

SuPeRBE-Schulungsmaterial

Makro-Fachgebiet:

1 Klimawandel und bebaute Umwelt

Fachgebiet:

1.1 Grundlagen des Klimawandels

Kompetenzniveau: 3

Nachhaltigkeit

Seit den 90er Jahren ein Trend

*„Nachhaltige Entwicklung sollte: den **Bedürfnissen der heutigen Generation** entsprechen, ohne die Möglichkeiten **künftiger Generationen** zu **beeinträchtigen**, ihre eigenen Bedürfnisse zu befriedigen.“*

Brundtland-Bericht



Resilienz

Weniger konkretes und neueres Konzept

*„Die **Fähigkeit** eines Systems, einer Gemeinschaft oder einer Gesellschaft, die Gefahren ausgesetzt ist, den Auswirkungen einer Gefahr rechtzeitig und effizient zu **widerstehen**, sie zu **absorbieren**, sich ihnen **anzupassen**, sich zu **transformieren** und sich von ihnen zu **erholen**, einschließlich durch die Erhaltung und Wiederherstellung ihrer wesentlichen Grundstrukturen und Funktionen durch Risikomanagement.“*

Büro der Vereinten
Nationen für
Katastrophenvorsorge



Klimawandel

*„Klimawandel ist der Begriff, der verwendet wird, um **Veränderungen des Klimazustands zu beschreiben**, die anhand von Veränderungen des Durchschnitts und/oder der Variabilität seiner Eigenschaften festgestellt werden können und über einen längeren Zeitraum, in der Regel Jahrzehnte oder länger, bestehen bleiben.“*

Weltorganisation für Meteorologie

Treibhausgasemissionen

„Treibhausgase sind eine Gruppe von Gasen, die zur globalen Erwärmung und zum Klimawandel beitragen. Das Kyoto-Protokoll, ein Umweltabkommen, das 1997 von vielen Vertragsparteien der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen (UNFCCC) zur Eindämmung der globalen Erwärmung verabschiedet wurde, umfasst heute sieben Treibhausgase. Durch die Umrechnung in Kohlendioxidäquivalente (oder CO₂-Äquivalente) können diese verglichen und ihre individuellen und gesamten Beiträge zur globalen Erwärmung bestimmt werden.“

Europäische Union

Gebäude

Gebäude müssen nicht nur weniger verbrauchen, sondern auch widerstandsfähiger sein.

Angesichts steigender Temperaturen, Überschwemmungen und Energiekrisen muss sich unsere gebaute Umwelt zu einer Kraft der Resilienz entwickeln.

Das bedeutet, Räume zu entwerfen und zu renovieren, die energieeffizient, klimafest und für alle zugänglich sind - nicht nur nachhaltige Strukturen zu schaffen, sondern inklusive, schöne und zukunftsfähige Orte zum Leben.



Hintergrund



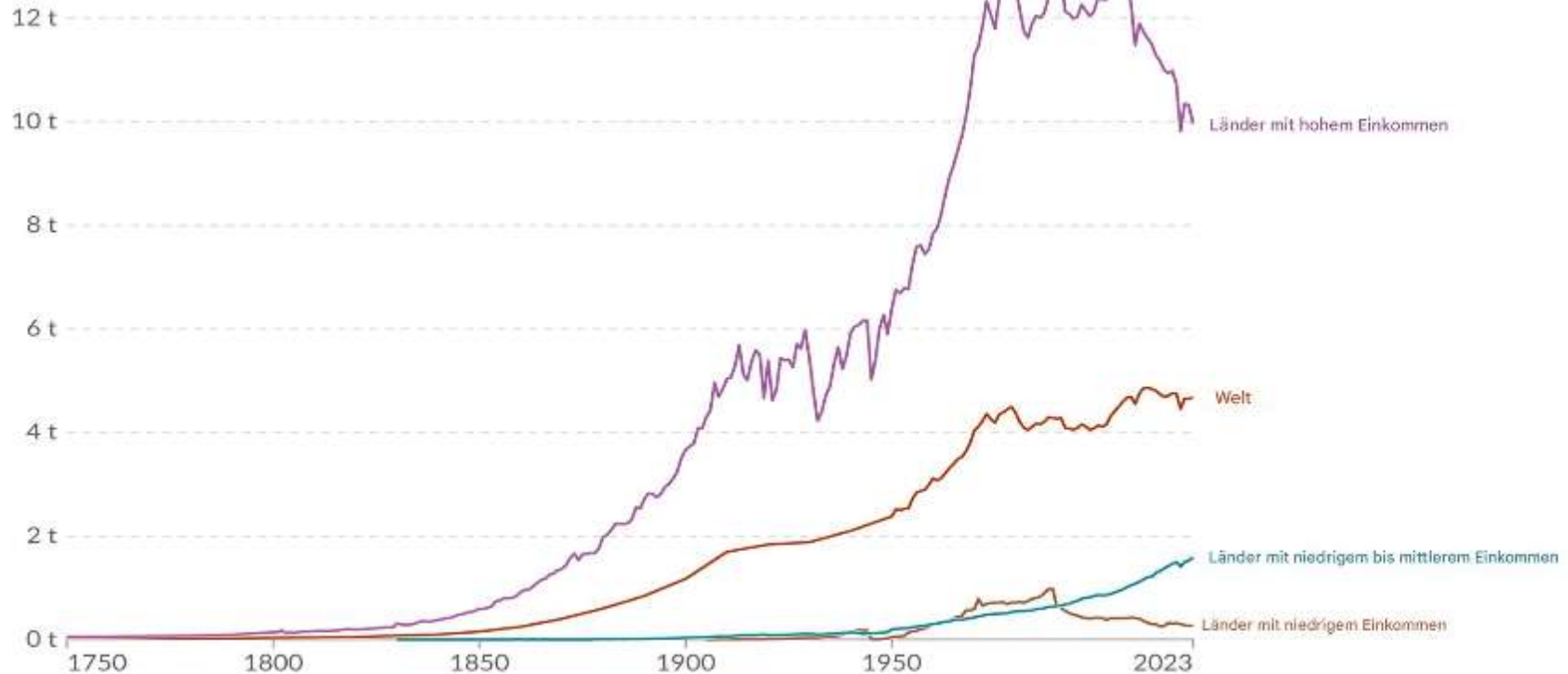
Der Zwischenstaatliche Ausschuss für Klimawandel (**IPCC**) der Vereinten Nationen hat im August 2021 seinen sechsten Sachstandsbericht (AR6) veröffentlicht.

FESTSTELLUNG

Enger Zusammenhang zwischen der vom Menschen verursachten Erwärmung und immer schwerwiegenden extremen Wetterereignissen

- Viele dieser Veränderungen - insbesondere in Bezug auf die Ozeane, Eisschilde und den globalen Meeresspiegel - sind *irreversibel*
- In fast allen Emissionsszenarien wird erwartet, dass die globale Erwärmung „Anfang der 2030er Jahre“ 1,5 °C erreichen wird. Ohne das Erreichen der „Netto-Null“-CO₂-Emissionen - zusammen mit einer „starken Reduzierung“ anderer Treibhausgase - wird sich das Klimasystem weiter erwärmen.

Kohlendioxidemissionen (CO₂) aus fossilen Brennstoffen und der Industrie. Landnutzungsänderungen sind nicht berücksichtigt.



Datenquelle: Globales Kohlenstoffbudget (2024); Bevölkerung basierend auf verschiedenen Quellen (2024)

[OurWorldinData.org/co2-and-greenhouse-gas-emissions](https://www.ourworldindata.org/co2-and-greenhouse-gas-emissions) | CC BY

Quelle: [OurWorldinData](https://www.ourworldindata.org), 2024

Emissionsreduktion

Mehrere Länder mit hohem Einkommen, darunter das Vereinigte Königreich und die EU-Mitgliedstaaten, haben ihre CO₂-Emissionen in den letzten Jahrzehnten erheblich reduziert.

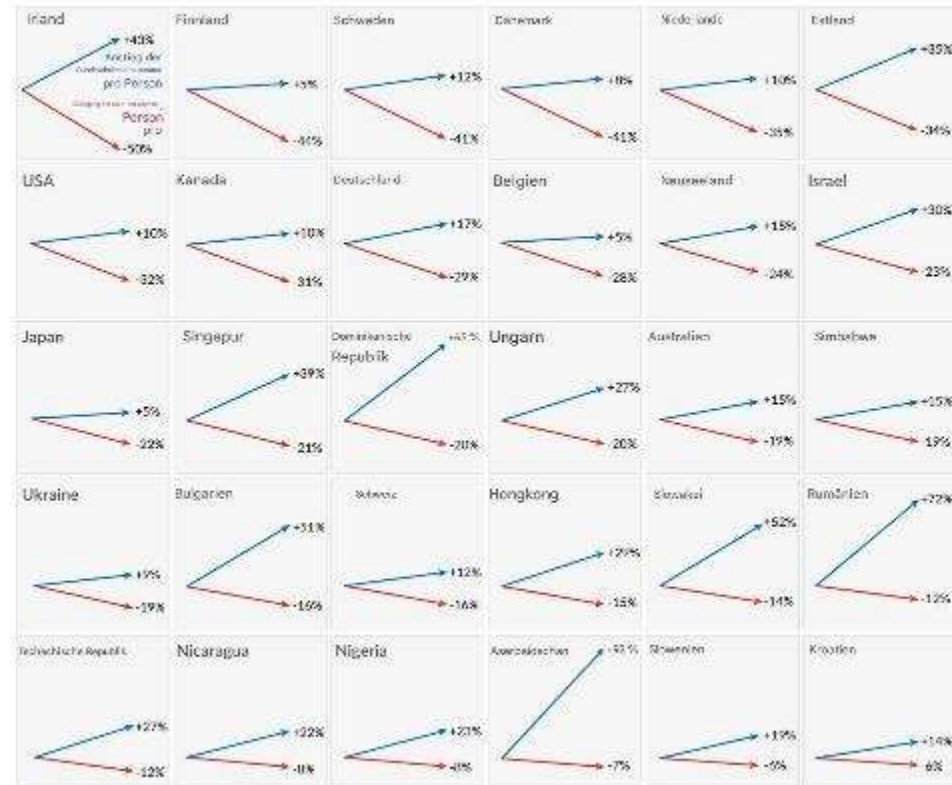
Sie zeigen, dass Emissionsreduktionen mit den richtigen politischen Maßnahmen und Technologien möglich sind.

Entkopplung: Länder, die Wirtschaftswachstum erzielten und gleichzeitig die CO₂-Emissionen reduzierten, 2005-20

Unsere Welt in Daten

Die Emissionen sind handelsbereinigt. Das bedeutet, dass die CO₂-Emissionen, die bei der Produktion importierter Güter entstehen, zu den heimischen Emissionen hinzugerechnet werden – und bei exportierten Gütern werden die Emissionen abgezogen.

Die Durchschnittswerte können werden um 81% pro Kopf gemessen (mit Ausnahme von Island, wo sie um 88% pro Kopf gemessen wurden).



Datenquellen: Global Carbon Project & WDI Bank.

Es gibt noch mehr Länder, die das Gleiche erreicht haben, aber es werden nur die Länder angezeigt, für die Daten verfügbar sind und für die jede Veränderung 5% übersteigt.

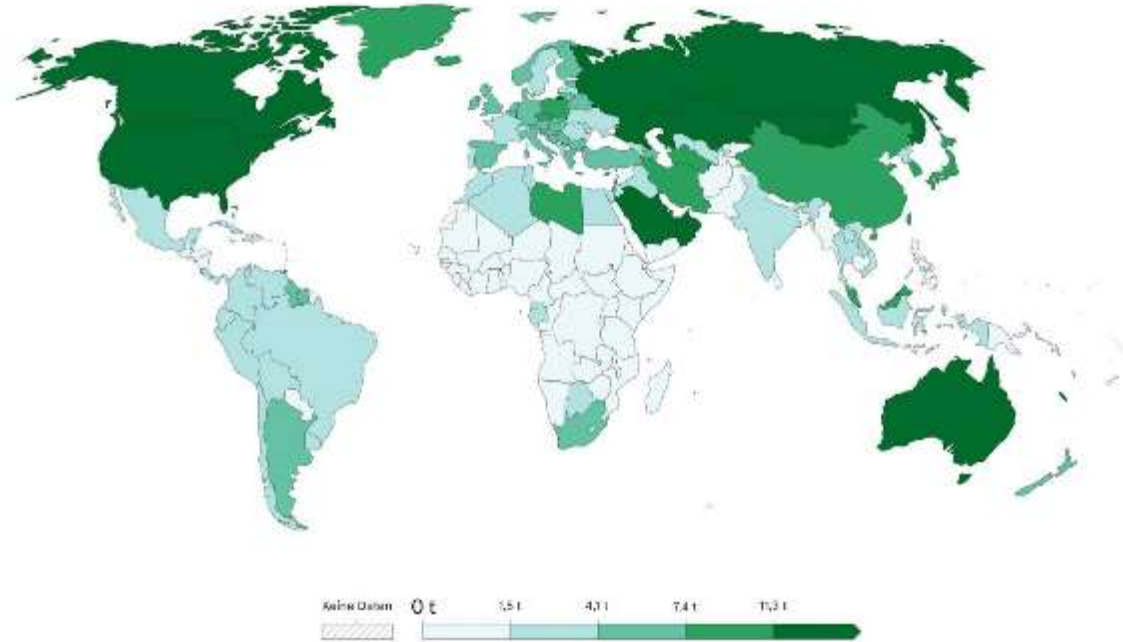
Quelle: Weltbank – Berechnung und Daten, um Fortschritt bei der Eindämmung der globalen Probleme der Welt zu messen.

Lizenziert unter CC-BY vom Autor Mark Brown

CO₂-Emissionen pro Kopf, 2023Kohlendioxid (CO₂)-Emissionen aus fossilen Brennstoffen und der Industrie¹. Landnutzungsänderungen sind nicht enthalten.

Die CO₂-Emissionen pro Person variieren stark zwischen den einzelnen Ländern.

Länder mit hohem Einkommen stoßen pro Kopf tendenziell viel mehr aus als Länder mit niedrigem Einkommen, was die globale Ungleichheit bei den Emissionen deutlich macht.



Datenquelle: Globales Kohlenstoffbudget (2024); Bevölkerung basierend auf verschiedenen Quellen (2024)

OurWorldinData.org/co2-and-greenhouse-gas-emissions | CC BY

1. Fossile Emissionen Fossile Emissionen messen die Menge an Kohlendioxid (CO₂), die bei der Verbrennung fossiler Brennstoffe und direkt bei industriellen Prozessen wie der Zement- und Stahlproduktion freigesetzt wird.

Fossiles CO₂ umfasst Emissionen aus Kohle, Öl, Gas, Abfackeln, Zement, Stahl und anderen industriellen Prozessen.

Fossile Emissionen umfassen keine Landnutzungsänderungen, Abholzung, Böden oder Vegetation

Minderung

*„Die Eindämmung des Klimawandels bedeutet, **den Ausstoß von Treibhausgasen**, die Wärme in der Atmosphäre **zurückhalten**, zu **reduzieren**. Dazu gehört die Verringerung der Treibhausgasemissionen aus Hauptquellen wie Kraftwerken, Fabriken, Autos und landwirtschaftlichen Betrieben. Wälder, Ozeane und Böden absorbieren und speichern diese Gase ebenfalls und sind ein wichtiger Teil der Lösung. Verbesserungen der Energieeffizienz und strukturelle Veränderungen in der Wirtschaft trugen ebenfalls zur Erreichung dieser Ziele bei. Nun wurden ehrgeizigere Ziele festgelegt, darunter eine Netto-Reduzierung um 55 % oder mehr gegenüber dem Stand von 1990 bis 2030 und das Ziel der Klimaneutralität bis 2050.“*

6 %

**der weltweiten
Emissionen**
werden von der EU
verursacht

37

**Reduzierung der EU-
Emissionen im Jahr 2023**
gegenüber dem Niveau
von 1990

55

**% Reduktionsziel der EU
bis 2030**
im Vergleich zu den
Werten von 1990

Anpassung

„Anpassung an den Klimawandel bedeutet, Maßnahmen zu ergreifen, um sich sowohl auf die aktuellen Auswirkungen des Klimawandels als auch auf die prognostizierten Auswirkungen in der Zukunft vorzubereiten und sich daran anzupassen.“

Europäische Kommission

- Maßnahmen zum Schutz von Menschen, Natur und Wirtschaft vor negativen Auswirkungen, wie z. B. der Bau von Hochwasserschutzanlagen, die Entwicklung dürreresistenter Nutzpflanzen oder die Anpassung von Bauvorschriften, um extremen Wetterbedingungen standzuhalten.



Bebaute Umwelt

- Gebäude sind für 35 % der Treibhausgasemissionen und 42 % des Energieverbrauchs in der EU verantwortlich.
- Der Bausektor ist der größte Rohstoffverbraucher in der EU und verursacht gemessen am Gewicht den größten Abfallstrom.
- Bestehende Gebäude müssen renoviert werden, um die Klimaziele der EU zu erreichen; neue Gebäude sollten bis 2030 emissionsfrei sein.
- Gebäude sind zunehmend Klimarisiken wie Hitzewellen, Überschwemmungen und Stürmen ausgesetzt, was die Notwendigkeit einer klimaresistenten Bauweise unterstreicht.

Klima & Städte

Städte konzentrieren Klimarisiken und Emissionen - aber intelligente Gestaltung, Grünflächen und widerstandsfähige Infrastruktur können sie zu Triebkräften für Klimalösungen machen.

Energieverbrauch in Gebäuden

Die EU-Richtlinie über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden trägt dazu bei, Gebäude energieeffizienter zu machen.

Sie legt Regeln zur Reduzierung des Energieverbrauchs und der Umweltverschmutzung durch Gebäude fest, mit dem Ziel, **bis 2050** einen nahezu **emissionsfreien Gebäudebestand** zu schaffen - und so zur Bekämpfung des Klimawandels beizutragen und gleichzeitig Wohn- und Arbeitsräume sauberer, gesünder und erschwinglicher zu machen.

Rund **40 %**

der in der EU **verbrauchten Energie** wird **in Gebäuden** verbraucht

Über **1/3**

der energiebezogenen **Treibhausgasemissionen** der EU **stammen aus Gebäuden**

+/- 80 %

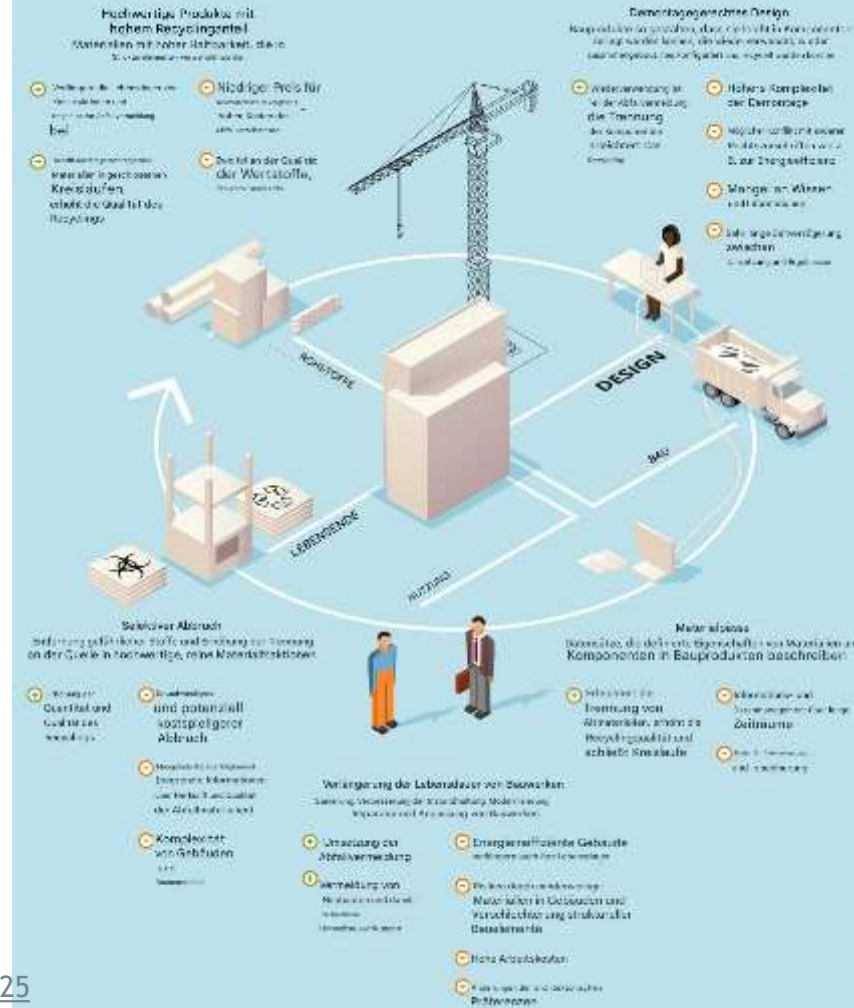
der in EU-Haushalten **verbrauchten Energie** wird **für Heizung, Kühlung und Warmwasser** verwendet

Praktiken der Kreislaufwirtschaft

Bau- und Abbruchabfälle machen etwas mehr als ein Drittel des gesamten Abfallaufkommens in der EU aus.

Um diese zu reduzieren, fördert die EU Wiederverwendungs- und Recyclingpraktiken:

- **Alte Produkte** werden weiterverkauft oder repariert.
- **Bioabfälle** werden zu Dünger oder Biogas verarbeitet.
- **Elektronik** liefert Metalle für neue Geräte.
- **Bauabfälle** (40 % der Gesamtmenge) werden mit neuen Technologien besser recycelt, um nicht nur Beton, sondern auch **Kunststoffe, Holz und Dämmstoffe** zurückzugewinnen.



Naturbasierte Lösungen (NBS)

NBS nutzen die Natur, um Umweltprobleme wie steigende Temperaturen, Überschwemmungen und den Verlust der biologischen Vielfalt zu bekämpfen. Sie bringen auch soziale und wirtschaftliche Vorteile mit sich.

Beispiele hierfür sind:

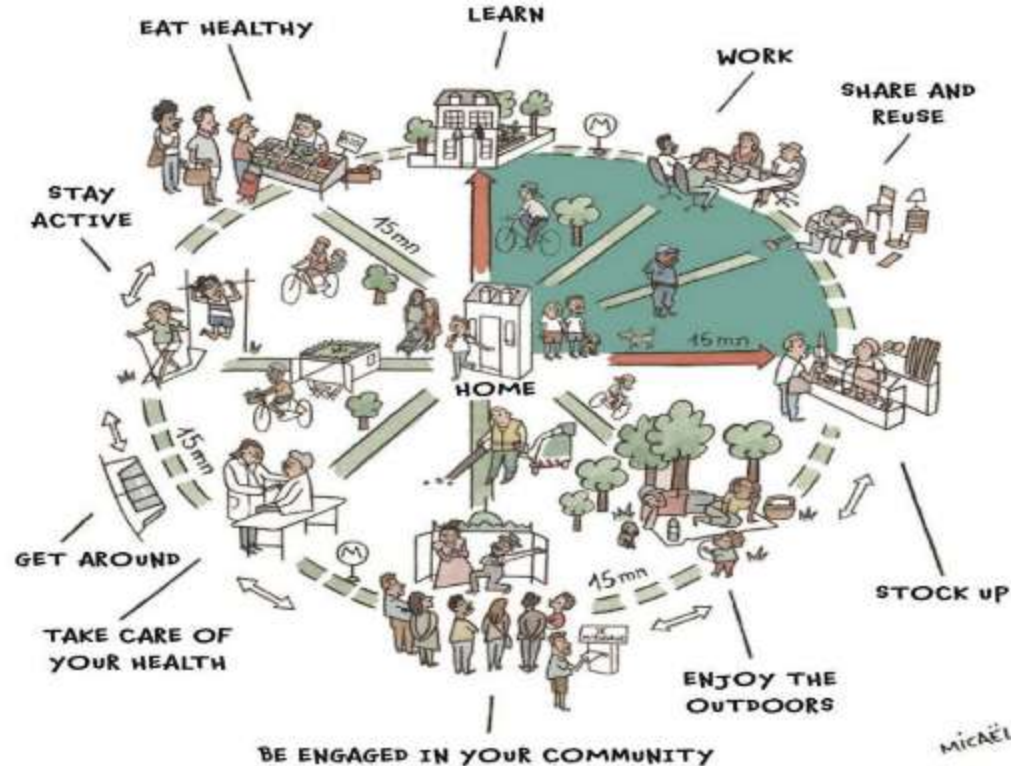
- Gründächer und Parks zur Kühlung von Städten und Verbesserung der Gesundheit
- Feuchtgebiete und Wälder zur Verringerung von Überschwemmungen und zur Speicherung von Kohlenstoff
- Natürliche Wassersysteme für saubereres, nachhaltiges Wasser

Die EU unterstützt NBS durch Finanzmittel, Forschung und politische Maßnahmen wie den [EU-Grünen Deal](#) und [die Biodiversitätsstrategie 2030](#) - mit dem Ziel einer gesünderen Umwelt und widerstandsfähigeren Gemeinschaften.



Die 15-Minuten-Stadt

Eine 15-Minuten-Stadt ist ein **städtisches Modell**, bei dem die Bewohner die meisten ihrer täglichen Bedürfnisse innerhalb eines kurzen Fuß- oder Fahrradwegs von ihrem Zuhause aus erreichen können – was aktive Mobilität, öffentliche Gesundheit, Gemeinschaftsbindungen und nachhaltige Stadtentwicklung fördert.



Die 15-Minuten-Stadt - Leitprinzipien

1. Nähe

Zugang zu wichtigen Dienstleistungen und Einrichtungen innerhalb von:

5 Minuten zu Fuß (~400 m): Lokale Geschäfte, grundlegende Dienstleistungen, Grundschulen, öffentliche Parks und Gotteshäuser

15 Minuten zu Fuß (~1.200 m): Stadtzentren mit Apotheken, Gemischtwarenläden, öffentlichen Schulen, mittelständischen Arbeitgebern und öffentlichen Verkehrsmitteln

15 Minuten mit dem Fahrrad (~5 km): Krankenhäuser, Universitäten, kulturelle Einrichtungen, große Arbeitgeber und Regionalparks

2. Dichte

Fördert die Begehrbarkeit und kompakte Stadtform durch:

1.000 Wohnungen innerhalb eines Radius von 400 m

9.000 Wohnungen im Umkreis von 1.200 m

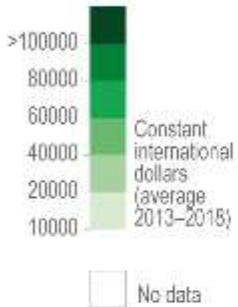
145.000 Wohnungen im Umkreis von 5 km

3. Vielfalt

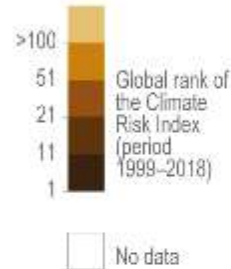
Gemischte Landnutzung und eine Vielzahl von Wohnformen zur Förderung der sozialen Inklusion und der wirtschaftlichen Vielfalt.

Damages to people and assets, vulnerability and adaptive capacity across Europe

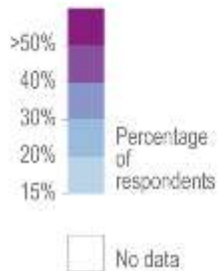
(a) Gross domestic product (GDP) per capita



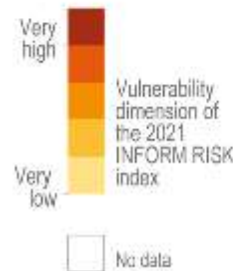
(b) Reported damages and fatalities from climate-related events (1999–2018)



(c) Population very or extremely worried about climate change



(d) Vulnerability of population to disasters and humanitarian crises



Soziale Vulnerabilität

Bestimmte Gruppen sind aufgrund sozialer, wirtschaftlicher und geografischer Faktoren anfällige für die Auswirkungen des Klimawandels:

- **Alter:** Ältere Menschen und Kinder sind anfälliger für extreme Temperaturen und Gesundheitsrisiken.
- **Einkommen:** Einkommensschwache Bevölkerungsgruppen leben oft in Gebieten, die stärker Umweltgefahren ausgesetzt sind, und verfügen nur über begrenzte Ressourcen, um sich anzupassen.
- **Geografie:** Regionen wie Ost- und Südeuropa sowie abgelegene oder ländliche Gebiete sind möglicherweise größeren Klimarisiken ausgesetzt und verfügen über geringere Anpassungsfähigkeiten.



Wirtschaftliche Folgen: *Untätigkeit vs. Anpassung*

Untätigkeit im Bereich Klimawandel führt zu steigenden wirtschaftlichen Verlusten aufgrund extremer Wetterereignisse, Schäden an der Infrastruktur und Auswirkungen auf die Gesundheit.

Proaktive Anpassung umfasst Investitionen in Maßnahmen, die die Anfälligkeit für Klimarisiken verringern, wie z. B. die Verbesserung der Widerstandsfähigkeit der Infrastruktur und die Einführung von Frühwarnsystemen.

Studien zeigen, dass die **Kosten der Untätigkeit** die **Kosten der Anpassung** deutlich übersteigen. So betont beispielsweise die Europäische Umweltagentur, dass eine mangelnde Anpassung zu erheblichen wirtschaftlichen Schäden führen kann, während rechtzeitige Anpassungsmaßnahmen diese Verluste mindern können.



Klimagefahren und soziale Vulnerabilität

Geringverdienende und sozial schwache Bevölkerungsgruppen sind **unverhältnismäßig stark** von Klimagefahren **betroffen**:

- Hitzewellen: In ärmeren Stadtgebieten fehlen oft Bäume und Grünflächen, wodurch es dort heißer wird und **das Risiko von Krankheiten** und Todesfällen **steigt** - insbesondere für ältere Menschen und Menschen mit schlechter Gesundheit.
- Überschwemmungen: Gefährdete Bevölkerungsgruppen leben häufiger in überschwemmungsgefährdeten Gebieten, sind weniger geschützt und haben **einen geringeren Versicherungsschutz**, was die Wiederherstellung erschwert.
- Luftverschmutzung: Benachteiligte Gemeinden leiden oft unter schlechterer Luftqualität, was zu vermehrten **Atemwegsproblemen** führt.

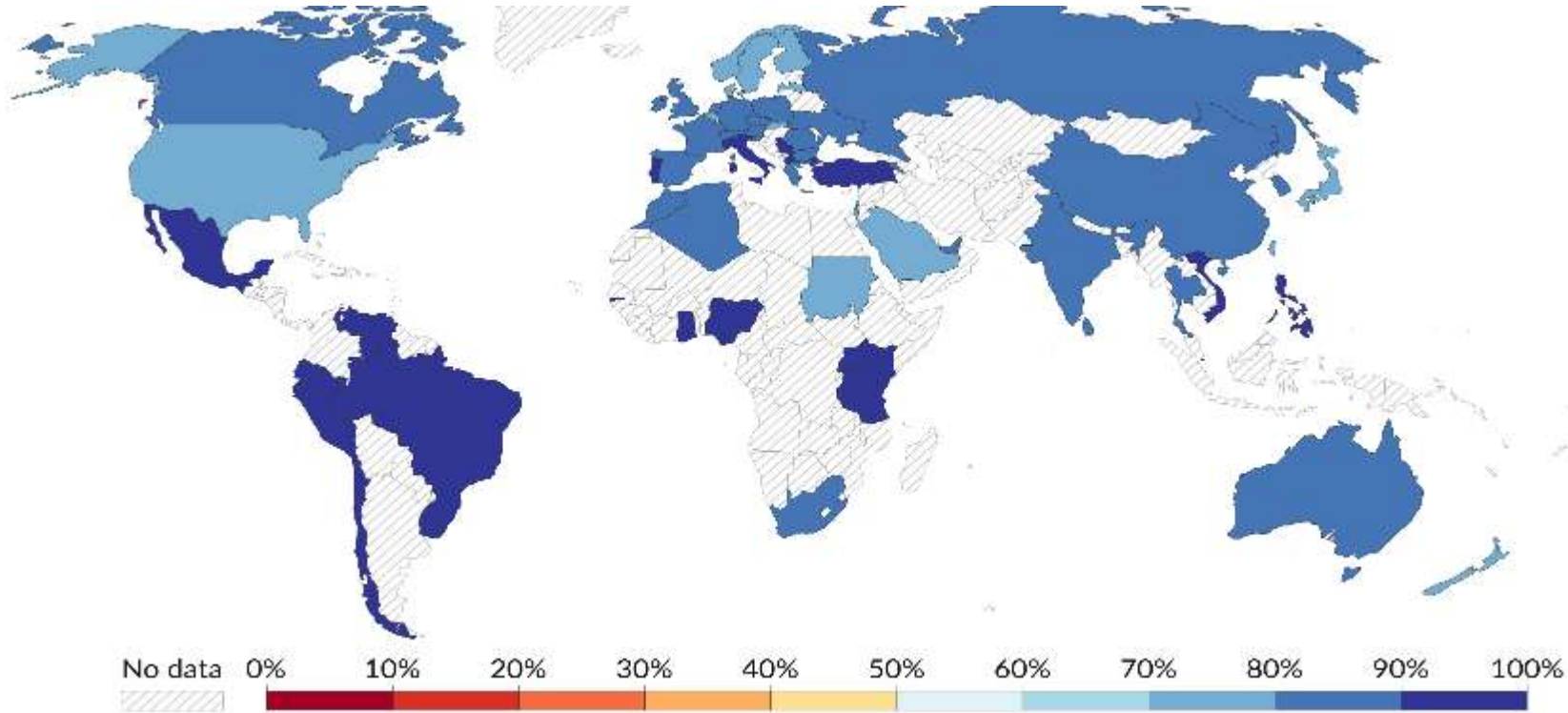
Ärmere Gemeinden verfügen über weniger Ressourcen, um sich anzupassen oder zu reagieren, und politische Maßnahmen können sie unbeabsichtigt zusätzlich belasten. Dies wirft kritische Fragen der Klimagerechtigkeit auf. Politische Maßnahmen sollten unter Berücksichtigung der Gerechtigkeit konzipiert werden, um einen fairen Zugang zu einer sauberen Umwelt zu gewährleisten und die am stärksten gefährdeten Menschen zu schützen.



Der Klimawandel ist eine der größten globalen Herausforderungen unserer Zeit. Um ihn zu bewältigen, bedarf es eines starken Engagements nicht nur für wissenschaftliche Genauigkeit und politische Wirksamkeit, sondern auch für **ethische Integrität** und **berufliche Verantwortung**.



Die Menschen halten den Klimawandel für eine ernsthafte Bedrohung, deren Ursache beim Menschen liegt. Die Besorgnis war in allen Ländern groß: Selbst in dem Land mit der geringsten Zustimmung stimmten 73 % dieser Aussage zu.



Menschen auf der ganzen Welt und quer durch das politische Spektrum unterschätzen die Unterstützung für Klimaschutzmaßnahmen.

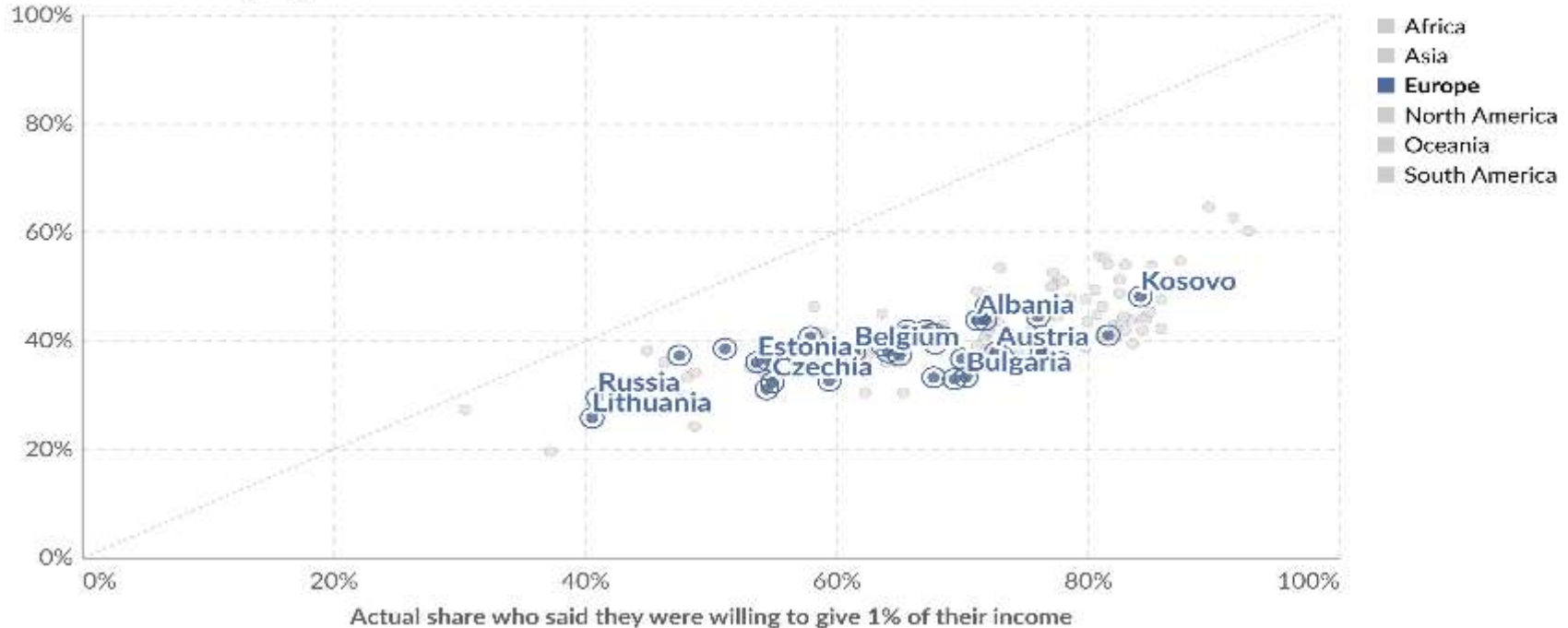
Diese „Wahrnehmungslücke“ ist von Bedeutung. Regierungen werden ihre Politik ändern, wenn sie glauben, dass sie starke öffentliche Unterstützung haben. Unternehmen müssen wissen, dass Verbraucher kohlenstoffarme Produkte und Veränderungen in den Geschäftspraktiken wünschen. Wir alle sind eher bereit, Veränderungen vorzunehmen, wenn wir glauben, dass andere das Gleiche tun werden.

[Hannah Ritchie, OurWorldinData, 2024](#)



Die meisten von uns unterschätzen systematisch, wie groß die Unterstützung für Klimaschutzmaßnahmen tatsächlich ist. Die Teilnehmer wurden gefragt, ob sie bereit wären, 1 % ihres Einkommens für die Bekämpfung des Klimawandels zu spenden. **In den 125 untersuchten Ländern antworteten 69 % mit „Ja“.**

Predicted share willing to give



Die Bevölkerung in Ländern mit niedrigem und mittlerem Einkommen ist eher bereit zu zahlen als in reichen Ländern. In Bangladesch stimmten 83 % dieser Aussage zu, verglichen mit 48 % im Vereinigten Königreich oder in den USA.

Dies könnte das Ausmaß des Klimarisikos widerspiegeln: Wenn Ihr Lebensunterhalt durch klimabedingte Katastrophen gefährdet wäre, wären Sie eher bereit, einen Teil Ihres Einkommens aufzugeben.



Klimaethik

Generationenübergreifende Gerechtigkeit: Die Gewährleistung von Klimaresilienz bedeutet, ökologische, soziale und wirtschaftliche Systeme zu schützen, damit künftige Generationen eine Welt erben, die weiterhin lebenswert und anpassungsfähig ist.

Generationengerechtigkeit: Der Klimawandel trifft benachteiligte Bevölkerungsgruppen unverhältnismäßig stark. Klimastrategien müssen soziale Gerechtigkeit berücksichtigen und sich auf eine faire Verteilung von Risiken und Ressourcen konzentrieren.

Vorsorgeprinzip: Wenn wissenschaftliche Erkenntnisse unvollständig sind, das Schadensrisiko jedoch hoch ist, sollten Vorsichtsmaßnahmen die Gestaltung, Planung und Politik leiten.

Verantwortung: Industrieländer und große Unternehmen, die mehr zu den Emissionen beigetragen haben, tragen eine größere Verantwortung. Ethisches Handeln im Klimabereich umfasst transparente Berichterstattung, das Anerkennen vergangener Schäden und Korrekturmaßnahmen.



Verantwortung von Fachleuten

Wissenschaftler und Forscher: Um Ergebnisse ehrlich und klar zu kommunizieren, sollten Übertreibungen oder Untertreibungen vermieden werden. Es sollten frei zugängliche Daten, Peer-Reviews und interdisziplinäre Zusammenarbeit bereitgestellt werden.

Wissenschaft: Als Institution, die ein Höchstmaß an Bildung bietet und Wissenschaft mit Forschung verbindet, ist die Universität für die Ausbildung im Bereich Nachhaltigkeit und den Einsatz innovativer Lösungen für globale Herausforderungen verantwortlich.

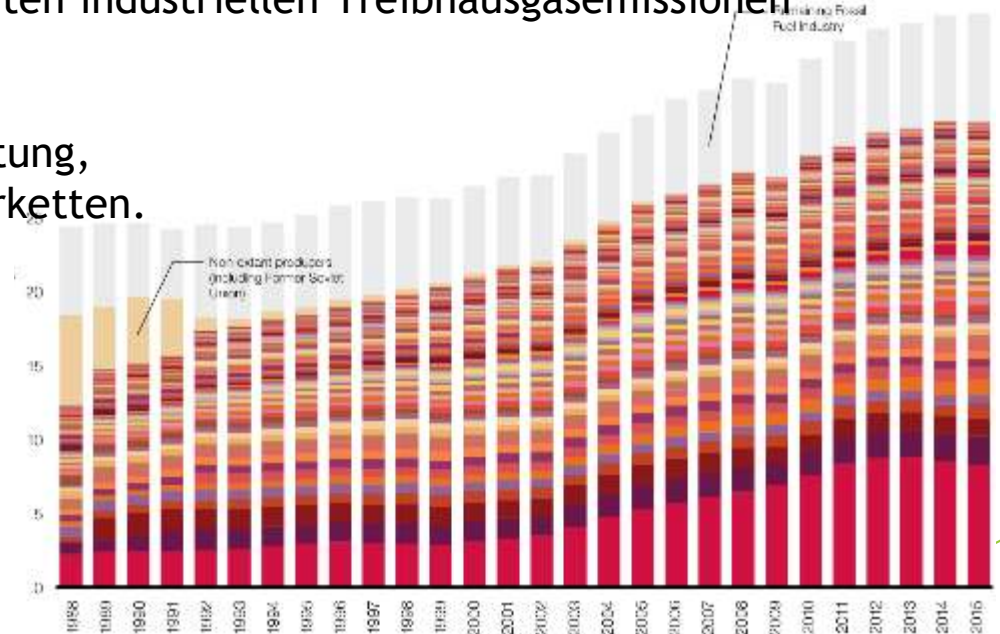
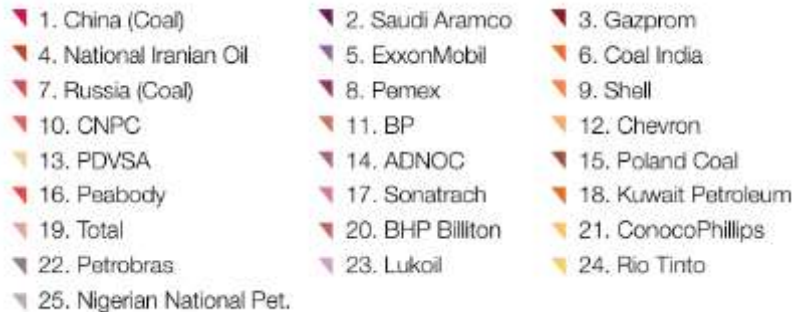


ACADEMICS

Verantwortung von Fachleuten

Unternehmen und staatlicher Sektor: Verringerung der Umweltbelastung und Ausrichtung der Geschäftstätigkeit an wissenschaftlich fundierten Klimazielen. Laut der Carbon Majors Database (CDP, 2017) sind 25 Unternehmen und staatliche Produktionsstätten für 51 % der weltweiten industriellen Treibhausgasemissionen verantwortlich. Alle 100 Produzenten sind für 71 % der weltweiten industriellen Treibhausgasemissionen verantwortlich.

Bewährte Verfahren: ESG-Berichterstattung, Netto-Null-Strategien, nachhaltige Lieferketten.



Verantwortung von Fachleuten

Politische Entscheidungsträger und Beamte: Ihre Verantwortung geht über technische Regulierung hinaus - sie sind ethische Verwalter des öffentlichen Interesses, Architekten des systemischen Wandels und Verteidiger der Klimagerechtigkeit.

- Sie sind mit dem Schutz der **Gesundheit, Sicherheit und langfristigen Wohlfahrt** der Bürger betraut.
- Politische Entscheidungsträger müssen die **langfristigen Auswirkungen von Gesetzen**, Subventionen, Infrastruktur und Flächennutzungsplänen berücksichtigen.
- Reichere Länder und Regierungen tragen gemäß dem Grundsatz der *gemeinsamen, aber unterschiedlichen Verantwortlichkeiten* (UNFCCC) eine **größere Last**.
- Nutzen Sie die **besten verfügbaren wissenschaftlichen Erkenntnisse** des IPCC, nationaler Akademien und Klimawissenschaftler.
- Widerstehen Sie politischem Druck, wissenschaftliche Fakten zu verzögern, zu leugnen oder zu verzerren.

Verantwortung von Fachleuten

Architekten: Spielen eine entscheidende Rolle bei der Planung von Bauwerken, die nicht nur Emissionen reduzieren, sondern auch den Auswirkungen des Klimawandels (z. B. Überschwemmungen, Hitzewellen) standhalten können.

Stadt- und Regionalplaner: Sind entscheidend für die Gestaltung von Gemeinden, die sozial und ökologisch widerstandsfähig sind. Dazu gehören die Festlegung von Klimarisikozonen, die Förderung grüner Infrastruktur und die Gewährleistung integrativer Planungsprozesse, die Vulnerabilität und Gerechtigkeit berücksichtigen.

Ingenieure: Stellen die technische Solidität klimaresistenter Infrastruktur sicher. Ethisches Ingenieurwesen umfasst heute adaptives Design, Redundanzplanung und die Integration naturbasierter Lösungen neben traditioneller Infrastruktur.

Beruflicher Verhaltenskodex

Keine erheblichen Schäden verursachen: Die Maßnahmen von Fachleuten dürfen die Anpassungsfähigkeit von Ökosystemen oder Gemeinschaften nicht beeinträchtigen. Dazu gehört auch, dass maladaptive Praktiken vermieden werden, die zwar kurzfristige Vorteile bieten, aber langfristig die Anfälligkeit erhöhen.

Nachhaltige und resiliente Entscheidungen treffen: Von der Materialauswahl bis hin zu Energiesystemen müssen Fachleute Optionen wählen, die die langfristige Resilienz unterstützen. Dazu gehören Lebenszyklusdenken, die Reduzierung des CO₂-Fußabdrucks und eine wassersensible Stadtplanung.

Entscheidungsfindung und öffentliche Rechenschaftspflicht

Transparente und integrative Entscheidungsfindung: Eine ethisch vertretbare Resilienzplanung erfordert die Einbindung der Öffentlichkeit, insbesondere der gefährdeten Bevölkerungsgruppen, die am stärksten von den Auswirkungen des Klimawandels betroffen sind. **Partizipative Prozesse** führen zu gerechteren und lokal relevanteren Lösungen.

Verantwortlichkeit in der Praxis: Fachleute müssen nicht nur gegenüber ihren Kunden und Aufsichtsbehörden, sondern auch gegenüber der breiten Öffentlichkeit Rechenschaft ablegen. Mit zunehmenden Klimarisiken steigt auch die moralische Bedeutung von Entscheidungen - insbesondere in Bezug auf Landnutzung, Ressourcenverteilung und Notfallvorsorge.

Klimawissenschaft für die bebaute Umwelt



Nachhaltigkeitsziele der Vereinten Nationen

- Von allen UN-Mitgliedstaaten verabschiedete globale Ziele (2015-2030)
- 17 Ziele mit 169 Unterzielen - von Armut bis Klima
- Gilt für alle Länder und Sektoren - einschließlich des Bauwesens



SDGs im Bauwesen?

- **SDG 3 | Gesundheit und Wohlergehen**

Menschen verbringen 90 % ihrer Zeit in Innenräumen

- **SDG 7 | Bezahlbare und saubere Energie**

40 % des gesamten Energieverbrauchs in Europa entfallen auf den Bausektor

- **SDG 11 | Nachhaltige Städte und Gemeinden**

70 % aller Emissionen werden in städtischen Gebieten verursacht

- **SDG 12 | Verantwortungsvoller Konsum und Produktion**

33 % der Ressourcen werden von der bebauten Umwelt verbraucht

- **SDG 13 | Klimaschutz**

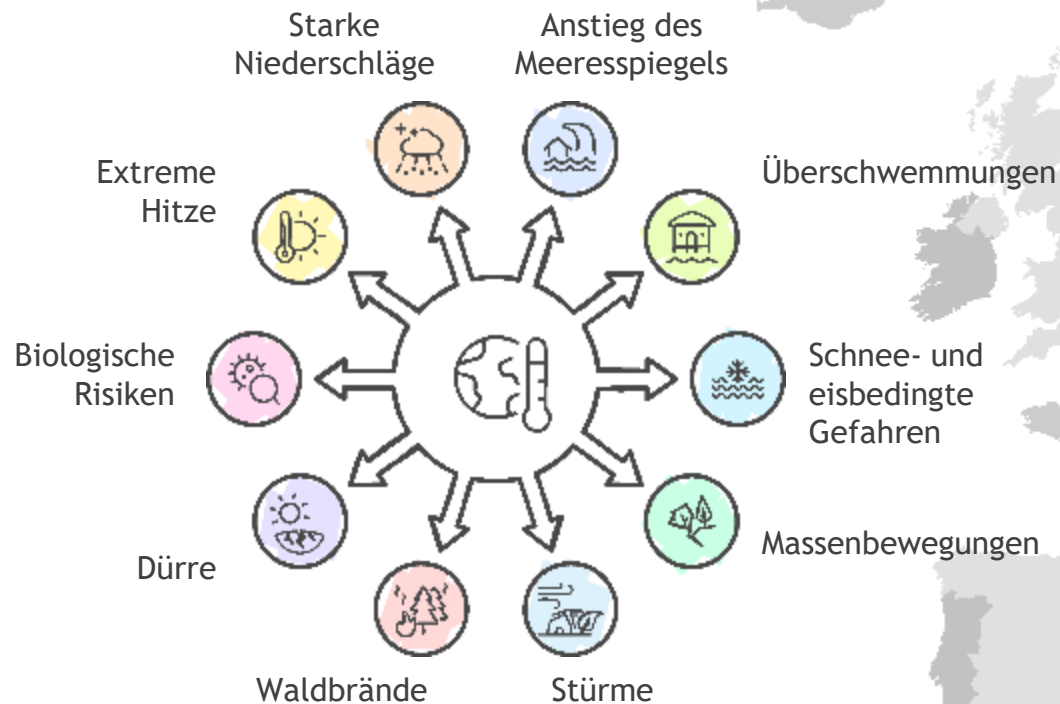
Der Bausektor verursacht > 33 % der Treibhausgasemissionen

- **SDG 17 | Partnerschaften zur Erreichung der Ziele**

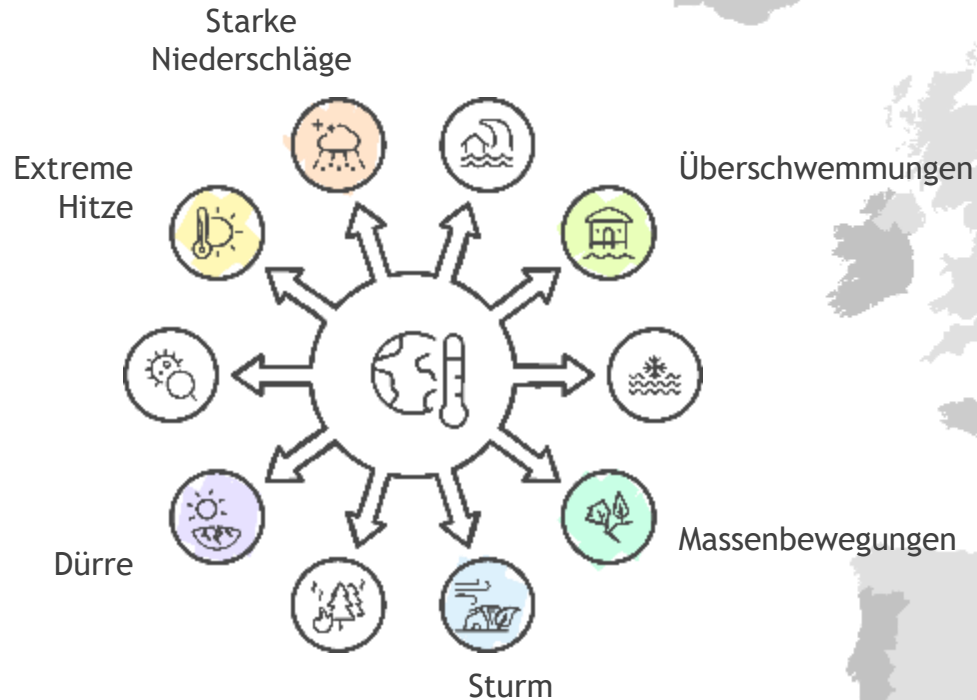
70 Organisationen weltweit haben sich dem globalen Netzwerk für nachhaltige Gebäude angeschlossen



Klimawandel und damit verbundene Risiken



Akute Gefahren für Gebäude gemäß der EU-Taxonomie





Hitzewellen und städtische Überhitzung

Hitzewellen sind längere Perioden extremer Hitze, die Gebäude und die menschliche Gesundheit belasten. Stadtgebiete sind aufgrund des **Wärmeinseleffekts** und des schlechten thermischen Komforts in Gebäuden besonders anfällig.

Bebaute Umwelt

(Gebäude, Infrastruktur, Städte)

- Überhitzte Innenräume,
- Höherer Energiebedarf für die Kühlung
- Städtischer Wärmeinseleffekt - Städte bleiben auch nachts heiß

Menschen (Gesundheit,

Sicherheit, Lebensqualität)

- Gesundheitsrisiken: Hitzschlag, Dehydrierung
- Verminderte Arbeitsleistung, schlechter Schlaf
- Hohes Risiko für ältere Menschen und Menschen mit chronischen Erkrankungen





Stürme

Stürme werden durch schnelle Änderungen des Luftdrucks verursacht, die oft mit stärkeren Strömungen und dynamischeren Wettersystemen einhergehen. Schäden durch sommerliche **Konvektionsstürme** und winterliche **Zyklonwinde**, die Dächer und Bäume beschädigen, treten immer häufiger auf.

Bebaute Umwelt (Gebäude, Infrastruktur, Städte)

- Beschädigte Dächer, Fenster, Fassaden
- Entwurzelte Bäume, verstreute Trümmer
- Stromausfälle, Verkehrsbeeinträchtigungen

Menschen (Gesundheit, Sicherheit, Lebensqualität)

- Verletzungs- oder Todesgefahr durch herumfliegende Gegenstände
- Beeinträchtigung des täglichen Lebens (Arbeit, Schule, Verkehr)
- Gesteigertes Gefühl der Unsicherheit





Starke Niederschläge

Kurze, aber **intensive Niederschlagsereignisse** treten aufgrund höherer Lufttemperaturen, die die Fähigkeit der Atmosphäre, Feuchtigkeit zu speichern, erhöhen, immer häufiger auf. Wenn diese Feuchtigkeit freigesetzt wird, kann es zu Starkregenfällen kommen, für die die städtischen Entwässerungssysteme nicht ausgelegt sind.

Bebaute Umwelt

(Gebäude, Infrastruktur, Städte)

- Überlastete Entwässerungssysteme, lokale Überschwemmungen
- Schäden an Dächern, Fassaden, Innenräumen
- Bodenerosion rund um Gebäude
- Sturzfluten

Menschen (Gesundheit,

Sicherheit, Lebensqualität)

- Verletzungsgefahr in überschwemmten Gebieten
- Sachschäden, Evakuierung
- Störung des Verkehrs und der Grundversorgung





Überschwemmung

Bebaute Umwelt

(Gebäude, Infrastruktur, Städte)

- Überflutete Keller und Hauswirtschaftsräume
- Schäden an Bauteilen und Isolierungen
- Ausfälle der Infrastruktur (Straßen, Strom, Abwasser)
- Ertrinkungsgefahr, kontaminiertes Wasser
- Verlust von Wohnraum und Einkommen
- Langfristiger Stress und Traumata





Massenbewegungen

Erdrutsche und Bodenbewegungen werden meist durch **Wassersättigung** nach starken oder anhaltenden Regenfällen ausgelöst. In Gebieten mit steilem Gelände führen Bautätigkeiten, Entwaldung oder schlechte Entwässerung zu einer weiteren Destabilisierung der Hänge und erhöhen das Risiko.

Bebaute Umwelt (Gebäude, Infrastruktur, Städte)

- Strukturelle Schäden oder Einstürze an instabilen Hängen
- Beschädigte Infrastruktur
- Umzug oder kostspieliger Wiederaufbau erforderlich

Menschen (Gesundheit, Sicherheit, Lebensqualität)

- Lebensbedrohliche Situationen
- Verlust von Eigentum, Vertreibung
- Schwierigkeiten bei der Versicherung von Häusern in Hochrisikogebieten





Dürren

Dürren treten auf, wenn **die Niederschlagsmengen über einen längeren Zeitraum unter dem Durchschnitt liegen**. In Mitteleuropa verringern Winterdürren die Wasserverfügbarkeit im Frühjahr und Sommer, und höhere Verdunstungsraten aufgrund von Hitze verschärfen das Problem, wodurch die Wasserversorgung und Grünflächen belastet werden.

Bebaute Umwelt

(Gebäude, Infrastruktur, Städte)

- Niedrigere Grundwasserspiegel → instabile Fundamente
- Ausgetrocknete Gründächer, Versagen der Landschaftsgestaltung
- Wasserversorgungsbeschränkungen für die Instandhaltung

Menschen (Gesundheit,

Sicherheit, Lebensqualität)

- Eingeschränkter Zugang zu Wasser (Bewässerung, täglicher Gebrauch)
- Verminderte Lebensqualität, insbesondere in Städten mit Hitzebelastung
- Psychische Belastung durch anhaltende Trockenheit



Wie wirken sich Gebäude auf den Klimawandel aus?

Jedes Gebäude hat Auswirkungen - es verschärft entweder das Problem oder trägt zu dessen Verringerung bei. Gutes Design, die Wahl der Materialien und eine effiziente Nutzung machen den Unterschied.



Trägt zum Klimawandel bei

- Verwendung **emissionsintensiver Materialien**
(z. B. Beton, Stahl)
- **Hoher Energieverbrauch** für Heizung und Kühlung
- Abhängigkeit von **fossilen Brennstoffen**
(Gas, Kohle, nicht erneuerbare Elektrizität)
- **Fehlende Anpassungsmerkmale**
(keine Beschattung, keine Wasserspeicherung)



Verschlimmert den Klimawandel nicht

- Verwendet **kohlenstoffarme oder recycelte Materialien**
(z. B. Holz, wiederverwendete Ziegelsteine)
- **Ist energieeffizient**
(z. B. Passiv- oder Niedrigenergiehäuser)
- Verwendet **erneuerbare Energien**
(z. B. Sonnenkollektoren, Wärmepumpen)
- **Beinhaltet Klimaanpassung**
(z. B. begrünte Dächer, Beschattung, Wassersysteme)

Ursachen des Klimawandels

- Wissenschaftler führen den seit Mitte des 20. Jahrhunderts beobachteten **Trend zur globalen Erwärmung** auf die vom Menschen verursachte Verstärkung des „**Treibhauseffekts**“ zurück - eine Erwärmung, die entsteht, wenn die Atmosphäre die von der Erde ins Weltall abgestrahlte Wärme zurückhält.
- Im Laufe des letzten Jahrhunderts hat **die Verbrennung fossiler Brennstoffe** wie Kohle und Öl zu einem Anstieg der Kohlendioxidkonzentration (CO₂) in der Atmosphäre geführt. In geringerem Maße hat auch die Rodung von Land für Landwirtschaft, Industrie und andere menschliche Aktivitäten zu einem Anstieg der Treibhausgaskonzentrationen beigetragen.

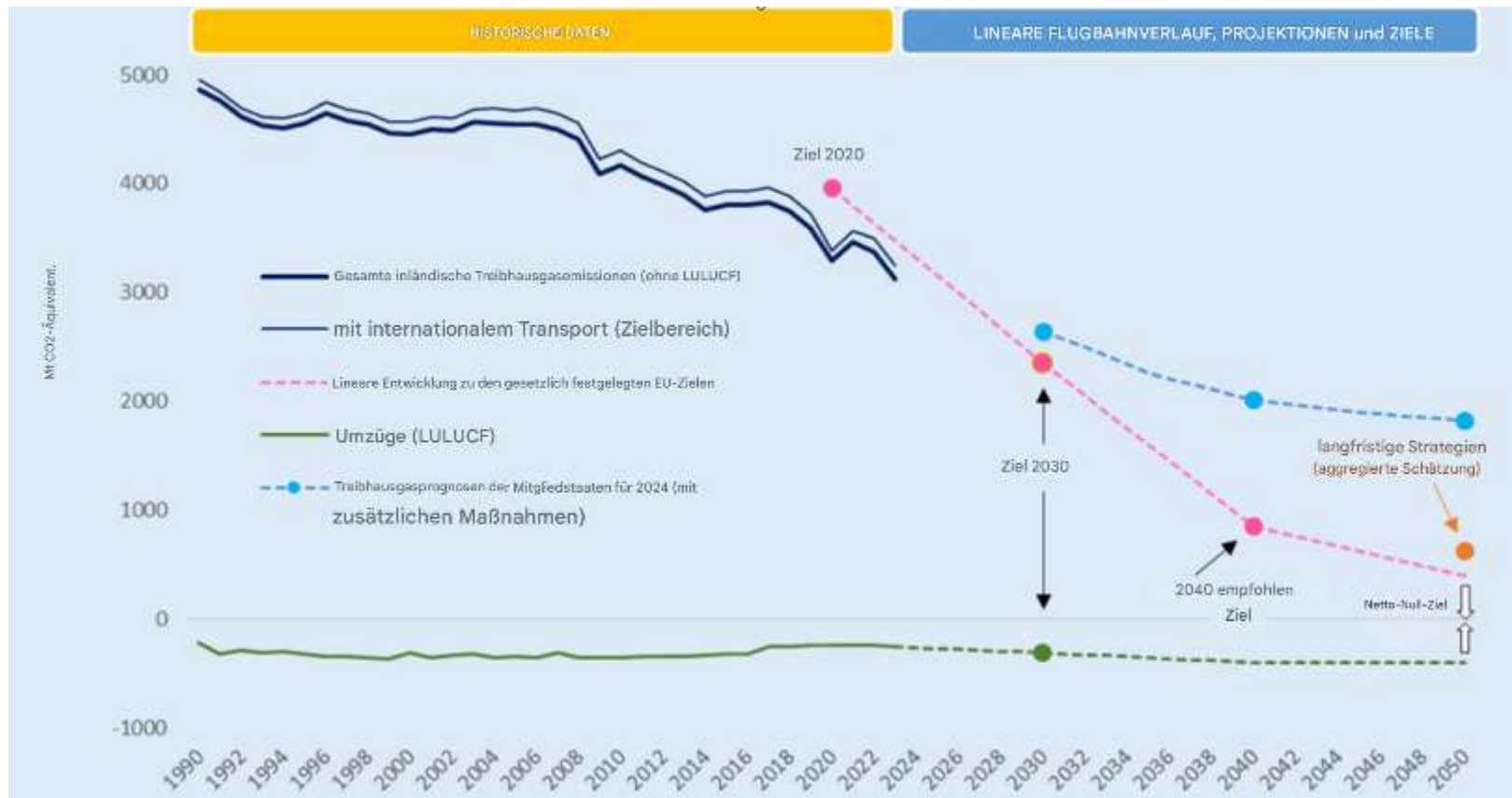
Wichtigste Treibhausgase, die zum Treibhauseffekt beitragen

Kohlendioxid (CO₂): CO₂ ist ein wichtiger Bestandteil der Atmosphäre und wird durch natürliche Prozesse (wie Vulkanausbrüche) und durch menschliche Aktivitäten wie die Verbrennung fossiler Brennstoffe und die Abholzung von Wäldern freigesetzt.

Methan: Es stammt sowohl aus natürlichen als auch aus vom Menschen verursachten Quellen, d. h. aus der Zersetzung von Pflanzenmaterial in Feuchtgebieten, und wird auch aus Deponien und dem Reisanbau freigesetzt. Nutztiere stoßen Methan aus ihrer Verdauung und ihrem Dung aus. Leckagen bei der Förderung und dem Transport fossiler Brennstoffe sind eine weitere wichtige Methanquelle, und Erdgas besteht zu 70 % bis 90 % aus Methan.

Lachgas: Dieses Gas entsteht durch landwirtschaftliche Praktiken und wird bei der Herstellung und Verwendung von kommerziellen und organischen Düngemitteln freigesetzt. Es entsteht auch bei der Verbrennung fossiler Brennstoffe und der Verbrennung von Pflanzenmaterial.

Fluorchlorkohlenwasserstoffe (FCKW): Sie kommen in der Natur nicht vor - sie sind ausschließlich industriellen Ursprungs. Sie wurden als Kältemittel, Lösungsmittel (eine Substanz, die andere Substanzen auflöst) und Treibmittel für Sprühdosen verwendet.



Überblick über historische Daten, Prognosen und Ziele für Emissionen auf EU-Ebene [1990-2050].

EU-Klimagesetz: Netto-Null-Emissionen bis 2050

- Es schreibt das im [Europäischen Grünen Deal](#) festgelegte Ziel, dass die europäische Wirtschaft und Gesellschaft **bis 2050 klimaneutral** werden sollen, gesetzlich fest.
- Festlegung der langfristigen Ausrichtung zur Erreichung des Klimaneutralitätsziels für 2050 durch alle Politikbereiche auf sozial faire und kosteneffiziente Weise.
- Strengere Vorschriften zur Anpassung an den Klimawandel

1.

Klimaneutraler Kontinent
bis 2050

>55 %

**Reduzierung der
Treibhausgasemissionen
bis 2030** im Vergleich zu
1990

3 Mrd.

zusätzliche Bäume
sollen bis 2030 in der EU
gepflanzt werden

Nationale Energie- und Klimapläne (NECPs)

- Strategisches Planungsinstrument zur Verwirklichung eines fairen, widerstandsfähigen und klimaneutralen Europas und zur Steuerung der dringend benötigten Investitionen für die Klima- und Energiewende, wodurch private und öffentliche Ausgaben mobilisiert werden sollen.
- Die NECPs ermöglichen es jedem EU-Land, **präzise Maßnahmen und Strategien** zur Erreichung der Klima- und Energieziele für 2030 zu skizzieren.
- Die NECPs legen fest, wie die EU-Länder die fünf Dimensionen der Energieunion angehen werden: Dekarbonisierung, Energieeffizienz, Energiesicherheit, Energiebinnenmarkt, Forschung, Innovation und Wettbewerbsfähigkeit.
- Die nationalen Energie- und Klimapläne 2021-2030 für jeden EU-Mitgliedstaat sind [hier](#) in der jeweiligen Landessprache [verfügbar](#).

EU-Anpassungsstrategie

- Die Europäische Union kann sich an die unvermeidbaren Auswirkungen des Klimawandels anpassen und **bis 2050 klimaresistent** werden.
- Anpassungsmaßnahmen müssen auf **soliden Daten und Risikobewertungsinstrumenten** basieren, die allen zur Verfügung stehen - von Familien, die Häuser bauen, über Unternehmen in Küstenregionen bis hin zu Landwirten, die ihre Ernten planen.
- Strategien und Pläne auf **allen Regierungsebenen** mit drei übergreifenden Prioritäten: Integration der Anpassung in die makroökonomische Politik, naturbasierte Lösungen und lokale Anpassungsmaßnahmen.
- Erfassung von mehr und besseren Daten zu klimabedingten Risiken und Verlusten und Ausbau von Climate-ADAPT als europäische Plattform für Anpassungswissen.

Risikotypologie: EU-Taxonomie Anhang A

Die EU-Taxonomie enthält einen detaillierten Katalog klimabezogener Gefahren, die gemäß dem delegierten Rechtsakt zum Klimaschutz (Anhang I, Anhang A) als Mindeststandard berücksichtigt werden müssen. Diese Gefahren werden in zwei Haupttypen unterteilt:

Chronische Klimatrends - Allmähliche, langfristige Veränderungen (z. B. steigende Temperaturen, langsam einsetzende Ereignisse wie Wüstenbildung).

Akute klimabedingte Ereignisse - Plötzliche, extreme Wetterereignisse (z. B. Stürme, Hitzewellen, Überschwemmungen).

EU-Taxonomie ZIEL 2 - ANPASSUNG AN DEN KLIMAWANDEL



1. Die Wirtschaftstätigkeit hat physische und nicht-physische Lösungen („Anpassungslösungen“) umgesetzt, die die wichtigsten physischen Klimarisiken, die für diese Tätigkeit wesentlich sind, erheblich reduzieren.

2. Die für die Tätigkeit wesentlichen physischen Klimarisiken wurden aus den in Anhang A aufgeführten Risiken durch eine fundierte Klimarisiko- und Vulnerabilitätsbewertung mit den folgenden Schritten ermittelt:

- Überprüfung der Tätigkeit, um festzustellen, welche physischen Klimarisiken aus der Liste in Anhang A die Leistung der Wirtschaftstätigkeit während ihrer erwarteten Lebensdauer beeinträchtigen können;
- wenn die Tätigkeit als durch eines oder mehrere der in Anhang A dieses Anhangs aufgeführten physischen Klimarisiken gefährdet eingestuft wird, eine Klimarisiko- und Vulnerabilitätsbewertung, um die Wesentlichkeit der physischen Klimarisiken für die Wirtschaftstätigkeit zu beurteilen;
- eine Bewertung von Anpassungslösungen, die das identifizierte physische Klimarisiko reduzieren können.

3. Die Klimaprojektionen und die Bewertung der Auswirkungen basieren auf bewährten Verfahren und verfügbaren Leitlinien und berücksichtigen den neuesten Stand der Wissenschaft für Vulnerabilitäts- und Risikoanalysen und die damit verbundenen Methoden im Einklang mit den neuesten Berichten des Zwischenstaatlichen Ausschusses für Klimaänderungen (724), wissenschaftlichen, von Experten begutachteten Veröffentlichungen und Open-Source-(725) oder kostenpflichtigen Modellen

EU-Taxonomie ZIEL 2 - ANPASSUNG AN DEN KLIMAWANDEL



4. Die umgesetzten Anpassungsmaßnahmen:

- beeinträchtigen weder die Anpassungsmaßnahmen noch die Widerstandsfähigkeit anderer Menschen, der Natur, des kulturellen Erbes, von Vermögenswerten und anderer Wirtschaftstätigkeiten gegenüber physischen Klimarisiken;
- bevorzugen naturbasierte Lösungen (726) oder setzen so weit wie möglich auf blaue oder grüne Infrastruktur (727);
- stehen im Einklang mit lokalen, sektoralen, regionalen oder nationalen Anpassungsplänen und -strategien;
- werden überwacht und anhand vordefinierter Indikatoren gemessen, und Abhilfemaßnahmen werden in Betracht gezogen, wenn diese Indikatoren nicht erfüllt werden;
- wenn die umgesetzte Lösung physischer Natur ist und aus einer Tätigkeit besteht, für die in diesem Anhang technische Bewertungskriterien festgelegt wurden, erfüllt die Lösung die technischen Bewertungskriterien zur Vermeidung erheblicher Beeinträchtigungen für diese Tätigkeit.

5. Damit eine Tätigkeit als ermöglichende Tätigkeit im Sinne von Artikel 11 Absatz 1 Buchstabe b der Verordnung (EU) 2020/852 angesehen werden kann, muss der Wirtschaftsteilnehmer durch eine Bewertung der aktuellen und zukünftigen Klimarisiken, einschließlich der Unsicherheit, und auf der Grundlage solider Daten nachweisen, dass die Tätigkeit Technologien, Produkte, Dienstleistungen, Informationen oder Verfahren bereitstellt oder deren Nutzung mit einem der folgenden Hauptziele fördert:

- Erhöhung der Widerstandsfähigkeit anderer Menschen, der Natur, des kulturellen Erbes, von Vermögenswerten und anderer Wirtschaftstätigkeiten gegenüber physischen Klimarisiken;
- Beitrag zu Anpassungsmaßnahmen anderer Menschen, der Natur, des kulturellen Erbes, von Vermögenswerten und anderer Wirtschaftstätigkeiten

Klimawirkungskennzahlen (Beispiel)

Thermische Kennzahlen:

- Kühl-/Heizgradtage (CDD/HDD)
- Spitzen-Innentemperaturen
- Passive Überlebensfähigkeitsindikatoren

Energie- und Kohlenstoffkennzahlen:

- Betrieblicher Energieverbrauch ($\text{kWh/m}^2/\text{Jahr}$)
- Grauer Kohlenstoff ($\text{kgCO}_2\text{e/m}^2$)
- Gesamtemissionen über den Lebenszyklus (gemäß LCA)
- Anteil erneuerbarer Energien (%)
-

Klimarisikokennzahlen:

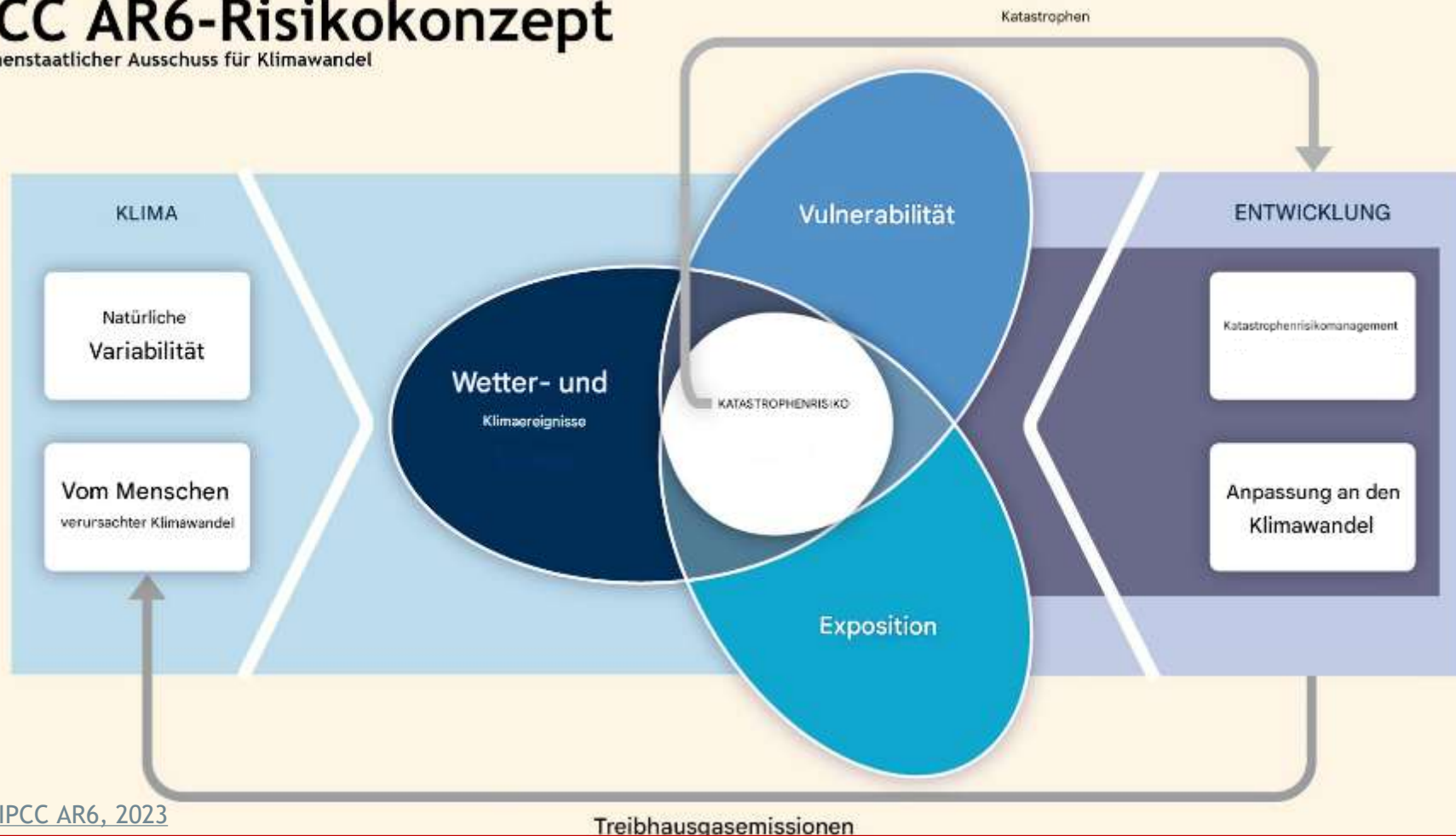
- Hochwasserwiederkehrperioden (1-in-100-Jahre-Ereignisse)
- Schwellenwerte für die Niederschlagsintensität
- Windlastwahrscheinlichkeiten
- Sozialer Vulnerabilitätsindex
→ Kombiniert Exposition, Sensitivität und Anpassungsfähigkeit (wird in der räumlichen Analyse verwendet).

Werkzeuge/Rahmenbedingungen für die Analyse der Auswirkungen des Klimawandels

- IPCC-Risikomatrix (Anfälligkeit, Gefahr und Exposition)
- EU-Climate-ADAPT-Tools (z. B. Urban Adaptation Map Viewer)
- Gemeinsamer Rahmen der EU für Nachhaltigkeit
- Bewertungssysteme für Nachhaltigkeit und Resilienz
- Lokale Anpassungsrichtlinien

IPCC AR6-Risikokonzept

Zwischenstaatlicher Ausschuss für Klimawandel



RISIKO = GEFAHR x EXPOSITION x ANFÄLLIGKEIT

Gefahr

Bezieht sich auf **klimabedingte Ereignisse oder Trends** wie extreme Wetterereignisse (z. B. Hitzewellen, Überschwemmungen, Stürme) oder langfristige Prozesse (z. B. Anstieg des Meeresspiegels, Wüstenbildung), die zu negativen Auswirkungen auf menschliche oder ökologische Systeme führen können

Exposition

Bezieht sich auf die **Anwesenheit von Menschen, Ökosystemen, Infrastruktur oder Vermögenswerten** in Gebieten, die von Klimagefahren negativ beeinflusst werden könnten

Anfälligkeit

Bezeichnet die **Anfälligkeit der exponierten Systeme** für Schäden unter Berücksichtigung physischer, sozialer, wirtschaftlicher und ökologischer Faktoren, die die Auswirkungen von Klimagefahren verringern oder verstärken.

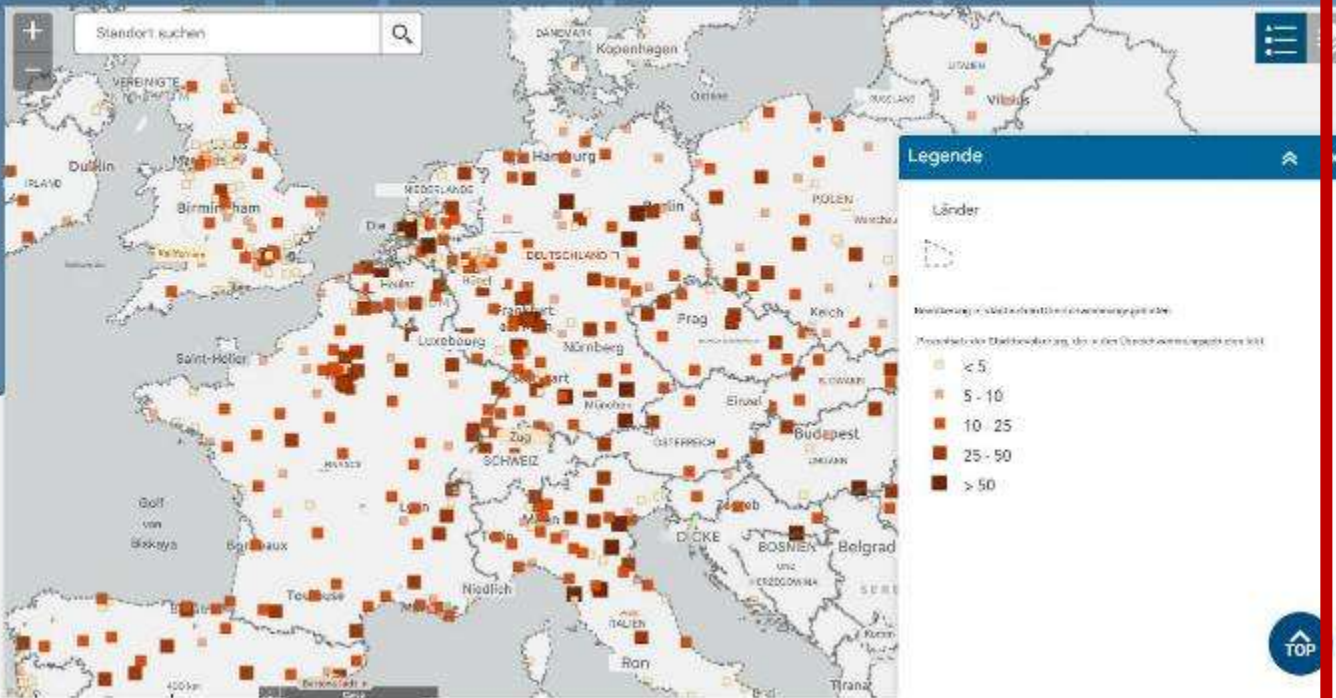
Indikatoren der EU-Plattform „Climate-ADAPT“

Quelle: EEA Climate-ADAPT, ohne Datum

Urbane Anpassungskartenanzeige



- Über Hitze
- Flussüberschreitungen
- Küstenerosion
- Regenfluten
- Wasserknappheit
- Waldbrände
- Vektorübertragene Krankheiten
- Soziale Verwundbarkeit Anpassung
- Stadt-Factsheets



Flussüberschreitungen werden durch hohe Niederschläge oder Schneeschmelze im Flusseinzugsgebiet oberhalb eines bestimmten Ortes verursacht. Flussüberschreitungen sind die zweitgrößte Naturgefahr in Europa, gemessen an den verursachten wirtschaftlichen Verlusten (nach Stürmen). Im Zuge des Klimawandels wird sich der Wasserkreislauf wahrscheinlich intensivieren, was das Ausmaß von Flusshochwasserereignissen in weiten Teilen Europas erhöhen wird. Die Regulierung von Flüssen und Landbedeckungsänderungen in Einzugsgebieten, wie z. B. Abholzung oder Bodenversiegelung durch Bebauung in Überschwemmungsgebieten und Hochlagegebieten, tragen zum Hochwasserrisiko bei.

Was ist das Problem?

Überschreitungen von Wasser bedrohen die Gesundheit und Status von betroffenen Bevölkerungsgruppen. Die Bevölkerungsgruppen, die am stärksten von Überschwemmungen betroffen sind, sind Menschen mit Mobilitätsproblemen (z. B. ältere Menschen, Menschen mit Behinderungen oder Menschen mit schlechtem Gesundheitszustand), die ihre Häuser möglicherweise nicht verlassen können, wenn sich eine Überschwemmung materialisiert. Diese Gruppen können auch indirekt betroffen sein, wenn Überschwemmungen zu einer Abnahme der Lebensqualität führen (z. B. durch Unterbrechung des Lebens oder durch den Verlust von Eigentum). Menschen mit geringem Einkommen, die sich keine Überschwemmungsschutzmaßnahmen in ihren Häusern leisten können, sind ebenfalls häufiger betroffen.

Die derzeit vorhandenen Deiche, Dämme und anderen Hochwasserschutzanlagen, die Infrastruktur und Gebäude in betroffenen Gebieten in Flussnähe schützen, können den hohen Hochwasserständen in Zukunft nicht standhalten. Darüber hinaus treibt der Meeresspiegelanstieg in vielen Städten die Verschärfung in Hochwasserrisikogebieten und erhöht so den Wert des Meeresspiegels.



Indikatoren der EU-Plattform „Climate-ADAPT“

Quelle: EEA Climate-ADAPT, ohne Datum

Urban Adaptation Map Viewer



Überblick | Auswirkungen | Kostenüberschneidungen | Regenfluten | Wasserknappheit | **Waldbrände** | Vektorübertragene Krankheiten | Soziale Verwundbarkeit | Anpassung | Stadt-Factsheets



Waldbrände

Das Risiko von Waldbränden am Rande vieler europäischer Städte steigt aufgrund häufiger auftretender Hitzewellen und Dürren. Die höchste Waldbrandgefahr besteht in südeuropäischen Ländern, insbesondere in Portugal, Spanien, Südfrankreich, Süditalien und Griechenland, wo 2018 fast 100 Menschen bei Bränden in der Küstenregion Attikas ums Leben kamen. Der Klimawandel verlagert die brandgefährdeten Gebiete jedoch nach Norden; die trockeneren und heißen Bedingungen des Sommers 2018 in Nordeuropa führten zu über 40 großen Waldbränden in Schweden, die Hilfe aus anderen europäischen Ländern erforderlich machten.

Was ist das Problem?

Stresssituationen deuten auf einen Anstieg der Lufttemperatur, Hitzewellen und Trockenperioden sowie einen Rückgang der Sommerniederschläge in vielen europäischen Ländern hin, was zu einer erhöhten Entzündungswahrscheinlichkeit und Brandausbreitung beiträgt. Auch die anhaltenden Veränderungen der Landnutzung im Umfeld einiger Städte – Zersiedelung, die die Schnittstelle zwischen Stadt und Land vergrößert, Aufgabe landwirtschaftlicher Flächen, die zur Entwicklung von Bäumen und Büschen beitragen – erhöhen das Waldbrandrisiko.

Waldbrände bedrohen nicht nur Wälder und ländliche Gebiete, sondern auch Häuser und Infrastruktur an der Schnittstelle zwischen Stadt und Land. Darüber hinaus beeinträchtigen Rauch und Asche die Gesundheit der Menschen weit über das Brandgeschehen hinaus; einige soziale Gruppen sind besonders verwundbar, entweder aufgrund ihrer eingeschränkten Fähigkeit, die Auswirkungen zu erkennen, oder aufgrund von Schwierigkeiten beim Einsatz von Evakuierungsmitteln. Insbesondere ältere Menschen und Kinder sowie Menschen mit schlechteren Gesundheitszustand sind aufgrund ihrer geringen Mobilität und ihrer starken Bindung an das Haus und

Kennzahlen von Level(s)

	1	Treibhausgasemissionen während des Lebenszyklus eines Gebäudes	1.1 Energieeffizienz in der Nutzungsphase	Kilowattstunden pro Quadratmeter pro Jahr [kWh/m²/Jahr]	1.2 Treibhauspotenzial im Lebenszyklus	kg CO2-Äquivalente pro Quadratmeter pro Jahr					
	2	Ressourceneffizientes + kreislauffähiges Material	2.1 Leistungsverzeichnis	Stückzahlen + Masse + Jahre	2.2 Material + Materialliste + Materialien	kg Abfall + Materialien pro m²	2.3 Design für Anpassbarkeit + Flexibilität	Anpassungsmöglichkeiten	2.4 Design für Rückbau, Wiederverwendung + Recycling	Rückbaubewertung	
	3	Effiziente Nutzung der Wasserressourcen	3.1 Wasserverbrauch in der Nutzungsphase	m³/Jahr Wasser pro Bewohner							
	4	Gesunde + komfortable Räume	4.1 Raumluftqualität	Parameter für Belüftung: CO + Luftfeuchtigkeit	Zellliste der Schadstoffe: 1. TVOC, Formaldehyd, 2. CO, VOC, Mikroorganismen, Schimmel, Benzol, Petrol, Radon	4.2 Zeit außerhalb des thermischen Komfortbereichs	% der Zeit außerhalb des Bereichs während der Heiz- und Kühlperiode	4.3 Beleuchtung + Nutzung des natürlichen Lichts	Checkliste Stufe 1	4.4 Akustik + Lärmschutz	Checkliste Stufe 1
	5	Anpassung + Resilienz	5.1 Schutz der Gesundheit der Bewohner + thermischer Komfort	Prognose über Prozentanteile der Zeit außerhalb des Bereichs thermischer Komfortzone (siehe auch 4.2)	5.2 Erhöhtes Risiko extremer Wetterereignisse	Checkliste Stufe 1 (in Entwicklung)	5.3 Erhöhtes Risiko von Hochwasserereignissen	Checkliste Stufe 1 (in Entwicklung)			
	6	Optimierte Lebenszykluskosten und -wert	6.1 Lebenszykluskosten	Euro pro Quadratmeter [€/m²/Jahr]	6.2 Wertschöpfung + Risikoexposition Raumluftqualität	Checkliste Stufe 1					

Kennzahlen von Level(s)



1. Treibhausgasemissionen entlang des Lebenszyklus eines Gebäudes

Minimieren Sie den CO₂-Ausstoß über die gesamte Nutzungsdauer, indem Sie sowohl den Energieverbrauch während der Nutzungsphase des Gebäudes als auch die graue Energie berücksichtigen.

Indikatoren:

1.1 Energieeffizienz in der Nutzungsphase (kWh/m²/Jahr)

1.2 Treibhauspotenzial über den Lebenszyklus (CO₂-Äquivalente/m²/Jahr)



5. Anpassung und Widerstandsfähigkeit gegenüber dem Klimawandel

Zukunftssichere Gebäudeleistung gegenüber einem sich ändernden Klima und extremen Wetterbedingungen.

Indikatoren:

5.1 Schutz der Gesundheit und des thermischen Komforts der Bewohner

5.2 Erhöhtes Risiko extremer Wetterbedingungen

5.3 Nachhaltige Entwässerung



6. Optimierte Lebenszykluskosten und -wert

Betrachten Sie die Gesamtkosten und den Marktwert langfristig, um nachhaltigere Gebäude zu schaffen.

Indikatoren:

6.1 Lebenszykluskosten (€/m²/Jahr)

6.2 Wertschöpfung und Risikofaktoren

Lebenszyklusanalyse (LCA)

Die Ökobilanz ist eine Methode zur Bewertung der **Umweltauswirkungen** eines Produkts, eines Prozesses oder einer Dienstleistung über dessen gesamten Lebenszyklus (ISO 14040:2006).

Die Ökobilanz berücksichtigt die **verschiedenen Phasen** des Lebenszyklus eines Produkts, einschließlich der Gewinnung von Rohstoffen, der Herstellung, des Vertriebs, der Nutzung und der Entsorgung.



Umweltwirkungskategorien

Die Lebenszyklusanalyse zielt darauf ab, den Beitrag von Produkten oder Gebäuden zu verschiedenen Umweltproblemen wie dem Klimawandel (d. h. dem Treibhauspotenzial), dem Wasserverbrauch, der Landnutzung und der Ressourcennutzung zu bewerten.

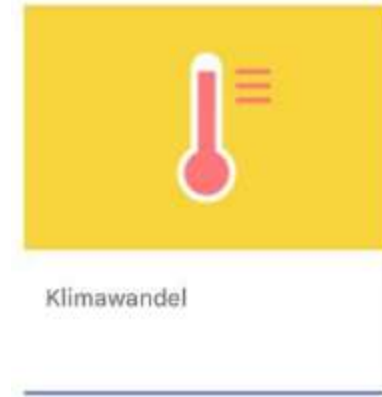
Um eine umfassende Bewertung zu gewährleisten, wird **eine Vielzahl von Umweltaspekten** berücksichtigt. Im Bausektor werden in der Regel 16 Wirkungskategorien analysiert.



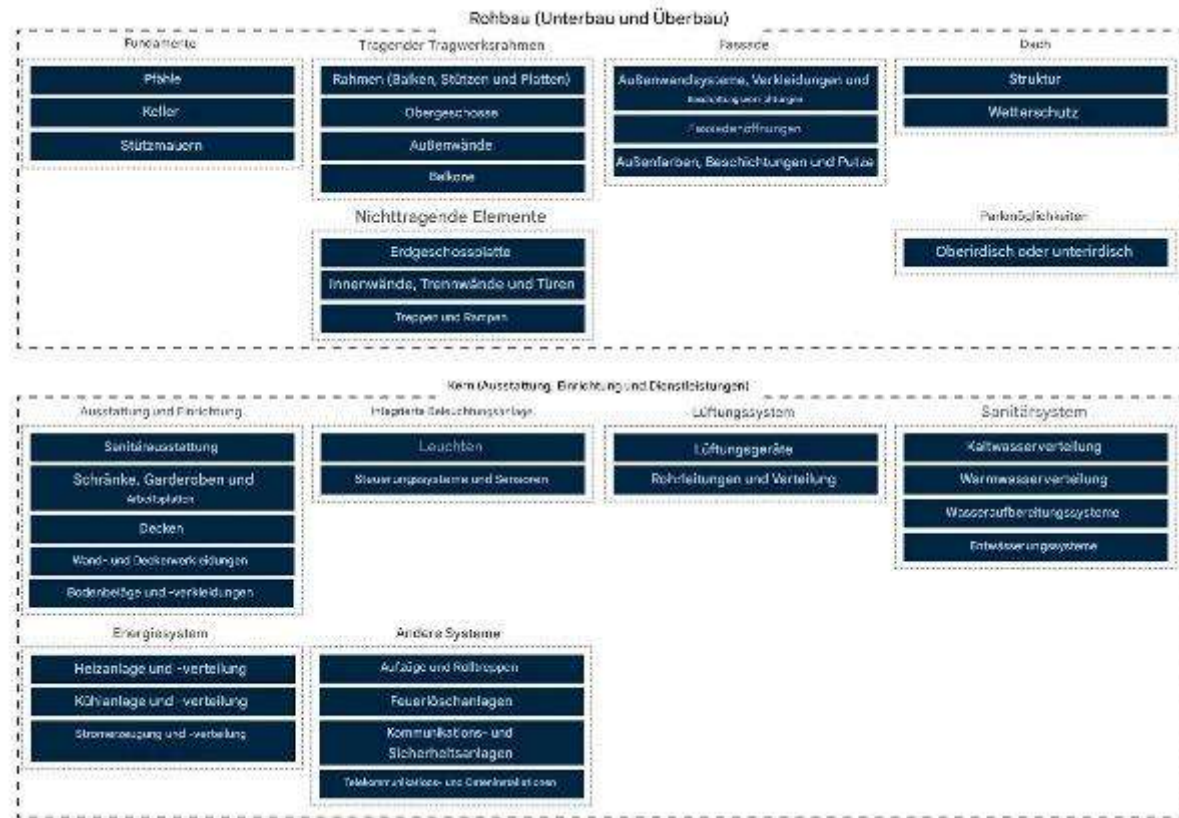
Beispiel: Kategorien von Umweltauswirkungen

Dieser Indikator bezieht sich auf den Anstieg der globalen Durchschnittstemperaturen infolge der Treibhausgasemissionen. Der größte Beitrag stammt in der Regel aus der Verbrennung fossiler Brennstoffe wie Kohle, Öl und Erdgas.

Das Treibhauspotenzial aller Treibhausgasemissionen wird in Kilogramm Kohlendioxidäquivalent (kg CO₂-Äq.) gemessen, d. h. alle Treibhausgase werden mit dem Treibhauspotenzial von 1 kg CO₂ verglichen.

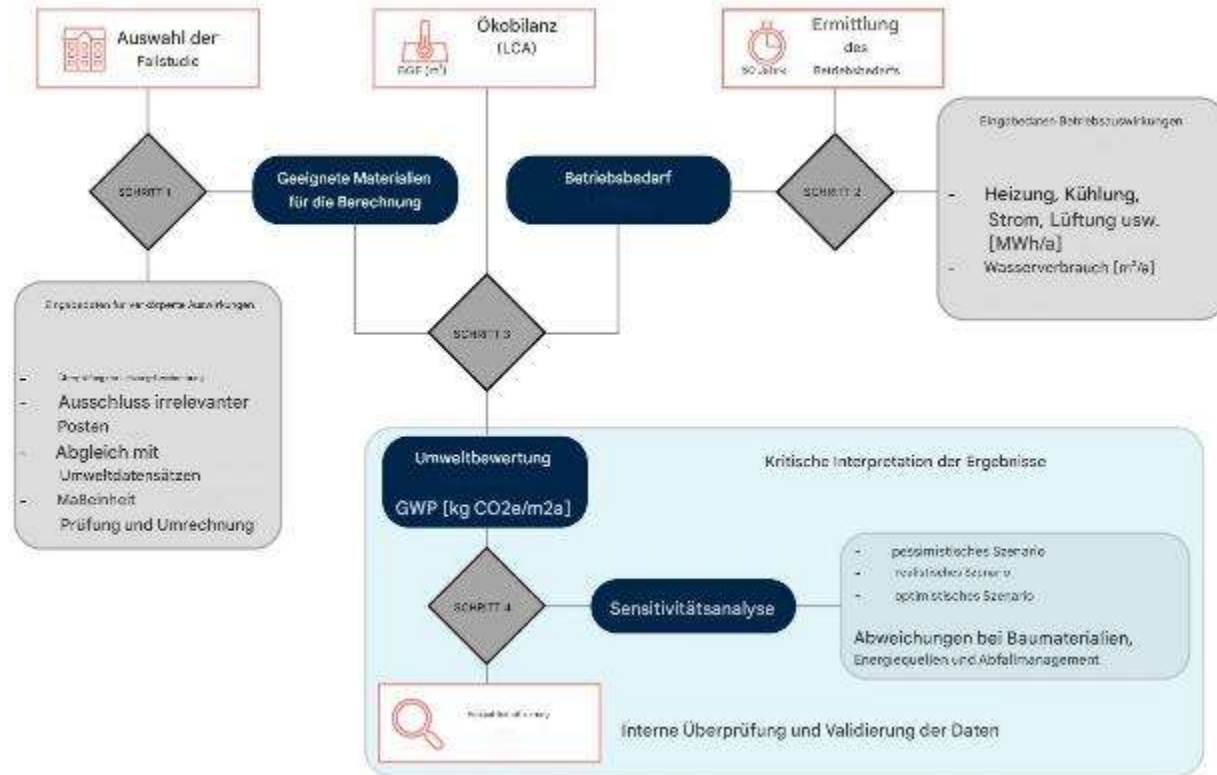


Beispiel: Ökobilanz eines Gebäudes



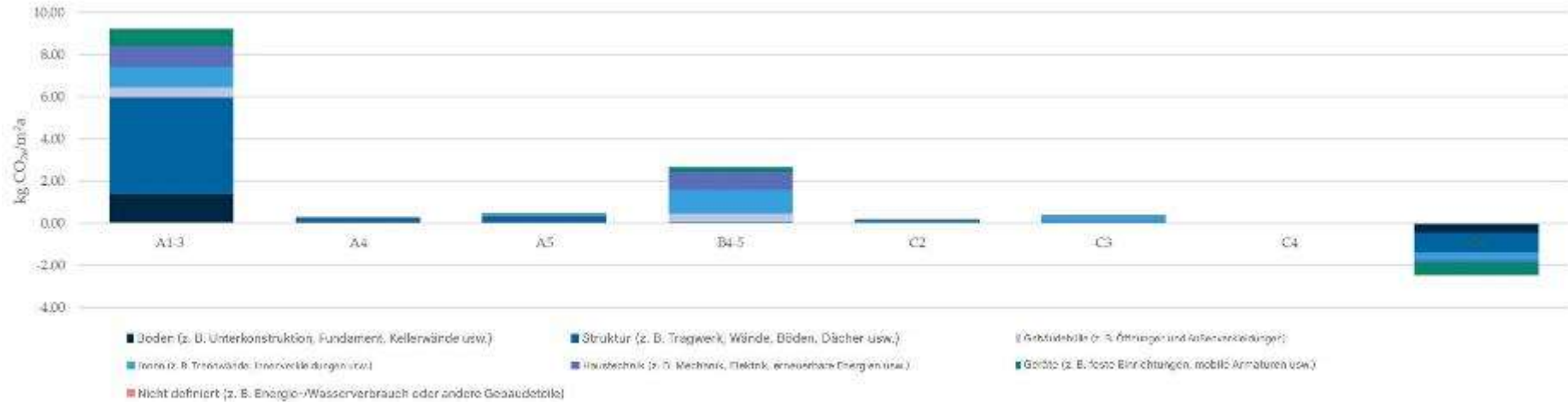
Gebäudeklassifizierungssystem definiert durch Level(s)

Beispiel: Ökobilanz eines Gebäudes



Ablauf der Ökobilanzberechnung für jede Gebäude-Fallstudie

Beispiel: Ökobilanz eines Gebäudes



Beispiel einer Fallstudie zu einem Wohngebäude GWP-Auswirkungen aufgeteilt nach Gebäudeteilen, von Modul A bis Modul D

Umweltproduktdeklarationen (EPDs)

EPDs signalisieren das Engagement eines Herstellers, die **Umweltauswirkungen** seiner Produkte und Dienstleistungen zu messen und **zu reduzieren**, und berichten über diese Auswirkungen auf äußerst transparente Weise.

Mit einer EPD berichten Hersteller **vergleichbare, objektive und von Dritten verifizierte Daten**, die die guten, schlechten und schädlichen Aspekte der Umweltleistung ihrer Produkte und Dienstleistungen aufzeigen.

Bei der Erstellung einer EPD wird die Umweltleistung des Produkts aus einer **Lebenszyklusperspektive** beschrieben, indem eine Ökobilanz (LCA) des Produkts durchgeführt wird. Die Ergebnisse der Ökobilanzstudie und andere Informationen, die gemäß den Referenzproduktkategorieregeln (PCR) und den allgemeinen Programmrichtlinien vorgeschrieben sind, werden im EPD-Berichtsformat zusammengestellt.



Beispiel: EPD-Informationen

FENIX

EPD®

Results of the environmental performance indicators

Mandatory impact category indicators according to EN 15804

Results per functional or declared unit

Indicator	Unit	A1 A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B6	B6	B7	C1	C2	C3	C4	D
GWP-fossil	kg CO ₂ eq.	2,77E+01	1,54E+00	7,25E-02	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	5,26E-01	2,19E-01	5,26E-01	5,14E+00	0
GWP-biogenic	kg CO ₂ eq.	2,90E-01	3,59E-03	2,13E-04	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	4,13E-04	5,25E-04	4,13E-04	1,89E-02	0
GWP-total	kg CO ₂ eq.	4,87E-02	5,31E-04	1,80E-05	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	4,15E-05	7,37E-05	4,15E-05	3,09E-04	0
GWP-fossil	kg CO ₂ eq.	2,81E+01	1,54E+00	7,27E-02	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	5,27E-01	2,20E-01	5,27E-01	5,16E+00	0
ODP	kg CFC 11 eq.	5,57E-06	3,48E-07	1,03E-09	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	1,13E-07	4,97E-08	1,13E-07	1,08E-07	0
AP	mol H ⁺ eq.	1,77E-01	7,24E-03	2,87E-04	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	3,27E-03	8,77E-04	3,27E-03	2,72E-03	0
EP-freshwater	kg P eq.	3,52E-03	1,02E-04	1,04E-05	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	1,58E-05	1,47E-05	1,58E-05	1,46E-04	0
EP-marine	kg N eq.	1,54E-02	2,14E-03	6,88E-05	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	1,36E-03	2,68E-04	1,36E-03	8,76E-04	0
EP-terrestrial	mol N eq.	4,26E-01	2,34E-02	6,48E-04	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	1,48E-02	2,93E-03	1,48E-02	8,30E-03	0
POCP	kg MNVOC eq.	1,11E-01	7,06E-03	2,32E-04	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	4,18E-03	8,98E-04	4,18E-03	2,28E-03	0
ADP-minerals	kg Sb eq.	7,57E-03	6,45E-06	5,34E-07	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	2,11E-07	7,99E-07	2,11E-07	3,01E-06	0
ADP-fossil	MJ	4,33E+02	2,52E+01	8,28E-01	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	7,17E+00	3,31E+00	7,17E+00	5,52E+00	0
WDPP	m³	1,64E+01	6,57E-02	2,34E-02	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	1,04E-02	8,43E-03	1,04E-02	4,42E+00	0

GWP-fossil = Global Warming Potential fossil fuels; GWP-biogenic = Global Warming Potential biogenic; GWP-total = Global Warming Potential total; AP = Acidification potential, fraction of nutrients reaching freshwater and compartment; EP-marine = Eutrophication potential, fraction of nutrients reaching marine and compartment; EP-terrestrial = Eutrophication potential, fraction of nutrients reaching terrestrial and compartment; POCP = Potential of tropospheric ozone; ADP-minerals = Abiotic depletion potential for non-fossil resources; ADP-fossil = Abiotic depletion potential for fossil resources; WDP = Water (use) deprivation potential; WDP = Water (use) deprivation potential; WDP = Water (use) deprivation potential.

* Disclaimer: The results of this environmental impact indicator shall be used with care as the uncertainties of these results are high or as there is limited experience with the indicator.

Lebenszykluskosten (LCC)

- LCC ist eine Methode zur Bewertung der **Gesamtkosten** des Eigentums an einer Anlage. Dabei werden alle Kosten für den Erwerb, den Besitz und die Entsorgung eines Gebäudes oder Gebäudesystems berücksichtigt.
- LCC ist besonders nützlich, wenn Projektalternativen, die dieselben Leistungsanforderungen erfüllen, sich jedoch hinsichtlich der Anschaffungs- und Betriebskosten unterscheiden, verglichen werden müssen, um die Alternative mit den höchsten Nettoeinsparungen auszuwählen.
- LCC bezieht sich auf [ISO 15686-5](#) und [EN 16627](#).

Umfang der LCC-Bewertung

- **A0-A5 Vor der Bauphase und vor der Nutzung:** Kosten für den Kauf, Bauprodukte, Kosten für den Transport zwischen Fabrik und Baustelle, Projektdurchführbarkeit, Planung, Entwurf, Ingenieur- und Baukosten, Baustellenräumung und Landschaftsgestaltung (z. B. Rasen, Bäume und Ähnliches innerhalb des Grundstücks und andere Kosten für Außenarbeiten).
- **B1-B3 Betriebs- und Instandhaltungskosten:** Gebäudebezogene Facility-Management-Kosten, Reparaturkosten, Grundstückspflege, Renovierung.
- **B4-B5 Ersatz/Sanierung:** Geplante Anpassung oder Sanierung, Austausch wichtiger Systeme und Komponenten (einschließlich der damit verbundenen Planung und Projektleitung).
- **B6-B7 Betriebsenergie-/Wasserverbrauch:** Energiekosten (einschließlich Brennstoff und Strom für Heizung, Kühlung, Strom, Warmwasser und Beleuchtung) und wasserbezogene Kosten.
- **C1-C4 Rückbau:** Abrisskosten; Transportkosten im Zusammenhang mit Rückbau und Entsorgung; Gebühren und Steuern (z. B. Deponierung); Abfallverarbeitungskosten.

Barwertanalyse

Diskontsatz

Rechnet zukünftige Cashflows in Barwerte um, um sie vergleichen zu können.

Spiegelt die Opportunitätskosten des Kapitals wider (minimal akzeptable Rendite).

Auf EU-Ebene: Verwendung nationaler Leitlinien oder von der EU empfohlener realer Diskontsätze (z. B. 4 % Realzinssatz gemäß den Leitlinien der Europäischen Kommission zur Kosten-Nutzen-Analyse für Investitionsprojekte).

Kostenperioden

Untersuchungszeitraum: Vom Stichtag über die Planung und den Bau bis zur Nutzungsdauer.

Muss für alle Alternativen einheitlich sein (*in der EU-Praxis in der Regel 30-50 Jahre für Gebäude/Infrastruktur*).

Behandlung der Inflation

Konstante Preise: Ausschluss der allgemeinen Inflation; wird häufig in der Investitionsanalyse des öffentlichen Sektors verwendet.

Aktuelle Preise: Berücksichtigung der Inflation; geeignet für private Investitionsfälle oder beim Vergleich mit realen Zahlungen.

Bei konsequenter Anwendung ergeben beide Ansätze denselben Barwert der Lebenszykluskosten.

Ressourcen und weiterführende Literatur

- IPCC-Berichte (Zusammenfassung für politische Entscheidungsträger) - [hier herunterladbar](#)
- EU-weite Bewertung der endgültigen aktualisierten nationalen Energie- und Klimapläne (NECPs) [2025] - [hier verfügbar](#)
- LCA-Methodik - weitere Details [hier verfügbar](#)
- Climate-ADAPT-Fallstudien - weitere Informationen und Fallstudienkataloge [hier](#)