

FAKTOR X

Ressourceneffizient und hochwasserangepasst planen und bauen

Ausweichen – Widerstehen – Anpassen



Julia Kaiser

Re **BAU**

faktor X
agentur

der Entwicklungsgesellschaft indeland GmbH

HOCHWASSER, 100 JÄHRIGES HOCHWASSER UND EXTREMHOCWASSER

Das jüngste Hochwasserereignis im Juli 2021, das auch das Rheinische Revier betroffen hat, zeigt, wie wichtig es ist, Starkregen mit daraus folgenden Flutwellen und Hochwasser in der städtebaulichen Planung zu berücksichtigen. Eine Berücksichtigung dieses Risikos in der Art wie ein Gebäude gebaut wird, ist unerlässlich.

Laut Wasserhaushaltsgesetz (WHG) ist das Bauen in festgesetzten Überschwemmungsgebieten (Abb. c) unzulässig. Eine Fläche ist dann ein Überschwemmungsgebiet, wenn mit hoher oder mittlerer Wahrscheinlichkeit eine Überschwemmung alle 100 Jahre oder häufiger auftritt (HQ 100). Teilweise sind diese festgesetzten Überschwemmungsgebiete aber schon längst bebaut. Darüber hinaus gibt es von dem Bauverbot auf HQ-100-Flächen zahlreiche Ausnahmen, sodass es in der Vergangenheit immer wieder dazu gekommen ist, dass auch Gebiete, die eigentlich dem Hochwasserschutz als Retentionsfläche dienen, bebaut wurden.

Grundsätzlich verfolgt man beim Hochwasser-Management drei verschiedene Ansätze: 1. Ausweichen, 2. Widerstehen und 3. Anpassen.

AUSWEICHEN

Die Kategorie Ausweichen umfasst mehrere Prinzipien. Einerseits ist damit die Vermeidung einer Gefährdung durch Ausweichen in höhere Lagen oder Gebiete in ausreichender Entfernung zum Gewässer (horizontales Ausweichen) gemeint. Andererseits versteht man darunter auch das Ausweichen eines Gebäudes auf einem gefährdeten Grundstück. Das kann durch Aufständerung des ganzen Hauses oder durch das Anheben des Geländes erzielt werden (vertikales Ausweichen).

WIDERSTEHEN

In die Kategorie Widerstehen fällt hauptsächlich Technik, die auch nachträglich angebracht werden kann. Dazu zählen Sperren, wasserdichte Türen und Klappen sowie Schutzwände, die im Falle eines Hochwassers aufgebaut werden müssen. Diese Zusatzechnik ist meist nicht zierend und erfordert daher ausreichend Vorlaufzeit damit sie rechtzeitig einsatzbereit ist. Zudem sind diese Vorrichtungen eher für langsam fließendes oder langsam steigendes Wasser geeignet. Schnell abfließendem Hochwasser in engen Talachsen können sie wenig entgegensehen.

ANPASSEN

Bei der Anpassung geht es um eine optimierte Bautechnik, die durch ein Hochwasser zwar betroffen sein kann, durch die intelligente Auswahl der Bauweise und der eingesetzten Materialien aber weniger oder keine Schäden davonträgt. So muss eine Trocknung von Bauteilen mit möglichst geringem technischen, finanziellen Aufwand sowie Ressourceneinsatz erfolgen können. Die Eigenschaften der eingesetzten Materialien sollten auf ihre Wirkung im Falle eines Hochwassers hin geprüft werden. Ein Aufschwimmen, Volllaufen, Vollsaugen und Unterspielen muss wirkungsvoll vermieden werden.

Nicht bei allen hochwasserresistenten Baumaterialien gibt es ressourcenschonende Alternativen, darum muss teilweise die Konstruktionsweise an sich überdacht werden. In diesem Factsheet daher teilweise den sonst kommunizierten Empfehlung zur ressourcenschonenden Materialwahl widersprochen. Jedoch wird in dieser Arbeit die Ansicht vertreten, dass das ressourceneffizienteste Haus wirkungslos ist, wenn es durch ein Hochwasser zerstört wird und wiederaufgebaut werden muss. Im Folgenden wird eine Auswahl von Anpassungsstrategien, Entwurfsvarianten und Baustoffen dargestellt, die jeweils einer der drei Kategorien des Hochwasserisiko-Managements **Ausweichen, Widerstehen und Anpassen** entsprechen. Je nach Lage des geplanten Gebäudes muss abgewogen werden, welche Reaktionsstrategie auf ein mögliches Hochwasserereignis angewendet wird.

HOCHWASSERSCHUTZ IN DER SIEDLUNGSENTWICKLUNG

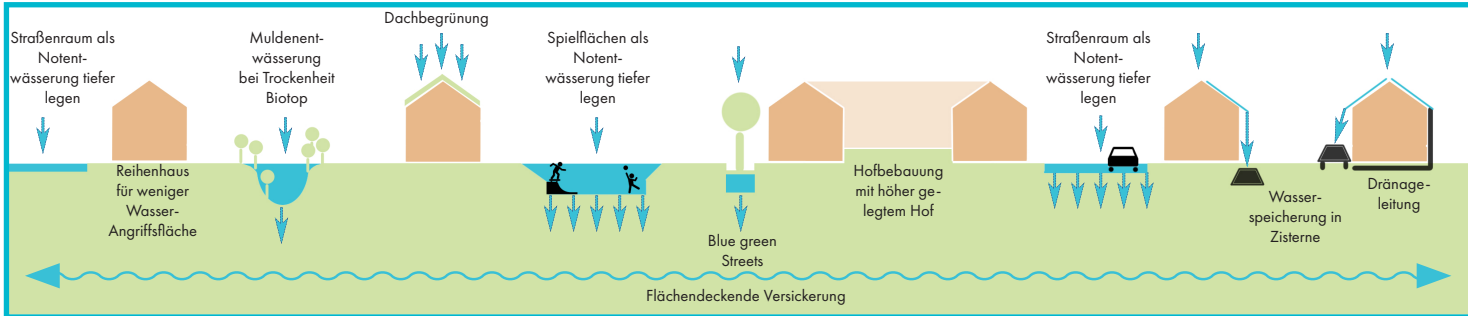
Bei der Entwicklung neuer Siedlungen muss schon in den Anfängen des Planungsprozesses über Versickerungs- und Überflutungsfächen, insbesondere bei unzureichender Höhenlage, nachgedacht werden. Eine wassersensible Stadtgestaltung und eine hohe Wasserspeicherfähigkeit (**Schwammstadt**) sollten in der nachhaltigen Stadtentwicklung selbstverständlich werden. Folgende Maßnahmen zum Umgang mit Regenwasser sollen daher ressourcenschonend und flächeneffizient in Form von multifunktionalen Stadträumen in die Planung mit einbezogen werden.

Leitdämme und Regenrückhaltebecken

In der übergeordneten Planung von Flächen und Siedlungen spielt die Errichtung von Leitdämmen und Rückhaltebecken eine Schlüsselrolle bei Fluten. Den Siedlungsräumen können Regenrückhaltebecken vorgelagert werden, die gleichzeitig, bei normalen Regenfällen, zu einem wachsenden Biotop werden dürfen. Leitdämme sind da anzuordnen, wo Siedlungen durch eine Flut bedroht sein können und ausreichend unbesiedelte Ausweichfläche zur Verfügung steht. Da wo Leitdämme eine Überflutung nicht verhindern können, reduzieren sie an Siedlungen dennoch erheblich die Fließgeschwindigkeit einer Flutwelle und damit auch die Zerstörungskraft des Wassers.

Regenwasserversickerung und Ressourceneinsparung

versiegelte Flächen sollten in Siedlungen und Städten auf ein Minimum reduziert werden, um das Versickerungspotenzial von Böden zu nutzen und somit die Gefahr von Hochwasser zu reduzieren. Das Regenwasser soll lokal dezentral versickern können. Ein positiver Nebeneffekt wird im Sommer durch die Verdunstung des Wassers und die damit natürliche Kühlung der Siedlungen erzielt. Durch die Planung eines ressourceneffizienten Straßenaufbaus mit wasserdurchlässigen Bodenbelägen (z. B. Rasengittersteine und „Ökopflaster“ anstelle Asphaltflächen in verkehrsberuhigten Zonen) kann das Wasser versickern. Des Weiteren sind diese bei Kanalabstellen leichter rück-/wiedereinbaubar, materialsparender und damit in ihrem Lebenszyklus auch kostengünstiger. Aber auch bei privaten Außenbereichen wie Zufahrten und Terrassen



hat es sich bewährt, auf wasserdurchlässige und reversible Konstruktionen zu setzen (z. B. in Kies eingebettete Platten mit breiten Fugen).

Dachflächenwasser kann über ein Drängesystem in Gebäudenähe abgeleitet werden und ist erweiterbar um zusätzliche Versickerungshilfen, wie zum Beispiel Muldensysteme, über die Regenwasser gezielt in das Grundwasser abgeleitet werden kann. Unterirdische Muldensysteme können oberhalb durch eine biodiverse Begrünung aufgewertet werden. Oberirdisch angelegte Mulden dienen als Retentionsflächen und können so Stauraumkanäle ganz ersetzen. Damit sparen sie Beton und Kies ein. Muldenflächen können gestalterisch so angelegt sein, dass während Trockenperioden Spielflächen oder Biotope entstehen. Eine Studie zum Thema kann bei der Faktor X Agentur angefordert werden.

Regenwasserspeicherung für geschlossene Wasserkreisläufe

Die Speicherung von Regenwasser dient nicht nur der Entlastung der Kanalisation, sondern kann auch anderen Funktionen, wie zum Beispiel Toilettenspülung, Waschmaschinen oder Bewässerung von Pflanzen, dienen. Eine finanzielle Entlastung des Haushalts durch Einsparung von Trinkwasser ist ein angenehmer Nebeneffekt. Die Sammlung des Regenwassers kann in Regentonnen, - Tanks und Zisternen, möglichst aus recyceltem Kunststoff, vorgenommen werden. Durch eine Versickerungsgrube versickert das überschüssige Wasser bei Starkregen ins Grundwasser. Regentanks werden teilweise von Städten und Gemeinden finanziell gefördert.

Multifunktionale Flutungsbereiche

Bei Starkregenereignissen spielen unversiegelte Flutungsbereiche eine besondere Rolle. Flutungsbereiche können als multifunktionale Flächen geplant werden, die bei Starkregenereignisse bewusst überschwemmt werden können, sonst aber anderweitig genutzt werden beispielsweise als Spielplätze, Fußballplätze, Straßenräume, Gärten, Parks oder biodiversen Grünflächen.

Festgelegte Flutungsbereiche und die angrenzenden Risikogebiete müssen in Zukunft besser definiert werden. Strömungssimulationen bei eventuell auftretendem Hochwasser müssen ein neuer planerischer Bestandteil in der Bauleitplanung werden. Mit der Hilfe von Hochwassergefahrenkarten können Käufer, Mieter und Anwohner das Gefahrenpotenzial besser abschätzen.

Bebauungsart

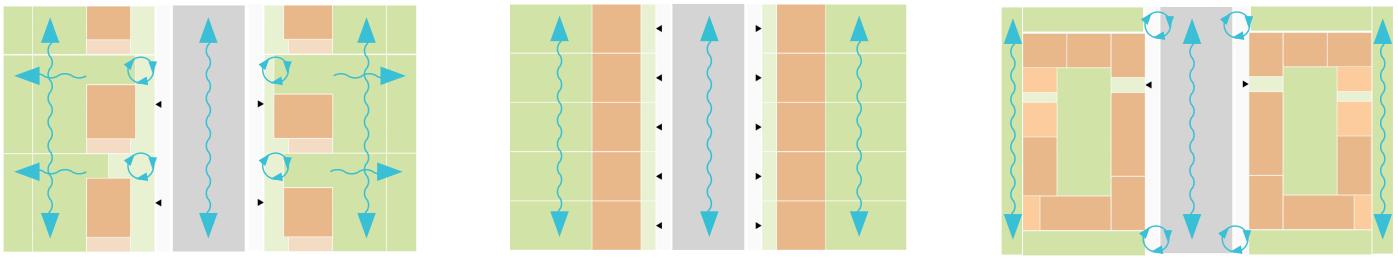
Die Art der Bebauung, ihre Ausrichtung und die typologischen Gegebenheiten haben einen starken Einfluss auf den Hochwasserschutz. Es gilt, je kleiner die Angriffsfläche des fließenden oder stehenden Wassers ist, desto weniger Schäden entstehen an Gebäuden.

Die Gebäudeausrichtung sollte möglichst in Fließrichtung geplant werden.

Reihenhausbebauungen sind im Gegensatz zu freistehenden Einfamilienhäusern geschützter und blieben bei vergangenen Hochwasserereignissen eher verschont als freistehenden Einfamilienhäusern mit mehrseitigen Angriffsflächen (Abb. b). Sie weisen auch einen geringeren Flächen- und Ressourcenverbrauch auf als freistehende Einfamilienhäuser. Grundstücke sollten möglichst so modelliert werden, dass entstehende Gefälle von Gebäuden wegführen. Gefälle auf Nachbargrundstücke sind hierbei zu vermeiden. Bei Hanglage werden Flutmulden und Bodensenken empfohlen.

Wurzelsreiche Bepflanzung wie heimische Büsche und Bäume, insbesondere in Vorgärten und auf Grundstücksgrenzen sind nützlich, um bei Starkregen- und Flutereignissen einem Abrutschen der Erdschichten und möglichen Unterspülungen von Bauwerken vorzubeugen sowie Wasserfließgeschwindigkeiten zu reduzieren.

Zusätzlich können landschaftsgestalterische Elemente oder Grundstückseinfriedungen einen positiven Effekt bei der Rück-



haltung von Überschwemmungen darstellen. Hier ist zu überprüfen, wie dicht und in welcher Ausrichtung beispielsweise Mauern geplant werden.

✓ ARCHITEKTUR UND BAUWEISEN

Neben der richtigen Stadtplanung hat auch der Entwurf des einzelnen Gebäudes Einfluss darauf, wie groß die Betroffenheit bei einem möglichen Hochwasserereignis ist. Ist ein Fließgewässer in der Nähe, und sei es noch so klein, sollte auch mit flutartigen Überschwemmungen gerechnet werden. Selbst mit einer hochwasserresilienten Stadtplanung lässt sich das Flutereignis nicht gänzlich verhindern, und so gilt es, sich schon beim Entwurf des Hauses darauf vorzubereiten, um substanzielle Bauschäden durch eine Flutkatastrophe so gering wie möglich zu halten. Nach einer Prüfung, gegen welche Hochwassergefahr Schutz notwendig ist (schnell fließendes, stehendes oder aufsteigendes Wasser), ist die Planung entsprechend anzupassen.

Aufständigung (Ausweichen)

Will man Wassereinwirkung an der Bausubstanz gänzlich vermeiden, ist ein logischer Schritt die Aufständering des Hauses. Stellt man das ganze Haus auf Stelzen, kann ein überdachter Stellplatz für ein Auto entstehen. Kombiniert mit einem wasserdichten erdgeschossigen Eingangsbereich und Lagermöglichkeiten kann oberhalb der Aufständering ressourcen-effizient mit nachwachsenden Baustoffen gebaut werden. Bei niedrigeren zu erwartenden Hochwasserereignissen kann alternativ das Erdgeschoss durch ein paar Stufen erhöht werden.

Steht ein großes Grundstück zur Verfügung, kann mit einer Aufschüttung ein künstlicher Hügel, eine sogenannte Warft, geschaffen werden, auf der dann „normal“ gebaut werden kann.

Einsatz von Technik und Abdichtung (Widerstehen)

Technische Maßnahmen, die gegen angreifendes Wasser schützen, machen Neubauten sicherer, können aber auch bei Bestandsgebäuden nachgerüstet werden. Beispiele dafür sind Schotten, druckdichte Fenster und Türen oder zusätzliche Klappen an den Fenstern, automatische Pumpensysteme mit Notstromvorrichtung sowie Folienabdichtung von Außenwandöffnungen.

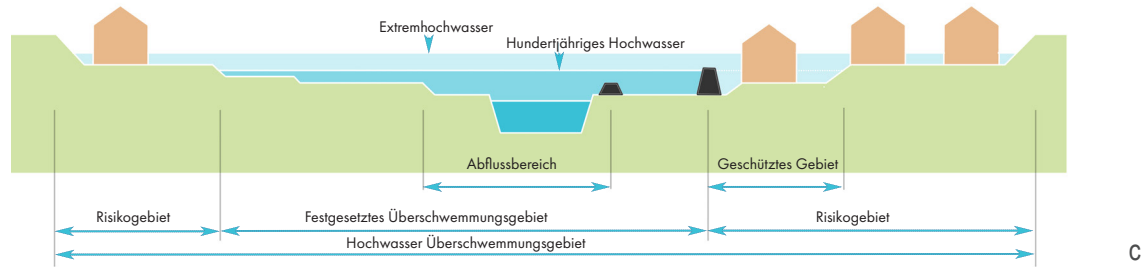
Verzicht auf einen Keller (Anpassen/ Ausweichen)

Wenn kein Keller vorhanden ist, kann auch keiner volllaufen. Oberirdisch lässt sich günstiger, ressourceneffizienter und hochwasserresistenter Lagerraum herstellen. Zudem sind Keller anfälliger gegen Bauschäden durch langsam eindringendes Wasser. Alternative Lagermöglichkeiten lassen sich nicht nur in Garagen, Gartenschuppen oder Dachböden finden, sondern auch durch intelligente Planung in den Wohngeschossen.

Pfahlgründung (Anpassen)

Sollen nach der Flutkatastrophe zerstörte Häuser an der gleichen Stelle wieder aufgebaut werden? Das ist eine schwierige Frage, die viele Ebenen (Eigentumsrecht, Siedlungsstruktur, Finanzkraft des Eigentümers usw.) umfasst. Diese Frage kann und soll hier also nicht beantwortet werden. Vielmehr geht es darum, wie gebaut wird, wenn an gleicher Stelle wieder aufgebaut werden soll.

Viele Häuser wurden durch Unterspülungen zerstört. Die Fundamentierung findet dann keinen Halt mehr und bricht weg und mit ihr Teile des Hauses. Das kann nur durch eine Tiefen- oder Pfahlgründung vermieden werden. Bei einem erneuten flutartigen Hochwasser können dann zwar wieder Straße und Erdrich weggerissen werden, das in tieferen Erdschichten verankerte Haus wird jedoch mit höherer Wahrscheinlichkeit nicht zerstört.



Ressourceneffizienz mit Holzhybridbauweise (Anpassen)

in hochwassergefährdeten Gebieten ist es wenig sinnvoll, mit einer konventionellen Holzständerbauweise zu bauen. Dabei dringt Wasser in die Konstruktion ein, das Holz saugt sich voll, es quillt und die Dämmschicht wird nass. Es gibt keine Möglichkeit eine Abtrocknung der Konstruktion herbeizuführen, bevor Fäulnis- oder Pilzbefall eintreten, ohne bis auf das Holzskelett zurückzubauen. Dämmung, Innen- und Außenbekleidungen sind dann verloren und müssen entsorgt werden. Um dennoch der nötigen Ressourceneffizienz Rechnung zu tragen, ist in diesem Fall eine monolithische Wandkonstruktion im Erdgeschossbereich angeraten. Das homogene Material saugt sich voll, kann aber innerhalb weniger Wochen die Feuchtigkeit auch wieder abtrocknen. Für den Zweck sollte auf dämmstoffgefüllte Mauersteine verzichtet werden, da die nasse Dämmung ein Austrocknen erschwert. Entgegen der üblichen Empfehlungen der Faktor X Agentur möglichst leichte Steine zu verwenden, sollten in Hochwassergebieten Steine mit einer hohen Rohdichte verwendet werden, um die Wasseraufnahme in den Stein so gering wie möglich zu halten.

„Schwimmenden“ Estrich vermeiden (Anpassen)

Im Erdgeschoss ohne Keller kann auf eine Trittschalldämmung verzichtet werden. Im Falle einer Flutung des Erdgeschosses läuft sonst die Dämmschicht zwischen Bodenplatte und Estrich voll und schwimmt im schlimmsten Fall auf. Ist dort das Wasser einmal hingelangt ist eine Trocknung praktisch unmöglich. Zum Trocknen der flankierenden Bauteile müssen der Estrich und die Trittschalldämmung entfernt und entsorgt werden, um anschließend erneut eingebaut zu werden. Das dauert mehrere Wochen, in denen das Haus nicht bewohnbar ist. Die notwendige Wärmedämmung erfolgt dann als Perimeterdämmung unterhalb der Bodenplatte. Genauso sollten Kerndämmungen im Wandaufbau vermieden werden. Beim Bodenbelag sollte auf quillfähige Materialien verzichtet werden.

Welche Maßnahme für das individuelle Gebäude die richtige ist und welcher planerische und technische Aufwand betrieben wird, hängt vom Einzelfall ab. Planerische Konflikte zwischen Hochwasserschutz, Wärme- und Feuchteschutz sowie Barrierefreiheit müssen berücksichtigt werden. Bei der Abwägung sollten die Wahrscheinlichkeit, die Häufigkeit und der mögliche Höchststand des Hochwassers berücksichtigt werden. Die Trocknungsfähigkeit der Baumaterialien, sowie baukulturelle Ansprüche an die Architektur spielen bei der Wahl der passenden Schutzmaßnahmen natürlich ebenfalls eine große Rolle.

✓ HAUSTECHNIK

Haustechnik sollte nicht nass werden. Das gilt für Neubauten aber auch für Bestandsgebäude. Leitungen korrodieren, Technik verschmutzt oder es können sogar lebensgefährliche Kurzschlüsse entstehen. Darum sollte möglichst viel Haustechnik höher als üblich oder in oberen Geschossen installiert werden. Hausanschlüsse, Stromkästen und Heizungen müssen nicht im Keller sein. Sie können ebenso gut in einem Hausanschlussraum im Obergeschoss untergebracht werden. Dazu sind längere Hauptleitungen notwendig, die im Vorfeld mit dem Versorger abgestimmt werden müssen. Durch die Verteilung vom Obergeschoss aus ist es technisch auch problemlos möglich, Steckdosen von oben anzusteuern und Stromleitungen unterhalb der Decke zu verteilen. Steckdosen sollten im Erdgeschoss möglichst auf Lichtschalterhöhe angebracht werden. So können Schäden an den Stromleitungen bei leichten Hochwassern effektiv vermieden werden. Die von Hochwasser betroffenen Stromleitungen sollten getrennt abschaltbar sein.

Ist der Stromanschluss im Obergeschoss untergebracht, kann auch die Heizungsanlage dort installiert werden. Das gilt für Gasheizungen in Bestandsgebäude genauso wie für Wärmepumpen. Ölheizungen sollten in hochwassergefährdeten Gebieten gar nicht eingesetzt werden.

Rückstauklappen sind im Neubau Stand der Technik und sollten selbstverständlich sein, um den Rückfluss von stauendem Abwasser aus der Kanalisation in das Haus zu vermeiden. Da die Gebäudeversicherung oft nur beim Vorhandensein solcher Klappen gilt, lohnt sich auch eine Nachrüstung im Bestandsgebäude.

ANPASSEN

Wasserresistente oder kompostierbare Materialien im Wasserschadenrisikobereich:

- naturbelassene Materialien
- mineralische Recyclingmaterialien (RC-Beton)
- Naturfasern und Produkte auf pflanzlicher Basis.
- monolithische Konstruktionsweisen (z. B. aus Stein oder Lehm)
- leicht lösbare/lose verlegte Konstruktionen
- Trennbare Schichten (Zwiebel-Prinzip)
- Fassade als Vorhangsfassade

Zu vermeidende Materialien:

- saugfähige und unzugängliche Schichten (z.B. Gips, Textilien, Holz)
- Schadstoffbelastete Stoffe und Beschichtungen
- Verklebte Konstruktionen (z.B. WDVS)

✓ BAUTEILE UND MATERIALIEN

Bei der Planung von Gebäuden spielt die Wahl von Materialien und Konstruktionsweisen eine besondere Rolle, denn hierbei können Klimaschutzmaßnahmen getroffen und Hochwasserauswirkungen vorgebeugt werden. Durch den Einsatz von CO₂-neutralen Produkten mit Recyclinganteil können natürliche Erdvorkommen geschont, Müllproduktion vermieden sowie die Belastung der Erdatmosphäre und somit die Veränderung des Klimas reduziert werden.

Gerade in hochwassergefährdeten Gebieten ist zusätzlich auf einige Faktoren bei der Produkt- und Konstruktionswahl zu achten. Bauteile sollten **wasserabweisend oder leicht zu trocknen** sein. Es ist damit zu rechnen, dass Bauteile durch fließendes Wasser beschädigt oder mitgerissen werden können. Deshalb sollten Bauteile **austauschbar und leicht reparierbar** verbaut werden. Das Wegschwemmen von Bauteilen, die als Sondermüll klassifiziert sind, kann schädliche Folgen für die Umwelt haben. Darum sollten Bauteile **schadstofffrei** gewählt werden. Die Verwendung von Klebeverbindungen und Beschichtungen sollte zusätzlich vermieden werden, weil diese nur schwer voneinander gelöst werden können und meist als Sondermüll entsorgt werden müssen.

Bauteile, die in Hochwasserrisikogebieten eingesetzt werden, sollten so ausgewählt werden, dass ihre zu erwartende Lebensdauer an die potenziell zu erwartende Nutzungsdauer angepasst ist. Denn Produkte sind bei Wassereinwirkung Veränderungen ausgesetzt, wie zum Beispiel Aufquellen oder plastischen Verformungen. Um die Lebensdauer von Materialien zu erhöhen, sollten potenzielle Veränderungen des Materials durch Toleranzen eingeplant werden. So kann der Entsorgung von Baustoffen, die dem Wasser ausgesetzt waren, vorgebeugt werden. Zudem sorgen das Tolerieren von optischen Veränderungen im Material und die Möglichkeit der **Wieder- und Weiternutzung** nach der Wassereinwirkung für weniger Müllaufkommen.

Konstruktive Sollbruchstellen oder modulare Systeme erleichtern zusätzlich den Austausch oder die Reparatur von beschädigten Bauteilen.

WIDERSTEHEN

AUSWEICHEN

Aufständering aus Metall

Hochwasserbarrieren aus Holz oder Metall

Schraub- oder Pfahlfundamente

Konstruktiv ist die Standfestigkeit zu garantieren. Das kann eine Aufständering oder spezielle Verankerung im Boden bedeuten.

Quellen

- 1) Hochwasser-Risiko-bewusst planen und bauen, Hochwasser Risiko Management Baden-Württemberg, 2015
- 2) Hochwasserschutzfibel, Bundesministerium des Inneren für Bau und Heimat, 8. Auflage, 2018
- 3) Leitfaden für eine wassersensible Stadt- und Freiraumgestaltung in Köln, Stadtentwässerungsbetriebe Köln, 2. Auflage



Die Autorinnen

Anne Albrecht
Janika Ketzler
Julia Kaiser
Lillith Kreiß
Magdalena Zabek

Faktor X Agentur

Die Faktor X Agentur der Entwicklungsgesellschaft indeland GmbH ist Initiatorin des ressourcen-, klima und kreislaufgerechten Bauens im Rheinischen Revier.

ReBAU steht für einen Paradigmenwechsel: weg vom reinen Energiesparen in der Nutzungsphase, hin zu einem umfassenden Ressourcen- und Klimaschutz im Bauwesen über den gesamten Lebenszyklus mit Berücksichtigung zirkulärer Wertschöpfung.

Impressum

Faktor X Agentur | An der Waagmühle 11 | 52459 Inden
www.faktor-x.info | info@faktor-x.info | +49 2421 221 08 4115
Entwicklungsgesellschaft indeland GmbH | Bismarckstr. 16 | 52351 Düren
www.indeland.de | info@indeland.de | +49 2421 22-108 4110
ReBAU | Zukunftsagentur Rheinisches Revier GmbH
www.rheinisches-revier.de | www.rebau.info | info@rebau.info

September 2021

Gefördert durch:



EUROPÄISCHE UNION
Investition in unsere Zukunft
Europäischer Fonds
für regionale Entwicklung



Investitionen in Wachstum
und Beschäftigung



Ministerium für Wirtschaft, Innovation,
Digitalisierung und Energie
des Landes Nordrhein-Westfalen

