

Die Landwirtschaft unter Einwirkung des Klimawandels

„Inwiefern verändern sich die Bedingungen für die
Landwirtschaft durch den Klimawandel in Brandenburg, Kenia
und Äthiopien“

Facharbeit im Bereich Erdkunde der Anne-Frank-Schule Bargteheide

eingereicht bei Frau Ibbeken

erarbeitet von Hannah Meinig & Silva Nevermann

hannahmeinig@googlemail.com

silva.nevermann@web.de

11b

Mai 2010

Inhaltsverzeichnis

	Seite:
1. Einleitung (Silva)	3
2. Szenario (Silva)	3 - 4
3. Die Auswirkungen von Klimaänderungen auf das Pflanzenwachstum (Hannah)	4 - 6
4. Klimawandel und Böden (Hannah)	6 - 8
5. Die Weizenpflanze und ihr Anbau (Silva)	8
6. Der CO₂-Düngungseffekt (Silva)	8 - 9
7. Die Globale Produktion unter Abhängigkeit der CO₂-Konzentration (Silva)	9 - 10
8. Das Klima in Brandenburg, Äthiopien und Kenia	10 - 12
8.1 Brandenburg (Hannah)	
8.2 Äthiopien (Silva)	
8.3 Kenia (Silva)	
9. Regionale und globale Daten (Silva)	12
10. Auswertung der Klimakarten (Silva, Hannah)	13 - 15
11. Die Landwirtschaft in der Rolle des Verursachers (Silva)	16
12. Fazit (Silva)	17
13. Literatur- und Abbildungsverzeichnis	18 - 19

Einleitung:

Im Rahmen des Klimaprojekts erarbeiteten wir uns eine Facharbeit zum Klimawandel. Wir entschlossen uns dem Teilbereich „Landwirtschaft“ nachzugehen. Dieses Projekt wird vom Max-Planck-Institut für Meteorologie und dem Deutschen Klimarechenzentrum unterstützt. Auf Grund dessen erhielten wir Zugang zu Daten, die uns sonst verwehrt geblieben wären. Wir erstellten die Leitfrage „Inwiefern verändern sich die Bedingungen für die Landwirtschaft durch den Klimawandel in Brandenburg, Kenia und Äthiopien“. Die regionabhängigen Veränderungen konnten wir durch Klimakarten, die uns Anastasia Tartarionova, eine Studentin des Max-Planck-Instituts, dankenswerterweise erstellte, gut auswerten und auf spannende Ergebnisse treffen.

Um die Arbeit zu konkretisieren und unsere Ergebnisse miteinander vergleichen zu können, wählten wir eine Pflanze aus, die in den drei Regionen angebaut wird. Die Wahl fiel auf den Weizen. In Bezug auf die Leitfrage beschäftigten wir uns mit möglichen Auswirkungen des Klimawandels auf die Landwirtschaft. Das hat eine Ausarbeitung, unter anderen über den Einfluss des Klimawandels auf den Boden, den CO₂-Haushalt zur Folge. Bei der Auswertung der Daten zu den jeweiligen Regionen, legten wir unser Hauptaugenmerk auf die Parameter Temperatur und Niederschlag, da sie für das Pflanzenwachstum die entscheidende Rolle spielen. Um eine abgerundete Arbeit zu schaffen, richteten wir unseren Blick auch noch auf die Landwirtschaft in der Rolle des Verursachers. Wir wollten uns nicht nur auf die Ergebnisse anderer verlassen, sondern waren motiviert, durch wissenschaftliche Daten herauszufinden, wie sich die Landwirtschaft wirklich entwickeln könnte.

Szenariowahl:

Wir haben für unser Klimaprojekt das Klimaszenario A1B gewählt. Bei diesem Szenario gehen die Wissenschaftler davon aus, dass klimaschützende Maßnahmen ergriffen werden. Das Szenario liegt im mittleren Bereich. Die Gründe, warum wir dieses Modell wählten, sind folgende: Ein wichtiger Grund für diesen Entschluss war, dass das Szenario als am realistischsten gilt. Für dieses Modell wird davon ausgegangen, dass die Menschheit klimaschützende Maßnahmen ergreifen wird, jedoch nicht in unrealistischen Maßen, wie es in Szenario B1 angenommen wird.

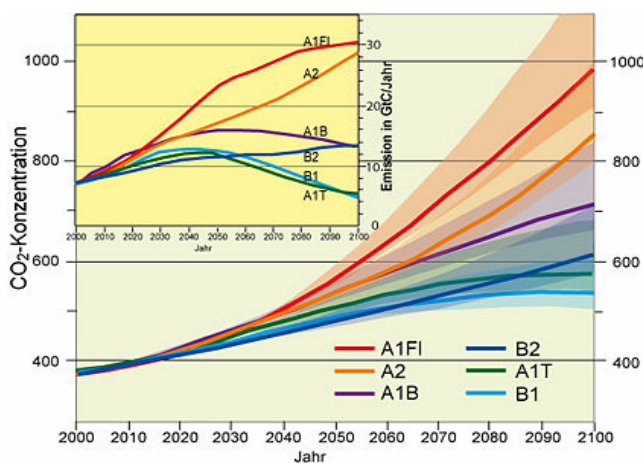


Abb2)

http://wiki.bildungserver.de/klimawandel/upload/thumb/CO2_szenarien.jpg/420px-CO2_szenarien.jpg (17.02.10)

Auf der Grafik erkennt man bekannte Klimaszenarien A1FI, A2, A1B, B2, A1T und B1. Es entsteht eine Abhängigkeit der CO₂-Konzentration vom Jahre 2000 bis 2100. Das Szenario A1FI gibt die höchste Steigung der Konzentration an. Das darunter liegende, gelb markierte Szenario A2 beschreibt eine sehr heterogene Welt, setzt eine weiter ansteigende Bevölkerung und eine sehr langsame Umrüstung auf klimaschützende Methoden voraus. Das nun folgende, lila markierte Szenario mit dem Namen A1B geht von einer schnelleren Umrüstung der Technologien aus. Darunter liegt (blau markiert) das Szenario B2. Dieses steht, sowie B1, für eine ökologisch ausgerichtete Welt; in diesem Szenario handeln die Menschen umweltorientiert und nicht wirtschaftsorientiert wie in den oberen.

Für das Thema Landwirtschaft hat uns freundlicherweise die genannte Studentin Karten erstellt. Wir berücksichtigen dabei den Zeitraum in der Vergangenheit von 1961 bis 1990 in Bezug auf die Parameter Temperatur und Niederschlag. Noch dazu wollen wir auf die Zukunft von 2071 bis 2100 eingehen und die Unterschiede herausarbeiten. Die Karten beziehen sich natürlich auf die von uns gewählten Regionen Brandenburg, Kenia und Äthiopien.

Die Auswirkung von Klimaänderungen auf das Pflanzenwachstum:

Die globale Erwärmung und die Veränderung des Niederschlages haben nicht nur Folgen für die Landwirtschaft, sondern auch speziell für den Anbau von Nutzpflanzen im Positiven als auch im Negativen. Das Wachstum von Pflanzen wird von der Fotosynthese gesteuert. Hierbei nimmt die Pflanze bei der Fotosynthese aus der Atmosphäre das CO₂ auf und produziert daraus Biomasse. Das Wachstum der Pflanzen beginnt erst bei einer Temperatur über 0°. Bei höherer Temperatur beschleunigt sich die Fotosyntheserate bis zu einem Temperaturoptimum. Nach dessen Erreichen nimmt das Wachstum der Pflanze ab, bis das Temperaturmaximum erreicht ist. Bei einer höheren Temperatur wird das Enzymsystem (Katalysatoren der Pflanze) zerstört und somit tritt der Zelltod ein.

Die Veratmung von Kohlendioxid, die ebenfalls abhängig von der Temperatur ist, wirkt der Photosynthese entgegen. Anders als bei der Photosynthese steigt die Veratmung mit der Temperatur stetig an. Die optimale Produktion der Anbaupflanzen wird bei einer Temperatur erreicht, wo die Photosynthese möglichst hoch ist und die Veratmung möglichst gering, dieser Bereich liegt bei den meisten Anbaupflanzen der mittleren Breiten (Kartoffeln, Mais Weizen etc.) zwischen 18°C und 25 °C.

Die beigefügten Grafiken zeigen den Zusammenhang zwischen Temperatur und Atmung.

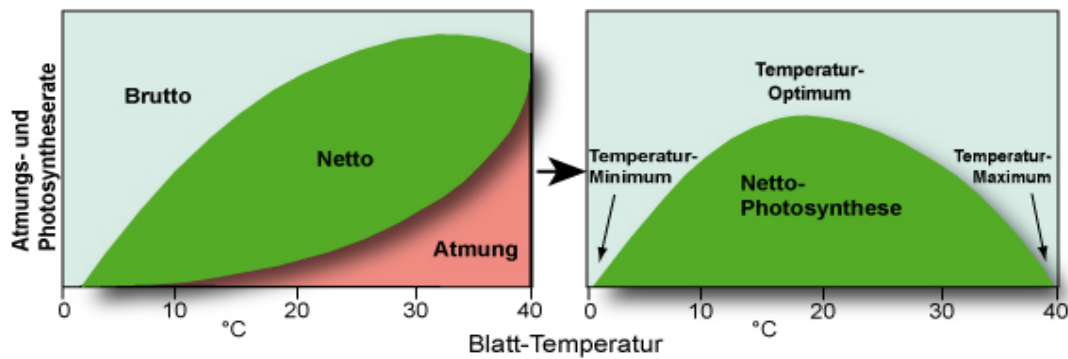


Abb. 3) Darstellung nach Hörmann, G. und F. M. Chmielewski: Auswirkungen auf Landwirtschaft und Forstwirtschaft, in: J.L.Lożán u.a.(Hg.): Warnsignal Klima, Hamburg 1998 (19.04.10)

Die durch den Klimawandel verursachte Erwärmung wird den Anbau von Pflanzen der mittleren und höheren Breiten in höhere Breiten deutlich ausweiten. Hinzu kommt außerdem, dass bei genügend Niederschlag in den mittleren und höheren Breiten die Wachstumszeit deutlich in die Länge gezogen wird. Die Pflanzen beginnen im Frühjahr früher mit ihrem Blattaustrieb und stellen dann im Herbst später die Fotosynthese ein. In den Subtropen hingegen nimmt wahrscheinlich die Wachstumszeit ab, somit verlängert sich die Anbauzeit.

Die Veränderung der Wachstumszeit ist nicht für jede Pflanzenart von Vorteil. Pflanzen wie Mais, Hirse und Zuckerrüben profitieren von dem positiven Effekt, da sie Pflanzen mit einer längeren Wachstumszeit sind. Bei vielen Getreidearten jedoch führt das beschleunigte Durchlaufen der Wachstumszeit zu einer Verminderung der Erträge, da in diesem Vorgang ihre Kornfüllphase verkürzt wird. So kann zum Beispiel bei Wintergetreide die Temperaturerhöhung in den Wintermonaten negative Folgen haben, da das Wintergetreide ein gewisses Temperaturminimum in der kalten Jahreszeit braucht. Des Weiteren kann ein wichtiges Enzym der Pflanze bei einer Erhöhung der Temperatur nicht mehr richtig arbeiten. Auch Schädlinge können sich durch die Temperaturerhöhung besser ausbreiten.

Eine Studie von Wissenschaftlern des UFZ (Helmholtz Zentrum für Umweltforschung) am Institut für Klimafolgenforschung in Potsdam hat die Auswirkung der globalen Erderwärmung auf die Flora in Deutschland anhand von Computermodellen untersucht. Sie haben festgestellt, dass jede fünfte Pflanzenart in Deutschland bis zum Jahre 2080 Teile ihres heutigen Verbreitungsgebietes verlieren wird. Durch den Klimawandel werden sich die Verbreitungsgebiete neu verteilen oder gar aus manchen Regionen einzelne Pflanzenarten ganz verschwinden. Allgemein führt der klimatische Wandel zu lokalen Verlusten der Flora. Die Prognose sieht eine Verkleinerung der Verbreitungsgebiete der Pflanze voraus. Die Auswirkungen sind lokal unterschiedlich. Je größer die Temperaturerhöhung ist, umso deutlicher ist auch das Ausmaß der Artenverschiebung. Bei einem Temperaturanstieg von etwa 2,2 °C verlieren etwa 7 Prozent der Arten mehr als zwei Drittel ihres aktuellen Verbreitungsgebietes, bei 2,9 °C sind es etwa 11 Prozent und bei 3,8 sind es etwa 20 Prozent. In der Region Brandenburg ist mit einem Verlust von etwa 20 % der Pflanzenarten zu rechnen.

Für das Wachstum von Pflanzen ist außerdem eine ausreichende Menge von Wasser ebenso erforderlich wie eine bestimmte Temperatur. Die Pflanzen können in einer relativen breiten Temperaturspanne wachsen. Wenn sie allerdings zu wenig Niederschlag bekommen, reagieren sie empfindlich. Bei höherer Temperatur verdunstet der gefallene Niederschlag stärker und steht somit auch nicht mehr dem Stoffwechsel zur Verfügung. Ein Temperaturanstieg von 1°C erhöht die Verdunstungsrate um 5%. Für das Pflanzenwachstum ist es von großer Wichtigkeit, zu welcher Zeit der Niederschlag fällt. Für die Landwirtschaft ist die Veränderung des Klimas ein ernsthaftes Problem, denn wenn sich die Niederschläge verändern, kann dies zu Ertragsverlusten führen.

Klimawandel und Böden

Die Veränderung von Niederschlag und Lufttemperatur wirken sich auf den Wasser und Stoffhaushalt des Bodens aus, dadurch könnten sich die Grundwasserneubildung und die Verdunstungsrate verändern. Des Weiteren könne auch die Bodengefährdung wie Verdichtung und Abtrag zunehmen.

Der Bodenwasserhaushalt funktioniert normalerweise so, dass das eindringende Niederschlagswasser entweder als Haftwasser (Bodenfeuchte) verbleibt oder als Sickerwasser durch die Bodenschichten fließt. Die ständigen jahreszeitlichen Veränderungen vom Bodenwassergehalt kennzeichnen den Bodenwasserhaushalt.

Durch den Klimawandel ist mit möglichen Veränderungen zu rechnen: Durch die Erhöhung der Temperatur und geringe Sommerniederschläge wird die Wassergefüggigkeit verändert. Dadurch trifft ein höherer Wasserbedarf auf mangelnde Wassernachlieferung. Das Bodenwasser wird dadurch rasch ausgeschöpft sein. Unter dieser Situation leiden die Pflanzen besonders, dies kann z.B. zu Ernteeinbußen führen oder zu Vegetationsveränderungen. Dies ist besonders problematisch bei Sandböden (siehe Brandenburg), da diese nur über eine geringe Feldkapazität verfügen und außerdem nur eine geringe Menge der Winterniederschläge bis zu einer Vegetationsperiode speichern können. In solchen Regionen wird der Bedarf von zusätzlicher Bewässerung ansteigen.

Die vorausgesagte Veränderung der Niederschlagsverhältnisse kann die Sickerwassermenge verändern. So wird sie im Sommer eine Abnahme bewirken und im Winter eine Zunahme. Die Folge wäre ein Stoffverlagerungsprozess. Der Anstieg der Winterniederschläge kann auch ein Anstieg der Bodenverdichtung mit sich bringen. Sehr feuchte Böden weisen eine geringe Stabilität der Bodenaggregate auf. Dies könnte eine Bodenverdichtung zur Folge haben, und dadurch könnte es zu einer Überschwemmungsgefahr kommen, da der Boden weniger Wasser speichern kann.

Die Veränderung von Grundwasserneubildung und Schwankung des Grundwasserstandes findet meistens im Winter statt, im Sommer hingegen wird der Niederschlag vollständig verdunstet bzw. durch die Vegetation verbraucht. In Regionen mit einer geringen Zunahme des Niederschlages im Winter und einer deutlichen Abnahme im Sommer gilt ein Rückgang der Grundwasserneubildung (siehe Brandenburg).

Der Stoffhaushalt des Bodens steht in einem engen Zusammenhang mit dem Bodenwasserhaushalt, da der meiste Teil der Umwandlungs- und Transportprozesse an das Vorhandensein des Wassers gebunden ist.

Der Klimawandel wirkt sich durch verschiedene direkte und indirekte Faktoren auf den Stoffhaushalt des Bodens aus.

Erhöhte Bodenwassergehalte bewirken bei zunehmenden Niederschlägen eine Verdünnung der Bodenlösung. Bei abnehmenden Niederschlägen führt dies zur Intensivierung der Bodenlösung. Eine Änderung des pH- Wertes und der Nähr- und Schadstoffgehalte im Boden ist die Folge.

Die Stoffgehalte im Boden ändern sich durch die Sicker- und Abflussraten des Bodens. Der Oberflächenabfluss kann den Stoffgehalt im Oberboden des Abtragungsortes herabsetzen, in angrenzenden Oberflächengewässern jedoch erhöhen. Steigt der Oberflächenabfluss und die Bodenerosion durch den Klimawandel an, so erhöht sich die Gefährdung der Oberflächengewässer. Durch das Eindringen von Düngemitteln und Pflanzenschutzmitteln wird dieser Prozess beschleunigt

Bei sandigen Böden erhöht sich die Auswaschungsgefahr nicht genutzter Stickstoffe und anderer Nährstoffe infolge von zunehmenden Winterniederschlägen. Mit veränderten Bodenwassergehalten ändert sich durch die Vegetation die Nährstoffaufnahme. Ist zu wenig Bodenwasser verfügbar, kann die natürliche oder auch künstliche Nährstoffaufnahme verändert werden, da bei Abbau von Humusvorräten bei Temperaturanstieg mehr Nährstoffe freigesetzt werden. Diese Nährstoffe stehen den Pflanzen zur Verfügung und wirken positiv auf das Pflanzenwachstum aus.

Bei ansteigenden Winterniederschlägen können die Nährstoffe allerdings ausgewaschen werden. Langfristig kann dies eine Herabsetzung der natürlichen Bodenfruchtbarkeit mit sich bringen. Möglicherweise kann durch den Klimawandel der Abbau der Humusvorräte erhöht werden.

Die organische Bodensubstanz übt einen entscheidenden Einfluss auf zahlreiche wichtige Bodeneigenschaften und Funktionen aus. Durch den Klimawandel ist mit einer Veränderung der Humusdynamik zu rechnen. Dieser Prozess wird sowohl durch den Humusabbau sowie durch den Humusaufbau gekennzeichnet sein. Die organische Bodensubstanz besteht aus lebenden Organismen, dazu gehören die pflanzlichen Organismen wie Pilze, Flechten, Algen wie auch tierische Organismen (Regenwürmer) und den abgestorbenen und umgewandelten Tier- und Pflanzenresten (Humus). Für die Fruchtbarkeit der Böden ist die organische Bodensubstanz ein wichtiger Bestandteil. Außerdem hat die Bodensubstanz einen positiven Einfluss auf viele Bodeneigenschaften und Funktionen. Diese sind einmal die Förderung der biologischen Aktivität (z. B. Humusaufbau und Humusabbau), die Verbesserung des Bodengefüges führt zur Besserung der Durchwurzelbarkeit und damit zum Schutz vor Erosion.

Der Humusgehalt des Bodens ist von verschiedenen Faktoren abhängig, wie z. B. von der Bodenart, Klima und von der Art und Weise der Bewirtschaftung. Entscheidend ist die Zufuhr von organischer Substanz in Menge und Qualität der Pflanzenrückstände die dem Boden zugeführt werden um die biologische Aktivität im Boden in Gang zu halten. Es geht um ein begünstigtes Gleichgewicht zwischen Humusabbau und Humusaufbau. So können Veränderungen der Einflussfaktoren (z. B. Klima) zur Störung des Gleichgewichtes führen. Der Klimawandel wird wahrscheinlich einen Rückgang des Bodenhumusgehaltes mit sich bringen. So führt eine Temperaturerhöhung zu einer Beschleunigung von biochemischen Prozessen. Dadurch steigt auch die Zersetzung- und Mineralisierungsleistung der Bodenorganismen, dies führt langfristig zur Abnahme des Humusgehaltes. Andererseits ist auch der gegenläufige Prozess, die Humusanreicherung möglich, da der Humusabbau nur bei gemäßigter Bodenfeuchte stattfinden

kann. In welchem Maße der Klimawandel den Humusabbau oder Humusaufbau begünstigt hängt davon ab in wie weit die zugeführte Biomasse die erhöhten Abbauraten ausgleichen kann.

Die Weizenpflanze und ihr Anbau:

Um das Thema Landwirtschaft einzugrenzen, haben wir uns eine Getreidepflanze ausgewählt, die sowohl in Deutschland (Brandenburg) als auch in Kenia und Äthiopien angebaut wird, um die Auswirkungen des Klimawandels auf die Landwirtschaft anhand eines konkreten und vergleichbaren Beispiels vergleichen und auswerten zu können. Hierbei muss man jedoch unterscheiden. Deutschland liegt auf Rang sieben der größten Weizenproduzenten weltweit (Daten aus dem Jahr 2008). Kenia und Äthiopien bauen die Kornpflanze nur für ihren eigenen Gebrauch an.

Die hoch anspruchsvolle Weizenpflanze bezeichnet die Reihe der Süßgräser, auch Poaceae genannt, aus der Gattung der Triticum L. Der Weizen zählt zur Gruppe der C3-Pflanzen, die 90% der auf der Erde wachsenden Landpflanzen ausmachen. Die Höhe der Weizenpflanze liegt zwischen 0,5m bis 1m. Der Weizen gibt sich nicht mit trockenem Sandboden zufrieden. Diese Pflanze verlangt nach humusreichem Lehmboden mit hoher Wasserspeicherkapazität. Des Weiteren fordert der Weizen ein gemäßigtes Klima und eine jährliche Niederschlagsmenge von ca. 800 mm pro m². Gemäßigtes Klima herrscht dort, wo die Durchschnittstemperatur im wärmsten Monat über 10°Celsius und unter 20°C liegt.

Der CO₂-Düngungseffekt:

Das Wachstum des Weizens wird nicht nur durch Temperatur und Niederschlag beeinflusst, auch der CO₂-Gehalt in der Atmosphäre verändert Wachstum und andere Prozesse in der Pflanze. So können sich die Erträge durch eine Verdoppelung des CO₂-Gehaltes in der Umgebung um bis zu 20% steigern. Auf diese Wachstumssteigerung baut man auch in Gewächshäusern. Ein weiterer Vorteil einer höheren Kohlendioxidkonzentration ist die schnellere Aufnahme des Stoffes. Dies wirkt sich auf den Wasserverlust aus. Er verringert sich, da die Pflanze dann die Stomata, die Spaltöffnung in den Pflanzenblättern, nicht mehr so lange öffnen muss um die gleiche Menge an CO₂ zu erhaschen. Die Veränderung dieses Ablaufes in der Pflanze bildet gerade in niederschlagsarmen Regionen einen deutlichen Vorteil. Doch weist ein höherer CO₂-Gehalt auch Schattenseiten auf. Die Verdunstungskühle sinkt herab, das hat eine höhere Blattemperatur zur Folge. Einer höheren Blattemperatur folgt dann eine größere Wasserverdunstung von 5-6% pro C°. Somit wird das zuvor eingesparte Wasser auf diesem Wege wieder verbraucht, zwar nicht vollends, doch die Gewinnspanne geht deutlich zurück. Des Weiteren kommt es durch die höhere Konzentration zu einer Änderung des pflanzlichen Gewebes durch eine Abwandlung der chemischen Zusammensetzung. Insbesondere treten Probleme durch die Abnahme des Stickstoffgehaltes auf. Wenn nun die CO₂ -Konzentration, die sich zur Zeit bei einem Wert von ungefähr 400ppm befindet, auf 550-650 ppm heraufgesetzt wird, so verringert sich der Proteingehalt in den Getreidesorten, unter anderem auch in Weizen. Hier wurde bei Untersuchungen ein niedrigerer Nährwert festgestellt.

Einen weiteren Nachteil zeigen Studien im Freien. Pflanzen, so wie auch Menschen, versuchen immer sich an ihre Umgebung anzupassen, also auch an einen höheren CO₂-Gehalt in der Atmosphäre, bei dieser Untersuchung waren es 550 ppm. Die Zunahme der Erträge wird besonders im Freien noch einmal durch den Rückgang der Photosyntheseleistung getrübt. Die Ausbeutung von Weizen, der ja zu den fünf wichtigsten Grundnahrungsmitteln zählt, liegt bei 7%. Gewächshausproben ergeben eine Steigerung von 33%. Bei beispielsweise Mais und Hirsepflanzen aus der C₄-Gruppe ist die Steigerung durch die oben genannte CO₂ Menge sehr klein, wenn sie überhaupt aufzuweisen ist. Der entscheidende Unterschied zwischen den beiden Pflanzengruppen ist folgender: Dadurch, dass bei C₄-Pflanzen das erste Produkt der Photosynthese einen Kohlenstoffkörper mit, wie der Name schon sagt, vier Kohlenstoffatomen hervorbringt, arbeiten bei den zwei Gruppen unterschiedliche Enzyme. Bei den C₃-Pflanzen nennt sich das Enzym Rubisco und bei der C₄-Gruppe ist es PEP-Carboxylase. Der springende Punkt ist der, dass PEP-Carboxylase mehr Biomasse bei hohen Temperaturen und in kürzerer Zeit erwirtschaften kann und somit eine größere Effektivität hat als Rubisco.

Die Globale Produktion unter Abhängigkeit der CO₂-Konzentration:

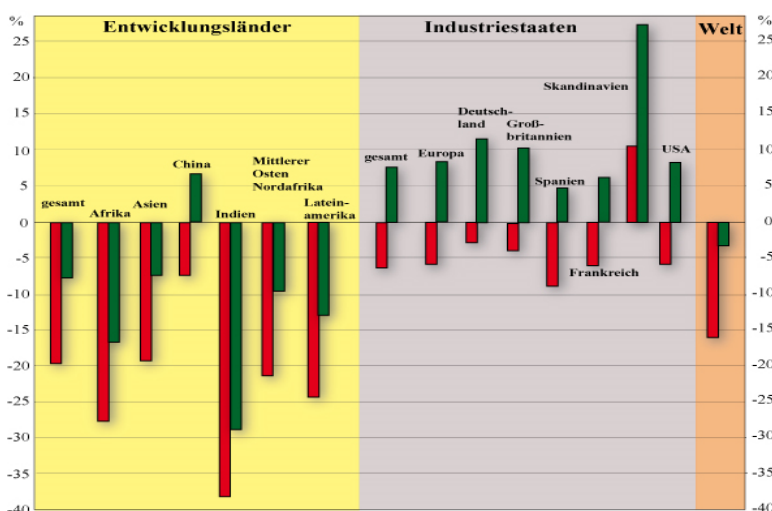


Abb.4) : Veränderung der landwirtschaftlichen Produktion bis zu den 2080er Jahren durch Änderungen klimatischer Faktoren (rot) sowie klimatischer Faktoren und des CO₂-Gehalts der Atmosphäre (grün). Den Berechnungen liegt ein mittleres Szenario zugrunde.

(www.klimawissen.de Datenquelle: Cline, W. R. 2007. Global Warming and Agriculture: Impact Estimates by Country. Washington D.C., USA: Peterson Institute (19.04.10))

Diese Abbildung zeigt die mögliche prozentuale Zu- und Abnahme der landwirtschaftlichen Produktion bis 2080. Der rote Balken zeigt klimatische Änderungen durch den Klimawandel und der grüne Balken zeigt die Änderungen des CO₂-Gehaltes. Der Grafik liegt ein mittleres Szenario zu Grunde. Insgesamt kann man, wenn man die „Weltspalte“ betrachtet, sagen dass die landwirtschaftlichen Erzeugnisse sinken würden. Wertet man nur die Daten der Industriestaaten aus, erkennt man zwar Nachteile, welche durch die klimatischen Veränderungen eintreten können, der meist größere Balken symbolisiert jedoch den Gewinn durch die Erhöhung eines CO₂-Gehaltes. Vergleicht man nun die Daten der Industriestaaten mit denen der Entwicklungsländer, erkennt man eine deutliche Verschlechterung in der Landwirtschaft vor allem in den Entwicklungsländern durch die Änderungen der Klimafaktoren, die durch den höheren CO₂-Gehalt abgemildert wird.

Klima in Brandenburg, Äthiopien und Kenia:

Brandenburg:

Brandenburg liegt im Nordosten Deutschlands, die Landeshauptstadt ist Potsdam. Brandenburg selbst hat eine Größe von 29 479 km². Das Klima in Brandenburg wird bestimmt von dem ozeanischen Klima und dem kontinentalen Klima, Brandenburg selbst befindet sich im Übergangsbereich zwischen den beiden Klimazonen. Das reine ozeanische Klima (auch Seeklima genannt) ist gekennzeichnet von milden Wintern und mäßigen Sommern bei ganzjähriger Feuchtigkeit. Die mittlere Jahrestemperatur beträgt weniger als 18°C und die Jahresniederschlagsmenge ist größer als 750 mm pro m². Das reine Kontinentalklima (auch Landklima genannt) ist geprägt durch kalte Winter und warme Sommer. Das ganze Jahr über herrscht trockenes Wetter. Die Jahrestemperatur beträgt mehr als 25°C, die Jahresniederschlagsmenge ist kleiner als 750 mm pro m². Die Hauptniederschläge sind die Gewitterregen im Sommer. Die winterlichen Niederschläge fallen meist als Schnee. Die Übergangszeit Frühjahr – Herbst ist sehr kurz.

Da Brandenburg im Übergangsbereich zwischen dem ozeanischen und kontinentalen Klima liegt, kann man die Region um Brandenburg weder dem ozeanischen noch dem kontinentalen Klima zuordnen. Aufgrund der relativ geringen Höhendifferenz sind die klimatischen Unterschiede innerhalb des Landes eher gering. Bei bestimmten Wetterlagen sind allerdings klimatische Unterschiede spürbar. Die Jahresdurchschnittstemperatur liegt in Brandenburg bei 9°C. Der kälteste Monat ist der Januar mit -1 Grad Celsius. Der wärmste Monat ist der Juli mit einer Durchschnittstemperatur von +18 Grad Celsius.

Bei der Lufttemperatur macht sich eine Zunahme des Kontinentalklimas bemerkbar. Dessen Ursache ist die sogenannte „Prignitz“ (Landschaft in der Region Brandenburg, sie besteht aus landwirtschaftlich genutztem Flachland, Wäldern und Heidelandschaft) und die im Südosten befindliche Niederlausitz, welche hauptsächlich aus Tiefland besteht. Vor allem in den Wintermonaten ist die Lausitz meist deutlich kälter als die Prignitz. Die Niederschlagsmenge beträgt im Jahr weniger als 600 mm pro m².

Äthiopien:

Das afrikanische Land Äthiopien mit der Hauptstadt Addis Abeba und einer Fläche von 1,1 Mio. km² liegt in der Sahelzone, am Horn von Afrika und grenzt an kein Meer. Äthiopien grenzt an den Sudan, Eritrea, Somalia, Dschibuti und im Süden an Kenia, somit liegt Äthiopien im Osten Afrikas. Die Sahelzone ist der Übergang zwischen der Trocken-Wüste, der Sahara, im Norden und der Trockensavanne im Süden. Sie erstreckt sich vom Atlantik bis zum Roten Meer. Von der Längenausdehnung umfasst die Zone ca. 600 km. Von der Breite her sind es um die 100- 200 km. Diese Region Afrikas wird im Abstand von einigen Jahren entweder von schweren Dürren und den daraus resultierenden Hungersnöten oder wie im Jahre 2007 von katastrophalen Überschwemmungen heimgesucht.

Äthiopien kann man aufgrund der Höhenunterschiede in drei unterschiedliche Klimazonen einteilen: tropisch heiß, warm gemäßigt und kühl gemäßigt. Die Tiefenebene, auch Kolla genannt, wird von einem tropisch heißen Klima regiert, was eine Jahresmitteltemperatur von ca. 27° C und eine jährliche Niederschlagsmenge unter 600 mm beinhaltet. Wenn man die warm gemäßigte Klimazone einem Gebiet zuordnet, dann ist es die Wohina Dega, also das Weinland in einer Höhe von 1600 Meter. Dort ist die Jahresmitteltemperatur etwas niedriger als in der vorigen Zone, nämlich um die 22° C. Auch die Niederschlagsmenge erhöht sich und liegt nunmehr zwischen 600 mm und 1600. Wenn man nun noch ein wenig weiter in die Höhe steigt, also auf über 2400 Meter in Dega, dann erreicht man eine ziemliche hohe Jahresniederschlagsmenge. Dort gibt es um die 1800 mm Niederschlag bei einer Jahresmitteltemperatur von 16° C, ein gemäßigt kühles Klima.

Kenia:

Das afrikanische Land, südöstlich an Äthiopien angrenzend, nennt sich Kenia. Das Land mit der Hauptstadt Nairobi verfügt über eine Fläche von 582.646 km². Kenia liegt außerhalb der Sahelzone und kann in drei Klimazonen eingeteilt werden: Die Küste Kenias ist durch ein warmes Klima und eine recht hohe Luftfeuchtigkeit (ca. 75%) geprägt. Die Temperatur liegt im ganzen Jahr zwischen 20- 25 C°. Niederschläge fallen größtenteils in den Monaten von April bis Juni. Als die zweite Klimazone betrachten wir Kenias Hochland (über 1800m) die Luftfeuchtigkeit liegt dort in etwa bei 65%. In der kühleren Zeit, also von Juli bis August liegen die Temperaturen bei um 10 C°. In den Monaten Januar und Februar liegen sind die Temperaturen am höchsten. Sie liegen zwischen 25- 26 C°. Die jährliche Niederschlagsmenge Nairobis (im Hochland liegend) beträgt 958 mm. In der Region um den Victoriasee, der größtenteils in Tansania liegt, klettern die Temperaturen aus bis zu 45 °C.

Ich habe die zwei Regionen gewählt, da sie sich deutlich unterscheiden. Äthiopien gehört zur Sahelzone und ist eine eher trockene Region. Für die Sahelzone wird von vielen zum einen eine große Trockenheit vorausgesagt und zum anderen auch große Überschwemmungen. Kenia dagegen gilt z.B. bei einer Karte der Internetseite „Klimawissen“ also „Klima-Gewinner“. Diese Voraussagen möchte ich überprüfen. Diese Unterschiede waren der Grund, Kenia und Äthiopien auszuwählen.

Regionale und globale Daten:

Klimamodelle basieren entweder auf globalen oder regionalen Daten. Die Unterschiede sind gravierend. Um die globalen Daten aufzustellen, wurden alle 250 km Punkte berechnet. Alle Daten werden dann zusammengefasst und ein Mittelwert aufgestellt. Regionale Daten sind, wie der Name schon andeutet, auf bestimmte Regionen bezogen. Jedoch sind die und zur Verfügung stehenden Daten nur für Europa ausgearbeitet. Die Daten für Afrika sind noch in der Ausarbeitungsphase und werden voraussichtlich im Laufe der nächsten Jahre fertig gestellt. Der Vorteil regionaler Daten besteht darin, dass die berechneten Punkte viel dichter aneinander liegen. In Deutschland beträgt der Abstand 18 km. Dies zeigt natürlich eine deutlich höhere Genauigkeit. Auf regionalen

Klimakarten sind beispielsweise Gebirge viel deutlicher zu erkennen. So können Regionen genauer definiert und kleinere Flächen genauer und mit einer etwas höheren Sicherheit interpretiert werden.

Wichtige Punkte, die beim Interpretieren beachtet werden müssen, sind: Man sollte großflächig schauen und interpretieren. Man darf sich nicht auf einen Ausschnitt versteifen, denn die Messdaten können Fehler aufweisen. Man sollte sich beim Interpretieren mindestens auf 5 x 5 Quadranten beziehen.

Auswertung der Klimakarten:

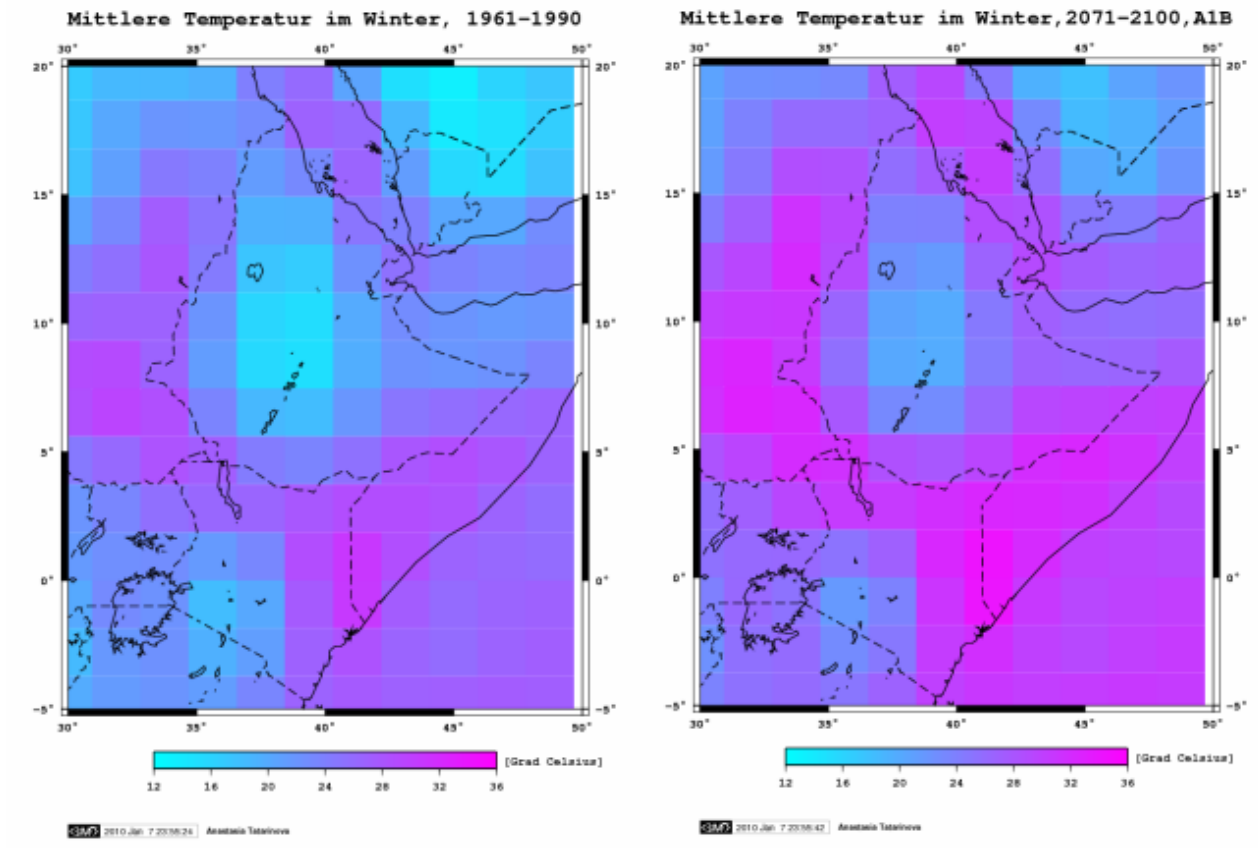
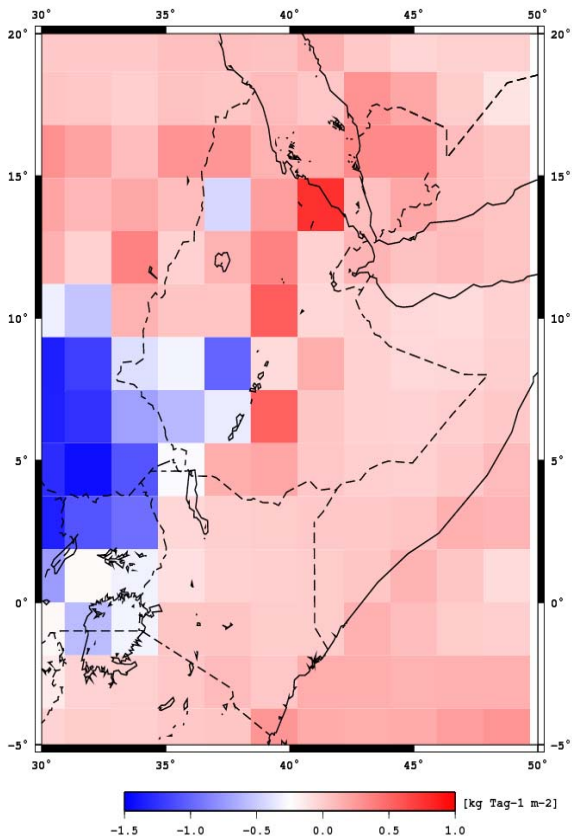


Abb. 5-6) Tartarionova, Anastasia, Kenia und Äthiopien Temperatur 1961-1990 und 2071- 2100

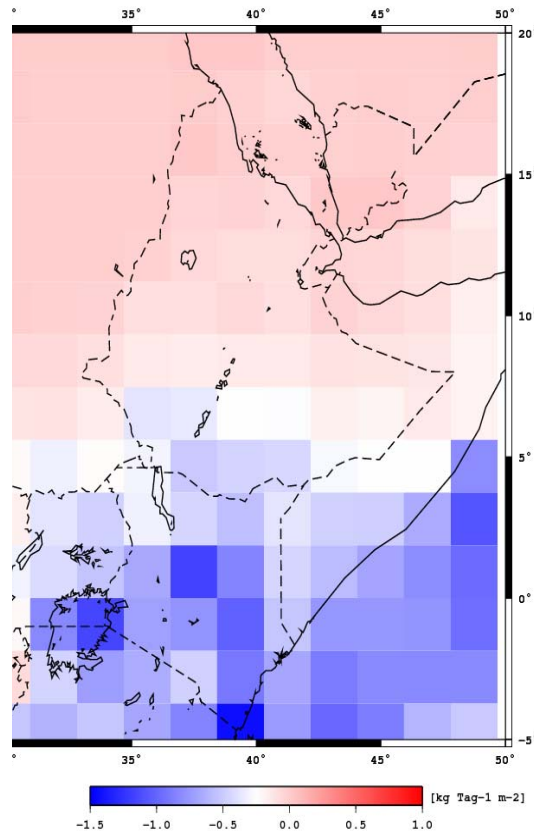
Diese zwei Karten zeigen Äthiopien und Kenia. Beide (sowie auch alle weiteren dieser Art) wurden von Anastasia Tartarionova, einer Studentin des Max-Planck-Institutes erstellt, und sind sehr hilfreich für das Bearbeiten der Leitfrage, „inwiefern der Klimawandel die Bedingungen für die Landwirtschaft in Brandenburg, Kenia und Äthiopien verändert?“ Wie im obigen Text schon erwähnt, ist die Weizenpflanze hoch anspruchsvoll, sie mag es nicht zu trocken und nicht zu warm. So habe ich mir die Temperatur- und Niederschlagskarten genau angeschaut. Die Karte auf der linken Seite zeigt die mittlere Temperatur im Winter aus dem Zeitraum 1961- 1990. Auf der rechten Seite können wir eine, anhand des Szenarios A1B erstellte Prognose, der Temperatur im Winter wahrnehmen. Der Zeitraum liegt jedoch zwischen 2070-2100. Die Legende weist auf, welche Farbe welche Temperatur darstellen soll. Die Anordnung in Kästchen entsteht durch die Entfernung der Datenpunkte.

Aethiopien, Kenia, Regen im Sommer, Differenz



GM 2010.Jan 7 21:43:28 Anastasia Tatarinova

hiopien, Kenia, Regen im Winter, Differenz



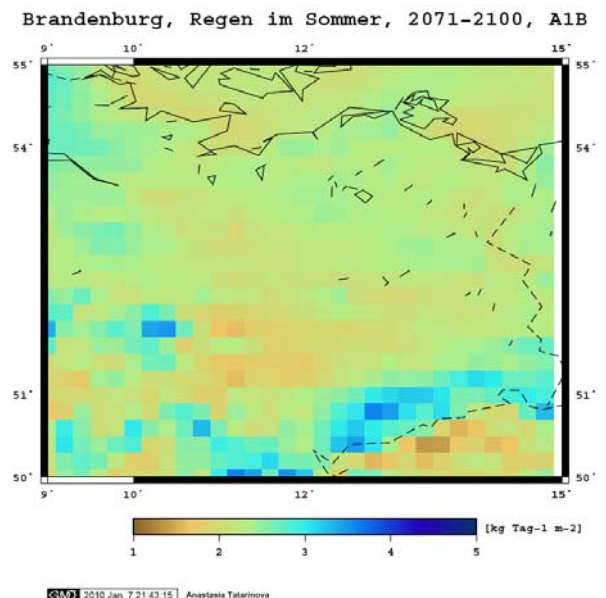
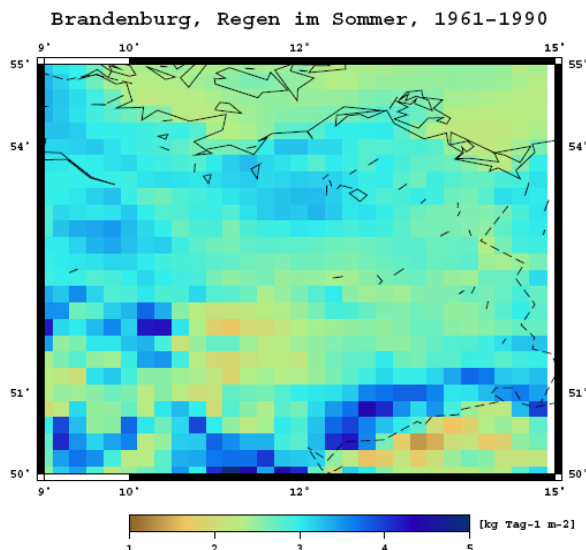
GM 2010.Jan 7 21:43:55 Anastasia Tatarinova

Abb. 7-8) Tartarinova, Anastasia Kenia und Äthiopien Niederschlag Differenz 1961-1990 zu 2071-2100, links Sommer, rechts Winter

Die mögliche Veränderung der Temperatur ist auf dem ersten Blick schon erkennbar. Es sind nicht nur einzelne Flecken, die ihre Farbe, also ihre Temperatur, durch die Einwirkung des Klimawandels in die Höhe treiben lassen könnten, sondern so gut wie jedes Kästchen verfärbt sich. Dies hat einen drastische Temperaturanstieg von im Sommer in Äthiopien um ca. $5,5^{\circ}\text{C}$ und im Winter um $4,4^{\circ}\text{C}$ zur Folge. In Kenia dagegen wird es vermutlich nicht zu einer ganz so starken Erwärmung führen. Hier könnten es im Sommer um die $4,7^{\circ}\text{C}$ sein und im Winter läge die Veränderung bei $3,7^{\circ}\text{C}$. Die Betrachtung der Veränderung des Niederschlags ist das nächste Thema. Hier sind die Ergebnisse nicht so eindeutig wie bei den Temperaturen. Diese zwei Abbildungen zeigen den Niederschlag in einer Differenzkarte. Rechts ist die Differenz des Winters abgebildet und links die des Sommers. Der Zeitraum gleicht dem oberen. Es ist kein eindeutiger Trend zu erkennen, weder Zunahme des Niederschlags noch Abnahme. So ist das Ergebnis, dass die Temperatur, laut der Klimakarte unter der Basis des Szenarios A1B, eindeutig steigt. Der Niederschlag jedoch nicht so einfach zu kategorisieren ist.

Nun ist es noch notwendig, die Temperatur-Spanne, in der der Weizen wächst, miteinzubeziehen. Nach Angaben der Bayrischen Landesanstalt für Landwirtschaft, beginnt der Weizen schon bei 0°C an zu wachsen und findet sein Ende bei einer Temperatur von 50°C. Das Wachstumsoptimum bewegt sich bei knapp 25°C und einer CO₂-Aufnahme von knapp unter 20%. Schaut man sich die Situation in Brandenburg an, so sind die Auswirkungen des Klimawandels deutlich erkennbar. Um die Auswirkungen untersuchen zu können, zeigen die Grafiken einmal den Niederschlag und die Temperatur im Sommer und im Winter unter Berücksichtigung des Szenarios A1B und ein Differenzdiagramm zu den jeweiligen Faktoren. Die Grafiken zeigen wie in den obigen zwei Zeiträume von 1961- 1990 und von 2071-2100. Diese beiden Zeitabschnitte haben wir gewählt, da man hier gut die Veränderungen von Temperatur und Niederschlag untersuchen kann.

Die verschiedenen Klimadiagramme zeigen, dass es zukünftig unter Berücksichtigung des Szenarios A1B in der Region Brandenburg sowohl im Winter als auch im Sommer wärmer wird. Im Zeitraum 1961-1990 betrug die Temperatur im Sommer 17° C und im zweiten Zeitabschnitt der Prognose (2071- 2100) 21°C. Anhand des mittleren Temperaturdifferenz-Diagramms konnte ich eine Erhöhung der Temperatur von etwa 4°C feststellen. Im Winter betrug die Temperatur 0°C - 1°C. Die Prognose sieht eine Temperaturerhöhung von 4°C vor. Die Differenz beträgt dann ca. 3,8°C. Die beiden Niederschlags Diagramme zeigen, dass der Niederschlag im Sommer abnimmt und im Winter zunimmt. Früher war der Niederschlag im Sommer 2-3 l pro Tag und pro m² (Einheiten des Diagramms). Die Prognose sagt einen Niederschlag von 1 bis 2 l voraus. Die Differenz beträgt dann 0 bis 2 l. Im Winter lag der Niederschlag bei 0,5-1,5 l. Die Prognose sagt einen Niederschlag von 2l. Die Differenz beträgt dann 0,5 l bis 1 l. 1 l pro m² entspricht 1mm.



Die beigefügten Grafiken zeigen eine Auswahl der Karteninterpretation

Abb. 9-10) Tartarinova, Anastasia Brandenburg Niederschlag 1961-1990 und 2071.2100

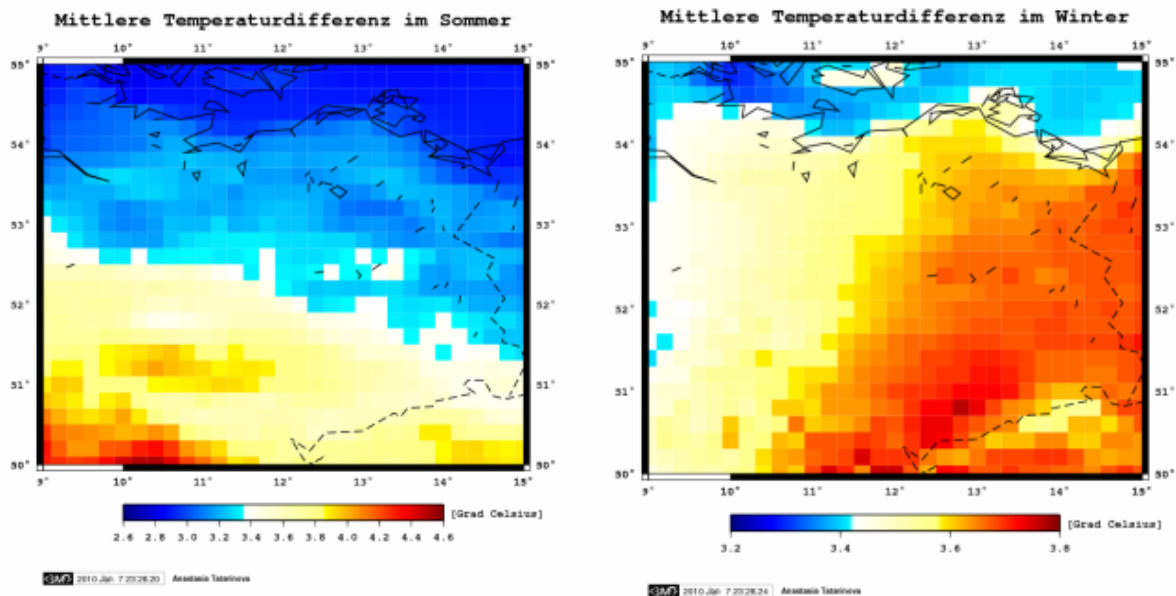


Abb.

11-12) Tartarinova, Anastasia Brandenburg Temperatur 1961-1990 und 2071.2100

Die Landwirtschaft in der Rolle des Verursachers:

Man sollte die Landwirtschaft nicht nur unter dem Gesichtspunkt des Verlierers betrachten, sondern auch einmal die Rolle des Verursachers beleuchten. Nicht nur der CO₂-Anteil fördert den Klimawandel, auch die Gase Methan (CH₄) und Distickstoffoxid (N₂O) tragen unmittelbar zum Klimawandel bei. 9-14% (die Angaben variieren stark) der Treibhausgase entstehen durch die Landwirtschaft. Insbesondere die vermehrte Nutztierhaltung, Düngung und die Rodung von Wäldern sind große Faktoren. Methan hat pro Molekül eine 21-mal schädlichere Wirkung als CO₂. Das sogenannte Lachgas ist in etwa 300-mal schädlicher als CO₂. Verbildlicht kann man sagen, fährt ein PKW im Jahr 18.000 km bei einem durchschnittlichem CO₂- Ausstoß von 130 Gramm pro Kilometer, emittiert es die gleiche Menge an klimaschädlichen Gasen, wie eine Milchkuh, die im Durchschnitt jährlich 111,7 kg Methan emittiert.

Insgesamt stammen 8,5 bis 16,5 Milliarden Tonnen Treibhausgase aus der Landwirtschaft. Dies sind 17 bis 32% der Treibhausgasemissionen weltweit. Wenn man jetzt jedoch den Fokus ausschließlich auf die Emissionen von Methan und Lachgas legt, ist der Anteil der Landwirtschaft deutlich höher. Die Landwirtschaft verursacht 70% Lachgas und 50% Methan. Die Emissionen haben sich in nur 15 Jahren, von 1990 bis 2005, um 17% gesteigert. Greenpeace zufolge ist ein weiterer Anstieg in den nächsten 25 Jahren um 35 bis 60% vorzusehen. Gerech bzw. gleichmäßig ist die Verteilung der Erzeuger nicht. Besonders deutlich wird es z.B. bei dem

Verbrauch der mineralischen Düngemittel auf globaler Ebene. Hier verwendet China 40% des Düngers, während Afrika nur 2% verbraucht. Düngemittel sind insofern schädlich, da sie Distickstoffoxid (Lachgas) freigeben.

Insgesamt bringt die Landwirtschaft jährlich 3,3 Gt CO₂-Äquivalent Methan und 2,8 Gt CO₂-Äquivalent Lachgas hervor. Methan- oder Lachgas-Emissionen werden in ein CO₂-Äquivalent umgerechnet. Da Kohlendioxid das bekannteste Treibhausgas ist, werden unbekanntere Gase wie in diesem Fall Methan und Lachgas in CO₂-Werte umgerechnet. So ist 1kg Methan umgerechnet in CO₂-Äquivalent 21kg CO₂.

Fazit:

„Inwiefern verändern sich die Bedingungen für die Landwirtschaft durch den Klimawandel in Brandenburg, Kenia und Äthiopien?“ Zusammengefasst gelangten wir zu der Erkenntnis, dass der von Menschen verursachte Klimawandel große negative Auswirkung auf die Natur und somit auch auf die Landwirtschaft und ihre Bedingungen hat. Die Punkte, die für das Pflanzenwachstum ausschlaggebend sind, wie Temperatur, Niederschlag und die Qualität der Böden verändern sich. So steigt die Temperatur, auf Basis von Szenario A1B, innerhalb der nächsten hundert Jahre weltweit um einige Grad Celsius an. Die Niederschläge nehmen zu oder fallen differenzierter zu anderen Zeiten und die Bodenqualität nimmt durch den Rückgang des Humusgehalts im Boden auch ab.

Das Verhältnis zwischen Landwirtschaft und Klimawandel ist kein einseitiges. Der ausschlaggebende Punkt ist die Schuldfrage. Die Schuld liegt eindeutig bei den Menschen und ihren Entscheidungen. Jedoch trägt auch die von den Menschen betriebene Landwirtschaft, wie oben erwähnt, in etwa 10-14% zum Klimawandel bei. Um also den Klimawandel zu verlangsamen oder sogar zu stoppen, müssen konsequente Maßnahmen außerhalb und innerhalb der Landwirtschaft ergriffen werden. Eine zentrale Frage ist folgende: „Ist der Massenkonsum von Fleischprodukten zwingend notwendig?“

Abschließend können wir feststellen, dass der Klimawandel die Landwirtschaft langfristig schädigen wird und im Gegenzug wird auch die Landwirtschaft, durch immer mehr Treibhausgasemissionen, das Klima schädigen. Wir sollten unsere Böden nicht ausbeuten, denn sie sind die Quelle unseres Lebens und wir sind abhängig von ihren Erzeugnissen. Wir wollen auch in Zukunft das Thema weiter verfolgen und hoffen, dass die erforderlichen Maßnahmen aufgebracht werden, die die Landwirtschaft ermöglichen und in Zukunft verbessern.

Quellenverzeichnis:

Internetquellen:

- Kasang, Dieter (26.11.2008) Auswirkungen von Klimaänderungen
<http://klimawissen.de> (11.11.09)

- Kasang, Dieter (22.11.2008) Auswirkungen höherer CO₂-Konzentration
<http://klimawissen.de> (11.11.09).
- Kasang, Dieter (03.12.2008) Folgen für die globale Produktion
<http://klimawissen.de> (25.11.09)
- Verfasser unbekannt (02.10.09) Klimaszenarien
<http://klimawiki.org> (04.11.09)
- Verfasser unbekannt (24.04.07) Klima Äthiopien
http://www.stern-tours.de/user_articles/klima-aethiopien.html (04.11.09)
- Wikipedia die freie Enzyklopädie (03.03.10) Kenia <http://de.wikipedia.org/wiki/Kenia#Klima>
(04.11.10)
- Wikipedia die freie Enzyklopädie (13.05.10) Äthiopien
<http://de.wikipedia.org/wiki/%C3%84thiopien#Klima> (04.11.10)
- Wikipedia die freie Enzyklopädie (08.05.10) Brandenburg
<http://de.wikipedia.org/wiki/Brandenburg#Klima> (06.11.09)
- Rietz Volker, (28.04.2010), Klimawandel
<http://www.mugv.brandenburg.de/cms/detail.php/bb1.c.198817.de> (10.02.10)
- Tilo Arnhold (13.08.08) Klimawandel bedroht jede fünfte Pflanzenart
<http://www.ufz.de/index.php?de=17101> (22.04.10)
- Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume (Erscheinungsdatum unbekannt), Auswirkungen des Klimawandels auf den Boden
http://www.schleswig-holstein.de/UmweltLandwirtschaft/DE/BodenAltlasten/035_Boden_Klimawandel/02_Auswirkungen_Boden/ein_node.html (22.04.10)
- Verfasser unbekannt (Erscheinungsdatum unbekannt), Auswirkungen des Klimawandels auf die Pflanzenproduktion der Landwirtschaft
<http://www.guidobauersachs.de/referate/auswi.htm> (12.01.10)
- wwf (Erscheinungsdatum unbekannt) Methan und Lachgas: Die vergessenen Klimagase ,
<http://www.wwf.de/themen/landwirtschaft/landwirtschaft-klima> (21.04.10)
- europäische Kommission (Erscheinungsdatum unbekannt), Klimawandel und Landwirtschaft
http://ec.europa.eu/agriculture/envir/report/de/clima_de/report.htm (21.04.10)
- Weige (2005) Temperaturabhängigkeit der Photosynthese
http://www.lfl.bayern.de/ipz/pflanzenbauforschung/26853/linkurl_0_2.pdf (22.4.10)

- Sopper Melanie, Salmhofer Christian, Purtscher Clemens (Erscheinungsdatum unbekannt)
Wieviel Fleisch erträgt die Welt? - -
http://www.vegan.at/warumvegan/umwelt/wieviel_fleisch.html (17.05.10)
- <http://www.co2-handel.de/lexikon-229.html> (17.05.10)
- Hissting Alexander, (01.2008) Landwirtschaft und Klima
http://www.greenpeace.de/fileadmin/gpd/user_upload/themen/klima/Landw-Klima.pdf
(20.4.10)

Abbildungsverzeichnis

- Abb.1)
<http://daniela.onesky.de/wp-content/uploads/2007/09/cartoon-klimawandel-methan1.GIF>
- Abb. 2)
http://wiki.bildungserver.de/klimawandel/upload/thumb/CO2_szenarien.jpg/420px-CO2_szenarien.jpg
- Abb 3.)
Darstellung nach Hörmann, G. und F. M. Chmielewski: Auswirkungen auf Landwirtschaft und Forstwirtschaft, in: J.L.Lożán u.a.(Hg.): Warnsignal Klima, Hamburg 1998 (19.04.10)
- Abb.4)
Verändert nach Hugo Ahlenius, UNEP/GRID-Arendal (2007): Projected agriculture in 2080 due to climate change; Datenquelle: Cline, W. R. 2007. Global Warming and Agriculture: Impact Estimates by Country. Washington D.C., USA: Peterson Institute(19.04.10)
- Abb. 5-6)
Tartarinova, Anastasia, Kenia und Äthiopien Temperatur 1961-1990 und 2071- 2100
- Abb. 7-8)
Tartarinova, Anastasia Kenia und Äthiopien Niederschlag Differenz 1961-2100
- Abb. 9-10)
Tartarinova, Anastasia Brandenburg Niederschlag 1961-1990 und 2071.2100
- Abb. 11-12) Tartarinova, Anastasia Brandenburg Temperatur 1961-1990 und 2071.2100