

Der indische Sommermonsun

**Von
Lisa Hölck
und
Sophie Torkuhl**

Inhalt

1	Einführung	2
2	Klimaphänomen Monsun.....	3
2.1	Entstehung des Monsun.....	3
2.1.1	ENSO.....	4
2.1.2	Dunst.....	5
3	Datenanalyse	6
3.1	Vorstellung der Untersuchungspunkte	6
3.2	Lufttemperatur	7
3.3	Verdunstung.....	9
3.4	Niederschlag	11
3.5	Auswertung der Daten.....	13
4	Antwort auf die Leitfrage.....	15
5	Quellenverzeichnis	16

1 Einführung

Zur Findung unseres Themas, mussten wir zunächst die Entscheidung fällen, ob wir eine globale oder lokale klimabedingte Entwicklung untersucht wollen. Diese Entscheidung haben wir mit Hilfe folgender Frage getroffen: Bei welchem Thema lässt sich ein interessantes Ergebnis erwarten. Schließlich haben wir uns für unsere Klimaprojektarbeit das Thema Indischer Sommermonsun ausgesucht, weil sowohl eine Verstärkung als auch eine Schwächung der mitbringenden Regenfälle lebensbedrohliche Folgen für die betroffenen Menschen haben kann. Eine Verstärkung des Monsuns führt zu Überschwemmungen der dortigen Wohngebiete, eine Schwächung hat Dürreperioden und daraus resultierende Ernteaussfälle zur Folge. Der Monsun ist bereits heutzutage ein extremes Wetter-Phänomen und beeinflusst die globalen Klimaentwicklungen und Phänomene erheblich. Daher haben wir die Vermutung aufgestellt, dass eine Veränderung des globalen Klimas auch eine folgenreiche Verstärkung des indischen Sommermonsuns hervorrufen könnte. Aus diesen Überlegungen ist unsere Leitfrage entstanden:

Indien - Flucht vor dem Monsun?

Führt die Klimaerwärmung zur Unbewohnbarkeit von Teilen des indischen Sommermonsungebietes?

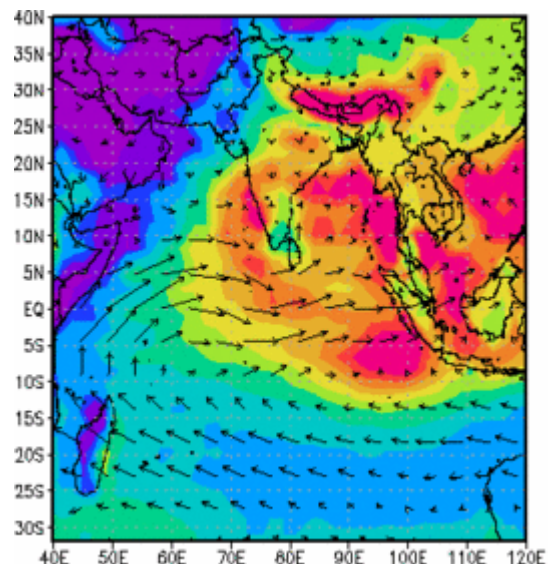
Dieser Frage werden wir in unserem Bericht detailliert nachgehen und mit Hilfe der Datensätze des Hamburger Bildungsservers hoffentlich zu einem spannenden Ergebnis kommen.

2 Klimaphänomen Monsun

2.1 Entstehung des Monsun

Ein Monsun entsteht unter bestimmten Voraussetzungen. Im Winter sorgen Fallwinde am Himalaya-Gebirge für ein stabiles Hochdruckgebiet über Nord-Zentralindien, die den sogenannten Wintermonsun hervorrufen. Durch Erwärmung der Luftmasse in den Sommermonaten verwandelt sich dieses durch die aufsteigenden Luftmassen in ein Bodentief. Die Folge ist, dass Luftmassen vom Indischen Ozean ungehindert, sogar vom Tiefdruckgebiet angesogen, auf den indischen Subkontinent zuströmen. Das Einströmen der Luftmassen aus dem Süden bedeutet somit gleichzeitig den Rückzug des Wintermonsuns. Die beiden Wetterphänomene stehen also in einem engen Zusammenhang und führen eine Art Zusammenspiel, indem sie sich gegenseitig ablösen. Die erste und direkte Folge dieses Phänomens sind starke Winde, die man auch als Passate aus dem Südwesten verstehen kann. Die warmen feuchten Luftmassen bringen zudem starke Regenfälle mit sich. Die Niederschläge halten monatelang an, deshalb nennt man die Sommermonsunzeit auch Regenzeit. Diese Regenfälle können verstärkt beziehungsweise besonders auf einen Punkt konzentriert werden, wenn sie auf größere Hindernisse, beispielsweise Gebirge, stoßen. Ein weiteres Problem ist, dass an Orten wo ein besonders hoher Niederschlag vorherrscht, die Regenmassen nicht schnell genug versickern können und durch Flüsse abgeführt oder aufgefangen werden. Die Folge daraus sind schwere Überschwemmungen, die verheerende Folgen für die dort lebende Bevölkerung mit sich bringen. Die vermehrte Waldrodung fördert zudem die Anfälligkeit für Bodenerosionen und die genannten Überschwemmungen. Für Indien ist der Sommermonsun allerdings nicht nur Fluch, sondern auch Segen. Weil der Wintermonsun sehr trocken ist und Indien noch immer hauptsächlich ein Agrarland ist, sind die Regenfälle, die der Monsun mit sich bringt für eine ertragreiche Ernte unabdingbar.

Der Sommermonsun setzt je nach Wetterlage zwischen Juni und Juli ein und hält dann bis September oder gar Oktober an.



Strömungsbild des Indischen Sommermonsuns
(http://wiki.bildungsserver.de/klimawandel/index.php/Indischer_Monsun)

2.2. Äußere Einflüsse

2.1.1 ENSO

ENSO steht für El Niño Southern Oscillation, wobei der El Niño für eine ungewöhnliche Erwärmung im östlichen Pazifik und die Southern Oscillation für eine Luftdruckschwankung in der Atmosphäre steht. Dabei entsteht ein Schwanken des Druckunterschiedes zwischen dem Hochdruckgebiet im südöstlichen Pazifik und dem Tiefdruckgebiet im asiatisch-australischen Raum. Ist der Druckunterschied klein, entsteht ein El Niño, ist er hoch, entsteht eine La Niña. Zwischen zwei El Niño Ereignissen liegen in der Regel drei bis sieben Jahre, wobei es bis jetzt unmöglich ist, diese zuverlässig vorauszusagen. El Niño und La Niña entstehen durch die Wechselwirkungen von Ozean und Atmosphäre. Sie haben mit der tropischen Hadley-Zirkulation zu tun. Bei dieser steigen durch die Sonne erwärmte Luftmassen am Äquator auf, bewegen sich, aufgestiegen, polarwärts, sodass sie am Wendekreis wieder absinken und zum Äquator zurückströmen. Hier steigen sie wieder erneut auf. Die Strömungen von den Wendekreisen zum Äquator, auf der Nordhalbkugel von Nordosten, auf der Südhalbkugel von Südosten, sind die Passate. Sie treiben Meeresoberflächenströmungen an, die als Nord- und Süd-Äquatorialstrom in Ost-West-Richtung fließen. Die sich so nach Westen bewegenden Wassermassen erwärmen sich und die Luft darüber nimmt durch Verdunstung Feuchtigkeit auf. Durch die Westströmung steigt an der pazifischen Ostküste kaltes Wasser nach oben. Daraus entsteht ein Temperaturunterschied der Wasseroberflächentemperatur von 10° Celsius und mehr. Im australisch-indonesischen Raum entstehen über dem warmen Wasser starke Regenfälle, über dem Ostpazifik über dem kalten Wasser herrscht Trockenheit. Während eines El Niños verändert sich diese Zirkulation. Die Passatwinde werden geschwächt oder setzen teilweise ganz aus und werden durch Westwinde ersetzt. Dadurch wird weniger Oberflächenwasser nach Westen bewegt, wodurch sich das Wasser vor der südamerikanischen Küste um über 4° Celsius erwärmt, sodass der Temperaturunterschied von Ost- und Westpazifik geringer wird und die Passatwinde weiter abgeschwächt werden. Bei einem La Niña werden die normalen Verhältnisse verstärkt, der Luftdruckunterschied zwischen Ost- und Westpazifik und der Meeresoberfläche wird stärker, was wiederum die Passatwinde antreibt.

Für Indien und speziell für den Monsun bedeutet ENSO bei einem El Niño Ereignis eine Abschwächung des Monsuns bei einem La Niña Ereignis eine Verstärkung. Wie genau die Zusammenhänge zwischen ENSO und dem Monsun sind, ist unbekannt. Es gibt aber mehrere Denkansätze.

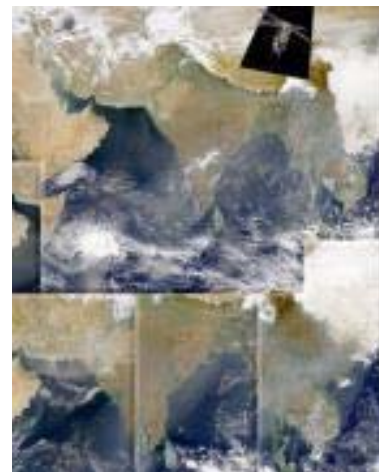
Einer davon besagt, dass der Temperaturunterschied zwischen Landmassen und Ozean durch die Erwärmung des westlichen Indischen Ozeans bei einem El Nino Ereignis verringert wird, sodass die Monsunintensität abnimmt.

Seit 1980 aber wird beobachtet, dass ENSO-Ereignisse kaum noch Einfluss auf die Monsunintensität haben. Das könnte unter anderem mit der Erwärmung des asiatischen Kontinents in den letzten Jahrzehnten zusammenhängen. Dadurch würde der Temperaturunterschied zwischen Land und Ozean nämlich wieder gleich sein und nicht geringer werden.

2.1.2 Dunst

Während des Wintermonsuns im Jahre 1999 zwischen Januar und März hat eine internationale Gruppe von Wissenschaftlern im Zuge des „INDian Ocean EXperiments“, kurz INDOEX, den Grad der Luftverschmutzung über dem Indischen Ozean untersucht. Ihre Ergebnisse haben sie 2001 in der amerikanischen Fachzeitschrift „Science“ veröffentlicht. Sie stellten eine deutlich zu hohe Luftverschmutzung über dem gesamten nördlichen Indischen Ozean fest. Die entstehende Dunstwolke, die auch auf der Abbildung rechts zu sehen ist, erklärt sich so, dass in Indien und den umliegenden asiatischen Ländern mehr als 2 Milliarden Menschen immer mehr Schadstoffen

produzieren, sie nennt sich daher Indo-asiatische Dunstschicht. Die nun während der sehr trockenen Wintermonsunzeit herrschenden Nordostwinde tragen die gesamten Schadstoffe hinaus über den Ozean. Diese Dunstwolke bedeckt eine Fläche von bis zu 10 Millionen Quadratkilometern und enthält die gesamten Emissionen des süd- und des südostasiatischen Raumes und besteht daher zu großen Teilen aus Ruß, was auch die teilweise dunkle Färbung erklärt. Dieser Dunst absorbiert einen großen Teil des Sonnenlichtes und führt sogar dazu, dass der Indische Ozean um etwa 15% weniger erwärmt wird. Dies führt zu einer Schwächung des Monsuns im Sommer, da weniger Wasser verdunstet und es weniger Niederschlag gibt. Welche Folgen eine solche Schwächung der Regenfälle während des Sommermonsuns zur Folge hat, werden wir bei der Beantwortung unserer Leitfrage noch näher erläutern. Geschätzt wird, dass ein Anteil der Aerosole von 85% auf die Aktivität des Menschen zurückgeht.

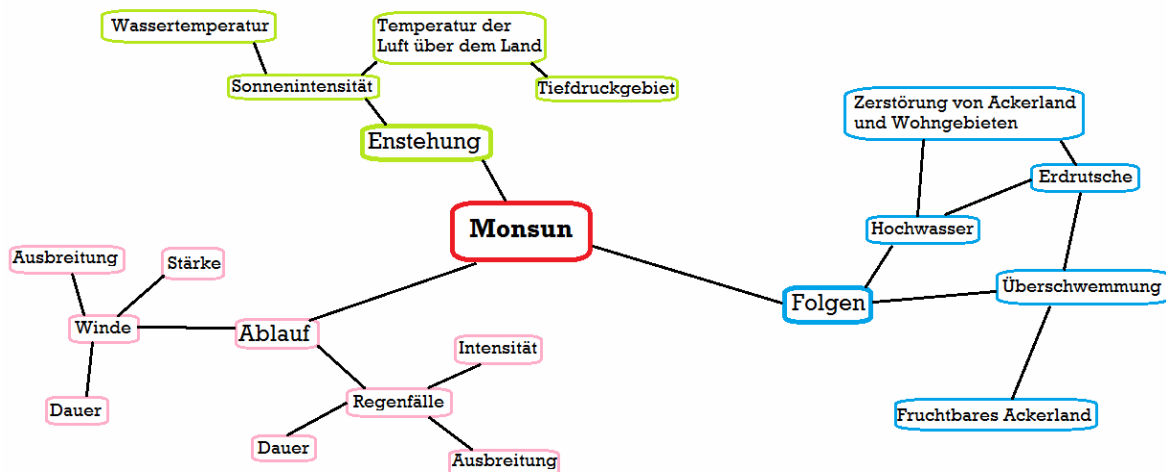


Grauer Dunst von Aerosolpartikeln über dem Indischen Ozean während des trockenen Monsuns (Januar bis März 1999). Das Bild in Echtfarben wurde aus Satellitenaufnahmen entwickelt (SeaWiFS Project, NASA/Goddard Space Flight Center, ORBIMAGE)

3 Datenanalyse

3.1 Vorstellung der Untersuchungspunkte

Indischer Monsun

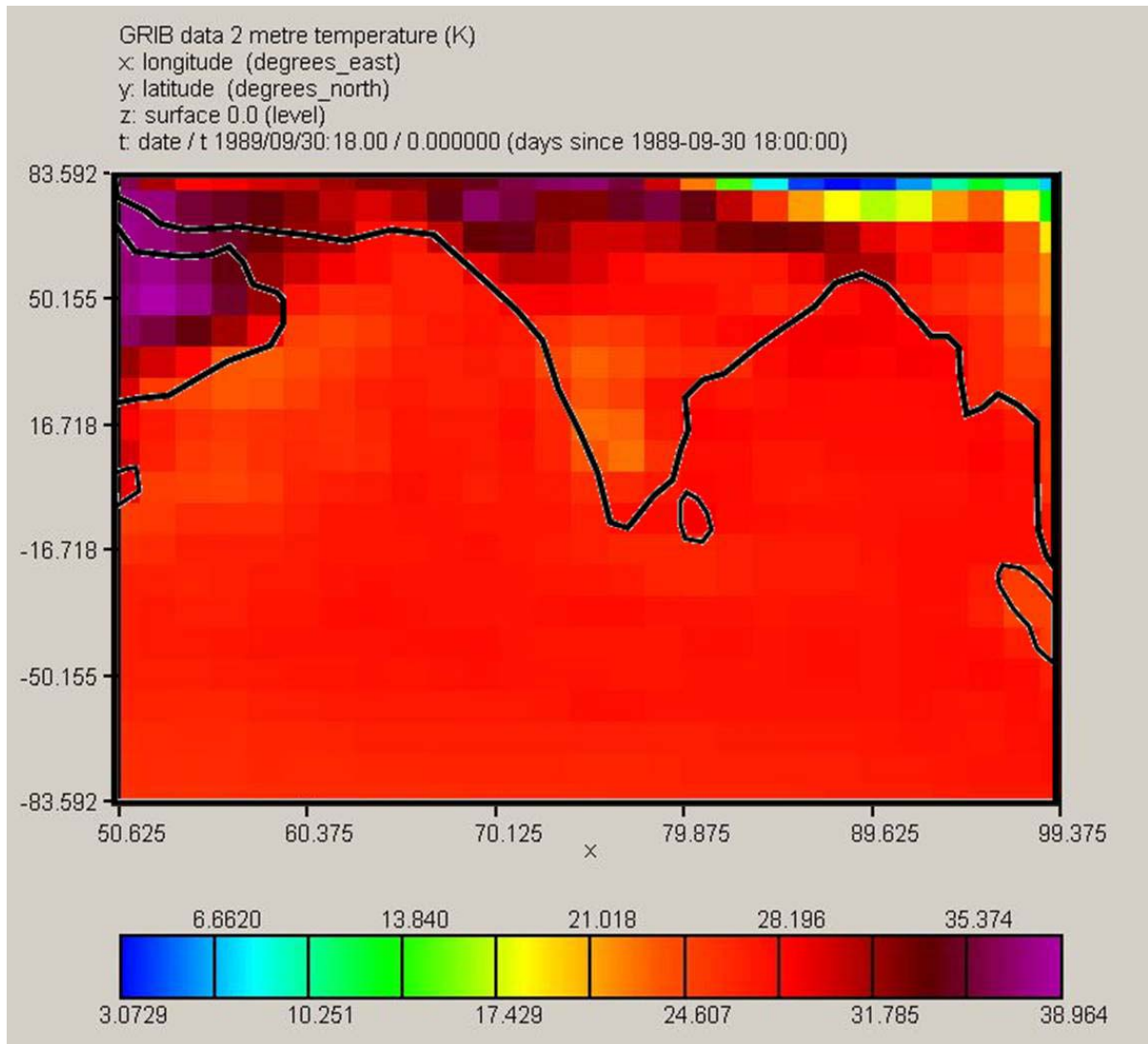


Nachdem wir uns ausführlicher mit dem indischen Sommermonsun auseinandergesetzt haben, sind wir zu dem Ergebnis gekommen, dass hauptsächlich die Regenfälle, sowohl für den Segen als auch für den Fluch des Monsun sorgen, daher haben wir uns auf diesen Bereich konzentriert. Hierfür untersuchen wir die Lufttemperatur über dem indischen Subkontinent, die Verdunstungsrate über dem indischen Ozean und die Niederschlagsmenge. Nach der Analyse der Daten hoffen wir die Auswirkungen abschätzen zu können und eine Antwort auf unsere Leitfrage zu finden.

Die untersuchten Daten sind jeweils Mittelwerte der Sommermonate Juni bis September. Sie beschreiben also ausschließlich die Sommermonsunzeit. Die Karten-Ausschnitte zeigen den Indischen Subkontinent sowie die umliegenden Meere. Die Werte der Vergangenheit beschreiben den Zeitraum zwischen 1960 und 1989. Die Differenzwerte beschreiben die Differenz zwischen den Werten der Vergangenheit aus den Jahren 1960 bis 1989 und den Werten nach dem Szenario A1B, die für die Jahre 2070 und 2099 erwartet werden. Das A1B Szenario ist ein globales Klimamodell und beruht auf der Annahme, dass fossile und nicht fossile Energiequellen in Zukunft ausgewogen genutzt werden. Zudem ist zu sagen, dass die Werte einem globalen Modell entnommen sind und keinem Regionalmodell, wie beispielsweise REMO und CLM, mit denen man genauere Voraussagen machen könnte.

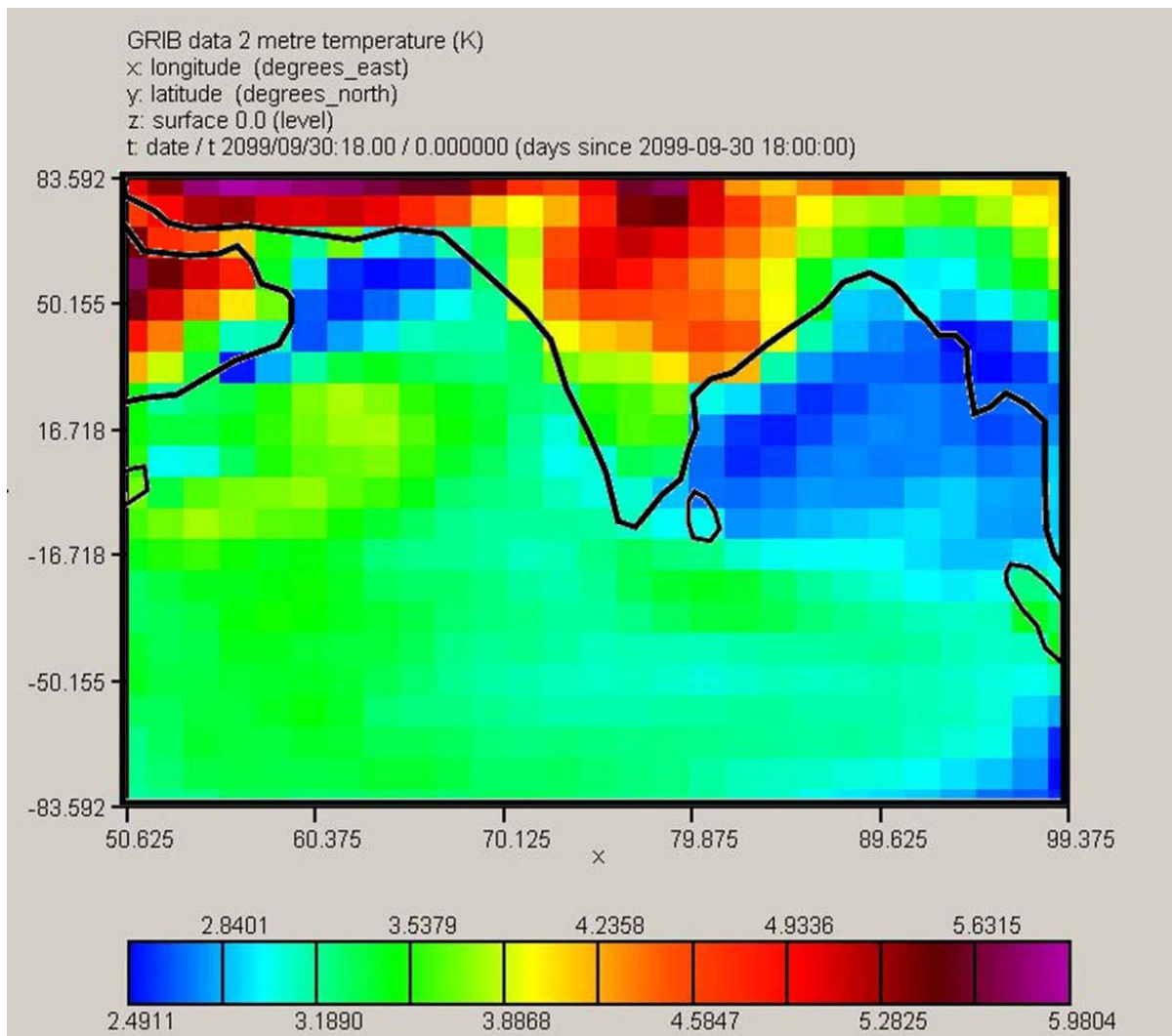
3.2 Lufttemperatur

Vergangenheit



Die Grafik zeigt die durchschnittliche Lufttemperatur 2m über der Oberfläche gemessen in Grad Celsius für die jüngste Vergangenheit. Eine blaue Färbung bedeutet hier eine Temperatur von 3°C, eine violette Färbung bedeutet eine Temperatur von 38°C, die Färbungen dazwischen dementsprechend die dazwischen liegenden Temperaturen. Über Indien und dem Ozean liegen die Temperaturen einheitlich zwischen 24°C und 28°C. Erst im Norden, Richtung Himalaya Gebirge, liegen die Temperaturen bei bis zu 35°C.

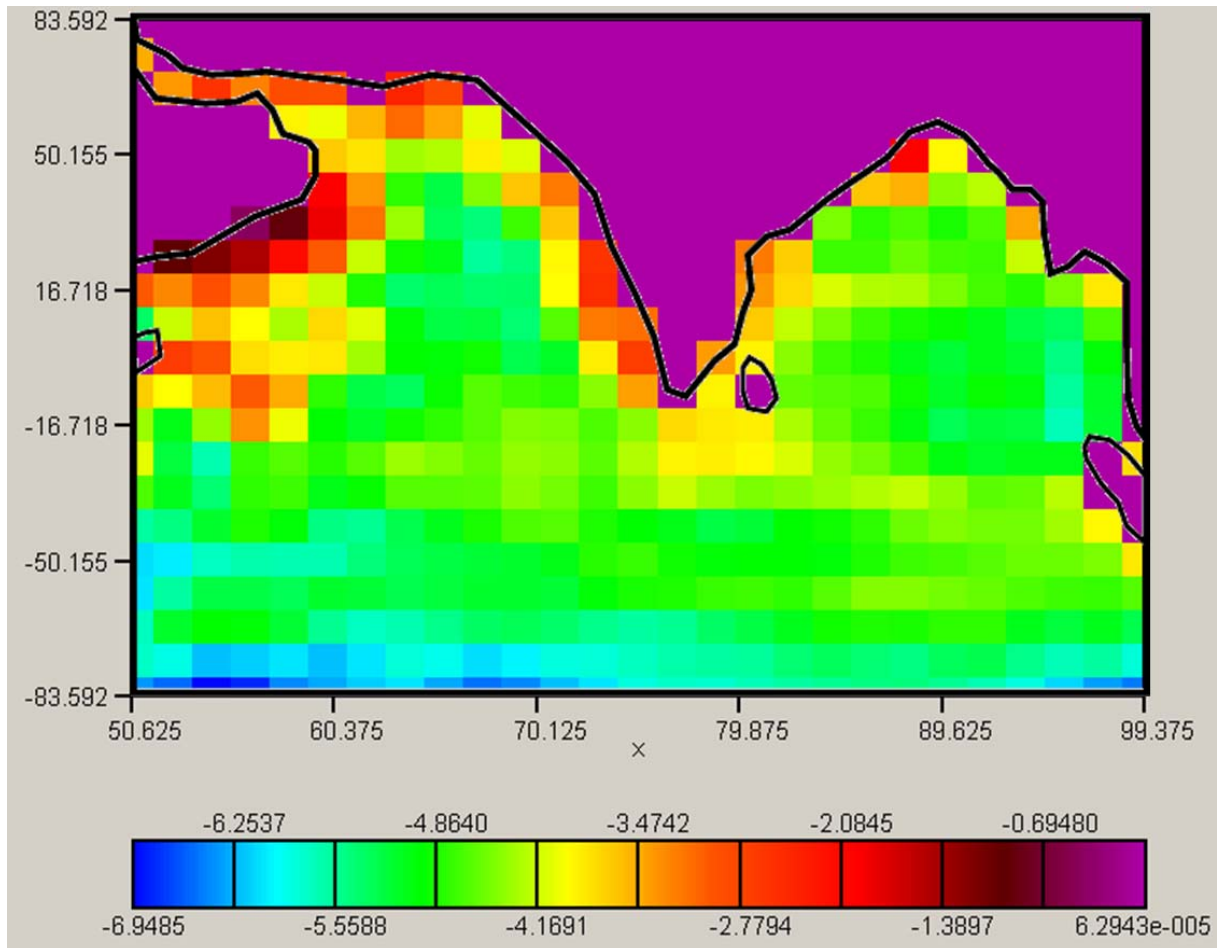
Differenz



Östlich von Indien über dem Ozean sind die prognostizierten Werte für das Ende des 21. Jahrhunderts im Verhältnis zu denen der Vergangenheit am wenigsten gestiegen, gerade mal zwischen 2°C und 3°C. Im südlichen Indien und über dem restlichen Ozean sind die Werte zwischen 3,5°C und 4°C gestiegen. Im Norden und in der Mitte Indiens sind die Werte um bis zu 5°C gestiegen, im Himalaya Gebirge teilweise sogar um bis zu 6°C.

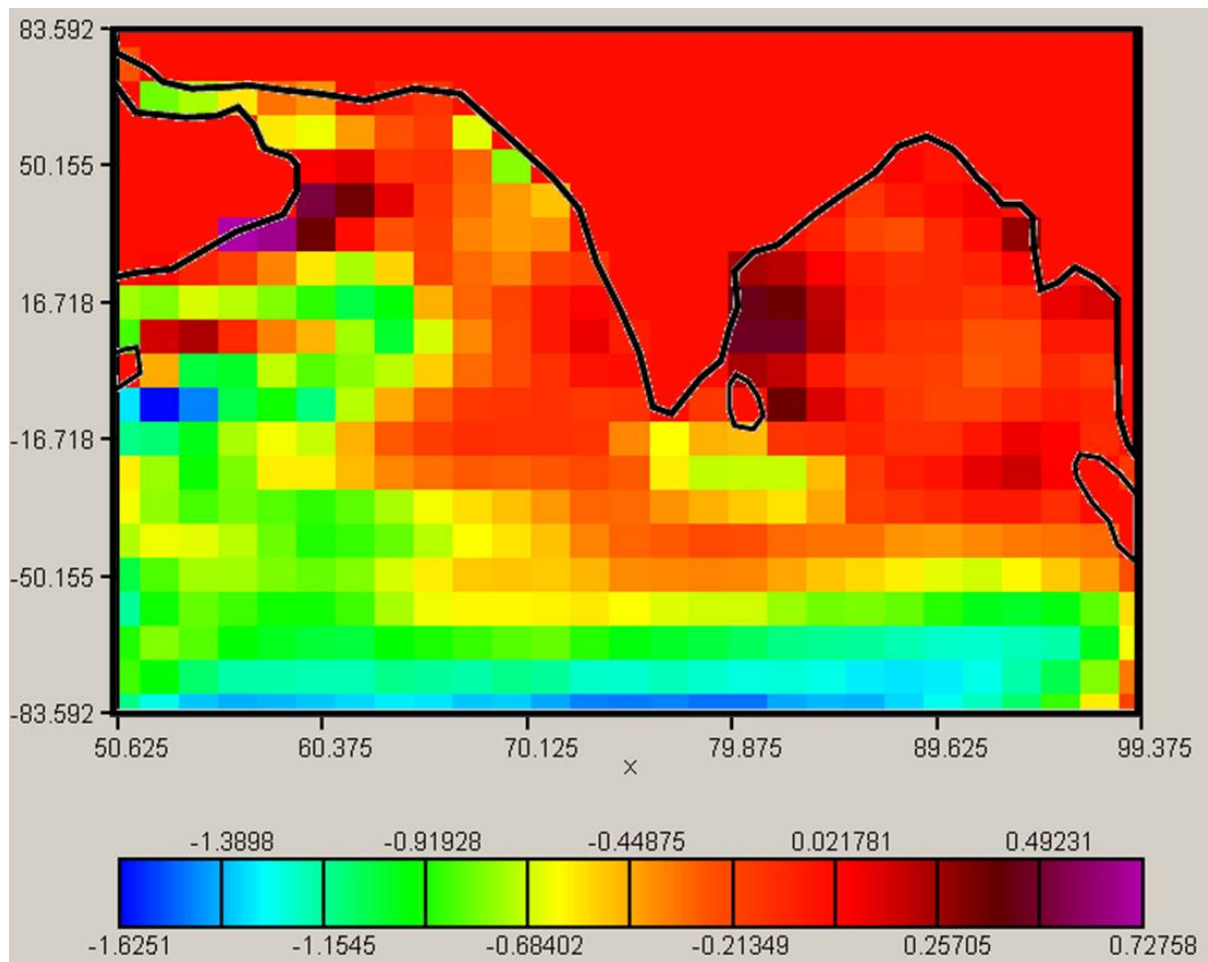
3.3 Verdunstung

Vergangenheit



Die Karte zeigt die durchschnittliche Verdunstungsrate in der jüngsten Vergangenheit, sie wird angegeben in kg/m^2 pro Tag. Eine violette Färbung, die hauptsächlich über dem indischen Festland zu finden ist, bedeutet, dass es keine auf der Karte sichtbare Verdunstung gibt. Eine dunkelblaue Färbung bedeutet eine Verdunstung von 7kg/m^2 . Die Farben zwischen blau und violett sind dementsprechend die Abstufungen zwischen 7 kg/m^2 und keiner Verdunstung. Um die Küsten Indiens herum ist die Verdunstung mit einem Wert von 2 kg/m^2 bis zu 3 kg/m^2 verhältnismäßig gering. Je weiter man sich von der Küste entfernt, desto größer wird die Verdunstung. Sie steigt bis zu einem Wert von $5,5\text{ kg/m}^2$ auf dem offenen Meer.

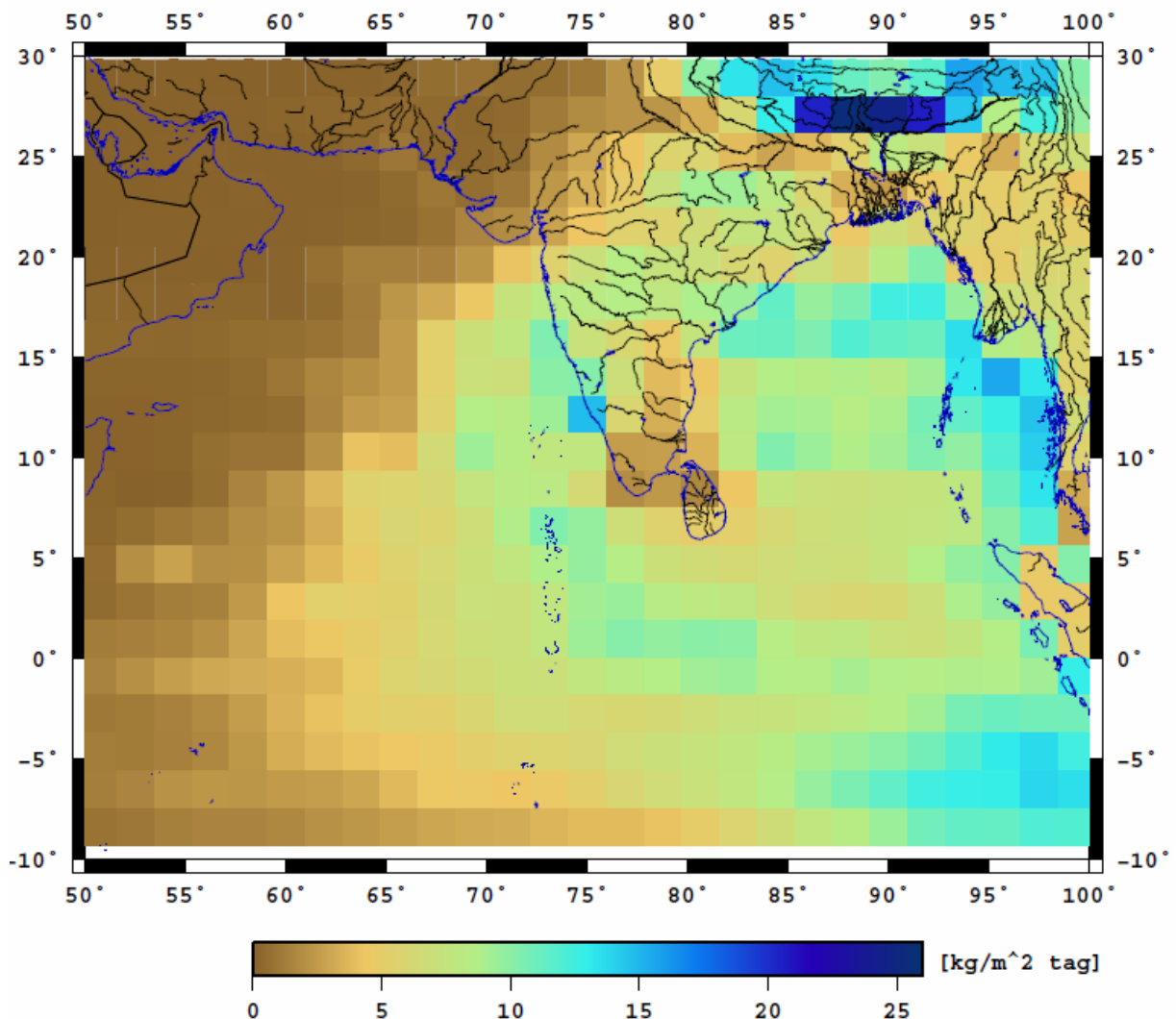
Differenz



Die Karte zeigt die Differenzwerte der Verdunstungsrate am Ende des 21. Jahrhunderts im Vergleich zur jüngsten Vergangenheit. Die Verdunstungsmenge wird hier ebenfalls in kg/m^2 pro Tag angegeben. Eine dunkelblaue Färbung steht für eine Zunahme der Verdunstung um $1,6 \text{ kg}/\text{m}^2$ pro Tag, ab der roten Färbung liegt eine Abnahme der Verdunstung vor. Eine lila Färbung steht für einen Rückgang der Verdunstung um $0,7 \text{ kg}/\text{m}^2$ pro Tag. Die Karte zeigt, dass die Differenz zwischen der Verdunstungsrate in Küstennähe und weiter außerhalb größer geworden ist. In Küstennähe nimmt die Verdunstung ab, um bis zu $0,5 \text{ kg}/\text{m}^2$, je weiter man von der Küste weggeht, umso mehr nimmt die Verdunstung zu, um bis zu $1,5 \text{ kg}/\text{m}^2$.

3.4 Niederschlag

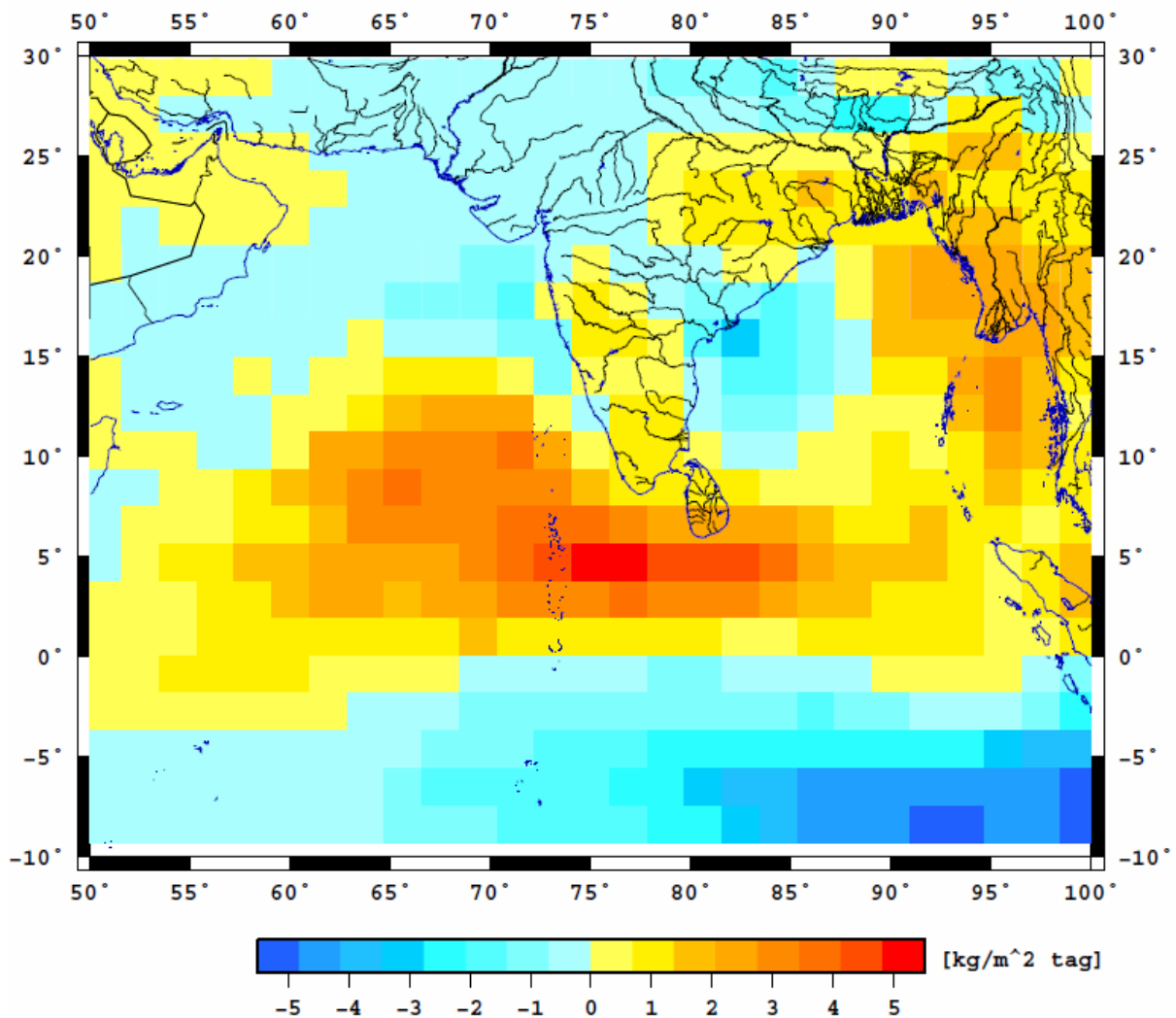
Vergangenheit



GM 2011 Apr 5 20:25:48 Anastasia Tatarinova

Die Karte zeigt die Niederschlagsmenge der jüngsten Vergangenheit. Eine dunkelbraune Färbung bedeutet kein Niederschlag, eine dunkelblaue Färbung bedeuten ein Niederschlag von 26 kg/m² pro Tag. Man kann den Verlauf der Regenfälle auf der Karte gut nachvollziehen. An der Süd-Westküste Indiens sind die stärksten Regenfälle von bis zu 15 kg/m² pro Tag. Die Regenfälle ziehen sich an der Ostküste entlang bis hoch zum Himalaya Gebirge. Die Werte liegen Zwischen 5 und 10 kg/m² pro Tag, während im Nordwesten sowie an der Südspitze kaum Regenfälle vorkommen.

Differenz



GM 2011 Apr 5 20:35:11 Anastasia Tatarinova

Die Karte zeigt die Differenzwerte der Niederschlagsmenge am Ende des 21. Jahrhunderts im Vergleich zur jüngsten Vergangenheit. Die Menge des Niederschlags wird hier ebenfalls in kg/m^2 pro Tag angegeben. Eine dunkelblaue Färbung bedeutet einen Rückgang des Niederschlags um 5 kg/m^2 pro Tag, eine rote Färbung einen Anstieg um 5 kg/m^2 pro Tag. Zu sehen ist, dass besonders über dem Ozean die Niederschlagsmenge stark zunimmt, teilweise bis zu 5 kg/m^2 pro Tag. Über dem indischen Subkontinent ist auffällig, dass es im Nordosten, wo es schon in der Vergangenheit kaum Niederschläge gab, noch weniger wird, hingegen an der Süd-Ostküste die Regenfälle nicht nur zunehmen, sondern das Regengebiet auch größer wird. Außerdem nehmen die Regenfälle unmittelbar vor dem Himalaya Gebirge um bis zu 2 kg/m^2 pro Tag zu.

3.5 Auswertung der Daten

Die Klimaveränderung im Raum des indischen Subkontinents, nach dem A1B Szenario, bedeutet in den Sommermonaten eine Erwärmung der Lufttemperatur von bis zu 5°C.

Die logische Schlussfolgerung hieraus ist

höhere Lufttemperatur → größere Verdunstungsrate → mehr Niederschlag.

Diese erwartete Tendenz spiegelt sich auch in den Datensätzen wider. In der Bilanz gibt es sowohl einen Anstieg der Verdunstung als auch der Niederschlagsmenge. Während sich die Lufttemperatur allerdings regional etwa gleichmäßig erwärmt, gibt es bei der Verdunstung und dem Niederschlag regionale Unterschiede. Wie man schon der Beschreibung der Datensätze entnehmen kann, steigt die Verdunstungsrate dort am meisten, wo sie bereits am stärksten war, auf offener See. Dass dort die Verdunstungsrate am meisten ansteigt, hat seine Begründung darin, dass extreme Situationen oft empfindlicher auf kleine Veränderungen reagieren. Der Grund für die Verteilung des Niederschlags hat allerdings andere Gründe. Die Verteilung der Niederschläge in der Vergangenheit und auch die nach dem Szenario A1B entsprechen der Bewegung des Monsun, dessen Entstehung und somit dessen Verlauf ja bereits erläutert wurde. Man kann keiner der Karten den Einfluss von El Niño oder La Niña entnehmen. Eine Verstärkung des Monsuns findet zwar statt, dies beruht allerdings, wie schon angedeutet hauptsächlich an der Zunahme der Lufttemperatur. Deutlich ist, dass die Niederschlagsmengen über Indien nicht so stark zunehmen, wie die Verdunstungsrate vermuten lässt. Gegen den Einfluss von La Niña sprechen die vermehrten Niederschläge über dem Ozean. Außerdem sind sowohl El Niño als auch La Niña keine dauerhaften Phänomene, sondern nach größeren Zeitabständen wieder auftauchende. Daher wird man diese nicht in den Datensätzen wiederfinden können. Somit können wir ihren Einfluss weder bestätigen noch bestreiten, nur feststellen, dass sie wenn überhaupt ausschließlich einzelne Jahre beeinflussen würden und nicht die gesamte Entwicklung. Für die vermehrten Niederschläge über dem Ozean gibt es dennoch eine plausible Erklärung. Eigentlich würde man davon ausgehen, dass nicht nur die Verdunstungsrate höher wird, sondern auch der Unterdruck über dem Land, der dafür verantwortlich ist, dass die feuchten Luftmassen nach Indien gesogen werden, schließlich müssten ja auch mehr Luftmassen aufsteigen. Ganz offensichtlich wird dieser Sog aber kaum vergrößert. Hierfür liegt der Grund in dem vermehrten Dunst über dem Indischen Subkontinent. Der Dunst verhindert die intensivere Sonneneinstrahlung und somit auch eine Verstärkung des Monsuns. Vielleicht sind

also die Ursachen für die Klimaerwärmung gleichzeitig ein Schutz vor ihren möglichen Folgen.

4 Antwort auf die Leitfrage

Bedeutung für die Menschen

Die Auswertung der uns vorliegenden Datensätze hat ergeben, dass der Sommermonsun über dem indischen Subkontinent unmaßgeblich stärker wird. Der Monsunregen nimmt nur in wenigen Regionen zu und hier auch maximal um 1 kg/m^2 pro Tag. Zudem ist zu sagen, dass sich das Monsungebiet kaum verschiebt und sich geringfügig ausbreitet. Für die Bevölkerung Indiens bedeutet das, dass sie ihren Lebensraum nicht aufgrund einer Verstärkung des Monsuns verlassen muss. Wahrscheinlicher ist das Eintreten des Gegenereignisses. Aufgrund der starken Temperaturzunahme von bis zu 5° und ausbleibendem Regen im Nordwesten des Landes sind Dürrephasen zu erwarten. In den Sommermonsungebieten ist die Bewässerung der Felder aber weiterhin gesichert und dort angesiedelte Bauern haben keinen Existenzverlust zu fürchten. Das landwirtschaftlich nutzbare Gebiet könnte sich gar, aufgrund der geringfügigen Ausbreitung des Monsungebietes, ein wenig vergrößern.

Ebenfalls nicht außer acht zu lassen ist, dass der Monsun weiterhin von unvorhersehbaren und unkalkulierbaren Ereignissen beeinflusst wird. Daher ist es unmöglich, für einzelne Jahre oder bestimmte Regionen exakte Vorhersagen zu treffen. Beispielsweise beeinflussen El Niño oder La Niña den Monsun, können aber weder in der Gesamtbilanz erkannt noch für bestimmte Jahre prognostiziert werden. Ein Beispiel hierfür ist das Dorf Chomglamsar im Bundesstaat Himachal Pradesh im Nordwesten des Landes. Dieses Dorf befindet sich normalerweise nicht im Sommermonsungebiet. Am 6. August 2010 allerdings gab es auch dort Regenfälle von bis zu 100 mm Regen pro Stunde. Die durchschnittliche Regenmenge im August beträgt hier sonst $15,4 \text{ mm}$. Der größere Austausch von Wasser zwischen Luft und Ozean kann entlang der Küste zu einzeln auftretenden starken Niederschlägen oder Stürmen führen.

In den Sommermonsungebieten ist die Bewässerung der Felder aber weiterhin gesichert und dort angesiedelte Bauern haben keinen Existenzverlust zu fürchten. Das landwirtschaftlich nutzbare Gebiet könnte sich gar, aufgrund der geringfügigen Ausbreitung des Monsungebietes, ein wenig vergrößern.

Die Bewohner im Nordwesten des Landes warnen wir vor möglichen, noch extremeren Dürreperioden, gegen die sie sich möglichst gut wappnen sollten. Die Forschungen des Max-Planck-Wissenschaftlers Pankaj Kumar haben gar eine Abnahme des Monsunregens bis zum Jahr 2100 ergeben. Bewohner des Monsungebietes können wir beruhigen. Es wird in den nächsten 30 Jahren weder zu einer bedeutenden Verstärkung des Monsuns kommen, was extreme Überschwemmungen und Erdbeben zur Folge hätte, noch zu einer folgenreichen Schwächung des Monsuns, bei der Ernteausfall drohen würde.

Quellenverzeichnis

- Wikipedia: Monsun
<http://de.wikipedia.org/wiki/Monsun>; 2.Dezember 2010
- Wikipedia: Indischer Monsun
http://de.wikipedia.org/wiki/Indischer_Monsun; 2.Dezember 2010
- Wikipedia: Entstehung eines Monsuns
http://de.wikipedia.org/wiki/Entstehung_eines_Monsuns; 2.Dezember 2010
- Bildungswiki Klimawandel: Monsun
<http://wiki.bildungsserver.de/klimawandel/index.php/Monsun>, 24.Februar 2011
- Bildungswiki Klimawandel: Indischer Monsun
http://wiki.bildungsserver.de/klimawandel/index.php/Indischer_Monsun;
24.Februar 2011
- Bildungswiki Klimawandel: ENSO
<http://wiki.bildungsserver.de/klimawandel/index.php/ENSO>; 6.April 2011
- Bildungswiki Klimawandel: ENSO Folgen
http://wiki.bildungsserver.de/klimawandel/index.php/ENSO-Folgen:_Indien;
6.April 2011
- Innovations report: Dunstglocke über dem Indischen Ozean
http://www.innovations-report.de/html/berichte/biowissenschaften_chemie/bericht-223.html; 6.April 2011
- RAO: Monsun
<http://www.raonline.ch/pages/edu/cli2/monsun01d.html>; 26.Januar 2011
- Klimawissen.de: Indischer Monsun
<http://bildungsserver.hamburg.de/01sonderfaelle/2833756/indischer-monsun.html>;
1.März 2011
- Bildungswiki Klimawandel: Aerosolwirkung in Asien
http://wiki.bildungsserver.de/klimawandel/index.php/Aerosolwirkung_in_Asien;
8.Juni 2011
- Oberstufe Geographie - Mensch und Raum, Cornelsen Verlag, 1.Auflage 2007
- Max Planck Forschung – Das Wissenschaftsmagazin der Max-Planck-Gesellschaft
1.2011