

Indikator-Factsheet: UV-Index

Verfasser*innen:	Bosch & Partner GmbH (Konstanze Schönthaler) i. A. des Umweltbundesamtes / KomPass, FKZ 3720 48 101 0	
Mitwirkung:	Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) – Fachgebiet WR 4 Optische Strahlung (Dr. Sebastian Lorenz, Dr. Cornelia Baldermann, Dr. Daniela Weiskopf)	
Letzte Aktualisierung:	05.05.2022	Bosch & Partner GmbH (Konstanze Schönthaler): Ersterstellung
	24.05.2022	Bosch & Partner GmbH (Konstanze Schönthaler): Einarbeitung der Abstimmungsergebnisse mit BfS
	03.05.2023	Bosch & Partner GmbH (Konstanze Schönthaler): Änderung der Indikatorgrafik (Aufnahme der Tage mit UVI ≥ 8 , Änderung des Indikator-Titels; Aktualisierung der Links
	06.11.2023	Bosch & Partner GmbH (Konstanze Schönthaler): Überprüfung der Links
Nächste Fortschreibung:	ab 2024	Das BfS bereitet derzeit die seit 1995 erhobenen Messdaten der UV-Bestrahlungsstärke der spektralmessenden Stationen unter Beachtung der anzusetzenden Qualitätsansprüche sukzessive auf. Im nächsten DAS-Monitoringbericht 2027 wird daher eine deutlich längere Zeitreihe darstellbar sein, die dann eine Trendanalyse ermöglichen wird. Mit der Verlängerung der Zeitreihe könnte eine Veränderung der Darstellung des Indikators notwendig werden. Möglicherweise muss dann ein Liniendiagramm angelegt werden.

I Beschreibung

Interne Nr. GE-I-8	Titel: UV-Index
	Fallstudie für ausgewählte Stationen des UV-Messnetzes
Einheit: <u>Teil A:</u> Anzahl Tage	Kurzbeschreibung des Indikators: <u>Teil A:</u> Tage mit UV-Index (UVI) -Werten ≥ 3 als Mittel der gemessenen UVI-Werte (Tageshöchstwert) aller spektralmessenden Stationen einer Region pro Tag, differenziert für die Regionen: „Küste und Norddeutsches Tiefland“, „Zentrales Tief- und Hügelland“, „Mittelgebirge und Alpenvorland“, „Hochgebirge“
<u>Teil B:</u> Anzahl Tage	<u>Teil B:</u> Tage mit UV-Index (UVI) -Werten ≥ 8 als Mittel der gemessenen UVI-Werte (Tageshöchstwert) aller spektralmessenden Stationen einer Region pro Tag, differenziert für die Regionen: „Küste und Norddeutsches Tiefland“, „Zentrales Tief- und Hügelland“, „Mittelgebirge und Alpenvorland“, „Hochgebirge“
	Berechnungsvorschrift: <u>Schritt 1:</u> Vorbereitung der Regionalisierung Zuordnung der spektralmessenden Stationen zu den vier Regionen „Küste und Norddeutsches Tiefland“, „Zentrales Tief- und Hügelland“, „Mittelgebirge und Alpenvorland“, „Hochgebirge“ Hinweis: Es werden die 14 über Deutschland verteilten spektralmessenden Stationen berücksichtigt, da diese in der Regel über lange Messreihen verfügen, die bei Einbeziehung aller Messwerte seit Beginn der Messungen eine

	aussagekräftige Trendanalyse zulassen. Die ab 2018 sukzessive in Betrieb genommenen Breitbandradiometer-Messstationen bleiben vorerst unberücksichtigt. <u>Schritt 2:</u> Ermittlung der Tage mit UV-Index-Werten ≥ 3 (für Teil A) bzw. mit UV-Index-Werten ≥ 8 (Teil B) Die Ermittlung erfolgt für jeden Tag des Jahres und jede Station separat. <u>Schritt 3:</u> Mittelung der UV-Index-Werte für die Regionen Mittelung der an einem Tag an den einzelnen Stationen ermittelten UV-Index-Werte ≥ 3 (für Teil A) bzw. UV-Index-Werte ≥ 8 (Teil B) für jede einzelne Region. Stationen, an denen am jeweiligen Tag keine UV-Index-Werte ≥ 3 (Teil A) bzw. UV-Index-Werte ≥ 8 (Teil B) gemessen wurden, werden jeweils mit dem Wert „0“ in die Mittelung einbezogen. Wenn es für eine Station an einem Tag kein Messergebnis gab, wird diese Station nicht berücksichtigt. <u>Schritt 4:</u> Bestimmung Anzahl Tage mit UVI ≥ 3 (Teil A) bzw. der Tage mit UVI ≥ 8 (Teil B) Für jede Region werden die Tage mit UV-Index-Werten ≥ 3 (Teil A) bzw. UV-Index-Werten ≥ 8 (Teil B) über das gesamte Jahr aufsummiert.
Interpretation des Indikatorwerts:	<u>Teil A:</u> Je höher der Indikatorwert ist, desto größer ist die Anzahl der Tage mit UV-Index-Werten ≥ 3 in der jeweiligen Region. <u>Teil B:</u> Je höher der Indikatorwert ist, desto größer ist die Anzahl der Tage mit UV-Index-Werten ≥ 8 in der jeweiligen Region.

II Einordnung

Handlungsfeld:	Menschliche Gesundheit
Themenfeld:	Gesundheitliche Auswirkungen von UV-Strahlung
Thematischer Teilaspekt:	Vermehrtes Auftreten UV-bedingter Gesundheitsschäden durch höhere Exposition infolge von Niedrigozonereignissen, vermehrten Sonnenscheinstunden und Klimaerhitzung
DPSIR:	Impact (Risiko)

III Herleitung und Begründung

Referenzen auf andere Indikatorenssysteme:	keine
Begründung:	Klimawandel und UV-Strahlung: Hinweis: Die folgenden Texte sind der KWRA 2021 (Wolf et al. 2021) und der onkologischen S3-Leitlinie „Prävention von Hautkrebs“ (Leitlinienprogramm Onkologie 2021) entnommen. Der Klimawandel kann auf unterschiedliche Weise die UV-Belastung erhöhen. Zum einen können in der nördlichen Hemisphäre sogenannte Niedrigozonereignisse („low ozone events“) auftreten, die für wenige Tage Ende März / Anfang April zu unerwartet hohen UV-Strahlungsbelastungen führen können. Sie sind gesundheitlich bedeutend, weil die Haut im Frühjahr besonders empfindlich ist. Ursache für die Niedrigozonereignisse sind lange und kalte arktische Winter, die die Bildung stabiler Polarwirbel und damit den chemischen Ozonverlust über der Arktis begünstigen, wie in den Wintern 2004/2005 und 2010/2011 geschehen. Ein solcher Ozonverlust kann in extremen Wintern in seiner Intensität dem antarktischen Ozonloch ähneln. Die gegen Ende des

	Winters einsetzende Auflösung des Polarwirbels führt die so entstandenen ozonarmen Luftmassen in Richtung Süden. Die Häufigkeit von arktischen Wintern mit besonders kalten, stabilen Polarwirbeln und in der Folge von Niedrigozonereignissen über dem europäisch-atlantischen Sektor hat in den letzten zwei Dekaden zugenommen. Ihr häufigeres Auftreten könnte mit der globalen Erwärmung in Zusammenhang stehen. Die zunehmende Menge an CO₂ und anderen Treibhausgasen in der Atmosphäre könnte die Abkühlungsprozesse im Polarwirbel im Winter verstärken. Möglich ist zudem, dass eine durch den Klimawandel veränderte Dynamik in Troposphäre und Stratosphäre zusätzlich zu Temperaturänderungen im Polarwirbel beiträgt. Noch sind diese Zusammenhänge Gegenstand aktueller Forschung. Zum anderen verändert sich klimawandelbedingt die Bewölkungssituation über den mittleren Breiten der nördlichen Hemisphäre, wodurch dort die UV-Strahlungsbelastung zunehmen kann. In Deutschland treten vermehrt wolkenlose, sonnige Tage auf, wodurch sich die Sonnenscheindauer übers Jahr erhöht. Erste Auswertungen der Daten des UV-Messnetzes durch das BfS zeigen, dass in Jahren mit einer hohen Sonnenscheindauer auch die über dieses Jahr aufsummierten Tagessummen der sonnenbrand-wirksamen UV-Bestrahlungsstärke erhöht sind. Weitere zu beachtende Faktoren, die die UV-Belastung der Menschen beeinflussen, sind die Temperatur und klimawandelbedingte Wetterveränderungen und deren Auswirkung auf das menschliche Verhalten – also auf die Häufigkeit und Dauer von Aufenthalten im Freien. Dem bisherigen Kenntnisstand zufolge nehmen die Häufigkeit und Dauer von Aktivitäten im Freien bei höheren Temperaturen im Bereich thermischen Komforts bis hin zu leichter Wärmebelastung zu. Bei Hitze (starkem oder extremem thermischen Diskomfort) werden Aktivitäten im Freien eher vermieden. Dieses temperaturabhängige Verhalten ist abhängig vom individuellen thermischen Empfinden und der inneren Einstellung gegenüber der herrschenden Temperatur. Als Folge des Klimawandels ist mit einer erhöhten jährlichen Sonnenscheindauer und in der Konsequenz mit einer erhöhten Jahressumme der erythemwirksamen UV-Bestrahlungsstärke zu rechnen. Mit der erhöhten Sonnenscheindauer ist auch mit einer größeren Anzahl von Tagen zu rechnen, in denen Bedingungen im thermischen Komfort bis hin zu leichter Wärmebelastung und Sonnenschein gegeben sind. Dies wird – nach den Erkenntnissen der bisherigen Studien – dazu führen, dass sich zumindest die dem aktiven Freizeitverhaltenstyp zuzurechnenden Personen verstärkt im Freien aufhalten werden. Für diesen Teil der Bevölkerung wäre von zunehmenden UV-Personendosen auszugehen, die mit einem erhöhten Hautkrebsrisiko verbunden sind. Noch sind viele Fragen zum Zusammenhang von Klimawandel, Ozongehalt der Atmosphäre und UV-Strahlungsbelastung ungeklärt. Weitere Forschungen und Beobachtungen sind erforderlich. Gesundheitliche Auswirkungen von UV-Strahlung: Hinweis: Die folgenden Texte sind der KWRA 2021 (Wolf et al. 2021) entnommen. UV-Strahlung führt zu schwerwiegenden Erkrankungen der Haut und der Augen. Eine Zusammenfassung der biologischen und gesundheitlichen Wirkungen der UV-Strahlung gibt die Strahlenschutzkommission (SSK) in ihrer Empfehlung „Schutz des Menschen vor den Gefahren solarer UV-Strahlung und UV-Strahlung in Solarien“. Natürliche und künstlich erzeugte UV-Strahlung ist von der Internationalen Agentur für Krebsforschung (International Agency for Research on Cancer, IARC) als „krebserregend für den Menschen“ eingestuft. Sie ist Hauptursache für Hautkrebs, die weltweit häufigste Krebserkrankung hellhäutiger Menschen. In Deutschland erkrankten 2015 rund 290.000 Menschen neu an Hautkrebs, und rund 4.000 Menschen verstarben jährlich daran.
--	--

	Die Zahl der Neuerkrankungen nimmt weltweit zu und hat sich in Deutschland seit dem Jahr 2000 mehr als verdoppelt. UV-bedingte Hautschädigungen können grundsätzlich jeden treffen. Das individuelle Erkrankungsrisiko wird durch verschiedene Risikofaktoren beeinflusst, die in der onkologischen S3-Leitlinie „Prävention von Hautkrebs“ ausführlich beschrieben sind. In Zusammenhang mit dem Klimawandel ist der Risikofaktor „UV-Expositionsmuster“, also wie lange und auf welche Weise Personen sich UV-Strahlung aussetzen, bedeutend. Personen, die viel Zeit in der Sonne verbringen, haben ein erhöhtes Hautkrebsrisiko, zum Beispiel im Freien arbeitende Personen. Sonnenbrände erhöhen in jedem Alter das Risiko für schwarzen Hautkrebs um rund das Zweifache – in der Kindheit um das Zwei- bis Dreifache. Kinder sind insgesamt besonders gefährdet, da Kinderhaut und -augen empfindlicher gegenüber UV-Strahlung sind als die Erwachsener. UV-Index: Der UV-Index beschreibt den Tageshöchstwert des 30-Minutenmittels der sonnenbrandwirksamen UV-Bestrahlungsstärke. Die in Bodennähe ankommende UV-Bestrahlungsstärke wird in Abhängigkeit von ihrer sonnenbrandauslösenden Wirksamkeit gewichtet. Dies macht eine Unterscheidung zwischen UV-A und UV-B-Strahlung redundant und bekräftigt den UV-Index als sinnvolle Größe, um Auswirkungen der UV-Strahlung auf die Gesundheit zu beobachten (s. auch WHO et al. 2002). Entsprechend der WHO-Definition werden die so ermittelten und gewichteten UV-Bestrahlungsstärken in den UV-Index umgerechnet. Der UV-Index ist ein einheitenloser Zahlenwert. Die UV-Index-Werte sind verschiedenen Kategorien zugeordnet: „niedrig“ (UVI 1-2), „mittel“ (UVI 3-5), „hoch“ (UVI 6, 7), „sehr hoch“ (UVI 8 bis 10) und „extrem“ (UVI 11 und höher). Den Kategorien sind unterschiedliche Schutzempfehlungen zugeordnet. Der UV-Index ist somit nicht nur ein Maß für die UV-Bestrahlungsstärke, sondern dient darüber hinaus auch als Orientierungshilfe, welche Sonnenschutzmaßnahmen wann ergriffen werden sollten: • 1-2 (niedrig): kein Schutz erforderlich • 3-7 (mittel und hoch): Schutz erforderlich: in der Mittagszeit Schatten suchen, geeignete Kleidung, Hut und Sonnenbrille tragen, Sonnenschutzmittel mit ausreichendem Schutzfaktor auftragen • ≥ 8 (sehr hoch, extrem): Schutz absolut notwendig: in der Mittagszeit möglichst nicht draußen aufhalten! Unbedingt Schatten suchen! Geeignete Kleidung, Hut, Sonnenbrille und Sonnencreme mit ausreichendem Schutzfaktor sind dringend nötig. Grundsätzlich ist jede UV-Bestrahlungsstärke schädlich. Erbgutschäden werden bei noch so niedriger UV-Dosis (Bestrahlungsstärke x Bestrahlungsdauer) gesetzt. Zelleigene Reparatursysteme können diese Schäden reparieren. Aber bei Überlastung bleiben Erbgutschäden bestehen, kumulieren sich auf und können dann zu den oben beschriebenen Gesundheitsschäden führen. Der Indikator stellt in seinem Teil A die Tage mit UV-Index-Werten ≥ 3 dar, also die Tage, an denen Sonnenschutz erforderlich ist. In Teil B werden die Tage mit UV-Index-Werten ≥ 8 abgebildet, für die ein Schutz absolut notwendig ist. Räumliche Aggregation: Für den Indikator wurde in Abstimmung mit dem BfS eine vereinfachte Raumgliederung vereinbart. Die zehn Prognosegebiete des BfS führen zu einer zu differenzierten Raumgliederung, die im Indikator nicht mehr abbildbar wäre. Das BfS selbst hat bisher keine offiziellen räumlichen Cluster, anhand derer Applikationen vorgenommen werden könnten. Für die Zuteilung der Stationen zu möglichen „Untersuchungsräumen“ wurden die folgenden Aspekte berücksichtigt:
--	---

	- Der UV-Index hängt stark vom Breitengrad ab. Daher muss das Nord-Südgefälle berücksichtigt werden. Die Unterteilung in West und Ost ist bei Abbildung der Tage mit $UVI \geq 3$ bzw. $UVI \geq 8$ pro Monat im jährlichen Vergleich nicht zwingend erforderlich. Mit einer solchen Unterteilung würden die Wolkenbewegungen in der Westwindzone Beachtung finden. Unterschiede durch den Bewölkungsgrad wären für den Vergleich von Tageswerten relevant. - Höhenlage und Topographie haben ebenfalls Einfluss auf den UV-Index. Die Unterteilung muss daher auch die topographischen Gegebenheiten berücksichtigen. Mit Blick auf diese Anforderungen wurde folgende Unterteilung für die Zuordnung der Stationen gewählt: Küste und Norddeutsches Tiefland, Zentrales Tief- und Hügelland, Mittelgebirge und Alpenvorland, Hochgebirge. Zeitliche Aggregation: Die Tage mit UV-Indexwerten ≥ 3 (Teil A) bzw. ≥ 8 (Teil B) werden für das gesamte Jahr aufsummiert. In den Monaten Dezember und Januar sind an den Stationen aller vier Regionen in der bisherigen Zeitreihe keine Tage mit UV-Indexwerten ≥ 3 aufgetreten.
Einschränkungen	Der Indikator bildet die potenzielle UV-Strahlungsbelastung der Bevölkerung und damit das potenzielle Risiko für Schädigungen durch UV-Strahlung ab. Ob tatsächlich gesundheitliche Schäden entstehen, hängt wesentlich vom Verhalten der Menschen ab.
Erläuterungen zur Fallstudie:	Der Indikator wird auf Wunsch von BfS und DWD als Fallstudie geführt, obwohl er eine bundesweite Aussage zur UV-Belastung trifft. Mit der Kategorisierung als Fallstudie soll aber verdeutlicht werden, dass es weiterer fachlicher Diskussionen zur Generierung eines aussagekräftigen und breit fachlich anerkannten Indikators bedarf.
Rechtsgrundlagen, Strategien:	Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel 2008 (DAS)
In der DAS beschriebene Klimawandelfolgen:	DAS, Kap. 3.2.1 (S. 18): Zusätzliche klimabedingte Gesundheitsfolgen sind möglich: [...] verstärkte Sonneneinstrahlung könnte das Hautkrebsrisiko erhöhen.
Ziele:	DAS, Kap. 3.2.1 (S. 18): Bund und Länder sollten deshalb eine zielorientierte, sachgerechte Aufklärung der Bevölkerung, einzelner Risikogruppen aber auch der Multiplikatorinnen und Multiplikatoren wie dem Personal in Medizin und Katastrophenschutz, als wichtige Voraussetzung für Anpassungsmaßnahmen fördern.
Berichtspflichten:	Die UV-Indizes sind Gegenstand der vom BfS und DWD ausgesprochenen UV-Warnungen.

IV Technische Informationen

Datenquelle:	Deutsches solares UV-Messnetz: aktuelle flächendeckende Vorhersage des UV-Index durch den DWD	
Räumliche Auflösung:	flächenhaft	NUTS 0
Geographische Abdeckung:	ganz Deutschland anhand von 14 spektralmessenden UV-Messstellen	

Zeitliche Auflösung:	jährlich, seit 2016 Für die Region Hochgebirge liegen Messwerte erst seit Juli 2017 vor. Da die Auswertung für ganze Jahre erfolgt, wird für die Region „Hochgebirge“ das Jahr 2017 in der Auswertung nicht berücksichtigt.
Beschränkungen:	keine
Verweis auf Daten-Factsheet:	GE-I-8_Daten_UV-Index.xlsx

V Zusatz-Informationen

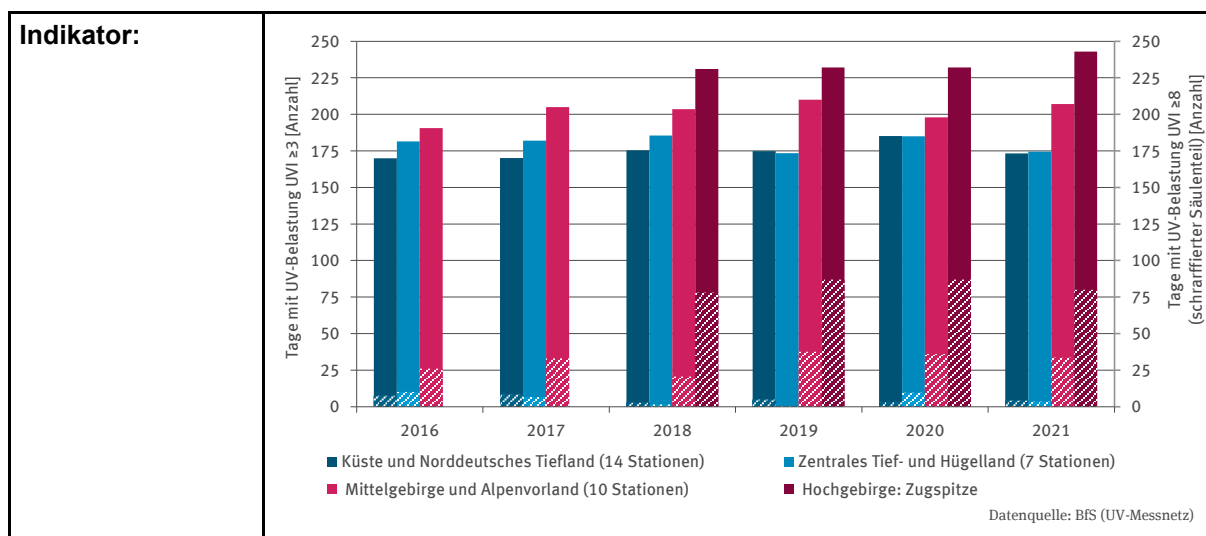
Glossar:	UV-Strahlung: Die ultraviolette (UV-)Strahlung ist der energiereichste Teil der optischen Strahlung. UV-Strahlung ist Strahlung mit Wellenlängen von 100 Nanometer (nm) bis 400 nm und wird aufgrund ihrer physikalischen Eigenschaften und biologischen Wirkungen noch einmal unterteilt in UV-A-, UV-B- und UV-C-Strahlung. UV-Strahlung liegt im elektromagnetischen Spektrum zwischen dem sichtbaren Licht und der ionisierenden Strahlung. Je kürzer die Wellenlänge der UV-Strahlung, desto energiereicher ist die Strahlung und umso schädiger wirkt sie. Natürliche Quelle für UV-Strahlung ist die Sonne. Gefiltert durch Erdatmosphäre und Ozonschicht erreicht nur UV-A-Strahlung und bis zu etwa 10 % UV-B-Strahlung die Erdoberfläche. UV-C-Strahlung der Sonne erreicht die Erdoberfläche nicht. Wie viel UV-A- und UV-B-Strahlung an der Erdoberfläche ankommt, hängt von Breitengrad, Sonnenstand, Höhenlage, Bewölkungsgrad und Art der Bewölkung, dem Ozongehalt der Atmosphäre, dem Aerosolgehalt der Luft sowie der Albedo (dem Rückstrahlvermögen) von Oberflächen ab.
Weiterführende Informationen:	Informationen des BfS zu UV-Strahlung: www.bfs.de/DE/themen/opt/uv/uv_node.html www.bfs.de/DE/themen/opt/uv/uv-index/uv-index_node.html www.bfs.de/DE/themen/opt/uv/klimawandel-uv/klimawandel-uv_node.html Leitlinienprogramm Onkologie (Deutsche Krebsgesellschaft, Deutsche Krebshilfe, AWMF): S3-Leitlinie Prävention von Hautkrebs, Langversion 2.0, 2021, AWMF Registernummer: 032/052OL www.leitlinienprogramm-onkologie.de/leitlinien/hautkrebs-praevention WHO – World Health Organization, WMO – World Meteorological Organization, UNEP – United Nations Environment Programme, ICNIRP – International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection 2002: Global solar UV index: a practical guide. World Health Organization. https://apps.who.int/iris/handle/10665/42459 Wolf M, Ölmez C., Schönthaler K., Porst L., Voß M., Linsenmeier M, Kahlenborn W., Dorsch L., Dudda L. 2021: Klimawirkungs- und Risikoanalyse für Deutschland 2021 - Teilbericht 5: Klimarisiken in den Clustern Wirtschaft und Gesundheit. Climate Change 24/2021, Dessau-Roßlau, 261 S. www.umweltbundesamt.de/publikationen/KWRA-Teil-5-Wirtschaft-Gesundheit

VI Umsetzung – Aufwand und Verantwortlichkeiten

Aufwands-schätzung:	Datenbeschaffung:	1	nur eine datenhaltende Institution
	Datenverarbeitung:	1	Aggregation der Daten zur Darstellung des Indikators erforderlich

	<u>Erläuterung:</u> Die einfache Fortschreibung würde ca. 4 Stunden in Anspruch nehmen. Bei Überarbeitung des Indikators (s.o.) wird ein deutlich größerer Aufwand erforderlich sein.
Datenkosten:	keine
Zuständigkeit:	Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) – Fachgebiet WR 4 Optische Strahlung
	<u>Erläuterung:</u> keine

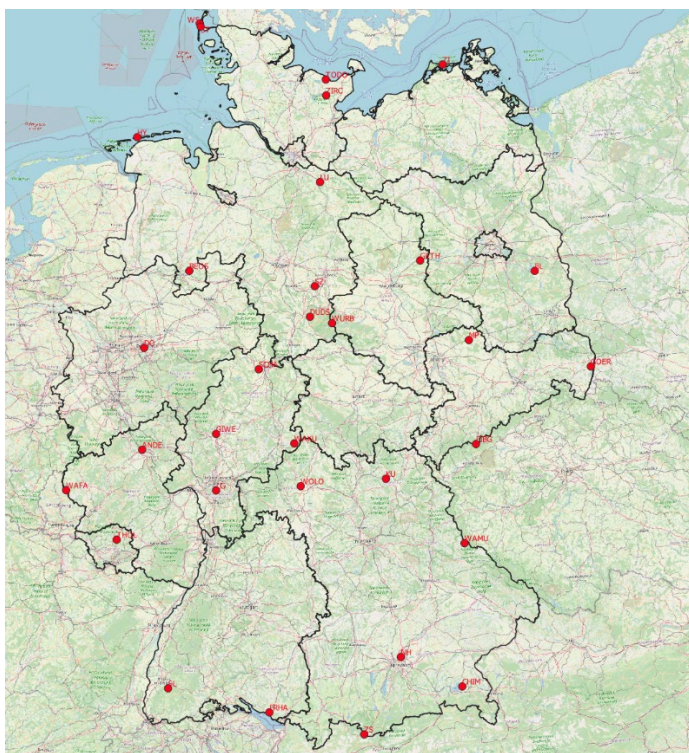
VII Darstellungsvorschlag



VIII Anlagen

Übersicht über die UV-Indexmessstellen

Kürzel	Stationsname		
Küste / Norddeutsches Tiefland		Wafa	Waldhof_Falkenstein
MP	Melpitz	WURB	Wurmberg_B
DO	Dortmund	WAKU	Wasserkuppe bei Fulda
SZ	Salzgitter	FIBG	Fichtelberg
DUDS	Duderstadt_B	NH	Muenchen
LU	Lueneburg	WAMU	Waldmuenchen
BL	Lindenberg	FRHA	Friedrichshafen
BEOS	Belm-Osnabrueck	THOL	Tholey
ZIRC	Zirchow	SL	Schauinsland
GETH	Genthin	CHIM	Chieming
ZI	Zingst	Hochgebirge	
WS	Westerland-Sylt	ZS	Schneefernerhaus
ST	Sylt_Tinum		
HY	Norderney_B		
TODD	Todendorf		
Mitte Tiefland und Hügelland			
LG	Langen		
ANDE	Andernach		
KU	Kulmbach		
WOLO	Schweinfurt-Wasserlosen		
SCHA	Kassel		
GIWE	Giessen-Wettenberg		
GOER	Goerlitz		
Mittelgebirge und Alpenvorland			



Quelle: Geobasisdaten: BKG 2017, VG250; Fachdaten: BFS 2022