

CLIMATE CHANGE

17/2023

Adaptation Standard: Diskussion des Anpassungsbedarfs ausgewählter Normen und Richtlinien bezüglich Folgen des Klimawandels

Themen: Sommerlicher Wärmeschutz, Schutz
der technischen Gebäudeausrüstung, Talsperren,
Regenversickerung und -rückhalteräume

CLIMATE CHANGE 17/2023

Ressortforschungsplan des Bundesministerium für Umwelt,
Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz

Forschungskennzahl 3718 48 102 0

FB001004

Adaptation Standard: Diskussion des Anpassungsbedarfs ausgewählter Normen und Richtlinien bezüglich Folgen des Klimawandels

Themen: Sommerlicher Wärmeschutz, Schutz der
technischen Gebäudeausrüstung, Talsperren,
Regenwasserversickerung und -rückhalteräume

von

Christian Kind, adelphi

Nina Lena Neumann, adelphi

Prof. Thomas Naumann, HTW Dresden

Stefanie Kunze, HTW Dresden

Prof. Heiko Sieker, Ingenieurgesellschaft Prof. Dr. Sieker

Im Auftrag des Umweltbundesamtes

Impressum

Herausgeber

Umweltbundesamt
Wörlitzer Platz 1
06844 Dessau-Roßlau
Tel: +49 340-2103-0
Fax: +49 340-2103-2285
info@umweltbundesamt.de
Internet: www.umweltbundesamt.de

[f/umweltbundesamt.de](https://www.facebook.com/umweltbundesamt.de)

[t/umweltbundesamt](https://www.twitter.com/umweltbundesamt)

Durchführung der Studie:

adelphi
Alt-Moabit 91
10559 Berlin

HTW Dresden
Friedrich-List-Platz 1
01069 Dresden

Ingenieurgesellschaft Prof. Dr. Sieker mbH
Rennbahnallee 109a
15366 Hoppegarten

Abschlussdatum:

November 2022 // Im Untertitel wurde das Wort „Gebäudeausrichtung“ durch „Gebäudeausrüstung“ ersetzt, Juni 2023

Redaktion:

Fachgebiet I 1.6 KomPass – Kompetenzzentrum Klimafolgen und Anpassung
Clemens Haße

Publikationen als pdf:

<http://www.umweltbundesamt.de/publikationen>

ISSN 1862-4359

Dessau-Roßlau, April 2023

Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autorinnen und Autoren.

Kurzbeschreibung: Adaptation Standard: Diskussion des Anpassungsbedarfs ausgewählter Normen und Richtlinien bezüglich Folgen des Klimawandels

Im Rahmen des Forschungsprojekts „Adaptation Standard: Analyse bestehender Normen auf Anpassungsbedarfe bezüglich Folgen des Klimawandels“ wurden fünf Normen bzw. technische Regeln untersucht. Dieser Bericht enthält Vorschläge dafür, wie die Folgen des Klimawandels in diesen Dokumenten angemessener adressiert werden können sowie weitere, allgemeinere Empfehlungen zum Thema. Die DIN 4108-2:2013-02 regelt die Anforderung an den Wärmeschutz von Gebäuden. Die zu erwartenden Klimaveränderungen können dazu führen, dass die bisherigen Anforderungen nicht mehr ausreichen, um während länger anhaltender Hitzeperioden ein behagliches Innenraumklima sicherzustellen. Die VDI-Richtlinie 6004 beschäftigt sich mit der Naturgefahr Hochwasser im Planungsprozess technischer Gebäudeausrüstung. Aktuell werden Bemessungshochwasser angesetzt, die statistisch einmal in 100 Jahren vorkommen, diese Grundlage bildet zukünftige Klimaentwicklung allerdings nicht ab. Die letzte Überarbeitung der DIN 19700-11, die sich mit Talsperren beschäftigt, entstand aus den Erfahrungen des Jahrhunderthochwasser 2002. Um die Funktionsfähigkeit von Talsperren auch in Zukunft zu gewährleisten, sollte die Norm allerdings explizit projizierte Veränderungen von Niederschlag, Temperatur und Strahlung berücksichtigen. Das Arbeitsblatt DWA-A 138 für Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser wird derzeit überarbeitet. Trockenperioden und Starkregen sind neue Herausforderungen für die Wasserwirtschaft, weshalb die logische Konsequenz darin besteht, Niederschläge vor Ort zu belassen und dem natürlichen Wasserhaushalt zuzuführen. Für das Regelwerk der DWA bedeutet dies grundlegend veränderte Zielstellungen, weshalb der langfristige Wasserhaushalt stärker berücksichtigt werden muss. Eng damit einher geht das DWA-A 117 zur Bemessung von Regenrückhalteräumen, welches aber letztendlich nur die Zwischenspeicherung von Starkregen mit nachfolgender Entleerung beinhaltet. Aspekte einer zeitgemäßen Regenwasserbewirtschaftung wie die langfristige Speicherung und Nutzung zur Bewässerung werden bislang nicht berücksichtigt.

Abstract: Adaptation Standard: Discussion of needs for adapting standard and technical regulations to the impacts of climate change

Within the framework of the research project "Adaptation Standard: Analysis of Existing Standards for Adaptation Needs with Regard to Climate Change Consequences", five standards or technical rules were examined. This report contains suggestions on how the consequences of climate change can be addressed more appropriately in these documents as well as further, more general recommendations on the topic. DIN 4108-2:2013-02 regulates the requirements for thermal insulation of buildings. The expected climate changes may mean that the previous requirements are no longer sufficient to ensure a comfortable indoor climate during prolonged hot spells. Within the publication of VDI Guideline 6004, the natural hazard of flooding is considered in the planning process for technical building equipment. Currently, data on the frequency of past floods is used in this process, this however does not reflect future climate developments. The last revision of DIN 19700-11, which deals with dams, resulted from the experiences of the floodings in 2002. In order to ensure the functionality of dams in the future, however, the standard should explicitly consider projected changes in precipitation, temperature and radiation. The DWA-A 138 worksheet for facilities for the infiltration of rainwater is currently being revised. Dry periods and heavy rainfall are new challenges for water management, which is why the logical consequence is to keep precipitation on site and return it to the natural water balance. For the DWA rules and regulations, this means fundamentally changed objectives, which is why the long-term water balance must be given greater consideration. Closely related to this is DWA A 117 on the dimensioning of rainwater retention areas, which, however, ultimately only includes the intermediate storage of heavy rainfall with subsequent drainage. Aspects of contemporary rainwater management such as long-term storage and use for irrigation have not been considered so far.

Inhaltsverzeichnis

Tabellenverzeichnis	10
Zusammenfassung.....	11
Summary	25
1 Einleitung.....	38
2 Überblick zum Stand der Berücksichtigung der Folgen des Klimawandels in Normen, technischen Regeln und Richtlinien	39
3 DIN 4108-2:2013-02 – Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden – Teil 2: Mindestanforderungen an den Wärmeschutz.....	41
3.1 Überblick zur Norm und Geltungsbereich	41
3.2 Aktuelle Problemlagen im Hinblick auf den sommerlichen Wärmeschutz.....	42
3.3 Kurzcheck zur Betroffenheit einer Norm gemäß DIN SPEC 35220:2015-11.....	46
3.4 Fachliche Vorschläge zur Integration der Klimaanpassung	47
3.4.1 Schärfung des Sonneneintragskennwerteverfahrens.....	48
3.4.2 Möglichkeiten der thermischen Gebäudesimulation	50
3.4.3 Kompendium zu gebäudetypenbezogenen Anpassungsmaßnahmen in Anlehnung an DIN 4108 Beiblatt 2	51
3.5 Perspektiven aus der Praxis	52
4 VDI 6004 Blatt 1:2006-06 Schutz der Technischen Gebäude-ausrüstung: Hochwasser – Gebäude, Anlagen, Einrichtungen.....	53
4.1 Phänomen Überflutung und gesellschaftliche Herausforderungen	53
4.2 Erkenntnisse der Klimaforschung bezüglich Überflutung.....	54
4.3 Kurzcheck zur Betroffenheit einer Norm nach DIN SPEC 35220:2015-11	58
4.4 Fachliche Vorschläge zur Integration der Klimaanpassung	58
4.4.1 Grundlagen zur Einwirkung Überflutung	59
4.4.2 Beurteilung der Robustheit bzw. Verletzbarkeit	60
4.4.3 Strategien zur Reduzierung der Verletzbarkeit	61
4.5 Perspektiven aus der Praxis	62
5 DIN 19700-11: 2004-07 Stauanlagen – Teil 11: Talsperren.....	63
5.1 Überblick zur Norm und Geltungsbereich	63
5.1.1 Talsperren in Deutschland	63
5.1.2 Inhalte und letzte Überarbeitung der DIN 19700-11.....	64
5.2 Klimaveränderungen und ihre Relevanz für die Norm	66
5.2.1 Kurzcheck zur „Betroffenheit“ der Norm nach DIN SPEC 35220:2015-11.....	68
5.3 Änderungsvorschläge.....	69

5.3.1	Berücksichtigung des Klimawandels in hydrologischen Modellierungen und im Wasserwirtschaftsplan.....	70
5.3.2	Adressierung von Ober-/Untererthematik bei Niedrigwasser im Betriebsplan	70
5.3.3	Hinweise zur Tiefenwasserbelüftung zur Sicherstellung der Wassergüte.....	71
5.4	Perspektiven aus der Praxis	72
6	DWA-A 138: Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser sowie im DWA-A 117: Bemessung von Regenrückhalteräumen.....	74
6.1	Vorbemerkungen	74
6.2	Dezentrale Regenwasserbewirtschaftung	74
6.3	Die Technischen Regeln DWA-A 138 und DWA-A 117.....	76
6.3.1	Derzeit gültige Fassung des DWA-A 138 von 2005	76
6.3.2	Aktuelle Überarbeitung des DWA-A 138	77
6.3.3	DWA-A 117 (2013)	77
6.4	Klimaveränderungen und ihre Relevanz für die Norm	77
6.5	Änderungsvorschläge.....	80
6.5.1	Neue Zielstellung: Erhalt des natürlichen Wasserhaushalts.....	80
6.5.2	Neue Zielstellung: Schutz vor Überflutung durch Starkregen	81
6.5.3	Technologien/Maßnahmen	82
6.5.4	Verzicht auf überholte Restriktionen.....	84
6.5.5	Änderung des Bemessungsverfahrens.....	85
6.6	Perspektiven aus der Praxis	85
7	Empfehlungen	87
7.1	Allgemein anerkannte Regeln der Technik.....	87
7.1.1	Verstärkte Förderung von innovativen Anpassungsmaßnahmen	87
7.1.2	Auswertung und Kommunikation von geförderten Aktivitäten	89
7.1.3	Innovative Klimaanpassung in öffentlichen Bauvorhaben und Ausschreibungen stärker berücksichtigen.....	89
7.2	Mitwirkung in normierenden Organisationen und Gremien.....	90
7.2.1	Stärkere Mitwirkung vom Bund bei der Normung	90
7.2.2	Stärkere Mitwirkung von „Anpassungs-Akteuren“ in Normungs-Gremien.....	90
7.3	Monitoring von Entwicklungen.....	91
7.4	Anwendung von Anpassungs-relevanten Normen in der Planungs- und Genehmigungspraxis.....	92
7.5	Klimadaten	93
7.6	Ökonomischen Mehrwert der Klimaanpassung kommunikativ herausarbeiten.....	94

7.7 Erfolge würdigen 94

8 Literaturverzeichnis 95

9 Anhang: 102

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1	Abweichung der Jahresmittel der Temperatur für Deutschland und global vom vieljährigen Mittelwert 1961-1990, Quelle: UBA 2019b43
Abbildung 2	Mittlere jährliche Anzahl der „heißen Tage“ je Dekade seit 1959, Quelle: UBA 2019b.....43
Abbildung 3	Variabilität der Parameter „heiße Tage“, „Tropennächte“, „mittlere Lufttemperatur (Jahr)“ und "mittlere Lufttemperatur (Sommer)" in Dresden von 1961 bis 2019. © Kunze (2020), Datengrundlage: DWD, Station Dresden-Klotzsche44
Abbildung 4	Messreihen der Lufttemperatur im beschriebenen Beispielgebäude im Sommer 2018, Quelle: Kunze 2019.45
Abbildung 5	Geschätzte Anzahl an hitzebedingten Todesfällen seit 2001 in Deutschland, Quelle: UBA 2019c.....46
Abbildung 6	Vergleich der definierten Sommerklimaregionen nach DIN 4108-2:2013-02 (links, Quelle: DIN 4108-02:2013-02) mit der räumlichen Auswertung der Anzahl heißer Tage für die Sommer 2018 (Mitte, Quelle: Umweltbundesamt 2019, bearbeitet) sowie 2019 (rechts, Quelle: Umweltbundesamt 2020, bearbeitet).....49
Abbildung 7	Auswertung der Hochwassertage in verschiedenen Flussgebieten Deutschlands im Winter- sowie im Sommerhalbjahr seit dem Jahr 1961, Quelle: UBA 2019c.....54
Abbildung 8	Räumliche Verteilung von Starkregenereignissen für den Betrachtungszeitraum 2001 – 2018 für unterschiedliche Dauerstufen. Quelle: GDV 2019a55
Abbildung 9	Häufigkeit der Schäden durch extreme Niederschläge in Deutschland, differenziert pro Landkreis für den Betrachtungszeitraum 2002 – 2017. Quelle: GDV 2019b56
Abbildung 10	Elementarschäden zu Hochwasserereignissen, dargestellt ist die Schadenshäufigkeit (Verhältnis der Anzahl der Schäden zur Anzahl ganzzähriger Elementarversicherungsverträge) je Landkreis, Quelle: GDV 201657
Abbildung 11	Grundlegende Strategien der Bauvorsorge, Quelle: Golz & Naumann 2020.....61
Abbildung 12	Große Talsperren in Deutschland, Quelle: https://www.talsperrenkomitee.de/de/talsperren-in-deutschland.html63
Abbildung 13	Füllstände der Talsperren nahe der Wupper am 11.07.2021, Quelle: Wolf 2021 ..73
Abbildung 14	Beispiel für eine dezentrale Versickerungsmulde in der Rummelsburger Bucht, Berlin (Foto: Ingenieurgesellschaft Prof. Sieker mbH)75
Abbildung 15	Beispiel für einen ausgetrockneten Weiher im Berliner Umland, Foto: Ingenieurgesellschaft Prof. Sieker mbH78
Abbildung 16	Abweichung der Jahresmitteltemperatur am Beispiel der Station Dresden- Klotzsche, Quelle: www.dresden.de auf Basis von Daten des Deutschen Wetterdienstes79
Abbildung 17	Dürremonitor Deutschland, Quelle: www.ufz.de79
Abbildung 18	Vorschlag für ein Planungskriterium "Wasserbilanz", Quelle: Sieker, 201781

Abbildung 19	Überflutungsschutz und Überflutungsvorsorge als kommunale Gemeinschaftsaufgabe (Quelle: DWA)	82
Abbildung 20	Prinzip einer Baum Rigole, Quelle: www.sieker.de	83
Abbildung 21	Beispiel für eine Baum-Rigole in den Gärten der Welt, Berlin, Foto: www.sieker.de	84

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1	Bewertungsmaßstab aus dem BNB-Steckbrief für das Kriterium „Sommerlicher Wärmeschutz für den Neubau von Ein-bis Fünffamilienhäusern“, Bewertungssystem Nachhaltiges Bauen, Quelle: BMI 2020	48
Tabelle 2:	Normen mit Anpassungspotential, in denen Klimawandel bisher nicht berücksichtigt wurde (Stand: Herbst 2019).....	102

Zusammenfassung

Einleitung

Dieser Bericht befasst sich mit der Entwicklung konkreter Änderungsvorschläge für ausgewählte Normen und technischer Regeln zur adäquateren Berücksichtigung der Folgen des Klimawandels und ist Teil des Forschungsprojekts „Adaptation Standard: Analyse bestehender Normen auf Anpassungsbedarfe bezüglich Folgen des Klimawandels“. Beginnend mit einem allgemeinen Überblick zu Thematik, betrachten einzelne Berichtskapitel fünf Normen bzw. technische Regeln, die eine gewisse thematische Breite aufweisen. Der Bericht schließt mit der Diskussion von allgemeinen Empfehlungen zur stärkeren Verankerung des Themas in der Normung. Die fünf Normen und technischen Regeln, die genauer betrachtet werden, sind:

- ▶ DIN 4108-2:2013-02 – Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden – Teil 2: Mindestanforderungen an den Wärmeschutz,
- ▶ VDI 6004 Blatt 1:2006-06 Schutz der Technischen Gebäudeausrüstung: Hochwasser – Gebäude, Anlagen, Einrichtungen,
- ▶ DIN 19700-11: 2004-07 Stauanlagen – Teil 11: Talsperren,
- ▶ DWA-A 138: Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser sowie
- ▶ DWA-A 117: Bemessung von Regenrückhalteräumen.

Überblick zum Stand der Berücksichtigung der Folgen des Klimawandels in Normen, technischen Regeln und Richtlinien

Viele Normierungsorganisationen haben die Notwendigkeit der Klimaanpassung erkannt: So hat die Internationale Organisation für Normung (ISO), in der 165 Staaten Mitglieder sind, auf ihrer Generalversammlung im September 2021 die *London Declaration* verabschiedet. In dieser machte es sich die ISO zum Ziel, zur Erreichung der Pariser Klimaziele sowie der *Sustainable Development Goals* (SDGs) der Vereinten Nationen beizutragen. Auch bekennt sich die Deklaration zum Aufruf der Vereinten Nationen zur Umsetzung Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel und zur Erhöhung der Resilienz („Call for Action on Adaptation and Resilience“). Auch DIN unterstützte die Verabschiedung der Erklärung. Auch in der aktuellen Europäischen Klimaanpassungsstrategie spielt die Normung eine Rolle. Die Strategie wurde im Februar 2021 von der Europäischen Kommission angenommen. Sie beschäftigt sich intensiv mit den Folgen des Klimawandels für Europa und der Frage, wie die EU bis 2050 ihre Resilienz gegenüber diesen steigern und klimaneutral werden kann. Auch sie bezieht sich auf die SDGs (insbesondere Ziel 13) und die Pariser Klimaziele. Das Thema Normung wird dort ebenfalls aufgegriffen. Normen und Indikatoren sollen harmonisiert und modernisiert werden, sodass „die Überwachung, Berichterstattung und Bewertung von Anpassungsmaßnahmen“ (S. 10) verbessert werden.

Der Bedarf der Anpassung von Normen an den Klimawandel internationaler Normungsorganisationen wurde inzwischen also erkannt. Auch in Deutschland gibt es hier viele Entwicklungen: Der VDI beschäftigt sich schon seit längerem mit Richtlinien zum Thema Stadtklima und urbane Anpassung. Die DWA führt in 2021/2022 eine Klimakennung für einige Merk- und Arbeitsblätter ein, um deren Beitrag zum Umgang mit dem Klimawandel hervorzuheben. DIN entwickelt aktuell in engem Austausch mit anderen Akteuren eine Klimastrategie, um sich für die zukünftigen Herausforderungen noch besser aufzustellen. Bereits 2015 veröffentlichte DIN mit der DIN SPEC 35220:2015-11 Anpassung an den Klimawandel – Umgang mit Unsicherheiten im Kontext von

Projektionen eine Vornorm, die ein Vorgehen darstellt, mit dem man einen möglichen Überarbeitungsbedarf einer Norm aufgrund von klimatischen Veränderungen ausmachen kann. Das Vorgehen aus dieser Vornorm wird in den folgenden Kapiteln angewandt, um einzelne Normen bzw. technische Regeln und möglichen Überarbeitungsbedarf dort zu diskutieren.

DIN 4108-2:2013-02 – Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden – Teil 2: Mindestanforderungen an den Wärmeschutz

Aktuelle Problemlagen im Hinblick auf den sommerlichen Wärmeschutz

Die DIN 4108 regelt die Anforderung an den Wärmeschutz von Gebäuden, wobei der sommerliche Wärmeschutz hier nur einen Teil des gesamten Regelungsgegenstandes ausmacht. Vor allem in den früheren Ausgaben lag der Schwerpunkt der Norm klar bei der Regelung des winterlichen Wärmeschutzes. Ein Vergleich der Entwicklung des Regelungsbereiches der DIN 4108-2, welche den sommerlichen Wärmeschutz betrifft, zeigt sehr anschaulich die wachsende Aufmerksamkeit gegenüber der Problematik, sowie den zunehmenden Willen zur Einführung verbindlicher Planungsrichtlinien.

Darüber hinaus wird zunehmend erkannt und diskutiert, dass auch sommerliche Hitzeperioden als wichtige Einwirkungen auf Gebäude betrachtet werden sollten, mit einer Vielzahl von negativen Folgen. Wenn sich das Raumklima aufgrund von sommerlichen Hitzeperioden verändert, wird der thermische Komfort für die Bewohner abnehmen. Die Folgen können in Form (i) einer verminderten Leistung und Kapazität, (ii) einer temperaturbedingten Morbidität und (iii) schließlich einer höheren Mortalität auftreten (Hellwig 2018).

In UBA (2015) wurde ein Klimaprojektionsensemble, welches aus 17 regionalen Klimamodellen für das A1B-Emissionsszenario besteht, für die nahe Zukunft (2021-2050) und die ferne Zukunft (2071-2100) ausgewertet. Unter Annahme eines schwachen Wandels (15. Perzentil) ist in ferner Zukunft davon auszugehen, dass die Lufttemperatur in den Sommermonaten um bis zu 2 Kelvin und die Anzahl an heißen Tagen um bis zu 20 Tage ansteigt. Bei einem starken Wandel (85. Perzentil) wird die Lufttemperatur in den Sommermonaten in ferner Zukunft durchschnittlich um bis zu 5 Kelvin ansteigen, wobei eine Zunahme an heißen Tagen um bis zu 40 Tage zu erwarten ist. Eine steigende Anzahl aufeinanderfolgender heißer Tage und Nächte kann negative Auswirkungen auf die Gesundheit verschiedener vulnerabler Gruppen haben.

Seppänen et al. 2008 zeigen, dass das Maximum der Leistungsfähigkeit zwischen 21 °C und 22,5 °C festzustellen ist und diese bei 30 °C Innenraumtemperatur bereits auf 90 Prozent absinkt. Nach UBA 2019a nimmt die Produktivität der Gebäudenutzer in Mitteleuropa innerhalb von Zeiträumen mit hoher Hitzebelastung um 3 bis 12 Prozent ab. Um dem entgegenzuwirken, sind in der Arbeitsstättenrichtlinie ASR A3.5 Maßnahmen definiert, welche ab einer Überschreitung einer Raumlufttemperatur von 26 °C ergriffen werden sollten (BAuA 2018).

Fachliche Vorschläge zur Integration der Klimaanpassung

Schärfung des Sonneneintragskennwerteverfahrens

Mit dem in DIN 4108-2 enthaltenen Sonneneintragskennwerteverfahren liegt ein vereinfachtes Verfahren vor, welches es ermöglicht, den sommerlichen Wärmeschutz mit geringem Aufwand für eine Vielzahl an Gebäuden zu bewerten. Die aufgezeigten Klimaveränderungen können jedoch dazu führen, dass die hier angesetzten normativen Anforderungen nicht mehr ausreichen, um auch während länger anhaltender Hitzeperioden ein behagliches Innenraumklima sicherzustellen. Darüber hinaus werden wichtige Einflussgrößen wie der Wärmeschutz der Bauteile der

Gebäudehülle nicht berücksichtigt. Mit dem Sonneneintragskennwerteverfahren ist eine Bewertung des sommerlichen Wärmeschutzes für ein zukünftiges Klima bisher nicht möglich. Eine Mindestanforderung zur Integration der Klimaanpassung innerhalb dieser Norm wäre deshalb ein textlicher Hinweis auf die zusätzlich erforderliche Berücksichtigung bisheriger und weiterer möglicher Klimaveränderungen.

Zur verbesserten Integration der Klimaanpassung in DIN 4108-2 bietet sich die Einführung von beispielsweise zwei Anforderungsklassen für den Nachweis des sommerlichen Wärmeschutzes an. In einer „Basis-Klasse“ mit geringeren Anforderungen könnten die Mindestanforderungen an den sommerlichen Wärmeschutz, wie sie bereits aktuell in DIN 4108-2 festgelegt sind, definiert werden. In einer weiteren, erhöhten Anforderungsklasse könnten hingegen erhöhte Anforderungen an die Robustheit gegenüber klimawandelbedingten Hitzeperioden gestellt werden, um den Anpassungsbedarf an die Folgen des Klimawandels in Form sommerlicher Hitzeperioden besser zu berücksichtigen.

Alternativ zum aktuellen System der vorab definierten Sommerklimaregionen wäre dann die Festlegung der Anforderungen an den sommerlichen Wärmeschutz in Abhängigkeit von verschiedenen Parametern denkbar, welche mit Hilfe der ortsgenauen Testreferenzjahre bestimmt werden. Dies ermöglicht das Einbinden aktueller Wetterdaten und Forschungsergebnisse, ohne dass eine aufwändige Überarbeitung der eigentlichen Norm erforderlich wird.

Zur Bewertung möglicher Anpassungsmaßnahmen wäre es darüber hinaus sinnvoll, das Sonneneintragskennwerte-Verfahren um weitere Faktoren zu ergänzen. Eine diesbezügliche Diskussion dazu könnte die nachfolgenden Parameter einbeziehen:

- ▶ Positive Effekte aus umgebender Begrünung am Gebäude bzw. im Umfeld,
- ▶ Negative Effekte aus inneren Wärmelasten,
- ▶ Positive Effekte aus der Verschattung durch geometrische Parameter (beispielsweise Nachbarbebauung oder feststehende Verschattungseinrichtungen),
- ▶ Negative wie positive Effekte durch den Wärmeschutz der Gebäudehülle.

Die dargestellten Klimaveränderungen zeigen, dass es zukünftig wahrscheinlich häufigere bzw. längere Hitzeperioden geben wird. Bei der Bestimmung der Gebäudeschwere mittels der wirksamen Wärmekapazität C_{wirk} nach DIN EN ISO 13786:2018-04 wird hingegen von einer Periodendauer von nur einem Tag ausgegangen. Folglich werden die Vorteile einer hohen Wärmespeicherfähigkeit, welche sich beispielsweise durch eine überdurchschnittlich dicke Wandkonstruktion während einer länger andauernden Hitzeperiode ergeben, bislang nicht im Nachweis des sommerlichen Wärmeschutzes abgebildet.

Möglichkeiten der thermischen Gebäudesimulation

Mit der Veröffentlichung einer weiteren Überarbeitung der Testreferenzjahre durch das BBSR und den Deutschen Wetterdienst (DWD) im Jahr 2017 liegen die TRY-Datensätze für das Gebiet von Deutschland nun ortsbezogen in einem 1 km x 1 km- Raster vor. Die Datensätze, welche ein zukünftiges Klima abbilden, wurden unter Nutzung von bis zu 12 regionalen Klimamodellen für den Zeitraum 2031 – 2060 erstellt (weitere Datensätze für Testreferenzjahre sind laut DWD in Arbeit). Eine Einbindung dieser Datensätze in DIN 4108-2 würde die Integration der Klimaanpassung markant stärken.

Kompendium zu gebäudetypenbezogenen Anpassungsmaßnahmen in Anlehnung an DIN 4108 Beiblatt 2

Da insbesondere für die Vielzahl an Wohngebäuden in Deutschland die thermische Gebäudesimulation für jeden Einzelfall wirtschaftlich nicht darstellbar ist, könnte eine gebäudetypenbezogene Entwicklung von wirksamen Anpassungsmaßnahmen zur Anpassung eines breiten Gebäudebestandes an zukünftige Klimabedingungen wirksam beitragen. Dabei empfiehlt sich eine Orientierung an den nachfolgenden vier grundsätzlichen Anpassungsstrategien:

- ▶ Minderung der Wärmeeinträge,
- ▶ Optimierung der Wärmespeicherfähigkeit,
- ▶ Optimierung des Luftwechsels und
- ▶ Kühlung.

Perspektiven aus der Praxis

Die erarbeiteten fachlichen Vorschläge zur besseren Berücksichtigung des Klimawandels bzw. die Anpassung an die Folgen des Klimawandels in der Norm DIN 4108-2 wurden im Rahmen des Projektes mit Mitgliedern des NABau-Arbeitsausschusses diskutiert. Dieser Ausschuss hatte im Jahr 2021 eine Ad-hoc-Arbeitsgruppe zur Überarbeitung der DIN 4108-02 gegründet. Vordergründiges Ziel der Normungsarbeiten ist es, zunächst eine zeitnahe Überarbeitung der Norm konform zum GEG 2023 auf den Weg zu bringen. Darüber hinaus ist eine deutlich umfangreichere Überarbeitung der Norm mit längerem Zeithorizont geplant. Hierbei wird auch das Ziel verfolgt, die Klimaveränderungen bzw. die Anpassung an die Folgen des Klimawandels zu integrieren. Folglich wurden die vorgestellten Ideen und Ansätze interessiert und offen aufgenommen. Zum Abschluss der Beratung wurde vereinbart, dass die erarbeiteten fachlichen Vorschläge in die nächste Sitzung der Ad-hoc-Arbeitsgruppe durch den Obmann des NABau-Arbeitsausschusses eingebracht werden.

VDI 6004 Blatt 1:2006-06 Schutz der Technischen Gebäudeausrüstung: Hochwasser – Gebäude, Anlagen, Einrichtungen

Das mit Hochwasserereignissen verbundene signifikante Risiko für die Gesellschaft wächst, sowohl durch allmähliche Veränderungen der Umwelt als auch durch gesellschaftliche Entwicklungen, mit hoher Wahrscheinlichkeit zukünftig weiter an:

- ▶ Zu den umweltbezogenen Ursachen gehört insbesondere die Verschärfung meteorologisch bedingter Naturgefahren als Folge des anthropogen beeinflussten Klimawandels. Dazu zählen insbesondere häufigere und intensivere Extremwetterereignisse (IPCC 2018).
- ▶ Zu den gesellschaftlichen Ursachen zählt hingegen der weitere Anstieg der Exposition und Schadensanfälligkeit (Vulnerabilität) von Wohn- und Nichtwohngebäuden sowie von verschiedenen Infrastrukturen in potenziell überflutungsgefährdeten Gebieten, aufgrund einer wachsenden Besiedlungsintensität und kontinuierlich steigenden Wertkonzentrationen.

Mit Veröffentlichung der VDI-Richtlinie 6004 Blatt 1 „Schutz der Technischen Gebäudeausrüstung: Hochwasser – Gebäude, Anlagen, Einrichtungen“ im Jahr 2006 wurde ein wesentlicher Grundstein für die Berücksichtigung der Naturgefahr Hochwasser im Planungsprozess der technischen Gebäudeausrüstung gelegt. Dabei wurden erstmals fundierte Informationen zur hochwasserangepassten Planung und Ausführung, zum Betreiben sowie zur Nutzung gebäudetechnischer Anlagen in flutgefährdeten Bereichen systematisch zur Verfügung gestellt. Diese Richtlinie ist heute unverändert von hoher Wichtigkeit.

Um den bautechnischen Umgang mit dieser Problematik zu verbessern, sind zwischenzeitlich eine Vielzahl an Veröffentlichungen mit konzeptionellen Ansätzen für objektbezogene Bauvorsorgemaßnahmen, wie beispielsweise BMI (2018), DWA (2016) und Weller et al. (2016), entstanden. Jedoch erreichen diese Publikationen nicht die normative Knappheit, um taugliche Bauvorsorgemaßnahmen kontinuierlich in die Planungspraxis zu integrieren. Aus diesem Grund ist es zur verbesserten Anpassung von Gebäuden an die Folgen des Klimawandels notwendig, die Systematik der Richtlinie VDI 6004 Blatt 1 auf baukonstruktive Anpassungsmaßnahmen zu erweitern.

Erkenntnisse der Klimaforschung bezüglich Überflutung

Analysen abgelaufener Hochwasser aus der Vergangenheit haben gezeigt, dass derartige Ereignisse insbesondere durch regional begrenzte Witterungskonstellationen ausgelöst werden. Dabei ist eine Differenzierung nach Winterhalbjahr (November bis April) und Sommerhalbjahr (Mai bis Oktober) notwendig. Nach ergiebigen Schneefällen im Winterhalbjahr führen Tauwetterlagen in Verbindung mit Regenfällen dazu, dass innerhalb eines kurzen Zeitraumes große Schmelzwassermengen abfließen und somit ein Übertreten der Flüsse über die Ufer auslösen. Hingegen werden im Sommerhalbjahr Hochwasserereignisse überwiegend durch anhaltende Regenfälle über mehrere Tage oder Starkregenereignisse ausgelöst.

Laut UBA (2021) führen Flusshochwasser bereits heute zu erheblichen Gebäudeschäden und können die Stabilität und Widerstandsfähigkeit von Gebäuden beeinträchtigen. Sowohl für die Mitte als auch das Ende des Jahrhunderts wird ein mittleres bis hohes Risiko für Gebäudeschäden durch Flusshochwasser erwartet. Aufgrund der Anpassungsdauer von 10 bis 50 Jahren existiert dahingehend ein dringender Handlungsbedarf. Im Optimalfall bleibt die Gefährdungslage mit zunehmendem Betrachtungszeitraum gleich, sie kann sich aber gegen Ende des Jahrhunderts auch verschlechtern. Abhängig von der Höhenlage, können auch Verkehrsinfrastrukturen wie Schienen und Straßen von Flusshochwassern betroffen sein. Klimaprojektionen verschiedener regionaler Klimamodelle, welche vom DWD ausgewertet wurden, zeigen, dass bis zum Ende der 21. Jahrhunderts für die meisten Regionen Deutschlands mit einer Zunahme von winterlichen Starkniederschlägen der Dauerstufe 24 Stunden um ca. 10 Prozent bis 50 Prozent zu rechnen ist (Becker et al. 2016).

Fachliche Vorschläge zur Integration der Klimaanpassung

Auch wenn die hohe Bedeutung der Bauvorsorge mittlerweile überwiegend anerkannt wird, so besteht hinsichtlich konkreter Regelungen für das angepasste Bauen im Hinblick auf Überflutungen, in Ergänzung zu grundlegenden Publikationen wie BMI (2018), DWA (2016) und Weller et al. (2016), weiterhin ein großer Handlungsbedarf. Aus diesen Gründen stellt die hier diskutierte Erweiterung der VDI 6004 Blatt 1 mit einem Fokus auf das baukonstruktive Gefüge eine geeignete Möglichkeit dar, die Anpassung an die Folgen des Klimawandels innerhalb dieser Richtlinie weiter zu schärfen. Eine Einbindung der nachfolgend dargestellten Themenfelder sollte für eine solche Erweiterung geprüft werden.

Grundlagen zur Einwirkung Überflutung

Vor der Konzeption geeigneter Vorsorgemaßnahmen sind die für den Gebäudestandort relevanten Bemessungsgrundlagen, hier der Bemessungswasserstand, zu ermitteln. Aktuell ist in rechtsverbindlich festgesetzten Überschwemmungsgebieten mindestens ein Bemessungswasserstand anzusetzen, welcher der Wasserhöhe eines Hochwasserereignisses entspricht, das statistisch einmal in 100 Jahren zu erwarten ist (HQ 100). Diese Grundlage bezieht sich somit auf

vergangene Ereignisse und bildet nicht die zukünftige Klimaentwicklung ab. Ein möglicher Ansatz zur Integration der Anpassungsbedarfe an den Klimawandel wäre eventuell ein so bezeichneter „Klimafaktor“, um welchen dann der Bemessungswasserstand erhöht wird. Alternativ könnten Ergebnisse der Klimaforschung dazu genutzt werden, in die statistische Auswertung hydraulischer Modellierungen für den Bemessungswasserstand zukünftig Ergebnisse unter Berücksichtigung der Klimaveränderungen einfließen zu lassen. Darüber hinaus wäre zu prüfen, ob die allgemeinen Datengrundlagen dazu ausreichen, die Überflutungsgeschwindigkeit als weitere Variable in die Beurteilung einzubeziehen.

Perspektiven aus der Praxis

Die erarbeiteten fachlichen Vorschläge zur besseren Berücksichtigung des Klimawandels bzw. die Anpassung an die Folgen des Klimawandels in der VDI-Richtlinie 6004 Blatt 1 waren für eine gemeinsame Diskussion mit Mitgliedern des Richtlinienausschusses zur VDI 6004 vorgesehen. Um mit diesem Richtlinienausschuss in Kontakt zu treten, wurde Herr Dr. Mingyi Wang (Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e. V.) kontaktiert, welcher bei der Erstellung der Richtlinie formales Mitglied des Ausschusses war. Da sich der Ausschuss zu diesem Zeitpunkt nicht in einem Arbeitsprozess befand, wurde geprüft, ob dieser wieder aufgenommen werden kann. Dies erfolgte jedoch nicht innerhalb der Projektlaufzeit und somit konnten die erarbeiteten fachlichen Vorschläge bislang nicht mit dem Ausschuss diskutiert werden.

Jedoch wird voraussichtlich Anfang Mai 2022 der Fachbeirat Bautechnik des VDI die Aktualisierung der VDI-Richtlinie 6004 befürworten und anregen die fachliche Arbeit an dieser Richtlinie wieder aufzunehmen. In diesem Zusammenhang wird nochmals geprüft, in welchem Rahmen eine Diskussion der erarbeiteten fachlichen Vorschläge mit dem Ausschuss ermöglicht werden kann.

DIN 19700-11: 2004-07 Stauanlagen – Teil 11: Talsperren

Überblick zur Norm und Geltungsbereich

Die Normen-Reihe wurde letztmalig in 2004 überarbeitet, ihre Ursprünge reichen aber bis in die 50er Jahre zurück. Die letzte Überarbeitung entstand aus einem konkreten Anlass: In 2002 brachte das Jahrhunderthochwasser die Talsperre Malter, in der Nähe von Dresden, an die Grenzen ihres Hochwasserrückhalteraums. In der Folge wurden auch die hydrologischen Gutachten für alle Stauanlagen und bisherige Ansätze der Hochwasserbemessung überdacht. Dies gab auch einen Anstoß für die Überarbeitung der DIN 19700-10, davor war sie letztmalig 1986 überarbeitet worden.

Klimaveränderungen und ihre Relevanz für die Norm

Der Klimawandel in Deutschland hat weitreichende Folgen für die natürliche und bauliche Umwelt sowie auf den Menschen selbst. Als gesichert gilt, dass die Durchschnittstemperatur in Zukunft noch weiter ansteigt und dass sich Niederschlagsmuster verschieben, was in einigen Regionen sowohl zu längeren Trockenperioden als auch zur Zunahme von Starkregenereignissen führen kann. Die Auseinandersetzung mit den Folgen von Klimaveränderungen für Talsperren ist von besonderer Bedeutung, aus einer Reihe von Gründen:

- ▶ Veränderungen von Temperatur und von Niederschlagsmustern können zu Veränderungen der Qualität und der Quantität des gespeicherten Wassers führen, was die Erfüllung der Funktionen einer Talsperre beeinträchtigen kann.

- ▶ Talsperren sind langlebige Bauten mit einer langen Nutzungsdauer (mindestens 80 bis 100 Jahre, siehe DIN 19700-11) und werden deshalb in Zukunft ihre Funktionen unter verschiedenen Klimabedingungen erfüllen (Klima in 2050, Klima in 2080 etc.).
- ▶ Einige Talsperren sind älteren Bautyps und wurden in Zeiten konstruiert, in denen man noch von konstanten klimatischen Bedingungen ausgehen konnte (z. B. Eschbach Talsperre konstruiert zwischen 1889 und 1891, Panzertalsperre (1891-1893) und Sengbachtalsperre (1900-1903), alle im Bergischen Land).
- ▶ Talsperren haben eine hohe gesellschaftliche Bedeutung und können zu den kritischen Infrastrukturen gezählt werden: sollte es hier zu Einschränkungen kommen, kann dies weitreichende Folgen für den Hochwasserschutz oder die Trinkwasserversorgung haben. Gleichzeitig leisten gut funktionierende Talsperren als große Wasserspeicher einen wichtigen gesellschaftlichen Beitrag, um mit den Folgen des Klimawandels in Deutschland umzugehen – als Reservoir für lange Trockenzeiten oder als Wasserrückhalt bei Flusshochwassern.

Insgesamt ist davon auszugehen, dass die Relevanz von Talsperren, aufgrund ihrer Möglichkeit negative Auswirkungen des Klimawandels auf den Wasserhaushalt abzupuffern, zunimmt (LAWA 2017:134). Doch muss die Anlage auch unter Klimawandelbedingungen sicher und effizient funktionieren, daher ist die Einhaltung der DIN 19700 beim Bau und Betrieb zu befolgen. Bei der Neuerrichtung von Stauanlagen sollte immer eine eventuelle spätere Nachrüstung mit geringem Aufwand möglich sein. Veränderte Nutzungsansprüche könnten beispielsweise durch saisonal unterschiedliche Stauziele ermöglicht werden.

Änderungsvorschläge

Vor dem Hintergrund der oben aufgeführten Zusammenhänge (u. a. bisherige Betroffenheit von Talsperren durch Wetterextreme, lange Nutzungsdauer der Bauten) bietet es sich an, die seit 2004 nicht mehr aktualisierte DIN 19700-11 an einigen Stellen zu überarbeiten und dort Abwägungen zu Folgen des Klimawandels zu integrieren. Dies kann dazu beitragen, dass beim Betrieb und auch bei möglichen Neubauten von Talsperren Klimaveränderungen frühzeitig mitgedacht werden und so diese wichtigen Infrastrukturen ihre vielfältigen Zwecke auch in einem sich wandelnden Klima erfüllen werden können.

Berücksichtigung des Klimawandels in hydrologischen Modellierungen und im Wasserwirtschaftsplan

Um einen Beitrag dafür zu leisten, dass Talsperren auch im Klimawandel ihren Funktionen nachkommen können, sollte die Norm explizit vorsehen, dass über Klimamodelle projizierte Veränderungen der Basisgrößen Niederschlag, Temperatur und Strahlung in den hydrologischen Modellierungen zu berücksichtigen sind. Weiterhin sind die Entwicklung der normalen Abflüsse sowie die Extremereignisse (Hoch- und Niedrigwasser) zu berücksichtigen.

Die DIN 19700-11 sieht auch vor, dass es „[b]ei sich verändernden Bedarfsstrukturen, neuen Erkenntnissen der Bewirtschaftungsplanung und Veränderungen der ökologischen Anforderungen“ erforderlich werden kann, den Wasserwirtschaftsplan anzupassen.“ (S.14) Als weiteren Grund für eine Anpassung des Plans sollte hier „neues Wissen zu Auswirkungen des Klimawandels auf den Betrieb“ (ebd.) aufgenommen werden.

Perspektiven aus der Praxis

Die Vorschläge zur Überarbeitung der Norm wurden mit verschiedenen Expertinnen und Experten sowie Verbänden (u. a. Arbeitsgemeinschaft Trinkwassertalsperren e.V.) geteilt und in Gesprächen diskutiert. Die einhellige Rückmeldung war, dass der Klimawandel eine hohe Relevanz für Talsperrenbetreiber habe, dass fast alle Betreiber klimatische Veränderungen spüren und im

Betrieb bereits angemessen berücksichtigen würden. Die Branche sei der Norm quasi einen Schritt voraus. Da die Gesprächspartner das Thema in der Betriebspraxis bereits angemessen verankert sahen, wurde kein Bedarf gesehen, die Norm zu überarbeiten, da dies mit hohem Aufwand verbunden sei, der in diesem Fall kaum praktische Veränderungen zur Folge hätte. Dies zeigt zum einen, dass Akteure, die bei ihrer Arbeit bereits mit schwankenden Niederschlagsmengen konfrontiert sind, vergleichsweise gut für das Thema Klimawandel sensibilisiert sind. Es zeigt auch, dass der Aufwand für die Überarbeitung einer Norm von den Gremienmitgliedern teilweise als prohibitiv hoch angesehen wird. Gleichzeitig zeigt die Überströmung der Steinbachtalsperre während der Überflutungen in NRW im Juli 2021, dass es Talsperren gibt, die bei sehr extremen Niederschlägen wichtige Funktionen nicht mehr erfüllen können.

DWA-A 138: Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser sowie im DWA-A 117: Bemessung von Regenrückhalteräumen

Es liegen viele positive Erfahrungen mit dezentralen Versickerungsanlagen für den Umgang mit Extremniederschlägen vor. Eine wissenschaftliche Analyse älterer Versickerungsanlagen (Projekt LEIREV) hat bestätigt, dass die Funktionsfähigkeit auch nach vielen Jahren (>15 Jahre Betriebsdauer) sowohl in quantitativer Hinsicht als auch hinsichtlich des Stoffrückhaltevermögens noch gegeben ist (Kluge, 2016).

Derzeit gültige Fassung des DWA-A 138 von 2005

Mit dem Arbeitsblatt ATV-A 138 „Bau und Bemessung von Anlagen zur dezentralen Versickerung von nicht schädlich verunreinigtem Niederschlagswasser“ hat die Abwassertechnische Vereinigung (ATV) als Vorgängerinstitution der DWA bereits 1990 ein erstes Regelwerk für Versickerungsanlagen veröffentlicht. 2005 wurde das Arbeitsblatt grundlegend überarbeitet und um Aspekte der Planung und des Betriebes der Anlagen erweitert.

Aktuelle Überarbeitung des DWA-A 138

Derzeit wird das DWA-A 138 von der DWA-Arbeitsgruppe ES-3.1 „Versickerung von Niederschlagswasser“ im DWA-Fachausschuss ES-3 „Anlagenbezogene Planung“ überarbeitet. Eine Veröffentlichung der Neufassung des Arbeitsblattes im Gelbdruck erfolgte 2020. Der Gelbdruck erlaubt der Fachwelt eine Stellungnahme innerhalb einer bestimmten Frist.

DWA-A 117 (2013)

Das Arbeitsblatt DWA-A 117 „Bemessung von Regenrückhalteräumen“ kann gemäß Anwendungsbereich im Bereich der gesamten Abwasserableitung zwischen der Grundstücksentwässerung und Gewässer angewendet werden. Regenrückhalteräume im Sinne des Arbeitsblattes können Becken in offener, geschlossener, technischer oder naturnaher Bauweise, Rückhaltekanäle, Rückhaltegräben oder -teiche und in Kombination mit Versickerungsanlagen sein (DWA-A 117, 2013). Trotz dieses umfassenden Anspruchs beinhaltet das Arbeitsblatt nur die Bemessung für die Zwischenspeicherung von Starkregen mit nachfolgender Entleerung in die „Vorflut“.

Regenrückhalteräume wie Teiche, Zisternen oder Talsperren können aber auch dem Zweck dienen, Regenwasser über längere Zeit zu speichern und für verschiedene Nutzungen (Betriebswasser, Verdunstung, Bewässerung) bereitzustellen. Dieser Aspekt einer zeitgemäßen Regenwasserbewirtschaftung wird im DWA-A 117 bislang nicht berücksichtigt.

Klimaveränderungen und ihre Relevanz für die Norm

Die anhaltende Dürre der letzten Jahre hat nicht nur in der Land- und Forstwirtschaft zu erheblichen Schäden geführt, auch in den Städten waren die Folgen an Stadtbäumen und Kleingewässern deutlich sichtbar. Die Klimaprognosen für Deutschland lassen erwarten, dass beide Arten von Extremereignissen – Trockenperioden und Starkregen – zukünftig verstärkt und häufiger auftreten werden. Beide Effekte sind neue Herausforderungen für die Wasserwirtschaft – vor allem in Großstädten und Ballungsräumen. Immense Schäden an Infrastruktur und Gebäuden, Umweltschäden bis hin zu Gefahren für Menschen können die Folge sein (UBA 2018). Eine logische Konsequenz besteht darin, Niederschläge so weitgehend wie möglich vor Ort zu belassen und dem natürlichen Wasserhaushalt zuzuführen. Die Erhöhung der Verdunstung in Städten stellt dabei eine neue Zielsetzung für die Siedlungswasserwirtschaft dar. Die bisherige, vorrangig praktizierte Ableitung von Regenwasser würde dagegen die Effekte zusätzlich verschärfen und kann keine sinnvolle Antwort auf die Problematik sein.

Für das Regelwerk der DWA bedeutet dies grundlegend veränderte Zielstellungen. Während bislang die Entwässerung im Vordergrund stand – auch beim aktuellen DWA-A138 geht es mit der Versickerung um einen alternativen Entsorgungsweg für Regenwasser – muss zukünftig der langfristige Wasserhaushalt viel stärker berücksichtigt werden.

Neue Zielstellung: Erhalt des natürlichen Wasserhaushalts

Das Regelwerk für die Bemessung von Regenrückhalteräumen im Allgemeinen und Versickerungsanlagen im Besonderen ist bislang auf den Rückhalt von Bemessungsregen ausgelegt. Zielstellung ist dabei die Entleerung der Speicherräume innerhalb weniger Stunden.

Die Zielsetzungen einer wassersensiblen Stadtentwicklung erfordern dagegen, das Regenwasser über längere Zeit vor Ort zu halten – nicht nur einige Stunden, sondern mehrere Wochen oder sogar Monate. Hier ist nach Einschätzung des Projektteams eine grundlegende Überarbeitung des Ansatzes für die Bemessung von Regenrückhalteräumen (DWA A117, DWA A138) erforderlich. Im Entwurf des DWA Arbeitsblattes A102 „Grundsätze zur Bewirtschaftung und Behandlung von Regenwetterabflüssen zur Einleitung in Oberflächengewässer“ (DWA 2016) wurde ein konkreter Vorschlag für die neue Zielstellung „Erhalt des Wasserhaushaltes“ vorgestellt. Leider wurde dieser Ansatz in ein (unverbindlicheres) Merkblatt ausgelagert. Als Argument der zuständigen DWA-Arbeitsgruppe wurde angeführt, dass der Wasserbilanzansatz noch zu neu wäre und noch keine allgemein anerkannte Regel der Technik darstelle. Dabei wurde der Ansatz bereits 2004 erstmalig in Deutschland als Ergebnis eines Projektes des Umweltbundesamtes veröffentlicht (Sieker et. al. 2004). Auch im neuen Entwurf des DWA-A 138 findet sich kein Verweis auf diesen vielversprechenden Ansatz.

Neue Zielstellung: Schutz vor Überflutung durch Starkregen

Nicht zuletzt vor dem Eindruck der Schadensereignisse der letzten Jahre werden zunehmend weitergehende Anforderungen an die Resilienz gegenüber Starkregen gestellt. Die Entwässerungssysteme wurden bislang „nur“ auf die durch die Normen vorgegebenen Bemessungsregen ausgelegt. Niederschläge, die in ihrer Intensität über die Bemessungsregen hinausgehen, wurden als „höhere Gewalt“ eingestuft. Dieser Ansatz wird in den letzten Jahren zunehmend in Frage gestellt. Neue Leitfäden der Fachverbände (DWA A M119, 2016) und andere Veröffentlichungen z.B. in BBSR (Becker & Sieker 2016) definieren eine Dreiteilung der Aufgabe in 1. Bemessung, 2. Überflutungsschutz und 3. Starkregen-Risikomanagement.

Technologien/Maßnahmen

Die bislang im DWA-A 138 behandelten Technologien/Maßnahmen zielen vorrangig auf eine möglichst gute und schnelle Versickerung der Niederschlagsabflüsse ab.

In den letzten Jahren wurde zahlreiche neue Technologien entwickelt, die neben der Versickerung weitere Zielstellungen verfolgen. Bestenfalls sind diese neuen Technologien/Maßnahmen in den Regelwerken nur nicht erwähnt. Häufig wird ihre Anwendung jedoch auch durch unbegründete Restriktionen erschwert. Vor dem Hintergrund der dringenden Notwendigkeit von Klimaanpassungsmaßnahmen müssen die Zyklen für die Aufnahme neuer Technologien in die Regelwerke beschleunigt werden. Die Forderung, dass Maßnahmen mindestens seit 10-15 Jahren von der Mehrheit der Fachleute angewendet werden, führt zu sehr langsamen Innovationsprozessen, die den heutigen Anforderungen nicht mehr gerecht werden.

Auch verschiedene etablierte Technologien zur Regenwasserbewirtschaftung werden im DWA-Regelwerk nicht behandelt. Dazu gehören z.B. Begrünte Dächer, Fassadenbegrünungen, Teiche oder Retentionszisternen. Das DWA-A 138 sollte zumindest auf die Möglichkeiten hinweisen und ggf. auf technische Regeln von anderen Fachverbänden (z.B. FLL) verweisen.

Verzicht auf überholte Restriktionen

Im Arbeitsblatt DWA-A138 von 2005 finden sich einige Restriktionen hinsichtlich der Anwendbarkeit von dezentralen Regenwasserbewirtschaftungsmaßnahmen, die nach heutigem Wissensstand nicht mehr aktuell sind. Beispielsweise ist eine Bepflanzung von Versickerungsanlagen mit Bäumen nach DWA-A138 nicht zulässig. Eine wissenschaftliche Begründung findet sich dafür im Regelblatt nicht. Neuere Untersuchungen an ausgeführten Anlagen mit Baumbewuchs haben gezeigt, dass diese Restriktion unbegründet ist und sinnvollen Klimaanpassungsmaßnahmen wie Baumrigolen entgegensteht (Reck, 2021). Diese Restriktion steht sogar im direkten Widerspruch zu einer anderen Technischen Regel, dem DWA-M 153. Generell sollten Neufassungen von Technischen Regeln auf überholte Restriktionen hin überprüft und ggf. bereinigt werden.

Änderung des Bemessungsverfahrens

Das Regelwerk für die Bemessung von Versickerungsanlagen ist bislang auf den Rückhalt von Bemessungsregen, d.h. einzelnen Starkregen der Jährlichkeit $T < 5$ Jahre ausgelegt. Eine Bemessung mit dem Verfahren der Langzeitsimulation wird zwar erwähnt, aber im Regelfall für nicht erforderlich gehalten. Die Berücksichtigung des Planungsziels „Wasserbilanz“ erfordert dagegen die Betrachtung von langen Zeiträumen um auch Trockenperioden und langanhaltende, aber weniger intensive Niederschläge zu berücksichtigen zu können. Das Verfahren der Langzeitsimulation wird damit zur Vorzugslösung für die Planung von Regenwasserbewirtschaftungsanlagen. Nach Einschätzung des Projektteams ist eine grundlegende Überarbeitung des Ansatzes für die Bemessung von Regenrückhalteräumen (DWA A117, DWA A138) erforderlich.

Perspektiven aus der Praxis

Im Rahmen des Gelbdruckverfahrens für das neue DWA-Arbeitsblatt A 138 wurden vom Projektteam Vorschläge für die Änderung des Bemessungsverfahrens eingebracht. Außerdem wurde ein Entwurf dieses Kapitels (als ein Kurzpapier) dem zuständigen DWA-Ausschuss übermittelt.

Die Praxis der Regenwasserbewirtschaftung entwickelt sich derzeit deutlich schneller als das Regelwerk. In Berlin beispielsweise werden bereits heute zu jedem Bebauungsplan Regenwasserkonzepte erarbeitet, die auch eine Minimierung des Eingriffs in den Wasserhaushalt zum Inhalt haben. Eine zeitnahe erneute Anpassung des Regelwerks wäre hier wünschenswert. Die nächste Überarbeitung des DWA-Arbeitsblattes A 117 wäre hierfür eine gute Gelegenheit.

Empfehlungen

Die Gründung von Normen auf die bisherige Bewährung von Verfahren etc. macht es schwierig, Techniken in Normen zu verankern, die bisher eher weniger stark verbreitet oder erprobt sind bzw. in Konkurrenz mit besonders stark verbreiteten und schon lang angewandten Technik stehen. Schon im Kalkar-Beschluss von 1978 hielt das Bundesverfassungsgericht fest, dass eine anerkannte Regel der Technik „stets hinter einer weiterstrebenden technischen Entwicklung hinterherhinkt.“ Zur Beförderung der Berücksichtigung von Anpassungsaktivitäten in Normen ist es also zuträglich, wenn die Praxis stärker von solchen Aktivitäten durchdrungen wird. Gleichzeitig stellt die Tatsache, dass das Thema Anpassung in der Normung bisher wenig berücksichtigt ist, natürlich eine Barriere dafür da, dass solche Aktivitäten stärker in der Praxis angewandt werden. Zur Auflösung dieses Spannungsfeldes empfiehlt das Projektteam die Aufnahme bzw. Intensivierung der folgenden Aktivitäten.

Verstärkte Förderung von innovativen Anpassungsmaßnahmen

Eine noch gezieltere Förderung bestimmter Maßnahmen, die in der Praxis weniger verbreitet sind – etwa Ansätze zum Regenwasserrückhalt in Gewerbegebieten (statt Ableitung) – wäre ein wichtiger Schritt, um die Klimaanpassung stärken in die anerkannten Regeln der Technik einzutragen. Zu den Aktivitäten, die aufgrund der obigen Argumentationen von besonderer Bedeutung für eine gezielte Förderung scheinen, zählen die Folgenden (Auflistung angelehnt an die Schwerpunkte in UBA 2021):

- ▶ Ansteigende Hitzebelastung in Verdichtungsräumen: Bau- und haustechnische Anpassungsmaßnahmen zur Verbesserung des Innenraumklimas während länger andauernder Hitzeperioden, insbesondere in Gebäuden, die von vulnerablen Gruppen genutzt werden, etwa Alten- und Pflegeheime.
- ▶ Schäden an Gebäuden und Infrastrukturen durch Starkregen und Sturzfluten: Infrastrukturelle, bauliche und haustechnische Maßnahmen
- ▶ Schäden an Gebäuden und Infrastrukturen durch Flussüberschwemmungen: Bau- und haustechnische Maßnahmen
- ▶ Umgang mit Trockenheit und Starkregen: Maßnahmen aus dem Schwammstadt-Spektrum, bei denen – anders als in Richtlinien wie DWA A-138 – Niederschlagswasser länger vor Ort zurückgehalten wird (>24 h), um es dann über einen längeren Zeitraum abzugeben (Versickerung, Verdunstung, Bewässerung).

Auswertung und Kommunikation von geförderten Aktivitäten

Um die interessierten Kreise und Fachleute von der Eignung bestimmter klimaangepasster Herangehensweisen zu überzeugen bzw. die Bewährung in der Praxis zu demonstrieren, reicht die finanzielle Förderung nicht aus: passende Kommunikation und gezielte Auswertung der geförderten Aktivitäten müssen die Förderangebote flankieren.

- ▶ Die Förderangebote der EU, des Bundes und der Bundesländer sollten von den fördernden Stellen gezielt an Akteure kommuniziert werden (Mailings, Vorstellung auf Konferenzen, Präsentationen in kleineren Workshops bei den Akteuren vor Ort), die bisher weniger mit dem Thema Anpassung zu tun hatten, für die Normung und das Bauwesen aber von besonderer Bedeutung sind.
- ▶ Die geförderten Projekte sollten wissenschaftlich begleitet oder zumindest punktuell wissenschaftlich ausgewertet werden. Je nach Kapazitäten kann dies von den fördernden Stellen selbst übernommen werden oder von dezidierten Synthese- oder Begleitforschungsprojekten.

ten. Dabei sollte analysiert werden, inwieweit die umgesetzten Maßnahmen bzw. Herangehensweisen über bestehende Normen hinausgehen, mit welchem Aufwand und ggf. mit welchen Barrieren dies verbunden war und welche Wirkungen dadurch erzielt werden konnten, idealerweise im Vergleich mit konventionellen Herangehensweisen.

- ▶ Die Ergebnisse dieser Analysen wiederum gilt es an die interessierten Kreise, Fachleute, Anwendende etc. zu kommunizieren, um bei diesen Akteuren das Wissen um die Potenziale klimaangepasster Vorgehensweise zu erhöhen.

Innovative Klimaanpassung in öffentlichen Bauvorhaben und Ausschreibungen stärker berücksichtigen

Neben der Förderung der Aktivitäten von Anderen hat die öffentliche Hand auch die Möglichkeit, innovative Anpassungsmaßnahmen bei eigenen Bauprojekten (Infrastrukturen wie Bundesstraßen, bei den eigenen Liegenschaften oder bei kommunaler Infrastruktur) umzusetzen. Dies betrifft alle Einrichtungen der öffentlichen Hand, die eigene Bauprojekte umsetzen. Hier wäre zu prüfen, inwieweit das Thema in Ausschreibungen der öffentlichen Hand zu Bauvorhaben integriert werden kann.

Stärkere Mitwirkung vom Bund bei der Normung

Normungsgremien bei DIN agieren weitestgehend autonom und die Normung in Deutschland stellt eine Selbstverwaltungsaufgabe der Wirtschaft dar. Der Vertrag zwischen DIN e.V. und der Bundesrepublik Deutschland von 1975 bietet jedoch einige Möglichkeiten zur Mitarbeit des Bundes in der Normung (siehe Kind et al. 2021). Die Möglichkeiten der Mitwirkung in Lenkungs-gremien sollte stärker ausgeschöpft werden und dazu genutzt werden, die Klimaanpassung im Interesse der Öffentlichkeit und im Interesse einer Vorreiterrolle der deutschen Wirtschaft in die Normungsarbeit einzubringen

- ▶ inhaltliche Impulse in die Normenausschüsse zu geben,
- ▶ Fragestellungen und Informationsbedarfe aus den Ausschüssen aufzunehmen und in die Formulierung von Förderprogrammen, Forschungsprojekten etc. aufzunehmen,
- ▶ Impulse zur Gestaltung der Rahmenbedingungen für die Normung zu geben, etwa in die Richtung der verpflichtenden Berücksichtigung des Klimawandels bei der regelmäßigen Prüfung von Normen auf Aktualisierungsbedarf.

Stärkere Mitwirkung von „Anpassungs-Akteuren“ in Normungsgremien

Neben der strategischen Lenkung von Normungsarbeiten ist es unbedingt notwendig, dass die Belange der Klimaanpassung in den Gremien zu relevanten Normen und technischen Regeln angemessen vertreten sind. Anekdotische Evidenz zeigt: Die Gremien, die die Überarbeitung bestehender Normen vornehmen, sind tendenziell nicht von Personen besetzt, die einen großen Bezug zu Klimafolgen und Anpassung haben. Wenn diese Perspektive jedoch nicht unter den interessierten Kreisen vertreten ist, werden sich die Normen und technischen Regeln wahrscheinlich deutlich langsamer als wünschenswert auf die Herausforderung des Klimawandels einstellen.

Vor diesem Hintergrund schlägt das Projektteam folgende Aktivitäten vor:

- ▶ Normungsorganisationen und bzw. oder Bundesressorts sollten eine Liste mit Normen und technischen Regeln zusammenstellen, die aus Sicht von Klimafolgen und Anpassung einen besonders hohen Überarbeitungsbedarf haben.

- ▶ Eine zentrale Stelle sollte dann beauftragt und mit angemessenen Mitteln und Expertise ausgestattet werden, um an der Gremienarbeit für die hoch priorisierten Normen und technischen Regeln mitzuwirken bzw. die Mitwirkung Anderer zu koordinieren.

Monitoring von Entwicklungen

Das Thema der Berücksichtigung von Klimafolgen und Anpassung in der Normung hat die Deutsche Anpassungsstrategie von Anfang an begleitet und war in allen drei Aktionsplänen zur Anpassung in Form einer oder mehrerer Maßnahmen präsent. Inzwischen erfährt das Thema in normierenden Organisationen immer mehr Aufmerksamkeit. Um das positive Momentum zu nutzen, bedarf es des Willens und der Tatkraft von vielen unterschiedlichen Akteuren.

Jegliche Aktivitäten in diese Richtung sollten idealerweise flankiert werden durch ein Monitoring der Ergebnisse der Bemühungen. Normierende Organisationen wie DIN oder VDI sollten – im Sinne des öffentlichen Interesses – in Zukunft stärker nach Außen kommunizieren, wie der Umgang mit den Folgen des Klimawandels in den DIN-Normen adressiert wird.

Anwendung von Anpassungs-relevanten Normen in der Planungs- und Genehmigungspraxis

Aufgrund der Vielfalt an Regelungen durch den Föderalismus und aufgrund der Tatsache, dass wenig zu den tatsächlichen Abläufen in Genehmigungsverfahren publiziert wird, ist es schwierig, das Ausmaß der beschriebenen Problematik genauer zu fassen. Daher schlägt das Projektteam folgende Aktivitäten vor:

- ▶ BMUV / UBA sollten ein kurzes, angewandtes Forschungsprojekt umsetzen, in dem diese Thematik näher beleuchtet wird. In dem Projekt sollten Interviewreihen durchgeführt werden, mit Planer*innen (aus Kommunen und aus Planungsbüros), Klimaanpassungsmanager*innen, mit Vertreter*innen von Behörden, die Bauvorhaben genehmigen sowie mit Personen aus der Hochschul-Lehre
- ▶ Es braucht auch eine Sensibilisierung von Entscheidungstragenden in Genehmigungsbehörden für die genannten Problematiken. Hier sollten die Ressorts auf Länderebene tätig werden, eventuell auch koordiniert durch Einrichtungen wie die LAWA.
- ▶ Um Entscheidungstragende langfristig für das Thema zu sensibilisieren, sollte man auch mit Akteuren aus der Hochschul-Lehre Kontakt aufnehmen
- ▶ Als letztes Mittel in diesem Themenbereich sollten Umweltverbände überlegen, ob sie noch häufiger von Normenkontrollklagen Gebrauch machen wollen.

Klimadaten

Viele Normerinnen und Normer scheinen nicht immer einen guten Zugang zum Thema der Klimadaten zu haben, was sich u. a. daran zeigt, dass in vielen Normen weiterhin mit veralteten Datengrundlagen gearbeitet wird, siehe etwa DIN 4108-2.

Deshalb schlägt das Projektteam folgende Aktivitäten vor:

- ▶ BMWSB / BBSR sollten gemeinsam mit dem DWD passende Klimaservices für das Bauwesen entwickeln, anknüpfend an die gemeinsamen Arbeiten, die man zu den TRY-Datensätzen unternommen hat. In einem partizipativen Prozess mit Akteuren aus der Normung und aus dem Bauwesen (u. a. Personen aus Normungsausschüssen und aus Verbänden, Planer*innen und ausführende Unternehmen) sollte untersucht werden, welche Klimadaten auf welche Art und Weise bisher genutzt werden.

- ▶ Des Weiteren ist es in diesem Kontext wichtig, Anreize zu schaffen, um Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler häufiger und intensiver in den Austausch mit Akteuren aus Normungsgremien zu bringen. Dies würde das Wissen der wissenschaftlichen Gemeinschaft um die Informationsbedarfe zu Klimadaten in der Normung steigern.

Ökonomischen Mehrwert der Klimaanpassung kommunikativ herausarbeiten

Bei Themen von hoher wirtschaftlicher Bedeutung treten normierende Organisationen meist proaktiv auf und setzen viele Hebel in Bewegung, um normative Arbeit anzuschieben. Der Klimaanpassung gerät hier eventuell zum Nachteil, dass vielen Akteuren der ökonomische Mehrwert der Klimaanpassung allgemein nicht bewusst ist oder, spezieller, die Chancen, die sich dadurch auf dem Weltmarkt für Anbieter bestimmter Produkte und Dienstleistungen ergeben. In diesem Kontext empfiehlt das Projektteam Folgendes:

- ▶ Das BMWK sollte das Thema der wirtschaftlichen Chancen für deutsche Unternehmen durch Anpassung weltweit erneut im Rahmen eines angewandten Forschungsprojektes aufnehmen.

Erfolge würdigen

Es sollte bei diesem Thema nicht nur auf das geschaut werden, was alles noch nicht gemacht wurde, sondern man sollte auch die Erfolge anerkennen, die bisher erreicht wurden.

Summary

Introduction

This report deals with the development of concrete proposals for amendments to selected standards and technical regulations to adequately consider the consequences of climate change and is part of the research project "Adaptation Standard: Analysis of existing standards for adaptation requirements with regard to the consequences of climate change". Starting with a general overview of the topic, the individual chapters of this report look at five standards or technical rules that cover a certain thematic breadth. The report concludes with a discussion of general recommendations for anchoring the topic more firmly in standardisation. The five standards and technical rules considered in more detail are:

- ▶ DIN 4108-2:2013-02 - Thermal protection and energy economy in buildings - Part 2: Minimum requirements for thermal insulation,
- ▶ VDI 6004 Sheet 1:2006-06 Protection of buildings and services – flood – buildings, installations, equipment
- ▶ DIN 19700-11: 2004-07 Dams plants - Part 11: Dams,
- ▶ DWA-A 138: Planning, construction and operation of facilities for the percolation of precipitation water, and
- ▶ DWA A 117: Dimensioning of rainwater retention basins.

Overview of the status of consideration of the consequences of climate change in standards, technical rules and guidelines

Many standardisation organisations have recognised the need for climate adaptation: The International Organisation for Standardisation (ISO), which has 165 member states, adopted the London Declaration at its General Assembly in September 2021. In this declaration, ISO set itself the goal of contributing to the achievement of the Paris climate goals and the Sustainable Development Goals (SDGs) of the United Nations. The declaration also commits to the United Nations' "Call for Action on Adaptation and Resilience". DIN also supported the adoption of the declaration. Standardisation also plays a role in the current European Climate Adaptation Strategy. The strategy was adopted by the European Commission in February 2021. It deals intensively with the consequences of climate change for Europe and the question of how the EU can increase its resilience to these and become climate neutral by 2050. It also refers to the SDGs (especially Goal 13) and the Paris climate targets. The topic of standardisation is also addressed there. Standards and indicators are to be harmonised and modernised so that "monitoring, reporting and evaluation of adaptation measures" (p. 10) will be improved.

The need for international standards organisations to adapt standards to climate change has thus been recognised. There are also many developments in this area in Germany: The VDI has been working on guidelines on the topic of urban climate and urban adaptation for some time. In 2021/2022, the DWA will introduce a climate label for some leaflets and worksheets to highlight their contribution to dealing with climate change. DIN is currently developing a climate strategy in close cooperation with other stakeholders in order to position itself even better for future challenges. In 2015, DIN published DIN SPEC 35220:2015-11 Adaptation to climate change – Projections on climate change and ways for handling uncertainties, a pre-standard that presents a procedure for identifying a possible need to revise a standard due to climatic changes. The procedure from this pre-standard is applied in the following chapters to discuss individual standards or technical rules and the possible need for revision there.

DIN 4108-2:2013-02 - Thermal protection and energy economy in buildings - Part 2: Minimum requirements for thermal insulation

Current problems with regard to summer thermal insulation

DIN 4108 arranges the requirements for the thermal insulation of buildings, whereby the summer thermal insulation is only a part of the entire subject of regulation. Especially in earlier issues, the focus of the standard was clearly on the regulation of winter thermal insulation. A comparison of the development of the regulatory area of DIN 4108-2, which concerns summer thermal insulation, shows very clearly the growing attention to the problem, as well as the increasing will to introduce binding planning guidelines.

Furthermore, it is increasingly recognised and discussed that summer heat periods should also be considered as important impacts on buildings, with a multitude of negative consequences. If the indoor climate changes due to summer heat periods, the thermal comfort for the occupants will decrease. The consequences can take the form of (i) reduced performance and capacity, (ii) temperature-related morbidity, and (iii) ultimately higher mortality (Hellwig 2018).

In UBA (2015), a climate projection ensemble consisting of 17 regional climate models for the A1B emissions scenario was evaluated for the near future (2021-2050) and the far future (2071-2100). Assuming a weak change (15th percentile), in the far future air temperature is expected to increase by up to 2 Kelvin and the number of hot days by up to 20 days in summer months. With a strong change (85th percentile), the air temperature in the summer months is expected to rise by up to 5 Kelvin on average in the distant future, with an increase in hot days of up to 40 days. An increasing number of consecutive hot days and nights may have negative impacts on the health of various vulnerable groups.

Seppänen et al. 2008 show that maximum productivity is observed between 21 °C and 22.5 °C and that it already drops to 90 percent at 30 °C indoor temperature. According to UBA 2019a, the productivity of building occupants in Central Europe decreases by 3 to 12 percent within periods of high heat stress. To counteract this, the workplace directive ASR A3.5 defines measures that should be taken when the indoor air temperature exceeds 26 °C (BAuA 2018).

Technical proposals for the integration of climate adaptation

Sharpening of the solar input parameter procedure

The solar input characteristic value procedure contained in DIN 4108-2 is a simplified procedure that makes it possible to evaluate summer thermal insulation for a large number of buildings with little effort. However, the climate changes described may mean that the normative requirements used here are no longer sufficient to ensure a comfortable indoor climate even during prolonged hot spells. In addition, important influencing variables such as the thermal insulation of the building envelope components are not taken into account. With the solar input characteristic value method, an evaluation of the summer thermal insulation for a future climate is not yet possible. A minimum requirement for the integration of climate adaptation within this standard would therefore be a textual reference to the additionally required consideration of past and further possible climate changes.

In order to improve the integration of climate adaptation in DIN 4108-2, it would, for example, be advisable to introduce two requirement classes for the verification of summer thermal insulation. In a "basic class" with lower requirements, the minimum requirements for summer thermal insulation could be defined, as they are already currently specified in DIN 4108-2. In a further,

higher requirement class, on the other hand, increased requirements could be placed on robustness against heat periods caused by climate change, in order to better take into account the need to adapt to the consequences of climate change in the form of summer heat periods.

As an alternative to the current system of predefined summer climate regions, it would then be conceivable to define the requirements for summer thermal insulation as a function of different parameters, which are determined with the help of the locally accurate test reference years. This makes it possible to incorporate current weather data and research results without the need for a time-consuming revision of the actual standard.

In order to evaluate possible adaptation measures, it would also make sense to add further factors to the solar input parameters procedure. A discussion on this could include the following parameters:

- ▶ Positive effects from surrounding greening on the building or in the surrounding area,
- ▶ Negative effects from internal heat loads,
- ▶ Positive effects from shading due to geometric parameters (e.g. neighbouring buildings or fixed shading devices),
- ▶ Negative and positive effects from the thermal insulation of the building envelope.

The climate changes shown indicate that there will probably be more frequent or longer periods of heat in the future. However, when determining the severity of the building by means of the effective heat capacity C_{eff} according to DIN EN ISO 13786:2018-04, a period of only one day is assumed. Consequently, the advantages of a high heat storage capacity, which result for example from an above-average wall thickness during a prolonged heat period, are not yet reflected in the verification of summer thermal insulation.

Possibilities of thermal building simulation

With the publication of a further revision of the test reference years by the BBSR and the German Meteorological Service (DWD) in 2017, the TRY data sets for the area of Germany are now available in a 1 km x 1 km grid. The data sets, which represent a future climate, were created using up to 12 regional climate models for the period 2031 - 2060 (according to the DWD, further data sets for test reference years are in progress). Incorporating these data sets into DIN 4108-2 would significantly strengthen the integration of climate adaptation.

Compendium of building type-related adaptation measures based on DIN 4108 Supplement 2

Since thermal building simulation is not economically feasible for each individual case, and especially for the large number of residential buildings in Germany, the development of effective adaptation measures for specific building types could effectively contribute to the adaptation of a broad building stock to future climate conditions. The following four basic adaptation strategies are recommended:

- ▶ Reduction of heat input,
- ▶ Optimisation of heat storage capacity,
- ▶ Optimisation of air exchange and
- ▶ Cooling

Perspectives from practice

The technical proposals developed for better consideration of climate change or adaptation to the consequences of climate change in the DIN 4108-2 standard were discussed with members of the NABau working committee as part of the project. This committee had founded an ad-hoc working group to revise DIN 4108-02 in 2021. The primary goal of the standardisation work is to initiate a timely revision of the standard in conformity with the GEG 2023. In addition, a significantly more extensive revision of the standard with a longer time horizon is planned. This will also pursue the goal of integrating climate change and adaptation to the consequences of climate change. Consequently, the ideas and approaches presented were received with interest and openness. At the end of the consultation, it was agreed that the technical proposals developed would be brought to the next meeting of the ad hoc working group by the chair of the NABau working committee.

VDI 6004 Sheet 1:2006-06 Protection of buildings and services – flood – buildings, installations, equipment

The significant risk to society associated with flood events is likely to continue to grow in the future, due to both gradual environmental changes and societal developments:

- ▶ In particular, the environmental causes include the intensification of meteorologically induced natural hazards as a result of anthropogenically influenced climate change. These include, in particular, more frequent and more intense extreme weather events (IPCC 2018).
- ▶ The societal causes, on the other hand, include the further increase in exposure and vulnerability of residential and non-residential buildings as well as of various infrastructures in potentially flood-prone areas due to growing settlement intensity and continuously increasing concentrations of values.

With the publication of the VDI Guideline 6004 Sheet 1 "Protection of buildings and services – flood – buildings, installations, equipment" in 2006, an important foundation was laid for the consideration of the natural hazard of floods in the planning process of technical building equipment. For the first time, well-founded information on flood-adapted planning and execution, operation and use of building services in flood-prone areas was systematically made available. This guideline is still of great importance today.

In order to improve the structural engineering approach to this problem, a large number of publications with conceptual approaches for building-related precautionary measures have been produced in the meantime, such as BMI (2018), DWA (2016) and Weller et al. (2016). However, these publications do not reach the normative scarcity to continuously integrate suitable building precaution measures into planning practice. For this reason, in order to improve the adaptation of buildings to the consequences of climate change, it is necessary to extend the systematics of the guideline VDI 6004 Part 1 to include structural adaptation measures.

Findings of climate research regarding flooding

Analyses of past floods have shown that such events are triggered in particular by regional weather constellations. It is necessary to differentiate between the winter half-year (November to April) and the summer half-year (May to October). After heavy snowfall in the winter half-year, thaws in conjunction with rainfall lead to large amounts of melt water flowing off within a short period of time, causing rivers to overflow their banks. In the summer half-year, on the other hand, flood events are mainly triggered by persistent rainfall over several days or heavy rainfall events.

According to UBA (2021), river floods cause significant building damage and can affect the stability and resilience of buildings already today. A medium to high risk of building damage due to river floods is expected for both the middle and the end of the century. Due to the adaptation period of 10 to 50 years, there is an urgent need for action. In the optimal case, the risk situation remains the same as the period under consideration increases, but it may also worsen towards the end of the century. Depending on the altitude, transport infrastructures such as railways and roads can also be affected by river floods.

Climate projections of various regional climate models, which were evaluated by the DWD, show that by the end of the 21st century, an increase in winter heavy precipitation of the 24-hour duration category of approx. 10 percent to 50 percent is to be expected for most regions of Germany (Becker et al. 2016).

Technical proposals for the integration of climate adaptation

Even though the great importance of precautionary building measures is now widely recognised, there is still a great need for action with regard to concrete regulations for adapted building with regard to flooding, in addition to fundamental publications such as BMI (2018), DWA (2016) and Weller et al. (2016). For these reasons, the extension of VDI 6004 Sheet 1 discussed here with a focus on the structural fabric represents a suitable way to further sharpen adaptation to the consequences of climate change within this guideline. An integration of the following topics should be examined for such an extension.

Basics of the impact of flooding

Before designing suitable precautionary measures, the assessment basis relevant for the building location, in this case the assessment water level, must be determined. Currently, in legally binding floodplains, at least one assessment water level is to be used, which corresponds to the water level of a flood event that is statistically to be expected once in one hundred years (HQ 100). This basis thus refers to past events and does not reflect future climate development. A possible approach to integrating the need for adaptation to climate change could be a so-called "climate factor", by which the design water level is then increased. Alternatively, the results of climate research could be used to incorporate results from the statistical evaluation of hydraulic modelling for the design water level, taking climate change into account.

Perspectives from practice

The technical proposals for a better consideration of climate change and adaptation to the consequences of climate change in VDI Guideline 6004 Sheet 1 were intended for joint discussion with members of the guideline committee for VDI 6004. In order to get in contact with this guideline committee, Dr. Mingyi Wang (General Association of the German Insurance Industry) was contacted, who was a formal member of the committee during the preparation of the guideline. Since the committee was not in a working process at that time, it was examined whether this could be resumed. However, this was not done within the project duration and thus the technical proposals developed could not be discussed with the committee so far.

However, at the beginning of May 2022, the VDI Advisory Council on Construction Technology is expected to endorse the updating of VDI Guideline 6004 and suggest that the technical work on this guideline be resumed. In this context, it will be examined once again in what framework a discussion of the technical proposals developed can be facilitated with the committee.

Furthermore, it should be examined whether the general data basis is sufficient to include the flooding velocity as an additional variable in the assessment.

DIN 19700-11: 2004-07 Dams plants - Part 11: Dams

Overview of the standard and its scope

The series of standards was last revised in 2004, but its origins date back to the 1950s. The last revision had a specific cause: In 2002, the flood of the century brought the Malter dam, near Dresden, to the limits of its flood retention area. As a result, the hydrological reports for all dams and previous approaches to flood design were also reconsidered. This also provided an impetus for the revision of DIN 19700-10, which had last been revised in 1986.

Climate change and its relevance for the standard

Climate change in Germany has far-reaching consequences for the natural and built environment as well as for humans themselves. It is certain that the average temperature will continue to rise in the future and that precipitation patterns will shift, which may lead to longer dry periods and an increase in heavy rainfall events in some regions. Addressing the consequences of climate change for dams is of particular importance for a number of reasons:

- ▶ Changes in temperature and precipitation patterns can lead to changes in the quality and quantity of the stored water, which can affect the fulfilment of a dam's discharge.
- ▶ Dams are long-lived structures with a long service life (at least 80 to 100 years, see DIN 19700-11) and will therefore fulfil their functions in the future under different climatic conditions (climate in 2050, climate in 2080, etc.).
- ▶ Some dams are of an older type and were constructed in times when constant climatic conditions could still be assumed (e.g. Eschbach dam constructed between 1889 and 1891, Panzer dam (1891-1893) and Sengbach dam (1900-1903), all in Bergisches Land).
- ▶ Dams are of great social importance and can be counted among the critical infrastructures: if there are restrictions here, this can have far-reaching consequences for flood protection or the drinking water supply. At the same time, well-functioning dams as large water reservoirs make an important social contribution to dealing with the consequences of climate change in Germany - as reservoirs for long dry periods or as water retention during river floods.

Overall, it can be assumed that the relevance of dams will increase due to their ability to buffer the negative impacts of climate change on the water balance (LAWA 2017:134). However, the facility must also function safely and efficiently under climate change conditions, so compliance with DIN 19700 must be followed during construction and operation. When constructing new dams, it should always be possible to retrofit them at a later date with little effort. Changing utilisation requirements could, for example, be made possible by differing seasonal damming targets.

Proposed changes

Against the background of the above-mentioned contexts (e.g. previous impact of extreme weather events on dams, long service life of structures), it makes sense to revise some parts of DIN 19700-11, which has not been updated since 2004, integrating considerations of the consequences of climate change. This can help to ensure that climate changes are taken into account at an early stage in the operation and possible new construction of dams, so that these important infrastructures can also fulfil their diverse purposes in a changing climate.

Consideration of climate change in hydrological modelling and in the water management plan

In order to contribute to dams continuing to fulfil their functions in the face of climate change, the standard should explicitly stipulate that changes in the basic variables of precipitation, temperature and radiation projected by climate models are to be taken into account in hydrological modelling. Furthermore, the development of normal discharges as well as extreme events (high and low water) must be taken into account.

DIN 19700-11 also provides that "[b]ecause of changing demand structures, new findings in management planning and changes in ecological requirements" it may be necessary to adapt the water management plan." (p.14) As a further reason for adapting the plan, "new knowledge on the effects of climate change on operations" (ibid.) should be included here.

Perspectives from practice

The proposals for revising the standard were shared with various experts and associations (including the Association of drinking water reservoirs) and discussed in talks. The unanimous feedback was that climate change is highly relevant for dam operators, that almost all operators feel climatic changes and already take them into account appropriately in their operations. The industry is, so to speak, one step ahead of the norm. Since the interviewees saw the topic as already adequately anchored in operational practice, no need was seen to revise the standard, as this would involve a great deal of effort, which in this case would hardly result in any practical changes. On the one hand, this shows that actors who are already confronted with fluctuating rainfall amounts in their work are relatively well sensitised to the issue of climate change. It also shows that the effort required to revise a standard is sometimes considered prohibitively high by the committee members. At the same time, the overflow of the Steinbach dam during the floods in NRW in July 2021 shows that there are dams that can no longer fulfil important functions during very extreme rainfall events.

DWA-A 138: Planning, construction and operation of facilities for the percolation of precipitation water

There are many positive experiences with decentralised infiltration systems for dealing with extreme precipitation events. A scientific analysis of older infiltration systems (LEIREV project) has confirmed that they are still functional after many years (< 15 years of operation), both in quantitative terms and in terms of substance retention capacity (Kluge, 2016).

Currently valid version of DWA-A 138 from 2005

With the worksheet ATV-A 138 "Bau und Bemessung von Anlagen zur dezentralen Versickerung von nicht schädlich verunreinigtem Niederschlagswasser" (Construction and design of facilities for decentralised infiltration of non-hazardously polluted precipitation water), the German Wastewater Association (ATV), as the predecessor institution of the DWA, published an initial set of rules for infiltration facilities back in 1990. In 2005, the Code of Practice was fundamentally revised and expanded to include aspects of planning and operation of the systems.

Current revision of DWA-A 138

DWA-A 138 is currently being revised by the DWA working group ES-3.1 "Infiltration of low precipitation water" in the DWA technical committee ES-3 "Plant-related planning". The new version of the Code of Practice was published in yellow print [as a draft for comments] in 2020. The yellow print allows experts to comment within a certain period of time.

DWA-A 117 (2013)

The DWA-A 117 Code of Practice "Dimensioning of Rainwater Retention Areas" can be applied in the area of the entire wastewater drainage between the property drainage system and the water body. Rainwater retention areas in the sense of the Code of Practice can be basins in open, closed, technical or near-natural construction, retention channels, retention trenches or ponds and in combination with infiltration systems. Despite this comprehensive claim, the worksheet ultimately only includes the design for the intermediate storage of heavy rainfall with subsequent discharge into the "receiving water".

However, rainwater retention areas such as ponds, cisterns or dams can also serve the purpose of storing rainwater over a longer period of time and making it available for various uses (process water, evaporation, irrigation). This aspect of contemporary rainwater management has not yet been taken into account in DWA-A 117.

The relevance of climate change for the standard

The prolonged drought of recent years has not only caused considerable damage to agriculture and forestry, but the consequences for urban trees and small plants were also clearly visible in the cities. Climate forecasts for Germany indicate that both types of extreme events - dry periods and heavy rainfall - will occur more frequently in the future. Both effects are new challenges for water management - especially in large cities and urban agglomerations. Immense damage to infrastructure, buildings, the environment and even danger to people can be the result (UBA 2018). A logical consequence is to leave precipitation on site as much as possible and to feed it into the natural water balance. Increasing evaporation in cities represents a new objective for urban water management. The current, primarily practised discharge of rainwater, on the other hand, would further exacerbate the effects and is no sensible answer to the problem.

For the DWA's rules and regulations, this means fundamentally changed objectives. While drainage has been in the foreground up to now – the current DWA-A138 also ultimately deals with infiltration as an alternative disposal path for rainwater – the long-term water balance must be given much greater consideration in the future.

New objective: preservation of the natural water balance

The regulations for the design of rainwater retention areas in general and infiltration systems in particular have so far been designed for the retention of design rainfall. The aim is to empty the storage areas within a few hours. The objectives of water-sensitive urban development, on the other hand, require that rainwater be retained on site for longer periods of time – not just a few hours, but several weeks or even months. According to the project team, a fundamental revision of the approach for the design of stormwater retention areas (DWA A117, DWA A138) is necessary. In the draft of the DWA worksheet A102 "Principles for the management and treatment of stormwater runoff for discharge into surface waters" (DWA 2016), a concrete proposal for the new objective "preservation of the water balance" was presented. Unfortunately, this approach was outsourced to a (rather non-binding) leaflet. The argument put forward by the responsible DWA working group was that the water balance approach was still too new and did not yet represent a generally recognised rule of technology. Yet, the approach was first published in Germany in 2004 as the result of a project by the Federal Environment Agency (Sieker et. al. 2004). There is also no reference to this promising approach in the new draft of DWA-A 138.

New objective: protection against flooding caused by heavy precipitation

Not least because of the damage events of the last few years, more and more demands are being made on resilience to heavy rainfall. Up to now, drainage systems have "only" been designed for the design rainfall specified by the standards. Precipitation exceeding the design rainfall intensity was classified as "force majeure". This approach has been increasingly questioned in recent years. New guidelines of the professional associations (DWA A M119, 2016) and other publications e.g. in BBSR (Becker & Sieker 2016) define a threefold division of the task into 1. design, 2. flood protection and 3. heavy precipitation risk management.

Technologies/activities

The technologies/measures dealt with so far in DWA-A 138 primarily aim at the best possible and rapid infiltration of precipitation runoff.

In recent years, numerous new technologies have been developed that pursue other objectives in addition to infiltration. At best, these new technologies/measures are just not mentioned in the regulations. Frequently, however, their application is also hampered by unfounded restrictions. Against the background of the urgent need for climate adaptation measures, the cycles for the inclusion of new technologies in the regulations must be accelerated. The requirement that measures have been applied by the majority of experts for at least 10-15 years leads to very slow innovation processes that no longer meet today's requirements.

Also, various established technologies for stormwater management are not addressed in the DWA rules and regulations. These include, for example, green roofs, façade greening, ponds or retention cisterns. DWA-A 138 should at least point out the possibilities and, if necessary, refer to technical rules from other professional associations (e.g. FLL).

Abandonment of outdated restrictions

The 2005 DWA-A138 worksheet contains a number of restrictions regarding the applicability of decentralised stormwater management measures that are no longer up to date according to current knowledge. For example, planting trees in infiltration systems is not permitted according to DWA-A138. There is no scientific justification for this in the rule sheet. However, recent studies of plants with tree cover have shown that this restriction is unfounded and stands in the way of sensible climate adaptation measures such as tree trenches (Reck 2021). This restriction is even in direct contradiction to another technical rule, DWA-M 153. In general, new versions of technical rules should be checked for outdated restrictions and corrected if necessary.

Modification of the design method

The regulations for the design of infiltration systems have so far been designed for the retention of design rainfall, i.e. individual heavy rainfall events. Although a design using the long-term simulation method is mentioned, it is generally not considered necessary. The consideration of the planning objective "water balance", on the other hand, requires the consideration of long periods of time in order to also be able to take into account dry periods and long-lasting, but less intense precipitation. The long-term simulation method is thus the preferred solution for the planning of stormwater management systems. In the opinion of the project team, a fundamental revision of the approach for the design of stormwater retention areas (DWA A117, DWA A138) is necessary.

Perspectives from practice

As part of the yellow-print procedure for the new DWA Code of Practice A 138, the project team submitted proposals for the amendment of the design procedure. In addition, a draft of this chapter (as a short paper) was submitted to the responsible DWA committee.

The practice of stormwater management is currently developing much faster than the regulations. In Berlin, for example, stormwater concepts are already being developed for every development plan, which also include minimising the impact on the water balance. A renewed adaptation of the regulations in the near future would be desirable. The next revision of DWA Code of Practice A 117 would be a good opportunity for this.

Recommendations

The fact that standards are based on the previous experience of procedures, etc. makes it difficult to anchor techniques in standards that are less widespread or less tried and tested or that are in competition with particularly widespread techniques that have already been in use for a long time. In the Kalkar decision of 1978, the German Federal Constitutional Court already stated that a recognised rule of technology "always lags behind an advancing technical development". In order to promote the consideration of adaptation activities in standards, it is therefore beneficial if practice is more permeated by such activities. At the same time, the fact that the topic of adaptation has been given little consideration in standardisation so far, certainly represents a barrier to such activities being applied more strongly in practice. To resolve this tension, the project team recommends the inclusion or intensification of the following activities.

Increased promotion of innovative adaptation measures

More targeted promotion of certain measures that are less widespread in practice – such as approaches to rainwater retention in commercial areas (instead of drainage) – would be an important step towards incorporating climate adaptation more firmly into the recognised rules of technology. Among the activities that seem to be of particular importance for targeted promotion based on the above arguments are the following:

- ▶ Increasing heat stress in densely populated areas: Adaptation measures of constructional and building service installations to improve the indoor climate during prolonged hot spells, especially in buildings used by vulnerable groups, such as old people's and nursing homes.
- ▶ Damage to buildings and infrastructures due to heavy rain and flash floods: Infrastructural, constructional and building service measures
- ▶ Damage to buildings and infrastructure caused by river floods: Constructional and building service measures
- ▶ Dealing with drought and heavy precipitation: Measures from the sponge city spectrum in which – unlike in guidelines such as DWA A-138 – precipitation water is retained on site for a longer period of time (>24 h) and then released over a longer period of time (versication, evaporation, irrigation).

Evaluation and communication of funded activities

In order to convince interested parties and experts of the suitability of certain climate-adapted approaches or to demonstrate their effectiveness in practice, financial support is not enough: appropriate communication and a targeted evaluation of the supported activities must accompany the support offers.

- ▶ The funding offers of the EU, the federal government and the federal states should be specifically communicated by the funding agencies to actors (mailings, presentation at conferences, presentations in smaller workshops with the actors on site) who have so far had less to do with the topic of adaptation, but who are of particular importance for standardisation and the building industry.
- ▶ The funded projects should be scientifically accompanied or at least scientifically evaluated on a selective basis. Depending on capacities, this can be done by the funding agencies themselves or by dedicated synthesis or accompanying research projects. It should be analysed to what extent the implemented measures or approaches go beyond existing norms, with what effort and, if applicable, with which barriers this was associated and what effects could be achieved as a result, ideally in comparison with conventional approaches.
- ▶ The results of these analyses, in turn, must be communicated to interested parties, experts, users, etc., in order to increase these actors' knowledge of the potential of climate-adapted approaches.

Giving greater consideration to innovative climate adaptation in public building projects and tenders

In addition to promoting the activities of others, the public sector also has the possibility to implement innovative adaptation measures in its own construction projects (infrastructures such as federal roads, its own properties or municipal infrastructure). This applies to all public sector institutions that implement their own construction projects. It should be examined to what extent the topic can be integrated into public sector tenders for construction projects.

Greater involvement of the federal government in standardisation

Standardisation bodies at DIN act largely autonomously and standardisation in Germany is a self-governing task of industry. However, the 1975 agreement between DIN e.V. and the Federal Republic of Germany offers some opportunities for federal participation in standardisation (see Kind et al. 2021). The opportunities for participation in steering committees should be exhausted to a greater extent and used to introduce climate adaptation into standardisation work in the interest of the public and in the interest of a pioneering role for the German economy

- ▶ The results of these analyses, in turn, must be communicated to interested parties, experts, users, etc., in order to increase these actors' knowledge of the potential of climate-adapted approaches.
- ▶ to give impetus to the content of the standards committees,
- ▶ to take up questions and information needs from the committees and to include them in the formulation of funding programmes, research projects, etc.,
- ▶ to provide impetus for shaping the framework conditions for standardisation, for example in the direction of mandatory consideration of climate change during the regular review of standards for the need for updating.

Stronger participation of "adaptation stakeholders" in standardisation bodies

In addition to the strategic steering of standardisation work, it is imperative that climate adaptation concerns are adequately represented in the committees on relevant standards and technical rules. Anecdotal evidence shows: The committees that undertake the revision of existing standards do not tend to be staffed by people with a strong connection to climate impacts and adapta-

tion. However, if this perspective is not represented among stakeholders, standards and technical regulations are likely to adapt to the challenge of climate change much more slowly than desirable.

Against this background, the project team proposes the following activities:

- ▶ Standardisation organisations and / or federal ministries with their associated agencies should compile a list of standards and technical rules that have a particularly high need for revision from the perspective of climate impacts and adaptation.
- ▶ A central body should then be assigned and provided with adequate resources and expertise to participate in the committee work for the high-priority standards and technical regulations or to coordinate the participation of others.

Monitoring of developments

The topic of taking climate impacts and adaptation into account in standardisation has accompanied the German Adaptation Strategy from the beginning and was present in all three action plans for adaptation in the form of one or more measures. In the meantime, the topic is receiving more and more attention in standard-setting organisations. In order to use the positive momentum, the will and drive of many different actors is needed.

Any activities in this direction should ideally be flanked by monitoring of the results of the efforts. In the future, standard-setting organisations such as DIN or VDI should – in the interest of the public – communicate more strongly to the outside world how dealing with the consequences of climate change is addressed in DIN standards.

Application of adaptation-relevant standards in planning and licensing practice

Due to the diversity of regulations resulting from federalism and the fact that little is published on the actual processes in approval procedures, it is difficult to define the extent of the described problem more precisely. Therefore, the project team proposes the following activities:

- ▶ A central body should then be (informally) mandated and provided with adequate resources and expertise to participate in the committee work for the high-priority standards and technical regulations or to coordinate the participation of others.
- ▶ BMUV / UBA should implement a short, applied research project in which this topic is examined in more detail. The project should include a series of interviews with planners (from municipalities and planning offices), climate adaptation managers, representatives of authorities that approve building projects, and university lecturers
- ▶ It is also necessary to sensitise decision-makers in approval authorities to the problems mentioned. Here, the ministries at the federal level should take action, possibly also coordinated by institutions such as LAWA.
- ▶ In order to sensitise decision-makers to the issue in the long term, contact should also be made with actors from university teaching.
- ▶ As a last resort in this topic area, environmental associations should consider whether they want to make more frequent use of norm control complaints.

Climate data

Many people working for standardisation bodies do not always seem to have a good approach to the topic of climate data, which is shown, among other things, by the fact that many standards continue to work with outdated data bases, see for example DIN 4108-2.

Therefore, the project team proposes the following activities:

- ▶ The BMWSB / BBSR should work together with the DWD to develop suitable climate services for the building industry, following on from the joint work undertaken on the TRY datasets. In a participatory process with stakeholders from standardisation and the building industry (including people from standardisation committees and associations, planners and contractors), it should be investigated which climate data have been used to date and in what way.
- ▶ Furthermore, it is important in this context to create incentives to bring scientists more frequently and more intensively into exchange with actors from standardisation committees. This would increase the scientific community's knowledge of the need for information on climate data in standardisation.

Communicating the economic added value of climate adaptation

In the case of topics of high economic importance, standard-setting organisations are usually relatively proactive and use many levers to initiate normative work. Climate adaptation may be disadvantaged here by the fact that many actors are generally unaware of the economic added value of climate adaptation or, more specifically, of the opportunities it offers on the world market for suppliers of certain products and services. In this context, the project team recommends the following:

- ▶ The BMWK should once again take up the topic of economic opportunities for German companies through adaptation worldwide as part of an applied research project.

Acknowledge achievements

Last but not least, in the topic of climate adaptation, one should not only look at what has not yet been done, but also acknowledge the successes that have been achieved so far.

1 Einleitung

Das Forschungsprojekt „Adaptation Standard: Analyse bestehender Normen auf Anpassungsbedarfe bezüglich Folgen des Klimawandels“ (Forschungskennzahl 3718 48 102 0) verfolgte mehrere Ziele:

1. Die Aufarbeitung des Standes der Berücksichtigung von Folgen des Klimawandels und Anpassung daran in deutschen Normen und technischen Regeln; Die Ergebnisse hierzu sind im wissenschaftlichen Projektbericht (Kind et al. 2021) zusammengefasst.
2. Die Identifikation und Vorstellung guter Beispiele der Integration von Abwägungen zum Klimawandel in Normen und technischen Regeln; Diese finden sich in einer kombinierten Fallstudie präsentiert (Hauer et al. 2021).
3. Die Entwicklung konkreter Änderungsvorschläge für ausgewählte Normen und technischer Regeln zur adäquateren Berücksichtigung der Folgen des Klimawandels; Diese Vorschläge finden sich in diesem Bericht.
4. Entwicklung, Kommunikation und Diskussion von allgemeinen Empfehlungen zur stärkeren Verankerung des Themas in der Normung. Hierzu führte das Projektteam u. a. Interviews und Online-Workshops durch und verfasste ein internes Politikpapier. Erkenntnisse und Ergebnisse dieser Aktivitäten sind auch in diesen Bericht eingeflossen.

Der hier vorliegende Bericht gliedert sich wie folgt – nach einer thematischen Einleitung werden fünf Normen und technische Regeln diskutiert:

- ▶ DIN 4108-2:2013-02 – Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden – Teil 2: Mindestanforderungen an den Wärmeschutz,
- ▶ VDI 6004 Blatt 1:2006-06 Schutz der Technischen Gebäudeausrüstung: Hochwasser – Gebäude, Anlagen, Einrichtungen,
- ▶ DIN 19700-11: 2004-07 Stauanlagen – Teil 11: Talsperren,
- ▶ DWA-A 138: Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser sowie
- ▶ DWA-A 117: Bemessung von Regenrückhalteräumen.

Die Auswahl dieser fünf Normen bzw. technischer Regeln erfolgte basierend auf der Expertise im Projektteam und im Hinblick darauf, eine gewisse thematische Breite sowie Dokumente von verschiedenen normierenden Institutionen abzudecken.

Anschließend, im letzten Kapitel dieses Berichts, geben die Autorinnen und Autoren übergreifende Empfehlungen zum weiteren Umgang mit dem Thema.

Neben den genannten Ergebnissen aus diesem Projekt sei auch darauf verwiesen, dass das Team der Auftragnehmer bis zum Frühjahr 2022 für das BBSR ein themenverwandtes Projekt umsetzte, mit dem Titel „Analyse bestehender bautechnischer Normen und Regelwerke für einen Anpassungsbedarf an die Folgen des Klimawandels“ (Aktenzeichen: 10.08.17.7-19.02). Die Arbeiten dort fokussierten auf Normen und technische Regeln für das Bauwesen. Die Ergebnisse sind in einem wissenschaftlichen Bericht veröffentlicht (Kind et al. 2022).

2 Überblick zum Stand der Berücksichtigung der Folgen des Klimawandels in Normen, technischen Regeln und Richtlinien

Die Folgen des Klimawandels wirken sich schon heute auf viele Bereiche des Lebens aus – in Zukunft werden sie noch stärker spürbar sein. Vor diesem Hintergrund ist es unabdingbar, die vielfältigen Gegenstände, deren Ausgestaltung durch festgelegte Normen standardisiert werden, an die sich verändernden klimatischen Bedingungen anzupassen. So sollten beispielsweise zunehmende Witterungsextreme wie Starkregenereignisse aber auch Trockenheitsphasen bei den normativen Vorgaben für die Ausgestaltung von Entwässerungssystemen mitgedacht werden. Die Recherchen im Projekt haben jedoch gezeigt, dass nur ein kleiner Bruchteil von Normen und technischen Regeln die bisherigen Klimaveränderungen explizit adressiert (Kind et al. 2021). Insofern besteht Handlungsbedarf, um Normen an zukünftige Herausforderungen anzupassen.

Viele Normierungsorganisationen haben diese Notwendigkeit erkannt. Im Folgenden werden einige Aktivitäten hinsichtlich der Berücksichtigung der Anpassung an den Klimawandel internationaler Normierungsorganisationen vorgestellt.

So hat die Internationale Organisation für Normung (ISO), in der 165 Staaten Mitglieder sind, auf ihrer Generalversammlung im September 2021 die *London Declaration* verabschiedet. In dieser machte es sich die ISO zum Ziel, zur Erreichung der Pariser Klimaziele sowie der *Sustainable Development Goals* (SDGs) der Vereinten Nationen beizutragen. Auch bekennt sich die Deklaration zum Aufruf der Vereinten Nationen zur Umsetzung Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel und zur Erhöhung der Resilienz („Call for Action on Adaptation and Resilience“). Auch DIN unterstützte die Verabschiedung der Erklärung. Zentrale Inhalte sind:

- ▶ bei der Entwicklung und Überarbeitung aller internationaler Normen und Standards will man die Erkenntnisse der Klimaforschung und verwandter Forschungsfelder aktiv berücksichtigen,
- ▶ ISO wird die Beteiligung der Zivilgesellschaft und insbesondere vulnerabler Gruppen hinsichtlich des Klimawandels an der Entwicklung internationaler Standards und Veröffentlichungen erleichtern und
- ▶ einen Aktionsplan und ein Bezugssystem für Bewertungen entwickeln und veröffentlichen inklusive konkreter Handlungen und Initiativen und einer Berichterstattung, um Fortschritte messen zu können.

Das Europäische Komitee für Standardisierung (CEN) und das Europäische Komitee für elektrotechnische Normung (CENELEC) haben vor dem Hintergrund des Klimawandels im Januar 2021 eine neue Strategie für die nächsten zehn Jahre veröffentlicht. Diese soll dabei helfen, einen transformativen Wandel in Europa zu ermöglichen. Ausgangspunkte dafür waren die Beobachtungen zweier bereits stattfindenden Transformationen, einer digitalen und einer grünen. Letztere soll durch die Strategie insofern unterstützt werden als das umweltschädliche Auswirkungen von Produkten, Dienstleistungen und Prozessen, die von Normen der beiden Organisationen betroffen sind, durch Anpassungen dieser Normen reduziert werden sollen. Dies betrifft insbesondere den Energie-, Bau- den Transportsektor. Auch EU Politiken zu Kreislaufwirtschaft und CO₂-Neutralität sollen unterstützt werden. Das Strategiepapier bezieht sich dabei ebenfalls explizit auf die SDGs, auch der *Green Deal* der EU wird erwähnt. Zusätzlich sollen internationale

Partnerschaften intensiviert werden, um sicherzustellen, dass die Entwicklung und Überarbeitung von Normen unter der Berücksichtigung des Klimawandels und der Nachhaltigkeit vorstattengehen. Dies soll unter anderem durch die Anwendung des „Internationalisierung zuerst“ Prinzips geschehen, dass zur Folge hat, dass ISO-Normen in ganz Europa angewendet werden. Darüber hinaus erheben CEN und CENELEC den Anspruch, dass ihre Mitglieder Normierungen auf Ebene der ISO und der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) insofern unterstützen und koordinieren, dass sich dort verabschiedete Normen an dem Erreichen der SDGs orientieren.

Auch in der aktuellen Europäischen Klimaanpassungsstrategie spielt die Normung eine Rolle. Die Strategie ist Teil des zuvor angesprochenen Europäischen *Green Deals* und wurde im Februar 2021 von der Europäischen Kommission angenommen. Sie beschäftigt sich intensiv mit den Folgen des Klimawandels für Europa und der Frage, wie die EU bis 2050 ihre Resilienz gegenüber diesen steigern und klimaneutral werden kann. Auch sie bezieht sich auf die SDGs (insbesondere Ziel 13) und die Pariser Klimaziele. Das Thema Normung wird dort ebenfalls aufgegriffen. Normen und Indikatoren sollen harmonisiert und modernisiert werden, sodass „*die Überwachung, Berichterstattung und Bewertung von Anpassungsmaßnahmen*“ (EU-Kommission 2021, S. 10) verbessert werden. Zudem wird darauf verwiesen, dass in einem Pilotprojekt damit begonnen wurde zwölf Infrastrukturnormen zu aktualisieren. Dies soll dazu beitragen, die Normung hinsichtlich der Klimawandelanpassung zu beschleunigen. Darüber hinaus wird erwähnt, dass die Kommission gemeinsam mit den Normungsorganisationen auf europäischer Ebene daran gearbeitet hat, dass relevante Normen hinsichtlich Sicherheit und Leistungsfähigkeit von Infrastrukturen an den Klimawandel angepasst werden. Mitgliedsstaaten der EU werden ergänzend dazu angehalten, nationale Normungen in ihre nationalen Anpassungsstrategien einzubeziehen. Eine engere Koordination zwischen nationaler, EU- und internationaler Ebene könne zudem zu Synergien bei Katastrophenvorsorge und -verringerung beitragen. Diesbezüglich sei bei Normen auf den verschiedenen Ebenen auf Kohärenz zu achten. Deshalb möchte die Kommission „*die Zusammenarbeit mit den Normungsorganisationen intensivieren, um die Normen klimaverträglich zu gestalten und neue Normen für Lösungen zur Anpassung an den Klimawandel zu entwickeln*“ (ebd. S. 19).

Diese Übersicht zeigt, dass der Bedarf der Anpassung von Normen an den Klimawandel internationaler Normungsorganisationen inzwischen erkannt wurde. Auch in Deutschland gibt es hier Fortschritte: Der VDI beschäftigt sich schon seit längerem mit Richtlinien zum Thema Stadtklima und urbane Anpassung. Die DWA führt in 2021/2022 eine Klimakennung für einige Merk- und Arbeitsblätter ein, um deren Beitrag zum Umgang mit dem Klimawandel hervorzuheben. DIN entwickelt aktuell in engem Austausch mit Verbänden und der Politik eine Klimastrategie, um sich für die zukünftigen Herausforderungen noch besser aufzustellen. Bereits 2015 veröffentlichte DIN mit der DIN SPEC 35220:2015-11 Anpassung an den Klimawandel – Umgang mit Unsicherheiten im Kontext von Projektionen¹ eine Vornorm, die ein Vorgehen darstellt, mit dem man einen möglichen Überarbeitungsbedarf einer Norm aufgrund von klimatischen Veränderungen ausmachen kann. Das Vorgehen aus dieser Vornorm wird in den folgenden Kapiteln angewandt, um einzelne Normen bzw. technische Regeln und möglichen Überarbeitungsbedarf dort zu diskutieren.

¹ 2021 wurde die DIN SPEC umgewandelt in die DIN/TS 35220:2021 – 12 Anpassung von Normen an die Folgen des Klimawandels – Voraussetzungen und Umsetzung)

3 DIN 4108-2:2013-02 – Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden – Teil 2: Mindestanforderungen an den Wärmeschutz

3.1 Überblick zur Norm und Geltungsbereich

Die DIN 4108 wurde 1952 eingeführt und bis heute mehrfach überarbeitet. Sie regelt die Anforderung an den Wärmeschutz von Gebäuden, wobei der sommerliche Wärmeschutz hier nur einen Teil des gesamten Regelungsgegenstandes ausmacht. Vor allem in den früheren Ausgaben lag der Schwerpunkt der Norm klar bei der Regelung des winterlichen Wärmeschutzes. Ein Vergleich der Entwicklung des Regelbereiches der DIN 4108-2, welche den sommerlichen Wärmeschutz betrifft, zeigt sehr anschaulich die wachsende Aufmerksamkeit gegenüber der Problematik, sowie den zunehmenden Willen zur Einführung verbindlicher Planungsrichtlinien. Da sich die nachfolgenden, erarbeiteten fachlichen Vorschläge nur auf die Regelungen zum sommerlichen Wärmeschutz beziehen, wird hier insbesondere auf die Veränderungen und normativen Anforderungen an den sommerlichen Wärmeschutz eingegangen.

Erstmals wurden die verbindlichen Berechnungen für den winterlichen Wärmeschutz mit Empfehlungen für den Wärmeschutz im Sommer bei der Überarbeitung der Norm DIN 4108-2:1981-08, welche im Jahr 1981 veröffentlicht wurde, ergänzt. Mit einem einfachen Handrechenverfahren kann überprüft werden, ob der solare Energieeintrag in das Gebäude durch transparente Bauteile in Abhängigkeit der Innenbauart und den natürlichen Lüftungsmöglichkeiten die empfohlenen Höchstwerte nicht übersteigt.

Mit der nächsten Überarbeitung knapp 20 Jahre später (DIN 4108-2:2001-03) werden diese Anforderungen nun als verbindliche Normenforderung eingeführt. Das Berechnungsverfahren bleibt in seinen Grundzügen bestehen und erhält den bis heute gültigen Namen „Bestimmung des Sonneneintragskennwertes“. Im Vergleich zu 1981 wurden nun mehr Einflussgrößen zur Bestimmung des Kennwertes und des Grenzwertes herangezogen sowie feiner gewichtet. Dabei wird erstmals auch der Gebäudestandort berücksichtigt. Auf diese Weise wird der Annahme Rechnung getragen, dass Menschen, welche in wärmeren Klimaregionen Deutschlands leben, höhere Innenraumtemperaturen als noch erträglich ansehen. Bei sehr geringen Fensterflächenanteilen kann auf den sommerlichen Wärmeschutznachweis verzichtet werden.

Eine weitere Überarbeitung folgte bereits nach gut zwei Jahren, die DIN 4108-2:2003-07. Hierbei wurde das Sonneneintragskennwertverfahren weiter ausdifferenziert. Bestand zuvor lediglich die Möglichkeit, bei der Ermittlung des maximal zulässigen Sonneneintragskennwertes den festen Basiswert in wärmeren Regionen Deutschlands pauschal zu verringern, so enthält die Neufassung eine Karte, welche Deutschland in drei Sommerklimaregionen einteilt. In Abhängigkeit dieser Sommerklimaregion wird der spezifische Basiswert ermittelt und werden reale Grenztemperaturen im Innenraum zwischen 25 und 27°C definiert, welche in nicht mehr als 10 Prozent der Nutzungszeit überschritten werden soll.

Neben dem Sonneneintragskennwertverfahren als Handrechenverfahren sind nun auch genauere ingenieurmäßige Berechnungsverfahren zulässig. Um eine Vergleichbarkeit der Ergebnisse zu sichern, wurden einheitliche Randbedingungen zur Erstellung von Simulationsmodellen vorgegeben.

Die letztmalige Überarbeitung dieser Norm wurde im Jahr 2013 veröffentlicht, die DIN 4108-2:2013-02. Die grundsätzlichen zwei Möglichkeiten den sommerlichen Wärmeschutz eines Ge-

bäudes nachzuweisen, wurde auch in der heute gültigen Norm beibehalten. Das Sonneneintragskennwerteverfahren ist weiterhin ein Handrechenverfahren für den kritischen Raum eines Gebäudes zum Vergleich des vorhandenen Sonneneintragskennwert mit dem maximal zulässigen. Der vorhandene Sonneneintragskennwert ist im Wesentlichen von den Verglasungseigenschaften und der Nettogrundfläche des betrachteten Raumes abhängig.

Die erstmals in der Vorgängernorm eingeführten Anforderungen und Randbedingungen für Nachweise mittels thermischer Gebäudesimulation wurden erweitert und verfeinert. Die DIN 4108-2:2013-07 fordert nun in Abhängigkeit der Sommerklimaregion als Klimadaten Testreferenzjahre (TRY), welche 2011 vom Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung zur Verfügung gestellt wurden. Diese Datensätze beinhalten für die erfassten Jahre stundengenau verschiedene meteorologische Kennwerte und können in gängige Simulationsprogramme zur thermischen Gebäudesimulation eingelesen werden. Als Bewertungsgröße zur Prüfung der Erfüllung der Nachweisanforderungen werden Übertemperaturgradstunden (Kh/a) verwendet. Für diese wird zunächst stündlich die Differenz zwischen der Raumtemperatur und einem standortabhängigen Bezugswert gebildet. Die Jahressumme aller positiven Differenzen ergibt dann die Übertemperaturgradstunden. Dieser Wert darf während der Nutzungszeit in einem Wohngebäude 1200 Kh/a bzw. in einem Nichtwohngebäude 500 Kh/a nicht überschreiten. Insgesamt kann festgestellt werden, dass mit dieser Überarbeitung die Anforderungen an den sommerlichen Wärmeschutz nochmals deutlich erhöht worden sind.

Die allgemeinen Anforderungen an bauliche Anlagen und die Verwendung von Bauprodukten, welche in Deutschland in den jeweiligen Landesbauordnungen enthalten sind, werden durch die eingeführten Technischen Baubestimmungen konkretisiert. Diese gewährleisten die Planung, Bemessung und Konstruktion von sicheren baulichen Anlagen. Demnach erfolgt der sommerliche Wärmeschutz nach den Regelungen des Gebäudeenergiegesetzes (GEG). In der aktuell gültigen Fassung vom 08. August 2020 wird dabei insbesondere auf die zuvor vorgestellten Abschnitte der DIN 4108-2:2013-02 verwiesen. Folglich muss für Neubauten sowie bei Erweiterungen und Ausbauten von bestehenden Gebäuden, welche dadurch um eine Nutzfläche von größer 50 m² vergrößert werden, der Nachweis des sommerlichen Wärmeschutzes zwingend erbracht werden.

3.2 Aktuelle Problemlagen im Hinblick auf den sommerlichen Wärmeschutz

Angetrieben durch den Klimawandel erlebten mehrere europäische Regionen in den letzten Jahren eine zunehmende Zahl extremer Wetterereignisse, die oft schwerwiegende Auswirkungen auf den Gebäudebestand hatten. Ein besonderes Augenmerk der Öffentlichkeit gilt in der Regel solchen Ereignissen, die etwa durch starke / sintflutartige Regenfälle oder intensive Hageleinwirkungen erhebliche materielle Schäden an Gebäuden oder Gebäudeteilen verursachen. Darüber hinaus wird zunehmend erkannt und diskutiert, dass auch sommerliche Hitzeperioden als wichtige Einwirkungen auf Gebäude betrachtet werden sollten, mit einer Vielzahl von negativen Folgen, wie etwa der Minderung des thermischen Komforts für die Bewohner. Die Folgen können in Form (i) einer verminderten Leistung und Kapazität, (ii) einer temperaturbedingten Morbidität und (iii) schließlich einer höheren Mortalität auftreten (Hellwig 2018).

Abbildung 1 Abweichung der Jahresmittel der Temperatur für Deutschland und global vom viel-jährigen Mittelwert 1961-1990, Quelle: UBA 2019b

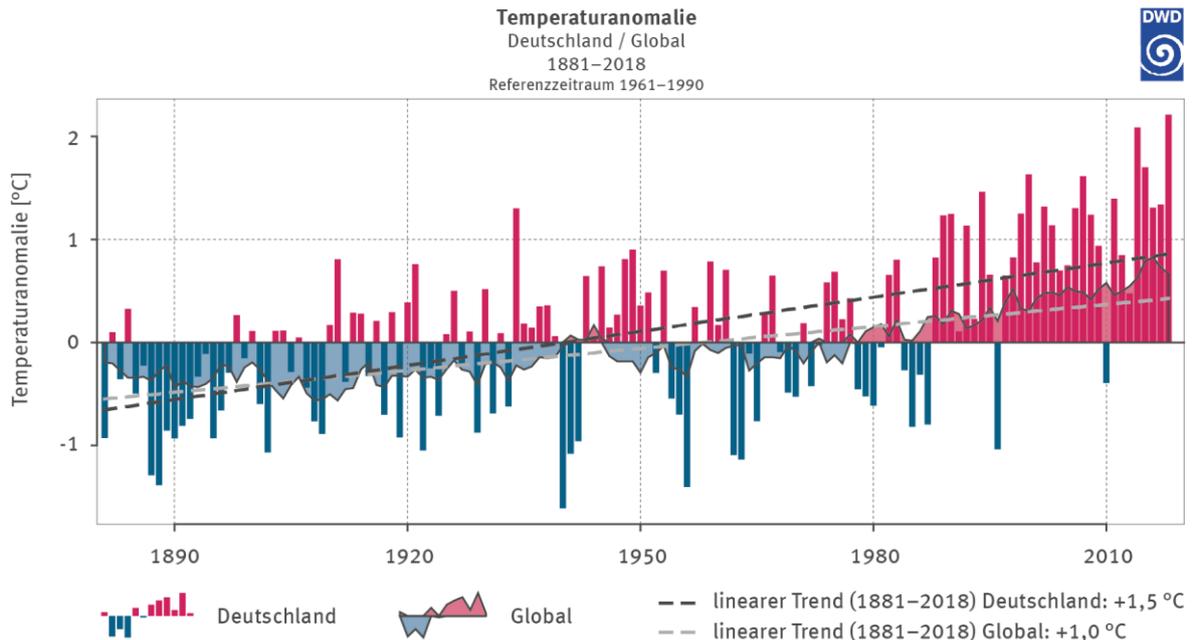
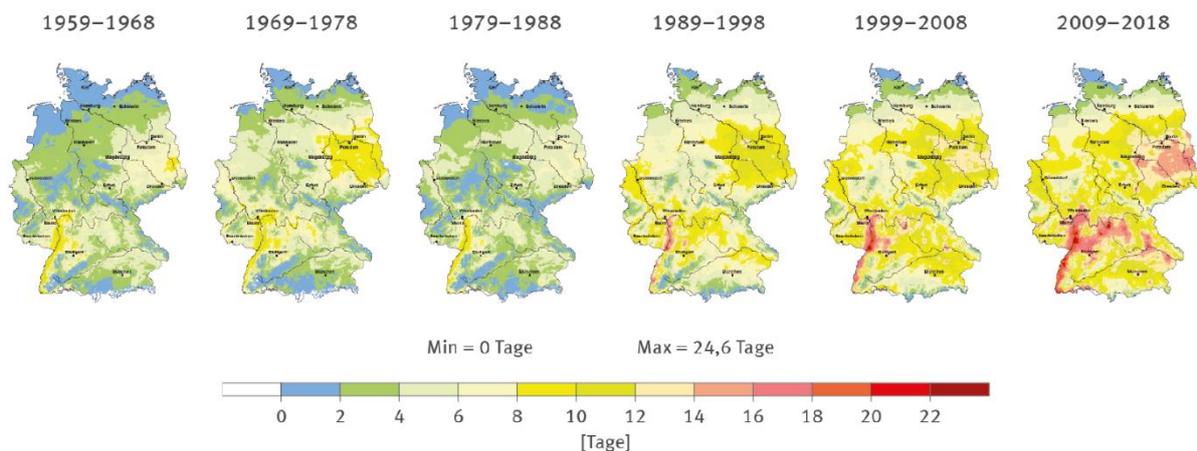


Abbildung 1 stellt die Abweichung der Jahresmittel der Temperatur für Deutschland seit dem Beginn regelmäßiger Messungen im Jahr 1881, im Vergleich zum Mittelwert der Klimareferenzperiode 1961-1990, dar. Negative Abweichungen, d.h. wenn das betrachtete Jahr durchschnittlich kühler als die Klimareferenzperiode war, werden in der Grafik blau, positive Abweichungen rot abgebildet. Diese langjährige Datenreihe zeigt deutlich, dass von Jahr zu Jahr eine große Schwankungsbreite der Witterung vorliegt, jedoch seit 1990 mit Ausnahme des Jahres 2010 alle Jahre wärmer als die Klimareferenzperiode waren. Insgesamt ergibt sich für Deutschland ein statistisch gesicherter, linearer Trend von +1,5 °C.

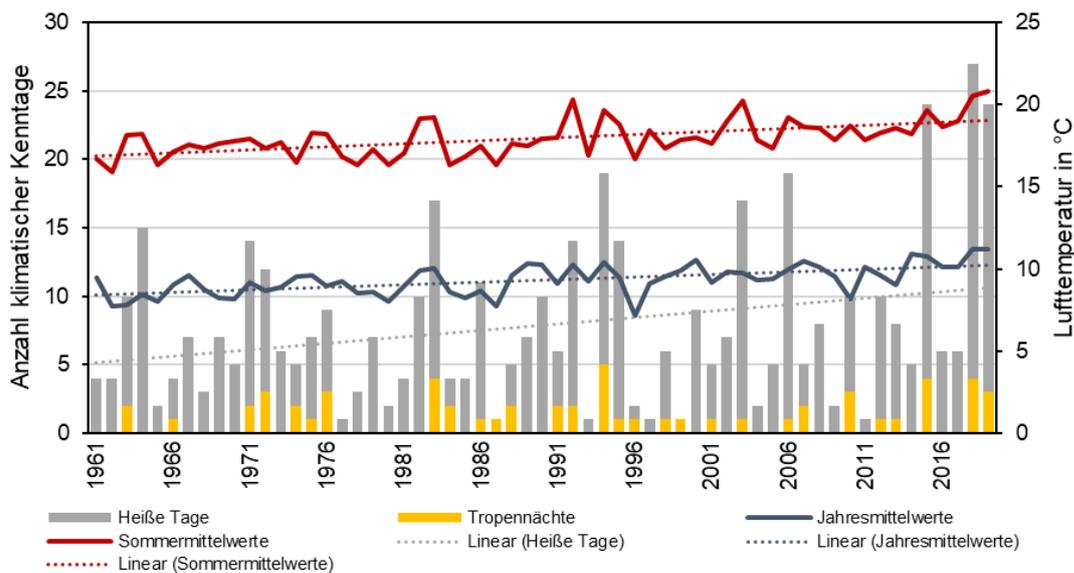
Abbildung 2 Mittlere jährliche Anzahl der „heißen Tage“ je Dekade seit 1959, Quelle: UBA 2019b



Neben der Veränderung des durchschnittlichen Klimas ist insbesondere eine Änderung der Extreme festzustellen. Für die Bewertung des sommerlichen Wärmeschutzes dienen insbesondere „klimatische Kenntage“, wie etwa die Anzahl der heißen Tage (Maximum der Lufttemperatur > 30 °C) oder die Anzahl der Tropennächte (Minimum der Lufttemperatur > 20 °C). Abbildung 2

zeigt sowohl die räumliche als auch die zeitliche Entwicklung des Temperaturindex „Anzahl der heißen Tage“ in Deutschland seit 1959. Während der ersten betrachteten Dekade wurden in großen Teilen Deutschlands bis zu vier heiße Tage pro Jahr, lediglich in wenigen Regionen bis zu zehn heißen Tagen pro Jahr ermittelt. Diese Maximalwerte werden in der letzten betrachteten Dekade, außer im nördlichsten Bereich, in ganz Deutschland erreicht. Besonders intensiv ist die Anzahl an heißen Tagen pro Jahr im Osten Deutschlands sowie im Rhein-Main-Gebiet angestiegen. Der Maximalwert liegt dort jeweils bei durchschnittlich 24 heißen Tagen pro Jahr (UBA 2019b).

Abbildung 3 Variabilität der Parameter „heiße Tage“, „Tropennächte“, „mittlere Lufttemperatur (Jahr)“ und „mittlere Lufttemperatur (Sommer)“ in Dresden von 1961 bis 2019.
© Kunze (2020), Datengrundlage: DWD, Station Dresden-Klotzsche



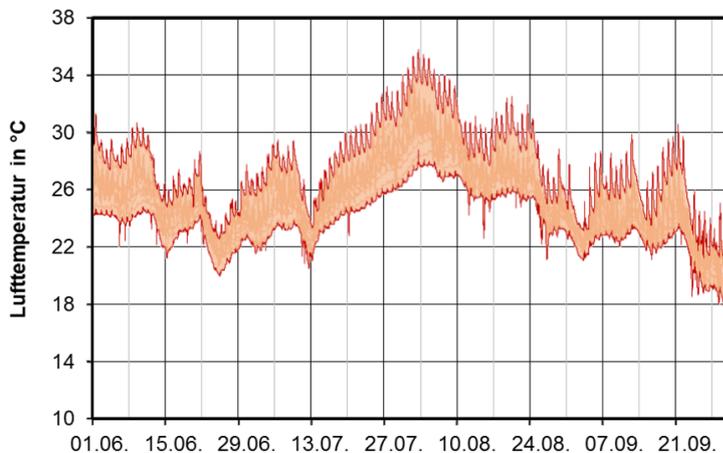
Neben der jährlichen Anzahl an „heißen Tagen“ wurden in Abbildung 3 beispielhaft die Messdaten der DWD-Wetterstation Dresden-Klotzsche im Hinblick auf die Anzahl der Tropennächte ausgewertet. Neben dem bereits beschriebenen Anstieg der mittleren jährlichen sowie sommerlichen Lufttemperatur zeigt die Grafik auch die Variabilität der Anzahl an heißen Tagen pro Jahr sehr deutlich. Der lineare Trend für diesen Parameter zeigt jedoch den größten Anstieg.

In UBA (2015) wurde ein Klimaprojektionsensemble, welches aus 17 regionalen Klimamodellen für das A1B-Emissionsszenario besteht, sowohl für die nahe Zukunft (2021-2050) als auch für die ferne Zukunft (2071-2100) analysiert. Unter Annahme eines schwachen Wandels (15. Perzentil) ist in ferner Zukunft davon auszugehen, dass die Lufttemperatur in den Sommermonaten um bis zu 2 Kelvin und die Anzahl an heißen Tagen um bis zu 20 Tage ansteigt. Bei einem starken Wandel (85. Perzentil) wird die Lufttemperatur in den Sommermonaten in ferner Zukunft durchschnittlich um bis zu 5 Kelvin ansteigen, wobei eine Zunahme an heißen Tagen um bis zu 40 Tagen zu erwarten ist.

Mit einem sommerlichen Temperaturdurchschnitt von 19,2°C zählte der Sommer 2019 neben 2003 (19,7 °C) und 2018 (19,3 °C) seit Beginn regelmäßiger Messungen im Jahr 1881 zu den drei heißesten Sommern in Deutschland (DWD 2019). Eine räumliche Auswertung des Umweltbundesamtes zur Anzahl der heißen Tage in den Sommern 2018 und 2019 zeigt, dass der Osten Deutschlands sowie das Rhein-Main-Gebiet in beiden Jahren eine besonders hohe Anzahl an heißen Tagen aufweisen.

Während des Sommers 2018 wurden im Rahmen des BMBF-geförderten Forschungsprojekts HeatResilientCity in den Monaten Juni bis September in Dresden systematische Messungen zur Erfassung des Innenraumklimas durchgeführt. Zu den Beispielobjekten dieser Messreihen zählte unter anderem ein Mehrfamilienwohnhaus aus der Bauzeit um 1984, welches in Großtafelbauweise der Wohnungsbauserie 70 (WBS 70) errichtet wurde. In diesem Gebäude wurden in insgesamt 11 Räumen, welche Fensterflächen zur Süd- bzw. Westfassade aufweisen, mindestens 7-mal pro Stunde alle relevanten Parameter des Innenraumklimas aufgezeichnet. Um das gesamte Gebäude beurteilen zu können, wurde in mindestens einem Raum pro Geschoss gemessen. Abbildung 4 zeigt die Ergebnisse dieser Messreihen. Die jeweils gemessenen Minimal- und Maximaltemperaturen sind rot gekennzeichnet. Anhand der Messreihen ist erkennbar, dass die Innenraumtemperaturen ab Mitte Juli 2018 bis Anfang August 2018 ansteigen, ohne nennenswerte Phasen der Abkühlung. In den ersten Tagen des Augusts erreichten die Temperaturen in den einzelnen Räumen ihre Maximalwerte. Im Erdgeschoss waren 28,5°C und im 5. Obergeschoss waren 35,8°C feststellbar. Die Auswertung aller Messergebnisse im Hinblick auf die jährlichen Übertemperaturgradstunden, mit einer Bezugstemperatur von 27 °C (Klimazone C), ergibt eine Spannweite zwischen 147 Kh (Erdgeschoss) und 4 441 Kh (5. Obergeschoss) pro Jahr. Die Resultate verdeutlichen exemplarisch, inwieweit zwischen den einzelnen Geschossen eines Gebäudes große Unterschiede vorliegen, wobei insbesondere in den Räumen der oberen Geschosse ein Handlungsbedarf zur Verbesserung der thermischen Verhältnisse besteht (Kunze 2019).

Abbildung 4 Messreihen der Lufttemperatur im beschriebenen Beispielgebäude im Sommer 2018, Quelle: Kunze 2019.



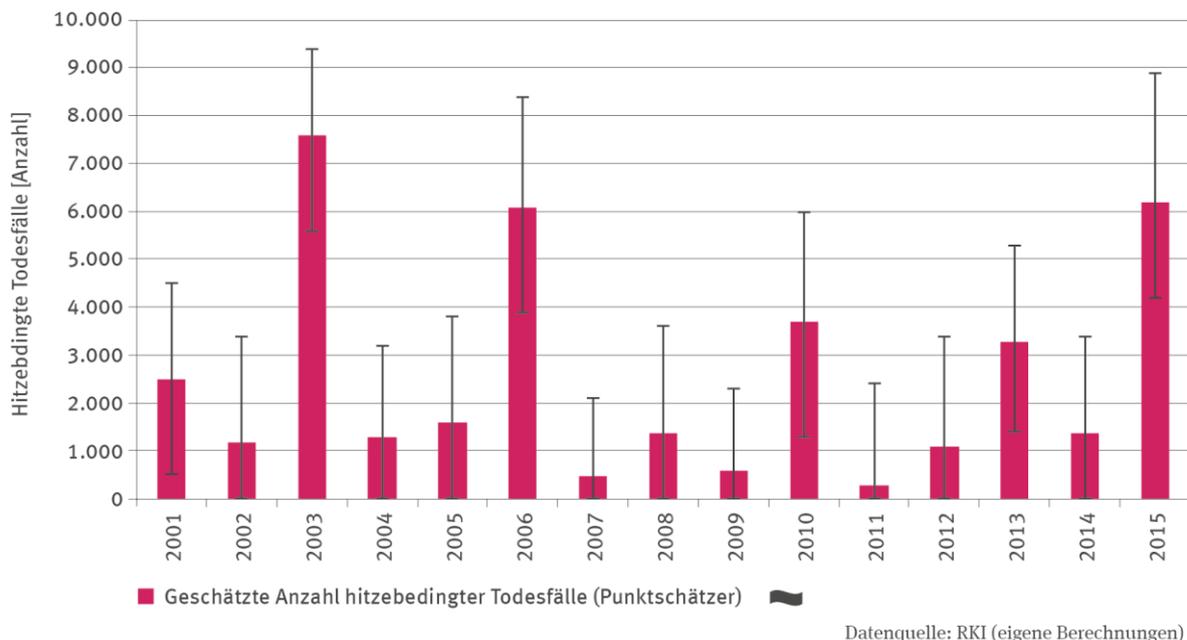
Laut UBA 2019c treten in Großstädten aufgrund des städtischen Wärmeinseleffektes heiße Tage sowie Tropennächte deutlich häufiger als im bundesweiten Durchschnitt auf. Wesentliche Einflussfaktoren für diesen Effekt sind dabei die Größe und Dichte der Stadt, die Höhe der Bebauung, der Grünflächenanteil sowie die verwendeten Baumaterialien. Der maximale tägliche Temperaturunterschied zwischen Stadtzentrum und dem direkten Umland während eines Sommers (Monate Juni bis August) beträgt durchschnittlich 3 bis 4 Kelvin. Jedoch wurden bereits maximale Temperaturunterschiede von etwa 9 Kelvin registriert. Es ist deshalb davon auszugehen, dass die Wärmebelastung in Innenstädten auch in der Zukunft besonders hoch sein wird.

Neben den üblicherweise weniger umfangreichen direkten Schäden an Gebäuden und Infrastrukturen hat die beschriebene steigende Hitzebelastung insbesondere eine Veränderung des Innenraumklimas von Wohnräumen und Arbeitsräumen zur Folge (Nikolowski et al. 2015).

Diese erhöhten Innenraumtemperaturen beeinflussen wiederum sowohl die Behaglichkeit als auch die Leistungsfähigkeit, Gesundheit und Mortalität der Menschen, welche in einem Gebäude leben. Seppänen et al. 2008 zeigen, dass das Maximum der Leistungsfähigkeit zwischen 21 °C und 22,5 °C festzustellen ist und diese bei 30 °C Innenraumtemperatur bereits auf 90 Prozent absinkt. Nach UBA 2019a nimmt die Produktivität der Gebäudenutzer in Mitteleuropa innerhalb von Zeiträumen mit hoher Hitzebelastung um 3 bis 12 Prozent ab. Um dem entgegenzuwirken, sind in der Arbeitsstättenrichtlinie ASR A3.5 Maßnahmen definiert, welche ab einer Überschreitung einer Raumlufttemperatur von 26 °C ergriffen werden sollten (BAuA 2018).

Durch mehrere, aufeinander folgende heiße Tage in Kombination mit Tropennächten, während länger andauernden Hitzeperioden, wird der menschliche Organismus stark belastet. Insbesondere ältere Menschen, chronisch Kranke, kleine Kinder sowie isoliert lebende Personen sind beeinträchtigt. Durch den erhöhten Flüssigkeitsverlust aufgrund von Hitzebelastungen kann es zu einer Dehydrierung kommen. Dadurch erhöht sich das Risiko für Thrombosen und andere Herz-Kreislauf-Erkrankungen. Abbildung 5 zeigt, dass in Jahren mit ausgeprägten Hitzeperioden die Anzahl hitzebedingter Todesfälle über dem zu erwartenden Durchschnitt liegt. So sind im durch sommerliche Hitzeperioden geprägten Jahr 2003 geschätzt etwa 7 500 Menschen durch hitzebedingte Ursachen verstorben (UBA 2019c).

Abbildung 5 Geschätzte Anzahl an hitzebedingten Todesfällen seit 2001 in Deutschland, Quelle: UBA 2019c



3.3 Kurzcheck zur Betroffenheit einer Norm gemäß DIN SPEC 35220:2015-11

Die DIN SPEC 35220 dient als Orientierungshilfe für die Praxis, um mit den Unsicherheiten in Projektionen zum Klimawandel und dessen Folgen umzugehen. Um die Betroffenheit einer Norm durch Änderungen infolge des Klimawandels abschätzen zu können, ist zur Unterstützung von Normenausschüssen hierin ein Kurzcheck zur Betroffenheit enthalten. Nachfolgend werden die Fragen aus diesem Kurzcheck mit Blick auf DIN 4108-2 beispielhaft beantwortet:

Gibt es klimabezogene Vorgaben, nach denen sich der Normungsgegenstand ausrichtet?

Ja, der sommerliche Wärmeschutz wird im Wesentlichen durch die Gebäudestruktur, die Beschaffenheit der Gebäudehülle, die Baukonstruktionen, die Gebäudenutzung sowie das vorherrschende Außenklima beeinflusst.

Ist der Normungsgegenstand auf bestimmte klimatische Rahmenbedingungen angewiesen?

Ja, dem Sonneneintragskennwerte-Verfahren liegt eine Vielzahl an thermischen Gebäudesimulationen mit repräsentativen Klimadatensätzen für die drei Sommerklimaregionen zugrunde. Folglich liefert das Verfahren vor allem für die untersuchten Klimarandbedingungen aussagekräftige Ergebnisse.

Kann der Normungsgegenstand in seinen Lebenszyklen von extremen Wetterereignissen beeinflusst werden?

Ja, langanhaltende Sommerhitzeperioden stellen extreme Wetterereignisse dar. Durch diese kann es zu einer, ggf. auch langfristigen Überhitzung von Innenräumen kommen. Folglich ist die Behaglichkeit in diesen Räumen beeinträchtigt und die Nutzbarkeit der Räume eingeschränkt. Außerdem wird die menschliche Gesundheit beeinflusst. Eine direkte Beschädigung der Gebäudehülle sowie eine daraus resultierende Gefahr für Leib und Leben sind jedoch eher unwahrscheinlich.

Setzt sich der Normungsbereich bereits mit den Folgen des Klimawandels und daraus resultierenden Anpassungsnotwendigkeiten auseinander?

Im Zuge der Überarbeitung von DIN 4108-2 im Jahr 2013 wurden die Anforderungen zur Einhaltung des Nachweises des sommerlichen Wärmeschutzes deutlich erhöht. Darüber hinaus wurde die Einteilung Deutschlands in 3 Sommerklimaregionen verändert und Bezug auf neu verfügbare Testreferenzwetterdatensätze genommen. Inwieweit dies auf eine Berücksichtigung von Klimaveränderungen zurückzuführen ist, ist den Bearbeitern nicht im Detail bekannt. Direkte Verweise auf Erkenntnisse der Klimaforschung sind jedoch in der Norm nicht enthalten.

Ist die Notwendigkeit gegeben, sich im Normungsbereich zukünftig mit den Folgen des Klimawandels und daraus resultierenden Anpassungsnotwendigkeiten zu befassen?

Ja, der zukünftige Anstieg der Temperatur ist eines der sichersten Ergebnisse der Klimaforschung im Hinblick auf mögliche Klimaveränderungen. Deshalb sollten die Folgen des Klimawandels in diesem Normungsbereich verstärkt berücksichtigt werden. Die nachfolgenden fachlichen Vorschläge zur Integration der Klimaanpassung sollen eine Diskussion hierzu anregen.

3.4 Fachliche Vorschläge zur Integration der Klimaanpassung

Die zuvor dargestellten Klimaveränderungen zeigen deutlich, dass in Städten bzw. Stadtteilen und folglich auch in Gebäuden bereits zeitweise besondere Hitzebelastungen vorliegen, welche sich zukünftig noch verschärfen werden. Um weiterhin ein behagliches Innenraumklima zur Verfügung stellen zu können, sind deshalb insbesondere Anpassungsmaßnahmen an bestehenden Gebäuden aber auch weitergehende Maßnahmen an Neubauten notwendig. Die Anpassung muss dabei energieeffizient, d.h. möglichst mit passiven Maßnahmen, erfolgen und die Möglichkeiten, welche der Stadtraum sowie das Gebäude selbst bieten, effizient ausschöpfen. Hierfür sind zuverlässige Analyseverfahren zur Beurteilung der Verletzbarkeit von Gebäuden gegenüber Sommerhitze sowie zur Bewertung möglicher Anpassungsmaßnahmen notwendig. Dabei ist

eine Integration der Klimaanpassung auf den nachfolgenden drei dargestellten Handlungsebenen der DIN 4108-2 möglich.

3.4.1 Schärfung des Sonneneintragskennwerteverfahrens

Mit dem in DIN 4108-2 enthaltenen Sonneneintragskennwerteverfahren liegt ein vereinfachtes Verfahren vor, welches es ermöglicht, den sommerlichen Wärmeschutz mit geringem Aufwand für eine Vielzahl an Gebäuden zu bewerten. Die aufgezeigten Klimaveränderungen können jedoch dazu führen, dass die hier angesetzten normativen Anforderungen nicht mehr ausreichen, um auch während länger anhaltender Hitzeperioden ein behagliches Innenraumklima sicherzustellen. Darüber hinaus werden wichtige Einflussgrößen wie der Wärmeschutz der Bauteile der Gebäudehülle nicht berücksichtigt. Mit dem Sonneneintragskennwerteverfahren ist eine Bewertung des sommerlichen Wärmeschutzes für ein zukünftiges Klima bisher nicht möglich. Eine Mindestanforderung zur Integration der Klimaanpassung innerhalb dieser Norm wäre deshalb ein textlicher Hinweis auf die zusätzlich erforderliche Berücksichtigung bisheriger und weiterer möglicher Klimaveränderungen.

Darüber hinaus ist es notwendig, die Verwendbarkeit dieses Verfahrens unter veränderten und sich weiter verändernden Klimarandbedingungen zu überprüfen. Innerhalb des Bewertungssystems Nachhaltiges Bauen (BNB) für den Neubau von Ein- bis Fünffamilienhäusern werden im Kriteriensteckbrief Nr. 1.2.1 „Sommerlicher Wärmeschutz“ beispielsweise höhere Anforderungen an den sommerlichen Wärmeschutz definiert, um eine bessere Bewertung der Nachhaltigkeit zu erreichen. Dieses Vorgehen wäre ebenfalls auf die Integration der Klimaanpassung übertragbar.

Tabelle 1 Bewertungsmaßstab aus dem BNB-Steckbrief für das Kriterium „Sommerlicher Wärmeschutz für den Neubau von Ein-bis Fünffamilienhäusern“, Bewertungssystem Nachhaltiges Bauen, Quelle: BMI 2020

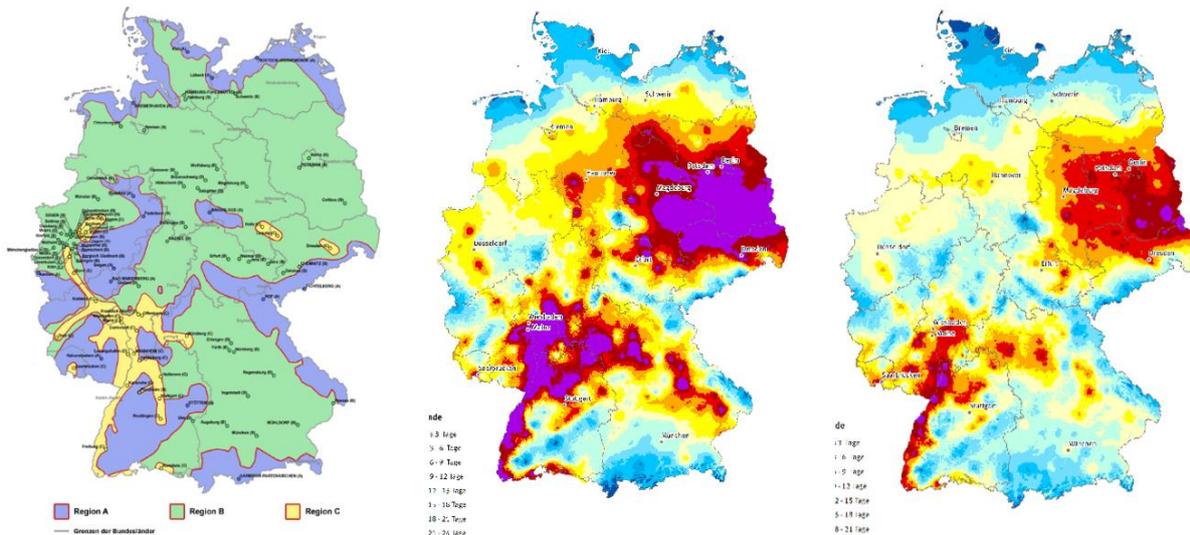
Anforderungen	Bewertungsmaßstab
$S < 0,6 S_{zul}$	10
$S < 0,7 S_{zul}$	5
$S < S_{zul}$	1

Zur verbesserten Integration der Klimaanpassung in DIN 4108-2 bietet sich die Einführung von beispielsweise zwei Anforderungsklassen für den Nachweis des sommerlichen Wärmeschutzes an. In einer „Basis-Klasse“ mit geringeren Anforderungen könnten die Mindestanforderungen an den sommerlichen Wärmeschutz, wie sie bereits aktuell in DIN 4108-2 festgelegt sind, definiert werden. In einer weiteren, erhöhten Anforderungsklasse könnten hingegen erhöhte Anforderungen an die Robustheit gegenüber klimawandelbedingten Hitzeperioden gestellt werden, um den Anpassungsbedarf an die Folgen des Klimawandels in Form sommerlicher Hitzeperioden besser zu berücksichtigen.

Für die Bewertung des sommerlichen Wärmeschutzes ist stets die Kenntnis des Gebäudestandortes zur daraus resultierenden Einordnung in eine der drei Sommerklimaregionen Deutschlands notwendig, da über diese Regionen die standortbezogenen Anforderungen an den sommerlichen Wärmeschutz definiert werden. Eine Klimaveränderung, wie oben beschrieben, kann unter anderem eine Veränderung der Sommerklimaregion zur Folge haben. Ein Vergleich der in DIN 4108-2 enthaltenen Karte zur Einteilung Deutschlands in Sommerklimaregionen mit der

räumlichen Auswertung der Anzahl heißer Tage für die Sommer 2018 und 2019 (s. Abbildung 6) zeigt, dass insbesondere im Bereich von Ostdeutschland und Ostbayern relevante Abweichungen feststellbar sind. Da dies auch durch aktuelle Ergebnisse aus Klimaprojektionen gestützt wird, wäre eine Überarbeitung der Sommerklimaregionen und somit der Zuordnung einzelner Regionen regelmäßig zu prüfen.

Abbildung 6 Vergleich der definierten Sommerklimaregionen nach DIN 4108-2:2013-02 (links, Quelle: DIN 4108-02:2013-02) mit der räumlichen Auswertung der Anzahl heißer Tage für die Sommer 2018 (Mitte, Quelle: Umweltbundesamt 2019, bearbeitet) sowie 2019 (rechts, Quelle: Umweltbundesamt 2020, bearbeitet)



Wie in Abschnitt 2 gezeigt wurde, ist die thermische Belastung in dicht bebauten Städten aufgrund des Wärmeinseleffektes besonders hoch. Um diese negativen Auswirkungen auf das Innenraumklima unter sommerklimatischen Bedingungen zu berücksichtigen, könnte die Einführung (i) eines Korrekturfaktors für besonders belastete Städte bzw. (ii) einer Klassifizierung in stadtklimatische Belastungsklassen geprüft werden.

Alternativ zum aktuellen System der vorab definierten Sommerklimaregionen wäre dann die Festlegung der Anforderungen an den sommerlichen Wärmeschutz in Abhängigkeit von verschiedenen Parametern denkbar, welche mit Hilfe der ortsgenauen Testreferenzjahre bestimmt werden. Dies ermöglicht das Einbinden aktueller Wetterdaten und Forschungsergebnisse, ohne dass eine aufwändige Überarbeitung der eigentlichen Norm erforderlich wird.

Zur Bewertung möglicher Anpassungsmaßnahmen wäre es darüber hinaus sinnvoll, dass Sonneneintragskennwerte-Verfahren um weitere Faktoren zu ergänzen. Eine diesbezügliche Diskussion dazu könnte die nachfolgenden Parameter einbeziehen:

- ▶ Positive Effekte aus umgebender Begrünung am Gebäude bzw. im Umfeld,
- ▶ Negative Effekte aus inneren Wärmelasten,
- ▶ Positive Effekte aus der Verschattung durch geometrische Parameter (beispielsweise Nachbarbebauung oder feststehende Verschattungseinrichtungen),
- ▶ Negative wie positive Effekte durch den Wärmeschutz der Gebäudehülle.

Mittels dieser Parameter könnte die Anpassung von Gebäuden an den Klimawandel vielschichtiger berücksichtigt werden. Da diese Parameter jedoch starken Änderungen, teilweise unabhängig vom betrachteten Gebäude, unterliegen können, sollten sie nicht für die Einhaltung der Mindestanforderungen an den sommerlichen Wärmeschutz angesetzt werden.

Da neben dem Außenklima und der Gebäudehülle auch innere Wärmelasten das Innenraumklima stark beeinflussen, wäre für die Bewertung des sommerlichen Wärmeschutzes eine stärkere Differenzierung dieses Einflusses denkbar. Beispielsweise erscheint es nicht sinnvoll, in einem Bürogebäude mit einer planmäßig sehr hohen Belegungsdichte dieselben Planungsgrößen für innere Wärmelasten zu verwenden wie an ein Bürogebäude mit einer planmäßig deutlich geringeren Belegungsdichte.

Die dargestellten Klimaveränderungen zeigen, dass es zukünftig wahrscheinlich häufigere bzw. längere Hitzeperioden geben wird. Bei der Bestimmung der Gebäudeschwere mittels der wirksamen Wärmekapazität C_{wirk} nach DIN EN ISO 13786:2018-04 wird hingegen von einer Periodendauer von nur einem Tag ausgegangen. Folglich werden die Vorteile einer hohen Wärmespeicherfähigkeit, welche sich beispielsweise durch eine überdurchschnittlich dicke Wandkonstruktion während einer länger andauernden Hitzeperiode ergeben, bislang nicht im Nachweis des sommerlichen Wärmeschutzes abgebildet.

3.4.2 Möglichkeiten der thermischen Gebäudesimulation

Für die objektive Bewertung des sommerlichen Wärmeschutzes von Gebäuden bzw. Räumen ist die thermische Gebäudesimulation aktuell eine präzise Untersuchungsmethode. Ein wesentlicher Vorteil dieses Verfahrens besteht darin, dass verschiedene Anpassungsmaßnahmen sowie Maßnahmenkombinationen an den Klimawandel einfach im Gebäudemodell implementiert und miteinander verglichen werden können.

Darüber hinaus sind als Eingangsgrößen für dieses Verfahren Klimadaten für die Berechnung notwendig. In DIN 4108-2:2013-02 wird in den Randbedingungen für thermische Gebäudesimulationen auf die vom Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) zur Verfügung gestellten Testreferenzjahre (TRY), welche im Jahr 2011 veröffentlicht wurden, verwiesen. Neben den empfohlenen Normaljahren für die einzelnen Sommerklimaregionen sind in den TRY auch solche Datensätze enthalten, welche eine wahrscheinlich anzunehmende Klimaveränderung bis zur Mitte des 21. Jahrhunderts (2021 – 2050) abbilden. Die Verwendung dieser Datensätze ermöglicht somit eine Beurteilung der thermischen Verhältnisse im Gebäudeinneren sowie eine Wirksamkeitsprüfung von Anpassungsmaßnahmen unter zukünftig veränderten Klimarandbedingungen.

Mit der Veröffentlichung einer weiteren Überarbeitung der Testreferenzjahre durch das BBSR und den Deutschen Wetterdienst (DWD) im Jahr 2017 liegen die TRY-Datensätze für das Gebiet von Deutschland nun ortsbezogen in einem 1 km x 1 km- Raster vor (aktuell sind neue Testreferenzjahre in Arbeit). Die Datensätze, welche ein zukünftiges Klima abbilden, wurden unter Nutzung von bis zu 12 regionalen Klimamodellen für den Zeitraum 2031 – 2060 erstellt. Eine Einbindung dieser Datensätze in DIN 4108-2 würde die Integration der Klimaanpassung markant stärken. Bei einer Definition von zwei Anforderungsklassen könnte (i) für den Nachweis der Mindestanforderungen an den sommerlichen Wärmeschutz weiterhin das Normaljahr gemäß TRY und (ii) für den Nachweis der erhöhten Anforderungen hingegen das sommerfokussierte, zukünftige Jahr der TRY empfohlen werden. Übergreifend wäre es allerdings sinnvoll, in Normen einen dynamischen Bezug zu den jeweils aktuellen TRY (oder anderen standardisierten Datensätzen zu Klimaparametern) herzustellen, der von den Anwendenden erfordert, stets die neusten

Versionen des Datensatzes zu berücksichtigen – ohne, dass die Norm mit ihrem Bezug angepasst werden muss, wenn neue TRY veröffentlicht werden.

3.4.3 Kompendium zu gebäudetypenbezogenen Anpassungsmaßnahmen in Anlehnung an DIN 4108 Beiblatt 2

Da insbesondere für die Vielzahl an Wohngebäuden in Deutschland die thermische Gebäudesimulation für jeden Einzelfall wirtschaftlich nicht darstellbar ist, könnte eine gebäudetypenbezogene Entwicklung von wirksamen Anpassungsmaßnahmen zur Anpassung eines breiten Gebäudebestandes an zukünftige Klimabedingungen wirksam beitragen. Dabei werden Gebäude zielgerichtet zu Gebäudetypen zusammengefasst, welche aufgrund vergleichbarer Merkmale, wie Kubatur, Raumstruktur, Baukonstruktion sowie Haustechnik, ähnliche Verletzbarkeitskriterien im Hinblick auf Sommerhitze aufweisen.

Hierfür sollte je Gebäudetyp mindestens ein repräsentatives Gebäude in thermischer Hinsicht detailliert untersucht werden. Um die thermischen Verhältnisse zu beurteilen und daraus geeignete Maßnahmen für ein Anpassungskonzept abzuleiten, empfiehlt sich zunächst die Untersuchung des Ausgangszustandes. Anhand der gewonnenen Ergebnisse können Anpassungsmaßnahmen zur Reduzierung der thermischen Belastung im Referenzgebäude abgeleitet werden.

Dabei empfiehlt sich eine Orientierung an den nachfolgenden vier grundsätzlichen Anpassungsstrategien (Kunze 2019):

- ▶ Minderung der Wärmeeinträge,
- ▶ Optimierung der Wärmespeicherfähigkeit,
- ▶ Optimierung des Luftwechsels und
- ▶ Kühlung.

Maßnahmen, welche die Wärmeeinträge in Gebäude mindern (zum Beispiel außen liegende Verschattungseinrichtungen), tragen wirksam zur Reduzierung der thermischen Belastung bei. Deren Umsetzbarkeit ist deshalb prioritär zu prüfen. Darauf aufbauend sollten Maßnahmen entwickelt werden, welche Wärme speichern und somit Temperaturmaxima in Innenräumen senken. Bei kühlerer Außentemperaturen wird die gespeicherte Wärme, z. B. durch Lüftung, wieder abgegeben. Um die niedrigeren Nachttemperaturen zum Austausch der aufgeheizten Innenraumluft zu nutzen, sind Maßnahmen zur Optimierung des Luftwechsels zu prüfen. Abschließend besteht die Möglichkeit, mittels passiver Kühlung mit erneuerbaren Energien (z. B. Erdkälte) oder, soweit dies noch nicht ausreicht, auch mittels maschineller Kühlung unter Nutzung von regenerativen Energiequellen die Innenraumtemperaturen zu senken. Weil einzelne Maßnahmen jedoch die Verletzbarkeit von Gebäuden gegenüber anderen Klimaeinwirkungen erhöhen können, ist für die betrachteten Gebäudetypen stets eine ganzheitliche Betrachtung, einschließlich der Abwägung von Vor- und Nachteilen, notwendig.

Um die Wirkungen von Einzelmaßnahmen sowie von Maßnahmenkombinationen vergleichen und zu beurteilen, könnte das Gebäude- bzw. Anlagenmodell entsprechend modifiziert und in Gebäudesimulationen untersucht werden. Anschließend erfolgt die Bewertung der thermischen Verhältnisse im angepassten Zustand und abschließend die Beurteilung der Übertragbarkeit der Anpassungskonzepte auf den Gebäudebestand mit vergleichbarer Typologie (vgl. Kunze 2019).

Für die Integration des Themenfeldes der Klimaanpassung in DIN 4108-2 scheint es sinnvoll, die Ergebnisse aus dem vorgestellten Untersuchungsverfahren für die jeweiligen Gebäudetypen zu

einem Kompendium mit gebäudetypenbezogenen Anpassungsmaßnahmen für häufig vorkommende Gebäudetypen zusammenzufassen und diese zum Beispiel in Form eines Beiblattes zu DIN 4108 aufzubereiten. Dabei wäre es auch denkbar, den Anwender bewährter gebäudetypenbezogener Anpassungskonzepte, unter Bezug auf das benannte Beiblatt, von den sonst erforderlichen Nachweisverfahren freizustellen. Die Erfüllung der Anforderungen an den sommerlichen Wärmeschutz, mittels einer Umsetzung der im Beiblatt aufgeführten Anpassungskonzepte für Gebäudetypen, wäre ein geeignetes Instrument, die Anpassung des charakteristischen Gebäudebestandes an Häusern in Deutschland an sommerliche Hitzeeinwirkungen voranzutreiben.

3.5 Perspektiven aus der Praxis

Die erarbeiteten fachlichen Vorschläge zur besseren Berücksichtigung des Klimawandels bzw. die Anpassung an die Folgen des Klimawandels in der Norm DIN 4108-2 wurden im Rahmen des Projektes Mitgliedern des NABau-Arbeitsausschusses NA 005-56-91 AA „Wärmetransport“ vorgestellt. Bei dieser Beratung waren neben dem Obmann Prof. Dr.-Ing. Martin Spitzner (Professur für Baustoffkunde, Bauphysik, Baukonstruktion, Bauchemie der Hochschule Biberach) Prof. Dr.-Ing. Anton Maas (Professur für Bauphysik der Universität Kassel), Prof. Dr.-Ing. Thomas Hartmann (Geschäftsführer der ITG Institut für Technische Gebäudeausrüstung Dresden Forschung und Anwendung GmbH) und Dr.-Ing. Stephan Schlitzberger (Geschäftsführer der Ingenieurbüro Prof. Dr. Hauser GmbH). Insbesondere Herr Schlitzberger hat mit seiner Dissertation „Anpassung und Entwicklung von Planungswerkzeugen für den sommerlichen Mindestwärmeschutz und zur Komfortbewertung des Sommerfalls“ wesentlich zur letztmaligen Überarbeitung der Planungswerkzeuge des sommerlichen Wärmeschutzes in der DIN 4108-2 beigetragen.

Der NABau-Arbeitsausschusses NA 005-56-91 AA „Wärmetransport“ hat im Jahr 2021 bereits eine Ad-hoc-Arbeitsgruppe zur Überarbeitung der DIN 4108-02 gegründet. Vordergründiges Ziel ist es dabei, zunächst eine zeitnahe Überarbeitung der Norm konform zum GEG 2023 auf den Weg zu bringen. Darüber hinaus ist eine deutlich umfangreichere Überarbeitung der Norm mit längerem Zeithorizont geplant. Hierbei wird auch das Ziel verfolgt, die Klimaveränderungen bzw. die Anpassung an die Folgen des Klimawandels zu integrieren. Folglich wurden die vorgestellten Ideen und Ansätze interessiert und offen aufgenommen. Zum Abschluss der Beratung wurde vereinbart, dass die erarbeiteten fachlichen Vorschläge in die nächste Sitzung der Ad-hoc-Arbeitsgruppe durch den Obmann des NABau-Arbeitsausschusses eingebracht werden.

Darüber hinaus wurden die erarbeiteten Vorschläge beim Online-Workshop „Folgen des Klimawandels für das Bauwesen: Implikationen für Normen und Richtlinien“ in dem Vortrag „Anpassung an die Folgen des Klimawandels – Ansätze zur Berücksichtigung beim sommerlichen Wärmeschutz“ vorgestellt.

4 VDI 6004 Blatt 1:2006-06 Schutz der Technischen Gebäude-ausrüstung: Hochwasser – Gebäude, Anlagen, Einrichtungen

4.1 Phänomen Überflutung und gesellschaftliche Herausforderungen

Hochwasserereignisse sind aufgrund der erheblichen negativen Konsequenzen durch entstehende Personen- und Sachschäden sowie der direkten Betroffenheit der Bevölkerung inzwischen verstärkt im Bewusstsein der Öffentlichkeit verankert. Das damit verbundene signifikante Risiko für die Gesellschaft wächst, sowohl durch allmähliche Veränderungen der Umwelt als auch durch gesellschaftliche Entwicklungen, mit hoher Wahrscheinlichkeit zukünftig weiter an:

- ▶ Zu den umweltbezogenen Ursachen gehört insbesondere die Verschärfung meteorologisch bedingter Naturgefahren als Folge des anthropogen beeinflussten Klimawandels. Dazu zählen insbesondere häufigere und intensivere Extremwetterereignisse (IPCC 2018).
- ▶ Zu den gesellschaftlichen Ursachen zählen hingegen der weitere Anstieg der Exposition und Schadensanfälligkeit (Vulnerabilität) von Wohn- und Nichtwohngebäuden sowie von verschiedenen Infrastrukturen in potenziell überflutungsgefährdeten Gebieten, aufgrund einer wachsenden Besiedlungsintensität und kontinuierlich steigenden Wertkonzentrationen. Diese Veränderungen und Entwicklungen unterstreichen den wachsenden Bedarf an Konzepten zur Minderung überflutungsbedingter Risiken, insbesondere für die gebaute Umwelt (Golz & Naumann 2020).

Der bauliche Hochwasserschutz ist ein wichtiger Bestandteil des Hochwasserrisikomanagements in Deutschlands. Letzteres umfasst allerdings noch viele weitere wichtige Maßnahmen. Vor allem beim Umgang mit Sturzfluten kann die Bauvorsorge eine entscheidende Rolle einnehmen.

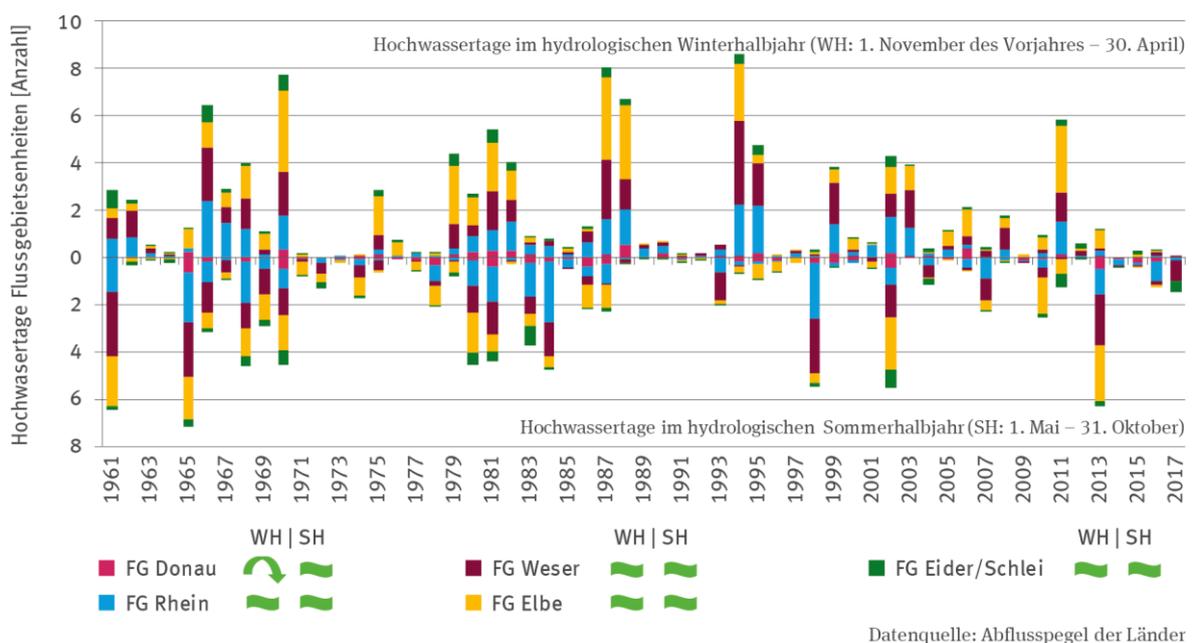
Mit Veröffentlichung der VDI-Richtlinie 6004 Blatt 1 „Schutz der Technischen Gebäudeausrüstung: Hochwasser – Gebäude, Anlagen, Einrichtungen“ im Jahr 2006 wurde ein wesentlicher Grundstein für die Berücksichtigung der Naturgefahr Hochwasser im Planungsprozess der technischen Gebäudeausrüstung gelegt. Dabei wurden fundierte Informationen zur hochwasserangepassten Planung und Ausführung, zum Betreiben sowie zur Nutzung gebäudetechnischer Anlagen in flutgefährdeten Bereichen systematisch zur Verfügung gestellt. Diese Richtlinie ist heute unverändert von hoher Wichtigkeit.

Im Ergebnis vieler abgelaufener, schadensträchtiger Hochwasserereignisse in der Vergangenheit hat sich gezeigt, dass sich die Baukonstruktionen von Gebäuden in einer zur technischen Gebäudeausrüstung vergleichbaren Risikosituation befinden. Um den bautechnischen Umgang mit dieser Problematik zu verbessern, sind zwischenzeitlich eine Vielzahl an Veröffentlichungen mit konzeptionellen Ansätzen für objektbezogene Bauvorsorgemaßnahmen, wie beispielsweise BMI (2018), DWA (2016) und Weller et al. (2016), entstanden. Jedoch erreichen diese Publikationen nicht die normative Knappheit, um taugliche Bauvorsorgemaßnahmen kontinuierlich in die Planungspraxis zu integrieren. Aus diesem Grund ist es zur verbesserten Anpassung von Gebäuden an die Folgen des Klimawandels notwendig, die Systematik der Richtlinie VDI 6004 Blatt 1 auf baukonstruktive Anpassungsmaßnahmen zu erweitern.

4.2 Erkenntnisse der Klimaforschung bezüglich Überflutung

Analysen abgelaufener Hochwasser aus der Vergangenheit haben gezeigt, dass derartige Ereignisse insbesondere durch regional begrenzte Witterungskonstellationen ausgelöst werden. Dabei ist eine Differenzierung nach Winterhalbjahr (November bis April) und Sommerhalbjahr (Mai bis Oktober) notwendig. Nach ergiebigen Schneefällen im Winterhalbjahr führen Tauwetterlagen in Verbindung mit Regenfällen dazu, dass innerhalb eines kurzen Zeitraumes große Schmelzwassermengen abfließen und somit ein Übertreten der Flüsse über die Ufer auslösen. Eine solche Witterungskonstellation führte im Januar 2011 zu Hochwasserereignissen im Flussgebiet der Elbe und des Mains. Hingegen werden im Sommerhalbjahr Hochwasserereignisse überwiegend durch anhaltende Regenfälle über mehrere Tage oder Starkregenereignisse ausgelöst. Diese Witterungskonstellation bildete unter anderem die Ursachen für die Hochwasserereignisse im August 2002 im Elbe- und Donauebiet sowie im Mai/Juni 2013 in mehreren Flussgebieten. Der Mai 2013 zählte dabei zu den niederschlagreichsten Monaten seit Beginn der Wetteraufzeichnung in Deutschland. Ebenso eindrücklich waren die immensen Überflutungen im Sommer 2021 in Rheinland-Pfalz und Nordrhein-Westfalen, aber auch in Bayern und Sachsen. Dabei wurde insbesondere deutlich, welche Gefahren mit lang anhaltendem Starkregen und Hochwasser in kleinen und mittleren Einzugsgebieten verbunden sein können.

Abbildung 7 Auswertung der Hochwassertage in verschiedenen Flussgebieten Deutschlands im Winter- sowie im Sommerhalbjahr seit dem Jahr 1961, Quelle: UBA 2019c



Für die Darstellung in Abbildung 7 wurden insgesamt 79 Pegel in Deutschland in den Flussgebieten der Donau, der Weser, der Eider/Schlei, des Rheins sowie der Elbe ausgewertet. Ein Hochwassertag ist dabei als ein Tag definiert, an welchem der mittlere Tagesabfluss über dem für die Referenzperiode 1961-1990 ermittelten mittleren Hochwasserabfluss liegt. Dabei wird deutlich, dass sowohl das Ausmaß als auch die jahreszeitliche Verteilung der Hochwassertage zwischen den einzelnen Jahren hohen Schwankungen unterliegen. Ein signifikanter Trend ist dabei jedoch weder für das Winter- noch für das Sommerhalbjahr feststellbar. Hochwasserereignisse stehen dabei stets mit besonderen Witterungskonstellationen in Verbindung. Aus diesen Konstellationen resultieren wiederum die räumlichen Schwerpunkte des Hochwasserauftretens.

Ein systematisches und regelmäßiges Auftreten dieser Witterungskonstellationen konnte jedoch bisher nicht beobachtet werden (UBA 2019c).

In einem gemeinsamen Forschungsprojekt werteten der Gesamtverband der deutschen Versicherungswirtschaft e. V. (GDV) und der Deutsche Wetterdienst (DWD) erstmals Starkregen- und Schadensdaten bundesweit aus, um das Schadenausmaß und -potential von Starkregenereignissen zu bestimmen. Hierfür wurden die Niederschlagsmessungen von insgesamt 17 Radarstationen in Deutschland seit 2001 einbezogen. Abbildung 8 zeigt deutlich, dass Starkregenereignisse mit einer Dauerstufe zwischen 1 h und 9 h im gesamten Bundesgebiet gleichmäßig auftreten. Solche Ereignisse stellten sich im Rahmen der Untersuchungen als besonders schadensträchtig heraus. Hingegen häufen sich langanhaltende Dauerregen (Dauerstufe > 12 h) in den Gebirgsregionen und verursachen dabei in der Regel geringere Schäden, sofern dadurch keine großen Flusshochwasser, wie beispielsweise in den Jahren 2002 und 2013, ausgelöst werden (GDV 2019a).

Abbildung 8 Räumliche Verteilung von Starkregenereignissen für den Betrachtungszeitraum 2001 – 2018 für unterschiedliche Dauerstufen. Quelle: GDV 2019a

Anzahl der Starkregenereignisse 2001–2018 nach Dauerstufen

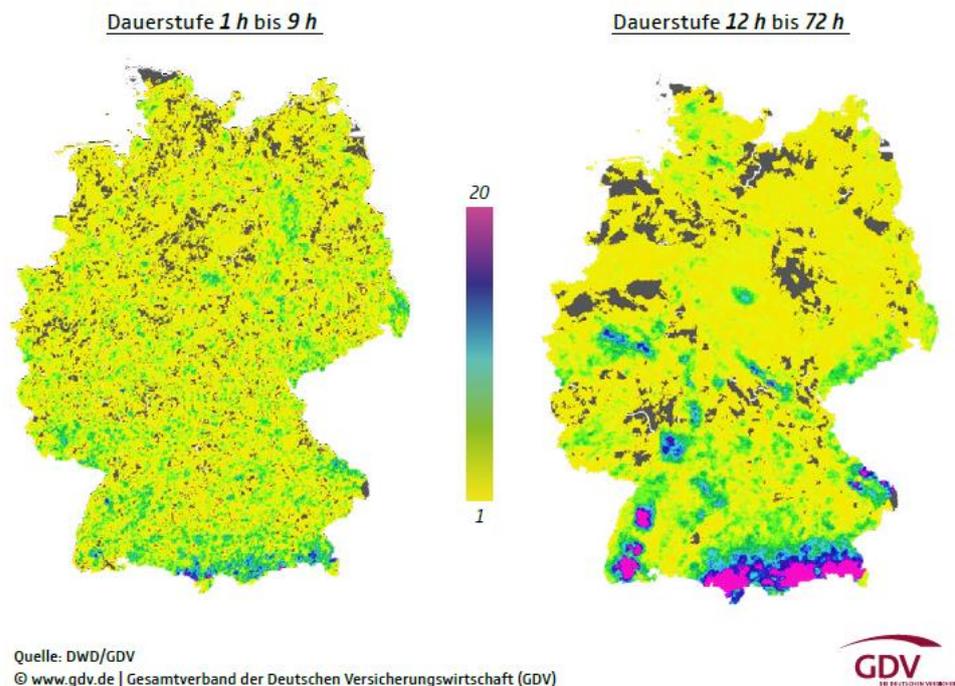
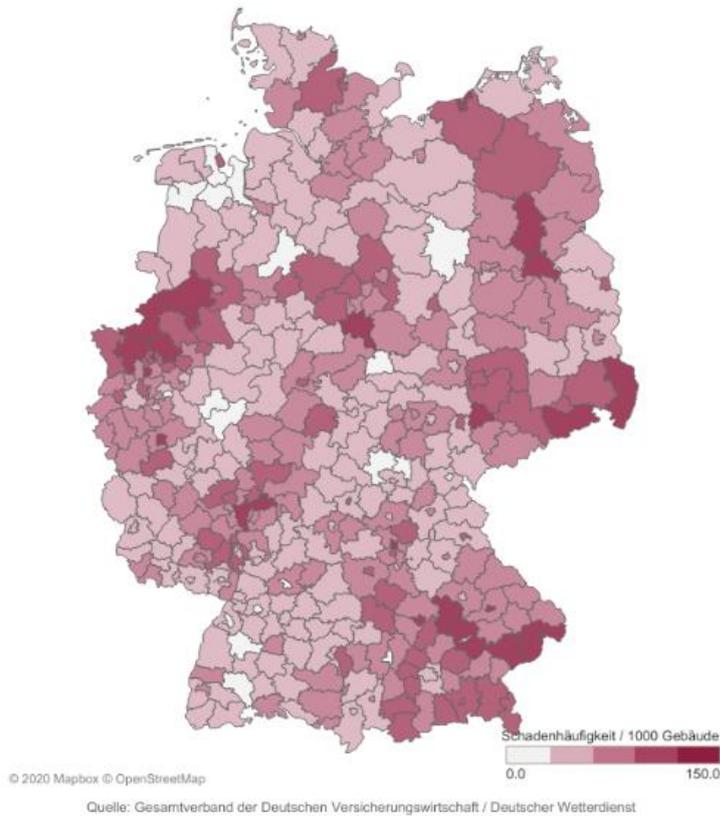


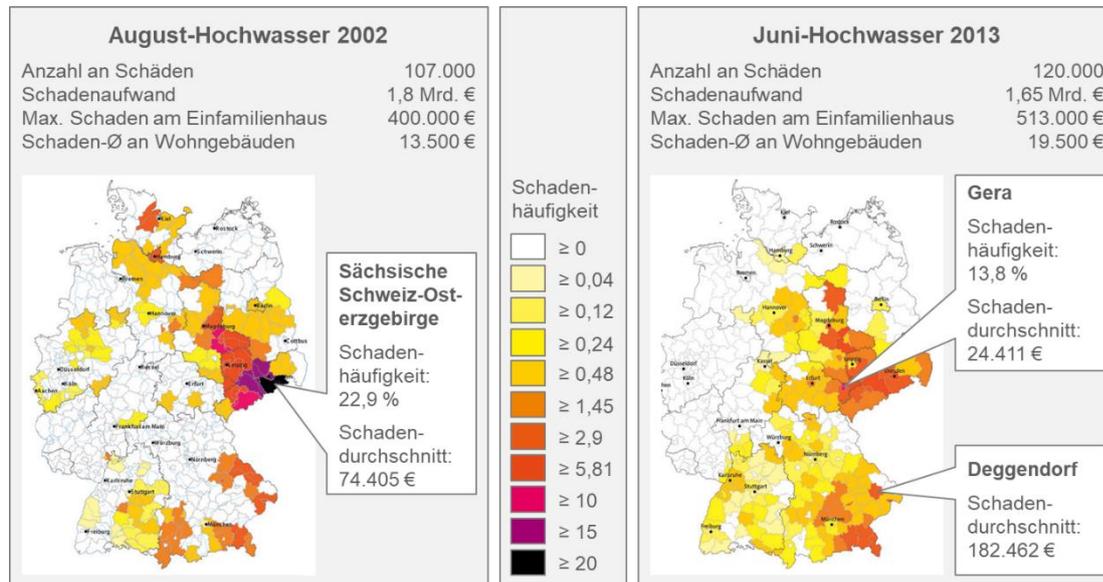
Abbildung 9 stellt die Schadenshäufigkeit durch extreme Niederschläge für Deutschland auf der Bezugsebene der Landkreise dar. Hier ist die Häufigkeit der Schäden im Betrachtungszeitraum 2002 – 2017 umso höher, je dunkler der jeweilige Landkreis auf der Karte eingefärbt ist. Am stärksten betroffen in diesem Zeitraum war die Stadt Münster. Dort wurden insgesamt 21 Starkregenereignisse aufgezeichnet, bei welchen durchschnittlich 393 von 1000 Gebäuden betroffen waren und durchschnittliche Schäden in Höhe von 10 928 € je Gebäude aufgetreten sind. Insgesamt wurden in diesem Zeitraum in Deutschland 1,3 Millionen Schäden an Wohngebäuden durch Starkregen verursacht und es entstanden dabei kumulierte Schäden in Höhe von 6,7 Milliarden Euro (GDV 2019b).

Abbildung 9 Häufigkeit der Schäden durch extreme Niederschläge in Deutschland, differenziert pro Landkreis für den Betrachtungszeitraum 2002 – 2017. Quelle: GDV 2019b



Wie bereits aufgezeigt, werden Hochwasserereignisse im Sommerhalbjahr überwiegend durch langanhaltende und/oder besonders intensive Niederschläge verursacht. Zwei sehr markante Ereignisse der jüngeren Vergangenheit stellen das August-Hochwasser 2002 und das Juni-Hochwasser 2013 dar. Abbildung 10 gibt einen Überblick zu den in Folge dieser beiden Ereignisse entstandenen Elementarschäden und zeigt dabei die Schadenshäufigkeit je Landkreis. Diese Schadenserfahrungen zeigen, dass überflutungsbedingte Sachschäden an betroffenen Gebäuden eine hohe ökonomische Relevanz haben. Da ein technischer Hochwasserschutz für einige überschwemmungsgefährdete Siedlungsbereiche oftmals weder praktisch umsetzbar noch wirtschaftlich angemessen ist, sind objektspezifische Maßnahmen der Hochwasserrisikoversorge, welche insbesondere die baukonstruktive Anpassung gefährdeter Gebäude umfassen, ein wichtiger Weg zur Reduzierung potenzieller Schäden an Gebäuden durch Überflutung.

Abbildung 10 Elementarschäden zu Hochwasserereignissen, dargestellt ist die Schadenshäufigkeit (Verhältnis der Anzahl der Schäden zur Anzahl ganzjähriger Elementarversicherungsverträge) je Landkreis, Quelle: GDV 2016



Nach UBA 2019c ist in den Klimadaten der vergangenen 65 Jahre eine Tendenz zu einer Zunahme der Häufigkeit von Starkregenereignissen identifizierbar. Diese Tendenz gilt jedoch aufgrund der geringen Datenverfügbarkeit aus klimatologischer Sicht noch nicht statistisch gesichert. Darüber hinaus wird die Analyse zu Starkniederschlägen durch die häufig vorliegende Kleinräumigkeit solcher Ereignisse erschwert, da eine Erfassung durch das meteorologische Messnetz oftmals nicht gegeben ist. Durch die Erwärmung der Atmosphäre, welche als statistisch gesichertes Klimasignal gilt, kann grundsätzlich mehr Wasserdampf gespeichert bzw. mehr Feuchtigkeit aufgenommen werden. Dadurch erhöht sich auch das Potential für Starkniederschläge.

Laut UBA (2021) sind die Klimarisiken (ohne Anpassung) der Klimawirkungen „Schäden an Gebäuden aufgrund von Starkregen“ und „Schäden an Gebäuden aufgrund von Flusshochwasser“ das gesamte Jahrhundert über vorwiegend als „mittel“ einzustufen. Nur im pessimistischen Fall ist bei letzterer Klimawirkung eine Bewertung von „hoch“ zur Mitte und zum Ende Jahrhunderts gegeben. Klimaprojektionen verschiedener regionaler Klimamodelle, welche vom DWD ausgewertet wurden, zeigen, dass bis zum Ende der 21. Jahrhunderts für die meisten Regionen Deutschlands mit einer Zunahme von winterlichen Starkniederschlägen der Dauerstufe 24 Stunden um ca. 10 Prozent bis 50 Prozent zu rechnen ist (Becker et al. 2016).

Diese Ergebnisse der Klimaforschung zeigen eindrucksvoll, dass die statistische Wahrscheinlichkeit für die Betroffenheit von Gebäuden und Siedlungen durch die Naturgefahr Hochwasser ansteigen wird. Um die Anpassung an die Folgen des Klimawandels in diesem Bereich voranzutreiben, besteht folglich ein Handlungsbedarf im Hinblick auf baukonstruktive Anpassungsmaßnahmen.

4.3 Kurzcheck zur Betroffenheit einer Norm nach DIN SPEC 35220:2015-11

Die DIN SPEC 35220 dient als Orientierungshilfe für die Praxis, um mit den Unsicherheiten in der Projektion zum Klimawandel und dessen Folgen umzugehen. Um die Betroffenheit einer Norm durch Änderungen infolge des Klimawandels abschätzen zu können, ist zur Unterstützung von Normenausschüssen hierin ein Kurzcheck für die Betroffenheit enthalten. Nachfolgend werden die Fragen dieses Kurzchecks für VDI 6004 Blatt 1 beispielhaft beantwortet:

Gibt es klimabezogene Vorgaben, nach denen sich der Normungsgegenstand ausrichtet?

Ja, für den Schutz einer technischen Anlage bzw. eines Gebäudes vor Hochwasser ist zur Beurteilung der Gefährdungssituation die Kenntnis des in der Planung anzusetzenden Bemessungshochwasserstandes, welcher von klimabezogenen Vorgaben abhängt, zwingend erforderlich.

Ist der Normungsgegenstand auf bestimmte klimatische Rahmenbedingungen angewiesen?

Ja, die in diesem Regelwerk definierten Maßnahmen zum Schutz der technischen Gebäudeausrüstung vor Hochwasser werden erst im Ereignisfall, d.h. durch das Auftreten eines Hochwassers, relevant.

Kann der Normungsgegenstand in seinen Lebenszyklen von extremen Wetterereignissen beeinflusst werden?

Ja, Hochwasser resultieren überwiegend aus extremen Wetterereignissen. Folglich ist eine Beeinflussung der technischen Gebäudeausrüstung (bestehende Richtlinie) sowie der Gebäudehülle (angestrebte Erweiterung der Richtlinie) durch extreme Wetterereignisse während des Lebenszyklus möglich.

Setzt sich der Normungsbereich bereits mit den Folgen des Klimawandels und daraus resultierenden Anpassungsnotwendigkeiten auseinander?

Die Einführung dieses Regelwerkes stellt eine wirksame Reaktion auf das wiederholte Auftreten von Hochwasserereignissen dar. Einzelne Hochwasserereignisse sind jedoch nicht direkt auf den Klimawandel zurückführbar. Das Regelwerk greift somit die Anpassungsnotwendigkeit infolge der aufgetretenen Ereignisse auf.

Sehen Sie die Notwendigkeit, sich im Normungsbereich zukünftig mit den Folgen des Klimawandels und daraus resultierenden Anpassungsnotwendigkeiten zu befassen?

Ja, es ist notwendig die Einwirkung Starkregen vertiefend zu berücksichtigen. Darüber hinaus haben die vergangenen Hochwasserereignisse gezeigt, dass sich die Baukonstruktionen von Gebäuden in einer vergleichbaren Risikosituation wie deren technische Gebäudeausrüstung befinden und deshalb auch für diese praxisgerechte Anpassungsstrategien erarbeitet werden sollten.

4.4 Fachliche Vorschläge zur Integration der Klimaanpassung

Aus den in Abschnitt 4.2 aufgezeigten Schadensereignissen und den zu erwartenden Klimaveränderungen erwächst der grundlegende Anspruch, die vorhandenen Nutzungen in überflutunggefährdeten Gebieten an die örtliche Gefährdung anzupassen. Die Planung und Umsetzung vorsorgender Maßnahmen an Gebäuden (Bauvorsorge) erlangt dabei eine sehr hohe Bedeutung. Der Bundesgesetzgeber stärkt die Bauvorsorge, indem er die Eigentümer potenziell überflutunggefährdeter Gebäude verpflichtet, im Sinne von § 5 Abs. 2 Wasserhaushaltsgesetz (WHG) Eigenverantwortung für die Hochwasservorsorge zu übernehmen und geeignete Maßnahmen

zur Minderung nachteiliger Hochwasserfolgen auf das baukonstruktive Gefüge, die Haustechnik und das Inventar von Gebäuden zu ergreifen.

Die Maßnahmen der Bauvorsorge haben das Ziel, das Schadenspotential von neu zu errichtenden, aber vor allem auch von bereits bestehenden Gebäuden im Überflutungsfall deutlich zu reduzieren. Die Schadensanfälligkeit von Gebäuden durch Überflutung ergibt sich dabei gleichermaßen aus der Technischen Gebäudeausrüstung und den baukonstruktiven Gegebenheiten. Auch wenn die hohe Bedeutung der Bauvorsorge mittlerweile überwiegend anerkannt wird, so besteht hinsichtlich konkreter Regelungen für das angepasste Bauen im Hinblick auf Überflutungen, in Ergänzung zu grundlegenden Publikationen wie BMI (2018), DWA (2016) und Weller et al. (2016), weiterhin ein großer Handlungsbedarf. Aus diesen Gründen stellt die hier diskutierte Erweiterung der VDI 6004 Blatt 1 mit einem Fokus auf das baukonstruktive Gefüge eine geeignete Möglichkeit dar, die Anpassung an die Folgen des Klimawandels innerhalb dieser Richtlinie weiter zu schärfen. Eine Einbindung der nachfolgend dargestellten Themenfelder sollte für eine solche Erweiterung geprüft werden.

4.4.1 Grundlagen zur Einwirkung Überflutung

Um eine mögliche Gefährdung eines Gebäudes standortgerecht zu beurteilen, ist die Kenntnis der unterschiedlichen Randbedingungen notwendig, unter welchen eine Überflutung außerplanmäßig auf Gebäude bzw. -teile treffen kann. Nach Weller et al. (2016) sind dabei folgende grundlegende Überflutungsarten differenzierbar:

- ▶ fluviale Überflutungen mit Gewässerbezug (d. h. Flusshochwasser),
- ▶ pluviale Überflutungen ohne Gewässerbezug (d. h. starkregenbedingte Überflutungen bzw. Kanalisationsrückstau) sowie
- ▶ Grundhochwasser

Eine vertiefende Charakterisierung dieser vier Überflutungsarten ist anhand der nachfolgenden Einwirkungsfaktoren nach Golz & Naumann 2020 möglich:

- ▶ der Gewässerbezug und die räumliche Ausdehnung,
- ▶ die Überflutungshöhe (statische Komponente),
- ▶ die Fließgeschwindigkeit (dynamische Komponente),
- ▶ die Überflutungsdauer,
- ▶ die zur Verfügung stehende Vorwarnzeit und
- ▶ mögliche Wasserinhaltsstoffe (ggf. Kontaminationsquellen).

Darüber hinaus ist für die Gefährdungsbeurteilung die Kenntnis der Eindringwege des Wassers in Gebäude wichtig, so wie diese bereits in VDI 6004 Blatt 1 enthalten sind.

Vor der Konzeption geeigneter Vorsorgemaßnahmen sind die für den Gebäudestandort relevanten Bemessungsgrundlagen, hier der Bemessungswasserstand, zu ermitteln. Aktuell ist in rechtsverbindlich festgesetzten Überschwemmungsgebieten mindestens ein Bemessungswasserstand anzusetzen, welcher der Wasserhöhe eines Hochwasserereignisses entspricht, das statistisch einmal in 100 Jahren zu erwarten ist (HQ 100). Diese Grundlage bezieht sich somit auf vergangene Ereignisse und bildet nicht die zukünftige Klimaentwicklung ab. Ein möglicher An-

satz zur Integration der Anpassungsbedarfe an den Klimawandel wäre eventuell ein so bezeichneter „Klimafaktor“, um welchen dann der Bemessungswasserstand erhöht wird. Alternativ könnten Ergebnisse der Klimaforschung dazu genutzt werden, in die statistische Auswertung hydraulischer Modellierungen für den Bemessungswasserstand zukünftig Ergebnisse unter Berücksichtigung der Klimaveränderungen einfließen zu lassen.

Zur Differenzierung der Einwirkung Überflutung auf Gebäude zählen nach Naumann et al. 2017 diese wesentlichen Parameter:

- ▶ die maximale Wasserstandshöhe am oder im Gebäude, die den Wassereintritt ins Gebäude und den statischen Wasserdruck auf die Außenbauteile beeinflusst,
- ▶ die Fließgeschwindigkeit am Gebäude, welche dynamische Einwirkungen sowie Schadensmechanismen wie Kolkungsprozesse oder Treibgutprall beeinflusst,
- ▶ das Vorhandensein schädlicher Wasserinhaltsstoffe im Flutwasser, so etwa gelöste organische oder anorganische Stoffe, deren Ablagerung zu Schäden führt,
- ▶ die Einwirkungsdauer der Überflutung, die das Schadensausmaß oder die Schadensintensität beeinflussen kann.

Naumann & Rubín (2008) folgend, können alle wesentlichen Schadensbilder an der Bausubstanz von Gebäuden, die infolge von Überflutungsereignissen auftreten, den drei markanten Schadensarten

- ▶ Feuchtigkeits- und Wasserschäden,
- ▶ strukturelle Schäden mit statischer Relevanz und
- ▶ Kontamination infolge Schadstoffeintrag

zugeordnet werden. Während Feuchte- und Wasserschäden bei jedem Hochwasserereignis zwingend auftreten, stehen strukturelle Schäden überwiegend in einem kausalen Zusammenhang zu hohen Fließgeschwindigkeiten. Der Schadenstyp Kontaminationen ist dann relevant, wenn das Flutwasser als Transport- oder Lösungsmittel für Heizöl, chemische oder biologische Schadstoffe fungiert.

4.4.2 Beurteilung der Robustheit bzw. Verletzbarkeit

Neben der standortbezogenen Beurteilung der Gefährdung eines Gebäudes wären Informationen zur Robustheit bzw. zur Verletzbarkeit von einzelnen Baumaterialien und -stoffen bis hin von baukonstruktiven Schichtenfolgen für die Konzeption von Anpassungsmaßnahmen notwendig. Um die Schadensanfälligkeit von Baustoffen und Baukonstruktionen einzuschätzen, könnten beispielsweise nach Golz & Naumann 2020 die nachfolgenden Kriterien genutzt werden:

- ▶ Beständigkeit der Baustoffe im Hinblick auf ihre Festigkeitseigenschaften,
- ▶ Form- und Volumenbeständigkeit nach einer Hochwassereinwirkung,
- ▶ Widerstandsfähigkeit gegenüber pflanzlichem oder tierischem Schädlingsbefall infolge langfristig hoher Durchfeuchtung,
- ▶ Eignung zur natürlichen oder technischen Bautrocknung vor Ort,
- ▶ Schäden infolge Kontamination,

- ▶ Erreichbarkeit und Demontierbarkeit,
- ▶ Wasserdurchlässigkeit sowie
- ▶ Wasseraufnahmeverhalten.

Diese Kriterien ermöglichen eine Beurteilung, inwieweit und mit welchem Sanierungsaufwand ein Baustoff nach einem Überflutungsereignis weiterverwendet werden kann. Somit wäre eine objektive Differenzierung in vorteilhafte und nachteilige Konstruktionen möglich.

4.4.3 Strategien zur Reduzierung der Verletzbarkeit

Objektspezifische Maßnahmen der Bauvorsorge, welche sich an den drei grundlegenden Strategien „Ausweichen“, „Widerstehen“ oder „Anpassen“ (s. Abbildung 11) orientieren (Golz 2016, DWA 2016), können die nachteiligen Folgen zukünftiger Überflutungsereignisse für das baukonstruktive Gefüge, die Haustechnik und das Inventar von Gebäuden reduzieren. Für die Planung und Umsetzung solcher Bauvorsorgemaßnahmen wurden in der zurückliegenden Dekade mehrere spezifische Publikationen und Regelwerke erarbeitet, deren Entwicklungsprozess hin zu „Allgemein anerkannten Regeln der Bautechnik“ jedoch noch nicht abgeschlossen ist. Folglich wird eine Integration derartiger Maßnahmen in eine Erweiterung von VDI 6004 Blatt 1 als sinnvoll erachtet.

Abbildung 11 Grundlegende Strategien der Bauvorsorge, Quelle: Golz & Naumann 2020



Das Konzept „Ausweichen“ beinhaltet alle Maßnahmen, die eine vertikale bzw. horizontale Verlagerung von Gebäuden, Gebäudeteilen oder hochwertigen Nutzungen bewirken, um auf diese Weise einer möglichen Hochwasserbeanspruchung auszuweichen. Zu den verbreiteten Maßnahmen zählt hier unter anderem eine Erhöhung des Gebäudestandorts mittels Aufschüttungen oder aufgeständerter Bauweisen.

Einen weiteren Teilbereich der Bauvorsorge bilden alle Maßnahmen zur Vermeidung der Flutung eines Gebäudes während eines Überflutungsereignisses bis zu einer vorab festgelegten Überflutungshöhe. Um das Eindringen von Oberflächenwasser in die Innenräume zu verhindern, sind alle möglichen Eintrittswege des Wassers durch die Gebäudehülle in die fachliche Betrachtung einzubeziehen. Diese Maßnahmen werden unter dem Konzept „Widerstehen“ zusammengefasst.

Beim Konzept "Anpassen" wird die Flutung eines Gebäudes unter bestimmten Randbedingungen akzeptiert, wobei Baukonstruktionen und Haustechnik dahingehend optimiert werden, dass die Gebäudeschäden im Überflutungsfall auf ein möglichst geringes Niveau reduziert werden. Darüber hinaus gehört auch eine möglichst rasche Wiederherstellung des Ausgangszustandes zu den typischen Zielen des Konzeptes "Anpassen".

In der praktischen Anwendung am Gebäude empfiehlt es sich, die schadensmindernden Wirkungen aller drei Leitprinzipien objektbezogen zu überprüfen. In den meisten Anwendungsfällen ist eine Maßnahmenkombination mehrerer Bauvorsorgekonzepte die tauglichste Lösung.

Um insbesondere Ingenieure und Architekten bei der Planung, der Errichtung, der Instandsetzung oder der Beurteilung überflutungsgefährdeter Baukonstruktionen zu unterstützen, sollte die Integration von robusten Konstruktionslösungen sowie von guten Anwendungsbeispielen in die betrachtete VDI-Richtlinie geprüft werden. Eine beispielhafte Zusammenstellung solcher Konstruktionslösungen für Außenwand- sowie Decken- und Fußbodenkonstruktionen ist in Golz & Naumann 2020 enthalten.

Da jedoch die Verletzbarkeit eines Gebäudes nicht durch ein einzelnes Bauteil bestimmt werden kann, erscheint es darüber hinaus wichtig, für die Verletzbarkeit eines Gebäudes gegen Überflutung ein Bewertungsverfahren zu empfehlen, welches eine Beurteilung des Gebäudes in seiner Gesamtheit ermöglicht. Als geeignetes Bewertungsverfahren könnte hier zum Beispiel eine mehrdimensionale Punktwert- bzw. Scoring-Methode (Nutzwertanalyse) genutzt werden, auf deren Grundlage Handlungs- beziehungsweise Lösungsalternativen (Bauvorsorge- bzw. Anpassungsmaßnahmen) nach mehreren verschiedenen Zielkriterien gewichtet, systematisch beurteilt, verglichen und in eine Rangfolge gebracht werden. Die Bewertungsergebnisse sind dienlich, um die betroffenen Planer zu informieren, (a) welche Schadenanfälligkeit dem betrachteten Gebäude im gegenwärtigen – das heißt unangepassten – Zustand zuzuordnen ist und (b) durch welche Bauvorsorge- bzw. Anpassungsmaßnahmen die gebäudebezogene Schadenanfälligkeit gegenüber den am Standort relevanten Überflutungsarten grundsätzlich gemindert werden kann.

Ein solches Bewertungsverfahren stellt ein geeignetes Instrument dar, die Anpassung überflutungsgefährdeter Gebäude an die Folgen des Klimawandels voranzutreiben.

4.5 Perspektiven aus der Praxis

Die erarbeiteten fachlichen Vorschläge zur besseren Berücksichtigung des Klimawandels bzw. die Anpassung an die Folgen des Klimawandels in der VDI-Richtlinie 6004 Blatt 1 waren für eine gemeinsame Diskussion mit Mitgliedern des Richtlinienausschusses zur VDI 6004 vorgesehen. Um mit diesem Richtlinienausschuss in Kontakt zu treten, wurde Herr Dr. Mingyi Wang (Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e. V.) kontaktiert, welcher bei der Erstellung der Richtlinie formales Mitglied des Ausschusses war. Da sich der Ausschuss zu diesem Zeitpunkt nicht in einem Arbeitsprozess befand, wurde geprüft, ob dieser wieder aufgenommen werden kann. Zum Ende der Projektlaufzeit, im Mai 2022, stimmte der VDI Fachbeirat Bautechnik der Aktualisierung der VDI 6004-1 zu.

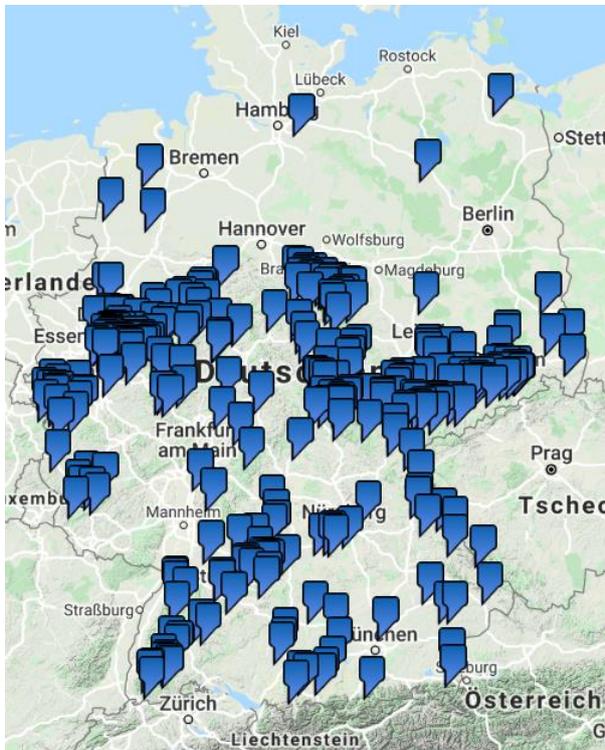
5 DIN 19700-11: 2004-07 Stauanlagen – Teil 11: Talsperren

5.1 Überblick zur Norm und Geltungsbereich

In diesem Kapitel werden Vorschläge zur Anpassung der Norm *DIN 19700-11: 2004-07 Stauanlagen - Teil 11: Talsperren* vorgestellt, durch welche die Folgen des Klimawandels adäquater berücksichtigt würden. Im ersten Abschnitt wird die Norm mit ihren zentralen Themen kurz vorgestellt. Anschließend gehen die Autoren auf Klimaveränderungen in Deutschland und deren Relevanz für die Norm bzw. den Normungsgegenstand ein. Schließlich stellen wir Vorschläge vor, wie man den Klimawandel mit seinen Implikationen in der Norm so berücksichtigen kann, um langfristig mögliche klimabedingte Einschränkungen im Talsperrenbetrieb zu reduzieren.

5.1.1 Talsperren in Deutschland

Abbildung 12 Große Talsperren in Deutschland, Quelle: <https://www.talsperrenkomitee.de/de/talsperren-in-deutschland.html>



In Deutschland gibt es 371 große Talsperren.² In der Regel dienen Talsperren einem oder mehreren der folgenden Zwecke: Trinkwasserversorgung, Stromerzeugung, Hochwasserschutz, Niedrigwasseraufhöhung in Trockenzeiten, Fischwirtschaft sowie der Naherholung (Baden, Wandern, Camping).

Die meisten Talsperren in Deutschland dienen vor allem der Wasserbereitstellung sowie dem Hochwasserschutz. Die Betreiber von Talsperren sind in der Regel Bundesländer, Talsperrenver-

² Laut International Commission On Large Dams misst eine große Talsperre eine Mindesthöhe von 15 Metern vom niedrigsten Fundament bis zum Kamm. Aber auch Dämme mit einer Höhe von 5 bis 15 Metern und einem Stauvermögen von 3 Millionen Kubikmetern zählen zu den großen Talsperren.

bände, Energieunternehmen (z. B. Vattenfall) oder kleinere Zweckverbände. Der Bund (Wasserstraßen- und Schifffahrtsverwaltung, WSV) betreibt zwei Talsperren: die Eder- und die Diemeltalsperre, beide an der Oberweser gelegen. Die Talsperren in Deutschland finden sich vor allem in der Mittelgebirgsregion. Besonders die Eifel, das Sauerland, der Harz und das Erzgebirge sind Regionen mit vielen Talsperren, siehe obenstehende Abbildung.

5.1.2 Inhalte und letzte Überarbeitung der DIN 19700-11

Die DIN-Normen-Reihe 19700 behandelt Anforderungen an die Planung, den Bau und den Betrieb von Stauanlagen. Sie besteht aus sechs Teilen:

- ▶ Teil 10: gemeinsame Festlegungen für alle Arten von Stauanlagen,
- ▶ Teil 11: Talsperren,
- ▶ Teil 12: Hochwasserrückhaltebecken,
- ▶ Teil 13: Staustufen,
- ▶ Teil 14: Pumpspeicherbecken und
- ▶ Teil 15: Sedimentationsbecken.

Die Normen-Reihe wurde letztmalig in 2004 überarbeitet, ihre Ursprünge reichen aber bis in die 50er Jahre zurück. Die letzte Überarbeitung entstand aus einem konkreten Anlass: In 2002 brachte das Jahrhunderthochwasser die Talsperre Malter, in der Nähe von Dresden, an die Grenzen ihres Hochwasserrückhalteriums. Am 12. und 13. August gingen Rekordniederschläge, von 500 Millimetern pro Quadratmeter im Quellgebiet der Weißeritz ab und ließen den Fluss schnell ansteigen. Entlang des Flusslaufes wurden Pegel von Geröll überschwemmt, Häuser in Ufernäher mitgerissen, Staustufen liefen über und auch vor der Talsperre Malter macht die Rote Weißeritz nicht halt. Gegen 20 Uhr des 12. August war die Kapazität der Talsperre Malter erreicht. Etwa 220 Kubikmeter Wasser pro Sekunde flossen ungesteuert über die seitlichen Hochwasserentlastungsanlagen ab. Unterhalb der Talsperre trat starke Erosion auf, die Trasse der Schmalspurbahn von Freital-Hainsberg nach Kipsdorf wurde fast vollständig abgetragen.

Die Wirkung der Talsperren während dieses Auguthochwassers in 2002 war weniger die Reduktion des Hochwasserscheitels als die Scheitelverzögerung, die eine Überlagerung der Hochwasserscheitel der Zuflüsse in Freital-Hainsberg verhinderte. Der laut Betriebsplänen freizuhaltende Hochwasserstauraum sei, laut des Sprechers des Umweltministeriums, bereitgehalten worden (Guratzsch 2002). Doch die gesamte Weißeritz wies während des Auguthochwassers 2002 Abflüsse von bisher unbekanntem Maße auf (detaillierte Ereignisanalyse siehe Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie 2004). Damit sich solch ein Szenario nicht wiederholt, wurden weitere Zwischenpuffer entlang des Flusses eingebaut, etwa Hochwasserbecken in Niederpöbel und Waldbärenburg (Schaks 2016). Des Weiteren wurde der Wasserspiegel der Talsperre Malter um mehrere Meter gesenkt, um in Zukunft mehr Hochwasserschutzraum zur Verfügung zu stellen (Quaißer 2016).

In der Folge wurden auch die hydrologischen Gutachten für alle Stauanlagen und bisherige Ansätze der Hochwasserbemessung überdacht. Dies gab auch einen Anstoß für die Überarbeitung der DIN 19700-10, davor war sie letztmalig 1986 überarbeitet worden. Konkret waren die Gründe für die Überarbeitung:

- ▶ Erfahrungsgewinn an bestehenden Stauanlagen,
- ▶ zunehmende Sensibilisierung in Sicherheits- und Umweltfragen,
- ▶ wissenschaftlich-technische Erkenntnisse und
- ▶ die formale Forderung gemäß DIN 820-4 (Überprüfung alle fünf Jahre (Sieber 2005)).

In der aktuellen Fassung gliedert sich die DIN 19700-11 in eine beschreibende Einleitung, naturwissenschaftliche und technische Grundlagen für die Planung und den Betrieb von Talsperren, Beschreibung der Sicherheitsnachweise und des Betriebsablaufs sowie Anforderungen an das zu führende Talsperrenbuch. Im Folgenden werden die genannten Abschnitte kurz umrissen:

Nach der Nennung aller sechs Teil der überarbeiteten Norm DIN 19700 werden Änderungen gegenüber der DIN 19700-11:1986-01 beschrieben. Zusammen mit dem Teil 10 der DIN 19700 wird der Teil 11 bei Planung, Bau, Betrieb, Sicherheitsnachweise und Überwachung von Talsperren angewendet. Da diese Norm sich mitunter auf Festlegungen aus anderen Publikationen bezieht, werden diese anfänglich aufgeführt und im Verlauf der Norm zitiert. Abschließend wird kurz auf eine der Änderungen gegenüber der Ausgabe von 1986 eingegangen, der Klassifizierung der Talsperren. Diese Klassenzuordnung ermöglicht eine Differenzierung der Anforderungen an die jeweiligen Talsperren.

Die hydrologischen Grundkenntnisse über das Einzugsgebiet, ein ökologisches Verständnis des Wasserkörpers der Talsperre sowie mögliche Auswirkungen auf Oberlauf und Unterwasser sind die Voraussetzung für die wasserwirtschaftliche Betriebsplanung einer Talsperre. Aus den hydrologischen Bestimmungsgrößen, zum Beispiel der physikalischen, chemischen und biologischen Beschaffenheit des Wassers, sind Bemessungsgrößen der Talsperre hinsichtlich Hochwassersicherheit (wie sicher/stabil ist die Talsperre bei Hochwasser?) und -schutz (wie groß ist der Hochwasserschutz (m^3), den die Talsperre für die Umgebung bietet?) abzuleiten. Diese dienen auch als Grundlage bei der Aufstellung des Wasserwirtschaftsplans. Dieser Plan beinhaltet neben wasserwirtschaftlichen Nutzungszielen (Wasserbereitstellung, -abgabe und Beeinflussung von Extremabflüssen) auch das Ziel der Gewinnung von Elektroenergie und landespflegerische Aspekte. Er stellt Voraussetzung für die langfristige Realisierung der einzelnen Ziele des Talsperrenbetriebes dar und dient als Grundlage für die wasserwirtschaftlichen Betriebspläne.

Das Tragwerk der Talsperre setzt sich aus dem Untergrund und dem Absperrbauwerk zusammen. In der Norm wird daher ausführlich auf die zu prüfenden Eigenschaften des Baugrunds Boden eingegangen. In Kapitel 6 Absperrbauwerke (Staudämme, Staumauern) werden Bedingungen für die Planung und Bauausführung genannt sowie die Gestaltung der Staudämme und Staumauern detailliert beschrieben.

Um Tragsicherheit, Gebrauchstauglichkeit und Dauerhaftigkeit des Bauwerks zu garantieren werden im Abschnitt Sicherheitsnachweise grundlegende Anforderungen an verwendete Bemessungsverfahren sowie an das Tragwerk aufgelistet. Nachfolgend werden die Betriebseinrichtung der Hochwasserentlastungsanlagen, Entnahmeanlagen und Betriebsauslässe beschrieben.

Um den wasserwirtschaftlichen Betrieb einer Talsperre aufzunehmen, werden Bewirtschaftungsgrundsätze im Kapitel Betriebseinrichtungen berücksichtigt. Neben der Wassermengenbewirtschaftung während des normalen Betriebs wird auch auf die Wassergütebewirtschaftung erwähnt, die zum Beispiel den Schutz vor Eutrophierung oder erhöhter Nährstoffbelastung regelt.

Einen Nachweis der Zuverlässigkeit der Talsperre in allen Bau- und Betriebsphasen liefert die Überwachung durch Messungen und Funktionsprüfungen. Mittels Mess- und Kontrollprogrammen wird das Bauwerk in der Betriebsphase regelmäßig kontrolliert. Betriebsvorschriften hingegen regeln die wasserwirtschaftlichen und technischen Betriebsüberwachung der Talsperre.

Zuletzt wird auf die Notwendigkeit der Aufstellung eines Talsperrenbuchs verwiesen. Dieses enthält neben ausführlichen Unterlagen der Bauphase auch Genehmigungen und betriebstechnische Festlegungen zur Bewirtschaftung.

5.2 Klimaveränderungen und ihre Relevanz für die Norm

Der Klimawandel in Deutschland hat weitreichende Folgen für die natürliche und bauliche Umwelt sowie auf den Menschen selbst. Als gesichert gilt, dass die Durchschnittstemperatur in Zukunft noch weiter ansteigt und dass sich Niederschlagsmuster verschieben, was in einigen Regionen sowohl zu längeren Trockenperioden als auch zur Zunahme von Starkregenereignissen führen kann.

Die Auseinandersetzung mit den Folgen von Klimaveränderungen für Talsperren ist von besonderer Bedeutung, aus einer Reihe von Gründen:

- ▶ Veränderungen von Temperatur und von Niederschlagsmustern können zu Veränderungen der Qualität und der Quantität des gespeicherten Wassers führen, was die Erfüllung der Funktionen einer Talsperre beeinträchtigen kann.
- ▶ Talsperren sind langlebige Bauten mit einer langen Nutzungsdauer (mindestens 80 bis 100 Jahre, siehe DIN 19700-11) und werden deshalb in Zukunft ihre Funktionen unter verschiedenen Klimabedingungen erfüllen (Klima in 2050, Klima in 2080 etc.).
- ▶ Einige Talsperren sind älteren Bautyps und wurden in Zeiten konstruiert, in denen man noch von konstanten klimatischen Bedingungen ausgehen konnte (z. B. Eschbach Talsperre konstruiert zwischen 1889 und 1891, Panzertalsperre (1891-1893) und Sengbachtalsperre (1900-1903), alle im Bergischen Land).
- ▶ Talsperren haben eine hohe gesellschaftliche Bedeutung und können zu den kritischen Infrastrukturen gezählt werden: sollte es hier zu Einschränkungen kommen, kann dies weitreichende Folgen für den Hochwasserschutz oder die Trinkwasserversorgung haben. Gleichzeitig leisten gut funktionierende Talsperren als große Wasserspeicher einen wichtigen gesellschaftlichen Beitrag, um mit den Folgen des Klimawandels in Deutschland umzugehen – als Reservoir für lange Trockenzeiten oder als Wasserrückhalt bei Flusshochwassern.

Die möglichen Folgen des Klimawandels für Talsperren wurden in einigen Publikationen bereits detailliert analysiert (DWA 2014b, DWA 2017). Im Folgenden findet sich eine Zusammenfassung der Aussagen aus dem LAWA-Leitfaden von 2017 (LAWA 2017: 132-134) unter Nennung der dort zitierten Quellen zusammen, um eine Übersicht zur Betroffenheit von Talsperren durch den Klimawandel zu präsentieren. Die Autoren ergänzen die dort dargestellten Informationen um Beispiele der konkreten Betroffenheit aus der jüngeren Vergangenheit

Betroffenheit durch Änderungen des Zuflussregimes

Aufgrund ihrer langen wirtschaftlichen Nutzungsdauer ist davon auszugehen, dass Talsperren auch von klimatischen Veränderungen betroffen sein können, die für die ferne Zukunft vorhergesagt wurden. Ihre ursprünglichen Ausgangsbedingungen, Bemessungen oder Zweckbestimmungen können infolge ihrer langen technischen Lebensdauer bereits länger zurückliegen (DWA 2014a, 2014b). Relevanz deutscher Talsperren und Betroffenheit durch die Folgen des Klimawandels variieren je nach Standort, so befinden sich die Bedeutendsten entlang eines Bandes in Ost-West-Richtung im mitteldeutschen Raum (UBA 2015).

Variierende Zuflussregime des Einzugsgebietes und veränderte Prozesse im Wasserkörper beeinflussen die Bewirtschaftung und Stauziele von Talsperren. So konnten im Jahr 2018 alle sechs Talsperren der Harzwasserwerke aufgrund eines Doppel trockenjahres ihre Stauziele nicht erreichen und mussten die Wasserabgabe an ihre Unterläufe reduzieren (Ini/RND 2018). Die Regulierungs- und Speicherfunktion der Anlagen werden somit zukünftig an Bedeutung gewinnen, da sie negative Auswirkungen des Klimawandels auf das Wasserdargebot abpuffern können (DWA 2014b). Folglich könnten die Nutzungsansprüche an Talsperren in naher Zukunft einem Wandel unterliegen.

Aufgrund der Änderungen im Zuflussregime wird die Anforderung an die Funktion der Wasserbereitstellung (z. B. zur Wasserversorgung und Niedrigwasseraufhöhung) besonders während langanhaltender Trockenperioden in den Sommermonaten erhöht (DWA 2010). Durch langanhaltende Sommerstagnation und geringe Zuflüsse kann es am Grund von Talsperren zu vermehrtem Sauerstoffschwund kommen. 2013, 2016 und 2018 musste in die tiefen Wasserschichten der Möhnetalsperre (NRW) Sauerstoff eingeleitet werden, um einer Lösung von Mangan und Eisen sowie einem Fischsterben entgegenzuwirken (TAG24 2018). Die Fuelbecketalsperre (NRW) musste 2014 kurzzeitig vom Netz gehen, da in Folge des Sauerstoffmangels im Hypolimnion erhöhte Manganwerte im Trinkwasser messbar wurden (Stadtwerke Altena 2014). Durch das häufigere Auftreten von Starkregen- und Hochwasserereignissen wird auch die Rückhalte- und Hochwasserschutzfunktion an Bedeutung gewinnen (Sieber 2014, MLU ST 2013). Nicht immer können Talsperren dieser Funktion unter den aktuellen Bedingungen in vollem Maße nachkommen: So geriet die Talsperre Pirk (Sachsen) im Jahr 2018 nach einem ungewöhnlich intensiven Starkregenereignis an ihr Fassungsvermögen und musste Wasser über die Hochwasserentlastungsanlage an den bereits viel Wasser transportierenden Unterlauf abgeben (dpa 2018). Auch die Oestertalsperre (NRW) lief im Jahr 2019 während langanhaltender Niederschläge über, jedoch konnte Wasser kontrolliert an den Unterlauf des Oesterbachs abgegeben werden (Opfermann 2019). Die Überströmung der Steinbachtalsperre während der Überflutungen in NRW im Juli 2021, ist auch ein Beispiel dafür, dass es Talsperren gibt, die bei sehr extremen Niederschlägen wichtige Funktionen nicht mehr erfüllen können.

Im Jahresverlauf kann es durch schwankende Zuflussregime vermehrt zu variierenden Füllständen in den Talsperren kommen (MKULNV NRW 2011). Monofunktionale Talsperren werden durch veränderte Nutzungsansprüche vor die Herausforderung gestellt werden, zukünftig mehrere Bewirtschaftungszielen zu verfolgen. An multifunktionalen Talsperren hingegen könnte es vermehrt zu Nutzungskonflikten kommen. Dies wurde zum Beispiel 2018 an der Okertalsperre (Niedersachsen) sichtbar, dort sanken die Füllstände aufgrund von langanhaltender Trockenheit binnen zwei Monaten von 45 Prozent auf 20 Prozent, woraufhin die Unterwasserabgabe reduziert

werden musste. Das eingesparte Wasser der Unterlieger kann besonders für flussabwärts liegende Industrie oder Kläranlagen zum Problem werden, da es dort bei der Produktion oder der Einleitung von Klarwasser fehlen kann (gwf 2018). Zudem kann das Niedrigwasser zu negativen Auswirkungen auf Ökosysteme führen. Eine Anpassung der Bemessungsparameter und Betriebspläne entsprechender Talsperren könnte in solchen Situationen Abhilfe leisten (MLU ST2013). In Gebieten mit lockerem Decks substrat kann eine veränderte Niederschlagsintensität die Erosion und damit auch die Sedimenteinträge in Stauanlagen verstärken. Die Überwachung dieser Problematik erfordert ein angepasstes Feststoffmanagement (DWA 2010, MLU ST 2013).

Bedingt durch Änderungen der Windverhältnisse könnte eine Betrachtung der bemessenen Bauwerkssicherheit von Nöten sein, da die Höhenlage der Krone des Absperrbauwerks an mögliche Wellenbildung angepasst werden muss. Auch der Zusatzaufwand bei der Aufbereitung des Rohwassers aufgrund von vermehrt auftretender Eutrophierung ist nicht außer Acht zu lassen, da diese durch Änderungen der Strahlungsenergie begünstigt wird (MLU ST 2013).

Bauwerk und Betriebseinrichtung sollten auf Grund von sich wandelnden Rahmenbedingungen einer regelmäßigen Überprüfung unterzogen werden. Eine kritische Betrachtung der Abgabeleistungen, Speicherbemessungen sowie eine Neubewertung der Hochwasserbemessung wird vor dem Hintergrund veränderter Niederschlagsintensität und Stauspiegelschwankungen empfohlen. Die Messgenauigkeit der vorhandenen Messausrüstung zur Bauwerksüberwachung ist besonders während zukünftig schnell wechselnder Last zu überwachen (DWA 2014b). Veränderungen des Wasserdargebots haben auch einen Einfluss auf die sinnvolle Dimensionierung der Grundablässe sowie auf die Anordnung der Entnahmeeinrichtungen zur Trinkwasserentnahme (DWA 2014b). Bei der Veränderung der Stauziele oder Einstaubedingungen sind die Auswirkungen auf den Unterlauf zu beachten. Die Anlagensicherheit wird mittels äußerst seltener Hochwasserbemessungsabflüssen (HQ1000, HQ10000 oder PMF (probable maximum flood)) ermittelt, diese ergeben laut aktueller Kenntnisse über Klimaveränderungen keinen Anlass zur Anpassung (DWA 2014b).

Insgesamt ist davon auszugehen, dass die Relevanz von Talsperren, aufgrund ihrer Möglichkeit negative Auswirkungen des Klimawandels auf des Wasserhaushalt abzuf puffern, zunimmt (LAWA 2017:134). Doch muss die Anlage auch unter Klimawandelbedingungen sicher und effizient funktionieren, daher ist die Einhaltung der DIN 19700 beim Bau und Betrieb zu befolgen. Bei der Neuerrichtung von Stauanlagen sollte immer eine eventuelle spätere Nachrüstung mit geringem Aufwand möglich sein. Veränderte Nutzungsansprüche könnten beispielsweise durch saisonal unterschiedliche Stauziele ermöglicht werden. Auf eine angepasste Mengenbewirtschaftung und Wassergüte ist zu achten, so kann potenziellen Nutzungskonflikten frühzeitig begegnet werden. Die Verbundbewirtschaftung mehrerer Talsperren könnte zukünftig die Wasserversorgung trotz zunehmend wechselhafter Wasserhaushalte sichern und die ausgleichende Wirkung von Talsperren auf den Wasserhaushalt des Einzugsgebiets erhöhen (LAWA 2017: 134). An der Eckertalsperre (Niedersachsen/Sachsen-Anhalt) wurde 2018 aufgrund von langanhaltender Trockenheit die Trinkwasserproduktion von 430 Litern pro Sekunde auf 320 Liter pro Sekunde reduziert. Daraufhin produzierte die Granetalsperre (Niedersachsen) mehr Trinkwasser um die fehlenden 100 Liter auszugleichen (gwf 2018).

5.2.1 Kurzcheck zur „Betroffenheit“ der Norm nach DIN SPEC 35220:2015-11

Die DIN SPEC 35220 „Anpassung an den Klimawandel - Umgang mit Unsicherheiten im Kontext von Projektionen“ dient als Orientierungshilfe für die Praxis, um mit den Unsicherheiten in den Projektionen zum Klimawandel und dessen Folgen umzugehen. Um die Betroffenheit einer

Norm durch Änderungen infolge des Klimawandels abschätzen zu können, ist zur Unterstützung von Normenausschüssen in der DIN SPEC ein Kurzcheck für die Betroffenheit enthalten. Nachfolgend werden die Fragen dieses Kurzchecks für die DIN 19700-11 beantwortet:

Gibt es klimabezogene Vorgaben, nach denen sich der Normungsgegenstand ausrichtet?

Ja, für den Betrieb einer Talsperre und die Erreichung der Bewirtschaftungsziele Wasserbereitstellung und Hochwasserschutz sind Kenntnisse über den Wasserhaushalt der Region sowie den Bemessungshochwasserstand erforderlich.

Ist der Normungsgegenstand auf bestimmte klimatische Rahmenbedingungen angewiesen?

Ja, der Talsperrenbetrieb ist im Wesentlichen auf die Menge des Niederschlags des Einzugsgebietes angewiesen, aber auch die Strahlungsintensität sowie der Temperaturverlauf haben einen Einfluss auf die Bewirtschaftung.

Kann der Normungsgegenstand in seinen Lebenszyklen von extremen Wetterereignissen beeinflusst werden?

Ja, sowohl langanhaltende Trockenperioden als auch Starkregenereignisse mit daraus resultierendem Hochwasser können den Betrieb und das Bauwerk einer Talsperrenanlage beeinflussen. Durch die lange Nutzungsdauer des Bauwerks können Talsperren zusätzlich von extremen Wetterereignissen mit veränderter Intensität betroffen sein.

Setzt sich der Normungsbereich bereits mit den Folgen des Klimawandels und daraus resultierenden Anpassungsnotwendigkeiten auseinander?

Der Klimawandel wird nicht explizit adressiert. Aber unabhängig davon wurde bei der letzten Überarbeitung im Jahr 2004 ein stärkerer Fokus auf die Berücksichtigung von Hochwasserrisiken in der Norm gelegt (z. B. neue Ansätze der Hochwasserbemessung).

Sehen Sie die Notwendigkeit, sich im Normungsbereich zukünftig mit den Folgen des Klimawandels und daraus resultierenden Anpassungsnotwendigkeiten zu befassen?

Ja, neben langanhaltende Trockenperioden werden auch häufiger auftretende Wetterextreme und veränderte Niederschlagsmuster Talsperrenbetreiber zukünftig vor große Herausforderungen stellen. Daher sollten die möglichen Folgen des Klimawandels in diesem Normungsbereich verstärkt berücksichtigt werden. Die nachfolgenden Änderungsvorschläge zur Anpassung an Klimawandelfolgen sollen zur Diskussion anregen.

5.3 Änderungsvorschläge

Vor dem Hintergrund der oben aufgeführten Zusammenhänge (u. a. bisherige Betroffenheit von Talsperren durch Wetterextreme, lange Nutzungsdauer der Bauten) bietet es sich an, die seit 2004 nicht mehr aktualisierte DIN 19700-11 an einigen Stellen zu überarbeiten und dort Abwägungen zu Folgen des Klimawandels zu integrieren. Dies kann dazu beitragen, dass beim Betrieb und auch bei möglichen Neubauten von Talsperren (aktuell wird dies v. a. in NRW diskutiert, u. a. im Kreis Siegen-Wittgenstein) Klimaveränderungen frühzeitig mitgedacht werden und so diese wichtigen Infrastrukturen ihre vielfältigen Zwecke auch in einem sich wandelnden Klima erfüllen werden können.

Eine Adressierung von Folgen des Klimawandels und Anpassung an diese Veränderungen bietet sich besonders an drei Stellen an: bei der Nutzung hydrologischer Modelle, die für Planung und

Betrieb von Talsperren erforderlich sind, bei Hinweisen zur Tiefenwasserbelüftung zur Sicherstellung der Wassergüte und bei den Vorgaben für die Erstellung des Wasserwirtschaftsplans.

5.3.1 Berücksichtigung des Klimawandels in hydrologischen Modellierungen und im Wasserwirtschaftsplan

DIN 19700-11 sieht vor, dass für die wasserwirtschaftliche Betriebsplanung eine „mathematische Beschreibung der quantitativen Zusammenhänge zwischen Niederschlag, Verdunstung und Abfluss anhand hydrologischer Modelle“ erstellt wird (S. 7). Hydrologische Modellierung ermöglicht die vereinfachte Beschreibung ablaufender (Teil-)Prozesse eines hydrologischen Systems mit Hilfe mathematischer Gleichungen. Zentrale Basisgrößen für die Modellierungen sind nach DIN 19700-10 u. a. Niederschlag, Temperatur, Strahlung, Verdunstung und Windverhältnisse.

Die Ergebnisse der Modellierung sind u. a. die Basis für den bereits in der Planungsphase zu erstellenden Wasserwirtschaftsplan. Über diesen ist nachzuweisen, „wie mit den gewählten Bemessungsgrößen unter Berücksichtigung aller relevanten Nebenbedingungen die spezifische wasserwirtschaftliche Aufgabenstellung der Talsperre erfüllt werden kann.“ (S. 14).

Um einen Beitrag dafür zu leisten, dass Talsperren auch im Klimawandel ihren Funktionen nachkommen können, sollte die Norm explizit vorsehen, dass über Klimamodelle projizierte Veränderungen der Basisgrößen Niederschlag, Temperatur und Strahlung in den hydrologischen Modellierungen zu berücksichtigen sind.

Die DIN 19700-11 sieht auch vor, dass es „[b]ei sich verändernden Bedarfsstrukturen, neuen Erkenntnissen der Bewirtschaftungsplanung und Veränderungen der ökologischen Anforderungen“ erforderlich werden kann, den Wasserwirtschaftsplan anzupassen.“ (S.14) Als weiteren Grund für eine Anpassung des Plans sollte hier „neues Wissen zu Auswirkungen des Klimawandels auf den Betrieb“ aufgenommen werden.

Zur Unterstützung der Anwender der Norm kann es sich anbieten, dass Verbände wie die DWA oder die Arbeitsgemeinschaft Trinkwassertalsperren Arbeitshilfen anbieten, die Daten zu Klimaveränderungen sowie Beispielrechnungen umfassen.

5.3.2 Adressierung von Ober-/Unterliegerthematik bei Niedrigwasser im Betriebsplan

Talsperren sollen nach DIN 19700-11 wassermengenwirtschaftliche Betriebspläne erstellen, die Regelungen für den normalen und den ereignisbezogenen Betrieb beinhalten (S. 49). Der „ereignisbezogene Betrieb“ bezieht sich auf den Betrieb während besonderer Ereignisse, etwa während langanhaltender Trockenheit. Diese Pläne werden auch als „Sonderbewirtschaftungspläne“ bezeichnet. Die Norm sieht vor, dass solche Pläne „anhand mittelfristiger Prognosebetrachtungen oder Simulationsrechnungen unter Beachtung der zu erwartenden hydrologischen, bedarfsorientierten oder gütebedingten Entwicklungen zu erstellen“ (S. 49) sind.

Aufgrund der zunehmenden Bedeutung der Niedrigwasserproblematik im Zuge des Klimawandels (siehe Abschnitt 2 und MLU ST 2013) sollte in der Norm zukünftige Folgendes vorgeschrieben werden:

- ▶ Bei den „mittelfristigen Prognosebetrachtungen“ oder „Simulationsrechnungen“ sollten mögliche Auswirkungen des Klimawandels auf das Wasserdargebot (konkret: auf Niederschlag und Verdunstung) berücksichtigt werden. Wichtig ist es, darzustellen inwieweit Niedrigwasserereignisse von bisher nicht berücksichtigtem Ausmaß wahrscheinlich werden könnten. Dabei sollten Talsperrenbetreiber dokumentieren, welche Annahmen sie bei den Betrachtungen oder Rechnungen getroffen haben, etwa zu Temperaturveränderungen und

deren Auswirkungen auf die Verdunstung und zu Veränderungen beim jahreszeitlichen Niederschlag und deren Auswirkungen auf berechnete Abflüsse.

- ▶ Die Pläne selbst sollten thematisieren, wie mit extremen Fällen von Niedrigwasser und der Nachfrage nach Wasser von Unterliegern umgegangen wird. Die Norm macht zahlreiche Vorgaben zum Umgang mit Hochwasser in dieser Hinsicht, wohl auch aufgrund der Erfahrungen von 2002 vor der letzten Überarbeitung (s.o.) – die Thematik des Niedrigwassers wird wenig adressiert, ist jedoch von zunehmender Bedeutung. Die Norm könnte zum Beispiel vorsehen, dass nach Möglichkeit und Bedarf in den Plänen jahreszeitlich unterschiedliche Unterwasserabgaben vorgesehen werden.

Auch hier kann es sich anbieten, Anwender der Norm mit Arbeitshilfen zu Klimaveränderungen und Beispielrechnungen (etwa von der DWA) zu unterstützen.

5.3.3 Hinweise zur Tiefenwasserbelüftung zur Sicherstellung der Wassergüte

Die DIN 19700-11 weist daraufhin, dass Maßnahmen zur Wassergütebewirtschaftung „anlagen-spezifisch“ möglich sind (S. 52). Dabei wird darauf hingewiesen, dass bei Notwendigkeit einer Tiefenwasserbelüftung, diese bedarfsgerecht auszulegen und gemäß dem aktuellen Sauerstoffbedarf zu betreiben ist.

Seit der letzten Aktualisierung der Norm ist sowohl das Wissen um Temperatur-bedingten Sauerstoffmangel in tieferen Wasserschichten (Hypolimnion) als auch die Betroffenheiten von Talsperren durch diese Problematik gestiegen. Eine Untersuchung von Daten aus 43 Talsperren (Jäschke 2019) zeigte, dass die Wassertemperaturen in den oberen Wasserschichten in den letzten Jahrzehnten angestiegen sind, in den Frühjahren teilweise bis zu 3 Kelvin (ergänzend dazu siehe Umweltbundesamt 2019: 57 (Wassertemperaturen in stehenden Gewässern)). Es zeigte sich auch, dass die Sommerstagnation aufgrund der steigenden Durchschnittstemperaturen immer früher beginnt: die Wasserschichten durchmischen sich weniger, in tieferen Schichten wird der Sauerstoff dann durch mikrobiologische Prozesse schneller abgebaut. Phosphor, Mangan und Eisen lösen sich im Wasser auf, was v. a. bei Trinkwassertalsperren zu zusätzlichem Aufwand bei der Wasseraufbereitung führen kann.

Stark betroffene Talsperren belüften tiefere Wasserschichten mit reinem Sauerstoff, um einem Fischsterben und der Lösung von Mangan und Eisen entgegenzuwirken. Diese Maßnahme musste u. a. Fuelbecke-Talsperre im Jahr 2014 ergriffen werden, nachdem sie aufgrund von erhöhten Mangan-Werten vorläufig vom Netz gegangen war. Eine langanhaltende Hitzeperiode im Sommer 2018 machte auch die Belüftung der Möhnetalsperre unumgänglich, sowie schon in den Jahren 2013 und 2016. Auch an der Henne- und Aabach-Talsperre wurden 2019 diese Vorgehensweisen eingeleitet. Das Problem trifft insbesondere Talsperren in tieferen Lagen mit hohem Nährstoffgehalt. Neben Sauerstoffanreicherung können nach ersten Untersuchungen auch dynamische Entnahmestrategien dazu beitragen, die Stagnation und damit verbundene negative Effekte zu reduzieren (Feldbauer et al. 2020).

Zur Berücksichtigung der beschriebenen Entwicklungen und ihrer absehbaren Verschärfung sowie des zunehmenden Wissens um Lösungsmöglichkeiten (Veränderungen beim Stand der Technik) sollte bei der nächsten Überarbeitung der Norm Folgendes ergänzt werden:

- ▶ Vor dem Hintergrund steigender Temperaturen sollte die Bedeutung des Monitorings des Sauerstoffgehaltes in tieferen Wasserschichten sowie ein möglicherweise steigender Bedarf an Belüftung betont werden.
- ▶ Bewährte Methoden zur Tiefenwasserbelüftung sollten konkret benannt werden.

- Es sollte erwähnt werden, dass auch dynamische Entnahmestrategien zur Reduktion der Sommerstagnation beitragen können.

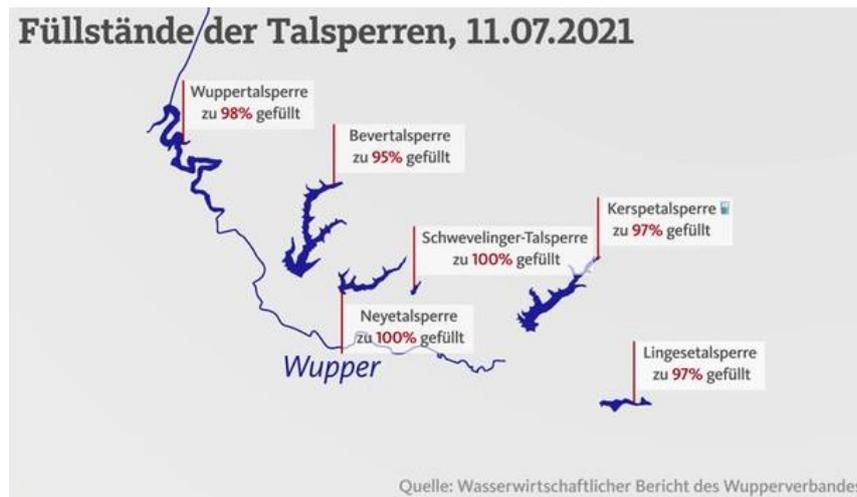
5.4 Perspektiven aus der Praxis

Die o. g. Vorschläge zur Überarbeitung der Norm wurden mit verschiedenen Expertinnen und Experten sowie Verbänden (u. a. Arbeitsgemeinschaft Trinkwassertalsperren e.V.) geteilt und in Gesprächen diskutiert. Die einhellige Rückmeldung war, dass der Klimawandel eine hohe Relevanz für Talsperrenbetreiber habe, dass fast alle Betreiber klimatische Veränderungen spüren und im Betrieb bereits angemessen berücksichtigen würden. Die Branche sei der Norm quasi einen Schritt voraus. Da die Gesprächspartner das Thema in der Betriebspraxis bereits angemessen verankert sahen, wurde kein Bedarf gesehen, die Norm zu überarbeiten, da dies mit hohem Aufwand verbunden sei, der in diesem Fall kaum praktische Veränderungen zur Folge hätte. Dies zeigt zum einen, dass Akteure, die bei ihrer Arbeit bereits mit schwankenden Niederschlagsmengen konfrontiert sind, relativ gut für das Thema Klimawandel sensibilisiert sind. Es zeigt auch, dass der Aufwand für die Überarbeitung einer Norm von den Gremienmitgliedern teilweise als prohibitiv hoch angesehen wird.

Die obigen Ausführungen wurden im Jahr 2020 verfasst, die geführten Gespräche fanden im gleichen Jahr statt. Im Zuge der Starkniederschläge und Überschwemmungen Mitte Juli 2021 in NRW und Rheinland-Pfalz stand das Thema Klimawandel und Talsperren plötzlich jedoch im Fokus der breiten Öffentlichkeit. Vom 13. Bis 15. Juli 2021 zog das Sturmtief Bernd über weite Teile Nordrhein-Westfalens, welches von extremen Dauerniederschlägen und Starkregenereignissen begleitet wurde. Insgesamt beanspruchte das Extremereignis 180 Todesopfer, in NRW starben mindestens 47 Menschen an durch die Fluten, 73 werden noch vermisst, über siebenhundert Verletzte wurden verzeichnet (Bpb 2021). Massive Infrastrukturschäden waren vor allem an Straßen, Brücken, Bahnstrecken, Mobilfunkmasten sowie an Wasser-, Strom-, und Gasversorgung zu verzeichnen, die Kosten für den Wiederaufbau dieser werden auf zwei Milliarden Euro geschätzt (Ibid.). Die Schäden allein an versichertem Eigentum betragen laut Schätzungen zwischen 4,5 und 5,5 Milliarden Euro (Ibid.).

Einen Beitrag zur Abschwächung der Fluten hätten wohlmöglich Talsperren im Einzugsgebiet leisten können. Diese erfüllen generell zwei Primärfunktionen, zum einen Hochwasserschutz, zum anderen Bevorratung von Trink- und Brauchwasser (Luhmann 2021). Um ihren Beitrag zum Hochwasserschutz leisten zu können, müssen Talsperren allerdings Retentionsraum vorhalten. Die folgende Abbildung 13 gibt einen exemplarischen Überblick über die Füllstände der Talsperren des Wupperverbandes kurz vor den Überflutungen und verdeutlicht, wie gering die zur Verfügung stehenden Kapazitäten waren.

Abbildung 13 Füllstände der Talsperren nahe der Wupper am 11.07.2021, Quelle: Wolf 2021



Ein ähnliches Bild fand man bei anderen Betreibern von Talsperren in der Region (Wolf 2021). Die übermäßige Füllung erklärt sich an vielen Stellen damit, dass die Genehmigungsbescheide und Betriebspläne der Talsperren für die Sommermonate keine wasserbehördlichen Vorgaben zu vorzuhaltendem Hochwasserschutzraum haben (Luhmann 2021). Wie hoch der Beitrag zum Hochwasserschutz letztlich hätte sein können, ist weiterhin unklar, neben der Wassermenge selbst spielte vor allem auch die Topografie der Region eine wichtige Rolle (Luhmann 2021, Wolf 2021).

Die Ereignisse illustrieren, dass Talsperrenbetreiber durch den Klimawandel und die damit einhergehende steigende Niederschlagsvariabilität künftig vor eine große Herausforderung gestellt werden (Wolf 2021). Zum einen gilt es die Hochwasserschutzfunktion zu gewährleisten, zum anderen ein Maximum an Vorrat von Trink- und Brauchwasser zu schaffen, was im Kontext länger andauernder Trockenperioden und wärmerer Sommer große Relevanz hat (Ibid.). Dieses Konfliktfeld muss nun bearbeitet werden, um die Funktionsweise der Talsperren auch im Kontext des Klimawandel weiterhin gewährleisten zu können (Wolf 2021). Zum einen ist die dezentrale und fragmentierte Steuerung, sowie die verschiedenen politischen Zuständigkeiten eine Herausforderung, welche im Sinne von einheitlichen und verbindlichen Regelungen und Grenzwerten bearbeitet werden muss und zum anderen stellen auch die aktuellen Bemessungsgrundlagen eine Herausforderung dar (Luhmann 2021, Wolf 2021). Diese orientieren sich nämlich häufig an vergangenen Extremereignissen und deren Ausmaß sowie Häufigkeit. Der Klimawandel beeinflusst allerdings sowohl das Ausmaß als auch die Häufigkeiten (Wolf 2021). Die Vorgaben für Talsperren hinsichtlich Wasserrückhalt für Trockenzeiten bzw. Freihalten von Hochwasserstauraum müssen über Festsetzungen der Wasserbehörden kommen und nicht aus der (weniger verbindlichen) DIN 19700-11.

6 DWA-A 138: Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser sowie im DWA-A 117: Bemessung von Regenrückhalteräumen

6.1 Vorbemerkungen

Neben den gesetzlichen Vorgaben spielen die allgemein anerkannten Regeln der Technik (a. a. R. d. T.) eine entscheidende Rolle für die praktische Arbeit von Planern und Ingenieuren. Bezüglich der Regenwasserbewirtschaftung manifestieren sich die a. a. R. d. T. vor allem in dem Regelwerk der Deutschen Vereinigung Wasser und Abfall (DWA).

Das Arbeitsblatt DWA-A138: Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser wird derzeit (Stand Mai 2022) überarbeitet. Es bietet sich daher eine gute Gelegenheit im Zuge der Novellierung die Aspekte des Klimawandels stärker zu berücksichtigen.

Nach einer kurzen Einführung in das übergeordnete Thema der dezentralen Regenwasserbewirtschaftung wird der aktuelle Stand des DWA-A 138 erläutert. Aufbauend auf einer Beschreibung der Auswirkungen von Klimaveränderungen auf die Regenwasserbewirtschaftung werden im vorliegenden Dokument Vorschläge unterbreitet, wie die Folgen des Klimawandels in diesem Arbeitsblatt zukünftig stärker berücksichtigt werden können.

6.2 Dezentrale Regenwasserbewirtschaftung

National wie international ist in den letzten Jahren ein anderer Umgang mit Regenwasser in Siedlungsgebieten zu beobachten. Während früher die Ableitung über Kanalisationen im Vordergrund stand, wird heute zunehmend eine dezentrale Bewirtschaftung des Regenwassers angestrebt (Sieker, 2021).

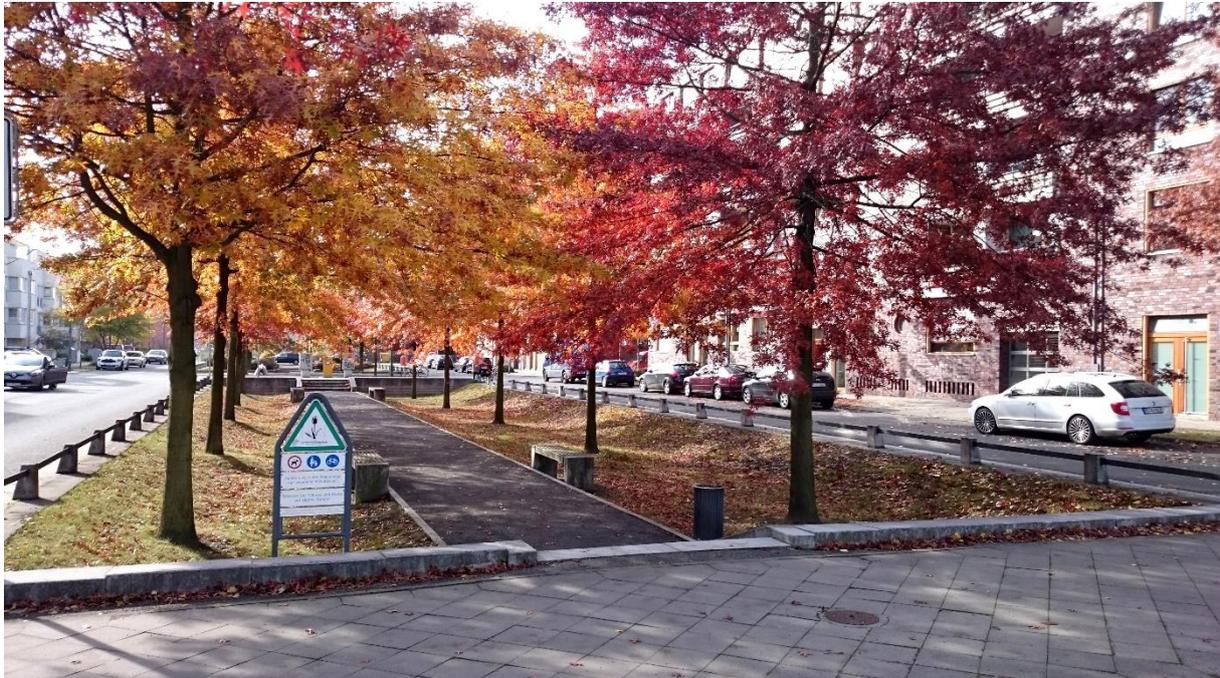
Für die Bewirtschaftung der Regenabflüsse vor Ort stehen verschiedene technische Möglichkeiten zur Verfügung. Z.B. können durch begrünte Dächer, versickerungsfähige Pflasterbeläge oder Regenwassernutzungsanlagen die Niederschlagsabflüsse schon bei der Entstehung reduziert werden. Nicht vermeidbare Abflüsse werden durch Versickerungsanlagen dem Untergrund und damit dem lokalen Wasserhaushalt wieder zugeführt. Ist der Untergrund nicht ausreichend versickerungsfähig, kommen Rückhaltesysteme wie z.B. sogenannte Rigolen oder Mulden-Rigolen-Systeme zum Einsatz. Das Konzept der dezentralen Regenwasserbewirtschaftung steht dabei nicht für ein einzelnes Verfahren, sondern für eine Vielzahl verschiedener Maßnahmen, die entsprechend den örtlichen Bedingungen und Anforderungen ausgewählt und ggf. auch kombiniert werden (Sieker, 2021).

Die Erfahrungen mit dezentralen Systemen sind durchweg positiv. Selbst bei Extremniederschlägen haben die Anlagen beispielsweise Ende Juni 2017 in Berlin sehr gut funktioniert. Eine wissenschaftliche Analyse älterer Versickerungsanlagen (Projekt LEIREV) hat bestätigt, dass die Funktionsfähigkeit auch nach vielen Jahren noch gegeben ist (Kluge et. al., 2016).

Die guten Erfahrungen mit unzähligen gebauten Anlagen in Deutschland haben dazu geführt, dass die Technologien der dezentralen Regenwasserbewirtschaftung wie z. B. Versickerungsanlagen (Abbildung 14), Mulden-Rigolen-Systeme, Dachbegrünung oder Regenwassernutzungsanlagen inzwischen als Stand der Technik angesehen werden. Entsprechende Technische Regelwerke und Normen für Planung, Bau und Betrieb stehen zur Verfügung. Auch die gesetzlichen Grundlagen

wurden geschaffen (Sieker, 2021). Schon seit 2000 gibt das Berliner Wassergesetz vor, Niederschlagsabflüsse möglichst zu versickern. Seit 2010 findet sich eine ähnliche Formulierung im bundesweit geltenden Wasserhaushaltsgesetz.

Abbildung 14 Beispiel für eine dezentrale Versickerungsmulde in der Rummelsburger Bucht, Berlin (Foto: Ingenieurgesellschaft Prof. Sieker mbH)



Hauptgrund für diesen Paradigmenwechsel im Umgang mit dem Regenwasser war bisher die Reduzierung der Gewässerbelastung. Die früher praktizierte, weitgehende Ableitung von Niederschlagsabflüssen über Trenn- oder Mischsysteme hat zu unübersehbaren Problemen geführt. Zum einen werden durch technisch nicht beherrschbare Überläufe der Mischwasserkanalisation und durch die direkte Einleitung unbehandelter Niederschlagsabflüsse erheblichen Mengen an Schadstoffe in die Gewässer eingetragen. Zum anderen führt die schnelle Ableitung zu einer Verschärfung der Abflüsse bei Starkniederschlägen – bei gleichzeitiger Verringerung der Wasserstände in Trockenzeiten (Sieker, 2021). Vor allem an den kleineren Fließgewässern sowie Teichen und Pfuhlen ist dieser Effekt zu beobachten.

Mit der dezentralen Regenwasserbewirtschaftung werden dagegen stoffliche wie hydraulische Gewässerbelastungen auf ein Minimum reduziert. Abflüsse werden reduziert, zurückgehalten und gereinigt. Der in China gebräuchliche Begriff „Sponge-City“ (dt: „Schwammstadt“) beschreibt den Ansatz sehr anschaulich. Wie ein Schwamm wird das Regenwasser bei Starkregen in den Städten gespeichert und dann in der nachfolgenden Trockenzeit langsam an die Umgebung abgegeben (Sieker, 2021).

Diese längere Speicherung des Regenwassers begünstigt eine erhöhte Verdunstung, was wiederum zur Kühlung der Innenstädte beiträgt. Dieser Effekt ist zwar seit längerem bekannt, gewinnt jedoch erst in den letzten Jahren als Argument für einen anderen Umgang mit dem Regenwasser an Bedeutung. Inzwischen ist weitgehend akzeptiert, dass eine wassersensible Stadtentwicklung mit blau-grüner Infrastruktur einen Beitrag zur Klimafolgenanpassung liefert (UBA 2019a).

6.3 Die Technischen Regeln DWA-A 138 und DWA-A 117

6.3.1 Derzeit gültige Fassung des DWA-A 138 von 2005

Mit dem Arbeitsblatt ATV-A 138 „Bau und Bemessung von Anlagen zur dezentralen Versickerung von nicht schädlich verunreinigtem Niederschlagswasser“ hat die Abwassertechnische Vereinigung (ATV) als Vorgängerinstitution der DWA bereits 1990 ein erstes Regelwerk für Versickerungsanlagen veröffentlicht. 2005 wurde das Arbeitsblatt grundlegend überarbeitet und um Aspekte der Planung und des Betriebes der Anlagen erweitert.

Das DWA-A 138 in seiner derzeit gültigen Fassung „gilt für die Versickerung von Niederschlagsabflüssen, die auf durchlässig und undurchlässig befestigten Flächen anfallen“ (DWA-A 138-2005) und somit auch für Flächen des ruhenden und fahrenden Verkehrs. Für Verkehrsflächen kommen allerdings häufig auch die „Richtlinien für die Anlage von Straßen Teil: Entwässerung“ (RAS-EW 2005) zur Anwendung, wobei die Bearbeitung von DWA-A 138 und RAS-EW in Abstimmung erfolgte.

Neben verschiedenen begrifflichen Definitionen wird die Bedeutung der Versickerung in wasserwirtschaftlicher und entwässerungstechnischer Hinsicht sowie im Hinblick auf den Boden- und Gewässerschutz eingeordnet. Anschließend widmet sich das Arbeitsblatt der Planung von Versickerungsanlagen. Dabei werden sowohl qualitative Planungsgrundsätze (Bewertung der Versickerung in Abhängigkeit der stofflichen Belastung von Niederschlagsabflüssen) als auch quantitative Planungsgrundsätze (Hydrogeologische Gegebenheiten, Abstand von Gebäuden) berücksichtigt.

Für folgende Maßnahmen werden Bemessungsgrundsätze und -verfahren beschrieben:

- ▶ Flächenversickerung
- ▶ Muldenversickerung
- ▶ Mulden-Rigolen-Elemente
- ▶ Rigolen- und Rohr-Rigolenelemente
- ▶ Versickerungsschächte
- ▶ Versickerungsbecken
- ▶ Mulden-Rigolen-Systeme

Die beschriebenen Bemessungsverfahren sind dabei eng an das Arbeitsblatt DWA-A 117 „Bemessung von Regenrückhalteräumen“ angelehnt. Dabei wird im Allgemeinen das einfache Bemessungsverfahren unter Verwendung eines Bemessungsregens angewendet. Hierbei ist nachzuweisen, dass der Bemessungsregen zwischengespeichert und während weniger Stunden entweder durch Versickerung in den Untergrund oder durch gedrosselte Ableitung in ein Gewässer (Mulden-Rigolen-Systeme) abgegeben werden kann. Eine Betrachtung von Wasserbilanzen und der Auswirkung auf den Wasserhaushalt erfolgt im Zuge der Bemessung nicht.

Weiterhin werden im DWA-A138 Empfehlungen für Ersteinschätzung, Konzeptentwicklung und Planung gegeben, sowie Hinweise zum Bau und Betrieb von Versickerungsanlagen einschließlich der Auswirkungen auf die Kosten gegeben.

6.3.2 Aktuelle Überarbeitung des DWA-A 138

Derzeit wird das DWA-A 138 von der DWA-Arbeitsgruppe ES-3.1 „Versickerung von Niederschlagswasser“ im DWA-Fachausschuss ES-3 „Anlagenbezogene Planung“ überarbeitet. Eine Veröffentlichung der Neufassung des Arbeitsblattes im Gelbdruck erfolgte 2020. Der Gelbdruck erlaubt der Fachwelt eine Stellungnahme innerhalb einer bestimmten Frist.

6.3.3 DWA-A 117 (2013)

Das Arbeitsblatt DWA-A 117 „Bemessung von Regenrückhalteräumen“ kann gemäß Anwendungsbereich im Bereich der gesamten Abwasserableitung zwischen der Grundstücksentwässerung und Gewässer angewendet werden. Regenrückhalteräume im Sinne des Arbeitsblattes können Becken in offener, geschlossener, technischer oder naturnaher Bauweise, Rückhaltekanäle, Rückhaltegräben oder -teiche und in Kombination mit Versickerungsanlagen sein (DWA, 2013). Trotz dieses umfassenden Anspruchs beinhaltet das Arbeitsblatt nur die Bemessung für die Zwischenspeicherung von Starkregen mit nachfolgender Entleerung in die „Vorflut“.

Regenrückhalteräume wie beispielsweise Teiche, Zisternen oder Talsperren können aber auch dem Zweck dienen, Regenwasser über längere Zeit zu speichern und für verschiedene Nutzungen (Betriebswasser, Verdunstung, Bewässerung) bereitzustellen. Dieser Aspekt einer zeitgemäßen Regenwasserbewirtschaftung wird im DWA-A 117 bislang nicht berücksichtigt.

6.4 Klimaveränderungen und ihre Relevanz für die Norm

Die anhaltende Dürre der letzten Jahre hat nicht nur in der Land- und Forstwirtschaft zu erheblichen Schäden geführt, auch in den Städten waren die Folgen an Stadtbäumen und Kleingewässern deutlich sichtbar (Sieker, 2021).

In weiten Teilen Deutschlands waren kleinere Weiher und auch kleinere Fließgewässer gegen Ende des Sommers ausgetrocknet, mit drastischen Folgen für die gewässergebundene Flora und Fauna (s. Abbildung 15).

Abbildung 15 Beispiel für einen ausgetrockneten Weiher im Berliner Umland, Foto: Ingenieurgesellschaft Prof. Sieker mbH



Ursache für die Dürre sind dabei nicht nur die geringen Niederschläge – in Berlin-Tempelhof beispielsweise lag der Jahresniederschlag 2018 bei unter 400 mm. Die unzweifelhaft gestiegenen Durchschnittstemperaturen (s. Abbildung 16) führen zusätzlich zu einer deutlichen Steigerung der Verdunstung. Berechnung auf der Basis von Klimazeitreihen des DWD für Berlin haben ergeben, dass bereits eine Erhöhung der mittleren Jahrestemperatur von + 1,4° eine Zunahme der (potenziellen) Verdunstung von ca. 60 mm bewirkt. Für Berlin bedeutet das bei einem mittleren Jahresniederschlag von 600 mm eine Reduktion der klimatischen Wasserbilanz um ca. ~10 Prozent.

Insbesondere im Nordosten setzt sich dadurch die Trockenheit 2019 und 2020 fort, wie der Dürremonitor des UFZ belegt (s. Abbildung 17).

Abbildung 16 Abweichung der Jahresmitteltemperatur am Beispiel der Station Dresden-Klotzsche, Quelle: www.dresden.de auf Basis von Daten des Deutschen Wetterdienstes

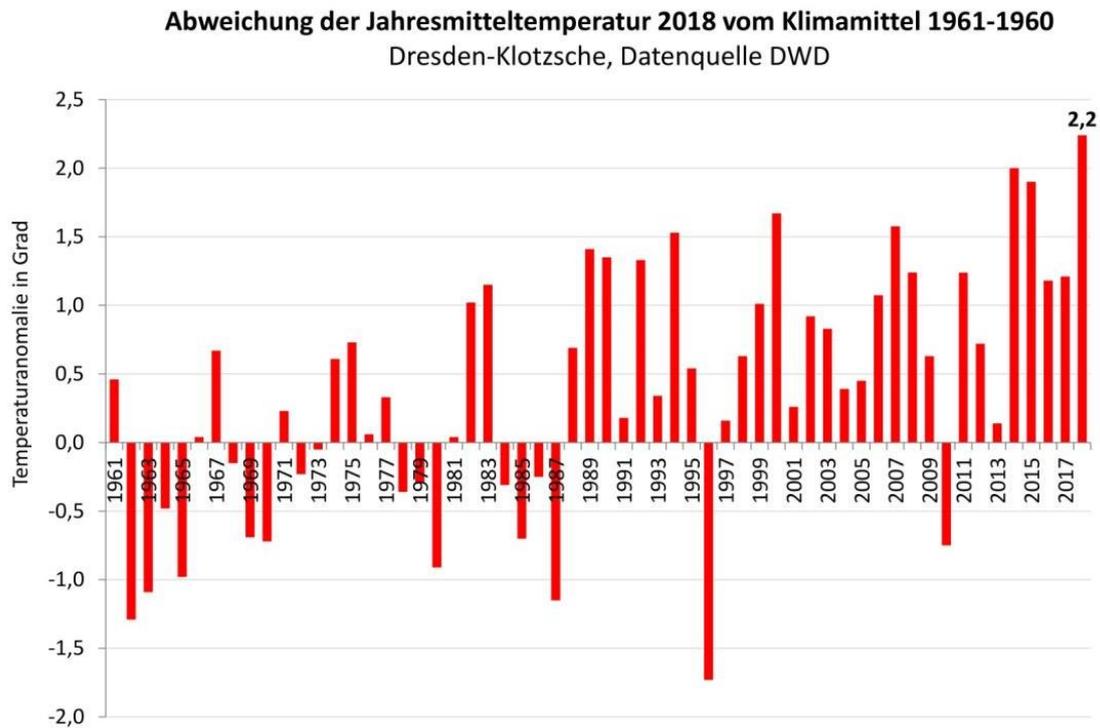
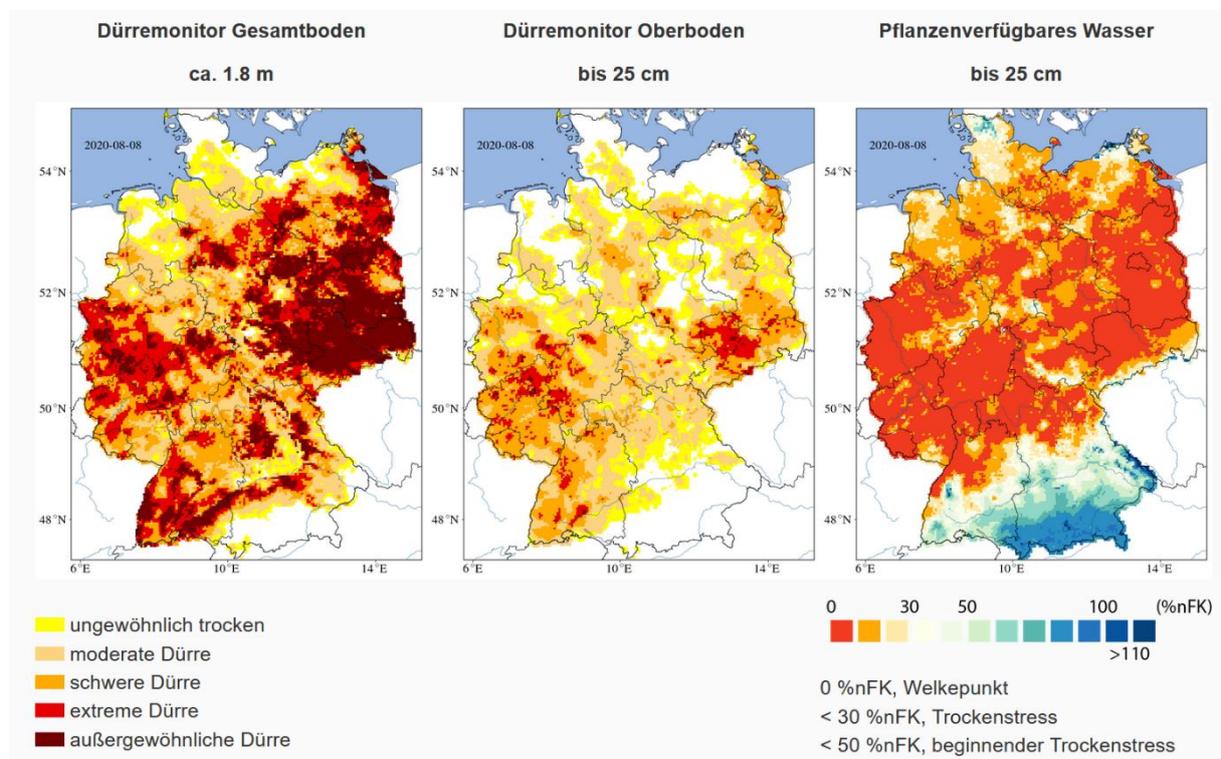


Abbildung 17 Dürremonitor Deutschland, Quelle: www.ufz.de



Andererseits sind auch die Starkregenereignisse der letzten Jahre noch gut in Erinnerung. In Berlin fielen beispielsweise am 29. Juni 2017 innerhalb weniger Stunden in Teilen der Stadt bis zu 200 mm Niederschlag. Die Folge waren überschwemmte Straßen und vollgelaufene Keller mit

teils erheblichen Sachschäden. Auch im Sommer 2019 waren wieder viele Städte in Deutschland von Überflutungen durch Starkregeneignisse betroffen (Sieker, 2021).

Die Klimaprognosen für Deutschland lassen erwarten, dass beide Arten von Extremereignissen – Trockenperioden und Starkregen – zukünftig verstärkt und häufiger auftreten werden. Beide Effekte sind neue Herausforderungen für die Wasserwirtschaft – vor allem in Großstädten und Ballungsräumen. Immense Schäden an Infrastruktur und Gebäuden, Umweltschäden bis hin zu Gefahren für Menschen können die Folge sein (UBA 2018).

Eine logische Konsequenz besteht darin, Niederschläge so weitgehend wie möglich vor Ort zu belassen und dem natürlichen Wasserhaushalt zuzuführen. Die Erhöhung der Verdunstung in Städten stellt dabei eine neue Zielsetzung für die Siedlungswasserwirtschaft dar. Die bisherige, vorrangig praktizierte Ableitung von Regenwasser würde dagegen die Effekte zusätzlich verschärfen und kann keine sinnvolle Antwort auf die Problematik sein (Sieker, 2021).

Für das Regelwerk der DWA bedeutet dies grundlegend veränderte Zielstellungen. Während bislang die Entwässerung im Vordergrund stand – auch beim aktuellen DWA-A138 geht es mit der Versickerung um einen alternativen Entsorgungsweg für Regenwasser – muss zukünftig der langfristige Wasserhaushalt viel stärker berücksichtigt werden.

6.5 Änderungsvorschläge

6.5.1 Neue Zielstellung: Erhalt des natürlichen Wasserhaushalts

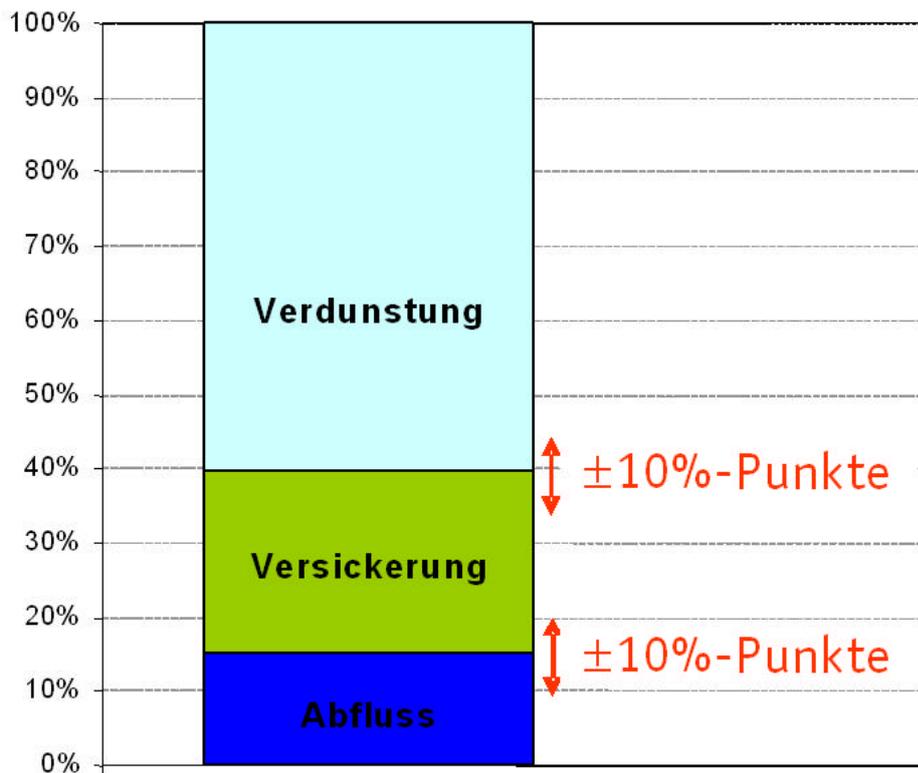
Das Regelwerk für die Bemessung von Regenrückhalteräumen im Allgemeinen und Versickerungsanlagen im Besonderen ist bislang auf den Rückhalt von Bemessungsregen ausgelegt. Zielstellung ist dabei die Entleerung der Speicherräume innerhalb weniger Stunden.

Die Zielsetzungen einer wassersensiblen Stadtentwicklung erfordern dagegen, das Regenwasser über längere Zeit vor Ort zu halten – nicht nur einige Stunden, sondern mehrere Wochen oder sogar Monate. Hier sollte eine grundlegende Überarbeitung des Ansatzes für die Bemessung von Regenrückhalteräumen (DWA A117, DWA A138) in Erwägung gezogen werden.

Im Entwurf des DWA Arbeitsblattes A102 „Grundsätze zur Bewirtschaftung und Behandlung von Regenwetterabflüssen zur Einleitung in Oberflächengewässer (DWA 2016) wurde ein konkreter Vorschlag für die neue Zielstellung „Erhalt des Wasserhaushaltes“ vorgestellt. Zielstellung könnte zum Beispiel sein, dass bei Neubebauung die langjährige mittlere Wasserbilanz um nicht mehr als 10 Prozentpunkte vom Zustand vor der Bebauung abweichen darf (s. Abbildung 18).

Leider wurde dieser Ansatz in ein (unverbindlicheres) Merkblatt ausgelagert. Als Argument der zuständigen DWA-Arbeitsgruppe wurde angeführt, dass der Wasserbilanzansatz noch zu neu wäre und noch keine allgemein anerkannte Regel der Technik darstelle. Dabei wurde der Ansatz bereits 2004 als Ergebnis eines Projektes des Umweltbundesamtes veröffentlicht (Sieker et. al. 2004). Auch im neuen Entwurf des DWA-A 138 findet sich kein Verweis auf diesen vielversprechenden Ansatz.

Abbildung 18 Vorschlag für ein Planungskriterium "Wasserbilanz", Quelle: Sieker, 2017



6.5.2 Neue Zielstellung: Schutz vor Überflutung durch Starkregen

Nicht zuletzt vor dem Eindruck der Schadensereignisse der letzten Jahre werden zunehmend weitergehende Anforderungen an die Resilienz gegenüber Starkregen gestellt. Die Entwässerungssysteme wurden bislang „nur“ auf die durch die Normen vorgegebenen Bemessungsregen ausgelegt. Niederschläge, die in ihrer Intensität über die Bemessungsregen hinausgehen, wurden als „höhere Gewalt“ eingestuft.

Dieser Ansatz wird in den letzten Jahren zunehmend in Frage gestellt. Neue Leitfäden der Fachverbände (DWA A M119, 2016) und andere Veröffentlichungen z.B. in BBSR (Becker & Sieker 2016) definieren eine Dreiteilung der Aufgabe in 1. Bemessung, 2. Überflutungsschutz und 3. Starkregen-Risikomanagement (s. Abbildung 19).

Nach diesem neuen Verständnis sind Regenwasseranlagen – wie bisher – auf die üblichen Jährlichkeiten (meist 2-5 Jahre) zu bemessen. Für seltene Starkregen ($T \approx 30$ Jahre) ist nachzuweisen („Überflutungsnachweis“), dass die Abflüsse schadlos auf den Grundstücken zurückgehalten werden können (DIN 1986-100) bzw. schadlos aus den Siedlungsgebieten herausgeführt werden können (DIN EN 752). Diese Aufgabe ist schon länger in den genannten Normen definiert (seit 2008), war aber im hier betrachteten Arbeitsblatt DWA-A 138 nicht berücksichtigt. Auch im DWA-A 117 findet sich nur eine pauschale Aussage zur Durchführung von Überflutungsnachweisen: „Die Schadensrisiken infolge von Überstau- oder Überflutungsvorgängen sind zu analysieren und zu bewerten.“

In Anlehnung an die DIN 1986-100 sollten zukünftig Regenrückhalteräume und auch Versickerungsanlagen so bemessen werden, dass ein ausreichender Schutz vor unplanmäßiger Überflutung gegeben ist“. Unter unplanmäßiger Überflutung wird dabei verstanden, wenn z.B. Wasser im Gebäude austritt oder Flächen, auf denen wassergefährdende Stoffe oder andere Schutzgüter

lagern, überflutet werden. Dem gegenüber steht die kontrollierte schadlose Überflutung des Grundstücks (Sieker, 2016).

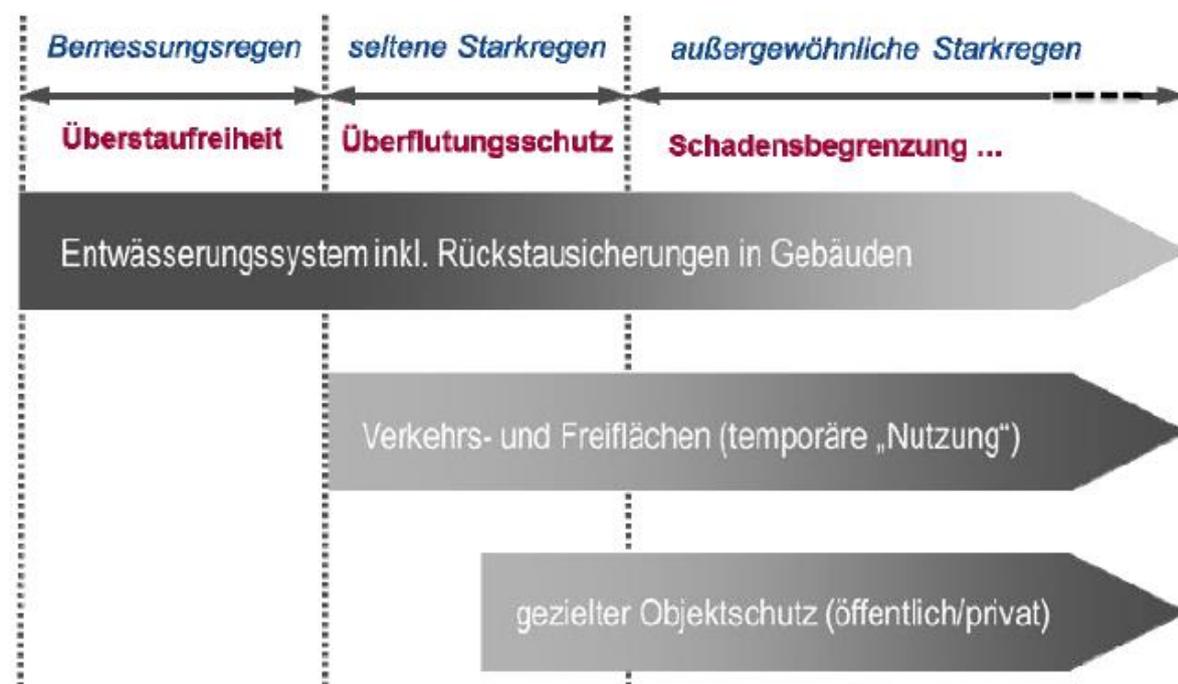
Eine unschädliche Überflutung kann beispielsweise durch Hochborde, Mulden oder andere Rückhalteräume wie z.B. Rückhaltebecken, erreicht werden. Eine Ableitung auf öffentliche Flächen (Straßen) oder Nachbargrundstücke ist nicht zulässig.

Die Sicherheit gegen Überflutung bzw. einer kontrollierten schadlosen Überflutung des Grundstücks, sollte rechnerisch nachgewiesen werden. Diese Aufgabe obliegt dem Planer der Grundstücksentwässerung. Führt der Planer diesen Nachweis nicht und kommt es infolge von Starkniederschlägen zu Schäden, so ist dies ggf. haftungsrelevant.

Gemäß der DIN ist für Grundstücke > 800 m² ein Sicherheitsnachweis gegen schadlose Überflutung mit einem mindestens 30-jährigem Regenereignis zu führen. Liegt der Anteil der Dachflächen und nicht schadlos überflutbaren Flächen (z. B. auch Innenhöfe) über 70 Prozent, so ist die Überflutungsprüfung sogar für ein 100-jährigem Regenereignis durchzuführen (Sieker, 2016).

Mit der Norm wurde ein abgestufter Ansatz für das Starkregen-Risiko-Management eingeführt: Bemessung (d.h. Schutz) für häufig vorkommende Ereignisse, Schadensminimierung für seltene Ereignisse. Dieser Ansatz findet sich mittlerweile auch in den Technischen Regelwerken wieder, z.B. dem M119 (Sieker, 2020). Es wird empfohlen, im neuen Entwurf des DWA-A 138 sowie in einer evtl. späteren Neufassung des DWA-A 117 darauf Bezug zu nehmen.

Abbildung 19 Überflutungsschutz und Überflutungsvorsorge als kommunale Gemeinschaftsaufgabe (Quelle: DWA)



6.5.3 Technologien/Maßnahmen

Die bislang im DWA-A 138 behandelten Technologien/Maßnahmen zielen vorrangig auf eine möglichst gute und schnelle Versickerung der Niederschlagsabflüsse ab.

In den letzten Jahren wurde zahlreiche neue Technologien entwickelt, die neben der Versickerung weitere Zielstellungen verfolgen, etwa Begrünung oder Schaffung von Aufenthaltsflächen.

Dazu gehören z.B.:

- ▶ Baumrigolen
- ▶ Tiefbeete/Verdunstungsbeete/Raingarden
- ▶ Multifunktionale Flächen
- ▶ Retentionsdächer

Bestenfalls sind neue Technologien/Maßnahmen in den Regelwerken nur nicht erwähnt. Häufig wird ihre Anwendung jedoch auch durch unbegründete Restriktionen erschwert. Vor dem Hintergrund der dringenden Notwendigkeit von Klimaanpassungsmaßnahmen müssen die Zyklen für die Aufnahme neuer Technologien in die Regelwerke beschleunigt werden. Die Forderung, dass Maßnahmen mindestens seit 10-15 Jahren von der Mehrheit der Fachleute angewendet werden, führt zu sehr langsamen Innovationsprozessen, die den heutigen Anforderungen nicht mehr gerecht werden.

Auch verschiedene etablierte Technologien zur Regenwasserbewirtschaftung werden im DWA-Regelwerk nicht behandelt. Dazu gehören z.B. Begrünte Dächer, Fassadenbegrünungen, Teiche oder Retentionszisternen. Das DWA-A 138 sollte zumindest auf die Möglichkeiten hinweisen und ggf. auf technische Regeln von anderen Fachverbänden (z.B. FLL) verweisen.

Baumrigolen

Eine Baum-Rigole (s. Abbildung 20 und Abbildung 21) besteht wie ein Mulden-Rigolen-Element (MRE) aus einer temporär einstaubaren Versickerungsfläche und einer unterirdisch angelegten Rigole. Teile dieser Rigole sind zum Untergrund hin abgedichtet und werden als Wurzelraum für einen Baum genutzt. Damit steht auch über längere Trockenzeiten dem Baum ein Wasserspeicher zur Verfügung, nur das überschüssige Wasser wird versickert.

Ziel einer Baumrigole ist – neben der Regenwasserbewirtschaftung – die bessere Wasserversorgung von Stadtbäumen und damit indirekt eine verbesserte Verschattung und Kühlung von innerstädtischen Flächen und Gebäuden.

Abbildung 20 Prinzip einer Baum Rigole, Quelle: www.sieker.de

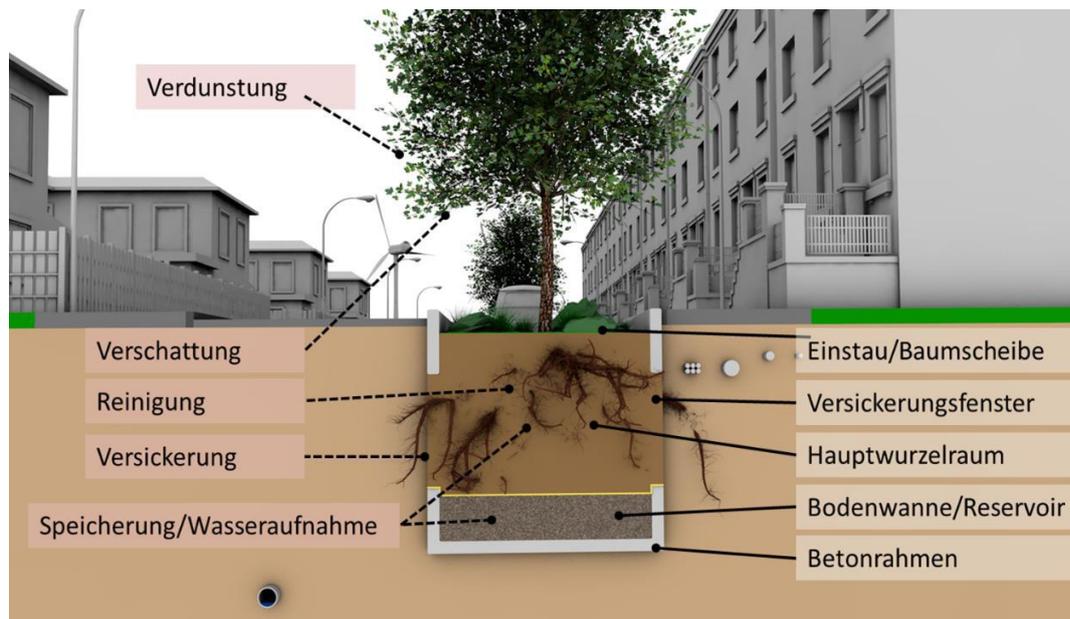


Abbildung 21 Beispiel für eine Baum-Rigole in den Gärten der Welt, Berlin, Foto: www.sieker.de



Tiefbeete/Verdunstungsbeete/Raingarden

Versickerungsmulden müssen nicht immer mit Böschungen und Raseneinsaat ausgebildet werden. Auch eine seitliche Einfassung z.B. durch Winkelstützelemente und die Bepflanzung mit Stauden, Gehölzen oder Bäumen ist möglich. In den USA sind sogenannte Pocket Wetlands und Rain Gardens bereits seit vielen Jahren im Einsatz.

Multifunktionale Flächen

Grünflächen, öffentliche Parks oder vergleichbaren Freiräume, in die wasserwirtschaftliche Funktionen wie Starkregenrückhalt oder Versickerung integriert werden, werden als multifunktionale oder multicodierte Flächen bezeichnet. Wasserwirtschaftlich gesehen zwar Versickerungs- oder Rückhaltebecken sehr ähnlich, bestehen doch zahlreiche Besonderheiten in Planung (z. B. die Festsetzung im Bebauungsplan) und Betrieb (Pflege, Haftung, etc.).

Die DWA plant derzeit (2020) eine neue Merkblattreihe DWA-M 194 zu „Betrieb und Unterhalt von multifunktionalen Flächen“. Hier ist eine Verzahnung mit dem Arbeitsblatt DWA-A 138 erforderlich.

Retentionsdächer

Neben den herkömmlichen intensiven und extensiven Dachbegrünungen gibt es heute verschiedene Formen von Retentionsdächern, mit denen Starkregen sehr effektiv zurückgehalten werden kann, etwa über Intensivbegrünung oder Extensivbegrünung. Bei einer Steuerung des Ablaufes lässt sich zusätzlich eine Speicherung auch über längere Trockenzeiten erreichen.

6.5.4 Verzicht auf überholte Restriktionen

Im Arbeitsblatt DWA-A138 von 2005 finden sich einige Restriktionen hinsichtlich der Anwendbarkeit von dezentralen Regenwasserbewirtschaftungsmaßnahmen, die nach heutigem Wissensstand nicht mehr aktuell sind und sinnvollen Klimaanpassungsmaßnahmen wie Baumrigolen oder Multifunktionalen Flächen entgegensteht.

Beispielsweise ist eine Bepflanzung von Versickerungsanlagen mit Bäumen nach DWA-A138 nicht zulässig. Diese Restriktion wird im Arbeitsblatt nicht weiter wissenschaftlich begründet und es werden auch keine Literaturquellen dazu angeführt. Auch für die teilweise angeführte Begründung sogenannter „preferential flowpaths“ konnte trotz intensiver Recherche keine wissenschaftliche Begründung gefunden werden. Neuere Untersuchungen an ausgeführten Anlagen mit Baumbewuchs haben dagegen erneut bestätigt, dass diese belebte Bodenzone auch hier eine sehr wirkungsvolle Reinigung von Niederschlagsabflüssen darstellt (Kluge, 2016; Reck, 2021).

Auch der pauschale und wissenschaftlich nicht begründete Mindestflurabstand von 1m ist nicht mehr zeitgemäß. Die Reinigungsleistung einer Oberbodenpassage ist nicht primär abhängig von der Mächtigkeit der ungesättigten Bodenschicht. Vielmehr sind bodenphysikalische Eigenschaften (z. B. der k_f -Wert) und die Zusammensetzung und damit die Sorptionseigenschaften (z. B. Humus- und Tongehalt) des Oberbodens sowie Belastung und Menge des Zuflusses (Stapelhöhe) die entscheidenden Größen für die Reinigungsleistung einer Oberbodenpassage. Dies wurde in zahlreichen wissenschaftlichen Untersuchungen bestätigt (z. B. aktuell in Reck, 2021).

Im Gegensatz dazu ist dem Autorenteam keine Veröffentlichung bekannt, in der ein Mindestflurabstand als Notwendigkeit für den qualitativen Grundwasserschutz wissenschaftlich hergeleitet wurde. Die Mächtigkeit der Oberbodenschicht ist nur in Bezug auf die Standzeit des Filters von Bedeutung (um ein Durchbrechen von Fronten zu verhindern), nicht aber für die Reinigungsleistung an sich. Eine Mächtigkeit von 30 cm wird hier allgemein als völlig ausreichend angesehen. Auch dies wurde in wissenschaftlichen Untersuchungen bestätigt (z.B. Reck, 2021). Auch das DWA-M153 oder andere regionale Regelungen (z. B. das Berliner Hinweisblatt Nr. 2 und die Berliner NWFreiV (§3)) gehen davon aus, dass eine 30 Zentimeter mächtige bewachsene Oberbodenschicht eine ausreichende Reinigung garantiert. Auch aus hydraulischer Sicht ist ein Mindestflurabstand nicht erforderlich. Durch den Einbau einer Dränage (Mulden-Rigolen-System, zu den Auswirkungen auf den Wasserhaushalt s. u.) kann ein ungesättigter Zustand des Oberbodens zu jeder Zeit sichergestellt werden.

Generell sollten Neufassungen von Technischen Regeln auf überholte Restriktionen hin überprüft und ggf. bereinigt werden. Einschränkungen – insbesondere solche, die einer Klimaanpassung entgegenstehen – sollten wissenschaftlich begründet werden müssen.

6.5.5 Änderung des Bemessungsverfahrens

Das Regelwerk für die Bemessung von Versickerungsanlagen ist bislang auf den Rückhalt von Bemessungsregen, d.h. einzelnen Starkregen ausgelegt. Eine Bemessung mit dem Verfahren der Langzeitsimulation wird zwar erwähnt, aber im Regelfall für nicht erforderlich gehalten.

Die Berücksichtigung des Planungsziels „Wasserbilanz“ erfordert dagegen die Betrachtung von langen Zeiträumen um auch Trockenperioden und langanhaltende, aber weniger intensive Niederschläge zu berücksichtigen zu können. Das Verfahren der Langzeitsimulation wird damit zur Vorzugslösung für die Planung von Regenwasserbewirtschaftungsanlagen. Nach Einschätzung des Autors eine grundlegende Überarbeitung des Ansatzes für die Bemessung von Regenrückhalteräumen (DWA A117, DWA A138) erforderlich.

6.6 Perspektiven aus der Praxis

Im Rahmen des Gelbdruckverfahrens für das neue DWA-Arbeitsblatt A 138 wurden Vorschläge sowohl für die Änderung des Bemessungsverfahrens als auch für einen Verzicht auf überholte Restriktionen eingebracht. Außerdem wurde ein Entwurf dieses Kapitels (als ein Kurzpapier) dem zuständigen DWA-Ausschuss übermittelt.

Hinsichtlich einer alternativen Bepflanzung von Versickerungsanlagen zeichnet sich eine Öffnung des Arbeitsblattes ab. Damit würde der Forderung einer höheren Verdunstungsleistung von dezentralen Regenwasserbewirtschaftungsanlagen Rechnung getragen. Auch die wissenschaftlich nicht begründete Forderung nach einem Flurabstand von min. 1 m wird aller Voraussicht nach nicht mehr so pauschal im neuen Arbeitsblatt enthalten sein, so dass dezentrale Regenwasserbewirtschaftungsanlagen zukünftig vermehrt zur Anwendung kommen können.

Eine Änderung des Bemessungsverfahrens mit einer stärkeren Ausrichtung am Wasserhaushalt (Langzeitspeicherung vs. Kurzzeitspeicherung) bleibt dagegen nach derzeitigem Kenntnisstand unberücksichtigt. Eine gute Gelegenheit für die Anpassung des Regelwerkes an die Herausforderungen des Klimawandels bleibt damit ungenutzt.

Die Praxis der Regenwasserbewirtschaftung entwickelt sich derzeit deutlich schneller als das Regelwerk. In Berlin beispielsweise werden bereits heute zu jedem Bebauungsplan Regenwassertechnische Konzepte erarbeitet, die auch eine Minimierung des Eingriffs in den Wasserhaushalt zum Inhalt haben. Eine zeitnahe erneute Anpassung des Regelwerks wäre hier wünschenswert. Die nächste Überarbeitung des DWA-Arbeitsblattes A 117 wäre hierfür eine gute Gelegenheit.

7 Empfehlungen

Durch Publikationen, Gespräche und Veranstaltungen konnte das Projektteam wichtige Impulse zur stärkeren Berücksichtigung der Folgen des Klimawandels in der Normung setzen, aber an vielen Stellen besteht weiterhin Handlungsbedarf. Im Folgenden listet das Projektteam zentrale Handlungsempfehlungen auf, v. a. mit der öffentlichen Hand als Adressatin im Blick. Weitere Empfehlungen finden sich im wissenschaftlichen Bericht zu diesem Projekt (Kind et al. 2021).

7.1 Allgemein anerkannte Regeln der Technik

Normen werden als Ausdruck von allgemein anerkannten Regeln der Technik verstanden (nach DIN EN 45020). Diese Arten von Regeln sind „schriftlich fixierte oder mündlich überlieferte technische Festlegungen für Verfahren, Einrichtungen und Betriebsweisen, die nach herrschender Auffassung der beteiligten Kreise (Fachleute, Anwender, Verbraucherinnen und Verbraucher und öffentliche Hand) geeignet sind, dass gesetzlich vorgegebene Ziel zu erreichen und die sich in der Praxis allgemein bewährt haben oder deren Bewährung nach herrschender Auffassung in überschaubarer Zeit bevorsteht.“ (BMJV 2008i: 84 ff.).³

Diese Gründung von Normen auf die bisherige Bewährung von Verfahren etc. macht es schwierig, Techniken in Normen zu verankern, die bisher eher weniger stark verbreitet oder erprobt sind bzw. in Konkurrenz mit besonders stark verbreiteten und schon lang angewandten Technik stehen. Schon im Kalkar-Beschluss von 1978 hielt das Bundesverfassungsgericht fest, dass eine anerkannte Regel der Technik „stets hinter einer weiterstrebenden technischen Entwicklung hinterherhinkt.“

Zur Beförderung der Berücksichtigung von Anpassungsaktivitäten in Normen ist es also zuträglich, wenn die Praxis stärker von solchen Aktivitäten durchdrungen wird. Gleichzeitig stellt die Tatsache, dass das Thema Anpassung in der Normung bisher wenig berücksichtigt ist, natürlich eine Barriere dafür da, dass solche Aktivitäten stärker in der Praxis angewandt werden. Zur Auflösung dieses Spannungsfeldes empfiehlt das Projektteam die Aufnahme bzw. Intensivierung der folgenden Aktivitäten.

7.1.1 Verstärkte Förderung von innovativen Anpassungsmaßnahmen

Die EU, der Bund und die Bundesländer fördern bereits seit längerem Aktivitäten verschiedener Akteure zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels. Die Förderlandschaft wird stetig weiter ausgebaut und der Ruf nach mehr Fördergeldern erschallt aus allen Ecken des Landes. Eine noch gezieltere Förderung bestimmter Maßnahmen, die in der Praxis weniger verbreitet sind – etwa Ansätze zum Regenwasserrückhalt in Gewerbegebieten (statt Ableitung) – wäre ein wichtiger Schritt, um die Klimaanpassung stärken in die anerkannten Regeln der Technik einzutragen.

Dies wäre insbesondere von Relevanz für Aktivitäten im Bauwesen und der Wasserwirtschaft, aufgrund der langen Lebensdauer von Gebäuden und Infrastrukturen sowie ihrer Versorgungs- und Schutzfunktionen. Zu den Aktivitäten, die aufgrund der obigen Argumentationen von besonderer Bedeutung für eine gezielte Förderung scheinen, zählen die Folgenden:

³ Es ist jedoch zu beachten, dass der Bundesgerichtshof festgestellt hat, dass anerkannte Regeln der Technik „im Allgemeinen keine abschließenden Verhaltensanforderungen gegenüber den Schutzgütern enthalten“ (Ständige Rechtsprechung des BGH, etwa in den Urteilen aus März 2001 und Februar 2004); auch wird betont, dass technische Regelwerke in der Praxis durchaus hinter den allgemein anerkannten Regeln der Technik zurückbleiben können (BGH, Urteil vom Mai 1998).

- ▶ Ansteigende Hitzebelastung in Verdichtungsräumen: Bau- und haustechnische Anpassungsmaßnahmen zur Verbesserung des Innenraumklimas während länger andauernder Hitzeperioden, insbesondere in Gebäuden, die von vulnerablen Gruppen genutzt werden, etwa Alten- und Pflegeheime.
- ▶ Schäden an Gebäuden und Infrastrukturen durch Starkregen und Sturzfluten: Infrastrukturelle, bauliche und haustechnische Maßnahmen
 - (1) zur Vermeidung / Verringerung von Starkregenschäden an der baulichen Hülle (Dachbereiche, Fassaden, Balkone und Dachterrassen)
 - (2) zur Vermeidung eines Wassereintritts infolge starkregenbedingter Überflutungen
 - (3) zur gezielten Reduzierung entstehender Schäden bei unvermeidlichem Flutwassereintritt
- ▶ Schäden an Gebäuden und Infrastrukturen durch Flussüberschwemmungen: Bau- und haustechnische Maßnahmen
 - (1) zur Verringerung der Exposition betroffener Gebäude und Gebäudehüllen
 - (2) zur Vermeidung von deren Flutung im Ereignisfall sowie
 - (3) zur gezielten Reduzierung entstehender Schäden bei unvermeidlichen Flutwassereintritt
- ▶ Umgang mit Trockenheit und Starkregen: Maßnahmen aus dem Schwammstadt-Spektrum, bei denen – anders als in Richtlinien wie DWA A-138 – Niederschlagswasser länger vor Ort zurückgehalten wird (>24 h), um es dann über einen längeren Zeitraum abzugeben (Versickerung, Verdunstung, Bewässerung).

Die Art der Förderung kann unterschiedliche Formen annehmen: Förderprogramme mit speziellem Fokus sind hier vorstellbar, jedoch scheint es naheliegend und im ersten Schritt einfacher, die genannten Themen und Aktivitäten in bestehende Förderprogramme aufzunehmen – als explizite (Teil-)Vorgaben oder als weniger verbindliche Ideen/Impulse für die Antragsstellenden.

Diese Arten von Maßnahmen sollten auch bei der Auswahl der zu fördernden investiven Maßnahmen unter der novellierten Förderrichtlinie des DAS Förderprogramms besonders berücksichtigt werden. Dies wäre ganz im Sinne des dort formulierten Anspruchs: „Bei der als innovative Maßnahme getätigten Investition sollen die besten verfügbaren Technologien zum Einsatz kommen.“

Bei zukünftigen Förderrichtlinien dieser Art wäre es zudem wünschenswert, wenn ausschreibende Stellen – z. B. europäische Institutionen, Bundesressorts oder Landesministerien, einfordern, dass Maßnahmen nicht nur die vorhandenen *gesetzlichen* Mindeststandards übertreffen, sondern auch die *untergesetzlichen* Mindeststandards, wie sie durch Normen und technische Regeln gemacht werden. Damit könnte man noch präziser sicherstellen, dass es sich um innovative Maßnahmen handelt. (Aktuell heißt es in der DAS-Förderrichtlinie etwa: „Vorhandene gesetzliche Mindeststandards, die im Handlungsfeld der Maßnahme gegebenenfalls bestehen, müssen durch die Maßnahme deutlich übertroffen werden.“)

Neben Förderungen, die auf einzelne investive Maßnahmen fokussieren, wäre es auch von großem Interesse, Projekte zu fördern, die eine hohe Vielfalt von investiven Maßnahmen in den Blick nehmen: etwa innovative Anpassungsmaßnahmen in einem Quartier (an Gebäuden, Wegen, Straßen, Plätzen etc.), im Stile von Modellprojekten wie sie etwa unter der BBSR KlimaMORO-Förderung zu finden waren. Dies zeigt sich aktuell als Fokus unter der Horizont Europa-Förderung und könnte auch ein zukünftiger Fokus etwa im DAS-Förderprogramm oder in der Städtebauförderung sein.

Darüber hinaus sollte die öffentliche Hand auf allen Ebenen verstärkt darauf achten, dass geförderte Projekte mit möglichen Schnittstellen zu Klimawandel und Normung ihr Potenzial für die Kommunikation von (Zwischen-)Ergebnissen in die Normungs-Community voll ausschöpfen, dies betrifft insbesondere angewandte Forschungsprojekte etwa von GD Forschung und Innovation oder von BMUV / ZUG, BMDV und BBSR sowie die von BMBF geförderten Forschungsvorhaben. Dies kann über verschiedene Wege geschehen: etwa darüber, dass die Reviewer oder Projektträger beim Aufsetzen der Projekte einfordern, dass (wo relevant!) der mehrfache Einbezug von Akteuren aus der Normung im Verwertungsplan berücksichtigt wird. Oder es könnten die häufig eingesetzten Begleit- oder Vernetzungsprojekte damit beauftragt werden, Ergebnisse in diese Richtung weiterzutragen, bzw. dort einen Austausch bereitzustellen oder die Projekte dabei zu unterstützen entsprechend tätig zu werden.

7.1.2 Auswertung und Kommunikation von geförderten Aktivitäten

Um die interessierten Kreise und Fachleute von der Eignung bestimmter klimaangepasster Herangehensweisen zu überzeugen bzw. die Bewährung in der Praxis zu demonstrieren, reicht die finanzielle Förderung nicht aus: passende Kommunikation und gezielte Auswertung der geförderten Aktivitäten müssen die Förderangebote flankieren.

- ▶ Die Förderangebote der EU, des Bundes und der Bundesländer sollten von den fördernden Stellen gezielt an Akteure kommuniziert werden (Mailings, Vorstellung auf Konferenzen, Präsentationen in kleineren Workshops bei den Akteuren vor Ort), die bisher weniger mit dem Thema Anpassung zu tun hatten, für die Normung und das Bauwesen aber von besonderer Bedeutung sind. Dazu zählen u. a.
 - Planungs- und Ingenieurbüros im Bauwesen
 - Büros für Bauüberwachung und Projektsteuerung
 - Fachbehörden aus Bundes-, Landes- oder kommunaler Ebene mit konkretem Bau-Bezug
 - Unternehmen und Institutionen mit Bauherrenfunktion bei wiederkehrenden anspruchsvollen Bauaufgaben (etwa Wohnungsbaugesellschaften, Wohnungsbaugenossenschaften, Infrastrukturunternehmen etc.)
- ▶ Die geförderten Projekte sollten wissenschaftlich begleitet oder zumindest punktuell wissenschaftlich ausgewertet werden. Je nach Kapazitäten kann dies von den fördernden Stellen selbst übernommen werden oder von dezidierten Synthese- oder Begleitforschungsprojekten. Dabei sollte analysiert werden, inwieweit die umgesetzten Maßnahmen bzw. Herangehensweisen über bestehende Normen hinausgehen, mit welchem Aufwand und ggf. mit welchen Barrieren dies verbunden war und welche Wirkungen dadurch erzielt werden konnten, idealerweise im Vergleich mit konventionellen Herangehensweisen.
- ▶ Die Ergebnisse dieser Analysen wiederum gilt es an die interessierten Kreise, Fachleute, Anwendende etc. zu kommunizieren, um bei diesen Akteuren das Wissen um die Potenziale klimaangepasster Vorgehensweise zu erhöhen.

7.1.3 Innovative Klimaanpassung in öffentlichen Bauvorhaben und Ausschreibungen stärker berücksichtigen

Neben der Förderung der Aktivitäten von Anderen hat die öffentliche Hand auch die Möglichkeit, innovative Anpassungsmaßnahmen bei eigenen Bauprojekten (Infrastrukturen wie Bundesstra-

ßen, bei den eigenen Liegenschaften oder bei kommunaler Infrastruktur) umzusetzen. Dies betrifft alle Einrichtungen der öffentlichen Hand, die eigene Bauprojekte umsetzen. Hier wäre zu prüfen, inwieweit das Thema in Ausschreibungen der öffentlichen Hand zu Bauvorhaben integriert werden kann. Hiermit könnte die öffentliche Hand ihre Vorbildfunktion weiter unterstreichen und, bei angemessener kommunikativer Begleitung der Aktivitäten (s. o.), die Bekanntheit bestimmter angepasster Vorgehensweisen bei den interessierten Kreisen erhöhen.

Erweist sich diese Vorgehensweise als zielführend, liegt es nahe, diese dann stärker zu institutionalisieren, in dem man das Thema etwa in Richtlinien für die öffentliche Vergabe integriert.

7.2 Mitwirkung in normierenden Organisationen und Gremien

7.2.1 Stärkere Mitwirkung vom Bund bei der Normung

Normungsgremien beim DIN agieren weitestgehend autonom und die Normung in Deutschland stellt eine Selbstverwaltungsaufgabe der Wirtschaft dar. Der Vertrag zwischen DIN e.V. und der Bundesrepublik Deutschland von 1975 bietet jedoch einige Möglichkeiten zur Mitarbeit des Bundes in der Normung (siehe Kind et al. 2021). Laut Vertrag ist das DIN dazu verpflichtet, das öffentliche Interesse in den Normungsarbeiten zu berücksichtigen; im § 2 Abs. 1 werden „der Bundesregierung im Rahmen ihrer fachlichen Zuständigkeiten auf Antrag Sitze in den Lenkungs-gremien der Normenausschüsse“ eingeräumt (DIN 1975).

Die Möglichkeiten der Mitwirkung in Lenkungs-gremien sollte stärker ausgeschöpft werden und dazu genutzt werden, die Klimaanpassung im Interesse der Öffentlichkeit und im Interesse einer Vorreiterrolle der deutschen Wirtschaft in die Normungsarbeit einzubringen (interessante Beispiele zur Integration von Belangen der Umwelt über Impulse von UBA und BMUV in die Normungsarbeit finden sich bei Berger et al. 2020). Dies gilt v. a. für die Bundesressorts, deren Kernthemen an verschiedenen Stellen auch in DIN-Normen gerahmt werden (BMDV: Verkehrsinfrastruktur, BMWSB: Bauwesen, BMWi: Risikomanagement in Unternehmen, BMUV und BMEL: Wasser und Landwirtschaft).

Die stärkere Mitarbeit in Lenkungs-gremien hätte viele Vorteile, sie kann u. a. genutzt werden, um...

- ▶ inhaltliche Impulse in die Normenausschüsse zu geben,
- ▶ Fragestellungen und Informationsbedarfe aus den Ausschüssen aufzunehmen und in die Formulierung von Förderprogrammen, Forschungsprojekten etc. aufzunehmen,
- ▶ Impulse zur Gestaltung der Rahmenbedingungen für die Normung zu geben, etwa in die Richtung der verpflichtenden Berücksichtigung des Klimawandels bei der regelmäßigen Prüfung von Normen auf Aktualisierungsbedarf.

Anknüpfend an die Empfehlungen von Berger et al. 2020: Auch für die Berücksichtigung des Klimawandels in der Normung wäre es sinnvoll, wenn die inter-institutionelle Abstimmung von Behörden und Ministerien intensiviert würde, v. a. zwischen BMUV, BMWi und BMDV.

7.2.2 Stärkere Mitwirkung von „Anpassungs-Akteuren“ in Normungsgremien

Neben der strategischen Lenkung von Normungsarbeiten ist es unbedingt notwendig, dass die Belange der Klimaanpassung in den Gremien zu relevanten Normen und technischen Regeln angemessen vertreten sind. Die Gremien, die die Überarbeitung bestehender Normen vornehmen, sind tendenziell nicht von Personen besetzt, die einen großen Bezug zu Klimafolgen und Anpassung haben – selbst wenn die Norm oder technische Regel von großer Relevanz für das Thema

ist. Wenn diese Perspektive jedoch nicht unter den interessierten Kreisen vertreten ist, werden sich die Normen und technischen Regeln wahrscheinlich deutlich langsamer als wünschenswert auf die Herausforderung des Klimawandels einstellen.

In dem Projekt „Adaptation Standard“ hat das Projektteam versucht, Impulse in Gremien zur Berücksichtigung von Klimafolgen und Anpassung zu setzen, s. o. Trotz der Zeit, die im Projekt dafür zur Verfügung stand, erwies sich dies als schwierig. Trotz der Schwierigkeiten sollte jedoch versucht werden, hier Mechanismen zur Teilhabe für Akteure aus dem Anpassungs-Spektrum aufzusetzen.

Vor diesem Hintergrund schlägt das Projektteam folgende Aktivitäten vor:

- ▶ BMUV und UBA sollten eine Liste mit Normen und technischen Regeln zusammenstellen, die aus Sicht von Klimafolgen und Anpassung einen besonders hohen Überarbeitungsbedarf haben. Quellen für diese Zusammenstellungen können sein: die Projektergebnisse von Adaptation Standard und dem Themen-verwandten BBSR-Projekt, die Erfahrungen und laufenden Arbeiten aus dem KU-AK 4 sowie eine mögliche Erhebung unter Akteuren aus der kommunalen Planung (Befragung, Interviewreihe oder Workshop mit Anpassungsmanager*innen und Kommunalplaner*innen dazu, wo aus ihrer Sicht bei diesem Thema der größte Handlungsbedarf besteht). Diese Normen und technischen Regeln wären thematisch zu sortieren und mit Hinweisen zur Stoßrichtung der Überarbeitung sowie den nächsten Gelegenheitsfenstern dafür zu versehen. Die Liste sollte angesichts der Vielzahl von Normen und Regeln keinen Anspruch auf Vollständigkeit oder allzu hohe Objektivität haben, sondern sollte als lebendes Dokument verstanden werden, in welchem die Ansprüche verschiedener Akteure zusammengefasst werden.
- ▶ Eine zentrale Stelle sollte dann (informell) dafür mandatiert und mit angemessenen Mitteln und Expertise ausgestattet werden, um an der Gremienarbeit für die hoch priorisierten Normen und technischen Regeln mitzuwirken bzw. die Mitwirkung Anderer zu koordinieren. Neben der direkten Mitwirkung in Gremien sollte es auch darum gehen, Beiträge zu Konsultationsverfahren bei der Überarbeitung von Normen und technischen Regeln (wie bei der DWA etwa üblich) zu erarbeiten bzw. die Erarbeitung davon zu koordinieren.

7.3 Monitoring von Entwicklungen

Das Thema der Berücksichtigung von Klimafolgen und Anpassung in der Normung hat die Deutsche Anpassungsstrategie von Anfang an begleitet und war in allen drei Aktionsplänen zur Anpassung in Form einer oder mehrerer Maßnahmen präsent. Inzwischen erfährt das Thema in normierenden Organisationen immer mehr Aufmerksamkeit. Um das positive Momentum zu nutzen, bedarf es des Willens und der Tatkraft von vielen unterschiedlichen Akteuren.

Jegliche Aktivitäten in diese Richtung sollten idealerweise flankiert werden durch ein Monitoring der Ergebnisse der Bemühungen. Normierende Organisationen wie DIN oder VDI sollten – im Sinne des öffentlichen Interesses – in Zukunft stärker nach Außen kommunizieren, wie der Umgang mit den Folgen des Klimawandels in den DIN-Normen adressiert wird. Dies ist von Bedeutung, da es bei der großen Anzahl von Normen für Außenstehende äußerst schwierig und aufwändig ist, zu beurteilen, inwieweit hier Fortschritte vorgenommen werden. Bei den Herangehensweisen kann man sich an der Klima-Kennung orientieren, die bei der DWA im Jahr 2021 eingeführt werden soll (siehe DWA 2021).

Idealerweise wird machen normierende Organisationen solch ein Monitoring zu einem Teil einer größeren Klimastrategie oder Roadmap zum Umgang mit dem Klimawandel.

7.4 Anwendung von Anpassungs-relevanten Normen in der Planungs- und Genehmigungspraxis

Die stärkere Integration von Abwägungen zum Klimawandel in Normen, technische Regeln und Richtlinien ist ein wichtiger Schritt, damit die Anpassung als Thema eine größere Rolle in räumlichen Planungsprozessen einnehmen kann. Aber entscheidend in diesen Prozessen ist teilweise auch, welche Normen und Richtlinien von den zuständigen Behörden für Genehmigungsverfahren herangezogen werden.

Aufgrund der Vielfalt an Regelungen durch den Föderalismus und aufgrund der Tatsache, dass wenig zu den tatsächlichen Abläufen in Genehmigungsverfahren publiziert wird, ist es schwierig, das Ausmaß der beschriebenen Problematik genauer zu fassen. Da es jedoch ein wiederkehrendes Thema in der Planungspraxis ist, schlägt das Projektteam folgende Aktivitäten vor:

- ▶ Normungsorganisationen und bzw. oder Bundesressorts sollten ein kurzes, angewandtes Forschungsprojekt umsetzen, in dem diese Thematik näher beleuchtet wird. In dem Projekt sollten Interviewreihen durchgeführt werden, mit Planer*innen (aus Kommunen und aus Planungsbüros), Klimaanpassungsmanager*innen, mit Vertreter*innen von Behörden, die Bauvorhaben genehmigen sowie mit Personen aus der Hochschul-Lehre. Die Forschenden sollten über diese Gespräche und eine Auswertung der rechtlichen Lagen sowie die Untersuchung einzelner Fälle eine genaue Beschreibung der Problematik erarbeiten und, auch mittels Workshops oder Fokusgruppen, Lösungsmöglichkeiten dafür diskutieren.
- ▶ Es braucht auch eine Sensibilisierung von Entscheidungstragenden in Genehmigungsbehörden für die genannten Problematiken. Hierbei wäre jedoch sehr behutsam vorzugehen, dies könnte im Zuge der o. g. Interviews und Events erfolgen oder bei fachlichen Konferenzen oder bei beruflichen Weiterbildungen. Hier sollten die Ressorts auf Länderebene tätig werden, eventuell auch koordiniert durch Einrichtungen wie die LAWA.
- ▶ Um Entscheidungstragende langfristig für das Thema zu sensibilisieren, sollte man auch mit Akteuren aus der Hochschul-Lehre Kontakt aufnehmen, insbesondere von Fachhochschulen und aus solchen Studiengängen, die häufig spätere Behördenvertreter*innen ausbilden. Die Erfahrung zeigt, dass junge Ingenieurinnen und Ingenieure im Studium häufig geradezu darauf gedrillt werden, Regelwerke anzuwenden. Lehrende und Lernende sollten dafür sensibilisiert werden, dass es häufig Spielräume bei der Anwendung von Normen gibt, die man in der Praxis bei besonderen Herausforderungen nutzen sollte. Spielräume liegen in der Anwendung einzelner Normen aber auch darin, welche Normen man bei Planungsverfahren zu Auflagen macht. Der Aspekt der Flexibilität bei der Anwendung und Überarbeitung von Normen sollte insgesamt eine größere Rolle in der Lehre einnehmen. Der Austausch mit Lehrenden hätte einen weiteren Vorteil: häufig sind die Lehrenden auch in den regelsetzenden Gremien selbst aktiv, damit könnte eine Sensibilisierung auch einen positiven Effekt auf die Normungsarbeit selbst haben.
- ▶ Als letztes Mittel in diesem Themenbereich sollten Umweltverbände überlegen, ob sie noch häufiger von Normenkontrollklagen Gebrauch machen wollen. Dies wäre z. B. möglich, wenn aufgrund der Stellungnahme einer Wasserbehörde, die auf bestimmte Normen referiert, ein Bebauungsplan geändert wird. Eine Normenkontrollklage kann diese Änderung anfechten. Erfolge bei solchen Klagen können eine breite Signalwirkung haben. Allerdings sind solche Klagen oft sehr langwierig und verzögern das jeweilige Planungsvorhaben dann in der Regel ungemein.

7.5 Klimadaten

Viele am Normungsgeschehen Beteiligte scheinen wenig Zugang zum Thema der Klimadaten zu haben, was sich u. a. daran zeigt, dass in vielen Normen weiterhin mit veralteten Datengrundlagen gearbeitet wird, siehe etwa DIN 4108-2. Im Austausch mit Akteuren aus der Normung oder auch aus dem Bauwesen hört man zudem öfters den Wunsch, dass es verlässliche und Standortgenaue Prognosen zu einzelnen Klimaparametern braucht. Klimawissenschaftler hingegen verweisen routiniert darauf, dass sich die Unsicherheiten nie wegrechnen lassen oder merken an, was es für Datensätze für die praktische Anwendung eigentlich schon gibt.

Hier besteht Kommunikationsbedarf in beide Richtungen: Normerinnen und Normer (sowie die Anwendenden von Normen) benötigen mehr Wissen dazu, was es alles an hilfreichen Daten schon gibt, aber auch dazu, was es wohl nie geben wird und warum man sich trotzdem den Klimafolgen widmen sollte. Klimawissenschaftlicher*innen hingegen könnten davon profitieren, mehr über die Bedürfnisse und Anwendungsfälle hinsichtlich Klimadaten in Normen zu erfahren, um diese bei ihren Forschungsarbeiten zukünftig zu berücksichtigen.

Die Anreizsituation ist jedoch ungünstig: Klimawissenschaftler*innen hilft diese wenig beim Publizieren und Anwendende von Normen, gerade im Bauwesen, sind viel mit anderen Themen beschäftigt.

Deshalb schlägt das Projektteam folgende Aktivitäten vor:

- ▶ BMWSB / BBSR sollten gemeinsam mit dem DWD passende Klimageschichten für das Bauwesen entwickeln, anknüpfend an die gemeinsamen Arbeiten, die man zu den TRY-Datensätzen unternommen hat. In einem partizipativen Prozess mit Akteuren aus der Normung und aus dem Bauwesen (u. a. Personen aus Normungsausschüssen und aus Verbänden, Planer*innen und ausführende Unternehmen) sollte untersucht werden, welche Klimadaten auf welche Art und Weise bisher genutzt werden. Darauf aufbauend sollte mit den Beteiligten diskutiert werden, welche neuen Bedarfe im Zuge von Klimaveränderungen für Klimadaten in der Branche aufkommen. Im nächsten Schritt sollte man prüfen, v. a. in Rücksprache mit DWD und anderen Akteuren aus der Klimaforschung, wie man diese Bedarfe mit den aktuell verfügbaren Mitteln bedienen kann bzw. welche Forschungsaktivitäten sich daraus ergeben. Im letzten Schritt sollte ein passender Klimadienst für die involvierten Akteure entwickelt werden, der eng in die Kanäle integriert wird, über die sich die Akteure bisher ihre Informationen beschaffen.
- ▶ Des Weiteren ist es in diesem Kontext wichtig, Anreize zu schaffen, um Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler häufiger und intensiver in den Austausch mit Akteuren aus Normungsgremien zu bringen. Dies würde das Wissen der wissenschaftlichen Gemeinschaft um die Informationsbedarfe zu Klimadaten in der Normung steigern. Gleichzeitig würden Akteure aus der Normung mehr zu vorhandenen Klimadaten erfahren sowie über die Möglichkeiten und Grenzen von Klimaprojektionen insgesamt. Hierzu lässt sich über verschiedene Wege beitragen: Anbieter von Klimadiensten, etwa das Climate Service Center Germany (GERICS), könnten gemeinsam mit beiden Akteursgruppen ((Klima)Wissenschaft und Normung) Bedarfe für Dienste ableiten und entsprechende Angebote ausarbeiten. Auch in der nationalen Forschungsförderung sollte bei der Auswahl von zu fördernden Projekten stärker darauf geachtet werden, dass die Umsetzenden bereit und fähig sind, zu erwartende Erkenntnisse angemessen in Klimadienste für Akteure aus Bauwesen, Wasserwirtschaft und Normung zu fassen. Ähnliches gilt für die europäische Ebene: die EU Kommission, insbesondere GD Forschung und Innovation, sollte die Informationsbedarfe von Normerinnen und Normern in

Copernicus-Aktivitäten und in den Programmen zur Forschungsförderung unter Horizon Europe stärker berücksichtigen. Vor dem Hintergrund der EU Mission on Adaptation und der CEN/CENELEC 2030 Strategie, die auch den Klimawandel behandelt, wäre es sinnvoll, dass sich die Akteure intensiver dazu austauschen, wie man zwischen beiden Bereichen Synergien schaffen kann.

7.6 Ökonomischen Mehrwert der Klimaanpassung kommunikativ herausarbeiten

Bei Themen von hoher wirtschaftlicher Bedeutung treten normierende Organisationen meist proaktiv auf und setzen viele Hebel in Bewegung, um normative Arbeit anzuschieben. Der Klimaanpassung gerät hier eventuell zum Nachteil, dass vielen Akteuren der ökonomische Mehrwert der Klimaanpassung allgemein nicht bewusst ist oder, spezieller, die Chancen, die sich dadurch auf dem Weltmarkt für Anbieter bestimmter Produkte und Dienstleistungen ergeben. In diesem Kontext empfiehlt das Projektteam Folgendes:

- ▶ Das BMWK sollte das Thema der wirtschaftlichen Chancen für deutsche Unternehmen durch Anpassung weltweit erneut im Rahmen eines angewandten Forschungsprojektes aufnehmen. Dies sollte geschehen anknüpfend an den Bericht „Technologien und Dienstleistungen für Klimaschutz und Klimaanpassung für Deutschland“ von BMWi aus dem Jahre 2014. Dieser Bericht sollte im Hinblick auf Klimaanpassung aktualisiert und thematisch erweitert werden: bereits dort genannte Technologien sollten mit neuen Beispielen illustriert werden und neue Technologien sollte aufgenommen werden (etwa zum Thema vertikale Begründung). Darüber hinaus sollte für ausgewählte Technologien eine Abschätzung zur Entwicklung der globalen Nachfrage erfolgen und erörtert werden, wie man ggf. durch Normung auf verschiedenen Ebenen (DIN, CEN/CENELEC, ISO) Standards schaffen kann, die sicherstellen, dass einzelne Anpassungslösungen von hoher Qualität sind.

7.7 Erfolge würdigen

Es sollte bei diesem Thema nicht nur auf das geschaut werden, was alles noch nicht gemacht wurde, sondern man sollte auch die Erfolge anerkennen, die bisher erreicht wurden. Es gibt zwei einschlägige Auszeichnungen, die Bezüge zum Thema Normung und Klimawandels herstellen könnten: der Wettbewerb „Blauer Kompass“ und die Preise bei DIN (DIN-Nachwuchspreis, DIN-Innovatorenpreis und DIN-Anwenderpreis). Das Projektteam schlägt in diesem Kontext vor:

- ▶ Bei der Auszeichnung „Blauer Kompass“ sollte das UBA überlegen, ob man eine Kategorie einführt, in der man dann eine neue oder überarbeitete Norm (und den dahinterstehenden Normenausschuss) auszeichnen kann, etwa eine Kategorie „Rahmensetzung“ / „rechtlicher Rahmen“ / „Fundament“ / „Lenkungsinstrumente“ / „immaterielle Maßnahmen“.
- ▶ Die DIN-Preise könnten grundsätzlich auch jetzt schon Normen mit Bezug zur Klimaanpassung auszeichnen, jedoch drehen sich diese Preise vornehmlich um neue Normen. DIN sollte neben den drei existierenden Kategorien auch einen DIN-Transformationspreis ausloben, der die gelungene Überarbeitung von Normen auszeichnet, die durch die Aktualisierung einen wichtigen Beitrag für Transformationsprozesse vor dem Hintergrund globaler Herausforderungen leisten.

8 Literaturverzeichnis

- BAuA – Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (2018): Technische Regeln für Arbeitsstätten, Raumtemperatur, ASR A3.5. Dortmund. Verfügbar unter: <https://www.baua.de/DE/Angebote/Rechtstexte-und-Technische-Regeln/Regelwerk/ASR/ASR-A3-5.html> [03.07.2020]
- Becker, P., Becker, A., Dalelane, C., Deutschländer, T., Junghänel, T. und Walter, A. (2016): Die Entwicklung von Starkniederschlägen in Deutschland – Plädoyer für eine differenzierte Betrachtung. Offenbach: Deutscher Wetterdienst (DWD). Verfügbar unter: https://www.dwd.de/DE/leistungen/besondereereignisse/niederschlag/20160719_entwicklung_starkniederschlag_deutschland.pdf?blob=publicationFile&v=3 [03.07.2020]
- Berger, F., Heimer, T., Galati, N., Blind, K. und Niebel C. (2020): Analyse und Weiterentwicklung der aktiven und fördernden Beteiligung an der Normungsarbeit durch BMU und UBA unter Berücksichtigung europäischer Entwicklungen. Dessau-Roßlau: Umweltbundesamt. Verfügbar unter: https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2020-05-13_texte_60-2020_normung.pdf [17.05.2022]
- bpb (2021): Jahrhunderthochwasser 2021 in Deutschland. Verfügbar unter: <https://www.bpb.de/kurz-knapp/hintergrund-aktuell/337277/jahrhunderthochwasser-2021-in-deutschland/> [17. 05.2022]
- BMI – Bundesministerium des Innern (2020): Neubau Ein- bis Fünffamilienhäuser, BNK_V1.0, Hauptkriteriengruppe Soziokulturelle und funktionale Qualität, Kriterium Sommerlicher Wärmeschutz – 1.2.1, Berlin. Verfügbar unter: https://www.nachhaltigesbauen.de/fileadmin/pdf/Steckbriefe_Kleinhausbau/1.2.1_Sommerlicher_W%C3%A4rmeschutz_V1.0.pdf [03.07.2020]
- BMI (2018): Hochwasserschutzfibel – Objektschutz und bauliche Vorsorge. 8. Auflage. Berlin: Bundesministerium des Innern, für Bau und Heimat (BMI).
- DIN - Deutsches Institut für Normung e.V. (1975): Vertrag zwischen der Bundesrepublik Deutschland, vertreten durch den Bundesminister für Wirtschaft, und dem DIN Deutsches Institut für Normung e.V., vertreten durch dessen Präsidenten, Bonn. Verfügbar unter: <https://www.din.de/resource/blob/79648/de461d1194f708a6421e0413fd1a050d/vertrag-din-und-brd-data.pdf> [3. Nov. 2021]
- DIN 19700-11 (2004): Stauanlagen – Teil 11: Talsperren. Berlin: Beuth.
- DIN 1986-100 (2008): Entwässerungsanlagen für Gebäude und Grundstücke, Teil 100: Bestimmungen in Verbindung mit DIN EN 752 und DIN EN 12056. Berlin: Beuth.
- DIN 4108 Beiblatt 2:2019-06: Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden; Beiblatt 2: Wärmebrücken – Planungs- und Ausführungsbeispiele, mit CD-ROM. Berlin: Beuth
- DIN 4108-2:1981-08: Wärmeschutz im Hochbau - Wärmedämmung und Wärmespeicherung; Anforderungen und Hinweise für Planung und Ausführung. Berlin: Beuth.
- DIN 4108-2:2001-03: Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden - Teil 2: Mindestanforderungen an den Wärmeschutz. Berlin: Beuth.

- DIN 4108-2:2003-07: Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden - Teil 2: Mindestanforderungen an den Wärmeschutz. Berlin: Beuth.
- DIN 4108-2:2013-02: Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden - Teil 2: Mindestanforderungen an den Wärmeschutz. Berlin: Beuth.
- DIN EN 752 (2008): Entwässerungssysteme außerhalb von Gebäuden, Deutsches Institut für Normung. Berlin: Beuth.
- DIN EN ISO 13786:2018-04: Wärmetechnisches Verhalten von Bauteilen - Dynamisch-thermische Kenngrößen - Berechnungsverfahren (ISO 13786:2017); Deutsche Fassung EN ISO 13786:2017. Berlin: Beuth.
- dpa – Deutsche Presse-Agentur GmbH (2018): Talsperre Pirk nach Starkregen überfüllt. Verfügbar unter: https://www.t-online.de/region/id_83831230/talsperre-pirk-nach-starkregen-ueberfuellt.html [09.07.2020]
- DWA - Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. (2017): Stauanlagensicherheit und Folgen bei der Überschreitung der Bemessungsannahmen nach DIN 19700, DWA-Themen 1/2017, Deutschen Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. (DWA), Hennef.
- DWA (2016): DWA-Merkblatt M 553 – Hochwasserangepasstes Planen und Bauen, Hennef.
- DWA (2021): *Leitfaden zur Einführung der Klimakennung im DWA-Regelwerk*. [online] Hennef: DWA. Verfügbar unter: https://de.dwa.de/files/media/content/01_DIE_DWA/Fachgremien/Falter_Klimakennung_2021_web.pdf [03.11.2021]
- DWA (2014a): Zukunftsfähige Technologien und Konzepte für eine Energieeffiziente und Ressourcenschonende Wasserwirtschaft (ERWAS), 1. Auflage, Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. (DWA), Hennef. Verfügbar unter: https://www.fona.de/medien/pdf/ERWAS_2014.pdf [15.07.2020]
- DWA (2014b): Anpassungsstrategien für Stauanlagen an den Klimawandel, DWA-Themen 2/2014, Deutschen Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. (DWA), Hennef.
- DWA (2010): Klimawandel - Herausforderungen und Lösungsansätze für die deutsche Wasserwirtschaft, DWA-Themen Mai 2010, Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. (DWA), Hennef.
- DWA-A 102 /BWK-A 3 (2016): Grundsätze zur Bewirtschaftung und Behandlung von Regenwetterabflüssen zur Einleitung in Oberflächengewässer, Entwurf vom Oktober 2016. Gesellschaft zur Förderung der Abwassertechnik e. V. MAIN, Hennef.
- DWA-A 117 (2013): Bemessung von Regenrückhalteräumen, Arbeitsblatt. Gesellschaft zur Förderung der Abwassertechnik e. V. MAIN, Hennef.
- DWA-A 138 (2005): Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser, Arbeitsblatt. Gesellschaft zur Förderung der Abwassertechnik e. V. MAIN, Hennef.

- DWA-M 119 (2016): Risikomanagement in der kommunalen Überflutungsvorsorge – Analyse von Überflutungsgefährdungen und Schadenspotenzialen zur Bewertung von Überflutungsrisiken. Gesellschaft zur Förderung der Abwassertechnik e.V. (Hrsg., 2016), Hennef
- DWA-M 153 (2012): Handlungsempfehlungen zum Umgang mit Regenwasser, Merkblatt. Gesellschaft zur Förderung der Abwassertechnik e. V., Hennef.
- DWD – Deutscher Wetterdienst (2019): Deutschlandwetter im Sommer 2019. Offenbach. Verfügbar unter: https://www.dwd.de/DE/presse/pressemitteilungen/DE/2019/20190830_deutschlandwetter_sommer2019.html [28.06.2020]
- EU-Kommission (2021): Ein klimaresilientes Europa aufbauen – die neue EU-Strategie für die Anpassung an den Klimawandel. [online] Brüssel. Verfügbar unter: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:52021DC0082&from=EN> [17. 05.2022]
- Feldbauer, J., Kneis, D., Hegewald, T., Berendonk, T. U. und Petzoldt, T. (2020): Managing climate change in drinking water reservoirs. Potentials and limitations of dynamic withdrawal strategies in: Environmental Sciences Europe 32 (48), Springer-Verlag, Heidelberg. Verfügbar unter: <https://enveurope.springeropen.com/track/pdf/10.1186/s12302-020-00324-7> [15.07.2020]
- GDV – Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e.V. (2019a): Forschungsprojekt Starkregen. Berlin. Verfügbar unter: <https://www.gdv.de/resource/blob/52868/c6d7ffceab5d13fc0f7659496ced6421/forschungsprojekt-starkregen-summary-download-data.pdf> [23.06.2020]
- GDV (2019b): Von 2002 bis 2017: Deutschlandweit 6,7 Milliarden Euro Starkregen-Schäden. Berlin. Verfügbar unter: <https://www.gdv.de/de/themen/news/von-2002-bis-2017--deutschlandweit-6-7-milliarden-euro-starkregen-schaeden--52762> [03.07.2020]
- GDV (2016): Naturgefahrenreport 2016 – Die Schaden-Chronik der deutschen Versicherer in Zahlen, Stimmen und Ereignissen. Berlin: Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e.V. (GDV).
- Golz, S. und Naumann, T. (2020): Bautechnische Überflutungsvorsorge für Wohngebäude und kleingewerblich genutzte Gebäude. Hochschule für Technik und Wirtschaft Dresden. Verfügbar unter: <https://www.gdv.de/resource/blob/62678/6eeb563dbd4d3031053135921eab3ec0/forschungsbericht-zu-baukonstruktiver-ueberflutungsvorsorge-data.pdf> [17.05.2022]
- Golz, S. (2016): Bewertung der Schadensanfälligkeit von Mauerwerkskonstruktionen gegenüber Hochwassereinwirkungen. Dissertation. Technische Universität Dresden
- Guratzsch, D. (2002): Die Staubecken waren randvoll in: Die Welt. Verfügbar unter: <https://www.welt.de/print-welt/article408640/Die-Staubecken-waren-randvoll.html> [09.07.2020]
- gwf – gwf Wasser | Abwasser (2018): Wassernotstand? Harzwasserwerke wappnen sich für Doppeltrockenjahr. Verfügbar unter: <https://www.gwf-wasser.de/aktuell/13-11-2018-wassernotstand-harzwasserwerke-wappnen-sich-fuer-doppeltrockenjahr/> [09.07.2020]
- Hellwig, R. T. (2018): Revisiting overheating indoors. In: Proceedings of 10th Windsor Conference: Rethinking Comfort Cumberland Lodge (p. 55-67), Windsor, UK, 12-15 April 2018. London [paper]

- 0116] Network for Comfort and Energy Use in Buildings. Verfügbar unter: https://windsorconference.com/wp-content/uploads/2018/05/W18_PROCEEDINGS.pdf [17.05.2021]
- Ini/RND (2018): Das Trinkwasser im Harz wird langsam knapp. Verfügbar unter: <https://www.neuepresse.de/Nachrichten/Niedersachsen/Duerre-und-wenig-Regen-Das-Trinkwasser-im-Harz-wird-langsam-knapp> [09.07.2020]
- IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change (2018): Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, H.-O. Pörtner, D. Roberts, J. Skea, P.R. Shukla, A. Pirani, W. Moufouma-Okia, C. Péan, R. Pidcock, S. Connors, J.B.R. Matthews, Y. Chen, X. Zhou, M.I. Gomis, E. Lonnoy, T. Maycock, M. Tignor, and T. Waterfield (Hrsg.)]. In Press. Verfügbar unter: https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/2/2019/06/SR15_Full_Report_High_Res.pdf [03.07.2020]
- Jäschke, K. (2019): Was der Klimawandel für die Wasserqualität in Talsperren bedeutet. Verfügbar unter: <https://tu-dresden.de/tu-dresden/newsportal/news/trockenzeiten-und-starkregen-was-der-klimawandel-fuer-die-wasserqualitaet-in-talsperren-bedeutet> [09.07.2020]
- Kind, C., Terenzi, A. und Hauer, M. (2021): Adaptation Standard. Analyse bestehender Normen auf Anpassungsbedarfe bezüglich der Folgen des Klimawandels in: Climate Change 56/2021. [online] Dessau-Roßlau: Umweltbundesamt. Verfügbar unter https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/5750/publikationen/2021-07-14_cc_56-2021_normen_anpassung_0.pdf [17.05.2022]
- Kluge B., Sommer H., Kaiser M. (2016): Leistungsfähigkeit und Zustand langjährig betriebener dezentraler Regenwasserversickerungsanlagen (LEIREV), Abschlussbericht, <https://www.lanuv.nrw.de/landesamt/forschungsvorhaben/niederschlag>
- Kunze, S. (2019): Sommerliche Überhitzung in Wohngebäuden – Baukonstruktive und haustechnische Anpassungsmaßnahmen. In: Sieber, L. (Hrsg.): Tagungsband zum 4. BIH-Treffen 2019, Interdisziplinäre Forschung - Chancen und Herausforderungen, Fachtagung für wissenschaftlich Beschäftigte und Nachwuchskräfte an Bauingenieur-Institutionen deutscher Hochschulen, S. 19-28. Verfügbar unter: <https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:bsz:520-qucosa2-352275> [22.02.2022]
- LAWA - Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser (2017): LAWA-Expertengruppe. Auswirkungen des Klimawandels auf die Wasserwirtschaft. Bestandsaufnahme, Handlungsoptionen und strategische Handlungsfelder, 2. Entwurf, Stand: 11.09.2017, Stuttgart. Verfügbar unter: https://www.umweltministerkonferenz.de/documents/top_29_wasserwirtschaft_bericht_1532603521.pdf [15.07.2020]
- LfU - Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg (2005): Festlegung des Bemessungshochwassers für Anlagen des technischen Hochwasserschutzes, Kraft Druck und Verlag GmbH, Ettlingen. Verfügbar unter: <https://pudi.lubw.de/detailseite/-/publication/29891-Leitfaden.pdf> [15.07.2020]

- Luhmann, J. (2021): Unterlassene Hochwasservorsorge. Talsperren sperren sich gegen Klimamanagement. Verfügbar unter: <https://www.klimareporter.de/gesellschaft/talsperren-sperren-sich-gegen-klima-management> [17.05.2022]
- Matzinger et. al. (2017): KURAS-Leitfaden der zielorientierten Planung von Maßnahmen der Regenwasserbewirtschaftung, Verfügbar unter: http://www.kuras-projekt.de/fileadmin/Dokumente/Verwaltung/pdf/20170428_Leitfaden_Regenwasser_full_final_med_res.pdf [17.05.2022]
- MKULNV NRW - Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (2011): Klimawandel und Wasserwirtschaft. Maßnahmen und Handlungskonzepte in der Wasserwirtschaft zur Anpassung an den Klimawandel, 2. Auflage, Stand: September 2011, Düsseldorf. Verfügbar unter: https://www.umwelt.nrw.de/fileadmin/redaktion/PDFs/klima/broschuere_klima_und_wasser.pdf [15.07.2020]
- MLU ST - Ministerium für Landwirtschaft und Umwelt des Landes Sachsen-Anhalt (2013): Aktualisierung der Strategie des Landes Sachsen-Anhalt zur Anpassung an den Klimawandel, Magdeburg.
- MUST (2015): MURIEL Multifunktionale Retentionsflächen – Von der Idee zur Realisierung, Projekt der Deutschen Bundesstiftung Umwelt, Köln. Verfügbar unter: <https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/klimafolgen-anpassung/werkzeuge-der-anpassung/tatenbank/muriel-multifunktionale-retentionsflaechen-von-der> [22.02.2022]
- Naumann, T., Golz, S., Günther, B. und Kunze, S. (2017): Sich gegen Überflutungen wappnen – Sanierung von Hochwasserschäden. Teil 1: Schadenserfahrungen und konstruktionsspezifische Probleme. B+B Bauen im Bestand, 40(2017), Heft 4, 12–17.
- Naumann, T. und Rubín, C. (2008): Ermittlung potenzieller Hochwasserschäden in Pirna nach dem gebäudetypologischen VERIS-Elbe-Ansatz. In: DWA (Hrsg.) Tagungsband zum DWA-Seminar – Hochwasserschadensinformationen: Neues und Bewährtes, pp. 86–101. Hennef: Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. (DWA).
- Nikolowski, J., Goldberg, V., Zimm, J. und Naumann, T. (2015): Analysing the vulnerability of buildings to climate change: Summer heat and flooding, Meteorologische Zeitschrift, pp. 145-153, 2013.
- Opfermann, J. (2018): Die Plettenberger Oestertalsperre läuft über. Verfügbar unter: <https://www.come-on.de/lennetal/plettenberg/anhaltender-regen-laesst-pegel-talsperren-steigen-feuchtigkeit-kommt-wald-zugute-13304625.html> [09.07.2020]
- Quaißer, M. (2016): Talsperre Malter, Sachsen. Verfügbar unter: <https://www.talsperren.net/Sachsen/Malter/malter.html> [09.07.2020]
- Reck, Arne (2021): Vadose zone water and contaminant transport, Dissertation an der TU Berlin
- Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie (2004): Ereignisanalyse - Hochwasser August 2002 in den Osterzgebirgsflüssen, Dresden. Verfügbar unter: https://www.umwelt.sachsen.de/umwelt/infosysteme/lhwz/download/Ereignisanalyse_neu.pdf [15.07.2020]
- Schaks, M. (2016): Wie die Rote Weißeritz gezähmt wird. Verfügbar unter: <https://www.saechsische.de/wie-die-rote-weisseritz-gezaehmt-wird-3325567.html> [09.07.2020]

- Seppänen, O., Fisk, W.J. (2008): Rentabilität von Verbesserungen des Raumklimas. In: Rietschel H., Fitzner K. (Hrsg.) Raumklimatechnik – Band 2. VDI-Buch. Berlin, Heidelberg: Springer
- Sieber, H.-U. (2014): Anpassungsstrategien für Stauanlagen an den Klimawandel. Dresdner Wasserseminar am 20. Juni 2014 in Dresden.
- Sieber, H.-U. (2005): Extremereignisse, neue DIN 19700. BMBF - Förderaktivität RIMAX Kick-Off Meeting, 21.06.2005, Potsdam. Verfügbar unter: https://web.archive.org/web/20071025054108/http://www.rimax-hochwasser.de/fileadmin/RIMAX/download/Veranstaltungen/Kick-Off/Vortrag_Sieber.pdf [15.07.2020]
- Sieker, H. (2016): Überflutungsnachweise nach DIN 1986-100, Verfügbar unter: <https://www.sieker.de/fachinformationen/article/ueberflutungsnachweise-nach-din-1986-100-556.html>
- Sieker H. (2017): Neue Entwicklungen in der Regenwasserbewirtschaftung - Die Wasserbilanz als Planungskriterium, Vortrag auf der Landesverbandstagung des DWA – Landesverbandes Baden-Württemberg in Pforzheim, 18./19. Oktober 2007
- Sieker H. (2020): Straßen und Starkregen-Risikomanagement, kommunal.at, verfügbar unter: <https://kommunal.at/strassen-und-starkregen-risikomanagement>
- Sieker H. (2021): Sponge Cities – Wassersensible und klimaangepasste Städte, integraleplanung | Edition 2021, Verfügbar unter: https://www.integrale-planung.net/sponge-cities-wassersensible-und-klimaangepasste-staedte_17455 [12.12.2022]
- Sieker, F., Grottker, M., Hagedorf, U., Hahn, J., Sieker, H., Sommer, H. und Wassmann, H. (2004): "Anforderungen und Zielgrößen für eine zeitgemäße Regenwasserbewirtschaftung" GWF, 145 (12), S. 874.
- Stadtwerke Altena (2014): Sauerstoffmangel sorgt für hohe Mangan-Konzentration im Wasser. Verfügbar unter: <http://www.stadtwerke-altena.de/de/Ihr-Stadtwerk/Presse/Aktuelle-Informationen/Sauerstoffmangel-sorgt-fuer-hohe-Mangan-Konzentration-im-Wasser-Stadtwerke-investieren-in-erweiterte-Kontrollmassnahmen-Fuelbecke-Talsperre-geht-im-November.html> [09.07.2020]
- TAG24 (2018): Sauerstoff-Rettungsaktion am Möhnesee beginnt. Verfügbar unter: <https://www.tag24.de/nachrichten/fischsterben-moehnesee-sauerstoff-rettung-im-wasser-be-lueftung-741030> [09.07.2020]
- UBA – Umweltbundesamt [Hrsg.] (2021): Klimawirkungs- und Risikoanalyse 2021 für Deutschland – Kurzfassung, Dessau-Roßlau: Umweltbundesamt. Verfügbar unter https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/479/publikationen/kwra2021_teilbericht_zusammenfassung_bf_211027_0.pdf [15.07.2022]
- UBA (2020): Heiße Tage. Anzahl der heißen Tage mit einer Tageshöchsttemperatur $\geq 30^{\circ}\text{C}$ im Jahr 2019 (1km*1km-Raster), Berlin: Umweltbundesamt. Verfügbar unter: https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/384/bilder/dateien/heisse_tage_2019.pdf [24.06.2020]

- UBA (2019a): Untersuchung der Potentiale für die Nutzung von Regenwasser zur Verdunstungskühlung in Städten, UBA-Texte, FKZ 3717 48 240 0
- UBA (2019b): Heiße Tage. Anzahl der heißen Tage mit einer Tageshöchsttemperatur $\geq 30^{\circ}\text{C}$ im Jahr 2018 (1km*1km-Raster), Dessau-Roßlau: Umweltbundesamt. Verfügbar unter: https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/384/bilder/dateien/heisse_tage_2018.pdf [24.06.2020]
- UBA [Hrsg.] (2019c): Monitoringbericht 2019 - zur Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel. Bericht der Interministeriellen Arbeitsgruppe Anpassungsstrategie der Bundesregierung, Berlin. Verfügbar unter: https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/das_monitoringbericht_2019_barrierefrei.pdf [15.07.2020]
- UBA (2018): Vorsorge gegen Starkregenereignisse und Maßnahmen zur wassersensiblen Stadtentwicklung – Analyse des Standes der Starkregenvorsorge in Deutschland und Ableitung zukünftigen Handlungsbedarfs, Dessau-Roßlau: Umweltbundesamt
- UBA (2015): Vulnerabilität Deutschlands gegenüber dem Klimawandel. Umweltbundesamt Climate Change 24/2015, Dessau-Roßlau: Umweltbundesamt. Verfügbar unter: https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/publikationen/climate_change_24_2015_vulnerabilitaet_deutschlands_gegenueber_dem_klimawandel_1.pdf [15.07.2020]
- VDI – Verein Deutscher Ingenieure (2006): VDI 6004 – Blatt 1: Schutz der Technischen Gebäudeausrüstung: Hochwasser – Gebäude, Anlagen, Einrichtungen. Verein Deutscher Ingenieure (VDI). Berlin: Beuth Verlag.
- Weller, B., Fahrion, M.-S., Horn, S., Naumann, T. und Nikolowski, J. (2016): Baukonstruktion im Klimawandel. Wiesbaden: Springer Vieweg.
- Wolf, C. (2021): Volle Talsperren vor Unwetter. Ministerium will Konsequenzen ziehen. Verfügbar unter: <https://www1.wdr.de/nachrichten/landespolitik/unwetter-hochwasser-flut-talsperren-nrw-100.html> [17.05.2022]

9 Anhang:

Tabelle 2: Normen mit Anpassungspotential, in denen Klimawandel bisher nicht berücksichtigt wurde (Stand: Herbst 2019)

Norm	Thematische Einordnung	Letzte Aktualisierung	Anpassungspotential der Norm
DIN 4108-2 Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden – Teil 2: Mindestanforderungen an den Wärmeschutz	Diese Norm legt die Mindestanforderungen an die Wärmedämmung von Bauteilen sowie im Bereich von Wärmebrücken in der Gebäudehülle von Hochbauten fest.	2013	Update der klimatischen Zonen Deutschlands im Licht des Klimawandels
DWA A117: Bemessung von Regenrückhalte-räumen	Regelt die Bemessung von Regenrückhalteräumen aller Art, von der dezentralen Mulde/Rigole bis hin zu großen Hochwasserrückhalte-räumen	2014	Es werden Niederschlagsdaten erwähnt, aber nicht, dass diese sich wegen des Klimawandels künftig ändern könnten.
DWA A138: Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser	Planung von dezentralen Regenwasserbewirtschaftungsanlagen (Mulden/Rigole/MR-Systemen)	2005	Neben Veränderungen der Niederschlagsverhältnisse sollte in der Regel auch der Aspekt Trockenheit und die Kombination mit grüner Infrastruktur behandelt werden.
VDI 6004 Blatt 1: Schutz der technischen Gebäudeausrüstung - Hochwasser - Gebäude, Anlagen, Einrichtungen	Blatt 1 der Richtlinie behandelt sowohl die hochwasserangepasste Planung, den Betrieb und die Nutzung gebäudetechnischer Anlagen sowie weitere organisatorische Vorsorgemaßnahmen, um mögliche Schäden an der TGA zu reduzieren/zu vermeiden. Des Weiteren werden verschiedene Maßnahmen zusammengestellt, die während und im Anschluss an ein Hochwasserereignis umzusetzen sind. Hierzu zählen etwa Maßnahmen zur Sicherstellung der Versorgung, zum Schutz nicht demontierbarer Anlagenteile oder zur Sicherung auftriebsgefährdeter Komponenten.	2006	Es werden Maßnahmen zum Schutz der technischen Gebäudeausrüstung vor Hochwasser dargestellt, aber nicht, inwieweit sich die Einwirkung aufgrund des Klimawandels künftig ändern könnte; Prüfung, inwieweit Richtlinie auch Schadensanfälligkeit von Baukonstruktionen berücksichtigen kann

Norm	Thematische Einordnung	Letzte Aktualisierung	Anpassungspotential der Norm
DIN EN 1991-1-4 Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke - Teil 1-4: Allgemeine Einwirkungen - Windlasten; inklusive des nationalen Anhangs für Deutschland	Die Norm ist Teil der Eurocode-Normen, die mit 58 Normen EU-weite Vorgaben für den konstruktiven Ingenieurbau machen. Sie legt dar, wie Windlasten für Tragwerke zu berechnen sind, dabei wird Bezug auf Parameter für Spitzenwindgeschwindigkeiten aus den nationalen Anhängen genommen (für Deutschland: DIN EN 1994 1-4 NA). Für Deutschland ist für vier Windzonen jeweils ein Parameter für die zu berücksichtigenden Spitzenwindgeschwindigkeiten angegeben.	2010	Berücksichtigung aktuellerer statistischer Daten zu Spitzenwindgeschwindigkeiten in Deutschland und/oder Berücksichtigung von Projektionen zu Veränderungen von Windgeschwindigkeiten in Deutschland. Wichtig: Beim Übergang von der DIN 1055 zur DIN EN 1991-1-4 NA wurde in 2007 für die größte Windzone (Zone 1) die Windgeschwindigkeit für die Berechnung der Windlast um circa 6 Prozent verringert. Es ist noch offen, in welche Richtung die Überarbeitung von DIN EN 1991-1-4 und des NA geht, aber angesichts des Risikos der zunehmenden Windgeschwindigkeiten können unsere Argumente aus AP 2 dazu beitragen, dass man nicht erneut wichtige Bezugsgrößen niedriger als bisher ansetzt. Tragwerke in Deutschland gelten zwar als sehr sicher ausgelegt gegenüber Windlasten; will man das Schutzniveau aber konstant auf diesem hohen Niveau halten, besteht eventuell Anpassungsbedarf. Auch in der Literatur (EBA-Studie, Studie aus den NL und Luhmann 2018) wird der Anpassungsbedarf betont.
DWA A118: Hydraulische Bemessung und Nachweis von Entwässerungssystemen	Basierend auf DIN EN 752 Grundlage für die Bemessung von Kanalnetzen	2006	Es werden Niederschlagsdaten erwähnt, aber nicht, dass diese sich wegen des Klimawandels künftig ändern könnten
DWA A100: Leitlinien der integralen Siedlungsentwässerung (ISiE)	Gibt den Rahmen für die Siedlungsentwässerung vor	2006	Klimawandel wird bisher nicht berücksichtigt

Norm	Thematische Einordnung	Letzte Aktualisierung	Anpassungspotential der Norm
RAS-Ew: Richtlinie für die Anlage von Straßen, Teil Entwässerung , Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV)	Regelt die Planung von Straßenentwässerungssystemen (innerorts/außerorts)	-	Neben Veränderungen der Niederschlagsverhältnisse sollten in der Regel auch der Aspekt Trockenheit und die Kombination mit Grüner Infrastruktur behandelt werden.
DIN EN ISO 15927 1-6 Wärme- und feuchteschutztechnisches Verhalten von Gebäuden - Berechnung und Darstellung von Klimadaten - Teil 6: Akkumulierte Temperaturdifferenzen (Gradtage) (ISO 15927-6:2007)	-	-	-
DWA A102/BWK-A 3 (Entwurf): Grundsätze zur Bewirtschaftung und Behandlung von Regenwetterabflüssen zur Einleitung in Oberflächengewässer	Regelt zukünftige Anforderungen an Regenwassereinleitungen in Fließgewässer	2016 (Entwurf)	-
DIN 2425-6 Planwerke für die Versorgungswirtschaft, die Wasserwirtschaft und für Fernleitungen - Karten und Pläne für den Gewässerausbau, den Hochwasser- und Küstenschutz	Die Norm dient der Erstellung von Plänen in Rahmenentwürfen, Vorentwürfen und Bauentwürfen des Gewässerausbau, des Hochwasser- und des Küstenschutzes sowie der Aufstellung von Bestandsplänen, Strom- und Gewässerkarten. Sie dient gleichfalls für entsprechende Darstellungen, z. B. in regionalen Raumordnungsplänen, Plänen der Wasserwirtschaftlichen Rahmenplanung und Landschaftspflegerischen Begleitplänen.	1982	Verwendung moderner Prinzipien der klimaresilienten Wasserplanung (z. B. Grüne Infrastruktur)

Norm	Thematische Einordnung	Letzte Aktualisierung	Anpassungspotential der Norm
<p>DIN EN ISO 15927-3 Wärme- und feuchte-schutztechnisches Verhalten von Gebäuden – Berechnung und Darstellung von Klimadaten – Teil 3: Berechnung des Schlagregenindex für senkrechte Oberflächen aus stündlichen Wind- und Regendaten (ISO 15927-3:2009); Deutsche Fassung EN ISO 15927-3:2009</p>	<p>Dieser Teil der ISO 15927 legt zwei Verfahren zur Analyse von Daten fest, die aus stündlichen Wind- und Regenbeobachtungen hergeleitet wurden, um eine Abschätzung der Wassermenge vorzunehmen, die sowohl im Jahresdurchschnitt als auch während kurzer Perioden wahrscheinlich auf eine Wand in beliebig gegebener Ausrichtung einwirken wird.</p>	2009	Verwendung neuer Klimadaten für Wind und Regen. Im Moment basiert die Norm auf durchschnittlichen Daten aus Großbritannien.
<p>DIN EN ISO 15927-2 Wärme- und feuchte-schutztechnisches Verhalten von Gebäuden – Berechnung und Darstellung von Klimadaten – Teil 2: Stundendaten zur Bestimmung der Kühllast (ISO 15927-2:2009); Deutsche Fassung EN ISO 15927-2:2009</p>	<p>Dieser Teil der ISO 15927 legt die Definitionen und das Berechnungsverfahren sowie die Darstellung von monatlichen externen Klimadaten fest, die zur Bestimmung der Bemessungskühllast in Gebäuden und zur Bemessung von Klimaanlage zu verwenden sind.</p>	2009	Verwendung neuer Klimadaten für Hitze
<p>DIN 4710 Statistiken meteorologischer Daten zur Berechnung des Energiebedarfs von heiz- und raumluftechnischen Anlagen in Deutschland</p>	<p>Diese Norm fasst das verfügbare meteorologische Datenmaterial für Deutschland in ausgewählt repräsentativer, einheitlicher Form so zusammen, dass die wichtigsten energetischen Berechnungen an raumluftechnischen Anlagen unter vereinheitlichten äußeren Randbedingungen durchgeführt werden können. (Die Daten sind jedoch nicht nur für den Bereich der Heiz- und Raumluftechnik anwendbar, sondern auch für den gesamten Bereich der Sonnenenergienutzung.)</p>	2003	Verwendung neuer Datensätze für die Einteilung der Bundesrepublik Deutschland in 15 Klimazonen

Norm	Thematische Einordnung	Letzte Aktualisierung	Anpassungspotential der Norm
<p>DIN EN ISO 15927-1 Wärme und feuchteschutztechnisches Verhalten von Gebäuden – Berechnung und Darstellung von Klimadaten – Teil 1: Monats- und Jahresmittelwerte einzelner meteorologischer Elemente (ISO 159271:2003); Deutsche Fassung EN ISO 159271:2003</p>	<p>Diese Europäische Norm legt Verfahren zur Berechnung und Darstellung von monatlichen Klimadaten fest, die für die Bewertung unterschiedlicher Aspekte des wärme- und feuchteschutztechnischen Verhaltens von Gebäuden notwendig sind. Die Zahlenwerte für bestimmte Orte sind vom meteorologischen Dienst des betreffenden Landes zu erhalten.</p>	2004	Verweis auf die Notwendigkeit neuer Klimadaten als Folge des Klimawandels
<p>DIN EN ISO 15927-4 Wärme und feuchte-technisches Verhalten von Gebäuden – Berechnung und Darstellung von Klimadaten – Teil 4: Stündliche Daten zur Abschätzung des Jahresenergiebedarfs für Heiz- und Kühlsysteme (ISO 15927-4:2005); Deutsche Fassung EN ISO 159274:2005</p>	<p>Diese Norm behandelt die Auswahl geeigneter meteorologischer Daten für die Abschätzung des im vieljährigen Mittel zu erwartenden Energiebedarfs von Heiz- und Kühlsystemen in Gebäuden. Hilfsmittel zur Auswahl von Daten für die Abschätzung des höchsten Wärmebedarfs sind in EN ISO 15927-5 festgelegt.</p>	2005	Verwendung neuer klimaan-gepasster Werte für Außen-temperatur, Sonnenstrah-lung und Windgeschwindig-keit

Norm	Thematische Einordnung	Letzte Aktualisierung	Anpassungspotential der Norm
<p>DIN 4710 Berichtigung 1 Statistiken meteorologischer Daten zur Berechnung des Energiebedarfs von heiz- und raumluftechnischen Anlagen in Deutschland, Berichtigungen zu DIN 4710:2003-01</p>	<p>Statistisch aufbereitete meteorologische Daten (hier abgekürzt: „Statistiken meteorologischer Daten“) sind für viele Bereiche der Technik, besonders für die Heiz- und Raumluftechnik, wichtige Randbedingungen, mit denen die Auslegung von Anlagen und Geräten sowie deren Betriebsverhalten berechnet werden.</p> <p>Diese Norm fasst das verfügbare meteorologische Datenmaterial für Deutschland in ausgewählt repräsentativer, einheitlicher Form so zusammen, dass die wichtigsten energetischen Berechnungen an raumluftechnischen Anlagen unter vereinheitlichten äußeren Randbedingungen durchgeführt werden können.</p> <p>(Die Daten sind jedoch nicht nur für den Bereich der Heiz- und Raumluftechnik anwendbar, sondern auch für den gesamten Bereich der Sonnenenergienutzung.)</p>	<p>2006</p>	<p>Update der vorhandenen meteorologischen Daten (im Moment Zeitraum 1961 bis 1990)</p>
<p>DIN 19657 Sicherungen von Gewässern, Deichen und Küstendünen</p>	<p>Diese Norm gilt für Sicherungen von Gewässern, Deichen und Küstendünen. Sie gilt nicht für Bauwerke, die eine besondere konstruktive Durchbildung erfordern (z. B. Aufbau der Deiche, Sohlabstürze, Buhnen). Sicherungen im Sinne dieser Norm sind bautechnische und ingenieurbiologische Maßnahmen, die die Sohlen und Böschungen von schiffbaren und nicht schiffbaren Gewässern, die Deiche und die Küstendünen gegen Beschädigungen und Zerstörungen schützen. Hierzu gehört auch der Verbau von Wundhängen zum Schutz von Gewässern. Weitere Begriffe siehe DIN 4047 und DIN 4049</p>	<p>1973</p>	<p>Update der vorhandenen Sicherungstechnologien im Licht des Klimawandels</p>

Norm	Thematische Einordnung	Letzte Aktualisierung	Anpassungspotential der Norm
<p>DIN EN 12831-1 Energetische Bewertung von Gebäuden – Verfahren zur Berechnung der Norm-Heizlast – Teil 1: Raumheizlast, Modul M3-3</p>	<p>Diese Europäische Norm ist Teil eines Normenpakets, das der internationalen Harmonisierung der Methodik für die Beurteilung der Gesamt-Energieeffizienz von Gebäuden dienen soll und nachfolgend als "EPB-Normenpaket" bezeichnet wird.</p>	<p>2017</p>	<p>Erwägung des Klimawandels bei den Klimadaten</p>
<p>DIN 1946-6 (Entwurf) Raumluftechnik – Teil 6: Lüftung von Wohnungen – Allgemeine Anforderungen, Anforderungen an die Auslegung, Ausführung, Inbetriebnahme und Übergabe sowie Instandhaltung</p>	<p>Diese Norm gilt für die freie und die ventilatorgestützte Lüftung von Wohnungen und gleichartig genutzten Raumgruppen (Nutzungseinheiten) sowie in Kellerräumen in Wohngebäuden und Gebäuden mit gleichartig genutzten Raumgruppen (Nutzungseinheiten). Diese Norm legt die Anforderungen an die Planung, die Ausführung und Inbetriebnahme, den Betrieb und die Instandhaltung der notwendigen Lüftungs-Komponenten bzw. Geräte für Einrichtungen zur freien Lüftung und für ventilatorgestützte Lüftungssysteme unter Berücksichtigung bauphysikalischer, Lüftungstechnischer, hygienischer sowie energetischer Gesichtspunkte fest.</p>	<p>2018</p>	<p>Erwägung des Klimawandels bei den mittleren Temperaturen in Deutschland</p>

Norm	Thematische Einordnung	Letzte Aktualisierung	Anpassungspotential der Norm
<p>DIN EN ISO 15927-6 Wärme- und feuchte-schutztechnisches Verhalten von Gebäuden – Berechnung und Darstellung von Klimadaten – Teil 6: Akkumulierte Temperaturdifferenzen (Gradtage)</p>	<p>Die Berechnung oder Schätzung (Näherung) der akkumulierten Temperaturdifferenzen in diesem Teil der ISO 15927-6 basiert auf dem Konzept einer Grundtemperatur. Die Grundtemperatur gibt den Punkt wieder, an dem das Beheizen der Gebäude notwendig wird, um die erforderlichen Innentemperaturen aufrechtzuerhalten.</p> <p>Diese entspricht der Außentemperatur, unterhalb der das Anlaufen der Heizungsanlage angenommen wird. Für einige Zwecke, wie die Entwicklung der Energiepolitik, wird eine einzelne Grundtemperatur benötigt, mit der ein Mittelwert für den gesamten Gebäudebestand (Bausubstanz) und das Gesamtklima wiedergegeben werden kann. Für andere Zwecke ist es besser, eine Grundtemperatur zu bestimmen, die für ein einzelnes Gebäude und eine Jahreszeit zutreffend ist.</p>	<p>2007</p>	<p>Die Norm erwähnt den Klimawandel explizit nicht und verweist auf historische Daten.</p>

Norm	Thematische Einordnung	Letzte Aktualisierung	Anpassungspotential der Norm
<p>DIN EN ISO 15927-5 Wärme- und feuchteschutztechnisches Verhalten von Gebäuden – Berechnung und Darstellung von Klimadaten – Teil 5: Daten zur Bestimmung der Norm-Heizlast für die Raumheizung</p>	<p>Dieser Teil der ISO 15927 legt die Definitionen und das Berechnungsverfahren sowie die Darstellungsweise von Klimadaten fest, die zur Bestimmung der Norm-Heizlast für die Raumheizung in Gebäuden verwendet werden müssen. Diese schließen ein: die Bemessungstemperaturen der Außenluft im Winter; die zugehörige Windgeschwindigkeit und -richtung, falls zutreffend. Der Wärmeverlust über das Erdreich, der auch zur Heizlast von Gebäuden beiträgt, hängt von länger andauernden Temperaturänderungen ab; Verfahren für die Berechnung des Wärmeverlustes über das Erdreich sind in ISO 133701) aufgeführt.</p>	<p>2012</p>	<p>-</p>
<p>VDI 3785 Blatt 2: Umweltmeteorologie Methoden zur human-biometeorologischen Bewertung von Klima und Lufthygiene für die Stadt- und Regionalplanung Teil I: Klima</p>	<p>Diese Richtlinie verfolgt das Ziel, Bewertungsverfahren der Human-Biometeorologie als Standard für die auf Menschen bezogene Berücksichtigung von Klima und Lufthygiene (Bioklima) bei der räumlichen Gesamtplanung bereitzustellen. Damit reiht sich die Human-Biometeorologie in die Reihe der Fachdisziplinen ein, die der räumlichen Gesamtplanung naturwissenschaftliches Grundlagenmaterial zur Verfügung stellen.</p>	<p>2008</p>	<p>Klimawandel und der Verweis auf upgedatete Klimadaten sollen in die Norm aufgenommen werden.</p>

Norm	Thematische Einordnung	Letzte Aktualisierung	Anpassungspotential der Norm
<p>VDI 3787 Blatt 3 Methoden zur human-bio-meteorologischen Bewertung von Klima und Luftqualität für die Stadt- und Regionalplanung - Teil II: Luftqualität - ENTWURF</p>	<p>Diese Richtlinie bietet der Regional-, Flächennutzungs- und Bebauungsplanung eine Grundlage, mit der die Thematik der Luftqualität – z. B. im Hinblick auf Emissionsvermeidung und -verteilung oder in Bezug auf die Berücksichtigung besonderer Luftbelastungsexpositionen – durch Bereitstellung eines qualifizierten und standardisierten Bewertungsschemas in Form einer Immissionskarte in den planerischen Abwägungs- und Entscheidungsprozess mit einbezogen werden kann.</p>	<p>2017</p>	<p>Die Auswirkungen des Klimawandels auf die städtische Luftqualität sollen untersucht werden.</p>
<p>VDI 3787 Blatt 9 Berücksichtigung von Klima und Lufthygiene in räumlichen Planungen</p>	<p>Die vorliegende Richtlinie dient Regional- und Stadtplaner*innen dazu, sich einen Überblick darüber zu verschaffen, in welchem Maße Klima und Lufthygiene in der räumlichen Planung zu berücksichtigen sind. Bereits im Vorfeld von Planungen soll den Bearbeiter*innen hiermit ein Leitfaden an die Hand gegeben werden, der es ermöglichen soll, sich anhand der Beschreibung von Untersuchungsmethoden und deren Anwendung in der Planung ein Bild über den potenziellen Arbeitsumfang zu machen.</p>	<p>2004</p>	<p>Die Folgen des Klimawandels für Klima und Lufthygiene in Städten sind bisher nicht berücksichtigt.</p>

Norm	Thematische Einordnung	Letzte Aktualisierung	Anpassungspotential der Norm
<p>Arbeitsblatt DWA-A 100 Leitlinien der integralen Siedlungsentwässerung</p>	<p>Das DWA-Regelwerk beinhaltet zum Aufgabengebiet der Siedlungsentwässerung (= Teilaufgabe der Abwasserentsorgung: Sammlung und Transport von Schmutzwasser sowie Sammlung, Transport, Behandlung und Einleitung von Niederschlagswasser) eine Reihe von einzelnen Arbeits- und Merkblättern, die überwiegend bauwerks- und anlagenbezogene Einzelthemen zum Gegenstand haben. Die bestehenden Regeln lassen sich grob zwei Themenbereichen zuordnen, denen gänzlich unterschiedliche Anliegen und Zielvorgaben zugrunde liegen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • sichere und überflutungsfreie Entwässerung (Schmutz-, Misch- und Niederschlagswasser), • Vermeidung bzw. Reduzierung niederschlagsbedingter Gewässerbelastungen. 	<p>2006</p>	<p>Die Norm zieht nachhaltige Entwässerungsmöglichkeiten in Erwägung. Nichtsdestotrotz wird der Klimawandel und sein Einfluss auf Niederschlagswasser nicht erwähnt.</p>

Norm	Thematische Einordnung	Letzte Aktualisierung	Anpassungspotential der Norm
<p>Merkblatt DWA-M 153 Handlungsempfehlungen zum Umgang mit Regenwasser</p>	<p>Das Merkblatt richtet sich an Kommunen, Abwasserbeseitigungspflichtige und Planer*innen, die grundsätzliche Überlegungen im Rahmen von Bauleitplanung oder Generalentwässerungsplanung treffen wollen. Das Merkblatt enthält Empfehlungen zur mengen- und gütemäßigen Behandlung von Regenwasser in modifizierten Entwässerungssystemen oder in Trennsystemen. Es analysiert und strukturiert folgende komplexe Zusammenhänge:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Verschmutzung und Menge des Regenwassers je nach Nutzung und Belag der Herkunftsfläche, • Schutzbedürfnis des Grundwassers, • Schutzbedürfnis der oberirdischen Gewässer, • daraus abgeleitet die gegebenenfalls erforderliche Regenwasserbehandlung vor einer Versickerung oder vor einer Einleitung in oberirdische Gewässer. 	<p>2007</p>	<p>Die Norm präsentiert Technologien für die Entwässerungsplanung, zitiert aber nicht direkt den Klimawandel und seine Auswirkungen auf die Dauer und Intensität des Regens.</p>

Norm	Thematische Einordnung	Letzte Aktualisierung	Anpassungspotential der Norm
<p>Merkblatt DWA-M 178 Empfehlungen für Planung, Bau und Betrieb von Retentionsbodenfiltern zur weitergehenden Regenwasserbehandlung im Misch- und Trennsystem</p>	<p>Das vorliegende Merkblatt behandelt mit Schilfbepflanzte Retentionsbodenfilteranlagen zur weitergehenden Regenwasserbehandlung im Misch- und Trennsystem. Unter dem Begriff „weitergehende Regenwasserbehandlung“ wird im Rahmen dieses Merkblattes die weitgehende Entfernung von Feststoffen, sauerstoffzehrenden Stoffen und bei geeignetem carbonathaltigem Filtermaterial auch oxidierbaren Stickstoffverbindungen (Norg, NH₄) und Metallen verstanden. Retentionsbodenfilteranlagen im Sinne dieses Merkblattes sind stets zweistufige Bauwerke der Regenwasserbehandlung, bestehend aus einem Regenbecken und einem diesem nachgeschalteten Filterbecken. Durch die Wirkungsweise des Filterbeckens werden niederschlagsbedingte Gewässerbelastungen weiter verringert.</p>	<p>2005</p>	<p>Es werden Niederschlagsdaten erwähnt, aber nicht, dass diese sich wegen des Klimawandels künftig ändern könnten.</p>