

VEREIN  
DEUTSCHER  
INGENIEURESchutz der  
Technischen Gebäudeausrüstung  
Hochwasser  
Gebäude, Anlagen, Einrichtungen  
Protection of Building Services  
Flood  
Buildings, Installations, equipment

VDI 6004

Blatt 1 / Part 1

Ausz. deutsch/englisch  
Issue German/English*Die deutsche Version dieser Richtlinie ist verbindlich.**The German version of this guideline shall be taken as authoritative. No guarantee can be given with respect to the English translation.*

Inhalt	Seite	Contents	Page
Vorbemerkung . . . . .	3	Preliminary note . . . . .	3
<b>1 Geltungsbereich . . . . .</b>	<b>6</b>	<b>1 Scope . . . . .</b>	<b>6</b>
<b>2 Begriffe und Definitionen . . . . .</b>	<b>7</b>	<b>2 Terms and definitions . . . . .</b>	<b>7</b>
<b>3 Risiken und Schäden . . . . .</b>	<b>10</b>	<b>3 Risks and damage . . . . .</b>	<b>10</b>
3.1 Hochwasserschäden und ihre Ursachen . . . . .	10	3.1 Flood damage and its causes . . . . .	10
3.2 Gesetzliche Anforderungen und Schutzziele . . . . .	14	3.2 Statutory requirements and protection aims . . . . .	14
3.3 Verantwortung . . . . .	14	3.3 Responsibility . . . . .	14
3.4 Strategie zur Schadensbegrenzung . . . . .	14	3.4 Damage-limitation strategy . . . . .	14
3.5 Risikotransfer . . . . .	18	3.5 Transfer of risk . . . . .	18
<b>4 Vorsorgemaßnahmen . . . . .</b>	<b>19</b>	<b>4 Precautions . . . . .</b>	<b>19</b>
4.1 Mobiler Hochwasserschutz . . . . .	20	4.1 Mobile flood protection . . . . .	20
4.2 Bauliche Maßnahmen . . . . .	22	4.2 Constructional measures . . . . .	22
4.3 Organisatorische Maßnahmen . . . . .	24	4.3 Organisational measures . . . . .	24
<b>5 Hochwasserangepasste TGA-Installationen . . . . .</b>	<b>25</b>	<b>5 Flood-adapted Building Services installations . . . . .</b>	<b>25</b>
5.1 Elektrische Anlagen . . . . .	25	5.1 Electrical installations . . . . .	25
5.2 Trinkwasserversorgung . . . . .	29	5.2 Drinking water supply . . . . .	29
5.3 Gebäudeentwässerung . . . . .	30	5.3 Building drainage . . . . .	30
5.4 Heizungsanlagen . . . . .	33	5.4 Heating systems . . . . .	33
5.5 Gasinstallationen . . . . .	36	5.5 Gas installations . . . . .	36
5.6 Raumluftechnische Anlagen (RLT-Anlagen) . . . . .	37	5.6 Ventilation and air-conditioning systems (VAC systems) . . . . .	37
5.7 Kälteanlagen . . . . .	40	5.7 Refrigeration . . . . .	40
5.8 TGA-Anlagen im Außenbereich . . . . .	43	5.8 Outdoor Building Services installations . . . . .	43
5.9 Aufzuganlagen . . . . .	46	5.9 Lifts . . . . .	46
5.10 Leitungsdurchführungen innen/außen – Durchdringungen . . . . .	47	5.10 Internal and external pipe and cable penetrations . . . . .	47

VDI-Gesellschaft Technische Gebäudeausrüstung

VDI-Handbuch Technische Gebäudeausrüstung, Band 1: Elektrotechnik  
 VDI-Handbuch Technische Gebäudeausrüstung, Band 2: Raumluftechnik  
 VDI-Handbuch Technische Gebäudeausrüstung, Band 3: Sanitärtechnik  
 VDI-Handbuch Technische Gebäudeausrüstung, Band 4: Wärme-/Heiztechnik  
 VDI-Handbuch Technische Gebäudeausrüstung, Band 5: Aufzugstechnik

5.11 Kommunikationsnetze Alarm-  
schaltung. . . . . 53

5.12 Hochwasserpumpenanlagen stationär/  
mobil. . . . . 54

**6 Maßnahmen während des Hochwassers. . . 56**

6.1 Informationen . . . . . 56

6.2 Sicherstellen der Ver- und Entsorgung . . 56

6.3 Auslagerung gefährdeter und gefährlicher  
Güter. . . . . 57

6.4 Schutz nicht demontierbarer bzw. nicht  
verlegbarer Anlagen und Einrichtungen . 57

6.5 Sicherung auftriebgefährdeter Gegen-  
stände und Objektteile. . . . . 57

6.6 Verteidigung der hochwassergefährdeten  
Objekte. . . . . 58

6.7 Planmäßige Flutung . . . . . 58

6.8 Aufgeben des Objektes . . . . . 59

**7 Hinweise/Tipps nach einem Hochwasser . . 59**

7.1 Trocknungsproblematik . . . . . 60

Schriftum . . . . . 61

**Anhang A** Checkliste zum Schutz der TGA  
vor Hochwasser . . . . . 62

**Anhang B** Ansprechpartner . . . . . 64

5.11 Communications networks and alarm  
circuit. . . . . 53

5.12 Stationary/movable floodwater  
pumping units . . . . . 54

**6 Measures during the flood event . . . . . 56**

6.1 Information. . . . . 56

6.2 Securing incoming and outgoing  
services . . . . . 56

6.3 Relocation of endangered and hazardous  
goods . . . . . 57

6.4 Protection of systems and equipment  
which cannot be dismantled or removed . 57

6.5 Securing objects and parts of buildings  
endangered by buoyancy . . . . . 57

6.6 Defence of flood-endangered buildings . . 58

6.7 Planned flooding . . . . . 58

6.8 Abandoning the building. . . . . 59

**7 Information and recommendations for  
after the flood . . . . . 59**

7.1 Drying problems . . . . . 60

Bibliography. . . . . 61

**Annex A** Checklist for flood protection of  
Building Services . . . . . 62

**Annex B** Contacts . . . . . 64

## Vorbemerkung

Vor dem Hintergrund der Hochwasserereignisse in letzter Zeit mit enorm hohen Schäden wurde die Notwendigkeit erkannt, aufzuzeigen, wie bereits durch Vorsorgemaßnahmen an der Technischen Gebäudeausrüstung Schäden durch Hochwasser verringert werden können.

Anrainer von Flüssen in Ortslagen ohne technischen Hochwasserschutz sind teilweise für die Gefahren durch Hochwasser seit Generationen sensibilisiert und betreiben demzufolge Hochwasservorsorge. Anrainern hinter technischen Hochwasserschutzmaßnahmen und in Hanglagen fehlt weitgehend dieses Gefahrenbewusstsein. Die einen benötigen Hinweise, was sie noch besser machen könnten, die anderen bedürfen einer grundsätzlichen und umfassenden Information.

Bei Hochwasser hat man es nicht mit sauberem, klarem Flusswasser zu tun sondern mit einem Wasser-Schlamm-Gemisch, das in die Gebäude flutet:

- unterschiedliche Chemikalien aus überfluteten Deponien oder Industriegebäuden
- Fäkalien und Gülle aus landwirtschaftlichen Betrieben
- Heizöle, die aus privaten Haushalten oder aus fortgeschwemmten Heizöllagerbehältern ausge laufen sind
- Benzin und Treibstoffe aus zerstörten Fahrzeugen oder überfluteten Tankstellen
- Fäkalien aus Kanalisation oder überfluteten Kläranlagen
- Lösungsmittel aus Garagen oder Kellerräumen
- Arzneimittel aus Beständen in überfluteten Räumen
- Pflanzenschutzmittel, Bautenschutzmittel aus Baumärkten, Gärten und privaten Haushalten
- und vieles mehr

Die teilweise sehr hohe Fließgeschwindigkeit und gute Durchlüftung des Wasser-Schlamm-Gemisches sorgen für eine gute Durchmischung, zusätzlich fördern warme Umgebungs- sowie Wassertemperaturen ein rasches Bakterien- und Schimmelpilzwachstum.

Grundsätze des Hochwasserschutzes sind gemäß dem *Gesetz zur Verbesserung des vorbeugenden Hochwasserschutzes* [1] im geänderten *Wasserhaushaltsgesetz* [2] wie folgt enthalten:

- Oberirdische Gewässer sind so zu bewirtschaften, dass so weit wie möglich Hochwasser zurückgehalten, der schadlose Wasserabfluss gewährleistet und der Entstehung von Hochwasserschäden vorgebeugt wird. Gebiete, die bei Hochwasser überschwemmt werden können oder deren Über-

## Preliminary note

In the light of the recent large-scale flooding experienced in Germany and in the Gulf region of the United States and the consequent enormous damage, the necessity has been recognized of showing how flood damage can be reduced by implementing precautionary measures in the Building Services.

People living close to rivers in locations without flood protection works have to a certain extent become sensitised over generations to the dangers arising from flooding and thus take corresponding precautions. This awareness of dangers is largely lacking in those living behind flood protection works or on sloping sites. The former need information about what improvements they could still make while the latter require basic and comprehensive information.

With flooding it is not clean, clear river-water which has to be dealt with but rather a mixture of water and mud pouring into buildings which may include:

- various chemicals from inundated waste dumps or industrial buildings
- faecal matter and semi-liquid manure from agricultural operations
- heating oil which has escaped from private households or from heating oil storage tanks which have floated away
- gasoline and other fuels from damaged vehicles or inundated filling stations
- faecal matter from the sewage system or inundated sewage treatment works
- solvents from garages or cellars
- medicaments from stocks in flooded rooms
- plant pesticides, building structure preservatives from hardware stores, builder's merchants, gardens and private households
- and much more besides

The sometimes very high velocity of the water/mud mixture coupled with its good aeration ensures that it becomes thoroughly mixed while, in addition to this, warm ambient temperatures and water temperatures promote rapid growth of bacteria and moulds.

The principles of flood protection are according to the *Flood Protection Preventive Measures Improvement Act* [1] contained in the amended *Water Management Act* [2] as follows:

- Above-ground bodies of water must be managed in such a way as to retain floodwater as much as possible, ensure harmless drainage of water and prevent the occurrence of flood damage. Areas which can be submerged during a flood event or whose inundation would help to reduce flood

schwemmung dazu dient, Hochwasserschäden zu mindern, sind entsprechend zu schützen.

- Jede Person, die durch Hochwasser betroffen sein kann, ist im Rahmen des ihr Möglichen und Zumutbaren verpflichtet, geeignete Vorsorgemaßnahmen zum Schutz vor Hochwassergefahren und zur Schadensminderung zu treffen, insbesondere die Nutzung von Grundstücken den möglichen Gefährdungen von Mensch, Umwelt oder Sachwerten durch Hochwasser anzupassen.

Durch Landesrecht ist ferner zu regeln,

- welche Gewässer oder Gewässerabschnitte als Überschwemmungsgebiete bestimmt sind, in denen ein Hochwasserereignis statistisch einmal in hundert Jahren zu erwarten ist und bei denen durch Hochwasser nicht nur geringfügige Schäden entstanden oder zu erwarten sind,
- welche Gewässer oder Gewässerabschnitte als überschwemmungsgefährdete Gebiete ermittelt, in Kartenform dargestellt und vorläufig gesichert werden müssen,
- wie die Öffentlichkeit über Hochwassergefahren zu informieren ist,
- dass Pläne für den technischen Hochwasserschutz und weitere dem Hochwasserschutz dienende Maßnahmen (Hochwasserschutzpläne) aufgestellt und veröffentlicht sowie aktualisiert werden,
- welche dem Schutz vor Hochwassergefahren dienenden Vorschriften erlassen werden müssen, die erforderlich sind zur Vermeidung und Verminderung von Schäden bzw. erheblichen Beeinträchtigungen des Wohls der Allgemeinheit, z.B. das Verbot der Errichtung neuer Ölheizungsanlagen und der richtige Umgang mit wassergefährdenden Stoffen einschließlich der hochwassersicheren Errichtung neuer und Nachrüstung vorhandener Ölheizungsanlagen,
- wie die zuständigen staatlichen Stellen und die Bevölkerung über Hochwassergefahren, geeignete Vorsorgemaßnahmen und Verhaltensregeln informiert und vor zu erwartendem Hochwasser rechtzeitig gewarnt werden,
- wie Störungen der Wasserversorgung und der Abwasserbeseitigung so weit wie möglich vermieden werden.

In Überschwemmungsgebieten dürfen – abgesehen von Häfen und Werften – grundsätzlich keine neuen Baugebiete durch Bauleitpläne ausgewiesen werden. Die Errichtung und die Erweiterung einer bestehenden baulichen Anlage in Überschwemmungsgebieten bedürfen der Genehmigung durch die zuständige Behörde.

damage should be provided with the corresponding protective measures.

- Any person who might be affected by flooding is obliged, within the limits of his capabilities and of what might reasonably be expected of him, to take appropriate precautionary measures to protect himself against flooding dangers and to reduce flood damage, and in particular to make modifications to his private land so as to reduce the possible endangerment of individuals, the environment or property caused by flooding.

In addition, German state law will specify

- which bodies of water or which parts of such bodies are designated as flood areas in which a flood is statistically expected once in a hundred years and where not only minor damage is caused by or is expected from the flooding,
- which bodies of water or which parts of such bodies must be identified as areas at risk from flooding, so represented cartographically and provisionally secured,
- how the general public is to be informed regarding flood risks,
- that plans be drawn up for flood protection works and other measures contributing to flood protection (flood protection plans), published and updated,
- which flood danger protection regulations must be imposed as are necessary to prevent and reduce damage to or considerable impairment of the welfare of the general public, including, for example, the prohibition on the installation of new oil central heating systems, correct procedures for handling water-hazardous substances, and the flood-proof installation of new oil central heating systems or the upgrading of existing systems,
- how the responsible authorities and the public are to be provided with information about flood dangers, suitable precautions and rules of conduct, and given timely warning about expected flooding,
- how problems in the water supply and in wastewater disposal are prevented to the greatest extent possible.

In flood areas – apart from docks, harbours and shipyards – no new action areas (areas approved for building) whatsoever may be added to development plans. No new constructions may be built or existing constructions expanded in flood areas without the approval of the responsible authorities

Die Gefahr durch Hochwasser für einzelne Objekte ist z.B. durch Hochwassergefahrenkarten aufgezeigt, in denen neben den gesetzlich ausgewiesenen Überschwemmungsgebieten auch grundsätzlich hochwassergefährdete Gebiete dargestellt und Informationen zu den Strömungsverhältnissen im Hochwasserfall (z.B. Fließtiefen, Fließgeschwindigkeiten, Fließhaupttrichtungen) enthalten sind. Sie werden durch die Wasserwirtschaftsverwaltungen der Länder zur Verfügung gestellt.

Die in Tallagen oder Flussauen von Bächen, Flüssen und Strömen liegenden Gebäude sind durch Hochwasser besonders gefährdet. In Gewässerabschnitten mit hohem Gefälle kommt zu der Gefährdung durch das fließende Wasser (hohe Schubspannungen) die Gefährdung durch Geschiebetrieb und unter Umständen auch durch Geschwemmsel (Äste, Bäume, alle schwimmfähigen Objekte).

Auch Gebäude am Hang sind bei Starkregenereignissen durch schnell fließendes Oberflächenwasser in Verbindung mit Schlamm, Geröll und Geschiebe bedroht. Die Kanalisation kann bei Starkregenereignissen schnell überlastet sein. Der Abfluss über Schächte oder Hausanschlüsse kann zu umfangreichen Schäden führen.

Außergewöhnliche Niederschläge und Schneeschmelzen führen nicht nur zum sichtbaren Anstieg des Wasserspiegels in Flüssen und Bächen, sondern auch zu einem Anstieg des Grundwassers. Ein Hochwasserereignis ist in der Regel ebenfalls mit dem zeitversetzten Anstieg des Grundwasserspiegels verbunden. Bautechnisch ist dieser deshalb im Hinblick auf die Hochwasservorsorge von gleicher Bedeutung wie der Anstieg des Oberflächenwassers.

Betroffen von Hochwasser sind insbesondere die Bausubstanz von Gebäuden (Objekten) und ihren technische Einrichtungen (innerhalb und außerhalb des Objektes). Zur Minderung von Schäden müssen die Bausubstanz und die technischen Einrichtungen gegen Hochwasser unempfindlich gemacht werden.

Wasser, als Oberflächenwasser oder Grundwasser, kann über verschiedene Pfade in Gebäude eindringen (Bild 1):

- durch die Kanalisation
- durch Ver- und Entsorgungsleitungen
- durch die Gebäudewandungen
- durch Öffnungen in Gebäudewandungen (z.B. Fenster, Türen, Rohrdurchführungen usw.)

Werden diese Pfade wasserdicht verschlossen, treten in der Regel im Gebäudeinneren keine Schäden durch Hochwasser auf, sofern es keine Probleme durch Auftrieb gibt. Dabei sind nicht nur die Hoch-

The risk posed to individual buildings by flooding is indicated, for example, on flood risk maps which not only show legally designated flood areas and areas basically at risk of flooding but also provide information about flow conditions in the event of flooding (for example, river depths, flow velocities, main directions of flow). These maps are made available by the water resources administrative offices of the German Länder.

Buildings located in valleys or on the flood plains of streams or rivers are at particular risk of flooding. In those parts of bodies of water which have high gradients not only is there endangerment from the flowing water (high shear stresses) but also from dislodged stones or boulders, and under certain circumstances also from floating objects (branches, trees, anything which floats) as well.

With heavy rainfall, even buildings on slopes can be threatened by fast-flowing surface water combined with mud, pebbles and boulders. Sewage systems can also become rapidly overloaded by heavy rainfall. Rainwater flowing away via manholes or house drains may cause extensive damage.

Unusually high amounts of precipitation and melting snow will result not only in a visible rise in the water level of rivers and streams but also in a rise in the ground-water. As a rule a flood event is also associated with a time-delayed rise in the ground-water level. From the engineering point of view, this thus has the same importance to flood precautions as the rise in surface water.

Particularly affected by flooding is the structure of buildings and their technical equipment (both inside and outside the building). To reduce the potential damage, both the building structure and the technical equipment must be made insensitive to flooding.

Water, be it surface water or ground-water, can penetrate the building by different routes (Figure 1):

- via the sewage system
- via supply and waste pipes and conduits
- via the walls of the building
- via wall openings (such as windows, doors, pipe entry points, and so on)

If these routes are sealed off watertight, flooding will not usually cause any damage within the building, provided there are no problems with heave or buoyancy. Here it is not only the high-water levels of local

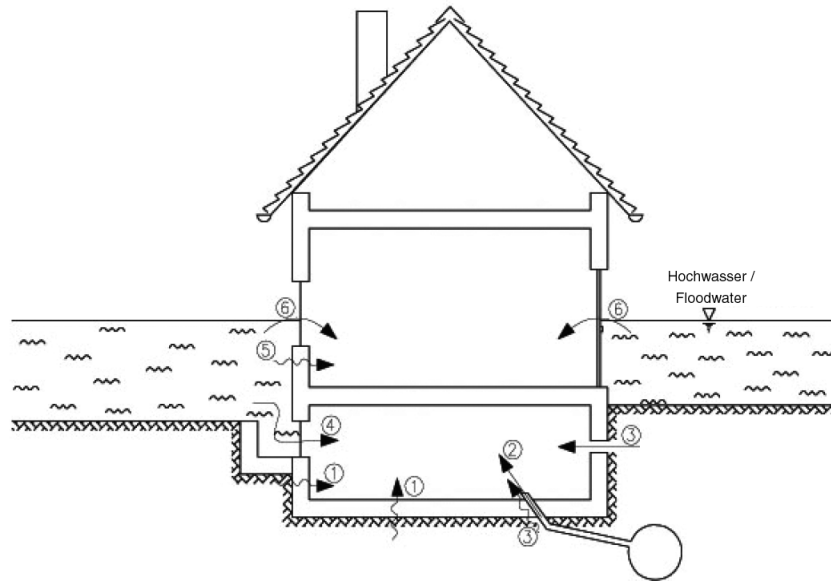


Bild 1. Mögliche Eindringungspfade

1. Eindringen von Grundwasser durch Kellerwände
2. Eindringen von Rückstauwasser durch Kanalisation
3. Eindringen von Grundwasser durch Umläufigkeiten bei Hausanschlüssen
4. Eindringen von Oberflächenwasser durch Lichtschächte und Kellerfenster
5. Eindringen von Oberflächenwasser infolge Durchsickerung der Außenwand
6. Eindringen von Oberflächenwasser durch Tür- und Fensteröffnungen

Figure 1. Possible penetration routes

1. Ground-water passing through cellar walls
2. Backwater penetrating through sewage system
3. Ground-water penetrating through seepage at house connections
4. Surface water penetrating through light wells and cellar windows
5. Surface water penetrating due to seepage through outside wall
6. Surface water penetrating through door and window openings

wasser der örtlichen Gewässer zu betrachten, sondern auch Rückstau aus Abflussrinnen; auch Straßen können überflutet werden. Zu bedenken ist auch, welche Folgen ein Ausfall von Schutzeinrichtungen, wie Hochwasserpumpwerke oder Deiche, haben kann.

Trotz aller Bemühungen durch Hochwasserschutzanlagen kann ein absoluter Schutz letztlich nicht hergestellt werden, es bleiben Risikozonen durch Überlastungen und Versagen. Die vorgesehenen Schutzmaßnahmen reichen immer nur bis zu einem definierten Bemessungshochwasserstand. Wird dieser überschritten, kann das bis dahin geschützte Gebiet überflutet werden.

### 1 Geltungsbereich

Die Richtlinie VDI 6004 Blatt 1 behandelt Planung, Bauausführung, Betreiben und Nutzen von Gebäuden, Anlagen und Einrichtungen sowie Maßnahmen, um mögliche Schäden zu reduzieren oder zu vermei-

bodies of water which need to be taken into consideration but also backwater from drainage gutters; even roads can be inundated. Consideration should also be given to the consequences which may result from a failure of protective installations such as flood pumping stations or levees.

Despite everything that flood protection installations can do, there cannot ultimately be any absolute protection from flooding; danger zones will still exist as the result of overload situations and installation failures. The protective measures put in place will only suffice up to a defined design flood level. If this is exceeded, areas until then protected can be inundated.

### 1 Scope

Guideline VDI 6004 Part 1 deals with planning, construction implementation, operation and use of buildings, installation and facilities as well as measures for reducing or preventing possible damage. Particular

den. Besonders auf Gefahren für die Technische Gebäudeausrüstung wird hingewiesen. Darüber hinaus werden Maßnahmen während und im Anschluss an ein Hochwasserereignis dargestellt. Eine allgemeine Vorschrift zur Wiederinbetriebnahme nach Hochwasserschäden gibt es nicht.

Mit dieser Richtlinie werden besonders Bauherren, Eigentümer, Gewerbetreibende, Industriebetriebe, Bauingenieure, Architekten, Ingenieure der Technischen Gebäudeausrüstung, Bauträger, Versorgungsunternehmen sowie Verwaltungen angesprochen sowie alle, die mit Planung, Ausführung, Unterhaltung sowie Erhaltung von Bauwerken in hochwassergefährdeten Gebieten direkt oder indirekt befasst sind.

attention is devoted to dangers posed for the Building Services. In addition, measures are described for the time during and subsequent to a flood. No general rules about restarting operations are provided.

This guideline is directed in particular at contracting authorities, building owners, businessmen in trade and industry, civil engineers, architects, Building Services engineers, developers, utility companies and administrative bodies as well as all persons engaged directly or indirectly in planning, building, maintaining and servicing buildings in areas at threat from flooding.