

Indikator-Factsheet: Gründächer in Großstädten

Verfasser*innen:	Bosch & Partner GmbH (Stefan v. Andrian-Werburg) i. A. des Umweltbundesamtes / KomPass, FKZ 3716 48 104 0 Neufassung: i. A. des Umweltbundesamtes / KomPass, FKZ 3720 48 101 0	
Mitwirkung:	für 2015 und 2019: Bundesanstalt für Immobilienaufgaben (BImA), Sparte Facility Management (Oliver Schmidt, Thomas Boos) für 2023 Christian-Albrechts-Universität zu Kiel (Dr. Katja Kuhwald, Prof. Dr. Natascha Oppelt) Brockmann Consult GmbH (Jorrit Scholze, Kerstin Stelzer) im Rahmen des UBA FKZ 3719 48 101 0	
Letzte Aktualisierung:	10.04.2019	Bosch & Partner GmbH (Stefan v. Andrian-Werburg): Erstentwicklung des Indikators „Dachbegrünung von Bundesgebäuden“ auf Basis von Daten aus der Bauzustandserfassung und -bewertung durch die BImA
	08.06.2022	Bosch & Partner GmbH (Stefan v. Andrian-Werburg): Der ehemalige Indikator „Dachbegrünung von Bundesgebäuden“ wird durch diesen neuen, inhaltlich weiter gefassten Indikator ersetzt und nicht weitergeführt.
	02.08.2022	Bosch & Partner GmbH (Stefan v. Andrian-Werburg): Redaktionelle Anpassungen; Aktualisierung der Links
	06.01.2023	Christian-Albrechts-Universität zu Kiel (Dr. Katja Kuhwald): Anpassung des Factsheets an das entwickelte Auswertungsverfahren für Großstädte mit einer Bevölkerungszahl > 500.000 auf Basis von Sentinel-2-Aufnahmen sowie LOD2-Daten des BKG zu den Gebäuden.
	19.04.2023	Bosch & Partner GmbH (Stefan v. Andrian-Werburg): Ergänzung des Hinweises zum Datenbezug der LOD2-Daten
	07.11.2023	Bosch & Partner GmbH (Konstanze Schönthaler): Aktualisierung der Links
Nächste Fortschreibung:	Perspektivisch für 2027	Bei bestehenden Kapazitäten ist eine schrittweise Erweiterung um weitere Großstädte kleinerer Größenklassen möglich. In einem ersten Schritt kann eine Erweiterung um 25 Großstädte mit einer Bevölkerungszahl > 200.000 auf insgesamt 40 Großstädte erfolgen. In einem zweiten Schritt können alle 80 Großstädte mit einer Bevölkerungszahl > 100.000 berücksichtigt werden.
	Wichtig für Fortschreibungen:	Die Datensätze der LOD2-Daten werden beständig fortgeführt, es erfolgt dabei <u>keine</u> Archivierung zu bestimmten Zeitpunkten. Für Fortschreibungen der Auswertung sind die LOD2-Daten daher rechtzeitig beim BKG abzufragen und für spätere Analysen zu speichern. Falls Daten für mehrere Jahre ausgewertet werden sollen, müssen mehrere Anfragen zu den jeweils gewünschten Zeitpunkten der geplanten Auswertung an das BKG gestellt werden.

I Beschreibung

Interne Nr. BAU-R-2	Titel: Gründächer in Großstädten
Einheit: <u>Teil A:</u> % <u>Teil B:</u> m² / Bevölkerung	Kurzbeschreibung des Indikators: <u>Teil A:</u> Anteil der Fläche von Gründächern in ausgewählten Großstädten mit einer Bevölkerungszahl > 500.000 an der untersuchten Dachfläche <u>Teil B:</u> Fläche von Gründächern in ausgewählten Großstädten mit einer Bevölkerungszahl > 500.000 je Bevölkerung Berechnungsvorschrift: <u>Teil A:</u> Gründachfläche je untersuchter Dachfläche = Summe der Gründachfläche in ausgewählten Großstädten / Summe der untersuchten Dachfläche <u>Teil B:</u> Gründachfläche je Bevölkerung = Summe der Gründachfläche in ausgewählten Großstädten / Summe der Bevölkerungszahl der ausgewählten Städte <u>Details zum Fernerkundungsverfahren:</u> 1) Vorbereitung der LOD2-Daten: - Extraktion der Dach-Geometrien und Ausschluss defekter Geometrien - Berechnung der Dachfläche pro Stadt - Berechnung der Flach- und Pultdachfläche pro Stadt - Auswahl der Gebäude, mit einer Dachfläche von mind. 400 m² - Berechnung der untersuchten Dachfläche pro Stadt - Auswahl von Flach- und Pultdächern 2) Analyse der Satellitendaten: - Möglichst wolkenfreie Sentinel-2 Level 2 atmosphärisch korrigierte Aufnahme einer Stadt aus dem Frühsommer (Ende Mai bis Mitte Juli) - Berechnung des NDVI (Normalised Difference Vegetation Index) - Binäre Klassifikation des NDVI-Raster in begrünt bzw. nicht begrünt 3) Verschneidung von Satelliten- und Vektordaten: - Zählen der begrünt und nicht begrünt Pixel in einem Dach - Berechnung des Grünanteils in einem Dach - Valide, begrünte Dächer müssen mind. 20 % Begrünung aufweisen (siehe Schwächen) - Aufsummieren der Gründachfläche pro Stadt Als Zusatzinformation werden der Anteil der untersuchten Dachfläche an der gesamten Dachfläche sowie der Anteil der untersuchten Dachfläche an der Gesamtfläche der Flach- und Pultdächer berechnet: Prozentualer Anteil untersuchter Dachfläche an gesamter Dachfläche = $\frac{\text{Summe der untersuchten Dachfläche von Flach- und Pultdächern} > 400 \text{ m}^2 [\text{km}^2]}{\text{Summe der gesamten Dachfläche} [\text{km}^2]} * 100$ Prozentualer Anteil untersuchter Dachfläche an Gesamtfläche Flach- und Pultdächer = $\frac{\text{Summe der der untersuchten Dachfläche von Flach- und Pultdächern} > 400 \text{ m}^2 [\text{km}^2]}{\text{Summe der gesamten Dachfläche von Flach- und Pultdächern} [\text{km}^2]} * 100$
Interpretation des Indikatorwerts:	<u>Teil A:</u> Je höher der Indikatorwert, desto größer ist der Anteil der als Gründach ausgeführten Dachfläche an der untersuchten Dachfläche in den ausgewählten Großstädten. <u>Teil B:</u> Je höher der Indikatorwert, desto größer ist die als Gründach ausgeführte

	Dachfläche je Bevölkerung in den ausgewählten Großstädten.
--	--

II Einordnung

Handlungsfeld:	Bauwesen
Indikationsfeld:	1 Anpassung der Art und Verteilung der (Frei-) Flächennutzung 2 Objektschutz 3 Anpassungen der Bautechnik
Thematischer Teilaspekt:	1.1 Verbesserung der bioklimatischen Bedingungen 1.2 Schutz vor Hochwasserschäden und Starkregen 1.3 Förderung der Siedlungsbiodiversität (Neuanlage von Grünstrukturen und Biotopverbund) 2.1 Sicherung von Gebäuden vor Wasserschäden 2.2 Sicherung von Gebäuden vor Starkregen 2.3 Sicherung von Gebäuden vor Hagelschäden 3.1 Passive Vermeidung des sommerlichen Aufheizens von Gebäuden
DPSIR:	Response

III Herleitung und Begründung

Referenzen auf andere Indikatorensysteme:	keine
Begründung:	Gründächer weisen eine Reihe von Eigenschaften auf, die mögliche Klimawandelfolgen für Städte und einzelne Gebäude reduzieren können. Auf der gesamtstädtischen Ebene ist im Zusammenhang mit dem Klimawandel und der damit erwarteten zunehmenden Wärmebelastung in Städten, z. B. durch ausgedehnte Hitzeperioden mit einer eingeschränkten nächtlichen Abkühlung, vor allem die stadtklimatische Wirkung von Gründächern wichtig. Durch die Absorption der eingestrahnten Energie und die Wasserverdunstung der Pflanzen leisten Gründächer einen Beitrag dazu, die Überwärmung von Siedlungen allgemein und im Besonderen den Wärmeinseleffekt in dicht bebauten und besiedelten Städten zu reduzieren (DDV 2017, Tröltzsch et al. 2012). Voraussetzung für eine Verdunstungswirkung während Hitze- und Trockenperioden und damit für stadtklimatische Effekte ist es, dass das Substrat auch in extensiven Dachbegrünungen feucht ist. Hierfür ist ggf. eine Bewässerung der Dachbegrünungen erforderlich (Becker et al. 2015). Eine weitere wichtige Anpassungswirkung von Gründächern ist die Speicherung und Verdunstung von Niederschlag, insbesondere mit Blick auf die erwartete Zunahme von Starkniederschlagsereignissen (BBK 2015). Insbesondere in wachsenden und sich verdichtenden Städten, in denen die natürlichen Versickerungsmöglichkeiten abnehmen, kann die Pufferung von Niederschlägen durch Gründächer dazu beitragen, den Ablauf von Regenwasser zu reduzieren. Dadurch können Entwässerungssysteme entlastet und Überlastungen vermieden werden. (BUE o.J., SSW 2020) Des Weiteren haben Gründächer als Ersatzlebensräume für Flora und Fauna auch einen positiven Einfluss auf die Siedlungsbiodiversität. Die Begrünungen bieten Lebensräume u. a. für Vögel, Wildbienen, Schmetterlinge und Laufkäfer. Sie erhöhen dadurch die biologische Vielfalt und unterstützen den Artenschutz. Gründächer können zudem gerade auch während Hitzeperioden positiv auf die menschliche Gesundheit wirken. Neben der kühlenden Wirkung für das Stadtklima tragen die Dachbegrünungen durch ihre lufthygienische Wirksamkeit

	dazu bei, die Feinstaub- und Schadstoffbelastungen verringern (BMUB 2017). Die Vegetationsoberfläche filtert diese Stoffe und bremst den Luftstrom ab, sodass sich Feinstäube und Schadstoffe leichter absetzen können (DDV 2017). Zudem können Gründächer je nach Ausprägung auch als Aufenthalts- und Erholungsfläche dienen und somit das Wohnumfeld in Städten verbessern. Auch für das jeweilige Gebäude können Gründächer die Wirkung von erwarteten Klimafolgen reduzieren. So schützen Dachbegrünungen die Dachabdichtungen vor Verwitterung, die ggf. bei zunehmenden Wetterextremen beschleunigt ablaufen kann, und vor den Auswirkungen von Hagelereignissen, die mit dem Klimawandel zunehmen können. Gründächer haben außerdem auch eine kühlende Wirkung für das Gebäude, von der Hausbewohner im Sommer profitieren können. Dadurch lässt sich auch der Einsatz von Klimaanlage vermeiden. Hierdurch ergeben sich ebenso wie aus der dämmenden Wirkung von Gründächern, die den Heizenergieverbrauch in den Wintermonaten reduzieren kann, Synergieeffekte zum Klimaschutz. (DDV 2017) Für die Inventarisierung und das Monitoring von Gründächern auf der Ebene von einzelnen Städten etablierte sich in den 2010er Jahren ein weitgehend automatisiertes computergestütztes Verfahren, das mit Unterstützung der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU) vom Deutschen Dachgärtnerverband e.V. (DDV) in Zusammenarbeit mit dem Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) entwickelt wurde. Das Verfahren kann vorhandene Dachbegrünungen mit einer großen Genauigkeit identifizieren, indem hochaufgelöste Falschfarbeninfrarot-Luftbildaufnahmen und Gebäudebasisdaten überlagert und ausgewertet werden. Für die Identifizierung der Gründächer nutzt das Verfahren den Umstand, dass unterschiedliche Oberflächen auf Falschfarbeninfrarot-Luftbildern jeweils eine spezifische spektrale Signatur aufweisen, die sich aus der unterschiedlichen Reflexion, Absorption oder Transmission von Sonnenstrahlung auf den Oberflächen ergibt. Fotosynthetisch aktive Vegetation weist eine spektrale Signatur auf, die sich deutlich von anderen Flächen bzw. Bedeckungsarten wie etwa trockenem Boden oder Wasser unterscheidet. Sie ist gekennzeichnet durch einen starken Anstieg der Reflexion zwischen dem roten Spektralbereich und dem nahen Infrarot. Diese Signatur lässt sich mithilfe des sogenannten Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) untersuchen. Mithilfe des NDVI lassen sich durch eine Überlagerung mit den Gebäudebasisdaten Gründächer identifizieren. Für einen deutschlandweite Auswertung weist die Verwendung von Falschfarben-Infrarot-Luftbildern aber deutliche Beschränkungen auf. So sind Falschfarben-Infrarot-Luftbilder zwar deutschlandweit verfügbar, allerdings werden sie von den Landesvermessungsämtern zu unterschiedlichen Zeitpunkten aufgenommen. Die meisten Befliegungen finden in der vegetationsfreien Zeit statt, damit Infrastruktur nicht von Begleitvegetation verdeckt wird. Diese Zeitpunkte erschweren eine verlässliche Bestimmung von Gründächern und unterschätzen potentiell die tatsächliche begrünte Fläche. Hinzu kommt, dass aufgrund des Flugverkehrs im Umfeld von Großstädten in der Regel mehrere Aufnahmetermine erforderlich sind, um große Stadtgebiete vollständig zu erfassen. Die Aufnahmetermine können dabei mitunter mehrere Monate auseinanderliegen. Innerhalb dieser Zeit verändert sich die Phänologie der Vegetation, wodurch vergleichbare NDVI-Klassifikationen erschwert werden. Im Rahmen des DASIF-Vorhabens wurde das für Falschfarben-Infrarot-Luftbilder unter Nutzung des NDVI entwickelte oben beschriebene Verfahren am Beispiel der Stadt Dresden für Satellitendaten weiterentwickelt und getestet sowie mit dem dort vorhandenem Gründachinventar validiert. In einem weiteren Schritt wurde das Verfahren auf die 15 größten Städte > 500 000 EW (inkl. Duisburg) übertragen. Satellitendaten bieten gegenüber Falschfarben-Infrarot-Luftbildern unter anderem den Vorteil einer deutschlandweit vergleichbaren Datengrundlage. Operationell und frei verfügbar sind Sentinel-2 Daten mit einer räumlichen Auflösung
--	--

	von 10 m. Aufgrund der Auflösung lassen sich zwar nur ausreichend große Dächer mit einer Fläche > 400 m² mit diesen Daten erfassen. Das NDVI-basierte Klassifikationsverfahren lässt sich aber auf diese Daten übertragen. Als Alternative wurde der Ansatz im DASIF-Vorhaben auch mit kommerziellen, räumlich hoch auflösenden Satellitendaten (PlanetScope, ca. 3 m Pixelgröße) erprobt. Mit diesen Daten wäre eine Erfassung von Dächern > 70 m² möglich. Die Satellitendaten von PlanetScope weisen im Vergleich zu Sentinel-2-Daten aber verschiedene Nachteile auf, weswegen sie sich als Grundlage für den Indikator nicht eignen: Sie sind insgesamt deutlich schwieriger zu beziehen und zu verarbeiten. Außerdem hängt die Datenverfügbarkeit in den Städten stark vom Aufnahmeplan (on-demand-Plan) der Betreiberfirma ab. Als Eingangsdaten zur Detektion der Begrünung wurden für die Auswertung, die diesem Indikator zugrunde liegt, aufgrund ihrer deutschlandweiten Verfügbarkeit und der mit einem vertretbaren Aufwand möglichen Verarbeitung die Sentinel-2-Daten ausgewählt. Als Eingangsdaten für die Bestimmung der Dachfläche beziehungsweise als Gebäudegeometrien wurden LOD2-Daten verwendet, die über das Bundesamt für Kartographie und Geodäsie (BKG) deutschlandweit verfügbar sind und jährlich aktualisiert werden. Sie enthalten beispielsweise auch Informationen über den Dachtyp (Flachdach, Pultdach, Satteldach etc.). In der Auswertung für den Indikator auf Basis der genannten Eingangsdaten werden Dachflächen berücksichtigt, die folgenden Kriterien entsprechen: • Mindestgröße von >400 m² Fläche: Die Mindestgröße ergibt sich aus der räumlichen Auflösung der Sentinel-2-Daten. • Mindestbegrünungsanteil von 20 %: Dieser Schwellenwert dient dazu, eine Überschätzung der tatsächlichen Fläche von Gründächern durch Verwechslungen mit hohen Bäumen zu vermeiden. Hohe Bäume beispielsweise der Straßenbegleitvegetation ragen teilweise in die Fläche niedriger Flachdächer, etwa von Garagenanlagen, hinein, sodass diese aufgrund des hohen Vegetationssignals fälschlicherweise als Dachbegrünung detektiert werden. Die beschriebene Bedingung reduziert den Anteil von fälschlicherweise klassifiziertem Begleitgrün. Dachflächen von Tiefgaragen sind im LOD2-Datensatz nicht enthalten, sodass diese nicht in dem Indikator berücksichtigt werden können. Der Indikator selbst wird berechnet als Fläche der jeweils als Gründach identifizierten Dachflächen, summiert über alle ausgewählten Städte, dividiert durch die untersuchte Dachfläche (Teil A) bzw. die Bevölkerungszahl dieser Städte (Teil B). Indikator-Teil A dient dabei insbesondere dem Umgang mit den Einschränkungen der verwendeten Datenquellen. 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.
Einschränkungen:	Aufgrund der derzeit noch notwendigen Verwendung von Sentinel-2-Daten als Grundlage für die NDVI-Klassifikation kann derzeit in den ausgewählten Großstädten nur ein Teil der Gesamtdachfläche der Städte mit einer Mindestgröße von >400 m² Fläche betrachtet werden, eine flächendeckende Analyse der Dachfläche ist noch nicht möglich. Auch können derzeit begrünte beziehungsweise unbegrünte Tiefgaragen nicht in den Indikator einbezogen werden, da sie in den LOD2-Daten nicht enthalten sind. In der Erstauswertung konnte zudem ein sehr kleiner Teil an Dächern nicht in der Auswertung berücksichtigt werden, da die vom BKG bereitgestellten Daten defekte Geometrien enthielten. Die ermittelte Gründachfläche der Großstädte wird damit systematisch unter-

	schätzt, sodass der auf die Bevölkerung bezogene Angabe der Gründachfläche je Einwohner*in nicht die tatsächliche Gründachfläche widerspiegelt. Über den NDVI kann die Intensität der Vegetation indiziert werden, allerdings hängt diese auch stark vom phänologischen Zeitpunkt ab. Aussagen zur Qualität der Gründachvegetation sind mit den bisherigen Datenquellen nicht möglich. Für die stadtklimatischen Effekte von Gründächern während heißen und trockenen Perioden ist eine ausreichende Bewässerung notwendig. Dies kann ein ausschließlich auf die Gründachfläche bezogener Indikator nicht abbilden. Für eine Weiterentwicklung kann ggf. geprüft werden, ob neben quantitativen auch qualitative Daten vorliegen und berücksichtigt werden können.
Rechtsgrundlagen, Strategien:	• Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel 2008 (DAS) • Nationale Strategie zur Biologischen Vielfalt 2007 (NBS) • Weißbuch Stadtgrün – Grün in der Stadt – Für eine lebenswerte Zukunft. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB 2017)
Ziele:	DAS, Kap. 3.2.2 und 3.2.1: Die Stadtklimaeffekte mit Auswirkungen auf die Gesundheit könnten durch den Klimawandel zusätzlich verstärkt werden. Geeignete Architektur sowie Stadt- und Landschaftsplanung können beitragen eine klimatisch bedingte verstärkte Aufheizung der Städte und damit Hitze-stress zu lindern. NBS, Kap. B 1.3.3: Bis zum Jahre 2020 ist die Durchgrünung der Siedlungen einschließlich des wohnumfeldnahen Grüns (zum Beispiel Hofgrün, kleine Grünflächen, Dach- und Fassadengrün) deutlich erhöht. Weißbuch Stadtgrün, Kap. 5 Bauwerke begrünen (S. 26f.): Stärkung der Bauwerksbegrünung erreichen - Bauwerksbegrünungen haben Einfluss auf das Klima in Städten. Diese umweltwirksamen und stadtklimatischen Effekte von Dach- und Fassadenbegrünung sind bislang wenig bekannt. Deshalb wird der Bund diese Effekte der Fassaden- und Dachbegrünung in den innerstädtischen Quartieren analysieren und einen Leitfaden für Bauherren, Eigentümer und Pächter über die Möglichkeiten der Bauwerksbegrünung entwickeln.
Berichtspflichten:	keine

IV Technische Informationen

Datenquelle:	Christian-Albrechts-Universität zu Kiel: eigene Datenhaltung auf Basis von Sentinel-2-Daten BKG: LOD2-Daten. Wichtig für die Datenanfrage: Falls Daten für mehrere Jahre ausgewertet werden sollen, müssen mehrere Anfragen zu den jeweils gewünschten Zeitpunkten der geplanten Auswertung an das BKG gestellt werden. Statistische Ämter des Bundes und der Länder: Regionaldatenbank Deutschland	
Räumliche Auflösung:	flächenhaft	NUTS0
Geographische Abdeckung:	Großstädte mit einer Bevölkerungszahl > 500.000 in Deutschland: Berlin, Bremen, Dortmund, Dresden, Düsseldorf, Duisburg, Essen, Frankfurt am Main, Hamburg, Hannover, Köln, Leipzig, München, Nürnberg, Stuttgart. Hinweis: Duisburg wird berücksichtigt, da die Bevölkerungszahl der Stadt nur knapp unter dem Schwellenwert liegt und zuletzt angestiegen ist.	
Zeitliche Auflösung:	vierjährlich, seit 202	
Beschränkungen:	nicht bekannt	

Verweis auf Daten-Factsheet:	BAU-R-2_Daten_Gruendaecher_Grossstaedte.xlsx
-------------------------------------	--

V Zusatz-Informationen

Glossar:	Normalized Difference Vegetation Index (NDVI): Die spektrale Struktur von photosynthetisch aktive Vegetation ist durch einen starken Anstieg der Reflexion beim Übergang vom roten Spektralbereich zum nahen Infrarot (NIR) gekennzeichnet. Die Ausprägung dieses Anstieges ist eng mit dem Chlorophyllgehalt der Vegetation verknüpft. Dieser charakteristische Reflexionsanstieg wird zur Berechnung des NDVI verwendet. Er ergibt sich aus dem Quotienten von Differenz und Summe der Reflexionswerte im nahen Infrarot (λ von etwa 700 bis 1300nm; pNIR) und im sichtbaren roten Spektralbereich (λ von etwa 620 bis 700nm; pROT). Der mögliche Wertebereich des NDVI liegt zwischen -1 und 1, wobei der Wert 1 eine sehr dichte und vitale Vegetation mit hoher photosynthetischer Aktivität widerspiegelt, während Werte gegen 0 nahezu vegetationsfreie Flächen oder Flächen mit toter Vegetation und negative Werte vegetationslose Oberflächen wie etwa Wasser repräsentieren. Durch die Wiedergabe der photosynthetischen Aktivität kann der NDVI auch Aufschluss über die Dichte und den Zustand der identifizierten Vegetation geben.
Weiterführende Informationen:	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 Becker C., Hübner S., Sieker H., Gilli S., Post M. 2015: Überflutungs- und Hitzevorsorge durch die Stadtentwicklung – Strategien und Maßnahmen zum Regenwassermanagement gegen urbane Sturzfluten und überhitzte Städte. Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR), Bonn, 120 S. BUE – Behörde für Umwelt und Energie Hamburg (Hg.) o.J.: Gründachstrategie Hamburg – Es wird grün auf Hamburgs Dächern. Online-Informationen der Freien und Hansestadt Hamburg zur Gründachstrategie. www.hamburg.de/gruendach-hamburg/4364586/gruendachstrategie-hamburg BBK – Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe (Hg.) 2015: Die unterschätzten Risiken „Starkregen“ und „Sturzfluten“ – Ein Handbuch für Bürger und Kommunen. Bürgerinformation, Ausgabe 1, Bonn, 400 S. BMUB – Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (Hg.) 2017: Weißbuch Stadtgrün – Grün in der Stadt – Für eine lebenswerte Zukunft. Berlin, 52 S. DDV – Deutscher Dachgärtnerverband e.V. 2017: Multitalent Gründach. Online-Informationen des DDV zu Gründächern. www.dachgaertnerverband.de/vorteile_gruendach/index.php SSW – Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Wohnen (Hg.) 2020: Gründächer – Online-Beitrag im Umweltatlas Berlin 2020. www.berlin.de/umweltatlas/nutzung/gruendaecher/ Tröltzsch J., Görlach B., Lückge H., Peter M., Sartorius C. 2012: Kosten und Nutzen von Anpassungsmaßnahmen an den Klimawandel – Analyse von 28 Anpassungsmaßnahmen in Deutschland. Climate Change 10/2012, Dessau-Roßlau, 209 S. www.umweltbundesamt.de/publikationen/kosten-nutzen-von-anpassungsmassnahmen-an-den

VI Umsetzung – Aufwand und Verantwortlichkeiten

Aufwands-schätzung:	Daten-beschaffung:	3	eigene Datenzusammenstellung erforderlich
	Daten-verarbeitung:	3	Für die Zusammenführung der Daten zur Darstellung des Indikators ist eine komplexere Datenaufbereitung notwendig, ggf. durch einen externen Dienstleister.
	<u>Erläuterung:</u> Der Indikator basiert auf Satellitenbilddauswertungen, die spezifischen technischen Sachverstand erfordern. Die Auswertungen müssen separat beauftragt werden.		
Datenkosten:	keine		
Zuständigkeit:	Umweltbundesamt, Abteilung II.3		
	<u>Erläuterung:</u> keine		

VII Darstellungsvorschlag

