

Herausforderung Klimawandel

Herbert Formayer^{1*}

Zusammenfassung

Die letzten Jahrzehnte haben den Klimawandel bei uns in Mitteleuropa für alle Menschen, greifbar gemacht. Der Temperaturanstieg von mehr als 1 °C seit den 1970er Jahren, mit den damit verbundenen Extremereignissen hat sich bereits auf unseren Alltag ausgewirkt.

Der Klimawandel ist also ein Faktum und er wird sich auch weiter fortsetzen, wobei das Ausmaß der Veränderung sehr stark vom weiteren Verhalten der Menschen abhängen wird. Neben Klimaschutzmaßnahmen ist nun aber auch die Anpassung an den Klimawandel das Gebot der Stunde. In den Gebirgsregionen Österreichs, wo derzeit häufig die Temperatur der limitierende Faktor ist, kann eine weitere Erwärmung sogar zu gesteigerten Erträgen bzw. zusätzlichen Anbauoptionen führen, aber nur wenn die Wasserverfügbarkeit gesichert ist.

Ein weiterer Temperaturanstieg in der Größenordnung von zwei Grad kann sicherlich durch rechtzeitige und geplante Anpassung verkräftet werden. Alles was darüber hinaus geht führt zu deutlich dramatischeren Veränderungen. Daher muss auch die Land- und Forstwirtschaft ihren Beitrag zum Klimaschutz leisten, damit die in Paris beschlossenen Klimaschutzziele auch wirklich erreicht werden.

Schlagwörter: Klimafolgen, Anpassung, Erwärmung, Klimaschutz

Summary

The last four decades made climate change visible for the people in central Europe. The temperature increase of more than 1 °C with the corresponding extreme events even had influence of our daily life.

Climate change is a fact and it will continue. But the extent of the change is highly depending on the behaviour of mankind. Beside mitigation measures, climate change adaptation has to take place now. In the mountainous regions of Austria, often temperature is the limiting factor. Here an additional warming may even increase the yield or broaden the cultivation options, but only if the water availability is given.

A further temperature increase in the order of 2 °C can surely be handled with appropriate adaptation measures. But everything that exceeds this threshold will lead to much more dramatic changes. Thus also agriculture and forestry have to contribute to mitigation, to implement the promised mitigation targets of Paris into daily life.

Keywords: climate change impact, adaptation, warming, mitigation

Einleitung

Die letzten Jahrzehnte haben den Klimawandel bei uns in Mitteleuropa für alle Menschen, aber besonders für in der Land- und Forstwirtschaft Tätige greifbar gemacht. Der Temperaturanstieg von mehr als einem Grad seit den 1970er Jahren, mit den damit verbundenen Extremereignissen hat sich bereits auf unseren Alltag ausgewirkt.

Wissenschaftliche Arbeiten wie der „Österreichische Sachstandsbericht Klimawandel 2014“ (APCC 2014) haben diese Veränderungen für Österreich systematisch dokumentiert und auch aufgezeigt, dass diese Veränderungen nur durch die Aktivitäten der Menschen – vorwiegend durch die Verbrennung von fossiler Energie und damit der Freisetzung von Treibhausgasen – erklärt werden können. Es zeigt sich auch, dass vom Klimawandel alle Wirtschaftssektoren betroffen sind und weiter sein werden, die Land- und Forstwirtschaft aber jener Sektor ist, der am unmittelbarsten die Auswirkungen zu spüren bekommt.

Der Klimawandel ist also ein Faktum und er wird sich auch weiter fortsetzen, wobei das Ausmaß der Veränderung

sehr stark vom weiteren Verhalten der Menschen abhängen wird. Neben Klimaschutzmaßnahmen ist nun aber auch die Anpassung an den Klimawandel das Gebot der Stunde. Das österreichische Forschungsprojekt COIN (Steininger et al. 2015) hat sich intensiv mit den Kosten des Klimawandels in den verschiedenen Wirtschaftssektoren auseinandergesetzt. Dabei hat sich gezeigt, dass der österreichischen Land- und Forstwirtschaft nicht nur Herausforderungen, sondern durchaus auch Chancen durch den Klimawandel entstehen. Aber auch auf diese muss man vorbereitet sein, um sie optimal nutzen zu können. Eine Beschäftigung mit den möglichen Entwicklungen durch den Klimawandel ist daher für jeden Sektor, aber insbesondere für die Land- und Forstwirtschaft, sinnvoll.

Klimawandel: Vergangenheit und Zukunft

Als Maß für den Klimawandel wird häufig die globale Mitteltemperatur verwendet. Diese kann seit etwa der Mitte des 19. Jahrhunderts berechnet werden, davor war die Stationsdichte der Messungen speziell auf der Südhemisphäre

¹ Institut für Meteorologie, Universität für Bodenkultur Wien, Türkenschanzstraße 18, A-1180 Wien

* Ansprechpartner: Ass.Prof. Mag. Dr. Herbert Formayer, herbert.formayer@boku.ac.at



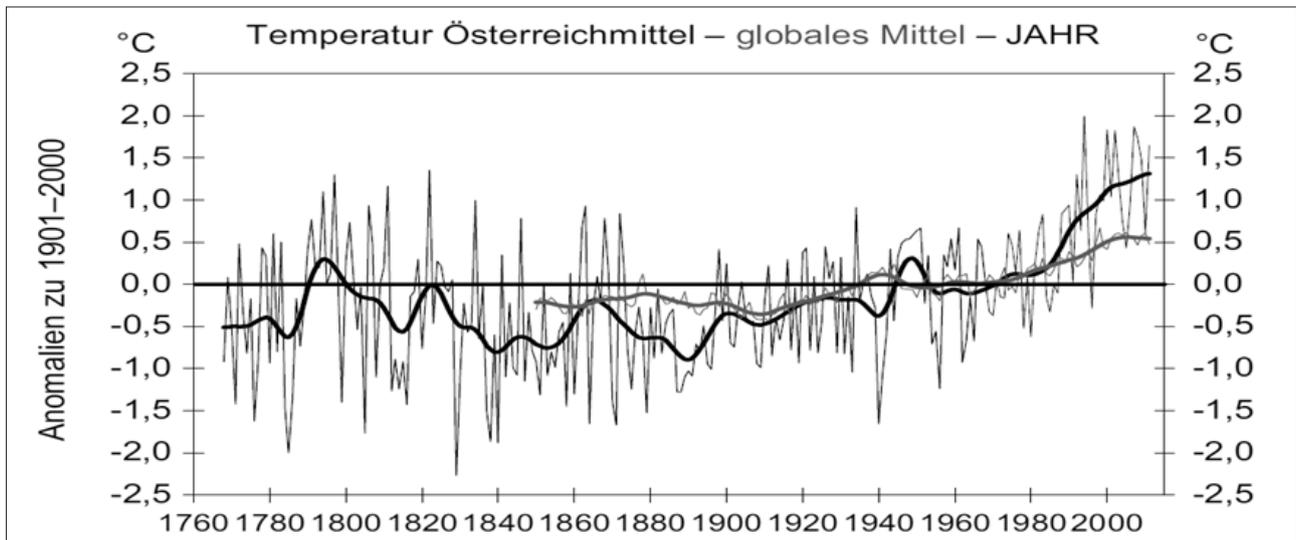


Abbildung 1: Entwicklung der Globalen Mitteltemperatur (graue, kurze Linie) sowie der österreichischen Mitteltemperatur (schwarze, lange Linie) als Anomalie bezogen auf den Mittelwert des 20. Jahrhunderts. Seit Mitte des 19. Jahrhunderts ist die globale Mitteltemperatur um nicht ganz ein Grad gestiegen, die Österreichische hingegen um mehr als 2 Grad (Quelle: APCC 2014).

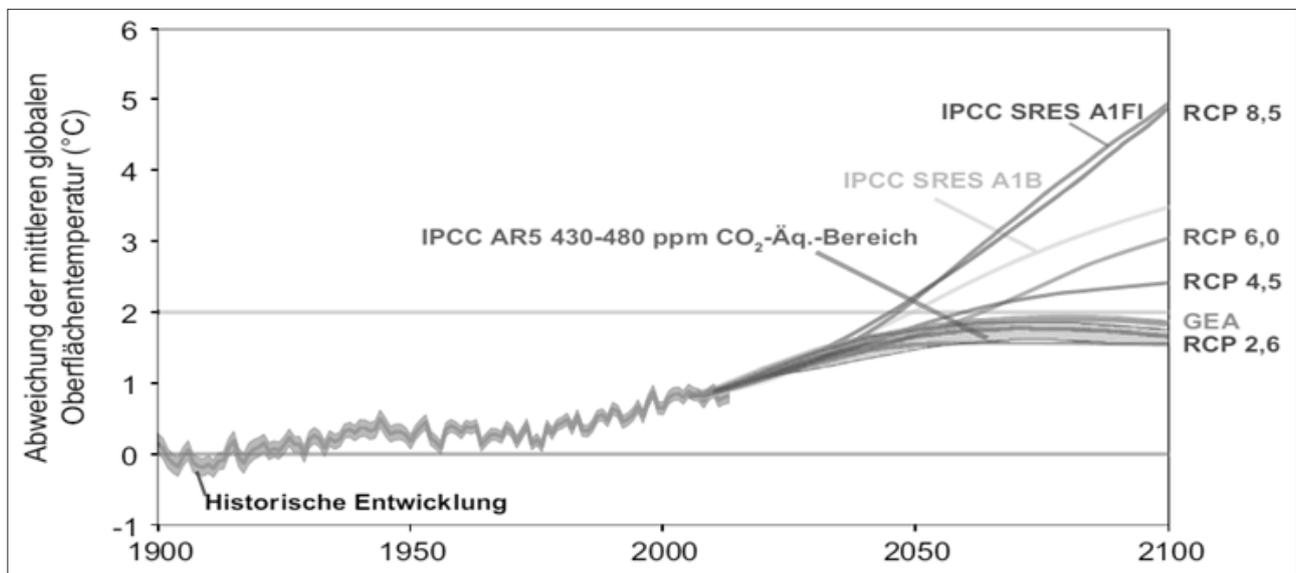


Abbildung 2: Die weitere Entwicklung der globalen Mitteltemperatur hängt sehr stark vom Verhalten der Menschheit ab. Noch ist es möglich die globale Erwärmung unter 2 Grad gegenüber Vorindustriell zu halten (RCP 2.6 bzw. GEA). Gelingt es aber nicht weltweite Klimaschutzmaßnahmen umzusetzen, kann die Erwärmung sogar bis zu 5 Grad am Ende des 21. Jahrhundert betragen. (Quelle: APCC 2014).

zu gering. Seit Beginn dieser Messreihe ist die globale Mitteltemperatur um etwa 0.9 °C angestiegen. Dies klingt sehr wenig, jedoch ergibt sich durch die Mittelung über die ganze Erde und das ganze Jahr eine sehr stabile Kenngröße deren Schwankung von Jahr zu Jahr nur etwa 0.1 °C beträgt (siehe *Abbildung 1*). Im Vorjahr wurde ein neuer Rekordwert bei der globalen Mitteltemperatur erreicht, wobei 2015 um 0.16 °C wärmer als das bisherige Rekordjahr 2014 war (NOAA 2016).

Im gleichen Zeitraum ist die Temperatur bei uns in Österreich um etwa 2 Grad angestiegen. Dies liegt einerseits

darin, dass in der Mitte des 19. Jahrhunderts die Temperatur bei uns aufgrund des letzten Höhepunktes der „kleinen Eiszeit“ besonders niedrig war, andererseits müssen wir davon ausgehen, dass der Temperaturanstieg bei uns in Österreich deutlich stärker ausfallen wird als im globalen Mittel. Dies liegt daran, dass die Ozeane und die tropischen Regionen sich geringer erwärmen als die Landmassen und die mittleren und hohen Breiten. In etwa kann man einen Faktor von 1.25 bis 1.5 zwischen dem globalen und dem österreichischen Temperaturanstieg annehmen. 2014 und 2015 waren auch in Österreich mit Abstand die wärmsten

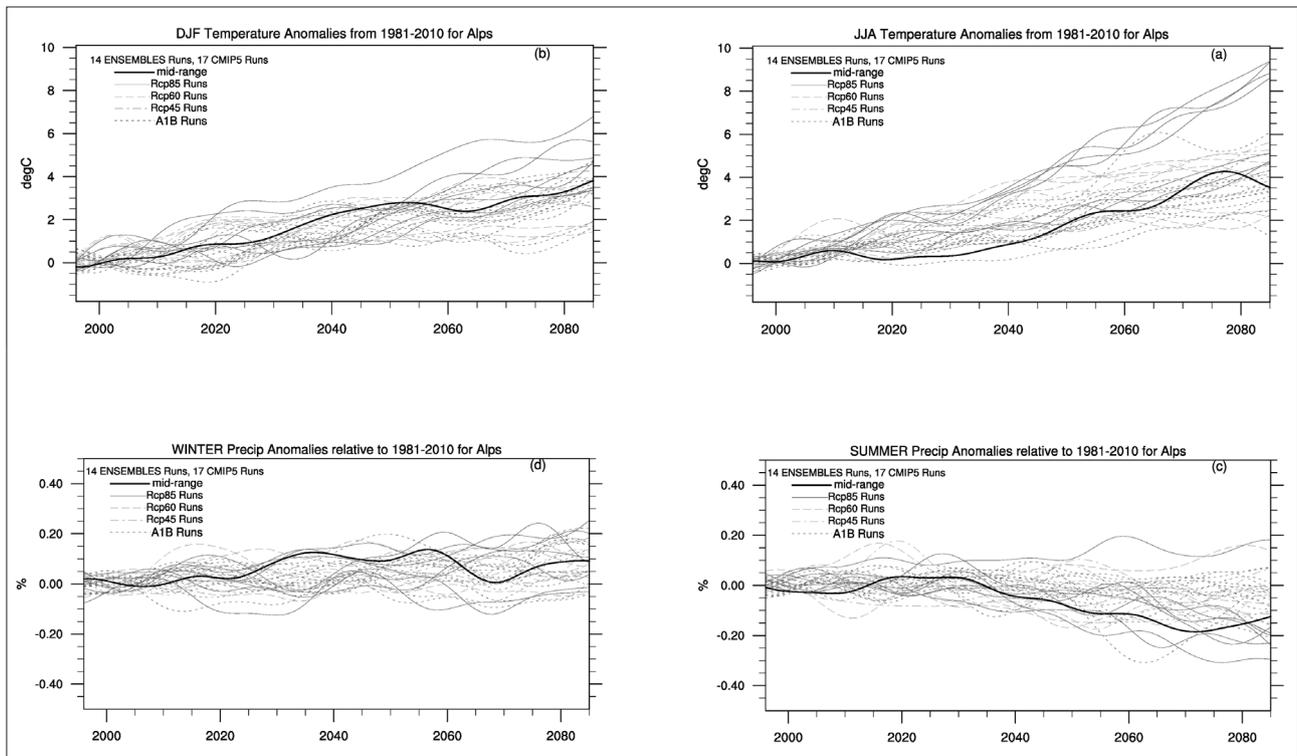


Abbildung 3: Ensemble der möglichen klimatischen Entwicklung im Alpenraum. a: Wintertemperatur (DJF) b: Sommertemperatur (JJA) c: Winterhalbjahresniederschlag (Okt-Mar) d: Sommerhalbjahresniederschlag (Apr-Sep). Alle Szenarien zeigen einen weiteren Temperaturanstieg in allen Jahreszeiten. Beim Niederschlag zeigt eine Mehrzahl der Modelle ab der Mitte des Jahrhunderts eine Zunahme des Winterniederschlags, sowie eine Abnahme des Sommerniederschlags (Quelle: Formayer et al. 2015).

Jahre seit Messbeginn Mitte des 18. Jahrhunderts (ZAMG-HISTALP 2016).

Die weitere Entwicklung des Klimas hängt sehr stark vom menschlichen Verhalten ab. In *Abbildung 2* ist die globale Erwärmung in Abhängigkeit zum unterstellten Emissionsszenario dargestellt. Wenn wir so weitermachen wie bisher und keine umfassenden weltweiten Klimaschutzmaßnahmen ergreifen (Emissionsszenario RCP 8.5), müssen wir von einem Temperaturanstieg von global 5 Grad im Vergleich zu Vorindustriell ausgehen. Für Österreich würde dies eine Erwärmung von etwa 6.25 bis 7.5 Grad bedeuten. Aber wir können es auch noch schaffen, die Erwärmung unter 2 Grad zu halten (RCP 2.6) und dies wurde auch bei den Klimaverhandlungen im Dezember 2015 in Paris von allen UNO Mitgliedsstaaten beschlossen. Um dies zu erreichen, müssen jedoch sofort umfassende Maßnahmen gesetzt werden.

In *Abbildung 3* ist die Bandbreite der möglichen Entwicklung der Temperatur und des Niederschlags für Österreich basierend auf 31 verschiedenen Global- und Regional-szenarien und vier unterschiedlichen Emissionsszenarien zusammengefasst. Bei der Temperatur zeigt sich in allen Jahreszeiten und Emissionsszenarien ein weiterer Anstieg. Dieser reicht von etwa 2 Grad verglichen mit dem Referenzzeitraum 1981-2010 bei einem sehr klimaschonenden Verhalten, bis zu 9 Grad in Extremszenarien im Sommer, wenn wir weitermachen wie bisher.

Beim Niederschlag sind die Ergebnisse nicht so eindeutig, jedoch zeigt die Mehrzahl der Modelle eine Nieder-

schlagsreduktion im Sommerhalbjahr und eine Zunahme im Winterhalbjahr, wobei die Jahresniederschlagsmenge in etwa konstant bleibt. Die meisten Modelle zeigen diese Entwicklung jedoch erst in der zweiten Hälfte des Jahrhunderts.

Auswirkungen auf die Landwirtschaft

Der in Österreich zu erwartende Temperaturanstieg führt direkt zu einer Verlängerung der Vegetationsperiode und damit zu einem früheren Einsetzen und einem späteren Ende der Transpiration der Pflanzen. Diese Effekte werden besonders im Bergland, wo auch ein stärkerer Temperaturanstieg möglich sein könnte, relevant. Der Temperaturanstieg führt ebenfalls zu einem geringeren Schneeanteil in tiefen und mittleren Lagen. Durch die Erwärmung erfolgt eine Verschiebung des letzten Spätfrosts. Da sich aber auch der Beginn der Vegetationsphase verschiebt wird sich das Frostisiko pflanzenspezifisch unterschiedlich entwickeln.

Beim Niederschlag muss man von einer Verlagerung der Niederschläge vom Sommerhalbjahr ins Winterhalbjahr ausgehen. Die Jahresniederschlagssumme bleibt in etwa konstant, wobei nördlich des Alpenhauptkamms im Westen von einer leichten Zunahme und südlich des Alpenhauptkamms und im Osten von einer leichten Abnahme ausgehen muss. Das ganze Jahr hindurch ist mit einer Zunahme der Niederschlagsintensität zu rechnen. Während der Sommermonate ist mit einer Abnahme der Niederschlagshäufigkeit zu rechnen und die Häufigkeit von Trockenperioden wird zunehmen. Es gibt auch einige Anzeichen, dass die Nieder-

schlagsvariabilität von Jahr zu Jahr im Sommer zunehmen wird. Also generell eher deutlich trockenere Sommer, aber dazwischen immer wieder „verregnete“ Sommer.

Aufgrund der Zunahme der Niederschlagsintensität und der Abnahme der Schneedecke ist mit einer Abnahme der Infiltration des Niederschlags in den Boden zu rechnen. Gleichzeitig erfolgt durch den Temperaturanstieg direkt und durch die Verlängerung der Vegetationsperiode eine Zunahme der Transpiration. Gemeinsam mit der generellen Niederschlagsabnahme im Sommer muss man von einer starken Abnahme des Bodenwassergehaltes und damit erhöhtem Trockenstress in der zweiten Sommerhälfte rechnen. Die Wahrscheinlichkeit für extreme Trockenperioden im Sommer wird stark zunehmen. In Kombination mit neuen Temperaturmaxima mit mehr als 40 °C im Flachland können direkte Hitzeschäden bei Pflanzen ausgelöst werden.

Die sich ändernden thermischen Verhältnisse werden zu einem weiteren Eindringen von Neobiota – also fremden Tier- und Pflanzenarten – führen. Darunter werden sich auch Schädlinge, Krankheitserreger sowie unerwünschte Beikräuter befinden. Gleichzeitig werden vor kurzem eingewanderte Arten wie etwa die allergieauslösende Ambrosia (Ragweed) weiter ins Alpenvorland und die Alpentäler vorstoßen.

Durch sich veränderndem Schädlingsdruck, stärkere Schwankungen beim Sommerniederschlag, häufigeren Trockenstress und höherer Intensität von Gewittern muss man in Zukunft von stärker schwankenden Erträgen in der Landwirtschaft ausgehen. Dies kann sogar in Regionen mit im Mittel steigenden Erträgen, zu einer Reduktion der Einkommen der Bauern führen.

Die Land- und Forstwirtschaft ist aber nicht nur betroffen durch den Klimawandel sondern auch Mitverursacher. Um die in Paris beschlossenen Klimaziele zu erreichen, wird auch dieser Sektor seinen Beitrag bei der Emissionsreduktion leisten müssen.

Schlussfolgerungen

Der Klimawandel ist ein Faktum und seit den 1970er Jahren hat er sich sowohl global als auch bei uns in Österreich beschleunigt. Für die alpine Landwirtschaft in Österreich kann dies durchaus auch ein Vorteil sein, da in den Gebirgs-lagen oft die Temperatur als limitierender Faktor auftritt. Die Wasserverfügbarkeit – Niederschlagsverhältnisse, Bodenspeicherkapazität, Bewässerungspotenzial – wird letztlich entscheiden, ob das höhere Temperaturniveau für eine bessere Ertragslage genutzt werden kann.

Bei der Anpassung an den Klimawandel sind die Optionen im Ackerbau bedeutend größer als bei Dauerkulturen, Grünland oder Wald, da hier jährlich Entscheidungen zur Fruchtfolge getroffen werden können. Durch die reduzier-

ten Anpassungsoptionen ist die alpine Landwirtschaft mit geringem Anteil an Ackerbau besonders verwundbar und Anpassungsstrategien müssen über viele Jahre verfolgt und frühzeitig gesetzt werden.

Eine Land- und Forstwirtschaft in der heutigen Form kann in Österreich durch sinnvolle Anpassungsmaßnahmen sichergestellt werden – ja es können teilweise sogar Ertragssteigerungen erzielt werden – solange der Klimawandel nicht zu stark und zu rasch erfolgt. Ein weiterer Temperaturanstieg in der Größenordnung von zwei Grad kann sicherlich durch rechtzeitige und geplante Anpassung verkraftet werden. Alles was darüber hinaus geht führt zu deutlich dramatischeren Veränderungen und mögliche Extremszenarien mit bis zu 9 Grad Temperaturanstieg im Sommer bis zum Ende des Jahrhunderts, würde die Landschafts- und Lebensformen im Alpenraum komplett umstellen und zu Verhältnissen führen, wie wir sie derzeit nur aus Spanien kennen.

Deshalb müssen wir Alle dazu beitragen, dass die Verpflichtungen die alle UNO Mitgliedsländer in Paris eingegangen sind auch umgesetzt werden. Für die Land- und Forstwirtschaft bedeutet dies:

- Effizienzsteigerung bei landwirtschaftlichen Maschinen
- Verstärkte Nutzung von erneuerbarer Energie
- Maßnahmen zur Reduktion des Energieaufwandes für Düngemittel
- Maßnahmen zur Reduktion der Methanemissionen
- Maßnahmen zur Reduktion der Lachgasemissionen.

Literatur

- APCC (2014) Österreichischer Sachstandsbericht Klimawandel 2014 (AAR14). Austrian Panel on Climate Change (APCC), Verlag der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, Wien, Österreich, 1096 Seiten. ISBN 978-3-7001-7699-2.
- Formayer H., Nadeem I. & Anders I. (2015) Climate Change Scenario: From Climate Model Ensemble to Local Indicators. In: Steininger K., König W., Bednar-Friedl B., Loibl W., Kranzl L., Prettenhaler F. (Ed), Economic Evaluation of Climate Change Impacts. Springer Climate, Hamburg; ISBN 978-3-319-12456-8.
- Nadeem I. & Formayer H. (2015) Regionales Klimaszenario basierend auf dem GFDL-CM3 RCP 8.5 Lauf. [16. Österreichischer Klimatag, Wien, APR 28-30, 2015] In: Climate Change Center Austria, Tagungsband 16. Klimatag Aktuelle Klimaforschung in Österreich, http://www.ccca.ac.at/fileadmin/00_DokumenteHauptmenue/03_Aktivitaeten/Klimatag/Klimatag2015/Programm/Tagungsband_Klimatag2015_redGroesse.pdf.
- NOAA (2016) <http://www.ncdc.noaa.gov/sotc/global/201512>.
- Steininger K., König W., Bednar-Friedl B., Loibl W., Kranzl L., Prettenhaler F. (Ed) (2015) Economic Evaluation of Climate Change Impacts. Springer Climate, Hamburg; ISBN 978-3-319-12456-8.
- ZAMG-HISTALP (2016) http://www.zamg.ac.at/cms/de/dokumente/klima/dok_news/dok_histalp/jahresbericht-2015.