

# Analyse und Einordnung des Hochwassers vom 2. Mai 2013 in Schaffhausen und der Umgebung

Schwerpunkt  
Freudentalbach, Durach und Dorfbach Herblingen



*Hochwasser vom 2.5.2013: Von der Autobahnbrücke der A4 stürzt das Wasser des Freudentalbachs auf die Unterführung beim Logierhaus Schaffhausen  
(Bild: Barbara Jaquet)*

Auftraggeber:  
Kanton Schaffhausen, Baudepartement,  
Tiefbauamt

Bericht: 13/174

Reinach, Juli 2013

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b> .....	<b>3</b>
1.1	Problemstellung.....	3
<b>2</b>	<b>Verwendete Daten und Unterlagen, Informanten</b> .....	<b>7</b>
2.1	Verwendete Daten und Unterlagen.....	7
2.2	Gewährspersonen.....	8
<b>3</b>	<b>Zeitlicher Ablauf des Ereignisses</b> .....	<b>9</b>
3.1	Überblick über das Ereignis .....	9
3.2	Verlauf des Hochwassers beim Tierheim Buchbrunnen und beim kantonalen Werkhof.....	12
3.3	Verlauf des Hochwassers im Mühletal und Schaffhauser Innenstadt.....	13
3.4	Verlauf des Hochwassers am Dorfbach Herblingen.....	14
3.5	Schwemmholz.....	14
<b>4</b>	<b>Das Niederschlagsgeschehen am 2. Mai 2013</b> .....	<b>15</b>
4.1	Einleitung.....	15
4.2	Vorgeschichte des Ereignisses.....	16
4.3	Wetterlage am 2. Mai 2013.....	18
4.4	Analyse des räumlich – zeitlichen Niederschlagsverlaufs.....	18
4.4.1	Überblick.....	18
4.4.2	Räumliche Niederschlagsverteilung.....	19
4.4.3	Zeitliche Niederschlagsverteilung.....	21
4.5	Vergleich des Niederschlags vom 2. Mai 2013 mit Extremniederschlägen kurzer Dauer in der Schweiz und Einordnung.....	23
4.6	Folgerungen.....	25
<b>5</b>	<b>Abflüsse beim Hochwasser vom 2. Mai 2013</b> .....	<b>26</b>
5.1	Einleitung.....	26
5.2	Pegelmessungen und abgeschätzte Abflussspitzen.....	26
5.2.1	Pegel Durach – Merishausen.....	26
5.2.2	Abfluss der Durach bei Klosterwisen (oberhalb Einmündung Freudentalbach).....	27
5.2.3	Abfluss des Freudentalbachs.....	27
5.2.4	Abfluss beim Pegel Durach Schaffhausen.....	29
5.2.5	Abfluss beim Dorfbach Herblingen.....	30
5.3	Das Abflussgeschehen mit Verlauf und Abflussspitzen Freudentalbach, Dorfbach Herblingen, Durach.....	31
<b>6</b>	<b>Einordnen des Hochwassers bezüglich Niederschlag und Abfluss</b> .....	<b>33</b>
6.1	Einleitung .....	33
6.2	Einordnung gemäss Niederschlagstatistik.....	33
6.3	Vergleich der Hochwasserabflüsse vom 2. Mai 2013 mit den HQx in den Gefahrenkarten..	33
6.4	Vergleich mit systematischen Abflussmessungen.....	35
6.5	Vergleich mit der Hochwassergeschichte im Kanton Schaffhausen.....	35
6.6	Extremhochwasser in der Schweiz und im nahen Ausland.....	36

<b>6.7</b>	<b>Generelle Betrachtung.....</b>	<b>36</b>
<b>7</b>	<b><i>Empfehlung für das weitere Vorgehen.....</i></b>	<b>38</b>
<b>7.1</b>	<b>Einleitung .....</b>	<b>38</b>
<b>7.2</b>	<b>Allgemeine Empfehlungen.....</b>	<b>38</b>
<b>7.3</b>	<b>Konkrete Handlungsempfehlungen.....</b>	<b>39</b>
<b>8</b>	<b><i>Anhang: .....</i></b>	<b>40</b>

# 1 Einleitung

## 1.1 Problemstellung

Die Durach hat in Schaffhausen ein Einzugsgebiet (EZG) von mehr als 60 km<sup>2</sup> (Tab. 1.1). Sie entspringt im Grenzgebiet Schweiz / Deutschland im Randen (Abb. 1.1) und weist typische Hochflächen und kastenartige Täler des Tafeljuras auf, die mehr oder weniger südwärts verlaufen. Oberhalb Merishausen ist ein Pegel installiert (EZG-Fläche: 15.6 km<sup>2</sup>). Bis Schaffhausen münden verschiedene Seitentäler ins Haupttal, so das Freudental (10.8 km<sup>2</sup>), das Orserental (6.5 km<sup>2</sup>) und das Hemmental (17 km<sup>2</sup>). Die Durach ist im Mühletal weitgehend eingedolt und wird zuletzt beim Pegel Durach-Schaffhausen ein Stück weit offen geführt (EZG-Fläche 62.9 km<sup>2</sup>), bevor sie in zwei unterirdischen Kanälen zum Rhein fliesst. Der östlich ans Freudental grenzende Dorfbach Herblingen mündet in die Fulach. Im alten Dorfkern von Herblingen ist der Bach ebenfalls eingedolt (Abb. 1.2).

Das EZG der Durach kommt aus dem hügeligen Randen, der vorwiegend aus Kalkstein (Malm) aufgebaut ist. Das Gebiet ist weitgehend bewaldet, abgesehen von den Talböden und von wenigen Hochflächen. Im äussersten Norden des Gebiets liegt auf den Hochflächen noch tertiärer Mergel der Oberen Süsswasser Molasse. Auf den Hochflächen von Büttenhard, Lohn und Stetten liegt ebenfalls tertiäres Material sowie Moränenreste der vorletzten Eiszeit.

Am Abend des 2. Mai 2013 traf ein intensives Gewitter die Umgebung von Schaffhausen. Es fielen ca. 50 mm Niederschlag, davon über 30 mm in nur 10 Minuten. Sonst eher harmlos wirkende Bäche brachten grosse Abflüsse. Der Freudentalbach richtete beim Tierheim Buchbrunnen (Abb. 1.2) und beim kantonalen Werkhof grosse Schäden an. Infolge dessen führte die Durach in der Stadt Schaffhausen auch Hochwasser, wo trotz Überflutungen grosser Schaden verhindert werden konnte.

Wie dieses Hochwasser entstanden ist, war weitgehend unklar. Um dieses Ereignis einzuordnen und den bestehenden Hochwasserschutz entlang der Bäche zu überprüfen, sind Kenntnisse der Entstehungsweise dieses grossen Hochwassers erforderlich. Dabei stellen sich folgende Fragen:

- Wie war der zeitliche Niederschlagsverlauf (Intensitätsspitzen)?
- Wie war die räumliche Verbreitung des Niederschlags?
- Wo entstand der Abfluss, wie gelangte er Richtung Stadt Schaffhausen und welche Abflussspitzen traten in den drei Bächen auf?
- Wie lässt sich der Niederschlag und der Abfluss dieses Ereignis statistisch einordnen?
- Wie vergleichen sich die beobachteten Abflüsse mit den in der Gefahrenkarten verwendeten Abflüssen (30-, 100-, 300jährige Abflüsse und EHQ<sup>1</sup>)?

Um diese Fragen zu beantworten, wurde folgendes Vorgehen gewählt:

**1. Informationen zusammentragen, sichten und werten:** Beschaffung von Abfluss-, Radar-, Niederschlagsdaten, privater und öffentlicher Stationen, Fotos, Filme, Geometrie der Bachläufe.

**2. Auswertung Abflusshergang:** Befragung von Gewährspersonen, Aufnahme von Querprofilen zur Abflussrekonstruktion, hydraulische Abschätzung der Abflussspitzen. Darstellen der Abfluss-

1 EHQ = Extrem-Hochwasser

messungen an der Durach und Berechnen der PQ-Beziehung im Hochwasserbereich.

**3. Analyse des Niederschlags:** Zusammenstellen zeitlicher und räumlicher Niederschlagsverteilungen anhand hoch aufgelöster Niederschlagsmessungen der Umgebung. Darstellen der Radarbilder, Auswerten und Interpretation von Daten. Einordnen des Niederschlags vom 2.5.2013.

**4. Einordnung des Ereignisses und Berichterstattung:** Beurteilung der Einordnung des Ereignisses nach Niederschlag und Abfluss, Vergleich mit den Werten in der Gefahrenkarte. Empfehlung für das weitere Vorgehen.

*Tab. 1.1: Gebietskennwerte des Einzugsgebiets der Durach, des Freudentalbachs resp. des Dorfbachs Herblingen.*

Höchster Punkt im Einzugsgebiet (Schlattersteig)	930 m ü. M.
Tiefster Punkt im Einzugsgebiet (Pegel Durach - Schaffhausen)	402 m ü. M.
EZG oberhalb Pegel Durach - Merishausen	15.6 km <sup>2</sup>
EZG Freudentalbach bei Mündung in Durach	10.8 km <sup>2</sup>
EZG Durach oberhalb Mündung Hemmentalerbach	51.5 km <sup>2</sup>
EZG oberhalb Pegel Durach - Schaffhausen	62.9 km <sup>2</sup>
EZG Dorfbach Herblingen oberhalb Bahnlinie	2.7km <sup>2</sup>

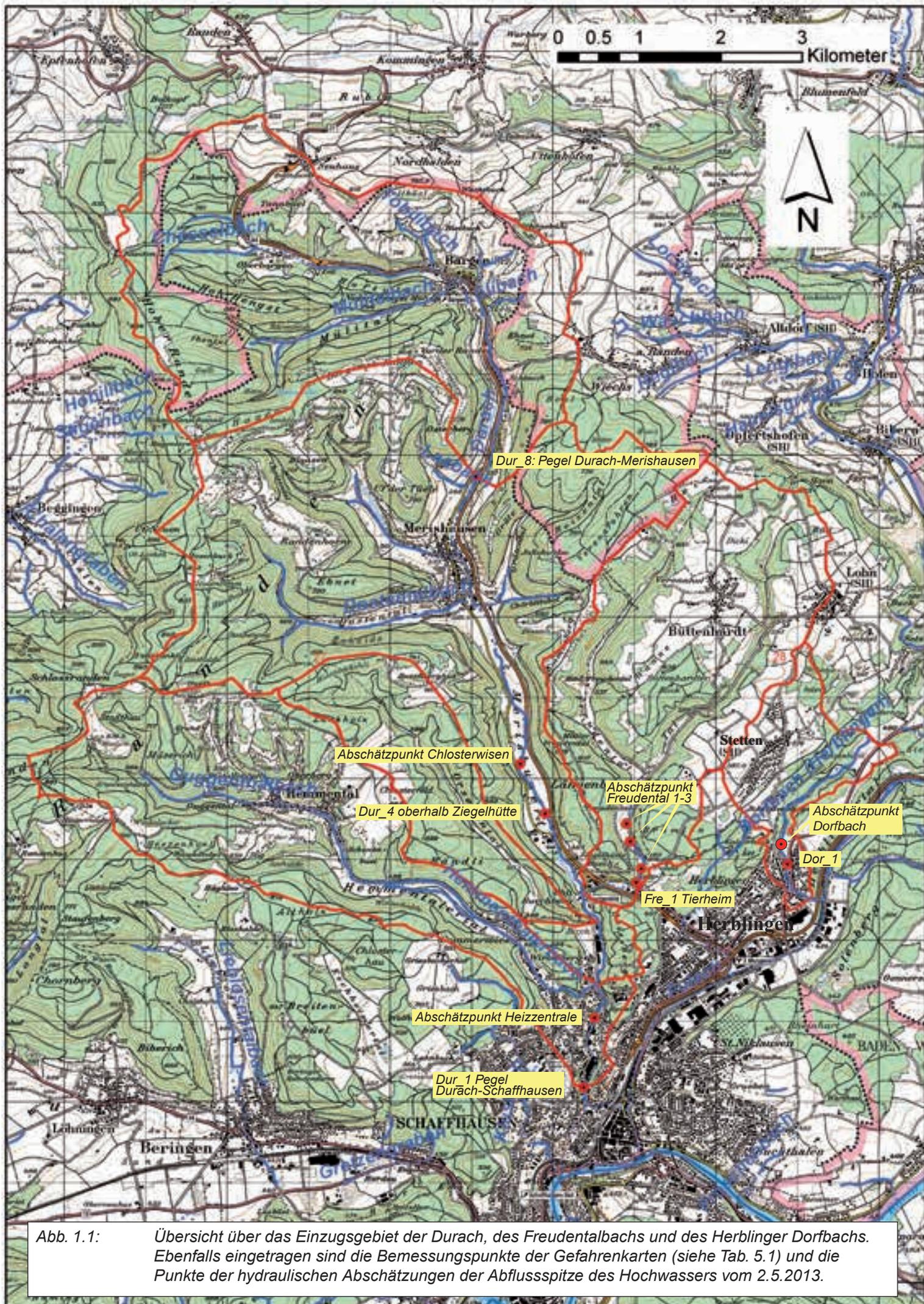


Abb. 1.1: Übersicht über das Einzugsgebiet der Durach, des Freudentalbachs und des Herblinger Dorfbachs. Ebenfalls eingetragen sind die Bemessungspunkte der Gefahrenkarten (siehe Tab. 5.1) und die Punkte der hydraulischen Abschätzungen der Abflussspitze des Hochwassers vom 2.5.2013.

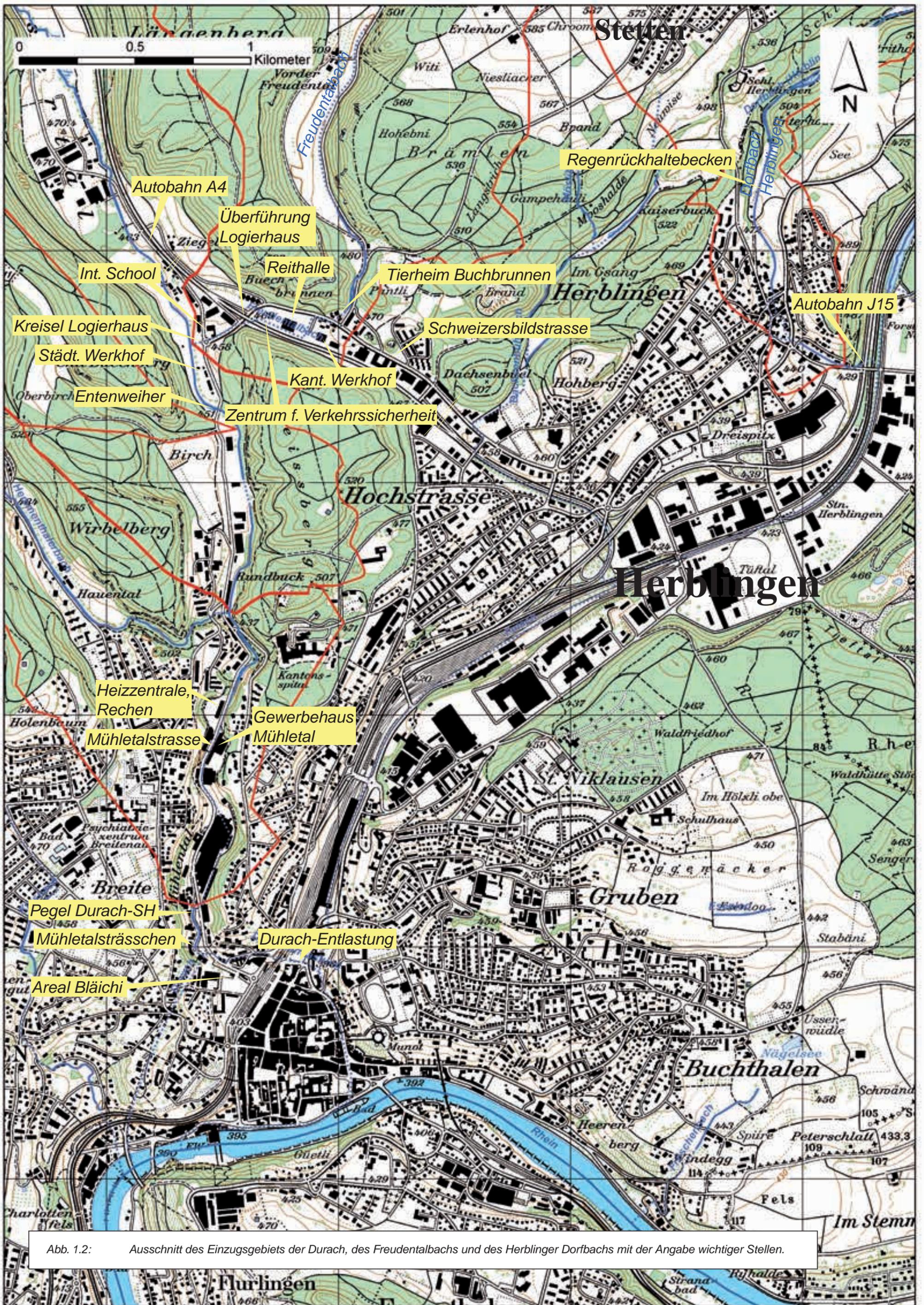


Abb. 1.2: Ausschnitt des Einzugsgebiets der Durach, des Freudentalbachs und des Herblinger Dorfbachs mit der Angabe wichtiger Stellen.

## 2 **Verwendete Daten und Unterlagen, Informanten**

### 2.1 *Verwendete Daten und Unterlagen*

- ARGE Naturgefahren Schaffhausen - IPG Keller AG, Nieder + Pozzi Umwelt AG (2005): Projekt Ereigniskataster und Gefahrenhinweiskarte, Teil Hochwasser. Auftraggeber Kanton Schaffhausen, Tiefbauamt – Abteilung Gewässer.
- ARGE Gefahrenkarte Schaffhausen - IPG Keller AG / Nieder und Pozzi (2007): Gefahrenkarte Kanton Schaffhausen, Teilgebiet 1, Erläuterungsbericht.
- ARGE Gefahrenkarte Schaffhausen - IPG Keller AG / Nieder und Pozzi (2007): Gefahrenkarte Kanton Schaffhausen, Teilgebiet 1, Ergänzungsbericht und Korrigendum Hydrologie.
- Basler & Hofmann (1989): Städtische Nationalstrasse 4 / Grünau – Flurlingen (ZH); Abschnitt SN 4.4.5: Tannenbergr – Fäsenstaub – Tunnel; Baulos 03, Mühllental. Tagbau Süd Duracheinleitung mit Geschiebefang, Situation und Schnitte 1:00, Nr. 8288.03.5-1 vom 11.10.1988
- DVWK, Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau (1997): Mitteilungen 29: Maximierte Gebietsniederschlagshöhen für Deutschland.
- Diverse Fotos und Filme (siehe Liste Gewährspersonen)
- Feuerwehr Schaffhausen (2013): Feuerwehrjournal
- Gebäudeversicherung Kanton Schaffhausen (2013): Schadenstatistik, Schadenspunkte.
- Geiger H., Zeller J., Röthlisberger G. (1991): Starkniederschläge des schweizerischen Alpen- und Alpenrandgebietes, Band 7 Grundlagen: Einführung, Methoden, Spezialstudien; Hrsg. EAFV.
- Hofmann F., Hantke R. (1964): Geologischer Atlas der Schweiz, Blatt Diessenhofen. Hrsg. Schweiz. geologische Kommission.
- Hofmann F., Schlatter R., Weh M. (2000): Geologischer Atlas der Schweiz, Blatt Beggingen, Südhälfte. Hrsg. Schweiz. geologische Kommission.
- Hofmann F. (1981): Geologischer Atlas der Schweiz, Blatt Neukirch. Hrsg. Schweiz. geologische Kommission.
- Holinger (2009): Pegel-Abfluss-Beziehungen Messstationen Kanton Schaffhausen.
- MeteoSchweiz (2013): Radarexpertise.
- OSTBODEN (2013): <http://www.bodenfeuchte-ostschweiz.ch/index.php?id=82410> aufgerufen am 6.6.2013. Messnetz mit Tensiometerstationen zur Messung der Bodenfeuchte oder Saugspannung im Boden und Niederschläge der Ostschweizer Kantone Appenzell Ausserrhoden, Appenzell Innerroden, Glarus, Graubünden, St.Gallen, Schaffhausen und Thurgau sowie das Fürstentum Liechtenstein.
- Schaffhausen, Kt. Tiefbauamt (2013): Pegelunterlagen
- Schaffhauser Fernsehen (2013): Filmausschnitte
- Schaffhauser Nachrichten, diverse Ausgaben
- Scherrer S., Frauchiger R., Näf D., Schelble G. (2011): Historische Hochwasser: Weshalb der Blick zurück ein Fortschritt bei Hochwasserabschätzungen ist. Wasser Energie Luft, 103. Jahrgang, 2011, Heft 1, CH-5401 Baden.
- Stadt Schaffhausen (2012): Hochwasserschutz Herblingerbach, Oberwiesenweg, Bereich Bachdurchlass, Bauprojekt, Situation 1 : 500, Längensprofil 1 : 500 / 1 : 100, Querprofile 1 : 100. 6.12.2011
- Strele G. (1934): Grundriss der Wildbachverbauung, Springer Verlag.
- Tele Top (2013): Filmausschnitte

- U.S. Army Corps of Engineers (2010): Hydrologic Engineering Center, River Analysis System (HEC-RAS), Version 4.1.0.
- Wüst Bauingenieure AG (2004): Bauprojekt: Ausbau der Entwässerungsanlagen, Technischer Bericht und Situation 1 : 500. 15.2.2004.

## **2.2 Gewährspersonen**

- Bachmann Felix, Werkhof
- Brütsch Roger, Bildmaterial
- Brunner Monika und Willi, Anwohner Freudentalstrasse
- Distel Sascha, Zivilschutz Schaffhausen
- Distel Herbert, Feuerwehr Schaffhausen
- Ehrat Andreas, Feuerwehr Schaffhausen
- Ehrat Christian, Bildmaterial
- Egger Thomas, Städtische Werke Schaffhausen
- Gerschwiler Urs, Feuerwehr Schaffhausen, Abschnitts Offizier
- Gfeller Beatrice, Büttenhardt, Bildmaterial
- Graf Daniel, Feuerwehr Schaffhausen, Pikett Offizier
- Gisler Martin, Zentrum für Verkehrssicherheit
- Gyseler Urs, Feuerwehr Schaffhausen, Bildmaterial
- Hangartner Lukas, Tiefbauamt Stadt Schaffhausen
- Jaquet Barbara, Bildmaterial
- Keller Ernst, Bauunternehmung (Reithalle)
- Lang Frank, Bildmaterial
- Maron Fritz, Städtische Werke Schaffhausen
- Müller Peter, Feuerwehr Schaffhausen
- Müller Hansjörg, Tiefbauamt Stadt Schaffhausen
- Müller Jean-Jacques, Tierheim
- Frau Pfäffli, IT3 Immobilien Schaffhausen
- Preisig Andreas, Anwohner
- Preisig Alexandra, Bildmaterial
- Renggli Anton, Bildmaterial
- Rotach Ueli, Feuerwehrkommandant GF
- Schott Thomas, Abwart Gewerbezentrum Mühlfental
- Schulthess Jürg, Tiefbauamt Kanton Schaffhausen
- Sieber Thomas, simacom gmbh marketing - communication
- Steinemann Robert, Bildmaterial Hochwasser 1984
- Stocker Peter, Feuerwehr Schaffhausen, Bildmaterial
- Sturzenegger Roland, Feuerwehr Schaffhausen
- Vogelsanger Walter, Forst- und Güterverwaltung Stadt Schaffhausen
- Wanner Roger, Tiefbauamt Kanton Schaffhausen
- Ziegler Robert, Anwohner und Bildmaterial
- Zehnder Pius, PMB Bau AG

## 3 Zeitlicher Ablauf des Ereignisses

### 3.1 Überblick über das Ereignis

Aus Informationen der Feuerwehr, der Polizei, des Tiefbauamtes der Stadt Schaffhausen sowie aufgrund weiter Zeugenaussagen konnte der Ablauf des Hochwassers rekonstruiert werden. Die Details sind in Tabelle 3.1 (Feuerwehrjournal) aufgeführt. Über die Vorgänge im Bereich Tierheim Buchbrunnen / Kantonaler Werkhof (Kap. 3.2), im Bereich Mühletal / Stadt Schaffhausen (Kap. 3.3) und im EZG des Dorfbachs Herblingen (Kap. 3.4) wird detailliert berichtet.

Der Ablauf kann wie folgt zusammengefasst werden:

- Der Niederschlag setzte ca. 18:30 Uhr ein.
- 19 bis 19:30 Uhr: Im Raum Schaffhausen ereignen sich Überschwemmungen von Liegenschaften.
- 19:30 Uhr: Der Dorfbach Herblingen führt Hochwasser und tritt 19:46<sup>2</sup> Uhr in Herblingen über die Ufer. In der Folge gehen verschiedene Schadensmeldungen aus Herblingen bei der Feuerwehr ein (Bilder Anhang 2d).
- 19 bis 19:30 Uhr: Im Freudental strömt viel Wasser die bewaldeten Hänge hinab ins Tal. Es bildet sich ein breiter Wasserlauf im Tal, der viel Geschiebe und Holz ablagert (Bilder Anhang 2a). Der Autoverkehr kommt im Tal zum Erliegen. Selbst gelagerte Baumstämme mit grösserem Durchmesser werden vom Wasserlauf erfasst, transportiert und wieder abgelagert.
- Um 19:50 Uhr steht die Schweizersbildstrasse unter Wasser und das Tierheim Buchbrunnen ist überflutet, wo zwei Personen eingeschlossen sind (Bilder Anhang 2b). Auch die Autobahn A4 ist im Bereich Werkhof – Überführung Schweizersbildstrasse überflutet, das Wasser stürzt von der A4-Brücke beim Logierhaus auf die Unterführung.
- 20:09 Uhr: Der kantonale Werkhof und der Reithof Buchbrunnen ist überflutet (Bilder Anhang 2b).
- 20:28 Uhr: Die Durach überläuft im Mühletal oberhalb der Heizzentrale. Um 20:30 Uhr lässt sich der teilweise verstopfte Rechen bei der Heizzentrale mit einfachen Mitteln nicht mehr vom Holz befreien.
- 20:41 Uhr: Ausgeufertes Wasser fliesst die Mühletalstrasse hinunter (Anhang 2c). In der Folge wird die Einstellhalle des Durachweg 22 leicht und die im Bau befindliche Einstellhalle der Überbauung Durachweg (20:49 Uhr) stärker überflutet. Die auf der Höhe vom Parkhaus Diana aufgebauten mobilen Hochwasserschutzwehre sollen verhindern, dass Wasser einerseits ins Parkhaus Diana dringen kann und andererseits dass es nicht weiter Richtung Bahnhof fliesst. Das Wasser fliesst bis kurz vor das Parkhaus Diana.
- 21:15 Uhr: Mit einem Pneubagger kann der Rechen bei der Heizzentrale vom Holz befreit werden und das Wasser der Durach fliesst wieder gänzlich in die Eindolung. Die Situation im Mühletal entschärft sich damit.

---

2 Die exakten Zeitangaben stammen aus dem Feuerwehrjournal der Stadt Schaffhausen (siehe Tabelle 3.1).

Tab. 3.1: Der Ablauf des Hochwassers anhand der Aufzeichnungen der Feuerwehr und Polizei Schaffhausen sowie des Tiefbauamts der Stadt Schaffhausen.

Uhrzeit	Ort	Information	Quelle
18:30	Niederschlagsstation Schaffhausen	Niederschlag setzt ein	
18:40 – 18:50	Niederschlagsstation Schaffhausen	Es treten Intensitätsspitzen auf.	
19:00	Vordergasse 72 (Altstadt)	Wasser	Feuerwehr Schaffhausen
19:04	Rheingüetliweg	Garage Wasser	Feuerwehr Schaffhausen
19:04	Stokarbergstrasse 93	Keller Wasser	Feuerwehr Schaffhausen
19:05	Neherstieg 28 / 41	Keller Wasser	Feuerwehr Schaffhausen
	Engehaldenweg 35	Wasser	Feuerwehr Schaffhausen
	Langhansergässchen 42	Wasser	Feuerwehr Schaffhausen
	Klosterstrasse	Wasser	Feuerwehr Schaffhausen
	Sonnenburggutstrasse 19	Wasser	Feuerwehr Schaffhausen
	Rietmattstrasse 16	Wasser in Stube	Feuerwehr Schaffhausen
	Im Freien 20	Wasser	Feuerwehr Schaffhausen
	Dachsenbühlstrasse 3	Wasser im Keller	Feuerwehr Schaffhausen
	Stadtarchiv	Wasser im Keller	Feuerwehr Schaffhausen
	Kreuzgutweg 22	Wasser im Keller	Feuerwehr Schaffhausen
19:35	Höfli 10	Keller	Feuerwehr Schaffhausen
19:46	Herblinger Bach über Ufer	Höfli unter Wasser	Feuerwehr Schaffhausen
19:50	Schweizersbildstrasse	unter Wasser	Feuerwehr Schaffhausen
19:56	Freudentalstrasse	Eingeschlossene Personen	Feuerwehr Schaffhausen
	Autbahn A4	unter Wasser	Feuerwehr Schaffhausen
20:04	Schweizersbildstrasse	Strasse sperren	Feuerwehr Schaffhausen
20:09	Reithalle Buchbrunnen	unter Wasser	Feuerwehr Schaffhausen
20:11	Mühlentalstrasse	Strasse sperren	Feuerwehr Schaffhausen
20:11	hinteres Mühlental	Entenweiher (hinteres Mühlental) tritt über die Ufer=Strasse sperren	Feuerwehr Schaffhausen
20:24	Schweizersbildstrasse	Keller unter Wasser	Feuerwehr Schaffhausen
20:25	Neustadt 16	Keller/Parterre Wasser	Polizei
	A4 Mutzentäli		Polizei
	Bachstrasse 15	Keller	Polizei
	Schweizersbildstrasse 20	Rest. Hohberg	Polizei
	Schlosstrasse 89		Polizei
	Im Höfli 2	Rest. Löwen	Polizei
	Stettemerstrasse 87		Polizei
	Im Höfli 4		Polizei
	Webergasse 39		Polizei
	Urwerf 41		Polizei
	Herblingerstrasse	Post	Polizei
	Webergasse 47		Polizei
	Etzelstrasse 24		Polizei

Forts. Tab. 3.1:

Uhrzeit	Ort	Information	Quelle
20:25	Herblingerstrasse 119		Polizei
	Kirchhofplatz 14		Polizei
	Schulhaus Kreuzgut		Polizei
	Nordstrasse 60a	Dach/Lift	Polizei
	Unterdorf 11	Kinder Haus	Polizei
	Vordergasse 76		Polizei
	Mühlentalsträsschen 17		Polizei
	Gugerhalde 21a		Polizei
	Industriestrasse 30	Forsthaus Neutal	Polizei
	Cilag		Polizei
	Durachweg 24	Rest. Mühletal	Polizei
	Vordergasse 31		Polizei
	Thayngerstrasse 70	Elektrokasten vor Haus	Polizei
	Schlossstrasse 73	Wasser im Keller	Polizei
	Gugerhalde 23		Polizei
20:26	Freudentalstrasse	Blockiert, Pers. Eingeschlossen	Feuerwehr Schaffhausen
20:28	Mühlentalstrasse	Durach überläuft	Feuerwehr Schaffhausen
20:30	Vordergasse 72	Wasser tropft ins UG	Feuerwehr Schaffhausen
20:30	Mühlental (Heizzentrale / Mühletalsträsschen)	Die mit Holz verstopften Rechen der Durach bei der Heizzentrale und beim Mühletalsträsschen lassen sich mit Greifkran nicht mehr reinigen.	Stadt Schaffhausen, Tiefbau
20:38	A4 ab Bargaen	Strasse sperren, Deckel fehlen	Feuerwehr Schaffhausen
20:41	Mühlental unter Wasser	Sandsäcke	Polizei
20:41	Mühlental	Mühlental bis AMAG steht unter Wasser	Feuerwehr Schaffhausen
20:42	Mühelalstrasse sperren		Polizei
20:43	Stettermerstrasse 22	Wasser	Polizei
20:44	Motorspritze nach Herblingen		Polizei
20:49	Diana-Areal	wird überschwemmt	Polizei
20:50	Mühlentalstrasse	Sandsäcke	Polizei
	Mühlentalstrasse	ab Spitalstrasse gesperrt	Polizei
20:59	Freudental	Baumaschinen aufbieten	Polizei
21:00	Mühletalstrasse	Schliessen Höhe Lochstrasse	Polizei
21:15	Heizzentrale	Der eingesetzte Pneubagger reinigt den Rechen.	Stadt Schaffhausen, Tiefbau
21:50	Dachsenbühlstrasse	1/3/28/29/31/33/35/37/39/55	Polizei
	Herblingerstrasse 119	Keller Wasser	Polizei
23:05	Werkhof	2 Schmutzwasserpumpen	Polizei

Forts. Tab. 3.1:

Uhrzeit	Ort	Information	Quelle
23:20	Spitalstrasse gesperrt		Polizei
23:50	Sonnenburg Gärtnerei	Treibhäuser unter Wasser	Polizei
	Vordergasse 14		Polizei
	Vodergasse 17		Polizei
	Radweg Thayngen	gesperrt	Polizei
	Freudental	gesperrt	Polizei
	Parkhaus Diana	Die aufgebauten mobilen Hochwasserschutzmassnahmen („Toblerone“) sollen verhindern, dass Wasser ins Parkhaus Diana und Richtung Bahnhof läuft. Das Wasser fliesst bis kurz vor das Parkhaus Diana. Beim Entleeren der „Toblerone“ wird das Klappschott aktiviert.	FW der Stadt Schaffhausen
	Überbauung Durachweg	Neue Tiefgarage Überbauung Durachweg wird überflutet, weil das im Bau befindliche Klappschott noch nicht aktivierbar ist. Die Einstellhalle Durachweg 22 wird leicht überschwemmt.	FW der Stadt Schaffhausen

### 3.2 Verlauf des Hochwassers beim Tierheim Buchbrunnen und beim kantonalen Werkhof

**Situation:** Der Freudentalbach fliesst nur nach grösseren Niederschlägen als Wiesenbach in der Geländemulde des Freudentals ohne eigentliches Gerinne (Abb. 1.2). Erst 400 m oberhalb der Schweizersbildstrasse läuft der Bach in einem Bett. Oberhalb des Tierheims durchläuft der Bach vor der Eindolung (Eindolung: Rohrdurchmesser = 1.25 m, Kapazität gemäss Gefahrenkarte ca. 5.2 m<sup>3</sup>/s) einen Schlammsammler. Der Freudentalbach unterquert das Areal des Tierheims, die Schweizersbildstrasse, das Reithallenareal und das Areal des Zentrums für Verkehrssicherheit. Zwischen dem Kreisel beim Logierhaus und dem Entenweiher mündet die 800 m lange Eindolung in die Durach.

**Ablauf:** Zwischen 19 und 19:30 Uhr bemerken die Anwohner Willi und Monika Brunner, dass der Abfluss des Freudentalbachs stark zugenommen hat. Der Einlauf des Freudentalbachs beim Tierheim ist eingestaut und Holz treibt im Kreis um einem starken Sog<sup>3</sup>. Obwohl die Eindolung schluckt, steigt der Wasserspiegel über den Einlauf und ein grosser Teil des Abflusses dringt ins Areal des Tierheims ein, wo die Gebäude stark überflutet werden. Herr und Frau Brunner warnen Jacques Müller, den Leiter des Tierheims. Herr Müller alarmiert die Feuerwehr und organisiert Hilfe, um die Tiere zu bergen. Während Herr Müller mit Frau Brunner versucht, Tiere zu retten, werden sie in einem Gebäude durch den Wasserdruck eingeschlossen (Meldung bei Feuerwehr: 19:56 Uhr). Während des Hochwassers verfängt sich am Zaun oberhalb des Tier-

3 Aus dieser Beobachtung lässt sich schliessen, dass die Eindolung während des Ereignisses nicht verstopft war.

heims Geschwemmsel und Holz (Bilder Anhang 2b). Irgendwann drückt das Wasser einen Teil des Zauns um und das Areal des Tierheims wird meterhoch (Teilweise fast bis zur Zimmerdecke) überschwemmt (Anhang 6). Die beiden eingeschlossenen Personen sind in Lebensgefahr und können von der Feuerwehr nur noch übers Dach gerettet werden. Ein Teil der Tiere kann nicht mehr lebend geborgen werden.

Während des Ereignisses fliesst nur wenig Abfluss auf der Freudentalstrasse neben dem Tierheim (vermutlich kein Bachwasser). Aus dem Areal des Tierheims strömt ein etwa 10 – 15 m breiter und etwa 30 cm tiefer Fluss über die Schweizersbildstrasse (19:50 Uhr) und ergiesst sich in das Areal des kantonalen Werkhofs. Die Tiefgarage wird dadurch unter Wasser gesetzt und es entsteht grosser Schaden (Bilder Anhang 2b). Das Wasser fliesst aus dem kantonalen Werkhof auf die Fahrbahn der A4 (Meldung 19:56 Uhr), wo sich das Wasser Richtung Anschluss Schaffhausen Nord bewegt und von der Fahrbahnbrücke spektakulär auf die Unterführung stürzt (Titelbild).

Auch das Areal der Reithalle (Meldung: 20:09 Uhr) und der untere Teil des Geländes des Zentrums für Verkehrssicherheit wird überflutet. Das Wasser fliesst in die Unterführung der A4 und von dort weiter die Strasse hinunter zum Kreisel Logierhaus / International School. Ein Teil des Abflusses findet seinen Weg über die Mühletalstrasse, der andere Teil fliesst gerade über den Kreisel hinaus ins Werkhof-Gelände des städtischen Tiefbauamtes (Bilder Anhang 2c). Das Materiallager wird überflutet, ohne dass grosser Schaden entsteht (Anhang 6.1).

### 3.3 Verlauf des Hochwassers im Mühletal und Schaffhauser Innenstadt

**Situation:** Die Durach fliesst bis zur Heizzentrale in einem offenen Gerinne und gelangt dort in die 1 km lange Eindolung, welche bis unterhalb des Parkplatzes bei der BP-Tankstelle am Mühletalsträsschen reicht (Abb. 1.2). Unterhalb des Gewerbezentrum Mühletal läuft der Bach nochmals auf wenigen Metern offen. Weiter unten, gerade unterhalb des Parkplatzes beim Mühletalsträsschen befindet sich der Pegel Durach-Schaffhausen. Wenig unterhalb teilt sich die Durach: Ein Teil der Durach fliesst bei Hochwasser über zwei Streichwehre in die Durach-Entlastung (verläuft unter dem Durachweg zu den Geleisen der SBB, via Bachweg Richtung Rhein). Die eigentliche Durach fliesst unterirdisch entlang des Fäsenstaubtunnels zum Rhein. Unterhalb des Einlaufs der Durach wird das Gelände bis zum Bahnhof flacher. In diesem Bereich wurde in diesem Jahre die Überbauung Durachweg fertiggestellt, während die Überbauung Bleichi noch im Bau ist.

**Ablauf:** Um 20:30 Uhr lassen sich die verstopften Rechen bei der Heizzentrale mit einfachen Mitteln nicht mehr vom Holz befreien und die Durach überläuft um 20:41 Uhr. Das ausgeuferte Wasser fliesst die Mühletalstrasse hinunter (Wassertiefe stellenweise 20 – 25 cm). Beim Gewerbezentrum Mühletal fliesst ein Teil des Abflusses hinter dem Gebäude (Mühletalstrasse 188 – 184) durch und gelangt unterhalb davon wieder auf die Mühletalstrasse (Anhang 6.2).

Bei der BP-Tankstelle teilt sich der Abfluss wiederum: Ein Teil des Abflusses fliesst in das Mühletalsträsschen (Wassertiefe ca. 10 cm) und gelangt beim Pegel wieder zurück in die Durach. Aufgrund des Rückstaus des Holzrechens bei der Hochwasserentlastung tritt Wasser aufs Mühletalsträsschen aus und flutet den Parkplatz unterhalb des Duracheinlaufes (Anhang 6.3). Dabei wird das Rechenzentrum des KSD (Kanton, Stadt und Gemeinden des Kantons Schaffhausen) verschont. Der andere Teil des Abflusses auf der Mühletalstrasse dringt weder in den Notzugang der A4 noch in die Einstellhalle des Hotels Bahnhof (Wassertiefe auf der Mühletalstrasse: 10 – 20 cm). Weiter unten fliesst ein Teil des Wassers in den Durachweg. In der Folge wird die Einstellhalle des Durachweg 22 leicht überschwemmt und auch die gegenüber liegende,

im Bau befindliche Einstellhalle der Überbauung Durachweg (20:49 Uhr) überflutet. Die unterste der drei Etagen wird dabei mit Wasser gefüllt. Nur wenig Wasser fließt den Durachweg entlang und verschwindet dann vollends in den Sammlern. Auf der Mühlentalstrasse, wenig oberhalb des Parkhauses Diana, beträgt die Wassertiefe auf kurzer Strecke noch ca. 20 – 25 cm. Auf der Höhe von Parkhaus Diana hat die Feuerwehr mobile „Hochwasserschutzwehren“ installiert. Diese sollen verhindern, dass Wasser bis zum Parkhaus Diana vordringt und von dort weiter Richtung Bahnhof. Die gegenüber liegende, ebenfalls im Bau befindliche Überbauung Bleichi wird nicht vom Abfluss tangiert. Nachdem um 21:15 Uhr mit Hilfe eines Pneubaggers der Rechen bei der Heizzentrale vom Holz befreit wird, uferf kein Wasser mehr aus und die Situation im Mühlental entschärft sich.

### 3.4 Verlauf des Hochwassers am Dorfbach Herblingen

**Situation:** Das EZG des Dorfbachs Herblingen (EZG-Fläche: 2.6 km<sup>2</sup>) umfasst einerseits die Hochfläche von Stetten mit der Siedlung sowie landwirtschaftlich genutzte Flächen. In Stetten hat es keine Bäche. Die Siedlungsentwässerung von Stetten wird in ein unterirdisches, kleines Regenbecken geleitet (Volumen 250 m<sup>3</sup>) und von dort in einem Rohr ins Tal hinunter in das kleine offene Regenrückhaltebecken am Dorfbach Herblingen (Volumen 2'500 – 2'900 m<sup>3</sup>; Abb. 1.2). Der Dorfbach Herblingen fließt durch ein lang gestrecktes, relativ flaches Tal mit Sümpfen und Teichen Richtung Herblingen. Im Bereich des alten Herblingler Dorkerns teilt sich der Bach in zwei Eindolungen, die sich bei der Thayingerstrasse wieder vereinen. Unterhalb davon fließt der Bach wieder offen, wenig oberhalb der J15 verläuft er wieder eingedolt.

**Ablauf:** Um ca. 19:30 Uhr führte der Dorfbach Hochwasser. Innert Minuten dringt das Wasser in verschiedene Häuser des alten Dorfkerns ein und füllt die Keller. Beim Höfli 4 (Abb. 1.2) steht das Wasser vor dem Haus ca. 50 cm hoch (Bilder Anhang 2d), dringt durch das Haus in den Garten, staut sich an der Klostermauer zu einem See, weil es dort nicht abfließen kann. Der Abfluss nimmt verschiedene Wege durch Herblingen (Anhang 6.4): Ein Teil des Wassers fließt über die Strasse (Im Höfli) ab und ergießt sich in die Schlosstrasse. Der Abfluss auf der Schlosstrasse überflutete bei der Einmündung in die Herblingstrasse die Post und dessen Parkplatz (20:25 Uhr).

Von der Schlosstrasse unterhalb Einmündung Im Höfli gelangt der Abfluss aber auch in Seitenstrassen und erreicht so auf verschiedenen Wegen die Mulde beim Kindergarten, wo er Schäden verursacht. Von dort fließt das Wasser weiter die Neutalstrasse hinunter, ohne in die Gebäude einzudringen. Der offene Bach staut sich beim Rechen vor der J15-Brücke und der Bach ergießt sich beidseits der Brücke auf die J15 und setzt diese unter Wasser (Anhang 6.4).

Herr Ziegler berichtet, dass „Im Höfli“ der Wasserstand allmählich abnimmt und die Anwohner beginnen, ihre Vorplätze zu reinigen, als später plötzlich eine zweite Hochwasserwelle das Gelände überflutet.

### 3.5 Schwemmholz

Durch die starken Oberflächenabflüsse v. a. im Gebiet von Stetten und Lohn werden viele Äste und Schwemmgut und anderes Material vom Abfluss erfasst und in Gerinnen und Mulden aber auch ausserhalb davon weggeschwemmt. Im Freudental wird beobachtet, dass sogar gelagerte Baumstämme vom Abfluss teilweise weggetragen werden.

Holz und Geschwemmsel wird Richtung Tierheim transportiert, verstopft weder den dortigen Geschiebesammler, noch die 800 m lange Eindolung bis zur Mündung in die Durach. D. h. die Eindolung führt während des Hochwassers Wasser ab. Holz war für die Überflutung im Tierheim

also nicht verantwortlich. Geschwemmsel und Treibholz lagert sich aber im Areal des Tierheims ab.

Beim Einlauf der Durach (Heizzentrale) verklaust der Einlauf nicht, aber Schwemmmaterial (Schwemmholz, u.a.) verstopft teilweise den massiven Rechen. Der Rechen kann mit einfachen Mitteln (z.B. mit dem Greifer des städtischen Tiefbauamtes) nicht mehr gereinigt werden. verklaust aber nicht. Wasser tritt beim Rechen aus und fliesst die Mühlentalstrasse hinunter. Erst ein grosser Pneubagger vermag den Einlauf vollständig freizulegen.

Die angefallenen Schwemmholzmengen sind für Hochwasser nicht ungewöhnlich.

## 4 Das Niederschlagsgeschehen am 2. Mai 2013

### 4.1 Einleitung

Für die Analyse des Hochwassers spielt der zeitliche Verlauf des Niederschlags, die räumliche Verteilung und die beobachteten Niederschlagsspitzen eine wesentliche Rolle. Aber auch verschiedene klimatische Aspekte sind von Interesse.

Die klimatische Vorgeschichte des Ereignisses wird beleuchtet (Kap. 4.2) und die Wetterlage wird beschrieben (Kap. 4.3). Die räumliche Niederschlagsverteilung gibt Aufschluss über die Überregnung des Gebiets und die beobachteten Niederschlagsmengen. Abbildung 4.1 zeigt die für die Untersuchung der Niederschläge verwendeten Stationen. Mit der zeitlichen Abfolge des Niederschlags sind Aussagen möglich, zu welchem Zeitpunkt in welchen Gebieten die grössten Intensitätsspitzen auftraten (Kap. 4.4). Im Kapitel 4.5 wird der beobachtete Niederschlag mit Extremniederschlägen kurzer Dauer in der Schweiz verglichen.

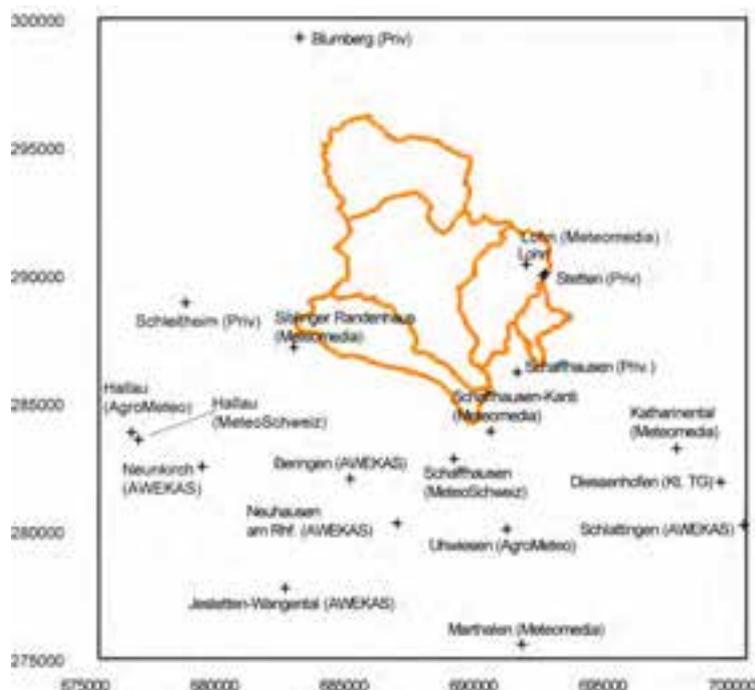


Abb. 4.1: Die für die Untersuchung verwendeten Niederschlagsstationen.

## 4.2 Vorgeschichte des Ereignisses

Die Kenntnis der Vorgeschichte kann wesentliche Informationen zum Verständnis der Entstehung eines Hochwassers liefern. Abbildung 4.2a zeigt die Tagesniederschläge und den Temperaturverlauf in Schaffhausen der letzten 30 Tage vor dem Hochwasser und Abbildung 4.2b die Bodenfeuchte im benachbarten Siblingen.

In den 30 Tagen vor dem Ereignis regnete es in Schaffhausen 110 mm (Abb. 4.2a). In den 10 Tagen vor dem Hochwasser gab es mit nur 16 mm kaum Niederschlag. Ein letzter grösserer Niederschlag war am 19. April (38 mm). Die Temperaturen in den Tagen vor dem Ereignis lagen bei kühlen 10°C.

Die in Siblingen aufgezeichnete Bodenfeuchte zeigt, dass die Unterböden durchwegs nass bis gesättigt waren. Die Oberböden waren auch meist nass bis gesättigt, zeitweise geringfügig weniger feucht (mässig feucht bis feucht). Die Böden erhielten zwar keine grossen Niederschläge in den letzten 10 Tagen vor dem Hochwasser, aufgrund der verhältnismässig geringen Temperaturen und der geringen Sonnenscheindauer für die Jahreszeit trockneten sie aber kaum ab.

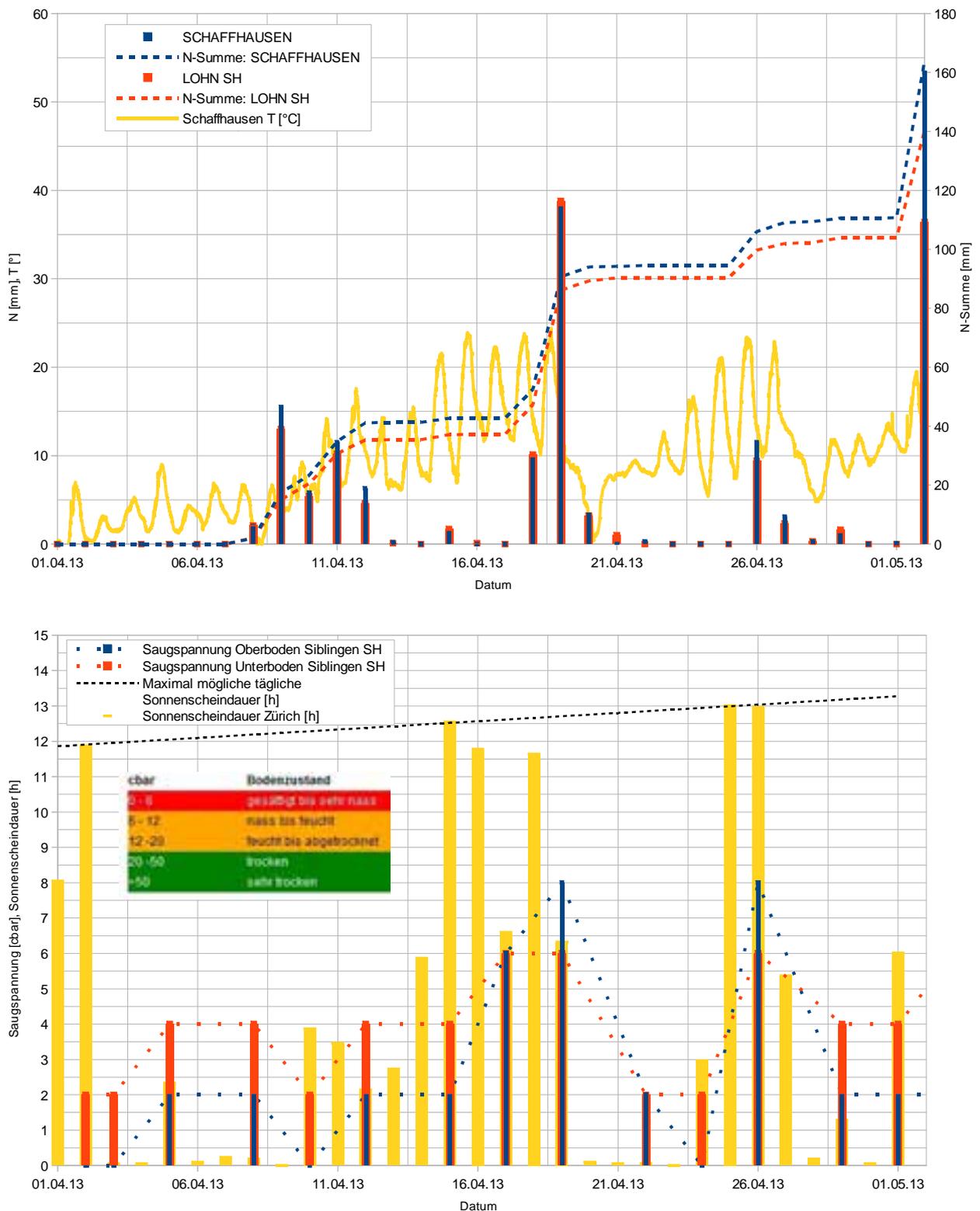


Abb. 4.2a, b: a): Die Tagesniederschläge in Schaffhausen und Lohn mit dem Temperaturverlauf in Schaffhausen (oben). b): Die Sonnenscheindauer in Zürich und die Saugspannungen im Ober- und Unterboden an der Station Siblingen.

### 4.3 Wetterlage am 2. Mai 2013

Die Wetterberichte von MeteoSchweiz (Anhang 1) vom 2.5.2013 (05:30, 09:30 und 17 Uhr) beschreiben die allgemeine Lage folgendermassen:

*„Die Druckverteilung über Mitteleuropa ist flach. Mit südwestlicher Höhenströmung wird mässig feuchte und labil geschichtete Luft zur Schweiz geführt. Mit der tageszeitlichen Erwärmung steigt die Schauer- und Gewitterneigung an.“ Die Ausgabe von 09:30 Uhr erwähnt die Möglichkeit vereinzelter heftiger Gewitter.“*

Im Nachhinein beschrieb MeteoSchweiz die Wetterentwicklung vom 2 Mai 2013 wie folgt: [http://www.meteoschweiz.admin.ch/web/de/wetter/tagesaktualitaet/alle/2013/05/03\\_schauerwetter\\_im.html](http://www.meteoschweiz.admin.ch/web/de/wetter/tagesaktualitaet/alle/2013/05/03_schauerwetter_im.html):

*„Am gestrigen Abend gab es insbesondere in der Ostschweiz noch einige Gewitter. Über Schaffhausen wütete ein Gewitter und brachte Rekordfluten. Innerhalb von zehn Minuten ergossen sich 32.8 Liter pro Quadratmeter in die Stadt am Rheinfluss. Das ist für Schaffhausen die höchste Niederschlagsmenge in so kurzer Zeit seit Beginn der Zehnminutenmessungen anfangs der 1980er Jahre. Die Schaffhauser wurden Zeugen eines sehr seltenen Ereignisses: (...) Das letzte etwas weniger intensive Ereignis mit 30.5 Liter pro Quadratmeter suchte die Stadt am 26. Juli 1984 heim.“*

*„Schaffhausen rückt mit dem gestrigen Rekordregen auf Platz zwei vor in der Schweizer Liste der heftigsten Regenfälle. Schweizer Rekordhalter ist Locarno-Monti im Tessin mit einer Zehnminuten Regensumme von 33.6 Liter pro Quadratmeter (mm). Sie fiel während des Rekord-Hitzesommers am 29. August 2003. Auf Platz drei liegt der Tessiner Messstandort Magadino-Cadenazzo mit 32.1 Liter pro Quadratmeter am 2. September 1983.*

*In der Nacht hatte sich die Wetterlage beruhigt und die Wolken lösten sich zunächst weitgehend auf. „*

### 4.4 Analyse des räumlich – zeitlichen Niederschlagsverlaufs

#### 4.4.1 Überblick

Abbildung 4.3 zeigt den Niederschlagsverlauf am 2. Mai 2013 zwischen 16 Uhr und Mitternacht der im Gebiet und in der Umgebung liegenden Niederschlagsstationen mit hoher zeitlicher Auflösung. Es zeigt sich ein für Gewitter typischer zeitlicher Verlauf, mit einem deutlichen Maximum von nur ca. 20 – 30 Minuten Dauer<sup>4</sup>.

An der Niederschlagsstation Schaffhausen (in Neuhausen) setzt der Niederschlag um 18:30 Uhr ein und in den 10 Minuten zwischen 18:40 und 18:50 Uhr erfolgt ein kurzer aber sehr intensiver Puls von mehr als 30 mm (Intensität ca. 180 – 200 mm/h). Die gesamte Niederschlagsdauer betrug an dieser Station etwa 50 min., die Summe 54 mm. An der 8 km weiter nordöstlich liegenden Niederschlagsstation Lohn setzt der Niederschlag erst um 19:10 Uhr ein und die Intensitäten sind geringer (Niederschlagssumme: 37 mm). An der meteomedia-Station in Lohn ist der Verlauf ähnlich (Niederschlagssumme: 44 mm). Die übrigen Stationen zeigen weniger Niederschlag.

Zusätzliche Informationen können aus den Radarbildern gewonnen werden. Einerseits kann die räumliche Niederschlagsverteilung (Kap. 4.4.2) aufgezeigt werden, andererseits kann visualisiert

---

4 Aufgrund der kurzen Dauer des Ereignisses sind Stationen mit einer zeitlichen Auflösung von einer Stunde weniger gut geeignet den Verlauf darzustellen. Ferner ist zu berücksichtigen, dass der beobachtete Hagel bei unbeheizten Stationen langsamer schmilzt als bei beheizten.

werden, wie das Gewitter über das Gebiet zog. Damit können Kenntnisse über den räumlich-zeitlichen Verlauf des Niederschlags gesammelt werden (Kap. 4.4.3).

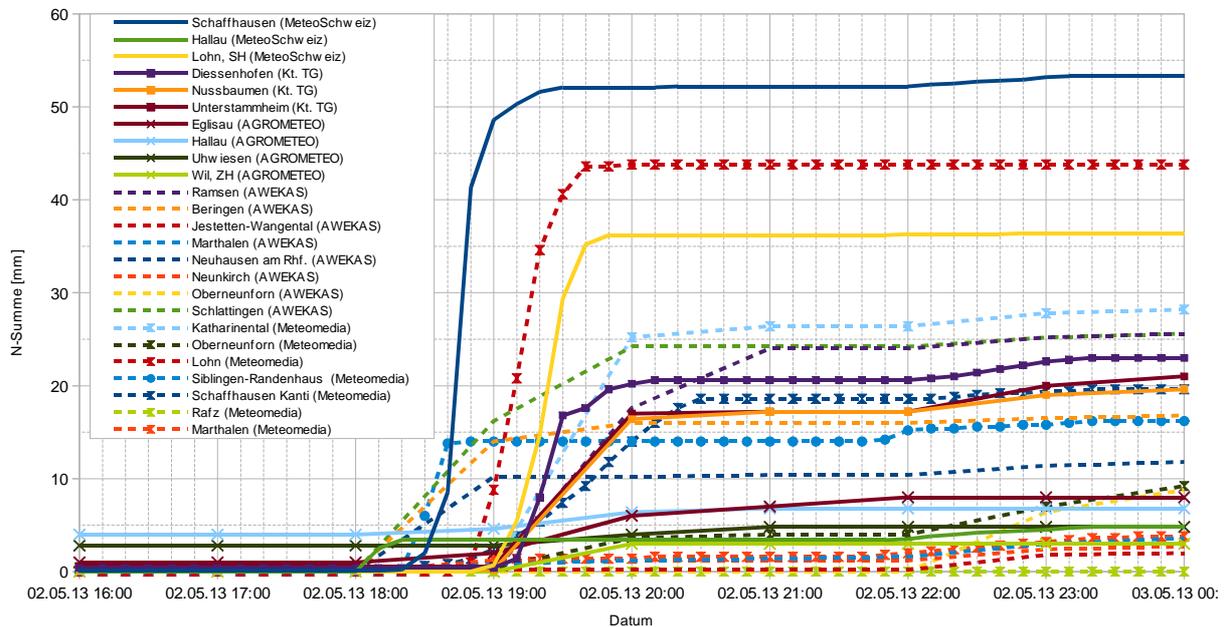


Abb. 4.3: Zeitlicher Verlauf der Niederschlagssumme [mm] an verschiedenen Niederschlagsmessstationen beim Ereignis vom 2./3. Mai 2013.

#### 4.4.2 Räumliche Niederschlagsverteilung

Für die Analyse des Niederschlags vom 2. Mai 2013 wurden die Auswertungen der Radarbilder im Kanton Schaffhausen von MeteoSchweiz angefordert. Die Radarauswertung enthält 5-Minutenwerte des Niederschlags mit einer räumlichen Auflösung von 1 km x 1 km. Bei diesen Daten handelt es sich um das neue CombiPrecip-Produkt, welches die Radardaten mit den Niederschlagsmessungen am Boden in Echtzeit kombiniert. Die gelieferten Daten sind ausgewertete Aufnahmen des Wetterradars am Albis (ZH), der sich ca. 50 km südlich des Durach-EZGs befindet. Gemäss der Expertise von Meteoschweiz sind die geschätzten Niederschlagswerte von guter Qualität und durchgehend vorhanden (Anhang 3, MeteoSchweiz, 2013).

Abbildung 4.4 zeigt die Niederschlagssummen die sich aus den Radardaten ergeben. Die auf einen Rasterpunkt fallenden Niederschlagswerte wurden dabei mittels Kriging interpoliert. Die Aufsummation zeigt, dass die EZG des Freudentalbachs und des Dorfbachs Herblingen die grössten Niederschlagssummen erhielten. Im Merishausertal und Hemmental waren die Niederschlagssummen wesentlich geringer.

Zum Vergleich sind in Abbildung 4.5 die Niederschlagssummen (Tageswerte) der Messstationen<sup>5</sup> mit dem gleichen Verfahren räumlich interpoliert worden. Da ausserhalb des für die Radarexpertise verwendeten Zeitraums keine Niederschläge gefallen sind, ist ein solcher Vergleich sinnvoll.

Im Vergleich zu den Messstationen unterschätzt der Radar die gefallenen Niederschläge am jeweiligen Standort mehrheitlich. Hingegen zeigt sich deutlich, dass wegen fehlender Messstationen insbesondere im nördlich angrenzenden deutschen Gebiet und im Merishausertal- und Hemmental-EZG mit dem aus den Niederschlagsdaten ermittelten Kriging die Werte wahrscheinlich überschätzt werden.

<sup>5</sup> In Anhang 4 sind die in Abbildung 4.4 verwendeten Messstationen mit Angaben zum Betreiber, ihrer zeitlichen Auflösung, ihrer Lage, sowie dem gefallenen Tagesniederschlag (07 - 07 Uhr) aufgelistet.

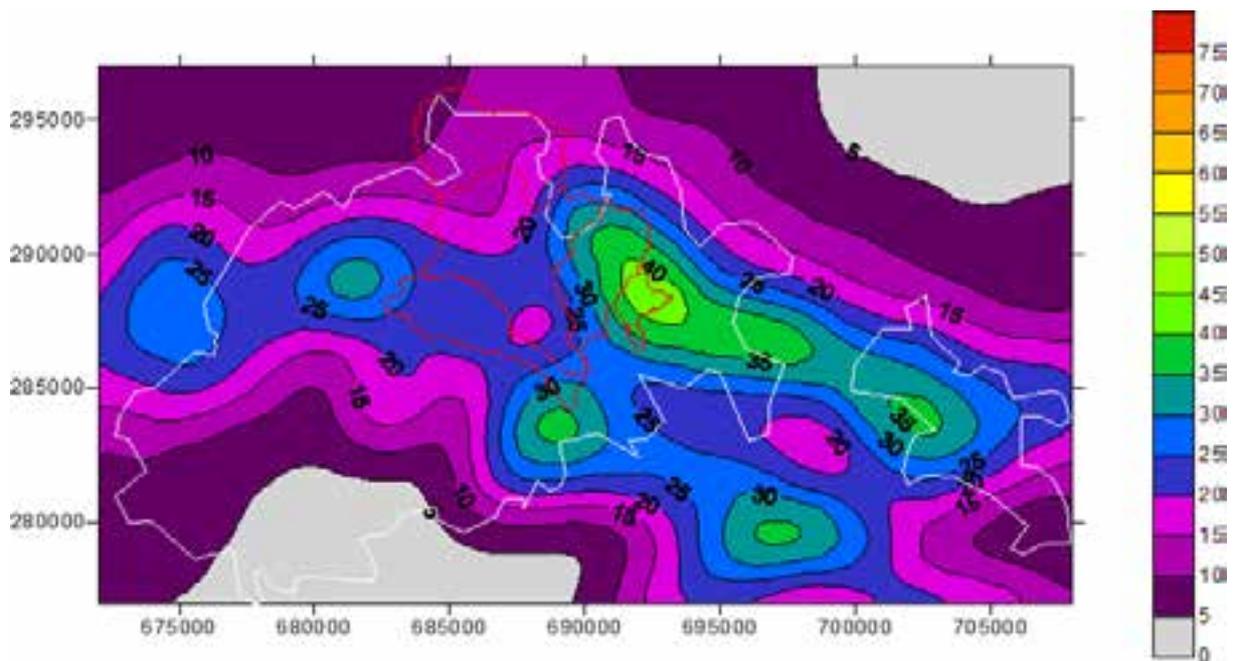


Abb. 4.4: Räumliche Verteilung der Niederschlagssummen [mm] ermittelt aus **Radarwerten** vom 2.5.2013 15:00 Uhr bis 3.5.2013 02:00 Uhr (11 h). Räumlich interpolierte Werte (Kriging), basierend auf der CombiPrecip Radarauswertung. Kantonsgrenze SH in weiss, EZG in rot.

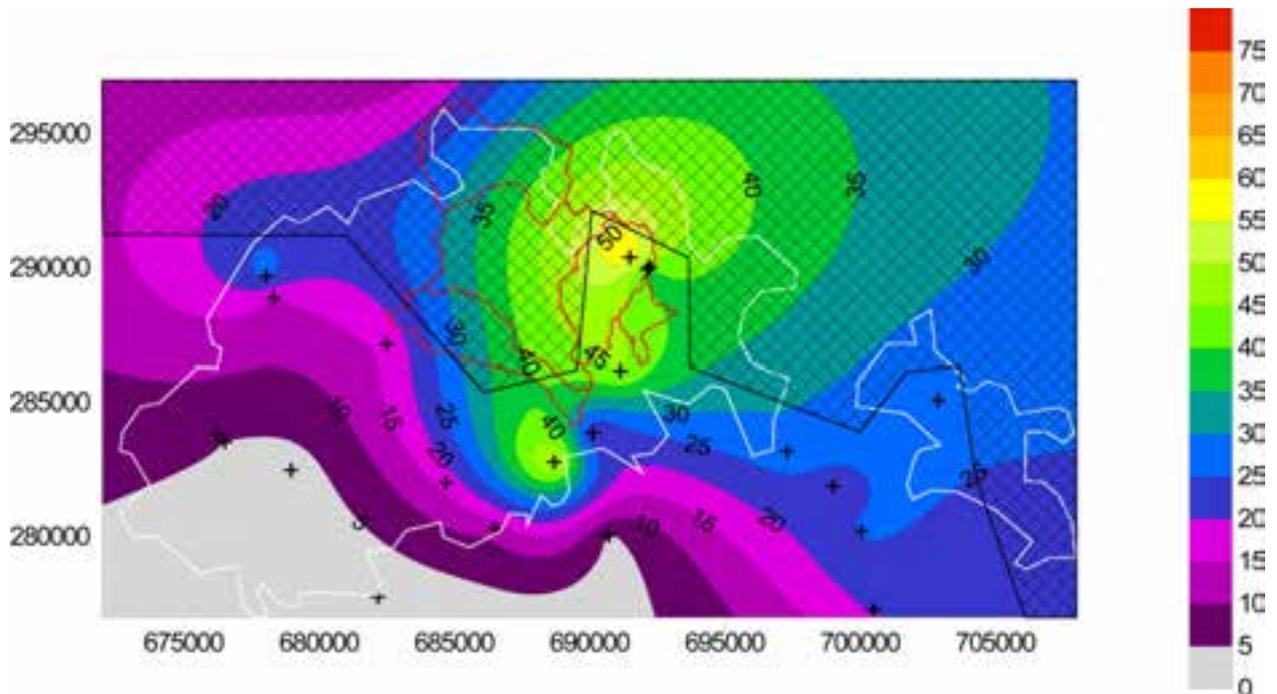


Abb. 4.5: Räumliche Verteilung der 24h-Niederschlagssummen [mm] vom 2.5.2013, 7:00 Uhr bis 3.5.2013, 7:00 Uhr (MEZ) ermittelt aus den **Bodenstationen**. Räumlich interpolierte Werte der Niederschlagsstationen. Kantonsgrenze SH in weiss, EZG in rot, Kreuze geben die berücksichtigten Stationen wieder. Schraffiertes Gebiet: Interpolation unsicher mangels Bodenmessstationen (Details zu den Niederschlagsstationen siehe Anhang 4).

Aufgrund der Dichte der Niederschlagsstationen südlich des EZG, im Klettgau, und im Bereich Lohn – Stetten, empfehlen wir für die Ermittlung des Gebietsniederschlags für das EZG des Dorfbachs Herblingen die Werte aus den Niederschlagsstationen zu verwenden. Für die EZG des Freudental-, Hemmentalerbachs und der Durach wird der Gebietsniederschlag anhand des Radars ausgewertet, wobei die Niederschläge um 10-20% erhöht werden (siehe Kap. 4.4.3).

Der Freudentalbach mit 35 mm und der Herblinger Dorfbach mit 40 - 45 mm erhielten die grössten Gebietsniederschläge. Das Gesamtgebiet der Durach erhielt nur 20 - 25 mm.

Tabelle 4.1: Die Gebietsniederschläge in den einzelnen Einzugsgebieten aufgrund Abbildungen.

<b>Einzugsgebiet</b>	<b>Fläche km<sup>2</sup></b>	<b>Gebietsniederschlag gemäss Radar [mm]</b>
EZG oberhalb Pegel Durach - Merishausen	15.6	15
EZG Freudentalbach bei Mündung in Durach	10.8	35
EZG Durach oberhalb Mündung Hemmentalerbach	51.5	20 - 25
EZG oberhalb Pegel Durach - Schaffhausen	62.9	20 - 25
EZG Dorfbach Herblingen oberhalb Bahnlinie	2.7	40 - 45

#### 4.4.3 Zeitliche Niederschlagsverteilung

Abbildung 4.6 a - x zeigen die Niederschlagsintensitäten im 5-Minuten-Intervall zwischen 18:00 und 19:55 Uhr aus den Radarbildern. Die Niederschlagszelle näherte sich von Südwesten und zog gegen Nordosten über das Untersuchungsgebiet hinweg. In Einzelnen sah der Ablauf folgendermassen aus:

Um 18:15 Uhr erreichte die Zelle aus Südwesten das Hemmental und der Niederschlag setzte ein. Über dem Hemmental war zwischen 18:30 – 18:40 Uhr der Niederschlag am intensivsten, zog aber rasch weiter. Die Intensitäten waren jedoch geringer als weiter östlich.

Kurz darauf traf das Gewitter auf das Durach-EZG. Die Intensitäten waren dort noch etwas geringer als über dem Hemmental und aufgrund seiner Grösse wurde das Durach-EZG weniger stark getroffen. Die höchsten Intensitäten waren im Bereich des Freudentals und des Dorfbachs Herblingen zu verzeichnen, die Zugrichtung verlief jeweils bachaufwärts und die Verweildauer war dort am längsten. Zwischen 19:00 und 19:20 Uhr traten dort die grössten Intensitäten auf.

Für drei Standorte (Schaffhausen MeteoSchweiz, Lohn MeteoSchweiz und Kanti Schaffhausen Meteomedia) wurden die Daten aus den Bodenmessstationen mit denjenigen der Radarexpertise verglichen (Abb. 4.5). Zusätzlich wurde gemäss Radardaten der grösste gefallene Niederschlag ca. 1 km östlich von Stetten dargestellt.

Für die MeteoSchweiz-Niederschlagsstation Schaffhausen, welche auf Neuhausener Gemeindegebiet liegt, stimmt der zeitliche Verlauf sowohl für den Radar, als auch für die Station gut überein. Der Radar misst hingegen nur ca. 60% des am Boden gemessenen Niederschlags. An der Station Lohn ist der Unterschied der Niederschlagssumme nur sehr gering, gemäss Radar ereignete sich der Niederschlag in Lohn rund 10 bis 15 Minuten früher als an der Niederschlagsstation. Insgesamt setzte der Niederschlag in Lohn rund 30 Minuten später ein als in Schaffhausen. Der Verlauf an der Niederschlagsstation Kanti Schaffhausen ist verlangsamt und könnte vom abschmelzenden Hagel herrühren. Da der Radar eine Ausmittelung auf der Rasterzelle (1 km x 1 km) vornimmt, ist es auch möglich, dass örtlich wesentlich höhere Intensitäten auftraten. Trotz jahrzehntelanger, intensiver Forschung ist es noch nicht möglich, mit dem Radar zuverlässig

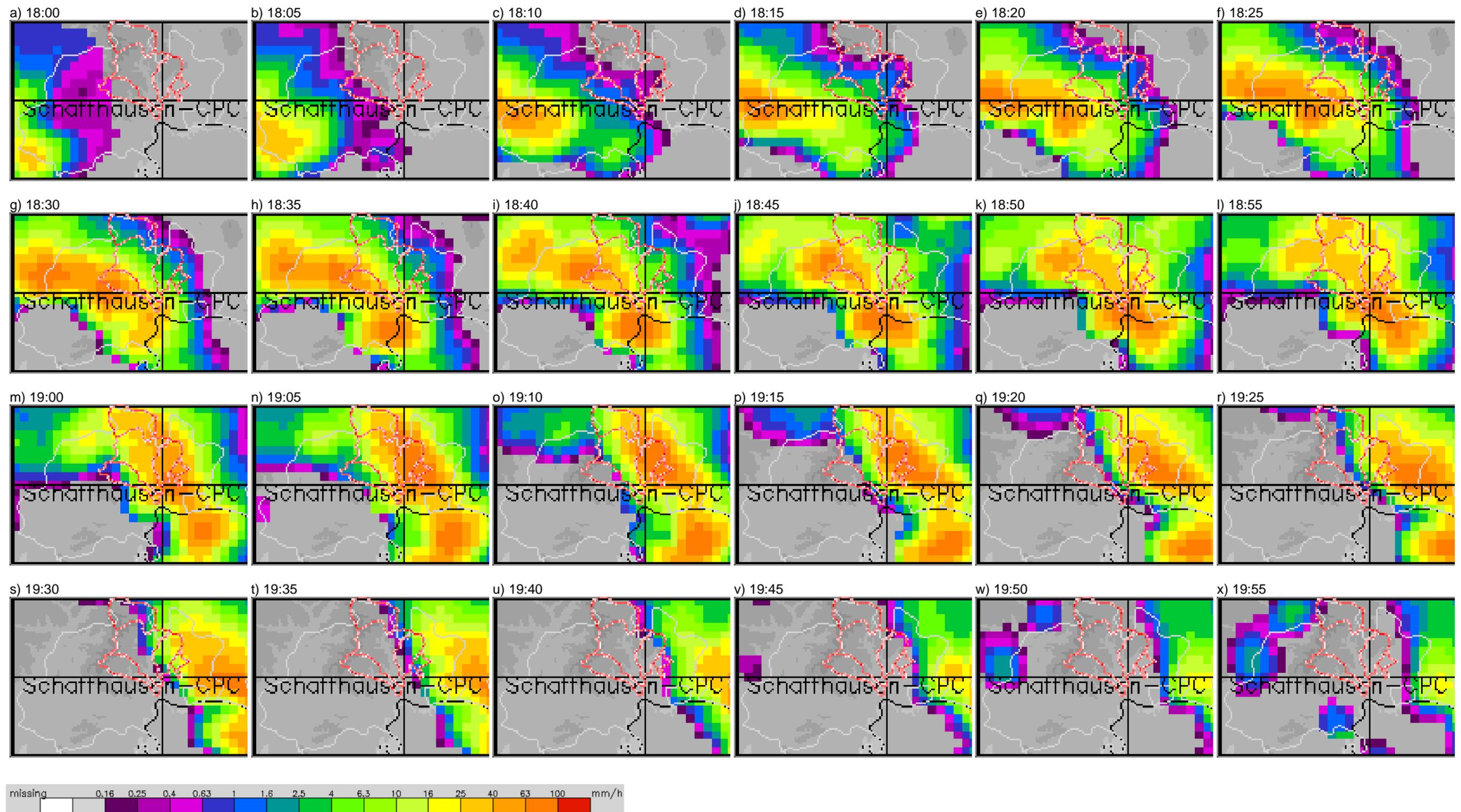


Abb. 4.6: Radarprodukt CombiPrecip CPC, alle 5 Minuten 2.5.2013 a) 18:00 bis x) 19:55 (MESZ).

Niederschlag zu messen<sup>6</sup>.

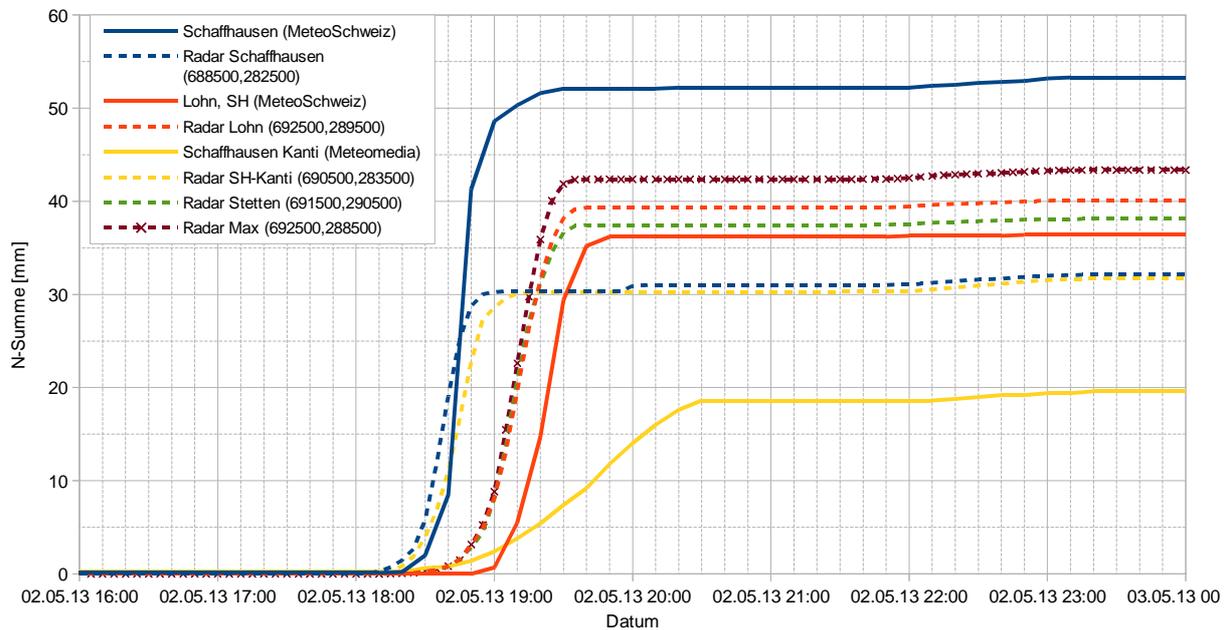


Abb. 4.7: Vergleich zeitlicher Verlauf der Niederschlagssumme aus den Messstationen (Ausgezogene Linien) und der Radarmessungen (gestrichelt) [mm] an verschiedenen Standorten beim Ereignis vom 2. Mai 2013.

#### 4.5 Vergleich des Niederschlags vom 2. Mai 2013 mit Extremniederschlägen kurzer Dauer in der Schweiz und Einordnung

In der Schweiz werden mancherorts seit 1860 Niederschlagstageswerte gemessen. Systematisch ausgewertete, zeitlich hoch aufgelöste Messungen gehen wesentlich weniger weit zurück. Die zeitlich hoch aufgelöste messenden Stationen der MeteoSchweiz wurden erst in den 1980er-Jahren eingerichtet. Dies bedeutet, dass nur verhältnismässig kurze Messperioden verfügbar sind, um statistische Auswertungen zu erzeugen. Die Statistik kurzer Niederschläge von 1981 bis 2012 (31 Jahre, Abb. 4.8) von Schaffhausen ist daher weit weniger gut abgestützt als die z.T. über 100 – 140 Jahre zurückreichenden Statistiken der Niederschlagstageswerte.

Abbildung 4.8 zeigt die Extremwertanalyse der MeteoSchweiz für die 10-Minuten Niederschläge der Station Schaffhausen über die Messperiode 1981 - 2012. Anhand dieser statistischen Auswertung handelte es sich beim Niederschlag vom 2.5.2013 um ein rund 50 - 70 jährliches Ereignis. Er ist gemäss MeteoSchweiz zwar der zweithöchste seit 1981 in der ganzen Schweiz gemessene 10-Minuten-Niederschlag. Ob die abgeschätzte Wiederkehrperiode zutreffend ist, ist aufgrund der unten aufgeführten Gründe in Frage zu stellen:

<sup>6</sup> Die vom Radar in Schaffhausen gemessenen Werte liegen zu tief und zeigen teilweise Diskrepanzen zu den Messungen an den Niederschlagsstationen. Was sich den Aufzeichnungen jedoch entnehmen lässt, ist der kurze zeitliche Verlauf der Starkregenphase. Die Unterschiede zwischen Radar und Niederschlagsstationen können verschiedene Gründe haben: Der Radar misst in grosser Höhe über Boden, er mittelt den Niederschlag einer 1x1 km-Zelle aus, der Albrisradar ist 50 km entfernt und dazwischen lag ebenfalls feuchte Luft, etc.

- Die statistische Auswertung kurzer Punkt-Starkniederschlägen in der Schweiz basieren zumeist auf kurzen Datenreihen (Maximum ca. 30 Jahre). Diese Auswertungen lassen daher nur sehr begrenzte Aussagen über die Grösse (extrem) seltener Niederschläge und deren statistischen Einordnung zu.
- Auf der Alpennordseite (auch Mittelland und Jura) wurden in den letzten Jahrzehnten einige intensive Niederschläge beobachtet, die mit dem Starkregen in Schaffhausen durchaus vergleichbar sind (Tab. 4.2). So fielen 1950 in Zürich innerhalb von 10 Min. 31.5 mm Niederschlag, 1907 in Luzern 32 mm und 1942 in Wollishofen sogar 36 mm. Dies zeigt, dass der 10-Minutenwert von Schaffhausen zwar auf die 30 Jahre Messungen in Schaffhausen bezogen der grösste war, aber verglichen mit dem Niederschlagsgeschehen in der Schweiz keineswegs rekordverdächtig ist (vgl. Kap. 4.3).
- In Schaffhausen wurde im Jahr 1984 in 10 Minuten schon einmal 30 mm Niederschlag beobachtet, der in der Stadt auch zu Überschwemmungen führte. Dies weist darauf hin, dass der Niederschlag vom 2. Mai 2013 etwa einem 30jährigen Niederschlag entspricht.

Aus diesen Gründen wird hier auf die Angabe der Wiederkehrperiode verzichtet. Die Einordnung des Ereignisses erfolgt in der Gesamtsicht (Kap. 6).

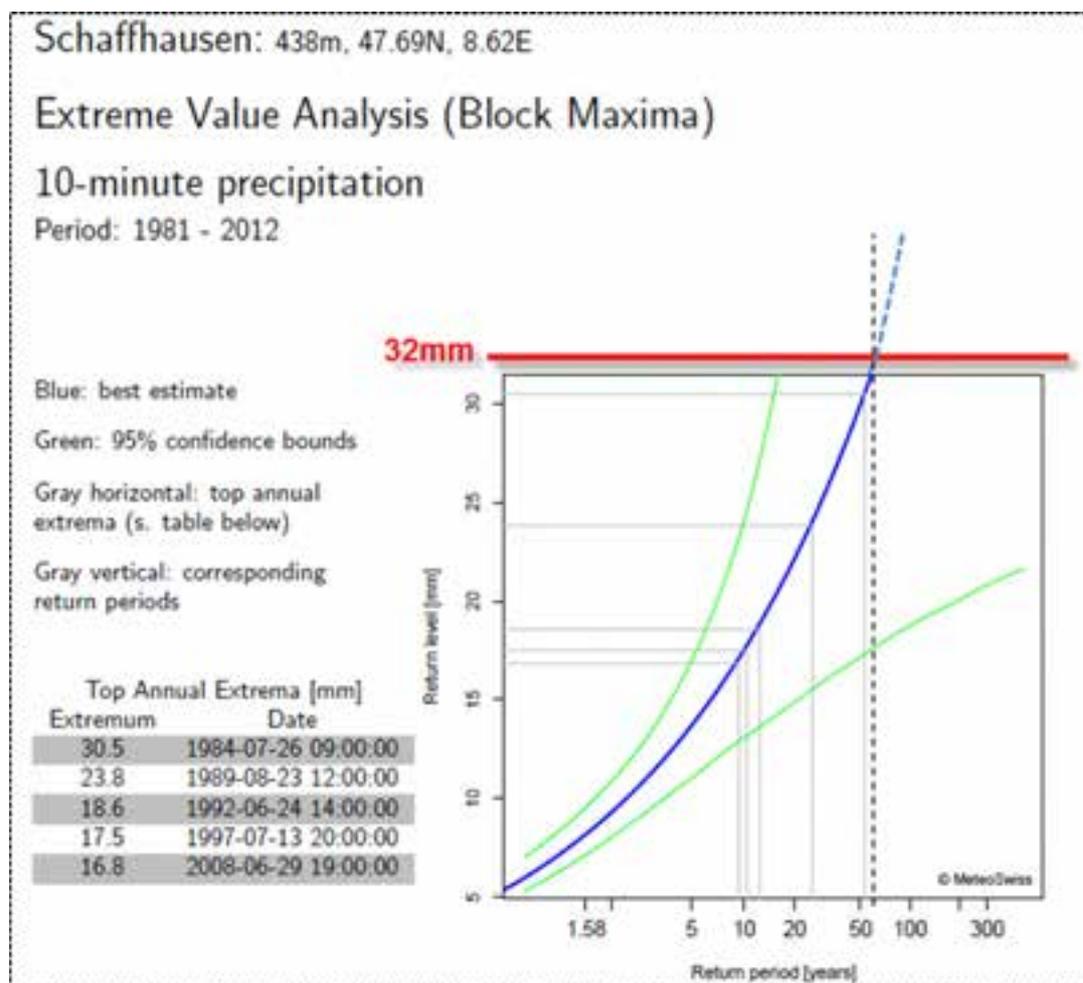


Abb. 4.8: Extremwertstatistik für 10-min Niederschlag in Schaffhausen: Meteoschweiz weist dem Wert eine Wiederkehrperiode von über 50 Jahren zu. ([http://www.meteoschweiz.admin.ch/web/de/wetter/tagesaktualitaet/alle/2013/05/03\\_schauerwetter\\_im.html](http://www.meteoschweiz.admin.ch/web/de/wetter/tagesaktualitaet/alle/2013/05/03_schauerwetter_im.html)).

Tab. 4.2: *Andere schweizerische Extremniederschläge auf der Alpennordseite (Geiger et al., 1991).*

Dauer [Min]	NS [mm]	Ort	Kanton	Datum
5	28.0	Zürich (alter Botanischer Garten)	ZH	14.09.1950
10	50.0	Heiden	AR	26.7.1895
10	36.0	Stans (Werkhof)	NW	15.08.1982
10	36.0	Wollishofen (Moos)	ZH	04.09.1942
10	33.2	St.Gallen (Rotmonten)	SG	22.07.1924
10	32.0	Luzern	LU	12.06.1907
10	31.5	Zürich (alter Botanischer Garten)	ZH	14.09.1950
10	30.1	St.Gallen (Rotmonten)	SG	21.06.1957
10	26.8	Binningen	BL	31.07.1978
12	48.0	Baye de Montreux	VD	02.08.1927
14	42.0	Thalwil (ARA Gattikon)	ZH	08.08.1981
15	60.0	Baye de Montreux	VD	02.08.1927
15	32.3	Basel (Bruderholz)	BS	10.07.1930
15	30.0	Baden	AG	11.7.1893
20	63.5	Uster	ZH	23.06.1975
20	56.0	Wollishofen (Moos)	ZH	04.09.1942
20	48.0	Bürgenstock	NW	23.06.1973
20	45.0	Basel (Riehen)	BS	24.06.1930
20	44.8	Ramsei (Moos)	BE	19.07.1976
20	44.0	Schwarzsee (Rothenbach)	FR	08.07.1956
20	44.0	Schwyz	SZ	06.07.1936
20	43.5	Stans (Werkhof)	NW	15.08.1982
25	102.5	Luzern	LU	24.08.1944
25	52.8	Sarnen	OW	23.06.1930
29	79.0	Schiers	GR	30.08.1908
30	110.0	Morges	VD	18.07.1976
30	82.3	Altdorf	UR	06.08.1939
30	65.0	Brunni (Alptal)	SZ	25.07.1984

## 4.6 Folgerungen

- Die räumliche Niederschlagsverteilung war sehr ungleichmässig, im grösseren Massstab lässt sich deutlich das Zentrum des Gewitters sowie seine Zugbahn erkennen.
- Der Schwerpunkt der Niederschläge lag über dem EZG des Freudentalbachs und dem EZG des Dorfbachs Herblingen. Insbesondere das Hemmental und das obere Durach-EZG wurden nur schwach vom Gewitter getroffen.
- Die Niederschlagintensitäten der Messstation Schaffhausen erreichten maximale Werte von über 190 mm/h während 10 Minuten und 51.4 mm/h während einer Stunde.
- Das Ereignis zeigte einen für Gewitter typischen zeitlichen Verlauf und hatte eine Dauer der intensiven Phase von nur 20 – 30 Minuten.
- Für die Schweiz ist dieser Niederschlagswert keineswegs rekordverdächtig. Die Einordnung bleibt aufgrund der kurzen Messperiode schwierig und es wird darauf verzichtet. Die Einordnung des Ereignisses erfolgt im Kapitel 6 aufgrund der Wertung aller Daten und Beobachtungen.

## 5 Abflüsse beim Hochwasser vom 2. Mai 2013

### 5.1 Einleitung

Im untersuchten Gebiet ist an zwei Stellen an der Durach ein Pegel installiert. Die beiden Messstellen wurden 2009 untersucht (Holinger, 2009) und sind seither beide umgebaut worden. Der Pegel Durach-Merishausen wurde vom Durchlass A4 in den darunterliegenden Sandfang versetzt. Die Messstelle Durach-Schaffhausen wurde aus dem Rückstaubereich der untenliegenden Eindolung weiter nach oben versetzt und mit einem Radar ausgerüstet.

### 5.2 Pegelmessungen und abgeschätzte Abflussspitzen

#### 5.2.1 Pegel Durach – Merishausen



Abb. 5.1: PQ-Beziehung am Pegel Durach – Merishausen, links Detail Messschwelle, rechts entgegengesetzten Fließrichtung.

Der Pegel Durach – Merishausen (Abb. 5.1) misst den Abfluss aus einem 15.6 km<sup>2</sup> grossen EZG. Die Abflussmessung erfolgt im Sandfang unterhalb des A4-Durchlasses. Unterhalb des 4 m breiten und ca. 10 m langen Sandfanges verengt sich das Gerinne auf rund 2 m. Eine v-förmige Messschwelle am unteren Ende des Sandfanges bestimmt den Wasserstand an der Messstation.

Neben einem Detailplan der Messschwelle vom 14.11.2011, einem Normalprofil des Baches unterhalb der Messschwelle, einem Plan des Durchlasses mit dem Querschnitt und der Tiefe des Absturzbeckens vom Mai 2005 lagen uns der Bericht Holinger (2009) über die PQ-Beziehungen der Pegelmessstellen des Kt. SH vor. Darin enthalten sind neben dem Querprofil des Durchlasses zwei weitere Querprofile (Sandfang und Bachunterlauf), sowie Gefällsangaben.

Abbildung 5.2 zeigt die mit HEC-RAS (U.S. Army Corps of Engineers, 2010) gerechnete PQ-Beziehung. Mangels Eichmessungen ist eine Überprüfung der PQ-Beziehung nicht möglich. Am 2.5.2013 wurde eine Abflussspitze von ca. 0.5 m<sup>3</sup>/s gemessen.

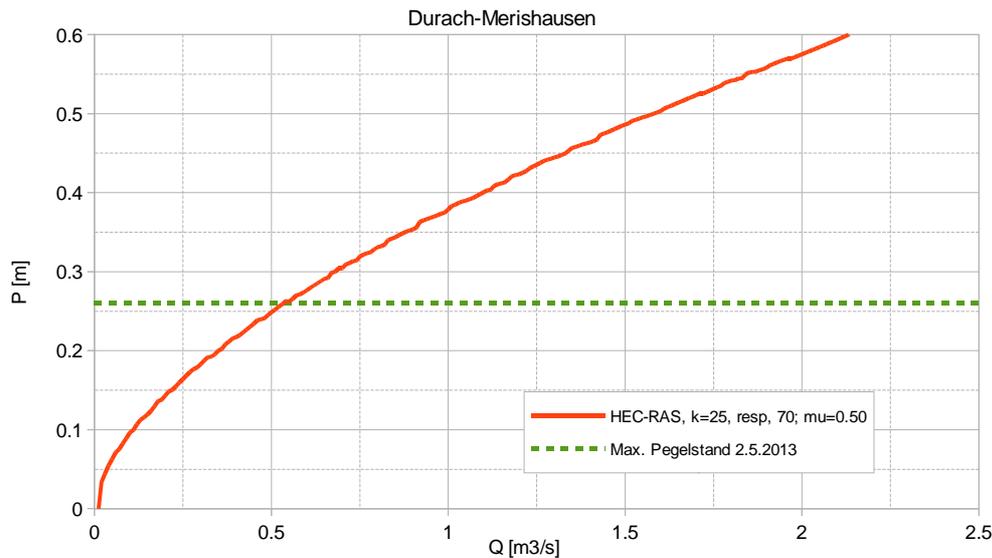


Abb. 5.2: PQ-Beziehung am Pegel Durach – Merishausen.

### 5.2.2 Abfluss der Durach bei Klosterwisen (oberhalb Einmündung Freudentalbach)

Auf halber Strecke zwischen Merishausen und Schaffhausen waren bei einer Flurwegbrücke bei Klosterwisen (ca. 480 m ü. M.) am 8.5.2013 Geschwemmspuren sichtbar, die vom Ereignis vom 2.5.2013 stammen könnten (Abb. 5.3). Eine Abschätzung unter Annahme einer Normalabflussbedingung mit einer Rauigkeit von k-Strickler ( $k_{Str}$ ) = 25 - 30  $m^{1/3}/s$  ergibt eine Abflussspitze von 2 - 3  $m^3/s$ .



Abb. 5.3: Sichtbare Geschwemmspuren an der Durach bei Klosterwisen am 8.5.2013.

### 5.2.3 Abfluss des Freudentalbachs

Der Freudentalbach fließt oberhalb des Tierheims in eine Eindolung mit einer Kapazität von ca. 5  $m^3/s$  (Niederer & Pozzi et al, 2007). Eine Abschätzung der Abflussspitze war nur oberhalb dieser Eindolung möglich. Beim Steg unterhalb des Pt. 480 fließt der Freudentalbach über einen Absturz (Abb. 5.4). Aufgrund der eingemessenen Hochwasserspuren konnte an dieser Stelle ein Abfluss von ca. 11  $m^3/s$  abgeschätzt werden. Allerdings umfloss weiter oben ausgefertes Wasser dieses gut definierte Querprofil rechtsufrig (Abb. 5.5). Die Gesamtabflussspitze des Freudentalbachs lag daher höher.



Abb. 5.4: Absturz des Freudentalbachs mit Geschwemmselpuren unterhalb des Pt. 480. Aufnahme vom Steg (vgl. Abb. 5.5) entgegen der Fliessrichtung am 8.5.2013 (Abschätzpunkt 3).



Abb. 5.5: Geschwemmselpuren des beim Steg unterhalb Pt. 480 in den Freudentalbach zurückgeflossenen Wassers. (Foto Kt. SH, 3.5.2013).

Zwischen dem Hof "Vorder Freudental" und dem Pt. 480 floss der Freudentalbach am 2.5.2013 breit auf der Wiese. Oberhalb des Pt. 480 führt der Freudentalbach nur sporadisch Wasser und hat daher kein Gerinnebett. Mit Hilfe detaillierter topografischer Daten aus [map.geo.admin.ch](http://map.geo.admin.ch) und dem Vermessungsamt Schaffhausen wurden die Abflüsse an 5 Querprofilen (Abb. 5.6) mit HEC-RAS simuliert und mit den eingemessenen Hochwasserspuren (Abb. 5.6 und 5.7) verglichen. Aufgrund der Hochwasserspuren konnte eine Abflussspitze von 15 - 20 m<sup>3</sup>/s abgeschätzt werden. Gerechnet wurde mit einer Rauigkeit von  $k_{Str} = 30 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ .



Abb. 5.6: Hochwasserspuren des Freudentalbachs zwischen „Vorder Freudental“ und dem Pt. 480 entgegen der Fliessrichtung (Foto Kt. SH, 3.5.2013, Abschätzpunkt 2).



Abb. 5.7: Hochwasserspuren des Freudentalbachs zwischen „Vorder Freudental“ und dem Pt. 480 am 8.5.2013. (Fließrichtung: von rechts nach links; Abschätzpunkt 1).

#### 5.2.4 Abfluss beim Pegel Durach Schaffhausen



Abb. 5.8: Pegel Durach – Schaffhausen, links in, rechts entgegen Fliessrichtung.

Der Pegel Durach – Schaffhausen (Abb. 5.8) misst den Abfluss aus einem 62.9 km<sup>2</sup> grossen EZG. Das 4.5 m breite Rechteckgerinne liegt in einem Abschnitt mit einem Gefälle von ca. 0.9 %. Die Sohle, sowie die linke Ufermauer sind aus Beton, die rechte Mauer aus Mauerwerk. Nach Aussagen von Herrn Roland Schwarz (TBA, Kt. SH) ist die Betonsohle uneben und rau. Das Gefälle nimmt unterhalb des Pegels zu und 90 m unterhalb des Radarpegels kann die Durach bei grossen Abflüssen nach links entlasten. 160 m unterhalb des Pegels fliesst die Durach in die Eindolung und der Einlauf wird mit zwei hintereinander folgenden Rechen vor Schwemmholz geschützt.

Der seit weniger als einem halben Jahr in Betrieb stehende Pegel verfügt bisher nicht über Eichmessungen. Eine genaue Quantifizierung des Abflusses ist deshalb schwierig. 5 Querprofile im Bereich des Pegels aus dem Jahr 2012, sowie ein Längsprofil von 1987 von der Eindolung oberhalb des Pegels bis 30 m unterhalb des Pegels stellte der Kanton Schaffhausen zur Verfügung. Ergänzend dazu lagen uns Pläne (Situation, Längsprofil und 2 Querprofile) von Basler & Hofmann (1989) von der seitlichen Entlastung und der Eindolung unterhalb des Pegels vor.

Abbildung 5.9 zeigt die mit unterschiedlichen Rauigkeitswerten mit HEC-RAS (U.S. Army Corps of Engineers, 2010) gerechneten PQ-Beziehungen. Der Abfluss am Pegel war beim Ereignis stark schiessend und nach Zeugenaussagen (Hr. Preisig) aber mit relativ ruhiger Oberfläche. Ausuferungen im Bereich des Pegels aus der Durach wurden nicht beobachtet. Aufgrund des schiessenden Abflusses beim Pegel können Einflüsse durch Rückstau von den unterhalb liegenden den Rechen für dieses Ereignis ausgeschlossen werden. Der Radar mass eine Abflusshöhe von lediglich 0.81 m. Dies wurde durch Herrn Preisig bestätigt (Anhang 1, Zeugenaussagen).

Es handelt sich bei den Messwerten jeweils um den abgespeicherten Momentanwert, welcher in einem Intervall von 15 Minuten abgelegt wird. Die Abflussspitze kann also noch grösser gewesen sein. Unter der Annahme eines  $k_{St}r$  von 50 – 55 m<sup>1/3</sup>/s wurde die Abflussspitze auf 20 – 28 m<sup>3</sup>/s abgeschätzt.

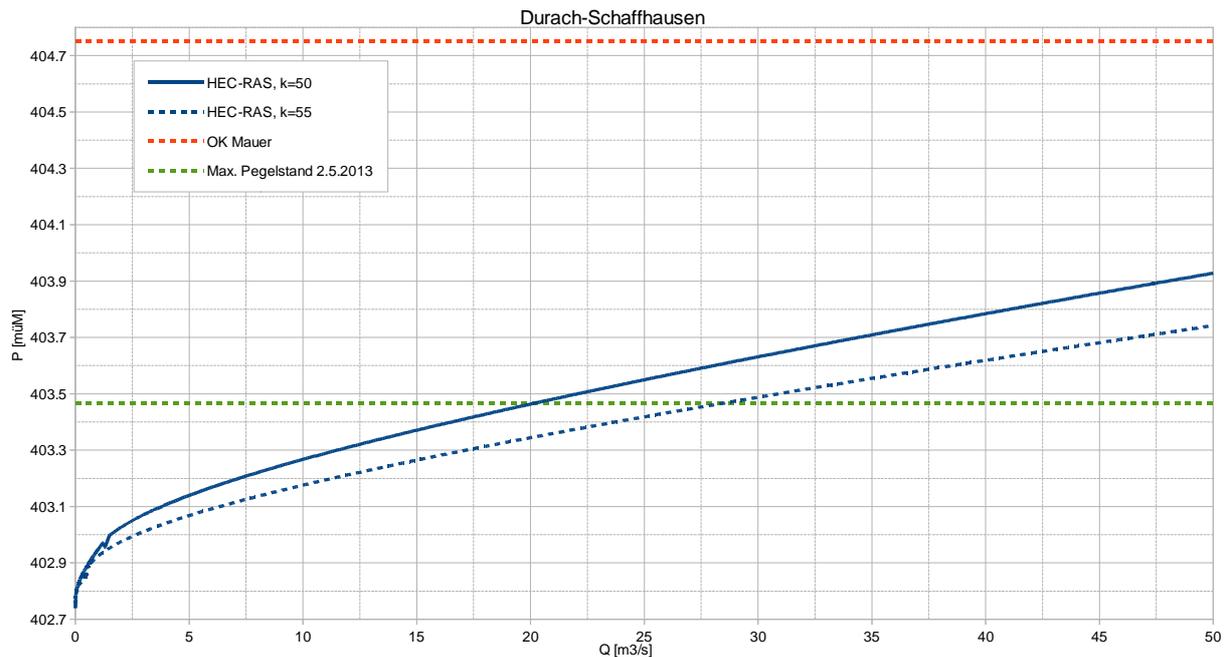


Abb. 5.9: PQ-Beziehung am Pegel Durach – Schaffhausen.

Aufgrund der Filmaufnahmen konnte bei der Heizzentrale (Mühlentalstrasse 188) der auf der Strasse abfließende Abfluss auf 2 – 3 m<sup>3</sup>/s ( $k_{str} = 60 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ ) geschätzt werden. Damit ergibt sich ein Gesamtabflussspitze von 20 – 31 m<sup>3</sup>/s.

### 5.2.5 Abfluss beim Dorfbach Herblingen

Der Dorfbach Herblingen wurde beim Ereignis vom 2.5.2013 bei den verschiedenen Durchlässen und Einläufen zurückgestaut und uferete im und oberhalb des Siedlungsgebietes an verschiedenen Stellen aus. Die Bestimmung der Abflussspitze war daher schwierig. Oberhalb des Schützenhauses Herblingen wurde ein Regenrückhaltebecken erstellt (Abb. 1.2), um die Abflüsse aus der Entlastungsleitung aus dem Siedlungsgebiet von Stetten zu dämpfen. Aufgrund der sichtbaren Spuren (Abb. 5.10) schoss das Wasser vermutlich unter Volllast aus der Entlastungsleitung in das Regenrückhaltebecken. Die maximale Kapazität dieser Entlastungsleitung liegt bei ca. 3 m<sup>3</sup>/s (Abschätzung nach Wüst Bauingenieure AG, 2004). Der Herblinger Dorfbach füllte das Regenrückhaltebecken und strömte über die Dammkrone (Abb. 5.11). Unterhalb des Regenrückhaltebeckens konnte aufgrund der am 8.5.2013 eingemessenen Spuren die Abflussspitze des auf die Wiese ausgeferten Herblinger Dorfbachs beim Schützenhaus auf 3.0 - 3.5 m<sup>3</sup>/s abgeschätzt werden (Abb. 5.11). Die Abschätzung erfolgte mit HEC-RAS basierend auf der Geometrie aus Stadt Schaffhausen (2012). Gerechnet wurde mit einer Rauigkeit von  $k_{str} = 25 - 30 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ .



Abb. 5.10: Regenentlastung aus dem Siedlungsgebiet von Stetten in das Regenrückhaltebecken des Herblinger Dorfbachs am 8.5.2013. Gut sichtbar sind die Spuren der Entlastung vom 2.5.2013.



Abb. 5.11: Der Herblinger Dorfbach beim Schützenhaus entgegen der Fliessrichtung (Foto Kt. SH, 3.5.2013). Gut sichtbar sind die Spuren des überströmten Regenrückhaltebeckens im Hintergrund. Aufgrund der Spuren im Vordergrund konnte eine Abflussspitze von 3 – 3.5 m<sup>3</sup>/s abgeschätzt werden.

### 5.3 Das Abflussgeschehen mit Verlauf und Abflussspitzen Freudentalbach, Dorfbach Herblingen, Durach

Der Pegel Merishausen (Abb. 5.12) zeigt nur einen unbedeutende Abflussspitze von rund 0.5 m<sup>3</sup>/s (ca. 20 Uhr), wie das die geringen Niederschlagssummen im EZG der Durach bis zum Pegel Merishausen auch erwarten lassen (vgl. Tab. 4.1). Weiter unten im EZG der Durach bei Chlosterwisen (oberhalb Einmündung Freudentalbach) lag die Abflussspitze bei maximal 2 - 3 m<sup>3</sup>/s.

Die höchsten Niederschlagsintensitäten treten im Freudental zwischen 19 und 19:20 Uhr auf. Um ca. 19:30 Uhr ist der Abfluss im unteren Freudental hoch (Abflussspitze: 15 – 20 m<sup>3</sup>/s). Ca. 19:50 Uhr überflutet der Freudentalbach die Schweizersbildstrasse und fliesst durch das flachere Gelände des kantonalen Werkhofs, der Reithalle und dem Zentrum für Verkehrsübersicht zum Kreisel beim Logierhaus. Während das Freudental einen relativ schmalen Talboden besitzt, weitet sich das Tal unterhalb des Tierheims aus und wird auch flacher. In diesem Abschnitt wird die Abflussspitze durch ausgedehnte Überflutungen gedämpft und der Abflussvorgang verzögert.

In der Abbildung 5.12 sind für den Pegel Schaffhausen die Bereiche des Abflusses ( $k_{Str} = 50 - 55 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ ) angegeben. Bereits wenige Minuten nach dem Einsetzen der Niederschläge an der Station Schaffhausen (MeteoSchweiz) erfolgt der Anstieg des Abflusses am Pegel Durach–Schaffhausen (Abb. 5.12, ca. 19 Uhr). Der Anstieg dauert mehr als zwei Stunden bis zum Maximum um 21 Uhr<sup>7</sup>. Er erfolgt nicht kontinuierlich, sondern stagniert, resp. verringert sich dreimal, bevor er zum Maximum von 20 bis 28 m<sup>3</sup>/s ansteigt. Dieser Verlauf mit einigen Plateaus lassen sich durch die Überregnung, die Fliesszeiten und die Retention aufgrund diverser Überflutungen erklären. Ungewöhnlich am Ereignis ist, dass der Abfluss schneller nachliess, als er zugenom-

<sup>7</sup> Da nur 15-Minutenwerte aufgezeichnet werden, kann über der Durchgang der Abflussspitze zeitlich nicht genauer festgelegt werden.

men hatte.

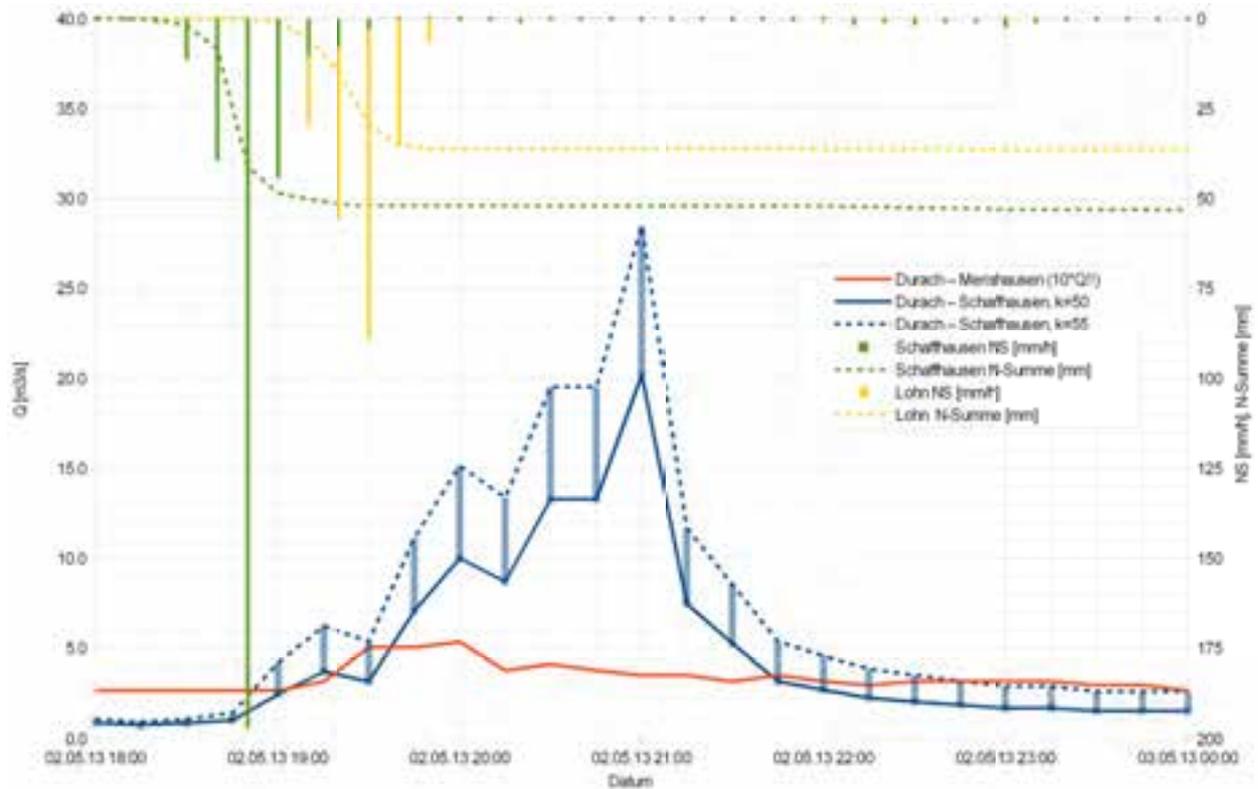


Abb. 5.12: Abflussganglinie an den Pegeln Durach-Merishausen, resp. Schaffhausen. Der Einfluss der Unsicherheit der PQ-Beziehung auf den Abfluss ist durch die beiden blauen Linien verdeutlicht. Zusätzlich sind die Niederschlagsintensitäten und -summen der Stationen Schaffhausen und Lohn eingetragen.

Je nach Ganglinie lag das Abflussvolumen abzüglich des Basisabflusses (ca. 1m<sup>3</sup>/s) zwischen 85'000 und 140'000 m<sup>3</sup>/s. Ein Grossteil davon dürfte aus dem EZG des Freudentalbachs stammen.

## 6 Einordnen des Hochwassers bezüglich Niederschlag und Abfluss

### 6.1 Einleitung

Das Hochwasser vom 2. Mai 2013 kann auf verschiedene Weise eingeordnet werden.

- a) **Niederschlag:** Die beobachteten Niederschläge werden statistisch eingeordnet.
- b) **Gefahrenkarte:** Die beobachteten Abflüsse werden mit den Hochwasserabschätzungen in der Gefahrenkarte verglichen.
- c) **Systematische Abflussmessungen:** Die beobachteten Abflüsse werden mit Abflussmessungen verglichen.
- d) **Hochwassergeschichte:** Die beobachteten Abflüsse werden mit dokumentierten Hochwassern der Vergangenheit verglichen.
- e) **Extremhochwasser in der Schweiz und im nahen Ausland:** Die beobachteten Abflüsse werden mit Abflüssen extremer Hochwasser der letzten Jahrzehnte in der Schweiz verglichen.
- f) **Generelle Einordnung:** Die Entstehung des Hochwassers lässt sich aufgrund der räumlich-zeitlichen Verteilung des Niederschlags, der Beeinflussung der Abflussbildung durch die Vorgesichte, den EZG-Zustand, den Untergrund, etc. qualitativ beurteilen.

### 6.2 Einordnung gemäss Niederschlagstatistik

Aufgrund zu kurzer Niederschlagsmessungen (1981 – 2012) lässt sich der 10-Minuten-Wert von 32 mm nicht korrekt einordnen.

### 6.3 Vergleich der Hochwasserabflüsse vom 2. Mai 2013 mit den $HQ_x$ in den Gefahrenkarten

Tabelle 6.1 zeigt die der Gefahrenkarte zu Grunde gelegten Hochwasser unterschiedlicher Jährlichkeit ( $HQ_x$ ) (ARGE Gefahrenkarte Schaffhausen, 2009; Korrigenda vom 4.3.2009) und die verschiedenen, das Hochwasser beeinflussende Faktoren. Aufgrund dieser Aufstellung lassen sich die beobachteten Abflüsse wie folgt einordnen:

Tab. 6.1: Die HQ<sub>x</sub> der Gefahrenkarte, die Abflussspitze des Hochwassers vom 2.5.2013 und dessen Einordnung nach Gefahrenkarte. Wertung der Vorbedingungen, des Niederschlags, des Abflusses, der Abflussbildung und eine Gesamtwertung je Einzugsgebiet.

Bach	BP gem. GK	EZG-Fläche	HQ <sub>x</sub> (gemäss Gefahrenkarte GK)					Q-Spitze HW 2.5.2013	Einordnung gem. GK	Vorbedingungen		Niederschlag					Abfluss und Abflussbildung			Gesamtbewertung
			HQ <sub>30</sub>	HQ <sub>100</sub>	HQ <sub>300</sub>	EHQ	Vorfeuchte			Deckungsgrad auf Fruchtfelderflächen im N-Zentrum	Überregung des Gebiets	Zugrichtung	relative Verweildauer der höchsten Intensitäten	max. N-Intensitäten nach Radar	N-Menge nach Radar	spez. Q	Abflusskoeffizient (AK)	Abflussbildung		
		[km <sup>2</sup> ]	[m <sup>3</sup> /s]	[m <sup>3</sup> /s]	[m <sup>3</sup> /s]	[m <sup>3</sup> /s]	[m <sup>3</sup> /s]													
Freudentalbach	Fre_1	11.5	8	13	18	20	15 – 20	HQ <sub>300</sub> - EHQ	hoch	mässig	stark	Bach entlang	lang	63-100**	35**	1.3 – 1.7***	keine Messung (16 – 25)*	im N-Zentrum stark	Gemessen an der Grösse des EZG grosse Abflüsse; Ereignis extrem	
Durach (Pegel Durach-Schaffhausen)	Dur_1	62.4	25	45	64	68	20 – 28 22 – 31 <sup>+</sup>	HQ <sub>30</sub>	hoch	hoch	mässig	quer zur Laufrichtung	kurz	63-100	20 – 25	0.3 – 0.5	7 – 9	schwach	Gemessen an der Grösse des EZG mässige Abflüsse; Ereignis keinesfalls extrem wahrscheinlich oft zu erwarten	
Durach oberhalb Ziegelhütte	Dur_4	34.2	18	28	40	45	2 – 3	-	hoch	hoch	sehr gering	quer zur Laufrichtung	kurz	25 – 40	20	0.05 – 0.08	keine Messung	schwach	unbedeutend	
Durach (Pegel Durach-Merishausen)	Dur_8	14.5	11	16	22	24	0.5	-	hoch	hoch	sehr gering	quer zur Laufrichtung	kurz	25 – 40	15	0.03	< 1	schwach	unbedeutend	
Dorfbach Herblingen	Dor_1	2.9	3	5	7	9	3 – 3.5	HQ <sub>30</sub>	hoch	mässig	stark	Bach entlang	lang	63 – 100**	40 – 45**	1 – 1.2	keine Messung	im N-Zentrum stark	Gemessen an der Grösse des EZG mässig grosse Abflüsse; Ereignis keinesfalls extrem	



wirkt sich sehr stark auf die Entstehung grosser Hochwasser aus  
wirkt sich stark auf die Entstehung grosser Hochwasser aus  
wirkt sich mässig auf die Entstehung grosser Hochwasser aus

\* AK berechnet unter der Annahme, dass 60 – 75% des Abflusses aus dem Freudental stammte.

\*\* Niederschlagsmengen und -intensitäten wahrscheinlich unterschätzt

\*\*\* Abflussbildung nur auf einer begrenzten Teil des EZG von 11.5 km<sup>2</sup>, spez. Abflüsse würden dadurch höher.

+ inkl. Abfluss auf der Mühletalstrasse

- Im Freudentalbach (Fre\_1) lag die Abflussspitze des Hochwassers vom 2. Mai 2013 im Bereich von 15 – 20 m<sup>3</sup>/s. Gemäss Gefahrenkarte liegt dieses Ereignis zwischen einem HQ<sub>300</sub> und einem EHQ.
- Beim Pegel Durach-Merishausen (Dur\_8) trat am 2.5.2013 kaum Mehrabfluss auf (Abflussspitze: 0.5 m<sup>3</sup>/s). Auch weiter unten an der Durach (Dur\_4) bei Chlosterwisen war der Abfluss ebenfalls noch bescheiden (2– 3 m<sup>3</sup>/s).
- Beim Pegel Durach-Schaffhausen lag die Abflussspitze bei 20 – 28 m<sup>3</sup>/s, mit dem Abfluss auf der Mühlentalstrasse bei 20 – 31 m<sup>3</sup>/s. Dieser Abfluss entspricht etwa einem HQ<sub>30</sub>.
- Im Herblinger Dorfbach wurde eine Abflussspitze von 3 – 3.5 m<sup>3</sup>/s abgeschätzt. Dies entspricht gemäss der Gefahrenkarte etwa einem HQ<sub>30</sub>. Wenn man die vorgeschlagenen 1.8 m<sup>3</sup>/s Retention abzieht, handelt es sich sogar um ein HQ<sub>100</sub>.

#### 6.4 Vergleich mit systematischen Abflussmessungen

Um Hochwasser einordnen zu können, wären längere, über mehrere Jahrzehnte zurückreichende systematische Abflussmessungen notwendig. An keinem der drei Bäche ist diese Bedingung erfüllt.

An der Durach-Schaffhausen wurde zwischen 1988 und 1997 und neu wieder seit 2012 der Abfluss gemessen. Wie verlässlich die Messungen von 1988 – 1997 sind, ist ungewiss und müsste überprüft werden. Die neuen Messungen seit 2012 sind aufgrund der hydraulischen Verhältnisse auf jeden Fall unscharf (vgl. Kap. 5). Da der Abfluss bei Hochwasser schiessend ist, bedeuten kleine Unterschiede im Wasserspiegel grosse Abflussunterschiede. Ein hydraulisch idealer Standort würde die Messqualität verbessern.

In den 11 Messjahren lagen die drei grössten Messungen bei 19 m<sup>3</sup>/s, 20 und 22 m<sup>3</sup>/s. Unter der Annahme, dass die Messungen verlässlich sind, liegt die am 2. Mai 2013 gemessene resp. abgeschätzte Abflussspitze im Bereich von Dur\_1 nicht sonderlich hoch und ihre Wiederkehrperiode liegt bei etwa 30 Jahren oder gar noch häufiger.

#### 6.5 Vergleich mit der Hochwassergeschichte im Kanton Schaffhausen

Mittels einer gründlichen Erkundung historischer Hochwasser können Hinweise über grosse Hochwasser der letzten Jahrzehnte zusammengetragen werden, idealerweise lässt sich die Grösse der Hochwasser auch abschätzen. Im günstigen Fall kann man sogar noch weiter zurückblicken (Scherrer et al., 2011). Je grösser der überblickbare Zeithorizont ist, um so bessere Aussagen über die Grösse seltener Hochwasser ist möglich und desto besser lässt sich das beobachtete Hochwasser vom 2. Mai 2013 einordnen.

ARGE Naturgefahren Schaffhausen (IPG Keller AG, Nieder + Pozzi Umwelt AG; 2005) erstellte den Ereigniskataster für den Kanton Schaffhausen. In diesem Kataster sind aber nur einzelne Hochwasser pro Gewässer vermerkt (Durach: 1 Ereignis in Merishausen am 3.2.1970; Dorfbach Herblingen 1 Ereignis am 10.4.1986; Freudentalbach: 5 Ereignisse am 4.2.1980, 17.12.1981, 19.12.1986, 29.5.1995 und am 22.2.1999).

Für die Betrachtung seltener Hochwasser und die Einordnung des Hochwassers 2013 sind die vorhandenen Informationen zu knapp und die Bezugsperiode zu kurz. Mit einer gründlichen Aufarbeitung der historischen Hochwasser wäre zumindest an der Durach und am Dorfbach Herblingen eine sinnvolle Einordnung möglich.

## 6.6 Extremhochwasser in der Schweiz und im nahen Ausland

Wie vergleichen sich die beobachteten Hochwasserabflüsse vom 2. Mai 2013 mit Extremabflüssen in der Schweiz und im nahen Ausland? Abbildung 6.1 zeigt eine Zusammenstellung grosser Abflüsse geordnet nach EZG-Grösse. Die Scherrer AG hat einige EZG im Jura mit ähnlichem geologischen Untergrund untersucht und die Grösse historischer Abflüsse abgeschätzt. Die Abflusswerte vom 2. Mai 2013 waren vergleichsweise klein und liegen allesamt unter den übrigen Extremhochwassern (siehe auch Tab. 6.1).

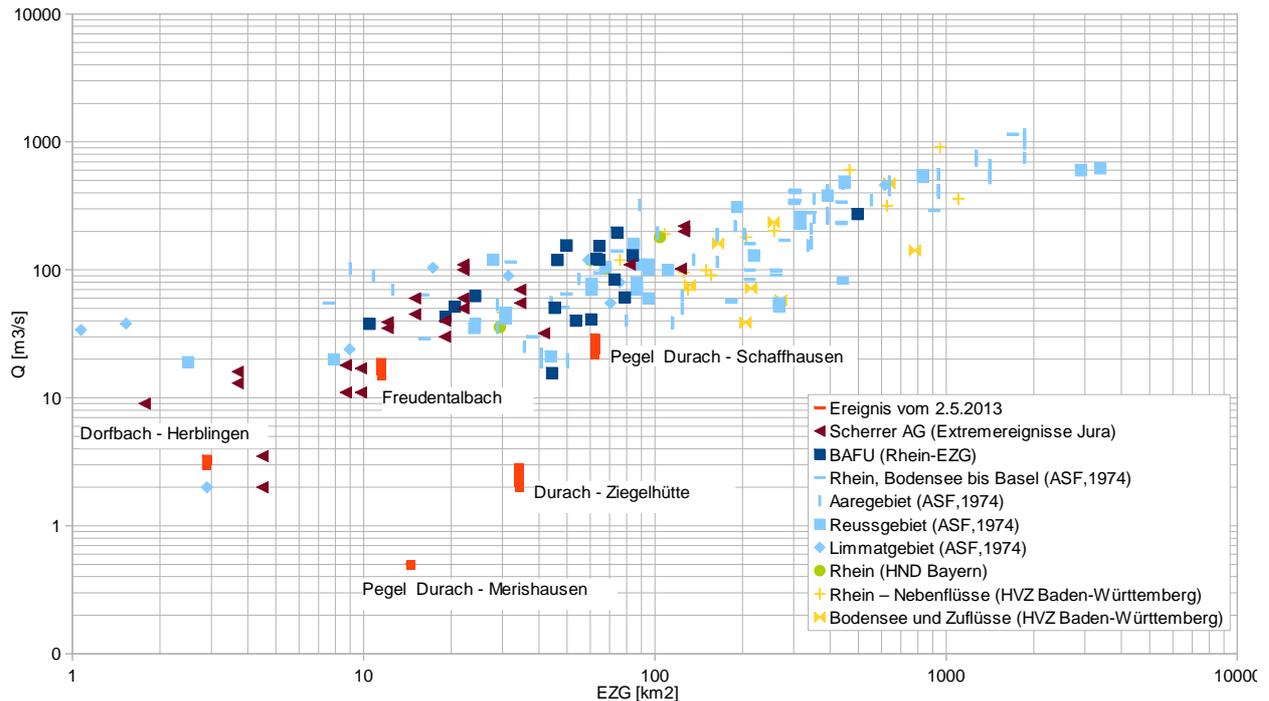


Abb. 6.1: Vergleich der Hochwasserabflüsse vom 2. Mai 2013 an der Durach, Freudentalbach und Dorfbach Herblingen mit Extremhochwassern in der Schweiz und im nahen Ausland.

## 6.7 Generelle Betrachtung

In Tabelle 6.1 wurde versucht, die Niederschlags- und Abflusswerte mit weiteren, z.T. qualitativen Einschätzungen zu ergänzen. Die verschiedenen Faktoren wurden ausgehend vom heutigen Wissensstandes bewertet im Hinblick auf die Entstehung von Hochwasser resp. bezüglich der Hochwassersicherheit. Es wurden 3 Kategorien von Faktoren unterschieden:

- rot:** wirkt sich **sehr stark** auf die Entstehung grosser Hochwasser aus
- orange:** wirkt sich **stark** auf die Entstehung grosser Hochwasser aus
- gelb:** wirkt sich **mässig** auf die Entstehung grosser Hochwasser aus.

Bei den Niederschlagsmengen und -intensitäten ermittelt aus den Radardaten bestehen Unsicherheiten, die nicht ohne weiteres ausgeräumt werden können. Dies beeinflusst die Einschätzung.

**Vorbedingungen:** Im Vorfeld fielen keine nennenswerten Niederschläge im Untersuchungsgebiet. Die Temperaturen in den Tagen vor dem Ereignis lagen bei kühlen 10°C, wodurch die feuchten Böden nicht abtrocknen konnten. Am 2. Mai zeigten aufgrund der kühlen Witterung des Frühlings viele Ackerflächen noch keine Vegetation oder wiesen nur einen geringen Deckungsgrad auf, was sich ungünstig auf die Infiltration auswirkte (siehe unten).

Das **Niederschlagsereignis** war aufgrund der Überregnung mit Schwergewicht über dem Freudentalbach und dem Dorfbach Herblingen für die Durach nicht kritisch. Dennoch reichte die Abflussreaktion des Freudentalbachs aus, um am Pegel Schaffhausen ein  $HQ_{30}$  zu bewirken. Wären im unteren Teil der Durach im Merishausertal ebenfalls grosse Intensitätsspitzen aufgetreten, wäre es in Schaffhausen zu einem noch grösseren Abfluss gekommen. Die Zugrichtung der Niederschlagszellen entlang der Bäche war für den Freudentalbach und den Dorfbach Herblingen kritisch, weil auch die Verweildauer des Starkniederschlags dort am grössten war. Die Niederschlagsintensitäten waren laut Radarbild wiederum an diesen beiden Bächen am grössten, während die Niederschlagssummen laut Radar nicht überaus gross waren. Das Radar dürfte die effektiven Intensitäten unterschätzen, wie auch Bodenstationen belegen.

**Untergrund und Abflussbildung:** Der Untergrund des EZG der Durach, des Freudentalbachs und des Heblingen Dorfbachs besteht weitgehend aus durchlässigen Malmkalken (Anhang 5). Darauf liegende Böden sind meist durchlässige Rendzinen und Braunerden. Die Abflussbildung ist auf solchen Flächen stark verlangsamt, auch bei hohen Intensitäten. Auf den meist landwirtschaftlich genutzten Hochflächen von Stetten, Lohn, Büttenhard liegen jedoch über dem Malm tertiäre Ablagerungen (Sandsteine, Mergel, Jura-Nagelfluh) und Rissmoräne. Diese Deckschichten sind weniger durchlässig als die Malmkalke. Die Rissmoräne und ihre Böden sind als schwach durchlässig bekannt. Das Niederschlagszentrum erfasste am 2. Mai 2013 diese weniger durchlässigen Flächen. Der grosse Oberflächenabfluss, der in diesen Gebieten entstand und die z.T. damit verbundenen Schäden (z.B. Stetten) bestätigen dies.

Die Niederschlagsintensitäten lagen kurzzeitig gemäss Bodenstationen bei ca. 190 mm/h. Möglicherweise waren sie stellenweise sogar noch höher. Beregnungsversuche auf Grasflächen von 60 m<sup>2</sup> haben gezeigt, dass normal durchlässige Böden Intensitäten bis ca. 100 mm/h zuerst schlucken können (Scherrer, 1997) und dass erst mit der Zeit Oberflächenabfluss oder Abfluss im Boden entsteht. Bei höheren Intensitäten, wie sie in Schaffhausen am 2. Mai 2013 beobachtet wurden und weniger durchlässigen Böden (oder z. B. Ackerflächen ohne nennenswerten Deckungsgrad), entsteht rasch Oberflächenabfluss. Die Infiltrationskapazität war offensichtlich im Raum Stetten / Lohn / Büttenhardt überschritten.

**Abfluss:** Die spezifischen Abflüsse (m<sup>3</sup>/s/km<sup>2</sup>) waren nicht sonderlich gross, allerdings ist es möglich dass beim Freudentalbach die Abflussbildung nur auf einem begrenzten Teil des 11.5 km<sup>2</sup> grossen EZG stattfand und somit die spezifischen Abflüsse grösser waren. Der Anteil des abfliessenden Niederschlags (Abflusskoeffizient, AK) kann nur für das Gebiet Durach-Schaffhausen berechnet werden und betrug nur 7 – 9 %.

Nach Wertung aller Faktoren kann festgehalten werden, dass im Gebiet Freudental das Hochwasser selten bis extrem war. Im Gebiet des Dorfbachs Herblingen lag es bei einem  $HQ_{30}$ . In der Durach war es ein  $HQ_{30}$ . Dass eine starke Überregnung des Freudentals zu derartigen Überschwemmungen an der Durach in Schaffhausen führte, überraschte. Die Einleitung von Massnahmen ist zu prüfen.

## 7 Empfehlung für das weitere Vorgehen

### 7.1 Einleitung

Zusammenfassend lassen sich folgende Punkte festhalten:

- Das Hochwasser war in der Durach und im Herblinger Dorfbach gemäss der Hydrologie Gefahrenkarte (ARGE Gefahrenkarte Schaffhausen; Korrigenda vom 4.3.2009) ein ca. 30jähriges Ereignis. Im Freudentalbach war es gemäss Hydrologie Gefahrenkarte (ARGE Gefahrenkarte Schaffhausen; Korrigenda vom 4.3.2009) ein wesentlich selteneres Ereignis zwischen einem  $HQ_{300}$  und  $EHQ$ . Die Hydrologie der Gefahrenkarte basiert allerdings auf einfachen Schätzformeln mit einem grossem Unsicherheitsbereich. Die hergeleiteten  $HQ_x$  zeigen daher eine grosse Unsicherheit.
- Die höchsten Intensitäten des Gewitters trafen die Hochflächen von Büthenhardt, Stetten und Lohn und das Freudental sowie das EZG des Dorfbachs Herblingen. Die Zugbahn verlief mehr oder weniger entgegen der Fliessrichtung der beiden Täler. Unglücklicherweise besitzen diese Hochflächen weniger durchlässige geologische Schichten und Böden, was für raschere Abflussbildung sorgte als auf den meisten Kalkflächen des Randen.
- Aus Sicht des Hochwasserschutzes wirkten sich verschiedene Faktoren ungünstig auf die Hochwasserentstehung aus:
  - Der kühle Frühling mit feuchten Böden und der aufgrund des Vegetationsrückstandes teilweise schwache Deckungsgrad der Ackerflächen liessen die grossen, in kürzester Zeit niedergehenden Regenmengen kaum in die Böden infiltrieren und es entstand auf den Hochflächen verbreitet Oberflächenabfluss. Dies führte auch zu Schäden in Gebieten weitab von Gewässern.
  - Zudem trafen die Intensitätsspitzen die Hochflächen mit den weniger durchlässigen tertiären Sedimenten (Sandstein, Mergel, Jura-Nagelfluh) und Rissmoräne, welches die Entstehung von Oberflächenabfluss förderte.

### 7.2 Allgemeine Empfehlungen

Das vom einem kurzen Gewitter ausgelöste Hochwasser vom 2. Mai 2013 hat entlang der Bäche aber auch abseits von Gewässern Schäden angerichtet. Abseits der Gewässer wurde beispielsweise Stetten besonders stark betroffen. Die durch ausufernde Gewässer angerichteten Schäden fallen in den Aufgabenbereich des Hochwasserschutzes.

Während die Durach und der Dorfbach Herblingen etwa ein  $HQ_{30}$  führten, war der Abfluss am Freudentalbach seltener. Das Hochwasser zeigte entlang der Gewässer die Hochwasserdefizite eindrücklich auf. Die vorliegende Gefahrenkarte (ARGE Gefahrenkarte Schaffhausen) hat diese Gefahren grösstenteils richtig erkannt. Die Karte muss aber an einigen Stellen überarbeitet werden (vgl. Anhang 6).

In der Planung befindliche Hochwasserschutz-Massnahmen oder das kurz vor der Ausführung stehende Hochwasserrückhaltebecken an der Durach müssen auf ihre Wirkung überprüft werden. Letzteres hätte beim Hochwasser vom 2. Mai 2013 keine dämpfende Wirkung entfaltet. Zudem war die Wirkung des Rückhaltebeckens am Dorfbach Herblingen unbedeutend.

Das Schadenspotenzial im Bereich des kantonalen Werkhofs und entlang des Mühlentals bis in die Stadt Schaffhausen ist gross. Angesichts dieses Schadenspotenzials in der Stadt Schaffhausen ist zu erwägen, ob ein Schutz auf ein 100jährliches Hochwasser ausreichend ist oder ob der Schutz auf noch seltenere Risiken ausgelegt werden müsste. Da die Umsetzung solcher zielgerichteten Massnahmen teuer ist und ein Versagen verheerend sein kann, müssen die Massnahmen auf verlässliche Grundlagen fussen. Bei Rückhaltebecken gilt dies insbesondere für die hydrologischen Grundlagen (Abflussspitzen, Abflussvolumen, massgebende Niederschläge, etc.). Dabei sind die spezifischen geologischen Verhältnisse im Randengebiet und die dadurch räumlich unterschiedliche Abflusstenstehung zu berücksichtigen, wie die vorliegende Untersuchung aufzeigt.

### 7.3 Konkrete Handlungsempfehlungen

Wir schlagen folgende Handlungsempfehlungen vor:

- **Ausbau des Messnetzes:** Die Abflussmessstation Durach-Schaffhausen müsste an eine hydraulisch besser geeignete Stelle versetzt werden, um genauere Abflussmesswerte zu erhalten. Eine Abflussmessstation im unteren Freudental wäre sinnvoll, um Tierheim und Werkhof besser zu schützen. Im EZG der Durach können Niederschlagsstationen aufgestellt werden, um (v. a. bei längeren) bei Hochwassern mehr Informationen über den Niederschlagsverlauf im Gebiet zu erhalten. Dies hilft, sich anbahnende kritische Situationen für den Hochwasserschutz zu erkennen.
- **Prüfung wesentlicher Stellen:** Dieses Ereignis zeigte eindrücklich die teilweise bereits in der Gefahrenkarte erkannten „wunden“ Punkte des Hochwasserschutzes in Schaffhausen (Rechen im Mühlental, Einlauf und Eindolung Tierheim, Einläufe in Herblingen). Beispielsweise lässt sich auf der Mühlentalstrasse abfliessendes Wasser heute kaum mehr ins Durachgerinne zurückführen. Die Situation bei den Einläufen und Rechen ist daher zu prüfen und neu zu beurteilen. Möglicherweise könnte Schwemmgut oberhalb der Einläufe und Rechen mittels Treibholzfänger zurückgehalten werden.
- **Gefahrenkarten:** Grosse Hochwasser wie das vom 2. Mai 2013 bringen neue Erkenntnisse bezüglich Gefährdung und Hochwasserschutz. Die Gefahrenkarten müssen daher nachgeführt werden (vgl. Anhang 6).
- **Planungsgrundlagen:** Weder der Ereigniskataster noch die in der Gefahrenkarte abgeschätzten  $HQ_x$  basieren auf profunden Untersuchungen. Die hydrologischen Grundlagen sind also grob und machen eine Beurteilung der Wiederkehrperiode dieses Ereignisses schwierig. Angesichts des beträchtlichen Schadenspotenzials oberhalb und in der Stadt Schaffhausen müssen für die Planung bevorstehender Hochwasserschutzmassnahmen verlässliche hydrologische Untersuchungen erarbeitet werden. Dies schafft die Grundlage für einen sinn- und massvollen Hochwasserschutz und einen angemessenen Einsatz finanzieller Mittel.

Scherrer AG  
Hydrologie und Hochwasserschutz

Dr. Simon Scherrer

Roger Frauchiger

Reinach, Juni 2013

Sachbearbeiter:

Dr. Simon Scherrer, Dipl. Geograph Uni Basel

Roger Frauchiger, Dipl. Kult.-Ing. ETH Zürich

Dr. Daniel Näf-Huber, Dipl. Bau.-Ing., ETH Zürich

## **8 Anhang:**

Anhang 1: Aussagen zum Hochwasser vom 2.5.2013

Anhang 2: Fotos vom Hochwasser vom 2.5.2013

Anhang 3: Radar Expertise der MeteoSchweiz vom 27.5.2013

Anhang 4: Niederschlagsstationen

Anhang 5: Geologische Verhältnisse

Anhang 6: Überflutungskarten vom Hochwasser vom 2.5.2013