

Werner Sobek  
non nobis – über das Bauen in der Zukunft  
Band 2: Über die Randbedingungen des Zukünftigen

sober

avedition

Zu diesem Buch Werner Sobek	6		
Vorwort Ernst Ulrich von Weizsäcker	10		
Randbedingungen des Zukünftigen	14		
Das inverse babylonische Problem	18		
Bautechnische Zielsetzungen als Teil gesamtgesellschaftlicher Zielsetzungen	22		
Strategien zur Lösung multidisziplinärer technischer Probleme	26		
Plausibilitätsbetrachtungen und Approximationsmethoden	31		
Energie	34		
Energieverfügbarkeit	36		
Peak Oil und Depletion Midpoint	38		
Energiebedarf und Energiebereitstellung	40		
Ausgangspunkt für Überlegungen zum zukünftigen Energiebedarf in Deutschland	56		
Atomenergieausstieg	58		
Kohleausstieg	60		
Ölausstieg	64		
Gasausstieg	69		
Bioenergieein- und -ausstieg	72		
Gesamtheitliche Betrachtung	78		
Einstiegsgesetze	82		
Gesamtendenergiebedarf Deutschland, zukünftig	90		
Strombedarf Deutschland, zukünftig	91		
Zukünftig emissionsfreie Nutzungsphase bei Wohngebäuden in Deutschland	98		
Regionalisierung der Stromversorgung	106		
Energiebedarf und Energieverbrauch	112		
Energiemanagementsysteme	116		
Emissionen	120		
Anthropogene Emissionen als Teil eines übergeordneten Systems	121		
Zukünftige Entwicklung klimaschädlicher Emissionen	144		
Das Pariser Klimaschutzabkommen 2015 und das deutsche Klimaschutzgesetz 2021	154		
Akkumulation klimaschädlicher Emissionen	160		
Zukünftige Emissionen im Bauwesen weltweit	166		
Zukünftige Emissionen im Bauwesen in Deutschland	168		
CO <sub>2</sub> -Entzug aus der Atmosphäre	170		
CO <sub>2</sub> -Entzug aus der Atmosphäre auf technischer Basis	174		
CO <sub>2</sub> -Entzug am Ort der Entstehung	180		
Industrielle Nachfrage nach CO <sub>2</sub>	182		
Klima	186		
Niederschläge und Dürren	200		
Verdunstungskühlung durch die Wälder	204		
Auswirkungen der Erderwärmung für das Bauschaffen	206		
Auswirkungen einer Überwärmung auf den Menschen	216		
Urban Heat Island-Effekt	222		
Ernährungssituation	230		
Erderwärmung und Nahrungsmittelproduktion	238		
Wasser als Nahrungsmittel	248		
Entwicklung der Größe und der Altersstruktur der Weltbevölkerung	262		
Migration infolge von Überwärmung, Wasser- und Nahrungsmangel	276		
Globale und nationale Szenarien für das Bauen von morgen – der Baustoffbedarf der Menschheit	288		
Erstes Szenario: Die Schaffung eines gleichen baulichen Standards für alle heute Lebenden	290		
Zweites Szenario: Die Schaffung eines gleichen baulichen Standards für alle zukünftig Geborenen	294		
Drittes Szenario: Die mit der Verlagerung der Lebensräume aus der 20/40-Grad-Zone nach Norden einhergehenden Auswirkungen für das Bauen	300		
Viertes Szenario: Die mit der Stabilisierung von Lebensräumen in nicht mehr ganzjährig bewohnbaren Regionen verbundenen Auswirkungen für das Bauen	304		
Fünftes Szenario: Die mit einer Überalterung der Bevölkerung einhergehenden Auswirkungen für das Bauen	306		
Schlusswort	314		
Literaturverzeichnis	318		
Verzeichnis der Abkürzungen	323		
Tableau zur Umrechnung von Energieeinheiten	324		
Glossar	326		

## Randbedingungen des Zukünftigen

„Es gehört zur Signatur der Humanitas, dass Menschen vor Probleme gestellt werden, die für Menschen zu schwer sind, ohne dass sie sich vornehmen könnten, sie ihrer Schwere wegen unangefasst zu lassen.“<sup>1</sup>

„Niemand denkt bei dem Versuch, die gebaute Welt von morgen zu errahnen, an eine Favela, einen Slum, ein Elendsquartier. Vielleicht schon deshalb nicht, weil ein Mensch sein zukünftiges Leben gar nicht aushalten würde, wenn dies seine Perspektive wäre. Von was für Perspektiven, von was für einem Korridor an Perspektiven aber ist auszugehen?“<sup>2</sup>

Unsere Gegenwart ist durch eine massenweise Flucht in die Vergangenheit gekennzeichnet. Noch nie haben so viele Erwachsene so viele Märchenbücher gelesen<sup>3</sup>, noch nie wurden mehr Retroartikel, noch nie wurden mehr Buntstifte an Erwachsene zum sonn-täglichen Kolorieren von Ausmalbüchern verkauft, noch nie wurden mehr Schlösser wieder aufgebaut oder in das Zentrum der Aufmerksamkeit gezerrt. Kommt diese Rückwendung in die Träume der Vergangenheit vielleicht auch daher, dass immer mehr Bürgerinnen und Bürger von einer Angst beschlichen werden, wenn sie an ihre eigene Zukunft und an die Zukunft ihrer Kinder denken? An eine Zukunft, die sie nicht mehr selbst gestalten können, sondern die wie etwas scheinbar Unausweichliches auf sie zukommt? Ist es dieser „langsam in unser aller Bewusstsein tretende Verdacht,“<sup>[1]</sup> dass, wenn wir so weitermachen, wenn wir die Industrialisierung und Profitisierung unserer menschlichen Arbeit so weitertreiben und unseren Planeten mehr und mehr zu einer großen arbeitenden Fabrik organisieren, wenn wir die Zerstörung der Natur so weiterbetreiben, dass wir dann sowohl die Lebensbedingungen des Menschen im biologischen Sinne wie im Sinne seiner eigenen humanen Ideale bis zur Selbstvernichtung gefährden könnten?

Schon Paul Watzlawick<sup>4</sup> wies immer wieder darauf hin, dass wir für unser emotionales Überleben die Perspektive eines Lebens in einer sinnvollen Welt benötigen, da ein als sinnlos erkanntes Leben unerträglich sei. Führt also die von Ernst Bloch konstatierte „Verzweiflung am Ende“, die Befürchtung einer sich anbahnenden unerträglichen Handlungsunfähigkeit, das Ich-kann-so-oder-so-

<sup>1</sup> Peter Sloterdijk, Regeln für den Menschenpark.

<sup>2</sup> Werner Sobek, non nobis – über das Bauen in der Zukunft Band 1: Ausgehen muss man von dem, was ist.

<sup>3</sup> Man denke hier nur an Bücher wie *Der Herr der Ringe* von J.R.R. Tolkien oder die *Harry-Potter*-Bücher von J.K. Rowling.

<sup>4</sup> Paul Watzlawick (1921–2007), österreichischer Philosoph, Psychotherapeut und Kommunikationswissenschaftler.

nichts-mehr-ändern in diese Flucht nach hinten, ins Kleine, in die Vergangenheit, in die Märchen?

Wer denkt heute noch über eine positiv geprägte Zukunft nach, wer entwickelt heute noch Utopien, denen die Menschen folgen wollen? Ist das Ende der Geschichte tatsächlich schon da, so wie Francis Fukuyama dies 1992 medienwirksam behauptet hat? [2] Oder hat er mit dieser Überschrift vielleicht eher versucht, das Ende der Zukunft im Sinn eines Verzichten-Könnens auf das Nachdenken über die Zukunft, gar auf die Entwicklung von Utopien, zu verkünden? Weil er der Meinung war, mit dem Zerfall der Sowjetunion habe das aus seiner Sicht einzig anzustrebende Geschäftsmodell, nämlich eine US-amerikanische Hegemonie auf der Basis der neokonservativen Form des Kapitalismus, endgültig „gesiegt“?

Das Ende der Geschichte ist noch nicht da. Fukuyama hatte zu früh ausgeblendet, dass es genau das von ihm favorisierte Geschäftsmodell ist, das am wenigsten kompatibel mit einem Fortbestand unserer Lebensgrundlagen ist. Wenn wir diese erhalten wollen, dann benötigen wir ein anderes Gesellschaftsmodell<sup>5</sup>, benötigen wir eine andere Zukunft. Dass diese Zukunft keine Zukunft sein kann, in der ein sich permanent steigernder Konsumismus eine ewige Wachstumsspirale antreibt, wird in Buch 3 erläutert werden.

Ein Nachdenken, ein Arbeiten an Inhalten, Zielen und Randbedingungen einer anderen Zukunft, einer Zukunft, in der ein Leben in Würde und Frieden und im Einklang mit der Natur möglich ist, ist jetzt mehr denn je und in höchster Eile erforderlich. Die Menschheit steht vor ökologischen und sozialen Problemen von noch nie da gewesener Dimension und Komplexität. Diese sind allesamt selbst verschuldet. Erst ein über viele Jahre andauerndes Ausblenden, Negieren und Verleugnen<sup>6, 7, 8, 9</sup> der sich am Horizont abzeichnenden Infernos führte zu der Situation, in der wir uns heute befinden.

Nachfolgend werden allerdings nicht die Fragen nach dem „Wie konnte es so weit kommen?“, sondern die Fragen nach der Zukunft, nach dem „Wie weiter?“, nach dem „Wohin?“ gestellt.

Das Arbeiten an der Zukunft in einer seriösen und wissenschaftlich korrekten Weise, also im Sinn der von Ernst Bloch formulierten *docta spes* [3], hat auszugehen von dem, was ist<sup>10</sup>. Hierauf aufbauend wird das Denken von Zukunft möglich. Dass diese Zukunft

<sup>5</sup> Das zwangsweise auch ein anderes Wirtschaftsmodell impliziert.

<sup>6</sup> Neben anderen wussten die Verantwortlichen folgender Firmen nachgewiesenermaßen über die wahrscheinlichen Folgen ihres Handelns und über die Dimensionen der Klimakrise Bescheid seit spätestens: TotalEnergies seit 1971, ExxonMobil seit 1977, Shell seit 1981, BP spätestens seit 1989, wahrscheinlich aber deutlich früher [4] [5].

<sup>7</sup> Chevron, BP und Exxon gründeten 1989 die Lobbyorganisation „Climate Control Coalition“, deren Ziel es war, systematisch Zweifel an den Ergebnissen der Klimaforschung zu säen [4].

<sup>8</sup> Der Klimaforscher und ExxonMobil-Mitarbeiter James F. Black wies bereits 1977 auf den Zusammenhang von CO<sub>2</sub>-Emissionen und einer Erderwärmung hin. **Abb. 1** (Seite 16) Siehe auch Seite 186.

<sup>9</sup> Die Exxon-interne Klimaforschungsabteilung verfügte bereits 1982 über derart exzellente Simulationssoftware, dass sie die CO<sub>2</sub>-Konzentration für 2020 nahezu perfekt voraussagen konnte.

<sup>10</sup> Man beachte die Analogie zum Titel des ersten Bandes der Trilogie.

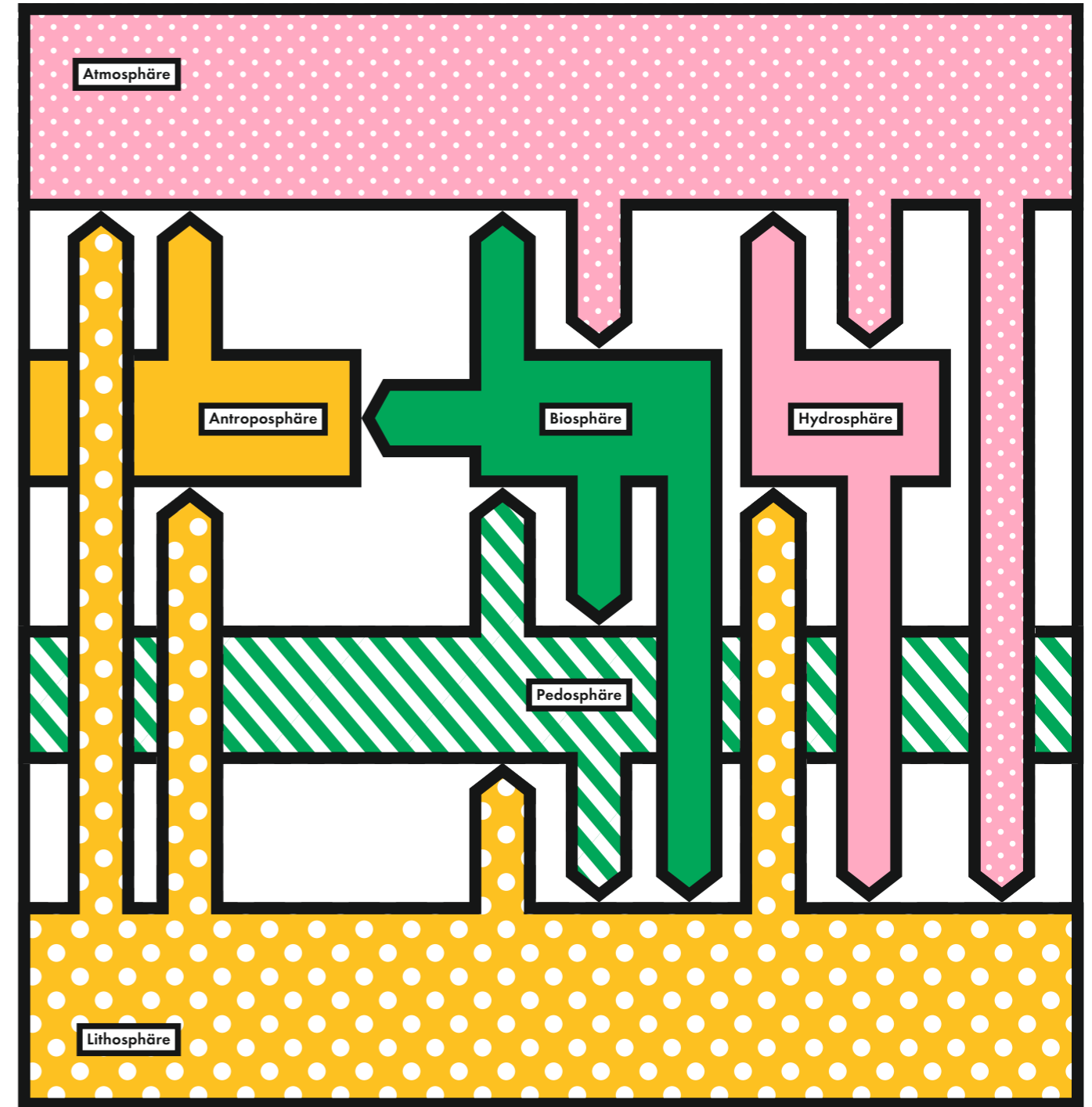
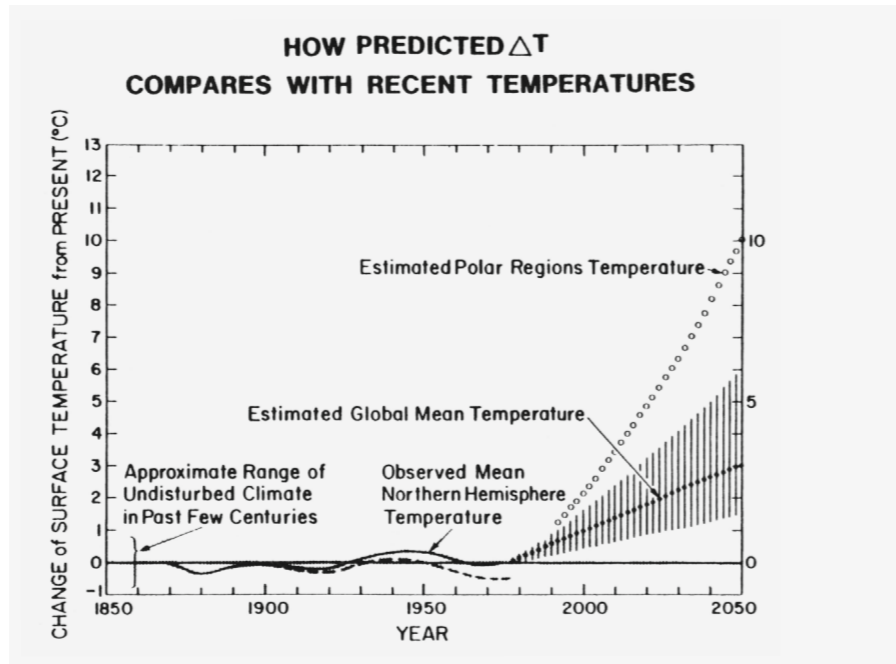
**Abb. 2** rechte Seite: Die wesentlichen Kohlenstoffströme zwischen den einzelnen Sphären. Die Anthroposphäre umfasst den Handlungsraum der Menschen, die beispielsweise der Lithosphäre fossile Energieträger entziehen und diese anschließend verbrennen, wobei klimaschädliche Gase in die Atmosphäre entweichen.

**11** Die Lithosphäre kann in den nachfolgend anzustellenden Betrachtungen außen vor gelassen werden.

**Abb. 1** Prognose der Entwicklung der Jahresmitteltemperatur unter der Annahme stetig ansteigender, sich bis zum Jahr 2025 (gegenüber 1975) verdoppelnder CO<sub>2</sub>-Emissionen **12**. Aus: [6]. Diese Abbildung ist identisch mit Abbildung 56.

**12** Der Klimatologe Stefan Rahmsdorf wies bereits 2019 auf die erstaunliche Übereinstimmung der Prognosen von James F. Black mit den tatsächlich eingetretenen Werten hin.

nur noch innerhalb gewisser Randbedingungen stattfinden beziehungsweise gestaltet werden kann, ist evident. Diese Randbedingungen werden in wesentlicher Weise durch die sich derzeit teilweise deutlich verändernden Eigenschaften der uns umgebenden Systeme Hydrosphäre, Pedosphäre, Atmosphäre und Biosphäre und deren Interaktion bzw. deren jeweilige Rückkopplungen bestimmt **11**. **Abb. 2** Die Ursachen für die sich verändernden Eigenschaften sind in hohem Maß durch die Menschen verursacht. Das Erkennen der Randbedingungen, aus denen sich Handlungskorridore ergeben, setzt im Rahmen des Möglichen ein Verstehen der Funktionsweisen der genannten Sphärensysteme sowie der wesentlichen Einflussgröße, nämlich des Verhaltens des Menschen, voraus.



Eine große und ehrliche Aufklärung über die kommenden Entwicklungen auf unserer Erde fehlt.

Die Menschheit muss aber dringend eine Vorstellung davon entwickeln, wie die Welt im Jahr 2050 voraussichtlich aussehen wird. Sie muss lernen, mit den Folgen des Klimawandels zu leben – und sie muss Strategien entwickeln, um schwere Verwerfungen abzuwenden. Die Korridore, innerhalb derer zukünftige Handlungsoptionen bestehen, sind mehrdimensional. Sie haben typischerweise weiche oder unscharfe Grenzen. Es ist wichtig, diese Korridore zu kennen.

Wir müssen lernen, für mehr Menschen mit weniger Material emissionsfrei zu bauen. Bis 2050 wird die Weltgemeinschaft um 2 Milliarden Menschen wachsen. Es ist nicht möglich, für diese Menschen eine gebaute Heimat zu errichten, wie wir sie bislang im Globalen Norden mit den uns bekannten Standards und Methoden errichtet haben.

Eine zukunftssicher gebaute Umwelt lässt sich durch Reduktion, Suffizienz und Ersatz anstreben. Das Problem der Ressourcenverfügbarkeit und der Emissionen wird hierdurch verringert, aber nicht gelöst.

**Abb. 12** rechte Seite: Primärenergieverbrauch in Deutschland im Jahr 2021. Getrennt nach Energieträgern. Vom gesamten Primärenergieverbrauch in der Größenordnung von 12.200 PJ wurden im Jahr 2021 etwa 25% für die Stromerzeugung benötigt [21] [22].

**Abb. 13** Seite 63.

## Kohleausstieg

Die Produktion von Steinkohle in Deutschland wurde im Januar 2019 beendet, seitdem wird dieser Energieträger importiert. Am 3. Juli 2020 beschloss der Bundestag das *Gesetz zur Reduzierung und zur Beendigung der Kohleverstromung und zur Änderung weiterer Gesetze (Kohleausstiegsgesetz)* [23]. **Abb. 13** Bei einer Analyse des Gesetzes fällt auf, dass das Kohleausstiegsgesetz nicht Kohle- oder Emissionsmengenbeschränkungen, sondern die Reduktion von Kraftwerkskapazitäten vorgibt. Kapazitive Unterauslastungen sind also jederzeit möglich, die maximalen noch möglichen Liefermengen bestehen aus dem Integral unter der Kurve, welche die maximal über längere Zeiträume hin fahrbare Kapazität eines Kraftwerks darstellt.

Bei Steinkohle soll die Kraftwerkskapazität bis zum Jahr 2035 auf null reduziert werden. Bei Braunkohle sollen die Kraftwerkskapazitäten von 15,0 GW im Jahr 2022 auf 6,2 GW im Jahr 2037 reduziert und dann, im Jahr 2038, schlagartig auf null gefahren werden. **Abb. 12**

Das Kohleausstiegsgesetz wurde inhaltlich in wesentlichen Teilen von der durch die Bundesregierung hierzu am 6. Juni 2018 eingesetzten Kommission für Wachstum, Strukturwandel und Beschäftigung („Kohlekommission“) erarbeitet. Sie sollte insbesondere Empfehlungen für Maßnahmen zur sozialen und strukturpolitischen Entwicklung der Braunkohleregionen sowie zu deren finanzieller Absicherung erarbeiten.

Die derzeitige Bundesregierung hat in ihrem Koalitionsvertrag [24] vereinbart, das Abschalten von Kohlekraftwerken wo immer möglich vorzuziehen und die dadurch entfallende Kraftwerksleistung durch neue, später klimaneutral zu betreibende Gaskraftwerke zu ersetzen. Da infolge der Gaskrise auch Gaskraftwerke stillgelegt bzw. in ihrer Leistung reduziert werden müssen, sollen nun eine Reihe von Kohlekraftwerken wieder hochgefahren sowie die Laufzeiten weiterer Kohlekraftwerke verlängert werden. Dies erfordert eine zusätzliche und umfangreiche Beschaffung von Kohle auf den Weltmärkten. Mit dieser erhöhten Nachfrage geht ein Preisanstieg einher. Gleichzeitig aber entspricht die auf dem Weltmarkt noch erhältliche zusätzliche Kohle nicht immer den bisherigen Anforderungen des deutschen Gesetzgebers an Schwefelgehalt etc. Man

60 Also beispielsweise mit Wasserstoff.

Gesamt: 12.218 PJ



Der Ausstieg aus der Verbrennung von Holz und fossilen Trägern zur Energiegewinnung muss so schnell wie möglich erfolgen. Möglich wird dies nur durch Kombination umfangreicher Maßnahmen zur Optimierung der Energienutzung und der Reduzierung des Energieverbrauchs.

Würde man den aktuellen Primärenergiebedarf von Deutschland auf den Weltbedarf hochrechnen, so würde dies einen Anstieg auf das 2,3fache des heutigen weltweiten Energieverbrauchs bedeuten. Der Bau und die Installation der hierfür erforderlichen Anlagen sind bis 2050 technisch wie finanziell nicht leistbar.

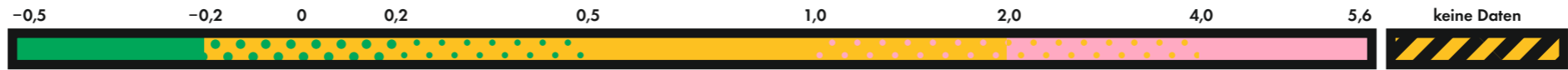
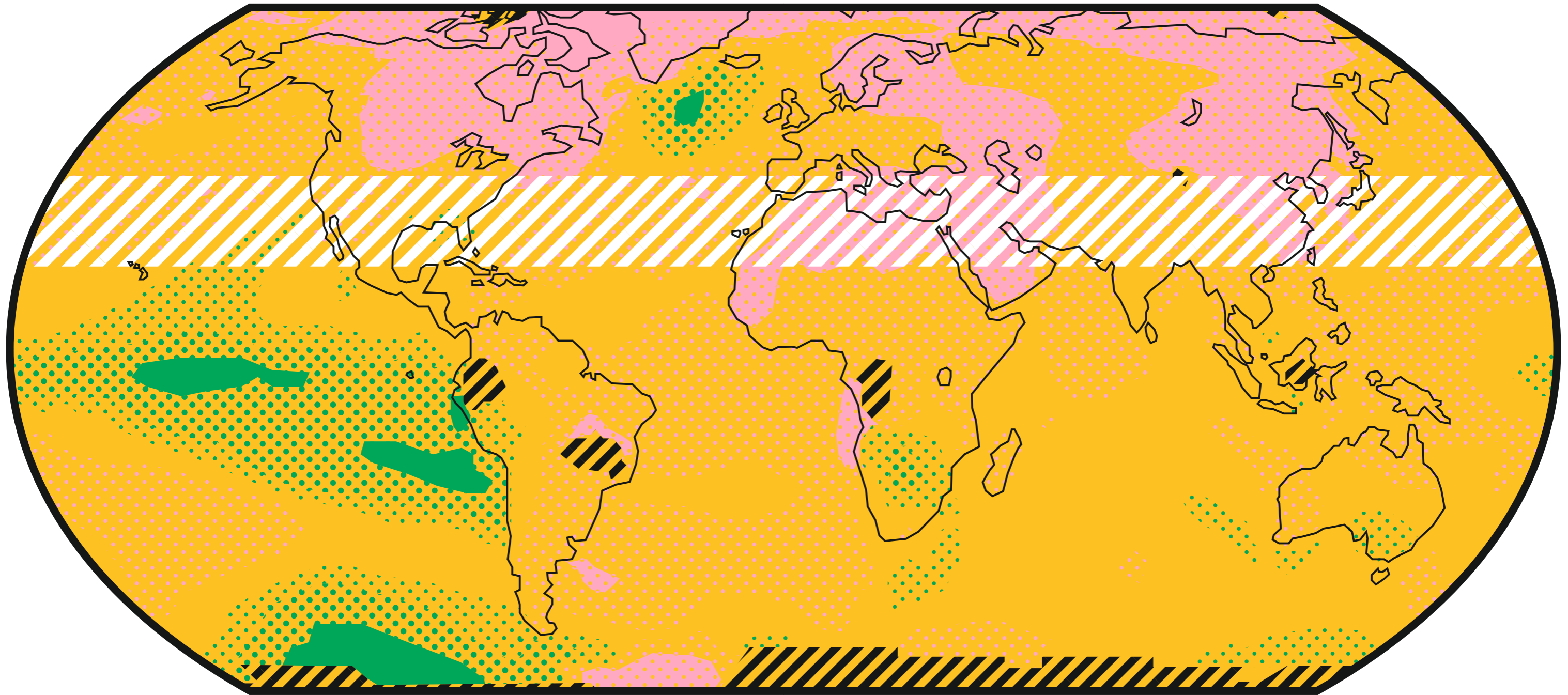
Als *neuer Weltstandard* für den weltweiten Primärenergieverbrauch im Jahr 2050 sollte ein Wert von  $870 \text{ EJ a}^{-1}$  angesetzt werden. Global gesehen bedeutet dies eine Steigerung der Energiebereitstellung um  $270 \text{ EJ a}^{-1}$ . Geht man von einem Equal-per-capita-Ansatz aus, so erfordert dies für die Länder des Globalen Nordens, also auch Deutschland, eine deutliche Verbrauchsreduzierung. Nur so können wir sicherstellen, dass wir weder die menschliche Gesellschaft noch unseren Planeten in toto überfordern.

Der *neue Weltstandard* muss mit nicht verbrennungsbasierten Energieträgern gedeckt werden. Bis 2050 muss der Ausbau von Solar- und Windenergie deshalb auf circa 583 EJ gesteigert werden. Das entspricht knapp dem 53fachen der heute aus „erneuerbaren“ Energieträgern bereitgestellten Energiemenge. In den kommenden Jahrzehnten sind also weltweit noch erhebliche Investitionen und bauliche Maßnahmen erforderlich.

Allein zur Deckung des weltweiten Gebäudeenergiebedarfs benötigen wir z. B. 235.000 km<sup>2</sup> PV-Fläche. Das entspricht 0,16 % der Landfläche der Erde.

Eine Regionalisierung der Energiebereitstellung ist nicht nur wegen des schleppenden Netzausbaus sinnvoll, sondern auch, um neue wirtschaftliche wie politische Abhängigkeiten zu vermeiden.

Energie aus Biomasse kann aufgrund der geringen energetischen Effizienz, beschränkter mengenmäßiger Verfügbarkeit und aufgrund von Verdrängungseffekten nur eine untergeordnete Rolle spielen.





**Abb. 70** rechte Seite: Der Wärmeaustausch eines Menschen mit seiner Umgebung **191**.  $M$  = metabolische Rate (Energieumsatz),  $Q_{Ht}$  = turbulenter Fluss fühlbarer Wärme,  $Q_{SW}$  = turbulenter Fluss latenter Wärme,  $Q_L$  = Fluss latenter Wärme infolge Wasserdampfdiffusion,  $Q_{RE}$  = Wärmefluss durch Atmung,  $I$  = direkte Sonnenstrahlung,  $D$  = diffuse Sonnenstrahlung,  $R$  = reflektierte Sonnenstrahlung,  $A$  = atmosphärische langwellige Gegenstrahlung,  $E$  = langwellige Emission der Umgebungsoberfläche,  $E_{KM}$  = langwellige Emission der Oberfläche des Menschen. Nach [123].

**191** Das Gesamtsystem der Energieeinstrahlungen und -abstrahlungen wird auch als *Thermischer Wirkungskomplex* bezeichnet.

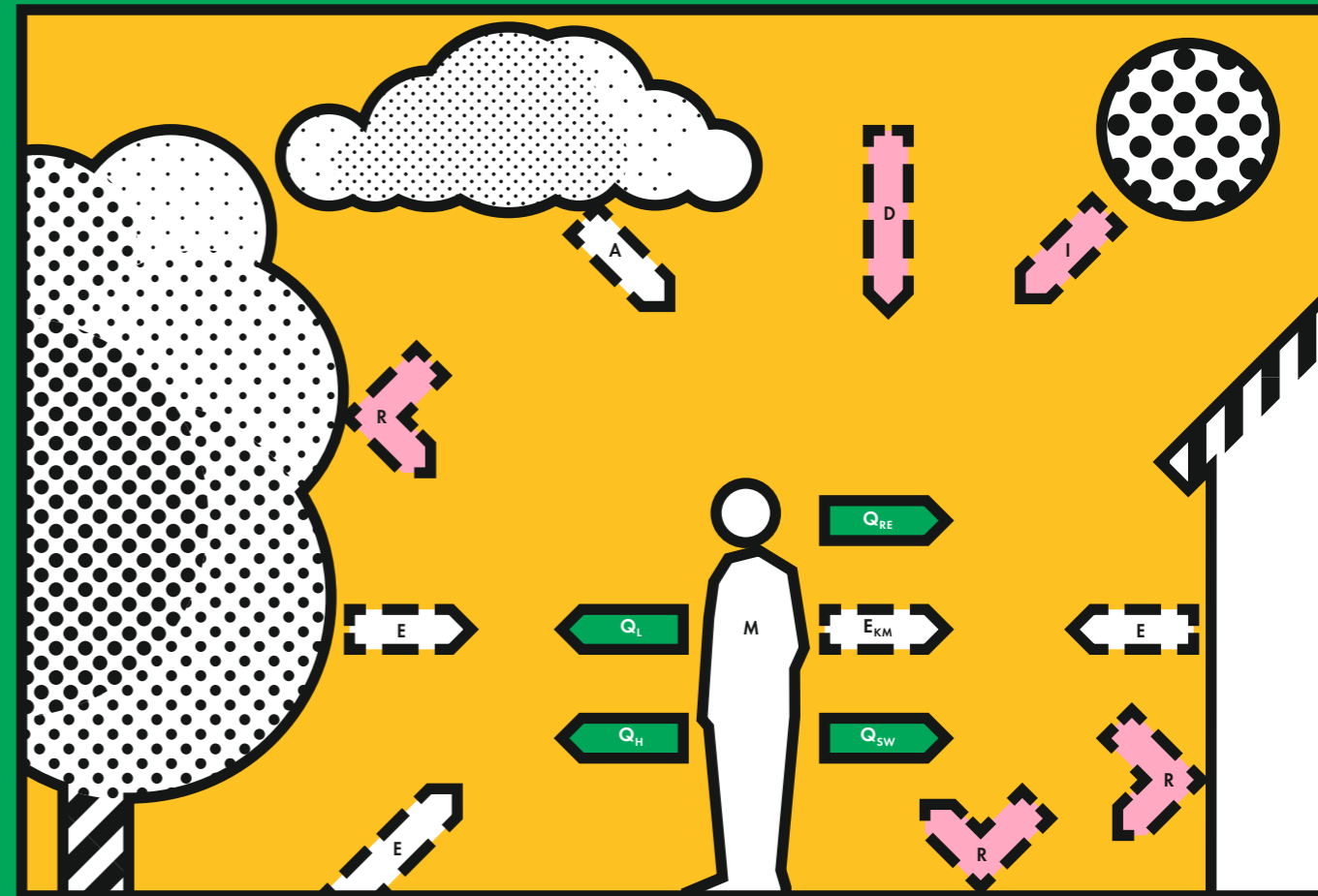
## Urban Heat Island-Effekt

Gebäude-, Wege-, Platz- und Straßenoberflächen absorbieren einen großen Teil der tagsüber auf sie treffenden Sonnenstrahlung. Die betroffenen Oberflächen heizen sich dabei auf. Im Rahmen des Strahlungsausgleichs geben die (Bauteil-)Oberflächen die aufgenommene Energie auch nachts wieder ab. Ein Teil dieser Energie wird direkt in das Weltall abgestrahlt, ein anderer wird von weniger warmen Oberflächen in der Umgebung absorbiert. Ein Teil der in das Weltall abgestrahlten Energie schließlich wird von der Atmosphäre auf die Erde zurückreflektiert. Sollte die Strahlungsbilanz zwischen eingestrahelter minus abgestrahlter Energie nicht ausgeglichen, sondern positiv sein, dann führt diese positive Strahlungsbilanz zu einer Erwärmung der betroffenen Gebiete.

Positive Strahlungsbilanzen können insbesondere in innerstädtischen Bereichen, zumeist im Fall mehrerer aufeinanderfolgender Hitzetage oder einer Hitzewelle, zu deutlich erhöhten Luft- wie auch Strahlungstemperaturen führen. Eine derartige Wärmeanomalie wird als *städtische Wärmeinsel*, als *Urban Heat Island (UHI)* oder als *Wärmearchipel* bezeichnet. Sie kann die Aufenthaltsqualität für Menschen in den Städten deutlich einschränken, im Extremfall sogar unmöglich machen. **Abb. 70.**

Neben den durch die Sonneneinstrahlung hervorgerufenen Aufheizungseffekten trägt auch die von den Gebäuden selbst abgegebene Wärme zum Wärmeinseleffekt bei. Diese Wärme entsteht beim Betrieb elektrischer Anlagen wie Computern, Haushaltsgeräten und vielem mehr. Insbesondere die Bereitstellung von Kälte ist mit dem „Nebenprodukt“ Wärme verbunden. Diese Wärme wird direkt in den städtischen Raum abgegeben, sei es durch die vielen an den Außenseiten der Gebäude unter den Fenstern hängenden Klimageräte oder durch die dezent in die Gebäudedächer integrierten Ventilatoren.

Ebenfalls nicht zu vernachlässigen ist der Wärmeeintrag durch Kraftfahrzeuge mit Verbrennungsmotoren. Neben der Abwärme der laufenden, immer PS-stärkeren Motoren bewirken die morgens in die Städte einfahrenden und dort anschließend geparkten Kraftfahrzeuge einen weiteren enormen Wärmeeintrag: Fahrzeuge mit Verbrennungsmotor haben eine ideale Motor Temperatur, die durch Gebläse und Ölkühlung geregelt wird. Bei einem durchschnittlichen



**Abfall**

Reste, die bei der Zubereitung oder Herstellung von etwas entstehen. Chemische Rückstände werden auch als Abfallstoffe bezeichnet.

**Abfallaufkommen**

Häufig gleichgesetzt mit: Bruttoabfallaufkommen. Als Abfall- bzw. Bruttoabfallaufkommen wird die Gesamtmenge aller erfassten Abfälle bezeichnet. Siehe auch: Abfallnettoaufkommen, Nettoauffallaufkommen.

**Abfallnettoaufkommen**

Abfallaufkommen insgesamt, reduziert um die Menge der Sekundärabfälle. Unter Sekundärabfällen versteht man die bei einer Abfallaufarbeitung in einer Abfallverwertungs- oder Abfallbeseitigungsanlage entstehenden Abfälle.

**Ableich, hydraulischer**

Einstellung der Volumenströme in allen Leitungen eines Heizsystems mit dem Ziel einer gleichmäßigen Wärmeverteilung auf alle Abnehmerpunkte.

**Abiotische Stoffe**

Alle unmittelbar aus der Natur entnommenen, nicht nachwachsenden und noch nicht bearbeiteten Materialien.

**Absolute Entkopplung**

Siehe: Entkopplung.

**Abwrackprämie**

Siehe: Umweltprämie.

**Adaption**

Bezeichnet die Anpassung eines Systems an veränderte oder sich verändernde Randbedingungen. Im Rahmen der Diskussion um den Umgang mit den Folgen des Klimawandels bezeichnet Adaption die Anpassung, insbesondere die Anpassung des menschlichen Verhaltens, an die Folgen des Klimawandels.

**Adobe**

Im englischsprachigen Raum häufig verwendeter Begriff für Bauweisen mit ungebrannten Lehmsteinen. Der spanische Begriff leitet sich ursprünglich über das Arabische von dem koptischen „tôbe“= Ziegel her.

**AFOLU**

Abk. Engl.: *Agriculture, Forestry and Other Land Use*. Dem AFOLU-Sektor werden gemäß der United Nations Convention on Climate Change (UNFCCC) die Summen aller Treibhausgasemissionen und -extraktionen aus den Sektoren Landwirtschaft, Landnutzung, Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft zugeordnet. Siehe auch: Forestry, Land use and Other Land Use (FOLU), Land-Use Change (LUC) und Land Use, Land-Use Change and Forestry (LULUCF).

**Agricultural Land**

Der Begriff umfasst alle Flächen, die für die land-

wirtschaftliche Produktion, seien es Äcker, Wiesen und Weiden oder Plantagen, einschließlich Waldplantagen und Pflanzen für Biotreibstoffe, genutzt werden.

**Agronomic Concept of Degree Days**

Siehe auch: Growing Degree Days.

**Albedo**

Die Albedo (lat.: *albus*=weiß und *albedo*=die Weiße) ist eine dimensionslose Zahl zwischen 0 und 1. Sie entspricht dem Verhältnis von rückgestrahltem zu einfallendem Licht auf eine nicht selbst leuchtende Oberfläche. Eine Albedo von 0,8 entspricht also einer 80%igen Rückstrahlung des einstrahlenden Lichts. Da die Albedo von der Wellenlänge des einstrahlenden Lichtes abhängt, muss ihre Angabe stets mit einer Angabe der zugehörigen Wellenlänge oder des zugehörigen Wellenlängenbereichs (z. B. Sonnenlicht, sichtbares Licht) versehen werden. Die sogenannte *Eis-Albedo-Rückkopplung* ist ein wesentlicher Faktor in der Strahlungsbilanz der Erde. Die vereisten Flächen, insbesondere der Pole, reflektieren erhebliche Mengen der solaren Strahlung zurück in das Weltall. Würden sie diese solare Strahlung absorbieren, dann wären diese vereisten Flächen bereits in erheblichem Umfang geschmolzen. Die so entstandenen zusätzlichen Meeresoberflächen absorbieren jedoch die solare Strahlung in einem bedeutenden Ausmaß, was dann zu einer zusätzlichen Erwärmung des Erdklimas führt.

**Allgemeine Geburtenziffer**

Auch: Allgemeine Fruchtbarkeitsziffer (engl.: *General Fertility Rate GFR*). Hierunter wird die Zahl der Lebendgeborenen pro Jahr und 1.000 Frauen im Alter von 15 bis 44 Jahren (also grob im gebärfähigen Alter) verstanden. Siehe: Fertilitätsrate, Geburtenziffer.

**Altholz**

Auch: Gebrauchtholz. Holz, das bereits in irgend-einer Weise verwendet wurde. Altholz kann, wenn man von der thermischen Verwertung absieht, nur sehr eingeschränkt wiederverwertet werden. Teilweise handelt es sich um Holz, das mit Holzschutzmitteln behandelt wurde, um beschichtete Holzabfälle sowie um Gemische aus problematischen Holzabfällen und anderem Holz. Siehe auch: Restholz.

**Altschrott**

Schrott, der aus nicht mehr genutzten Verbrauchsgütern (Konsumgüterschrott) und Industriegütern zusammengesetzt ist. Siehe auch: Eigenschrott, Neuschrott.

**Anthropogen**

Von Menschen gemacht. Siehe auch: Anthropogene Emissionen.

**Anthropogene Emissionen**

sind durch menschliches Handeln hervorgerufene Emissionen. Häufig auch: Klimaschädliche Emissionen, was zumeist zwar gleichbedeutend benutzt und

verstanden wird, jedoch nicht dasselbe ist, da (anthropogene) Emissionen nicht allesamt klimaschädlich sind. Anthropogene Emissionen können in energiebedingte, prozessbedingte oder, bei Wahl einer anderen Kategorisierung, in technogene und LUC-Emissionen unterschieden werden. Siehe auch: Biogene Emissionen, Geogene Emissionen.

**Atmosphäre**

Bezeichnung für die gasförmige Hülle, welche die Erde umgibt. Die Atmosphäre lässt sich in fünf verschiedene Hauptschichten unterteilen. 1) Die Troposphäre, sie reicht von der Erdoberfläche bis zur Tropopause. 2) Die Stratosphäre, sie reicht bis zur Stratopause. 3) Die Mesosphäre, sie reicht bis zur Mesopause, 4) die Thermosphäre und die 5) Exosphäre. Die Atmosphäre setzt sich aus folgenden Gasen zusammen: Stickstoff (N<sub>2</sub>) mit ca. 78 %, Sauerstoff (O<sub>2</sub>) mit ca. 20 %, Edelgase wie z. B. Argon (Ar) mit zusammen ca. 1 %. Hinzu kommen Aerosole, also feste und flüssige Schwebeteilchen in einer gasförmigen Hülle, sowie Spurengase wie Wasserdampf, Kohlenstoffdioxid (CO<sub>2</sub>), Methan (CH<sub>4</sub>), Ozon (O<sub>3</sub>), Fluorchlorkohlenwasserstoffe (FCKW), Schwefeldioxid (SO<sub>2</sub>) und verschiedene Stickstoffverbindungen.

**Barrel**

Engl. für: *Fass, Tonne*. In Großbritannien und den USA verwendetes Volumenmaß (Hohlmaß). Es gibt hierzu insgesamt vier unterschiedliche Definitionen: 1 Barrel (Imp) = 1 bl (Imp) = 163,6593 l, 1 bl (US) = 119,2405 l, 1 blue barrel (Imp) = 1 bbl (Imp) = 159,1132 l, 1 bbl (US) = 158,9873 l. Erdöl wird international in bbl (US) gehandelt.

**Basisperioden**

Aus historischen Gründen benutzen verschiedene Forschungszentren auch heute noch verschiedene Basisperioden, auf die sie sich bei ihren jeweiligen Angaben zur Erderderwärmung beziehen. Die NASA bezieht sich auf den Zeitraum 1951 bis 1980, das britische Hadley Center dagegen auf den Zeitraum 1961 bis 1990 und die World Meteorological Organization (WMO) auf den Zeitraum 1981 bis 2010. Die Zahlen lassen sich aber ineinander umrechnen. Dazu muss man lediglich die Temperaturdifferenz zwischen den Zeiträumen kennen. Die Spanne von 1961 bis 1990 war beispielsweise um 0,10°C wärmer als von 1951 bis 1980. Auf der Homepage der NASA kann man die Basisperioden interaktiv verrechnen. Dass man sich bisher nicht auf eine einzige Basisperiode einigen konnte, kann nur als peinlich bezeichnet werden. Die fehlende Konvention einer einzigen Basisperiode erfordert konsequenterweise bei jeder Angabe zur Erderwärmung die zusätzliche Nennung der jeweiligen Basisperiode. Siehe hierzu auch: Vorindustrieller (Temperatur-)Wert.

**Baustoffallokation per capita**

Die Baustoffallokation per capita ist relativ schwer zu erfassen. Grundlegende Arbeiten hierzu stammen von F. Krausmann et al. [184] [185]. Wir haben

die vorhandenen Ergebnisse mit unseren eigenen umfangreichen Berechnungen ergänzt. Für den Zeitpunkt 2020 gehen wir von folgenden Werten aus: Welt, gesamt: Baumaterial, verbaut: 1.170 Gt; Nachholbedarf der Dritten Welt: 2.200 Gt; Werte per capita: Durchschnitt weltweit: 148 t; Entwicklungsländer/Dritte Welt: 76 t; Industrieländer: 430 t; Deutschland: 460 t.

**BECCS**

Abk. Engl. für: *Bioenergy Carbon Capture and Storage*. Deutsch: Bioenergie mit CO<sub>2</sub>-Abscheidung und -Speicherung. BECCS bezeichnet Verfahren, bei denen Biomasse in industriellen Prozessen verbrannt und das dabei entstehende Kohlenstoffdioxid anschließend abgeschieden und gespeichert wird.

**Berechnung der „CO<sub>2</sub>-Speichermenge“ in Holz**

Die Berechnung erfolgt auf Basis der für alle Hölzer unterschiedlichen Darrdichte. Der Kohlenstoffgehalt beträgt circa 50 % der Darrdichte. Die Umrechnung auf Kohlendioxid erfolgt mit dem Faktor 3,67. Aus 1 kg Kohlenstoff werden somit 3,67 kg Kohlendioxid.

**Besiedlungsdichte**

Im Gegensatz zur Bevölkerungsdichte, bei der die Anzahl der Einwohner auf die Gesamtfläche einer zu betrachtenden Einheit (z. B. Region, Staat) bezogen wird, stellt die Siedlungsdichte eine bereinigte Angabe dahingehend dar, dass bei ihr die Anzahl der Einwohner auf die tatsächlich besiedelte bzw. theoretisch besiedelbare Fläche (z. B. Gesamtfläche abzgl. aller durch Gewässer etc. eingenommenen Flächen) bezogen wird. Nicht zu verwechseln mit Siedlungsdichte.

**Bevölkerungsentwicklung**

Aus der Geburtenziffer, der Sterbeziffer, der Lebenserwartung sowie der Aus- und Einwanderung errechnete zeitliche Entwicklung der Bevölkerungsgröße.

**Biodegradable**

Siehe: Kompostierbarkeit.

**Biogen**

Von Lebewesen stammend. Siehe auch: Biogene Emissionen, technogen, geogen, anthropogen.

**Biogene Emissionen**

Der Begriff *biogene Emissionen* wird in unterschiedlicher Weise definiert bzw. verwendet. Die Norm EN ISO 13833, welche das Verfahren bei der Bestimmung des Anteils biogenen Kohlenstoffdioxids (CO<sub>2</sub>) am Gesamtgehalt des Kohlenstoffdioxids in einem Emissionsstrom standardisiert, unterscheidet zwischen CO<sub>2</sub> aus fossilen Quellen und biogenem CO<sub>2</sub>. Zu den fossilen Quellen gehören beispielsweise Kohle, Öl oder Erdgas. Biogene Quellen im Sinn der Norm sind Stoffe, die durch lebende Organismen in natürlichen Prozessen entstanden sind und die weder fossilisiert sind noch aus fossilen Ressourcen herrühren. Biogenes CO<sub>2</sub> entsteht beispielsweise bei der Verbrennung von Biomasse, also zum Beispiel Bio-

gas, Klärschlamm, Holz oder Stroh. Wird etwa Altholz verbrannt, dann entstehen 95–100 % biogenes CO<sub>2</sub> und 0–5 % fossiles CO<sub>2</sub>. Letzteres stammt z. B. von Klebstoffen, Lackresten, Farbstoffen oder Imprägnierungen.

**Biokraftstoffe**

Biokraftstoffe sind Kraftstoffe, zu deren Herstellung ausschließlich durch biologische Prozesse entstandene Materialien verwendet werden. Die Entstehungszeit dieser Materialien darf typischerweise nur ein Jahr, im Fall von Holz mehrere Jahrzehnte betragen. Kohle, Erdöl und Erdgas sind zwar auch biobasiert, werden aber wegen ihres langen Bilanzierungszeitraumes bei bzw. nach einer geeigneten Aufbereitung nicht als Biokraftstoffe angesehen. Für Biokraftstoffe findet man häufig eine Nomenklatur, in der diese in Biokraftstoffe der ersten, zweiten und dritten Generation eingeteilt werden. Die Kriterien für diese Einteilung sind nicht präzise gefasst, weswegen es bei der Zuordnung immer wieder zu Unschärfen kommt. Als Biokraftstoffe der ersten Generation versteht man zumeist jene Kraftstoffe, die aus Pflanzenresten produziert werden. Der Hauptbestandteil der geernteten Pflanze wird dabei stets als Futtermittel oder, in verfeinerter Weise, als menschliches Nahrungsmittel (z. B. Speiseöl) verwendet. Als Biokraftstoffe der zweiten Generation werden all jene Kraftstoffe bezeichnet, bei denen als Rohstoff die vollständigen Pflanzen verwendet werden. Als Biokraftstoffe der dritten Generation werden Biokraftstoffe aus Algen bezeichnet.

**Biomasse**

Sammelbegriff für feste und flüssige Biomasse, Biogas, Klär- und Deponiegas, die biogenen Anteile des Restabfalls usw.

**Bioökonomie**

Auch: Knowledge-based Bio-Economy. Die Bioökonomie steht am Ende der Transformation von einer erdölbasierten Wirtschaft hin zu einer Wirtschaftsform, in der fossile Ressourcen durch nachwachsende Rohstoffe ersetzt werden. Sie ist somit ein Baustein einer postfossilen Wirtschaft. Als Wegbereiter der Bioökonomik gilt Nicholas Georgescu-Roegen.

**Biosphäre**

Gesamtheit aller Räume der Erde, in denen Lebewesen vorkommen.

**Biotische Rohstoffe**

Alle unmittelbar aus der Natur entnommenen organischen Materialien.

**BIP**

Siehe Bruttoinlandsprodukt.

**bl, bbl**

Siehe auch: Barrel.

**Bodendegradation**

Verschlechterung der Leistungen des Bodens für das Ökosystem bis hin zu deren völligem Verlust.

Die heute beim Errichten von Gebäuden und der Infrastruktur getätigten Ressourcenverbräuche, die Emissionen, der Landverbrauch oder der beim Bauen erzeugte Abfall werden die Erde über viele Jahrzehnte, manchmal Jahrhunderte belasten. Gleichzeitig sind Versäumnisse, also auch alles, was wir heute nicht tun, zukünftig kaum mehr kurzfristig aufholbar. Wie aber wirken Emissionen, Temperaturerhöhungen, Landverbrauch, Waldrodungen, Trockenperioden, Ernteaussfälle und vieles mehr zusammen? Und welche Rolle spielt das Bauschaffen bei alledem? In Band 2 seiner Trilogie „non nobis“ beschreibt Werner Sobek Zusammenhänge und Wirkungsmechanismen und leitet daraus erstmals die Randbedingungen ab, innerhalb derer eine Gestaltung der Zukunft, insbesondere des zukünftigen Bauschaffens, überhaupt noch stattfinden kann. Vieles, von dem wir heute noch träumen, wird nicht mehr umsetzbar sein. So ist auch ein gleicher baulicher Komfort für alle Erdenbürger mit den heutigen Ansätzen auf absehbare Zeit nicht möglich. Wie weiter also? Und was bedeutet dies für die Stabilität unserer gesellschaftlichen Strukturen?

WERNER

EUR 49,00 (D)  
US\$ 69,00  
ISBN 978-3-89986-384-0



9 783899 863840