



Leitfaden für Bauvorhaben innerhalb von Überschwemmungsgebieten



LE GOUVERNEMENT
DU GRAND-DUCHÉ DE LUXEMBOURG
Administration de la gestion de l'eau



Vorwort zum Leitfaden

« Bauen im Hochwasser »

Hochwasser ist ein natürliches Phänomen und fester Bestandteil des Wasserkreislaufes. Menschen siedeln sich seit jeher entlang Flüssen und Bächen an und lernten so, mit dem gelegentlichen Übertreten eines Gewässers zu leben und sich dementsprechend zu schützen.

Zu einer solchen Vorbereitung gehörte auch immer schon, hochwasserbewusst zu bauen. Nichtsdestotrotz haben Eingriffe des Menschen in die Landschaft, den Boden und dessen Bewirtschaftung oder das Gewässernetz einen negativen Einfluss auf die Überflutungsgefährdung.

Der kurative Ansatz mit Objektschutz ist eine Möglichkeit, proaktive Renaturierungen sind ein anderer. Leider können auch diese Maßnahmen keinen 100 prozentigen Schutz vor Hochwasserschäden bieten.

In Überschwemmungsgebieten obliegen Neu- und Umbauten einer Genehmigung seitens des Nachhaltigkeitsministeriums. Diese Genehmigung legt die allgemeinen Bestimmungen fest, unter denen ein Bauvorhaben möglich ist, nicht zuletzt auch, zum Schutz des Eigentümers.

In diesem Sinne ist der vorliegende Leitfaden zu verstehen, der in enger Zusammenarbeit mit dem verstorbenen Staatssekretär im Nachhaltigkeitsministerium Camille Gira entstanden ist. Er soll Möglichkeiten aufzeigen, wie mit dem Hochwasserrisiko umgegangen werden kann und richtet sich an Architekten, Ingenieure, aber auch an interessierte Bauherren, die ein neues Projekt innerhalb eines Überschwemmungsgebietes angehen und sich im Vorfeld informieren möchten.

Vorsorge ist notwendig, um die möglichen Folgekosten von Hochwasser wirksam abzuwenden. Und diese fängt unmittelbar mit einer angepassten Gebäudeplanung an. Dieser Ratgeber ist dabei ein Wegweiser und soll zudem die Erstellung von Anträgen bei Genehmigungen erleichtern.

Ich hoffe, dass die Lektüre dieses Leitfadens eine Hilfestellung darstellt und einen besseren Umgang und mehr Bewusstsein für den richtigen Umgang mit Hochwassergefahren fördert.



Carole Dieschbourg
Ministerin für Umwelt

INHALTVERZEICHNIS

VORWORT ZUM LEITFADEN « BAUEN IM HOCHWASSER »	3
1 EINLEITUNG	5
2 HOCHWASSER	11
2.1 ARTEN VON HOCHWASSER	11
2.2 HOCHWASSERJÄHRLICHKEITEN	15
3 RECHTLICHE SITUATION IN LUXEMBURG	17
3.1 GESETZE UND VERORDNUNGEN	17
3.2 ÜBERSCHWEMMUNGSGEBIETE	18
3.3 HOCHWASSERGEFAHREN- UND HOCHWASSERRISIKOKARTEN	18
3.4 VERBOTE INNERHALB DER ÜBERSCHWEMMUNGSGEBIETE	23
3.5 GENEHMIGUNGEN	23
4 GEFÄHRDUNG DER BAUSUBSTANZ DURCH HOCHWASSER	25
4.1 WASSEREINTRITT	26
4.2 WASSERDRUCK UND AUFTRIEB	27
4.3 HYDRAULISCHER GRUNDBRUCH, BAUGRUNDEROSION	28
4.4 STRÖMUNG, TREIBGUT, UNTERSPIÜLUNG	29
5 HOCHWASSERANGEPASSTES BAUEN: STRATEGIEN	31
5.1 AUSWEICHEN	34
5.2 ANPASSEN	36
5.3 WIDERSTEHEN	40
QUELLENVERZEICHNIS	49
GESETZE UND VERORDNUNGEN	50

1 ~ EINLEITUNG

„Hochwasser haben das Potential, zu Todesfällen, zur Umsiedlung von Personen und zu Umweltschäden zu führen, die wirtschaftliche Entwicklung ernsthaft zu gefährden und die wirtschaftliche Tätigkeit in der Gemeinschaft zu behindern.“

(Richtlinie 2007/60/EG vom 23. Oktober 2007 über die Bewertung und das Management von Hochwasserrisiken, HWRM-RL)

Hochwasser sind Bestandteile des hydrologischen Kreislaufs und somit ein natürliches Phänomen, das nicht zu verhindern ist. Abflüsse in Gewässern sind umweltbedingt großen Schwankungen unterworfen. Entscheidend für die Abflussbildung sind die Intensität der Niederschläge, die Charakteristik des Einzugsgebietes (Größe, Fähigkeit Wasser zurückzuhalten, Verdunstung, Versickerung, Topographie, ...) und die Interaktionen mit dem Grundwasser. In unregelmäßigen Zeitabständen können langanhaltende Niederschläge dazu führen, dass die Abflüsse in den Gewässern um einiges größer werden als im Normalfall. Die steigenden Abflüsse bewirken einen Anstieg des Wasserstandes, der bis zur Ausuferung des Gewässers führen kann. Dieser Prozess ist ein wichtiger Faktor der natürlichen Umgebung von Gewässern, da viele dort angesiedelte Lebewesen auf die regelmäßigen Überschwemmungen angewiesen sind.

Für den Menschen jedoch bedeutet Hochwasser oft Gefahr. Dies liegt zum einen daran, dass sich der Mensch im Laufe der Zeit immer näher an die Gewässer angesiedelt hat. Zum anderen wurden in den Überschwemmungsgebieten Nutzungen (Wohnen, Arbeiten, ...) untergebracht, die gegen diese Art der Beanspruchung nicht resistent sind und im Schadensfall gravierende Auswirkung für Mensch und Umwelt haben können.



Abbildung 1

Hochwasser infolge von Starkregen in Syren,
Mai 2016

Des Weiteren verschärft der Mensch die Gefahr, die von Hochwasser ausgeht. Flächenversiegelung, die Begradigung von Wasserläufen, die Vernichtung natürlicher Wasserrückhalte und der von Menschen verschärfte Klimawandel, führen zu einer Erhöhung des Hochwasserscheitelabflusses im Gewässer. Höhere Abflussscheitel wiederum bedeuten höhere Wasserstände und die Vergrößerung der Ausbreitungsfläche des Wasser bei Hochwasser.



Abbildung 2

Luftaufnahme des Sauerhochwassers von 1995
Echternach-Minden

Auch in Luxemburg kommt es mehr oder weniger regelmäßig zu Hochwasser. Allein im Jahr 2016 kam es in Luxemburg zu drei Hochwasserereignissen, die unterschiedliche Ausmaße und Schadensbilder zur Folge hatten. Im Februar des besagten Jahres kam es zu einem „klassischen“ Hochwasser an der Mosel, wo langanhaltende Niederschläge dazu führten, dass das Gewässer über die Ufer trat und Straßen überschwemmte. Ende Mai 2016 kam es in weiten Teilen Mitteleuropas zu starken Niederschlägen, von denen auch Ortschaften im Süden Luxemburgs betroffen waren. Anders als beim Moselhochwasser, sorgten hier kurze und heftige Niederschläge dafür, dass binnen kurzer Zeit Bäche und Kanäle an ihre hydraulischen Grenzen kamen und Straßen und Keller überflutet wurden.



Abbildung 3

*Starkregen im Ernztal am 22. Juli 2016
(Tageblatt.lu, 2016)*

Besonders präsent in der Erinnerung bleibt das Starkregenereignis vom 22. Juli 2016 im Ernztal. In deren Folge kam es zu großen Sach- und Materialschäden, als sich das Regenwasser seinen Weg über den natürlichen Thalweg und die Senken in die Weiße Ernz suchte. Dadurch entstand im Gewässer ein stark erhöhter Abfluss, der zu weiteren Schäden an Brücken, Mauern und Gebäuden am Gewässer führte. Diese beiden Ereignisse zeigen einerseits auf, dass man überall von Hochwasser betroffen sein kann, nicht nur in der Nähe von Gewässern, und dass andererseits die Reaktionszeit zum Teil sehr kurz sein kann.

Auch in den Jahren davor kam es in Luxemburg zu größeren Hochwasserereignissen, wie etwa die Hochwässer von 1993 (Attert, Eisch und Sauer), von 1995 (Eisch, Wark, Sauer, Alzette und Our), 2003 (Attert, Eisch, Alzette und Sauer), sowie das Hochwasser von 2011 (u.a. Alzette, Sauer, Wiltz,...).



Abbildung 4

Hochwasser der Alzette in Walfer, 2011



Abbildung 5

Überschwemmung in Itzig im Mai 2013 (L. Blum/Wort, 2014)

HOCHWASSERRISIKOMANAGEMENT-RICHTLINIE

Zur Schaffung eines Rahmens für Maßnahmen zur Verringerung des Hochwasserrisikos auf Ebene der Mitgliedstaaten, wurde die *Richtlinie 2007/60/EG vom 23. Oktober 2007 über die Bewertung und das Management von Hochwasserrisiken* (Hochwasserrisikomanagement-Richtlinie, kurz: HWRM-RL) vom europäischen Parlament erlassen. Ziel ist die Vermeidung und Verringerung nachteiliger Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit, die Umwelt, das Kulturerbe und wirtschaftliche Tätigkeiten durch Hochwasser.

Die HWRM-RL definiert Hochwasserrisiko als „Kombination der Wahrscheinlichkeit des Eintrittes eines Hochwasserereignisses und der hochwasserbedingten potentiellen nachteiligen Folgen“. Somit ergibt sich das Hochwasserrisiko als Interaktion zwischen Gefährdung und Verletzbarkeit.

Im Zuge der Umsetzung der HWRM-RL sollen zur Verminderung von negativen Auswirkungen von Hochwasser alle Aspekte des Hochwasserrisikomanagements berücksichtigt werden. Der Schwerpunkt soll hierbei auf folgenden Punkten liegen:

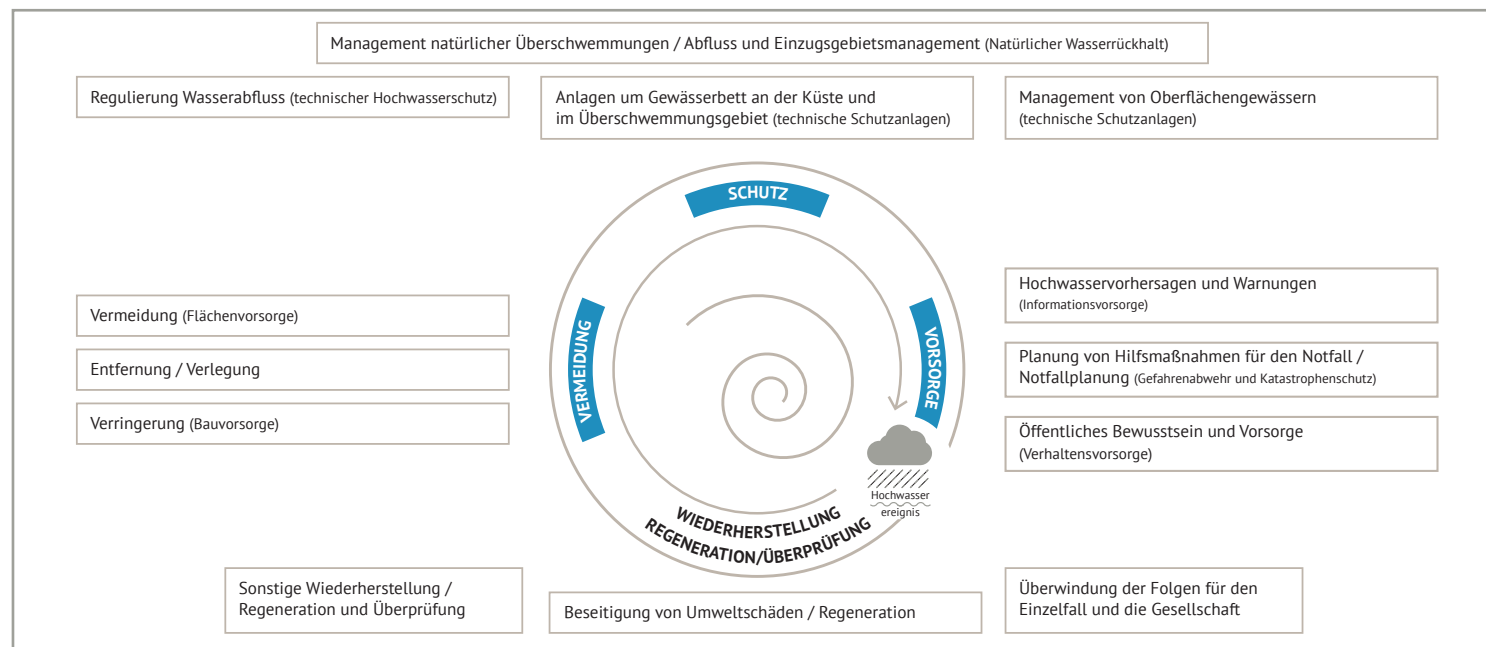
Vermeidung

Schutz

Vorsorge

Abbildung 6

Hochwasserzyklus in Anlegung an
die HWRM-RL (LAWA, 2013)



Aus diesen Vorgaben der HWRM-RL wurden in Luxemburg vier Ziele des Hochwasserschutzes abgeleitet:

- **Vermeidung neuer Risiken im Hochwasserrisikogebiet**
- **Reduktion bestehender Risiken im Hochwasserrisikogebiet**
- **Reduktion nachteiliger Folgen während eines Hochwassers**
- **Reduktion nachteiliger Folgen nach einem Hochwasser**

Somit bezieht sich das Hochwasserrisikomanagement auf einen Zyklus, der die Phasen Vorbeugung/Vorsorge, Bewältigung und Regeneration vorsieht. Im Normalfall handelt es sich um eine Spirale, da sich das Schutzniveau mit der Zeit verändert. Demnach ist das Hochwasserrisikomanagement ein kontinuierlicher Prozess.

Die vorliegende Broschüre soll sich primär der Bauvorsorge bzw. dem hochwasserangepassten Bauen widmen. Ziel des hochwasserangepassten Planens, Bauens und Sanierens ist es nach DWA Merkblatt 553 „das Schadenspotential an Gebäuden im Hochwasserfall deutlich zu reduzieren“. Hochwasserangepasstes Bauen kann somit grundsätzlich „nur“ das Schadenspotential im Hochwasserfall verringern. Ein absoluter Schutz vor den Gefahren des Hochwassers gibt es nicht, sodass bei jedem Bauprojekt innerhalb von Überschwemmungsgebieten ein Restrisiko für Schäden bestehen bleibt.

2 ~ HOCHWASSER

Der Begriff Hochwasser wird in der HWRM-RL definiert als „zeitlich beschränkte Überflutung von Land, das normalerweise nicht mit Wasser bedeckt ist“. Diese umfasst Überflutungen durch Flüsse, Gebirgsbäche, zeitweise ausgesetzte Wasserströme im Mittelmeerraum sowie durch in Küstengebiete eindringendes Meerwasser; Überflutungen aus Abwassersystemen können ausgenommen werden“. In Luxemburg treten aufgrund der geografischen Lage des Landes nicht alle der oben genannten Überflutungsarten auf.

2.1 ARTEN VON HOCHWASSER

Das Entstehen von Hochwasser kann durch zwei dominante Prozesse beschrieben werden. Hochwasser entsteht, wenn die

- **Speicherkapazität der Böden aufgrund von langanhaltenden Niederschlägen aufgebraucht ist, oder**
- **die Infiltrationskapazität der Böden deutlich geringer ist als die Niederschlagsmenge.**

Diese Prozesse führen zu 3 unterschiedlichen Arten von Hochwasser; Flusshochwasser, Hochwasser infolge von Starkregen und Hochwasser infolge aufsteigendem Grundwasser. Zusätzlich kann auch ein Versagen von Hochwasserschutzeinrichtungen zu Überschwemmungen führen.



Abbildung 7

Hochwasser der Alzette in Hesperange,
2011

Abbildung 8

Hochwasser der Attert in Reichlange,
2011

A. FLUSSHOCHWASSER

Von Flusshochwasser spricht man, wenn die Abflussmenge im Gewässer so hoch wird, dass das Wasser ausufert und die umgebenden Landflächen überschwemmt. Hauptverantwortlich ist meist ein räumlich ausgedehntes, längeres Niederschlagsereignis (unter Umständen in Kombination mit Schneeschmelze). Diese Hochwasserart tritt in Luxemburg meist in den Wintermonaten auf.

Schließen Kanäle an das Gewässer an, besteht in solchen Fällen die Gefahr, dass Wasser rückwärts in die Kanalisation eindringt, sodass es zu Überschwemmungen in den Kellern oder in den Straßen kommt.

Für Flusshochwasser können Vorhersagesysteme errichtet werden, die mehrere Stunden oder sogar Tage im voraus vor einem Hochwasserereignis warnen können. In Luxemburg wird die Hochwasservorhersage vom Service Hydrométrie der Administration de la gestion de l'eau (folgend: AGE) übernommen. Aktuelle Pegelstände sowie Lageberichte im Hochwasserfall sind unter www.inondations.lu aufrufbar.

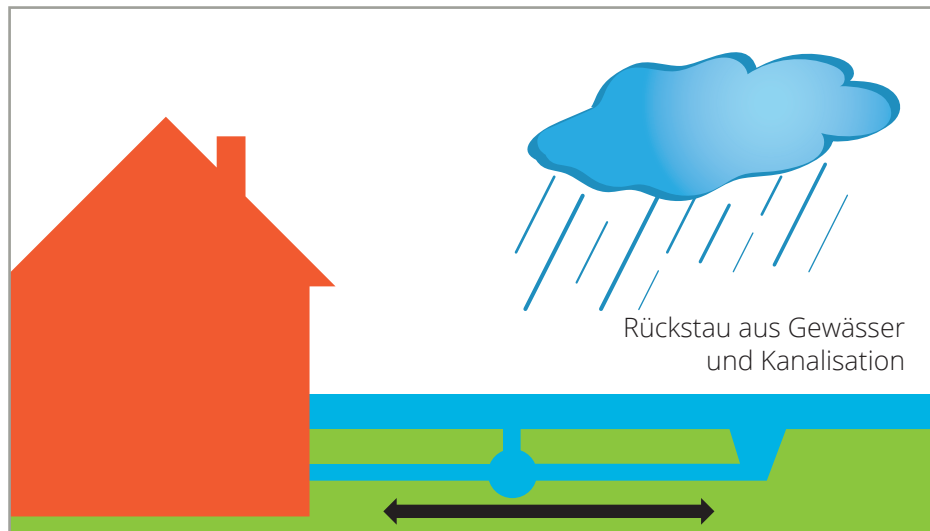


Abbildung 9

Sturzflut im Flachland



Abbildung 10

Sturzflut in Hügellage

B. STARKREGENHOCHWASSER

Diese Hochwasserart tritt in Luxemburg besonders in den Sommermonaten auf. Hauptursachen sind räumlich begrenzte Gewitterfronten, die aufgrund ihrer großen Niederschlagsintensität und relativ kurzer Dauer als Starkregen bezeichnet werden. Die Intensität übersteigt hierbei oft die Aufnahmekapazität der Böden, wodurch das Wasser rasch oberflächlich abfließt. Hierbei können infolge von Erosionsprozessen große Mengen Schlamm und Material transportiert werden. Des Weiteren sind die Reaktionszeiten in der Regel so gering, dass nur wenig Zeit für Vorsorgemaßnahmen bleibt.

Bei Starkregen sammelt sich das Wasser in Geländesenken, zu denen im urbanen Raum auch Kellergeschosse oder Tiefgaragen zählen. Ein weiteres Problem in Siedlungsbereichen sind Abflusshindernisse (z.B. Verrohrungen, Brücken, Zäune,...) oder überlastete Kanalisationen, die aus wirtschaftlichen und betrieblichen Gründen nicht auf solche Extremereignisse dimensioniert werden können.

Starkregenereignisse können zu einem Flusshochwasser führen. Der sich bildende, erhöhte Oberflächenabfluss wird in diesem Fall dem Gewässer direkt zugeführt. Die Folge sind rasch ansteigende Abflüsse und Wasserstände, wie 2016 im Ernzal. Von Starkregenereignissen kann somit jedes Gebäude, unabhängig seiner Lage, betroffen sein.

C. ÜBERSCHWEMMUNG INFOLGE VON AUFSTEIGENDEM GRUNDWASSER

Grundhochwasser entsteht, wenn der Grundwasserspiegel bis zur, beziehungsweise über die Geländeoberkante ansteigt. Grund hierfür sind überdurchschnittlich hohe Niederschlagsmengen über einen längeren Zeitraum (Monate oder sogar Jahre), sowie ausgedehnte (Fluss-) Hochwasserereignisse.

Grundwasser und Oberflächengewässer stehen in ständiger Interaktion zueinander und besonders in direkter Ufernähe entspricht der Wasserstand im Gewässer nicht selten der Höhe des Grundwasserspiegels. Dies ist vor allem eine Gefahr in ehemaligen Gewässerauen, wo das Grundwasser bis weit ins Binnenland vordringen kann. An Vertiefungen im Gelände kann dies dann zu Grundwasseraustritten führen. Grundwasseraustritt kann somit auch hinter Hochwasserschutzmauern aufkommen.

D. VERSAGEN VON TECHNISCHEN HOCHWASSERSCHUTZEINRICHTUNGEN

Hochwasserschutzanlagen, wie etwa Hochwasserschutzmauern oder Hochwasserrückhaltebecken, werden in der Regel gebaut um vor kleineren, regelmäßig wiederkehrenden Hochwasserereignissen zu schützen. Bei größeren Ereignissen bieten sie demnach keinen ausreichenden Schutz, weshalb die "geschützten" Gebiete weiterhin zu den Überschwemmungsgebieten zählen. Das Schutzziel, also der Bemessungsabfluss, der Anlage wird infolge ihrer Kosten und des Schadenpotentials innerhalb der zu schützenden Fläche bestimmt.

Nichtsdestotrotz kann es in unvorhersehbaren Fällen dazu kommen, dass die Standsicherheit oder die Stabilität der Anlagen im Hochwasserfall versagt. Dies führt unweigerlich zur Überflutung der dahinter gelegenen Flächen.

Abbildung 11

Hochwasser der Sauer in Ingeldorf, 2003



2.2 HOCHWASSERJÄHRLICHKEITEN

Die Abflüsse der Gewässer können mitunter großen Schwankungen unterliegen. Wasserwirtschaftliche und wasserbauliche Projekte, zu denen auch die hochwasserangepasste Bauweise von Gebäuden gehört, werden in der Planung so bemessen, dass ihre Funktion (hier: Schutz) bis zu einem definierten Abfluss garantiert ist. Darüber hinaus, also beim Übersteigen des Bemessungsabflusses, ist die Wirksamkeit einer bestimmten Maßnahme nicht mehr gegeben. Die Höhe des Bemessungsabflusses wird hierbei durch dessen Jährlichkeit, beziehungsweise dessen Eintrittswahrscheinlichkeit bestimmt.

Der Hochwasserabfluss (HQ) einer bestimmten Jährlichkeit (T) eines Fließquerschnittes wird durch die Abkürzung HQ_T ausgedrückt. So handelt es sich bei einem HQ_{100} um ein Hochwasserereignis eines Abflusses der Jährlichkeit $T = 100$ Jahre, was bedeutet, dass ein solches Ereignis im statistischen Mittel einmal in 100 Jahren eintritt.

In der Realität bedeutet dies jedoch nicht, dass exakt alle 100 Jahre mit einem hundertjährigen Ereignis zu rechnen ist. Des Weiteren kann die Zeitspanne zwischen zwei solchen Ereignissen auch nur wenige Jahre betragen.

Im Hochwasserschutz geläufige Jährlichkeiten sind HQ_{10} , HQ_{100} und HQ_{extrem} . Neben der Eintrittswahrscheinlichkeit unterscheiden sich diese drei Ereignisse durch die zu erwartende Wassermenge und die sich einstellenden Wasserstände und Ausbreitungsflächen. Folgende Tabelle fasst die Zusammenhänge kurz zusammen:

Ereignis	Auftreten	Abfluss	Überflutungsfläche	Wasserstände
HQ_{10}	Zehnjährliches Ereignis - Häufig	Alle drei Größen nehmen mit geringerer Eintrittswahrscheinlichkeit zu. D.h. dass es bei selteneren Ereignissen zu stärkeren Überschwemmungen kommt		
HQ_{100}	Hundertjährliches Ereignis - Selten			
HQ_{extrem}	Tausendjährliches Ereignis - Sehr selten			



Abbildung 12

Hochwasser in Ettelbrück und Warken, 1995
(Administration des Services Techniques de l'Agriculture, 1999)

3 ~ RECHTLICHE SITUATION IN LUXEMBURG

3.1 GESETZE UND VERORDNUNGEN

Übergeordnet im Bereich des Hochwasserschutzes gilt EU-weit die Richtlinie 2007/60/EG über die Bewertung und das Management von Hochwasserrisiken (HWRM-RL), die am 23. Oktober 2007 vom Europäischen Parlament und vom Rat verabschiedet wurde.

Die Richtlinie wurde durch das Gesetz vom 19. Dezember 2008 über die Bewirtschaftung des Wassers (Loi du 19 décembre 2008 relative à la gestion de l'eau, nachfolgend Wassergesetz genannt) in nationales Recht umgesetzt.

Ein Hauptpunkt bei der Umsetzung der HWRM-RL ist die Erstellung eines Hochwasserrisikomanagementplanes für das Großherzogtum Luxemburg, inklusive Hochwassergefahren- und Hochwasserrisikokarten. Ein erster Hochwasserrisikomanagement-Plan wurde am 22. Dezember 2015 veröffentlicht und muss alle 6 Jahre aktualisiert werden. Der Hochwasserrisikomanagementplan ist auf der Internetplattform der Administration de la gestion de l'eau, www.waasser.lu, zu finden.

3.2 ÜBERSCHWEMMUNGSGEBIETE

Aufgrund der unterschiedlichen Arten von Hochwasser kann jede Fläche infolge eines Hochwasserereignisses von einer Überschwemmung betroffen sein. Bei den hier genannten „Überschwemmungsgebieten“ handelt es sich jedoch konkret um einen juristischen Begriff, der nur bestimmte Flächen berücksichtigt.

Das Wassergesetz (Artikel 2) definiert Überschwemmungsgebiete allgemein als Flächen, die ausuferndes Wasser, Hangwasser oder Grundwasser nur zeitweilig zurückhalten können beziehungsweise die nur selten überschwemmt werden.

Spezifischer werden unter dem Begriff „Überschwemmungsgebiete“, jene Zonen verstanden, die in den Hochwassergefahren- und Hochwasserrisikokarten abgebildet und, besonders im Hinblick auf hochwasserangepasstes Bauen, rechtlich bindend sind (Artikel 38 des Wassergesetzes).

3.3 HOCHWASSERGEFAHREN- UND HOCHWASSERRISIKOKARTEN

Die Hochwassergefahren- und Hochwasserrisikokarten bilden die aktuell maßgebende Hochwassersituation an 15 ausgewählten Gewässern ab. Die Auswahl beruhte auf der Einschätzung des Hochwasserrisikos an allen Gewässern Luxemburgs.

Die Erarbeitung dieser Karten geschah im Zuge der Umsetzung der HWRM-RL und der Erstellung des Hochwasserrisikomanagementplanes unter Einbeziehung der Öffentlichkeit.

Auf den Hochwassergefahrenkarten wird das Ausmaß einer potentiellen Überflutung ersichtlich. Dargestellt sind die Flächen, die während eines Ereignisses einer bestimmten Jährlichkeit von Überschwemmung betroffen sein können. Zusätzlich werden noch Angaben über die lokalen Wassertiefen gegeben, die als Farbkodierungen dargestellt sind.

Die Hochwasserrisikokarten stellen die potentiellen hochwasser bedingten negativen Folgen aufgrund von Ereignissen unterschiedlicher Wahrscheinlichkeit dar. Hierbei wird Bezug auf die Anzahl der betroffenen Bewohner, die Art der wirtschaftlichen Aktivitäten, Anlagen, die im Überschwemmungsfall zu Umweltverschmutzungen führen können (IPPC/SEVESO), Schutzzonen (Natura-2000, Grundwasserschutzzonen, Vogelschutzgebiete, etc.), sensible Bauten (Krankenhäuser, Schulen, Altenheime) sowie auf aufgegebene Deponien und Altlastverdachtsflächen innerhalb der Überschwemmungsgebiete genommen.

Die HWRM-RL gibt vor in den Hochwassergefahren- und Hochwasserrisikokarten drei unterschiedliche Hochwasserereignisse unterschiedlicher Jährlichkeiten darzustellen:

Hochwasser mit hoher Wahrscheinlichkeit (HQ_{10})

Hochwasser mit mittlerer Wahrscheinlichkeit (HQ_{100})

Hochwasser mit niedriger Wahrscheinlichkeit oder Szenarien für Extremereignisse (HQ_{extrem})

Die Hochwassergefahren- und Hochwasserrisikokarten sind über das Kartenportal www.geoportail.lu, Themenlayout „Wasser“, frei zugänglich.

Auf diesem Portal kann man sich hochwasserrelevante Informationen unterschiedlicher Eintrittswahrscheinlichkeiten aufzeigen lassen, wie etwa

- die Ausbreitungsflächen;
- die Wasserstände;
- die betroffenen Nutzungen.

Aufgrund der ebenfalls verfügbaren und unterlegten topografischen Karten oder Luftaufnahmen erkennt man so, ob eine potentielle Projektfläche von Überschwemmungen betroffen sein kann.

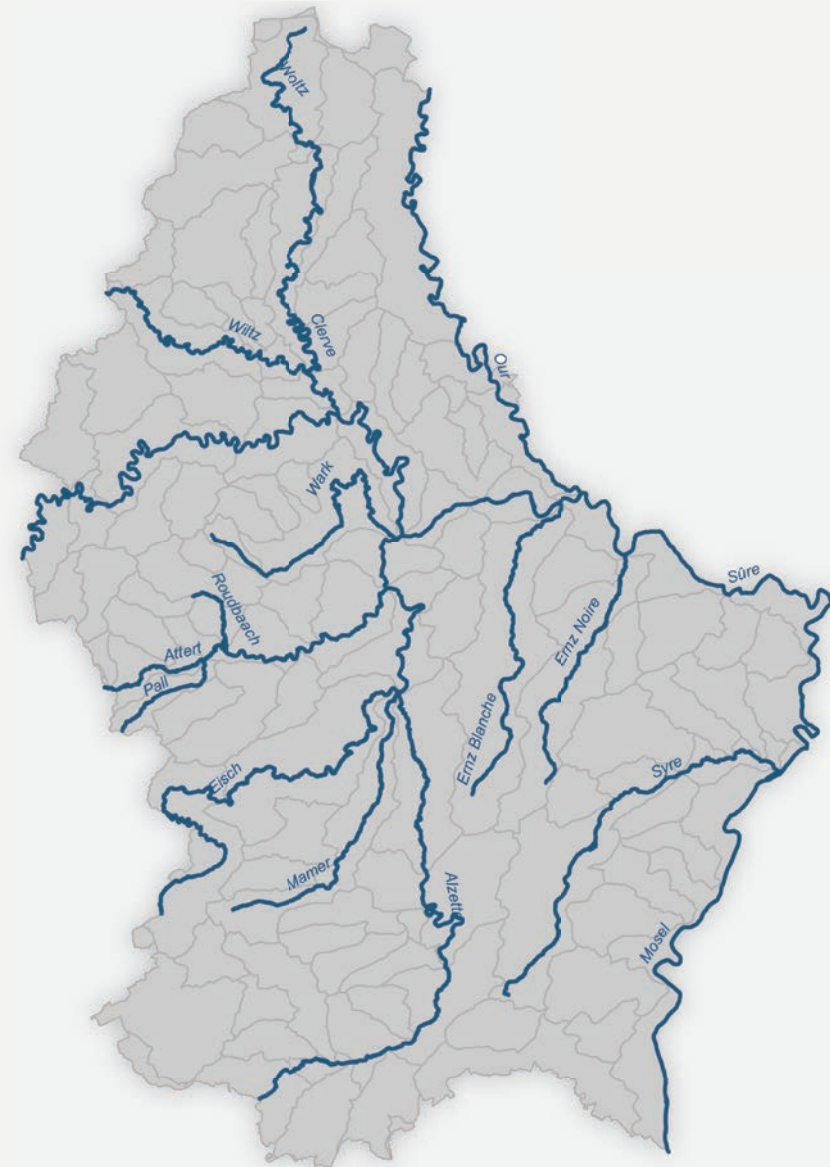


Abbildung 13

Gewässer mit signifikantem Hochwasserrisiko
Alzette - Atttert - Clerf - Eisch - Mamer - Mosel - Pall - Roudbaach -
Sauer - Schwarze Ernz - Syre - Our - Weisse Ernz - Wark - Wiltz
(Stand 2015)

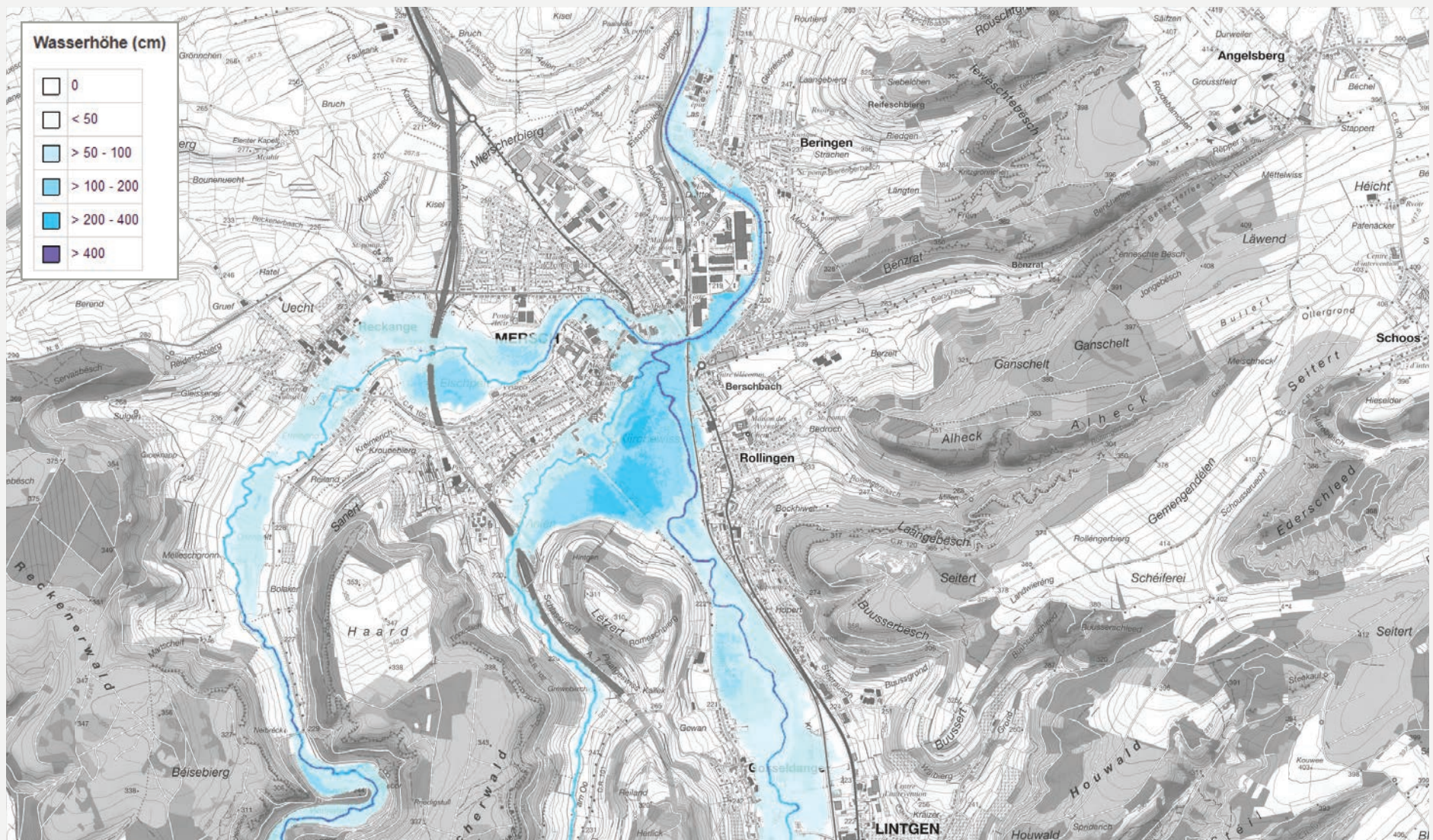


Abbildung 14 Hochwassergefahrenkarte aus Geoportal.lu am Beispiel des HQ₁₀₀ der Ortschaft Mersch

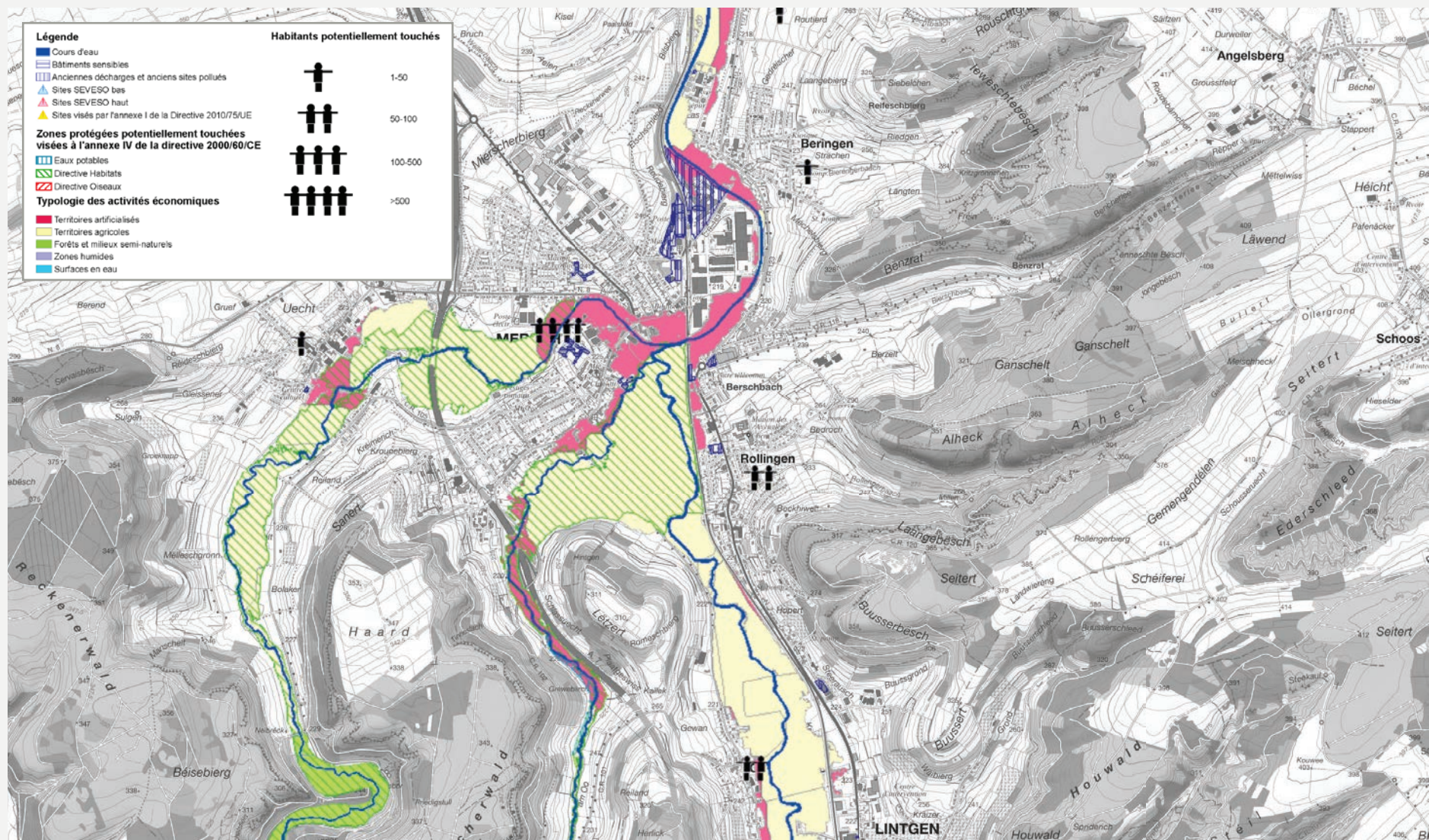
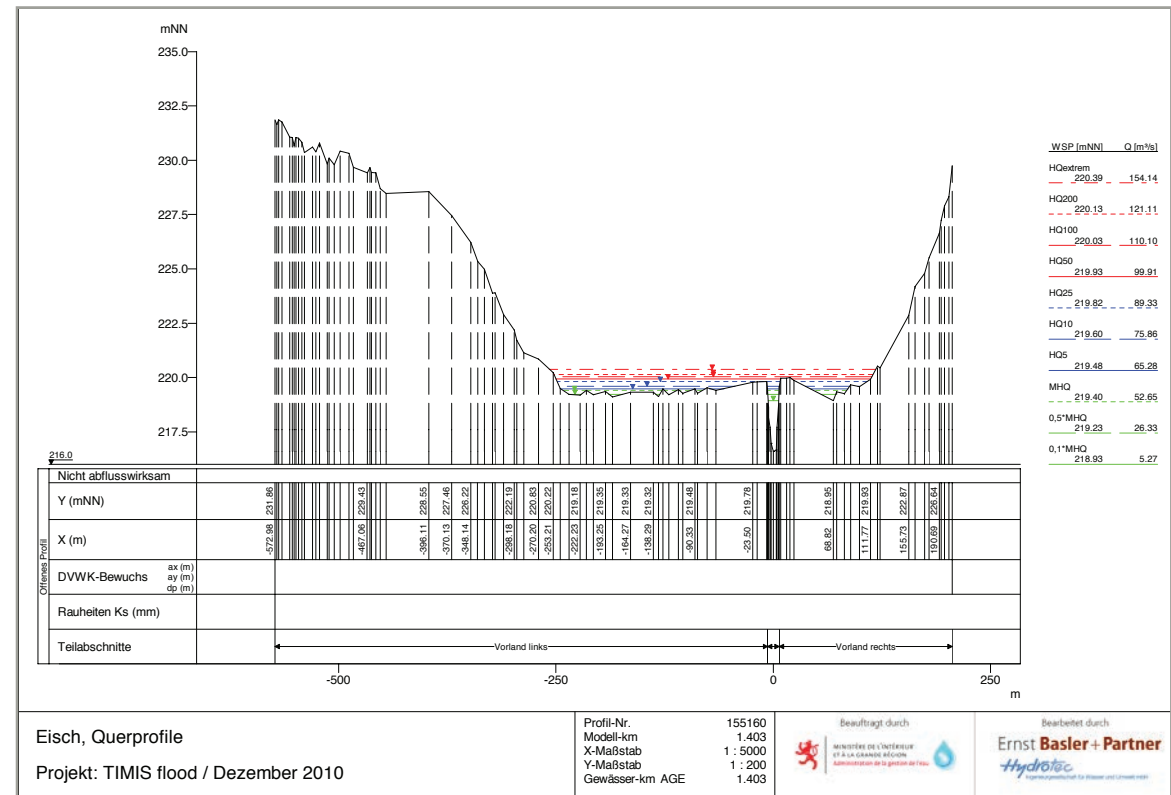


Abbildung 15 Hochwasserrisikokarte aus Geoportal.lu am Beispiel des HQ₁₀₀ der Ortschaft Mersch

Abbildung 16

Beispiel Querprofil mit Angabe der Abflüsse
und Wasserstände



Des Weiteren kann man sich Querprofile des Geländes in Kombination mit hochwasserrelevanten Informationen wie dem Wasserstand und dem Abfluss für bestimmte Hochwasserereignisse anzeigen lassen.

Die Hochwassergefahren- und Hochwasserrisikokarten sind seit dem 5. Februar 2015 anhand von sechs großherzoglichen Verordnungen rechtskräftig und integrierender Bestandteil eines jeden Gemeindebebauungsplans. Daher stellen sie ein entscheidendes Planungsinstrument der kommunalen und nationalen Flächennutzungsplanung

dar und geben Bauherren Auskunft über das potentielle Risiko innerhalb einer solchen Zone. Laut Richtlinie müssen die Karten alle sechs Jahre überprüft und falls nötig angepasst oder erneuert werden.

Die Arbeiten hierfür haben bereits begonnen und es werden neben den 15 aktuellen Risikogewässern noch zwei weitere Gewässer hinsichtlich ihres Hochwasserrisikos überprüft.

3.4 VERBOTE INNERHALB DER ÜBERSCHWEMMUNGSGEBIETE

In den gesetzlich festgesetzten Überschwemmungsgebieten ist es (laut Artikel 39 des Wassergesetzes) verboten, innerhalb eines Bebauungsplans neue Siedlungsbereiche mit wohnlicher oder betrieblicher Nutzung auszuweisen, sowie Anlagen und Bauten zu errichten, die das Retentionsvolumen eines Gewässers verringern oder eine Gefahr für Mensch, Güter und Umwelt darstellen können.

In bestehenden Siedlungszonen innerhalb von Überschwemmungsgebieten sind Neubauten in der Regel verboten. Erlaubt ist, unter bestimmten Bedingungen, dass bestehende Baulücken geschlossen werden. Reparatur- oder Sanierungsarbeiten an bestehenden Gebäuden sind nur erlaubt, wenn die bebaute Fläche nicht vergrößert wird.

Jedoch benennt das Wassergesetz (siehe Artikel 39) auch Ausnahmen, unter denen die Bauvorhaben in Einzelfällen in Überschwemmungsgebieten realisiert werden können.

Neue Siedlungszonen dürfen erschlossen werden, wenn die durch die zukünftige Bebauung verlorengehenden Retentionsräume des Gewässers adäquat ausgeglichen werden und es zu keinem erhöhten Schadensrisiko (für Mensch, Güter und Umwelt) durch Hochwasser an dieser oder anderer Stelle kommt. Hierdurch soll verhindert werden, dass die Hochwassersituation der Unter- und Oberlieger durch ein Projekt verschlechtert wird.

3.5 GENEHMIGUNGEN

Jegliche Arbeiten, Bauten und Installationen innerhalb einer ausgewiesenen Überschwemmungszone sind genehmigungspflichtig (Artikel 23 des Wassergesetzes) und müssen somit Gegenstand eines Genehmigungsantrages sein. Hierbei werden alle drei ausgewiesenen Zonen (HQ_{10} , HQ_{100} und HQ_{extrem}) berücksichtigt und es ist bedeutungslos ob ein Bauvorhaben komplett oder nur zum Teil innerhalb der Überschwemmungszone liegt.

Der Genehmigungsantrag ist an die AGE zu stellen. Im Hinblick auf die Genehmigungsprozedur und die Genehmigungsfähigkeit eines Bauvorhabens ist es von Vorteil, sich schon vor dem Beginn der Planungsphase mit den Mitarbeitern der AGE in Kontakt zu setzen. Hierfür stehen die beiden Regionalbüros der Division de l'hydrologie (Regionalbüro Nord in Diekirch und Regionalbüro Süd in Esch-sur-Alzette) sowie der Service Autorisations zur Verfügung. Allgemeine Informationen zu den Genehmigungsanträgen und zu den benötigten Unterlagen findet man auf der Internetseite der AGE (<http://www.eau.public.lu/autorisations/procedure/index.html>).

Die Genehmigungsanfrage setzt sich aus Standardformularen (Download auf www.waasser.lu) und spezifischen Unterlagen zusammen, die hier zusammengefasst sind:

- Lage des potentiellen Bauwerks innerhalb der Überschwemmungszonen;
- Querprofile des geplanten Bauvorhabens und des Geländes, inklusive aller Höhenangaben der Gebäude, des Geländes und der Wasserstände der Hochwasserereignisse;

- Nachweis der Hochwasserverträglichkeit/Hochwasserneutralität des Projektes;
- Falls durch das Projekt Volumen ausgeglichen werden muss, muss das verlorengelassene Retentionsvolumen rechnerisch ermittelt und auf Plänen dargestellt werden. Darüber hinaus soll die Volumenkompensation erläutert und ebenfalls auf Plänen dargestellt werden;
- Draufsichtspläne der Erd- und Untergeschosse.

Mit der Zusammenstellung aller notwendigen Unterlagen können Ingenieurbüros beauftragt werden. Die notwendigen digitalen Daten (Ausbreitung des Hochwassers, Wassertiefe, ...) können bei der AGE unter der E-Mail-Adresse hydrologie@eau.etat.lu oder auf der Internetplattform www.data.public.lu heruntergeladen werden.

Die Auflagen beziehungsweise die Anforderungen an das zu planende Objekt variieren je nach Jährlichkeits-Überschwemmungszone, in der gebaut werden soll. So werden im HQ_{10} und HQ_{100} strengere Auflagen erteilt als im HQ_{extrem} . Trotzdem werden auch in diesem Fall Hinweise erteilt, das Gebäude sicher zu gestalten, da beispielsweise je nach Lage der Grundwasserspiegel im Hochwasserfall erhöht sein kann.

Zum Schluss sei noch darauf hingewiesen, dass die wasserrechtliche Genehmigung das Bauvorhaben nicht von anderen erforderlichen Genehmigungen, wie zum Beispiel der Baugenehmigung der Gemeinde oder der Genehmigung nach dem Umweltschutzgesetz, befreit. Die Gemeinden spielen bei der Genehmigungsanfrage eine entscheidende Rolle, da sie ihr Gebiet gut kennen und zukünftige Bauherren auf die geltenden Regeln aufmerksam machen können.

4 ~ GEFÄHRDUNG DER BAUSUBSTANZ DURCH HOCHWASSER

Die Beanspruchung einer Bebauung während eines Hochwassers resultiert aus folgenden auftretenden Belastungen:

- Erhöhter Wasserstand;
- Fließgeschwindigkeit und Fließrichtungen;
- Strömungskräfte (Erosion, Schubspannungen);
- Mittreibendes Geschiebe;
- Erhöhter Grundwasserspiegel.

Typische Hochwasserschäden sind dabei:

- Feuchte- und Wasserschäden am Gebäude, sowie an den sich in ihm befindlichen Gütern;
- Beeinträchtigung der Gebäudenutzung durch die gegebenenfalls starke Einschränkung der Ver- und Entsorgung;
- Gefährdung der Standsicherheit. Dies passiert entweder durch den Auftrieb bei steigendem Grundwasserspiegel oder durch den Wasserdruck auf die Gebäudehülle bei hohem Wasserstand;
- Kontamination, wenn gefährliche Stoffe infolge der Einwirkungen von Hochwasser, freigesetzt werden.

Abbildung 17

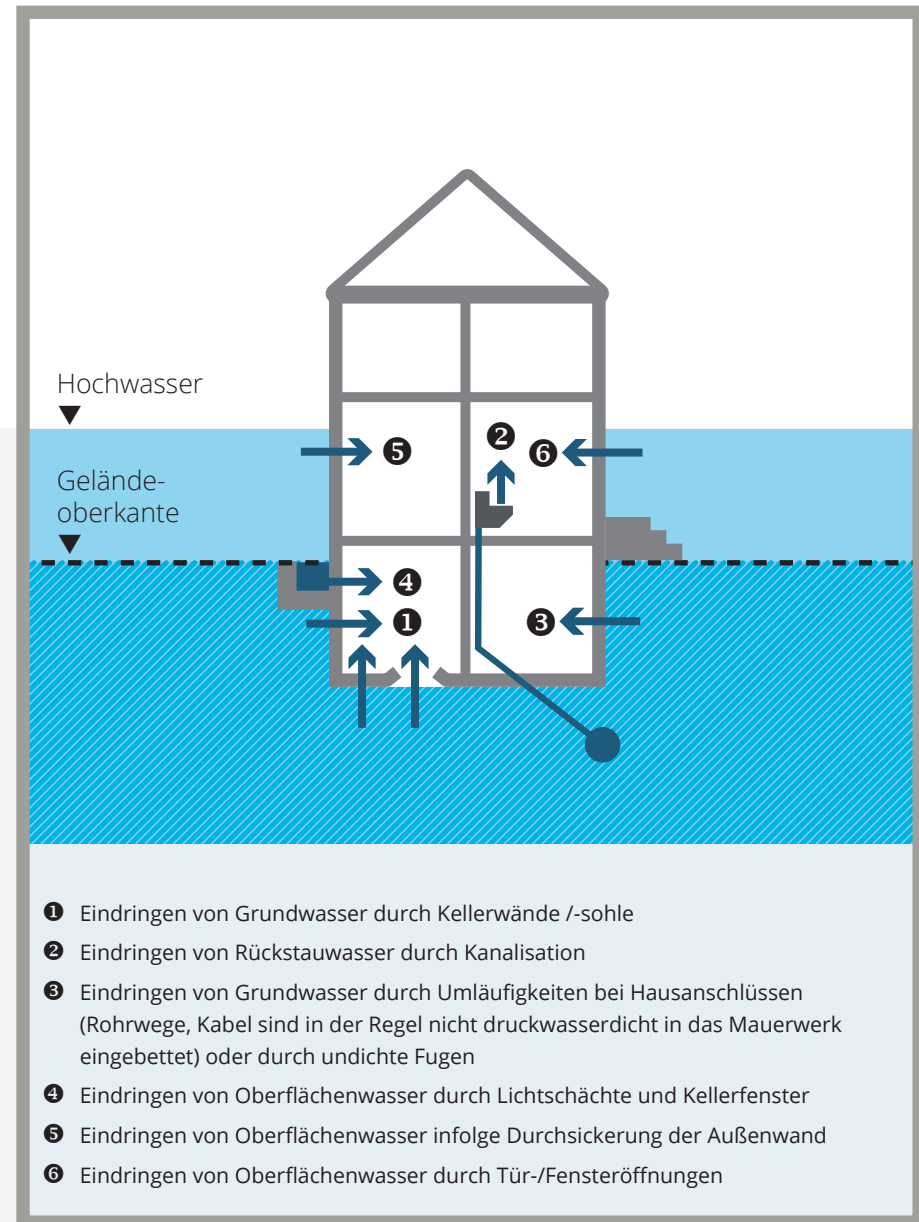
Wassereintrittsmöglichkeiten bei Gebäuden
(DWA-M 553)

4.1 WASSEREINTRITT

Wassereintritt ist die Folge aus der Kombination von steigendem Wasserspiegel und dem Vorhandensein von Wassereintrittsmöglichkeiten. Wasser gelangt hierbei zuerst durch tiefer gelegene Öffnungen, wie Kellerschächte oder -fenster in das Gebäude, später auch durch Türen und Fensteröffnungen. Nicht nur direkte Öffnungen stellen eine Gefahr dar; Wasser kann ebenfalls durch die Wände sickern. Deshalb ist hier die Wahl der Baumaterialien entscheidend.

Jedoch gibt es weitere Eindringungspfade, wie zum Beispiel über den Hausanschluss zur Entwässerung von Schmutz- oder Mischwasser. Rückstau in der Kanalisation kann dazu führen, dass dieses Wasser aus der Kanalisation über Duschwannen, Toiletten oder Ähnliches eindringen kann.

Ein steigender Grundwasserspiegel am Gebäude kann das Eintreten von Wasser durch die Bodenplatte oder Kellerwände bedingen. Löcher in den Mauern, die als Durchlässe für Ver- und Entsorgungsleitungen dienen, bieten sich für den Wassereintritt an.



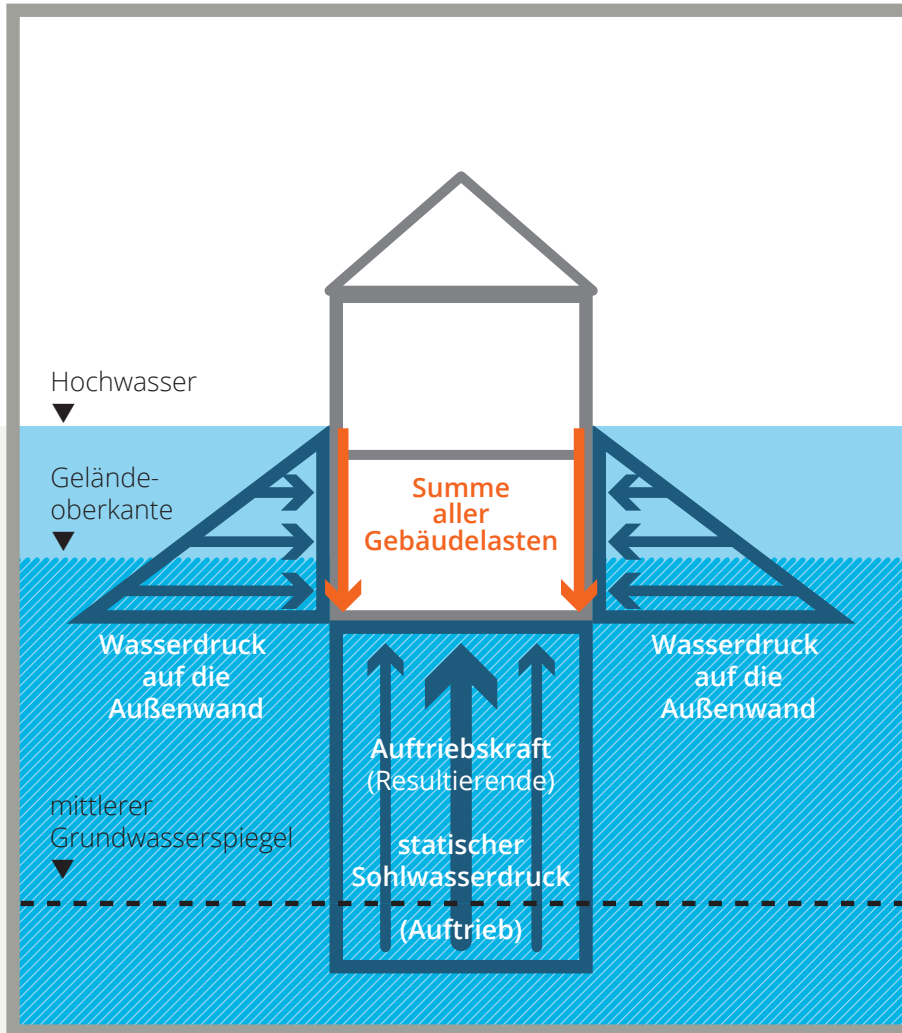


Abbildung 19
Einsackendes Gebäude



Abbildung 18
Hydrostatische Druckkräfte am Gebäude
bei Hochwasser (DWA-M 553)

4.2 WASSERDRUCK UND AUFTRIEB

Steigt der Wasserspiegel infolge von Hochwasser oder Grundhochwasser bis über die Gebäudefundamente an, wirken hydrostatische Kräfte auf die Gebäude ein. Die Kräfte (Wasserdruck und Auftrieb) nehmen mit steigendem Wasserspiegel zu.

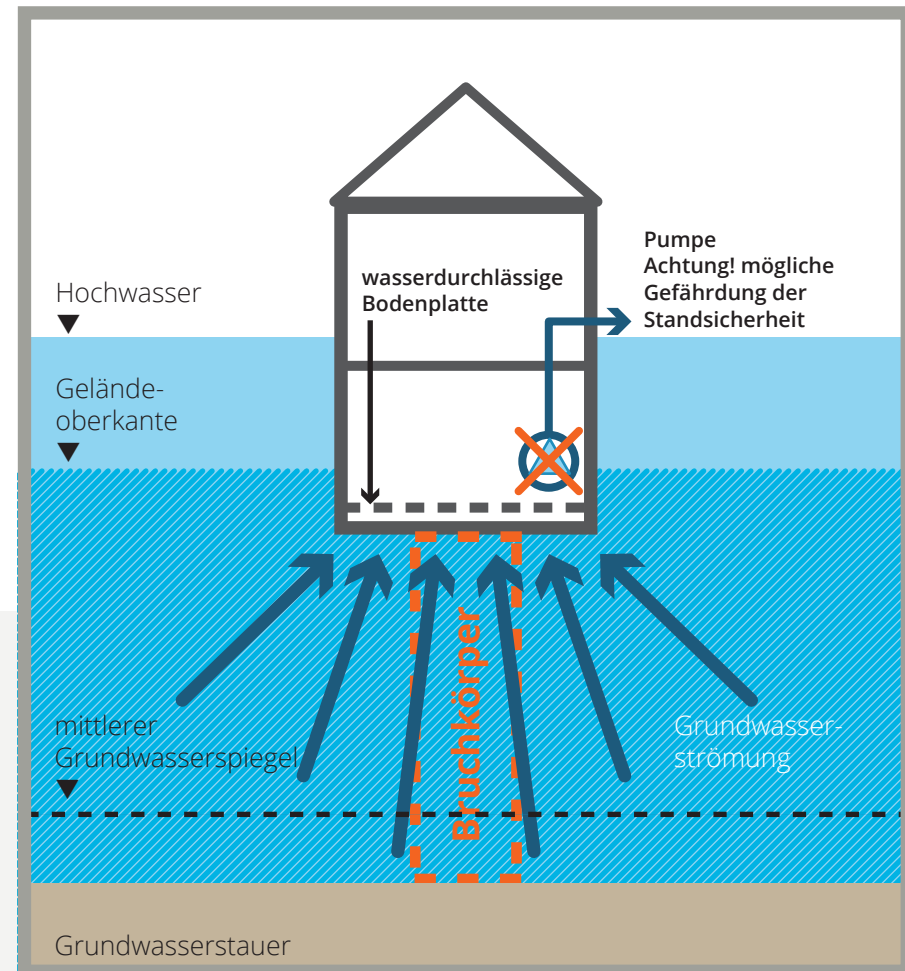
Falls keine Auftriebssicherheit vorgesehen wurde, kann es zu Aufschwemmungen oder Anhebungen kommen. Die Konsequenz sind Schäden am Gebäude wie etwa Risse, Schiefstellungen, Sackungen, Abriss von Ver- und Entsorgungsleitungen oder gar ein kompletter Einsturz. Oft besteht diese Gefahr bei Gebäuden mit wenigen Geschossen, da diese aufgrund des geringen Eigengewichts nicht auftriebssicher sind. Äußere Wassermassen führen zu seitlichen Wasserdruckkräften, die ein Aufbrechen der Kellerwände oder der Bodenplatte hervorrufen können.

Abbildung 20

Hydraulischer Grundbruch am Gebäude
(DWA-M 553)

4.3 HYDRAULISCHER GRUNDBRUCH, BAUGRUNDEROSION

Grundwasserströmungen werden durch unterschiedliche Wasserspiegellagen (bzw. Potentiale) hervorgerufen. Ein hoher Wasserstand (z.B. infolge von Hochwasser), bewirkt aufwärtsgerichtete Strömungen an künstlichen Bauwerken. Diese wirken als hydrodynamische Kräfte dem Eigengewicht des Bodens entgegen. Sind diese Kräfte so groß, dass Bodenteilchen durch die Vertikalströmung angehoben werden, versagt die Tragfähigkeit des Bodens und es kommt zum hydraulischen Grundbruch.



Allgemein besteht bei flussnahen Gebieten die Gefahr eines hydraulischen Grundbruchs, da die hier vorliegenden hydrogeologischen Gegebenheiten die Strömungen begünstigen und Schwankungen der Wasserspiegellagedifferenzen stärker ausgeprägt sind.



Abbildung 21 Angeschwemmtes Material infolge von Starkregen, 2016

4.4 STRÖMUNG, TREIBGUT, UNTERSÜLUNG

Vor allem in flussnahen Gebieten sind Gebäude Gefahren ausgesetzt, die durch die Wasserströmung bei Überschwemmung hervorgerufen werden. Liegt die Gründungssohle von Gebäuden gegenüber der Flusssohle relativ hoch, kann es zu Erosionserscheinungen kommen. Das Gebäude wird unterspült, wodurch das Fundament freigelegt wird und die Standsicherheit nicht mehr gegeben ist. Dies kann durch eine Sicherung mittels Spundwänden oder einer Steinschüttung vermieden werden. Alternativ bietet sich eine tiefere Gründung mittels Bohrpfählen an. Mitgeführtes Treibgut kann beim Kontakt mit Gebäuden ebenfalls zu Schäden führen.

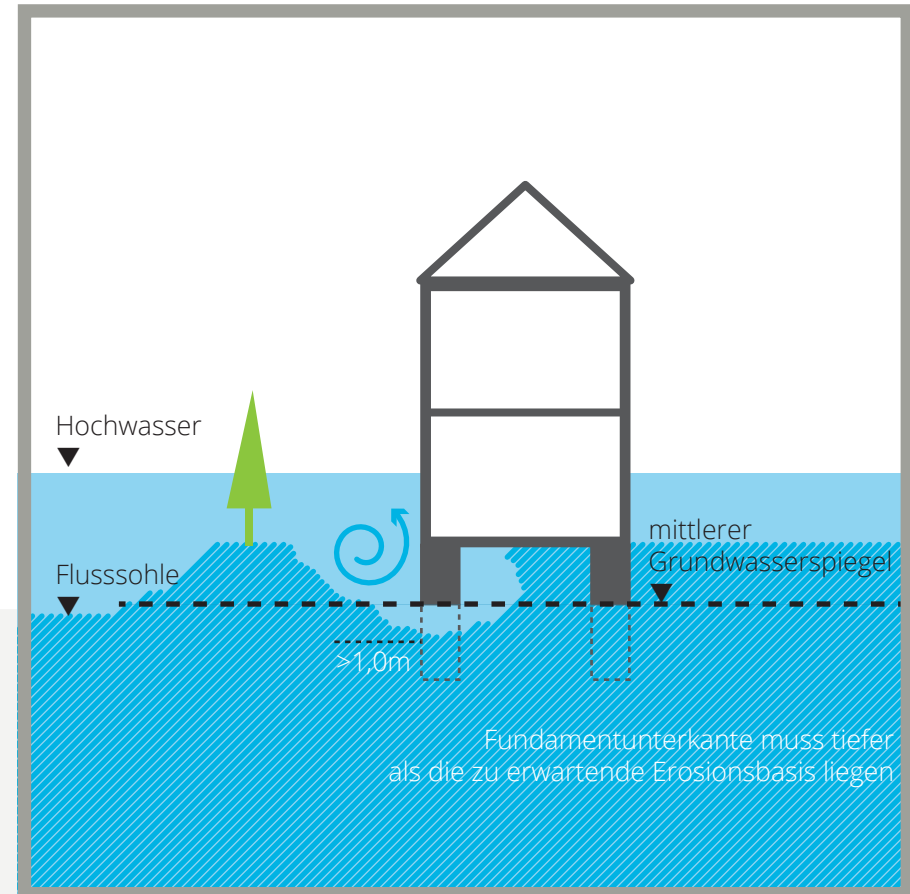


Abbildung 22 Freispülung der Fundamente durch Erosion (DWA-M 553)

5 ~ HOCHWASSERANGEPASSTES BAUEN: STRATEGIEN

Bauen in Überschwemmungsgebieten (ÜSG) ist unter der Beachtung spezifischer Auflagen möglich. Bei diesen Auflagen handelt es sich um Maßnahmen des hochwasserangepassten Bauens, die das Schadensrisiko vermindern sollen. Diese können jedoch nicht als hundertprozentigen Schutz vor Hochwasser verstanden werden. Beim hochwasserangepassten Planen und Bauen soll die Verletzbarkeit eines Bauwerkes verringert werden, um so das Schadensausmaß, die Schadensintensität, die Kosten und den Zeitaufwand für die Schadensbeseitigung zu minimieren.

Diese Vorsorgemaßnahmen gelten natürlich nicht ausschließlich innerhalb der gesetzlich festgesetzten Überschwemmungsgebieten, sondern sollten an allen Standorten, an denen ein potentiell Hochwasserrisiko herrscht, Anwendung finden. Zur Umsetzung einer hochwasserangepassten Bauweise ist das Wissen um die vorherrschenden Zustände im Hochwasserfall entscheidend.

Die Maßnahmen werden in drei Strategien unterteilt:

Ausweichen

Anpassen

Widerstehen

1. AUSWEICHEN

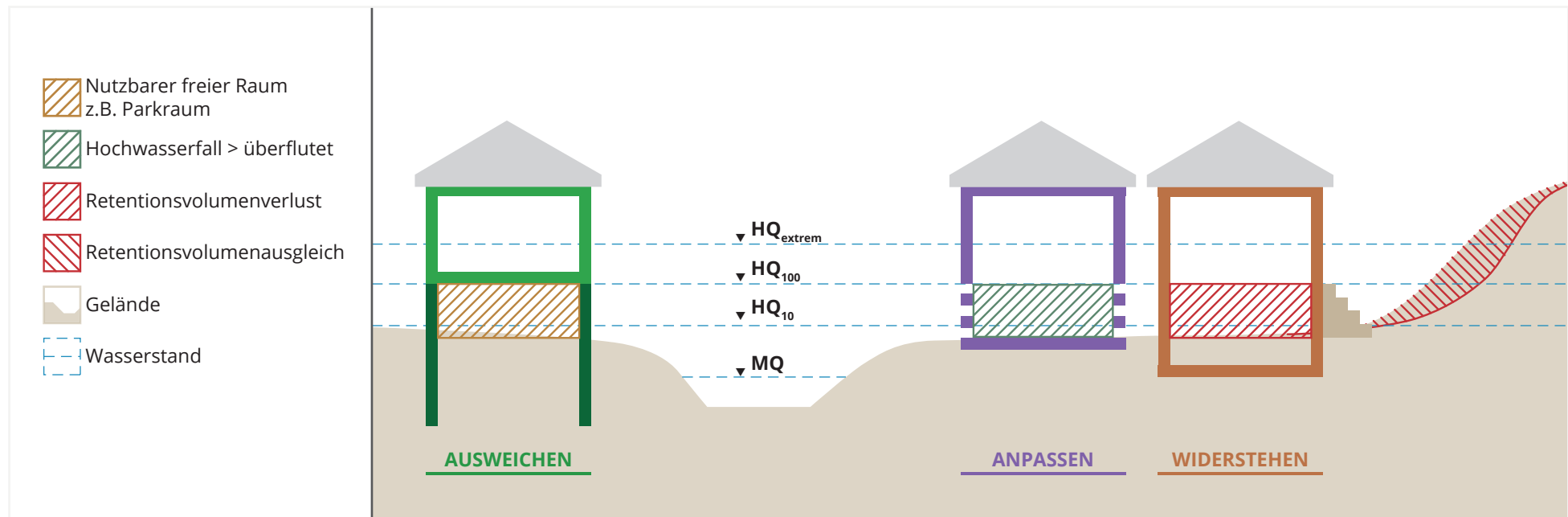
Die wirksamste Strategie, Schäden zu vermeiden, ist es, der Gefahr, in diesem Fall dem Hochwasser, weitestgehend auszuweichen, indem man Gebäude aus dem gefährdeten Bereich fernhält. Dies geschieht entweder horizontal oder vertikal. Darüber hinaus hat diese Strategie die geringste Auswirkung auf die bestehende Hochwassersituation, da kein Retentionsvolumen verloren geht.

2. ANPASSEN

Bei der Strategie „Anpassen“ oder auch „Nachgeben“ genannt, ist das Gebäude dem Hochwasser direkt ausgesetzt, wobei das Wasser jedoch nicht vom Eindringen abgehalten wird.

Die gewollte Flutung des Gebäudes schützt das Gebäude vor Schäden durch Auftriebskräfte, da das einströmende Wasser einen Gegendruck bildet. Zusätzlich ergibt sich der Vorteil, dass kaum Retentionsvolumen verloren geht, das aufwändig ausgeglichen werden müsste.

Durch eine an die Gefahr angepasste Bauweise sollen die Schäden minimiert und die Nutzung eines Gebäudes nach einem Hochwasserereignis mit (relativ) geringem Aufwand wiederhergestellt werden.



3. WIDERSTEHEN

Bei der Strategie „Widerstehen“ wird das Gebäude in das Überschwemmungsgebiet gebaut und ist somit im Hochwasserfall dem Wasser ausgesetzt. Im Falle einer Überschwemmung muss das Eindringen des Wassers verhindert oder begrenzt werden. Dabei muss berücksichtigt werden, dass die Wirksamkeit immer nur bis zum Bemessungsziel, beispielsweise HQ_{100} , gegeben ist.

Diese Bauart hat zur Folge, dass der Bereich, der vor der Bebauung als Retentionsfläche für das Hochwasser diente, nun besetzt ist. Daher ist diese Strategie nur genehmigungsfähig, wenn ein äquivalenter Ausgleich stattfindet.

In Bezug auf die Genehmigungsprozedur ist diese Auflistung als Reihenfolge zu verstehen, nach der ein Objekt in Überschwemmungsgebieten zu planen ist. Erst nach Prüfung und Nachweis, dass die Vorzugsstrategie nicht umsetzbar ist, kann eine andere Strategie in Betracht gezogen werden.

Die Reihenfolge beruht auf der Forderung, die Hochwassersituation für Unterlieger (oder gegebenenfalls Oberlieger) nicht zu verschlechtern.

Abbildung 23

Reihenfolge zur Erlangung der wasserrechtlichen Genehmigung

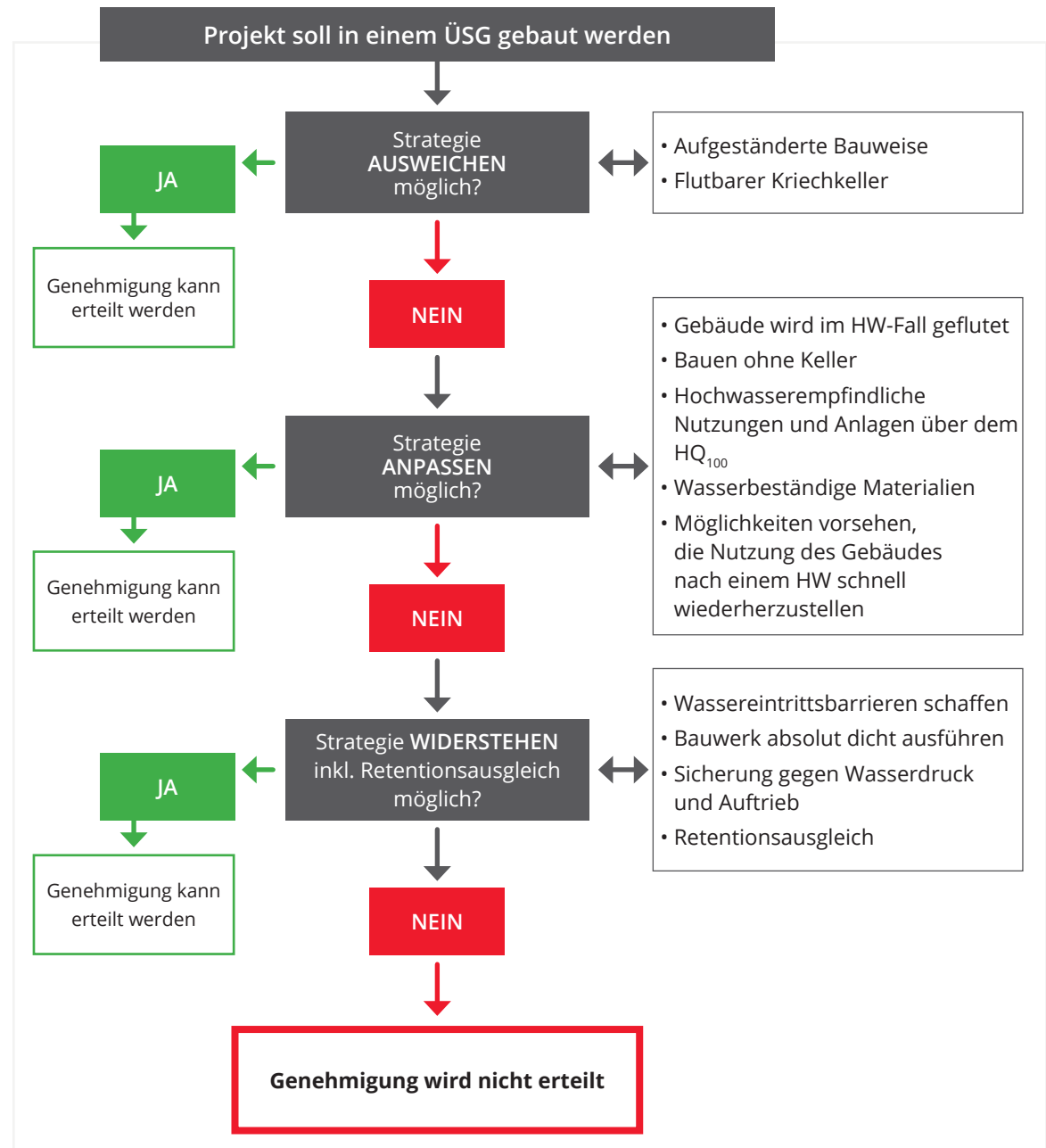




Abbildung 24 Anhebung eines Gebäudes über das Hochwasser durch aufgeständerte Bauweise (Hind House, John Pardey Architects)

5.1 AUSWEICHEN

A. RÄUMLICHE MEIDUNG VON HOCHWASSERGEFÄHRDETEN FLÄCHEN

Die erste Möglichkeit zur Umsetzung der Strategie „Ausweichen“ beinhaltet, Gebäude aus überschwemmungsgefährdeten Gebieten fernzuhalten beziehungsweise aus diesen zurückzuziehen, um dem Hochwasser auszuweichen. Den Fließgewässern wird so mehr Raum in Form von Entwicklungskorridoren gewährt, was ebenfalls den Zielen der EU-Wasserrahmenrichtlinie einer nachhaltigeren Gewässerentwicklung entspricht. Es handelt sich demnach um ein horizontales Ausweichen.

B. AUFGESTÄNDERTE BAUWEISE

Bei der aufgeständerten Bauweise wird die Gebäudeunterkante mit Hilfe von Stelzen oder Stützen über den Gefahrenbereich (Bemessungswasserstand) gehoben. Das Wasser kann sich im freien Raum ausbreiten, so wie es dies auch vor der Bebauung konnte. Jedoch muss nicht immer das gesamte Gebäude angehoben werden: je nach Lage zum Gewässer reicht eine Teilanhebung des Gebäudes. Der freie Raum kann für nicht permanente Nutzungen, beispielsweise als Parkfläche, genutzt werden.

Auch bietet sich die aufgeständerte Bauweise zum Beispiel an, wenn nachträglich eine Terrasse am Gebäude angebracht werden soll.

Die Stelzen der Aufständerung werden nicht als Verdrängungsobjekt angesehen, wodurch bei dieser Methode kein Volumen ausgeglichen werden muss. Den Raum unter dem Gebäude kann man durch Gitter oder Ähnliches vor eintretendem Treibgut schützen.

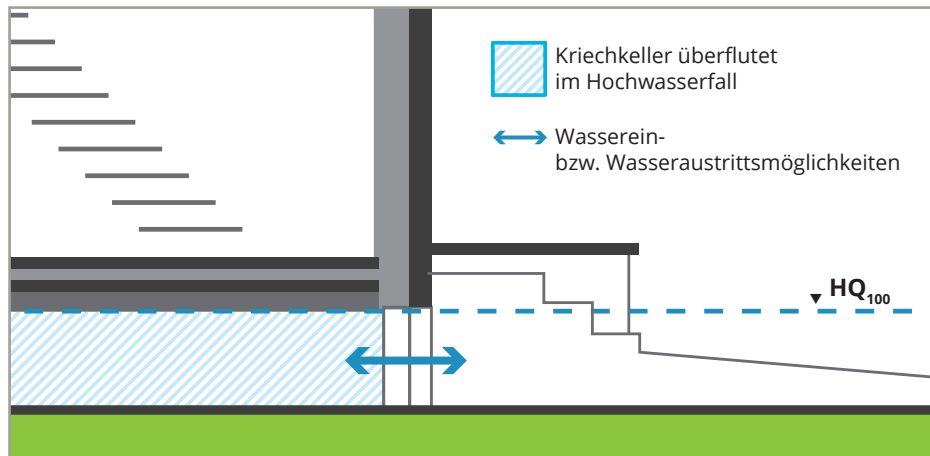


Abbildung 25 Beispiel eines flutbaren Kriechkellers

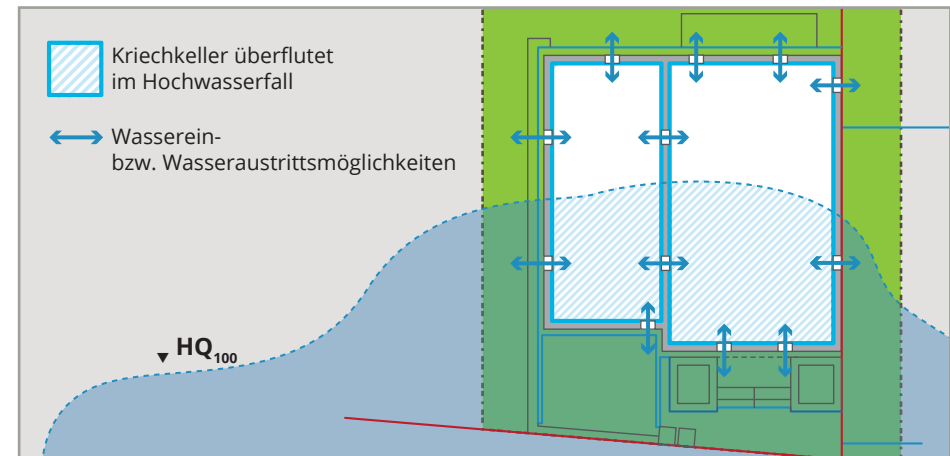


Abbildung 26 Draufsicht eines Kriechkellers

C. KRIECHKELLER (VIDE SANITAIRE)

Beim Kriechkeller (französisch „vide sanitaire“ oder „vide ventilé“) werden die Mauern vom Streifenfundament bis über den Bemessungswasserstand gezogen. Die Bodenplatte schließt hieran an, wodurch der bewohnbare Teil des Gebäudes über dem Bemessungshochwasserstand liegt. Man schafft so einen freien Raum unter dem Gebäude, in den das Wasser durch überlegt platzierte Öffnungen ein- und ausfließen kann.

Bei der konventionellen Bauweise des Kriechkellers wird der Boden meist unter die Geländeoberkante versetzt und ist durchlässig und ohne erdseitige Betonplatte auszuführen, wodurch hier beim Aufstieg von Grundwasser keine hydrostatischen Kräfte wirken können. Das Wasser kann bei sinkendem Wasserstand durch die Öffnungen wieder austreten und/oder im Untergrund versickern.

Alternativ kann auch mit wasserundurchlässiger, ebenerdiger Bodenplatte gebaut werden. Hierbei ist zu beachten, dass sie gegenüber dem natürlichen Gelände nicht erhöht ist, sodass das Wasser nach einem Hochwasserfall einfach ausfließen kann. Das einfließende Wasser bildet einen Gegendruck gegen die hydrostatischen Wasserdruckkräfte (von unten und den Seiten) und schützt so das Gebäude.

Der Kriechkeller wird meist in geringer Höhe angelegt, wobei eine Mindesthöhe von 80 cm aus praktischen Gründen nicht unterschritten werden soll, da es unter Umständen nötig wird, den Kriechkeller zu betreten.

An den Öffnungen können Gitter oder andere Vorrichtungen angebracht werden, die verhindern, dass Treibgut in den flutbaren Raum gelangt.

Ähnlich der aufgeständerten Bauweise müssen die Mauern des flutbaren Kriechkellers nicht durch einen Retentionsausgleich kompensiert werden.

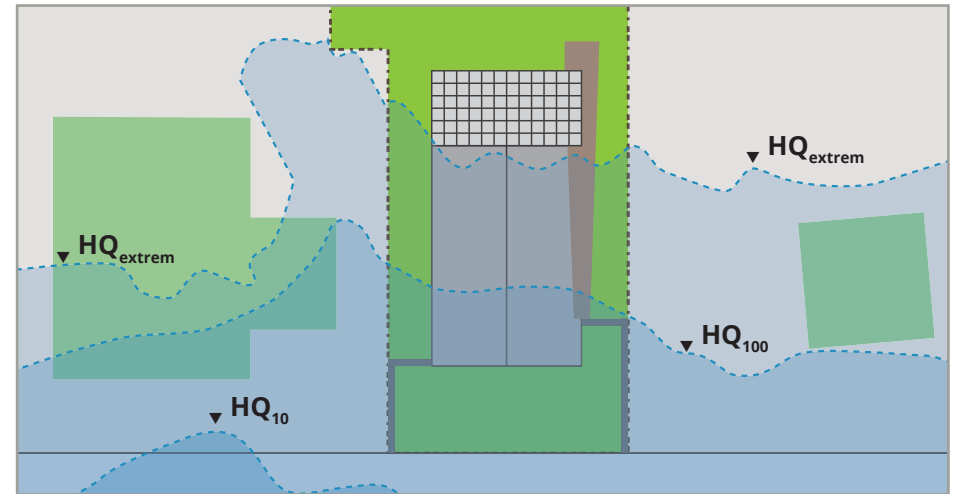


Abbildung 27 Draufsicht eines Gebäudes mit Angabe der Überschwemmungsgebiete

5.2 ANPASSEN

A. VERZICHT AUF UNTERKELLERUNG

Neubauten in Überschwemmungsgebieten sollten ohne Unterkellerung ausgeführt werden. Kellerräume stellen im Hochwasserfall eine Gefahr für die gelagerten Materialien und die sich hier aufhaltenden Menschen dar, da die Flutung dieser Räume in der Regel sehr schnell verläuft. Des Weiteren reichen schon geringe Wasserstände im Raum aus, um das Öffnen von Türen bedeutend zu erschweren.

B. FLUTUNG ALS SICHERUNG VOR AUFTRIEB UND WASSERDRUCK

Die gezielte Flutung von Gebäuden kann zum Schutz vor Folgeschäden beitragen, vor allem, wenn die Gebäude nicht gegen den Auftrieb gesichert sind. Die Flutung bewirkt einen Gegendruck vom Wasser bewirkten Außendruck und reduziert so die resultierenden Belastungen. Das planmäßige und kontrollierte Fluten des Gebäudes erfordert die Anordnung von Flutöffnungen. Dabei kann es sich auch um Türen handeln, welche zum Beispiel zum Gartenbereich führen.

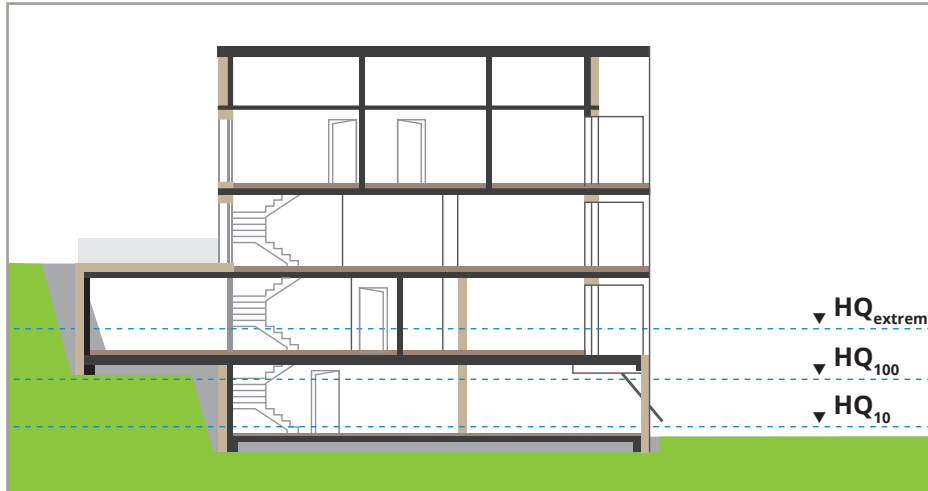


Abbildung 28 Seitenansicht des Gebäudes inklusive flutbarem Raum

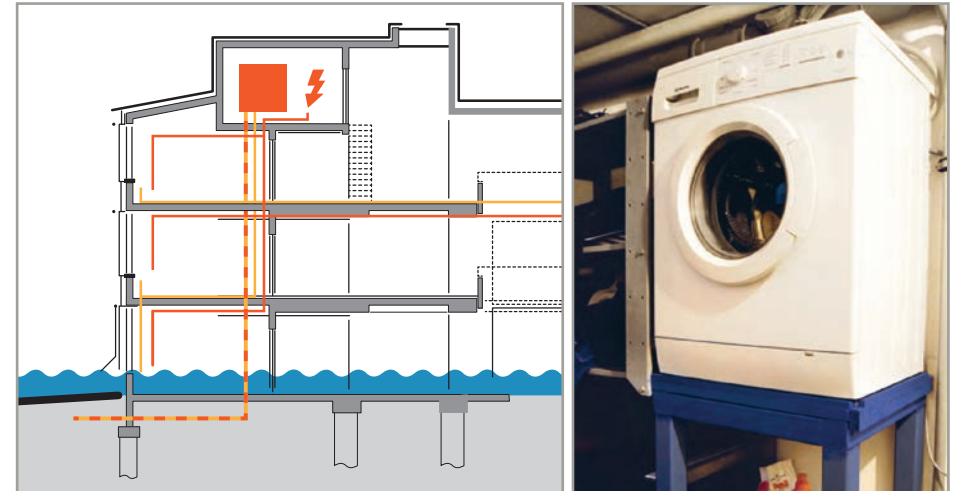


Abbildung 29/30 Erhöhte Unterbringung sensibler Geräte (WBW Fortbildungsgesellschaft für Gewässerentwicklung mbH, 2015 und Umweltbundesamt, 2011)

C. UNTERBRINGUNG HOCHWASSEREMPFLINDLICHER NUTZUNGEN UND ANLAGEN

Hochwasserempfindliche Nutzungen (z.B. Wohnen und Schlafen) müssen aus dem Hochwassergefahrenbereich herausgehalten werden, etwa durch die Unterbringung auf höheren Etagen. Der Gefahrenbereich wird durch den Bemessungswasserstand (z.B. HQ_{100}) definiert.

Gleiches gilt für Nutzungen oder Anlagen, die im Überflutungsfall eine Gefahr für Mensch und Umwelt darstellen können, wie etwa Heizöltanks. So ist es möglich, das Schadenspotential während eines Hochwasserereignisses erheblich zu verringern.

Dies gilt auch für die Geräte der technischen Gebäudeausrüstung, wie zum Beispiel Hausanschlusskasten, Stromzähler und -verteiler, Steckdosen, Heizöltanks, Klimaanlage, raumluftechnische Anlagen oder die Gasinstallation. Hierbei ist bereits bei der Planung darauf zu achten, wie diese Anlagen auf die gewünschte Höhe gebracht werden können. Konkret können beispielsweise Steckdosen unter der Decke angebracht werden oder empfindliche Geräte oder Anlagen auf einen Sockel gestellt werden, um auf die gewünschte Höhe gehoben zu werden. Parkplätze oder Lagerstätten für unempfindliche Materialien können im Gefahrenbereich untergebracht werden.

D. WASSERBESTÄNDIGKEIT DER MATERIALIEN UND SCHICHTFOLGEN

Da Baustoffe während eines Hochwasserereignisses dem Wasser ausgesetzt sind, ist ihre Beständigkeit gegen das Eindringen von Wasser ein wichtiger bautechnischer Parameter. Vor allem die Porosität des Baustoffes ist in diesem Zusammenhang ein entscheidender Faktor. Die Verletzbarkeit von Bauteilen hängt auch von ihrer Beständigkeit hinsichtlich der Festigkeit ab. Weiter sind die Form- und Volumenbeständigkeit sowie die Widerstandsfähigkeit gegenüber pflanzlichem oder tierischem Schädlingsbefall von Bedeutung. Auch die Eignung zur technischen oder natürlichen Trocknung spielt eine Rolle. Bei Gebäuden, die nach der Überflutung nicht hinreichend getrocknet werden besteht ein erhöhtes Risiko für die Bildung von Schimmelpilzen. Es gibt Baustoffe, die eher dazu geeignet sind ein Hochwasserereignis standzuhalten und diese sollten daher bevorzugt genutzt werden.

Baukonstruktionen von Wand, Decke oder Fußboden werden meist mehrschichtig aufgebaut um den vielfältigen Ansprüchen, denen sie standhalten müssen, gerecht zu werden. So müssen moderne Wandkonstruktionen den Wärme-, Feuchte- und Schallschutz garantieren, wodurch mehrschichtig oder sogar mehrschalig aufgebaut wird. Die Beständigkeit einer solchen Konstruktion im Hochwasserfall hängt demnach von allen verwendeten Materialien ab, weshalb bei der Bewertung der Eignung immer die gesamte Schichtfolge betrachtet werden soll.

Gewerk	Baustoff oder Ausführungsform	Widerstandsfähigkeit gegen Wassereinwirkung		
		Gut	Mäßig	Schlecht
Baustoffe	Kalk	x		
	Gips			x
	Zement	x		
	Gebrannte Baustoffe	x	x	
	Lehm (je nach Einwirkzeit)	x	x	x
	Steinzeugwaren	x		
	Bitumen (Anstrich und Bahnen)	x		
	Metalle (je nach Art)	x	x	
	Kunststoffe (je nach Art)	x	x	x
	Holz (je nach Art)		x	x
	Textilien			x
	Saugende Materialien			x
	Bodenplatte Wasserundurchlässiger Beton	x		
Bodenaufbau	Estrich	x	x	
	Schwimmender Estrich		x	x
	Anhydritestrich			x
	Holzbalken		x	
Bodenbelag	Naturstein (Granit, Dolomit)	x		
	Sandstein			x
	Marmor			x
	Kunststein	x		
	Fliesen (je nach Art)	x	x	
	Epoxydharzoberflächen	x		
	Parkett/Laminat			x
	Holzpflaster			x
	Massivholz			x
	Kork			x
	Textile Beläge (Teppich, Teppichbeläge)			x
	Linoleum			x

Gewerk	Baustoff oder Ausführungsform	Widerstandsfähigkeit gegen Wassereinwirkung		
		Gut	Mäßig	Schlecht
Wände	Kalksandsteine	x		
	Gebrannte Vollziegel	x		
	Hochlochziegel		x	
	Klinker	x		
	Beton	x		
	Gasbeton		x	
	Lehm (je nach Einwirkzeit)		x	x
	Leichte Trennwände (Gipsplatten)			x
	Holz			x
	Glasbausteine	x		
Außenhaut	Wärmedämmverbundsysteme			x
	Mineralische Putze (Zement, hydr. Kalk)	x		
	Verblendmauerwerk mit Luftschicht	x		
	Steinzeugfliesen	x		
	Wasserabweisende Dämmung	x		
	Kunststoffsockel	x		
	Faserzementplatten	x		
	Faserdämmstoffe			x
	Mineralischer Zementputz	x		
	Kalkputz (hydraulische Kalke)	x		
Putz	Gipsputze			x
	Lehm (je nach Einwirkzeit)	x	x	
	Spezialputze (hydrophobiert)	x		
	Kunstharzputze	x		
Anstrich	Mineralfarben	x		
	Kalkanstrich	x		
	Dispersionsanstrich			x

Gewerk	Baustoff oder Ausführungsform	Widerstandsfähigkeit gegen Wassereinwirkung		
		Gut	Mäßig	Schlecht
Wandverkleidung	Tapeten			x
	Fliesen	x		
	Holz			x
	Textilien			x
	Gipskartonplatten			x
	Kork			x
Fenster	Holz (je nach Art)		x	x
	Kunststoff	x	x	
	Aluminium	x		
Fensterbänke	Verzinkter Stahl	x		
	Marmor			x
	Sonstiger Naturstein (z.B. Granit)	x		
	Holz (je nach Art)		x	x
	Beschichtetes Aluminium und Metall	x		
Türen	Sandstein			x
	Schiefer		x	
	Holzzargen			x
	Metallzargen	x		
	Holztüren			x
	Edelstahltüren	x		
Treppen	Beton	x		
	Holz			x
	Verzinkte Stahlkonstruktion	x		
	Massivtreppen aus Naturstein	x		

Quelle

nach Bundesministerium für Verkehr,
Bau und Stadtentwicklung (2013)



Abbildung 31 Hochwassersicheres Fenster (WBW Fortbildungsgesellschaft für Gewässerentwicklung mbH, 2015)

5.3 WIDERSTEHEN

A. SICHERUNG GEGEN WASSEREINTRITT

Eintrittsbarrieren haben den Sinn, alle Öffnungen, durch die Hochwasser oder Grundwasser eintreten kann, absolut dicht zu verschließen. Bei solchen Öffnungen handelt es sich um Kellerschächte, Türen, Fenster, Leitungsdurchdringungen sowie Anbindungen an die Entwässerung.

Folgende Objektschutzmaßnahmen können ergriffen werden, um den Wassereintritt zu verhindern:

- Dammbalkensysteme oder Dämme (um ein Gebäude);
- Dammbalkensysteme (an Gebäudeöffnungen);
- Druckwasserdichte Fenster und Türen;
- Abdichtungssystem für Wanddurchführungen (nur Nachrüstung, beim Neubau nicht genehmigungsfähig);
- Rückstausicherungen für den Kanalanschluss.



Abbildung 32 Erhöhter Eingangsbereich (WBW Fortbildungsgesellschaft für Gewässerentwicklung mbH, 2015)

Alle Eingänge zum Gebäude müssen über der Höhe des HQ_{100} angeordnet werden. Somit kann man eine Wassereintrittsmöglichkeit ausschließen und man gewährleistet im Hochwasserfall die Evakuierungsmöglichkeit.

Bei allen Abschottungsmaßnahmen ist unbedingt auf die Statik des Gebäudes zu achten. Der außerhalb des Gebäudes anstehende und ansteigende Wasserstand bewirkt nämlich Auftrieb und Wasserdruck am Gebäude.

B. SONDERFALL TIEFGARAGEN IN ÜBERSCHWEMMUNGSGEBIETEN

Tiefgaragen, vor allem mehrstöckige, sind in Überschwemmungsgebieten nicht zu empfehlen, da sie sich im Hochwasserfall binnen Minuten füllen und so zu einer Gefahr für die Menschen werden können. Oftmals wird unterschätzt, wie schnell und unerwartet sich Untergeschosse bei Eindringen von Wasser füllen. Des Weiteren besteht die Gefahr von Lichtausfällen oder gar Stromschlägen, wenn elektrische Installationen überflutet werden. Dies behindert besonders das Auffinden der Fluchtwege.

Bei der Planung von Gebäuden in Überschwemmungsgebieten sollten Untergeschosse daher nur in Betracht gezogen werden, wenn alle anderen Möglichkeiten zur Schaffung von Parkflächen geprüft und begründet abgelehnt wurden.

Abbildung 33

Überflutung einer Tiefgarage
(Informations- und Beratungszentrum Hochwasservorsorge
Rheinland-Pfalz und WBW Fortbildungsgesellschaft für
Gewässerentwicklung mbH, 2012)

Tiefgaragen sind zudem nur unter bestimmten Bedingungen und Anforderungen genehmigungsfähig, die sich danach richten, Menschen im Hochwasserfall zu schützen und die Schäden für Sachgüter und Umwelt zu minimieren.

Zum einen dürfen die unterirdischen Stockwerke nur als Parkflächen benutzt werden. Jede andere Nutzung dieser Stockwerke ist untersagt. Des Weiteren müssen alle Teile der Baukonstruktion, die von Hochwasser beansprucht werden können (ober- und unterirdisch), absolut dicht ausgeführt werden. Leitungsdurchdringungen der Wände sind im gefährdeten Bereich nur bedingt zulässig. Falls es technisch (nachweislich) nicht möglich ist Trink- und Abwasserleitungen oberhalb der HQ_{100} -Grenze am Gebäude anzubringen, ist der Anschluss unterhalb dieser Grenze möglich. Gas- und Elektrizitätsanschlüsse müssen immer oberhalb HQ_{100} in das Gebäude geführt werden.

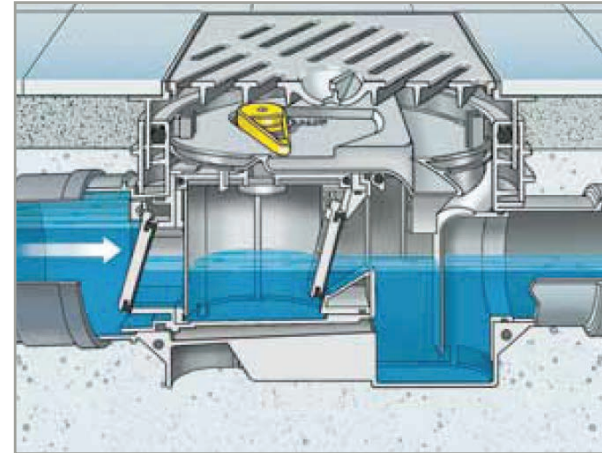
Zusätzlich werden noch spezifische Auflagen erteilt, die sich aus der Anzahl der Tiefgaragenstockwerke ergeben.



Parkflächen können unter dem eigentlichen Gebäude, in Form eines halben Untergeschosses, erschlossen werden. Hierbei wird das Gebäude um ein halbes Geschoss angehoben, beispielsweise durch Stelzen. Der sich ergebende Raum, zugänglich über eine Rampe, wird im Hochwasserfall überschwemmt, wodurch diese Bauweise keinen Verlust des Retentionsraumes mit sich bringt.

Bei einer eingeschossigen Tiefgarage müssen alle Ein- und Ausgänge über der Höhe des Wasserstandes von HQ_{100} angeordnet werden und Flutschutzpläne für den Notfall erstellt werden.

Abbildung 34
Rückstausicherung im Gebäude
(Bundesministerium für Verkehr,
Bau und Stadtentwicklung, 2013)



Für zweigeschossige Tiefgaragen werden diese Anforderungen durch die Bedingung, dass ein mobiler Hochwasserschutz mit Schutzziel bis mindestens zum HQ_{extrem} eingeplant werden muss, erweitert. Der Flutschutzplan muss klar definieren, wer diese Vorrichtungen im Hochwasserfall errichtet, wobei die Einsatzbereitschaft jederzeit sichergestellt sein muss.

In Gebäuden mit mehreren Nutzungen (z.B. Wohnen und Büroflächen) sollen im untersten Geschoss die Stellplätze für die Tagesparker eingerichtet werden, da diese generell vor Ort sind und so die Fahrzeuge geräumt werden können, bevor eine Gefahrensituation entsteht.

Tiefgaragen mit mehr als zwei Untergeschossen werden nicht genehmigt, da die Evakuierungszeit im Notfall durch die langen Wege zu zeitaufwändig, also zu gefährlich wird, und demnach nicht mehr vertretbar ist.

C. SCHUTZ VOR EINDRINGENDEM KANALISATIONSWASSER

Der Anstieg des Wasserspiegels in der Kanalisation kann auf zwei Ursachen zurückgeführt werden. Starkregenereignisse, die die Kanalisation überlasten, oder eindringendes Wasser infolge eines hohen Wasserstandes im Gewässer. Der Wasseranstieg setzt sich durch die Abwasserleitungen und Hausanschlüsse fort und gelangt so in die Gebäude.

Um Wassereintritt aus der Kanalisation zu vermeiden, werden Sicherungseinrichtungen wie Rückstauklappen oder Absperrschieber eingebaut. Absperrschieber bieten bei ausreichender Vorwarnzeit die größere Sicherheit, jedoch müssen sie manuell geschlossen werden.

Auch wenn die Sicherung gegen Kanalrückstau hier unter dem Punkt „Widerstehen“ aufgelistet ist, empfiehlt sich diese Sicherung bei allen Strategien, wie bei allen Gebäuden, auch außerhalb von Überschwemmungsgebieten, vor allem im Hinblick auf die schwer vorhersehbaren Starkniederschlagsereignisse.

Abbildung 35

Weißer Wanne nach DIN 1045,
DIN EN 206, DaFStb „WU-Richtlinie“

D. ABDICHTUNG VON GEBÄUDEN

Man unterscheidet zwei Arten der Abdichtung:

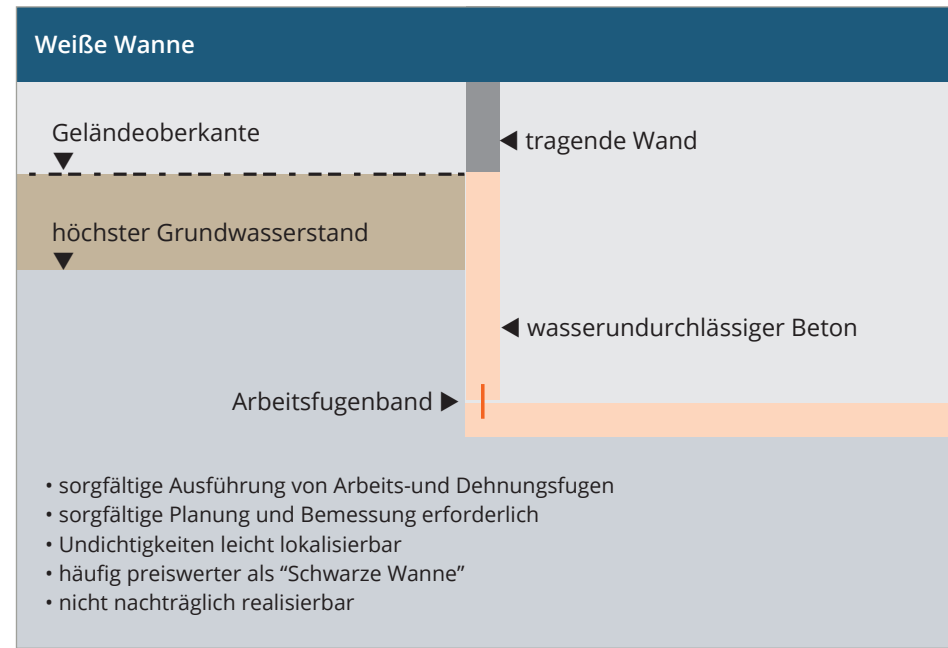
- Flächenabdichtung an den Außenflächen der Rohbaukonstruktion in Kombination mit einer zusätzlichen Abdichtung des Wandquerschnittes;
- Rohbaukonstruktion, die sowohl die tragende wie als auch abdichtende Funktion übernimmt.

Grundsätzlich sind Bauwerksabdichtungen für erdberührende Baukonstruktionen aller Art erforderlich. Im Hochwasserfall sind jedoch auch Konstruktionen über der Geländeoberkante einer intensiven Beanspruchung durch Wasserdruck ausgesetzt, wodurch diese im Abdichtungskonzept berücksichtigt werden müssen.

Die erdberührenden Abdichtungen kann man in zwei Arten unterteilen:

Weißer Wanne

Schwarze Wanne



Als „Weißer Wanne“ bezeichnet man die Konstruktion von Bodenplatte und Außenwänden aus wasserundurchlässigem Beton (WU-Beton). Die Stahlbaukonstruktion übernimmt in diesem Fall nicht nur die abdichtende, sondern ebenfalls die tragende Funktion, wodurch eine zusätzliche Abdichtungsschicht nicht nötig ist. Besondere Sorgfalt ist bei der Konzeption und Ausführung geboten, da WU-Beton möglichst frei von Rissen (beziehungsweise rissarm) bleiben soll. Die erforderlichen Bauwerksfugen sind durch zusätzliche Maßnahmen, wie etwa durch das Anbringen von Fugenbändern dauerhaft abzudichten. Aufgrund der umfangreichen und intensiven Einträge in die vorhandene Bausubstanz hat sich ein Nachrüsten einer Weißen Wanne in der Praxis als untauglich herausgestellt.

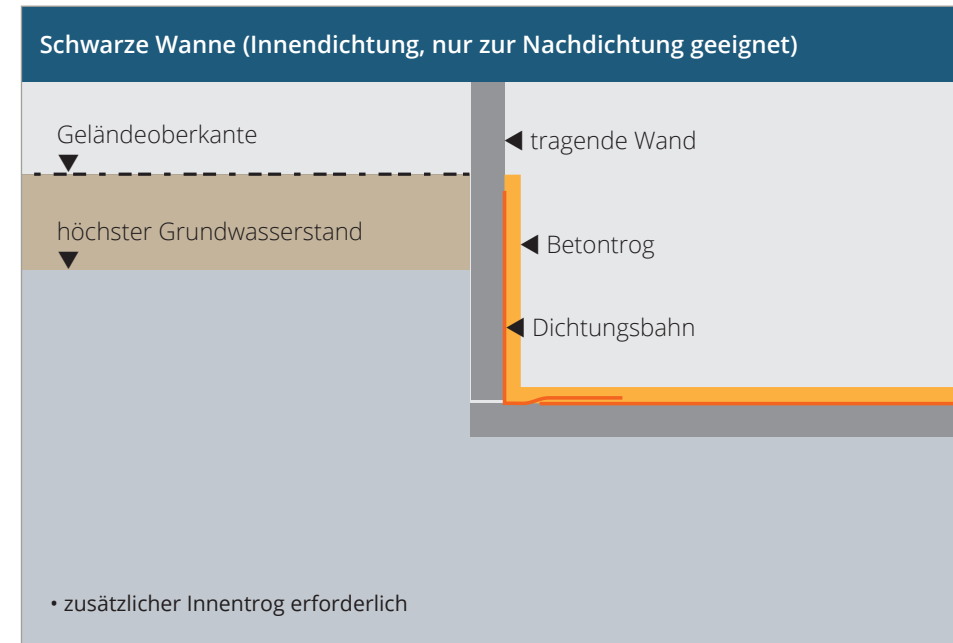
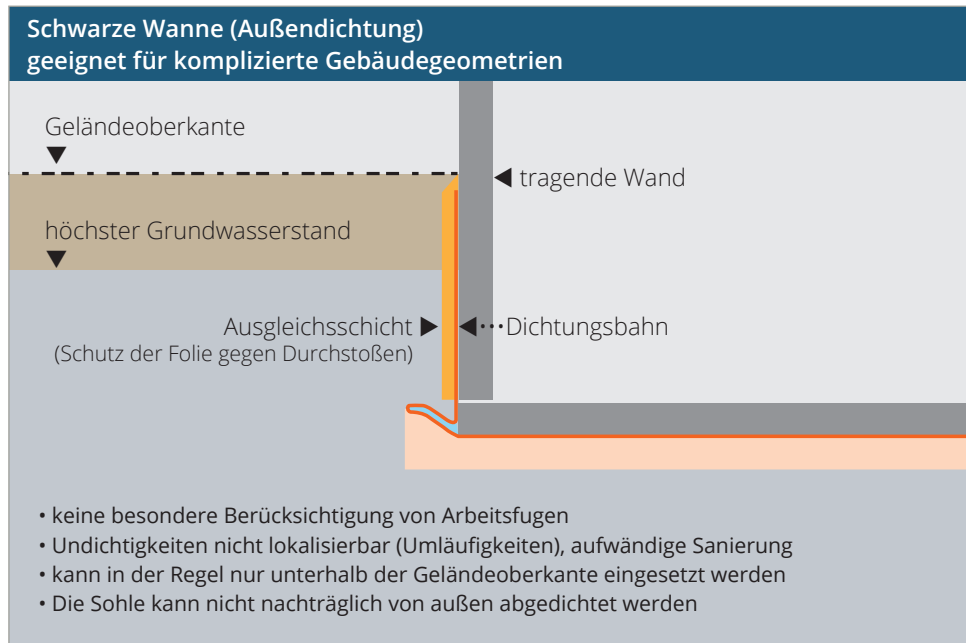


Abbildung 36/37

Schwarze Wanne nach DIN 18195

Der Begriff „Schwarze Wanne“ beschreibt eine Konstruktion aus Bodenplatte und Außenwänden, die außenseitig vollständig gegen drückendes Wasser abgedichtet wird. Diese Bauwerksabdichtung wird häufig durch Bitumen- oder Polymerbitumenschweißbahnen hergestellt, die aufgrund ihrer schwarzen Farbe dieser Abdichtungsart ihren Namen geben. Schwarze Wannen können in Kombination mit verschiedenen Mauerwerksarten hergestellt werden. Diese Form der Bauwerksabdichtung ist gegen mechanische oder thermische Beanspruchung zu schützen. Ein Vorteil der schwarzen Wanne sind die günstigen Reparatur- und Instandhaltungsmöglichkeiten. Dies setzt jedoch eine gute Erreichbarkeit voraus.

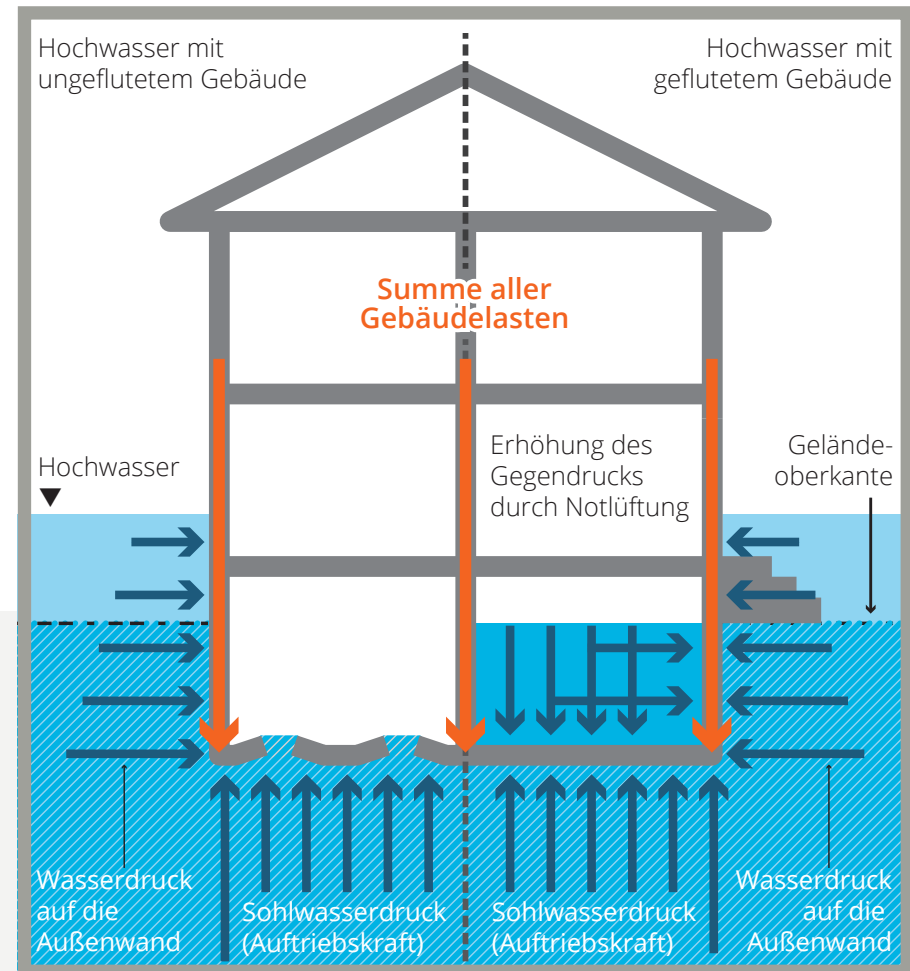
Abbildung 38

Gegendruckerhöhung durch Notflutung des Gebäudes
(Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz,
Bau und Reaktorsicherheit, 2013)

E. SICHERUNG GEGEN AUFTRIEB UND WASSERDRUCK

Bei Neubauten sollte ein Schutz gegen Auftrieb erfolgen. Hierbei gibt es die Möglichkeit der Rückverankerung mittels Ankern oder Pfählen. Für bestehende, nicht auftriebssichere Gebäude gibt es die Möglichkeit, vor dem Eindringen von Grundwasser zu schützen. Diese Maßnahme erfolgt durch das Anbringen einer Qualmwasserdrainage.

Bei auftriebssicheren Gebäuden ist es wichtig, für die Bauzeit besondere Vorkehrungen für den Hochwasserfall zu treffen. So sollen Notflutungsöffnungen vorgesehen werden für den Fall, dass die Flutung mit sauberem Wasser nicht möglich ist. Drainagesysteme unter der Bodenplatte in Kombination mit Verbindungsrohren im Gebäude können bei fortgeschrittenem Bauabschnitt ebenfalls für die nötige Überflutung sorgen.



F. RETENTIONS AUSGLEICH

Werden Gebäude nach der Strategie „Widerstehen“ gebaut, dient dies dem Zweck, das Wasser vom Gebäudeinneren fern zu halten. Bei einem Neubau hat dies zur Konsequenz, dass das Wasser im Hochwasserfall den davor verfügbaren Raum nicht mehr einnehmen kann. Das gleiche Problem ergibt sich bei Aufschüttungen aller Art (also auch, wenn infolge von Terrassierungsarbeiten um ein Gebäude herum Boden aufgeschüttet wird), weshalb diese ebenfalls genehmigungspflichtig sind.

Die Folge von Retentionsvolumenverlusten ist, dass das durch den Neubau verdrängte Wasser den Unterliegern (Nachbarn oder sich flussabwärts befindende Dörfer) „zugeschoben“ wird, wodurch sich dort die Hochwassersituation verschlechtert. Dies ist nach Artikel 39 des Wassergesetzes verboten. Demnach können solche retentionsvolumenmindernde Projekte nur umgesetzt werden, wenn ein Ausgleich stattfinden kann. Für den adäquaten Retentionsausgleich gelten einige Grundregeln, die folgend erläutert werden.

- Der Volumenausgleich muss zeitgleich mit der Baumaßnahme umgesetzt werden, da Hochwasserereignisse zu jeder Zeit auftreten können.
- Weiterhin muss der Ausgleich so gestaltet werden, dass „neuer“ Raum entsteht. Hierfür gelten zwei Regeln:
 - Der Ausgleich soll nicht innerhalb der Überschwemmungszone, sondern an deren Rand entstehen. Wenn zum Beispiel in der Überschwemmungszone HQ_{10} gebaut werden soll, muss der Ausgleich an der Übergangskante HQ_{10} zu HQ_{100} erfolgen.

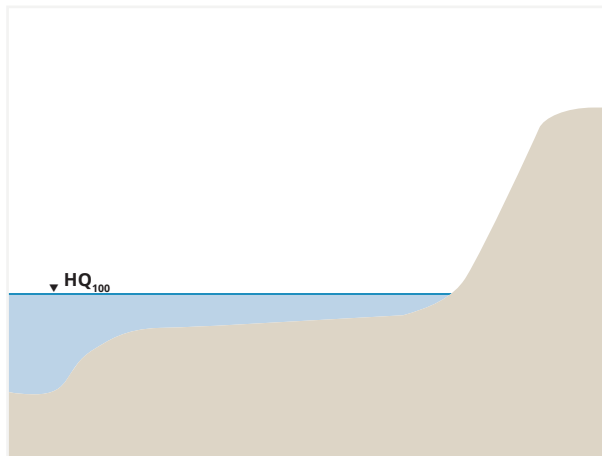
- Das Ausheben einer Grube ist ein unzureichender Ausgleich. Einmal geflutet, hat dieses Volumen im folgenden Verlauf keine ausgleichende Wirkung mehr auf die Wasserstände. Besser: Schaffung eines durchströmbaren, flachen Raums, indem man den Ausgleich nicht in der Tiefe, sondern in die Breite umsetzt.
- Der Retentionsausgleich ist in unmittelbarer Nähe zum verdrängten Volumen zu realisieren. Die Volumenkompensation auf der gegenüber liegenden Uferseite ist zulässig.
- Soll der Ausgleich an einem entfernteren Ort geschehen, muss die Hochwasserneutralität mittels numerischen Strömungsmodellen nachgewiesen werden. Für die Erstellung solch komplexer Modelle wird, in der Regel, das Mitwirken von Ingenieurbüros benötigt.
- Bereits realisierte Projekte, wie beispielsweise Renaturierungen (evtl. hochwassermindernde Wirkung durch Reaktivierung natürlicher Retentionsräume), können nicht zur Kompensation einer späteren Verdrängung herangezogen werden.
- Jedoch ist es durchaus möglich durch Renaturierungsmaßnahmen Ausgleichsvolumen für bevorstehende Bauprojekte zu schaffen. Hier ist der Beweis der Funktionsfähigkeit der Maßnahme anhand eines hydraulischen Strömungsmodells zu liefern.

Zur Berechnung des verlorenen Retentionsraumvolumens können die Profilschnitte der Hochwassergefahren- und Hochwasserrisikokarten herangezogen werden. Die Aufschüttungen im Gelände müssen ebenfalls in diese Rechnung einfließen.

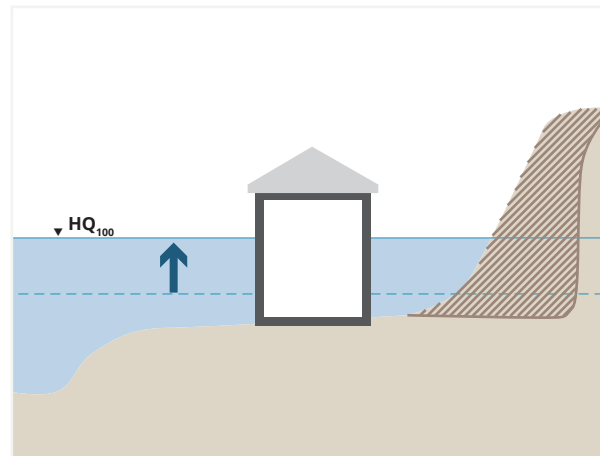
Eine Besonderheit stellt der Umbau von bestehenden Gebäuden dar. Hier ist der Ausgangspunkt der Berechnung nicht das unbebaute Gelände, sondern das bestehende Gebäude. Wird die bebaute Fläche im Zuge des Umbaus nicht verändert, so besteht auch nicht die Anforderung einer Ausgleichsmaßnahme.

Ein Retentionsausgleich gegen aufsteigendes Grundwasser im Hochwasserfall ist nicht vorgesehen. Ausgleich für Bauten im HQ_{extrem} ist nicht nötig. Des Weiteren gibt es eine Grenze, unterhalb der das verdrängte Volumen nicht kompensiert werden muss. Diese liegt bei 10 m^3 .

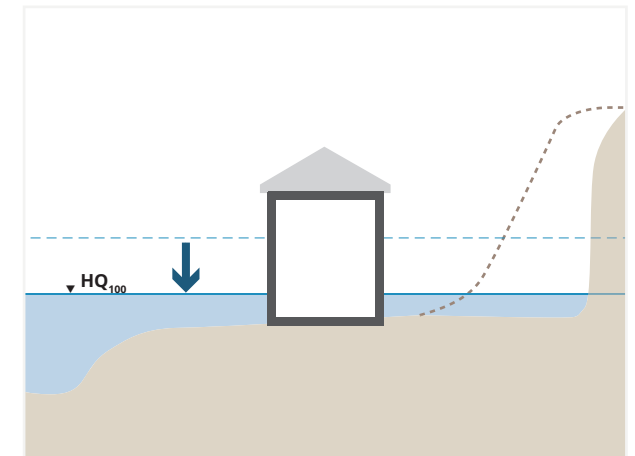
RETENTIONS AUSGLEICH: EIN BEISPIEL



Wasserstand bei HQ_{100} vor der Bebauung.



Das Bauwerk verdrängt Retentionsvolumen und verändert so die Hochwassersituation, hier anhand einer Erhöhung des Wasserstandes. Das schraffierte Gelände im Bild bietet sich für den Retentionsausgleich an.



Durch den Volumenausgleich kann der Wasserstand wieder gesenkt werden. Die Hochwassersituation bleibt für gleiche Abflüsse gegenüber dem Ausgangszustand unverändert.

QUELLENVERZEICHNIS

Administration de la Gestion de l'Eau (AGE) (2017): URL <http://eau.public.lu/>

AGE (2011): Hochwassergefahrenkarten, Hochwasserrisikokarten, Hochwasserrisikomanagementpläne (Brochüre)

AGE (2015): Hochwasserrisikomanagementplan für das Großherzogtum Luxemburg

AGE (2013): Karten der Überschwemmungsgebiete in Luxemburg (Brochüre)

ASTA (Administration des services techniques de l'agriculture) (1999): Bassin pour la rétention des hautes eaux sur la „Wark“ à Welscheid

Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Österreich (2011): Leitfaden – Verfahren zur Abschätzung von Hochwasserkennwerten

Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe (2015): Die unterschätzten Risiken „Starkregen“ und „Sturzfluten“, Ein Handbuch für Bürger und Kommunen.

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit, Deutschland (2015): Hochwasserschutzfibel, Objektschutz und bauliche Vorsorge

Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (2013): Hochwasserschutzfibel, Objektschutz und bauliche Vorsorge.

LAWA (Bund/Länder Arbeitsgemeinschaft Wasser) (2013): Empfehlungen zur Aufstellung von Hochwasserrisikomanagementplänen

Centre Européen de Prévention du Risque d'Inondation (2010): Le bâtiment face à l'inondation, Diagnostiquer et réduire sa vulnérabilité

DWA (Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V.) (2010): DWA-M 551: Audit „Hochwasser – wie gut sind wir vorbereitet“

DWA (Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V.) (2012): DWA-M 552: Ermittlung von Hochwasserwahrscheinlichkeiten

DWA (Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V.) (2014): DWA-M 553: Hochwasserangepasstes Planen und Bauen

Direction régionale de l'environnement Centre – Ville d'Orléans (2008): Comment mieux construire ou rénover en zone inondable

Informations- und Beratungszentrum Hochwasservorsorge Rheinland-Pfalz und WBW Fortbildungsgesellschaft für Gewässerentwicklung mbH (2013): Starkregen, Was können Kommunen tun?

L. Blum/Wort (2014) : in Wort.lu : Itzig erhält Hochwasserschutz, 13.Juni 2014, <https://www.wort.lu/de/lokales/projekt-kostet-1-9-millionen-euro-itzig-erhaelt-hochwasserschutz-5399d747b9b3988708035598>

Müller U. (2010): Hochwasserrisikomanagement

Patt. H, Jübner R. (2013): Handbuch Hochwasser

Tageblatt.lu (2016): heftige Unwetter über Luxemburg, 22. Juli 2016, http://www.tageblatt.lu/nachrichten/faits_divers/heftige-unwetter-uber-luxemburg-11382919/

Umweltbundesamt (2011): Hochwasser, Bestehen, Erkennen, Handeln!

WBW Fortbildungsgesellschaft für Gewässerentwicklung mbH (2015): Hochwasser-Risiko-bewusst planen und bauen – Entwicklungen, Konzepte, Strategien, Instrumente

GESETZE UND VERORDNUNGEN

Richtlinie 2007/60/EG des europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2007 über die Risiken und das Management von Hochwasserrisiken

Loi du 19 décembre 2008 relative à l'eau

Règlement grand-ducal du 30 décembre 2010 concernant les aspects techniques du programme directeur de gestion des risques d'inondation.

Règlement grand-ducal du 5 février 2015 déclarant obligatoires les cartes des zones inondables et les cartes des risques d'inondation pour les cours d'eau de l'Alzette et de la Wark

Règlement grand-ducal du 5 février 2015 déclarant obligatoires les cartes des zones inondables et les cartes des risques d'inondation pour les cours d'eau de l'Attert, de la Roudbaach et de la Pall

Règlement grand-ducal du 5 février 2015 déclarant obligatoires les cartes des zones inondables et les cartes des risques d'inondation pour les cours d'eau de la Mamer et de l'Eisch

Règlement grand-ducal du 5 février 2015 déclarant obligatoires les cartes des zones inondables et les cartes des risques d'inondation pour les cours d'eau de la Moselle et de la Syre

Règlement grand-ducal du 5 février 2015 déclarant obligatoires les cartes des zones inondables et les cartes des risques d'inondation pour les cours d'eau de la Sûre inférieure, de l'Ernz blanche et de l'Ernz noire

Règlement grand-ducal du 5 février 2015 déclarant obligatoires les cartes des zones inondables et les cartes des risques d'inondation pour les cours d'eau de la Sûre supérieure, de la Wiltz, de la Clerve et de l'Our

Administration de la gestion de l'eau

1, avenue du Rock'n'Roll

L-4361 Esch-sur-Alzette

www.waasser.lu

