

Indikatoren und Berichterstattung zur Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel (DAS)

Hintergrundpapier zum Indikatorenset des Handlungsfelds „Bauwesen“

Stand: 09.11.2023

Versionsverlauf:

11.12.2014	Bosch & Partner GmbH, Stefan von Andrian-Werburg	Version zum Abschluss des DAS-Indikatorenprojekts FKZ 3711 41 106
29.02.2016	Bosch & Partner GmbH, Stefan von Andrian-Werburg	Änderungen im Rahmen des UBA FuE-Vorhabens „Beitrag der Satellitenfernerkundung zur Ermittlung von DAS-Indikatoren“ (FKZ 3714 48 103 0)
19.08.2019	Bosch & Partner GmbH, Stefan von Andrian-Werburg	Aufnahme zusätzlicher Indikatoren, Überarbeitung bestehender Indikatoren (im Rahmen des UBA FKZ 3716 12 100 0)
30.06.2022	Bosch & Partner GmbH, Stefan von Andrian-Werburg	Aufnahme eines Indikators als Ersatz für zwei bisherige Indikatoren, Überarbeitung bestehender Indikatoren (im Rahmen des UBA FKZ 3720 48 101 0)
08.11.2023	Bosch & Partner GmbH, Konstanze Schönthaler	Finale Redaktion

1	Indikatoren	2
1.1	Versionsverlauf	2
1.2	Änderungen für den Monitoringbericht 2019	2
1.3	Beteiligungen an der Entwicklung der DAS-Monitoring Indikatoren.....	4
2	Thematische Einordnung der Indikatoren, diskutierte Indikationsmöglichkeiten .	6
2.1	Themenfelder.....	6
2.2	Erläuterungen zu Indikationsideen und Indikatoren zum Handlungsfeld „Bauwesen“ ...	9
2.2.1	Impact-Indikatoren	11
2.2.1.1	Schäden an Gebäuden, Bauwerken und der zugehörigen Infrastrukturen	11
2.2.1.2	Umweltqualität in Städten	12
2.2.1.3	Gebäudefunktionalität.....	17
2.2.1.4	Bauwirtschaft / Immobilienmarkt.....	20
2.2.2	Response-Indikatoren	20
2.2.2.1	Beratung von Bauherren	20
2.2.2.2	Anpassungen im Planungs- und Bauprozess	21
2.2.2.3	Anpassung der Art und Verteilung der (Frei-)Flächennutzung.....	21
2.2.2.4	Objektschutz	23
2.2.2.5	Anpassungen der Bautechnik.....	25
2.2.2.6	Angepasste Verwendung von Baumaterialien	27
2.2.2.7	Immobilienmarkt	28
2.2.2.8	Erweiterung der Forschung im Bauwesen	29
2.3	Schnittstellen des Handlungsfelds „Bauwesen“ mit anderen DAS-Handlungsfeldern ..	29

1 Indikatoren

1.1 Versionsverlauf

Die DAS-Monitoring-Indikatoren wurden im Frühjahr 2014 in einer Ressortabstimmung erstmalig festgelegt. Im Handlungsfeld „Bauwesen“ (BAU) wurden im Zuge der ersten Berichtsfortschreibung 2019 ausgehend von den Ergebnissen des FuE-Vorhabens „Weiterentwicklung von Indikatoren zur Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel für die Handlungsfelder Bauwesen, Verkehr und Verkehrsinfrastruktur sowie Wasserhaushalt, Wasserwirtschaft, Küsten- und Meeresschutz“ (FKZ 3716 12 100 0) zwei Impact-Indikatoren und ein Response-Indikator neu entwickelt. Des Weiteren wurden ein Impact- und ein Response-Indikator aus dem Handlungsfeld Finanzwirtschaft in das Handlungsfeld Bauwesen verschoben. Für die zweite Fortschreibung 2023 wurden dem Indikatorenset ein Indikator als Ersatz für zwei bestehende Indikatoren hinzugefügt, insgesamt reduzierte sich das Indikatorenset damit um einen Indikator. Die nachstehende Tabelle 1 gibt einen Überblick über den Versionsverlauf.

Tabelle 1: Indikatorenset im Handlungsfeld „Bauwesen“ (Änderungen)

Bericht 2015	Bericht 2019	Bericht 2023	Indikatortitel
Impact-Indikatoren: Auswirkungen des Klimawandels auf das Handlungsfeld „Bauwesen“			
BAU-I-1	BAU-I-1	BAU-I-1	Wärmebelastung in Städten (Fallstudie)
BAU-I-2	BAU-I-2	BAU-I-2	Sommerlicher Wärmeinseleffekt (Fallstudie)
	BAU-I-3	BAU-I-3	Kühlgradtage
	BAU-I-4	BAU-I-4	Starkregen im Siedlungsbereich
	BAU-I-5	BAU-I-5	Schadenaufwand in der Sachversicherung
Response-Indikatoren: Ergriffene Anpassungsmaßnahmen bzw. Maßnahmen oder Entwicklungen, die den Anpassungsprozess im Handlungsfeld „Bauwesen“ unterstützen			
BAU-R-1	BAU-R-1	BAU-R-1	Erholungsflächen
	BAU-R-2	BAU-R-2	Dachbegrünung von Bundesgebäuden (2019) Gründächer in Großstädten (2023)
BAU-R-2	BAU-R-3		Spezifischer Energieverbrauch der privaten Haushalte für Raumwärme
BAU-R-3	BAU-R-4	BAU-R-3	Fördermittel für klimawandelangepasstes Bauen und Sanieren (2015, 2019) Investitionen in die energetische Sanierung der Gebäudehülle (2023)
	BAU-R-5	BAU-R-4	Versicherungsdichte in der Elementarschadenversicherung für Wohngebäude

1.2 Änderungen für den Monitoringbericht 2019

Im Rahmen mehrerer Forschungs- und Entwicklungsvorhaben in den Jahren 2009 bis 2014 wurden bei der Erstentwicklung der DAS-Monitoring-Indikatoren für das Handlungsfeld „Bauwesen“ insgesamt zwei Impact- und drei Response-Indikatoren für das Indikatorensystem des ersten DAS-Monitoringberichts 2015 ausgearbeitet (s. Tabelle 1).

Nachdem im Rahmen des UBA FuE-Vorhabens „Beitrag der Satellitenfernerkundung zur Ermittlung von DAS-Indikatoren“ (FKZ 3714 48 103 0¹) keine neuen Indikatoren entwickelt worden waren, wurde im Zuge der Vorbereitung des DAS-Monitoringberichts für das Jahr 2019 weiterhin ein Bedarf für eine Weiterentwicklung des Indikatorensets für das Handlungsfeld Bauwesen gesehen, vor allem aus den folgenden zwei Gründen: Zum einen deckten die beiden DAS-Monitoring-Indikatoren auf der Impact-Seite nur einen thematischen Aspekt ab, nämlich die Auswirkungen eines veränderten Stadtklimas. Die Entstehung von Schäden durch Extremereignisse als weiterer Aspekt konnte nur über eine Schnittstelle zum Handlungsfeld Finanzwirtschaft abgedeckt werden. Zum anderen waren bei einigen Indikatoren bei der Erstentwicklung inhaltliche Unschärfen der Datengrundlagen festgestellt worden, die die Aussagekraft der Indikatoren einschränken.

Aus diesen Gründen wurde in einem neuen Vorhaben in den Jahren 2017 und 2018 an der Weiterentwicklung des DAS-Monitoring-Indikatorensystems unter anderem für das Handlungsfeld „Bauwesen“ gearbeitet. Ein Ziel der Arbeiten war die Entwicklung neuer Indikatoren für Themenfelder oder thematische Teilaspekte, zu denen bisher noch keine Indikatoren zu Verfügung stehen. Ausgehend von den Ergebnissen der Vulnerabilitätsanalyse und dem APA II wurde für die Impact-Seite ein vorrangiger Entwicklungsbedarf für die Themenfelder „Schäden an Gebäuden“ und „Veränderung der Aufenthaltsqualität in Gebäuden“ gesehen (zu den Themenfeldern vgl. Tabelle 3). Für die Response-Ebene lagen die Schwerpunkte auf der Entwicklung neuer Indikatoren für die Themenfelder „Anpassung der Gebäudeplanung“ und „Objektschutz“, besonders mit Blick auf die Gefahren durch Flusshochwasser und Starkregen.

Ein weiteres Ziel der Arbeiten war die Weiterentwicklung der Indikatoren BAU-I-1 „Wärmebelastung in Städten“ (Fallstudie) und BAU-I-2 „Sommerlicher Wärmeinseleffekt“ (Fallstudie) sowie des Proxy-Indikators BAU-R-1 „Erholungsflächen“ hinsichtlich der jeweils verwendeten Datengrundlagen. Zu prüfen war, ob die Indikatoren durch die Verwendung anderer Datenquellen bzw. durch eine Anpassung der verwendeten Daten in ihrer Aussagekraft gestärkt werden können

Für die Neu- oder Weiterentwicklung von konkreten DAS-Monitoring-Indikatoren wurde u. a. an Aktivitäten angeknüpft, die nach der Veröffentlichung des ersten DAS-Monitoringberichts in den Bundesländern erfolgten, sowie an Indikatoren-Arbeiten, die in Österreich, der Schweiz oder auf EU-Ebene stattgefunden hatten. Ergebnis dieses Prozesses waren die Indikatoren, die im Monitoringbericht 2019 verwendet wurden (s. Tabelle 1, Spalten 2 und 4).

¹ Schönthaler K., von Andrian-Werburg S., Zebisch M., Becker D. 2017: Welchen Beitrag können Satellitenfernerkundung und insbesondere Copernicus-Daten und -Dienste für die Ermittlung ausgewählter Indikatoren des Indikatoren-Sets der Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel (DAS) leisten. Climate Change 7/2017, Dessau-Roßlau, 157 S.
www.umweltbundesamt.de/publikationen/welchen-beitrag-konnen-satellitenfernerkundung

1.3 Beteiligungen an der Entwicklung der DAS-Monitoring Indikatoren

Die DAS-Monitoring-Indikatoren sollen primär auf vorhandenen Datenquellen und bereits existierenden bzw. in Diskussion befindlichen Indikatoren aufbauen. Aus diesem Grund war sowohl bei der Erstentwicklung des Monitoring-Indikatorensystems als auch bei dessen Weiterentwicklung in den Jahren 2016 bis 2018 die Beteiligung von Fachleuten zu den DAS-Handlungsfeldern eine der wesentlichen Voraussetzungen für die Entwicklung fachlich akzeptierter Indikatorensets zu den DAS-Handlungsfeldern. Im Verlauf der Indikatorentwicklung wurde eine große Zahl behördlicher und nicht-behördlicher Expert*innen vor allem im Rahmen von bilateralen Gesprächen eingebunden. Bei der Erstentwicklung waren zudem auf DAS-Handlungsfelder fokussierte Kleingruppensitzungen und Workshops sowie Sitzungen einer Projektbegleitenden Arbeitsgruppe durchgeführt worden. Im Handlungsfeld „Bauwesen“ wurden die Indikatoren dabei allerdings durchgängig auf bilateralem Wege entwickelt und fachlich abgestimmt. Eine Kleingruppe zum Handlungsfeld wurde nicht eingerichtet, da keine Ansprechpersonen ausfindig gemacht werden konnten, die einen breiten Überblick über alle Teilthemen des Handlungsfelds und über mögliche Datenquellen haben.

Mit Blick auf die zweite Fortschreibung des Monitoringberichts 2023 waren für die Weiterentwicklung der Indikatoren im Handlungsfeld „Bauwesen“ vor allem die Ergebnisse aus dem Workshop zu den DAS-Handlungsfeldern „Energiewirtschaft“ und „Bauwesen“ von Relevanz, in dem Indikatoren und Indikatorideen mit den für das Thema Energiewende zuständigen Expertinnen*Experten der UBA Abt. V 1 sowie mit den Expert*innen für diese Handlungsfelder diskutiert wurden. Für das Handlungsfeld „Bauwesen“ wurde dabei nur diejenigen Indikatoren aus dem Monitoringbericht 2019 berücksichtigt, die einen Bezug zur Energiewende aufwiesen – BAU-I-3 Kühlgradtage, BAU-R-2 Gründächer auf Bundesgebäuden, BAU-R-3 Spezifischer Energieverbrauch der privaten Haushalte für Raumwärme sowie BAU-R-4 Fördermittel für klimaangepasstes Bauen. Im Anschluss an den Workshop fanden im Rahmen von bilateralen Gesprächen Klärungen und Abstimmungen zu den neu bzw. weiter zu entwickelnden Indikatoren statt. Des Weiteren wurden in direktem Kontakt zu Mitarbeitenden des DWD, Abteilung Klimaüberwachung, Sachgebiet Klimaanalyse die Indikatoren zur städtischen Wärmebelastung bzw. Wärmeinsel diskutiert und weiterentwickelt. Des Weiteren waren die Bearbeitenden des UBA FuE-Vorhabens „Operationalisierung von Indikatoren der Deutschen Anpassungsstrategie Klimawandel mit Fernerkundungsdaten – DASIF“ (FKZ 3719 48 101 0, Laufzeit 12/2019 bis 02/2023) in Indikatorentwicklung einbezogen. Mit Blick auf das Handlungsfeld Bauwesen wurde in dem Vorhaben ein satellitenbildgestütztes Verfahren für einen Indikator zur Dachbegrünung in Großstädten als Weiterentwicklung des Indikators BAU-R-2 (nun „Gründächer in Großstädten“) ausgearbeitet und umgesetzt haben.

Die nachstehende Tabelle gibt Auskunft über Personen und Institutionen, die zum Handlungsfeld „Bauwesen“ bei der Erstentwicklung der DAS-Monitoring-Indikatoren bis 2014, bei der Weiterentwicklung der Monitoring-Indikatoren in den Jahren 2016 bis 2018 sowie im Prozess der Weiterentwicklung des Indikatorensets für die zweite Berichtsfortschreibung 2023 auf unterschiedliche Weise und in unterschiedlicher Intensität am Entwicklungsprozess der Indikatoren beteiligt waren.

Tabelle 2: Beteiligte an der Diskussion von Indikatoren im Handlungsfeld „Bauwesen“

Name	Institution
Beteiligungen an der Erstentwicklung bis 2015	
Ahrens, Christian	Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR), Referat II 2 Energieeinsparung, Klimaschutz, dena
Albrecht Dr., Jens	Sächsisches Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft (SMUL), Referat 5.2 Gebietsbezogener Immissionsschutz, Klimaschutz
Coressel, Christiane	dena – Deutsche Energieagentur
Flachmann, Christine	Statistisches Bundesamt (StBA), Ref. G 204 Materialfluss-, Energie- und Wasserrechnungen
Frohmüller, Heinrich	Vermögen- und Bauverwaltung Baden-Württemberg
Händel, Claus	Fachinstitut Gebäude-Klima e.V.
Leide, Lutz	Bundesanstalt für Immobilienaufgaben (BImA), Facility Management
Mayer, Helmut	StBA, Ref. G 204 Materialfluss-, Energie- und Wasserrechnungen
Moriske Dr., Heinz-Jörn	Umweltbundesamt (UBA), FG II 1.3 Innenraumhygiene, gesundheitsbezogene Umweltbelastungen
Ortscheid, Jens	UBA FG II 2.5 Lärmwirkungen
Plattner Dr., Dankwart	KfW Bankengruppe, Geschäftsbereich KfW-Privatkundenbank PBa1 Produktentwicklung Wohnen
Preuß, Guntram	Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau (VDMA)
Preußner, Arnim-Hellmut	BImA Facility Management
Rahn, Lars	KfW Bankengruppe; Geschäftsbereich KfW-Privatkundenbank PBa1 Produktentwicklung Wohnen
Rathert, Peter	Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS); Ref. Gebäude- und Anlagentechnik, Techniken zur Nutzung erneuerbarer Energien - Energie- und CO ₂ -Monitoringbericht der Bundesregierung
Roos, Marita	Deutscher Wetterdienst (DWD), Zentrales Klimabüro Offenbach
Schorlemmer, Joachim	DWD, Geschäftsbereich Klima und Umwelt
Singer-Posern, Sonja	Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie (HLUG), Dezernat I1 Luftreinhaltung, Kataster, Planungen, Abfall
Szewzyk Dr., Regine	Umweltbundesamt (UBA) FG II 1.4
Tschirner, Thomas	Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR)
Vahldiek, Jürgen	Oberfinanzdirektion Karlsruhe; Bundesbau Baden-Württemberg - Betriebsleitung – EMIS
Wagnitz, Matthias	Zentralverband Sanitär, Heizung, Klima
Wintermeier, Dirk	UBA, FG II 1.3 Innenraumhygiene, gesundheitsbezogene Umweltbelastungen
Wolter Dr., Rüdiger	UBA
Zarth, Michael	BBR
Beteiligungen an der Weiterentwicklung bis 2019	
Ansel, Wolfgang	Deutscher Dachgärtner Verband e.V. (DDV)
Asam, Claus	BBSR, Ref. II 6 – Bauen und Umwelt
Birk, Ute	BBSR
Dosch Dr., Fabian	BBSR, Ref. I 6 – Stadt-, Umwelt- und Raumbeobachtung
Fischer Dr., Bernhard	BBSR, Ref. II 6 – Bauen und Umwelt
Halbig, Guido	DWD, Regionales Klimabüro Essen: Klima- und Politikberatung – Know-How-Center für technische Klimatologie (Heiz- und Klimatechnik)
Imbery Dr., Florian	DWD, Abt. Klimaüberwachung, SG Klimaanalyse
Leissner Dr., Johanna	Fraunhofer EU Office Brussels, Wissenschaftliche Vertreterin der Fraunhofer Institute IAP, IBP, ICT, IGB, IMW und ISC Kulturerbe und Nachhaltigkeitsnetzwerk

Name	Institution
Meinel Dr.-Ing., Gotthard	Leibniz-Institut für ökologische Raumentwicklung, e.V. (IÖR), Monitoring der Siedlungs- und Freiraumentwicklung
Müterthies Dr., Andreas	E F T A S Fernerkundung Technologietransfer GmbH, Forschung und Entwicklung
Schmidt, Manfred	BlmA, Facility Management - Bauzustandserfassung und -bewertung für Bundesbauten
Schlitzberger Dr.-Ing., Stephan	Ingenieurbüro Prof. Dr. Hauser GmbH – Abt. Wärme, Energie, Feuchte, Schall, Tageslicht
Winterrath Dr., Tanja	DWD, Abt. Hydrometeorologie, Regionale Niederschlagsüberwachung (KU42a)
Wöffen, Daniel	BBSR, Ref. II-3 Forschung im Bauwesen
Beteiligungen an der Weiterentwicklung bis 2023	
Binz, Svenja	BBSR, Ref. WB 6 Bauen und Umwelt
Eckermann Dr., Frauke	UBA, FG I 1.4 Wirtschafts- und sozialwissenschaftliche Umweltfragen, nachhaltiger Konsum
Gerlach, Katharina	BBK, Ref. II.5 – Baulicher Bevölkerungsschutz
Gornig Prof. Dr., Martin	Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung e.V. (DIW), Abt. Unternehmen und Märkte
Halbig, Guido	DWD, Regionales Klimabüro Essen: Klima- und Politikberatung – Know-How-Center für technische Klimatologie (Heiz- und Klimatechnik)
Imbery Dr., Florian	DWD, Abt. Klimaüberwachung, SG Klimaanalyse
Klarhöfer, Katrin	Heinze GmbH, Market Research
Kuhwald Dr., Katja	Christian-Albrechts-Universität zu Kiel
Maier, Lucia	StBA, Ref. Physische Umweltökonomische Gesamtrechnungen
Scholze, Jorrit	Brockmann Consult GmbH
Schuberth, Johannes	UBA, FG V 1.4 Energieeffizienz

2 Thematische Einordnung der Indikatoren, diskutierte Indikatormöglichkeiten

2.1 Themenfelder

Im Rahmen der Entwicklung des Indikatorensystems für den ersten DAS-Monitoringbericht wurden im Vorfeld der Diskussion konkreter Indikatoren die thematischen Felder herausgearbeitet und beschrieben, die bei der Indikatorentwicklung berücksichtigt werden sollten. Sie wurden aus Literaturrecherchen und Gesprächen mit Expert*innen abgeleitet. Für die Themenfelder der Impact-Ebene wurden im Rahmen von Gesprächen mit Expert*innen eine Priorisierung vorgenommen. Die nachstehende Tabelle 3 liefert einen Überblick über die Themenfelder und die Zuordnung der vorgeschlagenen Indikatoren zu den Themenfeldern bzw. thematischen Teilaspekten. Die für die Indikatorenarbeit priorisierten Themenfelder sind grau hinterlegt.

Tabelle 3: Themenfelder zum Handlungsfeld „Bauwesen“

Themenfeld	Thematischer Teilaspekt	Indikatoren
Impacts (Auswirkungen des Klimawandels auf das Bauwesen)		
Schäden an Ge-	Langfristige Entstehung von Schäden, z. B. durch Materialermüdung	

Themenfeld	Thematischer Teilaspekt	Indikatoren
bäuden, Bauwerken und den zugehörigen Infrastrukturen	Entstehung von Schäden durch Extremereignisse	BAU-I-4: Starkregen im Siedlungsbereich BAU-I-5: Schadenaufwand in der Sachversicherung
Umweltqualität in Städten	Veränderung des Stadtklimas	BAU-I-1: Wärmebelastung in Städten (Fallstudie) BAU-I-2: Sommerlicher Wärmeinseleffekt (Fallstudie)
	Veränderung der Luftqualität	
	Einschränkungen der Funktionsfähigkeit der Entwässerungssysteme ((städtische) Kanalnetze) (Schnittstelle Handlungsfeld Wasserwirtschaft)	
	Veränderung der Sicherheit der Wasserversorgung (Trinkwasser, Betriebswasser) – Menge (Schnittstelle Handlungsfeld Wasserwirtschaft)	
	Veränderung und Beeinflussung der Vegetation in Städten	
	Veränderung der Lärmsituation	
	Veränderung der hygienischen Situation im Wohnumfeld	
Gebäudefunktionalität	Veränderung der Aufenthaltsqualität in Gebäuden	BAU-I-3: Kühlgradtage
	Veränderung der Funktionalität von Nicht-Wohngebäuden	
Bauwirtschaft	Gesundheit / Leistungsfähigkeit der Beschäftigten (Schnittstelle Handlungsfeld Industrie und Gewerbe)	
Immobilienmarkt	Veränderung der Nachfrage	
	Beratungs- und Informationsbedarf	
Responses (Ergriffene Anpassungsmaßnahmen bzw. Maßnahmen oder Entwicklungen, die den Anpassungsprozess unterstützen)		
Beratung und Information von Bauherren und Planern	Aufklärung über Notwendigkeit und Möglichkeiten der Klimaanpassung	
Anpassungen im Planungs- und Bauprozess	Anpassung der planerischen Grundlagenermittlungen	
	Anpassungen des Bauablaufs	
Anpassung der Art und Verteilung der (Frei-)Flächennutzung	Schutz vor Hochwasserschäden und Starkregen (Schnittstelle Handlungsfeld Wasser, Schnittstelle Querschnittsthema Raum- Regional- und Bauleitplanung)	
	Sicherung der Grundversorgung	
	Verbesserung der bioklimatischen Bedingungen	BAU-R-1: Erholungsflächen
	Schutz vor Schäden durch Bodensenkungen	
	Schutz bei extremen Wetterlagen	

Themenfeld	Thematischer Teilaspekt	Indikatoren
	Sicherstellung von sicheren Rettungswegen (Schnittstelle Handlungsfeld Bevölkerungsschutz)	
	Förderung der Siedlungsbiodiversität (Neuanlage von Grünstrukturen und Biotopverbund) (Schnittstelle Handlungsfeld Biologische Vielfalt)	
Anpassung der Gebäudeplanung	Verteilung von Nutzungen im Gebäude	
	Verteilung, Ausrichtung und Gestaltung der Baukörper	
	Sicherstellung eines hygienischen Wohnumfelds	
Objektschutz	Sicherung von Gebäuden vor Wasserschäden (Hochwasser und Rückstau)	BAU-R-4: Versicherungsdichte der erweiterten Elementarschadenversicherung für Wohngebäude
	Sicherung von Gebäuden vor Starkregen	
	Sicherung von Gebäuden vor Hagelschäden	BAU-R-2: Gründächer in Großstädten
	Schutz vor Windschäden	
	Sicherung von Gebäuden vor Bodensenkungen und Erdbeben	BAU-R-4: Versicherungsdichte der erweiterten Elementarschadenversicherung für Wohngebäude
	Sicherung von Hausrat vor Schäden	
Anpassungen der Bautechnik	Anpassung von Baubestimmungen	
	Schutz vor Schäden an Versorgungsinfrastrukturen	
	Angepasster Umgang mit Trink- und Brauchwasser (Schnittstelle Handlungsfeld Wasserwirtschaft)	
	Passive Vermeidung des sommerlichen Aufheizens von Gebäuden	BAU-R-2: Gründächer in Großstädten BAU-R-3: Spezifischer Energieverbrauch der privaten Haushalte für Raumwärme BAU-R-3: Investitionen in die energetische Sanierung der Gebäudehülle
	Technische Steuerung des Raumklimas	
	Sicherung der Kalt- und Frischluftzufuhr	
Angepasste Verwendung von Baumaterialien	Verwendung belastbarer Materialien	
	Vermeidung des Aufheizens von Gebäuden	
Erweiterung der Forschung im Bauwesen	Weiterentwicklung von Instrumenten	
	Vorbereitung angepasster Bauweisen	
	Kommunikation von Forschungsergebnissen	
	Materialforschung	
Immobilienmarkt	Veränderung des Angebots	BAU-R-4: Fördermittel für klimawandelangepasstes Bauen und Sanieren

Die in Tabelle 3 durch die graue Markierung dargestellte Priorisierung der Themenfelder für die Impact-Seite des Handlungsfelds „Bauwesen“ wurde durch die Ergebnisse der bundesweiten Klimawirkungs- und Risikoanalyse 2021 (KWRA²) im Wesentlichen bestätigt. Für die Klimawirkungen „Schäden an Gebäuden aufgrund von Flusshochwasser“, „Vegetation in Siedlungen“, „Stadtklima/Wärmeinseln“ und „Innenraumklima“ stellte die KWRA jeweils sehr dringende Handlungserfordernisse fest, da diese Klimawirkungen ohne Anpassungsmaßnahmen bereits bis Mitte des Jahrhunderts im pessimistischen Fall als hohe Klimarisiken eingestuft wurden und eine Anpassungsdauer von 10 bis 50 Jahren (Gebäudeschäden, Stadtklima) beziehungsweise mehr als 50 Jahren (Vegetation in Siedlungen, Innenraumklima) angenommen wird. Die Klimawirkung „Schäden an Gebäuden aufgrund von Flusshochwasser“ ist eine spezifische Teilmenge des priorisierten Themenfelds „Schäden an Gebäuden, Bauwerken und den zugehörigen Infrastrukturen“. Die beiden Klimawirkungen „Vegetation in Siedlungen“ und „Stadtklima/Wärmeinseln“ sind thematische Teilaspekte in dem weit gefassten priorisierten Themenfeld „Umweltqualität in Städten“. Die Klimawirkung „Innenraumklima“ ist dem priorisierten Themenfeld „Gebäudefunktionalität“ zuzuordnen.

Das Indikatorenset für das „Bauwesen“ enthält für die priorisierten Themenfelder jeweils ein bis zwei Indikatoren. Während sich diese für die beiden erstgenannten Themenfelder mit den Klimawirkungen „Schäden an Gebäuden aufgrund von Flusshochwasser“, „Vegetation in Siedlungen“ sowie „Stadtklima/Wärmeinseln“ direkt in Verbindung bringen lassen, ist diese Verbindung für die Klimawirkungen „Innenraumklima“ eher lose. Etwaige Weiterentwicklungsbemühungen für das Indikatorenset könnten aus diesem Grund den in Kapitel 2.2.1.3 beschriebenen Ansatz ggf. noch weiter vertiefen.

2.2 Erläuterungen zu Indikationsideen und Indikatoren zum Handlungsfeld „Bauwesen“

Im Rahmen der Entwicklung des Indikatorensystems für den ersten DAS-Monitoringbericht 2015 zeigte sich bei der Recherche nach Datenquellen, dass statistische Aufzeichnungen von Daten mit Bezug zu den verschiedenen Aspekten des Handlungsfelds „Bauwesen“ an sehr unterschiedlichen Stellen vorliegen. Für die Entwicklung und Umsetzung von DAS-Monitoring-Indikatoren für das Handlungsfeld waren daher Daten von verschiedenen Institutionen bzw. Initiativen zu recherchieren. Konkret wurde für die Impact-Seite auf die Aufzeichnungen von Klimamessstationen des Deutschen Wetterdienstes (DWD) zurückgegriffen. Den Monitoring-Indikatoren der Response-Seite lagen Auswertungen der Länderinitiative Kernindikatoren (LIKI) zur Erholungsfläche, Daten des Statistischen Bundesamtes (StBA) zum Energieverbrauch der privaten Haushalte für Raumwärme sowie Informationen zur Förderung von Maßnahmen an Gebäuden der KfW zugrunde. Die damals noch als Schnittstelle im Handlungsfeld „Finanzwirtschaft“ zu berücksichtigenden Indikatoren verwenden Daten des Gesamtverbandes der deutschen Versicherungswirtschaft (GdV) zur Sturm- und Hagelversicherung bzw. zur

² Kahlenborn W., Porst L., Voß M., Fritsch U., Renner K., Zebisch M., Wolf M., Schönthaler K., Schauser I. 2021: Klimawirkungs- und Risikoanalyse 2021 für Deutschland. Kurzfassung. Climate Change 26/2021. Dessau-Roßlau, 127 S. https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/5750/publikationen/2021-06-10_cc_26-2021_kwra2021_kurzfassung.pdf

Elementarschadenversicherung. Eine Reihe weiterer möglicher Datenquellen wie das Umweltbundesamt (UBA), das Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) am Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR) und die Bundesanstalt für Immobilienaufgaben (BImA) waren zu unterschiedlichen Themenfeldern nach verfügbaren Daten angefragt worden. Letztendlich konnten aber keine weiteren Quellen von dauerhaft verfügbaren und im Kontext von Klimaanpassung interpretierbaren Daten ermittelt werden.

Nach Veröffentlichung des ersten indikatorengestützten „Monitoringberichts 2015 zur Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel“ wurden im Rahmen des UBA FuE-Vorhabens „Beitrag der Satellitenfernerkundung zur Ermittlung von DAS-Indikatoren“ (FKZ 3714 48 103 0) die Möglichkeiten einer Nutzung von Fernerkundungsdaten, speziell von Satellitendaten zur Weiterentwicklung bestehender DAS-Indikatoren und zur Entwicklung zusätzlicher Indikatoren geprüft. Die Ergebnisse dieser Prüfung wurden in die Darstellungen zu den Impact- und Response-Indikatoren integriert.

Weiterentwicklung 2017 / 18

Im Zuge der Weiterentwicklung der Indikatoren wurde ausgehend von einem Erstgespräch mit Dr. Bernhard Fischer (BBSR) und von eigenen Vorarbeiten nach zusätzlichen Datenquellen für die in Kapitel 2.1 priorisierten Schwerpunkte recherchiert. Auf dieser Grundlage konnten für die Impact-Seite neue bzw. angepasste Indikatoren entwickelt werden, die auf zusätzlichen bzw. angepassten Datengrundlagen des DWD sowie des GdV beruhen. Für die Response-Seite konnte als neue Datenquelle die Datenbank zur Bauzustandserfassung und -bewertung von Bundesgebäuden der BImA erschlossen werden. Neu aufgenommene Kontakte zu weiteren Institutionen und Verbänden wie dem Fraunhofer EU Office Brüssel oder dem Deutschen Dachgärtnerverband mündeten hingegen nicht in neue Indikatoren.

Weiterentwicklung 2021 / 22

Anders als für die erste Fortschreibung 2019 war im Zuge der zweiten Fortschreibung für den Bericht 2023 keine eigene Bearbeitung und Weiterentwicklung des Indikatorensets des Handlungsfelds „Bauwesen“ geplant. Ausgenommen hiervon war die Befassung mit denjenigen Indikatoren des Handlungsfelds, die einen thematischen Bezug zur Energiewende aufweisen und daher Thema im Workshop zu den DAS-Handlungsfeldern „Energiewirtschaft“ und „Bauwesen“ waren, sowie die Bearbeitung des Themas Dachbegrünung in Großstädten im Rahmen des UBA FuE-Vorhabens DASIF. Die Gespräche und Diskussionen im Rahmen des genannten Workshops führten auf der Impact-Seite zu einer Prüfung und Weiterentwicklung des Indikators BAU-I-3 (Kühlgradtage), auf der Response-Seite wurde als Ersatz für die beiden bisherigen Indikatoren BAU-R-3 (Spezifischer Energieverbrauch der privaten Haushalte für Raumwärme) und BAU-R-4 (Fördermittel für klimaangepasstes Bauen und Sanieren) der Indikator zu den Investitionen in die energetische Sanierung der Gebäudehülle entwickelt, dem eine gemeinsame Datenauswertung des Deutschen Instituts für Wirtschaftsforschung e.V. (DIW) und der Heinze GmbH zugrunde liegt. Die Arbeiten im DASIF-Vorhaben ihrerseits mündeten in die Entwicklung eines Indikators zur Dachbegrünung in Großstädten. Als Datenquellen für diesen Indikator wurden Satellitenbild-Daten (Sentinel-2-Daten) sowie Daten des BKG zu den Amtlichen Hausumringen bzw. LOD2-Daten erschlossen.

2.2.1 Impact-Indikatoren

2.2.1.1 Schäden an Gebäuden, Bauwerken und der zugehörigen Infrastrukturen

Bei der Erstentwicklung des Indikatorensystems wurde für die Darstellung konkreter physischer Folgen von Extremereignissen auf Gebäude auf den Indikator FiW-I-1 (Schadenaufwand und Schadensatz in der Verbundenen Wohngebäudeversicherung) verwiesen, der auf der Grundlage von Daten des GdV die Entwicklung von Schadenaufwand und Schadensatz darstellt. Zusätzlich wurden für das Themenfeld „Schäden an Gebäuden, Bauwerken und der zugehörigen Infrastrukturen“ Indikationsmöglichkeiten für eine Darstellung klimabezogener schleichender Schadensentwicklungen an Gebäuden geprüft. Geeignete Datenquellen, mit denen sich der Sachverhalt beispielhaft über Wartungs- und Instandhaltungsintervalle oder -kosten von Bundesliegenschaften abbilden ließe, konnten aber nicht ausfindig gemacht werden. Eine weitere Idee für einen Monitoring-Indikator richtete sich auf einen möglicherweise zunehmenden Befall von Gebäuden mit Schimmel (u. a. infolge vermehrter Hochwasserereignisse). Experten des Umweltbundesamts gingen allerdings nicht von relevanten Wirkungen auf das Wachstum von Schimmelpilzen aus, auch wenn sich ggf. das Artenspektrum verändern könnte.

Im Rahmen des UBA FuE-Vorhabens „Beitrag der Satellitenfernerkundung zur Ermittlung von DAS-Indikatoren“ (FKZ 3714 48 103 0) wurde die Möglichkeit geprüft, Informationen zur Entstehung von Schäden an Gebäuden und Infrastrukturen durch Extremereignisse zu erheben. Im Ergebnis ist festzustellen, dass die Möglichkeiten der untersuchten Datenquellen (z. B. HRL Imperviousness, CORINE Land Cover) aus dem Copernicus-Dienst zur Landüberwachung in der Analyse der Exposition und Sensitivität von Gebäuden und Infrastrukturen in Risikoregionen liegen. Eine Kartierung tatsächlicher Schäden im Sinne des Indikationsgegenstands ist auf der Grundlage von Satellitenfernerkundungsdaten nicht flächendeckend für Deutschland möglich.

Weiterentwicklung 2017 / 18

Der DAS-Monitoring-Indikator FiW-I-1 „Schadenaufwand und Schadensatz in der Verbundenen Wohngebäudeversicherung“ war im Erstbericht 2015 dem Handlungsfeld „Finanzwirtschaft“ zugeordnet. Für die erste Fortschreibung des Monitoringberichts wurde er angepasst und mit einer neuen Datenreihe zum Schadenaufwand in der erweiterten Elementarschadenversicherung zusammengeführt. Eine neue Berechnungsmethodik des GdV ermöglichte es zum damaligen Zeitpunkt, auf die Differenzierung zwischen Schadenaufwand und Schadensatz zu verzichten. Der seither verwendete „Schadenaufwand“ entspricht weder dem alten Begriff des Schadenaufwands noch dem des Schadensatzes. Er kommt aber dem Schadensatz insofern nahe, als eine Bereinigung um Inflation und Versicherungswerte stattfindet. Aufgrund der Änderungen stellt er in der aktuellen Form stärker auf die Auswirkungen auf das Bauwesen ab und wird konsequenterweise diesem Handlungsfeld zugeordnet. Der Indikator wird seither als BAU-I-5 „Schadenaufwand in der Sachversicherung“ im DAS-Monitoring-Indikatorensystem geführt.

Des Weiteren wurde in Zusammenarbeit mit dem DWD der Indikator BAU-I-4 „Starkregen im Siedlungsbereich“ entwickelt. Der Indikator stellt dar, welcher Anteil der Siedlungsfläche in Deutschland in einem Jahr in welchem Umfang, das heißt in wie vielen Stunden bzw. von wie vielen Ereignissen, von Starkregen direkt betroffen ist. Datengrundlage dieses DAS-Monitoring-Indikators sind eine räumlich differenzierte Auswertung der RADOLAN-Klimatologie sowie räumliche Daten zur Siedlungsfläche in Deutschland.

2.2.1.2 Umweltqualität in Städten

Eine mögliche Veränderung stadtklimatischer Belastungen gilt innerhalb des Themenfelds „Umweltqualität in Städten“ als eine der wesentlichen Auswirkungen des Klimawandels (s. auch Kap. 2.1). Bei der Erstentwicklung der Indikatoren wurde dieser Aspekt anhand der DAS-Monitoring-Indikatoren BAU-I-1 (Wärmebelastung in Städten (Fallstudie)) und BAU-I-2 (Sommerlicher Wärmeinseleffekt (Fallstudie)) abgebildet, die auf Daten aus dem Netz der Klimamessstationen des DWD beruhen.

Als Folge der veränderten klimatischen Verhältnisse in den Städten, z. B. zunehmende Hitze und Trockenheit oder eine sich verschlechternde Luftqualität, wurden und werden auch Auswirkungen auf die Vegetation im öffentlichen Raum erwartet. Diese können z. B. im Zustand von Straßenbäumen Niederschlag finden. In Großstädten wie München oder Berlin sind die im kommunalen Verantwortungsbereich befindlichen Bäume in Baumkatastern erfasst und ihr Zustand wird regelmäßig untersucht. Aufgrund methodischer Unterschiede zwischen den Erhebungen kann aber keine bundesweite Darstellung aufbauend auf diesen Datengrundlagen erfolgen. Zudem erfolgt in der Regel keine Archivierung der Datenbestände, sodass jeweils nur der aktuelle Zustand aber keine historische Entwicklung abgebildet werden kann.

Des Weiteren wurde für dieses Themenfeld die Entwicklung eines Monitoring-Indikators diskutiert, der eine Zunahme der Grundwassertemperaturen im Bereich von Großstädten abbilden kann. Dabei wurde festgestellt, dass zahlreiche verschiedene Einflussfaktoren zu einer Erhöhung der Grundwassertemperaturen in Stadtgebieten führen können. Dies sind vor allem Kühlwassereinleitungen, die Urbanisierung und ihre verschiedenen Begleiterscheinungen (Versiegelung etc.), die Kanalisation, industrielle Nutzungen oder Bodennutzungen wie Depo-nien. Der Einfluss der Lufttemperatur und auch von Kühllasten zur Gebäudeklimatisierung ist bislang gering und wird auch zukünftig gegenüber anderen Einflüssen vernachlässigbar sein. Zudem ist eine Indikatorformulierung mit bundesweit verfügbaren Daten insofern stark eingeschränkt, als die bundesweit betriebenen Messnetze keine städtischen Messstationen umfassen. Die Entwicklung eines DAS-Monitoring-Indikators wurde daher nicht weiterverfolgt.

Außerdem wurde geprüft, ob anhand von Ergebnissen aus den laufenden Befragungen des UBA zur Lärmsituation ein DAS-Monitoring-Indikator zur Lärmbelastung durch Freiluft-Aktivitäten im Wohnumfeld entwickelt werden könnte. Der diesbezügliche Einfluss klimatischer Veränderungen wird aber als gering eingeschätzt, sodass die Idee nicht weiterverfolgt wurde.

Für die Indikatoren zur Wärmebelastung in bzw. zum Wärmeinseleffekt von Städten (BAU-I-1 bzw. BAU-I-2) wurde aufgrund des vergleichsweise geringen räumlichen Abdeckungsgrads der entwickelten Indikatoren (Fallstudie mit 5 bzw. ab 2012 nur noch 4 Großstädten bei BAU-

I-1, Fallstudie für Berlin für BAU-I-2) wurde im Rahmen des FuE-Vorhabens „Beitrag der Satellitenfernerkundung zur Ermittlung von DAS-Indikatoren“ geprüft, ob mithilfe von Fernerkundungsdaten eine größere räumliche Abdeckung der Indikatoren erreicht werden kann. Als eine mögliche Datenquelle hierfür wurde das Copernicus-Produkt „Land Surface Temperature“ (LST) identifiziert, das die Oberflächentemperatur ausgehend von den Parametern Oberflächenalbedo, Vegetationsbedeckung und Bodenfeuchte berechnet. Das Produkt wird mit einer räumlichen Auflösung von 1 km (Rasterdatensatz) erzeugt und stündlich aktualisiert. Landsat 8 oder Sentinel-2 Satellitenbilder bieten zwar eine höhere räumliche Auflösung, allerdings ist deren Aufnahmefrequenz zu gering, um Temperaturentwicklungen zeitlich hinreichend genau zu erfassen. Grundsätzlich wurden auf Grundlage des Copernicus-Datensatzes LST Ergänzungen zu den Klimamessdaten als denkbar erachtet, z. B. könnten daraus Informationen zu Wärmeinseln und wärmebelasteten Gebieten sowie Temperaturdifferenzen zwischen (Innen-)Stadt und Umland bezogen oder Anomalien der LST in Städten analysiert werden. Einschränkungen wurden allerdings dahingehend benannt, dass die Datenerfassung stark von der Wolkenbedeckung abhängig ist. Zudem lässt die berechnete Oberflächentemperatur nur indirekt Rückschlüsse auf die Lufttemperatur und die Hitzebelastung zu. Im Rahmen des Copernicus-Dienstes zur Überwachung des Klimawandels war zum damaligen Zeitpunkt auch vorgesehen, ein Produkt zur Lufttemperatur zu entwickeln. Allgemein war die Nutzung von Satellitendaten für das Monitoring des Stadtklimas und der Ableitung lokaler Wärmebelastungen damals ein interessantes Feld, das durch viele Forschungsaktivitäten gekennzeichnet war. Allerdings beschränkten sich viele Arbeiten noch auf methodische Fragestellungen und z. T. Fallstudien, die ein kontinuierliches deutschlandweites Monitoring im Rahmen der DAS noch nicht ermöglichen. Es wurde empfohlen zu beobachten, ob hieraus Möglichkeiten für eine Ergänzung der bisherigen Indikatoren entstehen.

Des Weiteren wurden im FuE-Vorhaben „Beitrag der Satellitenfernerkundung zur Ermittlung von DAS-Indikatoren“ Indikationsmöglichkeiten hinsichtlich der möglichen Auswirkungen von Hitze auf die Umweltqualität von Städten, konkret auf den Zustand der städtischen Vegetation und auf die Luftqualität in den Blick genommen.

Zum einen wurde untersucht, ob auf der Basis von Fernerkundungsdaten ein Monitoring der Veränderung der Vegetation in Städten hinsichtlich des Vegetationszustands und/oder der räumlichen Ausdehnung erfolgen kann. Als hierfür nutzbare Copernicus-Produkte wurden grundsätzlich der „Normalised Difference Vegetation Index“ (NDVI), die „Fraction of Absorbed Photosynthetically Active Radiation“ (FAPAR) oder der „Vegetation Condition Index“ (VCI) der globalen sowie der HRL Forest der pan-europäischen Komponente des Dienstes zur Landüberwachung identifiziert. Aufgrund der Kleinteiligkeit der für eine Indikation erforderlichen Analysen wurden besondere Anforderungen an eine hohe räumliche Auflösung der Daten und zudem das Erfordernis für eine Kombination unterschiedlicher Produkte für die Auswertung. Zur Identifizierung von Baumbeständen wurde beispielsweise der HRL Forest als verwendbar eingeschätzt, der im dreijährlichen Rhythmus und in einer hohen räumlichen Auflösung von 20 m erzeugt wird. Für eine Beurteilung des Zustands der städtischen Vegetation müssten aber weitere Produkte wie NDVI, FAPAR oder VCI herangezogen werden, deren räumliche Auflösung von 1 km jedoch lediglich die Untersuchung größerer, geschlossener Bestände

(z. B. in Parks), nicht aber von Einzel- oder Alleebäumen erlaubt. Die damals neue Verfügbarkeit von höher aufgelösten Sentinel-2-Daten (bis zu 10 m) eröffnete neue Möglichkeiten für die Berechnung von Vegetationsindizes. Um eine regelmäßige Beobachtung von Zustand und Verteilung städtischen Grüns zu ermöglichen, wurde empfohlen darauf hinzuwirken, dass ausgehend von den Sentinel-2-Daten eine präzisere Berechnung von NDVI, FAPAR oder VCI vorgenommen wird. Für die Berechnung eines Indikators könnten dann z. B. die Abweichungen des NDVI vom langjährigen Mittel untersucht und damit Aussagen zur Vegetationsveränderung erzeugt werden. Unabhängig von der räumlichen Auflösung, mit der die Vegetationsindizes erstellt werden, wurde damals Probleme für eine Auswertung zum oft sehr vielfältigen und unterschiedlichen städtischen Grün darin gesehen, den Vegetationszustand aus den erfassten Signalen richtig zu interpretieren. Für die Entwicklung eines Indikators wurde es als notwendig erachtet zu prüfen, ob sich diese Probleme z. B. durch Mittelung der Ergebnisse oder durch die Definition einer entsprechend engen Maske für die zu untersuchenden Flächen beherrschen lassen.

Zum anderen wurde die Entwicklung einer Indikationsmöglichkeit zum thematischen Teilaspekt „Veränderung der Luftqualität“ diskutiert. Grundsätzlich ist dabei zu beachten, dass die Konzentration von Luftschadstoffen im starken Maß von anthropogenen Emissionsquellen abhängt und der Einfluss des Klimawandels demgegenüber eher gering ist. Es wurde daher mit Blick auf mögliche gesundheitliche Auswirkungen überlegt, ob ein Indikator zum Auftreten von synchronen Belastungen durch Hitze und Luftschadstoffe ggf. eine erweiterte Aussage für ein Klimafolgenmonitoring ermöglichen kann. In parallel erfolgten Arbeiten im Rahmen des FuE-Vorhabens „Entwicklung medienübergreifender Analysemodelle“ (FKZ 3713 61 100) war als ein Ergebnis von Expertengesprächen zu dieser Themenstellung allerdings festgehalten worden, dass für eine fundierte Bewertung der kumulativen gesundheitlichen Wirkungen von gleichzeitigen Belastungen durch Hitze und Luftschadstoffe bislang die notwendigen wissenschaftlichen Grundlagen fehlen. Es konnte zum damaligen Zeitpunkt z. B. nicht beurteilt werden, ob und wie sich z. B. kumulative Richtwert-, Grenzwert- oder Zielwert-Überschreitungen unterschiedlicher Belastungsfaktoren gegenseitig verstärken und welche gesundheitlichen Wirkungen damit verbunden sein können. Die Bildung eines Indikators war aus fachlicher Sicht daher damals nicht empfehlenswert. Ebenso wurde eine Indikatorentwicklung aus datentechnischer Sicht nicht für sinnvoll erachtet. Es wurde festgestellt, dass Satellitendaten zu Luftschadstoffen zwar stündlich vorliegen, aber nur in grober Auflösung, die Analysen auf europaweitem Maßstab erlauben. Lokale Aspekte der Luftschadstoffbelastung, die zur Identifizierung von konkreten Belastungssituationen notwendig wären, bildeten die Produkte damals nicht ab. Als eine mögliche Datenquelle zur Darstellung von Hitze wurde das Copernicus-Produkt „Land Surface Temperature“ (LST) identifiziert, das die oben bereits beschriebenen Einschränkungen aufweist. Es wurde daher empfohlen, die weitere Entwicklung innerhalb des Copernicus-Diensts Klimawandel zu beobachten.

Weiterentwicklung 2017 / 18

Die DAS-Monitoring-Indikatoren BAU-I-1 (Wärmebelastung in Städten (Fallstudie)) und BAU-I-2 (Sommerlicher Wärmeinseleffekt (Fallstudie)) wurden im Zuge der Weiterentwicklung des

Indikatorensets überarbeitet. Hintergrund der Änderungen ist, dass der DWD derzeit ein Messnetz an Stadtklimastationen aufbaut mit dem Ziel, die klimatische Entwicklung in dicht besiedelten Gebieten beobachten und im Vergleich zur Klimaentwicklung an gut durchlüfteten Standorten eines unbeeinflussten Freilandklimas bewerten zu können. Die Auswahl der Messstellen für den Indikator wurde auf das Messnetz der Stadtklimastationen des DWD bezogen, das sukzessive weiter ausgebaut werden soll. Mit Stand November 2018 werden für die DAS-Monitoring-Indikatoren bzw. die jeweiligen Zusatz-Indikatoren die Stationen Berlin Alexanderplatz (ID 399), Frankfurt M. Westend (ID 1424) und München-Stadt (ID 3379) für die Darstellung verwendet.

Der Indikator BAU-I-2 wurde in Abstimmung mit dem DWD methodisch weiterentwickelt, um die Wärmeinselintensität genauer zu fassen. Das ursprüngliche Verfahren auf der Grundlage der Tagesminimumtemperaturen lieferte nur eine Schätzung der Wärmeinselintensität. Dabei wurde die Differenz der Temperaturminima an der Stadtklimastation und ihrer jeweiligen Referenzstation als größte Temperaturdifferenz angenommen. Dies ist in der Regel aber nicht der Fall, da diese Werte zum einen nicht zum gleichen Zeitpunkt eintreten, und zum anderen die größten Temperaturdifferenzen nicht notwendigerweise zum Zeitpunkt des Temperaturminimums bestehen müssen. Bei einer Überprüfung dieses Verfahrens zeigt sich eine Unterschätzung der Wärmeinselintensität. Um den Wärmeinseleffekt präzise ermitteln zu können, wurde das Verfahren bei der Weiterentwicklung umgestellt und nutzt seither 10-minütlich gleichzeitig gemessene Temperaturwerte für die Berechnung der Temperaturdifferenzen zwischen Innenstadt und Stadtumland. Die entsprechenden Daten lagen zum damaligen Zeitpunkt nur für das Stationspaar Berlin Alexanderplatz und Berlin Schönefeld in ausreichender Länge dar, sodass keine räumliche Erweiterung des Indikators vorgenommen werden konnte.

Als eine weitere Klimawandelfolge wird in diesem Themenfeld auch die Verschlechterung der Luftqualität angesprochen. Im Zeitraum der Weiterentwicklung des DAS-Monitoring-Indikatorensets zeigten Forschungsergebnisse des UBA, dass die Luftqualität durch die Klimaveränderung beeinflusst werden kann. Hintergrund ist, dass die Höhe der Konzentrationen von Schadstoffen wie Feinstaub und Ozon neben der Höhe der Emissionen der Vorläuferstoffe besonders von den meteorologischen Bedingungen abhängt – bei Feinstaub von der Wetterlage (Inversion) und von Niederschlagsprozessen, bei Ozon vor allem von Temperatur und UV-Strahlung. Nach den Ergebnissen des UBA-Forschungsvorhabens KLENOS³ ist für Feinstaub nur mit einer vernachlässigbaren Zunahme der mittleren Feinstaubkonzentrationen aufgrund des Klimawandels zu rechnen. Hingegen können sich die Konzentrationen des Schadstoffs Ozon deutlich erhöhen: Bei den Ozon-Überschreitungstagen (Tage mit einem maximalen 8-Stundenmittelwert über dem Schwellenwert von 120 µg/m³) kann die Anzahl der Überschreitungstage beispielsweise um über 30 Prozent steigen.

Aus diesem Grund sollte das DAS-Monitoring-Indikatorensystem diesen thematischen Aspekt ansprechen und abbilden. Ein Indikator kann sich dabei auf Indikatoren beziehen, die am UBA

³ Pavlik D., Heidenreich M., Wolke R., Hinneburg D., Stern R. 2016: KLENOS – Einfluss einer Änderung der Energiepolitik und des Klimas auf die Luftqualität sowie Konsequenzen für die Einhaltung von Immissionsgrenzwerten und Prüfung weitergehender emissionsmindernder Maßnahmen. UBA Texte 84/2016, Dessau-Roßlau, 289 S. www.umweltbundesamt.de/publikationen/klenos-einfluss-einer-aenderung-der-energiepolitik

bereits im Kontext der Luftreinhaltung verwendet werden. Bezogen auf den im Handlungsfeld Bauwesen angesprochenen thematischen Aspekt der Luftqualität in Städten bestehen die folgenden Ansatzpunkte:

1. prozentualer Anteil der Messstationen mit Überschreitung des Zielwertes für den Schutz der Gesundheit, Zeitraum 1995 bis 2016 (jeweils 1-jährig gleitendes Mittel über 3 Jahre)⁴,
2. Luftqualität in Ballungsräumen⁵.

Der unter 1. genannte Indikator zählt dabei, an welchem Anteil der Stationen es mindestens einmal zu einer Überschreitung des Zielwertes zum Schutz der Gesundheit gekommen ist. Als Zielwert ist in der EU-Luftqualitätsrichtlinie⁶ eine Anzahl von max. 25 Tagen im dreijährigen Mittel definiert, an denen ein 8-Stundenmittel von 120 µg/m³ überschritten werden darf. Der unter 2. genannte Indikator stellt die mittlere Entfernung der Luftqualität in Ballungsräumen zur WHO-Empfehlung (keine Überschreitung eines 8-Stunden-Mittels von 100 µg/m³) dar. Für den Indikator werden diejenigen Stationen des städtischen und vorstädtischen Hintergrunds berücksichtigt, die nach der Abgrenzung des jeweils zuständigen Landesumweltamts in einem der 35 Ballungsräume mit mehr als 250.000 Einwohnern liegen. Für jede Station wird für den Tag mit dem höchsten 8-Stundenmittelwert des Jahres die Differenz zur WHO-Empfehlung gebildet. Anschließend wird diese Differenz zunächst für jeden Ballungsraum über alle Stationen hinweg gemittelt. Für den Indikator wird dann das Mittel aus den für die einzelnen Ballungsräume berechneten mittleren Differenzen gebildet.

Für die Zwecke des DAS-Handlungsfelds wurde es als empfehlenswert erachtet, die Anzahl der Überschreitungen und ggf. auch die Höhe der Überschreitungen in Ballungsräumen zu berücksichtigen (z. B. analog zur Methode der Heizgradtage). Eine alleinige Betrachtung der Anzahl der Stationen, an denen Überschreitungen aufgetreten sind, bzw. der Abweichung von der WHO-Empfehlung am Tag der höchsten Belastung wird für eine Betrachtung der Klimawirkungen als nicht ausreichend eingeschätzt. Ein eigener Indikatorvorschlag für Ozon wurde trotz der vorhandenen Daten und der gegebenen Indikationsansätze für das Handlungsfeld Bauwesen nicht im Detail ausgearbeitet, da in einem von UBA FG II 4.2 für das Jahr 2018 geplanten Forschungsvorhaben die Ausarbeitung eines DAS-Indikators für das Handlungsfeld Gesundheit vorgesehen war. Es wurde davon ausgegangen, dass der auszuarbeitende Indikator das an der Schnittstelle zwischen den beiden Handlungsfeldern gelegene Thema auch für das Bauwesen ausreichend abbilden kann.

Weiterentwicklung 2021 / 22

In Rücksprache mit dem DWD, Abteilung Klimaüberwachung, Sachgebiet Klimaanalyse, wurde der DAS-Monitoring-Indikator BAU-I-2 (Sommerlicher Wärmeinseleffekt – Fallstudie) im

⁴ Minkos A., Dauert U., Feigenspan S., Kessinger S. 2017: Luftqualität 2016 – Vorläufige Auswertung. UBA-Hintergrundpapier Januar 2017, Dessau: 10.

⁵ UBA (Hg.) o.J.: Indikator: Luftqualität ins Ballungsräumen.
www.umweltbundesamt.de/indikator-luftqualitaet-in-ballungsraeumen

⁶ EU-Richtlinie 2008/50/EC über Luftqualität und saubere Luft für Europa
<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/?uri=CELEX%3A32008L0050>

Rahmen der zweiten Fortschreibung des Monitoringberichts wiederum überarbeitet. Zum einen wurde der Zeitraum zur Darstellung von Wärmeinselsituationen ausgedehnt und umfasst nun auch die Monate Mai und September. Hintergrund ist, dass auch in diesen Monaten an der Messstation Berlin Alexanderplatz in relevantem Umfang Heiße Tage und mitunter auch Tropennächte auftreten können. Auch in diesen Monaten kann der Wärmeineffekt daher in relevantem Maß zur Wärmebelastung in der Stadt beitragen.

Des Weiteren wird der Indikator weiterhin nur bezogen auf die Wärmeinselsituation in Berlin dargestellt; weitere Stationen wurden nicht in die Darstellung des Indikators aufgenommen. Wesentliche Gründe hierfür sind, dass bislang zum einen die Datenreihen nur bei wenigen Stationspaaren eine ausreichende lange Zeitreihe des Wärmeineffekts nach der angewandten Methode ermöglichen; zum anderen schränken Veränderungen der Messstandorte, beispielsweise der Station Frankfurt am Main Flughafen, beziehungsweise die geländeklimatischen Charakteristika von Stationen, beispielsweise für die Station München Flughafen, die Möglichkeiten ein. Außerdem wurde die Darstellung des Indikators an die Darstellungsweise in der DWD-Veröffentlichung „Monatlicher Klimastatus Deutschland“ (DWD 2022)⁷ angepasst. Das bedeutet, dass zur vollständigen Darstellung aller Tage des jeweiligen Zeitraums nun auch die Tage ohne relevanten Wärmeineffekt sowie die Tage, an denen Messwerte fehlen, dargestellt werden.

Um den Indikator räumlich zu erweitern und von einer Fallstudie zu einem deutschlandweiten Indikator weiterzuentwickeln, wäre die Entwicklung eines anderen Ermittlungsansatzes für den Indikator erforderlich. Ziel kann die Entwicklung eines flächenbezogenen Indikators sein, der die von Wärmeineffekten betroffene Fläche oder gegebenenfalls auch Einwohnerzahl nach Intensität der Betroffenheit (Temperaturdifferenz zum Stadtumland) darstellen kann und dabei nicht auf einzelne Städte bezogen ist. Grundlage hierfür kann die derzeit im Rahmen des BMBF-Projekts „Stadtklima im Wandel“⁸ betriebene Weiterentwicklung des hochauflösenden Stadtklimamodells PALM4U sein, das perspektivisch fachübergreifende Analysen zur Bewertung des Stadtklimas erlauben soll.

Für den Fallstudien-Indikator BAU-I-1 ist bei der nächsten Fortschreibung zu prüfen, ob vergleichbare Daten zu Hitzetagen für die DWD-Stadtklimastationen Dresden und Freiburg im Breisgau sowie perspektivisch auch für eine Stadtklimastation im Rhein-Ruhr-Gebiet vorliegen und ergänzt werden können. Voraussetzung hierfür ist jeweils das Vorliegen einer ausreichend langen Zeitreihe. Grundlage für die Darstellung sollen in der Regel homogenisierte Daten sein, sodass die Zeitreihen nicht die Auswirkungen von Stationsverschiebungen beeinflusst sind.

2.2.1.3 Gebäudefunktionalität

Im Zusammenhang mit dem Klimawandel werden auch negative Auswirkungen auf die „Gebäudefunktionalität“ erwartet. Daher wurde es im Kontext der Erstentwicklung der Indikatoren von Expert*innen des UBA als wünschenswert erachtet, das Innenraumklima von Gebäuden

⁷ DWD – Deutscher Wetterdienst 2022: Monatlicher Klimastatus Deutschland.
www.dwd.de/DE/leistungen/pbfb_verlag_monat_klimastatus/monat_klimastatus.html

⁸ <https://www.uc2-program.org>

im DAS-Monitoring-Indikatorensystem zu thematisieren, um möglicherweise zunehmende Belastungen durch Wärme und ggf. durch Luftfeuchte innerhalb von Gebäuden zu ermöglichen. Die Entwicklung eines Indikators scheitert bislang aber an der Datenverfügbarkeit. Ein Monitoring von Temperatur und Feuchte in Innenräumen ist zwar theoretisch und praktisch möglich, wird aber bislang nicht in größerem Umfang praktiziert.

Weiterentwicklung 2017 / 18

Bei der Weiterentwicklung des DAS-Monitoring-Indikatorensatzes im Rahmen des Vorhabens „Weiterentwicklung von Indikatoren zur Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel (DAS)“ (FKZ 3716 48 104 0) wurde die Fragestellung der Aufenthaltsqualität in Gebäuden weiterbearbeitet. Hierzu bestanden fachliche ebenso wie Probleme der Datenverfügbarkeit. Von Seiten des BBSR wurde als fachliche Schwierigkeit angemerkt, dass die häufig für die Beurteilung von Gebäudeklimaten verwendeten Behaglichkeitskriterien (thermische und hygrische Faktoren, Oberflächenabstrahlung, CO₂-Gehalt) zu generell sind. Ein Indikator sollte sich daher nur hilfsweise an Behaglichkeitskriterien orientieren. Das Behaglichkeitsempfinden hängt vielmehr individuell vom einzelnen Nutzer ab, u. a. spielen Geschlecht, Alter und Herkunft eine Rolle. Um die Aufenthaltsqualität sachgerecht zu erfassen, wäre daher idealerweise eine sozialwissenschaftlich angelegte Befragung erforderlich, bei der das Nutzerempfinden z. B. per Smartphone-App abgefragt und dem aktuellen Raumklima und der Wettersituation gegenübergestellt wird. Bislang werden solche oder ähnliche Befragungen nicht dauerhaft, sondern nur im Rahmen von Forschungsvorhaben durchgeführt. Sozialwissenschaftliche Begleituntersuchungen wurden z. B. im Rahmen des Monitorings von Gebäuden des Netzwerks Energieeffizienzhaus Plus durchgeführt. Dieses ist aber je Gebäude lediglich auf zwei Jahre angelegt, sodass es nicht als Datengrundlage für einen längerfristigen Indikator verwendet werden kann.

Da keine dauerhaften Datenquellen zur individuellen Nutzerzufriedenheit verfügbar sind, wurde ersatzweise die Idee verfolgt, Gebäudeklimadaten von Bundesbauten daraufhin auszuwerten, mit welcher Häufigkeit Kriterien für die klimatische Behaglichkeit über- oder unterschritten werden, z. B. Überschreitungen von Temperaturschwellen aus der Arbeitsstättenregelung. Hierzu liegen zwar grundsätzlich Daten vor, allerdings sind Bundesbauten in der Regel aktiv oder passiv so konditioniert, dass die Kriterien auch unter extremeren Bedingungen eingehalten werden, es also nicht zu Über- oder Unterschreitungen kommt. Hinzu kommt das Problem, dass das Raumklima ggf. unter unterschiedlichen Bedingungen erfasst wird und daher keine Vergleichbarkeit über mehrere Standorte hinweg gegeben ist.

Auch für Nicht-Wohngebäude wurde die Entwicklung eines DAS-Monitoring-Indikators zum Innenraumklima geprüft. Indikationsziel war es hier, die Auswirkungen des Klimawandels auf das Innenraumklima von historischen Gebäuden und Museen abzubilden. Kulturgüter und Kunstschätze können v. a. aufgrund veränderter Luftfeuchte Schaden nehmen. Jedoch sind bislang keine Daten verfügbar, die über einen längeren Zeitraum das Innenraumklima entsprechender Einrichtungen abbilden. Gründe dafür sind vor allem, dass die entsprechenden Daten häufig nicht digitalisiert werden und dass sie zudem mit Blick auf die Versicherung der Kunstschätze hochsensibel sind und daher von den Dateneignern nicht publiziert werden.

Um zumindest die Rahmenbedingungen für die Aufenthaltsqualität in Gebäuden konkreter thematisieren zu können, wurde in Zusammenarbeit mit dem DWD der DAS-Monitoring-Indikator BAU-I-3 „Kühlgradtage“ entwickelt. Der Indikator gibt die mittleren Kühlgradtage für ausgewählte DWD-Messstationen in den drei Sommerklimaregionen an, die in DIN 4108-2:2013-2 als Grundlage für die Bewertung des sommerlichen Mindestwärmeschutzes von Gebäuden verwendet werden⁹.

Weiterentwicklung 2021 / 22

Ausgehend von den Ergebnissen des Workshops „Energiewirtschaft“ und „Bauwesen“ wurde der Indikator BAU-I-3 (Kühlgradtage) in Zusammenarbeit mit dem DWD, Regionales Klimabüro Essen, im Rahmen der zweiten Fortschreibung des Monitoringberichts hinsichtlich seiner Methode überprüft. Ausgangspunkt war die Anregung, die aktuell auf einen Schwellenwert von 22°C bezogene Berechnungsmethode anzupassen und vor dem Hintergrund der DIN 4108-2:2013 zum sommerlichen Wärmeschutz sowie der ASR (Technische Regeln für Arbeitsstätten) A3.5 Raumtemperatur auf einen Schwellenwert von 26°C zu beziehen.

Bei der Prüfung wurde zunächst festgestellt, dass das bisherige Verfahren (nach Spinoni et al. 2015¹⁰), bei dem Kühlgradtage in unterschiedlicher Wichtung in Abhängigkeit von der Überschreitung des Schwellenwerts durch Tagesmaximum, -mittelwert oder -minimum berücksichtigt werden, sich nicht sinnvoll mit einem anderen, deutlich höheren Schwellenwert anwenden lässt. Der Schwellenwert von 22°C wurde im Rahmen der Entwicklung des aktuell verwendeten Verfahrens durch Spinoni et al. empirisch abgeleitet. So ergibt die Verwendung der Basis-Temperatur von 22°C nennenswerte Werte nur dann, wenn $T_{\text{Mittel}} \geq 22^\circ\text{C}$ ist. Nach den Ergebnissen von Spinoni et al. (2015: 27f) entspricht dies etwa einem Tagesmaximum $T_{\text{max}} = 29^\circ\text{C}$ in europäischen mittleren Breiten, wenn man einen durchschnittlichen täglichen Sommertemperaturbereich von 14°C berücksichtigt. Das bedeutet, mit der Methode wird davon ausgegangen, dass ein verbreiteter Kühlbedarf (vorhandene Klimaanlage werden regelmäßig eingeschaltet) dann besteht, wenn die Tagesaußentemperatur in einen Bereich von 28–30 °C oder höher steigt. Dies liegt im Bereich des Schwellenwerts der Heißen Tage, kann also als durchaus realistisch betrachtet werden. Die Verwendung eines höheren Schwellenwerts im Rahmen der bestehenden Methode erscheint daher nicht sinnvoll. Im Rahmen der Untersuchungen konnte allerdings auch keine Methode ermittelt werden, die für die Berechnung von Kühlgradtagen anhand eines Schwellenwerts von 26°C etabliert ist bzw. geprüft und in der Literatur beschrieben ist.

Es erscheint daher sinnvoll, das bisher genutzte Verfahren mit dem Schwellenwert 22°C weiter zu verwenden. Wesentlicher Grund neben der Wahrung der Kontinuität in der Berichterstattung ist, dass ein Verfahren genutzt wird, das für Europa im Rahmen einer in der Literatur

⁹ Schlitzberger S. 2014: Anpassung und Entwicklung von Planungswerkzeugen für den sommerlichen Mindestwärmeschutz und zur Komfortbewertung des Sommerfalls. Dissertation an der Universität Kassel, Fachbereich Architektur Stadtplanung Landschaftsplanung, Fachgebiet Bauphysik. 288 S. <https://kobra.bibliothek.uni-kassel.de/bitstream/urn:nbn:de:hebis:34-2014072345734/5/DissertationStephanSchlitzberger.pdf>

¹⁰ Spinoni J., Vogt J., Barbosa P. 2015: European degree-day climatologies and trends for the period 1951–2011. *International Journal of Climatology*, 35 (1): 25–36. doi: 10.1002/joc.3959

dokumentierten Untersuchung abgeleitet wurde und im pan-Europäischen Rahmen mit dem genannten Schwellenwert in Anwendung befindlich ist¹¹. Es besteht damit auch die Möglichkeit, die Ergebnisse für Deutschland in Bezug zu Ergebnissen auf europäischer Ebene in Bezug zu setzen. Für eine zielgenauere Weiterentwicklung des Indikators wären Informationen bzw. weitergehende Voruntersuchungen zum Zusammenhang zwischen der tatsächlich eingesetzten Kühlenergie und der Außentemperatur in Deutschland notwendig. Daten zum Kühlenergieeinsatz sind bislang nur aus den Arbeiten der AG Energiebilanzen für Deutschland insgesamt bekannt; regionalisierte Daten zum Kühlenergieeinsatz, die eine Gegenüberstellung mit den Temperaturverläufen der im Indikator verwendeten DWD-Messstationen ermöglichen würden, konnten nicht ermittelt werden.

2.2.1.4 Bauwirtschaft / Immobilienmarkt

Für das Themenfeld Bauwirtschaft besteht für die thematisierten Aspekte eine Schnittstelle zum Handlungsfeld Industrie und Gewerbe. Das Themenfeld Immobilienmarkt war im Workshop mit den Expert*innen im Rahmen der Erstentwicklung der Indikatoren unter anderem wegen starker, nicht klimawandelbedingter Einflüsse nicht zur Weiterbearbeitung empfohlen worden. Die Themenfelder wurden nicht vertiefend bearbeitet. Im Zuge der ersten und zweiten Fortschreibung hat sich hierzu kein geänderter Sachstand ergeben.

2.2.2 Response-Indikatoren

2.2.2.1 Beratung von Bauherren

Mit Blick auf das Themenfeld „Beratung von Bauherrn“ wurde im Rahmen der Erstentwicklung der Indikatoren diskutiert, ob die Verbreitung von einschlägigen Leitfäden oder Veröffentlichungen von Bundes- und Landesbehörden z. B. über die Anzahl von Downloads oder Bestellungen Aufschluss geben könnte. Hierzu wären regelmäßig eine Identifikation der relevanten Materialien und eine zumeist nachträgliche Auswertung der Verbreitungszahlen vorzunehmen. Aufgrund des hohen Aufwands im Verhältnis zu einer dann aber doch begrenzten Aussagekraft wurde die Indikationsidee nicht weiter ausgearbeitet.

Weiterentwicklung 2017 / 18

Im Rahmen des Vorhabens „Weiterentwicklung von Indikatoren zur Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel (DAS)“ (FKZ 3716 48 104 0) wurde angeregt, die Nutzung des GIS-Tools ImmoRisk z. B. in Form der Zugriffszahlen und -dauer als Grundlage für einen Indikator zu verwenden. ImmoRisk soll als „Werkzeug“ entwickelt werden, um ausgewählte Klimarisiken auf der Ebene einzelner Immobilien quantifizieren zu können. Bislang (Stand November 2018) können mit ImmoRisk Bewertungen für Immobilien an 15 Standorten vorgenommen werden. In einem weiteren Schritt wird eine Konzeption für ein bundesweites Geoinformationssystem (GIS) zu Klimarisiken für Immobilieneigentümer erarbeitet. Ein solches GIS kann

¹¹ EEA – European Environment Agency 2022: Heat and cold — mean air temperature. www.eea.europa.eu/publications/europes-changing-climate-hazards-1/heat-and-cold/heat-and-cold-2014-mean

zukünftig ggf. als Ansatzpunkt für einen Indikator dienen. Aufgrund der für Immobilienbesitzer z. T. heiklen Informationen, die das Portal bietet, und den damit verbundenen Anforderungen an den Datenschutz können Nutzungsmöglichkeiten für ein Monitoring nach Rücksprache mit dem BBSR erst nach einer Etablierung des Tools beurteilt werden.

Des Weiteren wurde geprüft, ob ausgehend von dem vorgeschlagenen Indikator BAU-I-4 (Starkregen im Siedlungsbereich) die Entwicklung eines Indikators im Kontext der LAWA-Strategie für ein effektives Starkregenrisikomanagement (LAWA 2018¹²) möglich ist. Die Strategie richtet sich an Akteure auf unterschiedlichen Ebenen vom Bund bis zu den Bürgerinnen und Bürgern und beschreibt ein umfangreiches Set an Handlungsoptionen. Um den Grad der Auseinandersetzung auf der kommunalen Ebene, der eine Schlüsselrolle innerhalb des Starkregenrisikomanagements zukommt, darzustellen, könnte ein Indikator die Verbreitung von kommunalen Starkregengefahrenkarten zum Inhalt haben. Hierfür gibt es allerdings keine zentrale Datenquelle, sodass kein quantitativer Indikator entwickelt werden konnte.

Weiterentwicklung 2021 / 22

Im Zuge der zweiten Fortschreibung hat sich hierzu kein geänderter Sachstand ergeben.

2.2.2.2 Anpassungen im Planungs- und Bauprozess

Für das Themenfeld „Anpassungen im Planungs- und Bauprozess“ wurde im Rahmen der Erstentwicklung der Indikatoren festgestellt, dass es Prozesse adressiert, die in der Regel sehr individuell umzusetzen und über statistische Zahlen nicht greifbar sind. Daher konnten für dieses Feld keine DAS-Monitoring-Indikatoren erarbeitet werden. Im Zuge der ersten und zweiten Fortschreibung hat sich hierzu kein geänderter Sachstand ergeben.

2.2.2.3 Anpassung der Art und Verteilung der (Frei-)Flächennutzung

Für das Themenfeld „Anpassung der Art und Verteilung der (Frei-)Flächennutzung“ wurde für den ersten DAS-Monitoringbericht 2015 der Indikator BAU-R-1 (Erholungsflächen) entwickelt. Dieser DAS-Monitoring-Indikator, der die Ergebnisse des gleichnamigen Indikators der Länderinitiative Kernindikatoren (LIKI) übernimmt, zeigt auf, inwieweit in den Kernstädten von Agglomerationsräumen Maßnahmen für eine bessere Durchgrünung und damit für bessere bioklimatische Bedingungen ergriffen werden. Perspektivisch kann der Indikator ggf. durch den Bezug auf die bioklimatischen Belastungsräume präzisiert werden, daher wurde er als Proxy-Indikator geführt. Voraussetzung für einen Indikator zur Ausstattung mit Erholungsflächen von Gemeinden in bioklimatischen Belastungsräumen ist eine bundesweite Datengrundlage für die bioklimatische Belastung, die über die natürliche bioklimatische Belastungssituation (vgl. Bioklimakarte des DWD) hinaus auch den Einfluss der Siedlungsdichte auf die bioklimatische Belastung berücksichtigt. Für eine darauf aufbauende Einbeziehung der Landnutzung stehen

¹² LAWA – Bund-/Länderarbeitsgemeinschaft Wasser & TMUEN – Thüringer Ministerium für Umwelt, Energie und Naturschutz (Hg.) 2018: LAWA-Strategie für ein effektives Starkregenrisikomanagement. Erfurt, 86 S. www.lawa.de/documents/lawa-starkregen_2_1552299106.pdf

Daten aus dem Digitalen Landschaftsmodell 1:250.000 (DLM250) oder dem Digitalen Landbedeckungsmodell (DLM-DE) des Bundesamts für Kartographie und Geodäsie zur Verfügung, sodass die Erstellung einer bioklimatischen Belastungskarte unter Berücksichtigung der Landnutzung, wie sie im Land Hessen für den Zeitraum 1971-2000 erstellt wurde, grundsätzlich auch bundesweit möglich wäre.

Im FuE-Vorhaben „Beitrag der Satellitenfernerkundung zur Ermittlung von DAS-Indikatoren“ wurde für den Indikator BAU-R-1 (Erholungsfläche) auf der Grundlage von Daten aus dem Urban Atlas, einem Produkt der lokalen Komponente des Copernicus-Dienstes zur Landüberwachung, ein Vorschlag zur Weiterentwicklung erarbeitet. Der Vorschlag sah vor, den Anteil der städtischen Grünfläche („Green urban areas“) an den Bebauten Flächen („Artificial Surfaces“; diese umfassen die Kategorien „Urban fabric“, „Industrial, commercial, public, military, private and transport units“, „Mine, dump and construction sites“ und „Artificial non-agricultural vegetated areas“) innerhalb der Verwaltungsgrenzen von Großstädten über 100.000 Einwohner in Deutschland für die Erhebungsjahre des Urban Atlas zu berechnen und als Zeitreihe darzustellen. Der Vorschlag berücksichtigte damals – aus Gründen der räumlichen Datenabdeckung – 53 der 76 Großstädte über 100.000 Einwohner. Perspektivisch können weitere Großstädte einbezogen werden. Es wurde festgehalten, dass die Datengrundlage des Urban Atlas mit einer Minimum Mapping Unit (MMU, Mindestkartierfläche) dabei räumlich sehr hoch auflösend ist und mit der geplanten dreijährlichen Aktualisierung Veränderungen auch zeitlich in ausreichender Auflösung erfassen kann. Letztlich wurde der Indikator-Vorschlag aufgrund der Verfügbarkeit einfacher nutzbarer Daten nicht umgesetzt.

Weiterentwicklung 2017 / 18

Zwischenzeitlich ist die Bioklimakarte des DWD¹³ bezogen auf den Zeitraum 1981-2010 aktualisiert und veröffentlicht worden. Sie stellt wie ihre Vorläufer die natürliche bioklimatische Belastungssituation dar. Der Einfluss der Siedlungsdichte auf die bioklimatische Belastung wird darin nicht berücksichtigt. Die Erstellung einer solchen Karte ist derzeit nicht vorgesehen, sodass die Weiterentwicklung des DAS-Monitoring-Indikators BAU-R-1 zu einem räumlichen differenzierenden Indikator derzeit nicht möglich ist.

Am Klimabüro Freiburg des DWD wird derzeit an einer Methode gearbeitet, die bioklimatische Belastung aus dem TRY-Basisdatensatz abzuleiten und sie als Größe dem TRY-Basisdatensatz perspektivisch hinzuzufügen. Bei dieser Herangehensweise könnte auch der Siedlungseinfluss auf die bioklimatische Belastung berücksichtigt werden, d. h. es könnte auf dieser Grundlage perspektivisch eine Karte der bioklimatischen Belastung unter Berücksichtigung von Siedlungsbereichen erzeugt werden. Eine bundesweite Anwendung der Methode bzw. die Erstellung einer entsprechenden bundesweiten Karte steht aber noch nicht in Aussicht.

Alternativ war überlegt worden, bioklimatisch belastete Bereiche anhand von Daten zu Hitzetagen bzw. ggf. auch zu Sommertagen aus dem DWD-Klimaatlas in einfacherer Weise näherungsweise abzugrenzen. Hiervon wurde aber abgeraten, da bioklimatische Belastungen noch

¹³ DWD 2018: Bioklimakarte Deutschland. www.dwd.de/DE/leistungen/bioklimakarte/bioklimakarte.html

durch eine Reihe weiterer Parameter hervorgerufen werden, z. B. Strahlung, Windgeschwindigkeit, Luftfeuchtigkeit. Diese sollten nicht unberücksichtigt bleiben.

Aufgrund der genannten Schwierigkeiten, den DAS-Monitoring-Indikator inhaltlich präziser zu fassen, wurde der bis dahin als Proxy geführte Indikator BAU-R-1 (Erholungsflächen) unter Bezug auf den aktualisierten LIKI-Indikator C4 „Erholungsflächen“ weitergeführt. Der aktualisierte LIKI-Indikator stellt seither, da die vom BBSR bisher bereitgestellten Raumstrukturtypen ROB 2005 (Agglomerationsräume, verstärkte Räume und Kernstädte auf der Grundlage der siedlungsstrukturellen Kreistypen 2009) überarbeitet wurden, die Entwicklung der Erholungs- und Friedhofsfläche in m² pro Einwohner für Städte, differenziert nach drei Größenklassen, dar. Der DAS-Monitoring-Indikator wurde zudem um einen Zusatz-Indikator zur „Erreichbarkeit städtischer Grünflächen“ ergänzt. Dieser verwendet die Ergebnisse des gleichnamigen Indikators aus dem Monitor der Siedlungs- und Freiraumentwicklung des Leibniz-Instituts für ökologische Raumentwicklung (IÖR)¹⁴.

Weiterentwicklung 2021 / 2

Im Zuge der zweiten Fortschreibung hat sich hierzu kein geänderter Sachstand ergeben.

2.2.2.4 Objektschutz

Zu den Maßnahmen, die dem Themenfeld „Objektschutz“ zuzuordnen sind, gehören beispielsweise Abdichtungs- und Schutzmaßnahmen an Gebäuden, Drainagesysteme, Rückstauklappen, die Wartung und Reinigung der Dachentwässerung etc. Im Rahmen der Erstentwicklung des Indikatorensets für das Handlungsfeld Bauwesen wurde festgestellt, dass diese Maßnahmen sehr individuell umzusetzen sind und daher mit statistischen Zahlen nicht zufriedenstellend abgebildet werden können.

Das Themenfeld wurde daher nur über eine Schnittstelle zum Handlungsfeld Finanzwirtschaft abgebildet. Mit dem DAS-Monitoring-Indikator FiW-R-1 wurde die Versicherungsdichte der erweiterten Elementarschadenversicherung für Wohngebäude dargestellt und damit die Bereitschaft der Hauseigentümer, sich finanziell gegen Schadensfälle infolge von Extremereignissen wie Hochwasser, Bodensenkungen oder Erdbeben abzusichern. Im Handlungsfeld Bauwesen war dem Themenfeld kein eigener Indikator zugeordnet.

Weiterentwicklung 2017 / 18

Der DAS-Monitoring-Indikator FiW-R-1 „Versicherungsdichte der erweiterten Elementarschadenversicherung für Wohngebäude“, der im Erstbericht dem Handlungsfeld „Finanzwirtschaft“ zugeordnet war, wurde in das Handlungsfeld Bauwesen überführt, da die abgebildete Hand-

¹⁴ Grunewald K., Richter B., Meinel G., Herold H., Syrbe R.-U. 2016: Vorschlag bundesweiter Indikatoren zur Erreichbarkeit öffentlicher Grünflächen – Bewertung der Ökosystemleistung „Erholung in der Stadt“. In: Naturschutz und Landschaftsplanung 48, Heft 07/2016: 218-225.

Richter B., Meinel G., Grunewald K. 2016: Urbane Grünausstattung und -erreichbarkeit – Indikator-design und empirischer Städtevergleich. Vortrag auf dem 8. Dresdner Flächennutzungssymposium am 11./12. Mai 2016

lung stärker mit diesem Handlungsfeld assoziiert ist. Der Indikator wird nun als BAU-R-5 „Versicherungsdichte der erweiterten Elementarschadenversicherung für Wohngebäude“ im DAS-Monitoring-Indikatorensystem geführt.

Als weiterer DAS-Monitoring-Indikator für das Themenfeld Objektschutz wurde Indikator BAU-R-2 „Dachbegrünung von Bundesgebäuden“ ausgearbeitet. Hintergrund sind die vielfältigen positiven Wirkungen im Kontext der Klimaanpassung, die richtig angelegte und gepflegte Gründächer sowohl für das einzelne Gebäude, die einzelne Liegenschaft aber auch für ihr (städtisches) Umfeld entfalten können (u. a. BBSR 2015¹⁵, BMUB 2017¹⁶, Difu 2017¹⁷).

Der Sachverhalt wird mit Ergebnissen aus der Bauzustandserfassung und -bewertung von Bundesgebäuden abgebildet, die von der BImA im Zuge der Verwaltung der Bundesliegenschaften im mehrjährigen Turnus für alle rund 30.000 Bundesgebäude durchgeführt wird. Für den DAS-Monitoring-Indikator wird die Fläche von Flachdächern der Ausführung begrünt verwendet und mit der Dachfläche von Flachdächern bzw. der Dachfläche von Bundesgebäuden insgesamt ins Verhältnis gesetzt. Der Indikator lässt damit Rückschlüsse sowohl auf die Entwicklung des Gesamtbestands an Gründächern als auch auf dessen Zustand zu.

Alternativ wurde geprüft, ob sich für ausgewählte Städte die Fläche von Dachbegrünungen relativ zur Einwohnerzahl als DAS-Monitoring-Indikator darstellen lässt. Als Datengrundlage hierfür wurden die Ergebnisse einschlägiger halbautomatisierter Luftbildauswertungen für die Städte Hamburg, Hannover, Düsseldorf, Frankfurt a. M., Stuttgart, Karlsruhe, München und Berlin herangezogen. Die Auswertung erfolgte gemäß bzw. in Orientierung an einer vom Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) für den Deutschen Dachgärtnerverband (DDV) entwickelten Methode¹⁸. Da aber die regelmäßige Wiederholung der Erhebungen nicht gesichert ist und sich zudem die Parameter für die Auswertung teilweise unterschieden, wurde von diesem Ansatz letztlich abgesehen. Insofern zukünftig eine zentral durchgeführte, regelmäßige und methodisch einheitliche fernerkundliche Erhebung von Vegetationsflächen auf Dächern durchgeführt wird, wäre dieser Ansatz aufgrund der umfassenderen räumlichen und inhaltlichen Repräsentanz nochmals zu prüfen.

Weiterentwicklung 2021 / 2

Aufgrund der Einschränkungen des für den zweiten Monitoringbericht entwickelten Indikators BAU-R-2 (Gründächer von Bundesgebäuden) wurde im DASIF-Vorhaben unter anderem auch

¹⁵ BBSR – Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (Hg.) 2015: Überflutungs- und Hitzevorsorge durch die Stadtentwicklung – Strategien und Maßnahmen zum Regenwassermanagement gegen urbane Sturzfluten und überhitzte Städte. Ergebnisbericht der fallstudiengestützten Expertise „Klimaanpassungsstrategien zur Überflutungsvorsorge verschiedener Siedlungstypen als kommunale Gemeinschaftsaufgabe“, Bonn, 120 S.

¹⁶ BMUB – Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (Hrsg.) 2017: Weißbuch Stadtgrün – Grün in der Stadt – Für eine lebenswerte Zukunft. Berlin, 52 S.

¹⁷ Difu – Deutsches Institut für Urbanistik (Hrsg.) 2017: Praxisratgeber Klimagerechtes Bauen – Mehr Sicherheit und Wohnqualität bei Neubau und Sanierung. Studie im Auftrag der Schwäbisch-Hall-Stiftung, Köln, 56 S.

¹⁸ Ansel W., Zeidler J., Esch T. 2015: Fernerkundliche Identifizierung von Vegetationsflächen auf Dächern zur Entwicklung des für die Bereiche des Stadtklimas, der Stadtentwässerung und des Artenschutzes aktivierbaren Flächenpotenzials in den Städten. Abschlussbericht des durch die Deutschen Bundesstiftung Umwelt geförderten Entwicklungsprojektes. 51 S. www.dbu.de/OPAC/ab/DBU-Abschlussbericht-AZ-30299.pdf

an der Entwicklung eines neuen Indikators zum Thema Dachbegrünung gearbeitet. Das in dem Vorhaben entwickelte Verfahren nutzt, ähnlich wie das für die Auswertung von Falschfarben-Infrarot-Luftbildern zur Detektion von Dachbegrünungen verwendete Verfahren (s. o.) den NDVI zur Detektion von Vegetationsflächen. Für die Operationalisierung der Vegetationsflächen werden Sentinel-2-Daten genutzt, die operationell und frei verfügbar sind, allerdings Einschränkungen hinsichtlich der Auflösung besitzen und daher nur größere Dächer erfassen können. Für die Berücksichtigung der Gebäudegeometrien werden Amtliche Hausumringe des BKG verwendet; zur Optimierung ist auf kurze Frist eine Verwendung von LOD2-Daten vorgesehen, die unter anderem auch Informationen zur jeweiligen Dachform enthält und damit konkretere und weitergehende Auswertungen erlaubt, etwa zum Begrünungspotenzial von Dächern. Das entwickelte Verfahren wurde im DASIF-Vorhaben am Beispiel der Stadt Dresden für Satellitendaten weiterentwickelt und getestet sowie mit dort vorhandenem Gründachinventar validiert. Räumlich wurde die Ermittlung des Indikators zu Dachbegrünungen mit Blick auf Arbeitsaufwand einerseits und Relevanz andererseits auf Großstädte mit einer Bevölkerungszahl > 500.000 bezogen. Für diese ist im Zusammenhang mit dem Klimawandel in besonderem Maße damit zu rechnen, dass sowohl die stadtklimatischen Belastungen wegen des Wärmeinseleffekts als auch die Gefährdungen durch Starkregen wegen der zunehmend kompakteren Bebauung zukünftig zunehmen werden.

2.2.2.5 Anpassungen der Bautechnik

Wie für die Maßnahmen zum Themenfeld „Objektschutz“ wurde im Rahmen der Indikatorentwicklung für den DAS-Monitoringbericht 2015 auch für das Themenfeld „Anpassungen der Bautechnik“ festgestellt, dass die entsprechenden Maßnahmen häufig sehr individuell und anhand von statistischen Daten schwer greifbar sind. Aus diesem Grund bezog sich der DAS-Monitoring-Indikator BAU-R-2 (Spezifischer Energieverbrauch der privaten Haushalte für Raumwärme) auf synergetisch, also sowohl für Klimaschutz als auch Anpassung wirksame Maßnahmen des energiesparenden Bauens bzw. der energiesparenden Sanierung. Dieser Indikator bildete die Wirkung möglicher Maßnahmen, z. B. eine gute Wärmedämmung der Gebäude sowie ein ausreichender sommerlicher Wärmeschutz, etwa durch Verschattungsmöglichkeiten, bzw. die Einhaltung von hohen energetischen Baustandards (Passivhausstandard bzw. Plus-Energie-Hausstandard) in stark generalisierter Form ab. Er lässt damit Rückschlüsse darauf zu, inwieweit Hauseigentümer Maßnahmen ergreifen, um ihr Haus z. B. durch verbesserte Wärmedämmung energieeffizienter zu machen und die Bewohner damit auch besser vor einer sommerlichen Aufheizung zu schützen.

Die Idee, ausgehend von Energieausweisen für Gebäude einen DAS-Monitoring-Indikator zur Verbreitung bestimmter Baustandards, z. B. Niedrigenergiehaus, Passivhaus zu entwickeln, mündete dagegen nicht in einen Indikatorvorschlag, da es nach Auskunft der Deutschen Energie-Agentur GmbH (dena) keine statistischen Aufzeichnungen über den Umfang der Erstellung von Energieausweisen und deren Inhalte gibt.

Entsprechende Indikatorideen für Nicht-Wohngebäude wurden nach Rücksprache mit dem BBSR ausgeschlossen. Aufgrund höherer interner Wärme-Lasten, z. B. durch IKT-Anlagen oder andere innere Wärmequellen, wirkt eine Wärmedämmung häufig nicht als Maßnahme

zur Minderung von Wärmebelastungen, sondern kann sogar zu einer Überhitzung der Gebäude von Innen führen. Aus diesem Grund wurden Indikatoransätze aufgegeben, die ausgehend von unterschiedlichen Datengrundlagen (Energie- und CO₂-Bericht Bundesliegenschaften, EMIS – Energie- und Medien-Informationssystem) den Wärmeenergieverbrauch von Bundesliegenschaften oder öffentlichen Gebäuden darstellen sollten.

Weiterentwicklung 2017 / 18

Für das Themenfeld „Anpassungen der Bautechnik“ wurde geprüft, ob ein DAS-Monitoring-Indikator zur technischen Steuerung des Raumklimas entwickelt werden kann. Grundsätzlich ist hierzu eine Darstellung des Endenergieverbrauchs für Klimakälte auf der Basis der jährlich veröffentlichten Anwendungsbilanzen der AG Energiebilanzen möglich. Der überwiegende Teil der Klimakälte wird in den Sektoren Industrie und Gewerbe, Handel, Dienstleistungen eingesetzt. Die jeweiligen Einsatzzwecke sind allerdings nicht näher beschrieben. Der Endenergieverbrauch fällt für den Betrieb von Kompressionsantrieben und Adsorptionskältemaschinen an, vermutlich zur Kühlung von Büro- und Technikräumen sowie von Lagerräumen für wärmeempfindliche Produkte sowie Vor- und Zwischenprodukte. Daten für den Bereich der privaten Haushalte liegen seit dem Jahr 2013 vor. Der Anteil der Klimakälte am Endenergieverbrauch insgesamt steigt in den letzten Jahren u. a. auch aufgrund einer zunehmend genaueren Erfassung und liegt aktuell bei ca. 0,4 %. Bezogen auf den Bereich der privaten Haushalte liegt der Anteil bei ca. 0,2 %. Entsprechend dieser aktuell geringen Bedeutung wird die Indikationsidee nicht weiter ausgearbeitet. Gegebenenfalls kann die Datenquelle aber zukünftig herangezogen werden, wenn der Aspekt eine größere Bedeutung erlangt.

Der dem Themenfeld „Objektschutz“ zugeordnete DAS-Monitoring-Indikator BAU-R-2 (Dachbegrünung von Bundesgebäuden) kann auch im Kontext des Themenfelds „Anpassungen der Bautechnik“ interpretiert werden (s. o.).

Weiterentwicklung 2021 / 22

Im Workshop zu „Energiewirtschaft“ und „Bauwesen“ waren die beiden Indikatoren BAU-R-3 (Spezifischer Energieverbrauch der privaten Haushalte für Raumwärme) sowie BAU-R-4 (Fördermittel für klimaangepasstes Bauen und Sanieren) aufgrund verschiedener Einschränkungen deutlich kritisiert worden. Indikator (BAU-R-3) weist demnach über den sinkenden Energiebedarf allenfalls eine lose Verbindung zum Indikandum, der Verbesserung des sommerlichen Wärmeschutzes, auf. Diese Wirkung wird zudem von anderen Wirkgrößen überlagert. Für Indikator BAU-R-4 wurde die Interpretierbarkeit ebenfalls als eingeschränkt bewertet, unter anderem, da sich mitunter Komplex-Maßnahmen erfasst sind, von den nur Teile tatsächlich einem Wärmeschutz dienen. Hinzu kommt, dass der Indikator von der durch die Politik gesteuerten Verfügbarkeit von Fördermitteln beeinflusst wird, und die Bereitstellung dieser Mittel eher für den Klimaschutz als für die Klimaanpassung erfolgt.

Als Alternative zu diesen Indikatoren wurde vorgeschlagen, stattdessen einen Indikator zu den tatsächlichen Investitionen in die energetische Sanierung bezogen auf die Gebäudehülle zu

entwickeln. Kern dieser Idee war es, dadurch einen direkteren Bezug zu den tatsächlich umgesetzten Maßnahmen zu bekommen, die einen verbesserten sommerlichen Wärmeschutz von Gebäuden mit sich bringen.

Hierfür stellt der entwickelte Indikator die Investitionsmittel dar, die jährlich für die energetische Sanierung der Gebäudehülle eingesetzt werden. Neben dem Wohnbau werden dabei auch die Investitionen im Bereich des Nicht-Wohnbaus dargestellt. Die Daten für den Indikator stammen aus einer Sonderauswertung zur Bauvolumenrechnung des DIW. Ausgehend von Daten der Baufachstatistik und der Bautätigkeitsstatistik des StBA, aus denen die Bestandsbaumaßnahmen im Hochbau ermittelt werden, wird unter Hinzunahme der Ergebnisse von Befragungen von repräsentativ ausgewählten Mieter- und Eigentümerhaushalten sowie von Architekten und Handwerkern durch die Heinze GmbH die Struktur des Bauvolumens von Bestandsmaßnahmen, differenziert nach den Produktbereichen Photovoltaik/Solarthermie, Dämmung/Fassade, Fenster/Außentüren, Heizungsanlagen, berechnet¹⁹.

Für die Fortschreibung 2027 könnten ggf. weitere Produktbereiche, die zum sommerlichen Wärmeschutz beziehungsweise zur thermischen Behaglichkeit in Innenräumen beitragen, in den Indikator integriert werden. Hierzu gehören wesentlich Investitionen in den Bereich Kühl- und Lüftungstechnik sowie umkehrbare Wärmepumpen. Die erforderlichen Erweiterung der dem Indikator zugrundeliegenden Datenerhebung und -aufbereitung ist bei Bedarf im Rahmen eines Forschungsvorhabens vorzubereiten.

2.2.2.6 Angepasste Verwendung von Baumaterialien

Das Themenfeld „Angepasste Verwendung von Baumaterialien“ adressiert Maßnahmen, die sehr individuell umzusetzen und über statistische Zahlen nicht greifbar sind. Als Beispiele seien hier der Einsatz von hagelbeständigen Baumaterialien, eine sturmsichere Verankerung von Hausdächern oder der Einbau von Rückstauklappen zum Schutz vor Hochwasser genannt. Im Rahmen der Erstentwicklung der Indikatoren konnten keine Datenquellen ermittelt werden, die z. B. Aufschluss über die Verwendung bestimmter Baumaterialien geben können. Schwierigkeiten für die Auswertung einer entsprechenden Statistik bestünden zudem darin, dass eine Definition klimaangepasster Baumaterialien notwendig und diese beständig an technische Neuerungen anzupassen wäre. Des Weiteren konnten keine Datenquellen ausfindig gemacht werden, welche die Entwicklung eines exemplarisch auf den Einsatz klimaangepasster Bauweisen oder Materialien bei Bundesliegenschaften bezogenen DAS-Monitoring-Indikatoren ermöglichen würden.

Im Rahmen des FuE-Vorhabens „Beitrag der Satellitenfernerkundung zur Ermittlung von DAS-Indikatoren“ wurde für den thematischen Teilaspekt „Vermeidung des Aufheizens von Gebäuden“ ein Indikatoransatz geprüft, der die Oberflächenalbedo von Gebäuden bzw. Städten in den Blick nimmt. Als möglicher Eingangsdatensatz hierzu wurde das Produkt „Surface Albedo“ aus der globalen Komponente des Copernicus-Dienstes zur Landüberwachung identifiziert.

¹⁹ Gornig M., Kaiser C. 2020: Darstellung der Investitionen in die energetische Gebäudesanierung in Deutschland 2010 bis 2018. Unveröffentlichter Bericht des Deutschen Instituts für Wirtschaftsforschung und der Heinze GmbH, 10 S.

Die damals zur Verfügung stehenden Daten waren für eine Anwendung für den urbanen Raum mit einer Auflösung von 1 km nicht ausreichend aufgelöst. Grundsätzlich könnte die Albedo aus den höher aufgelösten Sentinel-2-Satellitendaten extrahiert werden. Allerdings wurde es damals als inhaltliches Problem benannt, dass die Albedo nur einen kleinen Aspekt des urbanen Wärmehaushalts abbildet. Die Entwicklung eines Indikators zu diesem Aspekt konnte daher nicht empfohlen werden.

Weiterentwicklung 2017 / 18

Bei der Weiterentwicklung des Indikatorensets in 2017 im Rahmen des Vorhabens „Weiterentwicklung von Indikatoren zur Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel (DAS)“ (FKZ 3716 48 104 0) wurden die Recherchen zur Verbreitung klimaangepasster Baumaterialien nochmals aufgenommen. Allerdings fehlt es nach wie vor an einer entsprechenden Datengrundlage. So gibt es nach Auskunft des BBSR²⁰ auf der einen Seite bislang keine Statistik zu den im Gebäudebestand verwendeten Materialien, weder im Bereich des Bundes- noch des Landesbaus noch des privaten Baus. Derzeit sind allerdings, auch im Zusammenhang mit Fragestellungen zum Klimaschutz im Gebäudesektor, Bemühungen zum Aufbau einer entsprechenden Datenbasis im Gange. Im Rahmen einer entsprechenden Datenerhebung könnten auch klimaanpassungsrelevante Informationen erfasst werden, z. B. zur Verwendung hagelwiderstandsfähiger Dachaufbauten, zu adaptiven Sonnenschutzgläsern oder zu Rückstauklappen. Als weiterer Ansatz wurde geprüft, ob Produktionsstatistiken des StBA einen Differenzierungsgrad aufweisen, der Rückschlüsse auf die Anpassungseignung bestimmter Materialien erlaubt. Ebenso wurde geprüft, ob Absatzstatistiken von einschlägigen Verbänden entsprechende Informationen enthalten. Angefragt wurden der Bundesverband der Deutschen Ziegelindustrie e.V. zu hagelwiderstandsfähigen Dachziegeln sowie der Bundesverband Flachglas und der Bundesverband Glasindustrie e.V. zu adaptivem Sonnenschutzglas. Keine der geprüften Datenquellen verfügt über die für einen DAS-Monitoring-Indikator notwendigen Informationen.

Weiterentwicklung 2021 / 22

Im Zuge der zweiten Fortschreibung hat sich hierzu kein geänderter Sachstand ergeben.

2.2.2.7 Immobilienmarkt

Für das Themenfeld Immobilienmarkt wurde für den ersten DAS-Monitoringbericht 2015 der Indikator BAU-R-3 (Fördermittel für klimawandelangepasstes Bauen und Sanieren) entwickelt, der am Beispiel der Fördermittelvergabe der KfW darstellt, in welchem Umfang staatliche Mittel für synergetisch wirkende Maßnahmen des energiesparenden Bauens bzw. der energiesparenden Sanierung abgerufen werden. Mögliche Maßnahmen sind u. a. eine gute Wärmedämmung der Gebäude sowie ein ausreichender sommerlicher Wärmeschutz, z. B. durch Verschattungsmöglichkeiten bzw. die Einhaltung von hohen energetischen Baustandards (z. B.

²⁰ Telefonische Auskunft von Claus Asam am 24.07.2017

Passivhaus bzw. Plus-Energie-Haus). Mit diesen Mitteln wird ein für Klimaschutz und Anpassung adäquater Neubau von Gebäuden und der Umbau des Wohnungsbestands gefördert, die letztlich zu einer qualitativen Veränderung des Angebots auf dem Immobilienmarkt führen können.

Weiterentwicklung 2021 / 22

Der bisherige Indikator BAU-R-4 (Fördermittel für klimaangepasstes Bauen und Sanieren) wurde zusammen mit dem bisherigen Indikator BAU-R-3 (Spezifischer Energieverbrauch der privaten Haushalte für Raumwärme) durch den neuen Indikator BAU-R-3 (Investitionen in die energetische Sanierung der Gebäudehülle) ersetzt und wird für die zweite Fortschreibung des DAS-Monitoringberichts nicht mehr verwendet.

2.2.2.8 Erweiterung der Forschung im Bauwesen

Das Themenfeld „Erweiterung der Forschung im Bauwesen“ umfasst Maßnahmen oder Prozesse wie die Entwicklung von Instrumenten für die Bau- und Planungspraxis, die Anpassung von Starkregen-, Hagelschlag- und Schneelastzonenkarten sowie diverse Monitoring-Aktivitäten. Für diese Maßnahmen wurde bei der Erstentwicklung der DAS-Indikatoren festgestellt, dass sie über quantitative Daten nicht greifbar sind. Daher konnten für dieses Feld keine Indikatoren erarbeitet werden. Im Zuge der ersten und zweiten Fortschreibung hat sich hierzu kein geänderter Sachstand ergeben.

2.3 Schnittstellen des Handlungsfelds „Bauwesen“ mit anderen DAS-Handlungsfeldern

Für das Handlungsfeld „Bauwesen“ können Indikatoren aus anderen Handlungsfeldern relevante Informationen liefern. So können Indikatoren des Querschnittsthemas „Raum-, Regional- und Bauleitplanung“ (RO) einen Hinweis darauf geben, ob ausgewiesene Gefährdungszonen trotz entsprechender Beschränkungen für neue Siedlungsflächen verwendet werden und damit das Risiko von Schäden infolge von Extremereignissen steigt (RO-R-6 Siedlungsnutzung in amtlich festgesetzten Überschwemmungsgebieten).