



Wissenschaftliche Fakten

Klimawandel

Sachstand 2001

Quelle:

IPCC (2001)

Übersicht & Details:

GreenFacts


Stufe 2 - Details Klimawandel

1.	Hat sich das Klima im Laufe des 20. Jahrhunderts verändert?	3
1.1	Hat sich die Erde erwärmt?	3
1.2	Welche andere Klimaveränderungen wurden beobachtet?	3
1.3	Welche Aspekten unseres Klima haben sich NICHT verändert?	4
2.	Warum verändert sich das Klima?	4
2.1	Verändern menschliche Aktivitäten die Atmosphäre?	4
2.2	Wie gut verstehen wir den Klimawandel?	5
2.3	Welchen Einfluß haben menschliche Aktivitäten auf den Klimawandel?	5
3.	Welche künftigen Klimaänderungen werden erwartet?	5
3.1	Was für Emissions-Szenarien werden vorhergesehen?	5
3.2	Was für Klimaveränderungen werden für das 21. Jahrhundert projiziert?	5
3.3	Was wird für die kommenden Jahrhunderte projiziert?	6
4.	Was sind die wahrscheinlichen Folgen des Klimawandels?	7
4.1	Betrifft uns der Klimawandel schon?	7
4.2	Was sind die möglichen Auswirkungen des Klimawandels?	7
4.3	Was können andere wesentlichen Auswirkungen sein?	7
4.4	Was für Maßnahmen sind erforderlich?	8
5.	Wie kann der Klimawandel uns in Zukunft betreffen?	8
5.1	Was könnten die Auswirkungen auf den natürlichen Systeme sein?	8
5.2	Was könnten die Auswirkungen auf menschliche Systeme sein?	9
5.3	Wie variiert die Anfälligkeit auf Klimawandel zwischen Regionen?	10
6.	Wie können Treibhausgasemissionen vermindert werden?	10
6.1	Warum ist der Klimawandel ein einzigartiges Problem?	10
6.2	Was sind die Optionen zur Verminderung der Treibhausgasemissionen?	11
6.3	Was sind die Kosten der Umsetzung des Kyoto-Protokolls?	11
6.4	Wie können die Klimaveränderungen vermindert werden?	12
6.5	Welche weiteren Erkenntnisse sind erforderlich?	13
7.	Welchen Einfluß hat die Klimaerwärmung auf die Extremwetterereignisse?	13
7.1	Sind manche Extremwetterereignisse dem Klimawandel zuzuschreiben?	13
7.2	Werden Extremtemperaturen häufiger?	13
7.3	Verändern sich die Niederschläge?	13
7.4	Hat der Klimawandel Auswirkungen auf die Stürme?	13
8.	Wie groß ist der Einfluß vom Wasserdampf?	14
8.1	Welche Auswirkungen haben Gase auf die Temperatur der Erde?	14
8.2	Welchen Beitrag leisten die Menschen?	14
8.3	Wie könnte Wasserdampf den Klimawandel verstärken?	14
8.4	Welche Rolle spielen die Wolken?	14
9.	Können sich Ökosysteme an den Klimawandel anpassen?	14
9.1	Hat sich die Anpassungsfähigkeit der Ökosysteme vermindert?	14
9.2	Beeinträchtigt die Geschwindigkeit des Klimawandels Ökosysteme?	14
9.3	Haben die Menschen die Anpassungsfähigkeit der Ökosysteme verändert?	15

- 9.4 Welche Ökosysteme würden am meisten beeinträchtigt?.....15
10. **Verschiedene Ansichten**
(nur Niveau 1)
12. **Schlußfolgerung**
(nur Niveau 1)

Fragen 1 bis 6 sind ein zuverlässiges Resümee des wissenschaftlichen Konsensberichts, der im 2001 durch das Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) veröffentlicht wurde:
"Summary for Policymakers of the Third Assessment Report"

Die vollständige Kurzfassung ist erhältlich unter <https://www.greenfacts.org/de/klima-wandel-ar3/>

 Dieses PDF Dokument ist die 2. Stufe einer GreenFacts Kurzfassung. GreenFacts Kurzfassungen werden in verschiedenen Sprachen in einem Frage-und-Antwort Format veröffentlicht und dies in einer benutzerfreundlichen Drei-Stufen Struktur zunehmenden Details.

- Jede Frage wird in der 1. Stufe mit einer kurzen Zusammenfassung beantwortet.
- Die 2. Stufe bietet ausführlichere Antworten.
- Die 3. Stufe besteht aus dem Originaldokument, dem international anerkannten wissenschaftlichen Konsensbericht der zuverlässig in der 2. und 1. Stufe zusammengefasst ist.

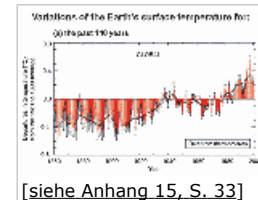
Alle GreenFacts Kurzfassungen sind erhältlich unter: <http://www.greenfacts.org/de/>

1. Hat sich das Klima im Laufe des 20. Jahrhunderts verändert?

1.1 Hat sich die Erde erwärmt?

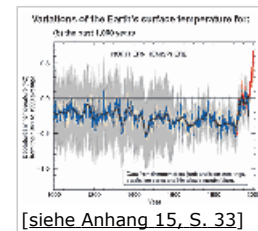
Eine wachsende Zahl von Beobachtungen zeigt, daß die Erde sich erwärmt hat:

1.1.1 Die durchschnittliche globale Erdoberflächentemperatur ist im Laufe des 20. Jahrhunderts um rund 0.6°C angestiegen. Dieser Anstieg wurde vor allem von 1910 bis 1945 und von 1976 bis 2000 beobachtet und war stärker für Nachttemperaturen und über Landflächen.



es ist wahrscheinlich, daß während der letzten 1000 Jahren, in der Nordhemisphäre:

- der Temperaturanstieg im 20. Jahrhundert ohne Gleichen war.
- die 1990er Jahre das wärmste Jahrzehnt und 1998 das wärmste Jahr waren.



1.1.2 In den vergangenen vier Jahrzehnten sind die Temperaturen in den untersten 8 Kilometern der Atmosphäre angestiegen.

1.1.3 Die Ausdehnung der Schnee- und Eisdecke hat abgenommen.

1.1.4 Der Meeresspiegel ist während des 20. Jahrhunderts um 10 bis 20 cm angestiegen. Der Wärmegehalt der Ozeane ist seit dem Ende der 1950er Jahre gestiegen.

Siehe auch die Zusammenfassung der Veränderungen in Abbildung 7a des IPCC TS (auf Englisch) [[siehe Anhang 10, S. 27](#)]

1.2 Welche andere Klimaveränderungen wurden beobachtet?

- Niederschläge haben im 20. Jahrhundert wahrscheinlich in gewissen Regionen zugenommen und in anderen abgenommen.
- Die Wolkendecke hat wahrscheinlich etwas zugenommen.
- Ein Rückgang der Häufigkeit extrem tiefer Temperaturen und ein geringer Anstieg der Häufigkeit extrem hoher Temperaturen ist sehr wahrscheinlich.
- Warme Episoden des El Niño-Phänomens sind seit der Mitte der 1970er Jahre häufiger.
- Die Häufigkeit starker Trockenheit oder schwerer Berflutungen hat im 20. Jahrhundert in relativ geringem Maße zugenommen, aber in einigen Gebieten wurde in den letzten Jahrzehnten ein Anstieg der Häufigkeit und der Intensität von Dürren beobachtet.

Siehe auch die Zusammenfassung der Veränderungen in Abbildung 7b des IPCC TS (auf Englisch) [[siehe Anhang 10, S. 27](#)]

1.3 Welche Aspekten unseres Klima haben sich NICHT verändert?

- In gewissen Teilen der Ozeane der Sdhemisphre, sowie Teilen der Antarktis, ist keine Erwärmung sichtbar.
- Es gibt keine systematischen nderungen der Niederschlage in der Sdhemisphre.
- Fr die Ausdehnung des antarktischen Meereises sind keine bedeutenden Trends zu beobachten.
- Keine klare nderung der Hufigkeit von Tornados, Gewittern oder Hagelfllen knnen festgestellt werden.

Siehe auch die Zusammenfassung der Veränderungen in der Abbildung 7b des IPCC TS (auf Englisch) [[siehe Anhang 10, S. 27](#)]

2. Warum verändert sich das Klima?

Das Klima verändert sich aufgrund seiner internen Schwankungen und aufgrund sowohl natürlicher als auch anthropogener externer Faktoren.

2.1 Verändern menschliche Aktivitäten die Atmosphäre?

Klimaveränderungen ereignen sich sowohl infolge interner Schwankungen innerhalb des Klimasystems als auch infolge externer Faktoren (sowohl natürliche als auch menschliche). Die Gaskonzentrationen in der Atmosphäre werden durch menschliche Emissionen tiefgreifend verändert (siehe historische Daten in [Abbildung 2 \[en\]](#) [[siehe Anhang 8, S. 25](#)]). Es wird erwartet, daß einige dieser Gase das Klima verändern werden, indem sie den Strahlungsantrieb der Erde verändern. (siehe Schätzungen in [Abbildung 3 \[en\]](#) [[siehe Anhang 9, S. 27](#)]):

2.1.1 Treibhausgase, die auf globaler Ebene wirken, haben Tendenz, die Erdoberfläche zu erwärmen, indem sie die durch die Erdoberfläche abgegebene infrarote Strahlung absorbieren.

- Das wichtigste Treibhausgas menschlicher Herkunft ist Kohlendioxid (CO₂), dessen Konzentration seit 1750 um 31% zugenommen hat. wahrscheinlich wurde die gegenwärtige CO₂-Konzentration auch während der letzten 20 Millionen Jahre nicht überschritten. Diese Zunahme ist hauptsächlich auf die Verbrennung fossiler Brennstoffe zurückzuführen, aber auch auf Landnutzungsänderungen, insbesondere Entwaldung.
- Die anderen wichtigen Treibhausgase menschlicher Herkunft sind Methan (CH₄) (mit einer Zunahme von 151% seit 1750 und 1/3 des Strahlungsantriebs vom CO₂), halogenierte Kohlenwasserstoffe wie FCKW und ihre Ersatzstoffe (100% menschlicher Herkunft, mit 1/4 des Strahlungsantriebs vom CO₂) und Lachgas (N₂O) (mit einer Zunahme von 17% seit 1750 und 1/10 des Strahlungsantriebs vom CO₂).

2.1.2 Aerosole menschlicher Herkunft, die auf regionaler Ebene wirken, sind kurzlebig und haben Tendenz, die Erde abzukühlen.

2.1.3 Es wird erwartet, daß bekannte natürliche Faktoren, wie Veränderungen der Sonnenaktivität oder Vulkanausbrüche, den Strahlungsantrieb im vergangenen Jahrhundert geringfügig beeinflusst haben.

Siehe historische Daten in Abbildung 2 [en] [siehe Anhang 8, S. 25] und Strahlungsantrieb in Abbildung 3 [en] [siehe Anhang 9, S. 27]

2.2 Wie gut verstehen wir den Klimawandel?

2.2.1 Komplexe physikalischer Klimamodelle werden verwendet, um das künftige Klima vorherzusehen. Klimaabläufe werden besser verstanden als früher und besser in Klimamodelle eingefügt. Obwohl solche Modelle noch nicht alle Aspekte des Klimas simulieren können, ist das Vertrauen in ihre Fähigkeit, brauchbare Projektionen zu liefern, größer geworden. Jetzt können sie besser die im 20. Jahrhundert beobachtete Klimaerwärmung reproduzieren, indem sie sowohl den natürlichen als auch den menschlichen Strahlungsantrieb berücksichtigen (siehe Abbildung 4 [siehe Anhang 11, S. 28]).

2.2.2 Jedoch sind weitere Forschungen erforderlich, um besser die Klimaveränderungen auszufinden und zu verstehen, die Ungewißheiten zu vermindern und die künftigen Klimaveränderungen vorherzusehen.

2.3 Welchen Einfluß haben menschliche Aktivitäten auf den Klimawandel?

Im Licht der neuen Beweise und unter Berücksichtigung der verbleibenden Ungewißheiten ist der Großteil der im Laufe der letzten 50 Jahren beobachteten Erwärmung (das heißt ungefähr die Hälfte der Erwärmung der letzten 120 Jahre) wahrscheinlich auf die steigenden Treibhausgaskonzentrationen zurückzuführen.

Es ist sehr unwahrscheinlich, daß die im Laufe der letzten 100 Jahre beobachtete Erwärmung nur internen Schwankungen zuzuschreiben ist und es ist unwahrscheinlich, daß sie ganz natürlich ist.

3. Welche künftigen Klimaänderungen werden erwartet?

3.1 Was für Emissions-Szenarien werden vorhergesehen?

Menschliche Einflüsse werden die Zusammensetzung der Atmosphäre im Laufe des 21. Jahrhunderts weiterhin verändern.

Mehrere Emissions-Szenarien wurden durch das IPCC ausgearbeitet, mit verschiedenen Hypothesen zur Entwicklung der Bevölkerungen, der Technologien, des Einkommens, regionaler Wohlstandsunterschiede... (siehe die Zusammenfassung für 6 Szenarien). Diese Szenarien wurden in die Klimamodelle eingegeben, um die atmosphärischen Treibhausgas - und Aerosolkonzentrationen, und somit die künftigen Klimaveränderungen zu projizieren (siehe Abbildung 5).

3.2 Was für Klimaveränderungen werden für das 21. Jahrhundert projiziert?

Für alle IPCC- Szenarien wird ein Anstieg der globalen durchschnittlichen Temperatur und des Meeresspiegels projiziert.

- Für die Periode von 1990 bis 2100 wird ein Anstieg der globalen durchschnittlichen Temperatur um 1.4 bis 5.8°C projiziert.
- Diese weite Spanne ist darauf zurückzuführen,
 - daß jedes Szenario unterschiedliche Treibhausgaskonzentrationen annimmt,
 - daß verschiedene Modelle zu unterschiedlichen Ergebnissen führen. (siehe Abbildung 5d [en] [siehe Anhang 14, S. 31]).
- Die projizierte Erwärmungsrate ist wesentlich höher als die im 20. Jahrhundert beobachteten Änderungen und ist sehr wahrscheinlich 7 ohne Gleichen für mindestens die letzten 10,000 Jahre.
- Es ist sehr wahrscheinlich, daß sich fast alle Landmassen schneller erwärmen als der globale Durchschnitt, besonders diejenigen in hohen nördlichen Breiten während der kalten Jahreszeit. (siehe Karte [en] [siehe Anhang 13, S. 30]).
- Ein Anstieg der Niederschläge wird erwartet, mit größeren Schwankungen von Jahr zu Jahr, besonders im Winter in mittleren bis hohen nördlichen Breiten und in der Antarktis. (siehe Karte [en] [siehe Anhang 2, S. 21]).
- Eine Zunahme der Intensität mancher Extremwetterereignisse ist zu erwarten. (siehe Tabelle 1 [en] [siehe Anhang 3, S. 22]). Hinsichtlich einiger anderer extremer Phänomene gibt es derzeit ungenügende Informationen, um zuverlässige Projektionen zu machen.
- Die meisten Modelle zeigen eine Abschwächung der ozeanischen thermohalinen Zirkulation, was zu einem reduzierten Wärmetransport in hohen Breiten der nördlichen Hemisphäre führt.
- Es wird projiziert, daß die Schneedecke und die Ausdehnung des Meereises in der Nordhemisphäre weiterhin abnehmen werden. Auch wird sich der weitverbreitete Rückzug der Gletscher und Eiskappen fortsetzen. wahrscheinlich wird der antarktische Eisschild an Masse zunehmen, während der Grönland-Eisschild an Masse verlieren wird. Es ist sehr unwahrscheinlich, daß der westantarktische Eisschild weiterhin abnehmen wird, was eine große Erhöhung des Meeresspiegels zu Folge hätte.
- Zwischen 1990 und 2100 wird ein Anstieg des globalen durchschnittlichen Meeresspiegels um 9 bis 88 cm projiziert. Dies ist hauptsächlich der Wärmeausdehnung und dem Massenverlust von Gletschern und Eiskappen zuzuschreiben. Diese weite Spanne ist hauptsächlich auf die Ungewißheiten der Klimamodelle zurückzuführen. (siehe Abbildung 5e [en] [siehe Anhang 14, S. 31]).

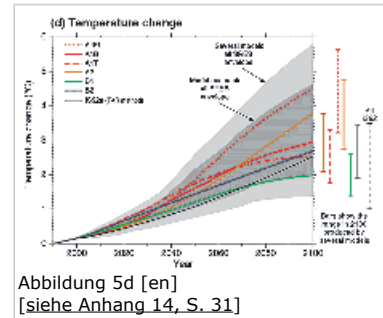


Abbildung 5d [en]
[siehe Anhang 14, S. 31]

3.3 Was wird für die kommenden Jahrhunderte projiziert?

Menschliche Klimaveränderungen werden noch viele Jahrhunderte andauern.

- Emissionen langlebiger Treibhausgase (z.B. CO₂, N₂O, PFCs, SF₆) haben eine dauerhafte Auswirkung auf die Zusammensetzung der Atmosphäre und das Klima. Selbst nach einer Stabilisierung der Treibhausgaskonzentrationen würden die globalen durchschnittlichen Oberflächentemperaturen weiterhin jedoch langsamer ansteigen.
- die globale durchschnittliche Oberflächentemperatur und der Meeresspiegel werden aufgrund der Wärmeausdehnung der Ozeane noch während Jahrhunderten steigen, nachdem sich die Treibhausgaskonzentrationen stabilisiert haben (selbst bei derzeitigem Niveau).
- Nachdem sich das Klima stabilisiert hat, werden die Eisschilde während Tausenden von Jahren weiter auf die Klimaerwärmung reagieren und zu einem Anstieg des Meeresspiegels beitragen. Zum Beispiel würde eine Erwärmung in

Grönland um 5.5°C, die über 1000 Jahre andauert, wahrscheinlich zum Anstieg des Meeresspiegels von etwa 3 Metern führen.

4. Was sind die wahrscheinlichen Folgen des Klimawandels?

4.1 Betrifft uns der Klimawandel schon?

4.1.1 Regionale Klimaveränderungen, insbesondere Temperaturanstiege, haben bereits vielfältige physikalische und biologische Systeme in vielen Teilen der Erde beeinträchtigt.

Beispiele von beobachteten Veränderungen sind: der Rückzug von Gletschern, das Auftauen von Permafrost, das spätere Gefrieren und frühere Auftauen des Eises auf Flüssen und Seen, die Verlängerung der Vegetationsperiode in den mittleren und höheren Breiten, die Verschiebung der Ausbreitungszonen von Pflanzen und Tieren polwärts und in höher gelegene Gebiete, der Rückgang einiger Pflanzen- und Tierpopulationen, sowie das frühere Blühen von Bäumen, das frühere Auftreten von Insekten und die frühere Eiablage von Vögeln.

Was menschliche Systeme betrifft, gibt es zunehmend Hinweise darauf, daß gewisse soziale und wirtschaftliche Systeme durch die seit kurzem angestiegene Häufigkeit von Überschwemmungen und Dürren in einigen Bereichen beeinträchtigt worden sind.

4.2 Was sind die möglichen Auswirkungen des Klimawandels?

4.2.1 **Natürliche Systeme** können aufgrund ihrer begrenzten Anpassungsfähigkeit besonders anfällig auf Klimaveränderungen sein. Während der Klimawandel auf einige Tier- und Pflanzenarten günstige Auswirkungen haben könnte, könnte für einige gefährdete Arten das bestehende Aussterbensrisiko erhöht werden. Das Risiko, Schaden zu erleiden, wird mit dem Ausmaß und der Geschwindigkeit des Klimawandels zunehmen werden.

4.2.2 Zu den **menschlichen Systemen**, die auf Klimaveränderungen empfindlich sind, gehören v.a. Wasserversorgung; Landwirtschaft (insbesondere Ernährungssicherheit) und Forstwirtschaft; Küstenzonen und Meeressysteme (Fischerei); Wohngebiete, Energie und Industrie; Versicherungen und andere Finanzdienstleistungen; und die menschliche Gesundheit. Die Anfälligkeit ändert sich mit der geographischen Lage, der Zeit, den sozialen und wirtschaftlichen Bedingungen sowie dem Zustand der Umwelt. Sowohl nachteilige als auch günstige Auswirkungen werden erwartet.

4.3 Was können andere wesentlichen Auswirkungen sein?

Es wird erwartet, daß die Häufigkeit und das Ausmaß mancher Extremwetterereignisse, wie Dürren, Überschwemmungen, Hitzewellen, Lawinen und Stürme, zunehmen wird, während andere Ereignisse, wie Kälteperioden, abnehmen werden. Mit dem Klimawandel ist auch eine Zunahme der durch diese Ereignisse verursachten Schäden, Not- und Todesfälle zu erwarten. (siehe Abbildung SPM-2). Man rechnet damit, daß die Auswirkungen arme Regionen überproportional treffen wird.

Das Risiko großräumiger und möglicherweise irreversibler Folgen besteht, aber es muß noch verlässlich quantifiziert werden. Beispiele dafür sind:

- eine Verlangsamung der Strömungen in dem Nordatlantik,
- ein starker Rückgang der grönländischen und westantarktischen Eisschilder, und

- eine beschleunigte globale Erwärmung aufgrund der Freisetzung von Kohlenstoff aus Permafrostregionen und Methan aus Hydraten in Küstensedimenten. Die Wahrscheinlichkeit vieler dieser Änderungen ist vermutlich gering, dennoch wird erwartet, daß sie mit der Geschwindigkeit, dem Ausmaß und der Dauer des Klimawandels zunehmen wird.

Siehe Tabelle SPM-1: Beispiele von Auswirkungen, die sich aus den abgeschätzten Änderungen der extremen Klimaereignisse ergeben.

4.4 Was für Maßnahmen sind erforderlich?

Anpassung könnte die nachteiligen Folgen einer Klimaveränderung vermindern und günstige Auswirkungen verstärken, aber sie zieht Kosten nach sich und wird nicht alle Schäden verhindern. Deshalb ist es notwendig, die Verminderungsmaßnahmen durch Anpassungsmaßnahmen zu ergänzen.

Einige veröffentlichte Einschätzungen zeigen, daß eine Klimaerwärmung von einigen Graden eine Reihe von Folgen hätte:

- einen wirtschaftlichen Nettoverlust in vielen Entwicklungsländern (geringes Vertrauen); diese Verluste wären umso größer, je größer die Erwärmung (mittleres Vertrauen).
- eine Mischung von Gewinnen und Verlusten in entwickelten Länder (geringes Vertrauen), und wirtschaftliche Verlusten bei größeren Temperaturzunahmen (mittleres Vertrauen).
- Verminderung des Welt-Bruttonettoprodukts (BSP) um ein paar Prozent (geringes Vertrauen), und wachsende Nettoverluste bei größeren Temperaturzunahmen (mittleres Vertrauen) (siehe Abbildung SPM-2 [en] [siehe Anhang 4, S. 22]).

Strategien, die den Druck auf Ressourcen vermindern, den Umgang mit umweltbedingten Risiken verbessern und den Wohlstand der Ärmsten erhöhen, können gleichzeitig die nachhaltige Entwicklung und die Gerechtigkeit fördern, die Anpassungsfähigkeit vergrößern und die Anfälligkeit gegenüber klimatischen und anderen Belastungen vermindern.

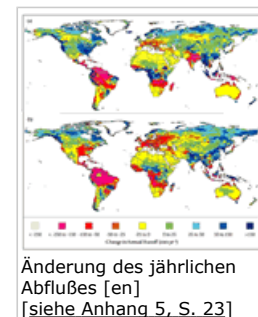
5. Wie kann der Klimawandel uns in Zukunft betreffen?

5.1 Was könnten die Auswirkungen auf den natürlichen Systeme sein?

5.1.1 Hydrologie und Wasserressourcen

Die meisten Klimaänderungsszenarien projizieren eine **Zunahme** des jährlichen Abflusses in hohen Breiten und in Südostasien und einen **Rückgang** in Zentralasien, in den Gebieten rund um das Mittelmeer, im Süden Afrikas und in Australien.

Eine Zunahme der Bevölkerung in Ländern mit **Wasserknappheit** ist zu erwarten. Das Ausmaß und die Häufigkeit von **berschwemmungen** könnten in vielen Regionen ansteigen. Jedoch könnte ein angebrachtes Management der Wasserverteilung ermöglichen, sich an die Veränderungen anzupassen.



5.1.2 Landwirtschaft und Ernährungssicherung

Ernteerträge reagieren sehr unterschiedlich auf Klimaveränderungen und hängen von vielen Parametern ab. Auch wenn erhöhte CO₂-Konzentrationen das Wachstum der Feldfrüchte und die Ernteerträge stimulieren können, kann dieser Nutzen die nachteiligen Folgen übermäßiger Hitze und Dürre nicht immer wettmachen. Bei einer Erwärmung von weniger als ein paar °C ist eine Zunahme der Ernteerträge zu erwarten. In allen anderen Fällen ist ein Rückgang zu erwarten.

5.1.3 Terrestrische und Süßwasser-Ökosysteme

In gewissen Ökosystemen oder Biomen, würden sich die Artenzusammensetzung und -vorherrschaft ändern. Die Verteilungen, die Populationsgrößen, die Populationsdichte und das Verhalten von **Wildtieren** würden und werden weiterhin direkt von Veränderungen des globalen oder regionalen Klimas und indirekt durch Vegetationsänderungen beeinflusst.

Die Verbreitungsgrenzen von Süßwasserfischen würden sich aufgrund der Klimaveränderungen polwärts verschieben, einhergehend mit einem Lebensraumverlust für in kaltem und kühlem Wasser lebende Fische und einem Lebensraumgewinn für Warmwasserfische. Das Aussterbensrisiko gegenwärtig gefährdeter oder anfälliger Arten wird steigen.

Eine Klimaänderung in geringem Umfang würde das globale Holzangebot in Entwicklungsländern erhöhen.

5.1.4 Küstengebiete und Meeresökosysteme

Zu den erwarteten großräumigen Folgen des Klimawandels auf die **Ozeane** zählen der Anstieg der Meeresoberflächentemperaturen und des durchschnittlichen globalen Meeresspiegels, eine Abnahme der Meereisdecke und Änderungen des Salzgehaltes, der Wellenbedingungen und der Ozeanzirkulation.

Viele **Küstenregionen** werden zu Folge der Klimaveränderungen steigende Überflutungspegel, verstärkte Erosion, Verlust von Feuchtgebieten und Mangroven und das Eindringen von Meerwasser in Süßwasserquellen erleben. Die **Küstenökosysteme** wie Korallenriffe, Atolle und Riffinseln, Salzsümpfe und Mangrovenwälder würden in verschiedenem Maße beeinträchtigt.

5.2 Was könnten die Auswirkungen auf menschliche Systeme sein?

5.2.1 Menschliche Gesundheit

Die geographische Verbreitung von vielen **Infektionskrankheiten** wie Malaria und Dengue würde zunehmen (was gegenwärtig jeweils 40-50% der Weltbevölkerung betreffen könnte).

Ein Anstieg der **hitze**bedingten Todesfällen und Krankheiten ist zu erwarten, aber in einigen Ländern der gemäßigten Zonen würde die Abnahme von winterlichen Todesfällen die Zunahme der sommerlichen Todesfälle übertreffen.

Eine jegliche Zunahme von **berschwemmungen** erhöht das Risiko des Ertrinkens, von Durchfall- und Atemwegserkrankungen sowie, in Entwicklungsländern, von Hunger und Unternährung.

Für jeden absehbaren nachteiligen Gesundheitseffekt gibt es eine Reihe von sozialen, institutionellen, technologischen und verhaltensbezogenen Anpassungsmaßnahmen zur Verminderung dieser Auswirkungen.

5.2.2 Siedlungen, Energie und Industrie

Menschliche Siedlungen wären hauptsächlich in **drei Bereichen** durch Klimaveränderungen beeinflusst: wirtschaftliche Produktivität, Infrastruktur und Gesundheitszustand oder Bevölkerungsmigration.

Die am weitest verbreiteten direkten Risiken sind **Überschwemmungen und Erdbeben**. Die Anzahl Menschen, die bei Sturmfluten durch Überschwemmungen bedroht würden, würde um ein Mehrfaches steigen.

5.2.3 Versicherungen und andere Finanzdienstleistungen

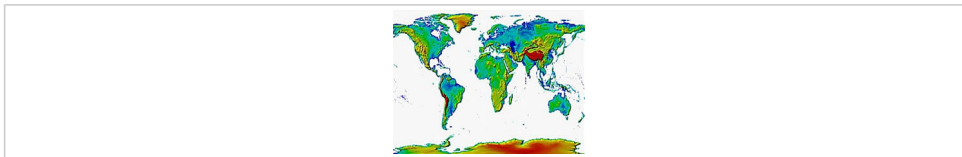
Die Kosten von gewöhnlichen und extremen Wetterereignissen sind in den vergangenen Jahrzehnten steil angestiegen. Ein Teil der Zunahme wird sozioökonomischen Faktoren wie Bevölkerungswachstum, wachsendem Reichtum und der Verstädterung in anfälligen Regionen zugeordnet. Ein anderer Teil wird mit klimatischen Faktoren wie den beobachteten Änderungen des Niederschlags und Überschwemmungen in Verbindung gebracht.

Solche Entwicklungen würden einen Druck nach Oben auf Versicherungsprämien ausüben und/oder könnten dazu führen, daß gewisse Risiken als nicht versicherbar eingestuft würden.

5.3 Wie variiert die Anfälligkeit auf Klimawandel zwischen Regionen?

Die Anfälligkeit der Bevölkerung und natürlicher Systeme auf Klimaveränderungen variiert stark zwischen den Regionen und zwischen den Bevölkerungsgruppen einer Region.

Klicken Sie auf die verschiedenen Gebiete der Karte für Zusammenfassungen über die Anpassungsfähigkeit, die Anfälligkeit und die Hauptproblembereiche jeder Region



6. Wie können Treibhausgasemissionen vermindert werden?

6.1 Warum ist der Klimawandel ein einzigartiges Problem?

Der Klimawandel ist ein Problem mit einmaligen Merkmalen. Er ist global, langfristig (über Jahrhunderte hinweg) und ist mit komplexen Wechselwirkungen zwischen klimatischen, ökologischen, wirtschaftlichen, politischen, institutionellen, sozialen und technologischen Prozessen verbunden. Alternative Entwicklungspfade können zu sehr unterschiedlichen Mengen von Treibhausgasemissionen führen.

Eine Verminderung des Klimawandels wird durch umfassendere sozioökonomische Strukturen und Trends - zum Beispiel in den Bereichen der Entwicklung, der Nachhaltigkeit und der Gerechtigkeit - beeinflusst werden und umgekehrt.

Entscheidende Betrachtungen zur Auswahl von Handlungsoptionen, um Klimawandel zu vermindern, sind die unterschiedliche Verteilung von technologischen, natürlichen und

finanziellen Ressourcen zwischen und innerhalb von Nationen und Regionen sowie zwischen Generationen und auch unterschiedliche Verminderungskosten.

Szenarien mit niedrigeren Emissionen erfordern neue Entwicklungsmuster der Energieressourcen.

6.2 Was sind die Optionen zur Verminderung der Treibhausgasemissionen?

6.2.1 Seit 1995 wurden bedeutende überraschend schnelle technische Fortschritte im Bereich der Treibhausgasreduktion gemacht. Zu den **Optionen** für eine Emissionsreduktion über die nächsten 20 Jahre gehören verbesserte Effizienz in Gebäuden, im Transport und in Herstellungsprozessen, der Umstieg auf Erdgas für die Energieversorgung, kohlenstoffarme Energieträger sowie Biomasse, Wind-, Kern- und Wasserkraftenergieanlagen, die Reduktion der Emissionen von Methan und Lachgas in Landwirtschaft wie auch die Verminderung der Emissionen von Fluor enthaltenden Gasen (siehe Tabelle SPM.1 [siehe Anhang 12, S. 30] für Schätzungen); für die Hälfte dieser potentiellen Emissionsreduktionen würden direkte Gewinne die direkten Kosten überschreiten.

6.2.2 **Wälder und landwirtschaftliche Flächen** bieten ein erhebliches Kohlenstoff-Minderungspotenzial. Auch wenn dies nicht notwendigerweise zeitlich unbegrenzt ist, kann Zeit für weitere Entwicklung und Umsetzung anderer Optionen gewonnen werden. Das geschätzte globale Potenzial könnte bis 2050 im Bereich von 100 GtC liegen, was etwa 10 bis 20% der Emissionen von fossilen Brennstoffen während dieser Periode entspricht.

6.2.3 Soziale Lernprozesse und Innovationen sowie Veränderungen in der institutionellen Struktur könnten zu einer Verminderung des Klimawandels beitragen. **Veränderungen der kollektiven Regeln und des individuellen Verhaltens** können bedeutende Auswirkungen auf Treibhausgasemissionen haben, finden aber in einem komplexen institutionellen und rechtlichen Umfeld statt.

6.3 Was sind die Kosten der Umsetzung des Kyoto-Protokolls?

6.3.1 **Schätzungen der Kosten und Nutzen** von Verminderungsmaßnahmen unterscheiden sich voreinander (i) aufgrund der Art und Weise, wie Wohlfahrt gemessen wird, (ii) aufgrund des Umfangs und der Methodologie der Analyse, und (iii) aufgrund der Annahmen, die der Analyse zugrunde liegen. Die Annahmen beinhalten unter anderem: den demographischen Wandel, das wirtschaftliche Wachstum, die individuelle Mobilität, technologische und steuerliche Innovationen, das Ausmaß und die zeitliche Planung der Verminderungsmaßnahmen, Umsetzungsmaßnahmen und finanziellen Berechnungen.

6.3.2 Manche Quellen von Treibhausgasemissionen können kostenfrei oder sogar mit negativen sozialen Nettokosten begrenzt werden. Sie bringen **Gewinne** mit sich, wie: die Reduktion von bestehendem Marktversagen oder institutionellem Versagen, die Einführung von kostengünstige Maßnahmen verhindern, soziale Gewinne durch die Verminderung der Luftbelastung ("Sekundärnutzen"), und Verminderungen der bestehenden Steuerverzerrungen, die durch Emissionssteuern oder -lizenzen finanziert werden ("Wiederverwendung von Einnahmen").

6.3.3 **Für entwickelte Länder** schwanken die Kostenschätzungen zur Umsetzung des Kyoto-Protokolls je nach Studie und Region. Die Kosten hängen wesentlich von den Abnahmen über die Anwendung der Kyoto-Mechanismen ab. Der Großteil der Studien zeigt Reduktionen des projizierten BIPs von 0.2 bis 2% im Jahr 2010 ohne Emissionshandel, und 0.1% bis 1.1% mit Emissionshandel.

6.3.4 Die Kosten zur Stabilisierung der CO₂-Konzentrationen bis 2100 steigen merklich, je niedriger das Stabilisierungsniveau gesetzt wird.

6.3.5 Manche Industriezweige, wie Kohle, eventuell Öl und Gas, und gewisse energieintensive Sektoren, wie die Stahlproduktion, könnten durch die Umsetzung von Verminderungsstrategien wahrscheinlich nachteilige Auswirkungen erleiden. Andere Industriezweige, wie Industrien und Dienstleistungen im Bereich von erneuerbaren Energien, werden wahrscheinlich von den Verminderungsstrategien profitieren.

6.3.6 **Entwicklungsländer** würden auch durch die Umsetzung des Kyoto-Protokolls beeinträchtigt:

- Öl exportierende Länder würden Reduktionen ihrer projizierten Öleinnahmen erleiden,
- andere Länder könnten durch eine nachlassende Nachfrage nach ihren Exportprodukten in den entwickelten Ländern nachteilig beeinflusst werden, aber eine Verlagerung von gewissen kohlenstoffintensiven Industrien könnte für manche Länder wirtschaftliche Gewinne mit sich bringen (Kohlenstofflecks).

6.4 Wie können die Klimaveränderungen vermindert werden?

Eine erfolgreiche Umsetzung von Verminderungsmaßnahmen zur Reduktion von Treibhausgasen muß viele technische, wirtschaftliche, politische, kulturelle, soziale, verhaltensbedingte und/oder institutionelle Hindernisse überwinden, die die volle Ausschöpfung der technischen, wirtschaftlichen und sozialen Möglichkeiten dieser Maßnahmen verhindern.

6.4.1 Ein Portfolio von nationalen **politischen Klimainstrumenten** kann folgendes beinhalten: Emissions-, Kohlenstoff- oder Energiesteuern, handelbare und nicht handelbare Lizenzen, die Einführung und/oder Aufhebung von Subventionen, Pfandsysteme, technische oder Leistungsstandards, Energiemixauflagen, Produktverbote, freiwillige Selbstverpflichtungen, Staatsausgaben und -investitionen sowie die Unterstützung der Forschung und Entwicklung.

6.4.2 Die Verminderung des Klimawandels kann verbessert werden, wenn klimapolitische Überlegungen in die Entwicklung nationaler und sektoraler Strategien außerhalb des Klimabereichs eingebunden werden, um langfristige Veränderungen zu erreichen, die für eine nachhaltige Entwicklung und eine Verminderung des Klimawandels erforderlich sind.

6.4.3 **Koordiniertes Handeln** zwischen Ländern und Sektoren kann dazu beitragen, die Verminderungskosten zu reduzieren und Wettbewerbsfragen, mögliche Konflikte mit internationalen Handelsregelungen und Kohlenstofflecks anzugehen.

6.4.4 Der Entscheidungsprozess im Bereich des Klimawandels geht hauptsächlich schrittweise unter den Bedingungen allgemeiner Unsicherheit vor. Die entscheidende Frage ist nicht "was ist der beste Weg für die nächsten 100 Jahre", sondern vielmehr "was ist der beste Weg in nächster Zukunft angesichts der erwarteten langfristigen Klimaveränderungen und den damit einhergehenden Unsicherheiten". Schnelleres, kurzfristiges Handeln würde ökologische und menschliche Risiken vermindern, die mit schnellen Klimaveränderungen verbunden sind.

6.4.5 Jedes **internationale Regime** könnte so geplant werden, daß seine Wirksamkeit und Gerechtigkeit verbessert wird. Die Entwicklung eines wirksamen Regimes im Klimabereich muß sich auch mit nachhaltiger Entwicklung und mit nichtwirtschaftlichen Fragen befassen.

6.5 Welche weiteren Erkenntnisse sind erforderlich?

Folgende Forschungsbereiche haben eine hohe Priorität, um die Lücke zwischen bestehendem Wissen und dem Bedarf zur Entwicklung politischer Strategien zu schließen:

- Weitere Erforschung der regional-, länder- und sektorspezifischen Potenziale von technologischen und sozialen Innovationsoptionen.
- Wirtschaftliche, soziale und institutionelle Fragen, die mit einer Verminderung des Klimawandels in allen Ländern im Zusammenhang stehen.
- Methodologien zur Analyse des Potenzials von Verminderungsoptionen und ihren Kosten, unter besonderer Beachtung der Vergleichbarkeit der Ergebnisse.
- die Evaluation von Optionen zur Verminderung des Klimawandels im Zusammenhang mit Entwicklung, Nachhaltigkeit und Gerechtigkeit.

7. Welchen Einfluß hat die Klimaerwärmung auf die Extremwetterereignisse?

7.1 Sind manche Extremwetterereignisse dem Klimawandel zuzuschreiben?

Eine Zunahme mancher Extremwetterereignisse, wie die Häufigkeit von Hitzewellen und Starkniederschlägen, ist aufgrund der Klimaerwärmung zu erwarten. Der Einfluß auf andere Extremwetterereignisse bleibt noch ungewiß. Außerdem ist es unmöglich, einzelne Wetter- oder Klimaereignisse mit Sicherheit mit der Klimaerwärmung zu verbinden.

7.2 Werden Extremtemperaturen häufiger?

In manchen Regionen, über die gute Daten verfügbar sind, gab es einige merkliche Zunahmen und Abnahmen der Extremtemperaturen im Laufe der Zeit. So gab es in mehreren Gebieten weniger sehr tiefe Minimaltemperaturen. Aufgrund der Zunahme der globalen Temperaturen ist zu erwarten, daß Extremhochtemperaturen häufiger werden.

7.3 Verändern sich die Niederschläge?

Mit der Klimaerwärmung ist eine Zunahme der Häufigkeit von Starkniederschlägen und Dürren zu erwarten. In manchen Gebieten wurde eine Zunahme der Niederschläge beobachtet, aber eine weltweite Zunahme der Dürren in anderen Regionen ist nicht erwiesen.

7.4 Hat der Klimawandel Auswirkungen auf die Stürme?

Die Intensität und die Häufigkeit von Blizzards und Schneestürmen können tatsächlich in manchen kälteren Gebieten steigen und in gemäßigten Breiten abnehmen.

Die Häufigkeit intensiver außertropischer Stürme hat in dem nördlichen Nordatlantik zugenommen und in dem südlichen Nordatlantik abgenommen. Jedoch bleibt ungewiß, ob dies mit der Klimaerwärmung zusammenhängt.

Langfristige Trends in der Anzahl tropischer Stürme, einschließlich Hurrikane, Taifune und Zyklone, wurden nicht beobachtet. Der Konsens über die Art und Weise, wie Klimaerwärmung auf deren Intensität und Häufigkeit in Zukunft wirken wird, ist beschränkt.

8. Wie groß ist der Einfluß vom Wasserdampf?

8.1 Welche Auswirkungen haben Gase auf die Temperatur der Erde?

Die Erdoberflächentemperatur wäre um etwa 34°C niedriger als jetzt, ohne den natürlichen Effekt der Treibhausgase, die die Wärmeenergie absorbieren, insbesondere Kohlenstoff, Methan, Lachgas und Wasserdampf, das wichtigste Gas.

8.2 Welchen Beitrag leisten die Menschen?

Treibhausgaskonzentrationen waren in den letzten 10 000 Jahren stabil, bis einige von ihnen mit der Industrialisierung zunahmten. Ohne Verminderungsmaßnahmen ist zu erwarten, daß die Gase menschlicher Herkunft in den nächsten 50 bis 100 Jahren als Wärmefälle wirken werden. Diese Wirkung wäre stärker als die Wirkung einer Verdoppelung der Kohlenstoffkonzentration vor der Industrialisierung.

8.3 Wie könnte Wasserdampf den Klimawandel verstärken?

Warme Luft enthält mehr Wasserdampf. Da der Wasserdampf ein Treibhausgas ist, könnte sich die Klimaerwärmung aufgrund der steigenden Konzentrationen vom Wasserdampf verstärken.

8.4 Welche Rolle spielen die Wolken?

Wolken haben Auswirkungen auf die Wärmebilanz der Erde, indem sie Sonnenlicht reflektieren (kühlender Effekt) und infrarote Strahlung absorbieren (wärmender Effekt). Die Reaktion der Wolken auf die Klimaerwärmung ist eine der Hauptungewißheiten in der Vorhersage des Umfangs und der geographischen Verteilung des Klimawandels.

9. Können sich Ökosysteme an den Klimawandel anpassen?

9.1 Hat sich die Anpassungsfähigkeit der Ökosysteme vermindert?

Ökosysteme könnten nicht mehr wie früher in der Lage sein, sich an die Klimaveränderungen anzupassen, denn:

- die erwartete Geschwindigkeit der Klimaveränderungen ist größer als in den letzten 10 000 Jahren;
- menschliche Aktivitäten haben viele Ökosysteme verändert;
- die Umweltverschmutzung hat zugenommen.

9.2 Beeinträchtigt die Geschwindigkeit des Klimawandels Ökosysteme?

Da erwartet wird, daß die Temperaturen sich schneller verändern werden, könnten manche Pflanzen schneller in angemessenere Gebiete auswandern müssen als es ihnen ihre maximale Migrationsgeschwindigkeit erlaubt. Folgen sind:

- Veränderungen der Artenzusammensetzung und eine Degradierung der Flora, was den Klimawandel beschleunigen könnte;
- eine Degradierung der natürlichen Lebensräume der wild lebenden Tiere, was die Vorherrschaft von schädliche Arten verstärken könnte.

9.3 Haben die Menschen die Anpassungsfähigkeit der Ökosysteme verändert?

Menschliche Aktivitäten nehmen größere Landflächen ein, was zu einer Abnahme der Anzahl großer beieinander liegender Ökosysteme führt. Daher könnten manche Arten nicht in der Lage sein, nach angemesseneren Gebieten auszuwandern.

So hat die Luftverschmutzung schon viele Arten beeinträchtigt. Obwohl die Zunahme der CO₂-Konzentrationen günstige Auswirkungen auf viele Pflanzen haben könnte, könnte der Nettoeffekt auf die Produktivität der Ökosysteme durch andere Faktoren begrenzt werden.

9.4 Welche Ökosysteme würden am meisten beeinträchtigt?

Die schlimmsten Auswirkungen werden wahrscheinlich die höheren Breiten und die Küstenökosysteme erleiden.

Anhang

Annex 1:

Adaptive Capacity, Vulnerability, and Key Concerns by Region

Africa
Asia
Australia and New Zealand
Europe
Latin Americ
North America
Polar Regions
Small Island States

Adaptive Capacity, Vulnerability, and Key Concerns in Africa

- "Adaptive capacity of human systems in Africa is low due to lack of economic resources and technology, and vulnerability high as a result of heavy reliance on rain-fed agriculture, frequent droughts and floods, and poverty. [5.1.7] [see http://www.grida.no/publications/other/ipcc_tar/?src=/climate/ipcc_tar/wg2/039.htm#517]
- Grain yields are projected to decrease for many scenarios, diminishing food security, particularly in small food-importing countries (medium to high confidence6). [5.1.2] [see http://www.grida.no/publications/other/ipcc_tar/?src=/climate/ipcc_tar/wg2/038.htm#512]
- Major rivers of Africa are highly sensitive to climate variation; average runoff and water availability would decrease in Mediterranean and southern countries of Africa (medium confidence6). [5.1.1] [see http://www.grida.no/publications/other/ipcc_tar/?src=/climate/ipcc_tar/wg2/038.htm#511]
- Extension of ranges of infectious disease vectors would adversely affect human health in Africa (medium confidence6). [5.1.4] [see http://www.grida.no/publications/other/ipcc_tar/?src=/climate/ipcc_tar/wg2/039.htm]
- Desertification would be exacerbated by reductions in average annual rainfall, runoff, and soil moisture, especially in southern, North, and West Africa (medium confidence6). [5.1.6] [see http://www.grida.no/publications/other/ipcc_tar/?src=/climate/ipcc_tar/wg2/039.htm#516]
- Increases in droughts, floods, and other extreme events would add to stresses on water resources, food security, human health, and infrastructures, and would constrain development in Africa (high confidence6). [5.1] [see http://www.grida.no/publications/other/ipcc_tar/?src=/climate/ipcc_tar/wg2/038.htm#51]
- Significant extinctions of plant and animal species are projected and would impact rural livelihoods, tourism, and genetic resources (medium confidence6). [5.1.3] [see http://www.grida.no/publications/other/ipcc_tar/?src=/climate/ipcc_tar/wg2/038.htm#513]
- Coastal settlements in, for example, the Gulf of Guinea, Senegal, Gambia, Egypt, and along the East-Southern African coast would be adversely impacted by sea-level rise through inundation and coastal erosion (high confidence6). [5.1.5] [see http://www.grida.no/publications/other/ipcc_tar/?src=/climate/ipcc_tar/wg2/039.htm#515]

Source: IPCC TAR SPM of WG II pages 14-17

Adaptive Capacity, Vulnerability, and Key Concerns in Asia

- "Adaptive capacity of human systems is low and vulnerability is high in the developing countries of Asia; the developed countries of Asia are more able to adapt and less vulnerable. [5.2.7] [see http://www.grida.no/publications/other/ipcc_tar/?src=/climate/ipcc_tar/wg2/041.htm#527]
- Extreme events have increased in temperate and tropical Asia, including floods, droughts, forest fires, and tropical cyclones (high confidence6). [5.2.4] [see http://www.grida.no/publications/other/ipcc_tar/?src=/climate/ipcc_tar/wg2/041.htm#524]
- Decreases in agricultural productivity and aquaculture due to thermal and water stress, sea-level rise, floods and droughts, and tropical cyclones would diminish food security in many countries of arid, tropical, and temperate Asia; agriculture would expand and increase in productivity in northern areas (medium confidence6). [5.2.1] [see http://www.grida.no/publications/other/ipcc_tar/?src=/climate/ipcc_tar/wg2/040.htm#521]
- Runoff and water availability may decrease in arid and semi-arid Asia but increase in northern Asia (medium confidence6). [5.2.3] [see http://www.grida.no/publications/other/ipcc_tar/?src=/climate/ipcc_tar/wg2/041.htm#523]
- Human health would be threatened by possible increased exposure to vector-borne infectious diseases and heat stress in parts of Asia (medium confidence6). [5.2.6] [see http://www.grida.no/publications/other/ipcc_tar/?src=/climate/ipcc_tar/wg2/041.htm#526]
- Sea-level rise and an increase in the intensity of tropical cyclones would displace tens of millions of people in low-lying coastal areas of temperate and tropical Asia; increased intensity of rainfall would increase flood risks in temperate and tropical Asia (high confidence6). [5.2.5] [see http://www.grida.no/publications/other/ipcc_tar/?src=/climate/ipcc_tar/wg2/041.htm#525] and Table TS-8 [see http://www.grida.no/publications/other/ipcc_tar/?src=/climate/ipcc_tar/wg2/041.htm#tabts8]]
- Climate change would increase energy demand, decrease tourism attraction, and influence transportation in some regions of Asia (medium confidence6). [5.2.4] [see http://www.grida.no/publications/other/ipcc_tar/?src=/climate/ipcc_tar/wg2/041.htm#524] and 5.2.7 [see http://www.grida.no/publications/other/ipcc_tar/?src=/climate/ipcc_tar/wg2/041.htm#527]]

- Climate change would exacerbate threats to biodiversity due to land-use and land-cover change and population pressure in Asia (medium confidence6). Sea-level rise would put ecological security at risk, including mangroves and coral reefs (high confidence6). [5.2.2 [see http://www.grida.no/publications/other/ipcc_tar/?src=/climate/ipcc_tar/wg2/041.htm]]
- Poleward movement of the southern boundary of the permafrost zones of Asia would result in a change of thermokarst and thermal erosion with negative impacts on social infrastructure and industries (medium confidence6). [5.2.2 [see http://www.grida.no/publications/other/ipcc_tar/?src=/climate/ipcc_tar/wg2/041.htm]]"

Source: IPCC TAR SPM of WG II pages 14-17

Adaptive Capacity, Vulnerability, and Key Concerns in Australia and New Zealand

- "Adaptive capacity of human systems is generally high, but there are groups in Australia and New Zealand, such as indigenous peoples in some regions, with low capacity to adapt and consequently high vulnerability. [5.3 [see http://www.grida.no/publications/other/ipcc_tar/?src=/climate/ipcc_tar/wg2/042.htm] and 5.3.5 [see http://www.grida.no/publications/other/ipcc_tar/?src=/climate/ipcc_tar/wg2/043.htm#535]]
- The net impact on some temperate crops of climate and CO₂ changes may initially be beneficial, but this balance is expected to become negative for some areas and crops with further climate change (medium confidence6). [5.3.3 [see http://www.grida.no/publications/other/ipcc_tar/?src=/climate/ipcc_tar/wg2/043.htm#533]]
- Water is likely to be a key issue (high confidence6) due to projected drying trends over much of the region and change to a more El Niño-like average state. [5.3 [see http://www.grida.no/publications/other/ipcc_tar/?src=/climate/ipcc_tar/wg2/042.htm] and 5.3.1 [see http://www.grida.no/publications/other/ipcc_tar/?src=/climate/ipcc_tar/wg2/043.htm]]
- Increases in the intensity of heavy rains and tropical cyclones (medium confidence6), and region-specific changes in the frequency of tropical cyclones, would alter the risks to life, property, and ecosystems from flooding, storm surges, and wind damage. [5.3.4 [see http://www.grida.no/publications/other/ipcc_tar/?src=/climate/ipcc_tar/wg2/043.htm#534]]
- Some species with restricted climatic niches and which are unable to migrate due to fragmentation of the landscape, soil differences, or topography could become endangered or extinct (high confidence6). Australian ecosystems that are particularly vulnerable to climate change include coral reefs, arid and semi-arid habitats in southwest and inland Australia, and Australian alpine systems. Freshwater wetlands in coastal zones in both Australia and New Zealand are vulnerable, and some New Zealand ecosystems are vulnerable to accelerated invasion by weeds. [5.3.2 [see http://www.grida.no/publications/other/ipcc_tar/?src=/climate/ipcc_tar/wg2/043.htm#532]]"

Source: IPCC TAR SPM of WG II pages 14-17

Adaptive Capacity, Vulnerability, and Key Concerns in Europe

- "Adaptive capacity is generally high in Europe for human systems; southern Europe and the European Arctic are more vulnerable than other parts of Europe. [5.4 [see http://www.grida.no/publications/other/ipcc_tar/?src=/climate/ipcc_tar/wg2/044.htm] and 5.4.6 [see http://www.grida.no/publications/other/ipcc_tar/?src=/climate/ipcc_tar/wg2/044.htm#546]]
- Summer runoff, water availability, and soil moisture are likely to decrease in southern Europe, and would widen the difference between the north and drought-prone south; increases are likely in winter in the north and south (high confidence6). [5.4.1 [see http://www.grida.no/publications/other/ipcc_tar/?src=/climate/ipcc_tar/wg2/044.htm#541]]
- Half of alpine glaciers and large permafrost areas could disappear by end of the 21st century (medium confidence6). [5.4.1 [see http://www.grida.no/publications/other/ipcc_tar/?src=/climate/ipcc_tar/wg2/044.htm#541]]
- River flood hazard will increase across much of Europe (medium to high confidence6); in coastal areas, the risk of flooding, erosion, and wetland loss will increase substantially with implications for human settlement, industry, tourism, agriculture, and coastal natural habitats. [5.4.1 [see http://www.grida.no/publications/other/ipcc_tar/?src=/climate/ipcc_tar/wg2/044.htm#541] and 5.4.4 [see http://www.grida.no/publications/other/ipcc_tar/?src=/climate/ipcc_tar/wg2/044.htm#544]]
- There will be some broadly positive effects on agriculture in northern Europe (medium confidence6); productivity will decrease in southern and eastern Europe (medium confidence6). [5.4.3 [see http://www.grida.no/publications/other/ipcc_tar/?src=/climate/ipcc_tar/wg2/044.htm#543]]
- Upward and northward shift of biotic zones will take place. Loss of important habitats (wetlands, tundra, isolated habitats) would threaten some species (high confidence6). [5.4.2 [see http://www.grida.no/publications/other/ipcc_tar/?src=/climate/ipcc_tar/wg2/044.htm#542]]
- Higher temperatures and heat waves may change traditional summer tourist destinations, and less reliable snow conditions may impact adversely on winter tourism (medium confidence6). [5.4.4 [see http://www.grida.no/publications/other/ipcc_tar/?src=/climate/ipcc_tar/wg2/044.htm#544]]"

Source: IPCC TAR SPM of WG II pages 14-17

Adaptive Capacity, Vulnerability, and Key Concerns in Latin America

- "Adaptive capacity of human systems in Latin America is low, particularly with respect to extreme climate events, and vulnerability is high. [5.5 [see http://www.grida.no/publications/other/ipcc_tar/?src=/climate/ipcc_tar/wg2/045.htm]]
- Loss and retreat of glaciers would adversely impact runoff and water supply in areas where glacier melt is an important water source (high confidence6). [5.5.1 [see http://www.grida.no/publications/other/ipcc_tar/?src=/climate/ipcc_tar/wg2/045.htm#551]]
- Floods and droughts would become more frequent with floods increasing sediment loads and degrade water quality in some areas (high confidence6). [5.5 [see http://www.grida.no/publications/other/ipcc_tar/?src=/climate/ipcc_tar/wg2/045.htm]]
- Increases in intensity of tropical cyclones would alter the risks to life, property, and ecosystems from heavy rain, flooding, storm surges, and wind damages (high confidence6). [5.5 [see http://www.grida.no/publications/other/ipcc_tar/?src=/climate/ipcc_tar/wg2/045.htm]]
- Yields of important crops are projected to decrease in many locations in Latin America, even when the effects of CO₂ are taken into account; subsistence farming in some regions of Latin America could be threatened (high confidence6). [5.5.4 [see http://www.grida.no/publications/other/ipcc_tar/?src=/climate/ipcc_tar/wg2/045.htm#554]]
- The geographical distribution of vector-borne infectious diseases would expand poleward and to higher elevations, and exposures to diseases such as malaria, dengue fever, and cholera will increase (medium confidence6). [5.5.5 [see http://www.grida.no/publications/other/ipcc_tar/?src=/climate/ipcc_tar/wg2/045.htm#555]]"

Source: IPCC TAR SPM of WG II pages 14-17

Adaptive Capacity, Vulnerability, and Key Concerns in North America

- "Coastal human settlements, productive activities, infrastructure, and mangrove ecosystems would be negatively affected by sea-level rise (medium confidence6). [5.5.3 [see http://www.grida.no/publications/other/ipcc_tar/?src=/climate/ipcc_tar/wg2/045.htm#553]]
- The rate of biodiversity loss would increase (high confidence6). [5.5.2 [see http://www.grida.no/publications/other/ipcc_tar/?src=/climate/ipcc_tar/wg2/045.htm#552]]
- Adaptive capacity of human systems is generally high and vulnerability low in North America, but some communities (e.g., indigenous peoples and those dependent on climate-sensitive resources) are more vulnerable; social, economic, and demographic trends are changing vulnerabilities in subregions. [5.6 [see http://www.grida.no/publications/other/ipcc_tar/?src=/climate/ipcc_tar/wg2/046.htm] and 5.6.1 [see http://www.grida.no/publications/other/ipcc_tar/?src=/climate/ipcc_tar/wg2/046.htm#561]]
- Some crops would benefit from modest warming accompanied by increasing CO₂, but effects would vary among crops and regions (high confidence6), including declines due to drought in some areas of Canada's Prairies and the U.S. Great Plains, potential increased food production in areas of Canada north of current production areas, and increased warm-temperate mixed forest production (medium confidence6). However, benefits for crops would decline at an increasing rate and possibly become a net loss with further warming (medium confidence6). [5.6.4 [see http://www.grida.no/publications/other/ipcc_tar/?src=/climate/ipcc_tar/wg2/046.htm#564]]
- Snowmelt-dominated watersheds in western North America will experience earlier spring peak flows (high confidence6), reductions in summer flows (medium confidence6), and reduced lake levels and outflows for the Great Lakes-St. Lawrence under most scenarios (medium confidence6); adaptive responses would offset some, but not all, of the impacts on water users and on aquatic ecosystems (medium confidence6). [5.6.2 [see http://www.grida.no/publications/other/ipcc_tar/?src=/climate/ipcc_tar/wg2/046.htm#562]]
- Unique natural ecosystems such as prairie wetlands, alpine tundra, and cold-water ecosystems will be at risk and effective adaptation is unlikely (medium confidence6). [5.6.5 [see http://www.grida.no/publications/other/ipcc_tar/?src=/climate/ipcc_tar/wg2/046.htm#565]]
- Sea-level rise would result in enhanced coastal erosion, coastal flooding, loss of coastal wetlands, and increased risk from storm surges, particularly in Florida and much of the U.S. Atlantic coast (high confidence6). [5.6.1 [see http://www.grida.no/publications/other/ipcc_tar/?src=/climate/ipcc_tar/wg2/046.htm#561]]
- Weather-related insured losses and public sector disaster relief payments in North America have been increasing; insurance sector planning has not yet systematically included climate change information, so there is potential for surprise (high confidence6). [5.6.1 [see http://www.grida.no/publications/other/ipcc_tar/?src=/climate/ipcc_tar/wg2/046.htm#561]]
- Vector-borne diseases—including malaria, dengue fever, and Lyme disease—may expand their ranges in North America; exacerbated air quality and heat stress morbidity and mortality would occur (medium confidence6); socioeconomic factors and public health measures would play a large role in determining the incidence and extent of health effects. [5.6.6 [see http://www.grida.no/publications/other/ipcc_tar/?src=/climate/ipcc_tar/wg2/046.htm#566]]"

Source: IPCC TAR SPM of WG II pages 14-17

Adaptive Capacity, Vulnerability, and Key Concerns in the Polar Regions

- "Natural systems in polar regions are highly vulnerable to climate change and current ecosystems have low Adaptive capacity; technologically developed communities are likely to adapt readily to climate change, but some indigenous communities, in which traditional lifestyles are followed, have little capacity and few options for adaptation. [5.7 [see http://www.grida.no/publications/other/ipcc_tar/?src=/climate/ipcc_tar/wg2/047.htm]]
- Climate change in polar regions is expected to be among the largest and most rapid of any region on the Earth, and will cause major physical, ecological, sociological, and economic impacts, especially in the Arctic, Antarctic Peninsula, and Southern Ocean (high confidence6). [5.7 [see http://www.grida.no/publications/other/ipcc_tar/?src=/climate/ipcc_tar/wg2/047.htm]]
- Changes in climate that have already taken place are manifested in the decrease in extent and thickness of Arctic sea ice, permafrost thawing, coastal erosion, changes in ice sheets and ice shelves, and altered distribution and abundance of species in polar regions (high confidence6). [5.7 [see http://www.grida.no/publications/other/ipcc_tar/?src=/climate/ipcc_tar/wg2/047.htm]]
- Some polar ecosystems may adapt through eventual replacement by migration of species and changing species composition, and possibly by eventual increases in overall productivity; ice edge systems that provide habitat for some species would be threatened (medium confidence6). [5.7 [see http://www.grida.no/publications/other/ipcc_tar/?src=/climate/ipcc_tar/wg2/047.htm]]
- Polar regions contain important drivers of climate change. Once triggered, they may continue for centuries, long after greenhouse gas concentrations are stabilized, and cause irreversible impacts on ice sheets, global ocean circulation, and sea-level rise (medium confidence6). [5.7 [see http://www.grida.no/publications/other/ipcc_tar/?src=/climate/ipcc_tar/wg2/047.htm]]"

Source: IPCC TAR SPM of WG II pages 14-17

Adaptive Capacity, Vulnerability, and Key Concerns in the Small Island States

- "Adaptive capacity of human systems is generally low in small island states, and vulnerability high; small island states are likely to be among the countries most seriously impacted by climate change. [5.8 [see http://www.grida.no/publications/other/ipcc_tar/?src=/climate/ipcc_tar/wg2/048.htm]]
- The projected sea-level rise of 5 mm yr⁻¹ for the next 100 years would cause enhanced coastal erosion, loss of land and property, dislocation of people, increased risk from storm surges, reduced resilience of coastal ecosystems, saltwater intrusion into freshwater resources, and high resource costs to respond to and adapt to these changes (high confidence6). [5.8.2 [see http://www.grida.no/publications/other/ipcc_tar/?src=/climate/ipcc_tar/wg2/048.htm#582] and 5.8.5 [see http://www.grida.no/publications/other/ipcc_tar/?src=/climate/ipcc_tar/wg2/048.htm#585]]
- Islands with very limited water supplies are highly vulnerable to the impacts of climate change on the water balance (high confidence6). [5.8.4 [see http://www.grida.no/publications/other/ipcc_tar/?src=/climate/ipcc_tar/wg2/048.htm#584]]
- Coral reefs would be negatively affected by bleaching and by reduced calcification rates due to higher CO₂ levels (medium confidence6); mangrove, sea grass bed, and other coastal ecosystems and the associated biodiversity would be adversely affected by rising temperatures and accelerated sea-level rise (medium confidence6). [4.4 [see http://www.grida.no/publications/other/ipcc_tar/?src=/climate/ipcc_tar/wg2/034.htm] and 5.8.3 [see http://www.grida.no/publications/other/ipcc_tar/?src=/climate/ipcc_tar/wg2/048.htm#583]]
- Declines in coastal ecosystems would negatively impact reef fish and threaten reef fisheries, those who earn their livelihoods from reef fisheries, and those who rely on the fisheries as a significant food source (medium confidence6). [4.4 [see http://www.grida.no/publications/other/ipcc_tar/?src=/climate/ipcc_tar/wg2/034.htm] and 5.8.4 [see http://www.grida.no/publications/other/ipcc_tar/?src=/climate/ipcc_tar/wg2/048.htm#584]]
- Limited arable land and soil salinization makes agriculture of small island states, both for domestic food production and cash crop exports, highly vulnerable to climate change (high confidence6). [5.8.4 [see http://www.grida.no/publications/other/ipcc_tar/?src=/climate/ipcc_tar/wg2/048.htm#584]]
- Tourism, an important source of income and foreign exchange for many islands, would face severe disruption from climate change and sea-level rise (high confidence6). [5.8.5 [see http://www.grida.no/publications/other/ipcc_tar/?src=/climate/ipcc_tar/wg2/048.htm#585]]

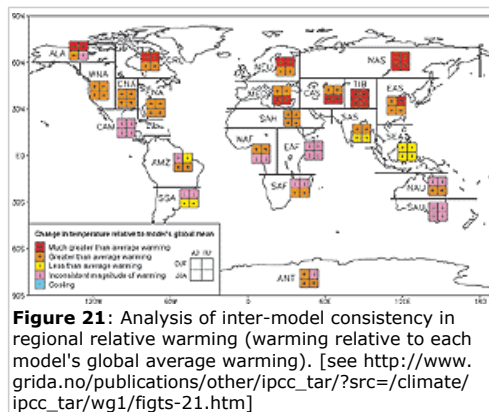
Source: IPCC TAR SPM of WG II pages 14-17

- Because the available studies have not employed a common set of climate scenarios and methods, and because of uncertainties regarding the sensitivities and adaptability of natural and social systems, the assessment of regional vulnerabilities is necessarily qualitative.
- The regions listed in Table SPM-2 are graphically depicted in Figure TS-2 of the Technical Summary [see http://www.grida.no/publications/other/ipcc_tar/?src=/climate/ipcc_tar/wg2/021.htm]."

Source: IPCC TAR SPM of WG II pages 14-17

Annex 2:

Analysis of inter-model consistency in regional relative warming



Regions are classified as showing either

- agreement on warming in excess of 40% above the global average ('Much greater than average warming'),
- agreement on warming greater than the global average ('Greater than average warming'),
- agreement on warming less than the global average ('Less than average warming'), or
- disagreement amongst models on the magnitude of regional relative warming ('Inconsistent magnitude of warming').

There is also a category for agreement on cooling (which never occurs).

A consistent result from at least seven of the nine models is deemed necessary for agreement. The global annual average warming of the models used span 1.2 to 4.5°C for A2 [see http://www.grida.no/publications/other/ipcc_tar/?src=/climate/ipcc_tar/wg1/029.htm#storyb2] and 0.9 to 3.4°C for B2 [see http://www.grida.no/publications/other/ipcc_tar/?src=/climate/ipcc_tar/wg1/029.htm#storyb2], and therefore a regional 40% amplification represents warming ranges of 1.7 to 6.3°C for A2 [see http://www.grida.no/publications/other/ipcc_tar/?src=/climate/ipcc_tar/wg1/029.htm#storyb2] and 1.3 to 4.7°C for B2 [see http://www.grida.no/publications/other/ipcc_tar/?src=/climate/ipcc_tar/wg1/029.htm#storyb2].

[Based on Chapter 10 [see http://www.grida.no/publications/other/ipcc_tar/?src=/climate/ipcc_tar/wg1/373.htm], Box 1, Figure 1 [see http://www.grida.no/publications/other/ipcc_tar/?src=/climate/ipcc_tar/wg1/385.htm#box101]]

Annex 3: Facts on environmental matters

Source: IPCC TAR TS of WG1 [see http://www.grida.no/publications/other/ipcc_tar/?src=/climate/ipcc_tar/wg1/032.htm#tabTechSum4]

Table 1: Estimates of confidence in observed and projected changes in extreme weather and climate events. The table depicts an assessment of confidence in observed changes in extremes of weather and climate during the latter half of the 20th century (left column) and in projected changes during the 21st century (right column)^a. This assessment relies on observational and modelling studies, as well as physical plausibility of future projections across all commonly used scenarios and is based on expert judgement (see Footnote 4 [see http://www.grida.no/publications/other/ipcc_tar/?src=/climate/ipcc_tar/wg1/fnts.htm#4]). [Based upon Table 9.6 [see http://www.grida.no/publications/other/ipcc_tar/?src=/climate/ipcc_tar/wg1/368.htm#tab96]]

Confidence in observed changes (latter half of the 20th century)	Changes in Phenomenon	Confidence in projected changes (during the 21st century)
Likely	Higher maximum temperatures and more hot days over nearly all land areas	Very likely
Very likely	Higher minimum temperatures, fewer cold days and frost days over nearly all land areas	Very likely
Very likely	Reduced diurnal temperature range over most land areas	Very likely
Likely, over many areas	Increase of heat index 12 over land areas	Very likely, over most areas
Likely, over many Northern Hemisphere mid- to high latitude land areas	More intense precipitation events^b	Very likely, over most areas
Likely, in a few areas	Increased summer continental drying and associated risk of drought	Likely, over most mid-latitude continental interiors (Lack of consistent projections in other areas)
Not observed in the few analyses available	Increase in tropical cyclone peak wind intensities^c	Likely, over some areas
Insufficient data for assessment	Increase in tropical cyclone mean and peak precipitation intensities^c	Likely, over some areas

a For more details see Chapter 2 (observations) and Chapters 9, 10 (projections).

b For other areas there are either insufficient data or conflicting analyses.

c Past and future changes in tropical cyclone location and frequency are uncertain.

Source: IPCC TAR TS of WG1 [see http://www.grida.no/publications/other/ipcc_tar/?src=/climate/ipcc_tar/wg1/032.htm#tabTechSum4]

Annex 4: Figure SPM-2 - Reasons for Concern

Risks per Degree of Climate Change

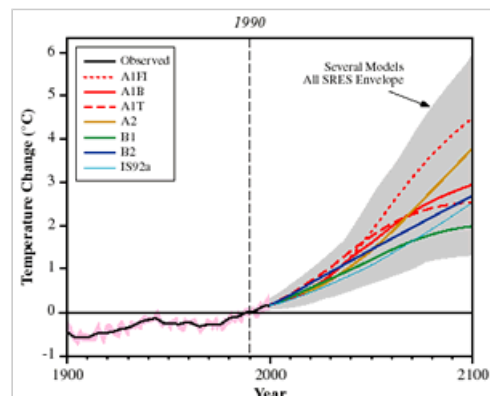


Figure SPM-2 - Reasons for Concern [see http://www.grida.no/publications/other/ipcc_tar/?src=/climate/ipcc_tar/wg2/figspm-2.htm]

Figure SPM-2: Reasons for concern about projected climate change impacts.

The risks of adverse impacts from climate change increase with the magnitude of climate change. The top part of the figure displays the observed temperature increase relative to 1990 and the range of projected temperature increase after 1990 as estimated by Working Group I of the IPCC for scenarios from the Special Report on Emissions Scenarios.

The bottom panel displays conceptualizations of five reasons for concern regarding climate change risks evolving through 2100. White indicates neutral or small negative or positive impacts or risks, yellow indicates negative impacts for some systems or low risks, and red means negative impacts or risks that are more widespread and/or greater in magnitude.

The assessment of impacts or risks takes into account only the magnitude of change and not the rate of change. Global mean annual temperature change is used in the figure as a proxy for the magnitude of climate change, but projected impacts will be a function of, among other factors, the magnitude and rate of global and regional changes in mean climate, climate variability and extreme climate phenomena, social and economic conditions, and adaptation."

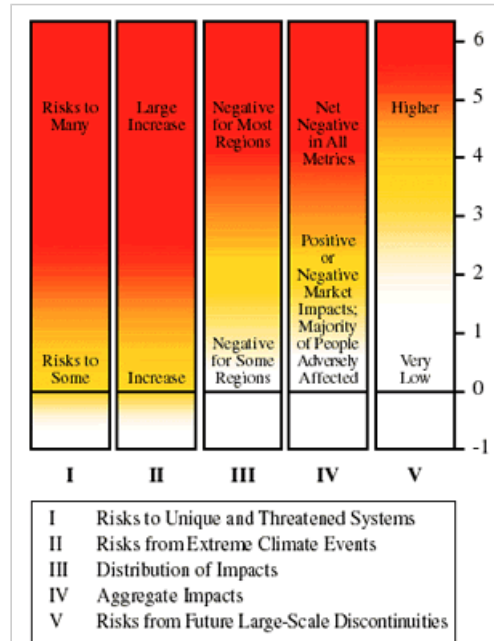


Figure SPM-2 - Reasons for Concern [see http://www.grida.no/publications/other/ipcc_tar/?src=/climate/ipcc_tar/wg2/figspm-2.htm]

Source & © IPCC TAR SPM of WG II [see http://www.grida.no/publications/other/ipcc_tar/?src=/climate/ipcc_tar/wg2/008.htm]

Annex 5:

Figure SPM-3 - Projected Changes in Annual Runoff

Figure SPM-3: Projected changes in average annual water runoff by 2050, relative to average runoff for 1961-1990, largely follow projected changes in precipitation. Changes in runoff are calculated with a hydrologic model using as inputs climate projections from two versions of the Hadley Centre atmosphere-ocean general circulation model (AOGCM) for a scenario of 1% per annum increase in effective carbon dioxide concentration in the atmosphere: (a) HadCM2 ensemble mean and (b) HadCM3. Projected increases in runoff in high latitudes and southeast Asia, and decreases in central Asia, the area around the Mediterranean, southern Africa, and Australia are broadly consistent across the Hadley Centre experiments, and with the precipitation projections of other AOGCM experiments. For other areas of the world, changes in precipitation and runoff are scenario- and model-dependent."

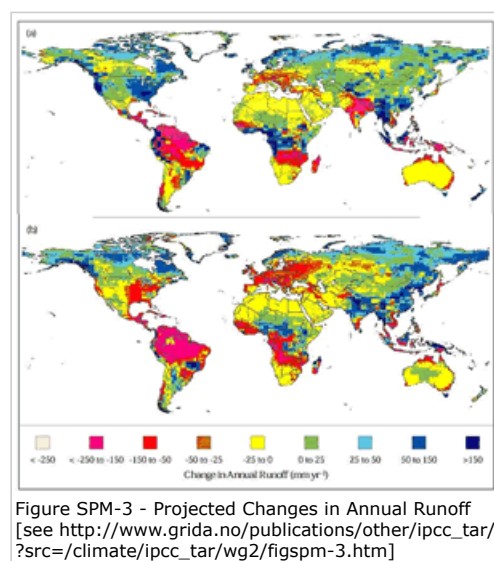


Figure SPM-3 - Projected Changes in Annual Runoff [see http://www.grida.no/publications/other/ipcc_tar/?src=/climate/ipcc_tar/wg2/figspm-3.htm]

Source & © IPCC TAR SPM of WG II [see http://www.grida.no/publications/other/ipcc_tar/?src=/climate/ipcc_tar/wg2/011.htm]

Annex 6:

Footnotes for the Summary for Policymakers of IPCC Working Group 1

Source & © IPCC TAR SPM of WG1 [see http://www.grida.no/publications/other/ipcc_tar/?src=/climate/ipcc_tar/wg1/fnspm.htm]

1 Climate change in IPCC usage refers to any change in climate over time, whether due to natural variability or as a result of human activity. This usage differs from that in the Framework Convention on Climate Change, where climate change refers to a change of climate that is attributed directly or indirectly to human activity that alters the composition of the global atmosphere and that is in addition to natural climate variability observed over comparable time periods.

2 In total 122 Co-ordinating Lead Authors and Lead Authors, 515 Contributing Authors, 21 Review Editors and 420 Expert Reviewers.

3 Delegations of 99 IPCC member countries participated in the Eighth Session of Working Group I in Shanghai on 17 to 20 January 2001.

4 The IPCC Second Assessment Report is referred to in this Summary for Policymakers as the SAR.

5 Generally temperature trends are rounded to the nearest 0.05°C per unit time, the periods often being limited by data availability.

6 In general, a 5% statistical significance level is used, and a 95% confidence level.

7 In this Summary for Policymakers and in the Technical Summary, the following words have been used where appropriate to indicate judgmental estimates of confidence: virtually certain (greater than 99% chance that a result is true); very likely (90-99% chance); likely (66-90% chance); medium likelihood (33-66% chance); unlikely (10-33% chance); very unlikely (1-10% chance); exceptionally unlikely (less than 1% chance). The reader is referred to individual chapters for more details.

8 Radiative forcing is a measure of the influence a factor has in altering the balance of incoming and outgoing energy in the Earth-atmosphere system, and is an index of the importance of the factor as a potential climate change mechanism. It is expressed in Watts per square metre (Wm⁻²).

9 ppm (parts per million) or ppb (parts per billion, 1 billion = 1,000 million) is the ratio of the number of greenhouse gas molecules to the total number of molecules of dry air. For example: 300 ppm means 300 molecules of a greenhouse gas per million molecules of dry air.

10 Complex physically based climate models are the main tool for projecting future climate change. In order to explore the full range of scenarios, these are complemented by simple climate models calibrated to yield an equivalent response in temperature and sea level to complex climate models. These projections are obtained using a simple climate model whose climate sensitivity and ocean heat uptake are calibrated to each of seven complex climate models. The climate sensitivity used in the simple model ranges from 1.7 to 4.2°C, which is comparable to the commonly accepted range of 1.5 to 4.5°C.

11 This range does not include uncertainties in the modelling of radiative forcing, e.g. aerosol forcing uncertainties. A small carbon-cycle climate feedback is included.

12 Heat index: A combination of temperature and humidity that measures effects on human comfort.

Source & © IPCC TAR SPM of WG1 [see http://www.grida.no/publications/other/ipcc_tar/?src=/climate/ipcc_tar/wg1/fnsprm.htm]

Annex 7:

Footnotes to Table SPM-1 (Question 6.2.2)

a - Buildings include appliances, buildings, and the building shell.

b - The range for agriculture is mainly caused by large uncertainties about CH₄, N₂O and soil related emissions of CO₂. Waste is dominated by landfill methane and the other sectors could be estimated with more precision as they are dominated by fossil CO₂.

c - Included in sector values above. Reductions include electricity generation options only (fuel switching to gas/nuclear, CO₂ capture and storage, improved power station efficiencies, and renewables).

d - Total includes all sectors reviewed in Chapter 3 for all six gases. It excludes non-energy related sources of CO₂ (cement production, 160MtC; gas flaring, 60MtC; and land use change, 600-1,400MtC) and energy used for conversion of fuels in the end-use sector totals (630MtC). Note that forestry emissions and their carbon sinks mitigation options are not included.

e - The baseline SRES scenarios (for six gases included in the Kyoto Protocol) project a range of emissions of 11,500–14,000MtC_{eq} for 2010 and of 12,000–16,000MtC_{eq} for 2020. The emissions reduction estimates are most compatible with baseline emissions trends in the SRES-B2 scenario. The potential reductions take into account regular turn-over of capital stock. They are not limited to cost-effective options, but exclude options with costs above US\$100/tC_{eq} (except for Montreal Protocol gases) or options that will not be adopted through the use of generally accepted policies.

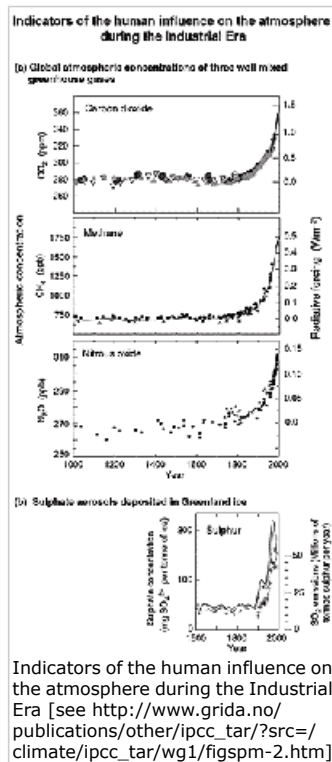
Source & © IPCC TAR SPM of WG III [see <http://www.ipcc.ch/pdf/climate-changes-2001/mitigation/mitigation-spm-en.pdf>]

Annex 8:

Indicators of the human influence on the atmosphere during the Industrial Era

Figure 2:

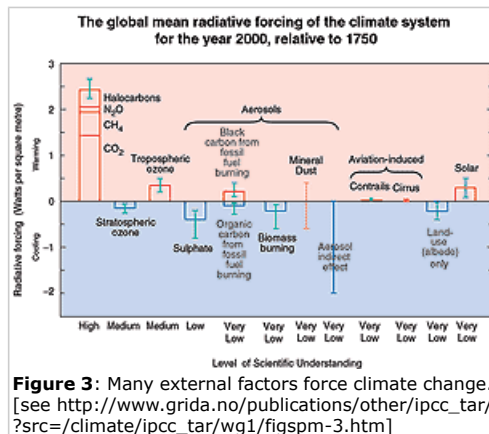
Long records of past changes in atmospheric composition provide the context for the influence of anthropogenic emissions.



(a) shows changes in the atmospheric concentrations of carbon dioxide (CO₂), methane (CH₄), and nitrous oxide (N₂O) over the past 1000 years. The ice core and firn data for several sites in Antarctica and Greenland (shown by different symbols) are supplemented with the data from direct atmospheric samples over the past few decades (shown by the line for CO₂ and incorporated in the curve representing the global average of CH₄). The estimated positive radiative forcing of the climate system from these gases is indicated on the right-hand scale. Since these gases have atmospheric lifetimes of a decade or more, they are well mixed, and their concentrations reflect emissions from sources throughout the globe. All three records show effects of the large and increasing growth in anthropogenic emissions during the Industrial Era.

(b) illustrates the influence of industrial emissions on atmospheric sulphate concentrations, which produce negative radiative forcing. Shown is the time history of the concentrations of sulphate, not in the atmosphere but in ice cores in Greenland (shown by lines; from which the episodic effects of volcanic eruptions have been removed). Such data indicate the local deposition of sulphate aerosols at the site, reflecting sulphur dioxide (SO₂) emissions at mid-latitudes in the Northern Hemisphere. This record, albeit more regional than that of the globally-mixed greenhouse gases, demonstrates the large growth in anthropogenic SO₂ emissions during the Industrial Era. The pluses denote the relevant regional estimated SO₂ emissions (right-hand scale). [Based upon (a) Chapter 3 [see http://www.grida.no/publications/other/ipcc_tar/?src=/climate/ipcc_tar/wg1/095.htm], Figure 3.2b [see http://www.grida.no/publications/other/ipcc_tar/?src=/climate/ipcc_tar/wg1/099.htm#tab32] (CO₂); Chapter 4 [see [http://www.grida.no/publications/other/ipcc_tar/wg1/127.htm](http://www.grida.no/publications/other/ipcc_tar/?src=/climate/ipcc_tar/wg1/127.htm)], Figure 4.1a and b [see http://www.grida.no/publications/other/ipcc_tar/?src=/climate/ipcc_tar/wg1/134.htm#fig41] (CH₄) and Chapter 4, Figure 4.2 [see http://www.grida.no/publications/other/ipcc_tar/?src=/climate/ipcc_tar/wg1/136.htm#fig42] (N₂O) and (b) Chapter 5, Figure 5.4a [see http://www.grida.no/publications/other/ipcc_tar/?src=/climate/ipcc_tar/wg1/180.htm#fig54]]"

Annex 9: Many external factors force climate change



These radiative forcings arise from changes in the atmospheric composition, alteration of surface reflectance by land use, and variation in the output of the sun. Except for solar variation, some form of human activity is linked to each.

The rectangular bars represent estimates of the contributions of these forcings - some of which yield warming, and some cooling.

Forcing due to episodic volcanic events, which lead to a negative forcing lasting only for a few years, is not shown. The indirect effect of aerosols shown is their effect on the size and number of cloud droplets. A second indirect effect of aerosols on clouds, namely their effect on cloud lifetime, which would also lead to a negative forcing, is not shown. Effects of aviation on greenhouse gases are included in the individual bars.

The vertical line about the rectangular bars indicates a range of estimates, guided by the spread in the published values of the forcings and physical understanding. Some of the forcings possess a much greater degree of certainty than others. A vertical line without a rectangular bar denotes a forcing for which no best estimate can be given owing to large uncertainties. The overall level of scientific understanding for each forcing varies considerably, as noted.

Some of the radiative forcing agents are well mixed over the globe, such as CO₂, thereby perturbing the global heat balance. Others represent perturbations with stronger regional signatures because of their spatial distribution, such as aerosols. For this and other reasons, a simple sum of the positive and negative bars cannot be expected to yield the net effect on the climate system.

The simulations of this assessment report (for example, Figure 5) indicate that the estimated net effect of these perturbations is to have warmed the global climate since 1750.

[Based upon Chapter 6 [see http://www.grida.no/publications/other/ipcc_tar/?src=/climate/ipcc_tar/wg1/245.htm#fig66], Figure 6.6 [see http://www.grida.no/publications/other/ipcc_tar/?src=/climate/ipcc_tar/wg1/fig6-6.htm]]"

Source & © IPCC TAR SPM of WG I [see http://www.grida.no/publications/other/ipcc_tar/?src=/climate/ipcc_tar/wg1/006.htm#figspm3]

Annex 10:

Schematic of observed variations of the temperature indicators / the hydrological and storm-related indicators

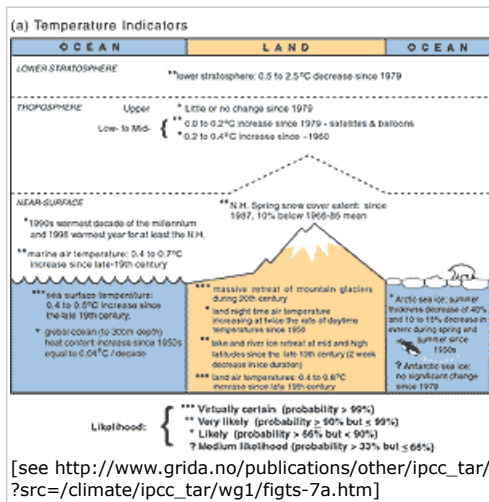


Figure 7a: Schematic of observed variations of the temperature indicators. [Based on Figure 2.39a]

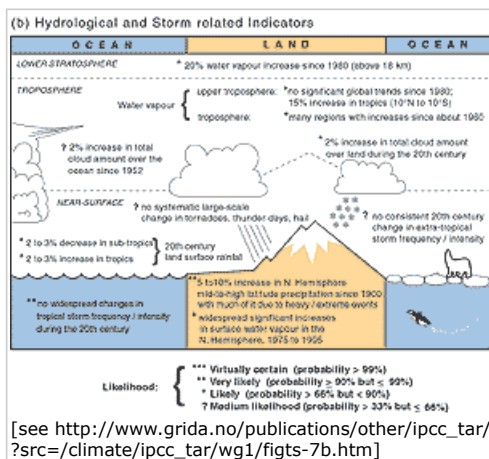


Figure 7b: Schematic of observed variations of the hydrological and storm-related indicators. [Based on Figure 2.39b]

Source & © http://www.grida.no/climate/ipcc_tar/wg1/014.htm#figTechSum7

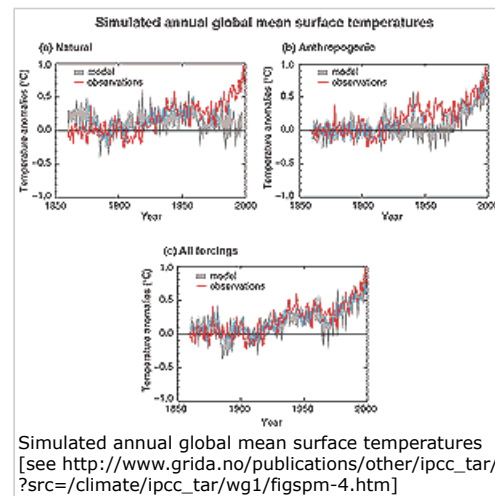
Annex 11:

Simulated annual global mean surface temperatures

Figure 4: Simulating the Earth's temperature variations, and comparing the results to measured changes, can provide insight into the underlying causes of the major changes.

A climate model can be used to simulate the temperature changes that occur both from natural and anthropogenic causes. The simulations represented by the band in (a) were done with only natural forcings: solar variation and volcanic activity. Those encompassed by the band in (b) were done with anthropogenic forcings: greenhouse gases and an estimate of sulphate aerosols, and those encompassed by the band in (c) were done with both natural and anthropogenic forcings included. From (b), it can be seen that inclusion of anthropogenic forcings provides a plausible explanation for a substantial part of the observed temperature changes over the past century, but the best match with observations is obtained in (c) when both natural and anthropogenic factors are included. These results show that the forcings included are sufficient to explain the observed changes, but do not exclude the possibility that other forcings may also have contributed. The bands of model results presented here are for four runs from the same model. Similar results to those in (b) are obtained with other models with anthropogenic forcing."

[Based upon Chapter 12 [see http://www.grida.no/publications/other/ipcc_tar/?src=/climate/ipcc_tar/wg1/439.htm], Figure 12.7 [see http://www.grida.no/publications/other/ipcc_tar/?src=/climate/ipcc_tar/wg1/450.htm#fig127]]



Simulated annual global mean surface temperatures
 [see http://www.grida.no/publications/other/ipcc_tar/?src=/climate/ipcc_tar/wg1/figspm-4.htm]

Source & © IPCC TAR SPM of WG1 [see http://www.grida.no/publications/other/ipcc_tar/?src=/climate/ipcc_tar/wg1/007.htm#figspm4]

Annex 12:

Table SPM.1 Estimates of potential global greenhouse gas emission reductions in 2010 and in 2020

Table SPM.1 [see http://www.grida.no/publications/other/ipcc_tar/?src=/climate/ipcc_tar/wg3/006.htm] Estimates of potential global greenhouse gas emission reductions in 2010 and in 2020 (Sections 3.3 [see http://www.grida.no/publications/other/ipcc_tar/?src=/climate/ipcc_tar/wg3/093.htm] > 3.8 [see http://www.grida.no/publications/other/ipcc_tar/?src=/climate/ipcc_tar/wg3/124.htm] and Chapter 3 [see http://www.grida.no/publications/other/ipcc_tar/?src=/climate/ipcc_tar/wg3/089.htm]Appendix)						
Sector		Historic emissions in 1990	Historic C _{eq} annual growth rate in 1990-1995	Potential emission reductions in 2010	Potential emission reductions in 2020	Net direct costs per tonne of carbon avoided
		(MtCeq/yr)	(%)	(MtCeq/yr)	(MtCeq/yr)	
Buildings ^a [see Annex 9, p. 27]	CO ₂ only	1,650	1.0	700-750	1,000-1,100	Most reductions are available at negative net direct costs.
Transport	CO ₂ only	1,080	2.4	100-300	300-700	Most studies indicate net direct costs less than US\$25/tC but two suggest net direct costs will exceed US\$50/tC.
Industry	CO ₂ only	2,300	0.4			
-energy efficiency				300-500	700-900	More than half available at net negative direct costs.
-material efficiency				~200	~600	Costs are uncertain.
Industry	Non- CO ₂ gases	170		~100	~100	N ₂ O emissions reduction costs are US\$0-US\$10/tC _{eq} .
Agriculture ^b [see Annex 9, p. 27]	CO ₂ only	210				Most reductions will cost between US\$0-100/tC _{eq} with limited opportunities for negative net direct cost options.
	Non- CO ₂ gases	1,250-2,800	n.a	150-300	350-750	
Waste ^b [see Annex 9, p. 27]	CH ₄ only	240	1.0	~200	~200	About 75% of the savings as methane recovery from landfills at net negative direct cost; 25% at a cost of US\$20/tC _{eq} .
Montreal Protocol	Non-CO ₂ gases	0	n.a.	~100	n.a.	About half of reductions due to difference in study replacement applications baseline and SRES baseline values. Remaining half of the reductions available at net direct costs below US\$200/tC _{eq} .
Energy supply and conversion ^c [see Annex 9, p. 27]	CO ₂ only	(1,620)	1.5	50-150	350-700	Limited net negative direct cost options exist; many options are available for less than US\$100/tC _{eq} .
Total		6,900-8,400 ^d [see Annex 9, p. 27]		1,900-2,600 ^e [see Annex 9, p. 27]	3,600-5,050 ^e [see Annex 9, p. 27]	

Source: IPCC TAR SPM of WG III [see <http://www.ipcc.ch/pub/wg3spm.pdf>]

Annex 13:

The annual mean change of the temperature (colour shading) and its range (isolines)

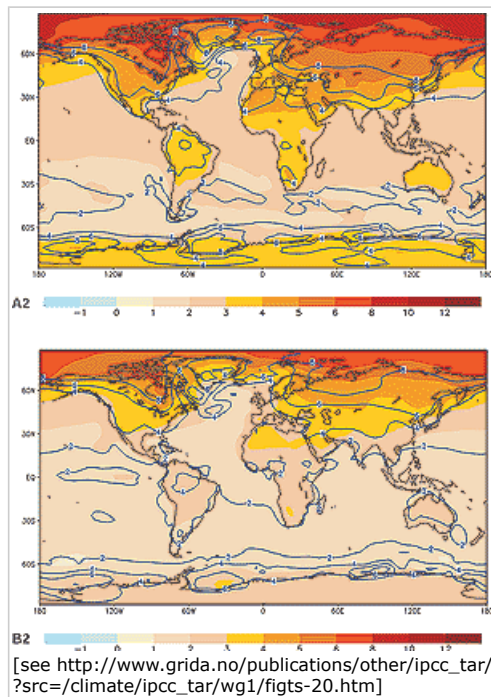


Figure 20: The annual mean change of the temperature (colour shading) and its range (isolines) (Unit: °C) for the SRES scenario A2 [see http://www.grida.no/publications/other/ipcc_tar/?src=/climate/ipcc_tar/wg1/029.htm#storya2] (upper panel) and the SRES scenario B2 [see http://www.grida.no/publications/other/ipcc_tar/?src=/climate/ipcc_tar/wg1/029.htm#storyb2] (lower panel).

Both SRES scenarios show the period 2071 to 2100 relative to the period 1961 to 1990 and were performed by OAGCMs.

[Based on Figures 9.10d and 9.10.e [see http://www.grida.no/publications/other/ipcc_tar/?src=/climate/ipcc_tar/wg1/351.htm#fig910]]

Annex 14:

The global climate of the 21st Century

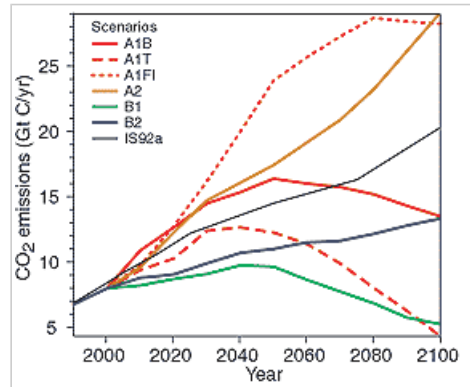
The global climate of the 21st Century

(a) CO₂ emissions

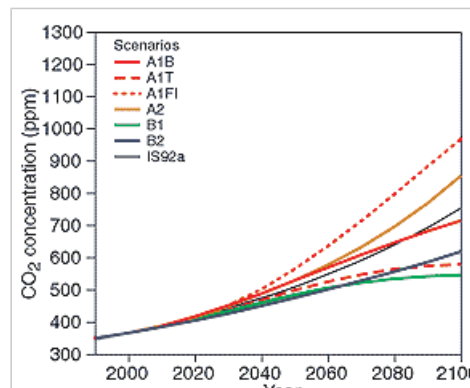
(b) CO₂ concentrations

(c) SO₂ emissions

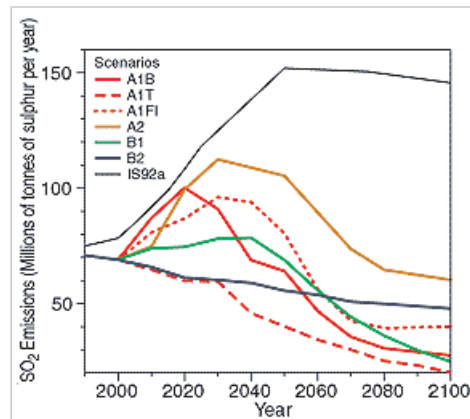
(d) Temperature change



The global climate of the 21st century [see http://www.grida.no/publications/other/ipcc_tar/?src=/climate/ipcc_tar/wg1/figspm-5.htm]



The global climate of the 21st century [see http://www.grida.no/publications/other/ipcc_tar/?src=/climate/ipcc_tar/wg1/figspm-5.htm]



The global climate of the 21st century [see http://www.grida.no/publications/other/ipcc_tar/?src=/climate/ipcc_tar/wg1/figspm-5.htm]

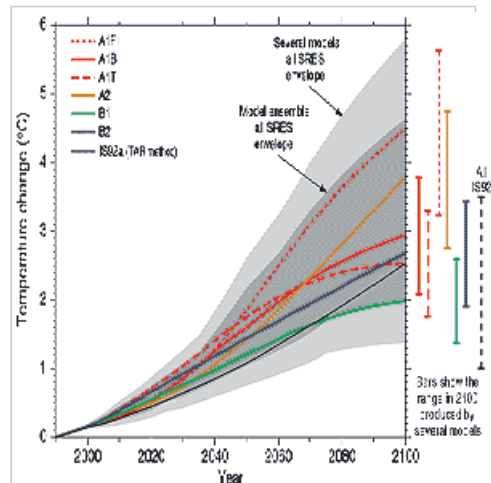
(e) Sea level rise

Figure 5: The global climate of the 21st century will depend on natural changes and the response of the climate system to human activities.

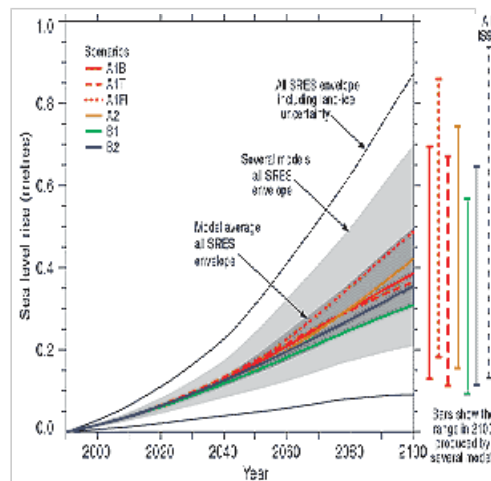
Climate models project the response of many climate variables - such as increases in global surface temperature and sea level - to various scenarios of greenhouse gas and other human-related emissions.

- (a) shows the CO₂ emissions of the six illustrative SRES scenarios, which are summarised in the box on page 18, along with IS92a for comparison purposes with the SAR.
- (b) shows projected CO₂ concentrations.
- (c) shows anthropogenic SO₂ emissions. Emissions of other gases and other aerosols were included in the model but are not shown in the figure.
- (d) and (e) show the projected temperature and sea level responses, respectively. The "several models all SRES envelope" in (d) and (e) shows the temperature and sea level rise, respectively, for the simple model when tuned to a number of complex models with a range of climate sensitivities.

All SRES envelopes refer to the full range of 35 SRES scenarios. The "model average all SRES envelope" shows the average from these models for the range of scenarios. Note that the warming and sea level rise from these emissions would continue well beyond 2100. Also note that this range does not allow for uncertainty relating to ice dynamical changes in the West Antarctic ice sheet, nor does it account for uncertainties in projecting non-sulphate aerosols and greenhouse gas concentrations.



The global climate of the 21st century [see http://www.grida.no/publications/other/ipcc_tar/?src=/climate/ipcc_tar/wg1/figspm-5.htm]



The global climate of the 21st century [see http://www.grida.no/publications/other/ipcc_tar/?src=/climate/ipcc_tar/wg1/figspm-5.htm]

[Based upon

- Chapter 3 [see http://www.grida.no/publications/other/ipcc_tar/?src=/climate/ipcc_tar/wg1/095.htm], Figure 3.12 [see http://www.grida.no/publications/other/ipcc_tar/?src=/climate/ipcc_tar/wg1/123.htm#fig312],
- Chapter 3 [see http://www.grida.no/publications/other/ipcc_tar/?src=/climate/ipcc_tar/wg1/095.htm], Figure 3.12 [see http://www.grida.no/publications/other/ipcc_tar/?src=/climate/ipcc_tar/wg1/123.htm#fig312],
- Chapter 5 [see http://www.grida.no/publications/other/ipcc_tar/?src=/climate/ipcc_tar/wg1/160.htm], Figure 5.13 [see http://www.grida.no/publications/other/ipcc_tar/?src=/climate/ipcc_tar/wg1/208.htm#fig513],
- Chapter 9 [see http://www.grida.no/publications/other/ipcc_tar/?src=/climate/ipcc_tar/wg1/338.htm], Figure 9.14 [see http://www.grida.no/publications/other/ipcc_tar/?src=/climate/ipcc_tar/wg1/353.htm#fig914],
- Chapter 11 [see http://www.grida.no/publications/other/ipcc_tar/?src=/climate/ipcc_tar/wg1/408.htm], Figure 11.12 [see http://www.grida.no/publications/other/ipcc_tar/?src=/climate/ipcc_tar/wg1/429.htm#fig1112], Appendix II [see http://www.grida.no/publications/other/ipcc_tar/?src=/climate/ipcc_tar/wg1/519.htm]]"

Source & © IPCC TAR SPM of WG1 [see http://www.grida.no/publications/other/ipcc_tar/?src=/climate/ipcc_tar/wg1/008.htm#figspm5]

Annex 15:
Variations of the Earth's surface temperature for :

(a) the past 140 years

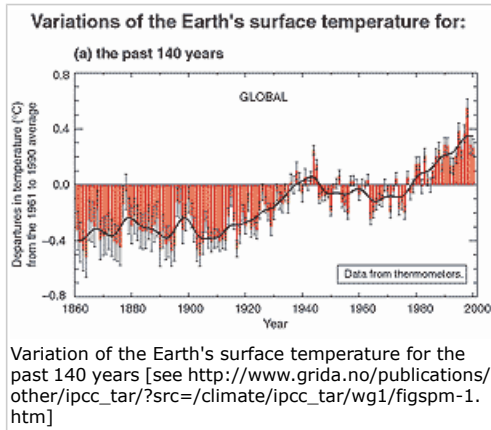


Figure 1a: Variations of the Earth's surface temperature over the last 140 years.

"The Earth's surface temperature is shown year by year (red bars) and approximately decade by decade (black line, a filtered annual curve suppressing fluctuations below near decadal time-scales).

There are uncertainties in the annual data (thin black whisker bars represent the 95% confidence range) due to data gaps, random instrumental errors and uncertainties, uncertainties in bias corrections in the ocean surface temperature data and also in adjustments for urbanisation over the land. Over both the last 140 years and 100 years, the best estimate is that the global average surface temperature has increased by $0.6 \pm 0.2^\circ\text{C}$ ".

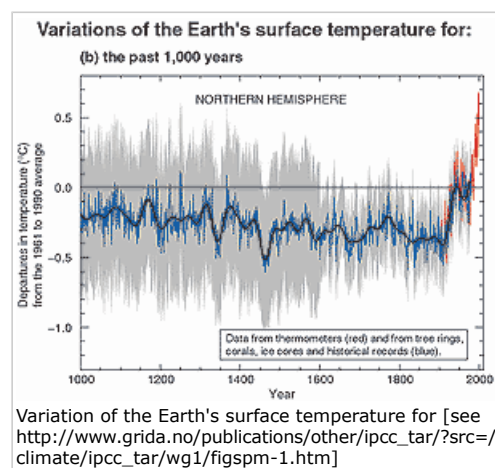
Based upon Chapter 2, Figure 2.7c [see http://www.grida.no/publications/other/ipcc_tar/?src=/climate/ipcc_tar/wg1/055.htm#fig27]

Source & © IPCC TAR SPM of WG I [see http://www.grida.no/publications/other/ipcc_tar/?src=/climate/ipcc_tar/wg1/figspm-1.htm]

(b) The past 1,000 years

Figure 1b: Variations of the Earth's surface temperature over the last millennium.

The year by year (blue curve) and 50 year average (black curve) variations of the average surface temperature of the Northern Hemisphere for the past 1000 years have been reconstructed from "proxy" data calibrated against thermometer data (see list of the main proxy data in the diagram).



The 95% confidence range in the annual data is represented by the grey region. These uncertainties increase in more distant times and are always much larger than in the instrumental record due to the use of relatively sparse proxy data. Nevertheless the rate and duration of warming of the 20th century has been much greater than in any of the previous nine centuries. Similarly, it is likely [see Annex 6, p. 24] that the 1990s have been the warmest decade and 1998 the warmest year of the millennium.

[Based upon Chapter 2 [see http://www.grida.no/publications/other/ipcc_tar/?src=/climate/ipcc_tar/wg1/068.htm#fig220], Figure 2.20 [see http://www.grida.no/publications/other/ipcc_tar/?src=/climate/ipcc_tar/wg1/fig2-20.htm]]

Source & © www.grida.no/climate/ipcc_tar/wg1/005.htm [see http://www.grida.no/publications/other/ipcc_tar/?src=/climate/ipcc_tar/wg1/005.htm]