichten von Nagelfluh, Sandsteinen, Siltsteinen und Mergeln. Als Folge ihrer Entstehung - Delta- und Flussaberglagerungen - haben die einzelnen Schichten zum Teil nur eine geringe Ausdehnung. Molassegesteine sind aufgrund des vorhandenen Tonanteils sehr verwitterungsanfällig, können aber bei Vorhandensein von genügend Bindemittel harte und verwitterungsresistente Schichten enthalten. Speziell die mergeligen Schichten

weisen schlechte Festigkeitseigenschaften auf. Dies führt dazu, dass natürlich oder künstlich entstandene, grössere Anschnitte in Molasseformationen selten über längere Zeit stabil bleiben. Nagelfluh- und Sandsteinpartien sind meist wesentlich resistenter gegen Verwitterung.

Bei der Verwitterung der Molassegesteine entstehen siltig-sandige bis kiesige Böden mit einem erheblichen Anteil an Tonen. Diese Böden drainieren schlecht und neigen bei längeren Nassperioden und fehlender Bodenbedeckung zum Abrutschen.

Die Verwitterung abgerutschter oder versackter Molassepakete wird durch die bei der Bewegung erfolgte Beanspruchung und Zerrüttung der Gesteine beschleunigt.

Moränen: Moränenablagerungen entstehen im Bereich von Gletschern. Es handelt sich um in der Kornverteilung unsortierte Materialien. Der erhebliche Feinanteil macht diese Materialien wenig durchlässig. Sie neigen bei Wasserzutritt ebenfalls zur Auflösung. Bezüglich Stabilität gegen Rutschen sind sie jedoch günstiger zu beurteilen als verwitterte Molassegesteine.

8.4 Grundwasservorkommen

Im Bereich des Sihlwaldes sind gemäss der Grundwasserkarte (Figur 4) des Kantons Zürich, Blatt Albis, zwei Grundwasservorkommen zu unterscheiden.

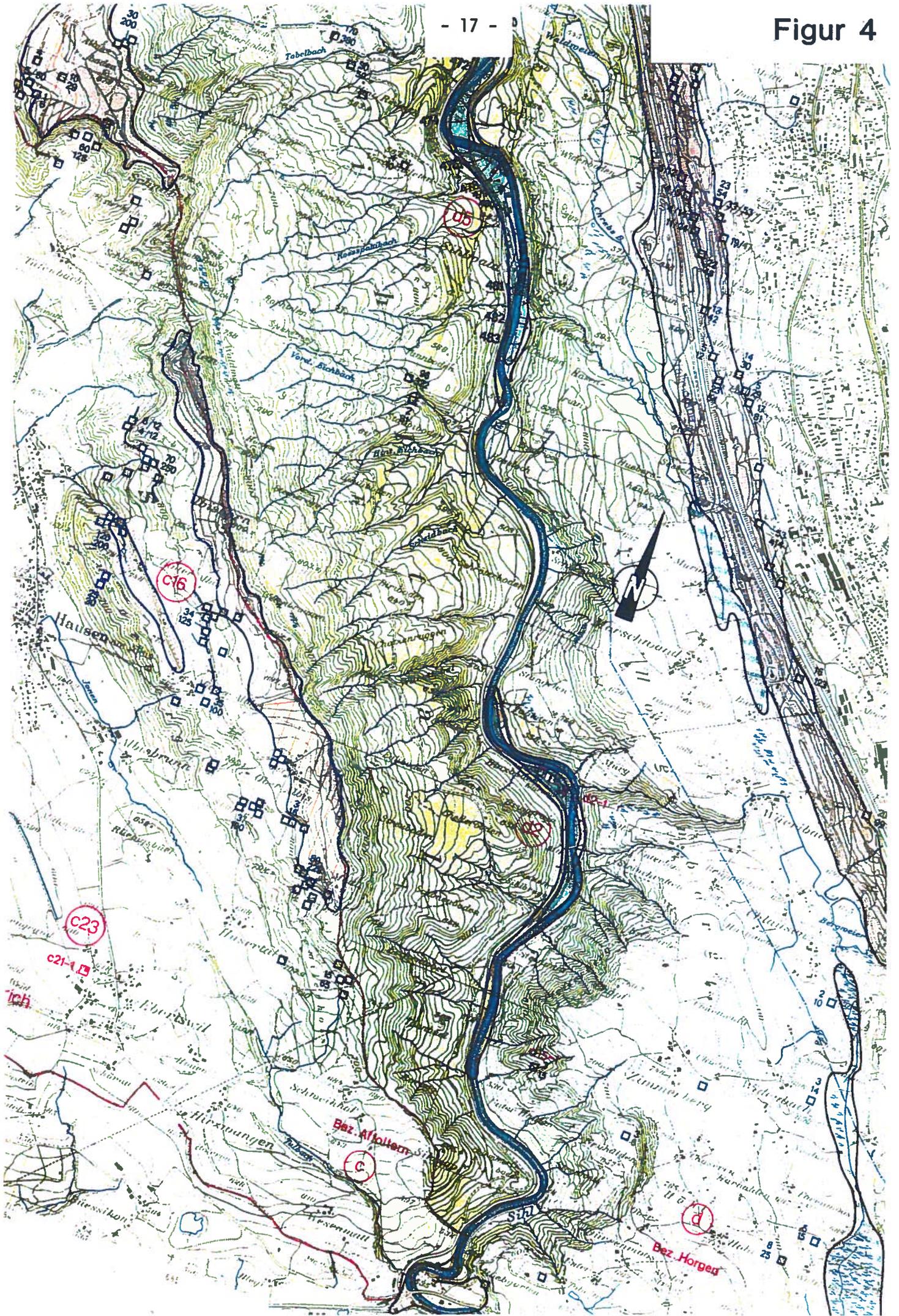
Im Bereich der Station Sihlbrugg erstreckt sich über rund 2 km entlang der Sihl ein Grundwasservorkommen geringer Mächtigkeit (Verzeichnis der Grundwasserrechte des Kantons Zürich: d2). Bei der Station Sihlbrugg und beim Binzboden ist die Mächtigkeit dieses Grundwasservorkommens etwas grösser (2 m bis 10 m). Im Binzboden bestehen gemäss Karte drei kleine bis mittlere, konzessionierte Wasserfassungen.

Rund 1 km oberhalb Sihlwald beginnt ein langgestrecktes Grundwasservorkommen (kantonales Verzeichnis: d5), das bis Gattikon reicht. Dieses Vorkommen erreicht eine mittlere Mächtigkeit (2 m bis 10 m). Gemäss Stand 1982 bestehen keine konzessionierten Grundwasserfassungen.

An der rechten Talflanke sind unseres Wissens keine bedeutenderen Quellen vorhanden. Kleinere Quellaustritte treten hauptsächlich im Bereich der steil abfallenden Felspartien als Molassequellen auf.

In der linken Talflanke dürfte eine eigentliche Hangwasserströmung grösseren Ausmasses vorhanden sein. Genutzte Quellfassungen bestehen im Stäubiboden sowie im Vorder- und Hinterrisleten. Die grösste Quellfassung zwischen Stäubiboden und Tannboden gelegen weist eine minimale Schüttmenge von 96 l/min auf (max. 322 l/min). Die Durchlässigkeit der versackten und verrutschten Hangpartien ist vermutlich stark variabel, sodass keine generell gültigen Folgerungen gezogen werden können.

Figur 4



LEGENDE ZU FIGUR 4:

Ausschnitt aus der
Grundwasserkarte des
Kantons Zürich,
Blatt Albis

Massstab 1:25000

Schotter-Grundwasserleiter
in Tälern

Gebiet geringer Grund-
wassermächtigkeit (<2 m)

Gebiet mittlerer Grund-
wassermächtigkeit (2-10 m)

Schotter-Grundwasserleiter
über Tälern

Gebiet geringer Grund-
wassermächtigkeit (<2 m)

Grundwasserfassung kon-
zessionierter Entnahmemenge

251-1000 l/min

Quelfassung mit Angabe
min/max Ertrag (l/min)

8.5 Geotechnische Gefahren

Hangrutsche und Instabilitäten dürften aus der Sicht der Geologie/ Geotechnik im Sihlwald die hauptsächlichsten Gefahren darstellen. Grössere sich bis in den Talboden auswirkende Felsstürze sind für die vorhandenen Molassegesteine nicht typisch. Bedingt durch den grundsätzlich unterschiedlichen geologisch/geotechnischen Aufbau der linken und rechten Talflanke müssen diese Bereiche separat beurteilt werden (vgl. auch Anhang: Zusammenstellung der geotechnischen Gefahren).

Die **rechte Talflanke**, die durch anstehende Molassegesteine, die teilweise von Moräne und verwitterter Molasse überdeckt sind, gebildet wird, ist grundsätzlich als stabil zu beurteilen. Diese Beurteilung wird durch die Feststellung unterstützt, dass seit dem Abschluss markanter Veränderungen dieser Talflanke also dem Ende der jüngsten Eiszeit keinerlei grössere Ereignisse den Lauf des Flusses beeinflusst haben dürften. Ohne künstliche Eingriffe dürfte nämlich hier die Sihl noch immer dem alten Steilufer folgen. Lokale Abbrüche unterspülter Molassefelswände wie auch das örtliche Abgleiten der untiefen Ueberdeckung der Molassegesteine sind als untergeordnete Ereignisse einzustufen. Bestehende Verkehrswege können dadurch allerdings beeinträchtigt werden. Diese oberflächlichen Rutscherscheinungen werden durch eine intakte Bewaldung eher reduziert. Absterbende Waldpartien, aber auch Windwurf führen infolge zunehmender Vernässung des Bodens zu einer Zunahme oberflächlicher Rutsche.

Die der Sihl zufließenden Seitenbäche haben ein relativ begrenztes Einzugsgebiet, ihr Bett liegt im Bereich der Steilstrecken zudem im Molassegestein, womit die Erosionsfähigkeit begrenzt ist. Die Auslösung grösserer Instabilitäten durch Bacheintiefung erscheint demzufolge unwahrscheinlich.

Die **linke Talflanke** hat sich seit dem Ende der letzten Eiszeit wesentlich verändert. Die heute die Landschaft prägenden Sackungen und Rutsche sind dieser Zeitspanne zuzuordnen. Diese Talflanke befindet sich vermutlich noch heute in allerdings langsamer Bewegung. Die Gleitfläche dieser Bewegung dürfte relativ tief liegen, womit auch der Einfluss der Vegetation auf diese Bewegung relativ gering ist.

Die in Richtung Flusslauf vordringende Sackungs- und Rutschmasse wird durch verschiedene Bäche durchzogen. Diese haben - ihr Einzugsgebiet ist wesentlich grösser als desjenige der Bäche auf der rechten Talflanke - im vorwiegend feinkörnigen, verwitterten Untergrund eine beträchtliche Erosionskraft. Eine unbehinderte Eintiefung der Bachläufe verursacht oberflächliche bis mitteltief liegende Rutschungen. Die Bewaldung hat auf diese Erscheinung hauptsächlich einen indirekten Einfluss, nämlich den, dass eine intakte Bewaldung zu einem ausgeglicheneren Abfluss in den Bächen führt, womit die Erosionskraft der Bäche reduziert wird. Einer Eintiefung der Bäche und damit der Ursache von oberflächlichen und mitteltiefen Instabilitäten kann im übrigen nur mit einer fachgerecht ausgeführten Stabilisierung der Sohle begegnet werden. Das Auftreten einer grösseren Rutschung mit Gefährdung lokaler Verkehrswege - schlimmstenfalls auch der Kantonsstrasse und der Sihltalbahn - kann weder heute noch bei einem zukünftigen Zustand vollständig ausgeschlossen werden.

9. IDEENKATALOG RENATURIERUNG

9.1 Grundsätzliches

Die vor allem Ende des letzten Jahrhunderts in der Schweiz und andernorts durchgeführten grossen Flusskorrekturen hatten wie an der Sihl zum Ziel, die (Geschiebe-) Transportfunktion des Gewässers zu verbessern, das Flussbett möglichst genau zu definieren und den Hochwasserschutz zu gewährleisten. Diese Ziele sind weitgehend erfüllt worden, mindestens für Hochwasserabflüsse, die nicht mehr als etwa durchschnittlich einmal pro Jahrhundert zu erwarten sind. In neuerer Zeit sind nun allerdings Forderungen oder Anregungen für eine "Rückführung" der Gewässer in einen natürlicheren Zustand aufgetaucht, bekannt unter den Begriffen "Revitalisierung" oder eben "Renaturierung". Aus der schon recht zahlreich vorhandenen Literatur sollen in diesem Zusammenhang die folgenden eindrücklichen und umfassenden Passagen zitiert werden, welche festhalten, dass

- zum natürlichen Gewässer, zum Lebensraum Gewässer, Ufersäume, häufig in Form von extensiv oder ungenutzten Auwäldungen, also Ueberschwemmungsflächen gehören und
- je nach Gewässertyp neben einem starken Wechsel in der Form der Gewässerquerschnitte und damit der Fliessvorgänge auch Kies und Schlambänke, offene Uferabbrüche oder unterspülte Ufer kennzeichnend für den Naturzustand und wichtige Bestandteile des Lebensraumes Gewässer sind.

Verständlicherweise entstehen daraus Interessenskonflikte, was meistens zu Kompromissen führt. Bei vielen der bisher ausgeführten Beispiele wäre es wohl angebrachter, von "Umgestaltungen" zu sprechen als von einer Rückführung der Gewässer in einen natürlichen Zustand. Umgestaltungen grösseren Ausmasses sind im Übrigen bei kleineren Gewässern prinzipiell eher möglich als bei grösseren, vor allem weil die früheren Eingriffe oft noch härter ausfielen und weil andererseits die Ansprüche an Landbedarf und Sicherheit generell kleiner sind.

9.2 Ökologie, Landschaft und Industriegeschichte

Die Umgestaltung eines Gewässers muss in allen Fällen auf hydraulischen und geschiebetechnischen Gesetzmässigkeiten beruhen. Sogenannte zusätzliche Freiheitsgrade dürfen eingeführt werden, solange deren Auswirkungen in den vorgegebenen Grenzen gehalten werden können. Aus der Definition der Umgestaltung in Richtung eines natürlichen Zustandes ergibt sich zwangsläufig die Forderung nach einer Lösung, welche der vorhandenen sowie der zusätzlich denkbaren Flora und Fauna gerecht wird und welche das landschaftliche Element bestmöglich miteinbezieht. Die ökologischen Zusammenhänge sollen demgemäss möglichst in ihrem vollen Umfang erkannt und interpretiert werden, was wohl kaum ohne vorausgehende Bestandesaufnahmen geschehen kann. Das Erlebnis Landschaft ist andererseits beim ersten Betrachten subjektiv definiert, obwohl die entsprechenden Fachleute heute sehr wohl in der Lage sind, gewisse allgemeingültige Kriterien festzuhalten. Im Interesse der Industriegesellschaft sollten im übrigen wertvolle technische Anlagen z.B. der früheren Wasserkraftnutzung an und entlang den Gewässern mindestens in groben Zügen erkennbar bleiben.

9.3 Renaturierung der Sihl

Für viele Beobachter weist die Sihl im betrachteten Abschnitt einen recht ansprechenden, geschwungenen und naturnahen Charakter auf - für andere wirkt sie eher starr und langweilig, ein typisches Produkt der Gewässerkorrekturen Ende des letzten Jahrhunderts. Was immer der Wahrheit am nächsten kommt und welches auch die Formen der geplanten Umgestaltung sein mögen, so darf der sichere Abfluss des Gewässers wohl nicht in Frage gestellt werden. Ansonsten kann aber der Fächer für den Moment geöffnet und dem Ideenspiel freier Lauf gelassen werden. Im nachfolgenden, zusammenfassenden Ideen-katalog sollen grundsätzliche Ansätze mit Realisierungschancen aufgezeigt werden, ohne dass für den Moment auf die genauen Oertlichkeiten eingegangen wird. Die Ideen sind in figur 5 skizzenhaft aufgezeigt.

(a) Kiesbänke und Inseln:

Entlang dem Sihllauf haben sich in den letzten Jahrzehnten diverse kleinere und grössere Kiesbänke oder Inseln gebildet. Im Rahmen des laufenden Gewässerunterhaltes werden solche Auflandungen aus Kapazitätsgründen periodisch entfernt. Im Zuge der Renaturierung können diese aber in Zukunft stehengelassen werden. Pionierpflanzen sollen nicht entfernt, sondern gefördert werden. Interessante Standorte für weitere Inseln sind im übrigen die Staubereiche vor Abstürzen. In einem etwas bescheideneren Rahmen könnten auch noch vermehrt grosse Steine und Blöcke (Findlinge) eingebracht werden.

(b) Uferrutschungen:

Mindestens an einer Lokalität ist kürzlich eine kleinere Rutschung ins Sihlbett vorgedrungen. Aus experimenteller Sicht soll das Material an Ort gelassen werden, auch auf das Risiko hin, dass gewisse Ausschwemmungen stattfinden. Es sind weitere solche Rutsche denkbar, vor allem wenn sie durch gezielte Uferanrisse gefördert werden. Die Implikationen vor allem für die betroffenen Seitenhänge sind aber vorgängig zu analysieren.

(c) Anrisse, Auflandungen, Prallhänge und Zweitarme:

Im Zuge der Sihlkorrektur etwa um 1890 sind Anrisse an Aussenkurven systematisch mittels Längsverbau und Bühnen behoben worden. Innenkurven sind andererseits abgetragen worden, was zusammen zu einem generell gestreckteren, wenn auch immer noch geschwungenen Lauf geführt hat. Hand in Hand damit sind allerdings die wenigen vorhandenen Prallhänge verschwunden. Dies ist zum Beispiel ersichtlich anhand eines Vergleiches der Wildkarte etwa 1850 (Figur 6) mit der heutigen Landeskarte (Figur 1). Auf gezielt experimenteller Basis könnten die zugrundeliegenden, natürlichen Erosions- resp. Auflandungsprozesse wieder in Gang gesetzt werden. Anrisse würden dabei durch ein lokales Entfernen des heute durchgehenden - meist verdeckten - Uferschutzes initialisiert. Auflandungen an Kurveninnenseiten könnten durch Probeschüttungen gefördert werden. In beschränktem Rahmen wäre kombiniert damit das Ausheben von Zweitläufen denkbar, auf der Innen- oder der Aussenseite. Allerdings wären solche Zweitläufe unter Umständen nur bei Hochwasser wasserführend.

(d) Totwasserzonen und Ueberschwemmungsflächen:

Zu einer natürlichen Flussszene gehören vielerorts periodisch überschwemmte Gebiete. Ansätze dazu sind unter (c) an Kurveninnenseiten aufgezeigt. Durch Tieferlegung gewisser Uferbereiche könnten beim entsprechenden Landangebot systematisch solche Zonen erstellt werden. Mittels Buhnen können zusätzlich Totwasserzonen geschaffen werden.

(e) Niederwasserführungshilfen:

Interessante Ansätze für Niederwasserrinnen werden im Moment an der Sihl bei Leimbach gezeigt. Allerdings ist die Problemstellung sehr spezifisch, weil dort infolge Wasserkraftnutzung über längere Zeiträume sehr wenig Restwasser im Flussbett verbleibt. Zur Zeit werden zudem gewässerbiologische Kontrollen durchgeführt. Es ist denkbar, dass im Sihlwaldgebiet an einzelnen Stellen probeweise ähnliche Vorgänge in die Wege geleitet werden.

Als Alternative oder Ergänzung können an (geplanten) Sohlrampen Niederwasservertiefungen vorgesehen werden (siehe auch Punkt (f)). V-förmige Blockteppiche, unregelmässig angeordnet, wären denkbar.

(f) Wehernerneuerung, Stauraumbehebung:

In der Nähe der SZU-Station Sihlwald befinden sich in der Sihl zwei alte Wehre aus der früheren Wasserkraftnutzung. Beide sind sanierungsbedürftig und müssen in nächster Zeit genauer untersucht werden. Im weiteren bilden sie Barrieren für den freien Fischzug im Raume Sihlwald. Obwohl sie als Zeugen der früheren Wasserkraftnutzung industriegeschichtlich interessante Objekte darstellen, können sie in der jetzigen Form nicht gehalten werden. Es ergeben sich mehrere Möglichkeiten:

- Die Wehre können vollständig entfernt werden, ohne Ersatz. Die flussbaulichen Konsequenzen wären aber enorm, hat sich doch seit über 100 Jahren eine Art Gleichgewicht eingestellt. Es müsste eine Unmenge Kies, Sand und Schlamm entfernt werden, Foundationen wären zu unterfangen und Ufer zu sichern weit in den Oberlauf hinauf.
- Die Wehre können erneuert und fischfreundlich gestaltet werden. Durch eine teilweise Absenkung der Ueberfallkoten könnte der Stauraum merklich verringert werden. Dem Fluss würde damit im Oberlauf eine gewisse Eigendynamik, zum Beispiel in Form einer geschwungenen Linienführung, zugestanden werden.
- Die Wehre können erneuert und fischfreundlich gestaltet, aber auf der jetzigen Höhe belassen werden. Ob sie als abgestufte Abstürze, als Blockrampen wie in Figur 5f) angedeutet oder aber als Ueberfälle mit Fischtreppen ausgebildet werden, kann im Rahmen eines Variantenstudiums unter Kenntnis aller lokalen Gegebenheiten entschieden werden. In diesem Falle wäre es zum Beispiel denkbar, den Stauraum zusätzlich zu beleben mit Inseln, Kiesbänken, Uferanrissen etc.

9.4 Renaturierung der Seitenbäche

Die Seitenbäche im Sihlwaldgebiet bilden vor allem entlang der Albiskette ein dichtes und weitverzweigtes Gewässernetz, das einen hohen Verbauungsgrad aufweist. Die vorhandenen **Wildbachverbauungen** dienen dazu, die Erosionsgefahr infolge Eintiefung auf ein Minimum zu reduzieren. Es geht vor allem darum, die zahlreichen längs, quer und schräg verlaufenden Verkehrswege zu schützen und zu sichern durch Fixieren der Sohle und der Böschungsfüsse. Im Rahmen des laufenden **Unterhaltes** werden die Verbauungen periodisch instandgestellt, Anrisse, Auswaschungen und Unterspülungen werden ausgebessert. Es wird aber auch Fallholz (Aeste oder Wurzelstöcke oder gar ganze, umgestürzte Bäume) entfernt, primär um Verstopfungen der Durchlässe zu vermeiden.

Beim genauen Hinsehen zeigt es sich nun aber, dass die Verbauungen auf diversen Teilstücken mehr oder weniger baufällig oder sogar eingestürzt sind und dass auch Fallholz nicht durchwegs und überall entfernt wird. Als Folge davon haben einige Abschnitte entlang der Seitenbäche einen recht ansprechenden naturnahen Charakter angenommen mit Anrissen, Kolken und umgestürzten Bäumen. Eine weitergehende Renaturierung würde erreicht, indem alte Sperren nicht mehr erneuert und bestehende Sperren sogar entfernt würden.

Im Kapitel 8 über geologisch/geotechnische Aspekte wird gezeigt, dass vor allem die linke Talflanke entlang dem Albis viele rutschgefährdete Gebiete aufweist, welche im Prinzip keine substantiellen Eintiefungen der Gerinne ertragen. Die Erosionskraft der dortigen Seitenbäche ist in den vorwiegend feinkörnigen Verwitterungsböden gross, stabilisierende vorstehende Molassefelsen sind in ungenügender Masse vorhanden. Aus diesem Grunde ergäben sich für eine ungehinderte Renaturierung Sicherheitsprobleme, auf welche im Kapitel 10 eingegangen wird. Auf der rechten Talflanke entlang dem Horgerberg hingegen sind die Verhältnisse deutlich weniger labil, die Rutschgefahr ist kleiner.

Im Sinne der "Naturlandschaft Sihlwald" und der angestrebten Renaturierung der Seitenbäche wird die Frage aufkommen, ob und welche Erschliessungswege und -strassen aufgehoben oder redimensioniert werden können. Ein damit verbundenes Entfernen von Durchlässen oder Ersetzen durch Furten wird das natürliche Erscheinungsbild verbessern. Im übrigen würde eine Reduktion der Erschliessungswege, vor allem in Hangneigung, tendenziell die Hochwasserspitzen in den Gerinnen reduzieren.

Im Zuge der Reduktion der Unterhaltsaufwendungen würde mit der angestrebten Renaturierung mehr Fallholz (Aeste, Stämme, Wurzeln) in den Gerinnen liegenbleiben. Die Tendenz zu Verstopfungen an Durchlässen würde dadurch erhöht. Wie weit die Gefahr besteht, dass sich grosse Mengen Fallholz verkeilen und zum Aufstau des Wassers mit allfälligem bruchartigem Versagen der Verklauungen führen könnte, ist auch unter Fachleuten umstritten. Möglicherweise erbringen momentan laufende Forschungsarbeiten neue Erkenntnisse.

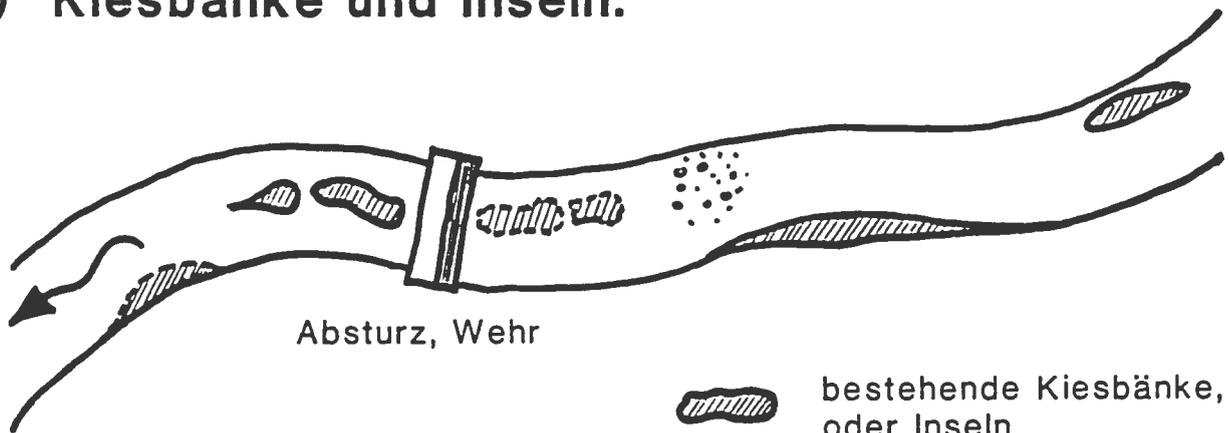
In Anbetracht all dieser Tatsachen dürfte eine ungehinderte Entfaltung der Naturkräfte in den Seitenbächen vor allem auf der linken Talflanke auf Probleme stossen. Hingegen ergeben sich diverse Möglichkeiten, die vorhandenen Renaturierungsansätze gezielt zu verfolgen und allenfalls sogar auf weitere Teilstücke auszudehnen, vor allem in den weniger labilen Gebieten. Wichtig scheint eine vorgängige, differenzierte Bestandaufnahme, ein kontrolliertes und vorerst lokal eng begrenztes Vorgehen sowie eine periodische Standortbestimmung.

9.5 Unterhaltsproblematik Sihl

Renaturierung und Unterhalt stehen im gegenseitigen Wechselspiel. Unabhängig von den ausgeführten Umgestaltungsmassnahmen wird von Seiten des Gewässerunterhaltes verlangt, dass der Sihllauf jeweils entlang einer Seite befahrbar ist. Der Unterhalt muss im weiteren ins Renaturierungskonzept miteinbezogen werden: Ein sinnvolles Unterhaltskonzept nimmt einerseits Rücksicht auf die Renaturierungsabsichten und fördert weitere Renaturierungsprozesse. Generell steigt der Unterhaltsaufwand mit zunehmender Renaturierung überall dort, wo Kontrollen des Abflussgeschehens gefordert sind. Dies dürfte an der Sihl sicher der Fall sein.

RENATURIERUNG AN DER SIHL IDEENKATALOG

a) Kiesbänke und Inseln:



Absturz, Wehr



bestehende Kiesbänke, oder Inseln

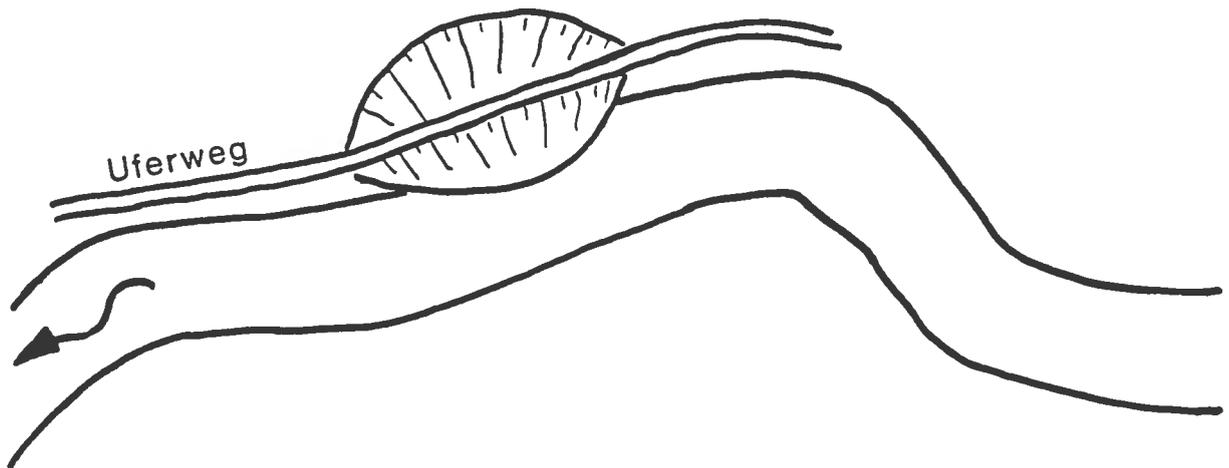


geplante Kiesbänke, oder Inseln



Steine und Blöcke (Findlinge)

b) Uferrutschungen:



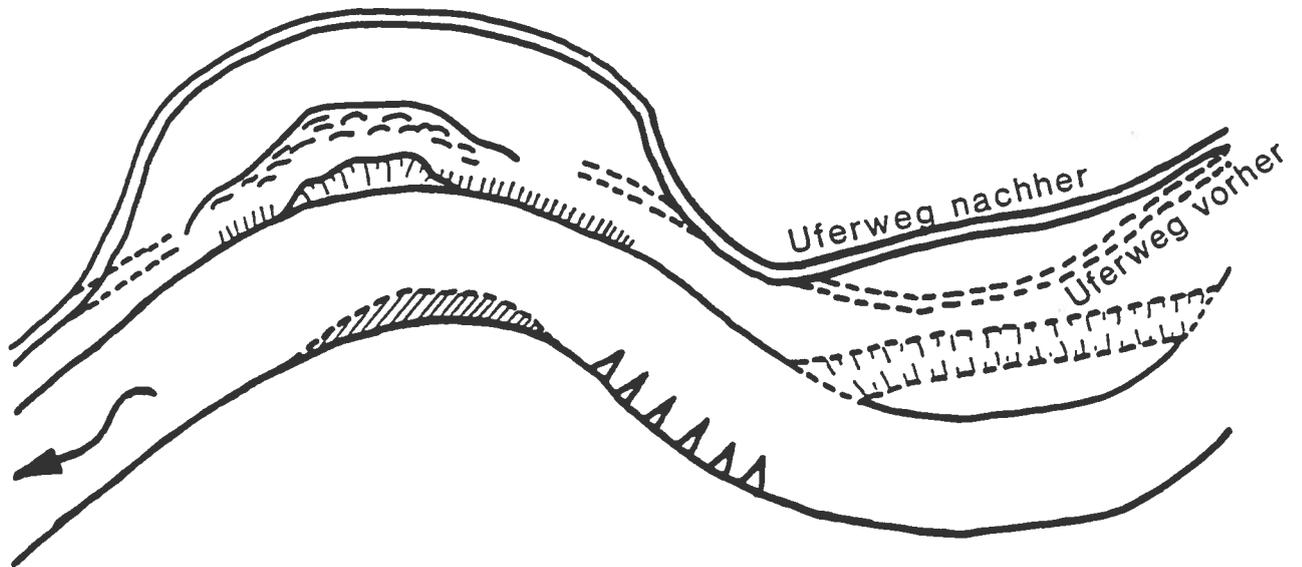
Uferweg

Hangrutsch



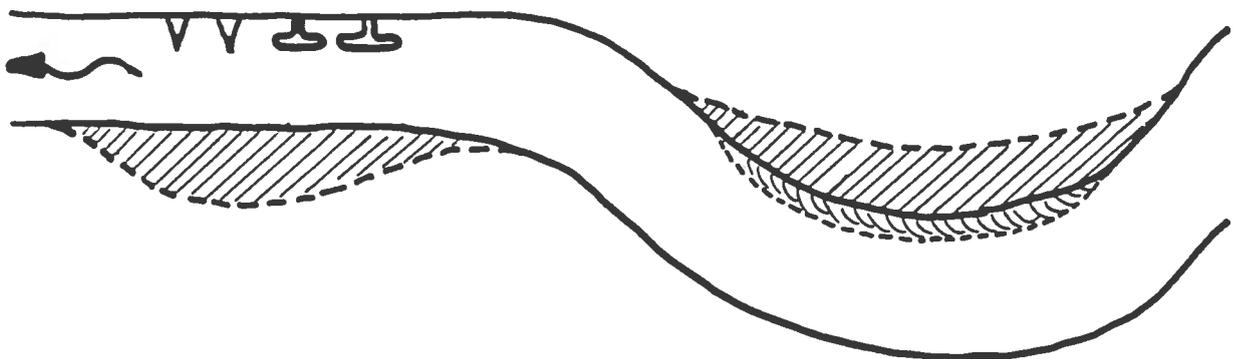
Rutschmasse nicht entfernen, Pionierpflanzen ansiedeln lassen, ev. Fussicherung

c) Anrisse, Auflandungen, Prallhänge u. Zweitarme :



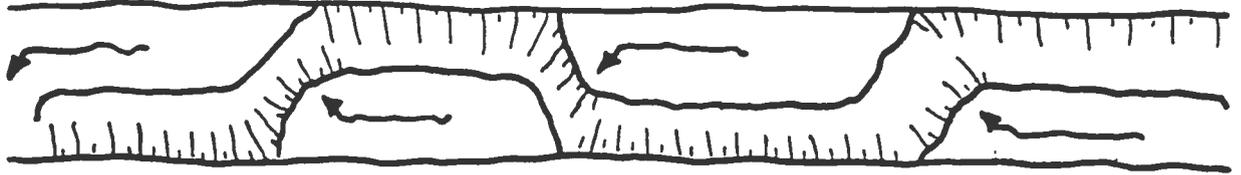
- | | | | |
|---|----------------------|--|---------------------------------|
|  | Uferschutz entfernen |  | Auflandung |
|  | Anriss |  | Leitbuhnen |
|  | Prallhang, Felsen |  | Zweitarm oder Überflutungsrinne |

d) Totwasserzonen u. Überschwemmungsflächen :

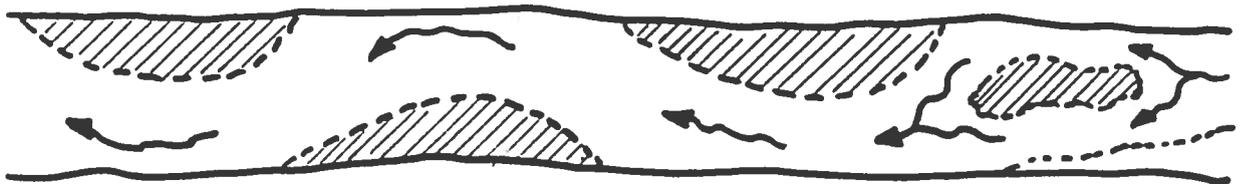


- | | |
|---|---|
|  | Anschüttung |
|  | Überschwemmungsfläche |
|  | Leitwerke (Buhnen und Längsriegel) mit Totwasserzonen |

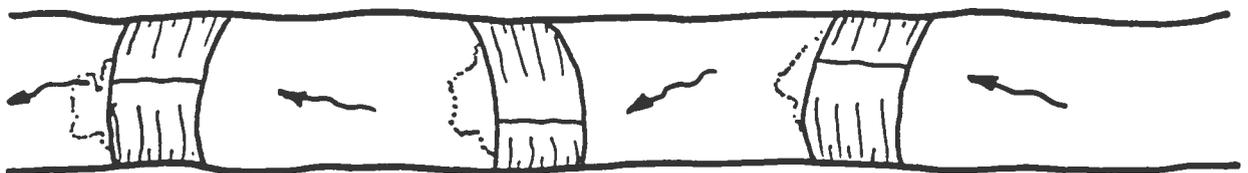
e) Niederwasserführungshilfen :



Umlagerung von Sohlenmaterial mit Rampen und Hinterwasserzonen



Alternierende Kiesbänke mit Niederwasserrinne, ev. kleine Inseln

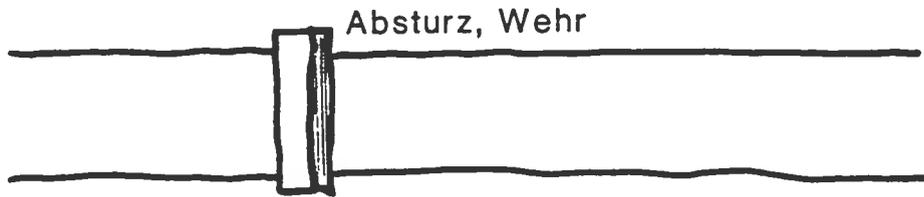


Unregelmässig versetzte Blockteppiche mit V-Einschnitt

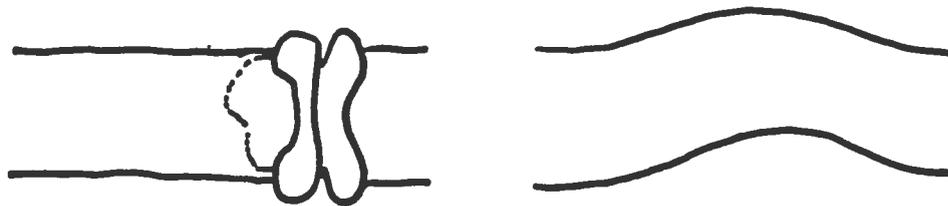
f) Wehernerneuerung, Staurationbehebung :

Lageplan :

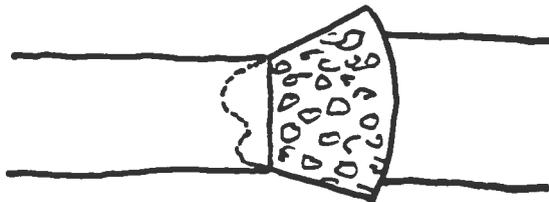
vorher



nachher



allenfalls leicht geschwungene Linienführung

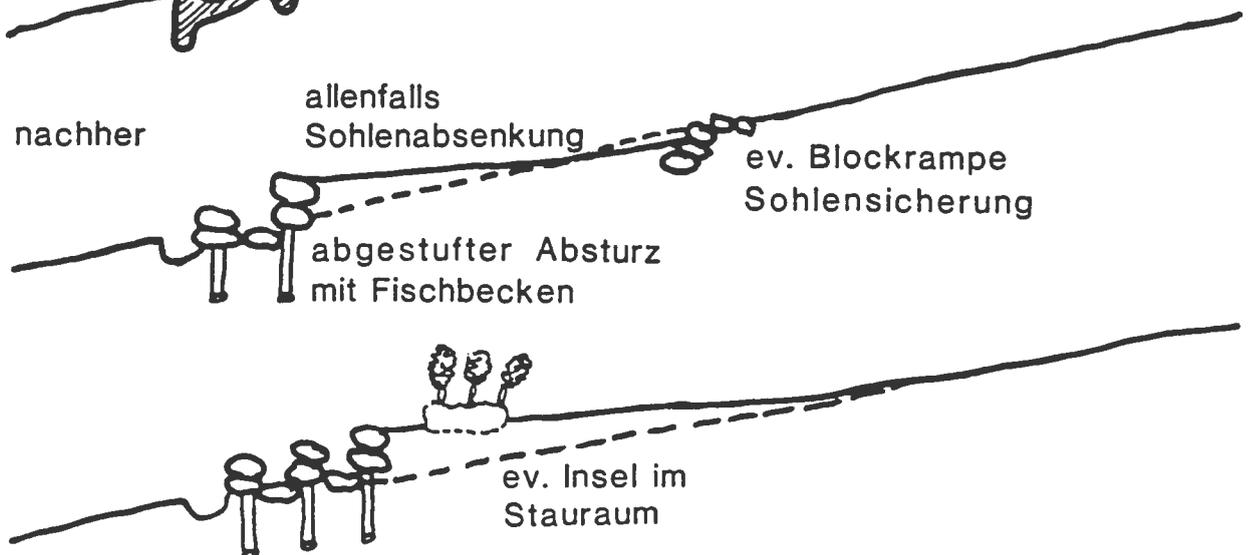


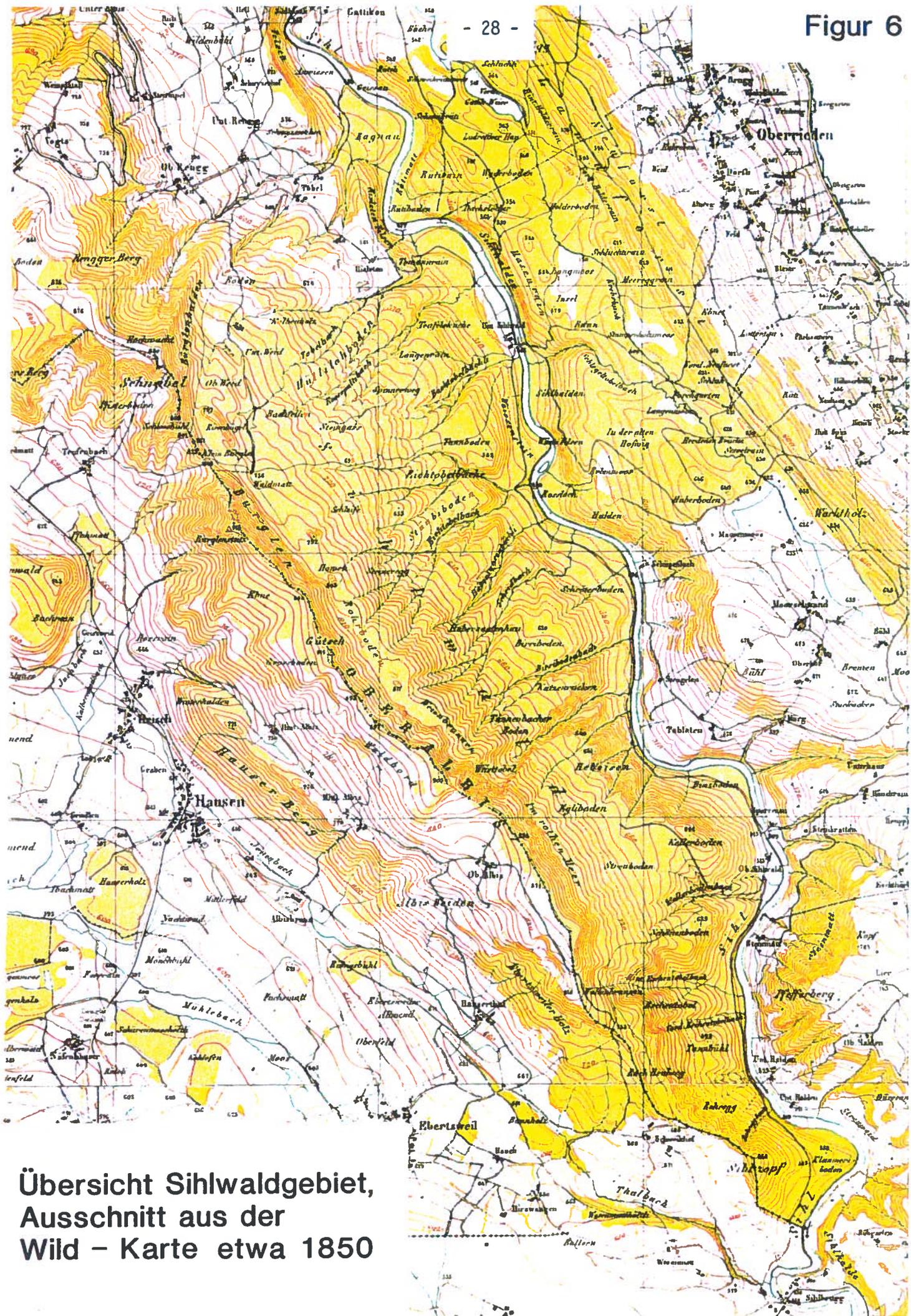
Längsschnitt :

vorher



nachher





Übersicht Sihlwaldgebiet,
Ausschnitt aus der
Wild - Karte etwa 1850

10. RISIKO UND SICHERHEIT

Die im forstwirtschaftlichen Sinne verstandene Rückführung des **Waldes** in einen natürlichen Zustand hat gewisse wasserbauliche Auswirkungen, welche als Sekundärwirkungen bezeichnet werden können. Es darf angenommen werden, dass die Wasserspeicherfähigkeit vom Wald und vor allem vom Boden dabei nicht verringert, sondern eher erhöht wird. Abflussspitzen in den Seitengerinnen werden somit eher verkleinert und die Erosion tendenziell reduziert. Falls im gleichen Zuge Walderschliessungsstrassen eliminiert werden, vor allem in Hangschräglagen, so führt das zusätzlich zu einer Reduktion der Abflussspitzen.

Was die Rutschgefahr anbetrifft, so muss zwischen drei Rutscharten unterschieden werden, und zwar zwischen oberflächlichen, mitteltiefen und tiefgründigen. Eine intakte Waldfläche hilft, die Tendenz für die oberflächlichen Rutschungen zu reduzieren - dies dürfte auch im Naturwald der Fall sein. Auf die mittel- bis tiefgründigen Rutschungen hat die Vegetation relativ wenig direkten Einfluss.

Oberflächliche und mitteltiefe Rutsche werden unter anderem durch starke Eintiefungen in den erodierenden Seitengerinnen hervorgerufen. Der **Renaturierung von Seitenbächen** werden dadurch Grenzen gesetzt, vor allem auf den ausgedehnten, labilen Verwitterungsböden der linken Talflanke entlang des Albis. Im Zuge grösserer Rutschungen würden die lokalen Erschliessungsstrassen und -wege oder sogar die Hauptverkehrsrouten gefährdet. Grosse Ansammlungen von Rutschmaterial können im Extremfall auch zu murgangartigen Vorgängen mit grosser Zerstörungskraft führen. Grosse Rutschmassen in Gerinnen bergen im weiteren die Gefahr von Gerinneverstopfungen mit temporärem Wasseraufstau und nachfolgendem Bruch in sich. Weniger spektakuläre Folgen der Gerinneerosion sind lokale Anrisse entlang der parallel geführten Erschliessungswege und -strassen oder Rückwärtserosionen an den Böschungen der Durchlässe.

Obwohl der Renaturierung der Seitenbäche infolge der übermässigen Erosionsgefahr in labilen Rutschgebieten Grenzen gesetzt sind, besteht trotzdem die Möglichkeit für eine Renaturierung auf den weniger labilen Gerinnestrecken. Dort dürfen Sperren ohne Ersatz dem Verfall preisgegeben und natürliche Bedingungen geschaffen werden. Solche Stellen bieten sich vor allem auf der rechten Talflanke an, in begrenztem Masse auch auf der linken Talseite.

Im Einklang mit einer Naturlandschaft steht auch der Verzicht auf die Räumung von Fallholz oder das prophylaktische Fällen von umsturzgefährdeten Bäumen. Es stellt sich dabei die Frage, inwiefern die Gefahr von Verstopfungen an Durchlässen dadurch erhöht wird. Im weiteren besteht die Möglichkeit, dass sich Fallholz verkeilt und die daraus resultierenden Verklausungen zu lokalen Stauungen und erhöhten Abflussspitzen führen können. Dieses Problem ist bis heute nicht rechnerisch gelöst - Forschungsaufträge sind aber im Gange. Einer gezielten abschnittweisen Renaturierung dürfte das aber nicht im Wege stehen.

Eher ins Gewicht fallen vermutlich die Verstopfungen an Durchlässen, welche in der Vergangenheit oft zu klein dimensioniert wurden und auch unter heutigen Bedingungen bei Hochwasser verstopfen können. Kommt es dabei zu Ueberströmungen, besteht die Gefahr der luftseitigen Erosion der Böschungen, die sich als Kettenreaktion bachabwärts fortpflanzen kann. Eine präventive Massnahme dagegen wären Vorkehrungen für das gezielte Ueberströmen in der Form von befestigten Furten.

Vor allem an einzelnen Durchlässen der Sihltalbahn ist die Situation heute unbefriedigend. Unabhängig von den Vorkehrungen an den anderen Durchlässen im Einzugsgebiet sind dort detailliertere Untersuchungen angebracht.

Das Aufheben von Erschliessungsstrassen und -wegen führt dazu, dass im Falle von Rutschungen weniger Zufahrtsmöglichkeiten für allfällige Räumungsarbeiten vorhanden sind. Dieser Aspekt muss für die anschliessende Projektierungsphase im Auge behalten werden. Im übrigen wäre es für das optimale Vorgehen bei der Projektierung der Renaturierung der Seitengerinne von Nutzen, wenn vorgängig ein Zustandskataster der Seitengerinne erstellt würde. Darin eingeschlossen wäre mit Vorteil eine Kartierung der aktiven und latenten Rutschgebiete.

Bezüglich der Renaturierung der Sihl darf festgehalten werden, dass diverse Möglichkeiten für entsprechende Eingriffe bestehen. Sie können im vorgegebenen Rahmen ohne negative Folgen für die Unterlieger und ohne die Hochwassersicherheit oder den Geschiebehaushalt der Sihl in markanter Weise zu verändern, ausgeführt werden. Auch bei Eistrieb sind keine bedeutenden Veränderungen zu erwarten; eine Reduktion der Stauräume würde die lokale Tendenz zur Eisbildung sogar verringern.

Die anschliessenden Hauptverkehrsrouten (Kantonsstrasse und Sihltalbahn) bleiben wie bis anhin geschützt. In Mitleidenschaft gezogen würden aber diverse Abschnitte der angrenzenden Zufahrtsstrassen und Spazierwege. Für diese müssten lokal Ersatzrouten festgelegt werden.

Eine Renaturierung der Sihl hätte tendenziell grössere Unterhaltsaufwendungen zur Folge, auf welche nicht verzichtet werden kann. Zufahrten müssen demzufolge mindestens auf einer Flusseite überall vorhanden sein.

Eine latente Gefahr stellen heute die beiden im Kerngebiet des Sihlwaldes liegenden alten Wehre dar, weil deren Sicherheit bei grösseren Hochwassern kaum gewährleistet ist. Es bieten sich aber diverse Lösungen für Verbesserungen an, die im Sinne einer Rückführung in einen natürlichen Zustand verwirklicht werden können.

Die vorgeschlagenen Renaturierungsmassnahmen an den Seitenbächen haben keinen merklichen Einfluss auf das Abflussgeschehen in der Sihl. Es wird dabei davon ausgegangen, dass das gesamte Einzugsgebiet der Sihl gross ist verglichen mit dem Sihlwaldgebiet, sowohl in Bezug auf die Hochwasserspitzen, den Geschiebeanfall als auch das Schwemmselproblem. Ausgenommen davon sind einzelne kritische, angrenzende Durchlässe vor allem der Sihltalbahn, auf welche oben schon hingewiesen wurde.

11. WEITERES VORGEHEN, MASSNAHMENKATALOG

Die Resultate der vorliegenden Machbarkeits-Teilstudie E werden zusammen mit den Resultaten der anderen Teilstudien zu einer Synthese verarbeitet. Dem soll im Prinzip nicht vorgegriffen werden. In groben Zügen werden jedoch diejenigen weiteren Grundlagenarbeiten zusammenfassend skizziert, welche vorgezogen werden könnten.

(a) Zustandskataster Seitenbäche:

Grobes Zustandsschema der Seitenbäche mit Eintrag der Rutschgebiete.

- Ziel:
- . Festhalten des Status quo als spätere Vergleichsbasis
 - . Grundlage zum Festlegen der Renaturierungs-Teststrecken, Beobachtungsprogramm
 - . Uebersicht zum Rutsch-Geschehen
 - . Beobachten der wichtigen Durchlässe, vor allem Kantonsstrasse/SZU

(b) Topographie:

Neuaufnahme der Vergleichsquerprofile 1936 bis 1965 in der Sihl (durch AGW oder Etzelwerke).

- Ziel:
- . Festhalten des Status quo als Vergleichsbasis
 - . Grundlage für weitere Berechnungen inkl. der detaillierten Hochwassersicherheit sowie allfälliger Wehranpassungen

(c) Prioritätenkatalog Renaturierung Sihl:

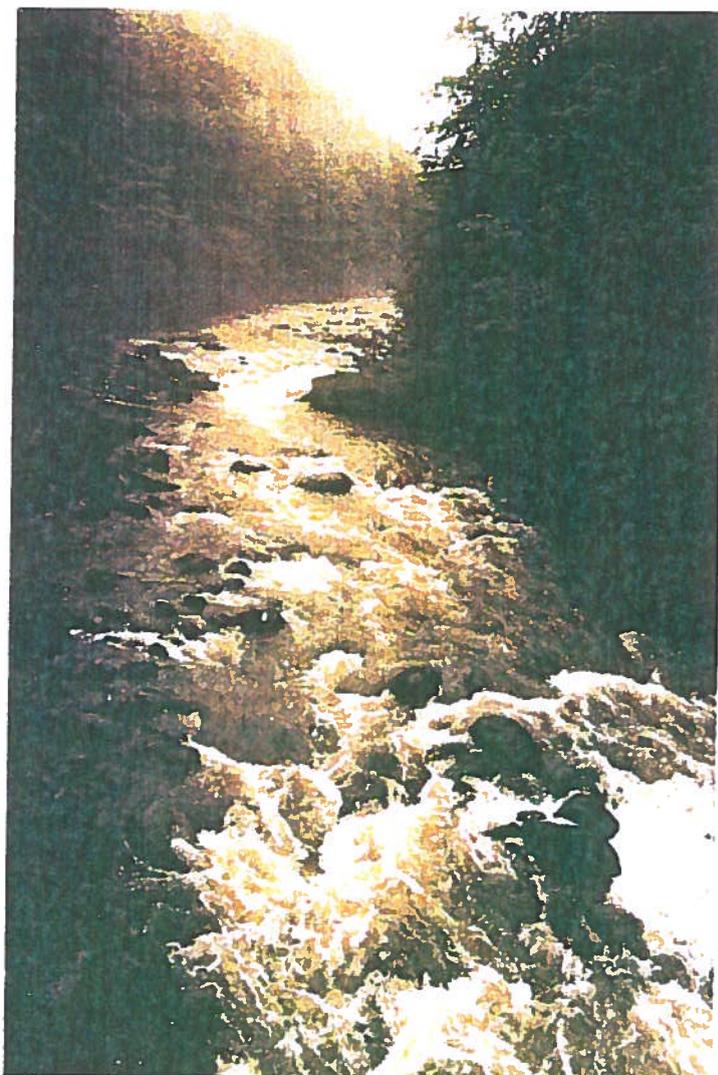
- Ziel:
- . Abstimmen Unterhaltskonzept der Sihl
 - . Festhalten bestehender Renaturierungsansätze
 - . Veranlassen weiterer Grundlagenarbeit (z.B. Bestandesaufnahme Gewässerbiologie, lokale Topographie, alternative Führung der Verkehrswege)
 - . Renaturierungskataster mit Verzeichnis der in Frage kommenden Örtlichkeiten
 - . Testen der Akzeptanz
 - . Zustandsbericht und Sanierungsvorschläge der Wehre

Nachtrag "Silva Solaris" und Wasserkraftnutzung:

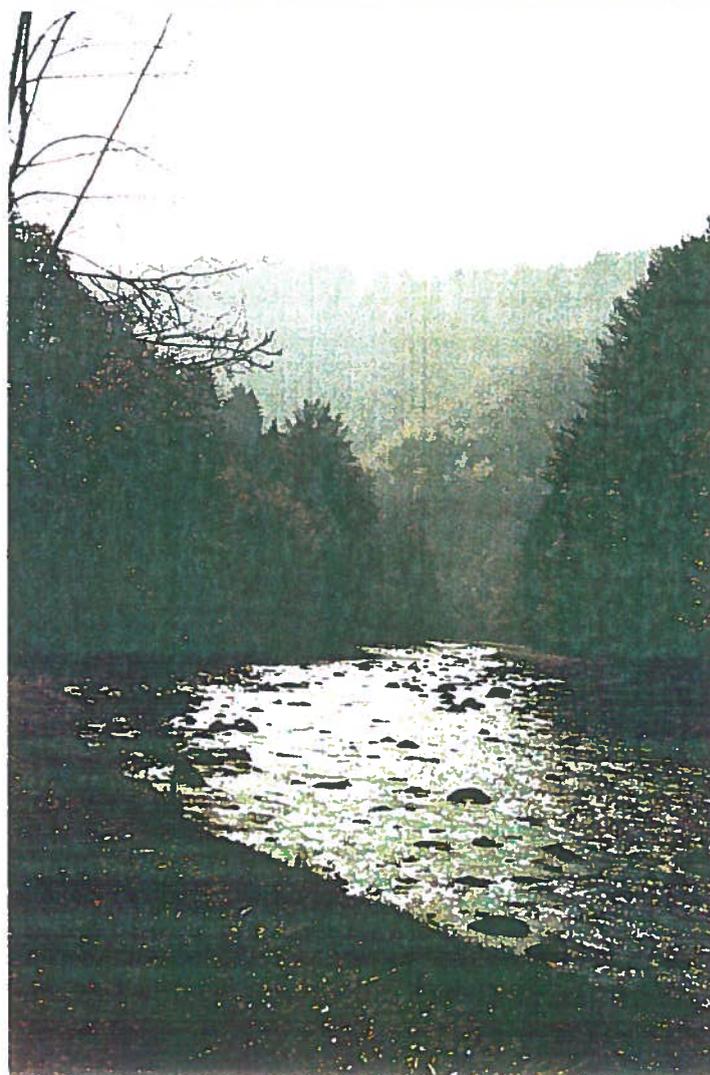
Im Zusammenhang mit dem im Sihlwald geplanten Zentrum ist die Frage gestellt worden, ob nicht die Wasserkraft allenfalls wieder genutzt werden könnte. Denkbar wäre zum Beispiel eine Kombination der beiden früheren Wasserrechte Nr. 24 und 46, eventuell konzentriert am unteren der beiden im Kerngebiet Sihlwald gelegenen Abstürze. Damit würde durch den Wegfall der Umleitungsstrecken mindestens die Frage der Restwassermenge entschärft. Ob eine solche Lösung wirtschaftlich, der damit verbundene Unterhalt tragbar und die Idee allgemein mit dem Renaturierungsgedanken vereinbar wäre, müsste eingehender untersucht werden.

AUSGEWAHLTE LITERATUR

- Kupfer, A.: "Die Umgestaltung regulierter Fliessgewässer - Beispiele aus Bayern"
Revitalisierung von Fliessgewässern, 3. Seminar Landschaftswasserbau an der TU Wien, 1985
- "Niederwasserführungshilfen im Sihlabschnitt Bahnhof Leimbach-Hoecklerbrücke Zürich"
Bericht über die ersten Abklärungen, im Auftrag des Amtes für Gewässerschutz. Versuchsanstalt für Wasserbau der ETH, Juni 1987 (nicht veröffentlicht)
- "Das Hochwasserrisiko während der Sihlquerung", SBB, Zürcher S-Bahn, Teilprojekt Museumstrasse, Basler & Hofmann, Januar 1984 (nicht veröffentlicht)
- Bachofner, H.: "Wasserbau und Wasserkraftnutzung im zürcherischen Sihltal"
Blätter der Vereinigung Pro Sihltal, Nr. 16, März 1966
- Ingenieurschule beider Basel, Diplomarbeiten:
 - . Sanierung Tommenbach, 1984, von U. Haslinger und A. Kraus
 - . Verbauung Eichbach, 1986, F. Eyer und Ch. Haas(beide unveröffentlicht)
- Landolt, E.: "Flora und Vegetation der Steilhänge im unteren Sihltal"
Blätter der Vereinigung pro Sihltal, Nr. 28, Juni 1978
- Hantke, R.: Geologische Karte des Kantons Zürich und seiner Nachbargebiete 1:50'000, Leemann, Zürich, 1967
- Amt für Gewässerschutz und Wasserbau des Kantons Zürich, Grundwasserkarte des Kantons Zürich 1:25'000, Blatt Albis, 1982



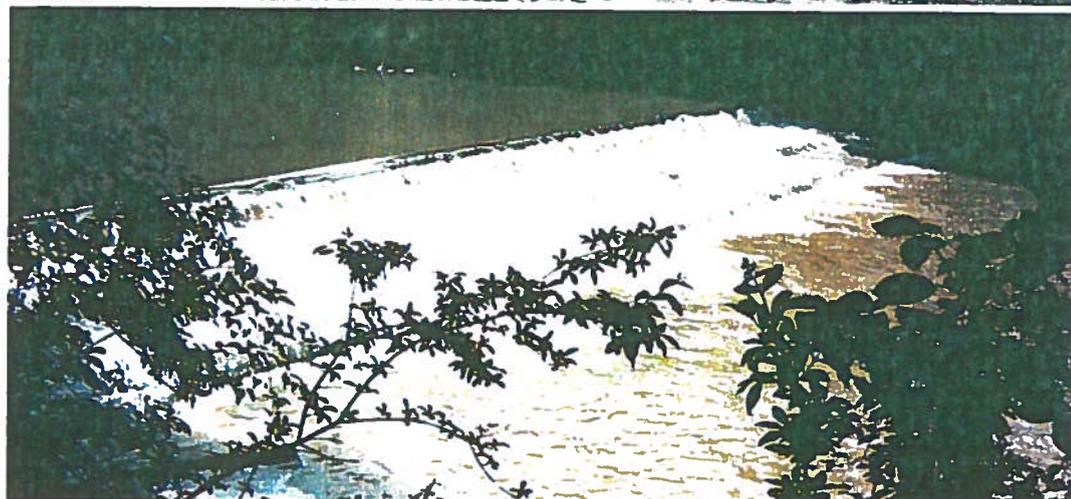
1



2



3



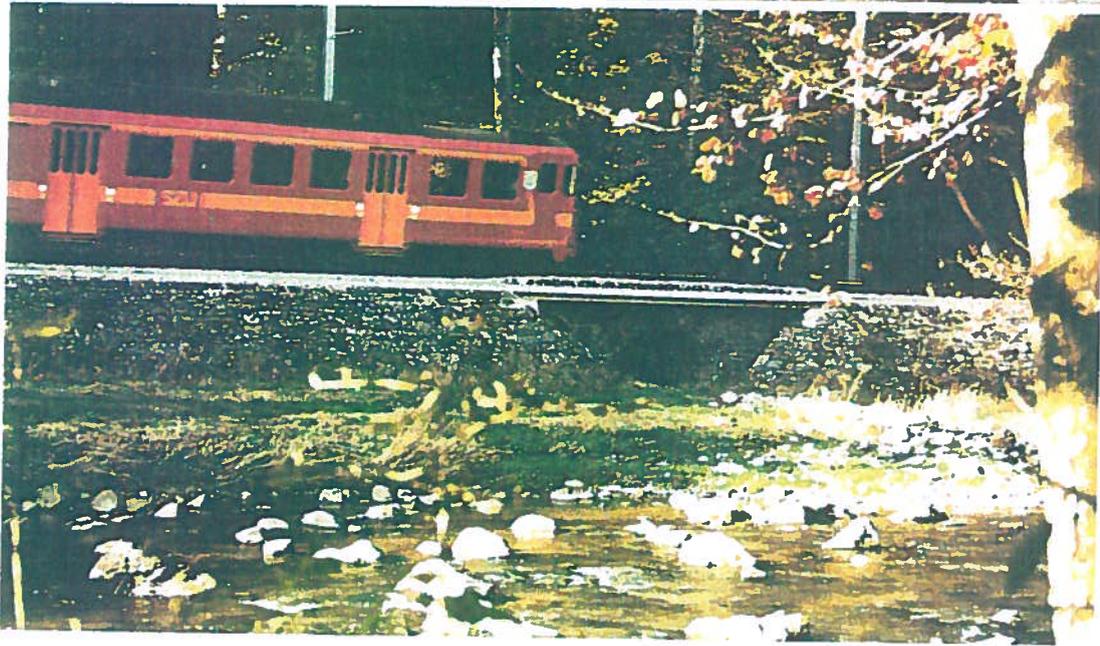
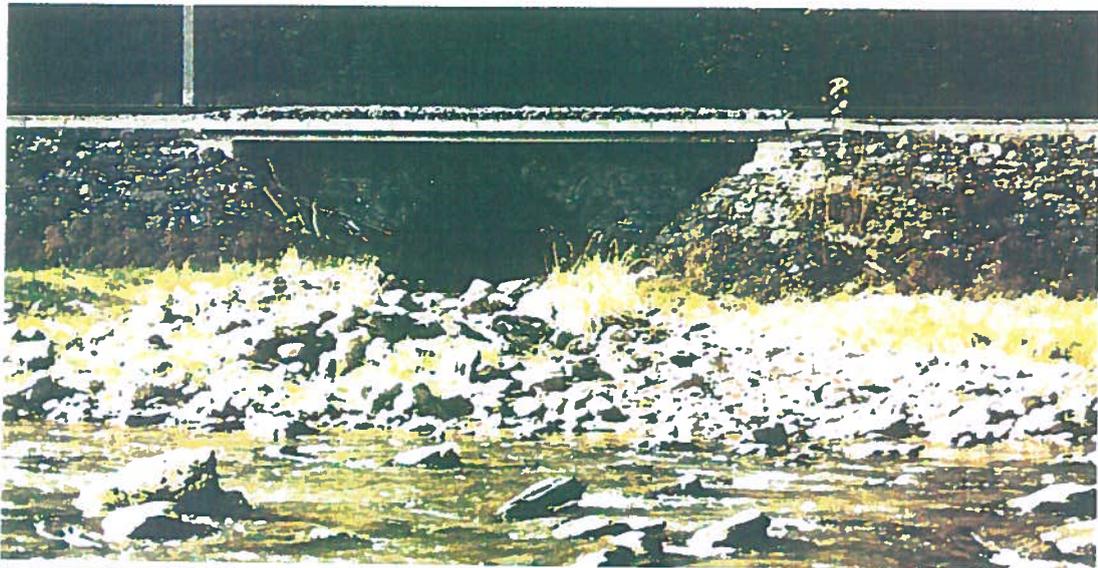
4



5



6



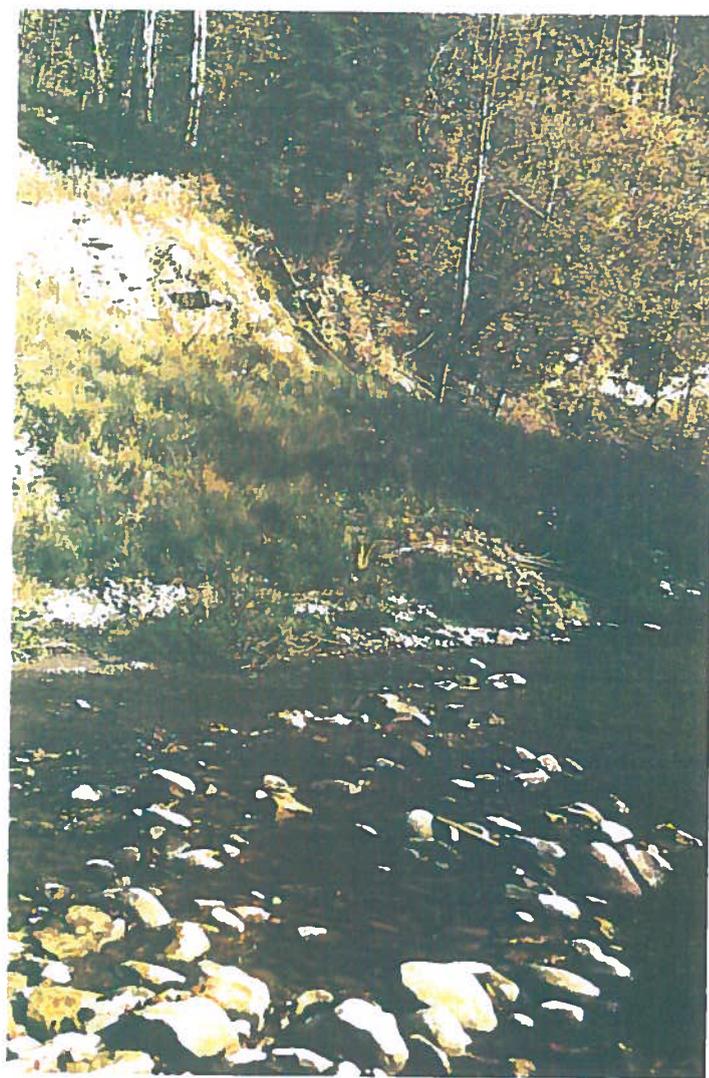
7



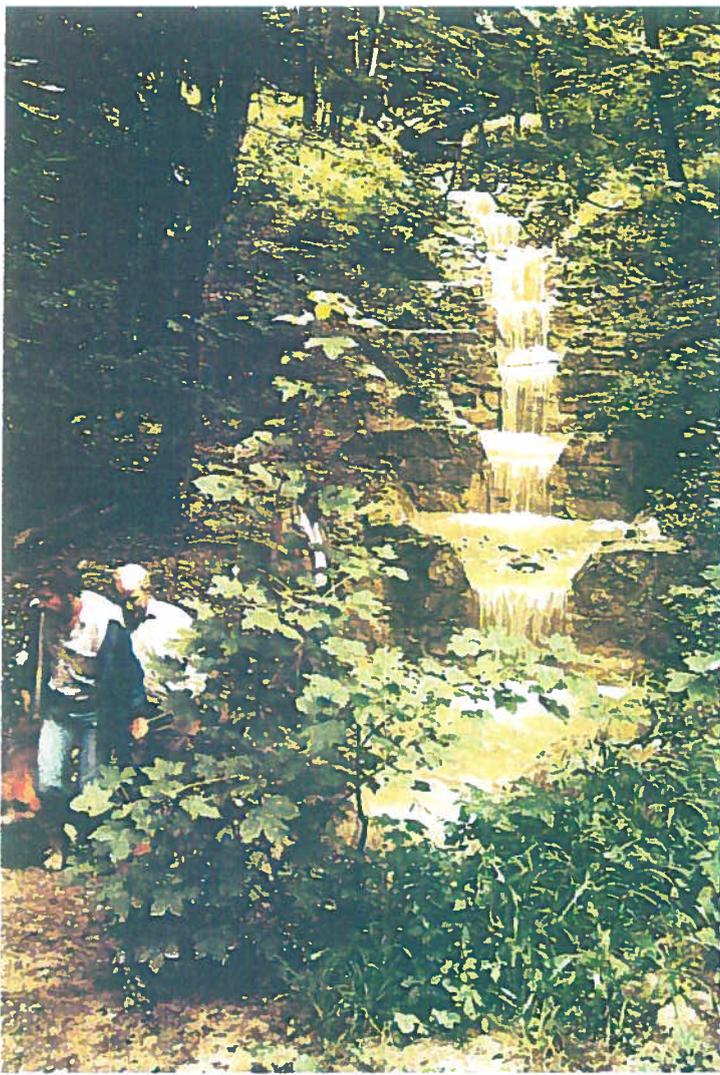
8



9



10





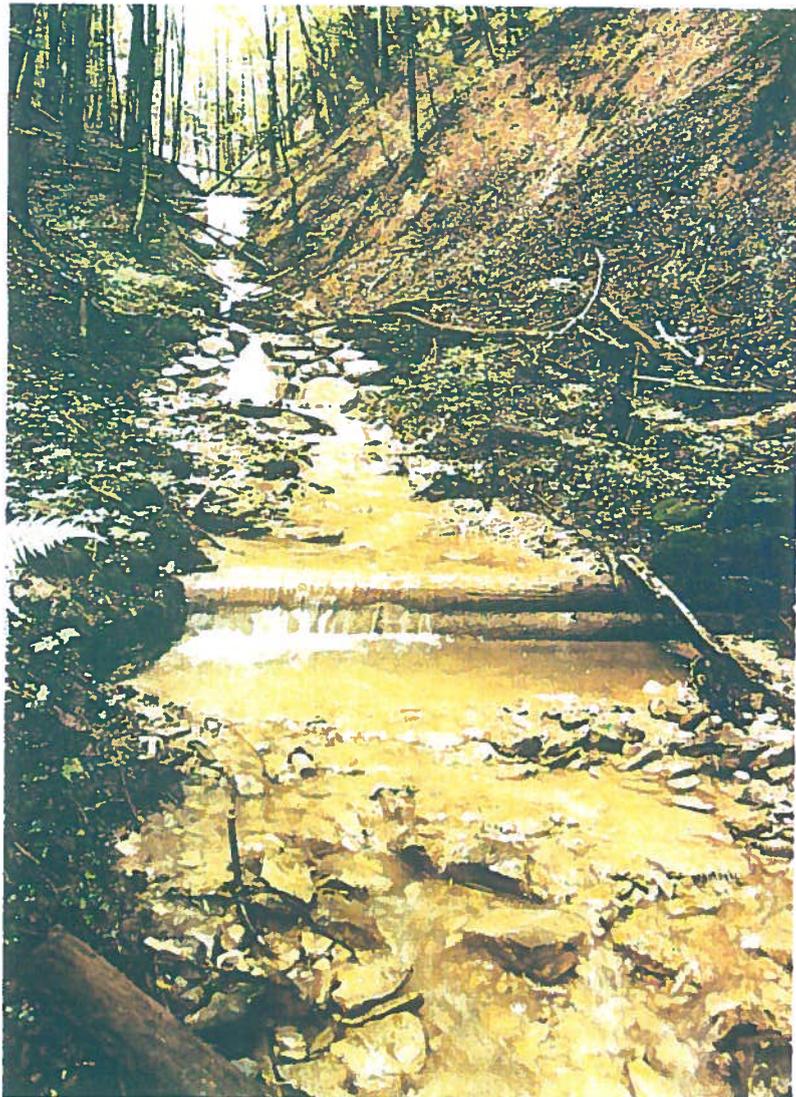
14



13



16



17

AUSGEWAHLTE PHOTOS: Bildlegenden

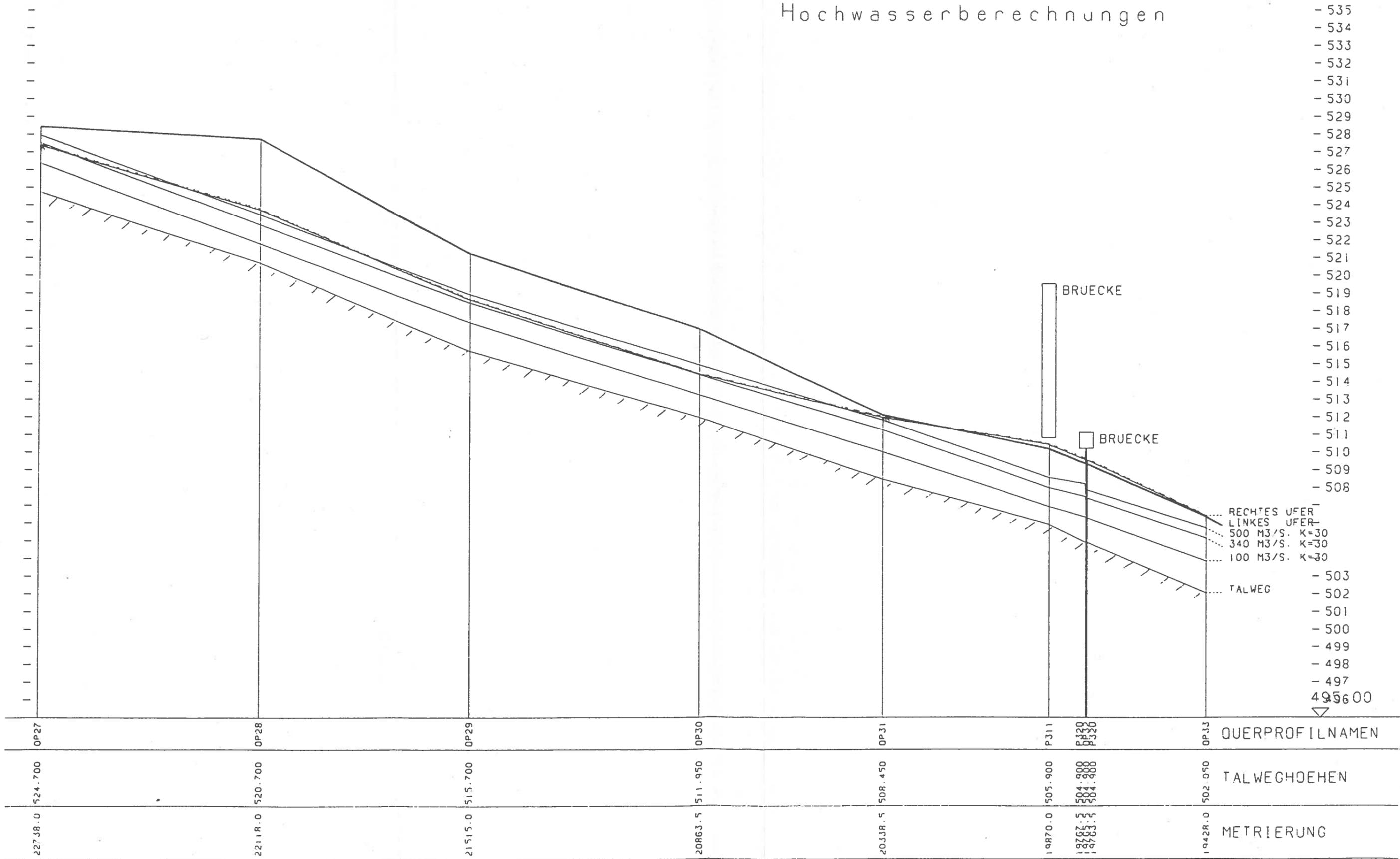
	<u>Seite</u>
Bild 1: Urtümlicher Sihllauf beim Sihlsprung	33
Bild 2: Sihl im Sihlwald: Die Strömung wirkt ruhig, die Kraft scheint gebändigt. Der Fluss ergänzt die Kulturlandschaft.	
Bild 3: Wehr des früheren Wasserrechts Nr. 24, Bezirk Horgen der Spinnerei Langnau AG. Das Wehr ist baufällig und bedeutet ein Risiko im Versagensfall. Diverse Sanierungsmöglichkeiten sind denkbar.	34
Bild 4: Wehr des früheren Wasserrechts Nr. 46, Bezirk Horgen der Stadtgemeinde Zürich. Je nach Zielsetzung steht für die notwendige Sanierung eine ganze Palette von Lösungsmöglichkeiten offen.	
Bild 5: Die Regelmässigkeit des Flusslaufes ist hier besonders deutlich erkennbar. Es fehlen insbesondere Anrisse, Prallhänge, starke Wechsel zwischen breiten und schmalen Stellen usw.	35
Bild 6: Natürliche Flusschwelle im Molassebett der Sihl. Bei Niederwasser finden sich im Sihllauf solche und ähnliche Anzeichen einer natürlichen Gestaltung.	
Bild 7: Durchlass Eichbach der Sihltalbahn. Die Verstopfungsgefahr durch Geschwemmsel und Geröll ist besonders augenfällig.	36
Bild 8: Durchlass Hebisenbach der Sihltalbahn und Sihlstrasse als Beispiel für viele weitere Durchlässe entlang dem betrachteten Flussabschnitt.	
Bild 9: Kleinerer Rutsch an der Sihl im Sommer 1987, flussaufwärts gesehen, kurz nach Wiederherstellung des Erschliessungsweges.	37
Bild 10: Der gleiche Rutsch wie auf Bild 9 vom Fluss aus gesehen, mit Pioniervegetation (Spätherbst 1988).	
Bild 11: Sperren neueren Datums, zur Verhütung von Tiefenerosion und zum Schaffen von günstigen Einlaufbedingungen am Durchlass unter einer Walderschliessungsstrasse (Tommenbach).	38
Bild 12: Kleiner Durchlass, typisch für viele dieser Art an Waldwegen und -strassen (Spiessenhauerbach).	
Bild 13: Durchlass mit anschliessendem Erosionsschutz im steilen Gelände (Eichbach).	
Bild 14: Es bestehen diverse Renaturierungsmöglichkeiten an den Seitenbächen. Wichtig sind vorgängige Abklärungen bezüglich dem Erosionspotential und der Gefährdung der anschliessenden Verkehrswege sowie eine gezielte Ueberwachung (Tommenbach).	39
Bild 15: Schlegeltobelbach eingetieft im Molassefels (typisch für Seitenbäche der rechten Talflanke entlang dem Horgerberg).	
Bild 16: Oberer Tommenbach in einem Abschnitt mit stark beschädigtem Verbau. Die bereits fortschreitende Eintiefung und die seitlichen Anrisse sind typisch für die Seitenbäche der linken Talflanke.	40
Bild 17: Entscheide pro oder kontra Renaturierung werden wie hier am Rossaltibach in nächster Zeit gefällt werden müssen.	

Ereignis	Randbedingungen		Gefährdung	Beurteilung der Veränderung durch Naturlandschaft Sihlwald
	begünstigende	hemmende		
Oberflächliche Rutschungen	<ul style="list-style-type: none"> steiles Terrain Vernässung hoher Feinkornanteil bei Verwitterungsböden (aus Molasseoberfläche) Bachsohle im Lockergestein bei hoher Erosionskraft des Seitenbaches schwerer Baumbestand zusammenbrechender Baumbestand, Windwurf 	<ul style="list-style-type: none"> flacheres Terrain Bachsohle auf Fels gesunder Baumbestand reduzierter Feinkornanteil im Untergrund (Moränen) Entwässerungsmassnahmen (Gräben, Meliorationsleitungen) 	<p>Rutschmasse ist beschränkt und Ausmass der Rutschung ist lokal</p> <ul style="list-style-type: none"> Lokalstrasse kann verschüttet und unterbrochen werden Verkehr auf Regionalstrasse kann beeinträchtigt werden Seitenbach kann lokal zurückgestaut werden 	<p>Durch laufenden Unterhalt wird Zahl derartiger Ereignisse heute minimal gehalten, zudem wird bei ersten Anzeichen mit Massnahmen eingegriffen und die Auswirkungen dadurch ebenfalls reduziert.</p> <p>In einer ersten Phase der Reduktion des Unterhaltes wird sich die Zahl derartiger Ereignisse relativ stark erhöhen (als Folge des Zerfalls von baulichen Eingriffen), später wieder etwas zurückgehen.</p>
Mitteltiefe Rutschungen	<ul style="list-style-type: none"> Strassenbau (Anschnitte) starke Bacheintiefung im Lockergestein bei grosser Erosionskraft des Seitenbaches verrutschte und versackte Molassepartien 	<ul style="list-style-type: none"> wenig durchlässiger Moränenuntergrund tiefwurzelnder, ausgeglichener Baumbestand Entwässerungsmassnahmen (Strassenentwässerung, Gräben, Drainage, etc.) 	<p>Rutschmasse kann erheblichen Umfang annehmen, Bewegungsgeschwindigkeit kann stark variieren</p> <ul style="list-style-type: none"> Regional- und Lokalstrassen können verschüttet und unterbrochen werden (Schadenbehebung, resp. -sanierung aufwendig) Rückstau Seitenbach möglich 	<p>Geringe Zunahme der Gefährdung ist zu erwarten; als Folge von extremen Witterungsverhältnissen (Starkregen, Nassperiode) inkl. Strassenbauten ist bereits heute eine nicht zu unterschätzende Gefährdung vorhanden.</p>
Tiefliegende Rutschungen, Sackungen	<ul style="list-style-type: none"> vorhandene alte, tiefe Rutschungen und Sackungen Molassegesteine mit ungünstigen Materialeigenschaften übersteiltes Gelände (im labilen Gleichgewicht) 	<ul style="list-style-type: none"> tiefgreifende Entwässerungsmassnahmen 	<p>Schäden an Strassen und Kunstbauten (Brücken, Durchlässen, Stützmauern, etc.) infolge lang andauernder Geländebewegungen (Krieche)</p> <ul style="list-style-type: none"> Beschleunigung der Bewegung führt zu einem erhöhten Unterhalt und einer beschleunigten Erneuerung 	<p>Einfluss gering bis vernachlässigbar</p>
Geschiebetransport	<ul style="list-style-type: none"> Bachsohlen im Lockergestein oder verwitterungsanfälligen Felsgestein grosse Erosionskraft der Bäche Rückstau der Bäche durch Rutsche, umstürzende Bäume etc. 	<ul style="list-style-type: none"> stabilisierte Bachläufe (Felssohle, Querwerke, etc.) geringe Erosionskraft der Bäche (kleines Einzugsgebiet, Retentionswirkung, etc.) 	<ul style="list-style-type: none"> Auflandung im flacheren Unterlauf der Bäche Auflandungen bei Ueberschreiten der Transportkapazität des Vorfluters <p>Gefährdung generell wesentlich grösser bei Anfall von grobem Geschiebe (Blöcke, Geröll, Kies)</p>	<p>Reduktion des Unterhaltes der Seitenbäche wird im Bereich der linken Talflanke zu einer Verstärkung des Geschiebetransportes führen (Geschiebe allerdings relativ feinkörnig).</p> <p>Vermehrte Auflandungen im Unterlauf (Ausufeln) sind zu erwarten, grössere Auflandungen im Vorfluter hingegen eher unwahrscheinlich (Transportkapazität für relativ feinkörniges Geschiebe genügend).</p>

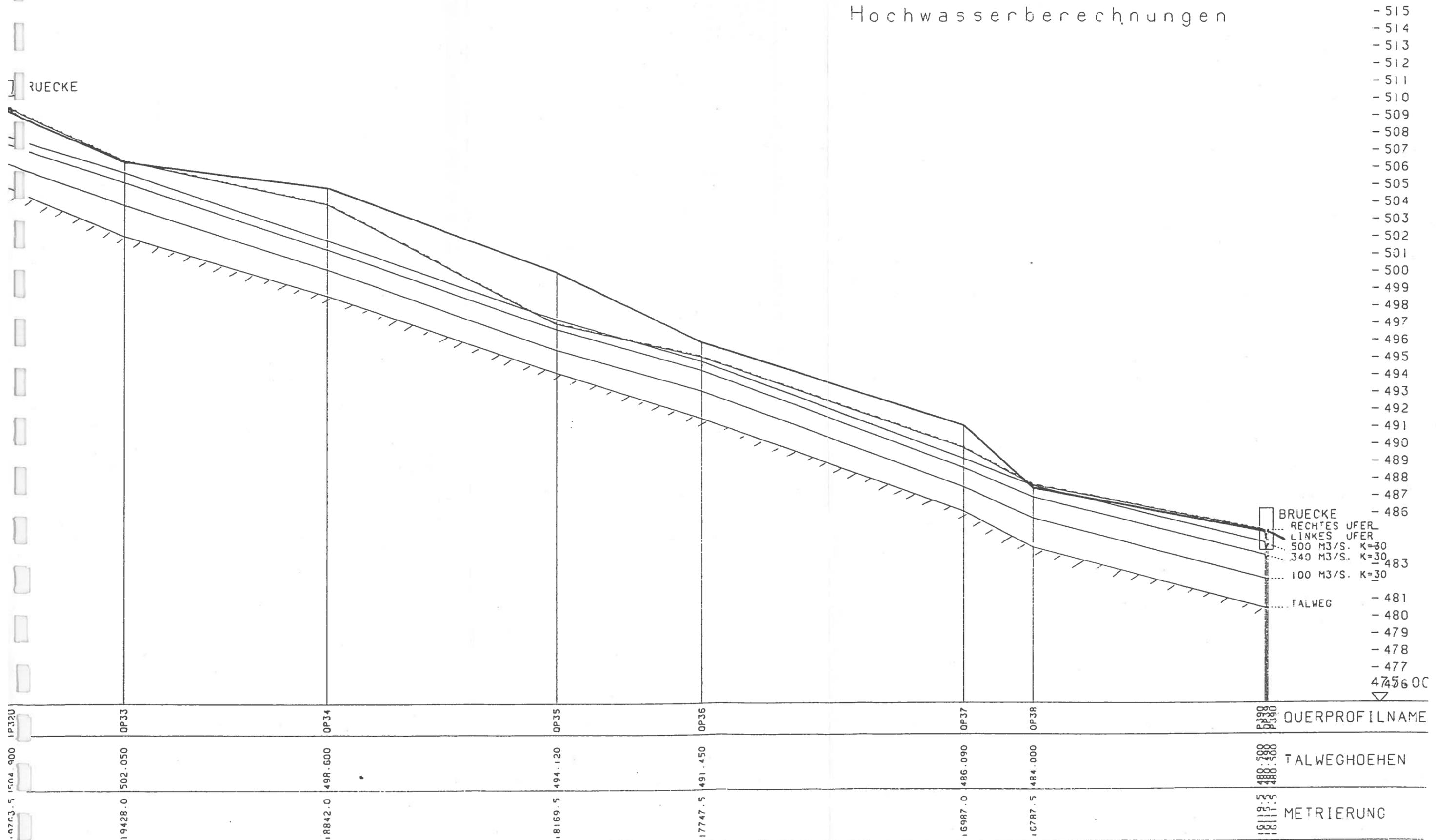
Tabelle: Beurteilung der durch die geologisch-geotechnischen Verhältnisse beeinflussten Gefährdungen

SIHLWALD (SIHLBRUGG BIS BINZBODEN)
 LAENGENPROFIL 1:10000/200

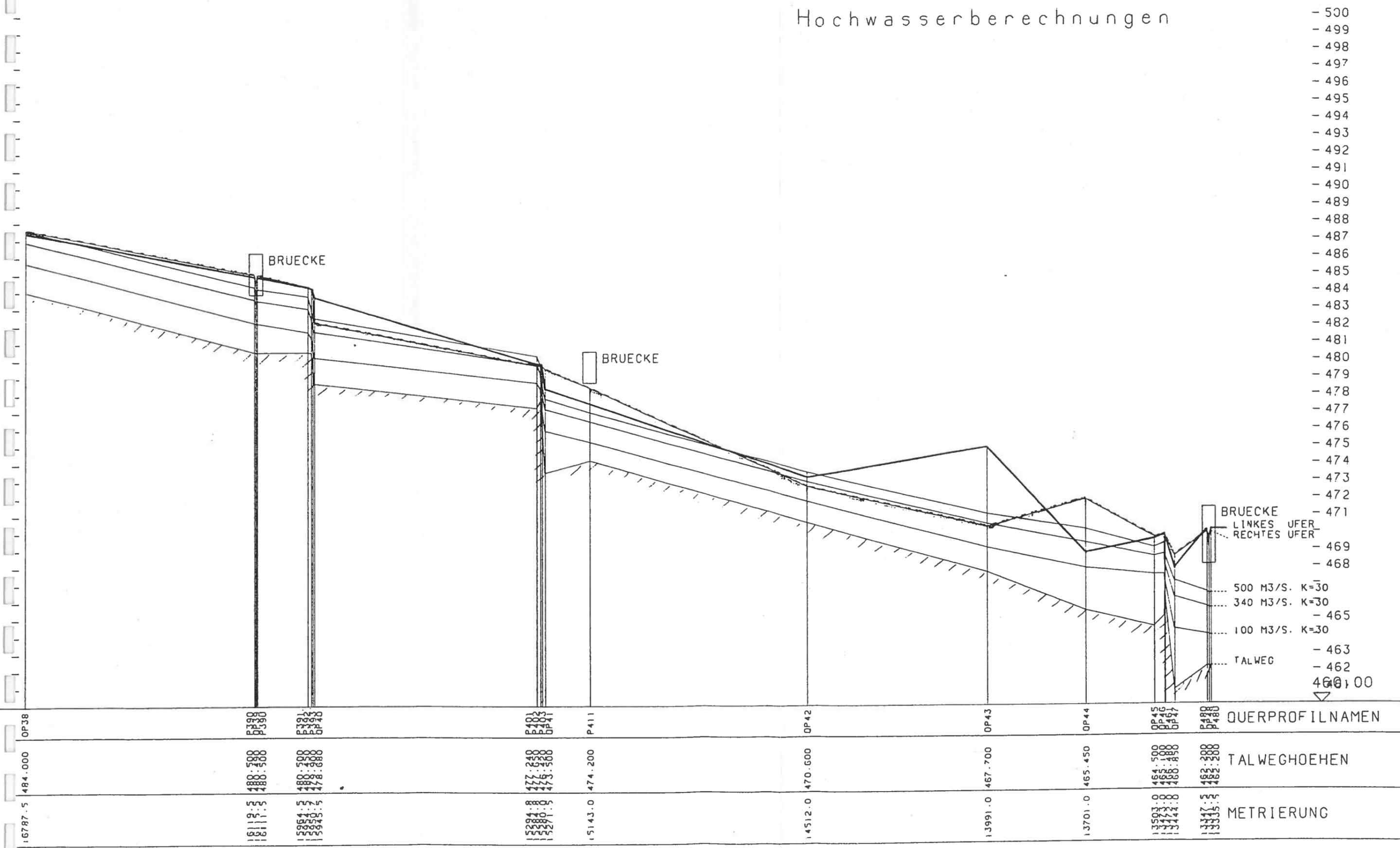
Hochwasserberechnungen



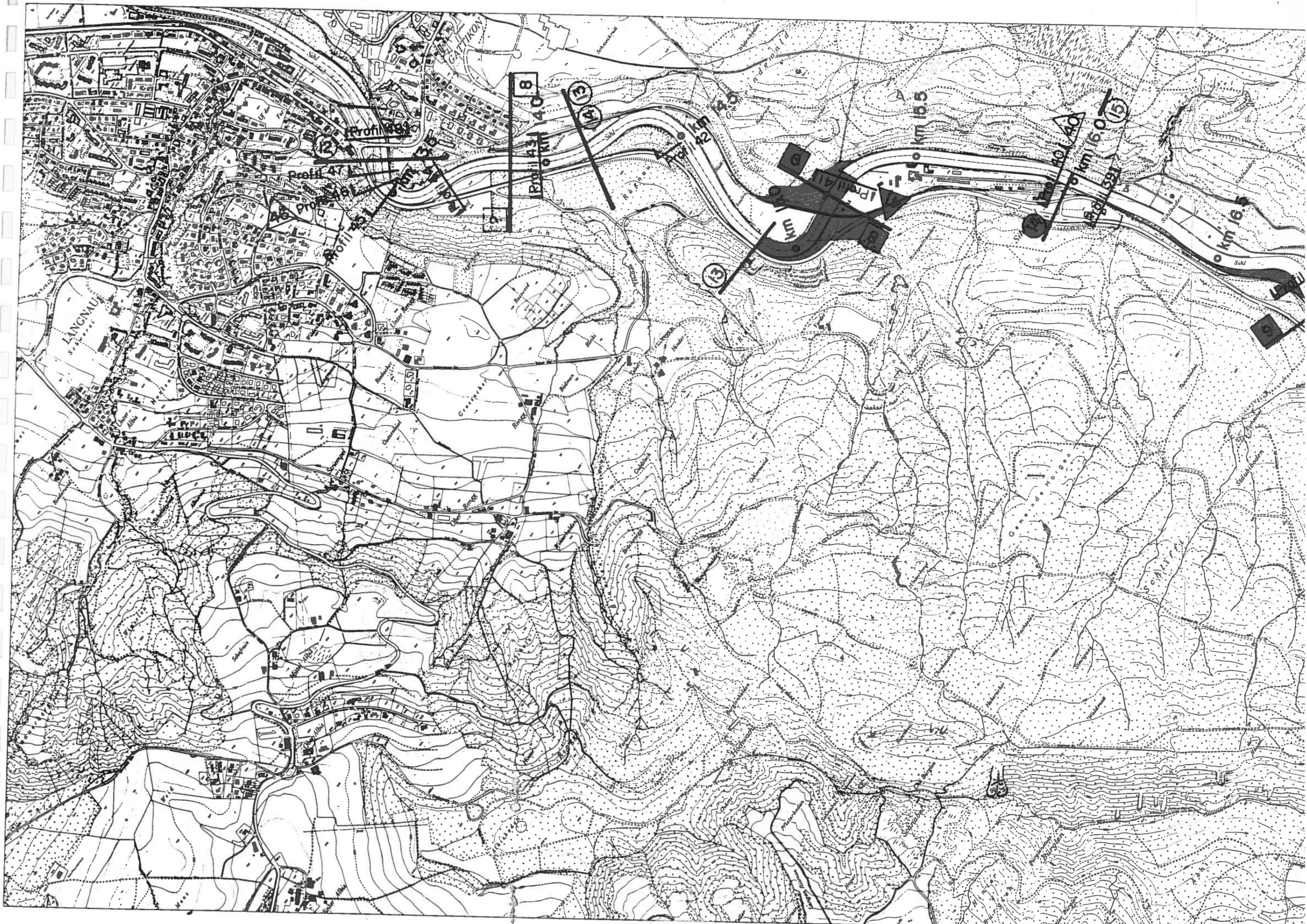
SIHLWALD (BINZBODEN BIS SIHLBODEN)
 LAENGENPROFIL 1:10000/200
 Hochwasserberechnungen



SIHLWALD (SIHLBODEN BIS LANGNAU)
 LAENGENPROFIL 1:10000/200
 Hochwasserberechnungen

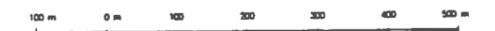


- 500
- 499
- 498
- 497
- 496
- 495
- 494
- 493
- 492
- 491
- 490
- 489
- 488
- 487
- 486
- 485
- 484
- 483
- 482
- 481
- 480
- 479
- 478
- 477
- 476
- 475
- 474
- 473
- 472
- 471
- 469
- 468
- 500 M³/S. K=30
- 340 M³/S. K=30
- 465
- 100 M³/S. K=30
- 463
- TALWEG
- 462
- 460.00



SIHLWALD

Übersichtsplan 1:10000 1982



LEGENDE

- Mit Leitwagen kontrollierte Strassen (punktirt-gezogen) durch Flurver aufgenommen
 - Flurver-Schnitt- & Spaltenverge (punktirt-gezogen) im Frühling 1982
 - Vermessen
 - Nicht vermessen, im Bau oder projektiert
- Maßstab und Vermessungsjahre des Plans 1:10000

□ Situationen 1936 1:1000

○ Situationen ca. 1880 1:1000

⬡ Längenprofile 1:10000/200

△ det. Längenprofile 1:100

┆ Querprofile 1:100
(Lage ungefähr)

