

## Indikator-Factsheet: Starkregen und Straße

<b>Verfasser*innen:</b>	Bosch & Partner GmbH (Stefan v. Andrian-Werburg) i. A. des Umweltbundesamtes / KomPass, FKZ 3716 48 104 0	
<b>Mitwirkung:</b>	Deutscher Wetterdienst (DWD), Abteilung Hydrometeorologie, Regionale Niederschlagsüberwachung (KU42a) (Dr. Tanja Winterrath)	
<b>Letzte Aktualisierung:</b>	16.01.2019	Bosch & Partner GmbH (Stefan v. Andrian-Werburg)
	17.04.2019	Bosch & Partner GmbH (Stefan v. Andrian-Werburg): Einarbeitung der Hinweise aus der Ressortabstimmung
	02.08.2022	Bosch & Partner GmbH (Stefan v. Andrian-Werburg): Redaktionelle Anpassungen; Aktualisierung der Links
	07.11.2023	Bosch & Partner GmbH (Konstanze Schönthaler): Aktualisierung der Links
<b>Nächste Fortschreibung:</b>		

### I Beschreibung

<b>Interne Nr.</b> VE-I-3	<b>Titel:</b> Starkregen und Straße
<b>Einheit:</b> %	<b>Kurzbeschreibung des Indikators:</b> Anteil der Streckenlänge von Bundesfernstraßen mit Überschreitung der Starkregen-Warnstufe 3 (Unwetter) klassifiziert nach Anzahl der Stunden (1 bis 3 Stunden, 4 bis 6 Stunden, 7 bis 12 Stunden, 13 bis 24 Stunden, > 24 Stunden <u>Zusatz:</u> Anteil der Streckenlänge von Bundesfernstraßen mit Überschreitung der Starkregen-Warnstufe 3 (Unwetter) klassifiziert nach Anzahl der Ereignisse
<b>Zusatz:</b> %	<b>Berechnungsvorschrift:</b> Anteil der Streckenlänge von Bundesfernstraßen mit Überschreitung der Starkregen-Warnstufe 3 (Unwetter) = (Summe der Streckenlänge von Bundesfernstraßen mit einer Überschreitung der Starkregen-Warnstufe 3 (Unwetter) in einer Anzahl von 1 bis 3 Stunden / Summe der Streckenlänge von Bundesfernstraßen insgesamt) * 100 Analog für die Klassen 4 bis 6 Stunden, 7 bis 12 Stunden, 13 bis 24 Stunden, > 24 Stunden <u>Zusatz:</u> Anteil der Streckenlänge von Bundesfernstraßen mit Überschreitung der Starkregen-Warnstufe 3 (Unwetter) nach Ereignissen = (Summe der Streckenlänge von Bundesfernstraßen mit 1 Ereignis einer Überschreitung der Starkregen-Warnstufe 3 (Unwetter) / Summe der Streckenlänge von Bundesfernstraßen insgesamt) * 100 Analog für 2, 3, 4, 5 etc. Ereignisse <u>Ermittlung der betroffenen Strecke:</u> Die von Überschreitungen der Starkregen-Warnstufe 3 (Unwetter) betroffene Streckenlänge von Bundesfernstraßen nach Anzahl der Stunden bzw. nach Anzahl der Ereignisse wird durch eine GIS-technische Verschneidung der Rasterzellen des RADOLAN-Produkts UB „Anzahl der Stunden mit Überschreitung der Starkregen-Warnstufe 3“ bzw. des RADOLAN-Produkts UH „Anzahl der Ereignisse mit Überschreitung der Starkregen-Warnstufe 3“ mit einer Gitterweite

	<p>von 1km*1km mit den Polylinien der Hauptachsen des Bundesfernstraßennetzes aus dem Bundesinformationssystem Straße BISStra an der Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt) ermittelt. Die Streckenlänge wird anschließend mithilfe eines Tabellenkalkulation-Programms für die angegebenen Klassen aggregiert.</p> <p><u>Hinweis zur Grundgesamtheit:</u>                  Zu beachten ist, dass sich die Grundgesamtheit der Auswertung auf denjenigen Anteil des Bundesfernstraßennetzes bezieht, der im jeweiligen Jahr durch radargestützte Niederschlagsmessungen erfasst ist. Durch Verschiebungen der Radarstationen in den Jahren 2009 bis 2013 wurde der durch die Radarsysteme erfasste Anteil des Bundesgebietes vergrößert, sodass in der Folge auch die Grundgesamtheit des berücksichtigten Bundesfernstraßennetzes in den Jahren nach 2013 größer ist als in den vorangegangenen Jahren.</p>
<b>Interpretation des Indikatorwerts:</b>	<p>Je höher der Indikatorwert, desto größer ist der Anteil der von Überschreitungen der Starkregen-Warnstufe 3 (Unwetter) direkt betroffenen Streckenlänge von Bundesfernstraßen in den verschiedenen Klassen der Anzahl der Stunden.</p> <p><u>Zusatz:</u> Je höher der Indikatorwert, desto größer ist der Anteil der von Überschreitungen der Starkregen-Warnstufe 3 (Unwetter) direkt betroffenen Streckenlänge von Bundesfernstraßen in den verschiedenen Klassen der Anzahl der Ereignisse.</p>

## II Einordnung

<b>Handlungsfeld:</b>	Verkehr, Verkehrsinfrastruktur
<b>Themenfeld:</b>	Verkehrsablauf
<b>Thematischer Teilaspekt:</b>	Beeinflussung des Straßenverkehrs
<b>DPSIR:</b>	Impact

## III Herleitung und Begründung

<b>Referenzen auf andere Indikatorenssysteme:</b>	keine
<b>Begründung:</b>	<p>Als Starkregen werden intensive Regenereignisse, die lokal begrenzt innerhalb kurzer Zeit abregnen, bezeichnet. Diese Starkregenereignisse kommen häufig in den Sommermonaten in Verbindung mit heftigen Gewittern vor (sogenannte konvektive Starkregenereignisse). In der Folge kann es zu wild abfließendem Oberflächenwasser bis hin zu sogenannten Sturzfluten kommen. Diese können zu erheblichen Schäden führen (LAWA 2018: 14).</p> <p>In Folge des Klimawandels wird eine Zunahme von Starkregenereignissen und deren Intensität erwartet. Ein Grund für diese Erwartung liegt darin, dass wärmere Luft größere Mengen an Wasser aufnehmen kann, rund sieben Prozent mehr Wasser bei einer Temperaturerhöhung von einem Grad. Ein weiterer Grund wird darin gesehen, dass die sich verändernden meteorologischen Verhältnisse zu einer Intensivierung der wolken- und niederschlagsbildenden Prozesse führen. (Becker et al. 2016). Auswertungen des DWD von seit 2001 zur Verfügung stehenden Radardaten deuten darauf hin, dass Starkregenereignisse in Deutschland in den vergangenen 16 Jahren zumindest regional vermehrt aufgetreten sind (LAWA 2018: 15).</p> <p>Für Deutschland wird insbesondere für die zweite Hälfte des 21. Jahrhunderts von einer deutlichen Zunahme der Häufigkeit heute noch relativ seltener</p>

	<p>Ereignisse unter anderem der täglichen Niederschlagsmengen ausgegangen. Je höher der betrachtete Schwellenwert ist, umso stärker steigt die prozentuale Überschreitungswahrscheinlichkeit der Ereignisse zukünftig an. „Das bedeutet, die heute besonders seltenen Ereignisse werden relativ vermutlich am stärksten zunehmen.“ (Deutschländer &amp; Dalelane 2012: 102)</p> <p>Es werden dabei regional und jahreszeitlich unterschiedlich stark ausgeprägte Entwicklungen erwartet. Im Winter werden besonders stark ausgeprägte Niederschlagsereignisse im Norden Deutschlands, vor allem in unmittelbarer Küstennähe zunehmen, während sich für den Alpenrand keine wesentliche Änderung ergeben dürfte. Für die Sommermonate zeigen die Klimasimulationen zwar keine grundsätzliche Zunahme der Häufigkeit extremer Ereignisse. Die untersuchten Projektionen stimmen dahingehend überein, dass im Sommer bezogen auf die Niederschlagsmenge zukünftig mit sehr hoher Wahrscheinlichkeit von einer Zunahme des Anteils der Starkniederschläge am Gesamtniederschlag auszugehen ist (Deutschländer &amp; Dalelane 2012: 103). Es bleibt aber offen, wie sich der Anstieg auf die Zunahmen von Häufigkeit und Intensität der Starkniederschläge verteilt (Becker et al. 2016: 5).</p> <p>Auswertungen im Rahmen des BMVI-Ressortforschungsprogramms KLIWAS „Auswirkungen des Klimawandels auf Wasserstraßen und Schifffahrt“ ergaben für die Sommermonate bis 2100 regional geringe Zunahmen von Tagen mit sommerlichem Starkniederschlag von mindestens 20 mm (Schwarzwald). Einige Projektionen zeigen eine solche Zunahme auch für das Alpenvorland und einige Mittelgebirgsregionen (Bundesregierung 2015: 105). Deutschlandweit lassen die Klimamodelle allerdings keine eindeutigen Aussagen zu (LAWA 2018: 21).</p> <p>Nach Riediger &amp; Gratzki 2014 ist eine der Ursachen des sich ändernden Starkniederschlags die sich bis 2100 ändernde Häufigkeit der Wetterlagen. Im Winter werden künftig milde West- bis Südwinde mit mehr Feuchtigkeit häufiger das Wetter bestimmen als heute. Im Gegensatz dazu werden im Sommer öfter trockenere Hochdrucklagen auftreten, wobei sich die Starkregenwahrscheinlichkeit dennoch etwas erhöhen dürfte.</p> <p>Auch gibt es Hinweise, dass sich die Großwetterlage "Tief Mitteleuropa", welche Starkregenereignisse begünstigt, als Folge des Klimawandels häufiger auftreten wird. (LAWA 2018: 21)</p> <p>Mit zunehmenden Starkregenfällen steigt die Gefahr von Schäden an Straßenverkehrsinfrastrukturen bzw. von Beeinträchtigungen des Verkehrsablaufs auf der Straße. In Deutschland wurde in den vergangenen Jahren schon eine Zunahme solcher Wetterereignisse und der mit ihnen zusammenhängenden Schäden und Beeinträchtigungen registriert. Es hat sich gezeigt, dass diese Wetterereignisse in ganz Deutschland auftreten können und dass die entstehenden Schäden beträchtlich sein können. (BBK 2015: 12)</p> <p>Art und Ausmaß der Auswirkungen, insbesondere das Entstehen von Sturzfluten, hängen neben der Niederschlagsmenge und -dauer auch vom Ort des Ereignisses ab. Im Flachland kann das Wasser aufgrund des fehlenden Gefälles weder schnell abfließen noch auf Dauer vom Boden aufgenommen werden. Wenn die Infiltrationskapazität des Bodens gesättigt ist oder auch wenn die Niederschlagsmengen besonders hoch sind, kann das Wasser nicht im Boden versickern. In der Folge kommt es zu Überflutungen bzw. zu einer starken Belastung der jeweiligen Vorfluter. Im Siedlungsbereich sind Abwasser- und Entwässerungssysteme die Vorfluter. Wird die Bemessungsgrenze dieser Systeme durch einen starken Oberflächenabfluss von versiegelten oder auch anderen Flächen überschritten, können in der Folge auch hier Überflutungen entstehen.</p> <p>In Mittelgebirgen oder im Alpenraum können aufgrund der Geländeneigung sehr hohe Fließgeschwindigkeiten des oberflächlichen Abflusses erreicht werden. In geneigtem Gelände kann es mitunter zu extrem schnell ansteigenden, fast schwallartigen Hochwasserwellen kommen, insbesondere wenn kleine</p>
--	---

	<p>schnellansteigende Gewässer wie z. B. Bäche betroffen sind. Das abfließende Wasser kann dann auch Gegenden erreichen, die gar nicht direkt vom Niederschlag betroffen waren. Schäden an Gebäuden und Infrastrukturen können durch verschiedene Faktoren ausgelöst werden (vgl. BBK 2015: 20ff.), z. B.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• durch mittransportiertes Treibgut und dadurch ausgelöste Verkläuerungen an Engstellen wie Brücken, kanalisierten Unterführungen oder Einlässen in die Kanalisation,</li><li>• durch den Wasserdruck, durch Nässe und Feuchtigkeit sowie insbesondere durch im Wasser mitgeführte Schadstoffe, z. B. aus Öltank, und</li><li>• vor allem durch die starke Energie der Wassermassen.</li></ul> <p>Auch kann es verstärkt zu Bodenerosion und Massenbewegungen, wie beispielsweise Hangrutschungen, Unterspülungen und Muren kommen, welche wiederum zu massiven Schäden an unterliegenden Gebäuden und Infrastruktureinrichtungen führen können (LAWA 2018: 19).</p> <p>In dicht besiedelten und stark versiegelten Bereiche sind Gefährdung und Schadenspotenzial oft besonders hoch. Ein hoher Anteil versiegelter Flächen behindert eine Infiltration des Niederschlagswassers in den Boden bzw. hat er hohe Abflussraten zur Folge und lässt starkregenbedingte Überflutungen entstehen. Die Entwässerungssysteme können die starken Niederschlagsabflüsse nicht aufnehmen oder sie funktionieren z. B. wegen verstopfter Einläufe nicht ordnungsgemäß. Rückstau und Überlastungen können wiederum zu Überflutungen führen. Typische Schäden bei Starkregenereignissen im bebauten Umfeld sind Schäden durch Wassereintritt in Gebäude, Schäden an der Bausubstanz und Tragstruktur von Gebäuden und Infrastruktureinrichtungen. (LAWA 2018: 19)</p> <p>Ziel des Indikators ist es darzustellen, in welchem Umfang, das heißt in wie vielen Stunden bzw. von wie vielen Ereignissen das Bundesfernstraßennetz in Deutschland von Starkregen direkt betroffen ist. Hierfür erfolgt eine Verschneidung von GIS-Daten für das Bundesfernstraßennetz mit GIS-Daten zu Starkregenereignissen. Indirekt, z. B. durch Sturzfluten betroffene Straßenabschnitte außerhalb bzw. unterhalb des eigentlichen Starkregengebietes, werden durch die Auswertung nicht erfasst. Das bedeutet, die betroffene Streckenlänge des Bundesfernstraßennetzes wird durch den Indikator in der Tendenz unterschätzt.</p> <p>Das Bundesfernstraßennetz wird im Indikator anhand der Hauptachsen der Bundesfernstraßen aus dem Bundesinformationssystem Straße berücksichtigt (BISStra, Datei BFStr_Netz_SK_HA.geojson).</p> <p>Zur Berücksichtigung der Starkregen-Niederschlägen im Indikator wird eine Auswertung der RADOLAN-Klimatologie zugrunde gelegt. Die RADOLAN-Klimatologie stellt Niederschlagsdaten in hoher räumlicher und zeitlicher Auflösung bereit. Die Datenerhebung erfolgt mittels eines Netzwerks aus 17 Radarsystemen, die den Niederschlag mit einer Genauigkeit von 250 Metern alle fünf Minuten messen. Die Radar-Daten werden dabei mithilfe von in-situ-Bodendaten in Echtzeit angeeicht. Die Datenermittlung und -bereitstellung erfolgt durch den DWD.</p> <p>Bei den für den Indikator verwendeten Auswertungen handelt es sich zum einen um das Produkt UB „Anzahl der Stunden mit Überschreitung der Starkregen-Warnstufe 3“ sowie zum anderen um das Produkt UH „Anzahl der Ereignisse mit Überschreitung der Starkregen-Warnstufe 3“. Diese Produkte bieten die räumliche Auflösung eines 1km*1km-Rasters und sind jeweils auf ein Kalenderjahr bezogen. Berücksichtigt werden Starkregen, die die Warnstufe 3 (Unwetter) des DWD überschreiten. Das bedeutet, das im jeweiligen Gebiet mehr als 25 l/m<sup>2</sup> Regen in einer Stunde bzw. mehr als 35 l/m<sup>2</sup> Regen in sechs Stunden niedergehen. Der Indikator knüpft damit an die LAWA-Strategie für ein effektives Starkregenrisikomanagement an, für die insbesondere die</p>
--	---

	<p>Warnstufen für Unwetterwarnungen mit unterschiedlichen Niederschlagsintensitäten in den Dauerstufen 1 Stunde und 6 Stunden als relevant betrachtet werden (LAWA 2018:15).</p> <p>Durch die Art der Auswertung zeigt der Indikator den Anteil der jährlich von Starkregen betroffenen Streckenlänge von Bundesfernstraßen insgesamt. Zudem klassifiziert der Indikator die Betroffenheit der Bundesfernstraßen nach der Anzahl der Stunden mit Überschreitung der Starkregen-Warnstufe 3 bzw. nach der Anzahl von Ereignissen solcher Niederschlagsereignisse.</p>
<b>Einschränkungen:</b>	<p>Als Schwäche des Indikators ist der vergleichsweise hohe Aufwand für die GIS-technische Auswertung zu sehen. Da die als Eingangsdaten verwendeten Datensätze sehr umfangreich sind, sind die verschiedenen erforderlichen Bearbeitungsschritte der Konvertierung und Verschneidung vergleichsweise zeitintensiv. Ebenso ist die Weiterverarbeitung in Excel mit größerem Aufwand verbunden.</p> <p>Als inhaltliche Schwäche des Indikators kann gesehen werden, dass der Indikator nur das Auftreten der Ereignisse, nicht aber die tatsächlich durch die Starkregen und deren Folgen entstandenen Schäden bzw. Beeinträchtigungen an den Straßenverkehrsinfrastrukturen anzeigt. Mit dem Bezug zur betroffenen Streckenlänge des Bundesfernstraßennetzes geht er aber dennoch über eine reine Darstellung eines meteorologischen Sachverhalts hinaus.</p> <p>Eine weitere inhaltliche Schwäche besteht darin, dass Erfahrungswerte zur Intensität von Stark- und auch Dauerregen, die zu Schäden an Straßenverkehrsinfrastrukturen führen, derzeit erst im Rahmen Forschungsaktivitäten an der Bundesanstalt für Straßenwesen zusammengestellt werden. Es zeichnet sich aber bereits ab, dass von Seiten des DWD verwendeten Warnwerte in der Regel nicht mit Niederschlagsereignissen verbunden sind, die Schädigungen an Straßeninfrastrukturen nach sich ziehen. Für eine Beurteilung physischer Gefährdungen von Straßen sind diese Warnwerte daher nicht geeignet. Eine Störung von Verkehrsabläufen kann mit den berücksichtigten Ereignissen gleichwohl verbunden sein.</p> <p>Als weitere inhaltliche Schwäche ist zu werten, dass Straßenabschnitte, die z. B. durch Sturzfluten infolge von Starkregen betroffen sind, aber außerhalb bzw. unterhalb des eigentlichen Starkregengebietes liegen, durch die Auswertung nicht erfasst werden.</p> <p>Die Auswirkungen der Veränderungen des Radarsystems auf den Indikator werden als vernachlässigbar eingestuft. In den Jahren bis 2009 waren kleinere, wenig dicht besiedelte Regionen im Oberallgäu, in Südostoberbayern und Ostbayern, im Osten Mecklenburg-Vorpommerns und im Norden Schleswig-Holsteins nicht durch das Radarsystem erfasst. Zwischen den Jahren 2009 und 2013 erfolgten Verschiebungen der Radarstationen, sodass nun bis auf kleine Teilflächen das gesamte Bundesgebiet durch das System erfasst ist. Für den Indikator hat sich dadurch die berücksichtigte Grundgesamtheit verändert. Da der Indikator aber als Anteil berechnet wird und die betroffene Fläche zudem gering ist, bestehen keine Einschränkungen der Aussagekraft.</p>
<b>Rechtsgrundlagen, Strategien:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel 2008 (DAS)</li> <li>• LAWA-Strategie für ein effektives Starkregenrisikomanagement (LAWA-Strategie)</li> </ul>
<b>In der DAS beschriebene Klimawandelfolgen:</b>	<p>DAS, Kap. 3.2.11: Klimawandelbedingt häufigere oder stärkere Niederschläge beeinträchtigen den Verkehr z. B. durch schlechte Sichtverhältnisse und nasse Fahrbahnen. Hangrutsche und Unterspülungen führen z. B. zur Destabilisierung und Zerstörung von Straßen- und Bahntrassenabschnitten.</p>
<b>Ziele:</b>	<p>DAS, Kap. 3.2.11: Der Bund wird prüfen, ob und ggfs. inwieweit [...] die Dimensionierung der Entwässerungsinfrastruktur an ergiebigeren Niederschläge</p>

	<p>angepasst werden sollte. Der Bund [...] wird die einschlägigen Vorschriften zur Dimensionierung der Entwässerungsinfrastruktur erforderlichenfalls anpassen.</p> <p>LAWA-Strategie, Kap. 1: Das Ziel eines gemeinsamen Starkregenrisikomanagements ist die Verringerung des Risikos starkregen- und sturzflutbedingter nachteiliger Folgen auf die menschliche Gesundheit, Gebäude und Infrastruktur, die Umwelt, das Kulturerbe und die wirtschaftlichen Tätigkeiten.</p> <p>Dabei baut das Starkregenrisikomanagement auf den Erkenntnissen und Leitlinien des Hochwasserrisikomanagements auf. Insbesondere geht es darum, die Gefahren bewusst zu machen und ausgehend davon geeignete Maßnahmen zur Vorsorge abzuleiten, welche die Risiken und das Schadenspotenzial mindern können.</p>
<b>Berichtspflichten:</b>	Keine

#### IV Technische Informationen

<b>Datenquelle:</b>	Deutscher Wetterdienst: RADOLAN-Klimatologie Bundesanstalt für Straßenwesen: Bundesinformationssystem Straße	
<b>Räumliche Auflösung:</b>	flächenhaft	NUTS0
<b>Geographische Abdeckung:</b>	ganz Deutschland	
<b>Zeitliche Auflösung:</b>	Jährlich, seit 2001	
<b>Beschränkungen:</b>	nicht bekannt	
<b>Verweis auf Daten-Factsheet:</b>	VE-I-3_Daten_Starkregen_Strasse.xlsx	

#### V Zusatz-Informationen

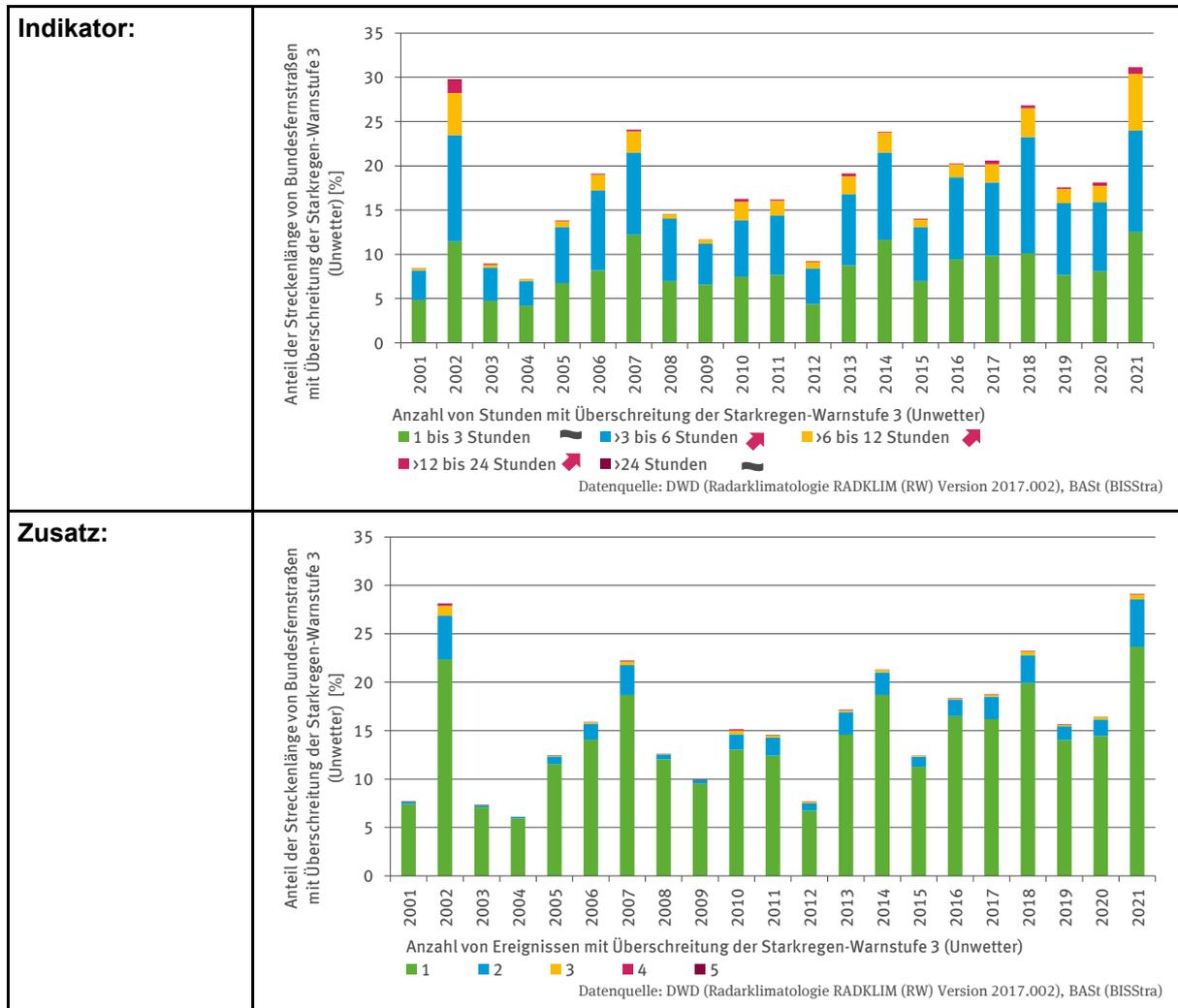
<b>Glossar:</b>	<p><b>Starkregen Warnstufe 3 (Unwetter):</b>                  &gt; 25 l/m<sup>2</sup> in 1 Stunde                  &gt; 35 l/m<sup>2</sup> in 6 Stunden</p>
<b>Weiterführende Informationen:</b>	<p>Becker P., Becker A., Dalelane C., Deutschländer T., Junghänel T., Walter A. 2016: Die Entwicklung von Starkniederschlägen in Deutschland - Plädoyer für eine differenzierte Betrachtung.  <a href="http://www.dwd.de/DE/fachnutzer/wasserwirtschaft/entwicklung_starkniederschlag_deutschland_pdf.pdf">www.dwd.de/DE/fachnutzer/wasserwirtschaft/entwicklung_starkniederschlag_deutschland_pdf.pdf</a></p> <p>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.</p> <p>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.</p> <p>BKG – Bundesamt für Kartographie und Geodäsie 2017: Digitales Landschaftsmodell 1:250 000 - DLM250.  <a href="http://sg.geodatenzentrum.de/web_download/dlm/dlm250/dlm250.pdf">sg.geodatenzentrum.de/web_download/dlm/dlm250/dlm250.pdf</a></p>

	<p>Bundesregierung (Hg.) 2015: Fortschrittsbericht zur Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel. <a href="http://www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Klimaschutz/klimawandel_das_fortschrittsbericht_bf.pdf">www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Klimaschutz/klimawandel_das_fortschrittsbericht_bf.pdf</a></p> <p>Deuschländer T. &amp; Dalelane C. 2012: Auswertung regionaler Klimaprojektionen für Deutschland hinsichtlich der Änderung des Extremverhaltens von Temperatur, Niederschlag und Windgeschwindigkeit. Abschlussbericht eines Forschungsvorhabens der ressortübergreifenden Behördenallianz (Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe, Bundesanstalt Technisches Hilfswerk, Deutscher Wetterdienst, Umweltbundesamt). Offenbach am Main, 153 S. <a href="http://www.dwd.de/DE/klimaumwelt/klimaforschung/klimaprojektionen/extremereignisse/abschlussbericht-2012.pdf">www.dwd.de/DE/klimaumwelt/klimaforschung/klimaprojektionen/extremereignisse/abschlussbericht-2012.pdf</a></p> <p>LAWA – Bund-/Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (Hg.) 2018: LAWA-Strategie für ein effektives Starkregenrisikomanagement. Erarbeitet von der Kleingruppe „Starkregen“ des Ständigen Ausschusses „Hochwasserschutz und Hydrologie“ (LAWA-AH) der LAWA. Thüringer Ministerium für Umwelt, Energie und Naturschutz, Erfurt, 86 S.</p> <p>Riediger U. &amp; Gratzki A. 2014: Future weather types and their influence on mean and extreme climate indices for precipitation and temperature in Central Europe, Meteorologische Zeitschrift, 23(3): 231-252. doi: 10.1127/0941-2948/2014/0519.</p> <p>Winterrath T., Brendel C., Hafer M., Junghänel T., Klameth A., Walawender E., Weigl E., Becker A. 2017: Erstellung einer radargestützten Niederschlagsklimatologie. Berichte des Deutschen Wetterdienstes 251, Offenbach am Main, 75 S.</p>
--	---

## VI Umsetzung – Aufwand und Verantwortlichkeiten

<b>Aufwands-schätzung:</b>	Datenbeschaffung:	2	mehrere datenhaltende Institutionen
	Datenverarbeitung:	3	Für die Zusammenführung der Daten zur Darstellung des Indikators ist eine komplexere Datenaufbereitung notwendig.
<u>Erläuterung:</u> Voraussetzung für die Berechnung ist eine GIS-Auswertung in mehreren Verarbeitungsschritten (s. unter Punkte VIII). Dabei ist zu beachten, dass sich aufgrund der Größe des Ausgangsdatensatzes für das Bundesfernstraßennetz aus BISStra die zu verarbeitende Datenmenge in den Verarbeitungsschritten auf mehrere hundert Megabytesummiert. Für die GIS-Auswertung und die anschließende Berechnung des Indikators ist mit einem Zeitaufwand von insgesamt ca. einem Arbeitstag zu rechnen.			
<b>Datenkosten:</b>	keine		
<b>Zuständigkeit:</b>	Koordinationsstelle		
<u>Erläuterung:</u> Von Seiten des DWD wird gewährleistet, dass die Produkte UB „Anzahl der Stunden mit Überschreitung der Starkregen-Warnstufe 3“ sowie UH „Anzahl der Ereignisse mit Überschreitung der Starkregen-Warnstufe 3“ jährlich fortgeschrieben und für die Indikatorermittlung bereitgestellt werden. Die Ermittlung der Indikatorwerte nach den unter Punkt VIII beschriebenen Schritten der GIS-Auswertung ist durch die Koordinationsstelle zu leisten. Es wird davon ausgegangen, dass die Koordinationsstelle bei Bedarf die im Umweltbundesamt vorhandenen GIS-Kapazitäten nutzen kann.			

VII Darstellungsvorschlag



VIII Beschreibung der GIS-Auswertung

**Schritt 1: Konvertieren**

Da eine Verschneidung mit Rasterdaten wie den als GeoTiff vorliegenden Daten zu Starkregen nicht möglich ist, müssen diese Daten mit Hilfe des GIS in ein Vektorformat, z. B. das shape-Format überführt werden.

**Schritt 2: Verschneiden**

Im zweiten Schritt werden die Eingangsdatensätze miteinander räumlich verschnitten:

- RADOLAN Produkt UB Anzahl der Stunden mit Überschreitung der Starkregen-Warnstufe 3 bzw. Produkt UH Anzahl der Ereignisse mit Überschreitung der Starkregen-Warnstufe 3
- Bundesfernstraßen nach dem Datensatz BFStr\_Netz\_SK\_HA.geojson (in eine shape-Datei zu konvertieren) aus BISStra (BFStr\_Netz\_SK\_HA.shp)

Als Grundlage für die Berechnung der betroffenen Streckenlänge ist in dieser Datei vor der ersten Verschneidung einmalig ein Datenbank-Feld „Laenge“ anzulegen. Des Weiteren ist ein Feld „Kategorie“ zur Differenzierung der Straßenkategorie nach Bundesautobahn (A) und Bundesstraße (B) einzufügen. Das Feld ist aus dem Feld „Strasse“ durch Übernahme des ersten Zeichens zu berechnen.

**Schritt 3: Berechnung der Streckenlänge in GIS**

Im dritten Schritt wird mit den Geometrie-Berechnungswerkzeugen des GIS die Streckenlänge der von Starkregen betroffen Abschnitte berechnet. Hierfür ist das in Schritt 2 angelegte Datenbank-Feld „Länge“ zu verwenden.

**Schritt 4: Excel-Auswertung**

Die Datenbank-Datei der Shape-Datei wird anschließend mit einem Tabellenkalkulationsprogramm geöffnet, separat gespeichert und mit Hilfe einer Pivot-Tabelle nach der Anzahl von Stunden bzw. der Anzahl von Ereignissen und nach den Straßenkategorien Bundesautobahn und Bundesstraße ausgewertet. Das Ergebnis der Auswertung wird in das Daten-Factsheet übertragen.