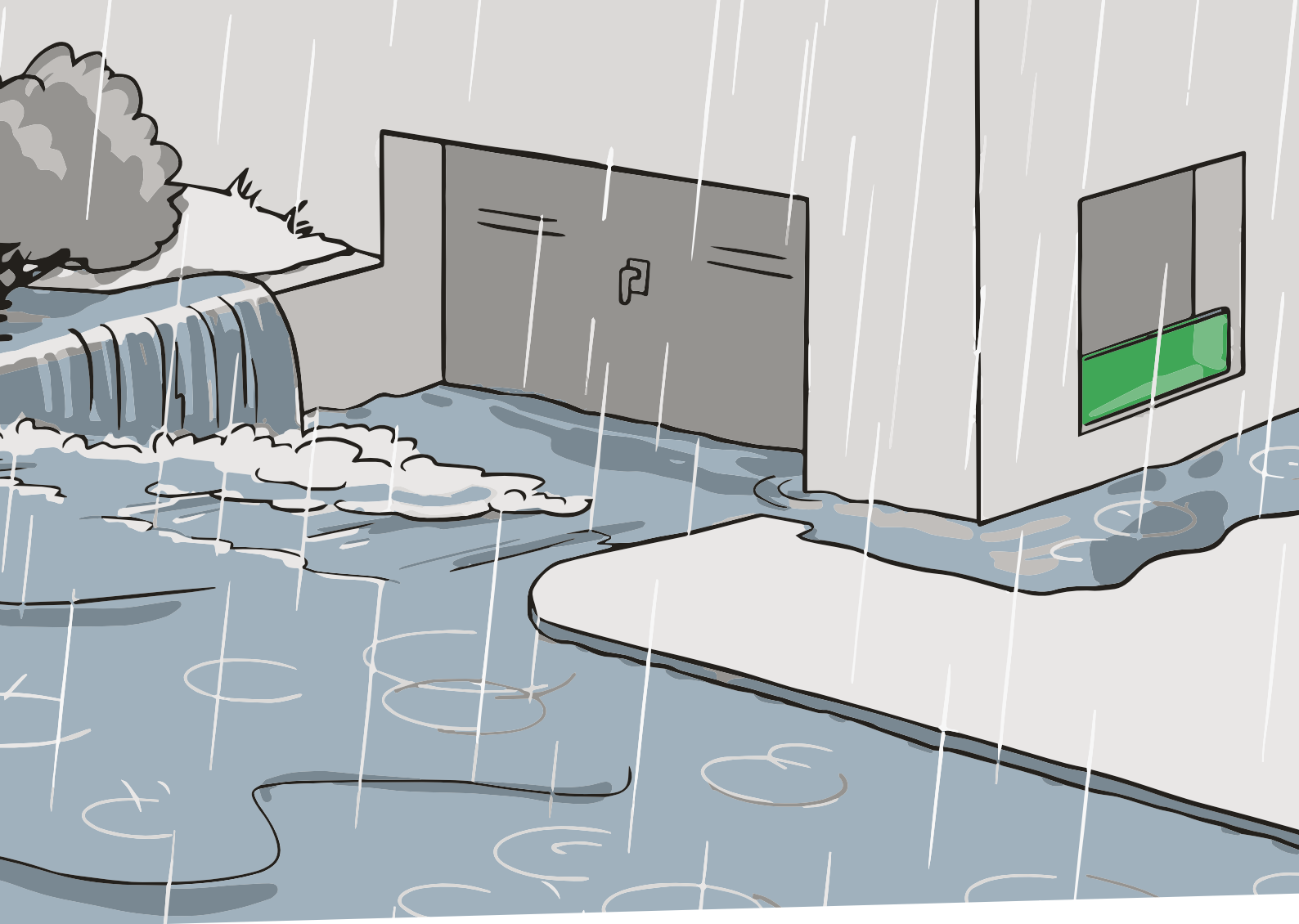




WIEDERAUFBAU NACH DEM HOCHWASSER

Strategien & Maßnahmen für
einen dauerhaften und umwelt-
freundlichen Wiederaufbau

HOCHWASSERHILFE



Diakonie 
Katastrophenhilfe
Rheinland-Westfalen-Lippe



◀ Titelseite: Teilmobile Hochwasser-Schutzwände in Fensterlaibungen

▲ Emotionale Übergabe eines Trockners durch einen freiwilligen Helfer am 21. Juli 2021 in Schleiden

Inhalt

03 Einleitung

04 Hochwasser standhalten

- 06 Hochwasserschutzwände – permanent, teilmobil, mobil
- 07 Abdichtung von Fundamenten, Kellern- und Aussenwänden
- 09 Verhindern von Rückstau durch die Kanalisation

10 Hochwasser ausweichen

- 11 Verlegung von Nutzungen
- 12 Erneuerung und Verlegung der Haustechnik

14 An Hochwasser anpassen

- 15 Verwendung wasserbeständiger Bauteilbekleidungen
- 15 Dämmstoffe
- 15 Putze & Farben
- 17 Übersicht - Wasserbeständigkeit und Umweltfreundlichkeit von Bauteilbeschichtungen
- 17 Dämmstoffe
- 18 Putze
- 19 Farben
- 19 Bodenbeläge

- 20 Flutwasser über definierte Gefälle und Schächte sammeln und abpumpen

- 21 Unterstützung der Bauteiltrocknung durch Lüftung und Heizkörper

22 Umweltfreundliche und hochwassersichere Wärmeversorgung

- 23 Voraussetzungen und Anforderungen
- 24 Eigenschaften der Systeme im Vergleich

26 Natürlichen Wasserrückhalt auf dem Grundstück Stärken

- 26 Voraussetzungen und Anforderungen
- 27 Flächenversickerung
- 28 Muldenversickerung & Rigolen
- 29 Retention durch Dachbergrünung und Teiche
- 30 Weiterführende Informationen
- 31 Impressum

Einleitung

Was finden Sie in dieser Broschüre?

Diese Broschüre zeigt Möglichkeiten des Wiederaufbaus nach der Flutkatastrophe 2021 auf. Neben der reinen Wiederherstellung des ursprünglichen Zustands eines beschädigten Gebäudes steht der vorsorgende Wiederaufbau im Zentrum: Wie können Häuser besser wiederaufgebaut werden, um im Angesicht des Klimawandels auch auf zukünftige Hochwasser-Katastrophen vorbereitet zu sein? Die Broschüre gibt vorwiegend Empfehlungen für die Renovierung von Bestandsgebäuden. Die Standortwahl für Neubauten oder Ersatzbauten sollte möglichst nicht auf hochwassergefährdete Gebiete fallen. Die baulichen Maßnahmen werden gegliedert in Anlehnung an die drei Strategien der baulichen Hochwasservorsorge¹ dargestellt: (1) Hochwasser widerstehen, (2) Hochwasser ausweichen und (3) an Hochwasser anpassen. Um dem Klimawandel lokal entgegen zu wirken, werden zudem Möglichkeiten aufgezeigt, den Wiederaufbau durch die Wahl von Baumaterialien und Technologien umweltfreundlich zu gestalten und im kleinen Maßstab durch Ausgleichsmaßnahmen gegen Hochwasser auf dem Grundstück den natürlichen Wasserrückhalt zu stärken.

Für wen ist diese Broschüre da?

Gehören Sie zu von der Flutkatastrophe 2021 betroffenen Gebäudeeigentümer*innen, sozialen Einrichtungen oder einem mobilen Hochwasserhilfe-Team der Diakonie Katastrophenhilfe Rheinland-Westfalen-Lippe? Diese Broschüre gibt Ihnen einen Einblick in die Umsetzung baulicher Maßnahmen der Hochwasservorsorge und Möglichkeiten, diese dauerhaft und umweltfreundlich zu gestalten. Da jedes Bauwerk anders betroffen ist und Bauweisen nicht identisch sind,

sind objektbezogene Gespräche mit Baufachpersonen der Schadensbegutachtung und Handwerksbetrieben vor Ort eine Voraussetzung für angepasste Lösungen des Wiederaufbaus und der Vorsorge. Diese Broschüre bietet Ihnen hierfür Grundlagen und Anregungen. Grundvoraussetzungen, Aufwände und Effekte einzelner Maßnahmen sind in Texten, Bildern, Skizzen und Tabellen zusammengestellt, um Maßnahmen und Baumaterialien im Einzelfall zusammenzustellen oder gegeneinander abzuwägen. Bei den Preisinformationen handelt es sich um die Auswertung von Beispielprojekten oder sie entstammen den Erhebungen des Baukosteninformationszentrums, jeweils berechnet mit dem Faktor für die Prognose Q4 2021. Trotzdem kann es regional- und marktbedingt (zum Beispiel aufgrund einer gesteigerten Nachfrage) zu Abweichungen kommen. Aufgrund der Gefahr „falsch“ zu sanieren, werden ergänzend einige Baumaterialien und Technologien aufgezeigt, die hinsichtlich eines langfristig sicheren und trockenen Gebäudes nicht zielführend sind.

Finanzierung & Förderung

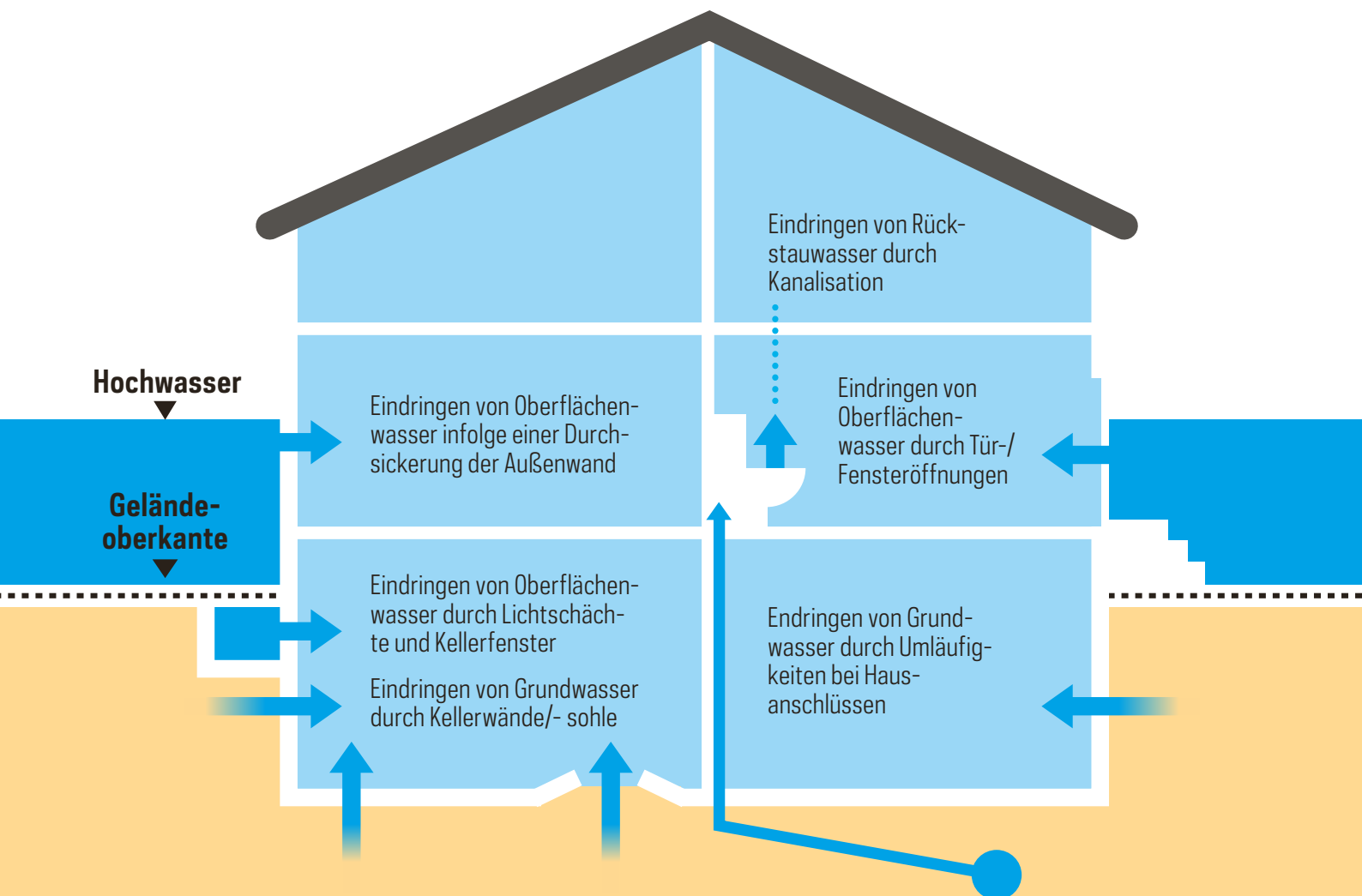
Diese Broschüre bietet baufachliche Informationen für den Wiederaufbau. Wenn Sie auf der Suche sind nach Informationen zur Finanzierung und nach Fördermöglichkeiten für den Wiederaufbau, dann konsultieren Sie unsere Webseite www.diakonie-rlw.de/hochwasser oder wenden Sie sich an unsere Fluthilfekoordination im Landesverband Rheinland-Westfalen-Lippe. Unsere mobilen Teams unterstützen Sie bei der Suche nach passenden Ansprechpartner*innen gerne.

1. Hochwasserschutzfibel – Objektschutz und bauliche Vorsorge, Bundesministerium des Innern, für Bau und Heimat (BMI), 2018.

Hochwasser standhalten

Über welche Wege kann bei einem Hochwasserereignis Wasser ins Haus eindringen?

Oberflächenwasser dringt bis zur Höhe des Pegelstands in Gebäude ein. Zusätzlich steigt häufig das Grundwasser an und dringt durch die Bodenplatte und Kellerwände ins Haus. Bei einer überlasteten Kanalisation drückt kontaminiertes Rückstauwasser durch die Hausanschlüsse. Durch baukonstruktive oder technische Maßnahmen wie Schutzwände, Abdichtungen und Rückstausicherungen kann Regen-, Grund- und Hochwasser vom Gebäude abgehalten bzw. das Eintreten vermieden werden.



▲ Wassereintrittsmöglichkeiten bei Gebäuden

Bauliche Maßnahmen

- Permanente oder (teil-) mobile Schutzwände errichten
- Hochwasserschutztüren einbauen
- Einbau von Rückstauklappen an Anschlüssen von Schmutz- und Regenwasserleitungen
- Kellerwände und Fundamente nachträglich vertikal abdichten
- Verfüllung des Bodens im Außenbereich mit wasserundurchlässigem Material wie Lehm
- Bodenplatte und Außenwände nachträglich horizontal abdichten

Wie kann das Hochwasserrisiko eines Grundstücks eingeschätzt werden? Vor der Planung von Sicherungsmaßnahmen sollte geprüft werden, ob sich ein betroffenes Gebäude bzw. Geschoss grundsätzlich in einem hochwassergefährdeten Gebiet befindet und wie das Risiko zu bewerten ist. Muss das Gebäude an einen anderen Standort oder die Nutzung in ein anderes Geschoss verlegt werden? Kann die geplante bauliche oder technische Schutzvorrichtung einem zu erwartenden Hochwasser standhalten? Kann ein zukünftig wasserdichtes Gebäude dem Wasserauftrieb standhalten? Und

gibt es besondere Auflagen für den Hochwasserschutz – im Bauungsplan (einzusehen bei der jeweiligen Gemeinde) oder auch für den Abschluss einer Elementarschadenversicherung? Informationen zur Hochwassergefährdung des Grundstücks finden sich in „Hochwassergefahrenkarten“ und „Hochwasserrisikokarten“. Sie finden diese im Internet oder sie können bei den Umweltministerien von Nordrhein-Westfalen und Rheinland-Pfalz angefragt werden. Die Einschätzung von Bauwerk und geplanten Maßnahmen erfolgt durch eine Baufachperson.



▲ Teilmobile HW-Schutzwand Eingangstür

Teilmobile Hochwasser-Schutzwände

- Teilmobile Systeme mit fest installierten Schienen und mobilen Metallbalken
- Anwendung für Tore, Türen und Fenster; außen vor oder in der Laibung
- Schutz bis zu etwa 1 Meter Oberflächenwasser über Gelände
- geringe Undichtigkeiten möglich
- Preis-Beispiel: Terrassentür mit Stauhöhe 20 cm: 1.460 € / Stück

Hochwasserschutzwände – permanent, teilmobil, mobil

Wer in einem hochwassergefährdeten Gebiet sein Haus wiederherstellt oder neu baut, sollte Schutzmaßnahmen einplanen. Auf dem Grundstück können permanente Hochwasserschutzwände (aus Stahlbeton oder Mauerwerk) oder auch aus mit Gras bewachsenen Erdwällen errichtet werden, oder (teil-) mobile Lösungen wie Dammbalkensysteme oder wassergefüllte Schlauchsystemen eingesetzt werden. Schutzwände sind jedoch nur dort hilfreich, wo nicht mit eindringendem Grundwasser oder Rückstauwasser aus der Kanalisation gerechnet werden muss. Da sie an einigen Stellen undicht sein oder auch unterspült werden können, sollten zusätzlich Pumpen bereitstehen, um das Wasser aus dem geschützten Bereich herauszupumpen. Im Sinne des Hochwasserschutzes für die Allgemeinheit muss bedacht werden, dass das durch Einfriedungen „verdrängte“ Hochwasser, das Wasservolumen der angrenzenden Grundstücke erhöhen kann.

Welche Maßnahmen können ergriffen werden, um Oberflächenwasser am Gebäude selbst von Türen, Fenster und Toren gefährdeter Geschosse abzuhalten? Zum Schutz können wasserdruckdichte Fenster und Türen eingebaut werden. Hierbei sind die maximal zulässige Einstauhöhe, Luftdichtigkeit im geschlossenen Zustand und die Anschaffungskosten zu berücksichtigen. Alternativ ist die Montage teilmobiler Hochwasserschutzwände für Türen, Fenster und Garagentore möglich, wie Acryl- oder Magnetschotts oder Alu-Dammbalkensysteme: Seitliche Schienen (U-Profil) werden an die Rahmen der Öffnungen angebracht, in die mobile Balken als Metallbarrieren eingelassen werden und so Eintreten von Oberflächenwasser verhindern. Mittels Wandhalterungen können die Aluminiumbalken in der HW-freien Zeit gelagert werden. Wenn die Raumnutzung es zulässt (bspw. Lagerräume) können Kellerfenster aber auch nachträglich zugemauert, abgedichtet und durch gesicherte Lüftungsauslässe ersetzt werden.

Abdichtung von Fundamenten, Keller- und Aussenwänden

Welche Maßnahmen können ergriffen werden, um Außen- und Kellerwände und Fundamente vor Oberflächenwasser und drückendem Grundwasser zu schützen?

Oberflächenwasser kann durch Außenwände von gefährdeten Geschossen und Grundwasser durch erdberührende Bauteile drücken. Eine Abdichtung von Fundamenten, Keller- und Außenwänden im Sockelbereich schützt hiergegen und auch gegen eindringende Bodenfeuchte. Bei Neubauten können Keller und die unteren Teile von Erdgeschossen als Schwarze Wanne (mit Außenabdichtung) oder als Weiße Wanne (Wasserundurchlässiger Beton) ausgeführt werden. Im Bestand können Kellerwände und Sockelbereiche nachträglich vertikal außen abgedichtet werden. Nachträgliche Abdichtungen von

Bodenplatten (horizontal) sind aufwendig und erfordern einen weitgehenden Abbruch & Neuaufbau der Bodenplatte oder den Einbau eines technisch anspruchsvollen „Innentrogs“. Wo möglich, sollte geprüft werden, ob die Strategien „Ausweichen“ oder „Anpassen“ besser Anwendung finden. Nachträglich abzudichtende vertikale Bauteile müssen frei und trocken gelegt werden. Das Erdreich wird abgetragen, Altputz abgeschlagen und der Untergrund gereinigt. Schadhafte Stellen an Betonbauteilen und Mauerwerk werden ausgebessert. Als nachträgliche Vertikalabdichtungen werden beispielsweise Sperrputz und Bitumenvoranstrich und eine Flächenabdichtung (Bitumendickbeschichtung) aufgetragen. PVC-Platten oder Noppenfolien schützen die Abdichtung vor



▲ Vertikale Abdichtungsarbeiten

Bitumen-Vertikalabdichtung Außenwand

- nachträgliche Abdichtung von Außenwand und Fundamenten gegen seitlich eindringende Bodenfeuchte und (zeitweiliges) Druckwasser
- Aushub Erdreich entlang betroffener Außenwand und Untergrundvorbereitung
- Aufbringung Flächenabdichtung (erdölbasiert): Bitumenvoranstrich, mit Bitumendickbeschichtung und Noppenfolie, Kosten: 70 € / m² (brutto)



▲ Abdichtung von Fundamenten mit Lehm

Abdichtung mit Lehm & Ton

- Traditionelle, umweltfreundliche Art der Bauwerksabdichtung
- Aushub von Böden direkt um Fundamente / Kellerwände herum, Verfüllung und Verdichtung mit Lehm oder Ton
- Materialwahl: Berücksichtigung Schrumpfverhalten (Trockenperiode, Minustemperaturen), um Dichtungsverluste zu vermeiden.
- Preis: 47 € / m³ (brutto)

dem Erdreich, mit dem der ausgehobene Arbeitsbereich wieder verfüllt wird. Komplementär kann der Boden um Fundamente und Kellerwände herum durch wasserundurchlässigen Lehm ausgetauscht werden (traditioneller Weise), um drückendes Wasser durch das Erdreich zu reduzieren – eine Alternative zu sickerfähiger Verfüllung und Drainage, die verschlammen kann und entsprechend regelmäßig gewartet und gespült werden muss.

Auf Sockelhöhe kann eine nachträgliche Horizontalsperre des Mauerwerks erfolgen, damit aus dem Fundament und Kellerwand kapillar aufziehende Feuchtigkeit und Salze nicht weiter aufsteigen können. Hierfür wird eine silikonbasierte Speziallösung in schräg in das Mauerwerk gebohrte Löcher gepresst und durchtränkt

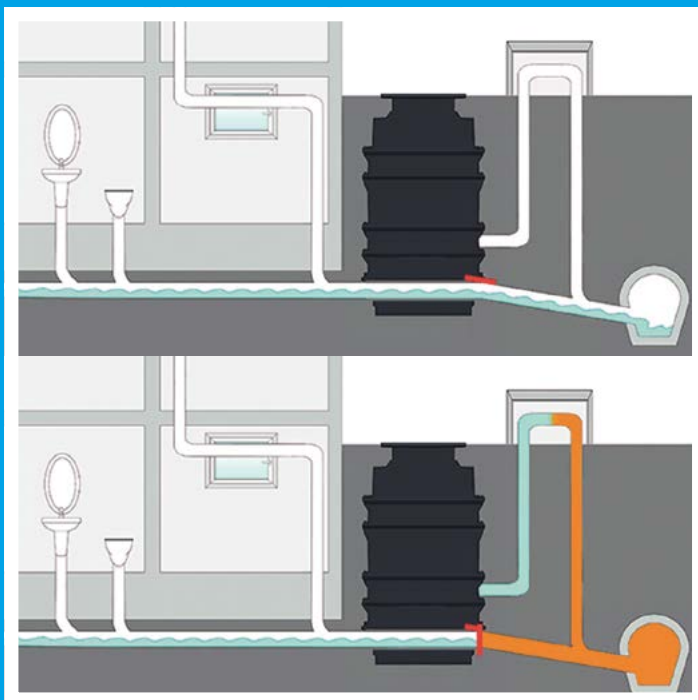
die Kapillare des Mauerwerks (Injektionsverfahren). Eine alternative Strategie ist nach vertikaler Außenabdichtung der Außenwand die aufziehende Restfeuchte durch das Bauteil kontinuierlich entweichen und langfristig trocknen zu lassen. Hierbei muss beachtet werden, dass die Wandbekleidungen (zumindest innenseitig) nur aus kapillaraktiven und diffusionsoffenen Schichten (wie Kalkputz) bestehen (siehe Abschnitt „An Hochwasser Anpassen“), damit der Feuchtigkeit nicht der „Weg“ versperrt wird. (Zusätzliche) Heizkörper im Innenraum beschleunigen den Trocknungsprozess und beugen Schimmelbildung vor.

Verhindern von Rückstau durch die Kanalisation

Welche Maßnahmen können ergriffen werden, um Wassereintritt durch Hausanschlüsse zu vermeiden?

Während eines Hochwasserereignisses kann Flutwasser auch ins Kanalnetz drücken und über den üblicherweise höchsten Stand des Abwassers (Rückstauenebene) ansteigen. Regen- und Abwasser drücken dann durch den Hausanschluss in Keller, Erdgeschoss oder Erdgeschoss und fluten diese mit dem kontaminierten Wasser. Eine Rückstausicherung (Klappe) verhindert den Rückstau und

schließt sich automatisch, wenn Wasser von der Kanalseite her drückt. Bei Ergänzung einer Rückstauhebeanlage kann das Abwasser im HW-Fall über die Rückstauenebene gepumpt und von dort in den Kanal geleitet werden. Bei Neubau sollte am besten auf Entwässerungseinrichtungen unterhalb der Rückstauenebene verzichtet werden. Zudem müssen auch Hauseinführungen wasserdicht ausgeführt bzw. nachgerüstet werden.



▲ Prinzip einer Rückstauhebeanlage

Rückstauhebeanlage

- Erreicht das Kanalwasser die Rückstauenebene, schließen sich die Klappen der Rückstausicherung zwischen Hausanschluss und Abwasserkanal
- Abwasser wird im HW-Fall über die Rückstauenebene gepumpt und von dort in den Kanal geleitet.
- Verhinderung zukünftiger Überläufe bei Hochwasserereignissen und Vermeidung der Kontamination von Flutwasser

Hochwasser abweichen

Ein (wiederholtes) Eindringen von Wasser in unteren Geschossen muss in Kauf genommen werden, wenn sie der Gefahr von drückendem Grundwasser und Eindringen von Oberflächenwasser ausgesetzt sind, aber eine nachträgliche vollständige Abdichtung von Bodenplatte und Außenwänden als Wanne bzw. Innentrog technisch zu schwierig und zu kostenintensiv sind – oder das Eigengewicht des Gebäudes zu gering ist und es im HW-Fall von Auftrieb bedroht ist. Durch die Strategie

des „Ausweichens“ im Sinne der Verlegung von hochwertigen Nutzungen und Anlagentechnik in höhere Bereiche oder Geschosse können Nutzungen und Anlagentechnik gegen Hochwasser gesichert werden. Gleichzeitig sollten die vom HW betroffenen Geschosse und Bauwerke so ausgeführt werden, dass bei Flutung das Wasser problemlos abfließen kann und Bauteile hierdurch nicht irreversibel geschädigt werden (siehe Abschnitt „An Hochwasser anpassen“).

▼ 21. Juli 2021 – Schleiden, Deutschland: Ein Haus nahe der Feuerwehrrache in der von der der Flut stark mitgenommenen Poensgenstraße



Bauliche Maßnahmen

- in höher gelegene Geschosse verlegen:
 - hochwertige Nutzungen
 - zentrale Wärmeerzeuger
 - zentrale Elektroverteiler
- Installationen und Geräte im untersten Stockwerk erhöhen
 - Elektroverteiler und Leitungen
 - Hauswirtschaftsgeräte

Verlegung von Nutzungen

Wo können hochwertige Gebäudenutzungen untergebracht werden, die in unteren Geschossen von Hochwasser gefährdet sind? Sind durch eine Hochwassergefahr ursprüngliche Nutzungen unterer Geschosse zum Beispiel als Lager, Badezimmer oder Technikräume nicht mehr möglich, sollte geprüft werden, ob die betroffenen Nutzungen in höhere Geschosse – wie beispielsweise bisher nicht ausgebauten Dachgeschosse – verlegt werden können oder ein Gebäude aufgestockt werden kann. Durch die Verlegung werden weitere bauliche Maßnahmen nötig wie die Aufstellung

neuer Trennwände und die neue Führung von Elektroleitungen und Leitungen der Wärmeerzeugung, gegebenenfalls neue Sanitärinstallationen inklusive Putz- und Fliesenarbeiten. Zudem können beim nachträglichen Ausbau eines Dachgeschosses, um zu verlegende Nutzungen unterzubringen, zusätzliche Anforderungen auf die Eigentümer*innen zukommen, wie bei beheizten Flächen beispielsweise die nachträgliche Dachdämmung, um den Anforderungen der Energieeinsparverordnung gerecht zu werden.



▲ 25. Juli 2021 – Zerstörtes Haus in Kall, Kreis Euskirchen, Nordrhein-Westfalen

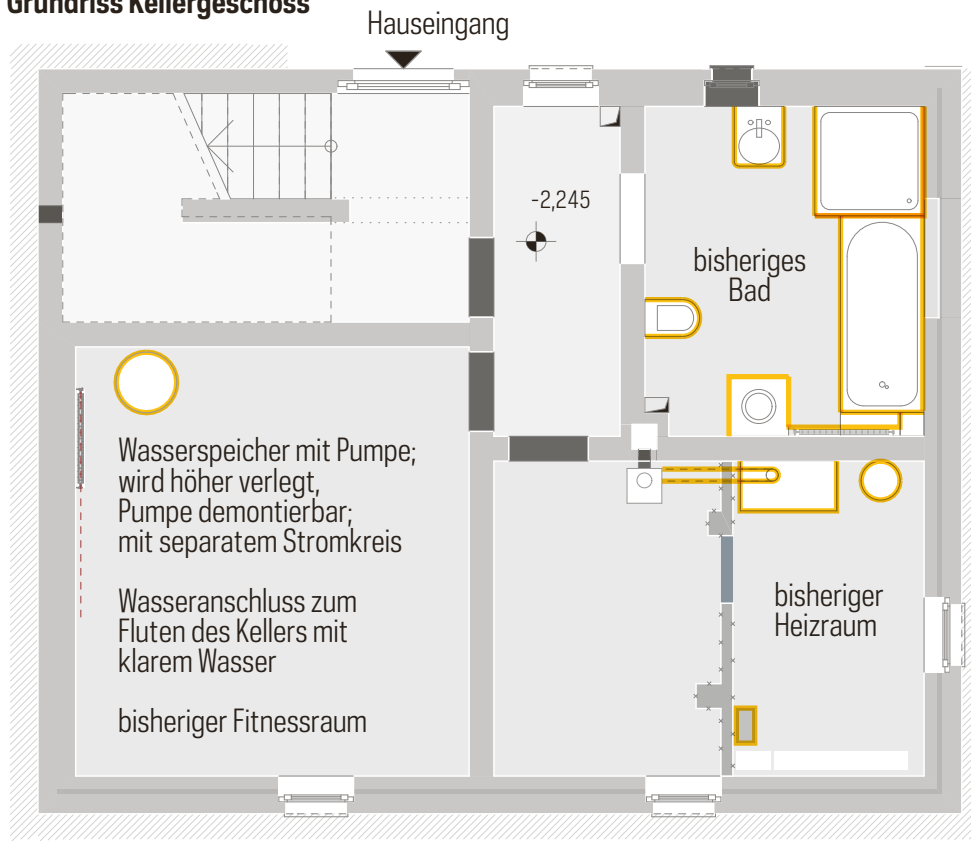
Erneuerung und Verlegung der Haustechnik

Wie kann Haustechnik hochwassersicher installiert werden? Nicht HW-gesicherte Öltanks in Hochwassergebieten sind eine große Gefährdung für betroffene Gebäude und die Umwelt. Bei Hochwasser können sie aufschwimmen und auslaufen. Mit Öl kontaminiertes Wasser kann nicht sanierbare Schäden an Bauteilen verursachen. Deswegen müssen vor 2018 errichtete Heizölverbraucheranlagen in festgesetzten Überschwemmungsgebieten bis 2023 und in Risikogebieten bis 2033 hochwassersicher nachgerüstet werden. Die Errichtung neuer Anlagen ist in Überschwemmungsgebieten grundsätzlich verboten (Wasserhaushaltsgesetz, § 78c). Aber auch ohne eine HW-Gefahr stellen Ölheizungen eine Belastung der Umwelt dar.

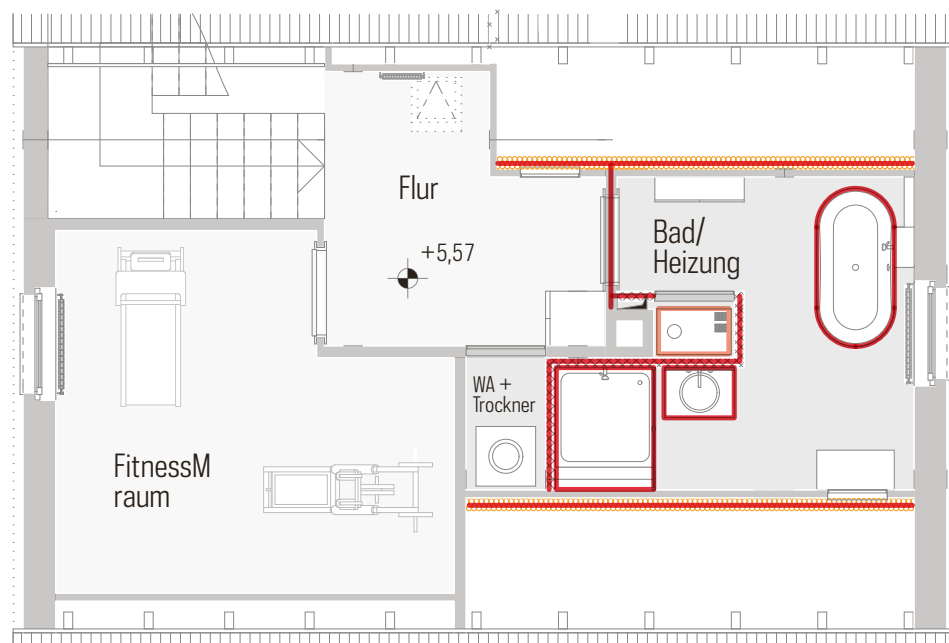
Statt neuen Ölheizungsanlagen können alternative Heizsysteme angeschafft werden wie beispielsweise Solarthermie, Blockheizkraftwerke (BHKW), Wärmepumpen, Pelletheizungen bzw. auch Hybridsysteme wie der Kombination einer Gasbrennwerttherme mit Wärmepumpe oder Solarthermie. Durch Verlagerung in obere Geschosse können konventionelle – aber auch alternative Wärmeerzeugungssysteme – HW-sicher ausgeführt werden (siehe Abschnitt Umweltfreundliche und HW-sichere Wärmeversorgung). Elektroverteilerkästen einschließlich Zählerplätze müssen ebenfalls hochwassersicher in oberen Geschossen installiert werden; Stromleitungen in betroffenen Geschossen unterhalb der Decke montiert werden.

Verlegung von Nutzungen

Grundriss Kellergeschoss



Grundriss Dachgeschoss



LEGENDE:

- neue Sanitärinstallationen, Trennwände und Dämmung
- neue Gastherme

- Abbruch der alten Sanitärinstallationen, Wasserspeicher und Wärmeerzeuger

▲ Nutzungsverlegungen von Bad, Fitnessraum, Wärmeerzeuger und Warmwasserspeicher vom Souterrain (oben) ins Dachgeschoss (unten), das hierfür ausgebaut.

An Hochwasser anpassen

Wenn es sich in hochwassergefährdeten Geschossen von Bauwerken als zu aufwändig erweist oder aus statischen Gründen nicht sinnvoll ist, den Wassereintritt im Hochwasserfall vollständig zu vermeiden, sollte das Flutwasser in betroffenen Geschossen gezielt abgeleitet werden und die betroffenen Bauteile (Bodenplatten und Außenwände) und ihre Bekleidungen so ausgeführt werden, dass sie durch das Flutwasser nicht irreversibel geschädigt werden. Selbstverständlich sollten in diesen Bereichen keine sensible Gebäudetechnik installiert werden oder wertvolle Möbel und Gegenstände aufgestellt werden (siehe Abschnitt „Hochwasser ausweichen“).

Bauliche Maßnahmen

- Einsatz wasserbeständiger Dämmstoffe wie XPS, EPS, PUR, Schaumglas
- Wasser aufnehmen und abgeben: kapillaraktive und diffusionsoffene Putz- und Farbbeschichtungen, vor allem von Innenwänden
- Fußbodenaufbau beachten und auf abdichtende und versiegelnde Bodenbeläge verzichten
- Flutwasser über definierte Gefälle und Schächte sammeln und abpumpen
- Querlüftung und Heizkörper zur gründlichen und langfristigen Trocknung installieren

Verwendung Wasserbeständiger Bauteilbekleidungen

Durch HW beschädigte Bauteilbekleidungen sollten rund 30 cm (abhängig von der Saugfähigkeit der Materialien und Zeit der Wassereinwirkung) über dem höchsten Wasserstand abgenommen und die tragende Struktur gesäubert (mit Wasser-schlauch oder Hochdruckreiniger bei harten Oberflächen) und getrocknet werden (natürliche Belüftung unterstützt durch Ventilatoren, Heiz- und Trocknungsgeräte). Bei der Erneuerung von Bauteilbekleidungen muss der bestehende Untergrund berücksichtigt werden.

Dämmstoffe

Welche Dämmstoffe sind für den Einsatz in hochwasser-gefährdeten Bereichen geeignet? Geeignete wasserbeständige Wanddämmstoffe – wie XPS, EPS, PUR und Schaumglas – können auf mineralischen Untergründen wie Beton, Mauerwerk, Kalk- und Kalk-Zement-Putzen angebracht werden, sofern diese fest, tragfähig, sauber und trocken sind. Bei Gebäuden in Holzbauweise wird eine wasserbeständige Dämmung im Sockelbereich idealerweise auf eine abgedichtete, fasergebundene Zementplatte montiert, die vor die tragende Holzkonstruktion geschraubt wird. Die HW-geeigneten Dämmstoffe weisen jedoch einen höheren Wasserdampfdiffusionswiderstand auf und lassen daher keine Feuchtigkeit durch, was zur Folge hat, dass Restfeuchte von tragenden Elementen (zumindest einseitig) nicht austreten kann. Dämmstoffe, die bei üblicher Feuchtebeanspruchung viele Wassermengen aufnehmen sind für hochwassergefährdete Bereiche nicht geeignet. Dazu gehören zum Beispiel Mineralwolle, Holzweichfaserplatten, Zelluloseflocken (Einblasdämmung) und alle pflanzlichen Faserdämmstoffe.

Putze & Farben

Welche Putze & Farben können nach einem Hochwasserschaden auf Wände mit Restfeuchte aufgebracht werden?

Wo tragende Bauteile, die unter Wasser standen, langfristig trocknen müssen, sind kapillaraktive Putze (wie Kalk) am geeignetsten. Falls nur Feuchtigkeit (innen, außen) anfällt, ist ein diffusionsoffener Putz (wie Lehm) eine gute Lösung. Alle geeigneten Putz- und Farbsysteme können auf verschiedene mineralische Untergründe aufgebracht werden. Vor allem kapillaraktive, aber in reduziertem Maß auch diffusionsoffene Eigenschaften haben den Vorteil, dass Restfeuchte im Bauteil weiterhin an die Oberfläche gelangen und dort verdunsten kann. Werden auf diese Putze jedoch Farben mit geringer Wasserdampfdurchlässigkeit (z.B. Dispersionsfarben) aufgebracht, wird die Feuchtigkeit eingeschlossen und die kapillaraktiven oder diffusionsoffenen Eigenschaften gehen verloren. Kalkfarbe hingegen hält besonders gut auf noch feuchten Kalkputzen, wo die Bauteilschichten langsam trocknen können.

Beispiel

Renovierung eines Zweifamilienhauses (ZFH) nach dem Elbehochwasser von 2013: Der bereits entfernte, hochwassergeschädigte Außen- und Innenputz musste erneuert werden. Der neue Außenputz im Sockelbereich sollte nicht nur dem Spritzwasser vorbeugen (übliche Anforderungen), sondern auch das Abtrocknen der dahinterliegenden Wand im Sockelbereich zulassen (Restfeuchte und erneutes Hochwasser). Daher wurde ein Sanierputz (zementgebundener Werk trockenmörtel mit mineralischen Zuschlägen) verwendet, der zwar die Feuchtezufuhr reduziert, Dampfdiffusion jedoch nicht verhindert. Dementsprechend wurde die Außenfassade mit einer diffusionsoffenen Silikatfarbe gestrichen. Innen wurde ein kapillaraktiver Kalkputz (Sumpfkalk, hydraulischer Kalk und Sand) auf das Mauerwerk des weiterhin hochwassergefährdeten Souterrains aufgebracht.



▲ Schaumglasplatten

Schaumglasplatten

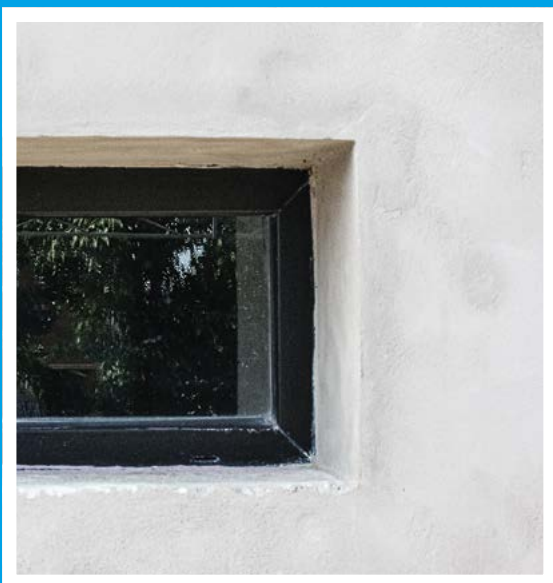
- Wärmeleitfähigkeit λ : 0,04 – 0,06 Watt/(mK)
- Außendämmung, Perimeterdämmung, erdberührte Wände
- Dieser Stoff nimmt trotz großen Porenraums kein oder nur sehr wenig Wasser auf; unempfindlich gegenüber Wasser
- besteht zum Großteil aus Altglas, einem Recycling-Produkt



▲ XPS Extrudierter Polystyrol-Hartschaum

XPS Extrudierter Polystyrol-Hartschaum

- Wärmeleitfähigkeit λ : 0,032 – 0,040 Watt/(mK)
- Außendämmung, Perimeterdämmung, unterhalb von erdberührten Bodenplatten, erdberührte Wände
- nimmt in der Regel auch bei langfristiger Wassereinwirkung kaum Wasser auf
- jedoch wenig umweltfreundlich



▲ Kalkzementputz auf oberem Teil der Außenwand

Mineralische Kalkputze

- traditioneller, mineralischer Naturbaustoff aus Kalk u. Sand (sofern ohne Zusatzst.)
- feuchtigkeitsregulierend, jedoch nicht wasserabweisend
- durch hohen pH-Wert antibakteriell
- weniger druckfest als Zementputz, jedoch flexibler und weniger rissanfällig
- in Kombination mit Zement druckfester und wasserabweisend ► Außenfassade
- Erneuerung bei hoher Salzbelastung

Übersicht – Wasserbeständigkeit und Umweltfreundlichkeit von Bauteilbeschichtungen

grün = hohe Wasserbeständigkeit / umweltfreundliches Baumaterial
orange = mittlere Wasserbeständigkeit / mittlere Umweltfreundlichkeit
rot = keine Wasserbeständigkeit / geringe Umweltfreundlichkeit

DÄMMSTOFFE

Baustoffe	Untergrund	Wasserbeständig	Umweltfreundlich	Besonderes	Preis*
EPS - Expandiertes Polystyrol					
Außendämmung, Perimeterdämmung, Innen-dämmung, erdberührte Wände, oberhalb Bodenplatte (Trittschalldämmung)	Mineralische Flächen, Kalk, Kalkzementputz, sofern sauber und trocken	Nimmt bei Lagerung unter Wasser nur geringe Mengen Feuchtigkeit auf	Erdölbasierte Herstellung, schwierig zu recyceln, Verbrennung in Abfallverbrennungsanlagen, Deponierung als Sonderabfall	Nicht diffusions-offen	~ 41 €/m²
PUR - Polyurethan					
Außendämmung, Perimeterdämmung	Mineralische Flächen, Kalk, Kalkzementputz, sofern sauber und trocken	Nimmt bei Lagerung unter Wasser nur geringe Mengen Feuchtigkeit auf	Erdölbasierte Herstellung, Einsatz von Chemikalien, Verbrennung in Abfallverbrennungsanlagen	Nicht diffusions-offen	~ 42 €/m²
XPS - Extrudierter Polystyrol					
Außendämmung, Perimeterdämmung, erdberührte Bauteile: unterhalb von Bodenplatten und Sockelbereichen	Mineralische Flächen, Kalk, Kalkzementputz, sofern sauber und trocken	Nimmt in der Regel auch bei langfristiger Wassereinwirkung kaum Wasser auf	Erdölbasierte Herstellung. Verwendet je nach Produkt als Treibmittel HFKW, das ozonabbauende Stoffe enthält	Für Anbringung des Putzes XPS-R (raue oder gewaffelte Oberfläche) empfohlen	~ 42 €/m²
Schaumglas Platten					
Außendämmung, Perimeterdämmung, erdberührte Wände	Mineralische Flächen, Kalk, Kalkzementputz, sofern sauber und trocken	Nimmt trotz großen Porenraums kein oder nur sehr wenig Wasser auf, unempfindlich gegenüber Wasser, unverrottbar	Aus Altglas hergestellt. Kann wieder eingeschmolzen oder als Bauschutt deponiert werden. Herstellung sehr energieintensiv, jedoch lange Lebensdauer.	Großflächig druckstabil (je nach Dichte), kann wenig punktuelle Lasten aufnehmen	~ 93 €/m²
Schaumglas Schotter					
Unterhalb von erdberührten Bodenplatten	Geotextilvlies, auf Erdreich	Nimmt trotz großen Porenraums kein oder nur sehr wenig Wasser auf, unverrottbar, nicht zulässig bei drückendem Grundwasser	Aus Altglas hergestellt. Kann wieder eingeschmolzen oder als Bauschutt deponiert werden. Herstellung sehr energieintensiv, jedoch lange Lebensdauer.		~ 160 €/m³
Mineralwolle					
Außendämmung, Innendämmung, oberhalb Bodenplatte (Trittschalldämmung)	Alle Untergründe (inkl. Holzbau)	Diffusionsoffen, nimmt Wasser auf, in der Regel anschließend nicht mehr verwendbar	Energieaufwand bei Herstellung gering, Entsorgung als Bauschutt oder wiederverwendbar		~ 27 €/m²
Holzdämmstoffe, Faserdämmstoffe					
Außendämmung, Innendämmung	Alle Untergründe (inklusive Holzbau)	Diffusionsoffen, nimmt Wasser auf, anschließend nicht mehr verwendbar	Nachwachsender Rohstoff, Plattenherstellung energieintensiv	Möglich als Flocken oder Dämmplatte	~ 40 €/m²

* Baukosten pro Menge (m² oder m³), Baukosteninformationszentrum (BKI 2014), Faktor 1,37 (Prognose 4.Quartal 2021)

PUTZE

Bauteil	Untergründe	Wasserbeständig	Umweltfreundlich	Besonderes	Preis*
Kunstharzputz (Dispersionsputz, organisch)					
Außenputz und Innenputz	Alle bauüblichen Untergründe	Wasserabweisend, trotzdem wasserdampfdurchlässig	Aus Kunstharz (Kunststoff aus Harz und Härter); Herstellung sehr energieintensiv; Entsorgung problematisch	Langlebigkeit, gut geeignet für WDVS / Oberputz	~ 23€/m ² (außen)
Kalkputz (mineralisch)					
Außenputz (bei Verwendung von hydraulischem Kalk) und Innenputz	Alle bauüblichen Untergründe	Kapillaraktiv, feuchtigkeits-regulierend	Sehr gut / Deponierung problemlos bei ausschließlich mineralischen Zuschlägen	Kapillaraktiv: geeignet für temporäre Wasserbelastung	~ 41 €/m ² (innen)**
Kalkzement-Putz (mineralisch)					
Außenputz (und Innenputz)	Alle bauüblichen Untergründe	Wasserabweisend, teilweise diffusions-offen	Zement: energieintensive Herstellung und umweltbelastend	Langlebig	~ 26 €/m ² (innen)
Lehmputz (mineralisch)					
Außenputz und Innenputz	Alle bauüblichen Untergründe	Diffusionsoffen, feuchtigkeits-regulierend, läuft bei größeren Flächen Wasser über den Putz, sind Abwaschungen möglich	Sehr gut / Deponierung problemlos bei ausschließlich mineralischen Zuschlägen	Diffusionsoffen: geeignet für Feuchtigkeit	~ 42 €/m ² (innen)
Gipsputz (mineralisch)					
Innenputz	Nahezu alle bauüblichen Untergründe	Feuchtigkeitsregulierend (Wasserbindung aus der Luft), nimmt Wasser auf, anschließend nicht mehr verwendbar	Aus Gips (Dihydrat) und Anhydrit oder aus REA-Gips / Recycling wenig rentabel und deshalb bislang nur unzureichend	Sehr porös, weicht auf bei länger anhaltender Durchfeuchtung	~22 €/m ² (innen)
Silikatputz (mineralisch + Kunstharzdispersion)					
Außenputz und Innenputz	Nahezu alle bauüblichen Untergründe	Wasserdampfdurchlässig und wasserdicht	Biozid freie Silikatputze gehören zu den mäßig umweltbelastenden Fassadenputzen	Langlebig, gut geeignet für WDVS / Oberputz	~18€/m ²
Sanierputz					
Außenputz und Innenputz	Besonders für feuchtigkeits- und salzbelastetes Mauerwerk	Porös und wasserdampfdurchlässig, geringe kapillare Leitfähigkeit (von außen nach innen)	Zementgebundener Werk trockenmörtel mit mineralischen Zuschlägen: energieintensive Herstellung und umweltbelastend	Speichert auskristallisierte Salze durch Porenvolumen, ohne größere Schäden	~31€/m ²

* Baukosten pro Menge (m² oder m³), Baukosteninformationszentrum (BKI 2014), Faktor 1,37 (Prognose 4.Quartal 2021)

** Baukosten aus Praxisbeispiel: Renovierungsmaßnahmen Berlin-Tempelhof

FARBEN

Bauteil	Untergrund	Wasserbeständig	Umweltfreundlich	Besonderes	Preis*
Kunststoffdispersionsfarbe (organisch)					
Außen und Innen	Nahezu alle bauüblichen Untergründe, außer auf kalkhaltigen und porösen U.	Sehr wasserabweisend, nicht atmungsaktiv	Kunststoff, erdöl-basierte Herstellung		~ 5 €/m ² (innen)
Silikonharzfarbe (organisch)					
Außen und Innen	Nahezu alle bauüblichen Untergründe	Sehr wasserabweisend, trotzdem sehr wasserdampfdurchlässig	Harze und Emulsionen mit Quarzsand, Herstellung mehrstufiger und energieintensiver chemischer Prozess		~12 €/m ² (innen)
Silikatfarbe (mineralisch)					
Außen und Innen	Nahezu auf allen mineralischen Untergründen, Beton und Faserzement nur bedingt	Wetterfest, sehr wasserdampfdurchlässig	Mäßig umweltbelastend, wenige bis keine Anteile an organischen Lösemitteln	Farbpalette eingeschränkt, echte Silikatfarben schwer erhältlich und zu verarbeiten	~ 8 €/m ² (innen)
Kalkfarbe (mineralisch)					
Außen und Innen	Nahezu auf allen mineralischen Untergründen, besonders gut: kapillaraktive	Diffusionsoffen, kapillarakktiv, feuchtigkeitsregulierend, empfindlich im Außenbereich	Deponierung problemlos bei ausschließlicher mineralischen Zuschlägen		~ 12 €/m ² (innen)**

* Baukosten pro Menge (m² oder m³), Baukosteninformationszentrum (BKI 2014), Faktor 1,37 (Prognose 4.Quartal 2021)

** Baukosten aus Praxisbeispiel: Renovierungsmaßnahmen Klipphausen

BODENBELÄGE

Bauteil	Untergründe	Wasserbeständig	Umweltfreundlich	Besonderes	Preis*
Naturstein-Platten					
Boden, über Estrich	Estrich	Geeignet für Feuchträume	Ablagerung auf Bauschuttdeponie	Bauteilaufbau beachten, siehe unten.	~ 195 €/m ²
Keramik					
Boden, über Estrich	Estrich	Geeignet für Feuchträume / hoch wasser- und schmutzresistent, langlebig	Natürliche Rohstoffe, Herstellung mit geringer Umweltbelastung, Ablagerung auf Bauschuttdeponie	Bauteilaufbau entscheidend: unter dem Estrich keine wasseranfällige Trittschalldämmung verlegen.	~ 82 €/m ²
PVC/Linoleum Belag					
Boden, über Estrich	Estrich	Geeignet für Feuchträume	Kunststoff, erdöl-basierte Herstellung	Bauteilaufbau beachten, siehe oben.	~ 44 €/m ²
Holzboden					
Boden, über Estrich	Estrich	Wenig geeignet; bei starker Feuchtigkeit kommt es zu irreversiblen Verformungen.	Nachwachsender Bau- und Werkstoff		~ 137 €/m ²

* Baukosten pro Menge (m² oder m³), Baukosteninformationszentrum (BKI 2014), Faktor 1,37 (Prognose 4.Quartal 2021)

Flutwasser über definierte Gefälle und Schächte sammeln und abpumpen

Was tun, wenn im HW-Fall der Eintritt von Sickerwasser durch Undichtigkeiten in Abdichtungen oder Schutzvorrichtungen nicht vermieden werden kann?

Sickerndes Oberflächen- oder Grundwasser kann in betroffenen Geschossen durch Gefälle der Fußböden gezielt geleitet und in Schächten am tiefsten Punkt platziert gesammelt werden. In einem Pumpensumpf - eine Wanne aus wasserundurchlässigem Stahlbeton, abgedeckt mit einem Gitterrost - läuft im HW-Fall das

drückende Grundwasser und durch Undichtigkeiten hereinsickernde Oberflächenwasser zusammen und wird dort mit einer sensorgesteuerten Tauchpumpe über Rückstauniveau abgepumpt. Abdichtungen der Außenwände und Sicherung der Öffnungen der betroffenen Geschosse sind dennoch nötig, damit der Pumpensumpf nicht überläuft und die Pumpenkapazität nicht überschritten wird. Tritt das Wasser „sturzflutartig“ durch nicht gesicherte Öffnungen hinein, kann diese Technik nicht mehr angewendet werden.



▲ Pumpensumpf mit Zulauf für Flutwasser

Pumpensumpf

- Behälter um eine Pumpe herum, in dem sich Grund- bzw. Flutwasser sammelt
- am tiefsten Punkt der zu entwässernden Fläche gelegen
- Ausführung aus wasserundurchlässigem Stahlbeton
- Tauchpumpe mit Sensor, um das Becken im HW-Fall kontinuierlich zu leeren



▲ 21. Juli 2021 - Schleiden, Deutschland: Das Ehepaar Ellen und Friedrich Keil mit einem Trockner vor Ihrem von der Flut zerstörten Haus

Unterstützung der Bauteiltrocknung durch Lüftung und Heizkörper

Wie können Bauteile in von Feuchte- und Sickerwasser gefährdeten Bereichen wieder getrocknet werden? Wenn der Wassereintritt in Geschosse nicht vollständig vermieden werden kann, sollten neben einem angepassten Bauteilaufbau und der gezielten Wasserableitung, adäquate Lüftungs- und Heizungsmöglichkeiten eingeplant werden. Kurzfristig können mobile Heiz- und Trocknungsgeräte

und Ventilatoren eingesetzt werden. Für eine Verbesserung der langfristigen gründlichen Bauteiltrocknung sorgen die Installation (zusätzlicher) robuster Heizkörper in betroffenen Flächen, Anordnung von Öffnungen mit Möglichkeiten der Querlüftung (Durchzug) oder auch Nutzbarmachung alter Kaminabzüge, u.a.

Umweltfreundliche und hochwassersichere Wärmeversorgung

▼ Wohnanlage in Michendorf mit Solarinstallationen



Voraussetzungen und Anforderungen

Nach einem Hochwasserereignis ist zu prüfen, ob die bestehende Wärmeerzeugungsanlage beschädigt wurde oder ob sie an einem hochwassersicheren Ort steht. Wenn die Begutachtung ergibt, die alte Anlage zu ersetzen, sollten die Möglichkeiten des Einsatzes von umweltfreundlichen Wärmeversorgungen wie beispielsweise Solarthermie in Kombination mit einer Wärmepumpe oder einer Pelletheizung geprüft werden. Denn die Erneuerung einer Ölheizung ist kritisch zu hinterfragen: Neben dem Verbot der Errichtung neuer Ölheizungen in Überschwemmungsgebieten (Wasserhaushaltsgesetz, § 78c) dürfen diese grundsätzlich ab 2026 nur noch unter bestimmten Auflagen wie der anteiligen Kombination mit Erneuerbaren Energien errichtet werden (Gebäudeenergiegesetz – GEG, § 72).

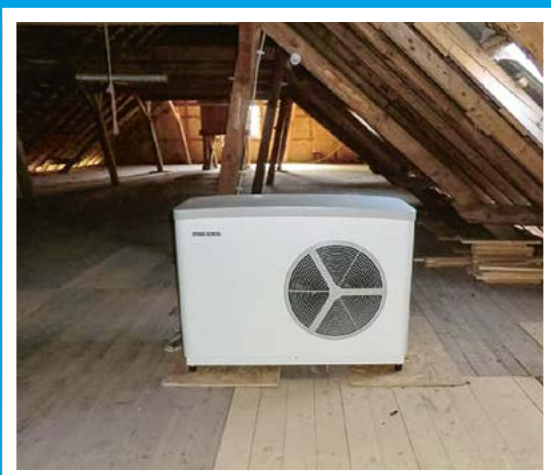
Je nach gewähltem neuen System müssen unterschiedliche Anforderungen an das Gebäude berücksichtigt werden: Ist das Dach für eine Solaranlage geeignet (in Bezug auf Ausrichtung, Fläche und Tragfähigkeit)? Welche Systeme sind mit der energetischen Qualität der Gebäudehülle sowie der aktuellen Heizungsverteilung kompatibel oder ist eine Neuinstallation (Niedertemperatursysteme wie Flächenheizungen) gegebenenfalls in Kombination mit Maßnahmen zur Verbesserung der thermischen Qualität der Gebäudehülle (Dämmung, neue Fenster) erforderlich? Welche Flächen stehen für eine hochwassersichere Installation der Anlage inklusive Brennstofflager im Gebäude oder auf dem Grundstück zur Verfügung? Neben der Prüfung von Fördermöglichkeiten hierfür aus dem Wiederaufbau ist es sinnvoll, eine Fachperson für Energieeffizienz hinzuzuziehen und sich hinsichtlich zusätzlicher Fördermöglichkeiten der Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW), Energieeffizient Sanieren, oder des Bundesamts für Wirtschaft

und Ausfuhrkontrolle (Bafa), Bundesförderung für energieeffiziente Gebäude (BEG) beraten zu lassen. Für die BEG-Förderung wurden besondere Regeln für die vom Hochwasser 2021 Betroffenen erlassen.

Gasbrennwertthermen können HW-sicher an der Wand aufgehängt oder in ein oberes Geschoss verlegt werden. Sollte kein Gasanschluss im Quartier vorhanden sein, können Flüssiggastanks von Energiegesellschaften auf dem Grundstück aufgestellt, beliefert und gewartet werden. Auch Pelletheizungen- und Lager können in oberen Geschossen untergebracht werden. Bei der Lieferung neuer Pellets muss jedoch beachtet werden, dass diese entsprechend in die oberen Geschosse gebracht werden müssen, statt geschüttet zu werden (wie üblicherweise in Keller). Zudem muss in oberen Geschossen hierfür der entsprechende Platz vorhanden sein. Solarthermie-Paneele werden in der Regel ohnehin HW-sicher auf Dächern montiert. Auch Wärmepumpen können in oberen Geschossen aufgestellt werden. In Kombination mit Photovoltaikmodulen (PV) und Batterien (Strom für die Wärmepumpe) kann das Wärmeerzeugungssystem autark funktionieren und im HW-Fall weiter betrieben werden, unabhängig vom Zustand der kommunalen Leitungen. Die Einrichtung eines Notstromsystems durch PV und Batterien kann bei größeren Strombedarfen (zum Beispiel für soziale Einrichtungen) durch die Anschaffung von Notstromaggregaten ergänzt werden; etwa für den Betrieb von Pumpen, Sicherheitsbeleuchtung, medizinische Geräte, Servern, Aufzügen, Kühlzellen, Herd, Brandmeldeanlage (BMA) und Telefon. Auch ein Notstromsystem muss oberhalb des Hochwasserniveaus installiert werden.

Eigenschaften der Systeme im Vergleich

System	Aufstellung	Autarkie	Besonderheiten	Preisbeispiele
Heizölanlage – basiert auf fossilen Energieträgern, Umweltfreundlichkeit: gering				
Erzeugung von Wärme durch die Verbrennung von Heizöl	Hochwassersicherer Platz für Tank und Öl-Brennwerttherme unabdingbar	Abhängig von der Größe und dem Aufstellort des Öltanks	Auslaufendes Heizöl schadet Umwelt und Bauwerk; Verbot neuer Ölheizungen in Überschwemmungs-gebieten, § 78 c WHG und allgemein ab 2026, GEG § 72	Anschaffung Ölkessel: 2.700 bis 6.000 € mit Einbau und Zubehör: 7.000 bis 10.000 €
Gasanlage – basiert auf fossilen Energieträgern, Umweltfreundlichkeit: gering				
Erzeugung von Wärme durch Gasinstallation	Hochwassersicherer Platz für Gas-Brennwerttherme	Abhängig von Gasleitungen, jedoch Aufstellung von Flüssig-gastanks auf dem Grundstück möglich	Kosten abhängig von Größe und Leistung, ob mit Speicher oder ohne.	Anschaffung Gastherme (ohne Speicher): 3.500 bis 7.000 €; mit Einbau und Zubehör: 4.800 bis 11.000 €
Solarthermie – basiert auf der Nutzung erneuerbarer Energie, Umweltfreundlichkeit: hoch				
Erzeugung von Wärme durch Solarenergie	Geeigneter Platz auf dem Dach: Ausrichtung, Fläche, Tragfähigkeit	Autark in Kombination mit anderen Systemen wie Wärmepumpe u. PV		Flachkollektoren (Kollektorfläche ca. 9 m², mit 500l Speicher): 4.500 € + 3.000 € Montage
PV-Anlage – basiert auf der Nutzung erneuerbarer Energie, Umweltfreundlichkeit: hoch				
Erzeugung von Strom durch Solarenergie	Geeigneter Platz auf dem Dach: Ausrichtung, Fläche, Tragfähigkeit	Autark in Kombination mit Batterien	Batterien zum Beispiel zum Betrieb von Wärmepumpen und Tauchpumpen im Notfall	PV für Anlage von ca. 2 kW (inkl. Batterien und Wechselrichter): 8.500 €
Wärmepumpe (WP) – basiert auf der Nutzung erneuerbarer Energie (EE), Umweltfreundlichkeit: hoch				
Erzeugung von Wärme aus Erdreich (Erdwärmepumpe), Wasser oder Luft (Abluft-Wärmepumpe, Luft/Wasser-Wärmepumpe)	Hochwassersicherer Platz für die Wärmepumpe drinnen oder außen (je nach System)	Autark in Kombination mit PV-Anlage und Solarthermie	WP ideal in Kombination mit Flächenheizungen; Luft/Wasser-WP für Sanierung geeignet, Erd-WP benötigt Erdkollektoren; Geräuschemission zu berücksichtigen (zw. ~ 30-60 dB je nach System)	Luft-Wasser Wärmepumpe (Monoblock mit Warmwasserspeicher, 16 kW): 13.500 € + ca. 4.000 € Montage



▲ Wärmepumpe im Dachgeschoss hochwassersicher

Wärmepumpe

- Erzeugung von Wärme aus Erdreich (Erdwärmepumpe), Wasser oder Luft (Abluft-Wärmepumpe, Luft/Wasser-Wärmepumpe)
- Unkomplizierte Variante für Sanierung: Luft/Wasser; Flächenheizung empfohlen
- Hochwassersicherer Ort auf Grundstück / im Innenraum erforderlich
- Autark in Kombination mit PV-Anlage

System	Aufstellung	Autarkie	Besonderheiten	Preisbeispiele
Pelletbrennheizung – basiert auf nachwachsenden Rohstoffen, Umweltfreundlichkeit: hoch				
Erzeugung von Wärme durch Vergasung von Pellets (gepresste Holzwerkstoffe)	HW-sicherer Platz für Pelletlager und Pelletbrenntherme	Abhängig von der Größe und dem Aufstellort des Pelletlagers; auch in Kombination mit anderen Systemen wie Solarthermie	Notwendiger trockener, HW-sicherer Lagerplatz ($1\text{kW}=0,9\text{m}^3$), wenn möglich an Außenwand wg. Anlieferung.	Pelletheizung inkl. Pelletkessel, Lager, Pufferspeicher, Fördersystem und Montage: 13.000 € bis 21.000 €
Blockheizkraftwerk (BHKW) basiert auf foss. Energieträgern o. nachw. Rohst., Umweltfreundlichkeit: mittel – hoch				
Kraftwärmekopplung bei gleichzeitiger Erzeugung von Strom und Wärme mit Hilfe eines, mit Gas, Öl oder Holz betriebenen Motors in Kombination mit einem Generator	Hochwassersicherer Platz für Energieträger und Anlage erforderlich	Strom und Wärmeerzeugung in Abhängigkeit von der Leistung der Anlage und der Verfügbarkeit des Energieträgers.	Sehr effiziente Nutzung des Brennstoffes, Umweltfreundlichkeit und Luftemissionen je nach Brennstoff, Einsatz lohnt sich bei hohen Betriebsstunden	Mikro-BHKW (2,5 -10 kW) Inkl. Generator, Motor, Wärmetauscher, Steuereinheit und Schallschutz Zubehör und Anschluss ca. 3.500 – 5.000 €/ kW elektrische Leistung
Hybridheizung basiert primär auf fossilen Energieträgern in Kombination mit EE, Umweltfreundlichkeit: mittel				
Bestehend aus einer Kombination etwa Gasbrennwerttherme + Solarthermie/WP	Geeigneter und hochwassersicherer Platz für die Anlage erforderlich	Gasbrennwerttherme: Autarkie abhängig von Gasleitungen bzw. Aufstellung von Flüssiggastanks Solarthermie/WP: Autark bei geringen Lasten oder in Kombination mit anderen Systemen	Effizienz und Nachhaltigkeit hängt stark von den kombinierten Systemen und ihrem Zusammenspiel ab	Kosten (Heizung und Warmwasser) sind abhängig vom gewählten System Gas + Solarthermie: ca.17.000 € Wärmepumpe + Gas: ca. 12.000 € Pellets + Solarthermie: ca. 30.000 €
Minibrennstoffzellen sehr effiziente Nutzung von fossilen Energieträgern, Umweltfreundlichkeit: hoch				
Brennstoffzellen-Heizgerät mit integrierter Gas-Brennwerttechnik und Warmwasserspeicher Anlage wird mit Wasserstoff betrieben	Geeigneter und hochwassersicherer Platz für die Anlage	Strom und Wärmeerzeugung in Abhängigkeit von der Leistung der Anlage und der Verfügbarkeit des Energieträgers	Hoher elektrischer Wirkungsgrad; emissionsarmer Betrieb ohne Verbrennung; für die Herstellung des Wasserstoffes wird Erdgas benötigt; Anlage deckt aus effizienzgründen in EFH meist nur Grundlast ab; Zellen müssen ca. alle 25 Jahre getauscht werden.	Heizanlage mit Zubehör und Installation ca. 20.000 € – 40.000 €



▲ Pelletbrennheizung mit Silo (grau)

Pelletbrennheizung

- Erzeugung von Wärme durch Vergasung von Pellets (gepresste Holzwerkstoffe)
- Hochwassersicherer Ort für Therme, Platz für Lagerung erforderlich (auch im EG und OG möglich)
- Lagerplatz ($1\text{kW}=0,9\text{m}^3$), wenn möglich an Außenwand wg. Anlieferung
- Autarkie: Abhängig von der Größe und dem Aufstellort des Pelletlagers

Natürlichen Wasserrückhalt auf dem Grundstück stärken



▲ Gründach, Mulde und wassergebundene Wegedecke

Voraussetzungen und Anforderungen

Neben der hochwassersicheren Gebäudesanierung ist es nach einer Überschwemmung überlegenswert, wie die Außenbereiche und das Gelände um das Gebäude herum zukünftig gestaltet werden können, um den Boden so vorzubereiten, dass der größtmögliche Teil des Regen- und Flutwassers aufgenommen werden kann, statt sich zu Hochwasser oder Flutwellen zu kumulieren. Bisher versiegelte Flächen (Zuwege & Parkplätze) und Dächer können genutzt werden, um Regenwasser (temporär) aufzunehmen. Voraussetzung ist, dass auf dem Grundstück Platz für Ausgleichsmaßnahmen vorhanden ist. Außerdem muss die Bodenbeschaffenheit berücksichtigt und analysiert werden, da nicht alle Bodentypen die gleiche Menge Wasser aufnehmen können: Lehm Böden sind beispielsweise nicht so durchlässig

wie Böden aus Sand oder Kies. Auch die Grundstückstopografie (zum Beispiel flach oder abschüssig) muss berücksichtigt werden. Für Maßnahmen auf dem Dach müssen die Eigenschaften des Dachs berücksichtigt werden. Der nachträgliche Aufbau eines Gründachs erfordert beispielsweise eine flache Dachneigung und das Tragwerk muss für die Aufnahme der zusätzlichen Last geeignet sein.

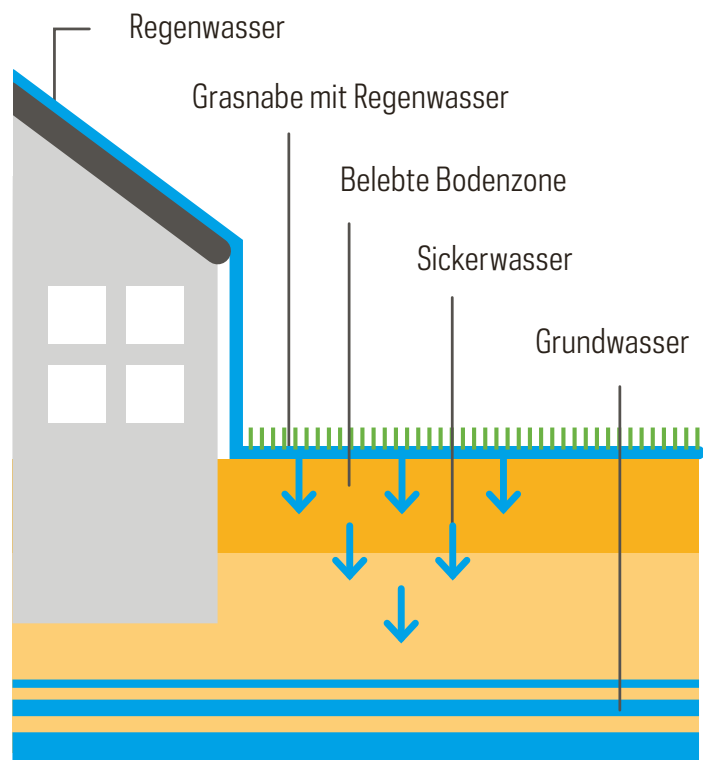
Es gibt verschiedene Maßnahmen um das Regenwasser auf dem Grundstück zu bewirtschaften: Versickerung, Retention oder Nutzung. Die verschiedenen Prinzipien werden im Folgenden beschrieben.

Bauliche Maßnahmen

- Versickerung auf dem Grundstück: je nach Fläche, Topografie und Bodenverhältnisse mit Hilfe von Mulden und Rigolen. Oberflächen müssen unversiegelt sein, dafür sind Rasen, Schotterrasen, wassergebundene Wegedecke oder Rasengittersteine geeignet
- Retention auf dem Grundstück mit Retentionsteich
- Retention auf dem Dach (Flachdach) mit Dachbegrünung

Flächenversickerung

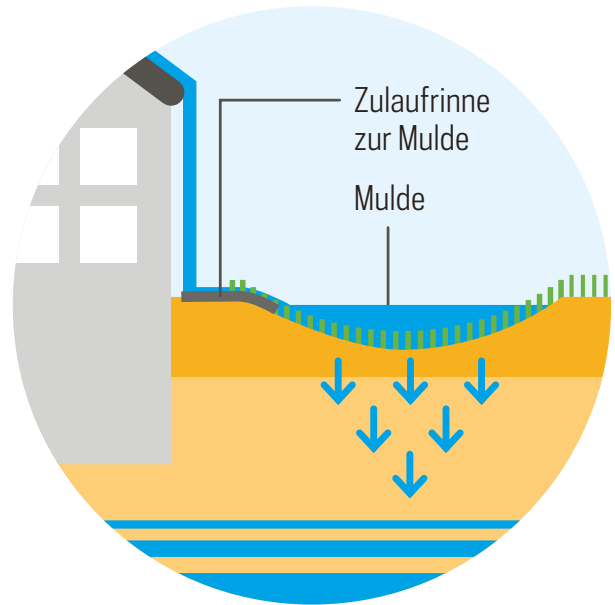
Regenwasser wird auf eine offene, unversiegelte Fläche geleitet, von wo aus es in den Untergrund versickern kann. Diese Maßnahme ist nur bei Böden mit einer sehr guten Durchlässigkeit möglich. Außerdem sollten diese Flächen kein starkes Gefälle aufweisen, um ein Abfließen zu vermeiden. Unversiegelte Flächen können Rasenflächen sein, aber auch wassergebundene Wegedecken (Deckschicht: Sand-Splitt-Gemisch ohne Bindemittel), Schotterrasen (Mischung aus Schotter und Rasen) oder Rasengittersteine (Parkplätze, Wege).



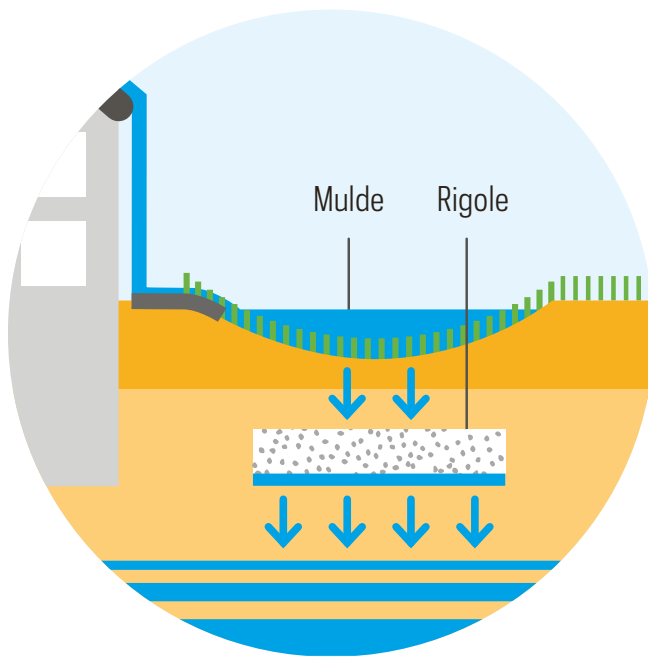
▲ Flächenversickerung

Muldenversickerung & Rigolen

Bei guter bis mittlerer Durchlässigkeit von Böden und dort, wo nur begrenzter Platz zur Verfügung steht, ist die Bildung einer Mulde hilfreich, in die das Wasser zur Versickerung eingeleitet wird. Die Oberfläche wird am besten durch Rasen gebildet. Bei geringer Durchlässigkeit des Oberbodens besteht die Möglichkeit, eine Mulde mit einer darunterliegenden Rigole (ein mit Kies gefülltes Auffangbecken) zu kombinieren, die Regenwasser temporär speichert und dann zeitverzögert versickert. Der Oberboden kann undurchlässig sein, tiefer gelegene Bodenschichten unter der Rigole müssen jedoch durchlässig sein.

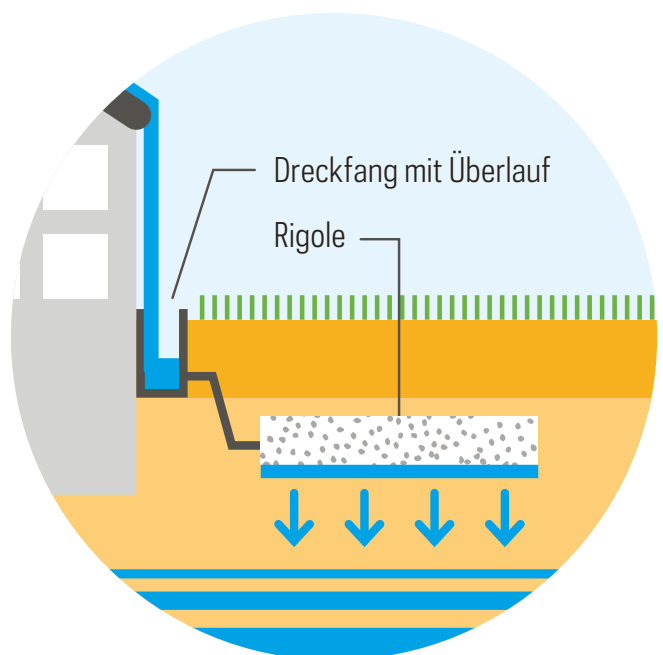


▲ Muldenversickerung

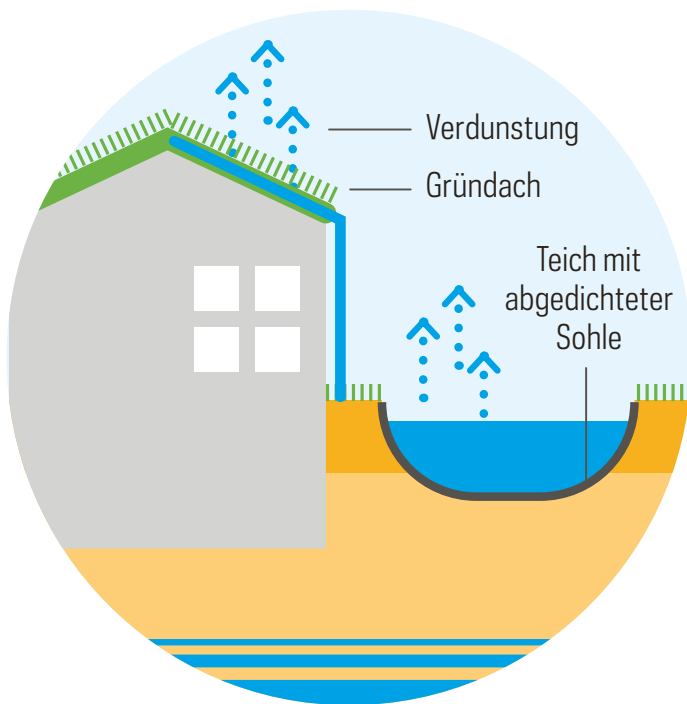


▲ Muldenversickerung mit Rigole

Rigolenversickerung: etwa bei direkter Ableitung von Wasser vom Dach. Da das Regenwasser in Rigolen nicht gereinigt wird, hilft die bepflanzen Oberfläche der Mulde, das gegebenenfalls durch Partikel oder Schmutz von Oberflächen wie Metaldächern oder Parkplätzen verunreinigte Regenwasser vorab zu reinigen.



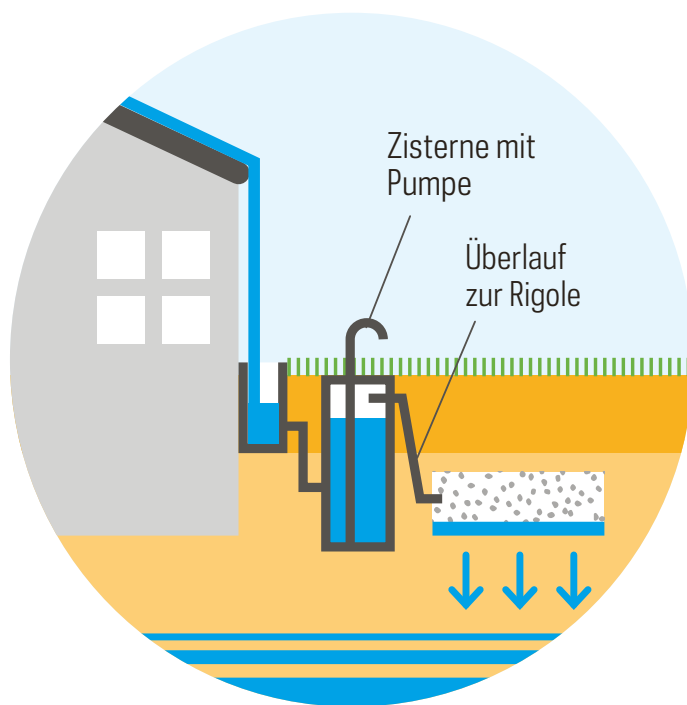
▲ Rigolenversickerung



▲ Zwischenspeicher: Gründach & Teich

Retention durch Dachbegrünung und Teiche

Retention bedeutet die ausgleichende Wirkung von Wasserstauräumen, die dazu dienen, einen verzögerten bzw. verringerten Abfluss von Regenwasser zu bewirken. Auf einem Grundstück können neben Mulden und Rigolen auch Dachbegrünungen, Retentions-teiche und Zisternen hierfür genutzt werden. Bei einem Retentionsteich wird das Wasser auf dem Grundstück aufgefangen und kann über die Teich-oberfläche verdunsten.



▲ Zwischenspeicher: Zisterne

Dachbegrünung bewirkt eine Zwischenspeicherung von Regenwasser mit einem zeitlich versetzten Abfluss. So wird die Zeit für die mögliche Verdunstung verlängert. Man unterscheidet zwischen exten-siver (Einsatz von für die Bepflan-zung geeignetem Substrat) und inten-siver Dachbegrünung (naturähnlicher Bodenaufbau auf dem Dach).

Weiterführende Informationen

Ausnahmeregelungen in der Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG)

<https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/KfW-Hochwasser-Hilfe/?redirect=668416>

Ausweisung von Überschwemmungsgebieten entlang der Ahr

https://sgdnord.rlp.de/fileadmin/sgdnord/Wasser/UESG/Ahr/Arbeitskarten/UEberschwemmungsgebiet_Ahr-Arbeitskarten_Zukunftskonferenz.pdf

Bundesamts für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (Bafa), Bundesförderung für energieeffiziente Gebäude

https://www.bafa.de/DE/Energie/Effiziente_Gebaeude/Sanierung_Wohngebaeude/sanierung_wohngebaeude_node.html

Gesetz zur Einsparung von Energie und zur Nutzung erneuerbarer Energien zur Wärme- und Kälteerzeugung in Gebäuden (Gebäudeenergiegesetz – GEG)

<https://www.gesetze-im-internet.de/geg/GEG.pdf>

Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushalts (WHG), Abschnitt 6: Hochwasserschutz

https://www.gesetze-im-internet.de/whg_2009/

Hochwasserschutzbibel – Objektschutz und bauliche Vorsorge, Bundesministerium des Innern, für Bau und Heimat (BMI), 2018

<https://www.fib-bund.de/Inhalt/Themen/Hochwasser/>

Hochwasser verstehen, erkennen, handeln, Umweltbundesamt

<https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/hochwasser>

Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW), Energieeffizient Sanieren

<https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/Privatpersonen/Bestehende-Immobilie/Energieeffizient-sanieren/>

Regenwasserbewirtschaftung – Informationen für den Bürger, Stadt Bottrop, 2011

https://www.bottrop.de/wohnen-umwelt-verkehr/umwelt/verbraucherinfos/110704_Regenwasserbewirtschaftung.php

WECOBIS (Datenbank) des BMI hilft Ihnen bei der ökologischen Baustoffauswahl

<https://www.wecobis.de/>



▲ 25. Juli 2021 – Schleiden, Deutschland: Flutopfer Maria Heß (links) vor ihrem innen völlig zerstörten Hauses in der Poensgenstraße

IMPRESSUM

Herausgeber

Evangelisches Werk für Diakonie und Entwicklung e. V.,
Diakonie Katastrophenhilfe, Caroline-Michaelis-Straße 1,
10115 Berlin, service@diakonie-katastrophenhilfe.de,
www.diakonie-katastrophenhilfe.de

Redaktion

Stefan Libisch, Lena Bledau, Martin Keßler (V.i.S.d.P.)

Konzeption, Texte und Beratung:

humantektur gUG (haftungsbeschränkt), Berlin

Satz / Layout sinnwerkstatt Medienagentur GmbH, Berlin

Druck Spree Druck Berlin GmbH

Papier 100 % Recyclingpapier

Art.-Nr. 219 103 840

Januar 2022

Bildnachweis

Vereinigung Kantonaler Feuerversicherungen in Bern (Seite 1)

Hermann Bredehorst/Diakonie Katastrophenhilfe (Seite 2, 10, 12, 21, 31)

Maier Systeme – Karl Maier GmbH (Seite 6)

Gemeindevertreter, Gemeindehaus der Evangelisch-Lutherischen Kirchgemeinde St.

Marien, „Lutherhaus“ in Gera, ~ 2014 (Seite 7)

Kurzböck Manufaktur – Stefan Kurzboeck (Seite 8)

Baufachmagazin Baulinks, ARCHmatic – Alfons Oebbeke (Seite 9)

Darstellung sinnwerkstatt nach Alexander Ternes, Bauternes, Grundrisse

Renovierung Zweifamilienhaus (Seite 13)

Foamglas (Seite 16 oben, Mitte)

Maika Buttler, humantektur (Seite 16 unten, 20)

Michael Grausam, humantektur (Seite 22)

ENS GmbH (Seite 24)

Meisterbetrieb Oestreich (Seite 25)

Stadt Celle (Seite 26 Mitte)

Dirk Prothmann Garten- und Landschaftsbau (Seite 26 rechts)

