



Vorlesung: Informationsgesellschaft u. Globalisierung II
 Dozent: Prof. Dr. Dr. F.-J. Radermacher
 Dozent: Dr. Halit Ünver

Übungen Teil 2: Klima und Energie

Allgemeine Informationen

Die Übungen finden in 14-tägigem Rhythmus statt – abweichende Termine werden in der Vorlesung und auf der Homepage bekannt gegeben. Die Veranstaltung findet in O27/123 statt. Eine Vorleistung wird zur Klausurteilnahme nicht benötigt. Dennoch soll darauf hingewiesen werden, dass sowohl Inhalte der Vorlesungen, Übungen, Zusatzmaterialien und Literatur klausurrelevant sind.

Die Besprechung dieses Übungsblatts findet am Mittwoch, den 28.06.17 statt.

Aufgabe 1: Grundlagen und Begriffe

1.1 Nennen Sie die drei Treibhausgase (THG), die anteilmäßig den größten Teil des anthropogenen Treibhauseffekts ausmachen und nennen Sie deren CO₂-Equivalent.

Spurengas	Anthropogene Herkunft	Derzeitige (und vorindustrielle) Konzentration	Konzentrationsanstieg pro Jahr	Anteil am anthropogenen Treibhauseffekt (seit 1750)	Treibhauspotential pro Teilchen, CO ₂ = 1
Kohlendioxid (CO ₂)	Verbrennung fossiler Energien; Waldrodungen und Bodenerosion; Holzverbrennung	ca. 379 (280) ppm	1,5 ppm	60%	1
Methan (CH ₄)	Reisanbau; Viehhaltung; Erdgaslecks; Verbrennung von Biomasse; Mülldeponien; Nutzung fossiler Energien	ca. 1774 ppb (730 ppb)	-5 bis +5 ppb	15%	ca. 23

1.2 Beschreiben Sie den Albedo-Effekt.

Fluorchlorkohlenwasserstoffe (FCKW)	Treibmittel in Sprühdosen; Beimengung im Leitungssystem von Kühlaggregaten, Isoliermaterial, Reinigungsmittel	ca. 0,005 (0) ppm	tendenziell Rückgang	11%	ca. 14.000
-------------------------------------	---	-------------------	----------------------	-----	------------

Ist dieser Effekt in linearem Zusammenhang mit der Erderwärmung? Erläutern Sie dies.

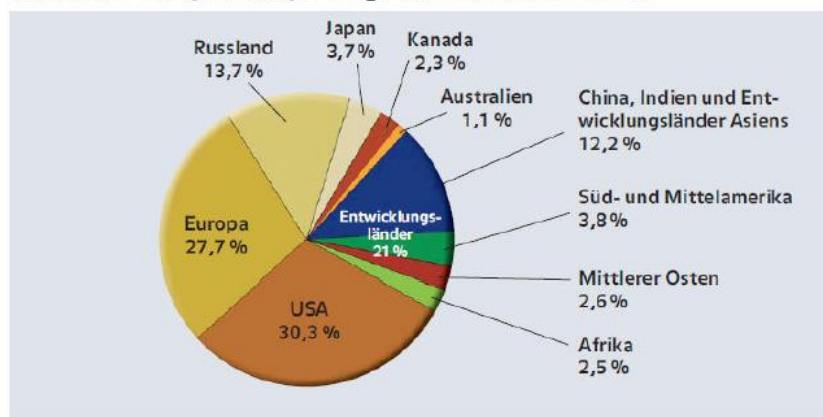
- Lat.: albus = weiß
- Der Albedo-Effekt beschreibt das Rückstrahlvermögen der Erdoberfläche bei unterschiedlichen Flächenstrukturen wie dunklen und hellen Flächen.

Vorlesung: Informationsgesellschaft u. Globalisierung II
 Dozent: Prof. Dr. Dr. F.-J. Radermacher
 Dozent: Dr. Halit Ünver

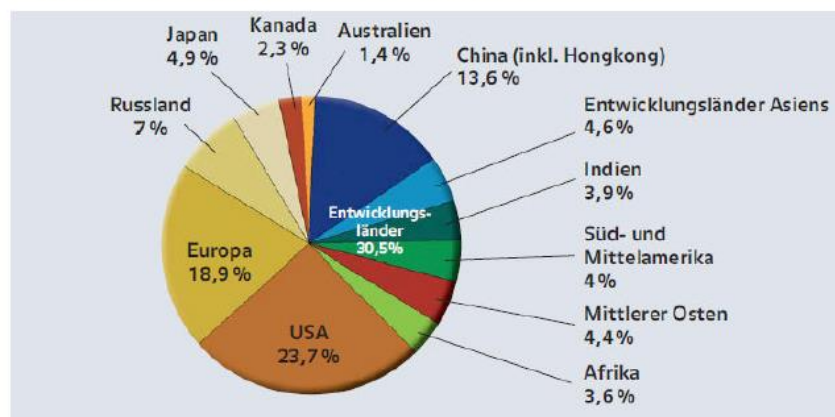
- Nein, der Albedo-Effekt ist nicht-linear.
- Rückkopplungsprozesse im Klimasystem sind typisch für die oft nichtlinearen Reaktionen des komplexen Klimasystems und von großer Bedeutung für Klimaschwankungen sind Rückkopplungsprozesse. Einige dieser Rückkopplungs-mechanismen verstärken die globale Erwärmung („positive Rückkopplung“) andere wirken selbstregulierend („negative Rückkopplung“). Auf äußere Störungen reagieren die einzelnen Komponenten des Klimasystems durchaus unterschiedlich und führen zu nicht erwarteten Effekten. Positive Rückkopplungen können eine Verstärkung von ursprünglich sehr schwachen und für sich kaum wirksamen Variationen äußerer Klimaantriebe bedingen. Außerdem führen sie zur Instabilität des Klimasystems, da es sich nach der erfahrenen Auslenkung immer mehr (und immer schneller) von der Ausgangslage entfernt („Überschießen“). Negative Rückkopplungen führen zu einer Stabilisierung des Klimasystems, da es nach der Auslenkung in seine Ausgangslage zurückkehrt.

1.3 Welche Länder sind Hauptverursacher von THG?
 (siehe Folie 11, 12,13)

Kumulierte energiebedingte CO₂-Emissionen 1900-1999

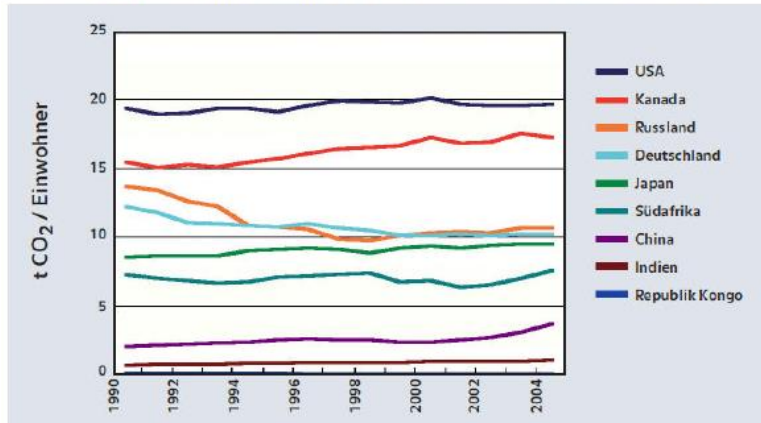


Kumulierte energiebedingte CO₂-Emissionen 1992-2004



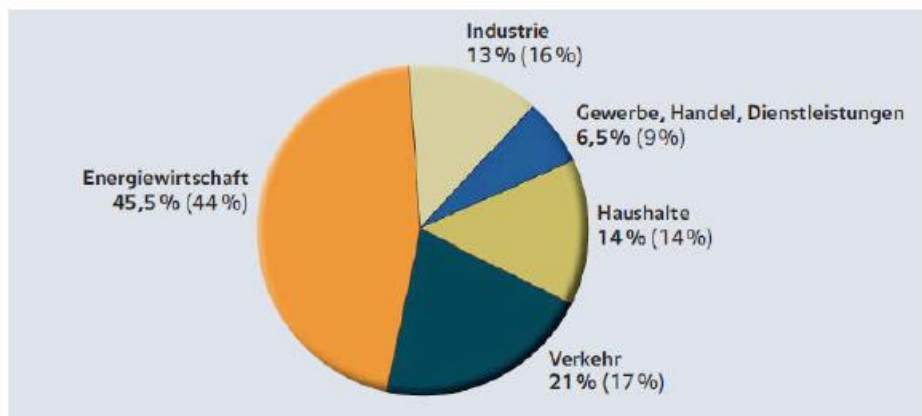
Vorlesung: Informationsgesellschaft u. Globalisierung II
 Dozent: Prof. Dr. Dr. F.-J. Radermacher
 Dozent: Dr. Halit Ünver

Entwicklung energiebedingter CO₂-Emissionen pro Einwohner 1990-2004



Welche Sektoren sind Hauptverursacher von THG?

Entwicklung energiebedingter CO₂-Emissionen in Deutschland



Quelle: Bundeswatch, Globaler Klimawandel: Ursachen, Folgen, Handlungsmöglichkeiten 2009 (nach: IICA 2007)

(siehe Folie 14)

1.4 Erläutern Sie zwei Kippelemente des Klimasystems nach ihrer Wahl.

- Arktis. Falls die arktischen Schelfeisgebiete kollabieren kommt es zu einer deutlichen Verminderung des Albedo-Effekts
- Golfstrom. Instabilität des Golfstroms aufgrund des erhöhten grönländischen Schmelzwassereintrags und sinkender Salzwasserkonzentration



Vorlesung: Informationsgesellschaft u. Globalisierung II
Dozent: Prof. Dr. Dr. F.-J. Radermacher
Dozent: Dr. Halit Ünver

1.5 Beschreiben Sie kurz die vier Basisszenarien der IPCC.

Szenarien-Familie A1

Diese Familie beschreibt eine Welt sehr raschen Wirtschaftswachstums. Die Bevölkerungszahl weist hier in der Mitte des 21. Jahrhunderts ihr Maximum auf und ist danach rückläufig. Ferner ist diese Familie charakterisiert durch schnelle Einführung neuer und effizienter Technologien. Die A1-Familie beschreibt eine einheitliche Welt ohne große regionale Unterschiede. Global werden solche Unterschiede abgebaut und die Voraussetzungen für wirtschaftliches Wachstum geschaffen. Kultureller und sozialer Austausch wird intensiviert. Die bestehenden Einkommensunterschiede zwischen entwickelten und nicht entwickelten Staaten werden abgebaut. Die A1-Familie ist in drei Gruppen unterteilt, die sich durch unterschiedliche technologische Entwicklungen hervorheben:

- a) A1B ausgeglichene Nutzung von fossilen und nicht-fossilen Energieträgern
- b) A1FI intensive Nutzung fossiler Energieträger
- c) A1T keine Nutzung fossiler Energieträger.

Diese Unterscheidung hätte ebenso in den anderen Szenarien-Familien vorgenommen werden können. A1 wurde beispielhaft gewählt, weil durch die kapitalintensive Wirtschaftsweise hier geringe anfängliche Unterschiede zu der größten Bandbreite an Endzuständen führen.

Szenarien-Familie A2

Hier wird eine heterogene Welt beschrieben. Bestehende regionale Unterschiede bleiben erhalten. Wegen der global nur langsam sinkenden Geburtenrate wächst die Weltbevölkerung kontinuierlich weiter. Auch die wirtschaftliche Entwicklung weist große regionale Unterschiede auf, woraus ebensolche Unterschiede in der Produktivität resultieren. Dies führt zu einer nur langsamen Verringerung der Einkommensunterschiede zwischen entwickelten und nicht entwickelten Staaten. Die technologische Entwicklung ist, global betrachtet, ebenfalls geringer als bei der A1-Familie.

Szenarien-Familie B1

Diese Familie beschreibt eine weltweit koordiniert nachhaltige Entwicklung. Dadurch verläuft die demographische Entwicklung ähnlich wie im Falle der A1-Familie. Die konsequente Verfolgung des Nachhaltigkeitsgedankens bewirkt den Umbau in eine Dienstleistungs- und Informationsgesellschaft. Dies führt zur Entwicklung sauberer, wenig Material intensiver Technologien und damit zur starken Verringerung der Inanspruchnahme natürlicher Ressourcen. Wegen der Priorität für Nachhaltigkeit auf ökonomischem, sozialem und ökologischem Gebiet ist die Gleichheit aller Menschen ein bedeutendes anzustrebendes Ziel.

Szenarien-Familie B2

Wie bei der B1-Familie bestimmt hier die nachhaltige Entwicklung die Zukunft. Anders als bei B1 und ähnlich wie bei A2 wird die Nachhaltigkeit jedoch nicht in einem globalen Konzept



Vorlesung: Informationsgesellschaft u. Globalisierung II
 Dozent: Prof. Dr. Dr. F.-J. Radermacher
 Dozent: Dr. Halit Ünver

verfolgt, sondern regional angepasst. Regionale Unterschiede bleiben so erhalten. Das Bevölkerungswachstum ist deshalb größer als bei den Familien A1 und B1, jedoch geringer als bei A2. Die ökonomische Entwicklung ist ebenfalls langsamer als bei A1 und B1. Die Betonung regionaler Unterschiede führt jedoch zu einer größeren Vielfalt angepasster technologischer Lösungen. Wie im Falle der Familie B1 sind Nachhaltigkeit auf ökonomischem, sozialem und ökologischem Gebiet sowie die Gleichheit aller Menschen wichtige Ziele. Diese werden jedoch auf regionaler Ebene verfolgt.

[Quelle: http://klimawandel.hlug.de/fileadmin/dokumente/klima/monitor/ausgew_klimaszen.pdf]

Szenarienfamilie	Leitgedanken	Technologien / wirtschaftliche Strukturen	Weltbevölkerung
A1	Konvergenz zwischen Regionen	Schnelles Wirtschaftswachstum, schnelle Einführung effizienter Technologien (A1F: fossil-intensiv, A1T: nicht-fossil, A1B: gemischt)	Ab Mitte 21. Jh. abnehmend
A2	Heterogene Welt, Entwicklung aus eigener Kraft	Technologische Entwicklung und Wachstum der Pro-Kopf-Einkommen langsam und regional stark unterschiedlich	Kontinuierlich wachsend
B1	Konvergenz zwischen Regionen, Fokus auf Nachhaltigkeit + Gerechtigkeit	Schneller Wandel in Richtung Dienstleistungs- und Informationsökonomie, abnehmende Materialintensität, saubere + ressourcenschonende Technologien	Ab Mitte 21. Jh. abnehmend
B2	Heterogene Welt, Fokus auf Nachhaltigkeit + Gerechtigkeit	Entwicklung relativ langsam und sehr heterogen	Wachsend (aber langsamer als in A2)

1.6 Inwiefern sind Klimamodelle in der Lage, Vorhersagen über die zukünftige Entwicklung des Weltklimas zu machen? Diskutieren Sie Schwächen und Stärken.

Quelle: H. J. Schellnhuber 2015, Selbstverbrennung

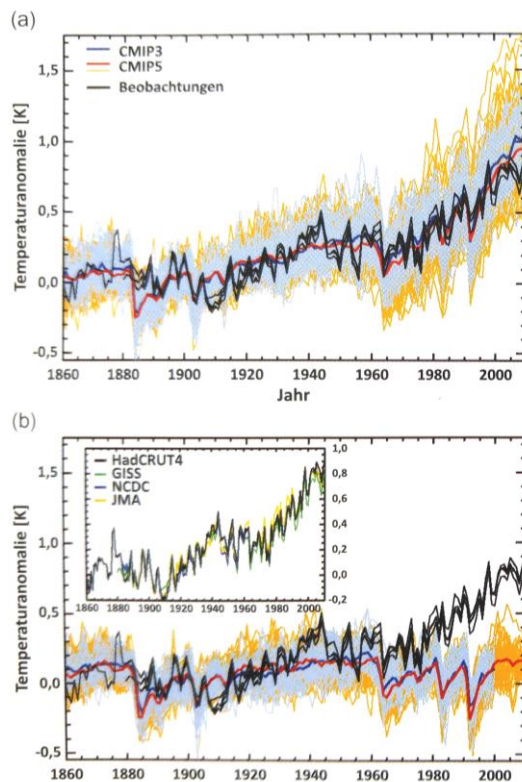
„Im Gegensatz zur physikalischen Wetterprognose über fünf Tage ist eine Klimavorschau über viele Dekaden jedenfalls bisher nichts mehr und nichts weniger als eine szenariengestützte Projektion: Im Vordergrund >> Gegenwart << werden plausible Narrative der Gesellschaftsentwicklung aufgestellt (ökonomisches und demographisches Wachstum, Veränderungen im Energiemix, Lebensstiltrends, Auswirkung absehbarer Ressourcenverknappungen usw.) und mithilfe der fortgeschrittensten Umwelt- bzw. Erdsystemmodelle als Schattenrisse auf eine freie Hintergrundfläche (>> Zukunft <<) geworfen.“ (S. 330)

Allerdings handelt es sich in allen Fällen um *keine Prognosen* im eigentlichen Sinne – ein Faktum, das gar nicht deutlich genug herausgestellt werden kann. Denn die tatsächlich vor uns liegende Klimaentwicklung wird als *natursystemische Reaktion erzeugt* durch einen spezifischen sozioökonomischen Antrieb (Treibhausgasemissionen, Veränderungen der Landoberfläche etc.). Dies wiederum bedeutet, dass eine präzise *Klimavorhersage* nur auf der Basis einer exakten *Weltgesellschaftsvorhersage* erstellt werden könnte. Letzteres ist jedoch ein Ding der Unmöglichkeit.“ (S. 328)

Vorlesung: Informationsgesellschaft u. Globalisierung II
Dozent: Prof. Dr. Dr. F.-J. Radermacher
Dozent: Dr. Halit Ünver

„Umgekehrt gilt nicht, dass die Zukunft des gesellschaftlichen Tuns völlig offen wäre. Aus welchen Energiequellen beziehen wir unseren Strom? Welchem Transportmittel geben wir den Vorrang? Welche Ökosysteme sollten in Nutzfläche umgewandelt werden? Man kann triftige Antworten auf solche Fragen geben. Die Zukunft ist somit weder beliebig noch genau festgelegt – sie ist *unterbestimmt*.“ (S. 331)

- 1.7 Seit dem 4. Sachstandsbericht des IPCC von 2007 dominiert bei der Klimamodellierung der sogenannte *Ensemble-Ansatz*. Im Einsatz ist dabei eine ganze Schar unterschiedlicher Simulatoren (z.B. primitive Energiebilanzmodelle, *Atmosphere Ocean General Circulation Models*, AOGCMs, *Earth System Models of Intermediate Complexity*, EMICs, u.a.). Welche Vorteile hat ein solcher Ensemble Ansatz? Diskutieren Sie diese am Beispiel der Abbildung 11.



Abbildungen 11 a und 11 b: Vergleich der beobachteten mit der modellierten globalen Mitteltemperatur (in Abweichung zum Zeitraum 1880–1919). Beobachtet: schwarze Linien, vier Datensätze, siehe auch kleines Bild in (b); Modellsimulationen: farbige Linien, mit (a) anthropogenen und natürlichen Antriebsfaktoren und (b) ausschließlich natürlichen Antriebsfaktoren. Die dünnen orangefarbenen und blauen Linien entsprechen einzelnen Simulationen; die dicken roten und blauen Linien zeigen korrespondierende Simulationsmittelwerte für die beiden jüngsten großen Modellvergleichsgruppen CMIP3 und CMIP5 (vgl. S. 92).

Aus Schellnhuber 2015, Selbstverbrennung, nach Jones G. S. u.a. 2013, abgeändert von PIK/M. Wodinski, © Gareth S. Jones

Beim Ensemble-Ansatz arbeitet man mit einer ganzen Schar von Klimasystemmodellen, um über bestimmte individuelle Größen (wie Wasserdampfgehalt, globale Mitteltemperatur) kollektive Durchschnittsaussagen zu machen. Je unterschiedlicher die berücksichtigten Simulatoren sind, desto besser. Diese Strategie ist von der Hoffnung geleitet, dass sich gelegentlicher Fehler oder Korrekturen physikalischer Prozesse in den einzelnen Instrumenten mithilfe großer Ensembles >> herausmitteln << lassen. Tatsächlich werden so nicht nur Durchschnitte über jeweilige Datenbasen und Parametervorlieben gebildet (wie oben beschrieben ist das System unterbestimmt, weswegen einige Variablen >> gut geschätzt << werden müssen), sondern über fundamentale Modellphilosophien.

nach Quelle: Schellnhuber 2015, Selbstverbrennung, S. 331 f.



Vorlesung: Informationsgesellschaft u. Globalisierung II
Dozent: Prof. Dr. Dr. F.-J. Radermacher
Dozent: Dr. Halit Ünver

Aufgabe 2: Energie

- 2.1 Erläutern Sie den Begriff Energie und Leistung. Nehmen Sie auch die Einheit der jeweiligen Größe in Ihre Erläuterung auf.

Energie ist die (prinzipielle) Fähigkeit, (Nutz-)Arbeit zu leisten. Einheit [J = Ws]. Mit Leistung bezeichnet man einen kontinuierlichen Energiefluss, bezogen auf die Zeit. Einheit [W = J/s]

- 2.2 Der Ölverbrauch im Einfamilienhaus (Vergleich saniert und unsaniert) wurde in der Vorlesung vorgestellt. Erläutern Sie in diesem Kontext einen möglichen Bumerang-Effekt.

Der Bumerang-Effekt (auch Rebound-Effekt) beschreibt im Allgemeinen das Phänomen, dass der Effizienz-Gewinn pro Einheit Produkt oder Dienst (relativ) durch eine erhöhte Nachfrage nach dieser Einheit (absolut) quasi eliminiert wird. Am Beispiel des Ölverbrauchs im Einfamilienhaus ist ein Vergleich zwischen einem sanierten und unsanierten Haus gegeben. Zwar ist der Ölverbrauch im sanierten Fall deutlich geringer, jedoch steigt die gesamtgesellschaftliche Nachfrage nach Wohnfläche bzw. Häusern. Dies könnte nach einer bestimmten Zeit dazu führen, dass insgesamt wieder mehr Öl für Immobilien bzw. Wohnhäuser verbraucht wird.

(Hinweis: Demographische Entwicklung ist in der Infrastrukturplanung wichtig!)

Vorlesung: Informationsgesellschaft u. Globalisierung II
Dozent: Prof. Dr. Dr. F.-J. Radermacher
Dozent: Dr. Halit Ünver

2.3 Welche Energiequellen nutzt DESERTEC und welche drei grundlegenden Probleme bestehen bei der Realisierung eines solchen Projekts?





Vorlesung: Informationsgesellschaft u. Globalisierung II
Dozent: Prof. Dr. Dr. F.-J. Radermacher
Dozent: Dr. Halit Ünver

- 1.) Ökonomisch: Zahlung, Gewinn
- 2.) Sozial: Bürgerbewegung
- 3.) Politisch: Länderübergreifende Abkommen, Kontrolle und Macht

[Hinweis: Das Netz „intelligent“ zu gestalten ist eine Herausforderung. Speicher für Vollausslastung und das Umschalten von verschiedenen Energiequellen zählen dazu]

2.4 Was sind Smart Grids? Welcher Zusammenhang besteht zwischen dieser Art von Energienetz und dem Thema Big Data?

Smart Grids sind intelligente Energienetze, die alle Akteure des Energiesystems über ein Kommunikationsnetzwerk miteinander verbinden. Sie ermöglichen es auf Basis der Kommunikationstechnologien ein energie- und kosteneffizientes Gleichgewicht zwischen einer Vielzahl von Stromverbrauchern, Stromerzeugern und in Zukunft auch verstärkt Stromspeichern herzustellen. Dieses Gleichgewicht wird durch optimiertes Management von Energieerzeugung, Energiespeicherung, Energieverbrauch und dem Stromnetz selbst erreicht. Eine durchgängige Kommunikationsfähigkeit vom Kraftwerk bis hin zu den Verbrauchern ist notwendig, um eine nachhaltige, wirtschaftliche und sichere Elektrizitätsversorgung zu gewährleisten.

[Quelle: <http://www.smartgrids.at/smart-grids/>]

Der Ursprung und die erstmalige Verwendung des Begriffes Big Data im aktuellen Kontext sind nicht ganz eindeutig und es werden unterschiedliche Quellen genannt, die den Begriff in der aktuellen Verwendung geprägt haben könnten [3]. Relativ unumstritten jedoch ist die Definition der Eigenschaften von Big Data durch Gartner im Jahr 2011 [4]. Das darin verwendete 3-V-Modell geht auf einen Forschungsbericht des Analysten Doug Laney zurück, der die Herausforderungen des Datenwachstums als dreidimensional bezeichnet hat [5]. Die drei Dimensionen beziehen sich auf ein ansteigendes Volumen (engl. volume) der Daten, auf eine ansteigende Geschwindigkeit (engl. velocity), mit welcher Daten erzeugt und verarbeitet werden und auf eine steigende Vielfalt (engl. variety) der erzeugten Daten (siehe Abbildung 1). Im Folgenden gehen wir näher auf die Bedeutung der drei Dimensionen und der daraus resultierenden Herausforderungen ein.

Volume: Das prominenteste und wohl auch größte soziale Netz Facebook verzeichnet weltweit über eine Milliarde Nutzer, von denen monatlich über 600 Millionen über ein mobiles Endgerät auf das soziale Netz zugreifen. Pro Minute generieren die aktiven Nutzer in Facebook über 650.000 verschiedene Inhalte oder verteilen ca. 35.000 „Likes“ an Hersteller oder Organisationen [6]. Weitere Beispiele für das erzeugte Volumen sind die mehr als 200 Millionen Emails, die pro Minute verschickt werden oder die 175 Millionen Kurznachrichten bzw. Tweets, die über Twitter von den über 465 Millionen Accounts pro Tag gepostet werden. Diese enorme



Vorlesung: Informationsgesellschaft u. Globalisierung II
Dozent: Prof. Dr. Dr. F.-J. Radermacher
Dozent: Dr. Halit Ünver

Ansammlung an Daten stellt für traditionelle Datenbanksysteme eine Herausforderung dar. Es gibt zwar bereits Datenbanksysteme im Petabyte Bereich, diese werden jedoch schnell teuer und daher besteht hier die Herausforderung abzuwägen, welchen Wert Daten haben und ob diese die Kosten für große Datenbanksysteme aufwiegen.

Velocity: Der Aspekt Geschwindigkeit kann in zweierlei Hinsicht betrachtet werden. Erstens bezieht sich dies auf die enorme Rate, mit der Daten aktuell in den verschiedensten Anwendungsfeldern erzeugt werden. Zweitens muss diese rasch wachsende Datenmenge auch zeitnah weiterverarbeitet werden, um möglichst schnell darauf reagieren zu können. Je nach Anwendung kann dies bis in den Minuten oder gar Sekundenbereich gehen. Pro Minute werden zum Beispiel über Google mehr als zwei Millionen Suchanfragen abgesetzt, über Amazon mehr als 80000 Dollar umgesetzt oder in YouTube 30 Stunden Videomaterial hochgeladen und 1,3 Millionen Videos konsumiert.

Variety: Die Vielzahl an Daten ist der wichtigste Aspekt in der Definition von Big Data. Die stark unterschiedlichen und oft nicht strukturierten Daten stellen gerade für traditionelle Datenbanksysteme ein Problem dar und können nicht effizient verarbeitet werden. In traditionellen relationalen Datenbanksystemen werden Datensätze mit Hilfe von Relationen abgespeichert. Dies kann man sich vereinfacht als Tabelle vorstellen, in der jede Zeile einem Datensatz entspricht. Die abzuspeichernden Daten müssen dazu eine Struktur besitzen. Ein Beispiel für strukturierte Daten könnten Kundenstammdaten sein (siehe linke Spalte in Abbildung 2). Halbstrukturierte Daten besitzen zwar auch bis zu einem gewissen Grad eine Struktur, jedoch besitzen sie auch einen unstrukturierten Teil. Ein Beispiel hierfür könnten Email Nachrichten sein. Der Kopf der Nachricht besitzt eine klare Struktur wie Absender, Adressat oder Betreff. Der Rumpf der Nachricht jedoch kann jeglichen Inhalt oder auch beliebige Anhänge enthalten und ist daher ohne Struktur. Im Rahmen von Big Data werden jetzt alle vorhandenen Daten, ob strukturiert oder nicht, zusammengefasst und gemeinsam analysiert. Das hierdurch erzeugte, in sich unstrukturierte Datenkonglomerat kann in drei Kategorien klassifiziert werden. Die erste Kategorie enthält Daten, die aus der Kommunikation zwischen Personen entstehen. Beispiele hierfür wären Daten aus sozialen Netzen oder auch Web Protokolldateien. Die zweite Kategorie enthält Daten aus der Kommunikation zwischen Personen und Diensten oder Maschinen. Beispiele hier wären Daten aus E-Commerce Anwendungen oder auch Daten aus der Nutzung bestimmter Geräte wie zum Beispiel Geldautomaten. In der dritten Kategorie schließlich finden sich Daten zwischen Diensten oder Maschinen wie zum Beispiel Sensordaten, GPS Positionsinformationen oder Überwachungsbilder.

Ein viertes Attribut das ebenfalls häufiger zur Beschreibung von Big Data Verwendung findet ist die Zuverlässigkeit (engl. veracity) der Daten, welches durch IBM geprägt wurde. Die Herausforderung hierbei liegt darin, dass die Daten häufig aus unterschiedlichen Quellen kommen und daher eventuell zweifelhaft oder ungenau sind. Aufgrund der ebenfalls hohen Anforderungen an die schnelle Verfügbarkeit der Analysen können die Daten oft auch nicht rechtzeitig



Vorlesung: Informationsgesellschaft u. Globalisierung II
Dozent: Prof. Dr. Dr. F.-J. Radermacher
Dozent: Dr. Halit Ünver

bereinigt werden. Somit haftet den gesammelten Daten häufig eine gewisse Unsicherheit oder Ungenauigkeit an, die es ebenfalls zu berücksichtigen gilt.

[Quelle: <http://www.gi.de/nc/service/informatiklexikon/detailansicht/article/big-data.html>]

Smart Grids erzeugen und nutzen enorm viele Daten, mit deren Hilfe viele Rückschlüsse auf Konsumgewohnheiten der Nutzer gefolgert werden können. Datenschutz ist hier das Thema. Auf der anderen Seite ist das Thema der Datensicherheit. Cyber-Angriffe auf das Energienetz hätten fatale Folgen. Ein sicheres unterbrechungsfreies Energienetz hat stets oberste Priorität.

Aufgabe 3: Klimakonferenzen

3.1 Wozu verpflichtet das Kyoto Protokoll?

Verpflichtet die Industriestaaten, die Emissionen von insgesamt sechs Treibhausgasen (Kohlendioxid (CO₂), Methan (CH₄), Lachgas (NO₂), wasserstoffhaltige Fluorkohlenwasserstoffe (FKW), perfluorierte Fluorkohlenwasserstoffe (PFC) und Schwefelhexafluorid (SF₆)) zu reduzieren

Reduktionsverpflichtung von insgesamt 5,2 Prozent bis zum Zeitraum 2008-2012 (Vergleichsjahr: 1990)

3.1 An welche zwei Bedingungen war das Inkrafttreten im Jahr 2005 geknüpft?

1. Bedingung: Ratifizierung durch mind. 55 Staaten

2. Bedingung: Staaten müssen zusammen mind. 55% der CO₂-Emissionen der Industrieländer von 1990 verursachen

Ratifizierung durch Russland (2005) => beide Bedingungen erfüllt

Ablehnung durch USA

3.2 Welche Instrumente zur Umsetzung des Kyoto Protokolls gibt es?

- a) Emission-Trading
- b) Joint-Implementation
- c) Clean-Development Mechanism

3.3 Erläutern Sie Joint Implementation (JI).

Gemeinsame Klimaschutzprojekte zwischen zwei Industriestaaten, die beide bestimmtes Reduktionsziel erfüllen müssen

Industrieland 1 führt in Industrieland 2 Projekt durch
Industrieland 1 finanziert Projekt

Emissionsminderungen werden Industrieland 1 gutgeschrieben

3.4 Erläutern Sie das Referenzmodell „Cap & Trade System“.



Vorlesung: Informationsgesellschaft u. Globalisierung II
Dozent: Prof. Dr. Dr. F.-J. Radermacher
Dozent: Dr. Halit Ünver

Cap: Fixierte Obergrenze an Emissionen
Trade: 1. Erstzuteilung von Emissionsrechten
2. Handel von Emissionsrechten

Aufgabe 4: Kopenhagenmodell

4.1 Was besagt die WBGU Budgetrestriktion? Welche zwei Unterscheidungen gibt es?

WBGU-Budgetrestriktion

- Weltweit noch verfügbare Budget an CO₂-Emissionen für Zeitraum 2010-2050: 750 Mrd. t CO₂, wenn Leitplanke mit Wahrscheinlichkeit von 67 % eingehalten werden soll
- Erhöhung auf 75 % Wahrscheinlichkeit: Grenze 600 Mrd. t CO₂
- Nach 2050: Nur noch geringe Mengen an CO₂ => Ära von fossilen Energieträgern angetriebener Wirtschaft muss zu Ende gehen!

WBGU-Verteilung Gesamtbudget

- Für Zeitraum 2010-2050 entspricht vorgeschlagene Verteilung CO₂-Gesamtbudget durchschnittlichen Emissionsrechten von etwa 2,7 t CO₂ pro Kopf der Weltbevölkerung im Jahr 2010 (evtl. Umverteilung durch Flexible Mechanismen)
- Gegen Ende Budgetzeitraum: 1 t CO₂ pro Kopf und Jahr

4.2 Wie kann eine Erstzuteilung von Emissionsrechten nach dem Kopenhagen Ansatz aussehen?
Was ist in allen genannten Fällen zu beachten?

1. BIP
2. Großvaterprinzip
3. Populationsgröße/Klimagerechtigkeit:
4. Zufallsmechanismus
5. Selbstzuordnung von maximalen Emissionsvolumen (Kopenhagen Klimakonferenz erfolgte Ansatz)



Vorlesung: Informationsgesellschaft u. Globalisierung II
Dozent: Prof. Dr. Dr. F.-J. Radermacher
Dozent: Dr. Halit Ünver

Hinweis: In allen genannten Fällen ist die Summe der Rechte der Staaten pro Jahr genau das jeweilige jährliche Gesamtvolumen im Sinne von Kapitel 4, d.h. es gilt für jedes Jahr $t = 3 \dots 40$ und jede in Frage kommende Zuordnung der betrachteten Art:

4.3 An-
$$\sum_{i=1}^{194} BE_i^t = \sum_{i=1}^{194} GE_i^t = \sum_{i=1}^{194} PE_i^t = \sum_{i=1}^{194} RE_i^t = \sum_{i=1}^{194} SE_i^t = E_i^t$$

genommen die Erstzuteilung von Emissionsrechten ist nach einem bestimmten Ansatz erfolgt. Warum ist es dennoch wichtig, einen gewissen Übergangspfad zwischen verschiedenen Ansätzen zu verfolgen?

Für ein globales Cap-and-Trade unter Bedingungen der Klimagerechtigkeit ist internationale Zustimmung schwierig, wenn nicht geeignete Übergangszeiträume z.B. von **großvaterartig zu klimagerecht**, vorgesehen werden. Es bietet sich in diesem Kontext ein **linearer Übergangspfad** abhängig von vereinbarten Übergangszeiträumen an. Bei einem 15-Jahreszeitraum 2013-2027 ergäbe sich dann folgende Erstzuteilung für Jahr ν , $2013 \leq 2012 + \nu \leq 2027$:

$$\overline{E}_\nu^t = \frac{(15 - \nu)}{15} GE_\nu^t + \frac{\nu}{15} \cdot PE_\nu^t$$

4.4 Welche dieser Ansätze für die Erstzuteilung von Emissionsrechten ist für reiche Staaten die beste Lösung? Erläutern Sie.

Erstzuteilung nach BIP. Da die Industriestaaten ein (relativ) höheres BIP und eine höhere CO₂-Effizienz als Nicht-Industriestaaten haben.