

Trotz Ende der Regenzeit: Keine Entspannung für Dürreperiode in Kalifornien

Klaus-Peter Wittich¹, Markus Ziese², Andreas Becker²
Stand: 17. April 2015

Einleitung

Kalifornien ist gegenwärtig von einer seit Ende 2011 anhaltenden Dürre betroffen, die sich inzwischen zu der schwersten Trockenperiode seit Beginn der regulären Wetteraufzeichnungen entwickelte [1]. Paläoklimatologische Untersuchungen zeigen sogar, dass die zentralen und südlichen Landesteile unter der schwersten Dürre seit ca. 1200 Jahren leiden [2].

Wegen der extremen Situation wurde im Januar 2014 der Wassernotstand ausgerufen [3]. Verbunden damit war der Apell zu einer freiwilligen Wassereinsparung um 20 %. Aufgrund des nur kurzzeitigen Befolgens und aufgrund illegaler Wasserentnahmen [4] sowie infolge der sich weiter verschärfenden klimatischen Situation wurden weitere Reglementierungen notwendig. Mitte März 2015 wurde beschlossen, 1 Milliarde Dollar für Wasserprojekte und Nothilfen bereitzustellen [5].

Anlass der jüngsten Maßnahmen war unter anderem, dass die Regenzeit nicht die erhoffte Wende brachte. Üblicherweise führt das Aleuten-Tief im Winter seine Ausläufer über den östlichen Pazifik auf das nordamerikanische Festland und sorgt für ergiebige Regenmengen (**Abb. 1** links). Die Niederschläge werden in Stauseen gespeichert, um den Wasserbedarf im Sommer zu decken, wenn ein Hoch über Hawaii die Tiefdruckgebiete nach Norden lenkt und der überwiegende Teil des Landes regenarm bleibt (**Abb. 1** rechts).

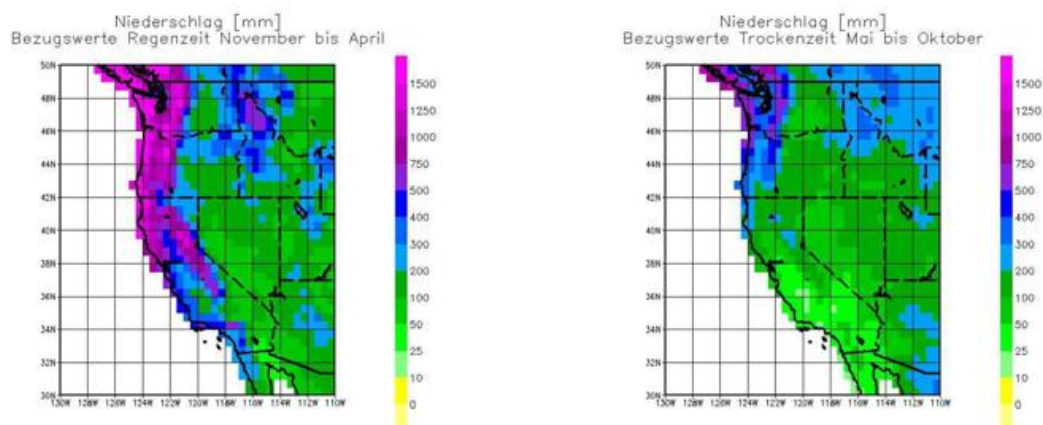


Abb. 1: Mittlere Niederschlagsverteilung in Kalifornien während der Regenzeit (1. November bis 30. April, links) und Trockenzeit (1. Mai bis 31. Oktober, rechts). Dargestellt sind halbjährlich aufsummierte Niederschlagsmengen; Mittelungszeitraum: 1951-2000; Quelle: DWD-WZN/GPCC, [6].

¹ Dr. K.-P. Wittich, DWD-ZAMF Braunschweig

² Dr. M. Ziese, Dr. A. Becker, DWD-WZN/GPCC Offenbach

Bedeutung des Wassers für Kalifornien

In Anbetracht seines sommertrockenen Klimas, seiner Wirtschaftsstärke (Platz 1 in den USA) und aufgrund des intensiv betriebenen landwirtschaftlichen Kulturanbaus kommt der Wasserversorgung in Kalifornien höchster Stellenwert zu. Zudem ist in den letzten 25 Jahren die Bevölkerung um weitere 10 Millionen Einwohner auf nunmehr 38 Millionen gestiegen [7], was die Ansprüche an die Wasserversorgung erhöhte.

Der Wasserverbrauch durch Privathaushalte und Industrie sowie durch künstliche Beregnung landwirtschaftlicher Flächen stellt stets dann ein Problem dar, wenn die winterlichen Niederschläge und damit die Füllmengen der Stauseen unterhalb des Erwartungswertes bleiben. Unter diesen Bedingungen reichen die Wasserreserven im folgenden Sommer nicht aus, um zum Zeitpunkt des höchsten Bedarfs den benötigten Ausgleich herbeizuführen. Inzwischen wird selbst in normalen Niederschlagsjahren mehr Wasser verbraucht als es der natürlichen Zulieferung entspricht [7]. So konnte in einer Studie nachgewiesen werden, dass der Grundwasserspiegel im Central Valley während des Zeitraums Oktober 2003 bis März 2010 um ca. 20 mm/Jahr absank [8].

Hydrometeorologische Situation

Nach Einschätzung der NOAA leidet überwiegend die Hälfte des Westens der USA, und insbesondere Kalifornien, unter einer mehrjährigen mäßigen bis außergewöhnlichen Dürre [9]. In Kalifornien war das Jahr 2013 das trockenste seit dem Beginn der regelmäßigen Aufzeichnungen im Jahr 1895. Die humide Jahreszeit zwischen November 2013 und April 2014 war mit einer Niederschlagshöhe von 262 mm die sechstrockenste, während in den folgenden Monaten bis einschließlich Oktober 73 mm fielen, was ebenfalls etwas unterhalb des Erwartungswertes der sommerlichen Trockenzeit lag. Insgesamt konnten zwischen November 2013 und Ende Oktober 2014 lediglich 59 % der erwarteten Niederschlagsmenge registriert werden (Bezugsperiode 1961-1990).

Begleitet und verstärkt wurde die angespannte Lage durch ein außergewöhnlich hohes Temperaturniveau. Das Jahr 2014 war mit einer Mitteltemperatur von 16.4 °C und einer Anomalie von +2.2 °C das wärmste der bisher gemessenen, während die Vorjahre 2013 und 2012 an sechster bzw. vierter Stelle folgen. Seit mehr als drei Jahrzehnten liegen, abgesehen von wenigen Einzeljahren, die Temperaturen über dem Mittel der Jahre 1961-1990.

Abb. 2 veranschaulicht die zeitliche Entwicklung des kalifornischen Gebietsmittels von Niederschlag und Lufttemperatur, getrennt für das humide und trockene Halbjahr.

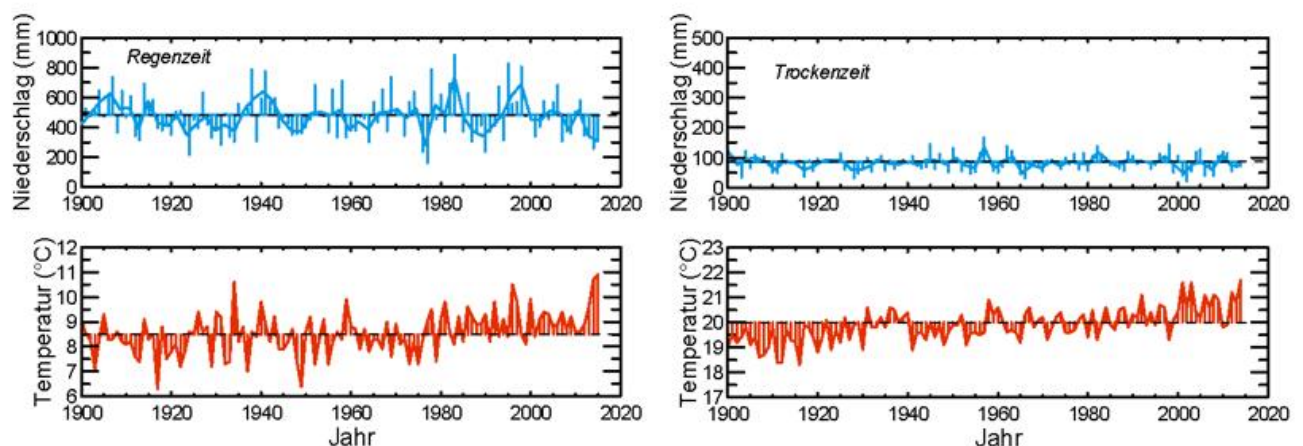


Abb. 2: Zeitreihen der landesweiten Niederschlagssumme und Lufttemperatur für Regen- und Trockenzeit (1. November bis 30. April, links; 1. Mai bis 31. Oktober, rechts). Horizontale Linie: Mittelwert des Referenzzeitraums 1961-1990. Quelle: NOAA-NCDC. Hinweis: Die Daten der Regenzeit 2014/15 umfassen aus Gründen des Berichtstermins lediglich den 5-monatigen Zeitraum November bis März.

Die schärfste Ausprägung der Dürre trat nach Einschätzung des U.S. Drought Monitors im Herbst 2014 auf, als 58 % der Fläche Kaliforniens von der höchsten Kategorie D4 (= außergewöhnliche Dürre) betroffen war. Ende März 2015 wurden von dieser Kategorie 41 % der Landfläche Kaliforniens erfasst (**Abb. 3**).

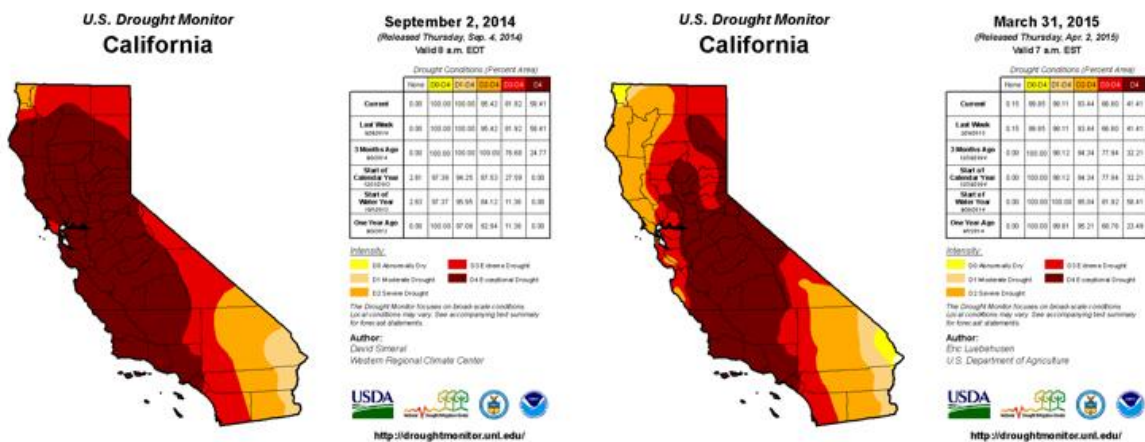


Abb. 3: Von unterschiedlichen Dürrekategorien betroffene Fläche Kaliforniens am 2. September 2014 und 31. März 2015 gemäß U.S. Drought Monitor (Quelle: <http://droughtmonitor.unl.edu/>).

Zwischenzeitliche Niederschläge von 73 mm im Februar 2015, eingebettet in einen extrem trockenen Januar und März, sorgten nur regional und nicht durchgreifend für eine Entspannung. Dementsprechend erreichten die Wasserhöhen und Abflussmengen vieler Wasserläufe ihren historischen Tiefstand oder bewegten sich im Bereich des unteren 25. Perzentils [10].

Aufgrund der winterlichen Niederschlagsdefizite und der Verdunstungsverluste infolge der winterlichen Rekordtemperatur (die Temperaturanomalien der Monate Januar, Februar und März 2015, bezogen auf die Durchschnittswerte der Jahre 1961-1990, betragen +3.2, +4.0 und +4.5 °C), sowie aufgrund der kontinuierlichen Wasserentnahmen lagen die Reserven der 12 größten Stauseen Kaliforniens Anfang April lediglich zwischen 9 und 66 % ihrer maximalen Aufnahmekapazität bzw. zwischen 16 und 88 % der langjährig-mittleren Füllmenge [11].

Zudem ließ die zu warme Luftmasse über dem amerikanischen Westen die winterlichen Niederschläge in der Sierra Nevada selten als Schnee niedergehen. Die Schneewasseräquivalente lagen im Februar bei 20 % des erwarteten Wertes und Ende März bei 5 % (entsprechend 35 mm). Üblicherweise erreicht die Schneeeauflage Anfang April ihre höchste Mächtigkeit, so dass Kalifornien während des Frühjahrs und trockenen Frühsommers vom Schmelzwasser der Sierra Nevada profitiert. In „normalen“ Jahren deckt dieses Schmelzwasser ca. 30 % des benötigten Wasserbedarfs [12].

Landwirtschaftliche Situation

Kalifornien ist der wichtigste Agrarproduzent der USA. Hauptanbaugebiet für Obst, Gemüse und Getreide ist das Central Valley mit ca. 700 km Länge und bis zu 100 km Breite. Künstliche Bewässerung ist die Regel, wofür ca. 80 % der kalifornischen Wasserreserven genutzt werden. Nahezu 10 % des Beregnungswassers kommt dem Mandelanbau zugute [13].

Aufgrund der Beregnungsmaßnahmen leiden die landwirtschaftlichen Kulturen weniger stark. Im Weekly Weather and Crop Bulletin wird z.B. der Status von 80-85 % der Weizenbestände als „good to excellent“ beschrieben, während sich das Weideland nach den Niederschlägen im Februar erholte und Ende März zu 60 % als „fair to good“ eingestuft wurde [14].

Dennoch lastet aufgrund des gegenwärtig hohen Temperaturniveaus deutlicher Wasserstressdruck auf der Vegetation, weshalb die Farmer - soweit möglich - alle Wasserreserven mobilisieren. Der *Vegetation Drought Response Index* in **Abb. 4** zeigt durch die Rotfärbung eine deutliche Vegetationsbelastung infolge der Wasserdefizite und der hohen Verdunstungsansprüche der bodennahen Atmosphäre an.

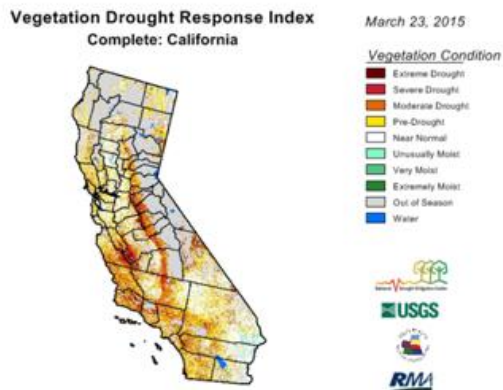


Abb. 4: Einschätzung der Vegetationsbedingungen auf Basis von Satelliten-, Klima-, Landnutzungs- und Bodendaten (Quelle: <http://veg dri.unl.edu/>).

Diese Darstellung korrespondiert grob mit Angaben des US-Department of Agriculture, wonach gegenwärtig gemäß U.S. Drought Monitor 59 % der zur Heuernte anstehenden Flächen Kaliforniens von außergewöhnlicher Dürre betroffen sind (D4-Kategorie), während 83 % der Winterweizen-Flächen auf diese Kategorie entfallen [15].

Ursache der Dürre

Die gegenwärtige Dürre entwickelte sich aus einer Kombination von defizitärem Niederschlag und deutlich positiver Temperaturabweichung. Derartige koexistierende Bedingungen führen nach Diffenbaugh et al. [1] häufiger zu Dürren als Trockenperioden unter kühleren Klimabedingungen.

Ausgelöst wurde die Dürre durch eine negative Anomalie der Meeresoberflächentemperatur im äquatorialen mittleren Pazifik, die als La Niña bezeichnet wird [16]. Diese Anomalie führte zu einem blockierenden Hoch über dem nördlichen Pazifik, welches regenbringende Tiefdruckgebiete vom kalifornischen Festland fernhielt bzw. sie abschwächte.

Gegenwärtig wird diskutiert, inwieweit die aktuelle Dürre dem anthropogen-induzierten Klimawandel oder eher der natürlichen Variabilität des Klimasystems zuzuordnen ist (siehe z.B. [1], [16]), zumal Kalifornien schon immer unter schweren Dürren gelitten hat [17]. Unter Berücksichtigung anthropogener Einflüsse lassen Klimamodelle eine Zunahme der Winterniederschläge erwarten. Eine derartige Situation ist mit einer Zirkulationsanomalie tiefen Luftdrucks über dem nördlichen Pazifik verbunden, die jedoch in den Wintermonaten der jüngsten Dürreperiode nicht beobachtet wurde.

Wie geht es weiter?

Eine gegenwärtig sich abzeichnende El Niño-Phase, die zu einer Entspannung führen könnte, wird vom amerikanischen Wetterdienst als zu schwach eingeschätzt, um zur Beendigung der Dürre beizutragen [18]. Zudem sind die spärlichen Schneevorräte der Sierra Nevada sowie das daraus resultierende Schmelzwasser viel zu gering, um in irgendeiner Form zu einer Abmilderung der wasserdefizitären Situation zu führen.

Gemäß Einschätzung des National Geographic Area Coordination Centers wird das Feuerpotenzial für die kommenden Monate als „übernormal“ eingeschätzt. Ursache sind regionale Niederschläge im Februar, die zum Ergrünen der Bodendecke führten und weiteres Wachs-

tum begünstigten. Es wird erwartet, dass die Gräser im Laufe der regenarmen Saison absterben und ab Mai eine zündfähige Bodenaufgabe bilden können. Gräser in den bereits schneefreien höheren Lagen ergrünen gegenwärtig 6 bis 8 Wochen früher als üblich [19].

Nach Langfristvorhersagen der NOAA bleibt die übernormal-warme Witterung bis einschließlich Juni erhalten, so dass eine Verschärfung der Situation wahrscheinlich ist [20].

Die Trockenheit im Jahr 2014 soll nach Untersuchungen der University of California landwirtschaftliche Schäden in Höhe von 2.2 Mrd. US \$ verursacht und 17.000 Jobs in der Landwirtschaft und der verarbeitenden Industrie vernichtet haben [21]. Obwohl eine Gesamtbilanz noch aussteht, wurde inzwischen die Notwendigkeit grundlegender und langfristiger Regelungen erkannt, damit das Grundwasser eine nachhaltige Ressource bleibt. Folgerichtig sind Gesetzesinitiativen in die Wege geleitet worden [22].

Quellen und weitere Informationen

- [1] Diffenbaugh NS, Swain DL, Touma D, 2015: Anthropogenic warming has increased drought risk in California. PNAS Early Edition, doi:10.1073.
- [2] Griffin D, Anchukaitis KJ, 2014. How unusual is the 2012-2014 California drought? Geophys. Res. Lett., 41, 9017-9023, doi:10.1002/2014GL062433.
- [3] <http://www.water.ca.gov/waterconditions/declaration.cfm>; <http://ca.gov/Drought/archive-january-2014.html>
- [4] <http://www.spiegel.de/wissenschaft/natur/duerre-in-kalifornien-diebe-stehlen-wasser-a-1020207.html>
- [5] <http://ca.gov/Drought/topstory/top-story-27.html>
- [6] Meyer-Christoffer A, Becker A, Finger P, Rudolf B, Schneider U, Ziese M, 2011: GPCC Climatology Version 2011 at 0.5°: Monthly Land-Surface Precipitation Climatology for Every Month and the Total Year from Rain Gauges built on GTS-based and Historic Data. DOI:10.5676/DWD_GPCC/CLIM_M_V2011_050.
- [7] Pacific Institute, 2014: <http://pacinst.org/national-geographic-scienceblogs-the-growing-influence-of-climate-change-on-the-california-drought/>
- [8] Famiglietti JS, Lo M, Ho SL, Bethune J, Anderson KJ, Syed TH, Swenson SC, de Linage CR, Rodell M, 2011: Satellites measure recent rates of groundwater depletion in California's Central Valley. Geophys. Res. Lett., 38, L03403, doi:10.1029/2010GL046442.
- [9] NOAA-NCDC, 2015: State of the climate. <http://www.ncdc.noaa.gov/sotc/drought/2015/3>
- [10] <http://waterdata.usgs.gov/ca/nwis/rt>
- [11] <http://cdec.water.ca.gov/cdecapp/resapp/getResGraphsMain.action>
- [12] California Department of Water Resources, 2015: Third manual survey confirms shrinking water content, News for Immediate Release, March 3, 2015; Sierra Nevada snowpack is virtually gone, News for Immediate Release, April 1, 2015; <http://www.water.ca.gov/news/archive/index.cfm?yr=2015>
- [13] http://www.slate.com/blogs/future_tense/2015/03/20/california_megadrought_it_s_already_begun.html
- [14] Weekly Weather and Crop Bulletin, <http://www.usda.gov/oce/weather/pubs/Weekly/Wwcb/index.htm>
- [15] <http://www.usda.gov/oce/weather/Drought/>
- [16] Seager R, Hoerling M, Schubert S, Wang H, Lyon B, Kumar A, Nakamura J, Henderson N, 2014: Causes and Predictability of the 2011-14 California Drought. Assessment Report, <http://cpo.noaa.gov/MAPP/californiadroughtreport>
- [17] California Department of Water Resources, 2015: California's Most Significant Droughts: Comparing Historical and Recent Conditions.
- [18] <http://www.noaanews.noaa.gov/stories2015/20150305-noaa-advisory-elnino-arrives.html>
- [19] <http://gacc.nifc.gov/oscc/predictive/outlooks/>
- [20] <http://www.drought.gov/drought/regional-programs/california/looking-ahead>

- [21] Howitt RE, Medellin-Azuara J, MacEwan D, Lund JR, Summer DA, 2014. Economic Analysis of the 2014 Drought for California Agriculture. Tech. Rep., Center for Watershed Sciences, University of California, Davis.
- [22] California Department of Water Resources, 2015: DWR develops draft strategic plan for implementing historic groundwater laws, News for Immediate Release, March 13, 2015; <http://www.water.ca.gov/news/archive/index.cfm?yr=2015>