

## Hitzewelle in Indien im Mai 2015

Dr. Susanne Haeseler; Stand: 09. Juni 2015

### Einleitung

Indien wurde im Mai 2015 von einer schweren Hitzewelle mit Tageshöchsttemperaturen bis um 48 °C heimgesucht (Abb. 1). Die nächtliche Abkühlung auf Tiefstwerte von vielfach noch 24 bis 28 °C brachte nur wenig Erholung von den heißen Tagestemperaturen und in Gebieten mit hoher relativer Feuchte, wie an der Ostküste, verschärften die schwülen Bedingungen die Wärmebelastung zusätzlich.

Die Behörden gaben die Anweisung sicherzustellen, dass niemand zur heißesten Tageszeit schwere Arbeiten verrichten muss ([NIDM](#)). Auch wurde die Bevölkerung aufgerufen, die pralle Sonne möglichst zu meiden und viel Wasser zu trinken. Als weitere Schutzmaßnahme gegen die Hitze wurden Camps für die Versorgung mit Trinkwasser und Buttermilch eingerichtet. Offensichtlich erreichten diese Hinweisen und Anweisungen der Behörden nicht jeden. Zudem sind viele Menschen gezwungen, auch über Mittag zu arbeiten, um ihren Lebensunterhalt zu verdienen. Traurige Bilanz der Hitzewelle: Anfang Juni wurden laut Medienangaben schon mehr als 2300 Tote durch Hitzschlag oder Dehydration gezählt, viele davon Tagelöhner, Obdachlose und ältere Menschen. Eine offizielle Bestätigung steht noch aus.

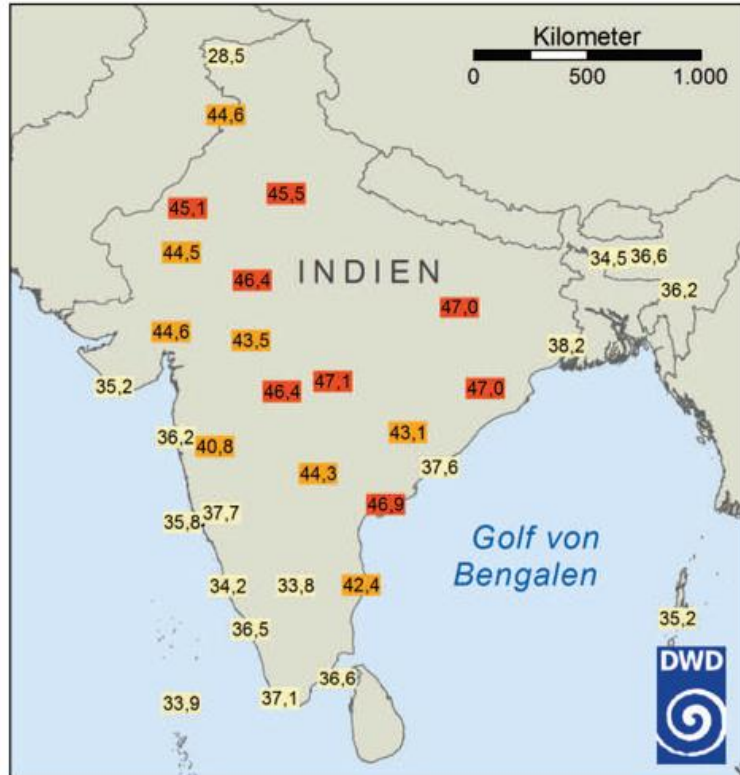


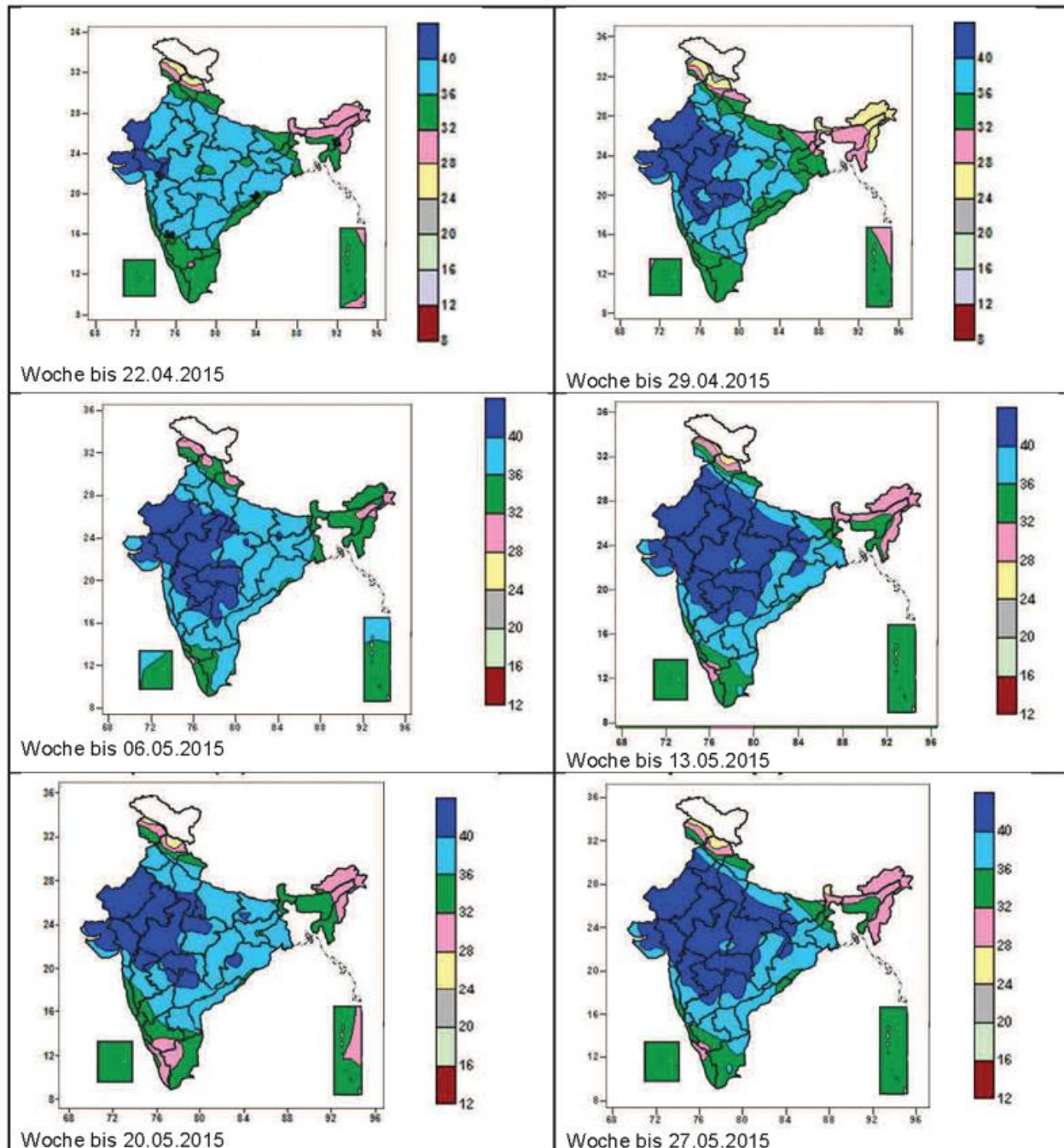
Abb. 1: Absolute Maximumtemperaturen (in °C) im Mai 2015 in Indien. [Quelle: DWD]

Der Einzug des Südwestmonsuns beendet normalerweise eine Hitzeperiode, da mit den Niederschlägen auch ein Temperaturrückgang einhergeht. Im Mittel erreicht er am 1. Juni den Südosten Indiens und schreitet bis Mitte Juli bis in den Nordwesten des Landes fort. In

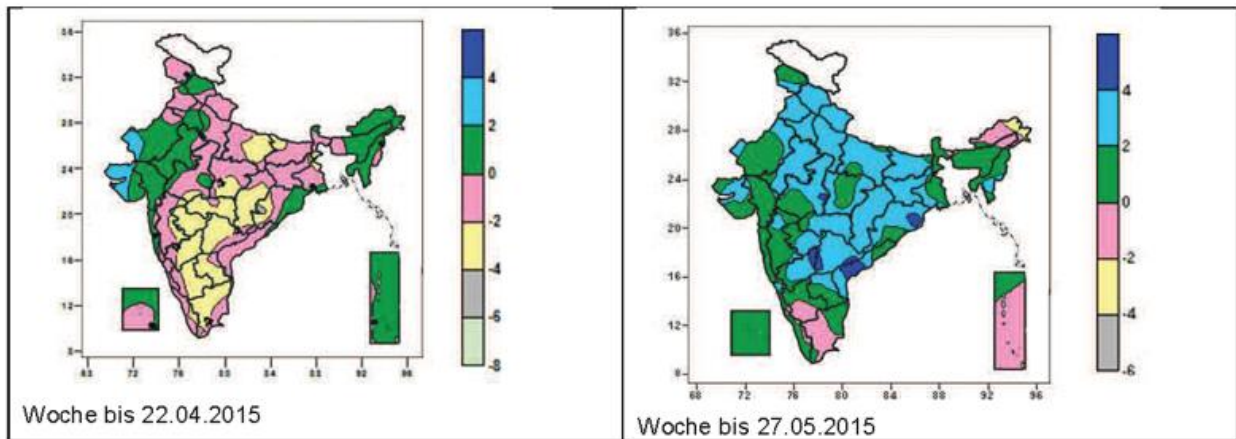
diesem Jahr setzte der Südwestmonsun im Südosten allerdings um einige Tage verspätet ein, d.h. erst am 5. Juni ([IMD](#)).

### Entwicklung der Hitzewelle

Schon Mitte April lagen die durchschnittlichen Tageshöchsttemperaturen im Nordwesten Indiens bei mehr als 40 °C (Abb. 2). Diese Hitze weitete sich in den folgenden Wochen nach Osten hin aus. Während die Temperaturen in der Woche vom 16. (Donnerstag) bis zum 22. April 2015 (Mittwoch) jedoch nur im äußersten Westen Indiens um mehr als 2 °C über dem vieljährigen Mittel lagen, war es gegen Ende Mai (Woche vom 21. bis 27. Mai) verbreitet um 2 bis 4 °C wärmer als üblich (Abb. 3).



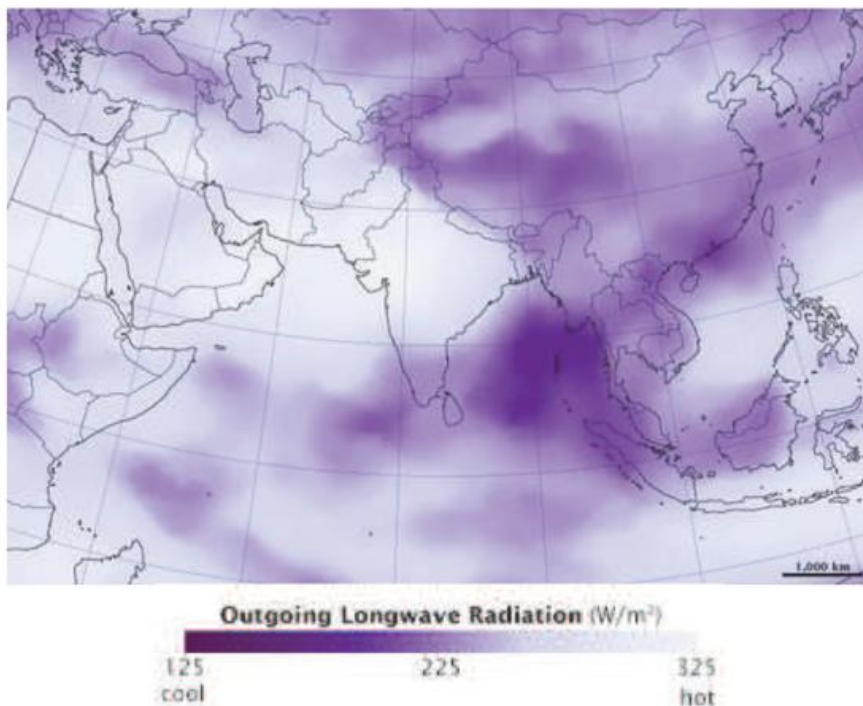
**Abb. 2:** Mittlere Maximumtemperaturen (in °C) der Woche, die am jeweils angegebenen Tag (jeweils ein Mittwoch) endet. [Quelle: [IMD](#), [AMD](#)]



**Abb. 3:** Abweichung der mittleren Maximumtemperaturen (in °C) vom vieljährigen Mittel der Woche, die am jeweils angegebenen Tag endet. [Quelle: [IMD](#), [AMD](#)]

In der letzten Monatsdekade des Mai 2015, als die Hitzewelle besonders viele Opfer in den östlichen Bundesstaaten Andhra Pradesh und Telangana forderte, lag ein flaches Hitzetief über dem indischen Subkontinent. Aus Nordwesten, d.h. aus Richtung der Wüste Thar (im Grenzgebiet zwischen Pakistan und Indien) wurden trockene und heiße Luftmassen Richtung Ostküste geführt. Bei wolkenlosem Himmel stiegen die Temperaturen selbst an den Küsten, die gewöhnlich durch den Seewind im Zustrom kühlerer Meeresluft liegen, auf Werte von über 40 °C an. Vereinzelt Regenfälle brachten zwar vorübergehend eine leichte Abkühlung, aber insgesamt hielt die extreme Hitze bis zum Monatsende, zum Teil auch darüber hinaus, an.

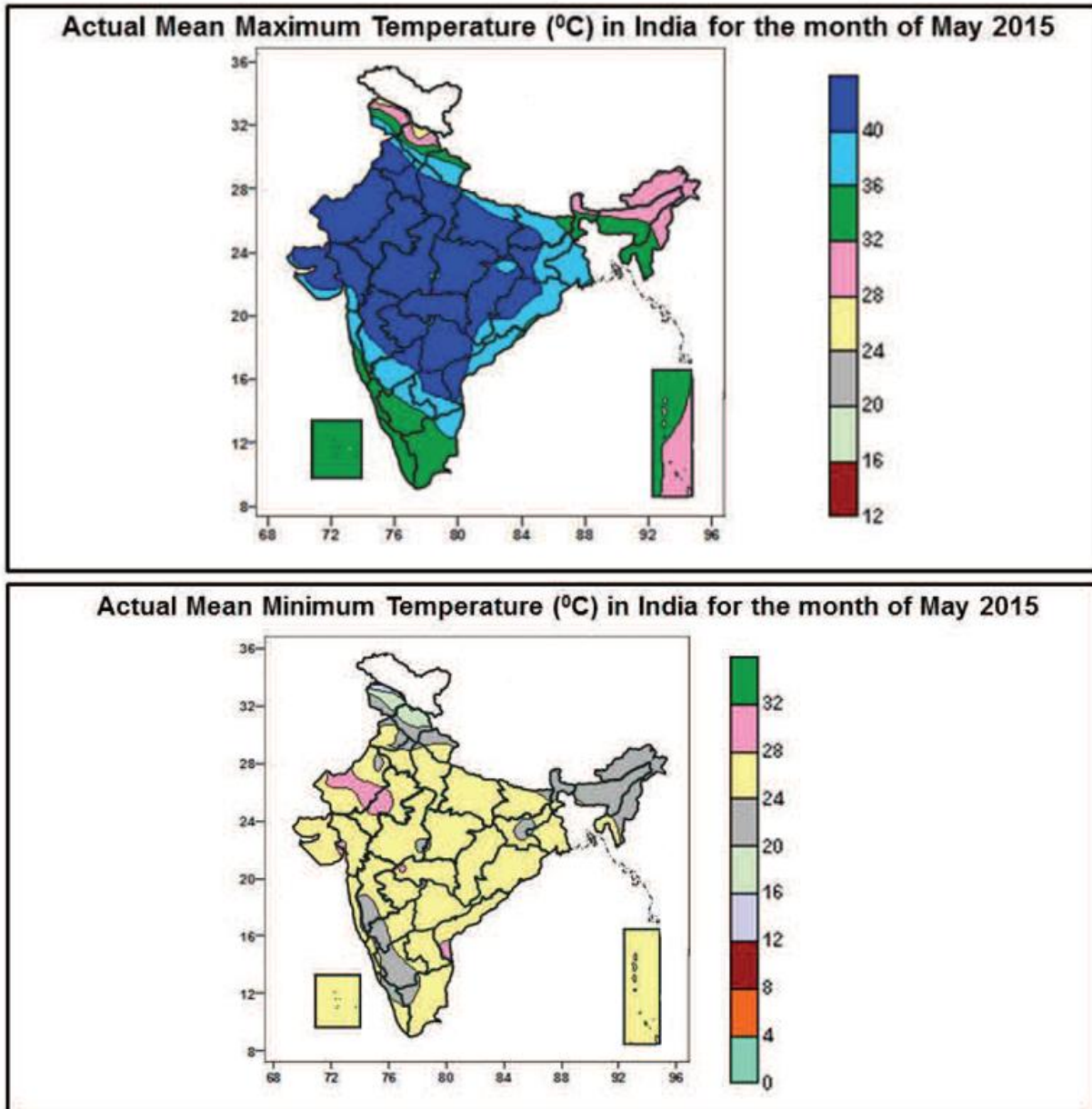
Die Intensität und Ausweitung der Hitze in der zweiten Maihälfte spiegelt sich auch in der langwelligeren Ausstrahlung wieder ([NASA](#)). Sie ist ein Maß für die Höhe der Energie, die aufgrund der Temperatur von der Erdoberfläche, den Ozeanen und der Atmosphäre in den Weltraum emittiert (abgegeben) wird. Je heißer ein Gebiet, desto mehr Energie strahlt es aus. Die Satellitenauswertung der NASA für den Zeitraum vom 15. bis 27. Mai 2015 zeigt eine sehr hohe langwellige Ausstrahlung über weiten Teilen Indiens, die sich nach Westen fortsetzt (Abb. 4). Nur der Süden Indiens, die Himalayaregionen sowie der Nordosten wiesen eine geringere Ausstrahlung und damit ein etwas geringeres Temperaturniveau auf.



**Abb. 4:** Ausgehende langwellige Strahlung vom 15. bis 27. Mai 2015, aus Messungen vom Clouds and Earth's Radiant Energy System (CERES) Sensor des Terra Satelliten der NASA. [Quelle: [NASA](#)]

## Extremtemperaturen im Mai 2015

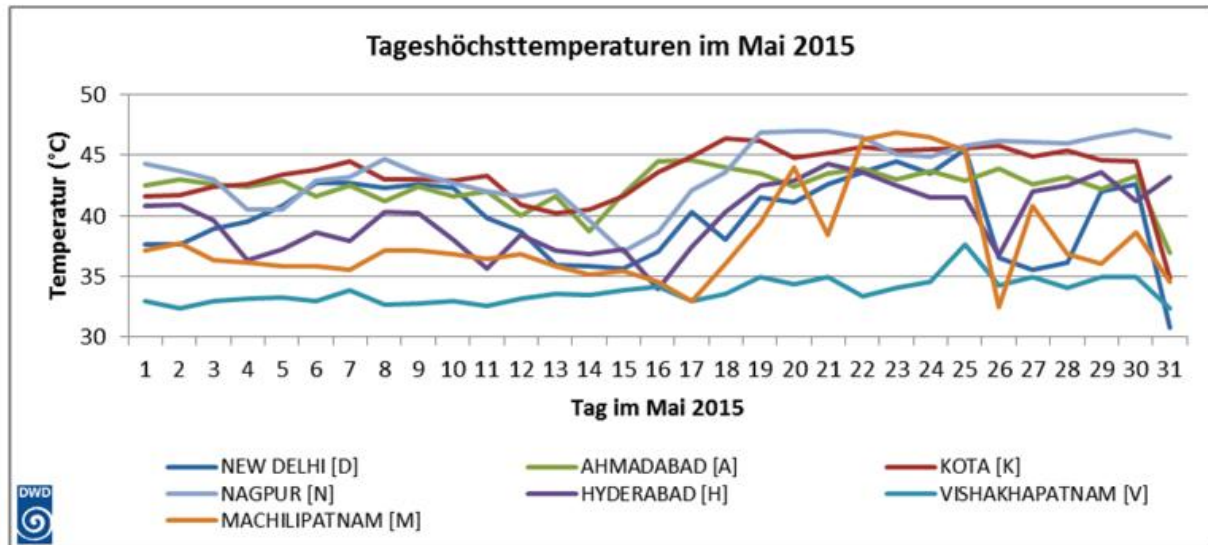
Im Mai 2015 wurden über großen Teilen Indiens mittlere Maximumtemperaturen (Mittelwerte der Tageshöchsttemperatur) von 40 °C und mehr verzeichnet (Abb. 5), was auch in den Maimonaten der Vorjahre immer wieder vorgekommen ist.



**Abb. 5:** Mittlere Maximumtemperatur (in °C; oben) und mittlere Minimumtemperatur (in °C; unten) in Indien im Mai 2015. [Quelle: [IMD, AMD](#)]

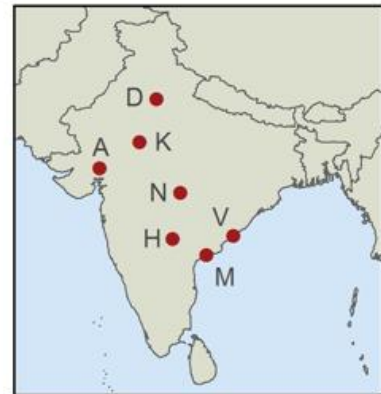
Nicht selten wurden Tageshöchsttemperaturen zwischen 40 und 48 °C gemessen. Abbildung 6a zeigt hierzu den Verlauf der Tageshöchsttemperaturen an 7 Wetterstationen, deren Lage in Abbildung 6b dargestellt ist.

In der zweiten Maihälfte wurden in einigen Regionen sogar an mehr als 10 aufeinanderfolgenden Tagen Tageshöchsttemperaturen um 45 °C oder höher verzeichnet, wie beispielweise in Kota und Nagpur. Selbst in der an der Ostküste gelegenen Stadt Machilipatnam stiegen die Temperaturen an 4 aufeinanderfolgenden Tagen auf mehr als 45 °C an, während sie in Vishakhapatnam, ebenfalls eine Küstenstadt, meist unter 36 °C blieben. In New Delhi erreichten die Temperaturen am 25. Mai 2015 mit 45,5 °C den Höchstwert dieses Monats. Der bisherige Rekord von 47,2 °C vom 29. Mai 1944 wurde damit aber nicht geknackt (IMD).



**Abb. 6a (oben):** Verlauf der Tageshöchsttemperatur (in °C) an sieben Wetterstationen in Indien im Mai 2015. [Quelle: DWD]

**Abb. 6b (rechts):** Karte von Indien mit Lage der oben angegebenen Wetterstationen. Abkürzungen: siehe Legende in Abbildung 5a. [Quelle: DWD]



In Tabelle 1 sind die Extremtemperaturen von Mai 2015 von einigen indischen Wetterstationen angegeben. Sortiert sind die Daten nach der Höhe der absoluten Maximumtemperatur.

**Tab. 1: Temperaturen (in °C) an indischen Wetterstationen im Mai 2015. [Quelle: DWD]**

*T Abw.* = Abweichung der Monatsmitteltemperatur im Mai 2015 vom Mittel 1961-1990

*Tmax Mittel* = mittlere Maximumtemperatur im Mai 2015

*Tmax abs.* = absolute Maximumtemperatur im Mai 2015

*Tmin Mittel* = mittlere Minimumtemperatur im Mai 2015

*Tmin abs.* = absolute Minimumtemperatur im Mai 2015

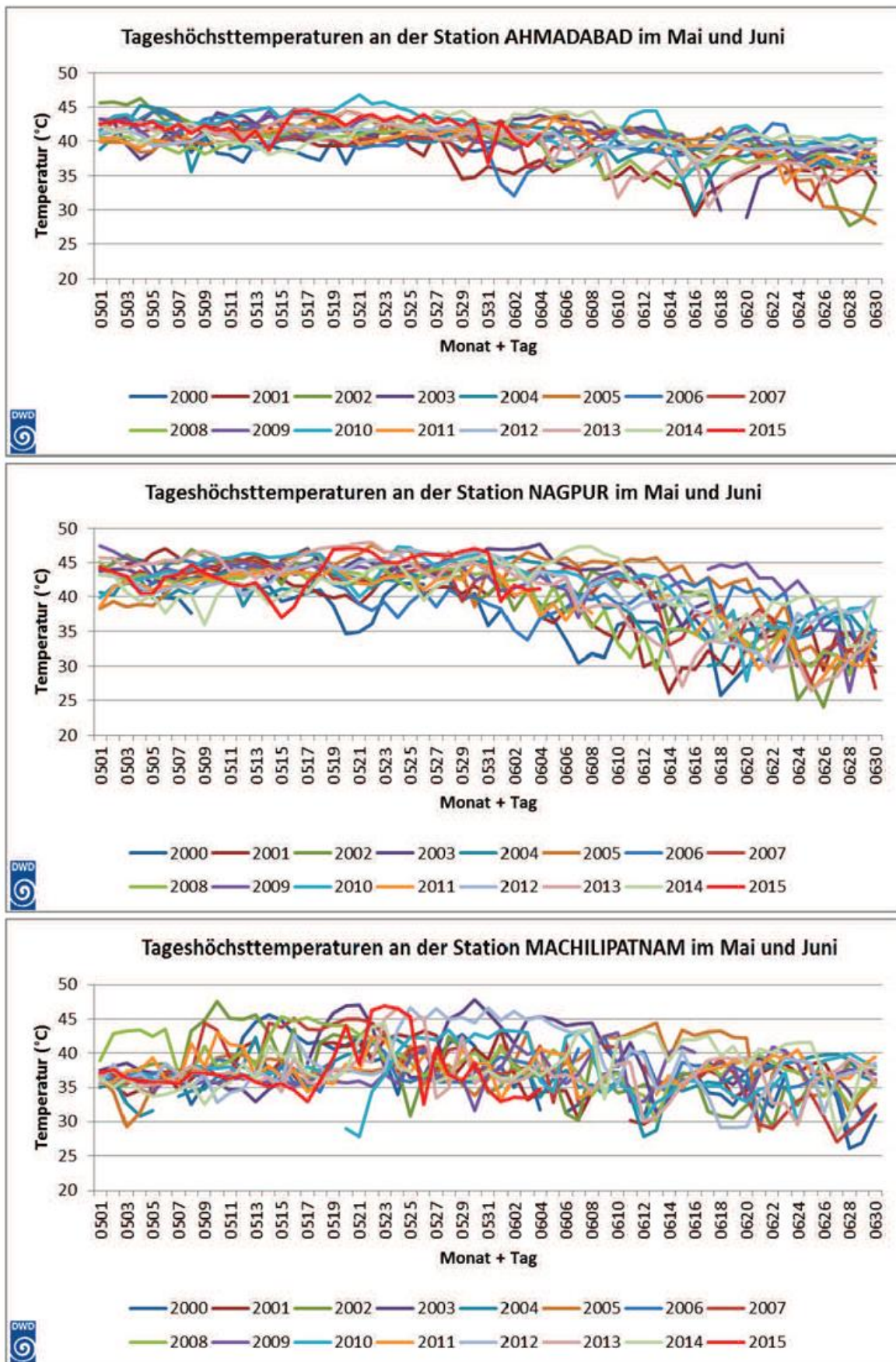
# = Wert nicht verfügbar

Station	T Abw.	Tmax Mittel	Tmax abs.	Tmin Mittel	Tmin abs.
Nagpur	+ 0,4	43,7	47,1	26,7	20,2
Daltonganj	+ 2,3	43,0	47,0	28,5	23,8
Machilipatnam	+ 1,4	38,5	46,9	28,6	25,1
Kota	#	43,8	46,4	30,4	25,8
Akola	+ 1,0	43,3	46,4	28,5	24,3
New Delhi	+ 0,9	40,9	45,5	25,7	21,3
Bhubaneshwar	+ 0,5	39,3	45,4	27,4	22,8
Bikaner	+ 1,1	42,2	45,1	27,6	21,0
Amritsar	+ 1,7	40,2	44,6	21,5	15,6
Ahmadabad	+ 1,3	42,6	44,6	27,7	24,1
Jodhpur	+ 1,1	42,0	44,5	28,2	23,2
Hyderabad	+ 1,3	39,9	44,3	27,9	23,6

Trotz der extremen Hitzewelle fiel der Mai 2015 im Vergleich zum Referenzzeitraum 1961-1990 in den betroffenen Regionen meist nur um 0,5 bis 1,5 Grad zu warm aus. In den Nächten sanken die Temperaturen dort in der Regel nicht unter 20 °C, während am Tage Höchstwerte bis um 48 °C gemessen wurden.

#### Hitzewelle 2015 im Vergleich zu 15 Vorjahren

Dass es auch in den vergangenen Jahren immer wieder Hitzewellen gab, wird in Abbildung 7 veranschaulicht, in der die Tageshöchsttemperaturen im Mai und Juni an den Wetterstationen von Ahmadabad, Nagpur und Machilipatnam für die Jahre 2000 bis 2015 dargestellt sind. Die Lage der Orte zeigt Abbildung 6b.



**Abb. 7:** Tageshöchsttemperaturen im Mai und Juni an den Wetterstationen Ahmadabad (oben), Nagpur (Mitte) und Machilipatnam (unten) für die Jahre von 2000 bis 2015. Die Werte von 2015 reichen bis einschließlich 04. Juni. Einige Datenreihen sind unvollständig. [Quelle: DWD]

In *Ahmadabad* im Nordwesten Indiens sind im Mai und Juni der Jahre seit 2000 nur selten Temperaturen von mehr als 45 °C verzeichnet worden. Und auch 2015 (bis zum 04. Juni) blieben die Tagesmaxima unter diesem Wert. Im Vergleich zu einer Hitzewelle im Mai 2010 lag das Temperaturniveau in diesem Jahr im Allgemeinen etwas niedriger.

In *Nagpur* im zentralen Indien gab es im betrachteten Zeitraum fast jährlich Phasen mit Tageshöchsttemperaturen von mehr als 45 °C.

In *Machilipatnam* an der Ostküste Indiens wurden in den Mai- und Junimonaten seit 2000 schon mehrfach Temperaturmaxima von mehr als 45 °C gemessen. 2015 lagen die Tageshöchstwerte an 4 aufeinanderfolgenden Tagen bei mehr als 45 °C. Dies war beispielsweise auch im Jahr 2002 der Fall. Im Vergleich zu den beiden anderen betrachteten Stationen weisen die Maximumtemperaturen in Machilipatnam im Mai eine größere Schwankungsbreite auf.

### Klimatologische Einordnung der Hitzewelle

Der Indische Wetterdienst unterscheidet vier Jahreszeiten:

- Winter (Januar bis Februar)
- Vormonsun (März bis Mai)
- Südwest-Monsun (Juni bis September)
- Post-Monsun oder Nordost-Monsun (Oktober bis Dezember)

Die Vormonsunzeit ist geprägt durch einen Anstieg der Temperaturen in ganz Indien. Schon im April erreichen die Tageshöchsttemperaturen in zentralen Gebieten örtlich Werte von mehr als 40 °C (Attri und Tyagi, 2010). Ende Mai / Anfang Juni gibt es meist einen kräftigen Temperaturanstieg, wobei die Tagesmaxima mehr als 45 °C betragen können, insbesondere in nördlichen und nordwestlichen Regionen Indiens. In den Küstengebieten bleibt es aufgrund der Land-Seewind-Zirkulation in der Regel etwas kühler.

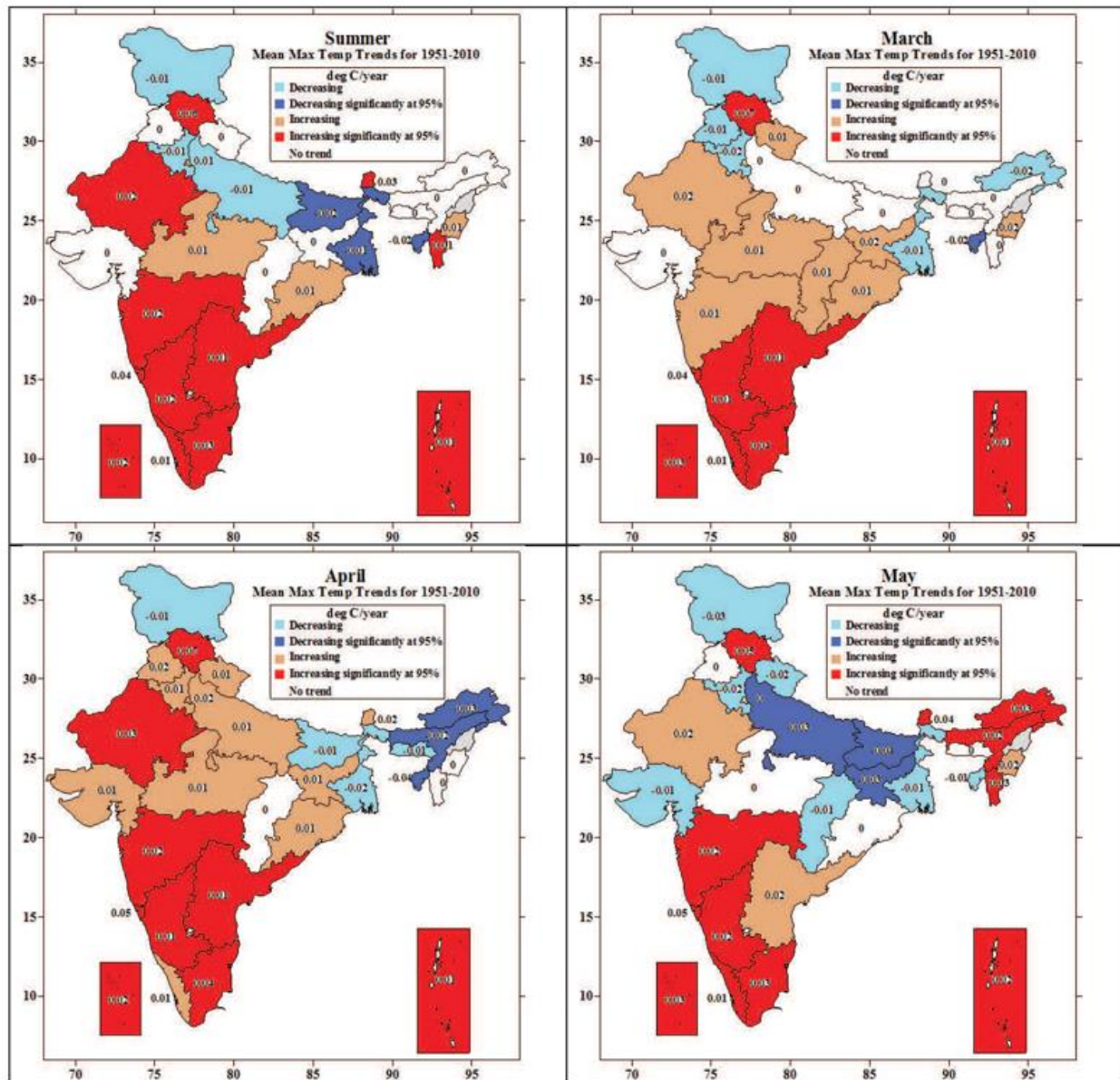
Der Mai zählt in Indien zu einem der heißesten Monate. Es ist nicht ungewöhnlich, dass die Temperaturen zu dieser Jahreszeit tagsüber auf Werte über 40 °C ansteigen, wie in diesem Jahr. Auch Hitzewellen sind keine Seltenheit in Indien. Sie treten üblicherweise zwischen März und Juni auf, in seltenen Fällen auch noch im Juli. Ihre Häufigkeit und Andauer ist allerdings von Region zu Region und von Jahr zu Jahr unterschiedlich.

Pal et al. (2004) haben Untersuchungen auf dekadischer Basis zu Hitze- und Kältewellen in Indien im Zeitraum 1971-2000 durchgeführt. Dabei beobachteten Sie eine signifikante Erhöhung der Häufigkeit, der Andauer und der flächenmäßigen Ausdehnung sowohl von Hitze- als auch Kältewellen in der Dekade 1991-2000. Diese Änderungen könnten Ihrer Meinung nach Anzeichen regionaler Auswirkungen der globalen Erwärmung sein, teilweise aber auch auf lokale Faktoren wie Abholzung und Verstädterung zurückzuführen sein.

Murari et al. (2015) kommen zu dem Schluss, dass Hitzewellen in Indien in der Zukunft noch intensiver werden (mehr Gebiete werden mit höheren Temperaturen konfrontiert), länger andauern, häufiger und auch früher im Jahr auftreten. Der Süden Indiens, der momentan nicht von Hitzewellen beeinflusst wird, wird gegen Ende des 21. Jahrhunderts voraussichtlich auch betroffen sein.

Auch im 5. Sachstandsbericht des Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) wird davon ausgegangen, dass Hitzewellen in Südasien, also auch in Indien, mit hoher Wahrscheinlichkeit zukünftig häufiger im Jahr auftreten und/oder länger anhalten werden.

Trendanalysen von Rathore et al. (2013) für den Zeitraum 1951 bis 2010 haben ergeben, dass die mittlere Maximumtemperatur in der Vormonsoonzeit (März bis Mai) in den nördlichen Bundesstaaten vielfach einen negativen Trend aufweist, während die Mitte und der Süden einen meist positiven Trend verzeichnen (Abb. 8). In den südlichen Bundesstaaten Indiens sind die Temperaturen in den 60 betrachteten Jahren um 0,01 bis 0,05 °C pro Jahr angestiegen. Sollte sich dieser Trend fortsetzen, wird die These gestützt, dass zukünftig auch der Süden Indiens mit Hitzewellen rechnen muss.



**Abb. 8:** Trend der mittleren Maximumtemperatur (in °C pro Jahr) in den einzelnen Bundesstaaten Indiens für den Zeitraum 1951-2010. Die Auswertungen beziehen sich auf die Sommermonate bzw. die Vormonsoonzeit (März bis Mai; oben links) sowie die einzelnen Monate März (oben rechts), April (unten links) und Mai (unten rechts). Rot markiert sind Bundesstaaten mit signifikant positivem Trend, dunkelblau mit signifikant negativem Trend. [Quelle: [Rathore et al. \(2013\)](#)]

### Vorbegende Maßnahmen

Um die Opferzahl bei extremer Hitze deutlich zu senken, müssen gewisse Verhaltensregeln beachtet werden. Solche „Do’s and Don’ts“ haben beispielsweise die National Disaster Management Authority ([NDMA](#)) und das National Institute of Disaster Management ([NIDM](#)) ver-

öffentlich. Die Zahl der aktuellen Todesopfer weist aber darauf hin, dass noch nicht alle Bevölkerungsschichten mit dem Verhalten bei hohen Temperaturen vertraut sind. Die entsprechenden Maßnahmen zur Vorbeugung gegen Hitzschlag und Dehydrierung (z.B. kein Arbeiten in der prallen Sonne) müssen verstärkt von Behördenseite unterstützt werden. Und auch die Behörden müssen auf Extremereignisse, wie Hitzewellen, gut vorbereitet sein. Anfänge sind gemacht:

Nach einer verheerenden Hitzewelle im Mai 2010, bei der in der Stadt Ahmedabad im Vergleich zu den Maimonaten 2009 und 2011 mehr als 1300 zusätzliche Tote registriert wurden ([Azhar et al., 2014](#)), stellte die Ahmedabad Municipal Corporation (AMC) mit nationaler und internationaler Hilfe im Jahr 2013 den ersten sogenannten „[Heat Action Plan](#)“ (HAP) zusammen, der in diesem Jahr (2015) in einer aktualisierten Version vorliegt. Er dient dazu, das Gesundheitswesen und die Bevölkerung auf Hitzewellen vorzubereiten und beinhaltet sowohl Sofortmaßnahmen als auch langfristige Vorsorgemaßnahmen. Dabei ist eine koordinierte Zusammenarbeit verschiedener Institutionen erforderlich.

## Quellen und weitere Informationen

- Ahmedabad Municipal Corporation (AMC): Ahmedabad Heat Action Plan 2015.  
<http://www.ndma.gov.in/images/pdf/HAP2015.pdf>
- American Meteorological Society (1999): Climate Assessment for 1998. Bulletin of the American Meteorological Society (BAMS), 80, No. 5, May 1999.  
<http://www1.ncdc.noaa.gov/pub/data/cmb/bams-sotc/climate-assessment-1998.pdf>
- American Meteorological Society (2004): State of the Climate in 2003. Bulletin of the American Meteorological Society (BAMS), June 2004.  
<http://www1.ncdc.noaa.gov/pub/data/cmb/bams-sotc/climate-assessment-2003.pdf>
- Attri, S.D., A. Tyagi (2010): Climate Profile of India. Met Monograph No. Environment Meteorology-01/2010. India Meteorological Department.  
[http://www.imd.gov.in/doc/climate\\_profile.pdf](http://www.imd.gov.in/doc/climate_profile.pdf)
- Azhar, G.S., D. Mavalankar, A. Nori-Sarma, A. Rajiva, P. Dutta, A. Jaiswal, P. Sheffield, K. Knowlton, J.J. Hess (2014): Heat-Related Mortality in India: Excess All-Cause Mortality Associated with the 2010 Ahmedabad Heat Wave. PLoS ONE 9 (3): e91831.  
DOI: 10.1371/journal.pone.0091831  
<http://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0091831#abstract0>
- De, U.S., R.K. Dube, G.S. Prakasa Rao (2005): Extreme Weather Events over India in the last 100 years. J. Ind. Geophys. Union, 9, No. 3, 173-187.
- Deutscher Wetterdienst (DWD), Climate Data Center (CDC)  
<http://www.dwd.de/cdc>
- India Meteorological Department (IMD)  
<http://www.imd.gov.in/>
- India Meteorological Department (IMD): Terminologies and Glossary.  
<http://www.imd.gov.in/doc/termglossary.pdf>
- India Meteorological Department (IMD): Weather over Delhi during the month of May 2015.  
<http://www.imd.gov.in/section/nhac/dynamic/wxmonth.pdf>
- India Meteorological Department (IMD), Agricultural Meteorology Division (AMD): Weekly Summary of Agromet Advisory Service (AAS) Bulletin.  
[http://www.imdagrimet.gov.in/weekly\\_agro\\_ser\\_bulletin](http://www.imdagrimet.gov.in/weekly_agro_ser_bulletin)
- India Meteorological Department (IMD), India Weather: Frequently Asked Questions (FAQ).  
<http://www.imd.gov.in/doc/wxfaq.pdf>
- India Meteorological Department (IMD), Pune: Climate Normal.  
<http://www.imdpune.gov.in/research/ncc/climatenormal/clinormalmain.htm>
- India Meteorological Department (IMD), Pune: Temperature and Rainfall Extremes.  
[http://www.imdpune.gov.in/Temp\\_Extremes/temp\\_extremes\\_index.html](http://www.imdpune.gov.in/Temp_Extremes/temp_extremes_index.html)
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC): Fifth Assessment Report (AR5).  
<https://www.ipcc.ch/>

- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC): The IPCC's Fifth Assessment Report. What's in it for South Asia? Executive Summary.  
<http://cdkn.org/wp-content/uploads/2014/04/CDKN-IPCC-Whats-in-it-for-South-Asia-AR5.pdf>
- Murari, K.K., S. Ghosh, A. Patwardhan, E. Daly, K. Salvi (2015): Intensification of future severe heat waves in India and their effect on heat stress mortality. *Regional Environmental Change*, **15**, Issue 4, 569-579.  
DOI: 10.1007/s10113-014-0660-6
- NASA, Earth Observatory: India Faces Deadly Heat Wave. (June 5, 2015)  
<http://earthobservatory.nasa.gov/IOTD/view.php?id=85986>
- National Disaster Management Authority (NDMA)  
<http://www.ndma.gov.in/en/>
- National Disaster Management Authority (NDMA): Heat Wave – Do's and Dont's.  
<http://www.ndma.gov.in/en/heat-do-s-and-dont-s.html>
- National Institute of Disaster Management (NIDM)  
<http://nidm.gov.in/default.asp>
- National Institute of Disaster Management (NIDM): Disaster Management in India. National Level.  
<http://nidm.gov.in/pdf/dp/Nat.pdf>
- National Institute of Disaster Management (NIDM): Disaster Update – May 2015.  
[http://nidm.gov.in/dupdate\\_may\\_2015.asp](http://nidm.gov.in/dupdate_may_2015.asp)
- National Institute of Disaster Management (NIDM): Disaster Update – June 2015.  
[http://nidm.gov.in/dupdate\\_jun\\_2015.asp](http://nidm.gov.in/dupdate_jun_2015.asp)
- National Institute of Disaster Management (NIDM): Do's and Don'ts For Common Disasters.  
<http://nidm.gov.in/PDF/IEC/leaflet-dos-final.pdf>
- Pai, D.S., V. Thapliyal, P.D. Kokate (2004): Decadal variation in the heat and cold waves over India during 1971-2000. *Mausam*, **55**, 2, 281-292.
- Rathore, L.S., S.D. Attri, A.K. Jaswal (2013): State Level Climate Change Trends in India. Meteorological Monograph No. ESSO/IMD/EMRC/02/2013. India Meteorological Department.  
<http://www.imd.gov.in/doc/StateLevelClimateChangeMonoFinal.pdf>
- Thomson Reuters Foundation: Indian city offers way to beat the heat as 1,300 killed in heatwave. (28 May 2015)  
<http://www.trust.org/item/20150528174057-0yvg4/?source=fiOtherNews3>
- World Meteorological Organization (WMO): WMO Statement on the status of the global climate in 1998. WMO-No. 896, 1999.  
[http://www.wmo.int/pages/prog/wcp/wcdmp/documents/896\\_en.pdf](http://www.wmo.int/pages/prog/wcp/wcdmp/documents/896_en.pdf)
- World Meteorological Organization (WMO): WMO Statement on the status of the global climate in 2003. WMO-No. 966, 2004.  
[http://www.wmo.int/pages/prog/wcp/wcdmp/statement/documents/966\\_E.pdf](http://www.wmo.int/pages/prog/wcp/wcdmp/statement/documents/966_E.pdf)

*Hinweis: Die im Bericht aufgeführten Daten geben den Stand der Niederschrift wieder.*