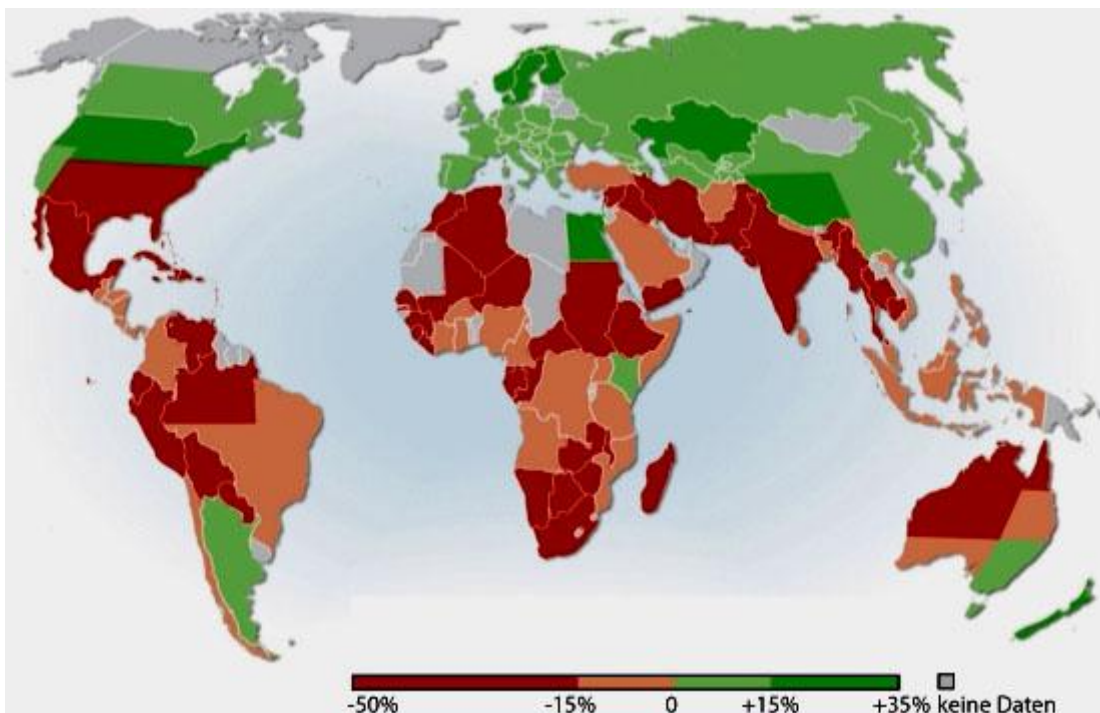


Welche Folgen wird der Klimawandel für die Landwirtschaft und damit die Nahrungsmittelversorgung der Sahelzone haben?



(Quelle: klimawiki.org nach Hugo Ahlenius, UNEP/GRID-Arendal 2007)

Vorgelegt von:
Sven Konstantin

Seminararbeit im Profil „System Erde“ des Oberstufenverbundes der Schulen Gymnasium Farmsen, Johannes-Brahms Gymnasium und Gymnasium Osterbek

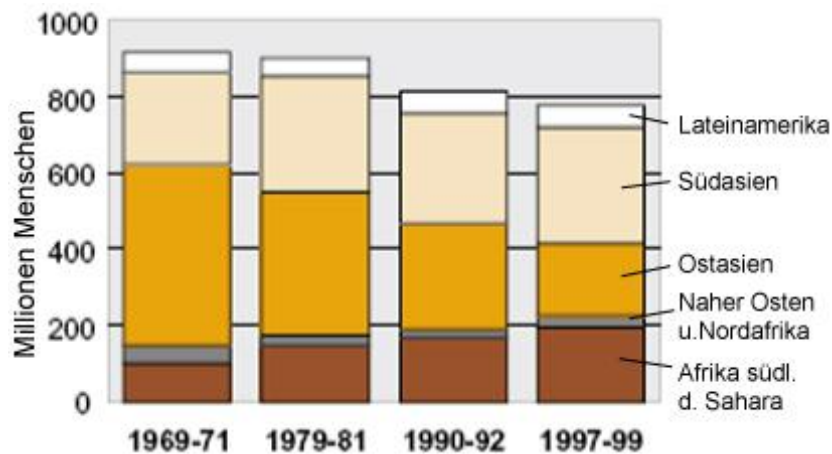
Inhaltsverzeichnis

	Seite
1. Problemstellung	3
2. Die Sahelzone	4
2.1. Geografische Lage.....	4
2.2 . Klima	5
3. Landwirtschaft in der Sahelzone	7
3.1. Hirseanbau	7
3.1.1. SorghumóHirse	7
3.1.2. Millet-Hirse	7
4. Anbau und Nahrungsmittelversorgung	8
5. Welche Auswirkungen ergeben sich auf den Hirseanbau durch den Klimawandel	9
6. Fazit und Ausblick	10
7. Literatur	15

1. Problemstellung

Die Landwirtschaft ist einer der wichtigsten Faktoren für die Vulnerabilität einzelner Länder. Vor allem Entwicklungsländer werden auf diese Weise sehr stark betroffen sein, da bereits jetzt ein Großteil der Bevölkerung am Existenzminimum lebt. Nicht nur die Nahrungsmittelproduktion des Landes selbst und auf diese Weise die Versorgungssicherheit ist in Gefahr. Auch der weltweite Anstieg von Lebensmittelpreisen, der durch den Klimawandel noch verstärkt werden wird, stellt eine Bedrohung für viele Entwicklungsländer dar.

Niger beispielsweise ist zu 40% von Lebensmittelimporten abhängig. Insbesondere ist hier Subsahara Afrika zu beachten, da dies die einzige Region in der Welt ist, in der die Zahl der unterernährten Menschen seit 1969 gestiegen ist (siehe Abbildung 1) und heute bei 40% liegt.¹



(Abb. 2: Entwicklung der Zahl der unterernährten Menschen in Entwicklungsländern in den letzten Jahrzehnten des 20. Jahrhunderts²)

Es ist außerdem die einzige Region der Dritten Welt, die ihre Nahrungsmittelproduktion in den letzten Jahren nicht steigern konnte.³ Zusammen mit dem starken Bevölkerungswachstum kann man dies als Ursache für die schlechte Lage ansehen. Die möglichen Folgen des Klimawandels in Form von Dürren und die hohe Vulnerabilität mancher Region wurden bereits in den 1970er bis 1980er Jahren deutlich. Eine Dürre in der Sahelzone hatte damals eine verheerende Hungerkatastrophe zur Folge.⁴

Seitdem wurden die Klimaveränderungen in der Sahelzone genau beobachtet, sodass viele Daten vorliegen, die man im Bezug auf mögliche Klimawandelszenarien auswerten kann.

¹ Hamburger-Bildungsserver §Klimawandel und andere Einflussfaktorenö www.klima-wissen.de

² Hamburger-Bildungsserver §Klimawandel und andere Einflussfaktorenö www.klima-wissen.de

³ Hamburger-Bildungsserver §Klimawandel und andere Einflussfaktorenö www.klima-wissen.de

⁴ Hamburger-Bildungsserver §Die afrikanische Landwirtschaft im Klimawandelö www.klima-wissen.de

In den Sahelländern ist die Landwirtschaft der größte ökonomische Faktor. Ihre Produktivität ist neben der Ressource Wasser auch abhängig von der Bodenqualität, die wegen geringer Wasserspeicherfähigkeit sowie niedrigem Nährstoff- und Humusgehalt gering ist. Durch zunehmende, anthropogen und klimatisch bedingte Desertifikation geht bewirtschaftbare Landfläche verloren. Auch abnehmende Niederschlagsmengen verringern die landwirtschaftlichen Erträge⁵, während gleichzeitig durch Bevölkerungswachstum der Nahrungsbedarf steigt. So ist zu erwarten, dass der Klimawandel die Situation in der Sahelzone in Bezug auf die Nahrungssicherheit weiter verschärfen wird.

2. Die Sahelzone

2.1. Geografische Lage

Der Sahel ist eine Übergangszone zwischen Wüstengebieten im Norden (südlich der Sahara) und tropischem Regenwald im Süden der Region.



(Abb. 3 .Geografische Lage der Sahelzone in Afrika (in blau)⁶)

Die Sahelzone verläuft von der West- bis zur Ostküste Afrikas an der südlichen Seite der Sahara über eine Länge von etwa 4000 km und hat eine Breite von ca. 300 km. Sie erstreckt sich über die Länder Senegal, Mauretanien, Mali, Burkina Faso, Niger, Nigeria, Tschad,

⁵ Projekt silikatische Wasserspeichertechnologie für sandige Böden in der Sahelzone (2006)

⁶ Wikipedia-Bilddatenbank: Wikipedia - Artikel: Sahelzone

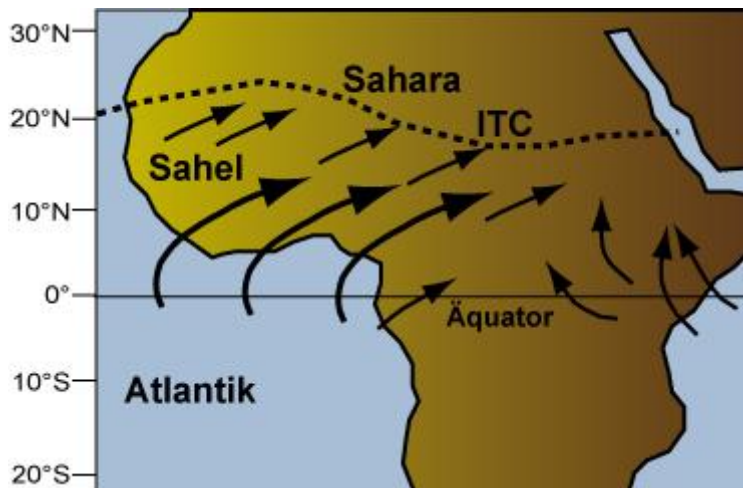
Sudan, Somalia, Äthiopien sowie Eritrea. Die Gesamtfläche beträgt 5,4 Millionen Quadratkilometer mit ca. 50 Millionen Einwohnern.⁷

Die natürliche Vegetation besteht hauptsächlich aus Sträuchern, Büschen, Gras- und Weideland, sowie verstreut wachsenden Bäumen (Akazien, Baobab).⁸ Die Dorn- und Trockensavanne im Norden verdichtet sich in Richtung Süden über eine Strauch- zur Feuchtsavanne. Der Sahel stellt ein ideales Weideland für die Herdentiere der nomadischen Viehzüchter dar.

2.2. Klima

Die Regenzeit im Sahel konzentriert sich auf die Monate Juni bis Oktober⁹ mit Niederschlagsmengen von 200-600 mm pro Quadratmeter. Die Variation ist dabei allerdings sehr hoch (15- 30 %) und es treten immer wieder Dürrejahre auf.¹⁰ Die höchsten Temperaturen von 30 °C bis 35 °C treten im April/Mai und September/Oktober auf, im Winter beträgt die Temperatur 20 °C bis 25 °C.

Niederschläge entstehen durch Verlagerung der innertropischen Konvergenzzone (ITCZ) nach Norden¹¹ (s. Abb.4). So können sich der Südostpassat mit tropischen äquatorialen Tiefs und ebenso der Südostmonsun mit feuchten Luftmassen aus dem indischen Ozean nördlich des Äquators als Sommermonsun abregnen. Wieweit Niederschläge ins Sahelgebiet vordringen, ist abhängig von den Temperatur- und Luftdruckunterschieden zwischen Ozean und Kontinent, die Niederschlagsvariabilität kann dabei sehr hoch sein (s.u. Abb. 5).



(Abb. 4: Monsunwinde (Pfeile) und ITC (gestrichelte Linie im Nord-Sommer über Afrika.¹²)

⁷ Millennium Ecosystem Assessment report on Ecosystems and Human Well-Being Desertification Synthesis. (2008)

⁸ Syngenta. Foundation, 2011

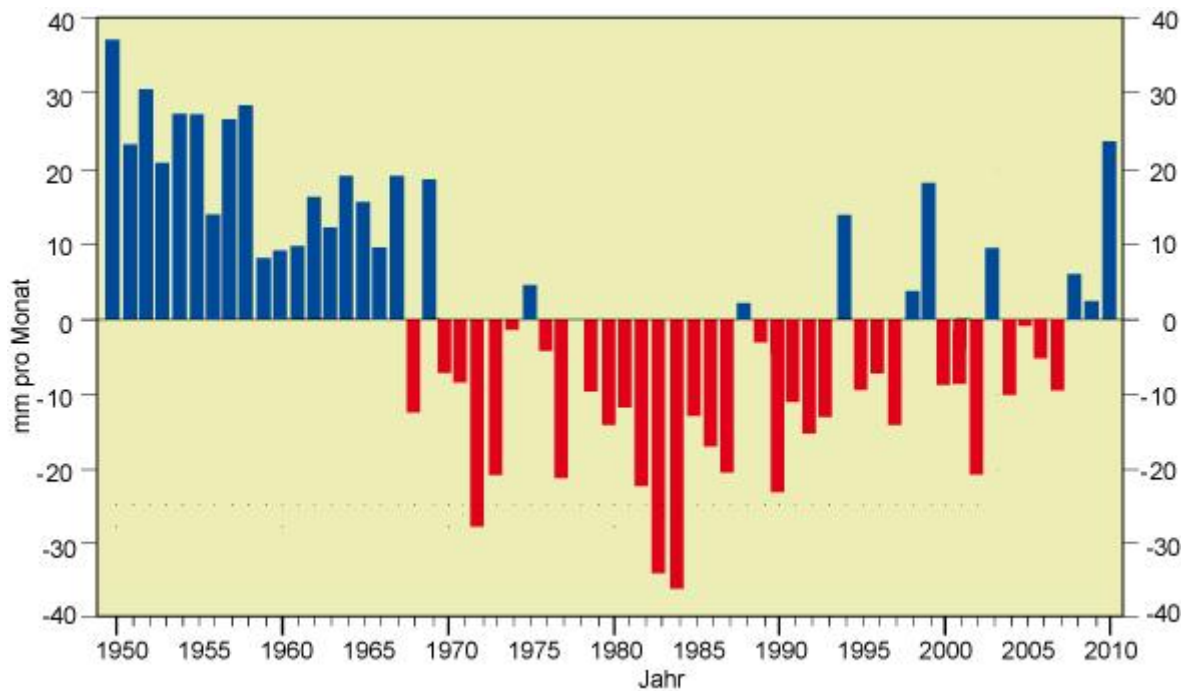
⁹ Franzikaneum -Facharbeit, 2005: Geografische und gesellschaftliche Hintergründe des Hungers in der Sahelzone. Geografische Grundlagen: Klima, Bodenbedingungen und Wasserhaushalt im Sahel

¹⁰ Bericht United Nation Environmental Programme, 2002

¹¹ Haack Weltatlas online, 2009, S.168 Abb.1

¹² Klimawandel-Wiki: §Sahel-Dürreö (2011)

In der folgenden Grafik (Abb. 5) sind die Niederschlagsmittelwerte der Regenzeitmonate Juni bis Oktober für die Jahre 1950 bis 2011 dargestellt. Die höchsten negativen Abweichungen befanden sich in den 1970er und 1980er Jahren, in denen auch große Dürren stattfanden. Ebenso veranschaulicht diese Grafik den Trend, dass Jahre mit unterdurchschnittlichen Niederschlagswerten seit 1970 zunehmen.



(Abb. 5: Abweichungen der Niederschlagsmittelwerte der Regenzeitmonate Juni bis Oktober für die Jahre 1950 bis 2010.¹³)

Die Temperatur- und Luftdruckdifferenz zwischen Ozean und Kontinent kann sich durch eine Erhöhung der Ozeantemperaturen verringern. Die Dürre im Sahel in den 1970er und 1980er Jahren ging tatsächlich mit einer starken Erwärmung des Indischen Ozeans einher. Dadurch verringerte sich der Gegensatz zwischen dem warmen Land und dem kühlen Ozean und den davon abhängigen Luftdruckverhältnissen, und die Regen bringenden feuchten Luftmassen vom Indischen Ozean drangen weniger weit ins Landesinnere vor.¹⁴

¹³ Klimawandel-Wiki: §Sahel-Dürreö (2011)

¹⁴ Klimawandel-Wiki: §Desertifikation und Klimawandelö (2011)

3. Landwirtschaft in der Sahelzone

Die Hauptkomponenten der Landwirtschaft sind Ackerbau und Viehzucht. Neben dem Anbau von Maniok, Bataten und Jams zur Selbstversorgung wird überwiegend Hirseanbau betrieben.

3.1. Hirseanbau

Im Niger z.B. werden 90% der Anbauflächen mit Hirse als Hauptkultur bewirtschaftet. Auch die sog. Beiprodukte der Hirse, die abgeernteten Halme und Stroh, stellen als Viehfutter oder als Bau- und Brennmaterial wichtige Rohmaterialien dar. Der durchschnittliche Hirseertrag in Niger beträgt 300 bis 400 kg/ha.¹⁵

Hirse gehört botanisch zu den Süßgräsern, wie auch andere Getreidearten, z. B. Weizen, Reis, Mais und Gerste. Sorghumhirse (s.u.) ist wirtschaftlich nach diesen Anbaufrüchten weltweit das 5. bedeutendste Getreide. Hirse tritt hauptsächlich in ariden und semiariden Gebieten auf.¹⁶ Es gibt ca. 12 Gattungen und alle Hirsearten können in folgende zwei Hauptgruppen eingeteilt werden.

3.1.1. Millethirsen

Zu diesen Sorten gehören die meisten Arten, wie z. B. Rispenhirse (*Panicum*), Kolbenhirse (*Setaria*), Perlhirse (*Pennisetum*). Diese Arten sind kleinkörnig, haben eine Wuchshöhe 0,80 ó 1,20 m (auch 2,0m sind möglich). Perlhirse ist geeignet für die sandigen und sauren Böden, die nur wenig Wasser und Nährstoffe speichern. Die Kolben können Kornerträge von 200 bis mehr als 2.000 Kilogramm pro Hektar liefern, aber die Erträge sind meist gering. Der in den vergangenen Jahren tatsächlich erreichte Ertrag liegt nach Angaben der Welternährungsorganisation (FAO) in Niger bei 300 Kilogramm pro Hektar¹⁷

3.1.2. Sorghumhirse

Sorghumhirse (*Sorghum bicolor*), auch Durra genannt, diese Art hat deutlich größere Körner als Perlhirse und sie erreichen Wuchshöhen von bis zu 5 m.¹⁸ Sorghum- Hirse ist ökologisch besonders gut an heiße und trockene Standorte angepasst, an Gebiete, die für Maisanbau ungeeignet sind. Sorghum wächst auch auf Böden unterschiedlichster Qualität.

¹⁵ Ernährungssicherung im Westafrikanischen Sahel durch Erosionsbekämpfung und standortgerechten Nährstoffeinsatz (1996)

¹⁶ Syngenta Foundation (2011)

¹⁷ FAO: Sahelzone - Auf Trockenheit muss kein Hunger folgen

¹⁸ Lehrbuch der Botanik S.484 (1978)

4. Anbau und Nahrungsmittelversorgung

Die derzeitige Situation der Landwirtschaft im Sahel ist gekennzeichnet durch Übernutzung der Ressourcen Ackerland und Wasser. Die Flächen, welche für Ackerbau verwendet werden, haben sich seit 1960 mehr als verdoppelt. Dennoch ist die Steigerungsrate der Nahrungsmittelproduktion seit den sechziger Jahren geringer als die der rasch anwachsenden Bevölkerung.¹⁹

Der Bedarf an steigenden Ernteerträgen hat zu einer Ausbreitung von Ackerland auf Flächen geführt, die eigentlich nicht dafür geeignet sind, was in trockenen Jahren zur Erosion der Ackerböden führen kann.²⁰

In der weltweiten Rangliste aller Sorghum-Produzenten, von der USDA (United States Department of Agriculture) herausgegeben, sind die Sahel-Länder Nigeria, Sudan, Äthiopien, Burkina Faso und Niger unter den ersten 15 Ländern mit einem Anteil von insgesamt 33,84 % an Weltproduktion 2008/09 vertreten.²¹ Dennoch ist eine Selbstversorgung dieser Region in Zukunft nicht gewährleistet.²²

Der durchschnittliche Hirse-Ertrag in Nordafrika liegt bei umgerechnet 430 kg/ha. Weite Gebiete im Sahel erwirtschaften dagegen Hirseerträge, die z.T. deutlich unter dem weniger als 50% Landesdurchschnitt liegen.²² Dazu gehören u.a. der südliche Sudan, südliches Nigeria, südliches Mali, Burkina Faso und Gebiete im Senegal. Niedrige Niederschläge können die Hirseerträge um ca. 40 % mindern²³.

Theoretisch möglich sind Hirseerträge von bis 2000 kg/ha (2,0 t/ha), doch diese werden im Sahel nicht erreicht.²⁴

¹⁹ Ernährungssicherung im Westafrikanischen Sahel durch Erosionsbekämpfung und standortgerechten Nährstoffeinsatz" (1996)

²⁰ United Nations Environmental Programme (UNEP), World Agroforestry Center. Climate Change and Variability in the Sahel Region: Impacts and Adaptation Strategies in the Agricultural Sector.(2002)

²¹ USDA (United States Department of Agriculture): Foreign Agricultural Service ó Production, Supply and Distribution (2002)

²² Total rainfall and crop yield forecast maps. FAO-Bericht (2002)

²³ Sozio-ökonomische Wirkungen der Anlage von Steinkonturwällen in kleinbäuerlichen Betrieben der Provinz am/Burkina Faso (1998)

²⁴ Sahelzone- Auf Trockenheit muss kein Hunger folgen

5. Welche Auswirkungen ergeben sich auf den Hirseanbau durch den Klimawandel

In dem IPCC-Bericht 2001 zum Klimawandel im 21. Jahrhundert wird für Afrika eine Temperaturerhöhung in 0,2°C bis 0,5 °C pro Dekade prognostiziert, d.h. die Temperatur am Ende des 21. Jahrhunderts wird 2 °C ó 5 °C, bzw. 2050 1 °C ó 2,5 °C höher sein als heute. Wobei die Erwärmung in den ariden Gebieten stärker ausfällt.²⁵

Für den Hirseanbau ergibt sich folgende Situation. Durch die Temperaturerhöhung fallen die Niederschläge weiterhin niedriger aus, auch die Verdunstungsraten steigen. Die Ackerböden werden allgemein trockener, die Bodenkrume verdichtet sich. Das hat u.a. eine sog. Bodendegradation zur Folge, in der sich die Chemie der Ackerböden so verändert, dass den Pflanzen weniger Nährstoffe, insbesondere Phosphat und Stickstoff, zur Verfügung stehen.²⁶ So werden eine schlechtere Wasser- und Nährstoffversorgung zu einer Ertragsminderung im Hirseanbau führen. Bei einem Mangel an Nährstoffen und Wasser ist die Wachstumsphase, in der die Hirsepflanzen auch auf andere Umweltfaktoren, wie z.B. Sandstürme und Hitze empfindlich reagieren, stark verlängert. Wenn die Regenzeit nicht lange genug anhält, um die Hirsekolben noch reif werden zu lassen, führt das sogar zu Ernteverlusten²⁷.

Weitere Beeinträchtigungen sind durch fortschreitende Desertifikation möglich. In diesem Prozess verringert sich zudem die Dichte der natürlichen Vegetation, so dass u.a. auch weitere Erosion möglich wird. Insgesamt stellt dieser Vorgang eine sich selbstverschärfende Situation dar.²⁴ So sind in der südlichen Sahelzone des Niger Winderosion und der extreme Phosphormangel der Böden ebenfalls Hindernisse für die notwendige Ertragssteigerung von Perlhirse.²⁸

Nach den Dürren und Hungersnöten der 1970er Jahre wurde hauptsächlich die Übernutzung, z.B. Abholzung und zu intensive Ackerlandnutzung dafür verantwortlich gemacht. Heute weiß man, dass diese Faktoren nur in Rückkopplungen mit dem Klima eine Rolle spielen.²⁸

Für den Einfluss des Klimas auf die Landwirtschaft ist es aber von Bedeutung, wie die Niederschläge räumlich und zeitlich verteilt sind.

Wie in Kapitel 2 beschrieben, wird durch die Lage der ITCZ (innertropische Konvergenz) während der Regenzeit bestimmt, in welchen Regionen Niederschläge stattfinden und wie

²⁵ Bodendegradation in der Sahel-Zone/Mali und versuchte Maßnahmen dagegen. (2005)

²⁶ Scheffer/Schachtschnabel: Lehrbuch der Bodenkunde (2010)

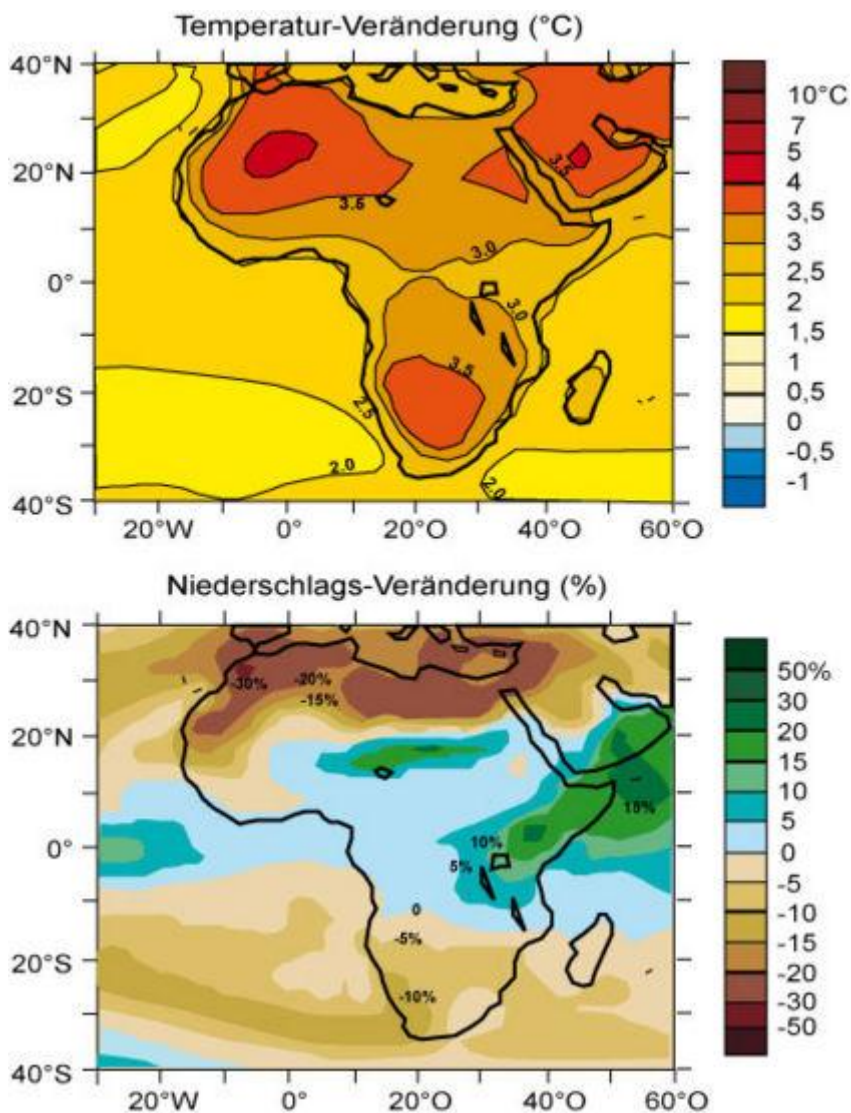
²⁷ Sahelzone - Auf Trockenheit muss kein Hunger folgen (2005)

²⁸ Klimawandel-Wiki: Sahel-Dürre (2011)

stark diese ausfallen. Und genau das ist entscheidend für die Hirseerträge. Beim Hirseanbau wird meistens Trockenfeldbau betrieben, in dem nicht zusätzlich bewässert wird. Für das Gedeihen der Pflanzen muss der Regen also zur richtigen Zeit und in ausreichender Menge fallen, damit die Körner der Hirse in guter Qualität und Ertrag ausreifen können.

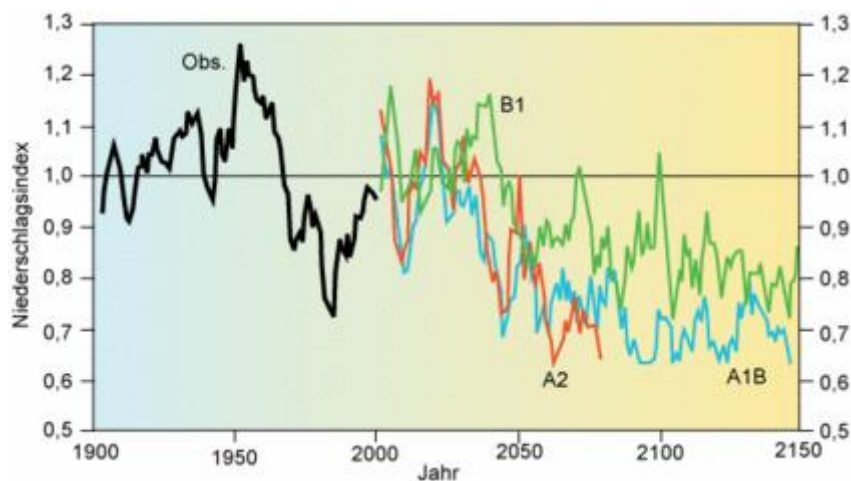
6. Fazit und Ausblick

Die Klimaszenarien in der Abbildung 6 zeigen für die Sahelzone (südlich des 20. Breitengrades gelegen) eine durchschnittliche Temperaturerhöhung von 3 °C. Die jährlichen durchschnittlichen Niederschläge verändern sich in diesem Modell kaum, steigen eher leicht an. Das scheint der in Kapitel 2 (s. Abb.5, S.6) festgestellten Entwicklung und in der Abbildung 7 (S.11) dargestellten Prognose bis 2050 der abnehmenden Niederschläge zu widersprechen.



(Abb. 6: Temperatur und Niederschlagsänderungen in Afrika bis 2100. Modellsimulation nach dem Szenario A1B des Weltklimarats IPCC: Veränderung der Jahrestemperaturen und Jahresniederschläge 2080-2099 im Vergleich zu 1980-1999.²⁹⁾)

In diesem Trend zeigte sich, dass in den Regenzeitmonaten (Juni bis Oktober) seit den 1970er Jahren unterdurchschnittliche Regenmengen häufiger auftreten und auch die jährlichen die Niederschlagsmengen sinken. Wie in Kapitel 2 beschrieben, sind die Niederschläge abhängig von der jahreszeitlichen Verschiebung der innertropischen Konvergenzzone (ITCZ), die stark durch die Temperatur- und Druckverhältnisse über den benachbarten Ozeanen bestimmt wird, die wiederum von den globalen Klimaveränderungen abhängen. Projektionen im Hinblick auf eine globale Erwärmung im 21. Jahrhundert können allerdings sehr unterschiedlich ausfallen.³⁰



(Abb. 7: Beobachteter und entsprechend den Szenarien des Weltklimarats IPCC (B1, A1B und A2) prognostizierter Niederschlag im Sahel.³¹⁾)

Wie in Kapitel 2 beschrieben, ist die hohe Variabilität der Niederschlagsverteilung problematisch für die Landwirtschaft. So können Starkregenereignisse örtlich sogar zu Überschwemmungen führen, während in einer anderen Region der Regen ganz ausbleibt. Ich meine, dass der in Abb. 5 (S.6) und Abb. 6 (S.10) dargestellte Trend der abnehmenden Niederschläge für die landwirtschaftlichen Erträge bestimmend ist.³²

²⁹ Klimawandel-Wiki: §Desertifikation und Klimawandelö (2011)

³⁰ Klimawandel-Wiki: §Desertifikation und Klimawandelö (2011)

³¹ Klimawandel-Wiki:§Sahel-Dürreö (2011)

³² Bodendegradation in der Sahel-Zone/Mali und versuchte Maßnahmen dagegen. (2005)

³² Haack Weltatlas online, Infoblatt Sahelzone (2006)

Es hat zwar schon immer natürlicherweise Dürren im Sahel gegeben, doch bei traditioneller Landnutzung, die sich seit den 1960er Jahren stark verändert hat und günstigeren klimatischen Bedingungen als heute, konnten sich die Vegetation und die Böden regenerieren.

§Durch unangepasste landwirtschaftliche Nutzung in der Sahelzone entstand allein in den letzten 50 Jahren ein Verlust von 800.000 km² ö.³³

Heute ist die Lage so, dass Ackerbauern im östlichen Sahel bei verminderter Bodenproduktivität die Äcker intensiver bewirtschaften oder auf andere, weniger geeignete Flächen, die in Gebieten mit ungünstigen klimatischen Bedingungen liegen, ausweichen. Dieses Verhalten begünstigt langfristig Bodendegradation mit den in Kapitel 5 genannten Folgen.³⁴

Auch in der Viehwirtschaft hat sich die Situation so verändert, dass es keine Nomadenhirten mehr gibt und damit Wasser- und Weidenutzung intensiviert wurde. Dadurch steigen der Bedarf und die z.B. durch Brunnen entnommenen Wassermengen. Obwohl es in den letzten Jahren immer wieder im östlichen Sahel zu Überschwemmungen nach Starkregenereignissen kam, verringerte sich die verfügbare Wassermenge.

Hirse ist das Hauptnahrungsmittel der Menschen im Sahel, sodass die Erträge aus dem Hirseanbau eine wichtige Rolle für Nahrungssicherheit darstellt. Der Klimawandel wird also zu einer Verschärfung der Lage in der Sahelzone führen, wenn dadurch für die Nahrungsmittelversorgung einer wachsenden Bevölkerung keine ausreichenden Hirseerträge erzielt werden können. Da sich die klimatischen Bedingungen wahrscheinlich sehr bald nicht ändern, ist es für die Nahrungsmittelsicherheit der Sahelzone dringend erforderlich, dass sich die Menschen an die Folgen des Klimawandels anpassen.³⁵ Das wird ein schwieriger Prozess werden, da es u.a. kulturell bedingt kein Verständnis für nachhaltige Landwirtschaft gibt. Folgende mögliche Maßnahmen können einer die Ernährungslage verschlechternden Entwicklung entgegenwirken³⁶: gegen Winderosion das Bedecken ("Mulchen") der Bodenoberfläche mit Pflanzenresten, dem Anpflanzen von Windschutzhecken oder öwällen^{37,38}, Mischkultur oder abwechselnder Anbau mit Leguminosen, wie z.B. der Augenbohne zur

³⁴ Haack Weltatlas Online; Infoblatt Sahelzone (2006)

³⁴ Desertifikation und ihre gesundheitlichen Folgen (2005)

³⁵ United Nations Environmental Programme (UNEP), World Agroforestry Center. Climate Change and Variability in the Sahel Region: Impacts and Adaptation Strategies in the Agricultural Sector. (2002)

³⁶ Streiffeler, Friedhelm; Chmielewski, Frank-M. (Projektleiter) 200.: Bodendegradation in der Sahel-Zone/Mali und versuchte Maßnahmen dagegen. Projektbericht der Mali-Exkursion(2005)

³⁷ Sahelzone Auf Trockenheit muß kein Hunger folgen (2005)

³⁸ Sozio-ökonomische Wirkungen der Anlage von Steinkonturwällen in kleinbäuerlichen Betrieben der Provinz Bam/Burkina Faso (1998)

Stickstofffixierung, Phosphatdüngung, Einsatz neuer, klimaangepasster und ertragreicher Hirsesorten und Wiederaufforstung

Eine besondere Rolle spielen dabei auch die wirtschaftliche Situation der Bevölkerung und damit ihre materiellen Voraussetzungen für eine nachhaltige Landwirtschaft.

Denn trotz aller wissenschaftlichen Erkenntnisse über das Klimageschehen und trotz aller technisch machbaren Mittel gegen die Folgen des Klimawandels, müssen die Menschen in den betroffenen Regionen wirtschaftlich und politisch in der Lage sein oder in die Lage versetzt werden, diese Möglichkeiten zu nutzen.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass die Folgen eines globalen Klimawandels, die die landwirtschaftlichen Erträge und damit die Nahrungssicherheit in den Sahelländern bedrohen, nicht mehr aufzuhalten sind. Die Bevölkerung in dieser Region sollte darauf vorbereitet werden, diesen Veränderungen gewachsen zu sein.³⁹

³⁹ Haack, Weltatlas Online; Infoblatt Sahelzone (2006)

6. Literatur

Bücher

Akthar-Schuster, Mariam: Desertifikation und ihre gesundheitlichen Folgen (2005) aus:
 Lozán, Jose-L.L: Warnsignal Klima (Hamburg, 2008)
 Scheffer/Schachtschnabel: Lehrbuch der Bodenkunde (2010)
 Straßburger: Lehrbuch der Botanik (1978), S.484.

Zeitschriften / Artikel

Benguereel, Philippe; Ott, Ruedi 1999: Traditionelle und moderne Technologien zur Boden und Wasserkonservierung im Sahelland Niger.

Franzikanem Facharbeit, 2005: Geografische und gesellschaftliche Hintergründe des Hungers in der Sahelzone. Geografische Grundlagen: Klima, Bodenbedingungen und Wasserhaushalt im Sahel.

Haigis, Jörg 2004: Sozio-ökonomische Beurteilung von Innovationen: Untersuchungen über die Innovationenakzeptanz auf Betriebs-Haushaltsebene in Niger Dissertation.

J. P. A. Lamers, A. C: Bürkert und K. Michels : "Ernährungssicherung im Westafrikanischen Sahel durch Erosionsbekämpfung und standortgerechten Nährstoffeinsatz", Dissertation an der Universität Hohenheim. Josef G. Knoll-Wissenschaftspreis 1996.

Internetquellen

Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie, Abteilung für Energie- und Umweltfragen, Wien. 2006: Projekt Silikatische Wasserspeichertechnologie für sandige Böden in der Sahelzone.

<http://www.nachhaltigwirtschaften.at/publikationen/forschungsforum/061/teil1.de.html>.
 (15. und 27.11.2011)

Haack Weltatlas online, 2009, S.168, Abb.1,

Haack Weltatlas online, Infoblatt Sahelzone 2006.

http://www.klett.de/sixcms/list.php?page=infothek_artikel&extra=Haack%20Weltatlas-Online&artikel_id=120829&inhalt=kss_klett01.c.139751.de (27.11.2011)

Sahel Weather and Crop Situation Report - Global Information and Early Warning System on food and agriculture Report No. 5, 10 October 2002.

<http://www.fao.org/docrep/005/y7738e/y7738e00.htm> (27.11.2011)

Franziskanerium ó Facharbeit, 2005: Geografische und gesellschaftliche Hintergründe des Hungers in der Sahelzone. Geografische Grundlagen: Klima, Bodenbedingungen und Wasserhaushalt im Sahel

<http://www.franziskanerium.de/unterricht/facharbeiten/2004/inf4/schmidtka/kapitel12.html> (27.11.2011)

Janowiak, J. E., 1988: An investigation of interannual rainfall variability in Africa. *J. Climate*, 1, 240-255 : <http://jisao.washington.edu/data/sahel/> (15.11.2011)

Kandji, S.; Verchot, L.; Mackensen, J., 2002: United Nations Environmental Programme (UNEP), World Agroforestry Center. Climate Change and Variability in the Sahel Region: Impacts and Adaptation Strategies in the Agricultural Sector.

<http://www.unep.org/ecosystemmanagement/Portals/7/Documents/ClimateChangeSahelCombine.pdf>

Kasang , Dieter, 2011: Die afrikanische Landwirtschaft im Klimawandel.

<http://bildungsserver.hamburg.de/klimawandel-und-landwirtschaft-nav/2205328/landwirtschaft-afrika.html> (15.1.2011)

Kasang, Dieter, 2011: Klimawandel und andere Einflussfaktoren

bildungsserver.hamburg.de/klimawandel-und-landwirtschaft-nav/2202348/klimawandel-einflussfaktoren.html. (15.11.2011)

Kasang , Dieter, 2011: Folgen für die globale Produktion.

bildungsserver.hamburg.de/klimawandel-und-landwirtschaft-nav/2205326/globale-produktion.html. (15.11.2011)

Klimawandel-Wiki ó Artikel: Sahel-Dürren

<http://wiki.bildungsserver.de/klimawandel/index.php/Sahel>

Klimawandel-Wiki ó Artikel: Klimawandel und andere Einflussfaktoren.

http://wiki.bildungsserver.de/klimawandel/index.php/Desertifikation_und_Klimawandel. (15.10.2011)

Kunze, Dagmar, 2004: Sozio-ökonomische Wirkungen der Anlage von Steinkonturwällen in kleinbäuerlichen Betrieben der Provinz Bam/Burkina Faso. Dissertation.

[http:// books.google.de/books](http://books.google.de/books) (27.11.2011)

Michels, Karlheinz; Lamers, John; Studer, Christoph: Sahelzone Auf Trockenheit muss kein Hunger folgen, F.A.Z. vom 6. 10.2005

<http://www.faz.net/aktuell/gesellschaft/umwelt/sahelzone-auf-trockenheit-muss-kein-hunger-folgen-1277669.html> (15.11.2011)

Millennium Ecosystem Assessment report on Ecosystems and Human Well-Being
Desertification Synthesis. Aus: Environmental science in the 21th century: an online Textbook
(15.11.2011)

Mitchell, Todd , 2011: Sahel rainfall index.

<http://jisao.washington.edu/data/sahel/> (15.11.2011)

Streffeler, Friedhelm; Chmielewski, Frank-M. (Projektleiter), 2002: Bodendegradation in der Sahel-Zone/Mali und versuchte Maßnahmen dagegen. Projektbericht der Mali-Exkursion 2001. [http://www.agrar.hu-](http://www.agrar.hu-berlin.de/fakultaet/departments/dntw/agrarmet/forschung/fp/malibericht.pdf)

[berlin.de/fakultaet/departments/dntw/agrarmet/forschung/fp/malibericht.pdf](http://www.agrar.hu-berlin.de/fakultaet/departments/dntw/agrarmet/forschung/fp/malibericht.pdf)

Stewart, Robert; Department of Geosciences, Texas A&M University, 2008:

Desertification In The Sahel. <http://oceanworld.tamu.edu/resources/environment-book/desertificationinsahel.html> (27.11.2011)

Syngenta. Foundation, 2011: Bericht United Nation Environmental Programme, 2002. Sahel-Dürre. <http://www.syngentafoundation.org>. ((15.11.2011)

USDA (United States Department of Agriculture): Foreign Agricultural Service ó Production, Supply and Distribution Online: <http://www.weltagrabericht.de/cgi-bin/search.pl?Terms=sahel&Realm=All&Match=0> . (27.11.2011)