

4 Regen

1

2

3



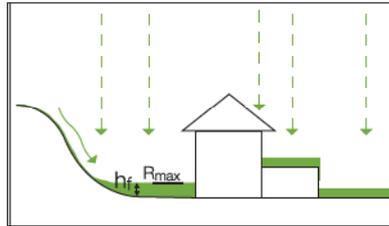
4

5

6

7

1 Bezeichnungen



Q_R [l/s]: Regenwasserabfluss
 r [l/sm²]: Regenspende
 A [m²]: beregnete Fläche (Horizontalprojektion)
 C [-]: Abflussbeiwert
 h_f [m]: Überschwemmungshöhe

2

3 Charakterisierung

Abgrenzung zu Grundwasser und Überschwemmung durch ausufernde Gewässer

In diesem Kapitel werden die Auswirkungen von intensiven Regenfällen beschrieben. Diese können zur Überschwemmung von Grundstücken und zu Wassereintritt ins

R_{max} [m ü. M.]: Kote der max. möglichen Rückstauenebene
 v [m/s]: Fließgeschwindigkeit (Überschwemmungsgeschwindigkeit)
 a [mm/h]: Anstiegsgeschwindigkeit
 T_N [h]: Niederschlagsdauer
 V [mm]: Niederschlagsvolumen pro Ereignis
 T_V [h]: Vorwarnzeit (Dauer von Gefahrenerkennung bis Überschwemmungsbeginn)
 S_F [-]: Sicherheitsfaktor

Gebäude führen. Ursprung der Überschwemmung ist also weder der Anstieg von Grundwasser noch das Ausufer eines Fließgewässers oder Sees, sondern das oberflächliche Zufließen und Ansammeln von Niederschlägen (Oberflächenwasser).

4

Niederschlagsintensität

Trifft Starkniederschlag auf verdichtete oder gefrorene Böden, so ergibt sich der Oberflächenabfluss aufgrund von Infiltrationshemmungen. Bei Strassen und Plätzen ist die Infiltrationshemmung künstlich bedingt. Als Niederschlagsintensität zur Bemessung der Entwässerung von solchen Plätzen wird in der Schweiz ein Regenereignis der Wiederkehrdauer von 5 bis 10 Jahren verwendet. Dies bedeutet, dass bei selteneren Ereignissen ebenfalls Oberflächenabfluss auftritt und zur Überlastung des Entwässerungssystems führen kann.



5

6

Niederschlagsdauer

Neben der Niederschlagsintensität sind die Niederschlagsdauer und die Vorgeschichte (Niederschläge der letzten Tage vor dem Ereignis) weitere wichtige Vorbedingungen zur Entstehung von Oberflächenabfluss. Bei natürlichen Böden tritt nach der Füllung der obersten Bodenschicht der Oberflächenabfluss auf. Dies ist vor allem bei flachgründigen oder feucht-nassen Böden

mit geringem Speichervermögen sehr rasch der Fall. Bei mittelgründigen Böden tritt die Sättigung erst nach längerer Niederschlagsdauer auf.

7



Charakterisierung

Der Ausfluss von Wasser aus gesättigten Bodenschichten kann flächig

*Vorwarnzeit*

Die Vorwarnzeit ist sehr kurz, weil sich Starkniederschläge nur kurzfristig vorhersagen lassen und zudem die Abflussbildung im Ereignisfall äusserst rasch erfolgt. **Dies bedeutet, dass ausschliesslich permanente Objektschutzmassnahmen gegen Oberflächenabfluss vorzusehen sind.**

Fliessgeschwindigkeit

Die Fliessgeschwindigkeit erreicht bei Überschwemmungen in steilerem Gelände (5 - 10%) einen Bereich von über 2 m/s (7.2 km/h). Solch hohe Geschwindigkeiten treten zudem entlang kanalisierter Bereiche auf (Strassenzüge). In flacherem Gelände (< 2%) reduziert sich die Geschwindigkeit allgemein auf unter 2 m/s (7.2 km/h).

Anstiegsgeschwindigkeit

Die Anstiegsgeschwindigkeit beschreibt die Schnelligkeit des Wasseranstieges bei der Überschwemmung.

Zur Bemessung bedarf es Angaben zur **Regenspende**, den **beitragenden Flächen** und deren **Abflussbeiwerte**. Die Regenspende kann der Norm SN 592'000 entnommen werden. Bei erhöhtem

oder in Form von lokalen Quellen erfolgen.

*Überschwemmungsdauer*

Die Überschwemmungsdauer beginnt zum Zeitpunkt der Benetzung mit Wasser und endet zum Zeitpunkt des Trockenfallens. Für Überschwemmungen von Oberflächenwasser schwankt sie meistens zwischen Minuten und Stunden.

Rückstauenebene / Überschwemmungshöhe

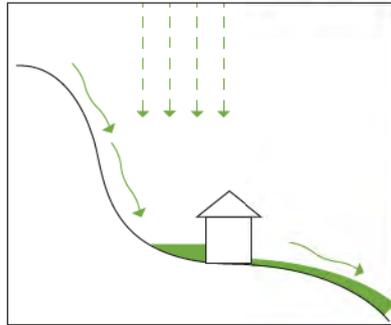
Die Rückstauenebene ist die höchste Ebene, bis zu der das Wasser in einer Entwässerungsanlage ansteigen kann. Es wird unterschieden zwischen: a) errechneter Rückstauenebene gemäss Generellem Entwässerungsplan (GEP) und b) maximal möglicher Rückstauenebene. Die Überschwemmungshöhe aufgrund Starkniederschlags entspricht der maximal möglichen Rückstauenebene.

Intensitätsparameter zur Bemessung

Schadenpotenzial sind allenfalls höhere Schutzziele zu wählen. Hilfestellung bieten die Angaben im nachfolgenden Kapitel «Ermittlung der Einwirkungen».

1 Gefährdungsbild 1: Hanglage

Das Oberflächenwasser strömt von der ansteigenden Hangseite auf



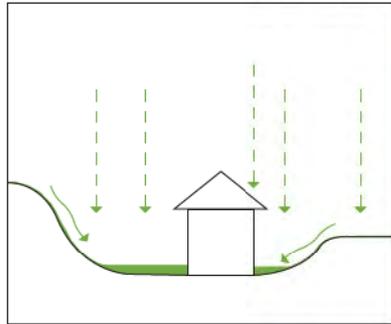
das Grundstück und staut sich am Gebäude.



2

3 Gefährdungsbild 2: Muldenlage

Das Oberflächenwasser sammelt sich auf dem muldenartigen Grund-



stück und das Wasser dringt durch Öffnungen in das Gebäude ein.

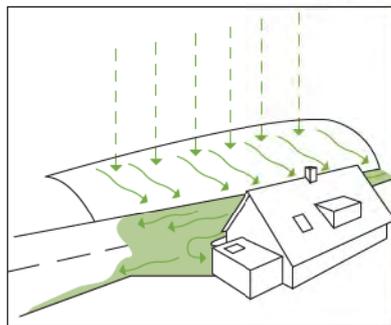


3

4

5 Gefährdungsbild 3: Zufluss von Strassenwasser

Das Oberflächenwasser von angrenzenden Böschungen und der Rückstau der Kanalisation sam-



meln sich auf der Strasse und gelangen über die Strassenzufahrt auf das Grundstück.



5

6

7

Gefährdungsbild 4:
Zufluss von Dach- und
Platzwasser

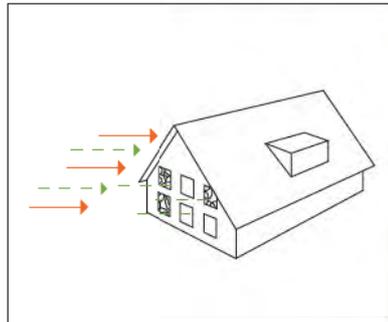
Die Entwässerungseinrichtungen von Dächern und Plätzen vermögen das zufließende Wasser nicht vollständig abzuführen. Es kommt zu einem kurzzeitigen Einstau auf Flachdächern und auf Plätzen, wodurch ein Wassereintritt ins Gebäude möglich wird.



Gefährdungsbild 5:
Regen mit Wind (Schlag-
regen)

Der Regen ist von Sturm begleitet, so dass windgetriebenes Wasser

durch die Gebäudefassade in das Gebäudeinnere gelangen kann.



1 Berechnung des Regenwasserabflusses

Gemäss Norm SN 592'000 Liegenschaftsentwässerung bemisst sich der Regenwasserabfluss Q_R nach folgender Formel:

$$Q_R = r \cdot S_F \cdot A \cdot C \quad [l/s]$$

2

Dabei ist Q_R der Regenwasserabfluss für die Fläche A . S_F ist ein Sicherheitsfaktor, welcher je nach Empfindlichkeit des Gebäudes zu wählen ist, und C der dimensionslose Abflussbeiwert je nach Art der berechneten Oberfläche. Sind

Teilflächen mit unterschiedlichen Abflussbeiwerten C vorhanden, so muss für jede einzelne Fläche der Regenwasserabfluss Q_R bestimmt werden. Die einzelnen Regenwasserabflüsse sind dann zu addieren.

3

Sicherheitsfaktor

Der Sicherheitsfaktor ist unabhängig von der gewählten Regenspende wie folgt zu wählen:

Gebäudeart	Sicherheitsfaktor
Gebäude, bei denen eindringendes Regenwasser grössere Schäden verursachen kann. Beispiele: - Fabrikations- und Lagerhallen - Labors - Einkaufszentren - ...	1.5
Gebäude, für die ein aussergewöhnliches Mass an Schutz notwendig ist. Beispiele: - Krankenhäuser / medizinische Zentren - Theater / Konzertsäle - Museen oder Gebäude, in denen besondere Kulturgüter aufbewahrt werden - EDV- und PC-Zentren oder TV-Studios - Fabriken / Lagerhallen der chemischen Industrie - ...	2.0

4

5

Regenspende

6

Gemäss Norm SN 592'000 ist für schweizerische Verhältnisse mit einer Regenspende von $r = 0.03 \text{ l/sm}^2$ zu rechnen. Je nach Region ist eine 25 – 50% höhere Regenspende zu berücksichtigen. Die folgende Tabelle zeigt Regenspends unterschiedlicher Jährlich-

keit für ein Intervall von 10 Minuten in 4 verschiedenen Städten der Schweiz (beste Schätzung auf der Basis der ANETZ Stationen der MeteoSchweiz). Im Anhang befindet sich die vollständige Tabelle mit Angaben zu insgesamt 43 Stationen in der Schweiz.

7

Ort	Regenspende in [l/sm ²]				
	5-jährlich	10-jährlich	30-jährlich	50-jährlich	100-jährlich
Zürich-MeteoSchweiz	0.027	0.033	0.042	0.046	0.053
Bern / Zollikofen	0.023	0.027	0.034	0.037	0.041
Basel-Binningen	0.021	0.025	0.030	0.033	0.037
St.Gallen	0.025	0.031	0.040	0.044	0.050
Neuchâtel	0.024	0.030	0.040	0.045	0.053
Pully	0.020	0.023	0.029	0.033	0.037
Locarno-Monti	0.034	0.040	0.051	0.057	0.065

Quelle: Bundesamt für Meteorologie und Klimatologie MeteoSchweiz 2007
Diese neu ermittelten Zahlen zeigen deutlich, dass der bisher schweizweit

verwendete Wert der Regenspende von 0.030 l/sm² regional stark übertroffen werden kann. Es empfiehlt sich deshalb, der Berechnung obenstehende Werte zugrunde zu legen.

Abflussbeiwert

Der Abflussbeiwert C berücksichtigt die Beschaffenheit der berechneten Fläche, die daraus resultierende Abminderung und die Verzögerung des Abflusses. Da die C-Werte ausschliesslich auf Einzelobjekte angewendet werden, liegen diese Werte höher als die im Generellen Entwässerungsplan angewandten Abflussbeiwerte.
Gärten, Wiesen und Kulturland

tragen ebenfalls massgeblich zum Regenwasserabfluss bei. Aus diesem Grund enthält die folgende Tabelle mit Abflussbeiwerten gemäss SN 592'000 zusätzlich Angaben zu **Gärten, Wiesen, Kulturland und Wald.**
Je nach Gefährdungsbild (vgl. vorne) sind auch angrenzende Grundstücksflächen in die Berechnungen einzubeziehen!

Berechnete Fläche	C
Schräg- und Flachdächer	1.0
Plätze und Wege	
– mit Hartbelag	1.0
– mit Kiesbelag	0.6
– mit Ökosystem (Splittfugen)	0.6
– mit sickerfähigem Belag	0.6
– mit Sickersteinen	0.2
– mit Rasengittersteinen	0.2
Humusierete Flachdächer*	
– Aufbaudicke > 50 cm	0.1
– Aufbaudicke > 25 – 50 cm	0.2
– Aufbaudicke > 10 – 25 cm	0.4
– Aufbaudicke ≤ 10 cm	0.7
Gärten, Wiesen und Kulturland	
– ohne Vernässung, ohne Verdichtung	0.1 – 0.25
– mit Vernässung, mit Verdichtung	0.35 – 0.55
Wald	
– ohne Vernässung, ohne Verdichtung	0.05 – 0.15
– mit Vernässung, mit Verdichtung	0.25 – 0.45

* gültig bis 15° Dachneigung (C um 0.1 erhöhen, wenn Neigung grösser)

1 Beispiel der Abschätzung des Oberflächenabflusses

Als erster Schritt ist der Regenwasserabfluss gemäss vorhergehenden Erläuterungen zu ermitteln. In Herisau wird ein Einfamilienhaus angrenzend an eine mittelsteil abfallende Wieslandfläche erstellt. Der Zufluss von dieser Fläche und von der Grundstücksfläche wird folgendermassen abgeschätzt:

Berechnung:

Abflussbeitragende Wieslandflächen: 1000 m² mit Abflussbeiwert: 0.35

Kiesflächen: 100 m² mit Abflussbeiwert: 0.6

Regenspende: 0.050 l/sm² (Wert für Station St. Gallen mit Wiederkehrperiode 100 Jahre)

Sicherheitsfaktor: 1.3

Regenwasserabfluss: $Q_R = 0.050 \cdot 1.3 \cdot (1000 \cdot 0.35 + 100 \cdot 0.6) = 26.7 \text{ l/s}$

Beurteilung:

Gemäss dieser Berechnung ist auf diesem Grundstück ein Oberflächenwasserabfluss von 27 l/s zu erwarten. Die Wahl der Wiederkehrperiode der Regenspende sollte angepasst zum Schadenpotenzial erfolgen. Wie das Beispiel einer Kosten-Nutzen-Analyse am Ende dieses Kapitels zeigt, kann es ökonomisch gerechtfertigt sein, die Wiederkehrperiode bei 100 Jahren oder sogar höher zu wählen. Die abflussbeitragende Fläche ist je nach Bodentyp, Gefälle und hydrologischen Vorbedingungen (Vorregen, gefrorener Boden) unterschiedlich. Der Abflussbeiwert kann in Bezug auf die lokalen Verhältnisse der auf Seite 87 stehenden Tabelle entnommen werden. Der Sicherheitsfaktor ist entsprechend dem Schadenpotenzial zu wählen.

2

3

4

5

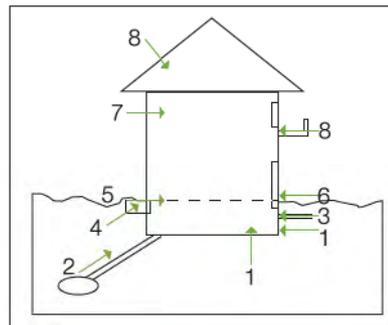
6

7

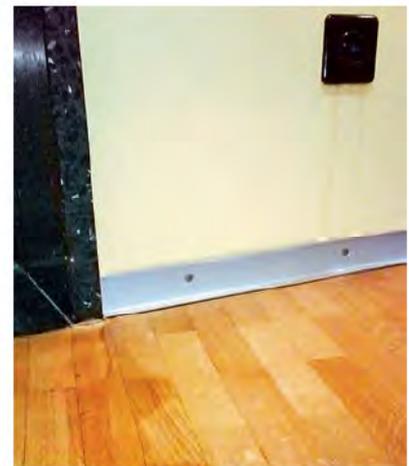
Eintrittswege des Wassers in ein Gebäude

Der Wassereintritt in ein Gebäude erfolgt über folgende möglichen Wege:

- 1) Grundwasser durchdringt Kellerwände / -böden
- 2) Wasser staut aus der Kanalisation zurück
- 3) Grundwasser dringt durch undichte Hausanschlüsse (Rohrwege, nicht druckwasserdicht ins Mauerwerk eingebettete Kabel) oder durch undichte Fugen
- 4) Grundwasser und Oberflächenwasser strömen durch Lichtschächte und Kellerfenster
- 5) Oberflächenwasser durchsickert die Aussenwand
- 6) Oberflächenwasser dringt durch Tür- und Fensteröffnungen
- 7) Niederschlagswasser durchdringt Fassade bei Starkregen mit Sturm
- 8) Dach- / Balkonwasser dringt in das Gebäude ein



Als Folge von kurzzeitigem Wassereinstau bei Starkregen auf Flachdächern und Balkonen kann das



Wasser in Räume eindringen (im Bild: über Steckdose).

1 Gebäudestandort

Bei der Wahl des Gebäudestandortes sind die örtlichen Verhältnisse in Bezug auf den Oberflächenwasserzu- und -abfluss zu berücksichtigen.

Insbesondere sind Standorte zu meiden, an denen sich Wasser sammeln kann (Mulden, Rinnen).

Terraingestaltung

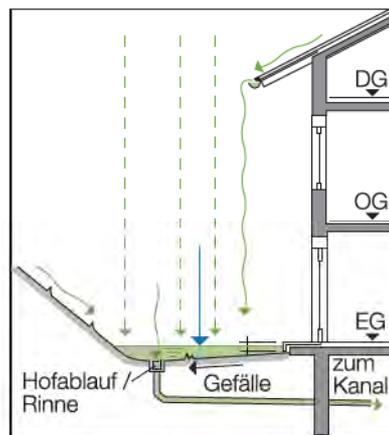
2

Hang- und Platzentwässerung

Die Terraingestaltung bestimmt den Verlauf des Oberflächenwasserabflusses. Durch eine konsequente Planung des Wasserabflusses kann

vermieden werden, dass Wasser an die Gebäudehülle und somit in das Gebäude selbst gelangt.

Der Oberflächenwasserzufluss von angrenzenden Wiesenflächen muss bei der Grundstücksentwässerung speziell berücksichtigt werden.



3

4

Oberflächenwasserzufluss von Steilböschung nach langanhaltenden Niederschlägen.



5

Einbau einer Sickerleitung mit Schachttöpfung angrenzend an eine ansteigende Wiesenlandfläche.



6

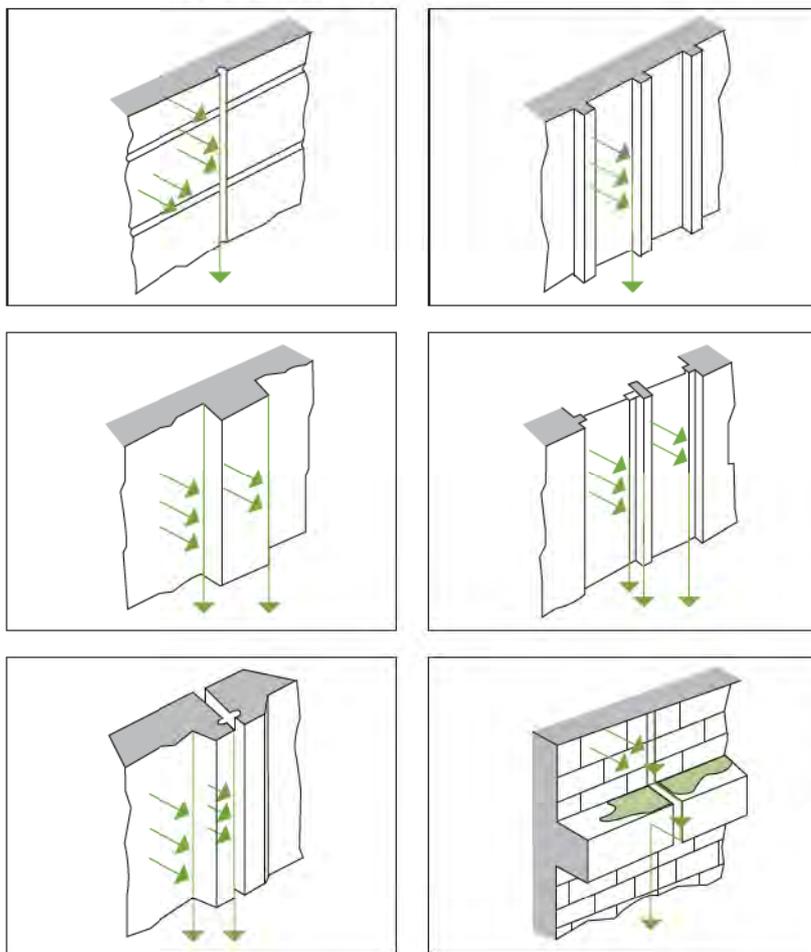
7

Gebäudeausrichtung und Fassadenkonzept

Die Gebäudeausrichtung und das Fassadenkonzept sollen nach der Hauptwindrichtung (Starkregen und Sturm) und der Besonnung (Fassadentrocknung) angepasst gewählt werden. Die Struktur und das Material der Fassade bestimmen

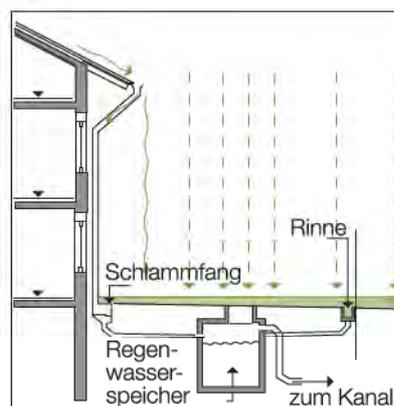
das Entwässerungsvermögen. Je schneller die Fassade sich entwässert, desto geringer ist das Risiko von direkten oder indirekten Wasserschäden (Pilze, Farbveränderungen, Frostsprengung, Kalklösung, u.a.).

Arten der Fassadenentwässerung:



Dachentwässerung Steildach

Die Bemessung der Dachentwässerung richtet sich normgemäss nur nach einem Ereignis der Wiederkehrperiode von durchschnittlich 5 – 10 Jahren. Die Konsequenzen des Überlastfalles müssen daher unbedingt berücksichtigt werden und in die Umgebungsgestaltung einfließen (Topographie, Lichtschächte etc.).



1 Dachentwässerung Flachdach

Die Entwässerung des Flachdachs erfolgt nach der Norm SIA 271 Abdichtungen von Hochbauten (Ausgabe 2007) und nach der Richtlinie Dachentwässerung (suissetec 2004).

Die An- und Abschlüsse sind nach der Norm SIA 271 Abdichtungen von Hochbauten auszuführen.



Falsch: Die Lichtkuppel ist ebenerdig eingebaut



Richtig: Die Lichtkuppel ist gemäss der zulässigen Überstauhöhe eingebaut

2

3

Vordach

Ein Vordach bei einem Gebäude schützt die Fassaden sowie die Fenster gegen Witterungseinflüsse und damit gegen Alterung und Schäden. Jeder Dachvorsprung beeinflusst die Strömungsverhältnisse auf der Fassade günstig. Selbst mit einem Vordach ist ein

vollständiger Schutz gegen Sturm und Starkregen nicht möglich. Wichtig ist es, dass die Häufigkeit der Durchnässung reduziert werden kann. Für die dauerhafte Funktion der Fassade ist die Trocknungszeit von grosser Wichtigkeit.

4

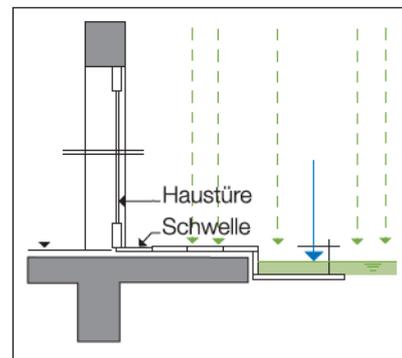
Lage des Erdgeschosses und von Öffnungen

Öffnungen eines Gebäudes sind nach Möglichkeit über der Rückstauenebene des Oberflächenwassers einzuplanen. Besonderer Aufmerksamkeit bedürfen: Licht-

schächte, Fensteröffnungen, äussere Treppenabgänge, Aussentüren, Lüftungsschächte und Leitungsdurchführungen.

5

Türsituation: Die Rückstauenebene (blauer Pfeil) darf das Niveau der Türöffnung nicht erreichen. Das Gefälle soll vom Gebäude weg gerichtet sein.

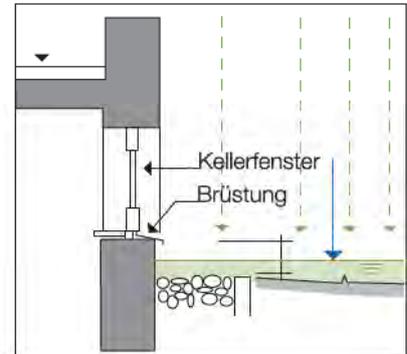


6

7

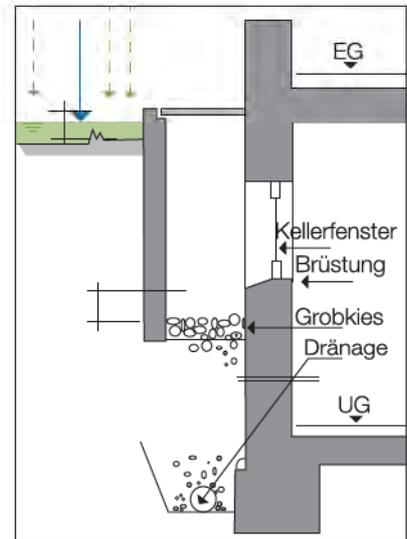
Fenstersituation:

Die Rückstauenebene (blauer Pfeil) darf das Niveau der Fensteröffnung nicht erreichen.



Lichtschachtsituation:

Die Rückstauenebene (blauer Pfeil) darf das Niveau der Lichtschachtoffnung nicht erreichen. Der Lichtschacht kann bei ausreichender Untergrundentwässerung an seiner Sohle offen ausgebildet sein. Im Falle von drückendem Grundwasser ist der Lichtschacht als geschlossenes Becken dicht und auftriebssicher an das Gebäude anzuschliessen.



1

3

3

4

5

6

7

1 Lösungen für Lichtschächte

Oberkante des Lichtschachtes liegt über der Rückstauenebene



Erhöhte Anordnung des Lichtschachtes, allenfalls mit Einbezug in Umgebungsgestaltung (Sitzbank).



2

3

Oberkante des Lichtschachtes liegt unter der Rückstauenebene



Variante A: Lichtschacht mit abgedichtetem und verschraubbarem Deckel (Normalzustand: verschraubt).

4

5



Variante B: Abschottung der tiefer liegenden Lichtschachtöffnung durch seitliche Mauern, welche bis zur Rückstauenebene hochgezogen sind.

6



Variante C: Permanentes Verschiessen des Lichtschachtes mit Glasbausteinen.

7

Hochführen von Lüftungsöffnungen

Lüftungsöffnungen stellen oftmals unerkannte Eintrittswege von Oberflächenwasser in das Gebäude dar. Lüftungen sind u.a. notwendig für Öltanks, Zivilschutzräume und An-

lagen der Gebäudeklimatisierung. Besondere Beachtung ist den in den Fensterleibungen eingelassenen Luftfassungen privater Luftschutzkeller zu schenken.

Erhöhung der Schutzraumzulufffassung.



1

Erhöhung der Schutzraumzulufffassung.



2

3

Aufbordnung im Bereich der Abluftöffnung von Untergeschossen.



4

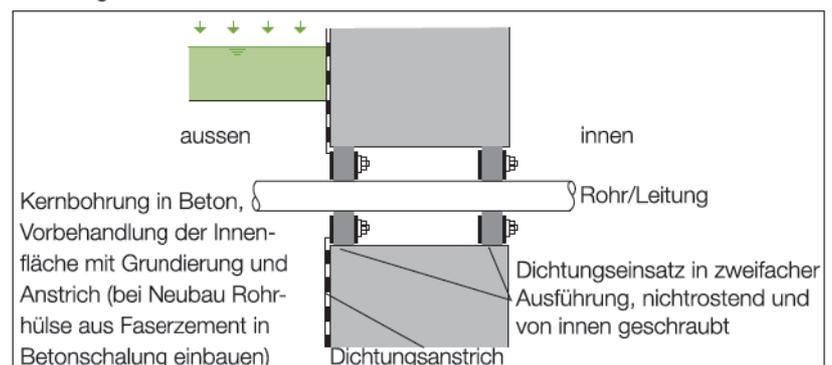
Leitungsdurchführungen

Durchdringungen der wasserundurchlässigen Gebäudehülle werden sich nicht vermeiden lassen. So sind z.B. Rohrleitungen der Wasser- oder Gasversorgung, Entwässerung, Elektro-, Fernseh-, Telefonkabel sowie Fernwärme-, Lüftungs- und Heizungsrohre durch die wasserundurchlässige

Wand oder Sohle zu führen. Diese Durchdringungen sind wasserundurchlässig herzustellen. Bei Mantelrohren und Bohrungen wird der Zwischenraum mit Dichtungsmaterial verschlossen und abgedichtet. Bei Flanschrohren wird die Rohrleitung dichtend angeflanscht.

5

Dichtungseinsatz für Kunststoffmantelrohr



7

6

8

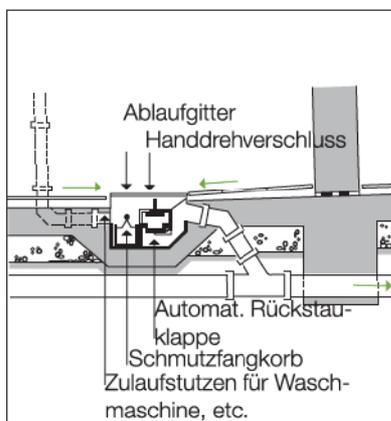
1 Rückstauschutz / Hebeanlagen

Bei Kanalisationsleitungen ist der Schutz vor einem Rückstau resp. Rückfluss die wichtigste Massnahme. Alle Abläufe und Sanitäreinrichtungen unterhalb der Rückstau-ebene sind entsprechend gefährdet. Mittels verschiedener Typen von Rückstauklappen und -schiebern sowie durch Hebeanlagen kann eine Überschwemmung im Gebäudeinnern durch Rückströ-

mungen im Kanalisationsnetz vermieden werden. Der Vorteil der automatischen Rückstauklappe liegt in ihrer Unabhängigkeit bezüglich eines menschlichen Eingriffes. Dies ist wichtig, da der Eintritt eines Rückstaus nicht direkt wahrnehmbar ist. Die Anordnung solcher Rückflusssperren kann bei Gebäuden ausserhalb des potenziellen Überschwemmungsgebietes ebenfalls von Bedeutung sein. Insbesondere wenn die oberirdische Ausdehnung durch Hindernisse beschränkt wird, kann es zur (inneren) Überschwemmung von Gebäuden in an sich unbeeinträchtigten Gebieten kommen. Soll während des Überschwemmungsereignisses eine ununterbrochene Schmutzwasserabfuhr möglich sein (z.B. bei Spitälern, Pflegeheimen etc.), so ist die Anordnung eines parallel geschalteten, isolierten Auffangbeckens mit Hebeanlage vorzusehen.

2

3



4

Pumpe

Ein allfälliges Restrisiko hinsichtlich durchsickernden Wassers kann effizient verringert werden durch die Anordnung einer Tauchpumpe, gegebenenfalls mit Notstrom-

anschluss im Untergeschoss. Abgesaugtes Wasser wird in der Druckleitung der Pumpe über die Rückstau-ebene dem Kanalnetz zugeführt.

5

6

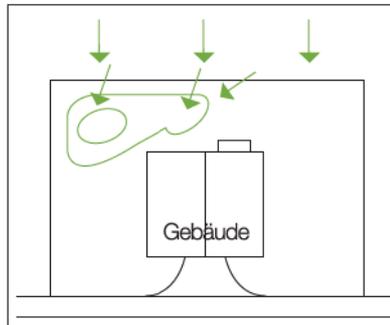
7

Massnahmen zur Bewältigung des Oberflächenwassers

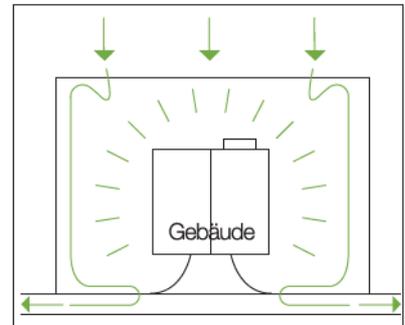
Bei der Gestaltung des Grundstücksterrains ist das Oberflächenwasser in die Planung einzubeziehen. Das Gefälle des Terrains ist stets vom Gebäude weg vorzusehen. In einem ersten Analyseschritt ist abzuschätzen, von welcher Nachbarparzelle wie viel Wasser oberflächlich bei einem Starkregenereignis zufließt. Die Pflicht zum Aufnehmen von oberflächlich zufließendem Wasser ist im Schweizerischen Zivilgesetzbuch (ZGB) verankert:

ZGB Art. 689:
 «¹Jeder Grundeigentümer ist verpflichtet, das Wasser, das von dem oberhalb liegenden Grundstück natürlicherweise abfließt, aufzunehmen, wie namentlich Regenwasser, Schneeschmelze und Wasser von Quellen, die nicht gefasst sind.
²Keiner darf den natürlichen Ablauf zum Schaden des Nachbarn verändern.

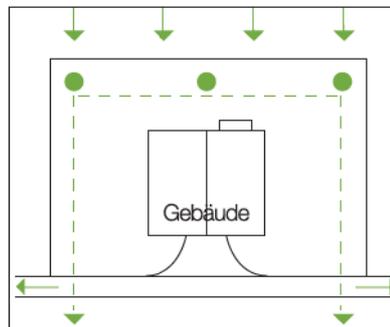
Es stehen folgende Massnahmenmöglichkeiten zur Wahl:
 – Retention (Retentionsmulden)
 – Versickerung (Versickerungsmulden, Versickerungsschächte in den Untergrund)
 – Durchleiten (Terrainrinnen durch das Grundstück)
 – Sammeln und Abführen (Sammelnrinnen und -schächte und Meteorleitungen)
 – Abschirmen (Dämme / Sperren entlang der Grundstücksgrenze)
 Sehr oft kommen in der Praxis Kombinationen dieser Massnahmenmöglichkeiten zur Anwendung. Zur Bemessung der Retentions- und Versickerungsbauwerke kann auf die Richtlinie zur Versickerung, Retention und Ableitung von Niederschlagswasser in Siedlungsgebieten (VSA 2002) verwiesen werden.



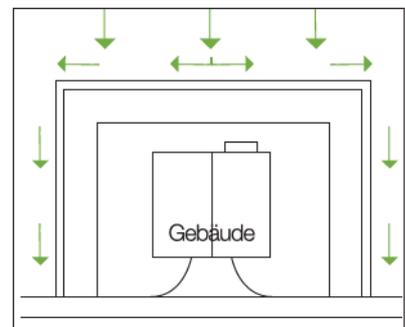
Retention / Versickerung



Durchleiten



Sammeln / Abführen



Abschirmen

Im zweiten Analyseschritt ist das auf der eigenen Parzelle anfallende Oberflächenwasser zu ermitteln. Hierbei ist auch der Überlastfall von Dachflächenentwässerungen einzubeziehen. Im dritten Schritt

ist das Massnahmenkonzept zur Bewältigung des gesamten Oberflächenwassers zu erarbeiten. Zusätzlich ist auch eine Überlastung des Gesamtsystems (Überlastfall) zu berücksichtigen.

1
2
3
4
5
6
7

1 Dämme und Rampen

Mit Erddämmen lassen sich bestehende Gebäude vor Oberflächenwasser schützen. Diese Schutzvariante stellt sehr oft eine landschaftsplanerisch gute Lösung dar. Das Wasser wird nach Möglichkeit entlang der Grundstücksgrenze abgeleitet. Eine erhöhte Gefährdung von Dritten muss dabei verhindert werden.



Landschaftlich gut eingepasster Erddamm entlang der Grundstücksgrenzung.

2

3



Kann das Wasser mit dem Erddamm nicht abgeleitet, sondern lediglich zurückgehalten werden, so ist eine Abführung über Schächte notwendig.

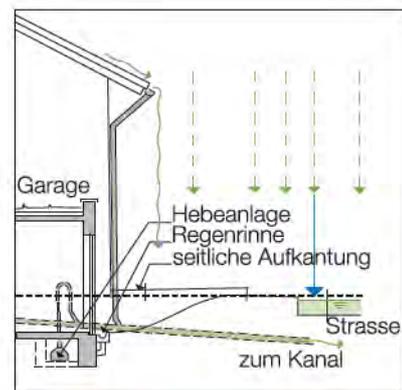


Rampe zur Überwindung eines umgrenzenden Erddamms.

4

Zufahrt zu tieferliegenden Garagen und Plätzen

Bei Zufahrten zu tieferliegenden Garagen und Plätzen ist die Kenntnis der Rückstauenebene (blauer Pfeil) wiederum von grosser Bedeutung. Mittels Rampen ist das Überfließen in die tieferliegenden Bereiche zu verhindern. Anfallendes Niederschlagswasser und überschüssendes Wasser von Dächern muss allenfalls mittels Hebeanlagen abgeführt werden.



5

6

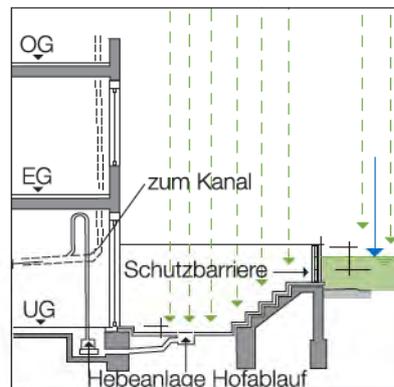


Rampenlösungen bei der Zufahrt zu tieferliegendem Terrain.

7

Zugang zu Untergeschossen

Beim Zugang zu Untergeschossen über Aussentreppen ist die Rückstauebene (blauer Pfeil) bei der Festlegung der obersten Treppenstufe in die Planung einzubeziehen. Nur bei genügend Vorwarnzeit kann das Einsetzen von mobilen Schutzschildern die Untergeschosse schützen. Im Grundsatz sind zum Schutz vor Oberflächenwasser immer permanente Objektschutzlösungen zu wählen.



Stellriemen und Mauern

Stellriemen und Mauern sind Lösungen zur Ableitung von Oberflächenwasser bei beschränkten Platzverhältnissen. Die Wirkungsweise ist dieselbe wie bei Erddämmen.

Dieser Stellriemen schützt das Grundstück vor Strassenwasser.



Diese Mauer schützt den untenliegenden Lichthof vor Oberflächenwasser einer Zufahrt.



Diese Rampe verhindert den Zufluss von Strassenwasser über den Treppenzugang.



Erhöhte Anordnung

Die Anschüttung des Terrains stellt in vielen Fällen bei Neubauten die kostengünstigste und wirksamste Massnahme dar. Das gefährdete Objekt kann so gänzlich vor Oberflächenwasser geschützt werden (Ausnahme: vertieft angeordnete Gebäudezugänge).



1

2

3

4

5

6

7

Im Folgenden werden für jedes Gefährdungsbild mögliche Massnahmenkombinationen für bestehende Bauten und für Neubauten vorgestellt. Nur durch die Kombination

der vorgestellten Massnahmen der Konzeption, Abdichtung, Abführung und Abschirmung ergibt sich eine wirkungsvolle Risikoverminderung.

1 Massnahmenkombinationen

2

3

4

5

6

7

Massnahmenkombination	Gefährdungsbild	Massnahmen											
		Konzeption					Abdichtung		Abführung		Abschirmung		
		Gebäudestandort	Terraingestaltung	Höhenlage Erdgeschoss	Höhenlage Öffnungen	Rückstauschutz Kanalisation	Gebäudehülle	Öffnungen	Sammelschächte / -rinnen, Drains	Retention / Versickerung	Offene Mulden	Erhöhte Anordnung	Damm / Rampe, Stelldiemen / Mauer
Bestehendes Gebäude													
A	1						•	•					
B	1												•
C	1										•		
D	1								•				
E	1							•					
F	2						•	•					
G	2												•
H	3												•
I	4						•	•					
J	4								•				
K	4									•			
L	5						•	•					
Neubau													
M	1	•	•	•	•								
N	1						•	•					
O	1								•				
P	1									•			
Q	1										•		
R	1											•	
S	1												•
T	2	•		•	•	•							
U	2	•					•	•					
V	2						•					•	
W	2						•						•
X	3												•
Y	4						•	•					
Z	5						•	•					

Massnahmenkombination A «Abdichtung bei Hanglage»

Die betroffenen Gebäudeöffnungen werden permanent verschlossen oder so erhöht (Lichtschächte), dass kein Oberflächenwasser eindringen kann.

1

Massnahmenkombinationen B und S «Damm / Mauer bei Hanglage»

Entlang der Grundstücksgrenze verhindern Kleindämme, Stellriemen oder Mauern das Zufließen von Oberflächenwasser zum Gebäude.

2

Massnahmenkombinationen C und Q «Abführung über offene Mulden»

Das Oberflächenwasser wird über offene Mulden am Gebäude vorbeigeleitet. Das Terraingefälle ist zudem abfallend vom Gebäude weg.

3

Massnahmenkombinationen D, P, K «Retention / Versickerung»

Das Oberflächenwasser wird oberflächlich über Rinnen gesammelt, gespeichert und örtlich über Versickerungsbauwerke dem Untergrund zugeführt.

Massnahmenkombinationen E und O «Abführung über Rinnen und Sammelschächte»

Das Oberflächenwasser wird in Rinnen gesammelt und über Sammelschächte und Leitungen dem Meteorwassernetz zugeführt.

4

Massnahmenkombination F «Abdichtung bei Muldenlage»

Die betroffenen Gebäudeöffnungen werden permanent verschlossen oder so erhöht (Lichtschächte), dass kein Oberflächenwasser eindringen kann. Nach Bedarf ist auch die Gebäudehülle abzudichten.

5

Massnahmenkombinationen G und W «Damm / Mauer bei Muldenlage»

Entlang der Grundstücksgrenze verhindern Kleindämme oder Mauern das Zufließen von Oberflächenwasser zum Gebäude. Nach Bedarf sind zusätzliche Dichtungsmassnahmen im Untergrund notwendig.

6

Massnahmenkombinationen H und X «Rampe bei Zufluss von Strassenwasser»

Mittels Rampen wird verhindert, dass auf der Strasse zufließendes Oberflächenwasser zum Gebäude gelangt.

7

1 Massnahmenkombinationen I und Y «Abdichtung bei Zufluss von Dach- und Platzwasser»

Die betroffenen Gebäudeöffnungen werden permanent verschlossen oder so erhöht (Lichtschächte), dass kein Oberflächenwasser eindringen kann.

2 Massnahmenkombination J «Abführung bei Zufluss von Dach- und Platzwasser»

Das Oberflächenwasser wird in Rinnen gesammelt und über Samelschächte und Leitungen dem Meteorwassernetz zugeführt.

3 Massnahmenkombinationen L und Z «Abdichtung gegen Schlagregen»

Für die Gebäudehülle und die Fenster werden ausschliesslich Produkte verwendet, welche eine geprüfte Schlagregendichtheit aufweisen.

4 Massnahmenkombination M «Konzeptionelle Schutzmassnahmen bei Hanglage»

Beim Neubau wird mittels konzeptionellen Schutzmassnahmen (Gebäudestandort, Terraingestaltung, Höhenlage von Erdgeschoss und Öffnungen) das Oberflächenwasser am Eindringen in das Gebäude gehindert.

Massnahmenkombinationen N und U «Neubauabdichtung»

Eine dichte Gebäudehülle und genügend hoch angeordnete Öffnungen schützen vor dem Oberflächenwasser.

5 Massnahmenkombination R «Erhöhte Anordnung»

Der Neubau wird erhöht angeordnet, so dass das Oberflächenwasser die Gebäudehülle nicht erreicht.

6 Massnahmenkombination T «Konzeptionelle Schutzmassnahmen bei Muldenlage»

Beim Neubau wird mittels konzeptionellen Schutzmassnahmen (Gebäudestandort, Höhenlage von Erdgeschoss und Öffnungen, Rückstauschutz) das Wasser am Eindringen in das Gebäude gehindert.

7 Massnahmenkombination V «Erhöhte Anordnung bei Muldenlage»

Der Neubau wird erhöht angeordnet (inkl. Rückstauschutz), so dass Wasser nicht in das Gebäude eindringen kann.

Beispiel einer Kosten-Nutzen-Analyse

Kosten

Das folgende Beispiel soll die Bedeutung des Oberflächenwassers mit entsprechenden Schadenfolgen

verdeutlichen. Die Methodik ist im Anhang E der vorliegenden Wegleitung detailliert beschrieben.

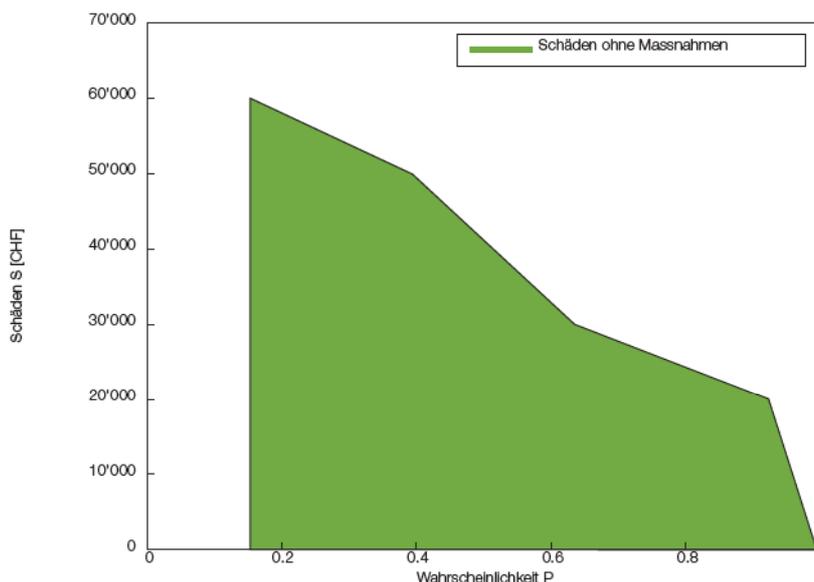
Ein Mehrfamilienhaus wird angrenzend an eine mittelsteil geneigte freie Wieslandfläche erstellt. Zur Aufnahme und Abführung des Oberflächenwassers werden Kleindämme und Sammelschächte mit Meteorwasserleitungen erstellt. Die Bemessung erfolgt für ein Ereignis

der Wiederkehrperiode von 300 Jahren. Die Kosten dieser Investition betragen CHF 7'000.-. Wird eine Lebensdauer von 50 Jahren angenommen, so resultieren verzinste Mehrkosten gegenüber der Variante ohne Objektschutzmassnahmen von CHF 30'687.- (Zins 3%).

Nutzen

Als Nutzen werden der verhinderte Schaden (Überschwemmung Kellerräume, Heizungsanlage) eingerechnet. Es wird angenommen, dass der Schadensbeginn bei einem 10-jährlichen Starkregenereignis liegt. Der Nutzen wird für einen Betrachtungshorizont von 50 Jahren berechnet. Die Wahrscheinlichkeit, dass ein 10-jährliches Ereignis innerhalb von 50 Jahren

eintritt, beträgt 99.5 % ($P = 0.995$). Gemäss den in der folgenden Abbildung dargestellten Schäden resultiert für die Variante ohne Damm ein Schadenerwartungswert von CHF 30'800.- (Methodik vgl. Anhang). Dies stellt gleichzeitig den Nutzen dar, da die Variante mit Damm den Schadenerwartungswert 0 aufweist.



Kosten-Nutzen-Vergleich

Als Kosten-Nutzen-Vergleich werden nun die Mehrkosten dem Nutzen gegenübergestellt. $\text{Kosten} / \text{Nutzen} = \text{CHF } 30'687.- / \text{CHF } 30'800.-$. Dies bedeutet, dass sich die Objektschutzmassnahme ökonomisch rechtfertigt. Allerdings

muss die Abflusskapazität der Entwässerung mindestens auf ein Ereignis der Wiederkehrperiode von 300 Jahren bemessen sein. Nur dann liegt der Nutzen knapp über den Kosten.

Regenspenden

Örtliche extreme Regenspenden r (in Liter pro Sekunde und Quadratmeter) für Jährlichkeiten von

5, 10, 30, 50 und 100 Jahren (Meteo Schweiz 2007).

Ort	Regenspende r [l/sm ²]				
	5-jährlich	10-jährlich	30-jährlich	50-jährlich	100-jährlich
Adelboden	0.022	0.026	0.033	0.036	0.042
Aigle	0.016	0.020	0.025	0.028	0.032
Altdorf	0.016	0.019	0.024	0.026	0.029
Basel-Binningen	0.021	0.025	0.030	0.033	0.037
Bern / Zollikofen	0.023	0.027	0.034	0.037	0.041
Buchs-Aarau	0.024	0.029	0.038	0.042	0.047
Changins	0.019	0.023	0.030	0.033	0.038
Chur	0.016	0.019	0.024	0.027	0.030
Disentis	0.016	0.019	0.025	0.028	0.033
Engelberg	0.017	0.019	0.021	0.022	0.024
Fahy-Boncourt	0.020	0.024	0.030	0.033	0.037
La Fretaz	0.024	0.030	0.039	0.043	0.049
Glarus	0.026	0.032	0.042	0.047	0.055
Güttingen	0.018	0.021	0.026	0.028	0.032
Genève-Cointrin	0.018	0.022	0.028	0.031	0.036
Hinterrhein	0.016	0.019	0.024	0.026	0.029
Interlaken	0.019	0.022	0.027	0.030	0.033
La Chaux-de-Fonds	0.029	0.035	0.046	0.052	0.060
Locarno-Monti	0.034	0.040	0.051	0.057	0.065
Lugano	0.033	0.039	0.049	0.055	0.063
Luzern	0.022	0.025	0.030	0.032	0.035
Magadino / Cadenazzo	0.031	0.043	0.047	0.052	0.059
Montana	0.010	0.012	0.015	0.016	0.018
Neuchâtel	0.024	0.030	0.040	0.045	0.053
Payerne	0.024	0.030	0.040	0.045	0.053
Pilatus	0.023	0.028	0.036	0.041	0.047
Piotta	0.018	0.022	0.028	0.031	0.035
Pully	0.020	0.023	0.029	0.033	0.037
Reckenholz	0.022	0.028	0.037	0.042	0.050
Rünenberg	0.021	0.025	0.032	0.035	0.040
San Bernardino	0.020	0.023	0.028	0.030	0.033
Scuol	0.013	0.016	0.020	0.022	0.026
Schaffhausen	0.023	0.029	0.039	0.045	0.053
Sion	0.013	0.016	0.022	0.025	0.029
St. Gallen	0.025	0.031	0.040	0.044	0.050
Tänikon	0.025	0.029	0.035	0.037	0.041
Ulrichen	0.012	0.015	0.019	0.021	0.024
Vaduz	0.017	0.021	0.027	0.030	0.035
Wädenswil	0.022	0.026	0.033	0.037	0.042
Wynau	0.022	0.027	0.036	0.040	0.047
Zermatt	0.008	0.010	0.013	0.015	0.017
Zürich-Kloten	0.020	0.024	0.031	0.034	0.038
Zürich-MeteoSchweiz	0.027	0.033	0.042	0.046	0.053

Die oben aufgeführten Werte entsprechen 10 Minutenwerten, die mittels Extremwertstatistik aus den Messwerten (von 1981 bis 2005) der automatischen Stationen von MeteoSchweiz abgeleitet wur-

den. Die detaillierte Beschreibung des Vorgehens und der weiteren Resultate kann dem Bericht von MeteoSchweiz (2007) entnommen werden. Die obigen Zahlen zeigen deutlich, dass der bisher schweiz-

weit verwendete Wert der Regenspende von 0.030 l/sm² regional stark übertroffen werden kann. Es empfiehlt sich deshalb, der Berechnung obenstehende Werte zugrunde zu legen.

Impressum

Alle Rechte vorbehalten
© 2007 Vereinigung Kantonalen Feuerversicherungen
Bundesgasse 20
CH – 3001 Bern
www.vkf.ch



Autor:
Dr. Thomas Egli
Egli Engineering
Lerchenfeldstrasse 5
9014 St. Gallen
www.naturgefahr.ch



Egli Engineering

Review:
Kommission Elementarschaden der Vereinigung Kantonalen Feuerversicherungen:
Werner Gächter, Gebäudeversicherungsanstalt des Kantons St. Gallen, St. Gallen, Vorsitz
Dr. Peter Blumer, Gebäudeversicherung des Kantons Basel-Stadt, Basel
Jean Bourquard, Etablissement cantonal d'assurance immobilière et de prévention, Saignelégier
Bernhard Fröhlich, Basellandschaftliche Gebäudeversicherung, Liestal
Ueli Winzenried, Gebäudeversicherung Bern, Bern

Projektgruppe Wegleitung Objektschutz gegen meteorologische Naturgefahren:
Dörte Aller, Gebäudeversicherung Kanton Zürich, Zürich
Alfred Baumgartner, Aargauische Gebäudeversicherung, Aarau (bis 2006)
Georges Brandenburg, Aargauische Gebäudeversicherung, Aarau (ab 2007)
Thierry Berset, Kantonale Gebäudeversicherung, Freiburg
Renzo Bianchi, Bianchi Beratungen GmbH, Burgdorf

Dr. Olivier Lateltin, Vereinigung Kantonalen Feuerversicherungen, Bern (ab 2007)
Jean-Marc Lance, Etablissement cantonal d'assurance, Pully
Dr. Gian Reto Bezzola, Bundesamt für Umwelt, Bern

Beiträge von:
Dieter Balkow, Schweizerisches Institut für Glas am Bau, Zürich
Hans Donzé, Gebäudeversicherung des Kantons Luzern, Luzern
Ruedi Räss, Prüf- und Forschungsinstitut, Sursee
Prof. Dr. Bruno Zimmerli, Hochschule für Technik und Architektur, Horw

Grafik / Layout:
remo gamper, mehrbild.
visuelles kommunikationsdesign, st.gallen

Bildnachweis:
Egli Engineering St. Gallen, Gebäudeversicherung Kanton Zürich, Aargauische Gebäudeversicherung, Gebäudeversicherungsanstalt des Kantons St. Gallen, Gebäudeversicherung des Kantons Luzern, Kantonale Gebäudeversicherung Freiburg, Gebäudeversicherung Bern, Nidwaldner Sachversicherung Stans, Aller Risk Management Zürich, Eidg. Institut für Schnee- und Lawinenforschung SLF Davos, Eidgenössische Materialprüf- und Forschungsanstalt Dübendorf, STO AG Zürich, Nachbarschulte GmbH Bad Rappenu, Rheinzink AG Baden-Dättwil, Cupolux AG Zürich; Res Bühlmann, Merligen.

Zitiervorschlag:
EGLI Thomas, Wegleitung Objektschutz gegen meteorologische Naturgefahren, Vereinigung Kantonalen Feuerversicherungen (Hrsg.), Bern, 2007

ISBN 978-3-9523300-2-9
ISBN 978-3-9523300-3-6 (Französisch)