

Dezember 1995

---

**Naturlandschaft Sihlwald  
Wasserbau und Sicherheit**

**Hochwasserereignis vom 23. Juni 1993**

**Dokumentation, Wertung und Folgerungen**



**Basler & Hofmann**  
Ingenieure und Planer AG  
Beratende Ingenieure  
Forchstrasse 395  
8029 Zürich

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

---

---

## Inhaltsverzeichnis

<b>Zusammenfassung</b>	<b>i</b>
<b>1. Ausgangslage</b>	<b>1</b>
<b>2. Bearbeitung</b>	<b>1</b>
<b>3. Hochwasser vom 23. Juni 1993</b>	<b>2</b>
<b>4. Schadensbilder</b>	<b>4</b>
<b>5. Sofortmassnahmen</b>	<b>8</b>
<b>6. Ergänzende Bemerkungen</b>	<b>10</b>

### Literaturhinweise

#### Anhang A

Seltenheit des Sihlwald-Hochwasserereignisses vom 23.6.93

#### Anhang B

Übersicht über die Schadenorte

#### Anhang C

Fotodokumentation

Zürich/Luzern, 22. Dezember 1995, B 1530.10-2 HWW/AST/wb

Foto Titelblatt: natürlicher Absturz am vorderen Eichbach

---

## Zusammenfassung

### Schadenschwerpunkte

Das Hochwasser des 23. Juni 1993 führte im Kerngebiet des Sihlwaldes zu zahlreichen Schäden. So war die Strecke der Sihltalbahn unterbrochen, ebenso die Gemeindestrasse (Forststrasse) von Sihlwald nach Horgen. Verschiedene der Waldstrassen waren wegen Rutschungen und/oder Auswaschungen temporär nicht mehr passierbar.

### Diskussion und Sofortmassnahmen

Verständlicherweise entbrannte einmal mehr und mit Nachdruck die Diskussion betreffend des Verbauungszustandes der Bäche, der Verantwortlichkeiten bezüglich des Bachunterhaltes sowie des Einflusses der geplanten Naturlandschaft Sihlwald auf die wasserbauliche Risikosituation. Unabhängig davon galt es, Vorkehrungen wie Bahn- und Strassenreparaturen (die hier nur teilweise Gegenstand der Diskussion sind) zu treffen, sowie Sofortmassnahmen an den Bachgerinnen einzuleiten.

### 92er Studie im Kerngebiet

Die Wertung des Hochwasserereignisses wurde stark erleichtert durch die Tatsache, dass anfangs der 90er Jahre eine Studie durchgeführt worden war, im Rahmen derer der vom 93er Hochwasser stark betroffene Eichbach als einer von zwei ausgewählten Bächen detailliert untersucht wurde. Es wurde der Zustand heute (d.h. 1991/92) mit einem vollständig renaturierten Zustand (d.h. mit Verzicht auf Unterhaltmassnahmen an den Verbauungen) verglichen. Die Studie kam zum Schluss, dass Sicherheitsvorkehrungen in der Nähe der Sihlmündungen zu überlegen sind, im übrigen Einzugsgebiet hingegen darauf verzichtet werden kann, soweit die Waldstrassen nicht möglichst durchgehend befahrbar bleiben müssen. Der Studie wurde in etwa ein 50jährliches Hochwasser zugrunde gelegt.

### 93er Hochwasser "sehr selten"

Aufgrund zahlreicher Indizien bzw. Hochwasserspuren im Gelände steht fest, dass das Hochwasser vom 23. Juni 1993 ein sehr seltenes Hochwasser war, eindeutig seltener als das 50jährliche Ereignis. Die Schlussfolgerungen der 92er Studie wurden in weiten Teilen bestätigt, wie im nachfolgenden erläutert wird. Wenn am Eichbach alle vorgeschlagenen Sofortmassnahmen ausgeführt sind, wird dort ein Sicherheitszustand erreicht sein, der besser ist als derjenige vor dem 93er Hochwasser.

---

Formulieren zukünftiger  
Sicherheitsbedürfnisse

Was das weitere Vorgehen anbelangt, so sollten dringend klare Vorstellungen definiert werden, welches die Verantwortlichkeiten sowie die Sicherheitsbedürfnisse für die Waldstrassen und Waldwege, die Sihltalstrasse, die Sihltalbahn und die Gemeindestrassen sind.

Flächendeckende  
Gewässerrisikokartierung  
empfohlen

Aufgrund einer flächendeckenden Zustandserhebung der Gewässer im Sihlwaldgebiet - wie u.a. im Herbst 1992 durch das AGW angeregt - könnten Leitplanken für eine zukünftige Renaturierung definiert werden. Die Kosten einer weitgehenden Neuverbauung der Sihlwaldbäche wären enorm; die finanziellen Vorteile einer kontrollierten Renaturierung sind demnach beachtlich, abgesehen vom Gewinn an Natur- und Erholungswert. Risikomässig kann ein solches Vorgehen verantwortet werden.

---

## 1. Ausgangslage

Heftiges Gewitter  
am 23. Juni 1993

Im Gebiet zwischen Langnau a.A., Sihlbrugg und Horgen entlud sich am Mittwochabend, dem 23. Juni 1993, ein heftiges Gewitter. Dabei war ein Teil des Kerngebietes des Sihlwaldes besonders stark betroffen, auf der linken Talflanke der Eichbach und einige angrenzende Bäche, auf der rechten Talseite der Schlegeltobelbach. Zahlreiche Durchlässe wurden verstopft, Strassen und Wege aufgerissen, mit Kies/Geröll überdeckt oder weggespült.

u.a. Sihltalbahn  
unterbrochen

Die Sihltalbahn war anschliessend mehrere Wochen unterbrochen, hingegen kam es auf der Sihltalstrasse zu keinen nennenswerten Unterbrüchen. Hangrutschungen waren vor allem auf der rechten Talflanke zu verzeichnen. Die Tabletenstrasse war unter anderem kurze Zeit durch einen Rutsch, der bis ins Bett der Sihl gelangte, unterbrochen.

Begehung und Auftrag

Die Ingenieurgemeinschaft Basler & Hofmann / Andreas Steiger nahm unmittelbar danach, am Vormittag des 24. Juni, an einer ersten Begehung mit dem Stadtforstamt teil. Es wurde beschlossen, Sofortmassnahmen einzuleiten, die im vorliegenden Bericht kurz beschrieben und im Felde grösstenteils ausgeführt sind. Weiter galt es, Vorschläge für zukünftige Aufgaben zu machen. Auch diese sind im Bericht festgehalten. Nicht zuletzt stellte sich zudem die Frage, inwieweit die bisherigen Aussagen zu Wasserbau und Sicherheit in der zukünftigen Naturlandschaft Sihlwald im Lichte der jüngsten Hochwasserereignisse ihre Richtigkeit behalten.

## 2. Bearbeitung

Erhebung des  
Gefährdungspotentials  
Eichbach 1990-1992

Aufbauend auf die Untersuchung zum Thema "Wasserbau und Sicherheit" [1] wurde 1990 mit der vertieften Untersuchung des Gefährdungspotentials am Beispiel zweier Seitenbäche (Tommen- und Eichbach) begonnen. Unter anderem wurde eine Aussage über die Gefährdungszunahme bei einer vollständigen Renaturierung (Wiederbelebung) gemacht [2, 31. Juli 1991 bzw. rev. 15. Mai 1992]. Als Grundlage dazu wurden diese zwei Seitenbäche eingehend aus hydrologischer, hydraulischer und geotechnischer Sicht beschrieben. Es wurden im weiteren die topographischen

---

Verhältnisse grob festgehalten und eine ausführliche Fotodokumentation erstellt.

Präsentation

Die Arbeit wurde anschliessend an zwei Anlässen vor Vertretern des Kantons, der Stadt, der betroffenen Gemeinden sowie der Hochschule vorgestellt (7. Juli 1992 sowie 21. August 1992; beide sind protokolliert) und separat noch in Kurzform publiziert [3].

93er Hochwasser

Die Auftragnehmer reichten anschliessend eine Offerte für eine flächendeckende Bearbeitung des Sihlwaldes in der vorgegebenen Art ein. Bevor ein Entscheid gefällt werden konnte, ereignete sich dann aber das einleitend beschriebene Hochwasserereignis des 23. Juni 1993.

Erste Resultate präsentiert

Die ersten Resultate der Untersuchung des Hochwasserereignisses wurden im grösseren Rahmen erstmals am 14. September 1993 präsentiert. Anwesend waren Vertreter der betroffenen Gemeinden, der Sihltal-Zürich-Uetliberg Bahn (SZU), des Kantonalen Tiefbauamtes, des Amtes für Gewässerschutz und Wasserbau (AGW) sowie des Stadtforstamtes. Die Sitzung wurde nicht offiziell protokolliert.

Sofortmassnahmen

Anschliessend wurden weitere Sofortmassnahmen projektiert und ausgeführt sowie die Resultate der Untersuchung verfeinert. Ziel des vorliegenden Berichtes ist es unter anderem, die Sofortmassnahmen möglichst vollständig zu dokumentieren.

### **3. Hochwasser vom 23. Juni 1993**

Anhang A Detailbeschrieb

Das Hochwasserereignis ist im Anhang A eingehend und aus der Sicht verschiedener Fachgebiete erläutert. Im Rahmen des vorliegenden Kapitels 3 wird nachfolgend eine Zusammenfassung aufgeführt.

Niederschlagsspitze

"Die Zulaufkanäle der Abwasserreinigungsanlage (ARA) Horgen liefen ungefähr ab 18.30 Uhr an voll - und dann ging das Spektakel so richtig los" lautete in etwa die telefonische Aussage des Kläranlagenverantwortlichen. Radarbilder zeigen, dass sich in der Zeit von 17.30 bis 19.30 Uhr die Niederschlags-Intensitäten südöstlich des Albis deutlich von denen der

---

Umgebung abhoben. Ab 18.30 Uhr war die Horgener Feuerwehr in pausenlosem Einsatz. Um 19.30 Uhr passierte der letzte Zug der Sihltalbahn (SZU) den Durchlass des Eichbaches bei leicht überströmten Geleisen. Der Durchlass wurde nachher zugeschüttet (Anhang C, Bild 14), gemäss Aussage der Verantwortlichen das erste Mal seit der Inbetriebnahme der SZU anfangs dieses Jahrhunderts.

#### Extremabflüsse

Etwa zur gleichen Zeit stellte Stadtforstmeister A. Speich ein starkes Anschwellen der Abflüsse in mehreren Seitenbächen fest. Wenig später ergossen sich dann die Wasser-/Schlammmassen des Schlegeltobelbaches über die Horgener Gemeindestrasse in Richtung Sihlwald Schulhaus (Anhang C, Bild 1). Ennet dem Horgener Berg blockierte ein Rutsch die Nationalstrasse N3.

#### Hydrologische Sicht des Ereignisses

Aus hydrologischer Sicht ist das Ereignis schwierig zu werten, sind doch aus dem Kerngebiet des Sihlwaldes keine Niederschlagsaufzeichnungen bekannt. Der Niederschlagsmesser der ARA Horgen fiel aus; die frühere Anlage der SMA in Sihlwald ist seit einiger Zeit nicht mehr in Betrieb. Messungen aus der Umgebung zeigen keine besonderen Anstiege. Bleibt die grobe Eingabelung aufgrund der Radarbilder, wonach gemäss Anhang A mit einer Niederschlags-Intensitäts-Wiederkehrhäufigkeit von einmal in 20 bis 200 Jahren gerechnet werden muss.

#### Hydraulische Sicht des Ereignisses

Aus der Sicht der Hydraulik präsentiert sich andererseits im Sihlwald ein Glücksfall. Der Durchlass Scheidbachweg etwas bachaufwärts der Sihlmündung des Eichbaches (Anhang C, Bilder 2,11,17,18,19) verstopfte entgegen der Erwartungen nicht. Die Spuren des Aufstaus waren nach dem Ereignis klar und deutlich. Dies und die Tatsache, dass der Auslauf aufgrund der Höhenverhältnisse nicht eingestaut war, lässt den maximalen Durchfluss, wie im Anhang A gezeigt, auf etwa 18 bis 22 m<sup>3</sup>/s nachrechnen. Dies entspricht ungefähr einem spezifischen Abfluss zwischen 14 und 17 m<sup>3</sup>/s . km<sup>2</sup> (entspr. 170 Liter pro Sek. und Hektare) und gehört somit zu den "grössten je beobachteten". (Die Abflussspitze dürfte unter anderem ein Mehrfaches des Starkniederschlag-Ereignisses vom 18./19. Mai des darauffolgenden Jahres betragen haben (Anhang C, Bild 22)).

---

Gewässermorphologische  
Sicht des Ereignisses

Der Augenschein im Gelände und der Vergleich von Fotodokumentationen vor und nachher (Ref. [2] sowie Bilder Anhang C) zeigen, dass die Gerinne vor allem des Eichbaches auf den steileren Strecken eine starke Ausweitung erfahren haben (Anhang C, Bilder 5 und 6). Sehr grosse Materialablagerungen fanden sich mehrheitlich im Staubereich an Hindernissen, vornehmlich Durchlässen, sowie auf Flachstrecken (Anhang C, Bilder 7,8,12,13). Dies war aufgrund der Ausführungen in Ref. [2] zu erwarten. Wie im Anhang A weiter erläutert, sind vermutlich über weite Strecken keine Murgänge aufgetreten. Häufig vorgefundene, grosse saubergespülte Steine auf bewachsenen Böschungen lassen demgemäss darauf schliessen, dass die Transportkraft des Wassers und damit die Abflussmenge enorm gross waren. Die festgestellten Gerinneveränderungen deuten aus morphologischer Sicht auf ein sehr seltenes Ereignis hin.

Seltener als das 50jährige  
Hochwasser

Alle im vorliegenden Kapitel vorgebrachten Überlegungen zeigen, dass es sich beim Unwetter vom 23. Juni 1993 im Sihlwald um ein Extremereignis handelt. Sicher ist das Ereignis seltener als das 50jährige Hochwasser.

#### **4. Schadensbilder**

Vor der Erläuterung der beobachteten Schäden eine Vorbemerkung. Der Begriff Schaden wird hier in einem sehr weiten Sinn gebraucht. Es werden darunter alle Arten von ungewöhnlichen Veränderungen, die durch das Hochwasser verursacht wurden, eingereiht. Dabei bedeuten zahlreiche dieser Schäden keine Schäden im engeren Sinn des Begriffes, nämlich eine Vermögensverminderung. Es handelt sich vielmehr um natürliche Prozesse, die infolge der ungewöhnlich heftigen Regenfälle besonders stark und augenfällig abgelaufen sind.

Es ist zudem zwischen primären und sekundären Schäden, sogenannten Folgeschäden, zu unterscheiden. Unter den primären Schäden sind diejenigen einzureihen, welche von der Ursächlichkeit her einzig durch die Regenfälle bedingt sind. Unter Sekundärschäden werden jene eingeordnet, welche durch einen anderen Schaden verursacht worden sind, z.B. Verstopfen eines Durchlasses, mit der Folge, dass der Bach ausserhalb des eigentlichen Gerinnes abfloss.

---

Nachfolgend werden die typischen Schadensbilder kurz erklärt. Die Kartenskizze im Anhang B gibt eine Übersicht über die räumliche Verteilung der Schäden. Einige Schadensszenarien werden im Anhang C mit Bildern erläutert.

Hangrutsche bei untiefer Felsoberfläche

Besonders an der rechten steilen Talflanke ist dieser Schadentyp sehr verbreitet aufgetreten (Anhang C, Bilder 9,10). Die steile Felsoberfläche weist in den betroffenen Bereichen eine Lockergesteinsüberdeckung von meist lediglich wenigen Dezimetern auf. Mit zunehmender Grösse des Baumbewuchses sind solche Bereiche bei Starkniederschlägen generell abrutschgefährdet. Das Abgleiten erfolgt auf der Felsoberfläche. Direkte Folge dieser Rutsche waren zahlreiche Unterbrüche des Erlenmoosweges und der Tabletenstrasse. An einzelnen Stellen wurden kleinere Nachrutsche beobachtet. Generell stellen diese Rutschgebiete kein gravierendes Problem dar. Es ist allerdings damit zu rechnen, dass bei einem zukünftigen Starkniederschlag an anderen Stellen wieder ähnliche Rutsche auftreten.

Gegenmassnahmen sind mit vertretbarem Aufwand nicht möglich, ausser dass das Netz der gefährdeten Waldstrassen reduziert wird.

Hangrutsche im Lockergestein

Dieser Schadenstyp ist an zahlreichen Stellen an der linken Talflanke aufgetreten. Betroffen waren in erster Linie steile Hangpartien im Bereich von Hanganschnitten bei Waldstrassen oder entlang von Bächen. Die Rutsche sind meist einige Dezimeter bis knapp 1 m tief. Hauptursache dafür ist die Geländeneigung im Bereich des natürlichen Reibungswinkels des vorhandenen Lockergesteins (30 – 35°). Durch die hohe Wassersättigung erfolgt eine zusätzliche Belastung des Hanges; gleichzeitig wird die Stabilität durch auftretende Sickerwasserströmungen abgemindert und die Scherfestigkeit des Lockermaterials kann durch die hohe Sättigung negativ beeinflusst werden. Diese Rutsche haben teilweise zum Unterbruch von Waldstrassen und zu einem hohen Eintrag von Geschiebe und Geschwemmsel (Bäume, Sträucher) in die Bachläufe geführt. An verschiedenen Stellen wurden bekannte Rutschgebiete erneut bzw. verstärkt aktiviert; Nachrutsche und Geländebewegungen waren die Folgen. Die beobachteten Bewegungen nach dem Hochwasser haben sich inzwischen wieder weitgehend beruhigt.

---

Mit derartigen Rutschen ist auch bei künftigen Starkniederschlägen immer wieder zu rechnen. Als Gegenmassnahme können bekannte, besonders gefährdete Bereiche mit einer entsprechenden Bepflanzung (tiefwurzelnde und drainierende Gehölze) stabilisiert werden.

#### Erosionen in Bachgerinnen

Die hohen Abflüsse haben im Bereich der teilweise sehr steilen Bachläufe zu einer verstärkten Erosion in der Bachsohle und an den Talflanken geführt (Anhang C, Bilder 4,6,11,17,19,23). Neben dem damit verbundenen Geschiebeeintrag wurden durch diese Erosionen verschiedene Rutsche (vgl. oben) ausgelöst und bestehende Sicherungsbauwerke (Sperrren, Durchlässe, seitliche Mauern, Sohlenpflasterungen, etc.) zerstört. Durch die Zerstörung dieser Bauwerke wurden die Erosionen zusätzlich begünstigt.

Massnahmen gegen Erosionen im Bachlauf sind nur sehr begrenzt möglich. Ein wesentliches Problem stellt die Zerstörung von Schutzbauwerken bei Extremabflüssen dar, weil dadurch die Gefährdung, verglichen mit der Gefährdung ohne die Anwesenheit der Schutzbauwerke, ansteigen kann. Schutzbauwerke sollten deshalb nur dort eingesetzt werden, wo sie unbedingt nötig sind, und dann hydraulisch, statisch und konstruktiv auf Extremabflüsse ausgelegt werden.

#### Verstopfte Durchlässe

Wie allgemein bekannt und auch in der Studie Gefährdungspotential Tommen- und Eichbach [2] hervorgehoben, sind die Durchlässe für die Seitenbäche bei den Waldstrassen und teilweise auch bei der Sihltalstrasse zu klein, teilweise sind zusätzlich die Einläufe ungünstig ausgebildet. Beim Hochwasser vom 23. Juni 1993 wurden wiederum zahlreiche dieser Durchlässe verstopft (Anhang C, Bilder 8,12,14). Durch verstopfte Durchlässe wurden kostspielige Folgeschäden verursacht. Die aus ihrem Bett auf die Waldstrassen ausgeleiteten Wassermassen haben deutliche Erosionsspuren entlang des Laufes hinterlassen.

Eine erste Massnahme gegen das Verstopfen von Durchlässen ist ein genügend grosser und abflusstechnisch optimal ausgebildeter Quer- und Längsschnitt. Dadurch kann die Gefahr des Verstopfens durch Geschwemmsel oder Geschiebeablagerungen verringert werden. Die entsprechende konstruktive Ausbildung ist jedoch recht kostspielig und in ge-

---

wissen Fällen (Längsgefälle gegen Geschiebeablagerungen) überhaupt nicht möglich. Die sicherste Massnahme ist die Ausbildung einer Furt.

#### Geschiebeablagerungen

Als Folge der starken Erosionen wurde eine entsprechend grosse Geschiebemenge umgesetzt. Feinmaterial (Sand, Silt) wurde in Suspension abtransportiert. Geschiebe – wie in der Studie Gefährdungspotential Tommen- und Eichbach [2] beschrieben – wurde vorwiegend in den flachen Bereichen der Bachläufe oberhalb der Sihltalstrasse abgelagert. So dürfte in den Bachstrecken gerade oberhalb der Vereinigung von vorderem und hinterem Eichbach schätzungsweise 1 m Geschiebe abgelagert worden sein (Anhang C, Bild 13). Insbesondere beim Eichbach wurde auch eine beträchtliche Geschiebemenge bis in die Sihl transportiert und dort bei der Mündung abgelagert (Anhang C, Bild 14). Ein relativ grosser Anteil des bis in die Sihl transportierten Geschiebes – insbesondere die grösseren Blöcke – stammen aus dem Bachabschnitt zwischen Scheidbachweg und Sihltalbahn. Die dort vorhandene Pflasterung mit Blöcken ( $\varnothing$  ca. 20 – 50 cm) wurden nahezu gänzlich zerstört, und es traten bis maximal 2 m tiefe Erosionen auf.

Die Geschiebeablagerungen tragen zu einer starken Dämpfung der Auswirkung eines Extremereignisses bei. Mit Ausnahme der Bereiche, wo sie zur Verstopfung von Durchlässen führen, sind deshalb keine Gegenmassnahmen erforderlich. Bei Durchlässen kann der Gefahr des Verstopfens durch Geschiebeablagerungen durch eine günstige Ausbildung des Gerinnes (Beschleunigungsstrecke, genügende Transportkapazität, kein Rückstau) begegnet werden.

#### Erosionen und Ablagerungen bei Verkehrswegen

Die bedeutendsten Schäden mit hohen Kostenfolgen sind als Folgeschäden nach Verstopfen von Bachdurchlässen aufgetreten. Die Wassermassen sind auf den Verkehrswegen abgeflossen und haben diese überströmt. Die Folge waren starke Erosion der Beläge, der Belagsränder und des Koffermaterials (Anhang C, Bilder 1,12,15,16).

Die vier am schwersten betroffenen Abschnitte von Verkehrswegen waren: die Forststrasse der Gemeinde Horgen oberhalb der Sihlwaldschule und der Erlenmoosweg oberhalb Schüepbach (teilweise schwer beschädigt auf ca. 300 m Länge) an der rechten Talflanke, die Albishornstrasse beim vorderen Eichbach (zerstört auf ca. 300 m Länge) und das Trassee der Sihl-

---

talbahn beim Eichbachdurchlass (Erosionen und Ablagerungen im Schienenkoffer auf ca. 400 m Länge) an der linken Talflanke.

Massnahmen gegen derartige Schäden müssen auf die Verhinderung der primären Schäden – Verstopfen der Durchlässe – abzielen. Dazu müssen die Durchlässe ausgebaut, bzw. durch Furten ergänzt werden (vgl. oben). Selbstverständlich kann das Problem auch durch Aufheben oder Umlegen des Verkehrsweges gelöst werden.

## 5. Sofortmassnahmen

In einer ersten Aktion galt es, nach dem Hochwasser eine Übersicht über die aufgetretenen Schäden zu gewinnen. Aufgrund der durch die Revierförster E. Rhyner und A. Reifler zusammengetragenen Schadensangaben und einer Begehung der Schadensschwerpunkte durch die Herren A. Kocher und A. Steiger, beide Ingenieurgemeinschaft Basler & Hofmann / Andreas Steiger, erfolgte eine erste Beurteilung in Zusammenarbeit mit den Vertretern des Stadtforstamtes, Stadtforstmeister A. Speich und den Revierförstern E. Rhyner und A. Reifler.

Die Sofort- und Instandsetzungsmassnahmen der SZU am Trassee der Sihltalbahn und der Gemeinde Horgen an der Forststrasse werden hier nicht behandelt.

Als Zielsetzung für die Sofortmassnahmen wurde festgelegt:

- Verhindern von weiteren Folgeschäden, insbesondere an den wichtigen Verkehrswegen
- Öffnen der wichtigsten Verkehrswege für den Forst- resp. Privatverkehr.

Unter diesen Zielsetzungen waren von seiten des Stadtforstamtes hauptsächlich an den folgenden Strassenabschnitten Sofortmassnahmen nötig: Öffnen des Erlenmoosweges, der Tabletenstrasse sowie der Birrbodenstrasse. Diese Arbeiten konnten mit Einsatz von Baumaschinen innert weniger Tage erledigt werden. Die Räumung erfolgte durch Aushub und Ablagerung der Rutschmassen im Nahbereich. Ein kleiner Teil des Materials wurde abtransportiert. Am Eichbach waren an zwei Stellen, nämlich

---

zwischen Scheidbachweg und Sihltalstrasse sowie unterhalb der Sihlwaldstrasse, zur Verhinderung weiterer Schäden Sicherungsarbeiten am Bachgerinne nötig (Beschrieb vgl. nachfolgend, Illustration im Anhang C).

Die Sicherungsmassnahmen an den Bächen sollten durch das Personal des Forstamtes ausgeführt und möglichst rasch realisiert werden. Als Bauwerkstyp wurde für die Sicherungsarbeiten deshalb die Holzkastensperre gewählt.

Eichbach  
Scheidbachweg -  
Sihltalstrasse

Hier wurde die frühere Pflasterung durch das Hochwasser zerstört, es traten zudem bis 2 m tiefe Erosionen auf. Das Durchlassbauwerk beim Scheidbachweg war durch die Erosionen gefährdet (Anhang C, Bild 19).

Zur Sicherung dieses Abschnittes wurden drei massive Holzkastensperren erstellt (Anhang C, Bilder 20 bis 22). Die ausführende Forstequipe stand unter Leitung des Revierförsters E. Rhyner. Die Massnahme wurde mit dem Amt für Gewässerschutz des Kantons Zürich besprochen und am 11. Februar 1994 nachträglich formell bewilligt.

(Die Sicherung der Reststrecke bis zur Brücke der SZU wurde anschliessend unabhängig vom Stadtforstamt mit Blockschwellen und Schussrinne bewerkstelligt (Anhang C, Bild 31). Auch die Eichbachmündung in die Sihl ist heute saniert (Anhang C, Bild 32).

Das Gesuch um Bewilligung für die Wiederherstellung der Sperre oberhalb des Scheidbachweges bei der Vereinigung von oberem und unterem Eichbach (Anhang C, Bilder 3 und 4) wurde am 13. Juni 1994 beim Amt für Gewässerschutz und Wasserbau des Kantons Zürich eingereicht. Die Bewilligung wurde am 14. Dezember 1994 erteilt. (Die Sperre ist zum Zeitpunkt der Berichterstattung noch nicht gebaut, Skizze Anhang C, Bild 30).

Sihlwaldstrasse /  
hinterer Eichbach

Nach dem Verstopfen des Durchlasses floss der hintere Eichbach über die Sihlwaldstrasse hinweg wieder in den Bachlauf.

Das Auslaufbauwerk des Durchlasses wurde durch die Wassermassen unterkolkt (Anhang C, Bild 23), zudem wurden direkt anschliessend zwei bis drei alte Sperren zerstört. Das Durchlassbauwerk hätte durch ein weiteres Fortschreiten der Erosion zum Einsturz gebracht werden können. Zur

---

Sicherung wurden deshalb, nach Abschluss der Arbeiten zwischen Scheidbachweg und Sihltalstrasse, durch die gleiche Equipe zwei Holzkastensperren erstellt (Anhang C, Bild 24).

Diese Massnahmen wurden mit dem Amt für Gewässerschutz und Wasserbau besprochen und am 25. Januar 1994 nachträglich formell bewilligt.

Da die Sihlwaldstrasse auch im Rahmen der Naturlandschaft Sihlwald als Fahrstrasse erhalten bleibt, wurde ein neuer Durchlass kombiniert mit einer Furt erstellt (Anhang C, Bild 27). Das entsprechende Projekt wurde am 25. Januar 1994 vom Amt für Gewässerschutz des Kantons Zürich bewilligt.

Unterhalb der zwei neu erstellten Holzsperrern waren bis anhin sieben alte, teilweise stark baufällige Sperrern vorhanden (Anhang C, Bild 25). Von einer Erneuerung, bzw. Instandsetzung dieser Sperrern wurde bereits vor dem Hochwasser 1993 gesprochen. Ein entsprechendes Projekt wurde am 18. Mai 1994 zur Bewilligung an das Amt für Gewässerschutz und Wasserbau des Kantons Zürich eingereicht. Die Bewilligung wurde am 14. Dezember 1994 erteilt. Die Sperrern sind in der Zwischenzeit realisiert worden (Anhang C, Bild 26).

Albishornstrasse

Die Albishornstrasse ist heute wieder befahren. Die Durchlässe sind wo nötig neu erstellt und mit Furten kombiniert worden (Anhang C, Bild 28).

Wasserleitung

Die Wasserleitung der Wasserfassung oberhalb des Eichbachtobels wurde wieder zugedeckt und der entsprechende Bachabschnitt saniert (Anhang C, Bild 29).

## 6. Ergänzende Bemerkungen

Fürs erste spektakuläre Schadenbilder

Das Hochwasser vom 23. Juni 1993 führte zu etwelchen, zumindest fürs erste, spektakulären Schadenbildern. Die Frage nach dem Unterhalt der Seitenbäche bzw. dem Hochwasserrisiko infolge der geplanten Naturlandschaft Sihlwald wurde einmal mehr verschiedentlich und mit Nachdruck gestellt.

Schäden aus über-  
geordneter Sicht  
aber mässig

Zum jetzigen Zeitpunkt, rund zwei Jahre nach dem Ereignis, ist die Aktualität reduziert, die Fragestellung aber die gleiche geblieben. Die totale Summe der Schadenbehebung ist den Berichterstattem nicht bekannt. Was aber bekannt ist, ist die Tatsache, dass das Hochwasserereignis vom 23. Juni 1993 ein Extremereignis war, eindeutig seltener als einmal in 50 Jahren. Wenn man dies in Betracht zieht, dann sind die aufgetretenen Schäden als mässig zu beurteilen, sowohl bezüglich verursachter Behinderungen, als auch aus wirtschaftlicher Sicht.

Naturlandschaft nicht  
'schuldig'

Abgesehen von der Seltenheit des Ereignisses sind die Schäden an den Gerinnen nicht eine Folge der geplanten Naturlandschaft Sihlwald, sondern des momentanen Zustandes der Seitenbäche. Wollte man andererseits entlang aller Bäche bauliche Vorkehrungen gegen ein Ereignis der Gröszenordnung 23. Juni 1993 treffen, so würde das eine Verbauungssumme beanspruchen, die sicher ein Vielfaches der potentiellen Schadensumme wäre. Dies wiederum entspräche keinesfalls der neuen Philosophie des Hochwasserschutzes, wie sie sich in der Schweiz seit anfangs der 90er Jahre bis auf Bundesebene langsam einspielt, nämlich primär planerische Massnahmen, sekundär gezielter Unterhalt und erst in dritter Priorität bauliche Sicherungsmassnahmen zu treffen.

Heute am Eichbach  
günstige Risikosituation

Mit den als Sofortmassnahmen am Eichbach bis heute grösstenteils ausgeführten Arbeiten ist ein grösserer Sicherheitsgrad als vor dem 93er Hochwasser erreicht. Einige Bauwerke mögen zwar aus der Sicht der "Natur" als "massiv" empfunden werden, aber andererseits sind viele der Zwischenstrecken natürlicherweise "renaturiert bzw. wiederbelebt" worden. Wenn auch nicht ohne weiteres kopierbar, wäre damit ein möglicher Vergleichszustand für das restliche Sihlwaldgebiet gegeben.

Flächendeckende  
Untersuchung des  
Sihlwaldgebietes empfohlen

Falls für die zukünftige Planung flächendeckend vorgegangen werden soll, sollte die als Ref. [2] angegebene, kostengünstige Methodik zur Untersuchung und Bewertung des Ist-Zustandes angewendet werden. Die noch auszuführenden Massnahmen könnten dann entsprechend der Sicherheitsbedürfnisse für die betroffenen Infrastrukturanlagen, inklusive der wichtigen Waldstrassen, optimal getroffen werden.

---

Abschliessend darf gesagt werden, dass die Aussagen der obenerwähnten Untersuchung [2] anfangs der 90er Jahre an den Seitenbächen Eichbach und Tommenbach im Rahmen der zu erwartenden Genauigkeit bestätigt wurden. Und bewahrheitet hat sich auch die Aussage in Ref. [1], dass das Sichselbstüberlassen des Sihlwaldes im Rahmen der Naturlandschaft Sihlwald aus wasserbaulichen und sicherheitstechnischen Gründen machbar und vertretbar ist, wenn sorgfältig und differenziert vorgegangen wird.

## Literaturhinweise

- [1] Naturlandschaft Sihlwald, Teilprojekt "Wasserbau und Sicherheit". Basler & Hofmann, im Auftrag Stadtforstamt Zürich. Nov. 1988
- [2] Naturlandschaft Sihlwald, Seitenbäche Gefahrenpotential, aufgezeigt an den Beispielen Tommenbach und Eichbach, Basler & Hofmann und Andreas Steiger, im Auftrag Stadtforstamt Zürich sowie Amt für Gewässerschutz und Wasserbau Kanton Zürich, 31. Juli 1991, rev. 15. Mai 1992
- [3] Andreas Steiger und Heinz Willi Weiss: Beurteilung des Gefährdungspotentials von Seitenbächen. "wasser, energie, luft", 85. Jahrgang, Heft 7/8, Baden 1993

**Seltenheit des Sihlwald-Hochwasser-Ereignisses  
vom 23. Juni 1993**

Hydrologische, hydraulische und gewässermorphologische Erläuterungen

## **ANHANG A**

### **SELTENHEIT DES SIHLWALD- HOCHWASSER-EREIGNISSES 23.6.93**

#### **A ZIEL AUSGANGSLAGE LÖSUNGSWEG**

Das Hochwasser, das sich am Abend des 23.6.93 aus den Bächen des Sihlwaldes ergoss, zeichnet sich durch eine ausserordentliche Heftigkeit aus. Seit Menschengedenken wurde nämlich die Sihlthalbahn nicht mehr in dem Ausmass verschüttet, als es an diesem Abend geschah.

Naturereignissen ist eigen, dass sie je heftiger desto seltener auftreten. Bei wirtschaftlichem Abwägen zwischen den Aufwendungen zur Schadens-Minderung und den Kosten eines sehr seltenen Schadens /1/ reicht das Mass 'Menschengedenken' nicht aus. Man will sich auf konkrete Zahlen über die Grössenordnung der durchschnittlich Anzahl Jahre stützen, die zwischen schadenbringenden Hochwasserereignissen verstreicht.

Zur Bestimmung der Heftigkeit und daraus der Seltenheit, ausgedrückt durch die Wiederkehrzeit oder Jährlichkeit, bieten sich mehrere Hochwassermerkmale /2/ an:

- die Abflussspitze als wohl wesentlichstes Kriterium dafür, ob ein Fließgewässer in seinem Bett bleibt;
- die Bettveränderungen und transportierten Feststoffmassen als Folge hohen, seltenen Abflusses;
- der Niederschlag als ursprüngliche Ursache des Hochwassers, wobei aber der gleiche Niederschlag nicht immer zu gleichen Abflüssen führen muss, wird doch seine Wirkung stark durch die 'Vorgeschichte' beeinflusst. Diese Vorgeschichte drückt aus, wie stark die Speicher eines Einzugsgebietes durch vorangehende Regen bereits gefüllt und dadurch die Abfluss-Bereitschaft des Gebietes erhöht ist.

Die 'Beweisführung' bevorzugt grundsätzlich die 'Indizien' in obiger Reihenfolge. Jedoch muss von Ereignis zu Ereignis geklärt werden, wie zuverlässig die Aussagekraft der einzelnen Merkmale einzustufen ist.

## **B AUSSAGEKRAFT DER VERSCHIEDENEN HOCHWASSERMERKMALE**

### **B.1 ABFLUSS**

Keine Abfluss- oder Wasserstands-Beobachtungs-Station im Gebiet,

aber Hochwassermarken an Stellen,  
geeignet zur hydraulischen Interpretation.

### **B.2 BETTBILDUNG UND TRANSPORT**

Augenfällig starke Bettveränderungen,  
die gute qualitative Beurteilung erlauben

Gute Bilddokumentation über die Korngrösse transportierter  
und unbewegter Blöcke lässt  
eine Eingrenzung des Transportvermögens zu.

### **B.3 NIEDERSCHLAG UND VORGESCHICHTE**

Keine Niederschlags-Beobachtungsstation im Gebiet,  
nächstgelegene Radarstation eher zu nahe (< 5km vom  
Radarstandort 'Langnauer Kopf') und mit eher zu grober  
Auflösung (1 Pixel  $\approx$  2kmx2km),

weshalb nur geringe Aussagekraft der Extrapolation von  
den umgebenden Messstationen

**C ABFLUSS: AUSWERTUNG HOCHWASSER-MARKEN**

Hochwassermarken, Längsprofil-Aufnahmen, Gewissheit des stets uneingeengten Querschnittes durch den zweiten Durchlass legen nahe, den Durchfluss an dieser Stelle, dem Tor des Einzugsgebietes aufgrund einfachen hydraulischen Ansatzes - der Energie-Erhaltung nach Bernoulli (/3/, 11-2f) - zu bestimmen.

Die so ermittelte Durchflussmenge ist im wesentlichen durch zwei Annahmen beeinflusst:

- Eintrittsverluste am Durchlass-Einlauf, beeinflusst durch die Zuflussgeschwindigkeit und quantifiziert durch den Verlustbeiwert und
- Reibungsverluste im Durchlassrohr, quantifiziert durch den Stricklerschen Geschwindigkeitsbeiwert

Die noch erforderlichen Annahmen bezüglich Stricklerschem Geschwindigkeitsbeiwert (/3/, 10-28) und Eintritts- bzw. Verengungsverlust (/3/, 10-31) beruhen auf Erfahrung und werden innerhalb plausibler Grenzen variiert:

$$k_{str} = 50 \dots 70$$

$$\text{Verengungs-/Eintritts-Beiwert} = 0.25 \dots 0.4$$

$$\text{Wassergeschwindigkeit im Oberwasser} 0 \dots 3\text{m/s}$$

Durchlassquerschnitt voll benetzt,

bei Annahme eines  $k_{str}$ -Wertes von 70  
und Durchfluss von  $20 \text{ m}^3/\text{s}$   
sinkt theoretisch die Wassertiefe von 2m auf 1.8m ab,  
was aber wegen der Instabilität des Freispiegel-Abflusses  
kaum eintritt!

**Ergebnis:**

Die hydraulisch bestimmte Durchflussmenge liegt zwischen

$$18 \text{ und } 22 \text{ m}^3/\text{s}$$

die zugehörige Abflussspende liegt zwischen

$$14 \text{ und } 17 \text{ m}^3/\text{s}\cdot\text{km}$$

und zählt somit zu den grössten je beobachteten (/4/, Beilage 9)

#### D BETTBILDUNG UND TRANSPORTKRAFT

Der Augenschein im Gelände und der Vergleich von Foto-Dokumentationen der Zustände vor /1/ und nach dem Ereignis zeigt, dass sämtliche Gerinne eine starke Ausweitung erfahren haben und Materialablagerungen nur im Stau an Hindernissen, mehrheitlich Durchlässen, auftraten.

Die Beobachtungen im Felde weisen auch darauf hin, dass über weite Strecken entweder keine Murgänge auftraten oder dann im Nachgang zu diesen noch sehr grosse Wassermengen auftraten, da kaum typische Murgang-Wälle angetroffen werden. Trotzdem finden sich recht häufig grosse, saubergespülte Steine auf bewachsenen Böschungen. Es muss also allein aufgrund der Transportkraft eine ausserordentlich grosse Wassermenge abgeflossen sein.

Zudem muss der letzte Abfluss mit vergleichbarer Transportkraft sehr weit zurückliegen, dauert es doch mindestens Jahrzehnte, bis die Gerinne durch häufige, lokale Prozesse wieder auf die Masse vor dem Ereignis zuwachsen.

## E NIEDERSCHLAG UND VORGESCHICHTE

Die Dürftigkeit der diesbezüglichen Datengrundlagen stellte sich rasch heraus, standen doch nur einige benachbarte SMA-Stationen und Radardaten zur Verfügung /D1/ /D2/.

Trotzdem wurde für die Station Wädenswil eine Intensitäts-Ganglinie für die massgebliche Zeit ins Niederschlags-Intensitäts-Diagramm der Station 'Sihlwald' (/5/, Bd.2, Nr.2.53 zurzeit ausser Betrieb) eingezeichnet und festgestellt, dass es sich dabei nicht um 'seltene' Niederschläge handeln kann. Auf der Station Luzern wurden am gleichen Tag jedoch im frühen Nachmittag bedeutend höhere Werte registriert.

Die quantitativ heikle Aussagekraft der Radar-Daten erlauben für das Einzugsgebiet (siehe B.3) nur eine überschlägliche Auswertung:

- die Intensitätsskala wird ohne Vergleich mit einer 'Boden-Station' von den zugestellten Bildern direkt übernommen und die obere und untere Bandbreite des Grautons als einzelnen Intensitäts-Stufe ins Intensitätsdiagramm eingetragen.
- der zeitlich-örtliche Intensitätsverlauf entspricht dem Ereignis-Verlauf. Die Radarbilder zeigen, dass sich in der Zeit von 1730 bis 1930 die Niederschlags-Intensitäten südöstlich des Albis gegenüber der Umgebung deutlich abheben. Dies bestätigen Beobachter in der Gegend:
  - 1700 Niederschlagsanstieg in Birmensdorf
    - bis dahin 15.6 mm
    - bis 17<sup>00</sup> 15.6 mm
    - bis 18<sup>00</sup> 16.0 mm
    - bis 20<sup>30</sup> 20.0 mm
    - bis 20<sup>45</sup> 30.6 mm
  - 1800 Niederschlagsanstieg in Mettmenstetten (Hr Lang-AGW, Zürich, 01/259 39 54);
  - 1800 markanter Anstieg des Zuflusses der ARA Horgen
  - Ab 1830 Horgener Feuerwehr in pausenlosem Einsatz, und in der ARA 'ging alles drunter und drüber' (Hr Schuhmacher, ARA Horgen, 01/725 14 18);
  - Um 1930 passiert der letzte Zug den Durchlass des Eichbaches bei bereits leicht überströmten Geleisen. Anschliessend muss die Überschüttung erfolgt sein.
  - Um 2030 soll der Spuk vorüber gewesen sein.

**Ergebnis:**

Das Niederschlags-Intensitäts-Diagramm Wädenswil

bleibt im Bereich der häufigsten Jahres-Höchstwerte,

Wiederkehrintervall = Jährlichkeit = 2.33 Jahre

Niederschlags-Intensitäts-Diagramm 'Radar-niedere-Intensität'

erreicht für 2-Stunden-Block-Regen das

Wiederkehrintervall = Jährlichkeit = 20 Jahre

Niederschlags-Intensitäts-Diagramm 'Radar-höhere-Intensität'

erreicht für 2-Stunden-Block-Regen das

Wiederkehrintervall = Jährlichkeit = 200 Jahre

---

Wir legen Wert auf die Feststellung, dass die Interpretationen und Beurteilungen auf aller einfachsten theoretischen Ansätzen und Überlegungen beruhen und deshalb bei allfällig eingehenderer Betrachtung modifiziert werden müssen.

**QUELLEN**

**F.1 DATEN**

/D1/ JOSS, J., 18.8.91:

Radar CH - Dole und Albis 23.6.93 1600-2100  
 - Instituto svizzero di meteorologia, Osservatorio Ticinese, Via ai Monti, 6605 Locarno-Monti, 093/326 310.

/D2/ FELIX, V., 18.8.93:

Niederschlagsdaten von den Niederschlagsstationen: Langnau am Albis und Hausen am Albis und von den ANETZ-Stationen: Buchs-Suhr, Luzern, Zürich-SMA und Wädenswil.  
 - Schweizerische Meteorologische Anstalt SMA, Aktuelles und Vergangenes Wetter bzw. Sektion Daten, Postfach 514, 8044 Zürich, 01/256 94 20.

<u>Station</u>	<u>Zeit: 21.6.93</u>	<u>22.6.93</u>	<u>23.6.93</u>
Langnau am Albis	Tagessumme	Tagessumme	Tagessumme
Wädenswil	Tagessumme	Tagessumme	Tagessumme Stundensummen 10-min-Summen
Hausen am Albis	Tagessumme	Tagessumme	Tagessumme Stundensummen 10-min-Summen
Zürich SMA			Tagessumme Stundensummen und für 1500-2300 10-min-Summen
Luzern			Tagessumme Stundensummen 1500-2300 10-min-Summen
Buchs-Suhr			Tagessumme Stundensummen 1500-2300 10-min-Summen

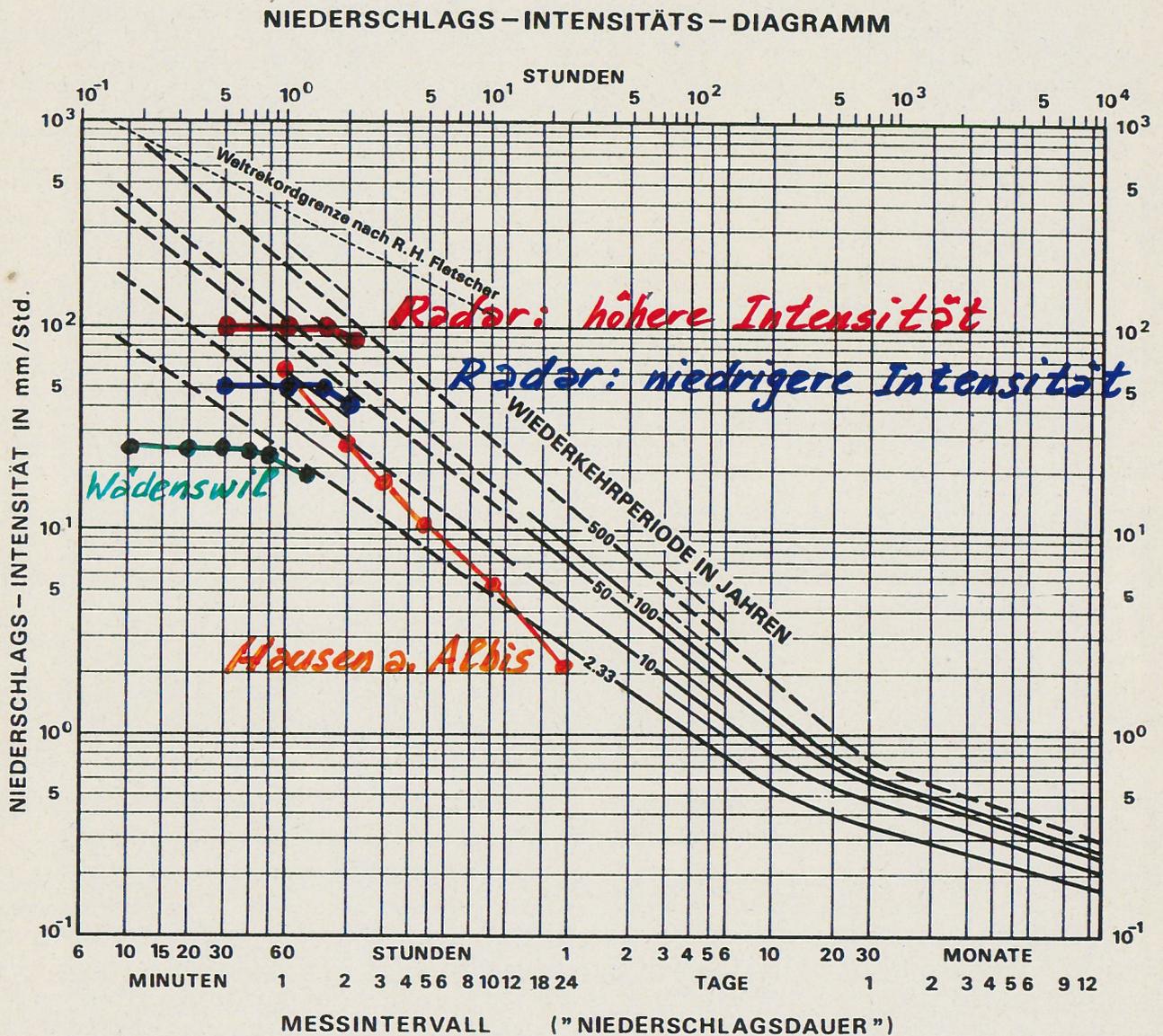
## F.2 LITERATUR

- /1/ BASLER & HOFMANN, AST/FAE/HWW, 1991:  
Naturlandschaft Sihlwald - Wasserbau und Sicherheit -  
Seitenbäche Gefährdungspotential (unveröffentlicht).  
- Stadtforstamt Zürich, Amt für Gewässerschutz und Wasser-  
bau des Kantons Zürich.
  
- /2/ BASLER & HOFMANN, ISI/HWW/FG, 1992:  
Begriffsklärung 'Katastrophe' (unveröffentlicht).  
- Zentralstelle für Katastrophenhilfe und Gesamtverteidigung  
des Kantons Bern, Bern.
  
- /3/ DRACOS, Th., 1987:  
Hydraulik - Vorlesungsunterlagen  
- vdf Verlag der Fachvereine, Zürich.
  
- /4/ EIDG. AMT FÜR STRASSEN- UND FLUSSBAU, 1974  
Die grössten bis zum Jahre 1969 beobachteten Abflussmengen  
von schweizerischen Gewässern.  
- Edg. Drucksachen- und Materialzentrale, Bern.
  
- /5/ ZELLER, J., GEIGER H. und RÖTHLISBERGER G., 1976/91  
Starkniederschläge des Schweizerischen Alpen- und Alpenrand-  
gebietes.  
- Eidgenössische Anstalt für das forstliche Versuchswesen,  
Bd.2, Birmensdorf.



FIG. A.3

Niederschlags-Intensitäts-Kurven gemäss Radar- und Niederschlagsmessungen, eingetragen ins Intensitäts-Diagramm 2.53 aus /5/.

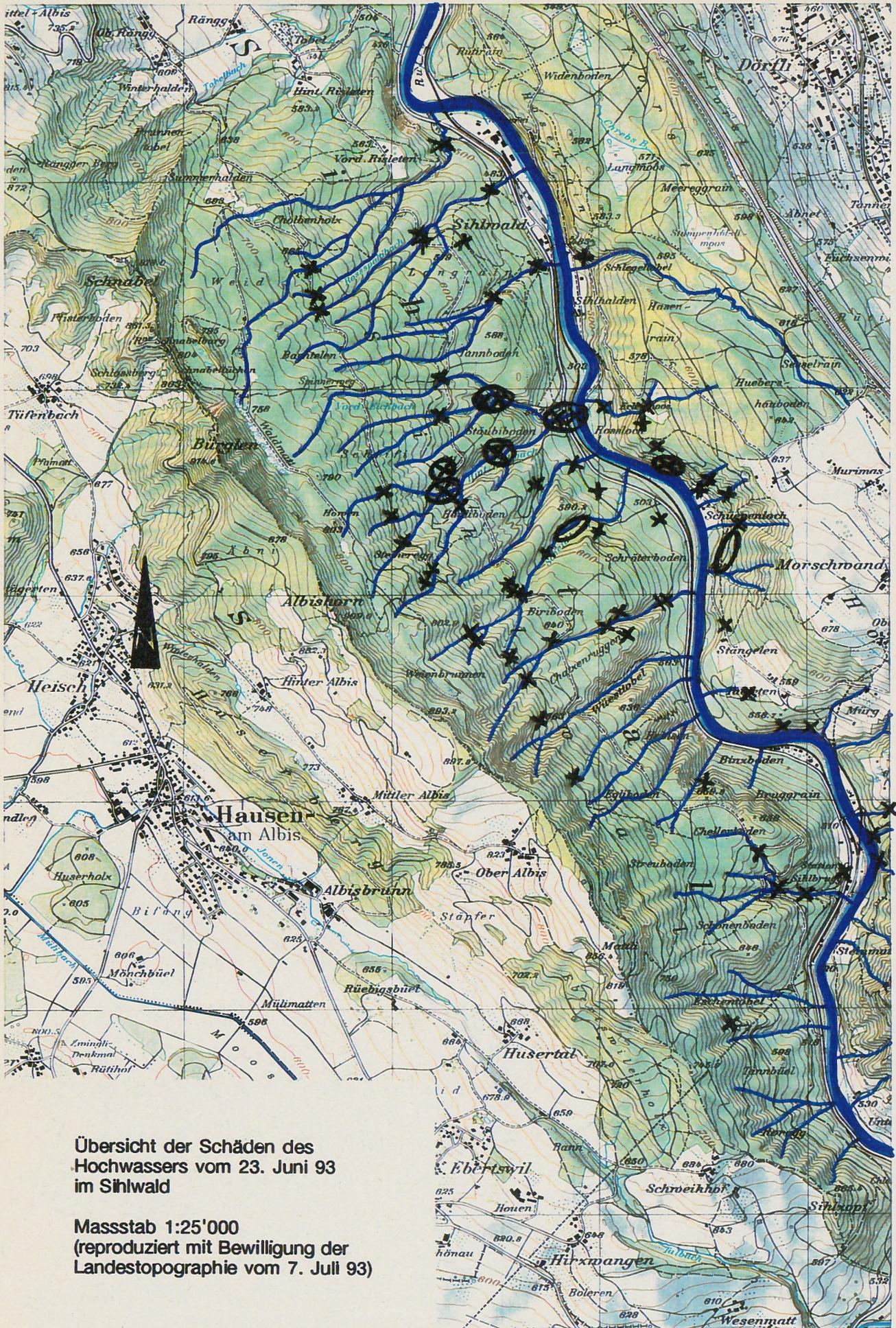


2.53.2

## Übersicht über die Schadenorte

Übersicht der Schäden des  
Hochwassers vom 23. Juni 93  
im Sihlwald

Massstab 1:25'000  
(reproduziert mit Bewilligung der  
Landestopographie vom 7. Juli 93)



Übersicht der Schäden des  
Hochwassers vom 23. Juni 93  
im Sihlwald

Masstab 1:25'000  
(reproduziert mit Bewilligung der  
Landestopographie vom 7. Juli 93)

**Fotodokumentation**

**Bild 1: Schlegeltobelbach fliesst auf Gemeindestrasse Horgen (genannt Forststrasse) ab (Foto Hr. A. Gmür, Sihlwald, 23.6.95, abends)**



**Bild 2: Durchlass Scheidbachweg am Eichbach. Infolge des frühzeitigen Aufstaus verstopfte der Durchlass nicht und konnte zur Eichung verwendet werden. Hochwasserspuren sind noch deutlich erkennbar.**



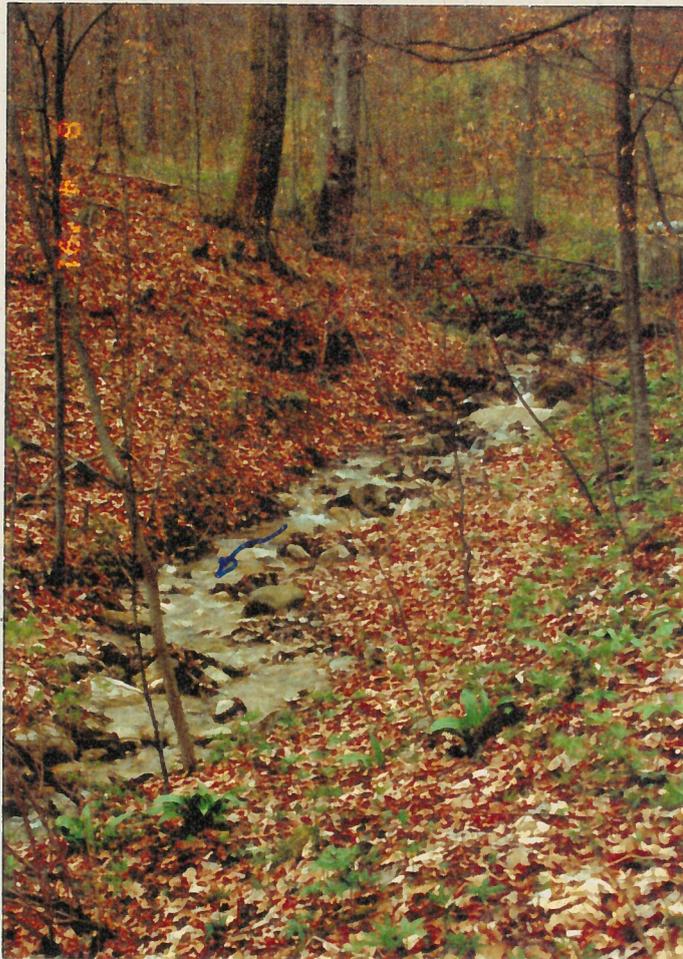


*Bild 3: Sperre beim Zusammenfluss vorderer und hinterer Eichbach gerade bachaufwärts des Durchlasses Scheidbachweg (3.4.91)*



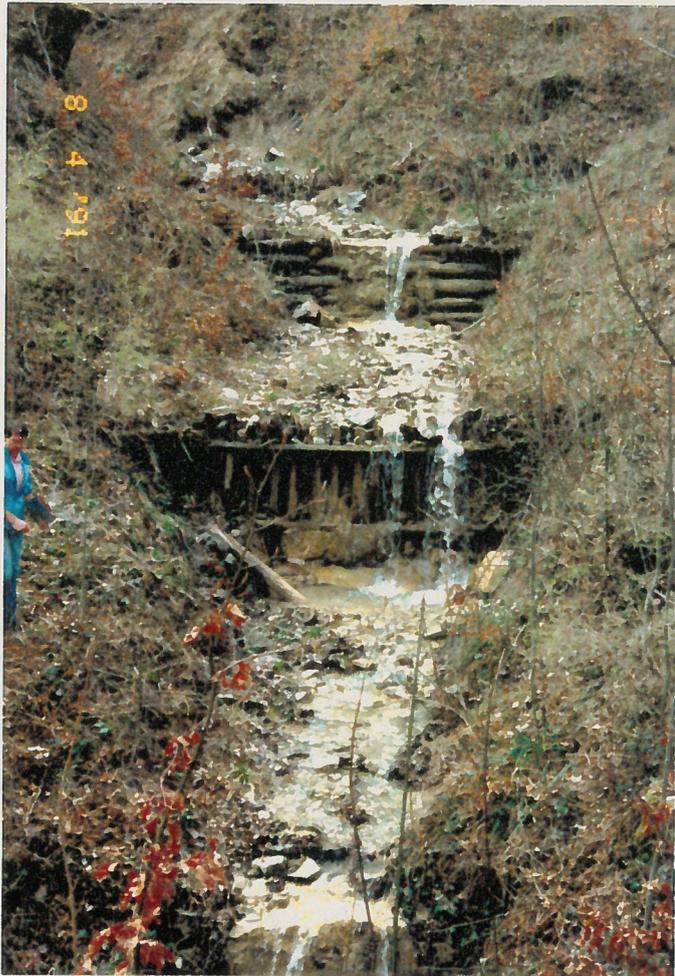
*Bild 4: Gleiche Sperrstelle wie oben, nach dem Hochwasser vom 23. Juni 93 (6.8.93)*

*Bild 5: Vorderer Eichbach  
bei der Wasserfassung  
oberhalb des Eichbach-  
tobels (8.4.91)*

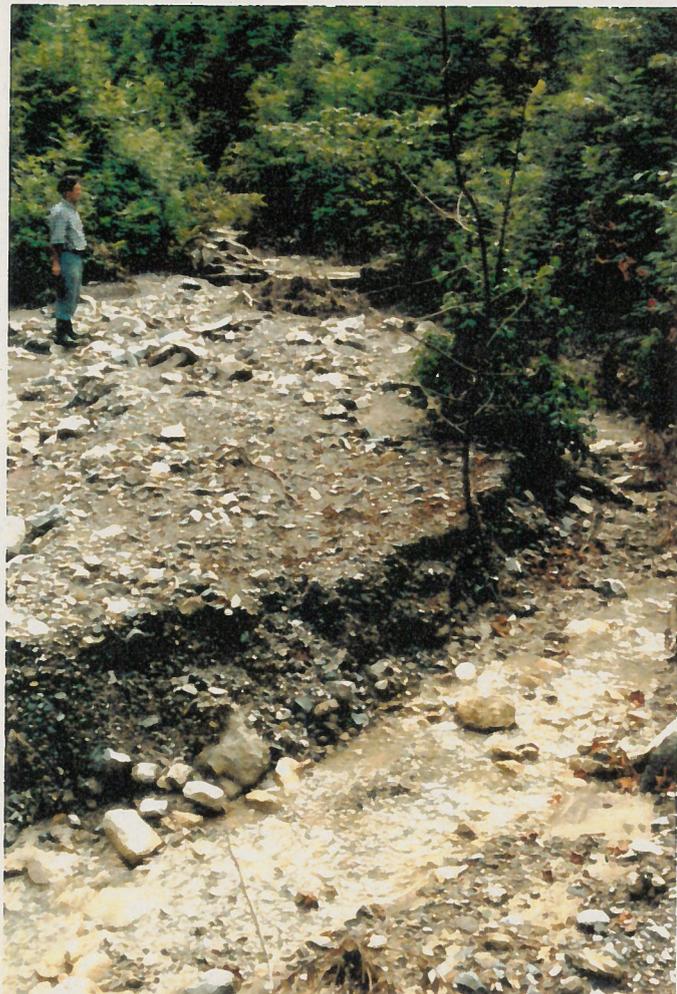


*Bild 6: Gleiche Strecke wie oben, mit freigelegter Wasserleitung (6.8.93)*

**Bild 7: Hinterer Eichbach  
oberhalb Sihlwaldstrasse  
(8.4.91)**



**Bild 8: Gleiche Bach-  
strecke, fast gänzlich  
aufgelandet (6.8.93)**





*Bild 9: Rutsch auf untiefer Felsoberfläche, der den Erlenmoosweg unterbrochen hat  
(25.6.93)*



*Bild 10: Rutsch auf untiefer Felsoberfläche, der den Erlenmoosweg unterbrochen hat  
(25.6.93)*



*Bild 11: Starke Erosionen nach Durchlass Scheidbachweg nach Zerstörung der Pflasterung (24.6.93)*



*Bild 12: Verstopfter Durchlass des vorderen Eichbaches bei der Albishornstrasse (24.6.93)*



*Bild 13: Geschiebeablagerungen in der Flachstrecke des hinteren Eichbaches wenig oberhalb der Vereinigung mit dem vorderen Eichbach (24.6.93)*



*Bild 14: Geschiebeablagerungen in der Sihl bei der Mündung des Eichbaches (24.6.93)*



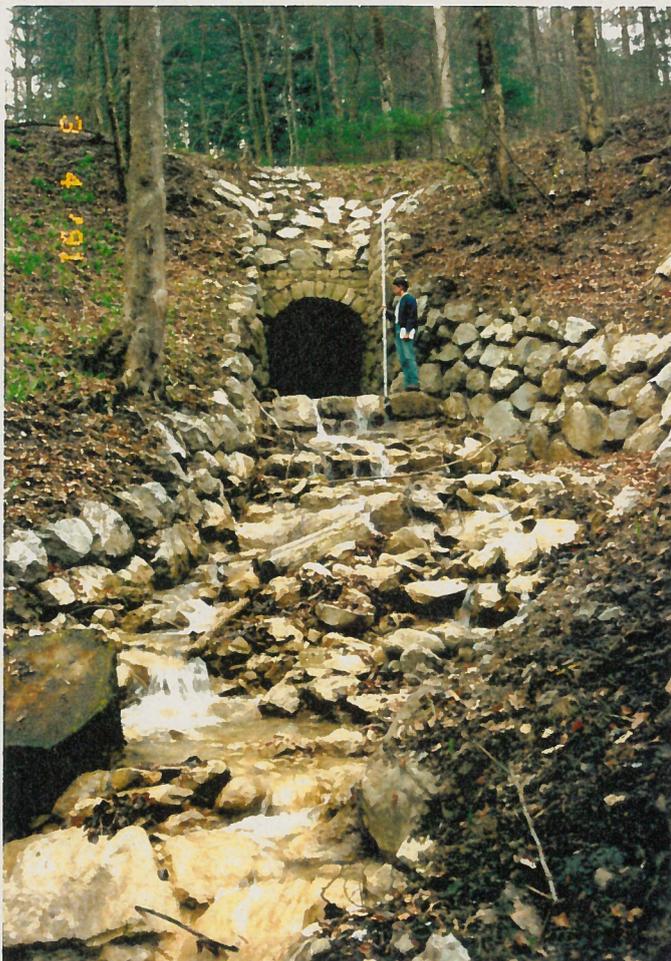
*Bild 15: Erosionen am Erlenmoosweg (25.6.93)*



*Bild 16: Erosionen an der Albishornstrasse (24.6.93)*



*Bild 17: Unterwasserseite Durchlass Scheidbachweg am 4.6.87*



*Bild 18: Unterwasserstrecke Durchlass Scheidbachweg nach Verbauung Ende der 80er Jahre (3.4.91). Die Verbauung hat dem Hochwasser vom 23.6.93 nicht standgehalten.*



*Bild 19: Starke Erosionen und Kolkerscheinungen beim Durchlass Scheidbachweg (25.6.93)*



*Bild 20: Fertiggestellte Holzsperrre beim Durchlass Scheidbachweg (20.9.93)*



*Bild 21: Sperrentreppe zwischen Durchlass Scheidbachweg und Sihltalstrasse, kurz vor Fertigstellung (20.9.93) [siehe auch Bilder 17, 18, 19 und 20]*



*Bild 22: Sperrentreppe zwischen Scheidbachweg und Sihltalstrasse nach der Belastungsprobe vom 18./19. Mai 94 (20.5.94)*



*Bild 23: Starke Erosionen und Kolkerscheinungen beim verstopften Durchlass des hinteren Eichbaches unterhalb der Sihlwaldstrasse (24.6.93)*



*Bild 24: Fertiggestellte Sperrentreppe unterhalb der Sihlwaldstrasse im April 1994 (4.1.94)*



*Bild 25: Schadhafte und teilweise zerstörte alte Sperren unterhalb der neu erstellten Sperrentreppe (oben im Bild) unterhalb der Sihlwaldstrasse am hinteren Eichbach (10.1.94)*



*Bild 26: Gesamtübersicht der neu erstellten Sperren unterhalb der Sihlwaldstrasse am hinteren Eichbach (10.8.95)*

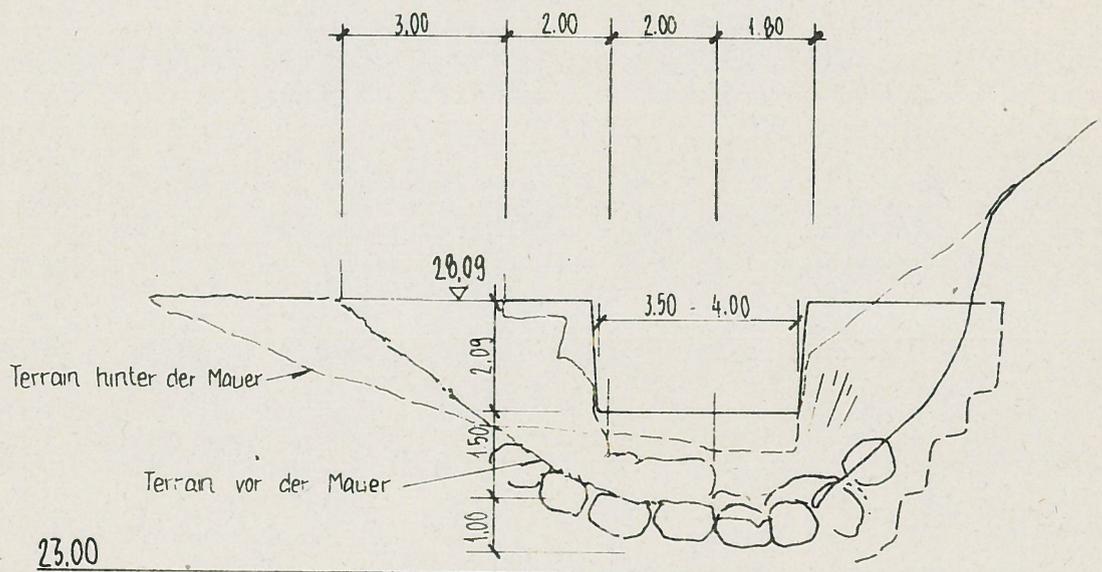


*Bild 27: Furt Sihlwaldstrasse am hinteren Eichbach (10.8.95)*



*Bild 28: Albishornstrasse, instandgesetztes Teilstück mit Furt (19.5.95)*

**Bild 29: Vorderer Eichbach, instandgestellt im Bereich der Wasserfassung oberhalb des Eichbachtobels (19.5.95) [siehe auch Bilder 5 und 6]**



**Bild 30: Neue Sperre nach dem Zusammenfluss vorderer und hinterer Eichbach gerade oberhalb des Scheidbachweges (Projekt) [siehe auch Bilder 3 und 4]**

**Bild 31: Eichbach zwischen Durchlass Scheidbachweg und SZU-Brücke, mit Holz- und Blockverbau (18.8.95)**



**Bild 32: Eichbachmündung in die Sihl (19.5.95) [siehe auch Bild 14]**

Sofortmassnahme Schadenbeheb

Längenprofile und Querprofile 1:100 D

Durchlass Scheidbachweg

**Basler & Hofr**  
Ingenieure und Planer  
CH-8029 Zürich Forchst  
Tel. 01 387 11 22 Fax 01

Datum: 25. 8. 93

Format: 30 x 50

Gez.

$$H_0 = \underbrace{z_0 + h_0}_{z_{W0}} + \frac{v_0^2}{2g} = H_u + \Delta H_E$$

$$H_u = \underbrace{z_u + h_u}_{z_{Wu}} + \frac{v_u^2}{2g} \quad \Delta H_E = \sum R \cdot \frac{v_u^2}{2g} + \sum E \cdot \frac{v_u^2}{2g}$$

$$H = z_{W0} - z_{Wu} = \frac{v_u^2}{2g} \left( 1 - \left( \frac{A_u}{A_0} \right)^2 + \sum R + \sum E \right) = 1.9m$$

Fall	Stelle	$z_{Wsp}$	$\frac{v^2}{2g}$	$H_E$	$\Delta H_E$	$\Delta H_{E_{Einl.}}$	$\Delta H_{E_{Reib.}}$
<u>Tiefster plausibler Abfluss</u>							
$Q = 18 m^3/s$	$k_{Skr} = 50$	oben	25.95	0	25.95		
$v_0 = 0$	$\sum E = 0.5$				0.87	0.52	0.38
$v_u = 4.5 m/s$	$\sum R = 0.37$	unten	24.05	1.03	25.08		
<u>Höchster plausibler Abfluss</u>							
$Q = 22 m^3/s$	$k_{Skr} = 70$	oben	25.95	0.4	26.35		
$v_0 = 1/2 v_u = 2.8$	$\sum E = 0.25$				0.70	0.40	0.30
$v_u = 5.6 m/s$	$\sum R = 0.19$	unten	24.05	1.6	25.65		
B&H/ISI/15.4.94							

$$v_u = \sqrt{\frac{2g \cdot H}{1 - \left( \frac{A_u}{A_0} \right)^2 + \sum R + \sum E}}$$

$$Q = A_0 \cdot v_0 = A_u \cdot v_u$$

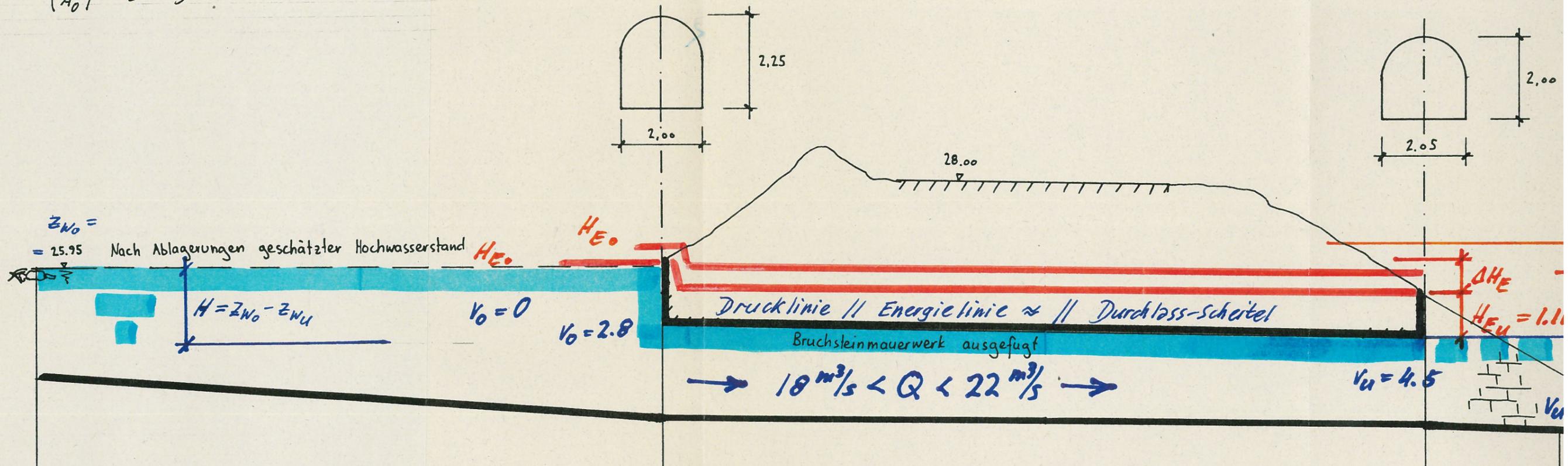


FIG. A.1

Situation mit hydraulischem Ansatz zur Durchflussbestimmung

Horizont	18.00				
Distanzen		- 15.10 -		- 18.50 -	- 3.25 -
Terrainhöhen	23.32		22.32		22.05

$$I_s = 0.0146$$

