



1 Einleitung

1.1 Problemstellung und Zielsetzung

Das relativ stabile Erdklima in den letzten 10.000 Jahren hat den Aufstieg und das Bestehen der menschlichen Zivilisation überhaupt erst ermöglicht. Allerdings wurden in der Vergangenheit bereits Aufstiege und Niedergänge von ganzen Kulturen zum Teil durch klimawandelbedingte Instabilitäten und Extremen geprägt (KENNETT, & MARWAN, 2015). Viele Menschen empfinden aber trotzdem das Klima in ihren Regionen als selbstverständliche Gegebenheit. Daher müssen sich viele mit der Aussage, dass sich unser Klima erwärmt und die Menschheit handeln muss um dies einzudämmen, erst einmal abfinden.

Auf wissenschaftlicher Ebene wird über Änderungen des Erdklimas, deren Ursachen und Folgen schon seit Jahrhunderten diskutiert. Mittlerweile gilt als gesichert, dass sich das Erdklima erwärmt und diese Erwärmung durch den beobachteten Anstieg der anthropogenen THG-Emissionen verursacht ist (IPCC, 2014A, 2007A). Die negativen Folgen der fortschreitenden ungebremsten Klimaerwärmung können für die Menschheit gravierend sein (IPCC, 2007B).

Angesichts der Gefahren, die eine Klimaänderung mit sich bringt, ist es auch nachvollziehbar, dass Klimaänderung zum politischen Thema geworden ist: Verantwortungsvolle Politik kann mögliche negative Folgen der Klimaänderung nicht ignorieren, sondern muss darauf eine Antwort geben. Obwohl es eine Weile gedauert hat, bis Politiker dieses Thema aufgegriffen haben, ist Klimapolitik heute sowohl auf internationaler als auch auf nationaler Ebene nicht mehr wegzudenken.

Das im Dezember 2015 bei COP-21 in Paris ausgehandelte „Pariser Abkommen“ ist ein neuer Meilenstein und in vielen Sichten der bisher größte Erfolg der internationalen Klimapolitik (STAVINS, 2015; AHRENS ET AL., 2015). Nach 25 Jahren UN-Klimadiplomatie haben Stellvertreter der Regierungen der Welt zum ersten Mal einen umfassenden Vertrag verabschiedet, der Klimaschutzbeiträge von allen Staaten vorsieht. Somit wurde die Ära der Aufteilung der Welt in „Industrie“ und „Nicht-Industriestaaten“ mit Auferlegung der Pflichten zur Minderung von THG-Emissionen alleine auf die „Industriestaaten“, die bei der COP-1 in Berlin 1995 geschaffen wurde, und mit dem Kyoto-Protokoll für fast 20 Jahre zementiert worden war, beendet. Der Abkehr von dieser Dichotomie war dringend nötig, da nach Inkrafttreten des Kyoto-Protokolls in 2005 ein weiterer Anstieg von THG-Emissionen lediglich in großen Entwicklungsländern wie China, Indien, Brasilien, Korea, Südafrika, Mexiko und Indonesien stattfindet. Industriestaaten, die unter dem bis 2020 verlängerten Kyoto-Protokoll zu Emissionsminderungen verpflichtet sind, decken nicht mehr als 14% der weltweiten THG-Emissionen und weisen kein Emissionswachstum auf. Zum Ende der COP-21 haben 186 von 195 Mitgliedsstaaten der UNFCCC, die derzeit für ca. 96% der globalen THG-Emissionen verantwortlich sind, ihre beabsichtigten nationalen Emissionsminderungsbeiträge vorgelegt.

Ein internationales Klimaabkommen kann allerdings nur dann Erfolge bringen, wenn einzelne Staaten eigene nationale Minderungsziele festlegen und Instrumente, mit deren Hilfe diese Ziele erreicht werden können, ausgearbeitet werden.

Bereits im Jahr 2007 hat der Europäische Rat beschlossen, dass die EU eine unabhängige Verpflichtung eingeht ihre THG-Emissionen bis 2020 um 20% gegenüber 1990 zu reduzieren. Der Umsetzung dieses ambitionierten Klimaschutzziels dient das sogenannte „EU-Klimapaket“. Es besteht aus vier Rechtssetzungsakten, die unterschiedliche Aspekte der EU-Klimapolitik regeln: Emissionshandels-Richtlinie zur Weiterentwicklung des EU EHS; Entscheidung über Lastverteilung zur Festlegung nationaler Ziele zur Minderung von THG-Emissionen in Sektoren außerhalb des EU EHS; Erneuerbare-Energien-Richtlinie zur Förderung erneuerbarer Energien und CCS-Richtlinie zur CO₂-Abscheidung und -Speicherung.

Das EU EHS ist das wichtigste Instrumentarium der EU zur Minderung der THG-Emissionen. Allerdings erfasst das durch die Emissionshandels-Richtlinie für die Handelsperiode 2013-2020 neu geregelte EU EHS weniger als die Hälfte der THG-Emissionen der EU. Für die Minderung der verbleibenden Emissionen aus den Sektoren, die nicht unter das EU EHS fallen, insbesondere aus dem Straßenverkehr, des Gebäudesektors, der Landwirtschaft und der Abfallwirtschaft, bildet die Entscheidung über Lastverteilung die einheitlichen Rahmenbedingungen. Die Richtlinie sieht eine EU-weite Minderung von THG-Emissionen aus den Sektoren vor, die nicht unter das EU EHS fallen, in 2020 von insgesamt 10% gegenüber dem Niveau von 2005. Einzelne EU-Mitgliedsstaaten haben dabei spezifische Beiträge in Form verbindlicher nationaler Emissionsziele zu leisten. Im Gegensatz zu Emissionen aus Sektoren, die unter das EU EHS fallen und deren Menge auf EU-Ebene reguliert ist, liegt es in der Verantwortung der Mitgliedsstaaten nationale Politikmaßnahmen zur Begrenzung der THG-Emissionen aus Sektoren, die unter die Entscheidung über Lastverteilung fallen, zu definieren und umzusetzen.

Gemäß Inventarbericht zu THG-Emissionen der EU hat die Landwirtschaft einen Anteil von 10,3% an den gesamten (ohne LULUCF) THG-Emissionen (Deutschland: 7,4%) und ist somit nach der Quellkategorie „Energie“ die zweitbedeutendste Quellkategorie der THG-Emissionen (EEA, 2014; UBA, 2014). Daher verdienen auch die THG-Emissionen aus der Landwirtschaft und die Möglichkeiten deren Minderung besondere Aufmerksamkeit.

In der vorliegenden Arbeit wird daher untersucht, welche Politikinstrumente zur Minderung der THG-Emissionen aus der Landwirtschaft eingesetzt werden können und wie effizient diese sind. Allerdings werden unter Emissionen aus der Landwirtschaft nicht nur solche verstanden, die gemäß dem festgelegten Berichtsformat der UNFCCC auf die Quellkategorie „Landwirtschaft“ anfallen, sondern auch solche, die bei sektoralen Ansätzen zur Bilanzierung der gesamten landwirtschaftlichen Emissionen berücksichtigt werden. Diese Emissionen werden in der vorliegenden Arbeit agrarrelevante THG-Emissionen genannt und umfassen sowohl die Emissionen der Quellkategorie „Landwirtschaft“ als



auch indirekte Emissionen, die bei der Produktion landwirtschaftlicher Vorleistungen entstehen und Emissionen, die durch Einsatz von Energie und Treibstoffen bei der landwirtschaftlichen Produktion und durch Landnutzung und Landnutzungsänderung entstehen. Die Bewertung einzelner Politikinstrumente erfolgt außerdem nicht nur nach dem Territorialprinzip, d.h. ob einzelne Politikinstrumente zu Emissionsminderungen in den betroffenen Regionen führen, sondern auch auf globaler Ebene. Im Mittelpunkt der Betrachtung liegt die Klimapolitik der EU, daher wird eine Einführung ausgewählter Politikmaßnahmen in der gesamten EU oder nur in einer Region - Deutschland – untersucht. Für diese Analyse kommt ein allgemeines Gleichgewichtsmodell GTAP zum Einsatz.

1.2 Aufbau der Dissertationsschrift

Nach dieser Einleitung wird in **Kapitel 2** zuerst das Phänomen Klimaänderung näher betrachtet. Es werden die wichtigsten Beobachtungen dargestellt, die eine Aussage über die aktuelle Erwärmung des Klimas untermauern, Ursachen dieser Klimaerwärmung geschildert und Projektionen zukünftiger Änderungen des Klimas sowie deren Auswirkungen auf unterschiedliche Systemen vorgestellt. Im Anschluss folgt ein Überblick über Klimapolitik, die als Folge der Anerkennung der Klimaänderung als ernsthaftes Problem entstanden ist. Dabei wird die Entstehung und Entwicklung der Klimapolitik zuerst auf internationaler Ebene und dann auf Ebene der EU und der Bundesrepublik Deutschland näher betrachtet. Die Darstellung der Entwicklung der internationalen Klimapolitik reicht von der ersten Weltklimakonferenz in Genf in 1979, über die Verabschiedung der Klimarahmenkonvention in Rio de Janeiro in 1992, die Unterzeichnung des Protokolls von Kyoto in 1997 und dessen Inkrafttreten in 2005 bis zu dem im Dezember 2015 bei COP-21 in Paris ausgehandelten „Pariser Abkommen“. Bei Betrachtung der Klimapolitik der EU werden neben dem Überblick über die Entstehung und die historische Entwicklung vor allem vier Komponenten des EU-Klimapaketes von 2009 ins Visier genommen. Zum Schluss wendet sich der Blick auf die Klimapolitik der Bundesrepublik Deutschland zur Minderung der THG-Emissionen. Es wird die Rolle der Bundesrepublik Deutschland in der internationalen Klimapolitik analysiert und politische Maßnahmen zur Minderung nationaler THG-Emissionen betrachtet.

In **Kapitel 3** wird die Rolle der Landwirtschaft als Verursacher, Betroffene und Wohltäter in Frage der Klimaänderung näher betrachtet. Die landwirtschaftliche Produktion ist mit dem Ausstoß von THG-Emissionen verbunden, wodurch die Landwirtschaft als Verursacher der Klimaänderung anzusehen ist. Daher werden zuerst THG-Emissionen aus der Landwirtschaft auf globaler Ebene und in der Bundesrepublik Deutschland unter Berücksichtigung unterschiedlicher Möglichkeiten der Abgrenzung des Sektors und Bilanzierungsmethoden analysiert. Die Landwirtschaft ist Betroffene der Klimaänderung, da die Veränderung klimatischer Bedingungen einen direkten Einfluss auf die landwirtschaftliche Produktion hat. Entsprechend folgt im Anschluss eine Betrachtung der Folgen der Klimaänderung für die Landwirtschaft auf globaler Ebene, sowie in Deutschland. Die Landwirtschaft kann bspw. helfen Kohlenstoff aus der Luft zu binden und im Boden zu speichern oder durch Produktion von Biokraftstoffen, die fossile Brennstoffe ersetzen, zur Minderung der THG-Emissionen beitragen und als Wohltäter in

Fragen der Klimaänderung auftreten. Über den möglichen Beitrag der Landwirtschaft zum Klimaschutz sowohl auf globaler Ebene als auch in der EU und Deutschland wird ebenso diskutiert.

Um die fortschreitende Klimaerwärmung einzudämmen, müssen weltweit THG-Emissionen gemindert werden. In **Kapitel 4** wird aus theoretischer Sicht betrachtet, welche Politikinstrumente ergriffen werden können, um THG-Emissionen zu mindern. Dabei wird zuerst auf die Besonderheiten des Managements globaler gesellschaftlicher Ressourcen, zu denen die Erdatmosphäre gehört, und den Umgang mit negativen externen Effekten, zu denen auch THG-Emissionen gehören, eingegangen. Dann wird eine theoretische Analyse der Instrumente zur Internalisierung externer Effekte wie Pigou-Steuer oder Quote durchgeführt. Mit Hinblick auf das globale Ausmaß der Problematik der THG-Emissionen wird dabei das Auftreten der „carbon-leakage“ Problematik bei der unilateralen Klimapolitik zusätzlich analysiert. Zum Schluss wird die Kosten-Nutzen-Analyse als Methode für die Bewertung unterschiedlicher Optionen der Politik zur Minderung der THG-Emissionen dargestellt.

Eine Mehrheit der Industrieländer haben Politikmaßnahmen zur Minderung der THG-Emissionen bereits durchgeführt, weitere Politikmaßnahmen sowohl in Industrie- als auch in Schwellen- und Entwicklungsländern sind geplant oder werden gerade getestet. **Kapitel 5** bietet einen Überblick über bereits umgesetzte oder für die Zukunft vorgesehene Politikmaßnahmen zur Minderung der THG-Emissionen. Dabei wird zwischen Politikmaßnahmen für explizite Preissetzung auf THG-Emissionen (Emissionsrechtshandelssysteme und Kohlenstoffsteuer) und Politikmaßnahmen für implizite Preissetzung auf THG-Emissionen (Steuer auf Energieträger, Standards und Kennzeichnungen, Mengen- und Preissteuerung zur Förderung erneuerbarer Energien, Kapitalzuschüsse und Steuererleichterungen) unterschieden. Es werden sowohl Maßnahmen dargestellt, die die gesamten THG-Emissionen aus der Wirtschaft einzelner Länder bzw. Regionen begrenzen sollen, als auch spezifische Politikmaßnahmen, die darauf ausgelegt sind bestimmte THG-Emissionen zu minimieren. Gesondert wird dabei auf Initiativen zur Minderung agrarrelevanter THG-Emissionen (Preissetzung auf Emissionen aus der Produktion von Düngemitteln in der EU, Steuer auf Düngemittel bzw. Düngerüberschuss, Steuer auf gesättigte Fettsäuren in Dänemark) eingegangen.

In **Kapitel 6** wird eine eigene empirische Analyse der Politikinstrumente zur Minderung agrarrelevanter THG-Emissionen mit dem GTAP-Modell präsentiert. Nach Begründung der Wahl des allgemeinen Gleichgewichtsmodell GTAP als Methodenauswahl folgt ein Überblick zur Struktur des Standard-GTAP-Modells und der GTAP-Datenbasis. Danach werden Anforderungen der empirischen Fragestellung an Modell und Datenbasis diskutiert und deren Umsetzung anschließend beschrieben: Die Produktionsfunktion des Standard-GTAP-Modells wird modifiziert um eine Substitution zwischen den Faktoren Boden und Düngemittel zu ermöglichen; eine lizenzgeeignete Datenbasis wird generiert und um einen weiteren Sektor „FERT“ (Düngemittel) erweitert. Die Analyse der Politikinstrumente zur Minderung agrarrelevanter THG-Emissionen erfolgt anhand von fünf Simulationen. Simulationsszenarien werden erst verbal formuliert, und anschließend werden einzelne „Shocks“, die die Einführung spezifischer CO₂-Steuern in Deutschland und EU-27 darstellen, berechnet. Vor der Durchführung der

beschriebenen Simulationen erfolgt noch eine vorbereitende Simulation, die eine EU-Erweiterung berücksichtigt. Die erhaltenen Simulationsergebnisse werden in Hinblick auf Output-, Handel- und Konsumänderungen für relevante Sektoren sowie Änderungen von makroökonomischen Indikatoren und Änderungen von THG-Emissionen präsentiert. Eine detaillierte Sensitivitätsanalyse wird eingesetzt, um die Ergebnisse auf ihre Robustheit zu überprüfen. Anhand der erzielten Simulationsergebnisse werden Schlussfolgerungen gezogen.

In **Kapitel 7** werden schließlich die wichtigsten Ergebnisse der Arbeit zusammengefasst.



2 Klimaänderung und Klimapolitik

In diesem Kapitel wird zuerst das Phänomen Klimaänderung näher betrachtet. Es werden die wichtigsten Beobachtungen dargestellt, die eine Aussage über die aktuelle Erwärmung des Klimas untermauern, Ursachen dieser Klimaerwärmung geschildert und Projektionen zukünftiger Änderungen des Klimas sowie deren Auswirkungen auf unterschiedliche Systeme vorgestellt. Erkenntnisse über die Klimaänderung lassen sich auf Basis zahlreicher Veröffentlichungen zu diesem Thema gewinnen. Die Berichte des Zwischenstaatlichen Ausschusses für Klimaänderungen (engl.: Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC¹) genießen aber eine Sonderstellung. Diese umfassenden Berichte und deren Zusammenfassungen für Entscheidungsträger werden von den Regierungen weitgehend anerkannt und als wissenschaftliche Grundlage für die nationalen Klimapolitiken herangezogen. Außerdem sind die IPCC-Berichte eine Hauptinformationsquelle bei Verhandlungen im Rahmen der UNFCCC. Auch die folgende Darstellung orientiert sich im Wesentlichen auf die drei Bände des in 2007 veröffentlichten Vierten IPCC-Sachstandsberichts (Fourth Assessment Report of the IPCC, AR4) (IPCC 2007A, 2007B, 2007C)

Die Erwärmung des Erdklimas wurde bereits vor Jahrzehnten als ernsthaftes Problem anerkannt und führte zur Entstehung der Klimapolitik. Somit werden als nächster Schritt die Entstehung und Entwicklung der Klimapolitik zuerst auf internationaler Ebene und dann auf Ebene der EU und der Bundesrepublik Deutschland näher betrachtet. Eine Darstellung der historischen Entwicklung der internationalen Klimapolitik reicht von der ersten Weltklimakonferenz in Genf in 1979, über die Verabschiedung der Klimarahmenkonvention in Rio de Janeiro in 1992, die Unterzeichnung des Protokolls von Kyoto in 1997 und dessen Inkrafttreten in 2005 bis zu aktuellen Verhandlungen über die Gestaltung des künftigen Klimaabkommens. Bei Betrachtung der Klimapolitik der EU werden neben dem Überblick über die Entstehung und die historische Entwicklung vor allem vier Komponenten des EU-Klimapakets von 2009 ins Visier genommen. Zum Schluss wendet sich der Blick auf die Klimapolitik der Bundesrepublik Deutschland zur Minderung der THG-Emissionen. Es wird die Rolle der Bundesrepublik Deutschland in der internationalen Klimapolitik analysiert und politische Maßnahmen zur Minderung nationaler THG-Emissionen betrachtet.

¹ Der IPCC ist ein wissenschaftliches zwischenstaatliches Gremium, das im Jahr 1988 von der Weltmeteorologischen Organisation (WMO) und dem Umweltprogramm der Vereinten Nationen (UNEP) gegründet wurde. Seine Aufgabe besteht darin, eine objektive Informationsquelle über die Klimaänderungen, seine Ursachen, mögliche Folgen und über die Optionen zur Anpassung an und Minderung von Klimaänderung für politische Entscheidungsträger und anderen am Klimawandel Interessierten zur Verfügung zu stellen. Der IPCC betreibt selbst keine Forschung, sondern trägt die aktuelle klimarelevante weltweit publizierte Literatur umfassend, objektiv, offen und transparent zusammen und bewertet sie. (IPCC, 2011: <http://www.de-ipcc.de/de/119.php>)

2.1 Klimaänderung: Beobachtungen, Ursachen, Folgen

2.1.1 Beobachtete Klimaänderung

Im engeren Sinne wird Klima als das Durchschnittswetter definiert. Etwas genauer: Klima ist die statistische Beschreibung des Wetters in Form von Mittelwerten und Schwankungsbereichen von Klimaelementen (Temperatur, Niederschlag, Wind, Druck usw.) bezogen auf einen mittleren Zeitraum (IPCC, 2007A; MÖLLER, 2010). Die Weltmeteorologische Organisation (WMO) hat diese Mittelungsperiode auf 30 Jahre festgelegt, jedoch werden auch andere Zeitspannen verwendet (z. B. 20 Jahre in einigen Kapiteln der IPCC-Berichte). Klimaänderung ist jede Änderung des Klimas im Verlauf der Zeit und bezieht sich dementsprechend auf jede Änderung der Mittelwerte und/oder Schwankungsbereiche von Klimaelementen, die identifiziert werden kann und länger andauert.

Die Beobachtung von Klimaelementen ist daher wichtig, damit eine Aussage über die Klimaänderung gemacht werden kann. Die derzeit festgestellte Klimaänderung ist vor allem auf den Anstieg der beobachteten mittleren Temperaturen weltweit zurückzuführen. Ausreichend viele instrumentale Temperaturmessungen, die es erlauben eine quasi-globale Temperatur zu ermitteln, gibt es seit 1850. Diesen Messungen zufolge hat sich die mittlere globale Erdoberflächentemperatur seit 1850 um rund $0,8^{\circ}\text{C}$ erhöht (Abb. 2.1). Bei Betrachtung der linearen Trends über die unterschiedlichen Perioden lässt sich die Schlussfolgerung ziehen, dass sich der Temperaturanstieg beschleunigt hat. So zeigt der 100jährige lineare Trend noch eine Erwärmung von $0,074^{\circ}\text{C}$ pro Jahrzehnt und der 50jährige lineare Trend bereits $0,128^{\circ}\text{C}$ pro Jahrzehnt.

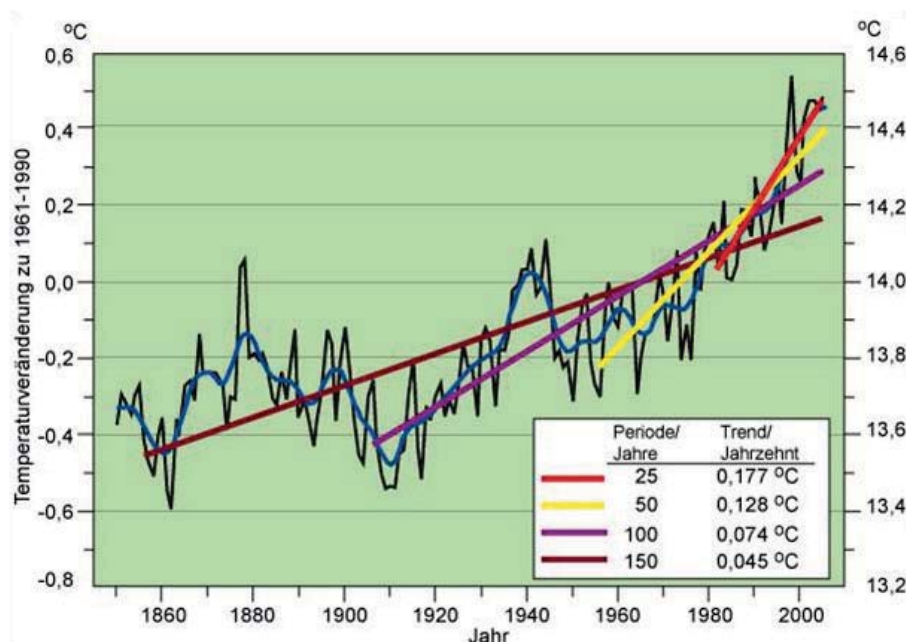


Abb. 2.1: Änderung der globalen Erdoberflächentemperatur seit 1850

Quelle: IPCC (2007A)

Die gestiegene Lufttemperatur ist aber nicht der einzige Hinweis auf die Klimaerwärmung. Weitere Änderungen, die im Einklang mit dem Anstieg der Erdoberflächentemperatur stattfinden, sind Anstieg der Meeresoberflächentemperatur, Anstieg des Meeresspiegels, Anstieg des atmosphärischen Wasserdampfgehalts, Abnahme von Eis- und Schneebedeckung (Abb. 2.2)

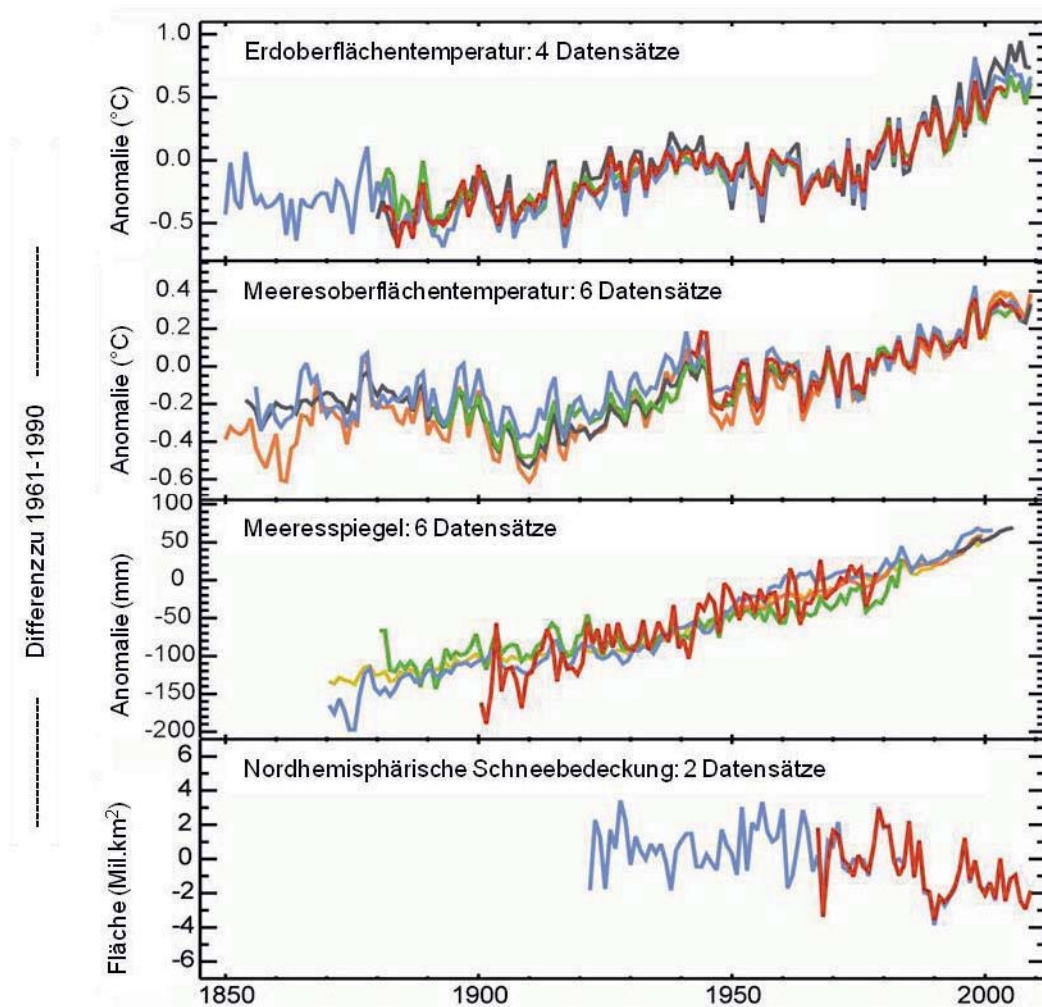


Abb. 2.2: Beobachtete Änderungen von Klimaelementen

Quelle: KENNEDY J. ET AL. (2010); MET OFFICE HADLEY CENTRE FOR CLIMATE CHANGE (www.hadobs.org)

Die Zunahme von extremen Wetterereignissen wie Dürren, Starkniederschläge, Hitzewellen und der Intensität von Wirbelstürmen, Änderungen im Salzgehalt der Ozeane und Windmuster sind weitere Beobachtungen der Klimaänderung. (IPCC, 2007A). Außerdem ist erkennbar, dass sich das Klima nicht gleichmäßig über den Globus ändert, sondern regionale Unterschiede vorhanden sind.

Der IPCC (IPCC, 2007A) zieht ein eindeutiges Fazit daraus: „Die Erwärmung des Klimasystems ist eindeutig, wie dies nun aufgrund der Beobachtungen des Anstiegs der mittleren globalen Luft- und Meerestemperatur, des ausgedehnten Abschmelzens von Schnee und Eis und des Anstiegs des mittleren globalen Meeresspiegels offensichtlich ist.“