



Bundesinstitut  
für Bau-, Stadt- und  
Raumforschung

im Bundesamt für Bauwesen  
und Raumordnung



BBSR-Analysen KOMPAKT 02/2023

## Deutschland, Europa und Indien

SDG 7 „Bezahlbare und saubere Energie“ in räumlicher Perspektive

Als Antwort auf zentrale Herausforderungen in der Entwicklung von Stadt und Land haben sich die Vereinten Nationen auf die Agenda 2030, die Sustainable Development Goals (SDGs) und die New Urban Agenda verständigt. Dieses Heft beleuchtet die Fortschritte, die die verschiedenen Länder bislang bei der Umsetzung der SDGs in Wechselwirkung mit der New Urban Agenda erzielt haben, und wirft einen Blick auf die räumlichen Strukturen. Bezahlbare und saubere Energie spielt eine wichtige Rolle für ausgewogene städtische und ländliche Gesellschaften. Die räumliche Analyse von SDG 7 deckt unter anderem folgende Aspekte ab:

- Anteil von und Zugang zu erneuerbarer Energie
- Energieintensität
- Installierte Leistung erneuerbarer Energie

von

Dr. André Müller, Antonia Milbert,  
Volker Schmidt-Seiwert, Regine Binot, Lukas Kiel

Prof. Dr. Debolina Kundu, Dr. Tania Debnath,  
Dr. Swastika Chakravorty, Dr. Gautam Kumar Das



Foto: Schafgans DGPh

## Gemeinsames Vorwort

Liebe Leserinnen und Leser,

das Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) und das National Institute of Urban Affairs (NIUA) kooperieren seit 2018 in der Forschung. Die Zusammenarbeit von BBSR und NIUA ist Bestandteil der Urbanisierungspartnerschaft, auf die sich Deutschland und Indien im Jahr 2012 verständigt haben. Einen Schwerpunkt bilden Arbeiten, welche die Umsetzung von Leitdokumenten der Vereinten Nationen für eine moderne Stadtentwicklung in beiden Ländern analysieren. Dazu zählen die Agenda 2030 mit ihren Sustainable Development Goals (SDGs) sowie die New Urban Agenda.

Kompakte Siedlungsentwicklung, sparsamer Umgang mit Ressourcen, Mobilität in Stadt und Region sowie gesunde Lebensbedingungen für alle – das sind einige Kernbotschaften, die mit den UN-Dokumenten verknüpft sind. Diese leiten dazu an, wie Kommunen geplant, gestaltet, finanziert, entwickelt, regiert und verwaltet werden sollten, um einer nachhaltigen Entwicklung Rechnung zu tragen.

BBSR und NIUA haben bereits in einer Reihe von Forschungsarbeiten die Umsetzung der Sustainable Development Goals in vergleichender Perspektive untersucht: Gesundheit und Wohlergehen (SDG 3), Hochwertige Bildung (SDG 4), Geschlechtergleichheit (SDG 5), Menschenwürdige Arbeit und Wirtschaftswachstum (SDG 8) sowie Nachhaltige Städte und Gemeinden (SDG 11). Die aktuelle Veröffentlichung stellt nun das Ziel „Bezahlbare und saubere Energie“ (SDG 7) in den Fokus. Besonderen Wert haben die Autorinnen und Autoren auf die kartografische Aufbereitung der untersuchten Phänomene gelegt – denn ein Bild sagt mehr als tausend Worte.

Wir wünschen Ihnen eine interessante Lektüre.

Dr. Markus Eltges  
Leiter des Bundesinstituts für Bau-, Stadt- und Raumforschung

Hitesh Vaidya  
Leiter des National Institute of Urban Affairs



Foto: NIUA

# Einführung

BBSR und NIUA arbeiten mit dieser Veröffentlichung zu SDG 7 weiter an einem Ansatz, mit dessen Hilfe sich die städtische und ländliche Entwicklung in Deutschland, Europa und Indien miteinander vergleichen lässt. Diese Veröffentlichung stellt die Ergebnisse in Text und Karten vor. Sie weist auf Gemeinsamkeiten und Unterschiede aus nationaler und supranationaler Sicht hin. Voraussetzung ist, dass Daten vorliegen und sich vergleichen lassen.

Die Vereinten Nationen haben mit der Agenda 2030 und den SDGs sowie mit der New Urban Agenda 2015 und 2016 neue politische Weichen für die Entwicklung von Stadt und Land gestellt. Die von ihnen überarbeiteten Urbanization Prospects (vgl. UN DESA 2018) beschäftigen sich mit der Entwicklung der städtischen und ländlichen Bevölkerung in allen Ländern der Welt und größeren städtischen Agglomerationen.

Auch Städte und Gemeinden sowie Länder wie Deutschland und Indien betrachten die Agenda 2030 und die SDGs als politischen Orientierungsrahmen. Indien hat dazu einen entsprechenden nationalen Dialog initiiert. Auch der Koalitionsvertrag der 2021 neu gewählten Bundesregierung in Deutschland benennt die SDGs und ihre Bedeutung ausdrücklich.

Die Berichtslegung zur Umsetzung der SDGs erfolgt anlässlich des jährlichen High-Level Political Forum. Im Jahr 2022

begann die Berichtslegung zur Umsetzung der New Urban Agenda. Das Wohn- und Siedlungsprogramm UN HABITAT der Vereinten Nationen soll dazu alle vier Jahre evidenzbasierte und datenorientierte Globalberichte vorlegen, sogenannte Quadrennial Reports. Die Mitgliedstaaten der Vereinten Nationen tragen mit nationalen Berichten über die Umsetzung auf nationaler und regionaler Ebene, sogenannten Voluntary National Reviews, dazu bei. Neben anderen Ländern hat auch Deutschland seinen Nationalbericht bereits übergeben. Er wurde gemeinsam mit einer Gruppe repräsentativer Städte und Gemeinden erarbeitet (BBSR 2021). Kommunen können sich darüber hinaus mit Eigenanalysen, sogenannten Voluntary Local Reviews, am Prozess beteiligen. Das BBSR bietet auch hier seine Unterstützung an.

Die Bezugspunkte zwischen der Agenda 2030 und der New Urban Agenda sind offensichtlich. Aus diesem Grund dienen die SDGs und ihre Indikatoren in diesem Heft als Analyseraster. Mit Blick auf die verfügbaren Daten auf nationaler und supranationaler Ebene deckt die Veröffentlichung bezogen auf SDG 7 folgende Punkte weitestgehend ab:

- Anteil der Bevölkerung mit Zugang zur Stromversorgung (SDG 7.1.1)
- Anteil der Bevölkerung mit Zugang zu umweltverträglichen Energieträgern (SDG 7.1.2)

- Haushalte mit Zugang zu sauberen Kochbrennstoffen (a)
- Pro-Kopf-Erzeugung erneuerbarer Energie (b)
- Installation dezentraler erneuerbarer Energiesysteme (c)
- Anteil des aus erneuerbaren Energiequellen erzeugten Stroms (SDG 7.2.1)
- Energieintensität in Relation zum Bruttoinlandsprodukt (BIP) bzw. Staatsinlandsprodukt (SIP) (SDG 7.3.1)
- Investitionen in Forschung und Entwicklung erneuerbarer Energie, einschließlich Produktionsmöglichkeiten, in Entwicklungsländern sowie entsprechende Finanzströme (SDG 7.a.1)
- Investitionen in Forschung und Entwicklung erneuerbarer Energie, einschließlich Produktionsmöglichkeiten, in Industriestaaten sowie entsprechende Finanzströme Global (SDG 7.a.2)
- Installierte Leistung von Strom aus erneuerbaren Energiequellen in Entwicklungsländern (SDG 7.b.1)
- Installierte Leistung von Strom aus erneuerbaren Energiequellen in Industriestaaten (SDG 7.b.2)

Die Analysen sind auf verfügbare und qualitativ hochwertige Daten angewiesen. Nationale oder supranationale Programme, die die Entwicklung und Transformation politisch flankieren und unterstützen, orientieren sich sowohl in Deutschland als auch in Indien an den jeweiligen verfassungsrechtlichen Rahmenbedingungen. Europäische Aspekte werden in den jeweiligen Analysekapiteln behandelt. Erläuterungen zum unterschiedlichen Gebrauch von Bruttoinlandsprodukt (BIP) und Staatsinlandsprodukt (SIP) wurden bereits in den BBSR-Analysen KOMPAKT 06/2022 veröffentlicht.

Investitionen in die Forschung und Entwicklung erneuerbarer Energie in Entwicklungsländern und Industriestaaten sowie entsprechende Finanzströme, wie sie SDG 7.a.1 bzw. SDG 7.a.2 fordern, können nicht analysiert werden, da keine raumbezogenen Daten vorliegen. In Deutschland und Europa ist darüber hinaus eine Analyse dezentraler Anlagen zur Erzeugung erneuerbarer Energie aufgrund fehlender raumabdeckender Daten nicht möglich. Hier könnten nur Näherungswerte berechnet und visualisiert werden.

Mit Blick auf SDG 7.1.1 und SDG 7.1.2.a stellt sich die Situation in Deutschland und Europa folgendermaßen dar:

Das Energiewirtschaftsgesetz (EnWG) sichert in Deutschland den Zugang zu Energie. Energieversorger sind gesetzlich

verpflichtet, den Anschluss und die Versorgung von Konsumentinnen und Konsumenten mit Strom und Gas sicherzustellen. SDG 7.1.1 wird somit in Deutschland auf dieser gesetzlichen Grundlage für alle Haushalte erfüllt. Aufgrund des Krieges gegen die Ukraine und der daraus folgenden Energiekrise wurde das EnWG zuletzt im Juli 2022 novelliert. Diese Novelle ermöglicht die Diversifizierung der Energieversorgung und die Beschleunigung des Ausbaus der erneuerbaren Energien sowie der erforderlichen Infrastruktur. Um die Versorgungssicherheit auch in Krisenzeiten zu gewährleisten, wird „die Möglichkeit einer Treuhandverwaltung über Unternehmen der Kritischen Infrastruktur und als Ultima Ratio auch

die Möglichkeit einer Enteignung geschaffen“ (Deutscher Bundestag 2022). Darüber hinaus sind bei einer energiepreisbedingten Inflation regulatorische Eingriffe in den Strom- und Gasmarkt möglich.

In Deutschland erhalten alle Verbraucher den gleichen Energiemix, der in das nationale Netz eingespeist wird. Die subnationalen Daten und Informationen zu erneuerbarer Energie beziehen sich auf die Erzeugungsleistung und damit im Normalfall auf SDG 7.2.1.b und nicht auf SDG 7.2.1.a (siehe Abbildungen 3). Eine wachsende Zahl an Kommunen schöpft ihre Handlungsmöglichkeiten aus, die Energiewende umzusetzen (vgl. AEE o. J.; siehe auch Fazit).

#### **Anmerkungen zur aktuellen Energiekrise in Europa**

Die Verknappung von Rohöl und Erdgas als Folge des russischen Angriffskriegs auf die Ukraine führte zu einem spürbaren Anstieg der Energiepreise. In der Folge stiegen die Inflationsraten in Deutschland und Europa gleichermaßen. Die hohe Inflation war für Konsumierende, die Wirtschaft und regionale Arbeitsmärkte mit erheblichen Auswirkungen verbunden (vgl. Nierhaus/Wollmershäuser 2022; Projektgruppe Gemeinschaftsdiagnose 2022; IAB 2022). Neben den aktuellen Herausforderungen der Energiekrise müssen Wirtschaft und Gesellschaft in

Deutschland auch die begonnene Dekarbonisierung beschleunigen (vgl. Sachverständigenrat 2022: 210) – eine Forderung, die im Einklang mit SDG 7 (Bezahlbare und saubere Energie) steht.

Im vorliegenden Heft können die Zusammenhänge zwischen der aktuellen Energiekrise und SDG 7 nicht detailliert analysiert werden. Es geht hier vielmehr darum, in der Tradition gemeinsamer vorangegangener Forschungsarbeiten des BBSR und des NIUA die Ziele und Indikatoren zu SDG 7, auf die sich die Vereinten Nationen verständigt haben, in ihrer internationalen Kompatibilität sowie subnationaler Differenzierung zu untersuchen.

# Zugang zur Stromversorgung

Indien erzielt beim Zugang der Haushalte zur Stromversorgung substantielle Fortschritte. Der vierte National Health Survey (NFHS-4) (2015–2016) und seine fünfte Auflage (NFHS-5) (2019–2021) zeigen, dass die Zugangszahlen von 88,2 % im Zeitraum von 2015 bis 2016 auf 96,5 % zwischen 2019 und 2021 kontinuierlich zunahmen. Im Bundesstaat Goa lag der Anteil in diesem Zeitraum bei 100 %, gefolgt von Punjab mit 99,6 % und Haryana sowie Kerala mit 99,5 %.

Schlusslicht des Spektrums der 28 Bundesstaaten Indiens ist Uttar Pradesh. Der Bundesstaat ist einer von sieben (die sechs anderen sind Arunachal Pradesh, Assam, Bihar, Jharkhand, Meghalaya, Odisha), die in der Haushaltsversorgung mit Strom unter dem nationalen Durchschnitt liegen.

Unter den acht Unionsterritorien liegt der Haushaltszugang mit 99,9 % in Delhi am höchsten und mit 97,4 % in Andaman & Nicobar Islands am niedrigsten. In allen Unionsterritorien verfügen mehr Haushalte über einen Zugang zur Stromversorgung als der indienweite Durchschnitt.

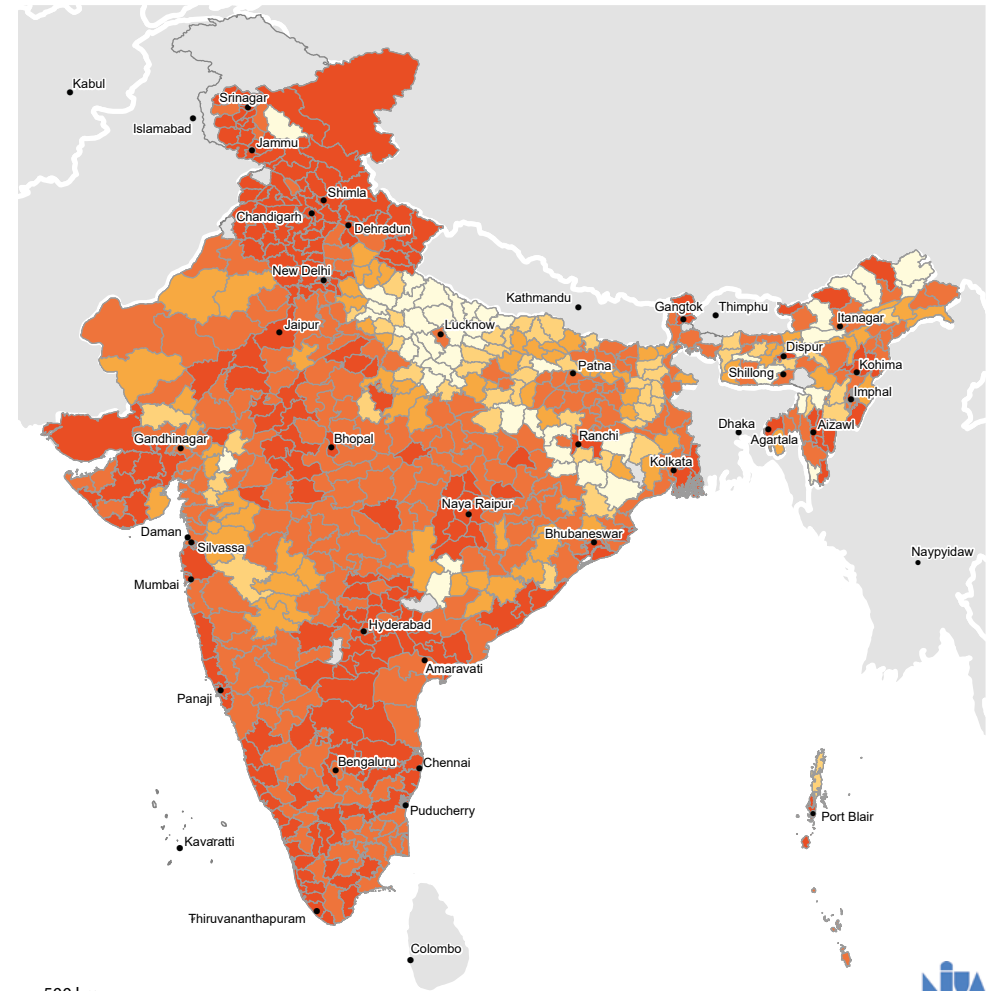
Von den 707 Distrikten des Landes, die am NFHS-5 teilnahmen, weisen 488 Distrikte einen überdurchschnittlichen und 291 einen unterdurchschnittlichen Anteil am Zugang der Haushalte zur Stromversorgung auf.

In 18 Distrikten liegt der Anteil bei 100 %. Diese befinden sich in Delhi, Goa, Haryana, Himachal Pradesh, Jammu & Kashmir, Kerala, Madhya Pradesh, Mizoram, Punjab und Telangana. Die Haushalte der meisten Distrikte in den Bundesstaaten Haryana, Jammu & Kashmir, Ladakh und Punjab sind zu (mehr als) 99 % an das Stromnetz angeschlossen.

In lediglich 13 Distrikten in ganz Indien verfügen weniger als 80 % aller Haushalte über einen Zugang zur Stromversorgung. Darunter ist der Prozentsatz in Sitapur im Bundesstaat Uttar Pradesh am niedrigsten. In diesem Bundesstaat sind in rund 20 Distrikten weniger als 90 % aller Haushalte an das Stromnetz angeschlossen. Bis auf zwei liegen alle Distrikte der Unionsterritorien über dem nationalen Durchschnittswert.

Abbildung 1.A

Anteil der Bevölkerung (Haushalte) in Indien mit Zugang zur Stromversorgung



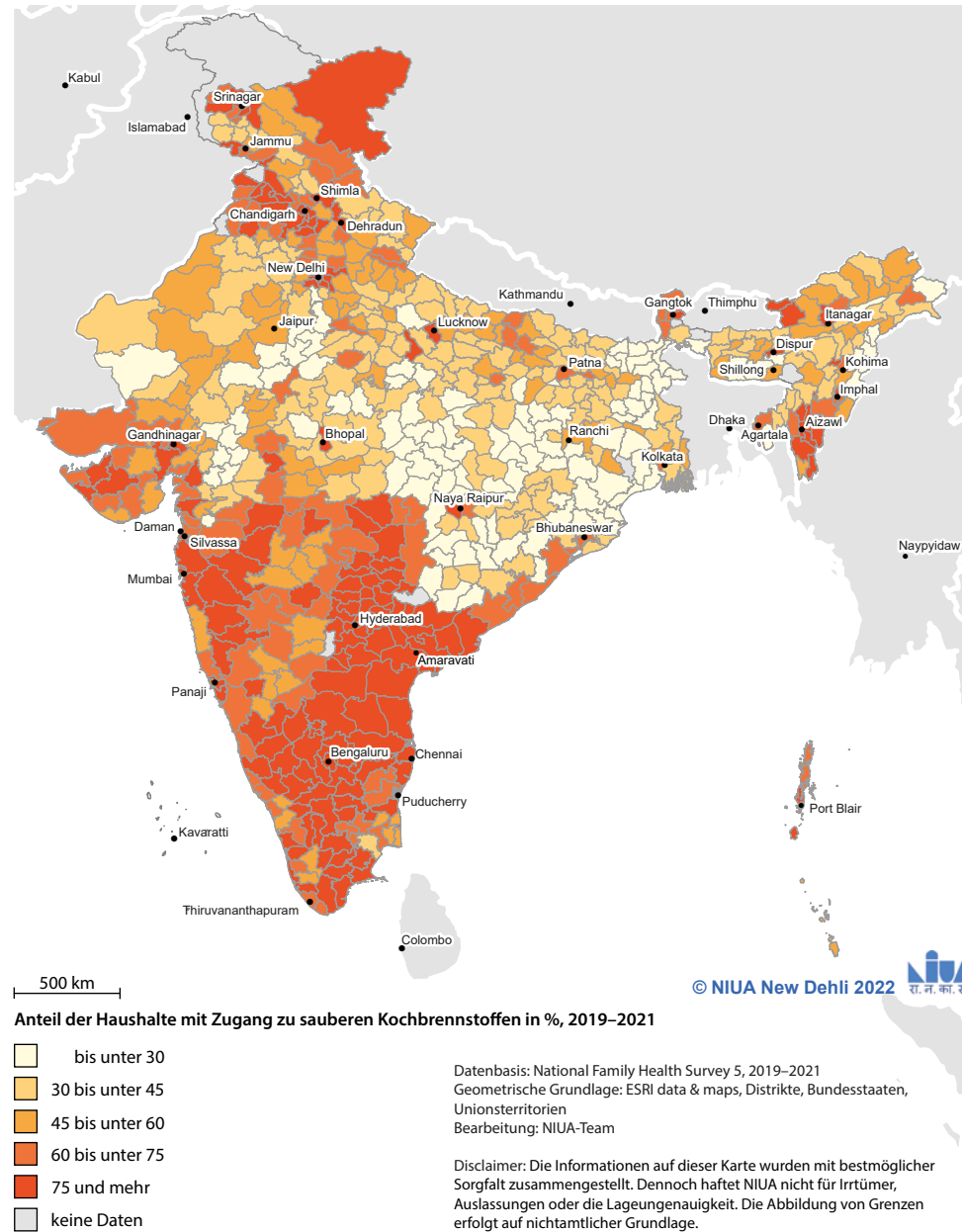
Anteil der Haushalte mit Zugang zur Stromversorgung in %, 2019–2021

- bis unter 90
- 90 bis unter 94
- 94 bis unter 96
- 96 bis unter 99
- 99 und mehr
- keine Daten

Datenbasis: National Family Health Survey 5, 2019–2021  
 Geometrische Grundlage: ESRI data & maps, Distrikte, Bundesstaaten, Unionsterritorien  
 Bearbeitung: NIUA-Team

Disclaimer: Die Informationen auf dieser Karte wurden mit bestmöglicher Sorgfalt zusammengestellt. Dennoch haftet NIUA nicht für Irrtümer, Auslassungen oder die Lagegenauigkeit. Die Abbildung von Grenzen erfolgt auf nichtamtlicher Grundlage.

Abbildung 2.A Anteil der Bevölkerung in Indien mit Zugang zu umweltverträglichen Energieträgern



BBSR-Analysen KOMPAKT 02/2023

In Röhren transportiertes Gas, Flüssiggas (Liquefied Petroleum Gas – LPG) bzw. in Flaschen abgefülltes Propangas und Strom gehören in Indien zu den sauberen Kochbrennstoffen, da diese Brennstoffe in Räumen keine Luftverunreinigungen verursachen. Sie sind im Zusammenhang mit SDG 7 für Indien von besonderer Bedeutung. NFHS-4 und NFHS-5 stellen hierfür Daten und Informationen zu Haushalten und ihrem Zugang zu verschiedenen Kochbrennstoffen bereit.

Gemäß der Surveys nimmt in Indien die Zahl der Haushalte zu, die saubere Kochbrennstoffe verwenden. Ihr Anteil wuchs von 43,8 % zwischen 2015 und 2016 auf 58,3 % zwischen 2019 und 2021. Von Bundesstaat zu Bundesstaat variieren diese Zahlen jedoch deutlich. So gehören Goa (96,5 %), Telangana (91,7 %) und Mizoram (83,6 %) zu den Bundesstaaten mit den höchsten Anteilen, während Chhattisgarh (32,7 %), Meghalaya (32,2 %) und Jharkhand (31,6 %) die Bundesstaaten mit den niedrigsten Anteilen sind.

Hinsichtlich der Zielvorgabe von SDG 7 ist die Situation in Indien unbefriedigend. Das betrifft insbesondere den Zeitraum von 2019 bis 2021. Lediglich in der Hälfte aller Bundesstaaten zeichnen sich die Haushalte durch ein überdurchschnittliches Nutzungsverhalten aus.

Im Gegensatz dazu liegen die Zahlen in allen Unionsterritorien über dem nationalen Durchschnitt. Hier liegt der Prozentsatz

der Haushalte, die saubere Kochbrennstoffe verwenden, mit 98,9 % in Delhi am höchsten und mit 58,8 % in Lakshadweep am niedrigsten.

In Bundesstaaten wie Andhra Pradesh, Karnataka, Kerala, Maharashtra, Manipur, Punjab, Sikkim und Tamil Nadu liegen die Sätze zwischen 70 % und 86 %. In Arunachal Pradesh, Gujarat, Haryana, Himachal Pradesh und Uttarakhand zwischen 50 % und unter 70 %. In sieben Bundesstaaten, Assam, Madhya Pradesh, Nagaland, Rajasthan, Tripura, Uttar Pradesh und West Bengal, reicht die Spannweite von 40 bis unter 50 %.

Die Bandbreite auf Distriktebene ist vergleichbar mit der bundesstaatlichen Ebene. In 257 der 707 Distrikte aller Bundesstaaten und in 35 Distrikten der Unionsterritorien, die sich am NFHS-5 beteiligten, liegen die Prozentsätze über dem nationalen Durchschnitt.

Unter den Distrikten aller Bundesstaaten nimmt Hyderabad in Telangana mit 99,3 % den ersten und West Khasi Hills in Meghalaya mit 8,6 % den letzten Platz ein. Unter den Distrikten der Unionsterritorien reicht die Spannweite von 34,6 % in Reasi (Jammu & Kashmir) bis fast 100 % in Shahdara und North West (Delhi).

Unter allen 707 Distrikten setzen nur in 61 Distrikten 90 % aller Haushalte saubere Kochbrennstoffe ein. In 352 Distrikten sind es weniger als 50 %.

Als Unterzeichnerstaat des Pariser Klimaabkommens verpflichtet sich Indien dazu, den Anteil erneuerbarer Energie an der Stromerzeugung zu erhöhen. Dazu setzt das Land eine Reihe von großflächigen Projekten um und unterstützt grüne Energie.

Bislang liegt der Fokus in der Stromerzeugung auf Solar-, Wind und Wasserkraft. Im Jahr 2020 wurden 144 Terawatt-Stunden (TWh) Strom aus erneuerbaren Energiequellen gewonnen. Die Pro-Kopf-Erzeugung erneuerbarer Energie betrug dabei 107,4 Gigawatt-Stunden (GWh) je 1 Million Einwohner.

Insgesamt steigerte Indien seine Leistung zur Erzeugung von Strom aus nichterneuerbarer Energie zwischen 2014 und 2020 um 250 % (vgl. Government of India 2022a).

Die Zusammensetzung der Energiequellen variiert regional erheblich. Die meisten

Bundesstaaten im Süden Indiens bauen auf ihr natürliches Potential an Solarkraft.

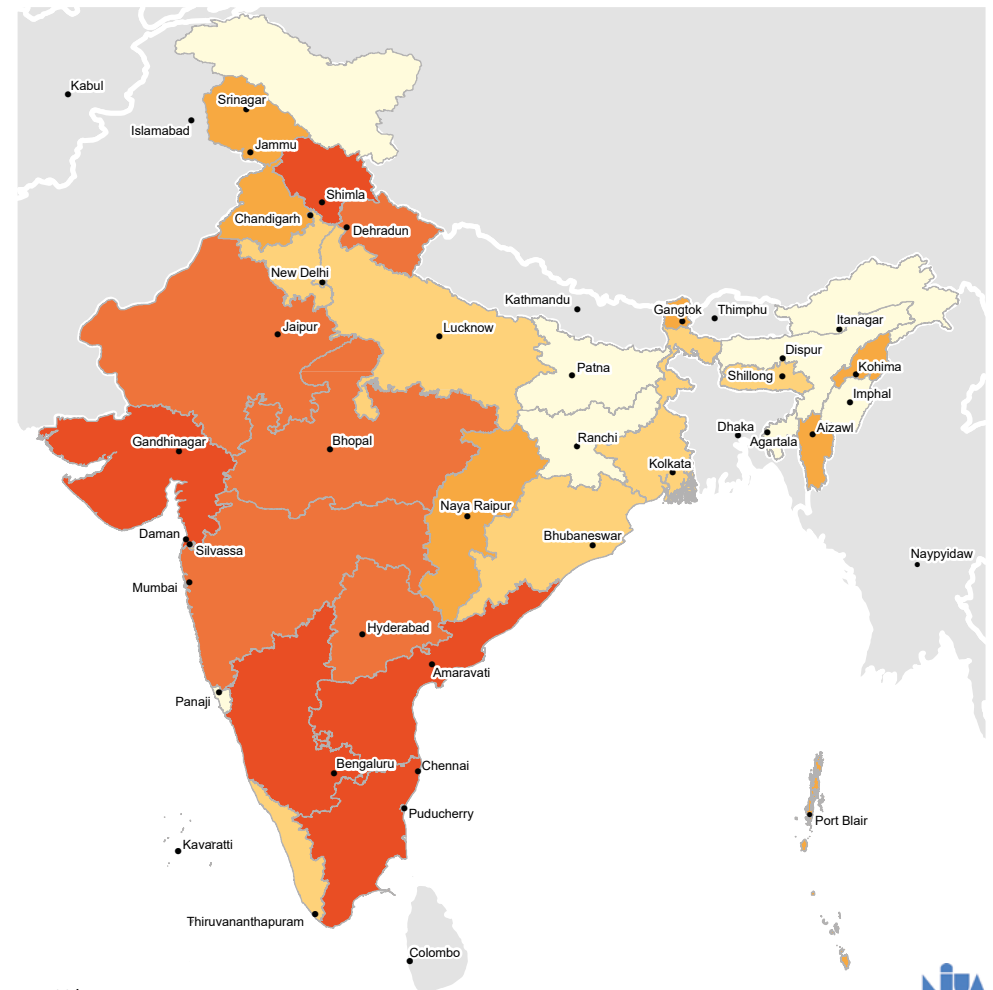
Lediglich neun Bundesstaaten, Andhra Pradesh, Gujarat, Himachal Pradesh, Karnataka, Maharashtra, Rajasthan, Tamil Nadu, Telangana und Uttarakhand, liegen über dem nationalen Durchschnitt der pro Kopf erzeugten Menge Energie aus erneuerbaren Quellen. Zugleich generieren sie auch die größten Mengen erneuerbarer Energie.

Den höchsten Wert verzeichnet Karnataka (392,2 GWh je 1 Million Einwohner), gefolgt von Himachal Pradesh (295,6 GWh), Tamil Nadu (287,9 GWh), Gujarat (279,7 GWh), Andhra Pradesh (267,4 GWh), Rajasthan (188,1 GWh) und Telangana (183,3 GWh, jeweils pro 1 Million Einwohner).

Dieses Thema sollte in seinen städtischen und räumlichen Auswirkungen noch stärker in den Blick genommen werden.

Abbildung 3.A

Pro-Kopf-Erzeugung erneuerbarer Energie in Indien



Jährliche Erzeugung erneuerbarer Energie in GWh je 1 Mio. Einwohner, 2019–2021

- bis unter 10
- 10 bis unter 30
- 30 bis unter 100
- 100 bis unter 200
- 200 und mehr
- keine Daten

Datenbasis: National Family Health Survey 5, 2019–2021  
 Geometrische Grundlage: ESRI data & maps, Distrikte, Bundesstaaten, Unionsterritorien  
 Bearbeitung: NIUA-Team

Disclaimer: Die Informationen auf dieser Karte wurden mit bestmöglicher Sorgfalt zusammengestellt. Dennoch haftet NIUA nicht für Irrtümer, Auslassungen oder die Lagegenauigkeit. Die Abbildung von Grenzen erfolgt auf nichtamtlicher Grundlage.

In Deutschland trat das Erneuerbare-Energiengesetz (EEG) im Jahr 2000 in Kraft und löste das Stromeinspeisungsgesetz (StrEG) von 1991 ab. Netzbetreiber sind verpflichtet, die Einspeisung erneuerbarer Energie zu priorisieren. Zahlreiche Novellierungen des EEG führten in den vergangenen Jahren dazu, dass die Zielvorgaben kontinuierlich angehoben wurden – von 65 % in 2030 auf 100 % in 2050.

Zwischen den Bundesländern gibt es große Unterschiede in der Art und Menge der Energieerzeugung. Die Stadtstaaten Berlin, Bremen und Hamburg produzieren nur verhältnismäßig geringe Mengen Strom. Der nationale Durchschnitt bei der Erzeugung von Strom aus erneuerbaren Energiequellen liegt bei 2.740 GWh pro 1 Million Einwohner.

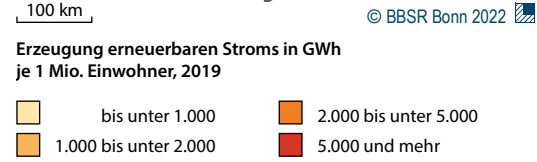
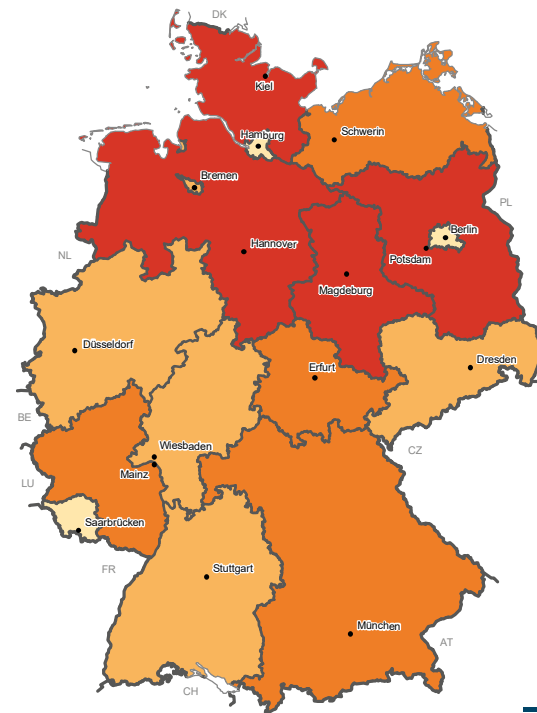
Dabei erzeugen Bundesländer in Norddeutschland den höchsten Pro-Kopf-Anteil, in den meisten Fällen durch Windkraft. In süddeutschen Bundesländern dominiert die Stromerzeugung mithilfe von Photovoltaikanlagen.

In Nordrhein-Westfalen, im Saarland und in Sachsen werden hingegen immer noch große Mengen Stroms aus konventionellen, nicht-erneuerbaren Quellen gewonnen.

Daten und Informationen zur Stromerzeugung durch Kommunen und Kreise auf lokaler Ebene liegen nicht vor.

Gemessen am Anteil der Pro-Kopf-Erzeugung von Strom aus erneuerbaren

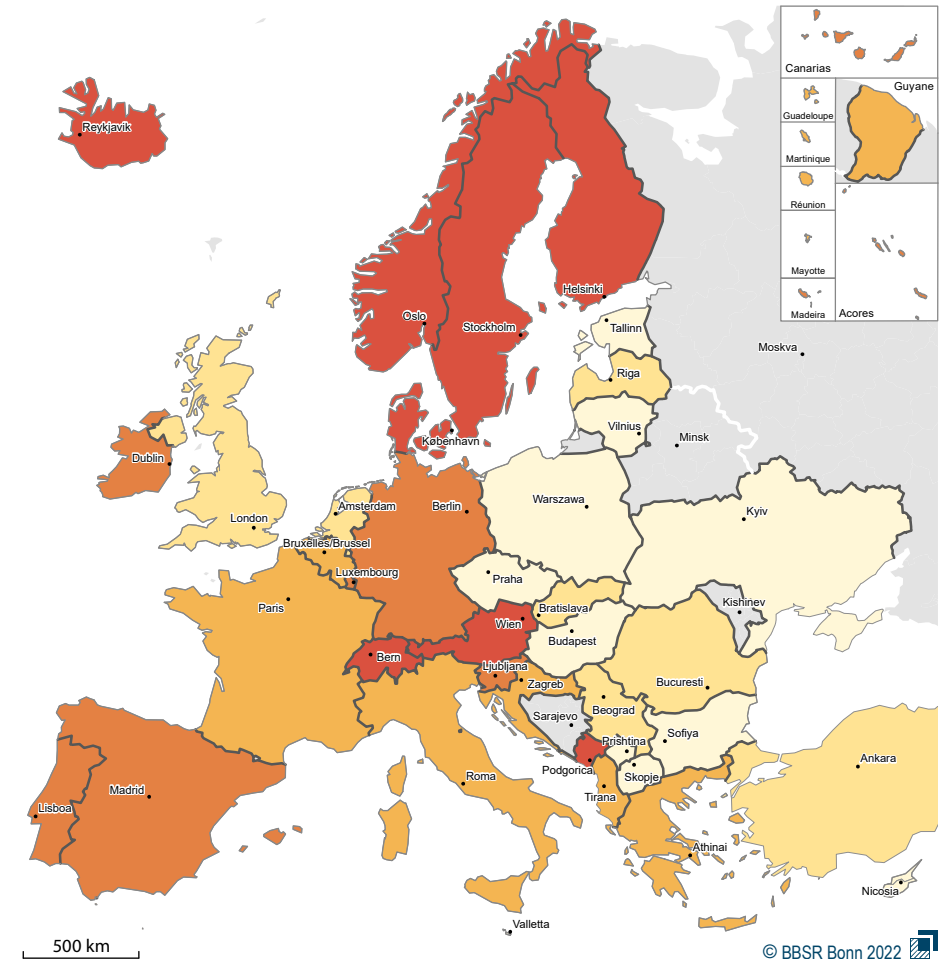
Abbildung 3.B Pro-Kopf-Erzeugung erneuerbarer Energie in Deutschland



Datenbasis: Laufende Raumbeobachtung des BBSR  
 Datengrundlagen: Umweltökonomische Gesamtrechnung des Bundes und der Länder  
 Geometrische Grundlagen: VG5000 (Länder), 31.12.2020 © GeoBasis-DE/BKG  
 Bearbeitung: A. Milbert

Energiequellen befindet sich Deutschland im europäischen Vergleich in der Spitzengruppe. Führend sind die Nordischen Staaten und die Alpenländer, in denen erneuerbare Energie hauptsächlich aus

Abbildung 3.C



Pro-Kopf-Erzeugung erneuerbarer Energie in Europa

Wasserkraft und Geothermie gewonnen wird. Island und Norwegen liegen mit 52.520 sowie 28.231 GWh je 1 Million

Einwohner am vorderen Ende der Skala, Malta und Ungarn mit 460 bzw. 354 GWh am hinteren Ende.

Datenbasis: Laufende Raumbeobachtung Europa  
 Datengrundlagen: Eurostat  
 Geometrische Grundlagen: GfK GeoMarketing, NUTS-0-Regionen  
 Bearbeitung: L. Kiel



# Installation dezentraler erneuerbarer Energiesysteme

Der Übergang zu einer sauberen Energieerzeugung stellt eine große wirtschaftliche Herausforderung dar. Aufgrund seiner Geographie ist Indien besonders prädestiniert für seine Spitzenposition in der Nutzung erneuerbarer Energie zur Deckung seines Energiebedarfs bei gleichzeitig wachsender Wirtschaft. Dabei muss Indien seine Bevölkerung einbinden und entsprechende Umsetzungsprogramme auf den Weg bringen, um Bezahlbarkeit, Sicherheit und Nachhaltigkeit in Einklang zu bringen.

Zusätzlich zum Pariser Klimaabkommen hat sich Indien daher verpflichtet, bis 2070 ein Nullemissionsland zu werden und etwa die Hälfte seines Energiebedarfs aus erneuerbaren Energiequellen zu decken. Vor dem Hintergrund seiner Bevölkerungszahl und rasant wachsenden Wirtschaft ist anzunehmen, dass auch der Energiebedarf des Landes weiterhin stark zunehmen wird.

Der Energiemix Indiens hat sich von konventionellen hin zu erneuerbaren Energiequellen entwickelt. Mit Blick auf dezentrale erneuerbare Energiesysteme hat sich die Situation in Indien in den letzten Jahren erheblich verbessert. Trotz einiger Rückschläge nahm die Installationsleistung dezentraler Energiegewinnungsanlagen von 2020 bis 2021 um 8,5 % zu, während die Nutzung von Geothermie in diesem Zeitraum um lediglich 1,8 %

zunahm. Nach Berechnungen des Ministry of Statistics and Programme Implementation of the Government of India konnte die Installation solarbasierter Street Lightening Systems (SLSs) um 16 % in 2022 gesteigert werden und die von Solar Photovoltaic Plants (SPVs) um 12 % (vgl. Government of India 2022b).

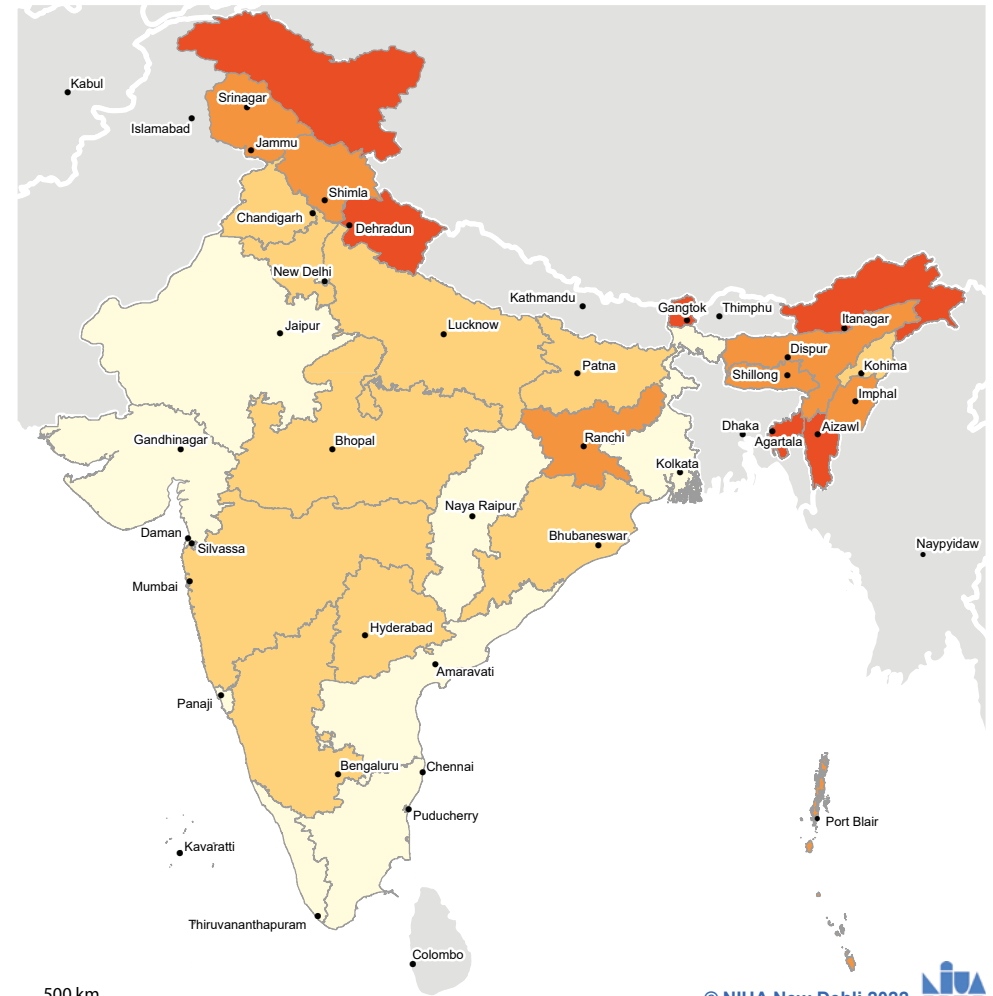
Die United Nations Economic and Social Commission for Asia and the Pacific (UN ESCAP) definiert eine dezentrale Energiegewinnungsanlage als solche, die sich näher am Konsumierenden befindet (vgl. UN ESCAP 2012). Sie ermöglicht eine bessere Nutzung erneuerbarer Energie. Zudem koppelt sie Strom- und Wärmeerzeugung optimal, reduziert den Einsatz fossiler Brennstoffe und verbessert die Ökobilanz insgesamt. Aufgrund des Rückgangs von Installationskosten und verbesserter Leistungen entwickelt sich die Installation dezentraler erneuerbarer Energiesysteme zu einem wichtigen Zukunftsmarkt – insbesondere in Entwicklungsländern (vgl. IRENA 2013).

Kumar Chaurasiya, Warudkar und Ahmed (2019) veröffentlichten dazu entsprechende Windpotentialstudien. Deshmukh, Wu, Callaway und Phadke (2019) analysieren in einem Artikel die raumrelevanten Aspekte von Windenergie.

Dennoch gibt es große Unterschiede zwischen den Bundestaaten. Während im Nordosten

Abbildung 4.A

Installation dezentraler erneuerbarer Energiesysteme in Indien



Anzahl der installierten dezentralen Energiesysteme je 1.000 Einwohner, 2020

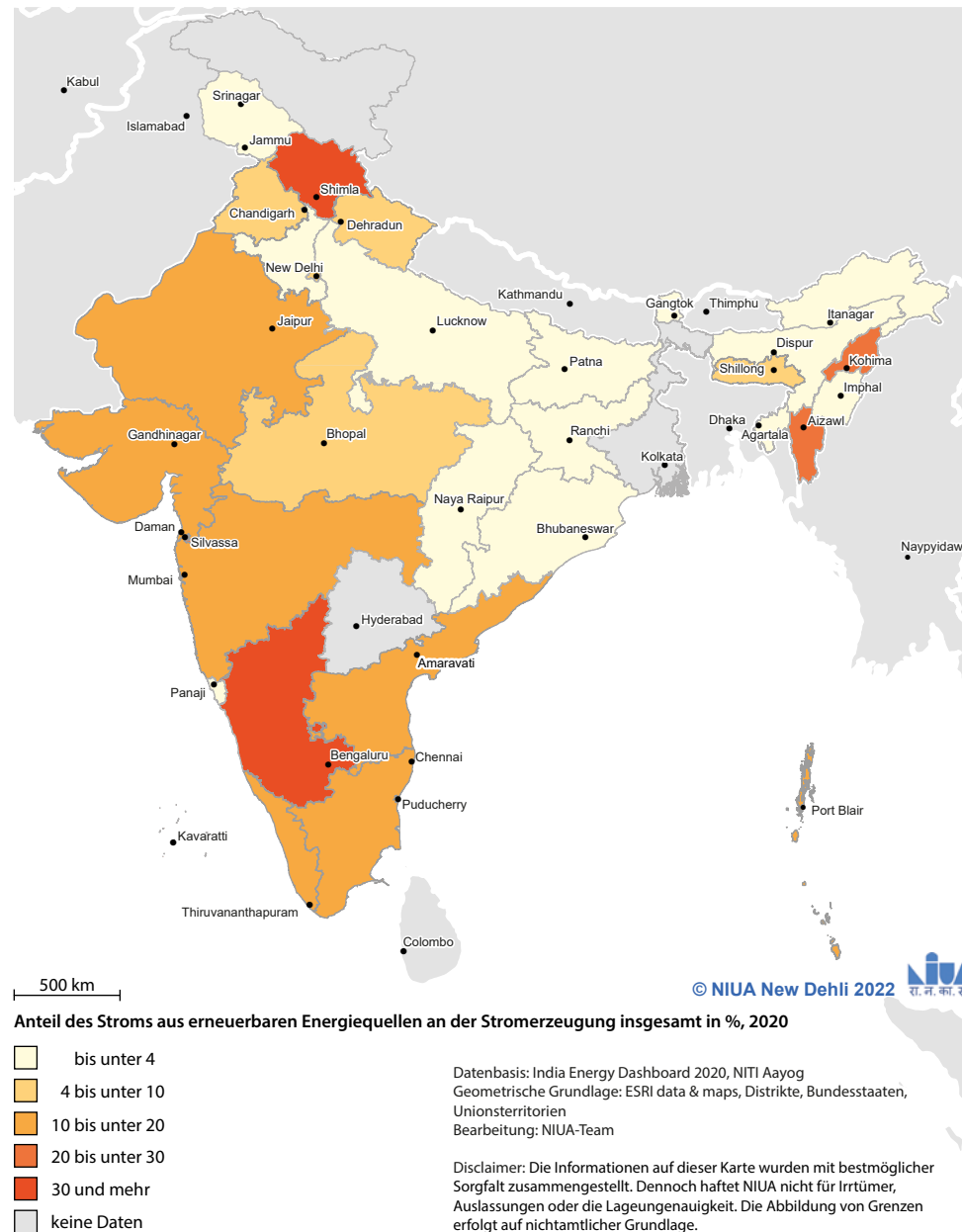
- bis unter 8
- 8 bis unter 16
- 16 bis unter 32
- 32 und mehr
- keine Daten

Datenbasis: Energy Statistics India 2020  
 Ministry of New and Renewable Energy  
 Ministry of Health and Family Welfare  
 Geometrische Grundlage: ESRI data & maps, Distrikte, Bundesstaaten, Unionsterritorien  
 Bearbeitung: NIUA-Team

Disclaimer: Die Informationen auf dieser Karte wurden mit bestmöglicher Sorgfalt zusammengestellt. Dennoch haftet NIUA nicht für Irrtümer, Auslassungen oder die Lagegenauigkeit. Die Abbildung von Grenzen erfolgt auf nichtamtlicher Grundlage.

Abbildung 5.A

Strom aus erneuerbaren Energiequellen in Indien



BBSR-Analysen KOMPAKT 02/2023

Indiens, zum Beispiel in Arunachal Pradesh und Mizoram, bislang 117 bzw. 112 solcher Anlagen pro 1.000 Einwohner installiert wurden, sind in anderen Bundesstaaten und Unionsterritorien wie Chhattisgarh, Delhi und West Bengal weniger als fünf solcher Anlagen in Betrieb.

Die große Zahl in den nordöstlichen Bundesstaaten setzt sich hauptsächlich aus SPVs – Straßenlaternen, Hausbeleuchtung, Solarlampen und Kleinanlagen – zusammen. Größere Bundesstaaten wie Gujarat, Kerala und Rajasthan weisen immer noch recht niedrige Installationszahlen dezentraler erneuerbarer Energiesysteme pro 1.000 Einwohner auf.

Indien verpflichtet sich in Form einer Nationally Determined Contribution dazu, bis 2030 50 % seines Energieverbrauchs aus nicht-fossilen Quellen zu gewinnen. Die von NITI Aayog (2020) bereitgestellten India Energy Dashboards stellen entsprechende Energiestatistiken zusammen. Die Daten und die entsprechende Karte stellen die Stromerzeugung dar, obwohl dieses Unterziel von SDG 7 den Energieverbrauch thematisiert und die Daten landesweit nur lückenhaft vorliegen.

2020 basierten 73,9 % der gesamten Stromerzeugung auf Kohle. Die übrigen 26,1 % setzen sich aus Wasserkraft aus Großanlagen (9,6 %), Naturgasvorkommen (4,8 %) und

Atomkraft (2,9 %) sowie zu lediglich 8,8 % aus erneuerbaren Energiequellen zusammen (vgl. NITI Aayog 2020). Letztere schließt Solar- und Windkraft, Biomasse, Abfallbehandlung und Wasserkraft aus Kleinanlagen ein.

Die Anteile erneuerbarer Energie an der gesamten Stromerzeugung sind in allen Bundesstaaten und Bundesterritorien unterschiedlich. In 15 Bundesstaaten und Unionsterritorien stammt bislang ein größerer Anteil des Stroms aus erneuerbaren Energiequellen. Dabei erreicht Lakshadweep die Marke von 100 %. Auf den nachfolgenden Rängen befinden sich Daman & Diu (97,8 %) und Chandigarh (88,7 %) als weitere Unionsterritorien. Bei den Bundesstaaten liegen die höchsten Prozentsätze in Himachal Pradesh (41,5 %), Karnataka (36,2 %), Nagaland (28,6 %) und Mizoram (21,8 %). In Rajasthan werden 17,4 % der gesamten Stromerzeugung aus erneuerbarer Energie gewonnen.

Am anderen Ende des Spektrums befinden sich Goa, Arunachal Pradesh, Jharkhand, Sikkim, Tripura, Chhattisgarh, Bihar, Odisha und Manipur (0 bis maximal 1,1 %). Im Vergleich zum genutzten Strom ist die Energiegewinnung aus erneuerbaren Quellen in diesen Regionen aktuell nahezu bedeutungslos. Das vorhandene Potential gilt es demnach zu nutzen: Bis auf Bihar weisen diese Bundesstaaten große Wasservorkommen aus.

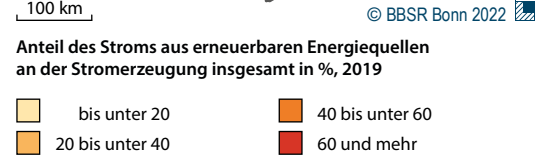
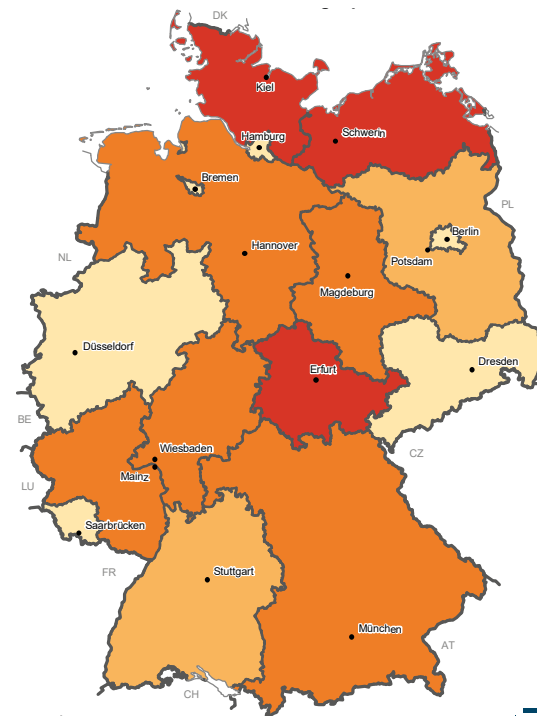
2021 stammen in Deutschland ungefähr 20 % der Gesamtenergieerzeugung aus erneuerbaren Energiequellen. Bei der Wärmeversorgung privater Haushalte beträgt der Anteil 16 %, beim Stromverbrauch 41 %. Bei der Stromerzeugung liegt der Anteil bereits bei 51 % und übersteigt somit die Erzeugung aus fossilen Quellen (vgl. BDEW 2022).

Bundesländer mit einem höheren Anteil der Stromerzeugung aus erneuerbarer Energie weisen auch beim Stromverbrauch einen höheren Anteil aus erneuerbarer Energie auf. Auch hier sind die nördlichen Bundesländer führend. In Mecklenburg-Vorpommern beruhten bereits 2019 80 % der Stromerzeugung und knapp 42 % des Stromverbrauchs auf erneuerbaren Energiequellen (vgl. Statistische Ämter des Bundes und der Bundesländer; eigene Berechnungen; siehe Abbildung 5.B).

Ein direkter, regionaler Vergleich der Situation in Deutschland, Europa und Indien ist auf der Grundlage von Daten und Informationen zur Erzeugung von Strom aus erneuerbaren Energiequellen möglich.

In Europa stammen 39 % des erzeugten Stroms aus erneuerbaren Quellen. Einige Staaten wie Island (99 %) und die Nordischen Länder sowie Österreich nutzen dazu hauptsächlich Wasserkraft. Spanien und Deutschland liegen laut EUROSTAT-Daten von 2020 mit jeweils 45 % über dem europäischen Durchschnitt. Die Niederlande und Belgien mit jeweils 27 % sowie Frankreich mit 24 % liegen darunter.

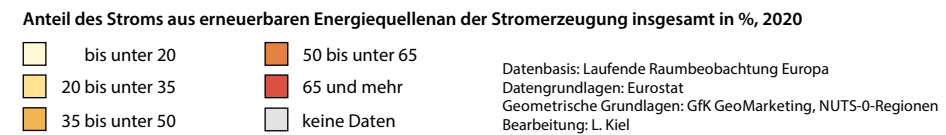
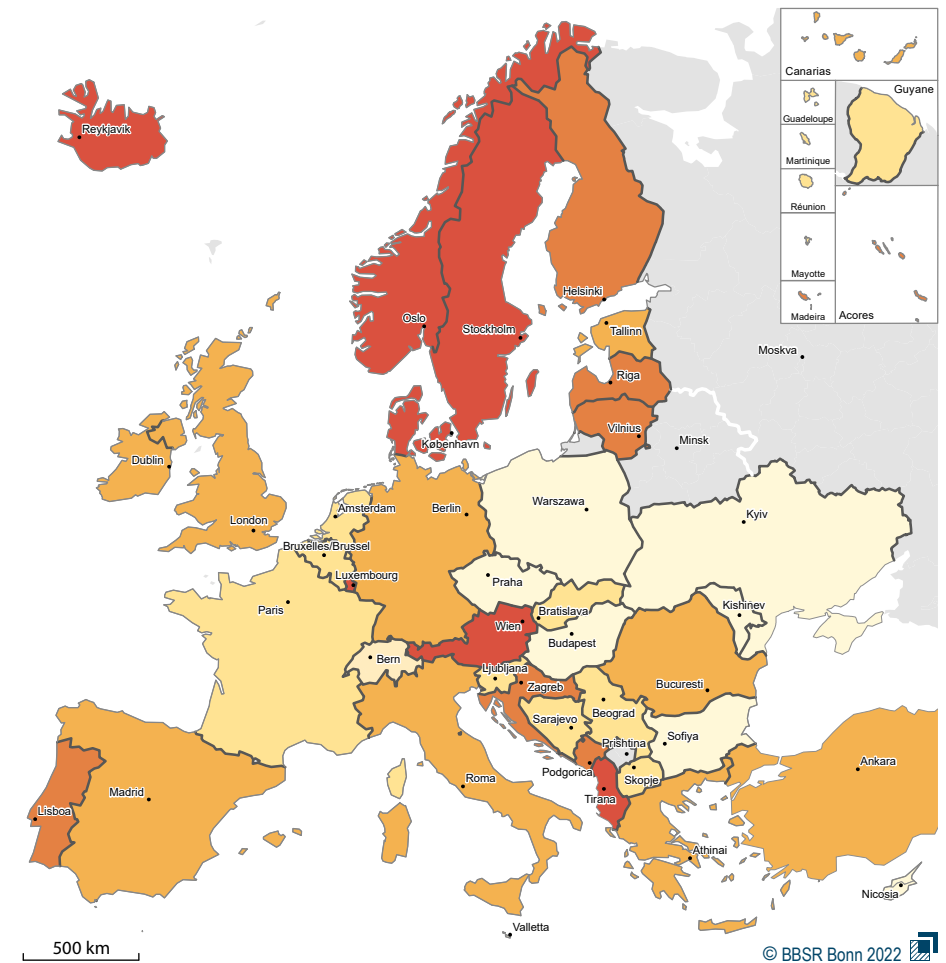
Abbildung 5.B Strom aus erneuerbaren Energiequellen in Deutschland



Datenbasis: Laufende Raumbewertung des BBSR  
 Datengrundlagen: Umweltökonomische Gesamtrechnung des Bundes und der Länder  
 Geometrische Grundlagen: VG5000 (Länder), 31.12.2020 © GeoBasis-DE/BKG  
 Bearbeitung: A. Milbert

Mit Blick auf den gesamten Endenergieverbrauch befindet sich Deutschland mit einem Anteil erneuerbarer Energie von 20 % unter dem EU-27-Durchschnitt von 23 %. Mit Blick auf den Stromverbrauch liegt der Durchschnitt der 27 Mitgliedstaaten beim Anteil

Abbildung 5.C



Datenbasis: Laufende Raumbewertung Europa  
 Datengrundlagen: Eurostat  
 Geometrische Grundlagen: GfK GeoMarketing, NUTS-0-Regionen  
 Bearbeitung: L. Kiel

der erneuerbaren Energie bei 37 % und damit unterhalb des deutschen Werts (41 %). Österreich und Schweden führen die Liste mit 78 %

bzw. 74 % an, wohingegen Ungarn und Malta sich mit 12 % bzw. 9 % am anderen Ende der Skala befinden.

# Energieintensität

Aufgrund fehlender Daten auf Distriktebene kann die Energieintensität in Indien, gemessen als Relation von Energieerzeugung zum Staatsinlandsprodukt (SIP), nur annäherungsweise bestimmt werden. Während hohe Energieerzeugungslevel in der Regel auch hohe Preise und Kosten der Transformation mit Bezug zum SIP bedeuten, stehen niedrige Level für geringe Preise und Kosten. Ein niedriger Energielevel steht als Näherungswert stellvertretend für die Verbesserung der Effizienz im Energiegebrauch.

Indien produziert im Durchschnitt 8,1 GWh Strom pro SIP-Einheit. In 13 Bundesstaaten liegt dieser Wert über dem nationalen Durchschnitt. Darunter befinden sich Andhra Pradesh, Arunachal Pradesh, Chhattisgarh, Gujarat, Jammu & Kashmir, Jharkhand, Madhya Pradesh, Odisha, Rajasthan, Sikkim, Tripura, Uttar Pradesh und West Bengal.

Chhattisgarh verzeichnet mit 48,9 GWh den höchsten Wert pro SIP-Einheit. In Bundesstaaten wie Assam und Mizoram wird dagegen nur 1 GWh generiert, in anderen wie Delhi, Kerala, Nagaland und Manipur liegt der Wert zwischen 1 und 2 GWh.

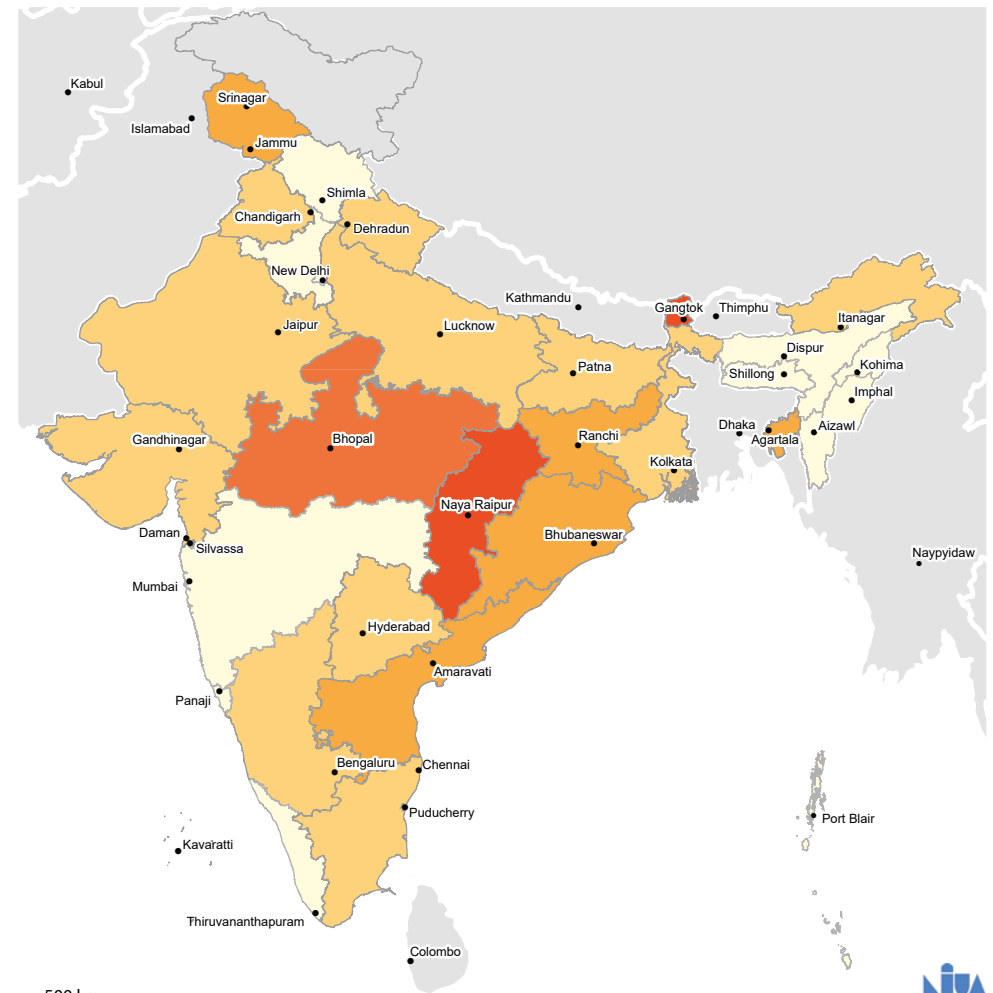
In Haryana, Himachal Pradesh, Meghalaya und Maharashtra beträgt die Spannweite 3 bis 5 GWh, in Bihar, Karnataka, Punjab, Tamil Nadu, Telangana und Uttarakhand 5 bis 8 GWh.

Überdurchschnittliche Werte von bis zu 10 GWh werden in Arunachal Pradesh, Gujarat, Rajasthan, Uttar Pradesh und West Bengal erzeugt.

Darüber liegen die Bundesstaaten Andhra Pradesh, Jammu & Kashmir, Jharkhand, Madhya Pradesh, Odisha und Tripura, die bis zu 21 GWh produzieren.

Abbildung 6.A

Energieintensität in Indien



500 km

© NIUA New Delhi 2022

Bruttojahresstromerzeugung in GWh je Einheit des Staatsinlandsprodukts (SIP, in Euro), 2020

- bis unter 5
- 5 bis unter 10
- 10 bis unter 15
- 15 bis unter 20
- 20 und mehr
- keine Daten

Datenbasis: India Energy Dashboard 2020, NITI Aayog  
 Geometrische Grundlage: ESRI data & maps, Distrikte, Bundesstaaten, Unionsterritorien  
 Bearbeitung: NIUA-Team

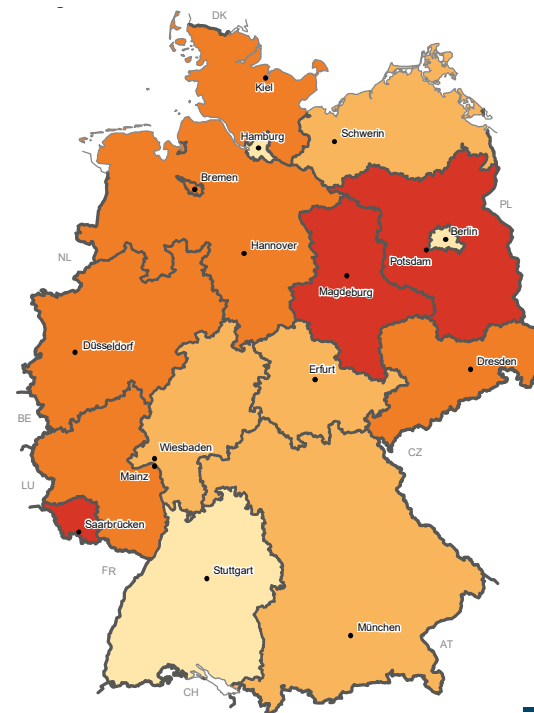
Disclaimer: Die Informationen auf dieser Karte wurden mit bestmöglicher Sorgfalt zusammengestellt. Dennoch haftet NIUA nicht für Irrtümer, Auslassungen oder die Lageungenauigkeit. Die Abbildung von Grenzen erfolgt auf nichtamtlicher Grundlage.

In der Umweltökonomischen Gesamtrechnung wird die Energieproduktivität – das erwirtschaftete Bruttoinlandsprodukt je eingesetzter Einheit Primärenergie – verwendet (vgl. Destatis o. J.). Der Begriff „Energieintensität“ als zentrales Element von SDG 7.3.1 kehrt dieses Verhältnis um und quantifiziert den Energieverbrauch pro BIP-Einheit (in Deutschland darüber hinaus mit der Bezugsgröße eine Million Euro). Dabei wird impliziert, dass eine Regionalwirtschaft umso nachhaltiger ist, je weniger Energie zur Erzeugung von Wohlstand aufgebracht wird.

In Deutschland sind Haushalte für 29 % des Energieverbrauchs verantwortlich, die Industrie sowie der Transportsektor für je 28 % und der Dienstleistungssektor für etwa 15 %. Die Unterschiede in der Energieintensität begründen sich primär aus großen regionalen Diskrepanzen des BIP, insbesondere zwischen Ost- und Westdeutschland. Dies begründet sich durch fehlende große Unternehmen und Firmenzentralen, einen geringeren Anteil an Industriebetrieben und infolgedessen unternehmerorientierter Dienstleistungen sowie in vielen Branchen niedrigeren Durchschnittsgehalten in Ostdeutschland. Die Unterschiede erklären sich darüber hinaus durch die unterschiedlichen Branchenstrukturen in den Bundesländern. Damit die Verteilung energieintensiver Industrien gemeint, wie zum Beispiel Bergbau, Gewinnung von Steinen und Erden, Metallverarbeitung und Herstellung chemischer Erzeugnisse (vgl. BMWi 2020).

Abbildung 6.B

Energieintensität in Deutschland



Primärenergieverbrauch in GWh je 1 Mio. Euro Bruttoinlandsprodukt (BIP), 2019

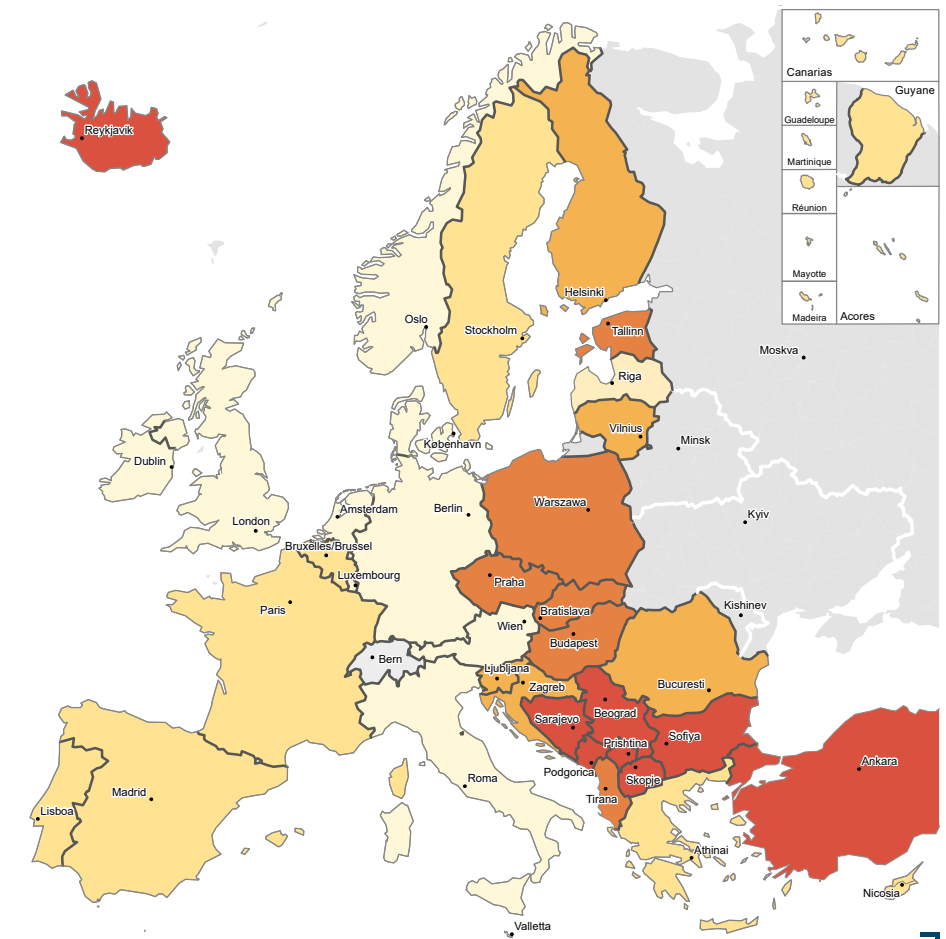
- bis unter 0,8
- 0,8 bis unter 1,2
- 1,2 bis unter 1,6
- 1,6 und mehr

Datenbasis: Laufende Raumbewachung des BBSR  
 Datengrundlagen: Umweltökonomische Gesamtrechnung des Bundes und der Länder  
 Geometrische Grundlagen: VG5000 (Länder), 31.12.2020 © GeoBasis-DE/BKG  
 Bearbeitung: A. Milbert

Die Analyse des Verhältnisses von Energieverbrauch zu BIP in Europa teilt den Kontinent in drei Teile: Länder im Osten weisen die höchsten Energieverbrauchswerte in Beziehung zu ihrer wirtschaftlichen Leistung

Abbildung 6.C

Energieintensität in Europa



Primärenergieverbrauch in GWh je 1 Mio. Euro Bruttoinlandsprodukt (BIP), 2020 (UK: 2019)

- bis unter 1,0
- 1,0 bis unter 1,4
- 1,4 bis unter 1,8
- 1,8 bis unter 2,2
- 2,2 und mehr
- keine Daten

Datenbasis: Laufende Raumbewachung Europa  
 Datengrundlagen: Eurostat  
 Geometrische Grundlagen: GfK GeoMarketing, NUTS-0-Regionen  
 Bearbeitung: L. Kiel

auf. Westliche Länder wie Frankreich und Spanien und in Nordeuropa bilden den zweiten Teil. Deutschland, Italien, Norwegen

und das Vereinigte Königreich sind Bestandteil der dritten Gruppe, die die geringsten Verhältniswerte aufweist.

# Installierte Leistung des Stroms aus erneuerbaren Energiequellen

Indiens Anstrengungen mit Blick auf den Klimaschutz und die Anpassung an den Klimawandel werden zukünftig nicht nur das eigene Land mit seinen derzeit 1,3 Milliarden Menschen verändern, sondern auch Auswirkungen auf den gesamten Planeten haben. Es wurden bereits einige Projekte umgesetzt, die die installierte Leistung von Strom aus erneuerbaren Energiequellen steigern konnten. Es bleibt jedoch abzuwarten, ob die Potentiale des Landes in diesem Bereich auch tatsächlich im Alltag genutzt werden. Ziel ist es, auf diese Weise bis Ende 2022 175 GWh und bis 2030 500 GWh Strom zu erzeugen (vgl. Government of India 2022b). Dies wäre die weltweit umfangreichste Umstellung auf erneuerbare Energien. Das Ministry of Statistics and Programme Implementation of the Government of India stellt dazu aggregierte Daten auf bundesstaatlicher Ebene bereit.

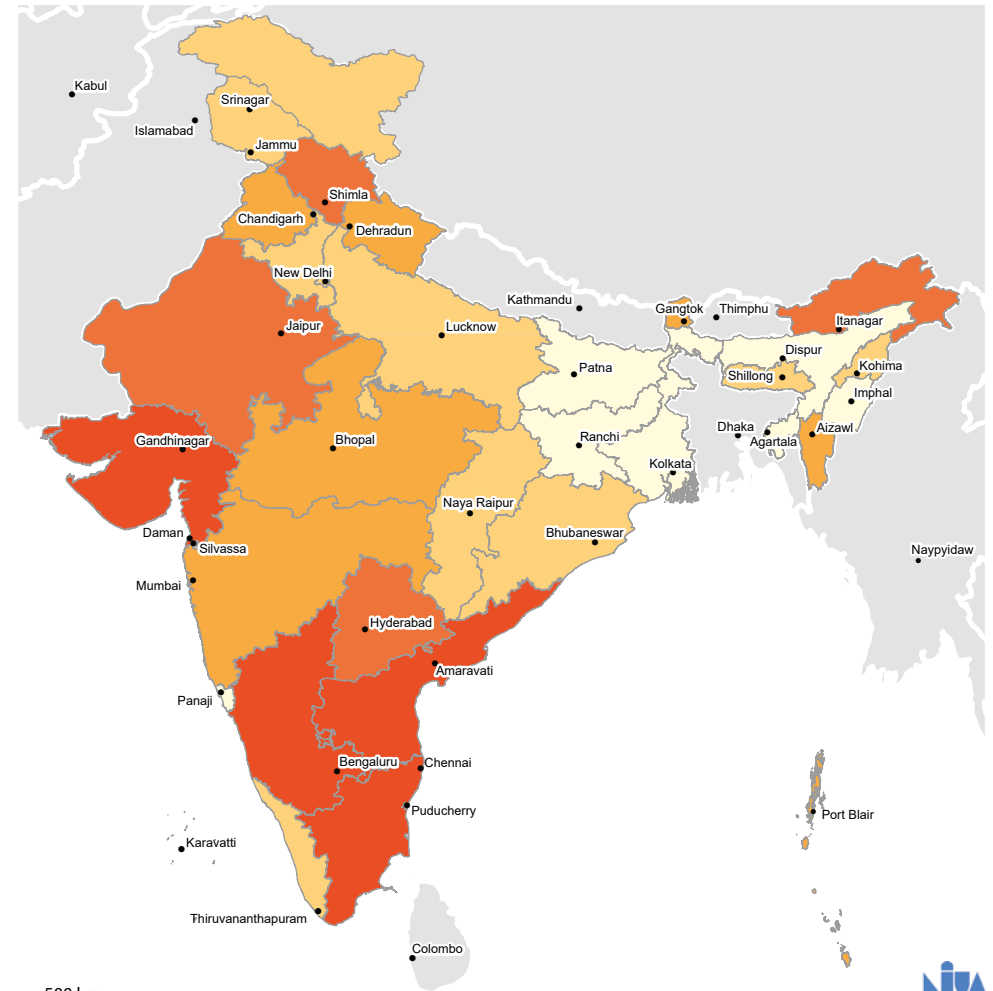
Die geographische Verteilung der installierten Leistung im Jahr 2020 verdeutlicht, dass Bundesstaaten im Westen Indiens den größten Anteil (35 %) aufweisen. Ihnen folgen Bundesstaaten im Süden (28 %) und im Norden Indiens (25 %). Bundesstaaten im nördlichen Teil des Landes weisen zudem den größten Anteil an genutzter Wasserkraft auf. In Karnataka befindet sich die bislang umfangreichste installierte Leistung wasserkraftgebundenen Stroms (3,59 Gwh je 1 Million Einwohner). Andere erneuerbare Energiequellen ergeben

insgesamt 15,46 GWh. Des Weiteren sind in dieser Region auch die größten installierten erneuerbaren Energienetzpunkte (15,23 MWh) vorhanden, gefolgt von Tamil Nadu (14,35 MWh). In beiden Fällen wird hauptsächlich auf Solar- und Windenergie gesetzt. In Andhra Pradesh, Gujarat, Himachal Pradesh, Rajasthan und Telangana wird in Summe die Marke von 100 MWh überschritten. Telangana verzeichnet unter allen Bundesstaaten mit 9 % die höchste Zuwachsrate installierter Leistungen.

Rückblickend war Indien in den vergangenen acht Jahren unter allen größeren Ökonomien Zeuge der am schnellsten zunehmenden, installierten Leistung erneuerbarer Energie (einschließlich Wasserkraft). Die Entwicklung vollzog sich mit einer allgemeinen Wachstumsrate von 1,97 und einer Rate von 18 in Bezug auf Solarenergie. Um diese Zuwachsraten zu halten, den effizienten Umbau von nicht-erneuerbarer zu erneuerbarer Energie weiterzuverfolgen und den Energiebedarf des Landes zu decken, müssen einige Herausforderungen gemeistert werden: möglicherweise steigende Güterpreise, enge Märkte, zunehmende Risiken und Unsicherheiten in der Energiebereitstellung, gleichbleibende Konsumgewohnheiten der Haushalte mit Blick auf konventionelle Energieträger sowie die finanzielle Schwäche einiger Energieversorger.

Abbildung 7.A

Installierte Leistung des Stroms aus erneuerbaren Energiequellen in Indien



Installierte Nettonennleistung des Stroms aus erneuerbaren Energiequellen in MWh je 1 Mio. Einwohner, 2020

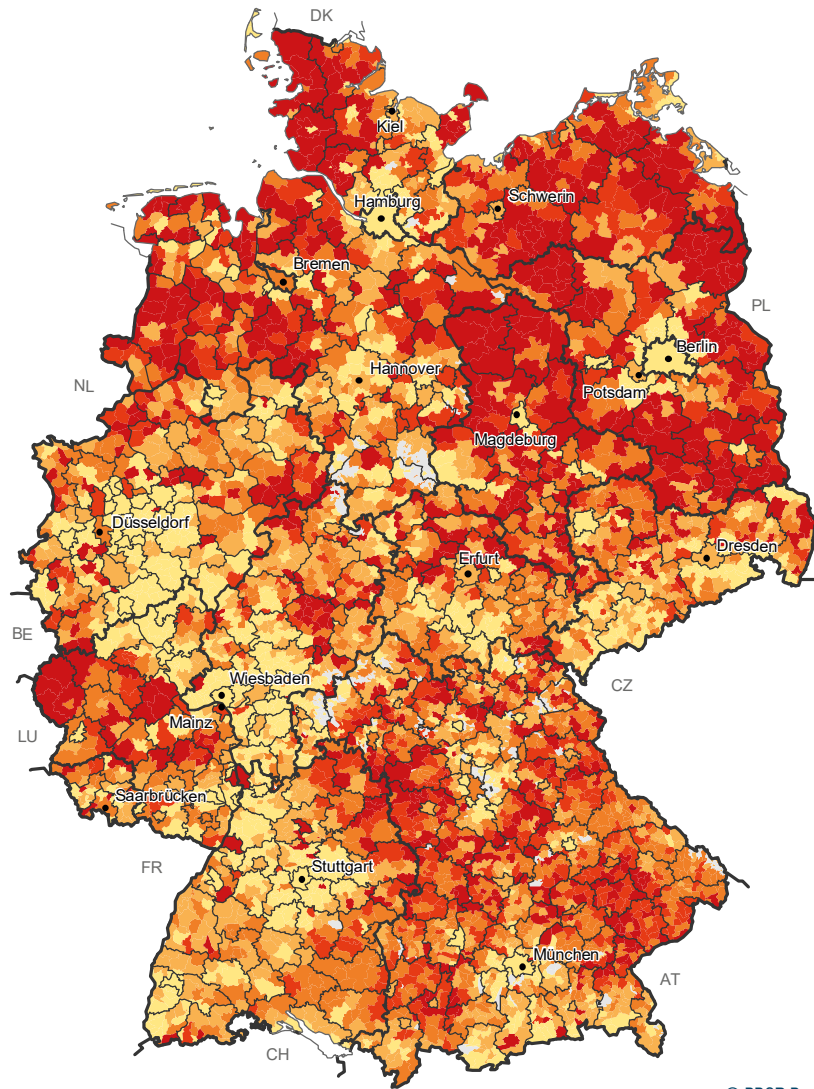
- bis unter 10
- 10 bis unter 20
- 20 bis unter 80
- 80 bis unter 140
- 140 und mehr
- keine Daten

Datenbasis: Energy Statistics India 2020  
 Ministry of New and Renewable Energy  
 Ministry of Health and Family Welfare (2020)  
 Geometrische Grundlagen: ESRI data & maps, Distrikte, Bundesstaaten, Unionsterritorien  
 Bearbeitung: NIUA-Team

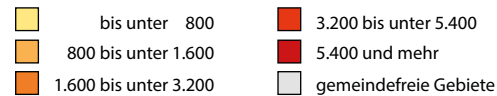
Disclaimer: Die Informationen auf dieser Karte wurden mit bestmöglicher Sorgfalt zusammengestellt. Dennoch haftet NIUA nicht für Irrtümer, Auslassungen oder die Lagegenauigkeit. Die Abbildung von Grenzen erfolgt auf nichtamtlicher Grundlage.

Abbildung 7.B

Energieintensität in Deutschland



Installierte Nettonennleistung des Stroms aus erneuerbaren Energiequellen in MWh je 1 Mio. Einwohner, 2022



Datenbasis: Laufende Raumbbeobachtung des BBSR  
 Datengrundlagen: Bundesnetzagentur  
 Geometrische Grundlagen: VG5000 (Gemeindverbände),  
 31.12.2020 © GeoBasis-DE/BKG  
 Bearbeitung: A. Milbert

In ländlichen Regionen sowie in Landgemeinden und kleineren Städten in Deutschland wurde bislang mehr erneuerbare Energie pro Einwohner installiert als in (groß)städtischen Umgebungen. Auch wenn in ländlichen Gebieten Photovoltaik- und Windkraftanlagen in größerem Maß installiert werden (können) als in städtischen, wird beispielsweise das Potential für Photovoltaik sowohl auf den Dächern bestehender (Alt-)Bauten als auch auf Neubauten in Großstädten bislang nicht gänzlich genutzt (vgl. Krippner 2019; Bergner/Siegel/Ewald 2021). Eine Änderung soll das EEG 2023 bewirken, das am 1. Januar 2023 in Kraft trat. Für einzelne Verbraucherinnen und Verbraucher sowie Bürgerenergiegesellschaften erleichtert und vergünstigt es die Installation von Solaranlagen auf Hausdächern. Darüber hinaus wird die Einspeisung des gewonnenen Solarstroms in das Netz höher vergütet (vgl. Bundesregierung 2022a).

In Norddeutschland bestehen großflächige Offshore-Anlagen auf dem Wasser. Darüber hinaus ist die dortige Topographie für Windkraftanlagen besser geeignet als die Gebirgsregionen und Wälder Mittel- und Süddeutschlands. Nachdem 2014 in Bayern als erstem Bundesland die Abstandsregel für Windkraftturbinen von 1.000 Metern zur nächsten Wohnbebauung erlassen wurde, verschärften auch andere Bundesländer, wie beispielsweise Sachsen und Thüringen, ihre Abstandsregeln. Im Ergebnis entsteht eine Drosselung des Windkraftausbaus (vgl. Stede/May 2019). Als Reaktion erließ der Deutsche Bundestag das Wind-an-Land-Gesetz, das am 1. Februar 2023 in Kraft trat und alle Bundesländer dazu verpflichtet, bis 2027 1,7 % ihrer Landesfläche für Windkraftanlagen vorzuhalten. Ab 2032 steigt dieser Wert auf 2 % (vgl. Bundesregierung 2022b).

## Fazit

Das vorliegende Heft ist ein weiterer Meilenstein in der Zusammenarbeit von BBSR und NIUA. Die gemeinsam erarbeiteten Analysen räumlicher Strukturen und die transkulturelle raumwissenschaftliche Zusammenarbeit zeigen, dass die gemeinsame Forschung einen Mehrwert für die methodische Herangehensweise und die Politikberatung bietet.

Die Autorinnen und Autoren beschreiben in diesem Heft die räumlichen Strukturen zentraler Aspekte von SDG 7 „Bezahlbare und saubere Energie“. Sie nutzen dazu die auf kleinstmöglicher Ebene verfügbaren und vergleichbaren Daten in Deutschland, Europa und Indien und entwickeln dafür auch hier eine gemeinsame Kartensprache.

### **Folgende Erkenntnisse zur Datenverfügbarkeit und -vergleichbarkeit ergeben sich:**

In Indien sind zahlreiche Regierungsstellen Teil des Energiesektors und folglich auf unterschiedlichen Governance-Ebenen mit der Bereitstellung von Energie beauftragt. Das Ministry of Power, die Central Electricity Authority und das Ministry of New and Renewable Energy verantworten die politischen Zielsetzungen und entsprechende Betriebs- und Infrastrukturplanungen.

Derzeit wird die Stromerzeugung und -bereitstellung auf der Grundlage des Electricity Act von 2003 geregelt. 27 State Electricity Regulatory Commissions (SERCs) und die Central

Electricity Regulatory Commission (CERCs) koordinieren bundes- und zwischenstaatliche Angelegenheiten der Stromerzeugung und -verteilung sowie des Stromhandels. Eine der Hauptaufgaben der Kommissionen ist die Genehmigung der Stromtarife. Die SERCs üben die Gesamtkontrolle über die Verteilung und den Verkauf in den Bundesstaaten aus.

Raumbezogene Daten, jeweils heruntergebrochen auf die Distriktebene, sind zu SDG 7 in Indien nur teilweise vorhanden. Die umfangreichste distriktbezogene Datenmenge liegt derzeit als Ergebnis der Umfragen von NFHS-5 vor. Stadtbezogene Daten und entsprechende Indikatoren sind ebenfalls vorhanden, jedoch nur für acht Kommunen. So gestaltet sich die Analyse der städtischen Ebene ebenso herausfordernd wie die Zuverlässigkeit der Daten zum Verbrauch erneuerbarer Energie auf bundesstaatlicher und regionaler Ebene. Energy Statistics, ein entsprechendes Datenprodukt von NITI Aayog, führt unterschiedliche Datenquellen zusammen (All India Electricity and Energy Statistics) und stellt somit die Hauptdatenquelle zum jeweiligen Bundesstaat dar. Unterhalb der bundesstaatlichen Ebene sind raumbezogene Daten zur Erzeugung erneuerbarer Energie nur lückenhaft vorhanden.

Die Situation in Deutschland und Europa stellt sich wie folgt dar: In Deutschland ist die Bundesnetzagentur die oberste Regulierungsbehörde. Nach ihrer Gründung

im Jahr 1998 ist sie seit 2005 auch für den Energiemarkt (Strom und Gas) zuständig. Die Agentur reguliert die Bedingungen, zu denen Gas- und Stromerzeuger das Netzwerk für die Belieferung ihrer Kundinnen und Kunden nutzen. Das schließt die Festsetzung fairer Preise für die Nutzenden ein. Sie überwacht zudem die Umwandlung zu einer Versorgung mit erneuerbarer Energie. Aus diesem Grund sind alle Strom- und Gasversorger, einschließlich der Kleinstbetriebe und privater Betreiber von Photovoltaikanlagen, verpflichtet, ihre Anlagen der Bundesnetzagentur zu melden. Die entsprechenden Daten werden von der Agentur im Marktstammdatenregister gesammelt und zu Analyse Zwecken der Allgemeinheit kostenfrei zur Verfügung gestellt (vgl. Bundesnetzagentur 2022). Das Register stellt eine bundesweite Informationsbasis dar, die Informationen über die installierten Leistungen, differenziert nach Energiearten, ebenso bereitstellt wie georeferenzierte Daten zu den jeweiligen lokalen Betreiberstandorten.

Eine räumliche Differenzierung nach EU-Standards ist für die Erzeugung und den Konsum von Energie und Strom in Deutschland nur auf Bundesländerebene (NUTS 1) möglich. Grund dafür sind die unterschiedlichen Datenquellen für die Berechnung von Energiebilanzen (vgl. Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie 2022). Energiebilanzen auf lokaler Ebene sind folglich nur auf Grundlage

von Näherungswerten möglich (vgl. Landeshauptstadt Düsseldorf 2018) oder beziehen sich auf Gebäude, die sich im Besitz einer Kommune befinden (vgl. Stadt Köln 2022).

Vor diesem Hintergrund ist es sinnvoller, nicht den Stromverbrauch geographisch zu verorten, sondern seine Erzeugung. Indikatoren, die sich auf den Verbrauch beziehen, jedoch über den Umweg der Stromerzeugung generiert werden, würden eine Analyse verfälschen. Die Energieintensität mag hier als Beispiel dienen: Würde die Primärenergieerzeugung und nicht der Primärenergieverbrauch betrachtet, so blieben Energieimporte unberücksichtigt. Nur bei erneuerbarer Energie entspricht der Stromverbrauch zu mehr als 99 % der Stromerzeugung. Andere Energieträger wie Mineralöl oder Steinkohle werden ausschließlich importiert (vgl. UBA 2022).

Unter allen SDGs deckt SDG 7 die wahrscheinlich größten ebenenbezogenen Unterschiede zwischen Entwicklungs-, Schwellen- und Industrieländern auf. Die Energieerzeugung und der Energieverbrauch pro Kopf oder pro BIP- bzw. SIP-Einheit unterscheiden sich um ein Vielfaches. In Deutschland wird der Zugang zu Energie allgemein und speziell zu erneuerbarer Energie jedem Haushalt zugesichert. SDG 7.1.1 verengt sich daher auf den Preis. Daraus resultierende Energiearmut bedeutet, einen überproportionalen Anteil des Haushaltseinkommens für Energie aufbringen zu müssen.



### Anmerkungen zur Energiewende auf kommunaler Ebene

Anstrengungen kommunaler Gebietskörperschaften im Rahmen der Energiewende lassen sich aufgrund fehlender Gesamtdatenbanken nicht anhand von Daten, sondern oftmals nur in konkreten Fallbeispielen darstellen. Beispielhaft seien hier energieautarke Kommunen und „Energie-Kommunen“ genannt (vgl. AEE o. J.). Als erste energieautarke Kommune, die vollständig auf erneuerbare Energien setzt, gilt Treuenbrietzen-Feldheim in Brandenburg. Unter den verschiedenen Labeln ist auch noch das Label „Bioenergie-Kommune“ zu nennen, das an Städte und Gemeinden in Deutschland vergeben wird, die mindestens 50 % ihres Stroms und ihrer Wärme aus erneuerbaren Energiequellen generieren (vgl. LUBW o. J.).

Die Analyse räumlicher und städtischer Strukturen begann im Rahmen der Forschungskooperation von BBSR und NIUA im Jahr 2019. Zwischen 2020 und 2022 wurde sie fortgesetzt und endet zunächst mit dieser Veröffentlichung. Die Forschungsreise hätte ohne die Fachkenntnisse aller Autorinnen und Autoren nicht erfolgreich durchgeführt werden können. Aus diesem Grund werden im Folgenden alle beteiligten Personen (in alphabetischer Reihenfolge) genannt und ihre Expertise kurz beschrieben.

**Regine Binot**, Kartographin im BBSR.

**Dr. Swastika Chakravorty**, ausgebildete Demographin, ist wissenschaftliche Mitarbeiterin des NIUA.

**Dr. Tania Debnath**, ausgebildete Sozialwissenschaftlerin mit Schwerpunkt Arbeitsmarktforschung, ist Post-Doc am NIUA.

**Dr. Aparajita Ghatak**, ausgebildete Geographin mit Schwerpunkt GIS und Fernerkundung, ist wissenschaftliche Projektleiterin im NIUA.

**Dr. Biswajit Kar**, ausgebildeter Sozialwissenschaftler mit Schwerpunkt Bildungssektor, war Post-Doc am NIUA.

**Lukas Kiel**, Fachangestellter für Markt- und Sozialforschung im BBSR.

**Dr. Gautam Kumar Das**, ausgebildeter Ökonom mit Schwerpunkt Sozialwissenschaften, Arbeitsmarktforschung und Entwicklung des ländlichen Raums, ist wissenschaftlicher Mitarbeiter des NIUA.

**Prof. Dr. Debolina Kundu**, ausgebildete Stadtforscherin, ist Professorin und wissenschaftliche Projektleiterin im NIUA. Sie ist verantwortlich für die Forschungskooperation von NIUA und BBSR, internationale Forschungsprojekte und die Redaktion wissenschaftlicher Journals.

**Rakesh Mishra**, ausgebildeter Demograph mit Schwerpunkt Ökonometrie, war wissenschaftlicher Mitarbeiter des NIUA.

**Antonia Milbert**, ausgebildete Gartenbauerin, ist als Statistikerin wissenschaftliche Projektleiterin und Referentin im BBSR. Sie war verantwortlich für Indikatorensysteme zur Beobachtung nachhaltiger, gendgerechter und gleichwertiger Lebensbedingungen sowie Raumtypisierungen. Anfang 2023 übernimmt sie die Leitung des Referats, das die Transformation in den Braunkohleregionen Deutschlands mit Hilfe subjektiver und objektiver Indikatoren misst.

**Dr. Biswajit Mondal**, ausgebildeter Geograph mit Schwerpunkt Raumanalysen ist GIS-Experte im NIUA.

**Dr. André Müller**, ausgebildeter Ingenieur und Stadtplaner, ist wissenschaftlicher Projektleiter und Referent im BBSR. Er ist verantwortlich für Mehrebenenanalysen der städtischen und räumlichen Entwicklung im nationalen, europäischen und internationalen Kontext, einschließlich ortsspezifischer und raumwirksamer Finanzierungsinstrumente sowie angewandter Projekte.

**Dr. Arvind Pandey**, ausgebildeter Sozialwissenschaftler mit Schwerpunkt Migration, war Post-Doc am NIUA und ist derzeit Assistenzprofessor an der School of Public Policy and Governance des Tata Institute of Social Sciences.

**Volker Schmidt-Seiwert**, ausgebildeter angewandter Geograph, war wissenschaftlicher Projektleiter und Referent im BBSR. Er war verantwortlich für die Europäische Raumbeobachtung, einschließlich GIS-basierter und statistischer Regionalanalysen, sowie Kartographie und Visualisierung räumlicher Strukturen und Entwicklungstrends. Ende 2022 verabschiedete er sich in den Ruhestand.

**Dr. Krishna Surjya Das**, ausgebildeter Ökonom mit Schwerpunkt Arbeitsmarktforschung, war wissenschaftlicher Mitarbeiter des NIUA.

NIUA bedankt sich darüber hinaus für die Beiträge von (in alphabetischer Reihenfolge):

**Aksheyta Gupta**, ausgebildete Geographin mit Schwerpunkt GIS, war GIS-Expertin im NIUA.

**Nelson Mandela S**, ausgebildeter Ökonom mit Schwerpunkt Arbeitsmarktforschung, war wissenschaftlicher Mitarbeiter des NIUA.

**Pragya Sharma**, ausgebildete Stadtplanerin, ist wissenschaftliche Projektleiterin im NIUA.

**T. C. Sharma**, ausgebildeter Demograph, ist Datenexperte im NIUA.

# Literatur

AEE – Agentur für erneuerbare Energien, o. J.: Alle Energie-Kommunen auf einen Blick. Zugriff: <https://www.unendlich-viel-energie.de/projekte/energie-kommunen/alle-energie-kommunen-auf-einen-blick> [abgerufen am 12.12.2022].

Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie (Hrsg.), 2022: Energiedaten Bayern – Schätzbilanz. Endbericht. Leipzig.

BBSR – Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (Hrsg.), 2021: Nationaler Fortschrittsbericht zur Umsetzung der New Urban Agenda. BBSR-Publikation 02/2021. Zugriff: [https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/veroeffentlichungen/bbsr-online/2021/bbsr-online-02-2021-dl.pdf;jsessionid=ADB2D53474342859A9058CFA6E04EE80.live11291?\\_\\_blob=publicationFile&v=3](https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/veroeffentlichungen/bbsr-online/2021/bbsr-online-02-2021-dl.pdf;jsessionid=ADB2D53474342859A9058CFA6E04EE80.live11291?__blob=publicationFile&v=3) [abgerufen am 12.12.2022].

BDEW – Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e.V. (Hrsg.), 2022: Die Energieversorgung 2021. Jahresbericht. Zugriff: [https://www.bdew.de/media/documents/Jahresbericht\\_2021\\_UPDATE\\_Juni\\_2022.pdf](https://www.bdew.de/media/documents/Jahresbericht_2021_UPDATE_Juni_2022.pdf) [abgerufen am 12.12.2022].

Bergner, J.; Siegel, B.; Ewald, F., 2021: Beitrag der Photovoltaik zur klimaneutralen Energieversorgung im urbanen Raum (PV2City). Abschlussbericht. Berlin.

BMWi – Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (Hrsg.), 2020: Jahresbericht der Bundesregierung zum Stand der Deutschen Einheit 2020. Berlin.

Bundesregierung (Hrsg.), 2022a: EEG 2023: Ausbau erneuerbarer Energien massiv beschleunigen. Zugriff: <https://www.bundesregierung.de/breg-de/themen/klimaschutz/novelle-eeg-gesetz-2023-2023972> [abgerufen am 12.12.2022].

Bundesregierung (Hrsg.), 2022b: „Wind-an-Land-Gesetz“: Mehr Windenergie für Deutschland. Zugriff: <https://www.bundesregierung.de/breg-de/themen/klimaschutz/wind-an-land-gesetz-2052764> [abgerufen am 12.12.2022].

Bundesnetzagentur, 2022: Marktstammdatenregister. Zugriff: <https://www.marktstammdatenregister.de/MaStR> [abgerufen am 30.11.2022].

Deshmukh, R.; Wu, G. C.; Callaway, D. S.; Phadke, A., 2019: Geospatial and techno-economic analysis of wind and solar resources in India. *Renewable Energy* 134: 947–960.

Destatis – Statistisches Bundesamt, o. J.: Umweltökonomische Gesamtrechnungen der Länder – Glossar und Methoden. Zugriff: <https://www.statistikportal.de/de/ugrdl/glossar-und-methoden> [abgerufen am 12.12.2022].

Destatis – Statistisches Bundesamt, 2022: Stromerzeugung 2021: Anteil konventioneller Energieträger deutlich gestiegen. Zugriff: [https://www.destatis.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/2022/03/PD22\\_116\\_43312.html](https://www.destatis.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/2022/03/PD22_116_43312.html) [abgerufen am 12.12.2022].

Deutscher Bundestag (Hrsg.), 2022: Entwurf eines Gesetzes zur Änderung des Energiesicherungsgesetzes 1975 und anderer energiewirtschaftlicher Vorschriften, Drucksache 20/1501 vom 26.02.2022. Berlin.

Government of India; Ministry of Commerce and Industry, 2022a: IBEF – India Brand Equity Foundation. Zugriff: <https://www.ibef.org/> [abgerufen am 12.12.2022].

Government of India; Ministry of Statistics and Programme Implementation, 2022b: Energy Statistics India. Zugriff: <https://mospi.gov.in/web/mospi/reports-publications/-/reports/view/templateFive/27201?q=RPCAT> [abgerufen am 12.12.2022].

IAB – Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung (Hrsg.), 2022: Die Folgen des Kriegs in der Ukraine und der Energiekrise für den Arbeitsmarkt in Deutschland auf regionaler Ebene. IAB-Forschungsbericht 21/2022. Nürnberg.

IRENA – International Renewable Energy Agency, 2013: International off-grid renewable energy conference. Key findings and recommendations. Abu Dhabi. Zugriff: [www.irena.org/DocumentDownloads/Publications/IOREC\\_Key%20Findings%20and%20Recommendations.pdf](http://www.irena.org/DocumentDownloads/Publications/IOREC_Key%20Findings%20and%20Recommendations.pdf) [abgerufen am 12.12.2022].

IIPS – International Institute for Population Sciences, 2022: National Family Health Survey India 4 (NFHS-4) (2015–2016). Updated Version. Zugriff: <http://rchiips.org/nfhs/nfhs4.shtml> [abgerufen am 12.12.2022].

IIPS – International Institute for Population Sciences, 2022: National Family Health Survey India 5 (NFHS-5) (2019–2021). Updated Version. Zugriff: <http://rchiips.org/nfhs/nfhs5.shtml> [abgerufen am 12.12.2022].

Krippner, R., 2019: Urbane Dächer unter Strom – Anmerkungen zur (Un-)Versöhnlichkeit von (Alt-) Städten und Photovoltaik. In: Berr, K.; Jenal, C. (Ed.): *Landschaftskonflikte. Raumfragen: Stadt – Region – Landschaft*. Wiesbaden. 439–460.

Kumar Chaurasiya, P.; Warudkar, V.; Ahmed, S., 2019: Wind energy development and policy in India: A review. *Energy Strategy Reviews* 24: 342–357.

Landeshauptstadt Düsseldorf (Hrsg.), 2018: Klimafreundliches Düsseldorf. Zugriff: [https://www.duesseldorf.de/fileadmin/Amt19/umweltamt/klimaschutz/pdf/klimaschutz/energie\\_und\\_co2\\_bilanz\\_2018.pdf](https://www.duesseldorf.de/fileadmin/Amt19/umweltamt/klimaschutz/pdf/klimaschutz/energie_und_co2_bilanz_2018.pdf) [abgerufen am 12.12.2022].

LUBW – Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg (Hrsg.), o. J.: Bioenergiedörfer in Baden-Württemberg. Zugriff: <https://www.energieatlas-bw.de/praxisbeispiele/bioenergiedoerfer> [abgerufen am 12.12.2022].

Nierhaus, W.; Wollmershäuser, T., 2022: Zur Bestimmung der Realeinkommensverluste in der gegenwärtigen Energiekrise. *ifo Schnelldienst*, 75 Jg. (11): 47–53.

NITI Aayog, 2020: India Energy Dashboards. Zugriff: <https://www.niti.gov.in/edm/> [abgerufen am 12.12.2022].

Projektgruppe Gemeinschaftsdiagnose, 2022: *Gemeinschaftsdiagnose #2-2022 – Energiekrise: Inflation, Rezession, Wohlstandsverlust*. WIFO Studies Nr. 69834. Zugriff: [https://www.wifo.ac.at/jart/prj3/wifo/main.jart?content-id=1454619331110&publikation\\_id=69834&detail-view=yes](https://www.wifo.ac.at/jart/prj3/wifo/main.jart?content-id=1454619331110&publikation_id=69834&detail-view=yes) [abgerufen am 12.12.2022].

Sachverständigenrat zur Begutachtung der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung (Hrsg.), 2022: *Energiekrise solidarisch bewältigen, neue Realität gestalten. Jahresgutachten 2022/23. Jahresgutachten 2022/23*. Wiesbaden.

Stadt Köln (Hrsg.), 2022: *Energiebericht 2021*. Zugriff: [https://www.stadt-koeln.de/mediaasset/content/pdf26/energiebericht\\_2021.pdf](https://www.stadt-koeln.de/mediaasset/content/pdf26/energiebericht_2021.pdf) [abgerufen am 12.12.2022].

Stede, J.; May, N., 2019: Strikte Mindestabstände bremsen den Ausbau der Windenergie. *DIW Wochenbericht*, 86. Jg. (48): 895–903.

UBA – Umweltbundesamt (Hrsg.), 2022: *Primärenergiegewinnung und -importe*. Zugriff: <https://www.umweltbundesamt.de/daten/energie/primaerenergiegewinnung-importe> [abgerufen am 12.12.2022].

UN DESA – United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division, 2018: *World Urbanization Prospects. The 2018 Revision*. Zugriff: <https://population.un.org/wup/Publications/Files/WUP2018-Report.pdf> [abgerufen am 12.12.2022].

UN ESCAP – The United Nations Economic and Social Commission for Asia and the Pacific, 2012: *Low Carbon Green Growth Roadmap for Asia and the Pacific. Factsheet on decentralized energy systems*. Zugriff: <https://www.unescap.org/sites/default/files/14.%20FS-Decentralized-energy-system.pdf> [abgerufen am 12.12.2022].

Westermann-Gruppe (Hrsg.), o. J.: *Deutschland – Energieautarke Regionen*. Zugriff: <https://diercke.westermann.de/content/deutschland-energieautarke-regionen-978-3-14-100870-8-82-3-1> [abgerufen am 12.12.2022].





Quelle: UNO 2019

#### Herausgeber

Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR)  
im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR)  
Deichmanns Aue 31–37  
53179 Bonn

#### Ansprechpartner

Dr. André Müller  
andre.mueller@bbr.bund.de  
Antonia Milbert  
antonia.milbert@bbr.bund.de

#### Redaktion

Marius Gaßmann

#### Satz und Gestaltung

Bettina Mehr-Kaus

#### Druck

Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung, Bonn

#### Bestellungen

beatrix.thul@bbr.bund.de  
Stichwort: BBSR-Analysen KOMPAKT 02/2023

Die BBSR-Analysen KOMPAKT erscheinen in unregelmäßiger Folge. Interessenten erhalten sie kostenlos.  
[www.bbsr.bund.de](http://www.bbsr.bund.de)

ISSN 2193-5017 (print version)  
ISBN 978-3-98655-070-7

Bonn, 2023

#### Newsletter „BBSR-Forschung-Online“

Der kostenlose Newsletter informiert monatlich über neue Veröffentlichungen, Internetbeiträge und Veranstaltungstermine des BBSR: [www.bbsr.bund.de/BBSR/newsletter](http://www.bbsr.bund.de/BBSR/newsletter)

#### Information

Die Karten zur räumlichen Perspektive von SDG 7 in Deutschland, Europa und Indien illustrieren den jeweils nationalen und zugleich supranationalen Blickwinkel. Die Farbwahl der Karten folgt dabei den Farbfestlegungen, die die Vereinten Nationen für die einzelnen SDGs getroffen haben. Im Fall von SDG 7 sind dies orange-gelblich Farbtöne.

#### Disclaimer

Die Informationen auf den Karten des National Institute of Urban Affairs (NIUA) wurden mit bestmöglicher Sorgfalt zusammengestellt. Dennoch haftet NIUA nicht für Irrtümer, Auslassungen oder die Lageungenauigkeit. Die Abbildung von Grenzen erfolgt auf nichtamtlicher Grundlage.