

M. Quirnbach, E. Freistühler, I. Papadakis

Auswirkungen des Klimawandels in der Emscher-Lippe-Region

Kurzfassung

Gefördert durch:



Auswirkungen des Klimawandels in der Emscher-Lippe-Region (Kurzfassung der *dynaklim*-Publikation No. 30)

CLM, Emscher-Lippe-Region, Klimawandel, Lufttemperatur, Niederschlag, Regionales Klimamodell

Einleitung

Im Rahmen des Forschungsvorhabens *dynaklim* wurden umfangreiche Analysen zu Veränderungen der beiden Parameter Lufttemperatur und Niederschlag in der Emscher-Lippe-Region (ELR) durchgeführt. Dabei wurden die beiden Parameter hinsichtlich verschiedenster Kenngrößen und Untersuchungszeiträume untersucht. Die Untersuchungen umfassen sowohl Messdaten aus der Vergangenheit im Zeitraum 1951 – 2010 (Niederschlag) bzw. 1961 – 2010 (Lufttemperatur) als auch Klimamodelldaten aus zwei Modellläufen des Regionalen Klimamodells CLM (LAUTENSCHLAGER et al., 2009) im Zeitraum 1961 – 2100. Die beiden Modellläufe basieren auf dem SRES-Emissions-szenario A1B.

Die vorliegende *dynaklim*-Kompakt-Ausgabe stellt eine Kurzfassung der *dynaklim*-Publikation No. 30 (QUIRMBACH et al., 2012) dar, sodass nur die wesentlichen Ergebnisse kurz dargestellt werden. Weitergehende Informationen zu Details, die Einordnung dieser Ergebnisse in ein begrenztes Ensemble aus sieben Klimamodellläufen und Vergleiche zu überregional festzustellenden Entwicklungen sind der *dynaklim*-Publikation zu entnehmen.

Parameter Lufttemperatur

Beim Parameter Lufttemperatur lassen sich eindeutige Entwicklungen über alle Kenngrößen und Bilanzierungszeiträume sowohl in den Mess- als auch in den Modelldaten feststellen. In der letzten Dekade (2001 – 2010) haben die gemessenen mittleren Jahreslufttemperaturen gegenüber der Referenzperiode (1961 – 1990) bereits um $+0,8\text{ °C}$ zugenommen (Abbildung 1, links). Damit wird bereits heute die aus den Modelldaten erwartete Zunahme für die Nahe Zukunft (2021 – 2050) von etwa $+1\text{ °C}$ fast erreicht (Abbildung 1, rechts). Bis in die Ferne Zukunft (2071 – 2100) wird sogar eine Zunahme um mehr als $+3\text{ °C}$ gegenüber 1961 – 1990 erwartet.

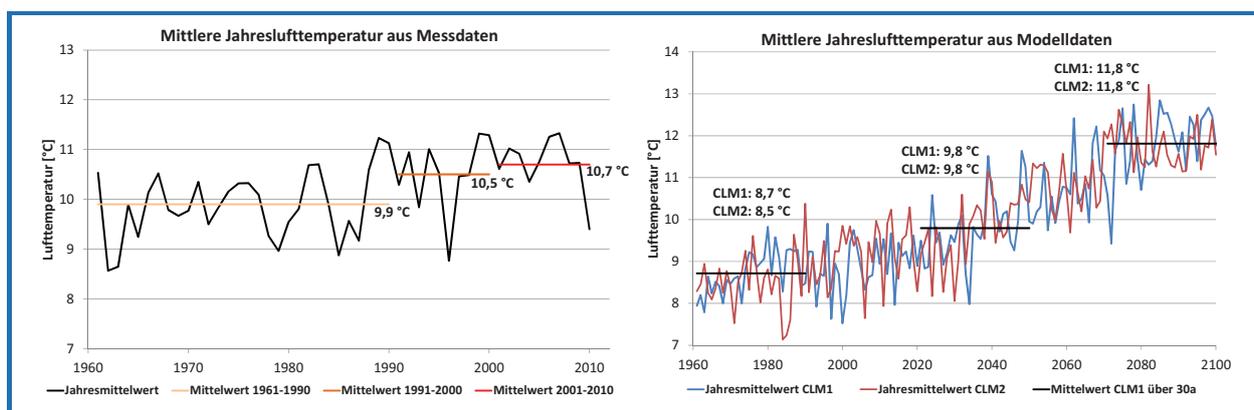


Abbildung 1: Mittlere Jahreslufttemperaturen; links: aus Messdaten im Zeitraum 1961 – 2010 in der ELR; rechts: aus CLM-Modelldaten im Zeitraum 1961 – 2100 in der ELR; Mittelwerte CLM1 über 30 Jahre für Referenzzeitraum (1961 – 1990), Nahe Zukunft (2021 – 2050) und Ferne Zukunft (2071 – 2100)

In den Messdaten sind diese Temperaturzunahmen insbesondere in den Quartalen Sommer und Frühling überdurchschnittlich (Tabelle 1). In den Modelldaten sticht ebenfalls der Sommer mit

überdurchschnittlichen Temperaturzunahmen heraus (Abbildung 2). Hier sind in den Quartalen Herbst und Winter die durchschnittlichen bis leicht überdurchschnittlichen Zunahmen allerdings größer als in den Messdaten.

Tabelle 1: Zunahmen der mittleren Lufttemperaturen in den vier Jahreszeiten / Quartalen in der ELR im Zeitraum 2001 – 2010 gegenüber dem Referenzzeitraum (1961 – 1990)

Jahreszeit	1961 – 1990	2001 – 2010	Zunahme	Bandbreite [Min – Max]
Winter	+2,7 °C	+3,4 °C	+0,7 °C	-2,8 °C bis +6,3 °C
Frühling	+9,2 °C	+10,4 °C	+1,2 °C	+7,2 °C bis +12,4 °C
Sommer	+17,1 °C	+18,1 °C	+1,0 °C	+15,5 °C bis +19,6 °C
Herbst	+10,4 °C	+11,0 °C	+0,6 °C	+8,1 °C bis +13,7 °C
Jahr	+9,9 °C	+10,7 °C	+0,8 °C	+8,6 °C bis 11,3 °C

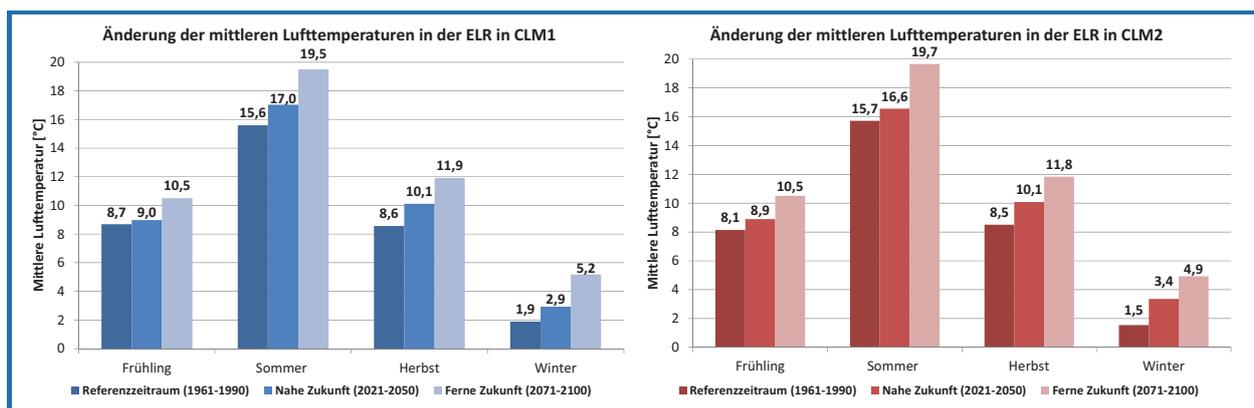


Abbildung 2: Vergleich der mittleren Lufttemperaturen in den vier Jahreszeiten / Quartalen im Regionalen Klimamodell CLM (links: CLM1, rechts: CLM2) für die ELR im Referenzzeitraum (1961 – 1990), in der Nahen Zukunft (2021 – 2050) und in der Fernen Zukunft (2071 – 2100)

Während die Monats- und Jahresmitteltemperaturen eine durchschnittliche Entwicklung der Lufttemperaturen beschreiben, lassen sich Entwicklungen in den Extremen über Veränderungen von Kenntagen (Tabelle 2, siehe auch DWD, 2012) gut ausdrücken. Sowohl in den Messdaten (Abbildung 3) als auch in den Modelldaten (Abbildung 4) nehmen die „heißen“ Kenntage, Sommertage und Heiße Tage, kontinuierlich zu, während die „kalten“ Kenntage, Frost- und Eistage, zurückgehen. Dies führt dazu, dass bereits in der Nahen Zukunft einzelne Sommermonate mit mehr als 15 Heißen Tagen, in der Fernen Zukunft sogar Sommermonate mit 20 und mehr Heißen Tagen zu erwarten sind. Dies sind deutliche Hinweise darauf, dass Hitzeperioden in Zukunft häufiger und gleichzeitig intensiver auftreten werden.

Tabelle 2: In *dynaklim* untersuchte Kenntage und ihre Definitionen

Kenntag	Kriterium	Beschreibung
Eistag	$T_{\max} < 0^{\circ} \text{C}$	Die Lufttemperatur bleibt an einem Tag immer unterhalb des Gefrierpunktes (0°C)
Frosttag	$T_{\min} < 0^{\circ} \text{C}$	Die Lufttemperatur sinkt an einem Tag mindestens einmal unterhalb des Gefrierpunktes (0°C)
Sommertag	$T_{\max} \geq 25^{\circ} \text{C}$	Die Lufttemperatur beträgt mindestens einmal am Tag 25°C oder mehr
Heißer Tag	$T_{\max} \geq 30^{\circ} \text{C}$	Die Lufttemperatur beträgt mindestens einmal am Tag 30°C oder mehr
Tropennacht	$T_{\min} \geq 20^{\circ} \text{C}$	Die Lufttemperatur sinkt an einem Tag nicht unter 20°C ab

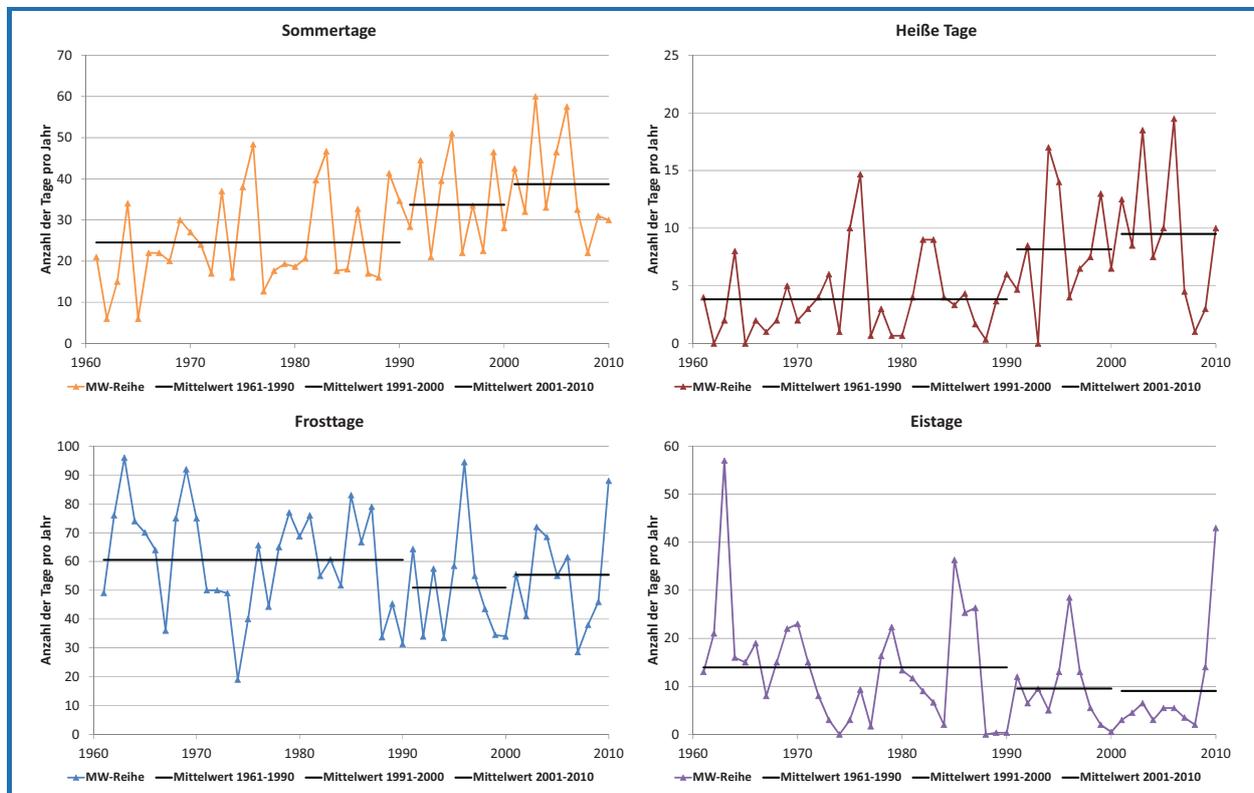


Abbildung 3: Vergleich der Sommertage (links oben), Heißen Tage (rechts oben), Frosttage (links unten) und Eistage (rechts unten) in den Messdaten der ELR für den Zeitraum 1951 – 2010

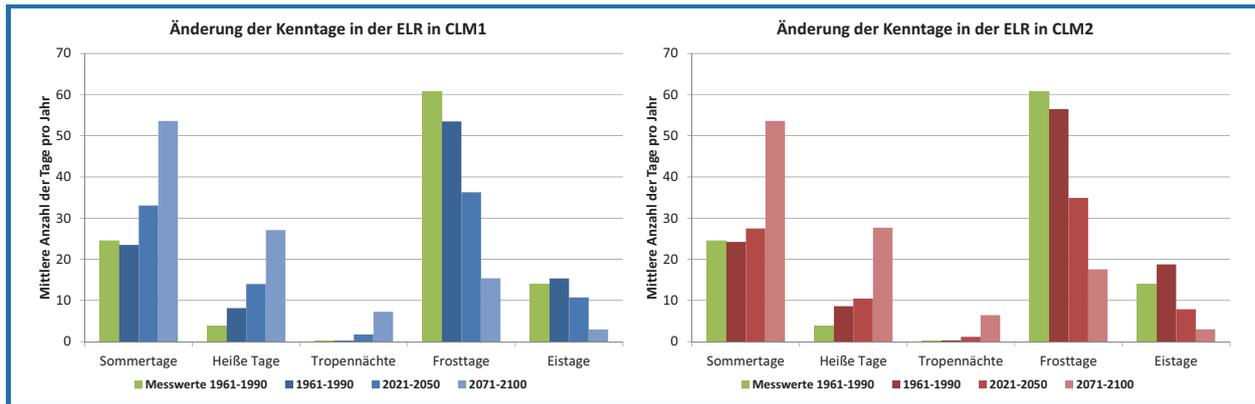


Abbildung 4: Vergleich der Kenntage im Regionalen Klimamodell CLM (links: CLM1, rechts: CLM2) für die ELR im Referenzzeitraum (1961 – 1990), in der Nahen Zukunft (2021 – 2050) und Fernen Zukunft (2071 – 2100); ergänzend werden in Grün die Anzahl der Kenntage aus Messdaten für den Referenzzeitraum mit angegeben

Parameter Niederschlag

Die Veränderungen beim Parameter Niederschlag stellen sich gegenüber den Entwicklungen bei der Lufttemperatur differenzierter dar. Die in der Vergangenheit festgestellten Zunahmen der Jahresniederschlagssummen (Abbildung 5, links) setzen sich in Zukunft nicht weiter fort. Es ist vielmehr damit zu rechnen, dass sich die Jahresniederschlagssummen in Zukunft auf dem heutigen Niveau einpendeln werden (Abbildung 5, rechts).

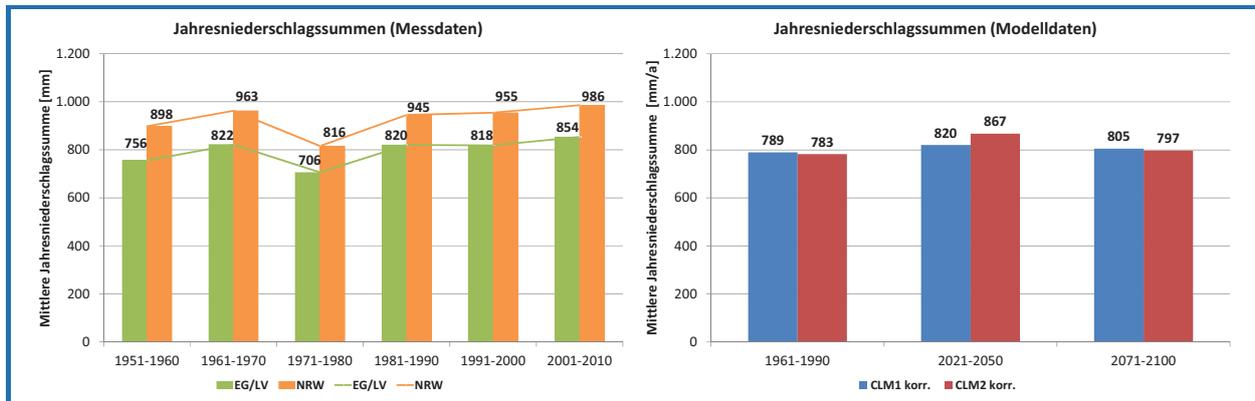


Abbildung 5: Entwicklung der Jahresniederschlagssummen; links: in den Messdaten (ELR und NRW) im Zeitraum 1951 – 2010, rechts: in den CLM-Modelldaten (nur ELR) im Referenzzeitraum (1961 – 1990), in der Nahen Zukunft (2021 – 2050) und in der Fernen Zukunft (2071 – 2100)

Auch die in der Vergangenheit festgestellten Verschiebungen der Monatsniederschlagssummen aus dem Sommerquartal in die anderen Jahreszeiten (Abbildung 6, links) sind zunächst in der Nahen Zukunft nicht weiter zu erwarten. In der Fernen Zukunft gehen die Niederschläge dagegen im gesamten Sommerhalbjahr (Mai – Oktober) stark zurück (Abbildung 6, rechts). Beim Klima in der ELR handelt es sich allerdings um ein gemäßigtes Klima mit einer relativ ausgeglichenen Niederschlagsverteilung über das ganze Jahr. So gehörten in der Vergangenheit zu den „nassesten“ drei Monaten neben dem Wintermonat Dezember auch die beiden Sommermonate Juli und August. Trotz der starken Rückgänge im Sommerhalbjahr in der Fernen Zukunft werden auch dann noch in jedem Monat durchschnittlich mehr als 50 mm Niederschlag pro Monat fallen.

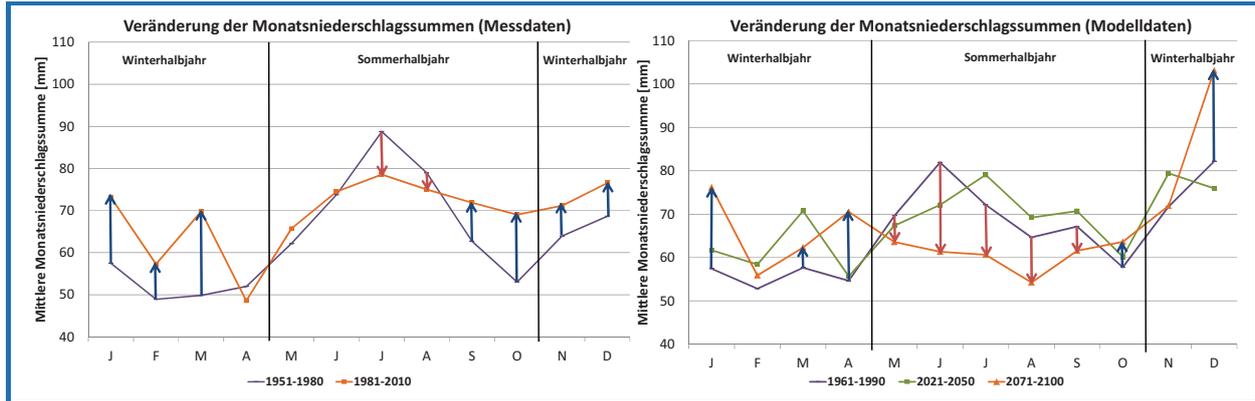


Abbildung 6: Änderungen der mittleren Monatsniederschlagssummen in der ELR, links: in Messdaten 1981 – 2010 vs. 1951 – 1980, rechts: in CLM1-Modelldaten 2021 – 2050 vs. 1961 – 1990 (ohne Pfeile) sowie 2071 – 2100 vs. 1961 – 1990 (mit Pfeilen)

Da die mittleren Entwicklungen keine Aussagen über Trockenzeiten und Starkregen zulassen, wurden diese separat untersucht. Bei den Trockentagen sind über das gesamte Jahr in den Mess- und Modelldaten keine größeren Veränderungen zu erkennen. Analog zu den Temperaturdaten und zu den Monatsniederschlagssummen verschiebt sich die Anzahl der Trockentage aber innerhalb der Jahreszeiten, was insbesondere im Sommerquartal zu mehr Trockentagen führt (Abbildung 7). In der Zukunft ist zu erwarten, dass Trockenperioden längerer Dauern häufiger auftreten werden, während die Trockenperioden mit Dauern bis zu einer Woche auf einem ähnlichen Niveau wie in der Vergangenheit bleiben werden (Abbildung 8).

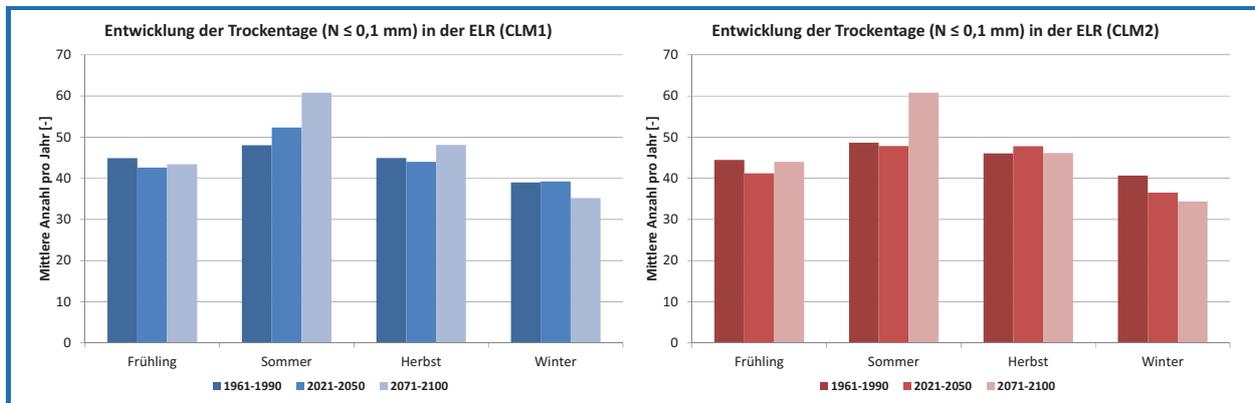


Abbildung 7: Vergleich der jahreszeitlichen Verteilung der Trockentage im Regionalen Klimamodell CLM (links: CLM1, rechts: CLM2) für die ELR im Referenzzeitraum (1961 – 1990), in der Nahen Zukunft (2021 – 2050) und in der Fernen Zukunft (2071 – 2100)

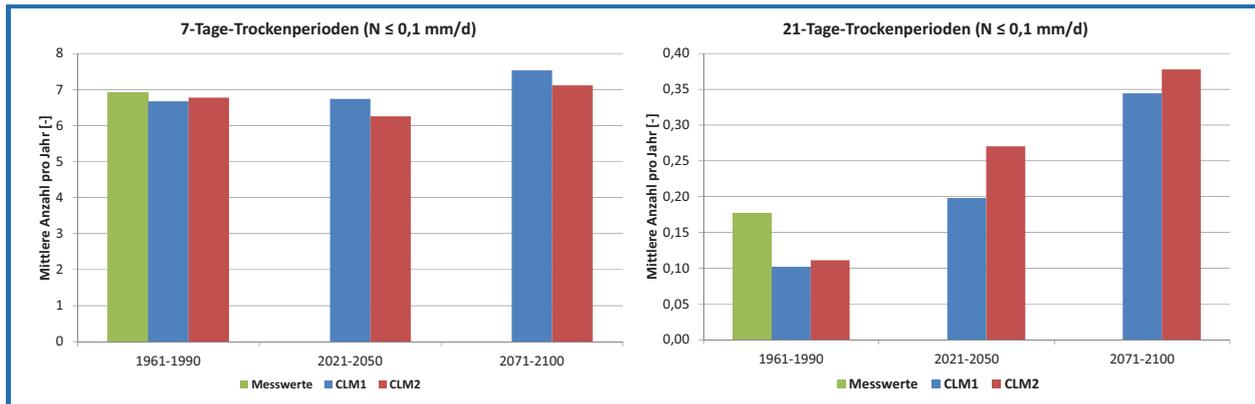


Abbildung 8: Zukünftige Entwicklung von Trockenperioden über 7 Tage (links) und 21 Tage (rechts) in der ELR; Veränderungen der Auftretenshäufigkeit aufeinanderfolgender Tage mit $N \leq 0,1$ mm/d in der Nahen Zukunft (2021 – 2050) und Fernen Zukunft (2071 – 2100) gegenüber dem Referenzzeitraum (1961 – 1990) im Regionalen Klimamodell CLM

Bei den Starkregen ist in der Vergangenheit eine Zunahme von Starkregen mit kleineren Wiederkehrzeiten ($T \leq 2$ a) bzw. größeren Wiederkehrhäufigkeiten ($n \geq 0,5$) nachweisbar, die sich bisher aber noch nicht auf die statistisch ermittelten Bemessungsregen auswirkt. In Zukunft werden aber auch die mittleren Starkregen mit Wiederkehrzeiten / Wiederkehrhäufigkeiten zwischen $T = 5$ a – 20 a bzw. $n = 0,05$ – 0,2 zunehmen (Abbildung 9), was sich dann auch in der Niederschlagsstatistik bemerkbar macht. Dabei ist zu berücksichtigen, dass sich die natürliche Niederschlagsvariabilität und das mögliche Klimaänderungssignal überlagern. Eine eindeutige Zuordnung, inwieweit die Veränderungen der Niederschlagshöhen auf die natürliche Variabilität oder auf das Klimaänderungssignal zurückzuführen sind, ist nicht möglich. Änderungen der Niederschlagshöhen innerhalb eines Toleranzbereiches zwischen ± 10 % und ± 20 % in Abhängigkeit von der Wiederkehrzeit / Wiederkehrhäufigkeit und in Anlehnung an den KOSTRA-DWD-2000 (DWD, 2005) werden daher der natürlichen Niederschlagsvariabilität zugeschrieben. Nur Änderungen oberhalb dieses Toleranzbereiches werden als Klimaänderungssignal interpretiert (hellblaue Fläche in Abbildung 10 links und hellrote Fläche in Abbildung 10 rechts). Die dem Klimaänderungssignal zugeschriebenen Zunahmen der statistisch ermittelten Niederschlagshöhen von etwa +10 % führen allerdings bereits zu starken Reduzierungen der Wiederkehrzeiten von Bemessungsregen. Niederschlagshöhen, die in der Vergangenheit eine Wiederkehrzeit von $T = 100$ a ($n = 0,01$) besaßen, werden in Zukunft alle 50 Jahre ($n = 0,02$) auftreten. Auch bei den kleineren Wiederkehrzeiten setzt sich diese Verschiebung fort, z. B. von $T = 5$ a ($n = 0,2$) nach $T = 3$ a ($n = 0,33$).

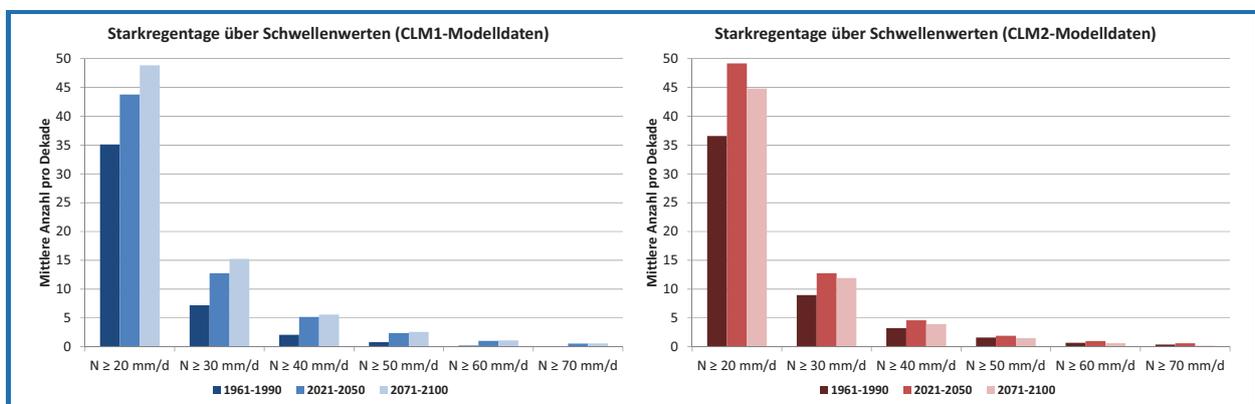


Abbildung 9: Anzahl von Starkregentagen über Schwellenwerten in den CLM-Modelldaten je Dekade und Rasterfeld im Referenzzeitraum (1961 – 1990), in der Nahen Zukunft (2021 – 2050) und in der Fernen Zukunft (2071 – 2100); links: CLM1, rechts: CLM2

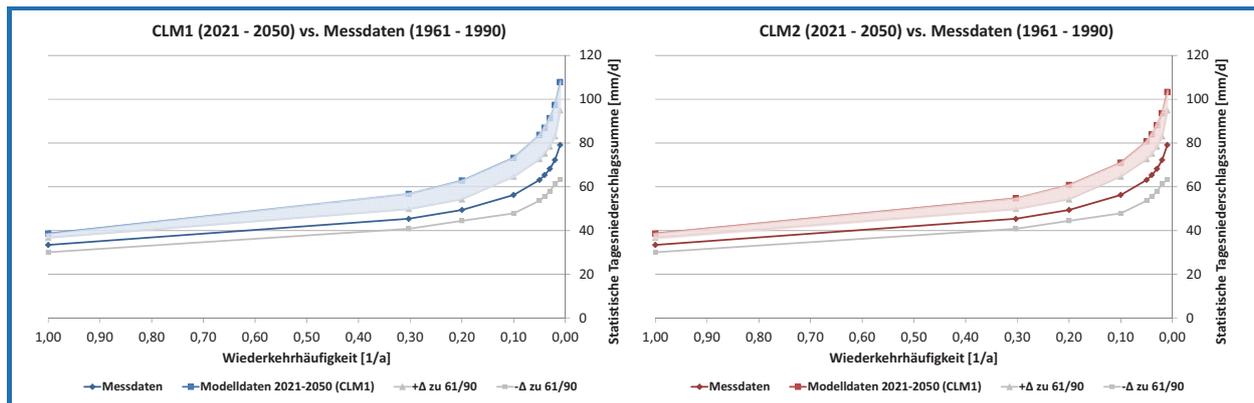


Abbildung 10: Vergleich der statistisch ermittelten Niederschlagshöhen für verschiedene Wiederkehrhäufigkeiten unter Berücksichtigung eines Toleranzbereichs für die natürliche Klimavariabilität; links: CLM1 (2021 – 2050) vs. Messdaten (1961 – 1990); rechts: CLM2 (2021 – 2050) vs. Messdaten (1961 – 1990)

Zusammenfassung und Ausblick

Die durchgeführten Untersuchungen zu den beiden Parametern Lufttemperatur und Niederschlag zeigen für die Emscher-Lippe-Region spürbare Veränderungen, die zum Teil schon heute anhand der Messdaten in der Vergangenheit nachweisbar sind. Es ist aber zu berücksichtigen, dass diese Veränderungen auf einem insgesamt gemäßigten Klima in dieser Region aufsetzen, während z. B. im Mittelmeerraum noch größere Zunahmen der sommerlichen Lufttemperaturen zu einem bereits schon hohen Istwert hinzukommen. Die Veränderungen in der ELR sind hinsichtlich zunehmender Hitzeperioden, Trockenzeiten und Starkregen aber als so relevant anzusehen, dass eine Entwicklung von Gegenmaßnahmen, wie sie im *dynaklim*-Projekt entwickelt werden, geboten ist. Ein „Business as usual“ lässt dagegen eine Beeinträchtigung des heutigen Lebensstandards und Entwässerungskomforts erwarten. Dennoch geben die im europäischen und weltweiten Vergleich gemäßigten Veränderungen allen Grund zur Hoffnung, dass die erforderlichen Maßnahmen sowohl finanziell als auch technisch handhabbar sind. Die Durchführung von Anpassungsmaßnahmen an den Klimawandel insbesondere im Bereich des Wassersektors kann sich somit in Zukunft als Standortvorteil für die Region darstellen.

LITERATURVERZEICHNIS

DWD (2005): KOSTRA-DWD-2000, Starkniederschlagshöhen für Deutschland (1951 – 2000), Grundlagenbericht, Offenbach am Main.

DWD (2012): Online-Wetterlexikon des DWD, www.dwd.de, zuletzt aufgerufen am 02.11.2012.

LAUTENSCHLAGER, M.; KEULER, K.; WUNRAM, C.; KEUP-THIEL, E.; SCHUBERT, M.; WILL, A.; ROCKEL, B.; BOEHM, U. (2009): Climate Simulation with CLM, Climate of the 20th Century run no.1 / no.2, Scenario A1B run no.1 / no.2, Data Stream 3: European region MPI-M/MaD. World Data Center for Climate.

QUIRMBACH, M., FREISTÜHLER, E., PAPADAKIS, I. (2012): Auswirkungen des Klimawandels in der Emscher-Lippe-Region - Analysen zu den Parametern Lufttemperatur und Niederschlag, *dynaklim*-Publikation, No. 30, November 2012.

Autor/in

M. Quirnbach, E. Freistühler,
I. Papadakis
dr. papadakis GmbH, Hattingen
<http://www.drpapadakis.de>

Projektbüro *dynaklim*

Birgit Wienert
Mozartstraße 4
45128 Essen

Tel.: +49 (0)201 104-33 38
wienert@fiw.rwth-aachen.de

www.dynaklim.de