

Klimarisiko-Check für Gebäude

Rahmenbedingungen, Konzept und Strategie für einen Klimarisiko-Check für Gebäude und Liegenschaften auf Basis des BNB Kriteriensteckbriefs 4.1.5

Endbericht

Forschungsprogramm

Zukunft Bau

Projektlaufzeit

1. November 2024 bis 30. Juni 2026

Aktenzeichen

10.08.17.7-24.17

im Auftrag

des Bundesinstituts für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR)

im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR)

Bearbeitung

Dr.-Ing. Sebastian Golz, Hochschule für Technik und Wirtschaft Dresden

Luisa Rengers, Hochschule für Technik und Wirtschaft Dresden

Seline Rühle, Hochschule für Technik und Wirtschaft Dresden

Christian Kind, adelphi consult GmbH

1.	Einleitung	3
1.1.	Ausgangslage	3
1.2.	Ziel	3
2.	Begriffe	5
3.	Grundlagenrecherche	7
3.1.	Kurzübersicht aktueller Diskurs zu einem potenziellen Klimarisiko-Check	7
3.2.	Wissenschaftliche Bewertungsmethoden von Klimarisiken bei Gebäuden und Liegenschaften.....	11
3.3.	Normative Regelungen zu Bewertungsmethoden.....	23
3.4.	Marktanbieter Klimarisikoanalyse	27
4.	Sektorale Übertragung bzw. Konkretisierung der DIN EN ISO 14091:2021-07 für das System Gebäude und Liegenschaften	29
4.1.	Methodik	29
4.2.	Qualitätssicherung	32
4.3.	Ergebnis.....	32
5.	Entwicklung eines Prototyps „Klimarisiko-Check“ und Betriebskonzept	33
5.1.	Ziele	33
5.2.	Berechnungsmethodik	33
5.3.	Technische Umsetzung.....	41
6.	Betriebskonzept.....	47
6.1.	Qualitätssicherung	48
7.	Handlungsempfehlung für Bundes- und Landesbehörden, Wissenschaft, Versicherungen und weitere Akteure	48
7.1.	Rechtliche Umsetzung	49
7.2.	Normative Umsetzung.....	49
7.3.	Förderung	50
7.4.	Technische Umsetzung.....	50
7.5.	Empfehlungen für weitere Akteure	51
	Digitaler Anhang	55
A	Übersicht Bewertungstools.....	55
B	Übersicht Normen und Richtlinien	55
C	Arbeitshilfe zur Durchführung von Klimarisikoanalysen von Gebäuden und Liegenschaften	55
D	Low-Level-of Detail Indikatoren mit Bewertungsskalen zur Klimarisikoanalyse	55
E	High-Level-of Detail Indikatoren mit Bewertungsskalen zur Klimarisikoanalyse.....	55
F	Bewertungsschemata zur Klimarisikoanalyse	55
G	Webtool Klimarisiko-Check für Gebäude.....	55

1. Einleitung

Klimafolgen wie Hitze, Dürre, Starkregen und Überschwemmungen gefährden Gebäude und damit auch die Menschen, die sie nutzen. Dieses Projekt schafft die Grundlage für eine systematische Bewertung individueller Gebäuderisiken in Gegenwart und Zukunft. Durch die Ermittlung dieser Risiken sollen fundierte Entscheidungen zum Schutz und zur Weiterentwicklung des Gebäudebestands ermöglicht werden.

1.1. Ausgangslage

In den letzten Jahrzehnten haben Extremwetterereignisse in Deutschland deutlich zugenommen. Hitzewellen, langanhaltende Dürreperioden, Starkregenereignisse und Überschwemmungen treten immer häufiger auf und verursachen erhebliche Schäden an Gebäuden sowie gesundheitliche Belastungen für die Bevölkerung. Die wirtschaftlichen Folgen dieser Ereignisse steigen kontinuierlich und stellen sowohl private Eigentümerinnen und Eigentümer als auch die öffentliche Hand vor große Herausforderungen.

Angesichts dieser Entwicklungen gewinnt die Bewertung der Klimarisiken für Gebäude zunehmend an Bedeutung. Eine solche Bewertung könnte langfristig als verbindliche Grundlage für Planungs- und Investitionsentscheidungen dienen. Dafür sind jedoch standardisierte, wissenschaftlich fundierte Kriterien erforderlich, die eine transparente und nachvollziehbare Einstufung der Risiken ermöglichen.

Die Deutsche Anpassungsstrategie (DAS) betont, dass Klimarisiken systematisch in die bautechnische und funktionale Gestaltung sowie die Nachrüstung von Wohngebäuden integriert werden müssen. Die Bundesregierung verfolgt mit dem Bundes-Klimaanpassungsgesetz das Ziel, bundeseigene Gebäude klimaresilienter zu gestalten. Dennoch fehlt bislang ein standardisiertes Verfahren zur Bewertung der Klimarisiken von Gebäuden auf globaler, europäischer oder nationaler Ebene. Die bestehende DIN EN ISO 14091:2021-07 (Anpassung an den Klimawandel - Vulnerabilität, Auswirkungen und Risikobewertung) gibt zwar allgemeine Richtlinien vor, ist jedoch nicht speziell auf Gebäude zugeschnitten.

Verordnungen wie die EU-Taxonomie, verschiedene Zertifizierungssysteme, Gütesiegel und staatliche Förderprogramme fordern bereits heute Klimarisikobewertungen für Gebäude. Allerdings gibt es keine einheitliche Methodik. Bestehende Verfahren stammen meist von privatwirtschaftlichen Akteuren, sind jedoch oft nicht ganzheitlich oder transparent. Dies erschwert die Vergleichbarkeit und führt zu Unsicherheiten bei Investitionen und Planungen.

Um diesen Herausforderungen zu begegnen, ist die Entwicklung einer standardisierten, benutzerfreundlichen und transparenten Methodik erforderlich. Sie soll Gebäudeeigentümerinnen und -eigentümern, Planenden, Investoren und politischen Entscheidungsträgerinnen und -trägern eine verlässliche Grundlage bieten, um Klimarisiken für Gebäude frühzeitig zu erkennen und geeignete Maßnahmen abzuleiten. Ein möglicher Ansatz hierfür ist ein sogenannter „Klimarisikopass“ oder „Klimarisiko-Check“ für Immobilien. Dieser könnte als standardisiertes Nachweisinstrument für Klimarisikobewertungen dienen und dazu beitragen, Gebäude langfristig widerstandsfähiger gegenüber den Folgen des Klimawandels zu machen.

1.2. Ziel

Ziel des Projekts ist es, eine wissenschaftlich fundierte und praktikable Methodik zur systematischen Bewertung von Klimarisiken für Gebäude und Liegenschaften zu entwickeln.

Dabei soll eine einheitliche Bewertungsgrundlage geschaffen werden, die sowohl für private als auch öffentliche Akteure anwendbar ist.

Ein zentraler Bestandteil ist die Erarbeitung standardisierter Kriterien, die eine transparente und nachvollziehbare Einschätzung der Gefährdung, Exposition und Sensitivität und damit des Risikos einzelner Gebäude ermöglichen. Diese Kriterien sollen auf bestehenden wissenschaftlichen Erkenntnissen, bereits verfügbaren Datenbeständen sowie praxisnahen Erhebungsmethoden basieren.

Darüber hinaus soll das Projekt eine Grundlage für eine mögliche Integration der Klimarisikobewertung in bestehende Regelwerke, Zertifizierungssysteme und Fördermechanismen schaffen. Dies kann dazu beitragen, Investitionen in klimaresiliente Gebäude zu erleichtern und eine verlässliche Entscheidungsbasis für Eigentümerinnen und Eigentümer, Planende und politische Akteure zu bieten.

Langfristig könnte die entwickelte Methodik in einem „Klimarisikopass“ münden, der als standardisiertes Instrument eine objektive Risikoeinschätzung für einzelne Gebäude liefert. Damit soll nicht nur die Transparenz erhöht, sondern auch das Bewusstsein für klimabedingte Risiken geschärft und eine vorausschauende Anpassung an den Klimawandel gefördert werden.

Hinweis: Die Autorinnen und Autoren geben in diesem Bericht Ihre fachliche Position wieder. Die geäußerten Ansichten müssen nicht mit denen des BBSR übereinstimmen

2.Begriffe

Im Folgenden werden für das Verständnis des Dokumentes erforderliche Begriffe anhand der DIN EN ISO 14091 und dem 6. Sachstandsbericht des IPCC definiert und für die Anwendung auf den Bereich Gebäude und Liegenschaften eingeführt.

Klimaprojektion

Simulierte Reaktion des Klimasystems auf Szenarien zukünftiger Emissionen oder Konzentrationen von Treibhausgasen und Aerosolen, üblicherweise abgeleitet aus Klimamodellen (vgl. DIN EN ISO 14091:2021).

Klimaeinwirkung

Natürliche oder vom Menschen verursachte physische und klimatische Ereignisse oder Trends, die einen Einfluss auf Menschen, Landflächen, Infrastruktur, Lebensgrundlagen, Dienstleistungen, Ökosysteme und natürliche Ressourcen haben können (vgl. Asam et al. 2026: 66). In dieser Arbeitshilfe bezieht sich der Begriff auf klimatische Einwirkungen, die einen Einfluss auf Gebäude und Liegenschaften sowie deren Nutzende haben können, insbesondere solche, bei denen im Zuge des anthropogenen Klimawandels eine Veränderung der Intensität und/oder Häufigkeit prognostiziert wird.

Gefährdung

Konkrete Möglichkeit der Schädigung eines bestimmten Schutzgutes infolge einer Klimaeinwirkung. Sie beschreibt den Grad der Bedrohung in Bezug auf Art, Ausdehnung, Eintrittswahrscheinlichkeit und Intensität eines potenziell schädigenden Ereignisses (vgl. Birkmann 2011: 8). In dieser Arbeitshilfe bezieht sich der Begriff auf die potenzielle Beeinträchtigung oder Schädigung des Gebäudes, der Liegenschaft sowie der dort anwesenden oder tätigen Personen infolge bestehender oder möglicher Klimaeinwirkungen und zeigt die Auftretenswahrscheinlichkeit dieser in einer potenziell schädigenden Intensität auf.

Exposition

Geographische und kontextuelle Bedingungen – etwa Lage, Nutzungsform oder gesellschaftliche Rahmenbedingungen – die bestimmen, in welchem Maß ein System Klimaeinwirkungen ausgesetzt ist (vgl. Birkmann 2011: 7). In dieser Arbeitshilfe bezieht sich der Begriff auf das Gebäude mit der zugehörigen Liegenschaft und den Nutzenden und beschreibt, inwieweit diese der Klimaeinwirkung aufgrund der topographischen und infrastrukturellen Umgebung ausgesetzt sind.

Sensitivität

Ausmaß, in dem ein System durch Schwankungen oder Änderungen des Klimas benachteiligt oder begünstigt wird (vgl. DIN EN ISO 14091:2021). In dieser Arbeitshilfe bezieht sich der Begriff auf interne Umstände, also Merkmale des Gebäudes, der Liegenschaft oder der Nutzenden, durch die die Auswirkungen auf diese beeinflusst werden.

Anpassungskapazität

Die Fähigkeit von Systemen, Institutionen, Menschen und anderen Lebewesen, sich auf potenzielle Schäden einzustellen, Vorteile zu nutzen oder auf Auswirkungen zu reagieren (vgl. DIN EN ISO 14091:2021).

Vulnerabilität

Die Neigung oder Veranlagung eines Systems, nachteilig betroffen zu sein (vgl. Dasgupta et al. 2023: 130) Die Vulnerabilität setzt nach dem Verständnis dieser Arbeitshilfe aus der Sensitivität und der Anpassungskapazität zusammen.

Risiko

Das Risiko beschreibt das Potenzial für nachteilige Auswirkungen auf menschliche oder ökologische Systeme. Diese können sowohl aus den Auswirkungen des Klimawandels als auch aus den Reaktionen des Menschen auf den Klimawandel entstehen. Im Zusammenhang mit den Auswirkungen des Klimawandels ergibt sich das Risiko durch dynamische Wechselwirkungen zwischen Gefährdung, Exposition und Vulnerabilität eines Systems. Jede dieser Komponenten ist mit Unsicherheiten behaftet – sowohl hinsichtlich ihrer Intensität als auch der Wahrscheinlichkeit ihres Eintretens – und kann sich im Laufe der Zeit durch sozioökonomische Entwicklungen und menschliche Entscheidungen verändern (vgl. Dasgupta et al. 2023: 128)

Risikokomponente

Als Risikokomponenten werden die drei Bestandteile des Risikos – Gefährdung, Exposition und Vulnerabilität – bezeichnet. Die Vulnerabilität setzt sich dabei aus den Teilkomponenten Sensitivität und Anpassungskapazität zusammen.

Risikofaktor

Die Risikokomponenten werden durch einen oder mehrere Risikofaktoren bestimmt. Diese charakterisieren die Komponenten und damit das Ausmaß der Auswirkungen.

Auswirkung

Die Folge von Klimaeinwirkungen auf natürliche und anthropogene Systeme (vgl. DIN EN ISO 14091:2021). In dieser Arbeitshilfe umfasst der Begriff die Folgen der Klimaeinwirkung auf das Gebäude mit Liegenschaft und Nutzenden.

Wirkungskette

Analytischer Ansatz, der ein Verständnis ermöglicht, wie gegebene Klimaeinwirkungen auf ein System wirken (vgl. DIN EN ISO 14091:2021).

Indikator

Qualitative, quantitative oder binäre Variable, die gemessen oder beschrieben werden kann, um eine Rückmeldung zu einem festgelegten Kriterium zu geben (DIN EN ISO 14091:2021). Im Kontext dieser Arbeitshilfe bezieht sich ein Indikator immer auf einen konkreten Risikofaktor.

3. Grundlagenrecherche

3.1. Kurzübersicht aktueller Diskurs zu einem potenziellen Klimarisiko-Check

Für die strukturierte Analyse der Gefährdung eines Gebäudes gegenüber Klimaeinwirkungen liegen weltweit bereits praktische Ansätze vor. Ausgewählte Beispiele sind nachfolgend aufgeführt:

So verpflichtet beispielsweise der französische „**état de risques**“ (vgl. République Française o. J.) die Vermietenden einer Immobilie den Mietenden über mögliche Umweltgefahren zu informieren. Die Gefährdungsbereiche sind auf einer öffentlichen Webseite einsehbar. Das Geoportal wurde von dem Ministerium für ökologischen Wandel und territorialen Zusammenhalt (ministère de la Transition écologique et de la Cohésion des territoires) in Partnerschaft mit der staatlichen Einrichtung für geowissenschaftliche Anwendungen (l'établissement public français pour les applications des sciences de la Terre (BRGM)) entwickelt. Auf der Website kann ein entsprechendes Dokument mit wenig Aufwand erstellt und exportiert werden. Dieses enthält Hinweise zu möglichen Risiken, zu vergangenen Ereignissen und Informationen zum richtigen Verhalten im Falle eines eintretenden Ereignisses. Verkaufende/Vermietende müssen das Dokument erstellen und den Kaufenden/Mietenden zur Verfügung stellen, wenn das Grundstück in einem ausgewiesenen Gefahrengebiet gemäß des aktuellen Risikopräventionsplans (RPP) liegt. Die Verpflichtung zur Erstellung eines „État des risques“ beruht in Frankreich auf nationalem Recht und wurde durch die Loi n° 2003-699 vom 30. Juli 2003 zur Prävention technologischer und natürlicher Risiken eingeführt. Die gesetzlichen Vorgaben wurden in Artikel L125-5 des Code de l'environnement kodifiziert, der Verkaufs- und Vermietungsparteien verpflichtet, Erwerbende und Mietende über bestimmte Natur-, Technologie- und Umweltrisiken eines Grundstücks zu informieren. Die praktische Umsetzung und die Inhalte des Dokuments werden durch staatliche Ausführungsverordnungen geregelt, die heute insbesondere in den Artikeln R125-23 bis R125-27 des Code de l'environnement niedergelegt sind. Der Vollzug der Informationspflichten zum „État des risques“ erfolgt gerichtlich. Mietende oder Erwerbende können den Vertrag aufheben oder eine Kaufpreis- bzw. Mietminderung durchsetzen (vgl. Engström o. J.).

Der österreichische „**HORA-Pass**“ (vgl. Bundesministerium Land- und Forstwirtschaft, Regionen und Wasserwirtschaft o. J.) basiert ebenfalls auf online erreichbaren Karten mit Gefahrenzonen gegenüber verschiedenen Naturgefahren. Die Anwendung des Instruments ist jedoch rechtlich nicht verpflichtend. Der österreichische Hora-Pass beruht damit nicht auf einer gesetzlichen Pflicht zur Risikooffenlegung gegenüber Kaufenden oder Mietenden, sondern auf einem bundesweiten Informationssystem zur Naturgefahrenvorsorge und im Sinne der staatlichen Gesundheitsvorsorge.

Einen ebenfalls zonenbasierten Ansatz nutzt das „**Certificado de riesgo de predios**“ (vgl. Alcaldia de Santiago de Cali o. J.), welches in Kolumbien in einigen Städten für die Beantragung einer Baugenehmigung und die Bewilligung von staatlichen Zuschüssen (z.B. zum sozialen Wohnungsbau) benötigt wird. Das Zertifikat muss bei der kommunalen Baubehörde beantragt werden und ist in der Regel kostenfrei. Die Vorgaben sind im kommunalen Bauplanungsrecht verankert.

Ein ähnliches Konzept schlug im Oktober 2022 der Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft (GDV) vor. (vgl. GDV 2022) Diesem Konzept folgend, informiert ein „**Naturgefahrenausweis**“ aus der Sicht von Expertinnen und Experten über die lokale Gefährdungssituation eines Gebäudes gegenüber Naturgefahren und bewertet seine Schadensanfälligkeit, falls das Gebäude dieser Gefahr ausgesetzt ist. Zu den betrachteten Naturgefahren zählen unter anderem Überschwemmungen durch Starkregen und Hochwasser, Erdsenkungen und Erdbeben. Vorbild für dieses Konzept ist der Energieausweis, welcher transparente Kennziffern für die Energieeffizienz von Gebäuden enthält. Das Konzept wurde bislang jedoch nicht in die Praxis eingeführt.

Eine weniger spezifische und hauptsächlich auf die Lage des Objekts bezogene Gefahreinschätzung bietet der „**Hochwasser-Check**“ (vgl. GDV 2024) des GDV. Das Tool soll Gebäudeeigentümerinnen und -eigentümer über die Gefährdung ihres Gebäudes informieren. Nach dem Durchführen des Checks werden unabhängig von dem Ergebnis regionale Risikodaten angegeben, wie die höchste Schadenssumme die Versicherungsquote gegen Hochwasser, die Anzahl der Starkregenereignisse seit 2001 und das stärkste Schadensereignis (Hochwasser-, Starkregen oder Elementarereignis) seit 2002. Schließlich wird empfohlen die eigenen Versicherungsverträge zu überprüfen, einen Beratungstermin zu vereinbaren und präventive Maßnahmen durchzuführen. Der Hochwasser-Check stellt ein Informationsportal dar und ist gleichzeitig ein Werbeprodukt für den Abschluss von Elementarversicherungen. Das Ergebnis hat aber keinen direkten Einfluss auf die Versicherung.

Der 2018 eingeführte „**Hochwasserpass**“ (vgl. HKC o. J.; VdS o. J.) informiert Gebäudeeigentümer auf Anfrage über die objektspezifische Gefährdung gegenüber Hochwasser und Starkregen und empfiehlt potenzielle Eigenvorsorgemaßnahmen zur Minderung zukünftiger Überschwemmungsschäden. Der Hochwasserpass wurde durch das Hochwasserkompetenzzentrum (HKC) e.V. entwickelt mit Unterstützung durch den Gesamtverband der Versicherer (GDV), die Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall (DWA), den Bundesverband Gebäudeenergieberater Ingenieure Handwerker (GIH) und weitere. Der Hochwasserpass wird durch Sachkundige ausgestellt, die vom HKC in Zusammenarbeit mit dem DWA ausgebildet werden. Ein erster Quick-Check für eine Gefährdungseinstufung kann online kostenlos durchgeführt werden. Der vollständige Hochwasserpass des Sachkundigen wird von einigen Versicherungen als Grundlage zur Einordnung des Gebäudes bei der Elementarversicherung gegen Schäden durch Hochwasser und Starkregen anerkannt.

Der „**Hochwasservorsorgeausweis**“ (vgl. BDZ o. J.; Golz/Stich 2023: 32–38) ist ein Instrument, welches das liegenschaftsbezogene Risikowissen (Eintrittswahrscheinlichkeiten, Schadenspotenziale) und die individuelle Risikowahrnehmung stärkt, das eigene Vorsorgewissen erhöht und somit zu einer größeren Selbstwirksamkeitsüberzeugung bei den Gebäudeeigentümern führen soll. Der Hochwasservorsorgeausweis fasst wichtige Informationen zur Überflutungsgefährdung des Gebäudes sowie zu der Schadensanfälligkeit zusammen und empfiehlt Vorsorgemaßnahmen zur Schadensminderung. Die Ergebnisse unterstützen Gebäudeeigentümerinnen und -eigentümer wirksame und kosteneffiziente Lösungen zu finden, die zur Minderung überflutungsbedingter Sachschäden beitragen. Der Hochwasservorsorgeausweis wurde vom Sächsischen Kompetenzzentrum für private Hochwasservorsorge (BDZ e.V.) in Zusammenarbeit mit der Hochschule für Technik und Wirtschaft Dresden entwickelt. Das Gutachten wird durch vom BDZ e.V. ausgebildete Sachkundige mit entsprechender Vorbildung im Bauwesen erstellt. (vgl. BDZ o. J.) Der Freistaat Sachsen fördert die Erstellung des Hochwasservorsorgeausweises oder eines gleichwertigen Gutachtens mit bis zu 80 Prozent, jedoch maximal 1.200 Euro. Außerdem kann auch die Umsetzung von Maßnahmen, die zu einer deutlichen Minderung des Schadenspotenzials führen, mit bis zu 50 Prozent, maximal 20.000 Euro gefördert werden. (vgl. SMUL o. J.)

Tabelle 1: Rechercheergebnisse zu Diskursen bezüglich Klimarisiko-Check bzw. vergleichbaren Instrumenten

Titel des Artikels/ Dokuments	Institution	Forderung/Inhalt	Link
Klimaresilienz stärken: Bausteine für eine strategische Klimarisikovorsorge (2021)	Umweltbundesamt	Einführung eines Klimarisiko-Check, zeigt lokales Risiko, ausgestellt von Expert*innen; Pass kann für/von Versicherungen genutzt werden	Forschungsbericht
Hochwasser-Pass- Schutz für Haus und Leben	Hochwasserkompetenzzentrum	Hochwasserpass ermöglicht es, Schadensrisiko einzuschätzen und bietet Versicherungen eine objektive Basis für die Bewertung von Elementarschadenspolicen	https://www.hochwasserpass.info/
„Hochwasser-Check“ bietet Risiko-Einschätzung für jeden Wohnort	Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft (GDV)	Hochwasser-Check-Tool wird vorgestellt und hervorgehoben, dass er eine Risikoeinschätzung für 22,4 Mio. Adressen bietet	„Hochwasser-Check“ bietet Risiko-Einschätzung für jeden Wohnort Hochwasser-Check fürs Haus: Jetzt Risiko online ermitteln
Hochwasserpass	VdS Schadensverhütung GmbH	Vorstellung des Hochwasserpasses und der relevanten Schritte für Hausbesitzer	Hochwasserpass
Versicherer für Naturgefahrenausweis – Aufklärung und Prävention wichtig (2022)	GDV	Vorschlag der Einführung eines Naturgefahrenausweises: Ausweis soll Übersicht über lokale Naturgefahren und bewerten (Energieausweis als Vorbild) -> ordnet Schadenanfälligkeit des Gebäudes ein	Versicherer für Naturgefahrenausweis - Aufklärung und Prävention wichtig
Versicherer fordern Naturgefahrenausweis für jedes Gebäude (2022)	Pfefferminzia	Berichtet über das GDV Konzept des Naturgefahrenausweis	Versicherer fordern Naturgefahrenausweis für jedes Gebäude - Pfefferminzia.de
German insurers propose natural hazard ID card for buildings (2022)	Commercial risk	Berichtet über das GDV Konzept des Naturgefahrenausweis	German insurers propose cat ID for buildings - Commercial Risk
Hochwasser: Versicherer fordern Naturgefahrenausweis für Häuser	Versicherungsbote	Berichtet über das GDV-Konzept des Naturgefahrenausweis	Hochwasser: Versicherer fordern Naturgefahrenausweis für Häuser - Sparten - Versicherungsbote.de
Versicherer fordern Naturgefahrenausweis (2022)	Tagesspiegel Background	Berichtet über das GDV-Konzept des Naturgefahrenausweis	https://background.tagesspiegel.de/energie-und-klima/briefing/versicherer-fordern-naturgefahrenausweis

Tabelle 2 Internationale und nationale Ansätze zur Risiko- und Gefährdungsbeurteilung von Gebäuden und Liegenschaften

Titel des Instruments	Institution	Forderung/Inhalt	Link
Certificado de riesgo de predios	Kolumbianische Stadtbehörden (z.B. Bogota, Bucaramanga, Santiago de Cali)	Notwendige Bescheinigung im Bauwesen, dient der Identifikation, ob das geplante Gebäude in einer Risikozone von Naturgefahren liegt. Notwendig für die Baugenehmigung in einigen Städten und für die Bewilligung von nationalen Zuschüssen zum Bauen von Gebäuden (z.B. Sozialem Wohnungsbau etc.)	https://www.cali.gov.co/desarrolloinstitucional/publicaciones/176079/como-generar-el-certificado-de-riesgo-de-un-predio/
Diagnostic immobilier: état des risques	Französische Verwaltung	Eigentümer muss Mieter einen Bericht aushändigen, sofern sich die Immobilie in einem gefährdeten Bereich befindet. Es gibt verschiedene Arten von Risikogebieten: technologische Risiken, natürliche Risiken, Bergbaurisiken, Erdbebengebiete, Strahlung und Küstenrückgang. Die hierfür relevanten Daten sind über eine Internetseite abrufbar. Die gefährdeten Bereiche werden von den Präfekturen definiert. (https://www.georisques.gouv.fr/)	https://www.service-public.fr/particuliers/vos-droits/F12239
HORA-Pass	Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Regionen und Wasserwirtschaft (AT)	Basiert auf dem Geodatenportal HORA (Natural Hazard Overview & Risk Assessment Austria www.hora.gv.at) in welches die Risikobereiche mehrerer Naturgefahren (Hochwasser, Lawinen, Erdbeben, Rutschungen, Windspitzen, Blitzdichte, Hagel, Schneelast) umfasst. Bewertet die Gefährdung der Immobilie hinsichtlich der Lage im Verhältnis der hinterlegten Risikobereiche.	https://info.bml.gv.at/themen/wasser/schutz-vor-hochwasser/bewusstsein/hora-pass.html https://info.bml.gv.at/dam/jcr:321813d6-9c3d-49fc-9fce-95a5a7aed01e/BML%20HORA-Pass%20(Beispiel%20Lavam%20C3%BCnd).pdf
Hochwasservorsorgeausweis	Kompetenzzentrum Hochwassereigenvorsorge Sachsen (BDZ e.V.)	Die Erstellung eines Hochwasservorsorgeausweises erfolgt in mehreren Schritten durch zertifizierte Fachpersonen: Ortstermin, Gefährdungsanalyse, Erkundung Bautechnik / Haustechnik, Bewertung der Schadenanfälligkeit im Ausgangszustand, Bauvorsorgekonzept, Bewertung der Schadenanfälligkeit im Zielzustand, Erstellung des Hochwasservorsorgeausweises	https://www.bdz-hochwassereigenvorsorge.de/de/

Zusammenfassung

Die Analyse bestehender Ansätze zeigt mehrere Möglichkeiten für die Umsetzung einer Klimarisikoprüfung oder zumindest einer Gefährdungsanalyse.

Die Pflicht zur Umsetzung in Frankreich und Kolumbien kann durchaus zu einer höheren Sensibilität für Gefahren in der Gesellschaft führen, ist jedoch gleichzeitig mit einem Bürokratieaufwand verbunden. Zudem kann die verpflichtende Durchführung Auswirkungen auf den Wert von Gebäuden haben, wodurch die Akzeptanz des Instruments gefährdet werden kann. Die Ansätze in Frankreich und Kolumbien halten jedoch den Aufwand gering, indem lediglich eine Gefährdungsanalyse durchgeführt wird. In einem ersten Schritt wäre für Deutschland ein ähnlicher Ansatz mit reiner Gefährdungsbeurteilung denkbar.

Jedoch können auch freiwillige Instrumente, wie der Hora-Pass in Österreich und der Hochwasservorsorgeausweis in Sachsen Anreize zur Betrachtung von Risiken geben, insbesondere wenn die Erstellung von Gutachten oder die Umsetzung von Maßnahmen gefördert werden. Ein solcher Pass könnte also ein Fördertatbestand, aber auch eine Fördervoraussetzung werden.

Für eine tiefergehende Betrachtung bei erhöhtem Risiko ist ein Naturgefahrenausweis nach dem Vorschlag des GDV, der auch die Schadensanfälligkeit bewertet, sinnvoll.

Der Blick in andere Länder (Österreich, Frankreich, Kolumbien) zeigt, dass eine Bereitstellung von Instrumenten häufig durch den Staat oder andere öffentliche Institutionen (z.B. auf kommunaler Ebene) erfolgt und die Risikoanalyse bzw. Gefährdungsanalyse teilweise für Bewilligungen von bspw. Baugenehmigungen, Genehmigungen zur Vermietung oder Fördergeldern zum Bauen erforderlich ist. Die Betrachtung von Risiken wird dadurch flächendeckender durchgeführt. Die Motivation von staatlichen Einrichtungen ist dabei unterschiedlich orientiert, Ziele sind beispielsweise Schutz der Mietenden, Nachhaltige Investition staatlicher Gelder oder der Werterhalt des Gebäudebestands.

3.2. Wissenschaftliche Bewertungsmethoden von Klimarisiken bei Gebäuden und Liegenschaften

Auswahl relevanter Veröffentlichungen

Folgende Veröffentlichungen wurden in die Vorauswahl zur weiteren Betrachtung aufgenommen

Veröffentlichungen aus früheren Forschungsvorhaben des BBSR:

- BNB Steckbrief W.03 Klimaresilienz des Bundesministeriums für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen (vgl. BMWSB o. J.)
- Hochwasserschutzfibel des Bundesministeriums für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen (vgl. BBSR/RZB/HTWD 2022)
- GIS Immorisik des Bundesinstituts für Bau-, Stadt- und Raumforschung (vgl. BBSR 2018)
- Klimaangepasste Gebäude und Liegenschaften vom Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (Leistner et al. 2023)

Veröffentlichungen mit Beteiligung der HTW Dresden:

- INKLIBAU des Umweltamtes Dresden in Zusammenarbeit mit dem Ingenieurbüro GB1 Ingenieure (vgl. Landeshauptstadt Dresden 2024; GB1 Ingenieure 2022)

- Hochwasservorsorgeausweis des Kompetenzzentrums Hochwassereigenvorsorge Sachsen (vgl. BDZ o. J.; Golz/Stich 2023: 32–38)

Bekannte Zertifizierungssysteme des nachhaltigen Bauens:

- DGNB Steckbriefe SITE 1.1 Mikrostandort (vgl. DGNB 2023b) und ECO 2.6 Klimaresilienz (vgl. DGNB 2023a) der Deutschen Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen
- LEED des US Green Building Council (vgl. USGBC o. J.)
- BREEAM Building Research Establishment aus Großbritannien (vgl. TÜV 2024; vgl. TÜV 2022)

Veröffentlichungen im Zusammenhang mit der Klimaanpassung nach EU-Taxonomie:

- EU-Level Technical Guide for Adapting Building to Climate Change der Europäischen Kommission (vgl. EC 2023a)
- EU-Level Technical Guide for Adapting Building to Climate Change – Best Practice Guide der Europäischen Kommission (vgl. EC 2023b)

Der „EU-Level Technical Guide for Adapting Buildings to Climate Change“ (vgl. EC 2023a: 27,44) listet dabei verschiedene Veröffentlichungen zu dem Thema auf und gibt die jeweiligen Stärken und Schwächen wieder. Von diesen Methoden beziehen sich jedoch viele nicht spezifisch auf Gebäude oder geben keine konkrete Methodik zur Bewertung vor. Zu einigen der gelisteten Bewertungstools sind zudem keine Information zur angewandten Methodik verfügbar. Deshalb wird nur das Web-Tool Bat-ADAPT (Calderon et al. 2024) in die Betrachtung aufgenommen.

Betrachtete Vergleichsparameter

Für die Gegenüberstellung der wissenschaftlichen Bewertungsansätze zur Klimaanpassung von Gebäuden und Liegenschaften dient zunächst eine Übersichts-Tabelle. Die Zusammenstellung erfolgt in der beigefügten Excel-Tabelle in Anhang A.

Zu den ausgewählten Veröffentlichungen werden die folgenden Informationen zusammengestellt: Autoren, Veröffentlichungsdatum, Zielgruppe, Art der Bewertung, Systemgrenzen für Klimaeinwirkungen und Objekte, verwendete Datengrundlage zur Gefährdung, Bewertungskriterien zur Vulnerabilität und definierte Schutzziele. Zudem werden Stärken und Schwächen angegeben. Für die Datengrundlagen zur Gefährdungsbeurteilung und die Bewertungskriterien zur Vulnerabilität werden zur besseren Übersichtlichkeit einzelne Spalten für die sechs am häufigsten betrachteten Klimaeinwirkungen Hitze, Starkregen, Hochwasser, Sturm, Hagel und Schnee erstellt. Alle weiteren, nur in vereinzelt veröffentlichten betrachteten Klimaeinwirkungen werden in den jeweiligen Spalten „Weitere“ zusammengefasst.

Gegenüberstellung

Für eine detaillierte Gegenüberstellung werden sechs relevante Veröffentlichungen ausgewählt. In der Auswahl sollen verschiedene Arten der Bewertung und verschiedene Detaillierungsgrade abgebildet werden.

Dazu werden zunächst wenig relevante Veröffentlichungen ausgeschlossen, weil sie sich bspw. nur auf eine Klimaeinwirkung beziehen, keine quantitative/qualitative Bewertung vornehmen, nicht spezifisch für Gebäude sind, oder keine zukünftigen klimatischen Ereignisse betrachten. Hierzu zählen die Bewertung in den Zertifizierungssystemen DGNB, LEED und BREEAM, der Handlungsleitfaden INKLBAU vom Umweltamt Dresden (vgl. Landeshauptstadt Dresden 2024) und die Hochwasserschutzfibel (vgl. BBSR/RZB/HTWD 2022)

Der Hochwasservorsorgeausweis bezieht sich ebenfalls nur auf die Klimaeinwirkungen Hochwasser und Starkregen, wird dennoch aufgenommen, da dieser als einziges methodisch eine Bewertung in Form eines Gutachtens vorgibt und damit den höchsten Detaillierungsgrad aufweist. Die Veröffentlichungen „EU-Level-Technical Guidance for Adapting Buildings to Climate Change – Best Practice Guidance“ (vgl. EC 2023b) und „Klimaangepasste Gebäude und Liegenschaften“ (Leistner et al. 2023) nehmen keine direkte Bewertung vor, sollen an dieser Stelle dennoch mit aufgenommen werden, da die Handlungsleitfäden sehr detailliert sind und damit relevante Hintergrundinformationen liefern, aus denen sich Bewertungen ableiten lassen. Die aufgenommenen Ansätze zur Klimarisikobewertung werden in der folgenden Tabelle zusammenfassend dargestellt.

Tabelle 3: Übersicht zu Bewertungsmethoden

Name	Institution	Anwendende	Methode	Objekt	Vorgabe von Schutzzielen	Stärken	Schwächen
BNB 2.0 W.03 Klimaresilienz (unveröffentlicht)	BBSR	Fachkundige Zertifizierungskordinatorinnen und -koordinatoren	Checkliste	Öffentliche Gebäude (Büro, Bildung, Labor)	Ja, durch die klare Vorgabe von Daten für die Gefährdung (mit Klimaszenario)	<ul style="list-style-type: none"> - umfangreiche, quantitative Bewertung - durch freie Maßnahmen individuell anwendbar - Vorgabe von Daten und Einordnung der Gefährdungsbeurteilung - Auswirkungen von Maßnahmen auf andere Gefahren werden für die freien Maßnahmen abgebildet 	- keine isolierte Bewertung, Teil des BNB-Zertifikats
Hochwasservorsorgeausweis (2021)	BDZ	Sachverständige	Gutachten	Gebäude in Sachsen	Nein, sind nach Sicherheitsanforderungen der Eigentümerinnen und Eigentümer zu definieren	<ul style="list-style-type: none"> - sehr umfangreiche Bewertung, die individuell auf das Gebäude eingeht - quantitative Bewertung 	<ul style="list-style-type: none"> - Ausbildung von Sachverständigen notwendig - keine Berücksichtigung von Klimaprojektionen - hoher Aufwand - nur Hochwasser und Starkregen
GIS-Immorisk (2016)	BBSR	Eigentümerinnen und Eigentümer	Web-Tool	Wohngebäude	Ja, durch die Vorgabe der Gefährdungskarten (mit Klimaszenario)	<ul style="list-style-type: none"> - einfache Anwendung mit schnellen Ergebnissen - kann durch Eigentümer selbst angewendet werden - online frei verfügbar 	<ul style="list-style-type: none"> - veraltete Datengrundlage - nur für Wohngebäude

Name	Institution	Anwendende	Methode	Objekt	Vorgabe von Schutzzielen	Stärken	Schwächen
EU-Level Technical Guidance (2023)	EU - Kommission	Entscheidungs tragende	Handlungsleitfaden	Gebäude	keine Angabe	<ul style="list-style-type: none"> - Fokus liegt auf den Risiken durch den Klimawandel - großer Umfang an Klimaeinwirkungen wird abgebildet - Auswirkungen von Maßnahmen auf andere Klimaeinwirkungen werden abgebildet 	<ul style="list-style-type: none"> - keine Bewertung - keine Gefährdungsbeurteilung
Bat-ADAPT (2024)	OID	Eigentümerinnen und Eigentümer	Web-Tool	Gebäude	Ja, durch die Vorgabe von Gefährdungskarten (mit Klimaszenario)	<ul style="list-style-type: none"> - einfache Anwendung mit schnellen Ergebnissen - kann durch Eigentümer selbst angewendet werden - online frei verfügbar 	<ul style="list-style-type: none"> - grobe Einschätzung anhand weniger Parameter - Hochwasser und Starkregen werden zusammen betrachtet - für viele Klimaeinwirkungen noch nicht verfügbar
Klima-angepasste Gebäude und Liegen-schaften (2022)	BBSR	Planende/ Eigentümerinnen und Eigentümer	Handlungsleitfaden	Gebäude	keine Angabe	<ul style="list-style-type: none"> - umfangreiche Auflistung von Anpassungsmaßnahmen 	<ul style="list-style-type: none"> - keine Bewertung - keine Gefährdungsbeurteilung

Zum Vergleich der Bewertungsansätze werden weitere Tabellen erstellt. In diesen sollen die bewerteten Klimaeinwirkungen, die Datengrundlagen für die Gefährdungsbeurteilung und die Kriterien zur Erfassung der Vulnerabilität des Gebäudes übersichtlich dargestellt werden.

Die Tabelle 5 gibt dazu die jeweils bewerteten Klimaeinwirkungen wieder und ob für die zugehörige Gefährdungsbeurteilung konkrete Daten vorgegeben werden. Zur Gefährdungsbeurteilung wird außerdem dargestellt, ob diese lediglich vergangene Ereignisse betrachtet oder auch Klimaprojektionen berücksichtigt. Die Angaben werden wie folgt dargestellt:

Tabelle 4 Zeichenlegende für die Tabelle 5

Zeichen	Bedeutung
-	keine Bewertung
o	Bewertung anhand aktueller/historischer Daten
x	Bewertung mit aktuellen/historischen Daten und Klimaprojektionen
(x)	keine direkte Gefährdungsbewertung (bspw. nur Verweis auf Tools, Darstellung von Änderungssignalen etc.)
(-)	noch im Aufbau

Tabelle 5: Bewertete Klimaeinwirkungen und Art der zugrundeliegenden Daten für die Gefährdungsbeurteilung (Zeichenlegende in Tabelle 4)

Klimaeinwirkung	BNB 2.0	HwVA	GIS-Immo-risk	EU-Level	Bat-ADAPT	KLIBAU
Hitze	X	-	X	(X)	X	(X)
Starkregen	X	o	X	(X)	X	(X)
Hochwasser	o	o		(X)	X	(X)
Hagel	o	-	X	-	-	(X)
Sturm/Wind	o	-	X	(X)	(-)	(X)
Schnee	o	-	o	-	-	-
Waldbrand	-	-	X	(X)	X	-
Erdbeben	-	-	o	-	-	-
Blitzschlag	-	-	o	-	-	-
Dürre	-	-	-	(X)	(-)	-
Kälte	-	-	-	-	(-)	-
Küstengefahren	-	-	-	-	(-)	-
Erdrutsch	-	-	-	-	(-)	-
Setzungen	-	-	-	(X)	-	-

Für den Vergleich der Vulnerabilitätsbewertung werden einzelne Tabellen für die verschiedenen Klimaeinwirkungen erstellt. Dabei wird nur die Vulnerabilität gegenüber jenen Klimaeinwirkungen detailliert betrachtet, die aufgrund der Betrachtung in mehreren Instrumenten als besonders relevant eingestuft werden. Die Klimaeinwirkungen sind Hitze, Starkregen, Hochwasser, Sturm/Wind und Hagel. Die Klimaeinwirkungen Schnee und Waldbrand werden ebenfalls in mehreren Tools betrachtet, werden für die folgenden Betrachtungen jedoch nicht detailliert aufgenommen, es für diese Klimaeinwirkungen zum einen keine eindeutigen Änderungssignale aufgrund des Klimawandels gibt (vgl. IPCC 2023a) und gleichzeitig in der technischen Normung und Gesetzen zum Brandschutz in Deutschland ausreichend berücksichtigt werden.

Aufgrund der schwierigen Vergleichbarkeit der verschiedenen Bewertungsmethoden werden im Folgenden für jede Klimaeinwirkung relevante Oberkategorien definiert. Zur Vereinheitlichung werden im Folgenden auch Empfehlungen, die in den Handlungsleitfäden aufgeführt werden, als Bewertungskriterien bezeichnet. Instrumente, die einzelne Klimaeinwirkungen nicht bewerten, werden in den betreffenden Tabellen dennoch aufgeführt, die Felder jedoch leer gelassen. Kriterien, die nur in einer der Veröffentlichungen genannt werden, werden aus dem Vergleich ausgeschlossen.

Zudem werden aufgrund der unterschiedlichen Verwendung der Begriffe (siehe 0) unter dem Begriff Vulnerabilität alle bauwerks- und standortspezifischen Begriffe zusammengefasst, dazu zählen die Sensitivität, Widerstandsfähigkeit, Exposition und Anpassungskapazität. Dies ermöglicht eine Vergleichbarkeit über die verschiedenen Risikokonzepte hinweg.

Die detaillierte Darstellung der Kriterien zur Vulnerabilitätsbewertung findet sich in der übergeordneten Excel-Tabelle (Anhang A).

Klimaeinwirkung Hitze

- **Umgebung:** Liegenschaft und/oder weitere Umgebung, bspw. die Bebauungsdichte, versiegelte Flächen bzw. Grünflächen, blaue Infrastruktur, Bäume
- **Fassade:** Albedo (Farbe bzw. Reflexionsgrad) der Fassade
- **Bauweise:** vorhandene thermische Speichermassen des Gebäudes, beispielsweise das Material der Außenwände oder des Dachs oder die Bauweise gemäß DIN V 18599-2
- **Fensterflächenanteil/-ausrichtung:** Fensterflächenanteil an exponierten Fassaden (Süd/Ost/West) oder die Ausrichtung der Fenster im Allgemeinen
- **Dämmung:** Dämmstandard, die Dämmung des Dachgeschosses oder die Lage der Dämmung im Wand-/Dachaufbau
- **Passive (Nacht)Lüftung:** passive Lüftung bzw. Möglichkeiten zur Nachtlüftung, wie bspw. Kaminwirkungen, öffnbare Oberlichter, Möglichkeiten zur Querlüftung
- **Aktive Kühlung:** Klimaanlage oder eine andere aktive Kühlung
- **Sonnenschutz:** permanente oder bewegliche Sonnenschutzvorrichtungen
- **Dach/Fassadenbegrünung:** Begrünung des Daches oder der Fassade

Tabelle 6: Kriterien zur Vulnerabilitätsbewertung gegenüber Hitze

Kategorie	BNB 2.0	HwVA	GIS-Immorisk	Bat-ADAPT	EU-Level	KLIBAU
Umgebung	x			x		x
Fassade	x			x	x	x
Bauweise	x		x	x	x	x
Fensterflächenanteil/-ausrichtung	x		x	x		x
Dämmung	x		x	x	x	x
Passive Lüftung	x		x	x	x	
Aktive Kühlung			x	x	x	
Sonnenschutz	x		x	x	x	x
Dach-/Fassadenbegrünung				x	x	x

Klimaeinwirkung Starkregen

- **Umgebung:** Liegenschaft und/oder weitere Umgebung, bspw. Vorhandensein großer versiegelter Flächen, Lage am Hang oder in einer Senke oder Nähe zu Gewässern
- **Boden:** Bodenbeschaffenheit auf der Liegenschaft hinsichtlich der Durchlässigkeit und Versiegelung
- **Fassade/Wand:** Beständigkeit der Fassade oder Wand, bspw. wasserabweisender Putz, konstruktiver Holzschutz von Holzfassaden, einschalige oder zweischalige Konstruktion, Vorsehen einer entsprechenden Wandbauart nach DIN 4108-3

- **Dach-/Fassadenbegrünung:** Begrünung der Fassaden oder des Daches
- **Öffnungen:** Lage und Ausbildung von Gebäudeöffnungen, Dichtung von Fenstern, Überdachungen tieferliegender Gebäudeöffnungen oder Bemessung von Oberkanten der Öffnungen
- **Entwässerung:** Entwässerungssystem des Daches bspw. Lage, Anschluss an öffentliche Abwassersysteme, Bemessung für zukünftige Klimaeinwirkungen oder letzte Wartung
- **Notüberlauf:** vorhandene Notüberläufe an Dachrinnen oder Balkonen/Dachterrassen
- **Rückstausicherung/Abwasserhebeanlagen:** Vorsehen von Rückstausicherungen und/oder Abwasserhebeanlagen
- **Dachneigung:** Dachneigung von Flachdächern
- **Dachüberstände:** Vorhandensein bzw. Größe von Dachüberständen zum Schutz der Fassade
- **Versickerung/Speicherung von Niederschlagswasser:** Versickerung von Niederschlagswasser auf dem Grundstück bspw. Nachweis über einen Überflutungsnachweises oder Speicherung in Regenwassertanks oder Retentionsdächern
- **Technik im UG:** im Untergeschoss befindliche Technik, die im Falle einer Flutung beschädigt wird und/oder bspw. durch das Auslaufen von Heizöl zu schwerwiegenderen Schäden am Bauwerk führt
- **Wasserleitende Strukturen:** Errichtung von Strukturen auf der Liegenschaft, die das Wasser vom Gebäude weggleiten

Tabelle 7: Kriterien zur Vulnerabilitätsbewertung gegenüber Starkregen

Kategorie	BNB 2.0	HwVA	GIS-Immorisk	Bat-ADAPT	EU-Level	KLIBAU
Umgebung	x	x		x		x
Boden	x			x	x	
Fassade/Wand	x	x	x		x	x
Dach/Fassadenbegrünung					x	x
Öffnungen	x	x			x	
Entwässerung			x		x	x
Notüberlauf	x		x			
Rückstausicherung/ Abwasserhebeanlage	x	x			x	
Dachneigung	x		x			x
Dachüberstände	x		x			
Versickerung / Speicherung von Niederschlagswasser	x				x	x
Technik im UG	x			x		
wasserleitende Strukturen	x				x	

Klimaeinwirkung Hochwasser

- **Umgebung:** Liegenschaft und/oder weitere Umgebung, bspw. das Vorhandensein versiegelter Flächen bzw. Grünflächen, eine Lage am Hang oder die Nähe zu Gewässern
- **Gründung:** Bewertung der Gründung des Gebäudes hinsichtlich der Auftriebssicherheit, der Möglichkeit einer Unterströmung oder einer Aufständering des Gebäudes
- **Wandaufbau:** Bewertung des Wandaufbaus oder der Wandabdichtung
- **Kellerabdichtung:** Abdichtung des Kellers bspw. weiße/schwarze Wanne
- **Öffnungen:** Vorhandensein und/oder die Ausführung von Gebäudeöffnungen unterhalb des möglichen Wasserstandes
- **Rückstausicherung/Abwasserhebeanlagen:** Vorsehen von Rückstausicherungen und/oder Abwasserhebeanlagen
- **Hochwasserschutzeinrichtungen:** Vorhandensein mobiler oder temporärer Hochwasserschutzeinrichtungen
- **Technik im UG:** Lagerung von Elektroinstallationen oder wassergefährdenden Stoffen im Keller
- **Hauseinführungen:** Durchführung von Ver- und Entsorgungsleitungen durch die Gebäudehülle

Tabelle 8: Kriterien zur Vulnerabilitätsbewertung gegenüber Hochwasser

Kategorie	BNB 2.0	HwVA	GIS-Immorisk	Bat-ADAPT	EU-Level	KLIBAU
Umgebung	x	x		x		x
Gründung	x				x	
Wandaufbau	x	x			x	x
Kellerabdichtung	x	x			x	x
Öffnungen	x	x				x
Rückstausicherung/ Abwasserhebeanlage	x	x				x
Hochwasserschutzeinrichtungen	x	x			x	
Technik im UG	x			x	x	x
Hauseinführungen	x	x				

Klimaeinwirkung Sturm / Wind

- **Gebäudeform:** Gebäudeform, bspw. hinsichtlich der Höhe, Kubatur oder Aerodynamik
- **Dach:** konstruktive Eigenschaften des Daches bspw. leichter Dachaufbau, Aerodynamik der Attika, Sturmbänder, Kreuzverband, Dachüberstände, Neigung, Gauben
- **Dachbemessung:** Bemessung der Dachkonstruktion oder der Dachaufbauten für eine höhere Einwirkungsklasse als vorgeschrieben
- **Sonnenschutz:** Vorhandensein von außenliegendem Sonnenschutz bzw. Material und Beweglichkeit des Sonnenschutzes

- **Sturmhaken/-Klammern:** Befestigung von Dacheindeckungen und/oder Fenstern mit Sturmhaken/-klammern
- **Windsensoren:** automatisierte Steuerung von beweglichem Sonnenschutz mit Windsensoren
- **Photovoltaik:** Photovoltaikanlagen auf dem Dach hinsichtlich Befestigung, Aerodynamische Konstruktion

Tabelle 9: Kriterien zur Vulnerabilitätsbewertung gegenüber Sturm/Wind

Kategorie	BNB 2.0	HwVA	GIS-Immorisk	Bat-ADAPT	EU-Level	KLIBAU
Gebäudeform	X				X	
Dach	X				X	X
Dachbemessung	X				X	
Sonnenschutz	X					X
Sturmhaken/-Klammern	X				X	X
Windsensoren	X					X
Photovoltaik	X					X

Klimaeinwirkung Hagel

- **Lichtkuppeln/Dachfenster:** Widerstandsfähigkeit von Lichtkuppeln/Dachfenstern gegenüber Hagel bspw. anhand der Hagelwiderstandsklasse gem. Schweizer Hagelregister und /oder Schutz von Lichtkuppeln/Dachfenstern bspw. mit Hagelnetzen
- **Photovoltaik/Solarthermie:** Vorhandensein und/oder die Widerstandsfähigkeit von Photovoltaikanlagen und/oder Solarthermieanlagen
- **Fassade:** Hagelwiderstandsfähigkeit der Fassade des Gebäudes bspw. anhand des verwendeten Materials, der Zugfestigkeit des Putzsystems oder der Hagelwiderstandsklasse gem. Schweizer Hagelregister
- **Sonnenschutz:** Vorhandensein von außenliegendem Sonnenschutz bzw. Material und Beweglichkeit des Sonnenschutzes
- **Dachhaut:** Schutz der Dachhaut bspw. Vorhandensein einer freiliegenden Dachabdichtung, das Aufbringen von schützenden Kiesschichten auf der Abdichtung, das Material der Dacheindeckung
- **Entwässerung:** Entwässerungssystem bspw. die Lage oder die Zugänglichkeit von Notüberläufen
- **Dachüberstände:** Größe von Dachüberständen

Tabelle 10: Kriterien zur Vulnerabilitätsbewertung gegenüber Hagel

Kategorie	BNB 2.0	HwVA	GIS-Immorisk	Bat-ADAPT	EU-Level	KLIBAU
Lichtkuppeln/Dachfenster	x					x
Photovoltaik/Solarthermie	x		x			
Fassade	x		x			x
Sonnenschutz	x		x			x
Dachhaut	x		x			x
Entwässerung	x		x			x
Dachüberstände	x		x			

Zusammenfassung

Die Analyse bestehender wissenschaftlicher Veröffentlichungen zur Klimarisikobewertung zeigt, dass insbesondere öffentliche Institutionen, wie beispielsweise die Europäische Kommission, das BBSR oder die Stadt Dresden die Forschung in diesem Themenfeld voranbringen. Es wird jedoch nur in wenigen Fällen eine konkrete Bewertungsmethodik für Gebäude und Liegenschaften vorgegeben, mit denen ein quantitatives oder qualitatives Ergebnis der Klimarisikobetrachtung erzeugt wird. Häufig handelt es sich stattdessen um Handlungsleitfäden für eine Anpassung an Klimarisiken im Allgemeinen oder grundsätzliche Vorgehensweisen ohne konkreten Bezug zu Gebäuden.

Unter den im Detail analysierten Instrumenten nehmen vier von sechs eine direkte Bewertung vor, davon sind zwei Web-Tools, eins eine Checkliste und eins ein umfangreiches Muster für ein Gutachten. Je nach Umfang und Detailgrad bedarf die Durchführung unterschiedliche Fachkenntnisse. Während bspw. das GIS-Immorisk von Eigentümerinnen und Eigentümern direkt angewandt werden kann, wird der Hochwasservorsorgeausweis von ausgebildeten Sachkundigen erstellt. Einige der untersuchten Instrumente sind dabei auf verschiedene Gebäudetypen anwendbar und sowohl auf den Neubau als auch auf Bestandsgebäude. Die meisten Bewertungsmethoden geben außerdem konkrete Schutzziele und zugehörige Daten für eine Gefährdungsbeurteilung vor. In allen Fällen wird dabei Starkregen betrachtet und in den meisten Hitze, Hochwasser und Windeinwirkungen, während Hagel, Schnee, Waldbrand und Dürre nur in einigen Instrumenten betrachtet werden und Erdbeben, Blitzschlag, Kälte, Küstengefahren, Erdbeben und Setzungen nur in jeweils einem. Für die Gefährdung werden außerdem in vielen Fällen Klimaprognosen einbezogen und dafür konkrete Daten vorgegeben, hinsichtlich der verwendeten Klimaszenarien weichen die Instrumente jedoch voneinander ab. Die Tendenz geht dennoch grundsätzlich zur Betrachtung von Szenarien mit mittleren bis hohen Emissionen. In der Vulnerabilitätsbewertung sind grundsätzlich bei allen Klimaeinwirkungen Ähnlichkeiten zwischen den Instrumenten erkennbar. Der Steckbrief W.03 der BNB-Zertifizierung 2.0 deckt dabei die meisten Bewertungsaspekte ab, die auch in anderen Instrumenten betrachtet werden.

Grundsätzlich lassen sich in den untersuchten Instrumenten jeweilige Stärken identifizieren, die für einen Klimarisiko-Check verwertet und aufgegriffen werden können, um eine Balance zwischen verschiedenen Anforderungen zu finden. Bei den Klimaeinwirkungen sollte der Fokus grundsätzlich auf Starkregen, Hochwasser, Hitze und Sturm liegen, Hagel und Schnee werden seltener bewertet, zumindest Hagel könnte aufgrund des großen Schadenspotenzial dennoch in einen Klimarisiko-Check aufgenommen werden. Waldbrand spielt aktuell in Deutschland in Bezug auf das Risiko von Gebäuden eher eine untergeordnete Rolle, interessant ist hier dennoch der Ansatz von Bat-

ADAPT, bei dem für die Gefährdung neben Klimadaten auch die Nähe von Siedlungen zu Waldflächen analysiert wird. (vgl. Calderon et al. 2024: 93) Die analysierten Instrumente geben in den meisten Fällen Schutzziele für die Gefährdungsbeurteilung vor, dies ist für eine einfache Anwendung und einheitliche Bewertung grundsätzlich als sinnvoll zu bewerten.

Für die Bewertung der Vulnerabilität sollte der Fokus auf den häufig aufgegriffenen Kriterien liegen, bei den anderen kann individuell eine Relevanz abgeschätzt werden. Grundsätzlich kann durch die Analyse auf einen umfangreichen Katalog an Bewertungskriterien zurückgegriffen werden.

Aus dem BNB-Steckbrief und dem Handlungsleitfaden der Europäischen Kommission können zudem Auswirkungen von Maßnahmen auf andere Klimaeinwirkungen entnommen werden, die wichtig für einen ganzheitlichen Ansatz sind.

Eine Tendenz zu einem einheitlichen Format für eine Klimarisikobewertung konnte nicht identifiziert werden. Das Format bestimmt dabei auch den Detailgrad und den Aufwand der Bewertung. Während Web-Tools einfach in der Handhabung sind, können Checklisten oder Gutachten besser auf die individuellen Gegebenheiten der Gebäude eingehen, erfordern jedoch fachkundige Anwender. Fraglich bleibt außerdem welches Klimaszenario für die Bewertung der zukünftigen Gefährdung herangezogen werden sollte. Hierzu kann eine Orientierung an den Vorgaben der EU-Taxonomie sinnvoll sein. Diese wird auch in dem Leitfaden des Umweltbundesamtes zur „Durchführung einer robusten Klimarisiko- und Vulnerabilitätsanalyse nach EU-Taxonomie“ (vgl. Dorsch/Kind/Fleischmann 2022) aufgegriffen. Demnach wird die Verwendung von einem pessimistischen und einem optimistischen Fall empfohlen, um die Bandbreite der möglichen Auswirkungen abzubilden. Konkret wird vorgeschlagen das 15. und das 85. Perzentil des RCP8.5-Szenarios zu verwenden. (vgl. Dorsch/Kind/Fleischmann 2022: 20). In Anlehnung an die zukünftige Klimarisikoanalyse für Deutschland wird die Verwendung des SSP3-7.0 (Shared Socioeconomics Pathways) empfohlen, sobald regionalisierte Daten vorliegen.

3.3. Normative Regelungen zu Bewertungsmethoden

Eine Recherche zu normativen Bewertungsmethoden in Bezug auf das Klimarisiko von Gebäuden und Liegenschaften ergab, dass abgesehen von den DIN EN ISO 14090 bzw. DIN EN ISO 14091 „Anpassungen an die Folgen des Klimawandels“ keine weiteren Normen diese Thematik allumfassend regeln.

Während die DIN EN ISO 14090:2019 die Grundsätze, Anforderungen und Leitlinien zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels regelt, geht die DIN EN ISO 14091:2021 (im folgenden DIN EN ISO 14091) genauer auf die Vulnerabilität, Auswirkungen und die Risikobewertung ein und wird deshalb im Folgenden detaillierter betrachtet.

Die DIN EN ISO 14091:2021 beschreibt das Vorgehen zur Erstellung von Klimarisikobewertungen von Systemen. Die Norm ist dabei sehr breit gefasst und lässt sich auf unterschiedliche Bereiche übertragen, bspw. Infrastrukturbauten, Unternehmen, landwirtschaftliche Betriebe, Gemeinden, Regionen aber auch Gebäude. Die Klimaeinwirkungen können je nach System individuell definiert werden. Das Vorgehen unterscheidet sich in einigen Punkten grundlegend von den in Kapitel 3.2 analysierten Instrumenten.

Definition „Risiko“

Das Risikokzept richtet sich in der DIN EN ISO 14091 nach den Definitionen des fünften Synthesis-Report des IPCC (vgl. Pachauri/Mayer 2015). Demnach setzt sich das Risiko aus der Gefährdung (hazard), der Exposition (exposure) und der Vulnerabilität (vulnerability) zusammen (siehe **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**). Während sowohl im fünften, als auch im aktuellen, sechsten Synthesis-Report des IPCC der Begriff Vulnerabilität verwendet wird (vgl. Dasgupta et al. 2023: 2921; Pachauri/Mayer 2015), nimmt die DIN EN ISO 14091 aufgrund der Vieldeutigkeit des Begriffs von diesem Abstand und verwendet stattdessen die Sensitivität.

Tabelle 11 Gegenüberstellung von Risikokzepten verschiedener Veröffentlichungen

Quelle	Risikokzept
DIN EN ISO 14091:2021	Gefährdung x Exposition x Sensitivität = Risiko
EU-Level-Technical Guidance for Adapting Buildings to Climate Change – Best Practice Guidance	Sensitivität x Exposition = Vulnerabilität Wahrscheinlichkeit x Folgen = Risiko
IPCC 6th Synthesis Report	Gefährdung x Exposition x Vulnerabilität = Risiko
BNB 2.0	Gefährdung x Vulnerabilität = Handlungsbedarf Gefährdung x Vulnerabilität x Anpassung = (Risiko)
GIS-Immorisk	Gefährdung x Widerstandsfähigkeit = Risiko
Bat-ADAPT	Exposition x Vulnerabilität = Risiko

Zusätzlich ist die Anpassungskapazität von zentraler Bedeutung und wirkt durch eine mögliche Veränderung der Exposition und Sensitivität auf das Risiko in der Zukunft ein.

Im Vergleich setzen sich die Begriffe bspw. in dem in Kapitel 3.2 beschriebenen EU-Level Technical Guidance on Adapting Buildings to Climate Change (vgl. EC 2023a) anders zusammen. Hier bestimmt die Gefährdung direkt die Exposition, welche wiederum zusammen mit der Sensitivität die Vulnerabilität bestimmt. Das Risiko setzt sich aus der Wahrscheinlichkeit des Auftretens einer Klimaeinwirkung und die Folgen dieser zusammen. Ein genauer Zusammenhang zwischen Vulnerabilität und Risiko wird nicht erläutert.

Im Bewertungssystem Nachhaltiges Bauen 2.0 (vgl. BMWSB o. J.) wird dagegen die Gefährdungsbeurteilung als Mindestanforderung festgesetzt. Darüber hinaus wird eine „Klimarisikoanalyse“ gefordert. Der Begriff „Risiko“ wird nicht explizit in der Methodenbeschreibung verwendet, der „Handlungsbedarf“ kann jedoch damit gleichgesetzt werden. Dieser wird aus der Gefährdung und der Vulnerabilität bestimmt. Auch die „Exposition“ wird hier nicht verwendet. Elemente, welche unter die Exposition fallen würden, werden hier (wie auch in anderen Quellen (vgl. Calderon et al. 2024; vgl. BBSR 2018) unter der Vulnerabilität gelistet (bspw. versiegelte Flächen in der Umgebung). Dies folgt der Definition von Vulnerabilität als Zusammenspiel aus Sensitivität und Exposition, wie sie von der Europäischen Kommission erläutert wird. (vgl. EC 2023a)

Die Bewertungen im Bat-ADAPT Bewertungssystem (Calderon et al. 2024) beziehen sich ebenfalls auf die IPCC, definieren das Risiko aber als Zusammenspiel aus Exposition und Vulnerabilität. Das GIS-Immorsik (vgl. BBSR 2018) kann dagegen eher mit dem BNB verglichen werden, wobei hier statt „Vulnerabilität“ die „Widerstandsfähigkeit“ verwendet wird und keine Anpassungen berücksichtigt werden.

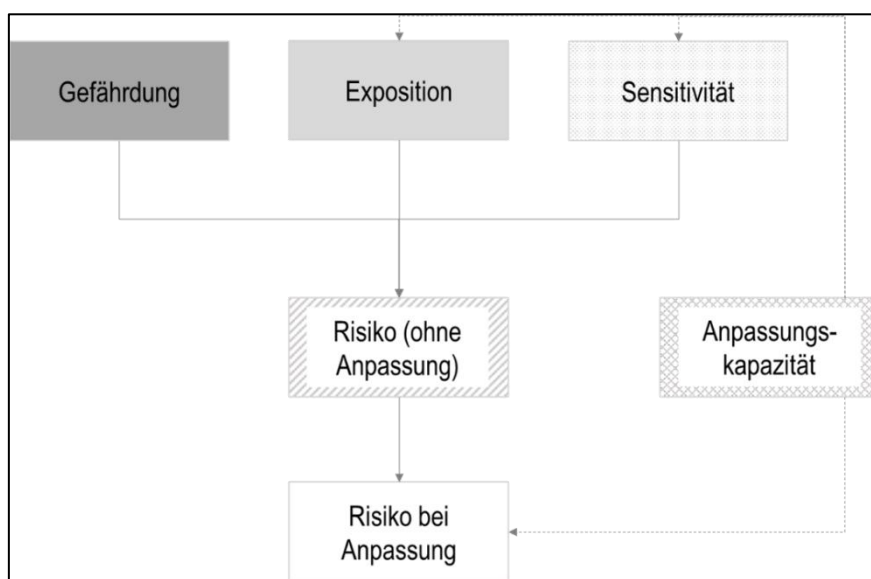


Abbildung 1 Risikokonzept nach DIN EN ISO 14091

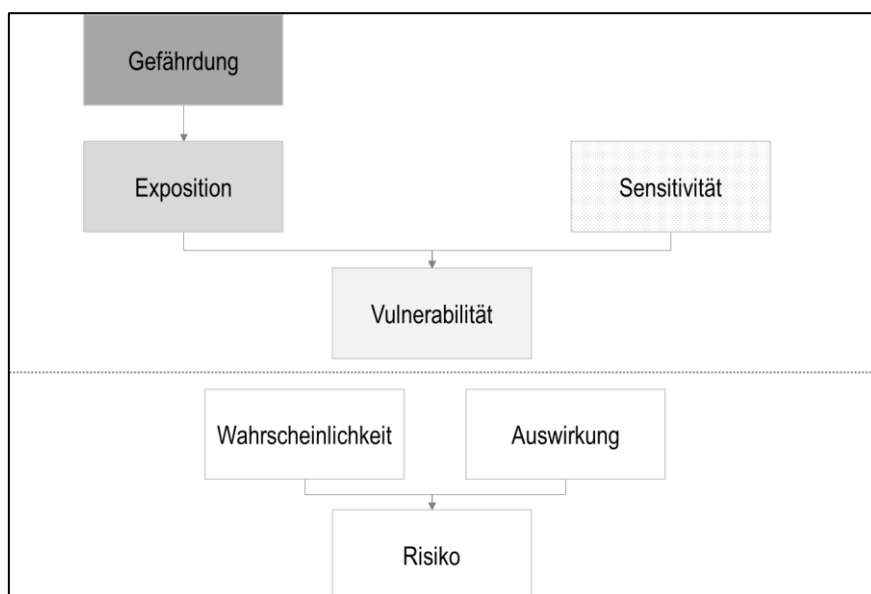


Abbildung 2 Risikokonzept nach EU-Level-Technical Guidance (eigene Darstellung (vgl. EC 2023a))

Methodik der Klimarisikoanalyse

Neben der Definition eines Risikokonzeptes formuliert die DIN EN ISO 14091 konkrete Schritte zur Erstellung einer Klimarisikoanalyse. Diese sind wie folgt:

1. Screening der Auswirkungen und Erstellung von Wirkungsketten
2. Ermittlung der Indikatoren
3. Erhebung und Verwaltung der Daten
4. Aggregation von Indikatoren und Risikokomponenten
5. Bewertung der Anpassungskapazität
6. Interpretation und Evaluierung der Ergebnisse
7. Analyse sektorenübergreifender wechselseitiger Abhängigkeiten
8. Unabhängige Überprüfung

Zentrale Elemente für die Risikobewertung sind dabei das Screening der Auswirkungen, die Erstellung von Wirkungsketten, die Ermittlung der Indikatoren und die anschließende Aggregation. Die möglichen Auswirkungen des Klimawandels stehen dabei im Zentrum der Betrachtungen.

Dagegen ist die Methodik nach EU-Level (vgl. EC 2023a) etwas anders aufgebaut. Hier erfolgt in Phase 0 zunächst ebenfalls ein (Pre-)Screening, aber mit den Klimaeinwirkungen im Zentrum der Betrachtungen. Für jede Klimaeinwirkung werden daraufhin in Phase 1 – „Screening“ die Exposition und die Sensitivität bestimmt und anschließend zur Vulnerabilität aggregiert. Das Risiko wird in Phase 2 – „Risikobewertung“ aus der Wahrscheinlichkeit und den Folgen bestimmt. Die Folgen beinhalten dabei neben den physischen Schäden auch die Auswirkungen auf die Gesundheit der Nutzenden, kulturelles Erbe, Umwelt und Reputation und die finanziellen Schäden.

Die Methodik wird entsprechend in der DIN EN ISO 14091 deutlich detaillierter beschrieben und ermöglicht eine leichtere Anwendung. Der Vergleich zeigt, dass keines der untersuchten Instrumente eine normkonforme Klimarisikoanalyse ermöglicht, insbesondere aufgrund der fehlenden Erstellung von Wirkungsketten. In den Instrumenten werden in der Regel nur einzelne Indikatoren aufgegriffen, ohne die Wirkzusammenhänge von Klimaeinwirkung und Gebäude und Liegenschaft nachzuvollziehen und zu dokumentieren.

Spezifische Normen und Richtlinien

Für die Klimaanpassung und den Entwurf einer Bewertungsmethode kann darüber hinaus auf einen großen Umfang an Normen zu Baustandards zurückgegriffen werden. Dies zeigen die Ergebnisse des Projektes Klimaanpassung und Normungsverfahren (vgl. Kind/Golz/Sieker 2022), das in einer Übersicht Normen, Richtlinien und Merkblätter auflistet, die beispielsweise die Widerstandsfähigkeit von Bauteilen gegenüber Einwirkungen regeln oder die Bestimmung von Hochwasserwahrscheinlichkeiten vorschreiben. Die auf der, im Rahmen des Projektes erstellten Website (vgl. HTWD o. J.), abrufbare Liste wurde im Zuge dieses Projektes auf Aktualität überprüft und an den relevanten Stellen aktualisiert. Die vollständige Tabelle ist als Excel-Tabelle in Anhang B zu finden und führt neben Bezeichnung, herausgebender Institution und letztem Überarbeitungsdatum auch auf, wann ein neuer Entwurf erschienen ist, auf welche Klimaeinwirkung sich die Norm/Richtlinie beziehen lässt und für welche Gebäudekomponente sie relevant ist. Die Abbildung 3 zeigt die aufgeführten Dokumente in einer Übersicht nach Klimaeinwirkung und Aktualität sortiert und lässt auch die zugehörige Gebäudekomponente erkennen. Zu beachten ist, dass in den betrachteten Normen die zukünftigen Auswirkungen des Klimawandels größtenteils nicht berücksichtigt werden.

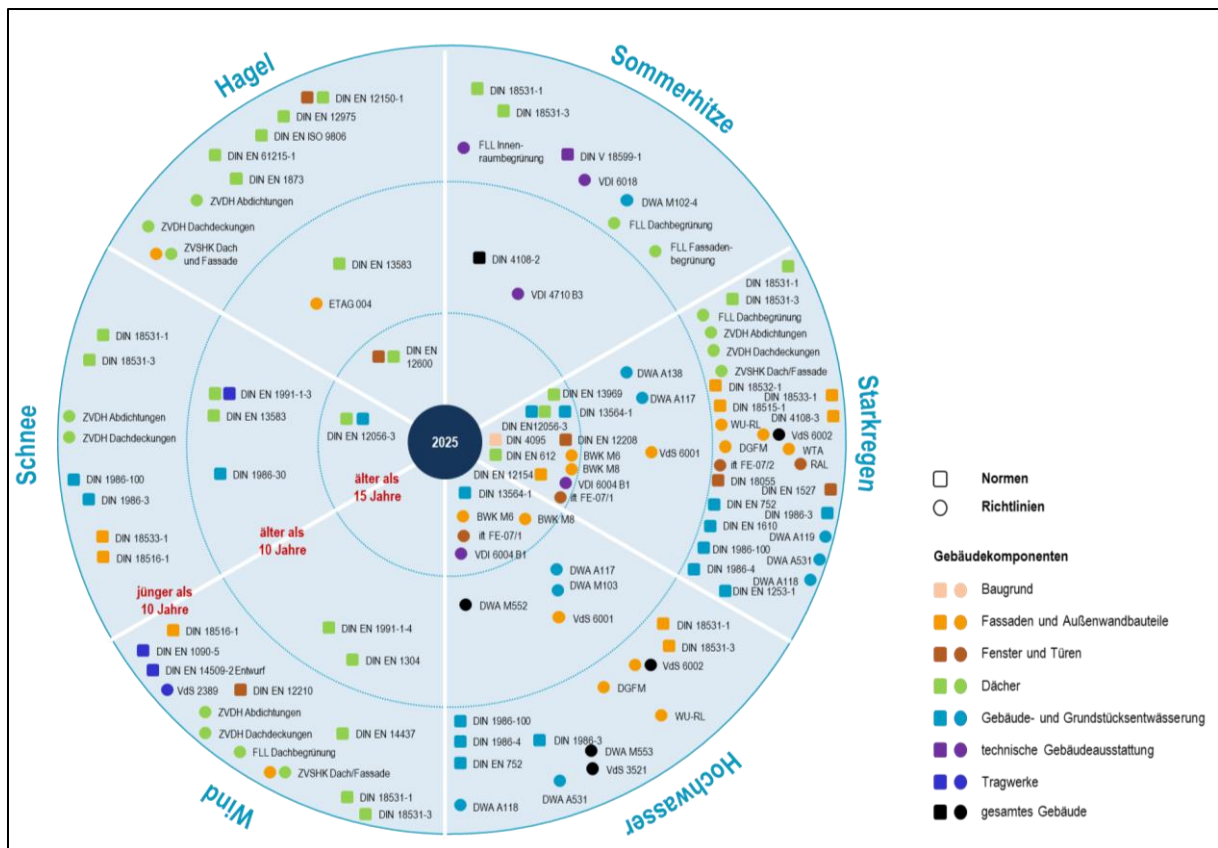


Abbildung 3 Normen und Richtlinien für eine Klimarisikoanalyse

Zusammenfassung

Für das Risikokzept wird sich im weiteren Projektverlauf an der DIN EN ISO 14091 orientiert. Die Methodik der DIN EN ISO 41091 zur Klimarisikoanalyse wird in einer Arbeitshilfe auf die Anwendung an Gebäuden und Liegenschaften übertragen. Insbesondere die Erstellung von Wirkungsketten bleibt dabei ein zentrales Element. Diese werden im Rahmen des Projektes für verschiedene Klimaeinwirkungen als Vorlage erstellt.

Die bereitgestellte Liste für Normen und Richtlinien bietet einen guten Überblick und kann als Grundlage für die Bestimmung von Indikatoren im Detail herangezogen werden. Dabei lässt sich sowohl nach Klimaeinwirkung als auch nach der Gebäudekomponente filtern. Viele der Dokumente sind vor kurzem aktualisiert worden und damit auf dem aktuellen Stand. Für die Bestimmung der Indikatoren müssen die Auswirkungen des Klimawandels zusätzlich berücksichtigt werden.

3.4. Marktanbieter Klimarisikoanalyse

Insbesondere ausgelöst durch Anforderungen in der Nachhaltigkeitsberichterstattung aber auch durch Eigeninteressen der Versicherungswirtschaft hat sich eine Reihe privatwirtschaftlicher Unternehmen dahin entwickelt, Klimarisikoanalysen für Gebäude und Immobilienportfolios kostenpflichtig und als Dienstleistung anzubieten. Dabei unterscheiden sich diese hinsichtlich Methode, Betrachtungstiefe und Betrachtungsumfang. Eine Auswahl an Instrumenten und Methoden verschiedener Anbieter wurde untersucht, darunter: Sustainaccount, TÜV Süd, Blue auditor in Zusammenarbeit mit Moody's, R3leaf, Jupiter intelligence/ Fraunhofer, PwC, BBSR/ IÖ-Institut für Immobilienökonomie GmbH, Greenpass.io, KA Köln.Assekuranz Agentur, Münchner Rück, ESG Software GmbH, forvis mazars, Zurich Resilience Solutions, BDO, Altacon Ltd, Earth Scan/ Mitiga Solutions, Eolian, Swiss Re Corporate, Bain and Company, KPMG, ETH Zurich, Linus Foundation/ FINOS, EcoAct, Weather TradeNet, First Street, Sust Global, Climate X, VIDA.

Die Anbieter werden in einer Vergleichsmatrix gegenübergestellt und hinsichtlich der folgenden Parameter verglichen: verwendete Software, Anwendungsbereich, Zielgruppe, Kompatibilität für Nachweise, Einsatz von Künstlicher Intelligenz (machine learning), Kostenstruktur, Komplexität, Durchführung (Anbieter/ eigenständig), Methodik, räumliche Systemgrenze, zeitliche Systemgrenze, adressierte Klimarisiken, Datengrundlage für Gefährdung/ Szenarien/ Vulnerabilität, Anpassungsmaßnahmen, Benchmarks/ Bewertungskriterien berücksichtigt.

Zusammenfassung

Die Analyse der Marktanbieter zeigt, dass bereits eine Vielzahl überwiegend kommerzieller Angebote im Bereich der Klimarisikoanalyse existiert. Allerdings werden häufig nur eingeschränkt Informationen zur angewandten Methodik sowie zu den verwendeten Datengrundlagen bereitgestellt. Der Schwerpunkt liegt meist auf dem Nachweis klimabezogener Risiken für Unternehmen im Sinne der EU-Taxonomie, wodurch zugleich Zielgruppe und Anwendungsbereich der jeweiligen Instrumente bestimmt werden. In vielen Fällen richten sich die Angebote an Unternehmen und beziehen sich auf Immobilienportfolios oder Vermögenswerte, seltener hingegen auf einzelne Gebäude. Zudem sind die Anwendungen häufig wenig komplex und beschränken sich auf eine reine Gefährdungsbeurteilung oder auf die Abfrage einzelner gebäudebezogener Parameter.

Auch die methodische Vorgehensweise orientiert sich in der Regel an den Anforderungen der EU-Taxonomie. Die Anbieter agieren dabei überwiegend global oder zumindest europaweit. Die zeitliche Systemgrenze erstreckt sich häufig bis zum Jahr 2100. Die analysierten Klimaeinwirkungen sind in der Regel umfangreich und ebenfalls an der EU-Taxonomie ausgerichtet. Wie auch in der wissenschaftlichen Literatur treten Starkregen, Hochwasser und Hitze dabei am häufigsten auf. Im Hinblick auf zukünftige Gefährdungen werden oftmals mehrere Klimaszenarien berücksichtigt, wobei die Tendenz auch hier eher zu Szenarien mit mittleren bis hohen Emissionen geht. In einzelnen Fällen werden zudem Anpassungsmaßnahmen vorgeschlagen; eine quantitative Bewertung der Risikoveränderung infolge ihrer Umsetzung erfolgt jedoch in der Regel nicht.

Für die konkrete Gebäudebewertung lassen sich aus der Analyse der Marktanbieter aufgrund des starken Unternehmensbezugs nur begrenzte Rückschlüsse ziehen. Gleichwohl bestätigen sich mehrere Ergebnisse aus der Analyse wissenschaftlicher Bewertungsmethoden. Dies betrifft insbesondere die Relevanz der Klimaeinwirkungen Starkregen, Hochwasser und Hitze sowie die Tendenz zur Verwendung von Klimaszenarien mit mittleren bis hohen Emissionen.

Insgesamt verdeutlicht die Analyse die Notwendigkeit einer einheitlichen Methodik zur Klimarisikoanalyse von Gebäuden und Liegenschaften. Die untersuchten Instrumente weisen häufig eine unzureichende methodische Transparenz auf; zudem werden die mit einer Analyse verbundenen Kosten nur selten offengelegt. Für eine breitere

Anwendung von Klimarisikoanalysen im Gebäudebereich erscheint daher ein möglichst kostenfreies oder kostengünstiges Instrument erforderlich, das auf einer transparenten Methodik basiert, eine Weiterentwicklung durch unterschiedliche Akteure ermöglicht und auf diese Weise die Vergleichbarkeit der Ergebnisse sicherstellt.

4. Sektorale Übertragung bzw. Konkretisierung der DIN EN ISO 14091:2021-07 für das System Gebäude und Liegenschaften

Die bisherigen Untersuchungen zeigen die Relevanz durch die Systematisierung von Klimarisikoanalysen im Gebäudebereich, die praktische Anwendbarkeit insbesondere für planende Akteure zu verbessern. Im Zentrum steht dabei die Konkretisierung relevanter Inhalte der DIN EN ISO 14091:2021-07 (im Folgenden DIN EN ISO 14091) für den spezifischen Anwendungsbereich von Gebäuden. Durch diese Präzisierung sollen normative Anforderungen in konkrete, operationalisierbare Handlungsempfehlungen überführt werden, die eine systematische Integration von Klimarisiken in Planungs- und Entscheidungsprozesse ermöglichen und gleichzeitig nicht im Widerspruch zur bestehenden Normung stehen.

Der Schwerpunkt liegt somit auf der Entwicklung eines methodischen Rahmens, der als Orientierung für die Durchführung von Klimarisikoanalysen dient. Dieser Rahmen soll eine standardisierte Vorgehensweise unterstützen und zugleich ausreichend flexibel gestaltet sein, um unterschiedlichen Anwendungsfällen sowie variierenden Ressourcenverfügbarkeiten gerecht zu werden.

Zu diesem Zweck werden zwei alternative Analyseansätze definiert:

- **Low Level of Detail (LLoD):** Ein vereinfachter, ressourcenschonender Ansatz, der insbesondere für erste Einschätzungen oder bei begrenzter Datenverfügbarkeit geeignet ist. Ziel ist die Durchführung einer Risikobewertung ohne Vor-Ort-Besichtigung des betrachteten Objekts.
- **High Level of Detail (HLoD):** Ein detaillierter, datenintensiver Ansatz, der insbesondere bei komplexen Fragestellungen oder erhöhtem Informationsbedarf Anwendung findet. Hierbei ist eine umfassende Untersuchung des Gebäudes und der zugehörigen Liegenschaft einschließlich Vor-Ort-Begehungen vorgesehen.

Die Auswahl des geeigneten Ansatzes erfolgt durch die Anwender in Abhängigkeit von Zielsetzung, Verwendungszweck der Ergebnisse sowie den verfügbaren personellen, zeitlichen und datenbezogenen Ressourcen.

4.1. Methodik

Die methodische Vorgehensweise basiert auf einer systematischen Analyse und Weiterentwicklung der DIN EN ISO 14091 mit dem Ziel, diese für die Anwendung im Gebäudebereich zu spezifizieren. Zunächst werden relevante Inhalte der Norm identifiziert und auf diejenigen Aspekte fokussiert, die für gebäudebezogene Klimarisikoanalysen von besonderer Bedeutung sind. Hierzu zählen insbesondere der Anwendungsbereich, die Zieldefinition, das zugrunde liegende Risikokonzept sowie ergänzende gebäudespezifische Anforderungen.

Als konzeptionelle Grundlage dient das Risikomodell der DIN EN ISO 14091 (vgl. Abbildung 4). In diesem Modell bestimmen Gefährdung, Exposition und Vulnerabilität gemeinsam das Risiko. Die Vulnerabilität setzt sich aus Sensitivität (Schadensanfälligkeit) und Anpassungskapazität zusammen.

Für eine Risikobewertung ohne Anpassungsmaßnahmen wird ausschließlich die Sensitivität (Schadensanfälligkeit) berücksichtigt. Für eine Risikobewertung mit Anpassungsmaßnahmen wird von einer technisch möglichen Umsetzung der Maßnahmen ausgegangen. Im Folgenden wird aus Gründen der Verständlichkeit der Begriff „Vulnerabilität“ als zusammenfassende Größe verwendet.

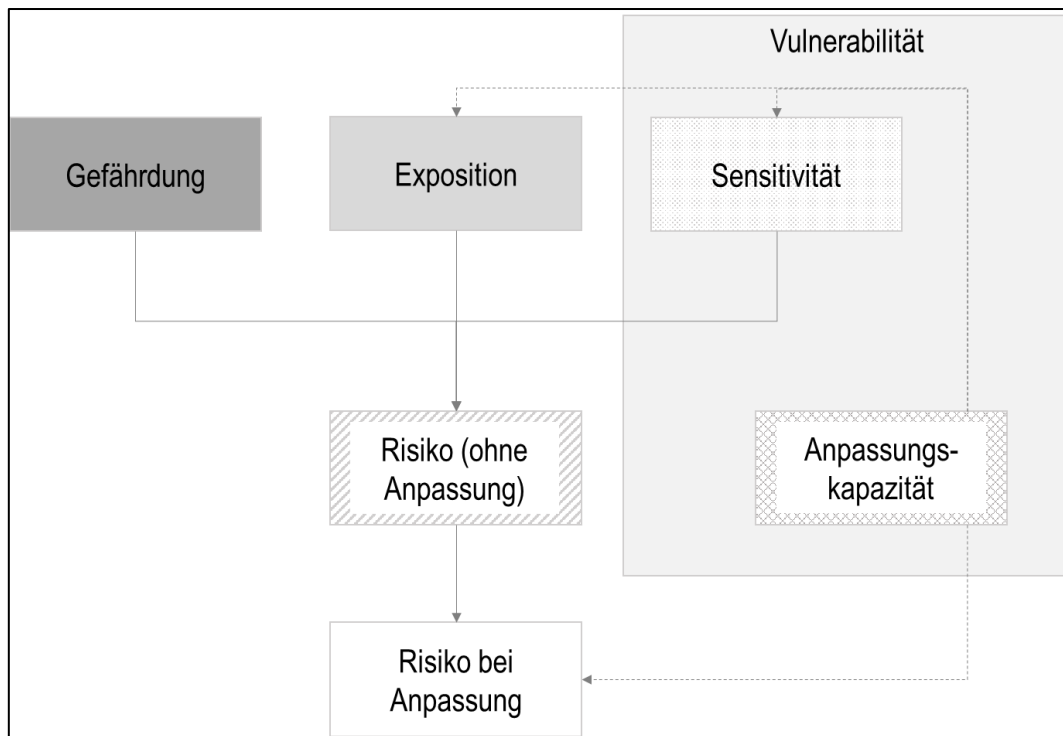


Abbildung 4 Risikokonzept (in Anlehnung an DIN EN ISO 14091)

Darauf aufbauend werden Empfehlungen zur Eingrenzung relevanter Klimaeinwirkungen, zur Auswahl geeigneter Klimaprojektionen sowie zur Definition von Risikofaktoren und Indikatoren erarbeitet. Dies schließt auch die systematische Zusammenstellung und Bewertung geeigneter Datenquellen ein, sowohl für Klimaprojektionen als auch für Expositions- und Vulnerabilitätsfaktoren, die Aussagen zur Empfindlichkeit und Anpassungsfähigkeit von Gebäuden gegenüber Klimaeinwirkungen ermöglichen.

Für die Auswahl relevanter Klimaeinwirkungen werden insbesondere die EU-Taxonomie (vgl. EU-Taxonomie 2021/2139 (Anhang 1, Anlage A)) sowie der Leitfaden des Umweltbundesamtes zur Durchführung robuster Klimarisiko- und Vulnerabilitätsanalysen herangezogen (vgl. Dorsch/Kind/Fleischmann 2022). Ergänzend werden die Ergebnisse projektinterner Vorarbeiten berücksichtigt, um die für den Gebäudebereich besonders relevanten Klimaeinwirkungen zu identifizieren. (siehe Kapitel 3) Darüber hinaus werden für diese Klimaeinwirkungen projizierte Veränderungen infolge des Klimawandels sowie die Unsicherheiten der zugrunde liegenden Aussagen auf Basis des Sechsten Sachstandsberichts des IPCC berücksichtigt (vgl. IPCC 2023a).

Die Empfehlungen zur Auswahl geeigneter Daten für die Klimaprojektionen basieren auf der Auswertung einschlägiger Fachpublikationen (vgl. Leistner et al. 2023; BMWStB o. J.) und den Anforderungen der DIN EN ISO 14091. Dabei wird besonderer Wert auf eine anwenderfreundliche Handhabung sowie eine nachvollziehbare Darstellung der Ergebnisse gelegt. Berücksichtigt werden sowohl aktuelle als auch hoch aufgelöste Datensätze. In die Empfehlungen einbezogen werden unter anderem Werkzeuge und Datensätze des IPCC (vgl. IPCC 2023b), des Deutschen Wetterdienstes (vgl. DWD 2021), die GERICS Climate Signal Maps (vgl. Helmholtz-Zentrum Hereon GmbH 2020), das Tool KlimafolgenOnline (vgl. PIK 2019) und der Web-Atlas IMPACT2C (vgl. Jacob 2015). Diese unterscheiden sich hinsichtlich der verwendeten Indikatoren, Szenarien, räumlichen und zeitlichen Auflösung sowie der Ergebnisdarstellung und sind daher je nach Anwendungsfall unterschiedlich geeignet. In Anlehnung an bestehende Leitfäden wird empfohlen, bei der Datenauswahl eine Bandbreite möglicher Entwicklungen durch die Betrachtung eines optimistischen und eines pessimistischen Falls abzubilden (Dorsch/Kind/Fleischmann 2022). Die

Klimawirkungs- und Risikoanalyse 2021 für Deutschland verwendete bspw. das 15. und 85. Perzentil des RCP 8.5 (Kahlenborn et al. 2021), in der nächsten Analyse wird dagegen voraussichtlich das Minimum und Maximum des SSP3-7.0 verwendet. Trotz aktueller Erkenntnisse, dass das RCP 8.5 vermutlich nicht eintreten wird, kann für die aktuell verfügbaren regionalisierten Daten dennoch auf dieses zurückgegriffen werden. (vgl. Nilson et al. 2026; UBA 2026) Aufgrund bestehender Unterschiede zwischen den Datenquellen verbleibt die konkrete Auswahl bei den Anwendern.

Für die Auswahl von Expositions- und Vulnerabilitätskriterien werden projektspezifische Vorarbeiten herangezogen und in Form einer strukturierten Übersicht relevanter wissenschaftlicher Quellen und Leitfäden aufbereitet.

Ein besonderer Fokus liegt auf der exemplarischen Ausgestaltung der Methodik für ausgewählte, besonders relevante Klimaeinwirkungen. Im Low-Level-of-Detail-Ansatz umfasst dies die Klimaeinwirkungen Hitze Starkregen, Hochwasser, Hagel und Sturm, basierend auf den Untersuchungen in Kapitel 3.2, die aufgrund der Rückmeldungen aus den geführten Interviews (vgl. Kapitel 4.2) um die Klimaeinwirkung Dürre ergänzt werden. Im High-Level-of-Detail-Ansatz entsprechend der Schwerpunktsetzung der Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel (DAS) im Handlungsfeld Gebäude insbesondere Hitze, Starkregen und Hochwasser vertieft betrachtet werden (vgl. BMUKN 2024:34). Auf der Grundlage vorhandener Analysen und ergänzender Recherchen werden hierfür beispielhafte Wirkungsketten, Indikatoren sowie geeignete Aggregationsskalen entwickelt. Ziel ist es, die methodische Abbildung komplexer Zusammenhänge zwischen klimatischen Klimaeinwirkungen und gebäudespezifischen Vulnerabilitätsfaktoren nachvollziehbar darzustellen.

Die Festlegung von Faktoren, Indikatoren und Bewertungsskalen basiert auf einer Kombination aus Literaturlauswertung und fachlicher Einschätzung. Aufgrund begrenzter empirischer Datengrundlagen werden Einstufungskriterien teilweise expertengestützt definiert. Alle verwendeten Datenquellen sind in den Excel-Tabellen in Anhang D für den Low-Level-of-Detail-Ansatz und Anhang E für den High-Level-of-Detail-Ansatz gegeben. Es wird in vielen Fällen auf die Verwendung von Gewichtungsfaktoren verzichtet. Eine Ausnahme bildet die Klimaeinwirkung Hitze im High-Level-of-Detail-Ansatz, für die Gewichtungsfaktoren auf Basis thermischer Gebäudesimulationen abgeleitet werden. Hierzu werden Simulationen für acht unterschiedliche Gebäude unter standardisierten Randbedingungen durchgeführt und die Ergebnisse iterativ mit indikatorbasierten Bewertungen abgeglichen. Für einzelne Systemkomponenten, für die keine ausreichende Validierungsbasis vorliegt, erfolgt die Festlegung der Gewichtungsfaktoren auf Grundlage fachlicher Einschätzungen.

Die Aggregation der Risikokomponenten orientiert sich an der DIN EN ISO 14091 und wird durch anwendungsbezogene Hinweise ergänzt. Entsprechend dem zugrunde liegenden Risikokonzept (Gefährdung, Exposition, Vulnerabilität) wird ein zweistufiges Aggregationsverfahren vorgeschlagen, bei dem zunächst Gefährdung und Exposition kombiniert und anschließend mit der Vulnerabilität verknüpft werden. Innerhalb der einzelnen Komponenten kann je nach Anwendungsfall zwischen der Verwendung von Mittelwerten und Maximalwerten gewählt werden.

Für die Berücksichtigung der Anpassungskapazität wird ein vereinfachtes Vorgehen vorgeschlagen, bei dem Exposition und Vulnerabilität durch geeignete Maßnahmen reduziert und das Risiko anschließend erneut bewertet wird. Eine detaillierte methodische Ausgestaltung dieses Schritts ist nicht Bestandteil des Projekts. Dennoch wird ein exemplarischer Maßnahmenkatalog erarbeitet.

Die Vorgaben zur Berichterstattung, Kommunikation der Ergebnisse sowie zur Bewertung von Unsicherheiten orientieren sich an der DIN EN ISO 14091 und werden in adaptierter Form übernommen und um gebäudespezifische Fragestellungen ergänzt.

4.2. Qualitätssicherung

Zur Validierung der Ergebnisse der Arbeitshilfe sowie für die weitere Entwicklung wurden Interviews mit verschiedenen Akteuren geführt, dazu gehören Personen aus den folgenden Institutionen: Umweltbundesamt (UBA), Deutsche Wetterdienst (DWD), Bundesanstalt für Immobilienaufgaben (BImA), Gesamtverband der Versicherer (GDV), Verein Deutscher Ingenieure (VDI), Fraunhofer Institut für Bauphysik (IBP), Raiffeisen- und Volksbanken-Versicherungen (R+V) sowie ein Fachexperte aus dem Bereich Technische Gebäudeausrüstung. Es wurden sowohl Fragen zur Methodik und Datengrundlagen als auch zum Betriebskonzept gestellt. Die Ergebnisse der Fragen zum Betriebskonzept werden in Kapitel 6.1 erläutert.

Aus den Gesprächen lassen sich die folgenden zentralen Kernaussagen zur Methodik und den Datengrundlagen der Arbeitshilfe ableiten:

Die berücksichtigten Klimaeinwirkungen – insbesondere Hitze, Starkregen, Hochwasser, Hagel und Sturm – werden aktuell als besonders relevant für Gebäude und Liegenschaften eingeschätzt. Darüber hinaus betonen viele Akteure die Notwendigkeit, auch Trockenheit und Dürre stärker in den Fokus zu rücken. Vereinzelt wird zudem auf weitere Risiken wie Waldbrände, Sturmfluten, Wassermangel sowie steigende Grundwassertemperaturen hingewiesen. In diesem Zusammenhang wird auch die Prüfung eines Multi-Hazard-Ansatzes empfohlen, der die kombinierte Wirkung verschiedener Klimaeinwirkungen berücksichtigt.

Die eigenständige Auswahl zur Verwendung von Klimaszenarien durch die Anwendenden wird von vielen Akteuren kritisch gesehen. Stattdessen besteht der Wunsch nach einheitlichen Vorgaben, um insbesondere innerhalb von Immobilienportfolios eine bessere Vergleichbarkeit der Gefährdung zu gewährleisten und Priorisierungen zu ermöglichen. Gleichzeitig wird hervorgehoben, dass die vorgeschlagene Methodik einen deutlichen Mehrwert gegenüber klassischen, rein gefährdungsbasierten Bewertungen bietet.

Als sinnvoll wird eine zweistufige Vorgehensweise angesehen: Zunächst sollte ein breit angelegter Ansatz mit geringem Detailgrad (Low Level of Detail) stehen, der von Eigentümerinnen und Eigentümern selbst angewendet werden kann. Bei weitergehendem Analysebedarf oder bei identifiziertem hohem Risiko kann anschließend eine vertiefende Untersuchung mit hohem Detailgrad (High Level of Detail) durch fachkundige Personen erfolgen. Diese dient als fundierte Grundlage für die Ableitung von Anpassungsmaßnahmen. Zusätzlich wird die Bedeutung eines Bezugs zur Quartiersebene betont.

4.3. Ergebnis

Als Ergebnis wird eine praxisorientierte Arbeitshilfe für den Gebäudesektor im Anhang C bereitgestellt. Diese umfasst unter anderem strukturierte Übersichten relevanter Datenquellen zur Bestimmung von Klimaeinwirkungen sowie von Expositions- und Vulnerabilitätsfaktoren und -indikatoren. Darüber hinaus werden exemplarische Wirkungsketten, Indikatorensets sowie Aggregations- und Bewertungsskalen für ausgewählte Klimaeinwirkungen sowohl für den Low-Level-of-Detail- als auch den High-Level-of-Detail-Ansatz bereitgestellt.

Die Differenzierung zwischen den beiden Analyseansätzen erfolgt primär im Rahmen der Ermittlung und Auswahl von Risikokomponenten und Indikatoren. In den übrigen Prozessschritten, einschließlich der Auswahl relevanter Klimaeinwirkungen, der Datenerhebung, der Aggregation sowie der Bewertung der Anpassungskapazität, wird ein einheitliches methodisches Vorgehen zugrunde gelegt.

5. Entwicklung eines Prototyps „Klimarisiko-Check“ und Betriebskonzept

5.1. Ziele

Auch nach Spezifizierung und Vereinfachung der bestehenden Norm für den Anwendungsfall „Gebäude und Liegenschaften“ besteht weiterhin die Schwierigkeit, dass die Umsetzung der beschriebenen Methode durch die Bau- und Planungspraxis aufgrund des stark theoretischen Ansatzes mit Hürden verbunden ist. Um die Bau- und Planungspraxis besser bei der Durchführung von Klimarisikoanalysen zu unterstützen, wird ein Prototyp für einen Klimarisiko-Check entwickelt. Dieser soll dem fachkundigen Anwender (Planende, Bauverwaltungen, Hauseigentümer mit Vorkenntnissen) eine möglichst umfassende und gleichzeitig einfache Bewertung des Klimarisikos eines ausgewählten Gebäudes für die relevantesten Klimaeinwirkungen ermöglichen. Grundlage für die Erstellung des Prototyps bilden die vorherigen Kapiteldarstellungen, insbesondere die Arbeitshilfe zur DIN EN ISO 14091, welche die Methodik zur Bewertung von Klimarisiken von Gebäuden beschreibt und mit den Indikatorentabellen und Wirkungsketten bereits eine Grundlage für die Daten liefert. Aufbauend darauf teilt sich auch der Prototyp für einen Klimarisiko-Check in einen Low- und einen High-Level-of Detail-Ansatz.

Die Risikobewertung erfolgt in beiden Ansätzen auf der Ebene der einzelnen Klimaeinwirkungen. Am Ende des Bewertungsprozesses wird somit für jede relevante Klimaeinwirkung ein spezifischer Risikowert ausgegeben. Die grundlegende Bewertungsmethodik ist für alle Klimaeinwirkungen identisch und orientiert sich am Risikokonzept der DIN EN ISO 14091 sowie an den im zweiten Arbeitspaket festgelegten methodischen Vorgaben.

Im Folgenden werden zunächst die detailansatz- und einwirkungsübergreifenden Festlegungen beschrieben und im Anschluss die spezifischen Festlegungen und Abweichungen in den jeweiligen Ansätzen und Klimaeinwirkungen.

5.2. Berechnungsmethodik

Das Risiko ergibt sich aus den drei Komponenten Gefährdung, Exposition und Vulnerabilität. Der resultierende Risikowert kann maximal 100 (sehr hohes Risiko) und minimal 0 (sehr niedriges Risiko) betragen.

Für die relevanten Einflussfaktoren der Komponenten Gefährdung, Exposition und Vulnerabilität sind Indikatoren definiert, die den jeweiligen Beitrag zur Komponente bestmöglich abbilden und gleichzeitig anwendbar sind.

Jeder Indikator wird anhand einer vierstufigen Skala mit festgelegten Grenzwerten bewertet, die den Einfluss auf die jeweilige Risikokomponente widerspiegeln (bspw. hohe, eher hohe, eher geringe oder geringe Vulnerabilität).

Tabelle 12 Skala für die Aggregation eines Indikators

Indikator	Grenzwert niedrig	Grenzwert eher niedrig	Grenzwert eher hoch	Grenzwert hoch
Bewertung	0	33	67	100

Die Indikatoren eines Faktors werden in der Regel über eine Mittelwertbildung zu einer Bewertung des Faktors aggregiert. Faktoren die mit einem negativen Wert zu einer Verbesserung des Ergebnisses im Sinne einer Maßnahme beitragen können werden zusätzlich addiert, um bei einer Bewertung von „0 – keine Maßnahme“ nicht in die Mittelwertbildung mit einzufließen.

$$F = \frac{I_1 + I_2 + I_3 + \dots + I_n}{n} + I_x$$

Tabelle 13 Festlegung der Grenzwerte für die Skala bei Einstufung nach Bandbreite

Indikator	Grenzwert niedrig	Grenzwert eher niedrig	Grenzwert eher hoch	Grenzwert hoch
Einstufung	≤ 10 % des Maximums	> 10 %; ≤ 50 % des Maximums	> 50 %; ≤ 90 % des Maximums	> 90 % des Maximums

Für jede Klimaeinwirkung wird zunächst die Gefährdung bestimmt. Diese setzt sich in der Regel aus mehreren Indikatoren zusammen. Je nach Klimaeinwirkung und entsprechender Datenverfügbarkeit werden diese aus einem Basisklima (Indikator, der die räumliche Verteilung in Deutschland abbildet, aber nicht für die Zukunft verfügbar ist) und einer Klimaprojektion (Indikator, der zukünftige Entwicklungen abbildet) zusammengesetzt. Die Skalen orientieren sich entweder an bestehenden Einstufungen oder basieren auf einer eigenen Einordnung entsprechend der Bandbreite in der jeweiligen Datengrundlage (siehe Tabelle 13).

Die Gefährdung wird dann zum einen für die Gegenwart ausgewiesen und für zwei verschiedene Ausprägungen in der Zukunft. In Anlehnung an die Klimawirkungs- und Risikoanalyse 2021 für Deutschland wird eine optimistische und eine pessimistische Ausprägung des Klimawandels herangezogen. Hierbei dienen in der Regel das 15. Perzentil und das 85. Perzentil des RCP-8.5-Szenarios als Orientierungswerte (Kahlenborn et al. 2021: 33). Diese Festlegungen folgen einem vorsorgenden Ansatz. Basierend auf aktuellen Erkenntnissen, dass aufgrund der weltweiten Bemühungen zum Klimaschutz, sinkenden Kosten von erneuerbaren Energieanlagen etc. das RCP 8.5 unwahrscheinlicher wird (vgl. Van Vuuren et al. 2025: 2630), werden diese Indikatoren bei der Veröffentlichung von regionalisierten Klimaprojektionen mit den SSP-Szenarien an die neue Klimawirkungs- und Risikoanalyse angepasst, nach der voraussichtlich das Minimum und das Maximum des SSP3 verwendet werden. Aufgrund von Empfehlungen des Umweltbundesamts und dem DAS – Basisdienst Klima und Wasser (vgl. UBA 2026; Nilson et al. 2026) wird bis dahin weiterhin das RCP 8.5 verwendet. Alle weiteren Berechnungen in die die Gefährdung einfließt, werden für die drei Fälle – Gegenwart, Zukunft optimistisch, Zukunft pessimistisch – parallel durchgeführt. Wenn für einen Indikator keine Zukunftsdaten vorliegen, so wird dieser über alle drei Fälle gleichbleibend angenommen.

Die Gesamtbewertung der Gefährdung ergibt sich anschließend als Mittelwert der einzelnen Faktoren. Ergibt sich für die Gefährdung ein Wert von 0, wird die Bewertung der entsprechenden Klimaeinwirkung beendet, da in diesem Fall keine Gefährdung und somit kein Risiko besteht.

$$G_{Gesamt} = \frac{G_1 + G_2 + \dots + G_n}{n}$$

Folgenden Abweichungen von der Grundsystematik zur Berechnung der Gefährdung gibt es: Für die Klimaeinwirkung Hitze sind für alle Gefährdungsindikatoren Klimaprojektionen vorhanden, weshalb kein Basisklima einbezogen wird. Die Gefährdung in Bezug auf Hagel wird mithilfe der Darstellung im BNB-Climate-Hazard-Viewer (vgl. BBSR 2025) bestimmt. Dieser kombiniert bereits Gegenwart und Zukunft, weshalb das Risiko für Hagel nur für einen Fall im Weiteren bestimmt wird. Für die Entwicklung der Sturmgefährdung infolge des Klimawandels gibt es in den in Kapitel 4 zusammengestellten Darstellungen keine Daten, das IPCC gibt für West- und Mitteleuropa eine mittlere Sicherheit bezüglich der Zunahme an (increase, medium confidence in direction of change) (vgl. IPCC

2023a). Darauf aufbauend wird für einen optimistischen Fall keine Erhöhung der Gefährdung infolge des Klimawandels angenommen, für den pessimistischen Fall wird dagegen eine mittlere Erhöhung angenommen.

In den folgenden Schritten der Klimarisikoanalyse weichen die Detailansätze stark voneinander ab und werden daher im einzelnen erläutert.

Low-Level-of-Detail-Ansatz

Im Low-Level-of-Detail-Ansatz werden die Komponenten Exposition und Vulnerabilität ähnlich wie die Gefährdung aus mehreren Indikatoren bestimmt, die jeweils über den Mittelwert zur Bewertung der Komponente aggregiert werden. Gefährdung und Exposition werden zur Betroffenheit durch Mittelwertbildung aggregiert und das Risiko ergibt sich abschließend aus der Bildung des Mittelwerts von Betroffenheit und Vulnerabilität. Sofern eine der drei Komponenten den Wert Null annimmt, resultiert daraus rechnerisch ein Risiko von Null. In der praktischen Anwendung ist jedoch stets von einem verbleibenden Restrisiko auszugehen. Die zugrunde liegenden Indikatoren sind daher so konzipiert, dass für reale Gebäude keine Bewertung mit dem Wert Null zu erwarten ist. Für die Klimaeinwirkung Hagel gibt es keine Expositionsfaktoren, die die Klimaeinwirkung vor Ort verschärfen oder abmildern. Die Betroffenheit ergibt sich demnach direkt aus der Gefährdung.

High-Level-of-Detail-Ansatz

Die Methodik zur Ermittlung des Risikos im High-Level-of-Detail-Ansatz folgt in den Grundsätzen ebenfalls den Festlegungen der DIN EN ISO 14091 und der Arbeitshilfe. Da die Bewertung jedoch den Wirkungsweisen der einzelnen Klimaeinwirkungen folgt, werden diese im Folgenden konkret für die einzelnen Klimaeinwirkungen beschrieben und die Bewertungslogik abgeleitet.

Ist das Gefährdungsergebnis größer als Null, folgt im zweiten Schritt die Bestimmung der Exposition. Diese kann je nach Klimaeinwirkung für unterschiedliche Auswirkungen definiert werden (beispielsweise Überflutung infolge von Starkregen oder Rückstau im Abwassersystem, beziehungsweise Überhitzung des Außenraums oder des Gebäudes).

Die Exposition für jede Auswirkung setzt sich aus mehreren Faktoren zusammen, die zu einem Gesamtwert der Exposition aggregiert werden, entweder über Mittelwertbildung oder Summenbildung. Die genaue Methodik richtet sich nach der jeweils betrachteten Klimaeinwirkung und wird in den folgenden Absätzen zu den einzelnen Klimaeinwirkungen detailliert beschrieben.

Im Anschluss an die Expositionsbewertung wird die Betroffenheit für die verschiedenen Auswirkungen als Mittelwert aus der entsprechenden Exposition und der Gefährdung für die drei Fälle –Gegenwart, optimistische Zukunft, pessimistische Zukunft – berechnet.

$$B_{Einwirkung,Fall} = \frac{G_{Fall} + E_{Auswirkung}}{2}$$

Im dritten Schritt erfolgt die Bestimmung der Vulnerabilität. Diese wird je nach Charakteristik der Klimaeinwirkung in einzelne Systemelemente untergliedert (siehe Einzelbeschreibung im Folgenden).

Für einige Klimaeinwirkungen folgen danach weitere Auswirkungen auf bspw. den Innenraum des Gebäudes, die von einer Vulnerabilität an der Außenhülle abhängen (siehe Wirkungsketten in der Arbeitshilfe).

Zum Abschluss werden die Betroffenheit und die Vulnerabilität entsprechend ihres jeweiligen Zusammenwirkens zu den Teilrisiken der Auswirkungen der Klimaeinwirkung über den Mittelwert für die drei Fälle zusammengerechnet.

$$R_{Auswirkung, Fall} = \frac{B_{Ausirkung, Fall} + V_{Systemelement}}{2}$$

Das Risiko wird aus den Teilrisiken der Systemelemente infolge der einzelnen möglichen Auswirkungen einer Klimaeinwirkung (z. B. Schäden an der Gebäudehülle, Schäden an der Technischen Gebäudeausrüstung etc.) berechnet, wobei jedes Teilrisiko mit einem Gewichtungsfaktor versehen wird. Für alle Teilrisiken werden Gewichtungsfaktoren angegeben, aufgrund fehlenden Datengrundlagen basieren diese auf eigenen Einschätzungen in Abhängigkeit der Schwere der Auswirkung und der geschätzten Eintrittswahrscheinlichkeit.

$$R_{Gesamt} = \frac{R_1 * w_1 + R_2 * w_2 + R_3 * w_3 + \dots + R_n * w_n}{w_1 + w_2 + w_3 + \dots + w_n}$$

Im Folgenden wird die Vorgehensweise für die Klimaeinwirkungen Hochwasser, Starkregen und Hitze exemplarisch beschrieben. Die Wirkzusammenhänge und Aggregationslogik ist außerdem den Bewertungsschemata in Anhang F im Detail zu entnehmen

Die Risikobewertung des **Starkregens** orientiert sich ab der Expositionsbewertung zunächst an den Auswirkungen des Starkregens auf Gebäude und Liegenschaften. Starkregen wirkt zum einen direkt auf die Gebäudehülle ein und kann, insbesondere bei Baumängeln zu Schäden an der Gebäudehülle führen und infolge von Schäden auch in das Gebäude eindringen. Zudem führt Starkregen, vor allem in urbanen Gebieten mit hohem Versiegelungsgrad häufig zu Überschwemmungen. Infolgedessen kann sich das Wasser am Gebäude aufstauen und die Gebäudehülle schädigen, durch den hydrostatischen Druck durch tiefliegende Fenster, Türen und Wände dringen oder in offene Tiefgaragen fließen sowie zu einem Auftrieb des Gebäudes führen. Des Weiteren führen Starkregenereignisse häufig zu einer Überlastung des Abwassersystems und können dadurch einen Rückstau in das Gebäude verursachen. Auch die Erosion des Bodens infolge von hohen Fließgeschwindigkeiten in den überfluteten Bereichen kann zu Schäden führen. Ab einer Fließgeschwindigkeit von 3 m/s entwickeln sich so starke Kräfte, dass die Risiken mit einem einfachen Tool nicht mehr abgebildet werden können. Daher wird in diesem Fall der Hinweis gegeben, eine Fachperson zu Begutachtung hinzuzuziehen.

Als Auswirkungen werden daher die Pluviale Überflutung, der Rückstau im Abwassersystem, der direkte Starkregen und die Erosion definiert. Für die Überflutung, den Rückstau und die Erosion werden Expositionsfaktoren definiert. Die Betroffenheit wird entsprechend für die drei Auswirkungen separat berechnet. Für den direkten Starkregen ergibt sich diese gleich der Gefährdung, da keine Expositionsfaktoren vorhanden sind.

Als Teilrisiken von Starkregen werden die Folgenden definiert: feuchtebedingte Schäden an der Gebäudehülle, an Innenbauteilen, am Inventar, an der Technischen Gebäudeausrüstung und in der Garage. Außerdem ein Risiko für die Standsicherheit des Gebäudes und ein Risiko für Schäden an den Freianlagen. Informativ werden außerdem die Auswirkungen auf Nutzende des Gebäudes ausgewiesen. Teilweise werden diese Risiken bestimmt durch ein Eindringen des Wassers in das Gebäude. Zunächst wird daher für die Vulnerabilität untersucht, wie hoch das Risiko ist, dass Wasser in das Gebäude eindringt, dazu wird in Anlehnung an das Vorgehen im Hochwasservorsorgeausweis (vgl. BDZ o. J.) nach den Eindringwegen des Wassers unterschieden.

Die Eindringwege in das Gebäude sind

- Öffnungen: Türen, Fenster, Medieneinführungen
- Abflüsse
- Gebäudehülle: Dach, Außenwände, erdberührte Bauteile
- Garagentore und Zugänge von der Garage in den Innenraum des Gebäudes

Die Faktoren Öffnungen und Gebäudehülle werden dazu jeweils unterteilt nach den Auswirkungen Überflutung und direkter Starkregen, da jeweils andere Bedingungen zu höherer Vulnerabilität führen.

Daraus ergeben sich zunächst die Betroffenheiten

- **Eindringen von Wasser über Öffnungen:** Maximum aus Eindringen über Öffnungen infolge Überflutung (Mittelwert aus der Betroffenheit Überflutung und der Vulnerabilität der Öffnungen gegenüber Überflutung) und dem Eindringen über Öffnungen infolge Starkregen (Mittelwert aus der Betroffenheit durch Starkregen und der Vulnerabilität der Öffnungen gegen direkten Starkregen)
- **Eindringen über die Gebäudehülle:** Maximum aus Eindringen über die Gebäudehülle infolge Überflutung (Mittelwert aus der Betroffenheit Überflutung und dem Mittelwert der Vulnerabilität von den erdberührten Bauteilen und den Außenwänden unterhalb des Wasserstands) und dem Eindringen über die Gebäudehülle infolge direktem Starkregen (Mittelwert aus der Betroffenheit Starkregen und dem Mittelwert der Vulnerabilität des Dachs, des Balkons und der Außenwände oberhalb des Wasserstands)
- **Eindringen von Wasser über Abwassersysteme:** Maximum aus der Betroffenheit durch Rückstau im Abwassersystem und der Vulnerabilität
- **Eindringen von Wasser in die Garage:** Mittelwert aus der Betroffenheit Überflutung und der Vulnerabilität der Garage

Die aggregierte **Betroffenheit durch Eindringen von Wasser in das Gebäude** ergibt sich als Maximum des Eindringens über Öffnungen, des Eindringens über die Gebäudehülle und des Eindringens über Abwasserwassersysteme

Wird ein Eindringen von Wasser ermittelt, werden in einer zweiten Vulnerabilitätsbewertung die Gegebenheiten im Innenraum erfasst. Hierzu werden als Faktoren die Technischen Anlagen, das Mobiliar und Lagergut, die nichttragenden Innenbauteile, die tragenden Bauteile, die Nutzung und die Nutzung der (Tief-)Garage aufgeführt. Wird kein Risiko für das Eindringen von Wasser festgestellt, werden die entsprechenden Bewertungen ausgeblendet und die zugehörigen Teilrisiken mit 0 – kein Risiko bewertet.

Abschließend ergeben sich die Teilrisiken aus den vorangegangenen Indikatoren und Betroffenheiten:

- **Risiko für Standsicherheit des Gebäudes:** Mittelwert aus dem Risiko für einen Auftrieb des Gebäudes (Mittelwert aus Betroffenheit durch Überflutung und Vulnerabilität der Gründung gegenüber Auftrieb), dem Risiko für Erosion an der Gründung (Mittelwert Betroffenheit Erosion und Vulnerabilität der Gründung gegenüber Erosion) und dem Risiko für Schäden an tragenden Bauteilen (Mittelwert aus dem Risiko für Eindringen von Wasser in das Gebäude und der Vulnerabilität der tragenden Bauteile)
- **Risiko für Schäden an Technischer Gebäudeausrüstung:** Mittelwert aus dem Risiko für Schäden an TGA im Innenraum (Mittelwert aus der Betroffenheit des Innenraums durch Eindringen von Wasser in das Gebäude und der Vulnerabilität der Technischen Gebäudeausrüstung im Innenraum) und dem Risiko für Schäden an Technischer Gebäudeausrüstung im Außenbereich (Mittelwert aus der Betroffenheit durch Überflutung und der Vulnerabilität der Wärmepumpe im Außenbereich)
- **Risiko für Schäden an Innenbauteilen:** Mittelwert aus der Betroffenheit des Innenraums durch Eindringen von Wasser in das Gebäude und der Vulnerabilität der Innenbauteile
- **Risiko für Schäden an der Gebäudehülle:** Mittelwert aus Schäden infolge Überflutung (Mittelwert aus der Betroffenheit Überflutung und dem Mittelwert der Vulnerabilität von den erdberührten Bauteilen und den Außenwänden unterhalb des Wasserstands) und den Schäden infolge direktem Starkregen (Mittelwert aus der

Betroffenheit Starkregen und dem Mittelwert der Vulnerabilität des Dachs, des Balkons und der Außenwände oberhalb des Wasserstands)

- **Risiko für Schäden am Inventar:** Mittelwert aus der Betroffenheit des Innenraums durch Eindringen von Wasser in das Gebäude und der Vulnerabilität des Inventars
- **Risiko für Schäden in der Garage:** Mittelwert aus der Betroffenheit durch Eindringen von Wasser in die Garage und der Vulnerabilität der Garagennutzung
- **Auswirkungen auf Nutzende:** Mittelwert aus der Betroffenheit des Innenraums durch Eindringen von Wasser in das Gebäude und der Vulnerabilität der Nutzenden

Die Methodik für die Berechnung des Risikos für **Hochwasser** entspricht für die Vulnerabilität und alle folgenden Berechnungen der Berechnung der Risiken des Starkregens durch Überflutung und Rückstau. Alle Indikatoren zu direktem Starkregen und Erosion fallen entsprechend heraus. Im Folgenden ist diese wiederholend im Detail ausgeführt:

Die Risikobewertung für die Klimaeinwirkung Hochwasser orientiert sich ab der Expositionsbewertung zunächst an den Auswirkungen auf Gebäude und Liegenschaften. Hochwasser führt zu großflächigen Überschwemmungen, ausgehend von einem fließenden Gewässer. Des Weiteren führen Hochwasserereignisse häufig zu einer Überlastung des Abwassersystems und können dadurch einen Rückstau in das Gebäude verursachen.

Als Auswirkungen werden daher die Überschwemmung und der Rückstau im Abwassersystem definiert. Die Betroffenheit wird in Hochwassergefahrenkarten dargestellt, welche zur Bewertung herangezogen werden können. Diese vereinen bereits Gefährdungs- und Expositionsindikatoren. Eine Überschwemmung direkt am Gebäude ist für beide Auswirkungen des Hochwassers eine Voraussetzung, weshalb die Bewertung im Prototyp bereits auf der Ebene der Gefährdung erfolgt. Für die Auswirkung Überschwemmung werden keine weiteren Expositionsfaktoren berücksichtigt, für den Rückstau werden die Indikatoren Art des Abwasseranschlusses und Abflüsse unterhalb der Rückstauenebene herangezogen.

Als Teilrisiken von Hochwasser werden die Folgenden definiert: feuchtebedingte Schäden an der Gebäudehülle, an Innenbauteilen, am Inventar, an der Technischen Gebäudeausrüstung und in der Garage. Außerdem ein Risiko für die Standsicherheit des Gebäudes und ein Risiko für Schäden an den Freianlagen. Informativ werden außerdem die Auswirkungen auf Nutzende des Gebäudes ausgewiesen. Teilweise werden diese Risiken bestimmt durch ein Eindringen des Wassers in das Gebäude. Zunächst wird daher für die Vulnerabilität untersucht, wie hoch das Risiko ist, dass Wasser in das Gebäude eindringt, dazu wird in Anlehnung an das Vorgehen im Hochwasservorsorgeausweis (vgl. BDZ o. J.) nach den Eindringwegen des Wassers unterschieden.

Die Eindringwege in das Gebäude sind

- Öffnungen: Türen, Fenster, Medieneinführungen
- Abflüsse
- Außenwände, erdberührte Bauteile
- Garagentore und Zugänge von der Garage in den Innenraum des Gebäudes

Daraus ergeben sich zunächst die Betroffenheiten

- **Eindringen von Wasser über Öffnungen infolge Überflutung:** Mittelwert aus der Betroffenheit Überflutung und der Vulnerabilität der Öffnungen gegenüber Überflutung

- **Eindringen über die Gebäudehülle infolge Überflutung:** Mittelwert aus der Betroffenheit Überflutung und dem Mittelwert der Vulnerabilität von den erdberührten Bauteilen und den Außenwänden unterhalb des Wasserstands
- **Eindringen von Wasser über Abwassersysteme:** Maximum aus der Betroffenheit durch Rückstau im Abwassersystem und der Vulnerabilität
- **Eindringen von Wasser in die Garage:** Mittelwert aus der Betroffenheit Überflutung und der Vulnerabilität der Garage

Die aggregierte **Betroffenheit durch Eindringen von Wasser in das Gebäude** ergibt sich als Maximum des Eindringens über Öffnungen, des Eindringens über die Gebäudehülle und des Eindringens über Abwasserwassersysteme

Wird ein Eindringen von Wasser ermittelt, werden in einer zweiten Vulnerabilitätsbewertung die Gegebenheiten im Innenraum erfasst. Hierzu werden als Faktoren die Technischen Anlagen, das Mobiliar und Lagergut, die nichttragenden Innenbauteile, die tragenden Bauteile, die Nutzung und die Nutzung der (Tief-)Garage aufgeführt. Wird kein Risiko für das Eindringen von Wasser festgestellt, werden die entsprechenden Bewertungen ausgeblendet und die zugehörigen Teilrisiken mit 0 – kein Risiko bewertet.

Abschließend ergeben sich die Teilrisiken aus den vorangegangenen Indikatoren und berechneten Betroffenheiten:

- **Risiko für Standsicherheit des Gebäudes:** Mittelwert aus dem Risiko für einen Auftrieb des Gebäudes (Mittelwert aus Betroffenheit durch Überflutung und Vulnerabilität der Gründung gegenüber Auftrieb und dem Risiko für Schäden an tragenden Bauteilen (Mittelwert aus dem Risiko für Eindringen von Wasser in das Gebäude und der Vulnerabilität der tragenden Bauteile)
- **Risiko für Schäden an Technischer Gebäudeausrüstung:** Mittelwert aus dem Risiko für Schäden an TGA im Innenraum (Mittelwert aus der Betroffenheit des Innenraums durch Eindringen von Wasser in das Gebäude und der Vulnerabilität der Technischen Gebäudeausrüstung im Innenraum) und dem Risiko für Schäden an Technischer Gebäudeausrüstung im Außenbereich (Mittelwert aus der Betroffenheit durch Überflutung und der Vulnerabilität der Wärmepumpe im Außenbereich)
- **Risiko für Schäden an Innenbauteilen:** Mittelwert aus der Betroffenheit des Innenraums durch Eindringen von Wasser in das Gebäude und der Vulnerabilität der Innenbauteile
- **Risiko für Schäden an der Gebäudehülle:** Mittelwert aus der Betroffenheit Überflutung und dem Mittelwert der Vulnerabilität von den erdberührten Bauteilen und den Außenwänden unterhalb des Wasserstands
- **Risiko für Schäden am Inventar:** Mittelwert aus der Betroffenheit des Innenraums durch Eindringen von Wasser in das Gebäude und der Vulnerabilität des Inventars
- **Risiko für Schäden in der Garage:** Mittelwert aus der Betroffenheit durch Eindringen von Wasser in die Garage und der Vulnerabilität der Garagennutzung
- **Auswirkungen auf Nutzende:** Mittelwert aus der Betroffenheit des Innenraums durch Eindringen von Wasser in das Gebäude und der Vulnerabilität der Nutzenden

Die Risikobewertung für die Klimaeinwirkung **Hitze** orientiert sich ab der Expositionsbewertung an den folgenden Auswirkungen der Hitze: Überhitzung des Gebäudes, Überhitzung des Außenbereichs.

Aus den Expositionsfaktoren für das Gebäude und für den Außenbereich errechnen sich die Betroffenheiten über den Mittelwert aus Gefährdung und der entsprechenden Exposition.

Die Vulnerabilität für die Überhitzung des Gebäudes unterteilt sich wiederum in die Systemelemente, die sich nach der Wirkungsweise der Hitze auf das Gebäude richten, dazu zählen: Wärmeeintrag über die Gebäudehülle, Wärmeeintrag Innen, Wärmepuffer, Wärmeabfuhr und der Wärmeeintrag. Der Wärmeeintrag über die Gebäudehülle wird in die Faktoren Fenster, Fassade, Dach unterteilt. Nutzendenverhalten, Lüftung und Kühlung errechnet. Für die Überhitzung des Gebäudes werden Gewichtungsfaktoren basierend auf Untersuchungen an Thermischen Gebäudesimulationen (siehe Kapitel 4.1) angewandt. Die Bewertung der jeweiligen Faktoren errechnet sich aus dem gewichteten Mittelwert der jeweiligen Indikatoren. Die Gesamtvulnerabilität ergibt sich entsprechend aus dem gewichteten Mittelwert der einzelnen Faktoren.

$$F = \frac{I_1 * w_1 + I_2 * w_2 + I_3 * w_3 + \dots + I_n * w_n}{w_1 + w_2 + w_3 + \dots + w_n}$$

Faktoren und Indikatoren die mit negativen Werten bewertet werden, weil sie eine Verbesserung der Vulnerabilität bewirken (bspw. Kühlung, begrünte Dächer), werden nicht in den gewichteten Mittelwert einberechnet, sondern von dem Gesamtergebnis abgezogen um die Wichtung bei einer Wertung von 0 nicht einzubeziehen.

$$F = \frac{I_1 * w_1 + I_2 * w_2 + I_3 * w_3 + \dots + I_n * w_n}{w_1 + w_2 + w_3 + \dots + w_n} + \frac{I_x * w_x}{100}$$

Die Vulnerabilität für die Überhitzung des Außenbereichs wird mit dem Systemelement Wärmeinseleffekt auf der Liegenschaft ebenfalls nach der gleichen Methodik berechnet.

Das Risiko ergibt sich dann als gewichteter Mittelwert aus der Überhitzung des Gebäudes und der Überhitzung des Außenbereichs.

Für die Auswirkungen auf Nutzende wird der gewichtete Mittelwert aus den Risiken für Überhitzung des Gebäudes und Überhitzung des Außenbereichs als Betroffenheit definiert. Das Ergebnis ergibt sich dann als Mittelwert aus der Betroffenheit und der Vulnerabilität der Nutzenden.

5.3. Technische Umsetzung

Erster Prototyp in Microsoft Excel

Der Prototyp zur Bewertung der Klimarisiken wurde zunächst in Microsoft Excel erstellt. Die Arbeitsmappe war im Bearbeitungszustand geschützt, sodass nur definierte Zellen ausgewählt und entsprechende Eingaben vorgenommen werden konnten.

Es wurde jeweils ein Arbeitsblatt für die Stammdaten des Gebäudes sowie für jede Klimaeinwirkung (Starkregen, Hochwasser, Hitze, Dürre, Hagel und Sturm) angelegt. Jedes der Arbeitsblätter für die Klimaeinwirkungen war wie folgt aufgebaut:

- Angabe des Risikos in der Gegenwart sowie im optimistischen und pessimistischen Fall
- Darstellung des Risikos in einem Ringdiagramm
- Bewertung der Gefährdung unter Berücksichtigung des Basisklimas und des Klimawandels
- Bewertung der Exposition, gegebenenfalls unterteilt nach verschiedenen Auswirkungen der jeweiligen Klimaeinwirkung
- Berechnung der Betroffenheit
- Bewertung der Vulnerabilität, gegebenenfalls unterteilt nach verschiedenen Auswirkungen der Klimaeinwirkung sowie nach Faktoren
- gegebenenfalls Berechnung eines ersten Risikos, aus dem weitere Risiken folgen konnten
- gegebenenfalls Bewertung der Vulnerabilität von Gebäudeteilen, die erst durch das Eintreten des ersten Risikos betroffen waren
- Berechnung der Teilrisiken

In jedem Bewertungsbereich waren die in Kapitel 4 definierten Indikatoren mit der entsprechenden Bewertungsskala aufgeführt. Für jeden Indikator wurde die entsprechende Einstufung in einer auswählbaren Zelle über eine Dropdown-Liste vorgenommen, welche die Referenzbereiche enthielt. Der entsprechende Wert wurde automatisch in eine Bewertungszelle eingetragen. Die Indikatoren wurden entsprechend der beschriebenen Methodik automatisch zur Bewertung der Faktoren aggregiert; die Faktoren wurden wiederum zur Bewertung der Komponenten unter Berücksichtigung möglicher Zwischenfaktoren zusammengeführt.

Die jeweilige Bewertungsebene war durch die Zahl vor dem Indikator gekennzeichnet, beispielsweise 1 für die Komponenten, 1.1 für die Faktoren, 1.1.1 für Zwischenfaktoren oder Indikatoren sowie 1.1.1.1 für Indikatoren von Zwischenfaktoren.

Zwischen den einzelnen Bewertungsschritten waren Schaltflächen angeordnet, welche nach Abschluss des jeweils vorhergehenden Schrittes die Sichtbarkeit der nachfolgenden Bereiche steuerten. Die Felder zur Bewertung der Risiken, der Betroffenheit, der Komponenten sowie der obersten Ebene der Faktoren wurden mithilfe einer bedingten Formatierung entsprechend ihrer Einstufung farblich hervorgehoben.

Zu einigen Indikatoren waren Hinweise und Datenquellen hinterlegt. Diese konnten durch Anklicken der jeweiligen Zelle über ein Info-Icon aufgerufen werden.

Nach einer ersten Bearbeitungsstufe wurde zur Verbesserung der Erreichbarkeit und Anwendbarkeit entschieden, den Prototyp als Webtool umzusetzen.

Zweiter Prototyp als Webtool in WordPress

Aufbauend auf dem zunächst in Microsoft Excel entwickelten Berechnungsprototyp wurde der Klimarisiko-Check in einem zweiten Entwicklungsschritt als webbasiertes Tool in WordPress umgesetzt. Ziel dieser Überführung war es, die zuvor tabellarisch abgebildete Berechnungsmethodik in eine nutzerfreundliche, online zugängliche und projektbezogen speicherbare Anwendung zu übertragen. Gegenüber der Excel-basierten Lösung sollte dadurch eine einfachere Bedienbarkeit, eine bessere Wartbarkeit sowie eine breitere Zugänglichkeit für unterschiedliche Nutzergruppen erreicht werden. WordPress wurde als technische Grundlage gewählt, da das System eine flexible Erweiterbarkeit, eine etablierte Benutzer- und Rechteverwaltung sowie eine redaktionell gut pflegbare Struktur bietet. Dadurch konnte der Klimarisiko-Check als eigenständige Webanwendung innerhalb des WordPress-Systems umgesetzt werden. Bestehende Funktionen wie Benutzerverwaltung, Medienverwaltung, Seitenerstellung und Erweiterbarkeit durch Plugins konnten genutzt und um projektspezifische Berechnungs- und Berichtsfunktionen ergänzt werden.

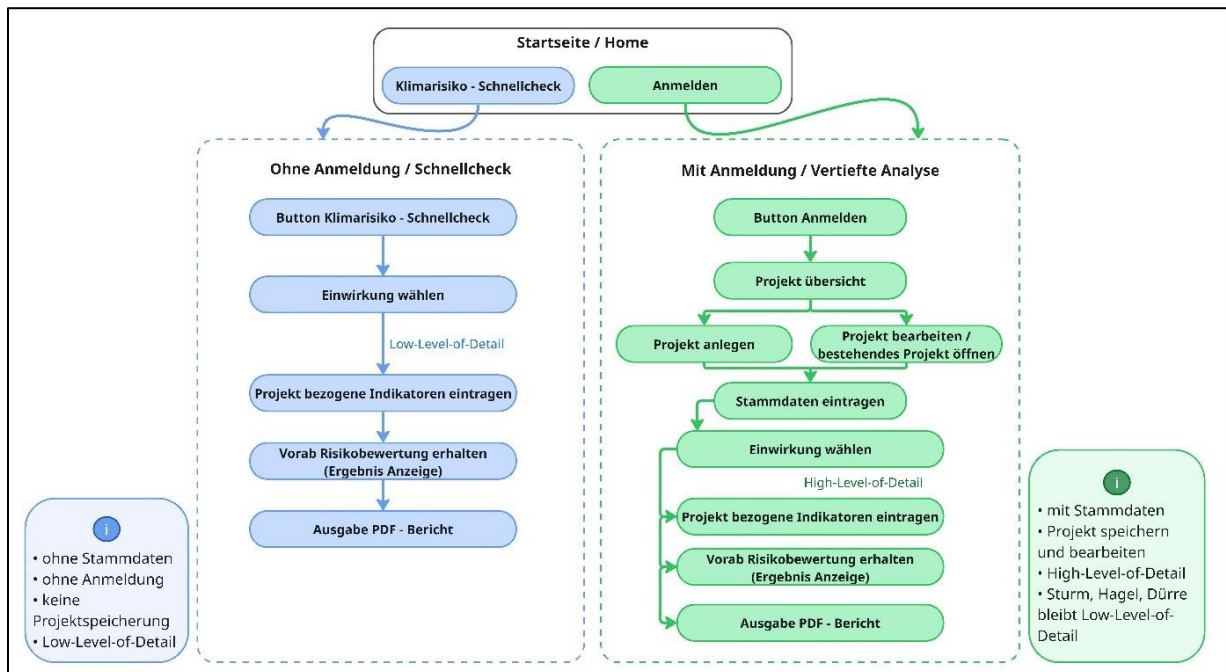


Abbildung 5 Nutzungsmodelle mit Funktionen im Klimarisiko-Check

Der grundlegende Aufbau der Website folgt zwei Nutzungspfaden. Wie in der schematischen Darstellung in Abbildung 5 gezeigt, kann der Klimarisiko-Check einerseits ohne Anmeldung als Schnellcheck genutzt werden. In diesem Fall wählen Nutzerinnen und Nutzer eine Klimaeinwirkung aus, tragen die zugehörigen Indikatoren ein und erhalten anschließend eine vorläufige Risikobewertung mit Ergebnisanzeige und Berichtsausgabe. Dieser Nutzungspfad ist bewusst niedrighschwellig angelegt, erfordert keine Registrierung und sieht keine projektbezogene Speicherung vor. Methodisch entspricht dieser Bereich einem Low-Level-of-Detail-Ansatz. Andererseits ermöglicht die Anmeldung eine vertiefte, projektbezogene Analyse. Angemeldete Nutzerinnen und Nutzer können Projekte anlegen, bestehende Projekte öffnen und weiterbearbeiten, Stammdaten erfassen sowie die jeweiligen Klimaeinwirkungen systematisch bewerten. Die Stammdaten des Gebäudes bzw. der Liegenschaft sowie die eingegebenen Indikatorwerte werden projektbezogen gespeichert. Für Starkregen, Hochwasser und Hitze wurde dabei ein High-Level-of-Detail-Ansatz umgesetzt, während Sturm, Hagel und Dürre weiterhin im Low-Level-of-Detail abgebildet

werden. Die Website unterscheidet damit zwischen einer schnellen, orientierenden Risikoeinschätzung und einer detaillierteren, dokumentierbaren Projektanalyse.

Für die projektbezogene Speicherung wurde in WordPress ein eigener Inhaltstyp für Klimarisiko-Projekte angelegt. Die Eingabe der Indikatoren erfolgt über strukturierte Formularfelder, die mit Advanced Custom Fields (ACF) erstellt wurden. Auf diese Weise konnten die in der Methodik definierten Indikatoren, Bewertungsskalen und Auswahlmöglichkeiten systematisch in die Weboberfläche übertragen werden. Die Berechnung der Risikowerte erfolgt serverseitig über individuell entwickelte PHP-Snippets. Diese greifen auf die gespeicherten Eingaben zu, ordnen die Werte den jeweiligen Risikokomponenten zu und berechnen daraus Gefährdung, Exposition, Betroffenheit und Vulnerabilität sowie die daraus abgeleiteten Gesamt- und Teilrisiken. Für die Klimaeinwirkungen Starkregen, Hochwasser und Hitze wurde zusätzlich eine detaillierte Ergebnisstruktur umgesetzt, bei der neben dem Gesamtrisiko auch Risiken einzelner Systemelemente ausgegeben werden. Die Ergebnisdarstellung wurde an die Struktur des Excel-Prototyps angelehnt, jedoch für die Nutzung im Web angepasst. Die berechneten Risikowerte werden für die Gegenwart sowie für optimistische und pessimistische Klimaprojektionen ausgegeben. Ringdiagramme visualisieren die Risikowerte, während ergänzende Tabellen die zugrunde liegenden Risikokomponenten, Teilrisiken und Detailwerte darstellen. Zusätzlich wurde eine Berichtsfunktion umgesetzt, mit der die Ergebnisse projektbezogen zusammengeführt und für die Dokumentation bzw. den Ausdruck aufbereitet werden können.

Im Ergebnis des Forschungsvorhabens steht eine funktionsfähige Webanwendung unter der Domain „klimarisikocheck.de“ zur Verfügung. Die Website umfasst eine Startseite mit Erläuterungen zur Motivation, Funktionsweise und methodischen Grundlage des Klimarisiko-Checks. Am Ende der Startseite ermöglichen zwei Schaltflächen den direkten Einstieg in die beiden verfügbaren Nutzungsvarianten.

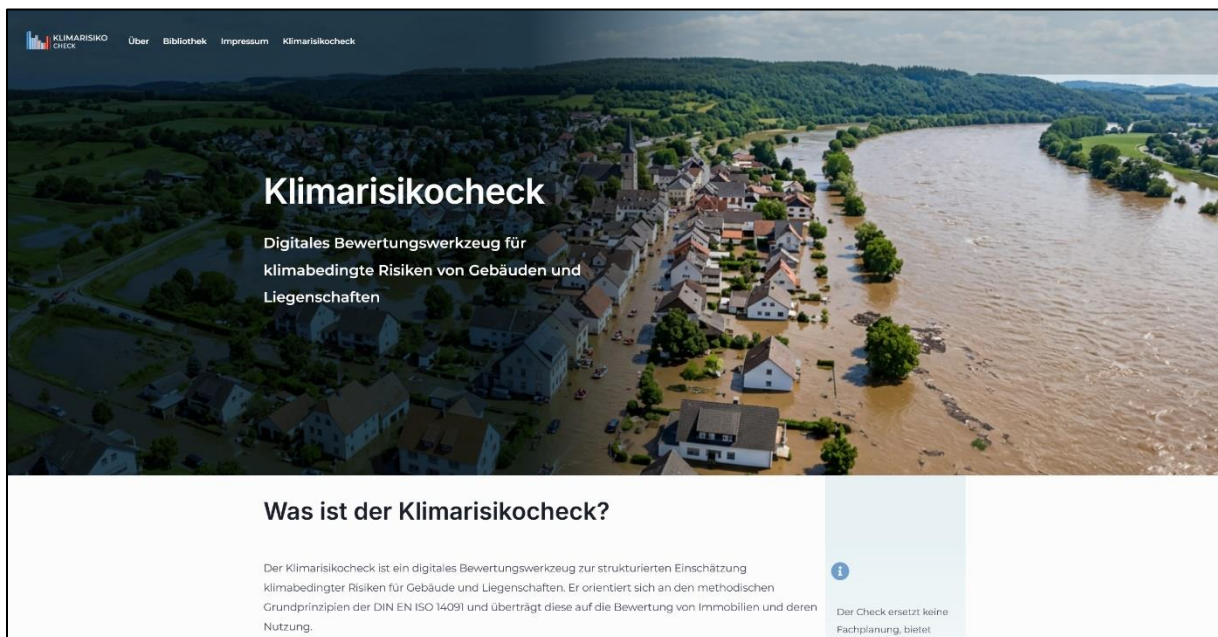


Abbildung 6 Startseite der Website zum Klimarisiko-Check

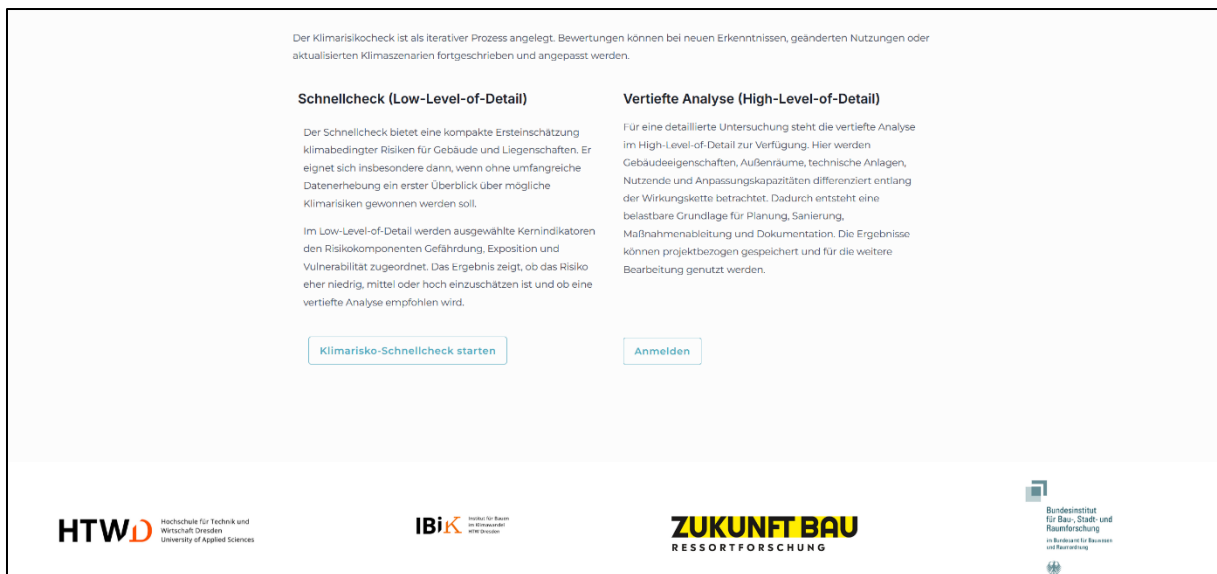


Abbildung 7 Ende der Startseite mit Schaltflächen zu den Analyseseiten

Der Schnellcheck kann, wie bereits beschrieben, ohne vorherige Registrierung genutzt werden. Die einzelnen Klimaeinwirkungen lassen sich über Schaltflächen separat bearbeiten (siehe Abbildung 8). Nach Abschluss der Bewertung kann ein Bericht mit den ermittelten Ergebnissen heruntergeladen werden.

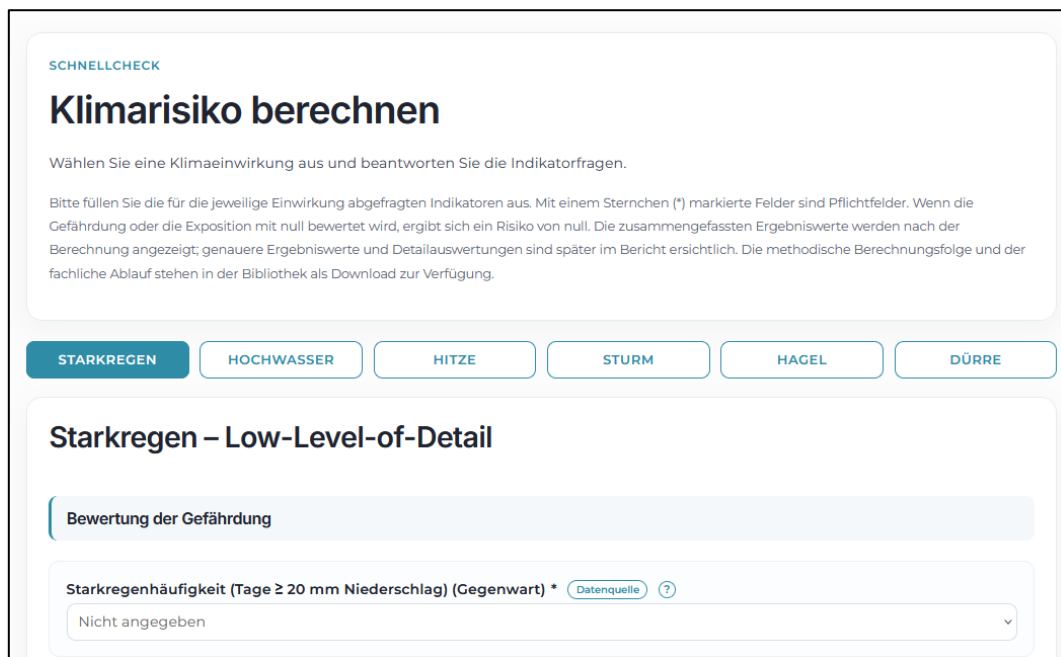


Abbildung 8 Oberfläche für den Schnellcheck

Für die detaillierte Bewertungsvariante ist eine Registrierung mit E-Mail-Adresse und Passwort erforderlich (siehe Abbildung 9). Nach erfolgreicher Registrierung erhält der Nutzer eine Bestätigungs-E-Mail. Innerhalb des persönlichen Nutzerprofils können anschließend Projekte angelegt, verwaltet und zu einem späteren Zeitpunkt weiterbearbeitet werden (siehe Abbildung 10). Dadurch wird eine schrittweise Bearbeitung auch umfangreicher Bewertungen ermöglicht. Im Anschluss kann sowohl ein Gesamtbericht mit den Ergebnissen von allen Klimaeinwirkungen abgerufen und gespeichert werden, als auch Detailberichte zu den einzelnen Klimaeinwirkungen (siehe Abbildung 11).

LOGIN

Anmelden

Melden Sie sich an, um Projekte zu speichern und weiterzubearbeiten.

E-Mail-Adresse oder Benutzername

Passwort

Angemeldet bleiben

ANMELDEN

Noch kein Konto? Jetzt kostenlos registrieren.

Abbildung 9 Anmeldeseite der Website für die detaillierte Analyse

PROJEKTBEREICH

Meine Projekte

Hier können Sie Projekte öffnen, weiterbearbeiten oder ein neues Projekt anlegen.

NEUES PROJEKT ERSTELLEN

Vorhandene Projekte

Privat: Beispielprojekt

Erstellt am 30.06.2026

Weiterbearbeiten

LÖSCHEN

Abbildung 10 Übersichtsseite auf der Website für die Projekte mit Anmeldung

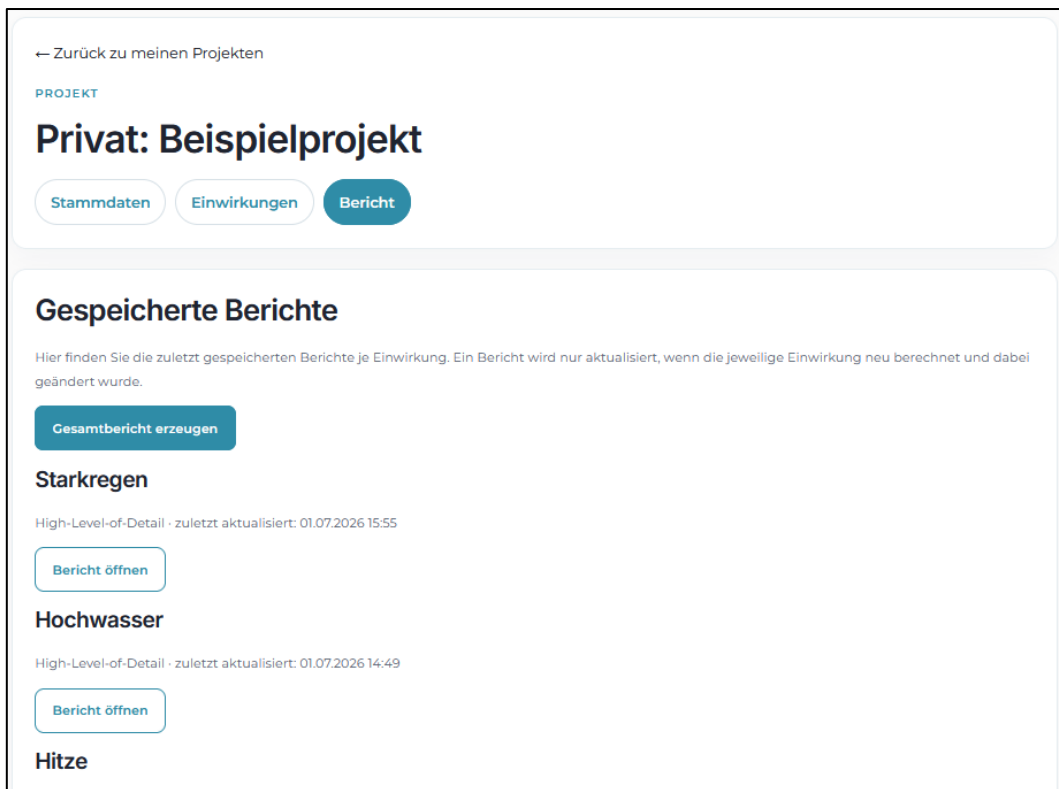


Abbildung 11 Übersichtsseite für die pdf-Ausgabe der Berichte zum Klimarisikoanalyse

Darüber hinaus wurde eine Informations- und Kontaktseite eingerichtet, auf der das Forschungsprojekt sowie das Institut Bauen im Klimawandel der HTW Dresden vorgestellt werden. Ergänzend steht eine Download-Seite mit der Bezeichnung „Bibliothek“ zur Verfügung. Dort kann dieser Abschlussbericht, einschließlich aller digitalen Anhänge, sowie weitere Dokumente des BBSR zum Themenfeld Klimaanpassung heruntergeladen werden.

Zur Erfüllung der rechtlichen Anforderungen wurden außerdem Seiten für das Impressum sowie die Datenschutzerklärung erstellt.

6. Betriebskonzept

Für die Weiterentwicklung und Implementierung eines Klimarisiko-Checks auf Bundesebene wird im Folgenden ein mögliches Betriebskonzept skizziert.

Vor einer Einbindung des Instruments in formale Prozesse (Förderungen, Zertifizierungen, Versicherungen etc.) wird die Durchführung einer Validierungsphase empfohlen. Diese kann beispielsweise im Rahmen einer Forschungsfördermaßnahme realisiert werden und sollte sowohl fachlich qualifizierte Anwenderinnen und Anwender als auch nicht fachkundige Nutzergruppen einbeziehen, die das Instrument an ausgewählten Pilotgebäuden erproben. Im Fokus dieser Phase sollten insbesondere die Praxistauglichkeit, die Verfügbarkeit relevanter Daten sowie die Nutzerfreundlichkeit stehen. Für fachkundige Anwender ist darüber hinaus die Plausibilität der Ergebnisse von zentraler Bedeutung. Die im Rahmen der Pilotanwendungen gewonnenen Erkenntnisse sind durch ein Projektteam systematisch auszuwerten und für eine iterative Weiterentwicklung des Instruments zu nutzen. Dies kann unter anderem Anpassungen von Indikatoren, die Einführung von Gewichtungsfaktoren sowie die Überarbeitung der Benutzeroberfläche umfassen.

Langfristig ist eine inhaltliche und funktionale Weiterentwicklung des Klimarisiko-Checks anzustreben. Dies beinhaltet insbesondere die Integration zusätzlicher relevanter Klimaeinwirkungen sowie die kontinuierliche Aktualisierung der Bewertungsmodelle auf Grundlage neuer wissenschaftlicher Erkenntnisse und fortgeschriebener Klimaprojektionen. Darüber hinaus sollte die Anbindung an weitere Datenquellen geprüft werden, um sowohl die Aussagekraft als auch den Automatisierungsgrad der Analysen zu erhöhen.

Hinsichtlich der praktischen Anwendung wird ein zweistufiges Vorgehen empfohlen: Eine niedrighschwellige Variante mit geringem Detaillierungsgrad (Low Level of Detail) ermöglicht es Gebäudeeigentümerinnen und -eigentümern sowie Verwaltungsakteuren, eine erste Einschätzung klimabedingter Risiken vorzunehmen. Im Falle eines erhöhten Risikos als Ergebnis einer Low-Level-of-Detail-Analyse sollte auf vertiefende Analysen durch qualifizierte Fachpersonen mit höherem Detaillierungsgrad (High Level of Detail) verwiesen werden. Hierfür ist mindestens Informationsmaterial zur Qualifizierung von Fachpersonal erforderlich, zusätzlich können geeignete Ausbildungs-, Zertifizierungs- und Koordinationsstrukturen für Sachkundige etabliert werden.

Für die Finanzierung des Instruments ist ein hybrides Modell aus öffentlicher Förderung oder nichtöffentlicher Finanzierung und nutzerfinanzierten Ansätzen denkbar. Während die initiale Entwicklung sowie die fortlaufende Weiterentwicklung durch Forschungsförderung unterstützt werden sollten, können für professionelle Anwendungen ergänzend Lizenz- oder Nutzungsmodelle implementiert werden. Zudem wird eine Open Source Veröffentlichung des durch die Förderung des Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung entwickelten Prototyps angestrebt. Der Prototyp kann bspw. durch Versicherungen, Kammern, Verbände oder andere Akteure aufgegriffen und weiterentwickelt werden.

Abschließend wird von einer vielfach diskutierten, verpflichtenden Einführung abgeraten. Stattdessen sollte auf anreizbasierte Steuerungsinstrumente gesetzt werden. Insbesondere die Verknüpfung mit bestehenden Förderprogrammen sowie die Integration in versicherungswirtschaftliche Mechanismen, beispielsweise in Form von Prämienanreizen, können die Anwendung des Klimarisiko-Checks effektiv fördern.

6.1. Qualitätssicherung

Im Rahmen der in Kapitel 4.2 bereits erläuterten Interviews wurden auch Fragen zu einem möglichen Betriebskonzept gestellt, deren Ergebnisse im Folgenden wiedergegeben werden.

Hinsichtlich der Trägerschaft eines entsprechenden Tools wird überwiegend eine öffentliche Institution bevorzugt, beispielsweise der Deutsche Wetterdienst (DWD), das Bundesamt für Kartographie und Geodäsie (BKG) oder das Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR). Alternativ werden auch Organisationen wie der Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft (GDV), Ingenieur- und Architektenkammern, Bankenverbände oder politisch unabhängige Institutionen wie DGNB oder VDI genannt. Unabhängig von der konkreten Trägerschaft wird die kontinuierliche Weiterentwicklung des Tools als entscheidend hervorgehoben, um eine breite Anwendung sicherzustellen. Dabei ist insbesondere eine multidisziplinäre Zusammenarbeit, etwa zwischen Klimatologie, Stadtplanung, Architektur, Bauingenieurwesen und Interessenvertretungen privater Eigentümer, von großer Bedeutung.

Zudem sollten verschiedene Schnittstellen mitgedacht werden, darunter Portfolioanalysen im Kontext der EU-Taxonomie, Förderprogramme wie KfW und QNG, Heiz- und Kühllastberechnungen sowie Anbindungen an Banken, Behörden und Versicherungen. Auch Prozesse wie Bauanträge und Immobilienverkäufe sollten berücksichtigt werden.

Der Fokus auf den Gebäudebestand wird als sinnvoller Ausgangspunkt angesehen, allerdings sollte das Tool grundsätzlich für alle Gebäudetypen anwendbar sein. Insbesondere die Bewertung von Industriegebäuden wird als herausfordernd eingeschätzt. Darüber hinaus sollten Portfoliobetrachtungen ermöglicht, regionale Unterschiede berücksichtigt und das Tool handlungsleitend in Planungsprozesse integriert werden.

Eine verpflichtende Durchführung von Klimarisikoanalysen wird aus wissenschaftlicher Sicht zwar als sinnvoll erachtet, erscheint jedoch politisch vor dem Hintergrund aktueller Bestrebungen zum Bürokratieabbau schwer umsetzbar. Stattdessen wird die Schaffung von Anreizen als geeigneter Ansatz gesehen, beispielsweise durch Förderungen oder die Nutzung der Bewertung als Grundlage für eine Opt-out-Regelung im Rahmen einer flächendeckenden Elementarschadenversicherung. Sollte dennoch eine Verpflichtung angestrebt werden, wird empfohlen, diese insbesondere an Eigentumsübergänge wie Verkauf, Erbschaft oder Schenkung zu knüpfen oder auf besonders gefährdete Gebiete zu beschränken

7. Handlungsempfehlung für Bundes- und Landesbehörden, Wissenschaft, Versicherungen und weitere Akteure

Auf Grundlage der im Projekt erarbeiteten Ergebnisse und der ergänzend ausgewerteten Interviews wird empfohlen, den entwickelten Klimarisiko-Check für Gebäude schrittweise zu einem dauerhaft anwendbaren, wissenschaftlich fundierten und praxisnahen Instrument weiterzuentwickeln. Dieser soll eine großflächige Bewertung und darauffolgende Anpassung des Gebäudebestandes in Deutschland ermöglichen und gleichzeitig den Aufwand in die Kosten und den bürokratischen Aufwand für Eigentümerinnen und Eigentümer gering halten.

Im Mittelpunkt sollte dabei nicht nur die methodische Verfeinerung stehen, sondern auch die institutionelle Verankerung, digitale Bereitstellung und praktische Einbindung in bestehende Entscheidungsprozesse. Die Durchführung von Klimarisikoanalysen für Gebäude sollte perspektivisch verpflichtend eingeführt oder über geeignete Anreizmechanismen etabliert werden, etwa durch Förderprogramme oder die Berücksichtigung in Versicherungsprämien. Der Klimarisiko-Check kann dabei als standardisierte Dienstleistung zur Umsetzung solcher Analysen dienen und neben vergleichbaren Instrumenten eingesetzt werden. Voraussetzung für die Anerkennung alternativer

Instrumente ist deren Prüfung durch eine zentrale Stelle, insbesondere im Hinblick auf die zugrunde liegende Methodik. Diese Prüfung sollte sich an der im Projekt entwickelten Arbeitshilfe (vgl. Kapitel 4) orientieren.

7.1. Rechtliche Umsetzung

Rechtlich bestehen im Bauplanungs- und Bauordnungsrecht nur begrenzte Möglichkeiten, Klimaanpassungsmaßnahmen verbindlich festzuschreiben. Das Baugesetzbuch (BauGB) schafft jedoch mit § 1 Abs. 5 einen allgemeinen Rahmen für die Berücksichtigung der Klimaanpassung in der Bauleitplanung. Konkretisiert wird dies durch § 1 Abs. 6, wonach insbesondere die Auswirkungen auf den Menschen (z. B. Hitzeschutz) sowie Naturereignisse wie Hochwasser und Sturzfluten in die Abwägung einzubeziehen sind. Ergänzend bestimmt § 1a Abs. 5 BauGB, dass Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel bei der Aufstellung von Bauleitplänen berücksichtigt werden sollen. Im Rahmen der Bauleitplanung können durch die Gemeinde entsprechende Maßnahmen festgesetzt werden, etwa zur Begrenzung der Flächenversiegelung, zur Dach- oder Fassadenbegrünung oder zur Zulässigkeit von Untergeschossen. Zum einen liegt dies jedoch im Ermessen der Gemeinde, zum anderen kann eine verpflichtende, gebäudespezifische Bewertung von Klimarisiken vor der Errichtung eines Bauvorhabens – etwa in Form des Klimarisiko-Checks – darüber jedoch nicht durchgesetzt werden.

Demgegenüber bieten die Landesbauordnungen die Möglichkeit, die für eine Baugenehmigung erforderlichen Unterlagen festzulegen. Hier könnte die Erstellung einer Klimarisikoanalyse, ähnlich zum Vorgehen in einigen Gemeinden in Kolumbien (vgl. Kapitel 3.1) als verpflichtender Bestandteil des Genehmigungsverfahrens verankert werden.

Allerdings entfalten sowohl bauordnungsrechtliche Regelungen als auch die Bauleitplanung im Wesentlichen Wirkung für Neubauvorhaben. Für Bestandsgebäude greift hingegen der verfassungsrechtlich geschützte Bestandsschutz gemäß Art. 14 Abs. 1 GG.

Regelungen im Gebäudeenergiegesetz (GEG) könnten demgegenüber auch den Gebäudebestand erfassen. Analog zum Energieausweis wäre es grundsätzlich denkbar, eine Klimarisikoanalyse verbindlich vorzuschreiben. Aufgrund der derzeitigen Ausrichtung des GEG auf die Steigerung der Energieeffizienz erscheint die Integration jedoch systematisch bislang nicht passend.

Auf europäischer Ebene verpflichtet Art. 12 der Gebäuderichtlinie (Richtlinie über die Gesamteffizienz von Gebäuden EPBD) die Mitgliedsstaaten zur Einführung eines Renovierungspasses. Dieser weist zum einen die Energieeffizienz des Gebäudes, verglichen mit dem nationalen Bestand aus und zeigt gleichzeitig auf, welche Schritte notwendig sind, um die Effizienz zu steigern, verglichen mit dem individuellen Sanierungsfahrplan (iSFP). Auch der Renovierungspass ist in seiner jetzigen Bestimmung stark auf die Verbesserung der Energieeffizienz ausgelegt, dennoch könnte der Renovierungspass auch um eine Klimarisikoanalyse mit Maßnahmen erweitert werden. Den Mitgliedsstaaten der EU ist es freigestellt, ob sie Eigentümerinnen und Eigentümer zur Erstellung eines Renovierungspasses verpflichten.

7.2. Normative Umsetzung

Die Methodik zur Klimarisikoanalyse sollte zunächst im Rahmen einer DIN SPEC pilotiert und erprobt werden. Die im Projekt entwickelte Arbeitshilfe ist dafür in eine entsprechende DIN SPEC zu überführen. Die Veröffentlichung kann einen fachlichen Diskurs über die mögliche Einführung einer DIN anstoßen, der in einem strukturierten Stakeholder-Dialog gebündelt werden sollte. Ein solcher Dialog könnte beispielsweise durch das Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen (BMWSB) initiiert werden. Auf Grundlage der dabei gewonnenen Erkenntnisse ist zu prüfen, ob eine Überführung der DIN SPEC in eine verbindliche DIN sinnvoll ist.

7.3. Förderung

Es können auf Bundes- und Landesebene Anreize für die Anwendung geschaffen werden, insbesondere über Förderprogramme.

Die Durchführung einer Klimarisikoanalyse mit anschließender Umsetzung von Maßnahmen kann beispielsweise als Fördertatbestand analog zur Bundesförderung für effiziente Gebäude BEG oder der Förderung des Hochwasservorsorgeausweises in Sachsen (vgl. Kapitel 3.1) direkt bezuschusst werden. Außerdem können über die Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) zinsgünstige Kredite oder Tilgungszuschüsse für die Umsetzung von Maßnahmen auf Basis einer Klimarisikoanalyse angeboten werden.

Darüber hinaus kann die Erstellung einer Klimarisikoanalyse auch in bestehende Förderprogramme als Fördervoraussetzung aufgenommen werden, beispielsweise in das Qualitätssiegel Nachhaltiges Gebäude QNG oder, vergleichbar mit Gemeinden in Kolumbien (vgl. Kapitel 3.1), in die Förderungen des sozialen Wohnungsbaus.

7.4. Technische Umsetzung

Für eine Steigerung von Akzeptanz und Vertrauen in ein Instrument zur Klimarisikoanalyse ist eine langfristige Trägerschaft, Koordination und Qualitätssicherung entscheidend. Diese könnten von einer Bundesbehörde übernommen oder zumindest institutionell abgesichert werden. Aufgrund der technischen Anforderungen und der umfangreichen Datengrundlage erscheint hierfür insbesondere das Bundesamt für Geodäsie und Kartografie (BKG) geeignet. Ergänzend sollte das Instrument durch fachliche Expertise aus den Bereichen Bauwesen (BBSR, BBR), Wetter und Klima (DWD) sowie Gewässer (BfW) unterstützt werden.

Technisch sollte der bestehende Prototyp weiterentwickelt werden, insbesondere im Hinblick auf Nutzungsfreundlichkeit, Harmonisierung und Integration in bestehende Anwendungen. Dabei sind insbesondere folgende Punkte umzusetzen:

Derzeit werden Daten zu Gefährdung und Exposition aus einer Vielzahl unterschiedlicher Portale und Kartendienste bezogen, darunter der Klimaatlas und die Wärmeinselkarte des DWD, das GRUVO-Portal des BGR, die Klimaausblicke von GERICS, die KOSTRA-DWD-Tabellen, das WS-Klimaportal der BAfG, das Geoportal des BKG, der BNB Climate Hazard Viewer des BBSR, der Interactive Atlas des IPCC, der IÖR-Monitor sowie weitere regionale Datensätze (z. B. Bodenfunktionskarten). Zur Verbesserung der Anwendungsfreundlichkeit sollten diese Daten in einem zentralen Portal gebündelt werden. Darauf aufbauend kann ein automatisierter Datenabruf über eine Adress- oder Koordinateneingabe für die Bewertung implementiert werden.

Für eine einfachere Anwendung sollten zudem relevante Daten (bspw. das Betrachtungsjahr für die Zukunftsdaten oder der Wasserstand) direkt bei den Indikatoren angezeigt werden.

Zur besseren Verständlichkeit der Ergebnisse sollte zudem der ausgegebene Bericht weiterentwickelt werden. Denkbar ist etwa die explizite Darstellung von „Schwachpunkten“, also von Indikatoren, die zu einem erhöhten Risiko beitragen. Ergänzend könnten modulare Textbausteine integriert werden, die die konkreten Auswirkungen klimatischer Einwirkungen auf Gebäude und Liegenschaften beschreiben. In einem ersten Schritt

Zusätzlich ist die Verknüpfung mit einem Maßnahmenkatalog sinnvoll, der auf Basis der Risikobewertung und identifizierter Schwachstellen geeignete Anpassungsmaßnahmen vorschlägt und diese mit einer aktualisierten Risikobewertung nach der Umsetzung verbindet. Langfristig könnte ein Klimarisiko-Check zudem über Schnittstellen zu BIM-Modellen verfügen, sodass Bewertungen auf Grundlage vollständiger digitaler Gebäudemodelle durchgeführt werden können.

7.5. Empfehlungen für weitere Akteure

Für die Versicherungswirtschaft liegt der wesentliche Mehrwert des Instruments in einer standardisierten, nachvollziehbaren und objektbezogenen Risikobewertung, die eine bessere Differenzierung sowie eine zielgerichtete Prävention ermöglicht. Empfehlenswert ist daher eine enge fachliche Einbindung der Versicherer in die Weiterentwicklung des Instruments, etwa zur Definition relevanter Risikokennzahlen, zur Bewertung von Präventionsmaßnahmen und zur Prüfung möglicher Prämienanreize. Eine Nutzung des Instruments sollte dabei nicht nur auf Schadensbewertung, sondern ausdrücklich auch auf die Unterstützung präventiver Maßnahmen und risikoadäquater Versicherungsmodelle ausgerichtet werden.

In der Projektbearbeitung konnten außerdem Forschungsbedarfe identifiziert werden. Zum einen sollte die Basis des Instruments weiter stabilisiert werden. Prioritär sind die empirische Validierung von Gewichtungsfaktoren, die Erweiterung um weitere relevante Klimaeinwirkungen wie z.B. Waldbrand und kombinierte Extremereignisse sowie die Verbesserung der Datengrundlagen für Vulnerabilität, Exposition und Klimaprojektionen. Zugleich sollte die Forschung stärker darauf ausgerichtet werden, aus der Risikoanalyse konkrete, gebäudetyp- und nutzungsspezifische Anpassungsempfehlungen abzuleiten, damit das Instrument nicht bei einer Risikobeschreibung stehen bleibt, sondern die Ableitung gezielter Maßnahmen ermöglicht.

Literaturverzeichnis

- Alcaldia de Santiago de Cali, o. J.: ¿Cómo generar el Certificado de riesgo de un predio? Zugriff: <https://www.cali.gov.co/publicaciones/176079/como-generar-el-certificado-de-riesgo-de-un-predio/> [abgerufen am: 24.01.2025].
- Asam, C.; Binz, S.; Dietsch, I.; Espina, A.; Friedl, P.; Moll, H.; Rienäcker, S.; Schindler, R., 2026: Glossar zum klimaangepassten und ressourcenschonenden Bauen: Begriffe Kommentare Diskussionsbeiträge.
- BDZ e.V. Kompetenzzentrum Hochwassereigenvorsorge Sachsen, o. J.: Hochwasservorsorgeausweis. Zugriff: <https://www.bdz-hochwassereigenvorsorge.de/de/was-bieten-wir-an/hochwasservorsorgeausweis.html> [abgerufen am: 23.01.2025].
- Birkmann, J., 2011: Glossar Klimawandel und Raumentwicklung. Hannover.
- Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR), 2018: GIS-Immorisk. Zugriff: <https://www.gisimmorisknaturgefahren.de/immorisk.html> [abgerufen am: 09.01.2025].
- Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR), 2025: BNB - Climate Hazard Viewer. Zugriff: <https://experience.arcgis.com/experience/f809d0fff7174ebc95d7465ebc18db00> [abgerufen am: 21.05.2026].
- Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR), o. J.(im Erscheinen): Bewertungssystem Nachhaltiges Bauen 2.0, W.03 Klimaresilienz. Zugriff: <https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/forschung/programme/zb/Auftragsforschung/jahr/2022/fortentwicklung-bnb-kriteriensteckbrief/01-start.html> Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen (BMWSB).
- Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR); Ruiz Rodriguez + Zeisler + Blank GbR (RZB); Hochschule für Technik und Wirtschaft Dresden (HTWD), 2022: Hochwasserschutzfibel: Objektschutz und bauliche Vorsorge.
- Bundesministerium für Umwelt, Klimaschutz, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMUKN), 2024: Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel 2024.
- Bundesministerium Land- und Forstwirtschaft, Regionen und Wasserwirtschaft, o. J.: HORA-Pass informiert umfassend über persönliches Naturgefahrenrisiko. Zugriff: <https://info.bml.gv.at/themen/wasser/schutz-vor-hochwasser/bewusstsein/hora-pass.html> [abgerufen am: 24.01.2025].
- Calderon, C.M.; Vilian, P.; Andrieux, M.; Pen Point, S., 2024: Bat-ADAPT: Référentiel scientifique et technique. Zugriff: <https://r4re.resilience-for-real-estate.com/documentation> [abgerufen am: 10. Januar 2025].
- Dasgupta, D.; Krinner, G.; Mukherji, A.; Thorne, P.W.; Trisos, C.; Romero, J.; Aldunce, P.; Barrett, K.; et al., 2023: Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. First. Geneva, Switzerland.
- Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen (DGNB), 2023a: ECO2.6 Klimaresilienz. Zugriff: https://www.dgnb.de/filestorages/Downloads_unprotected/dokumente/kriterien/dgnb-kriterium-eco-2-6-gebaeude-neubau-version-2023.pdf [abgerufen am: 20. Januar 2025].
- Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen (DGNB), 2023b: SITE1.1 Mikrostandort. Zugriff: https://www.dgnb.de/filestorages/Downloads_unprotected/dokumente/kriterien/dgnb-kriterium-site1-1-gebaeude-sanierung-version-2021.pdf [abgerufen am: 20. Januar 2025].
- Deutscher Wetterdienst (DWD), 2021: Deutscher Klimaatlas. Zugriff: https://www.dwd.de/DE/klimaumwelt/klimaatlas/klimaatlas_node.html [abgerufen am: 16.05.2025].

DIN EN ISO 14091:2021-07, Anpassung an den Klimawandel - Vulnerabilität, Auswirkungen und Risikobewertung (ISO 14091:2021); Deutsche Fassung EN ISO 14091:2021.

Dorsch, L.; Kind, C.; Fleischmann, D., 2022: Durchführung einer robusten Klimarisiko- und Vulnerabilitätsanalyse nach EU Taxonomie. Zugriff: <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/durchfuehrung-einer-robusten-klimarisiko> [abgerufen am: 13. Dezember 2024].

Engström, R., o. J.: L'information des acquéreurs et des locataires (IAL) – Remplir son état des risques. Zugriff: <https://www.georisques.gouv.fr/information-des-acquereurs-et-locataires> [abgerufen am: 12.06.2026].

European Commission. Directorate General for Climate Action, 2023a: EU-Level Technical Guidance on Adapting Buildings to Climate Change. Zugriff: <https://data.europa.eu/doi/10.2834/558395> [abgerufen am: 20. Dezember 2024].

European Commission. Directorate General for Climate Action, 2023b: EU-Level Technical Guidance on Adapting Buildings to Climate Change: Best Practice Guidance. Zugriff: <https://data.europa.eu/doi/10.2834/585141> [abgerufen am: 13. Dezember 2024].

GB1 Ingenieure, 2022: InkliBau: Integrative Bürgerberatung zum klimaangepassten Bauen, Ergebnisdokumentation Reihenhendhaus. Unveröffentlichtes Dokument. Landeshauptstadt Dresden.

Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft (GDV), 2022: Versicherer für Naturgefahrenausweis - Aufklärung und Prävention wichtig. Zugriff: <https://www.gdv.de/gdv/medien/medieninformationen/versicherer-fuer-naturgefahrenausweis-aufklaerung-und-praevention-wichtig--105900> [abgerufen am: 06.01.2025].

Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft (GDV), 2024: „Hochwasser-Check“ bietet Risiko-Einschätzung für jeden Wohnort. Zugriff: <https://www.gdv.de/gdv/medien/medieninformationen/-hochwasser-check-bietet-risiko-einschaetzung-fuer-jeden-wohnort--177348> [abgerufen am: 24.01.2025].

Golz, S.; Stich, G., 2023: Der Hochwasservorsorgeausweis zur Stärkung des Vorsorgehandelns privater Haushalte. WASSERWIRTSCHAFT, 9. Jg. (113): 32–38.

Helmholtz-Zentrum Hereon GmbH, 2020: Klimaausblick für Landkreise. Zugriff: https://www.gerics.de/products_and_publications/fact_sheets/landkreise/index.php.de [abgerufen am: 16.05.2025].

Hochschule für Technik und Wirtschaft Dresden (HTWD); adelphi; Ingenieurgesellschaft Prof. Dr. Sieker mbH; Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR), o. J.: Klimaangepasstes Bauen. Zugriff: <http://klimaangepasstes-bauen.de/> [abgerufen am: 24.01.2025].

HochwasserKompetenzCentrum (HKC) e.V., o. J.: HOCHWASSER-PASS. Zugriff: <https://www.hochwasser-pass.info/> [abgerufen am: 24.01.2025].

Intergovernmental Panel On Climate Change (IPCC), 2023a: IPCC AR6-WGI Interactive Atlas: Regional Synthesis. Zugriff: <https://interactive-atlas.ipcc.ch/atlas> [abgerufen am: 20.05.2025].

Intergovernmental Panel On Climate Change (IPCC), 2023b: IPCC WGI Interactive Atlas: Regional information. Zugriff: <https://interactive-atlas.ipcc.ch/atlas> [abgerufen am: 16.05.2025].

Jacob, D., 2015: Impact2C Web-Atlas. Zugriff: https://www.atlas.impact2c.eu/en/?parent_page=336 [abgerufen am: 20.05.2025].

Kahlenborn, W.; Porst, L.; Voß, M.; Fritsch, U.; Renner, K., 2021: Klimawirkungs- und Risikoanalyse 2021 für Deutschland (Kurzfassung). Zugriff: <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/KWRA-Zusammenfassung> [abgerufen am: 26. November 2025].

Kind, C.; Golz, S.; Sieker, H., 2022: Klimaanpassung und Normungsverfahren. Zugriff: <https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/forschung/programme/zb/Auftragsforschung/5EnergieKlima-Bauen/2019/klimaanpassung/01-start.html> [abgerufen am: 6. Dezember 2026].

Landeshauptstadt Dresden, 2024: Klimaangepasstes Bauen und Sanieren. Zugriff: <https://www.dresden.de/de/stadtraum/umwelt/umwelt/klima-und-energie/klimaanpassung/inklibau.php> [abgerufen am: 13.12.2024].

Leistner, P.; Eitle, A.; Krause, P.; Meier, L.; Röseler, H., 2023: Klimaangepasste Gebäude und Liegenschaften: Empfehlungen für Planende, Architektinnen und Architekten sowie Eigentümerinnen und Eigentümer. 2. überarbeitete Auflage. Bonn.

Nilson, E.; Kruschke, T.; Früh, B.; Kreienkamp, F.; Leps, N.; Stachel, H.; Fleischer, C., 2026: Hinweise zur Gültigkeit von Ergebnisspannen auf Basis des Szenarios RCP8.5 (Sachstand: Mai 2026).

Pachauri, R.K.; Mayer, L., 2015: Climate Change 2014: Synthesis Report. Herausgeber: Intergovernmental Panel on Climate Change. Geneva, Switzerland.

Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung (PIK), 2019: KlimafolgenOnline: Klimawandel und Klimafolgen. Zugriff: https://www.klimafolgenonline.com/static/countries/ger/tool.html?sector_id=0&language_id=de&season=0&p_id=tmax&timeframe=30&hist=0&futsцен=0&diagram=0&displayed=0,1&absrel=abs&expert=0&year=2010&zoom=1&difference=false [abgerufen am: 20.05.2025].

Republique Francaise, o. J.: Diagnostic immobilier : état des risques | Service-Public.fr. Zugriff: <https://www.service-public.fr/particuliers/vosdroits/F12239> [abgerufen am: 24.01.2025].

Sächsisches Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft (SMUL), o. J.: Förderrichtlinie Private Hochwassereigenvorsorge (FRL pHWEV/2021) - Förderportal. Zugriff: <https://www.smekul.sachsen.de/foerderung//foer-derrichtlinie-private-hochwassereigenvorsorge-phwev-2021-11803.html> [abgerufen am: 21.10.2025].

TÜV Süd, 2022: BREEAM AT Neubau 2019: Technisches Handbuch SD BNBAT01b. Zugriff: <https://breeam.de/downloads/> [abgerufen am: 2. Januar 2026].

TÜV SÜD NSO BREEAM D-A-CH, 2024: BREEAM DE/AT/CH Bestand V6.1: Technisches Handbuch Wohnen. Zugriff: <https://breeam.de/downloads/>

Umweltbundesamt (UBA), 2026: Diskussion um Klimaszenario SSP5-8.5: Klimaschutz bleibt dringend. Zugriff: <http://www.umweltbundesamt.de/themen/diskussion-um-klimaszenario-ssp5-85-klimaschutz> [abgerufen am: 15.06.2026].

U.S. Green Building Council (USGBC), o. J.: LEED v5 Rating System Building Operations and Maintenance: Climate Resilience Assessment. Zugriff: <https://www.usgbc.org/credits/existing-buildings/v5-public-comment-2-0?return=/credits/Existing%20Buildings/v5%20-%20Public%20Comment%202> [abgerufen am: 20.12.2024].

Van Vuuren, D.; O'Neill, B.; Tebaldi, C.; Chini, L.; Friedlingstein, P.; Hasegawa, T.; Riahi, K.; Sanderson, B.; et al., 2025: The Scenario Model Intercomparison Project for CMIP7 (ScenarioMIP-CMIP7). Zugriff: <https://egusphere.copernicus.org/preprints/2025/egusphere-2024-3765/> [abgerufen am: 19. Mai 2026].

VdS Schadensvergütung, o. J.: Hochwassereigenvorsorge. Zugriff: <https://vds.de/naturgefahren/vds-geo-fachdienste/hochwassereigenvorsorge> [abgerufen am: 06.01.2025].

Digitaler Anhang

- A Übersicht Bewertungstools**
- B Übersicht Normen und Richtlinien**
- C Arbeitshilfe zur Durchführung von Klimarisikoanalysen von Gebäuden und Liegenschaften**
- D Low-Level-of Detail Indikatoren mit Bewertungsskalen zur Klimarisikoanalyse**
- E High-Level-of Detail Indikatoren mit Bewertungsskalen zur Klimarisikoanalyse**
- F Bewertungsschemata zur Klimarisikoanalyse**
- G Webtool Klimarisiko-Check für Gebäude**