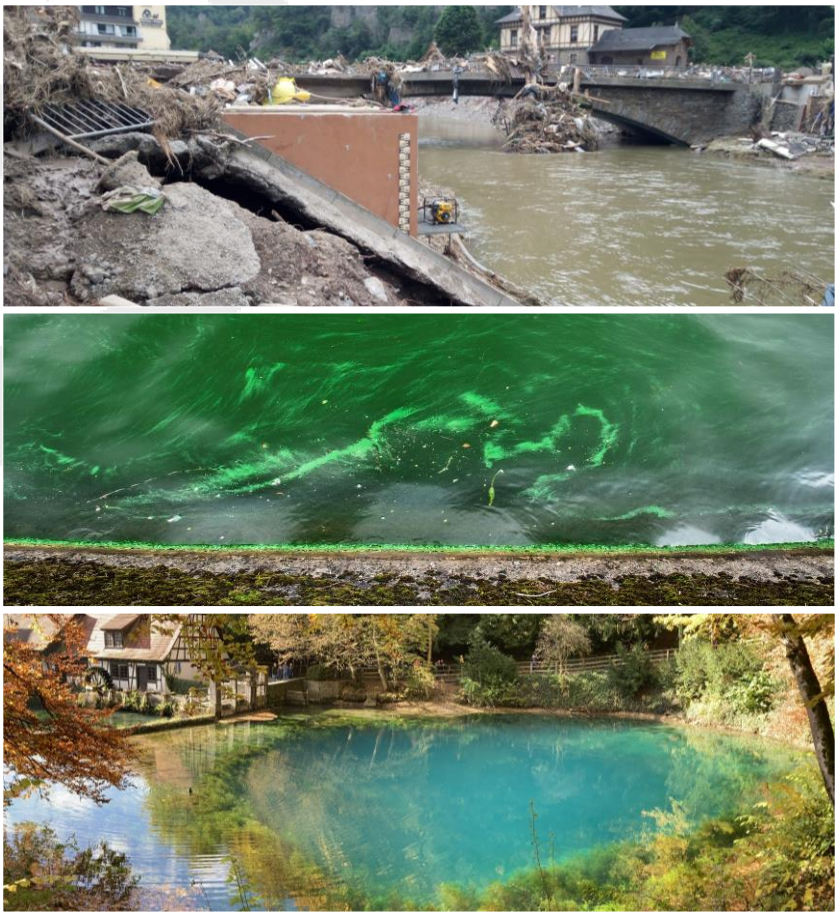
Klimawandel in Süddeutschland

Veränderungen von meteorologischen und hydrologischen Kenngrößen

Klimamonitoring im Rahmen der Kooperation KLIWA



Monitoringbericht 2021

Niederschlag

Zusätzliche Auswertungen für das KLIWA Untersuchungsgebiet

KLIWA
Klimaveränderung
und Wasserwirtschaft

Inhaltsverzeichnis

Seite

1 Hintergrund ... 5
2 Methodisches Vorgehen ... 6
3 Datenbasis und Regionalisierung ... 9
4 Ergebnisse zum Niederschlag in Kartenform ... 11
5 Tabellarische Ergebnisse zum Niederschlag ... 13
6 Ergebnisse zu den KLIWA Untersuchungsgebieten ... 17
KLIWA-Untersuchungsgebiet D1: Donauquelle bis Lauchert ... 18
KLIWA-Untersuchungsgebiet D2: Donau, uh. Lauchert bis oh. Iller ... 19
KLIWA-Untersuchungsgebiet D3: Iller ... 20
KLIWA-Untersuchungsgebiet D4: Donau, uh. Iller bis oh. Wörnitz u. Lech ... 21
KLIWA-Untersuchungsgebiet D5: Lech ... 22
KLIWA-Untersuchungsgebiet D6: Wörnitz, Altmühl u. Schw. Laber ... 23
KLIWA-Untersuchungsgebiet D7: Donau, uh. Lech bis oh. Naab ... 24
KLIWA-Untersuchungsgebiet D8: Naab ... 25
KLIWA-Untersuchungsgebiet D9: Regen ... 26
KLIWA-Untersuchungsgebiet D10: Donau, uh. Naab bis oh. Isar ... 27
KLIWA-Untersuchungsgebiet D11: Isar ... 28
KLIWA-Untersuchungsgebiet D12: Vils und Rott ... 29
KLIWA-Untersuchungsgebiet D13: Alz und Salzach ... 30
KLIWA-Untersuchungsgebiet D14: Inn ... 31
KLIWA-Untersuchungsgebiet D15: Donau, uh. Isar bis Grenze ... 32
KLIWA-Untersuchungsgebiet E1: Sächs. Saale u. Eger ... 33
KLIWA-Untersuchungsgebiet L1: Quelle bis zur Dillmündung ... 34
KLIWA-Untersuchungsgebiet L2: Lahn mit Dill bis zur Landesgrenze HE-RP ... 35
KLIWA-Untersuchungsgebiet L3: Lahn, Landesgrenze HE-RP bis zur Mündung ... 36
KLIWA-Untersuchungsgebiet M1: Main bis oh. Regnitz ... 37
KLIWA-Untersuchungsgebiet M2: Regnitz ... 38
KLIWA-Untersuchungsgebiet M3: Main, uh. Regnitz bis oh. Fränk. Saale ... 39
KLIWA-Untersuchungsgebiet M4: Fränkische Saale ... 40
KLIWA-Untersuchungsgebiet M5: Tauber ... 41
KLIWA-Untersuchungsgebiet M6: Main, uh. Fränk. Saale bis zur Landesgrenze BY-HE ... 42
KLIWA-Untersuchungsgebiet M7: Hessisches Maingebiet u. Rheingau ... 43
KLIWA-Untersuchungsgebiet Mo1: Mosel rechtsseitig von der Grenze ... 44
KLIWA-Untersuchungsgebiet Mo2: Mosel linksseitig von der Grenze bis Kyll ... 45
KLIWA-Untersuchungsgebiet Mo3: Mosel von der Dhron bis zum Alfbach ... 46
KLIWA-Untersuchungsgebiet Mo4: Mosel bis zur Mündung ... 47
KLIWA-Untersuchungsgebiet N1: Quelle bis oh. Fils ... 48
KLIWA-Untersuchungsgebiet N2: Neckar u. Fils bis oh. Kocher (ohne Enz) ... 49
KLIWA-Untersuchungsgebiet N3: Enz ... 50
KLIWA-Untersuchungsgebiet N4: Kocher ... 51
KLIWA-Untersuchungsgebiet N5: Jagst ... 52
KLIWA-Untersuchungsgebiet N6: Neckar, uh. Jagst bis Mündung ... 53
KLIWA-Untersuchungsgebiet R1: Bodensee ... 54
KLIWA-Untersuchungsgebiet R2: Rhein, uh. Bodensee bis Wiese ... 55
KLIWA-Untersuchungsgebiet R3: Rhein, uh. Wiese bis oh. Kinzig ... 56
KLIWA-Untersuchungsgebiet R4: Rhein und Kinzig bis Murg ... 57
KLIWA-Untersuchungsgebiet R5: Rhein, uh. Murg bis oh. Neckar ... 58
KLIWA-Untersuchungsgebiet R6: Rhein u. Schwarzbach ... 59

KLIWA-Untersuchungsgebiet R7: Rhein, Isenach bis Nahe (ohne Selz) 60
KLIWA-Untersuchungsgebiet R8: Selz 61
KLIWA-Untersuchungsgebiet R9: Rhein und Nahe bis zur Lahn 62
KLIWA-Untersuchungsgebiet R10: Rhein rechtsseitig von Neckar bis Main 63
KLIWA-Untersuchungsgebiet R11: Ahr, Wied u. Nette 64
KLIWA-Untersuchungsgebiet R12: Sieg 65
KLIWA-Untersuchungsgebiet S1: Saar, Grenze bis zur Landesgrenze SL-RP 66
KLIWA-Untersuchungsgebiet W1: Werra 67
KLIWA-Untersuchungsgebiet W2: Fulda mit Oberweser 68
KLIWA-Untersuchungsgebiet W3: Eder 69
KLIWA-Untersuchungsgebiet W4: Diemel 70
7 Literaturverzeichnis 71

Impressum

Bearbeitung: Kooperation KLIWA – www.kliwa.de

Redaktion:

Landesamt für Umwelt Rheinland-Pfalz
Kaiser-Friedrich-Str. 7
55116 Mainz

Bayerisches Landesamt für Umwelt
Bürgermeister-Ulrich-Straße 160
86179 Augsburg

LUBW Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg
Griesbachstraße 1
76185 Karlsruhe

Deutscher Wetterdienst
Frankfurter Straße 135
63067 Offenbach am Main

Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie
Rheingaustraße 186
65203 Wiesbaden

Ministerium für Umwelt und Verbraucherschutz des Saarlandes
Kepplerstr. 18
66117 Saarbrücken

Bilder Frontseite:

Oben: Der Pegel Altenahr an der Ahr nach dem Hochwasser 2021
Struktur- und Genehmigungsdirektion Nord

Mitte: Algenblüte der Cyanobakterien (Blaualgen) an der Mosel
LfU RP, Dr. Jochen Fischer

Unten: Blautopf in Blaubeuren
Foto: Christian Iber

Nachdruck – auch auszugsweise – nur mit Zustimmung der Herausgeber unter Quellenangabe und Überlassung von Belegexemplaren gestattet.

1 Hintergrund

Das Monitoring zum Klimawandel in Süddeutschland ist ein wichtiger Projektbereich des Vorhabens KLIWA mit dem die Thematik „Klimawandel und Konsequenzen für die Wasserwirtschaft“ bearbeitet wird. Damit ist ein langfristig angelegtes, einheitliches Vorgehen beabsichtigt, durch das verschiedene relevante meteorologische und hydrologische Kenngrößen in ihrer zeitlichen Entwicklung erfasst und in regelmäßigen Abständen zeitnah ausgewertet werden sollen, um die Auswirkungen des Klimawandels zu verfolgen.

Basisauswertungen zu den Messgrößen Lufttemperatur, Niederschlag und Abfluss wurden in den ersten Jahren des Vorhabens KLIWA durchgeführt. Die Ergebnisse wurden in der Reihe „KLIWA-Berichte“ veröffentlicht, sie dienen als Referenz für die vergleichende Bewertung der fortschreitenden Entwicklung. Zunächst konnten nur die Messzeitreihen bis spätestens 2000 berücksichtigt werden. Die Ergebnisse mit einer Verlängerung der Messreihen bis 2005 wurden in einem ersten Monitoringbericht dargestellt [KLIWA 2008], der im Jahr 2011 für den Zeitraum 1931–2010 [KLIWA 2011] sowie im Jahr 2016 für den Zeitraum 1931-2015 fortgeschrieben wurde [KLIWA 2016].

Die aktuell vorliegenden Ergebnisse der weiteren Verlängerung der Messreihen bis 2020 wurden im vierten Monitoringbericht 2021 [KLIWA 2021] zusammengefasst.

Im Monitoringbericht 2021 wurden bereits die folgenden Kernaussagen zur Klimaentwicklung in Süddeutschland, basierend auf der Annahme eines linearen Trends in der jeweils betrachteten Zeitreihe, für den Niederschlag getroffen:

- Die Trends (1931–2020) der mittleren Gebietsniederschlagshöhe sind insgesamt schwächer und weniger signifikant als im letzten ausgewerteten Zeitraum (1931 bis 2015), wobei es mehrheitlich positive und häufiger signifikante Trends im Winterhalbjahr (-6 % bis +22 %) und keine eindeutigen kaum signifikanten Entwicklungen im Sommerhalbjahr (-15 % bis +3 %) gibt. In den letzten 20 Jahren ist vor allem eine Abschwächung der positiven Trends im Winterhalbjahr zu beobachten.
- Die Trends im Starkniederschlag (Dauer=24h) sind uneinheitlicher als im Gebietsniederschlag. Hier gibt es weiterhin regional klare positive Trends im Winterhalbjahr (bis +33 %), eine Voraussetzung für eine Zunahme der winterlichen Hochwasserlagen. Im Sommerhalbjahr sind die Trends regional uneinheitlich ohne eindeutige Entwicklung, aber häufig stärker ausgeprägt als beim Gebietsniederschlag. Aussagen über Kurzzeitereignisse (< 1 Tag) konnten mit dieser Studie wegen der zu kurzen Messreihen und dem weniger dichten Messnetz mit hoher zeitlicher Auflösung nicht getroffen werden.

Für die Erstellung des Berichts von 2021 wurden zunächst umfangreiche Auswertungen für den Niederschlag für die einzelnen KLIWA-Regionen (vgl. Abb. 1) durch den KLIWA-Partner DWD durchgeführt, die im Monitoringbericht selbst nicht oder nur in stark zusammengefasster Form dargestellt werden konnten. Diese sollen hier in Ergänzung zu dem Monitoringbericht 2021 verfügbar gemacht werden. Auf eine weitere Diskussion der Untersuchungsergebnisse wird allerdings verzichtet.

Analog zum Niederschlag werden auch zusätzliche Auswertungen weiterer Kenngrößen bereitgestellt. Die KLIWA-Berichte, die Monitoringberichte sowie dazu ergänzende zusätzliche Auswertungen sind auf der KLIWA-Internetseite www.kliwa.de verfügbar.

2 Methodisches Vorgehen

Grundlage des Klimamonitorings im Vorhaben KLIWA ist eine regelmäßige Fortschreibung der Zeitreihenanalysen ausgewählter Kenngrößen mit hoher Datenqualität. Die Auswertungen sollen zeitnah zeigen, wie sich die Trends in den Messzeitreihen als mögliche Klimaänderungssignale entwickelt haben. Damit liegt gleichzeitig auch eine bestmögliche Datenbasis vor, um die Ergebnisse von Klimaszenarienrechnungen im Vergleich mit den gemessenen Klimagrößen besser beurteilen zu können. Dies stellt eine wichtige Entscheidungsgrundlage für die Herleitung von wasserwirtschaftlichen Handlungsempfehlungen dar.

Für diese Auswertungen ist mit dem Begriff Starkniederschlag der maximale eintägige, also 24-stündige Gebietsniederschlag gemeint. Folgende Aspekte waren für die Auswertung und Darstellung der Untersuchungsergebnisse zum Gebietsniederschlag und des Starkniederschlags wesentlich.

Für die beiden betrachteten Kenngrößen des Niederschlags wurden schwerpunktmäßig die aus Messstationen abgeleiteten Gebietswerte für die 53 KLIWA-Untersuchungsgebiete betrachtet. Der Niederschlag verhält sich flächenmäßig nicht so einheitlich wie die Temperatur, daher ist eine weitere Aggregation auf die 15 KLIWA-Regionen nicht sinnvoll. Die ausgewählten 53 KLIWA-Untersuchungsgebiete wurden nach den verschiedenen Flussgebieten Süddeutschlands festgelegt und waren bisher Grundlage verschiedener Datenanalysen in KLIWA (siehe Abb. 1 und Abb. 2). Mit der aktuellen Fortschreibung sind zu den Auswertungen die assoziierten Bundesländer Hessen und Saarland hinzugekommen. Es ist dabei zu beachten, dass sich in manchen Regionen und Untersuchungsgebieten die räumliche Ausdehnung aufgrund der Hinzunahme von Hessen und Saarland verändert haben. Die größten Veränderungen ergeben sich dabei im Mosel-Sieg-Gebiet. Außerdem gab es in der Aufteilung der Bodenseeregion eine Veränderung, um das Rhein- und Donaueinzugsgebiet zu trennen. Alle Auswertungen, auch die Aussagen für die früheren Zeiträume, beziehen sich auf die aktuell genutzte Gebietsaufteilung.

Untersuchungen haben außerdem ergeben, dass der höchste Gebietsniederschlag einer Dauerstufe (hier 24 h) in einem Zeitraum z. B. in den hydrologischen Halbjahren, die Starkniederschlagshöhen der Dauerstufe, gewonnen aus Stationswerten, gut repräsentiert. Die untersuchten Werte des Niederschlags stehen als Jahresserien zur Verfügung. Alle berücksichtigten Datenserien haben eine Zeitreihenlänge von 1931 bis 2020; für die hydrologischen Winterhalbjahre wurde deshalb die Periode 1932 bis 2020, für die hydrologischen Sommerhalbjahre die Periode 1931 bis 2020 ausgewertet.

Für die Untersuchungen wurden die bisherigen Methoden der Zeitreihenanalyse, d. h. die lineare Trendanalyse und die Bestimmung der Trendsignifikanz mit dem Testverfahren nach Mann-Kendall angewandt. Die statistische Signifikanz ermöglicht Aussagen, wie zuverlässig oder unsicher ein ermittelter Trend ist, also ob eine Änderung überwiegend zufällig durch die natürliche Variabilität der Werte hervorgerufen wird oder ob auch eine tatsächliche Veränderung (Trend) der jeweiligen Messgröße vorliegt, also signifikant ist. Für diese Veränderungen wird wegen der großen natürlichen Schwankungsbreite der Kennwerte jeweils der lineare Trend in der Zeitreihe herausgestellt. Dieses Vorgehen ist konsistent mit den erstmaligen Auswertungen zum Langzeitverhalten der Kenngröße Niederschlag für Baden-Württemberg und Bayern in den KLIWA-Heften 7 und 8. Zusätzlich ist teilweise das gleitende Mittel über 10 Jahre dargestellt, um die kurzfristigen Schwankungen aus der Zeitreihe zu nehmen. Dabei ist zu beachten, dass der Filter für das gleitende Mittel am Anfang und Ende der Zeitreihe mit weniger Jahren ausläuft. Die Trendgröße selbst wird als relativer Wert angegeben.

Neben der Darstellung der Trendauswertungen der untersuchten Zeitreihen gemäß früherer Untersuchungen in KLIWA werden die Ergebnisse auch als Ringdiagramme dargestellt. Mit den Ringdiagrammen ist es möglich sich den Jahresgang in komprimierter Form anzuschauen. Sie sind als Ergänzung zu den Tabellen gedacht, da sie zur Übersichtlichkeit die Signifikanz nicht enthalten. Die Signifikanz ist aber bei der Interpretation zu berücksichtigen.

Abb. 1: Übersicht über die 53 KLIWA-Untersuchungsgebiete und die 15 KLIWA-Regionen.

Untersuchungsgebiete:

Donau		**Lahn**	
D1	Quelle bis Lauchert	L1	Quelle bis zur Dillmündung
D2	Donau, uh. Lauchert bis oh. Iller	L2	Lahn mit Dill bis zur Landesgrenze HE-RP
D3	Iller	L3	Lahn, Landesgrenze HE-RP bis zur Mündung
D4	Donau, uh. Iller bis oh. Wörnitz u. Lech	**Mosel**	
D5	Lech	Mo1	Mosel rechtsseitig von der Grenze
D6	Wörnitz, Altmühl u. Schw. Laber	Mo2	Mosel linksseitig von der Grenze bis Kyll
D7	Donau, uh. Lech bis oh. Naab	Mo3	Mosel von der Dhron bis zum Alfbach
D8	Naab	Mo4	Mosel bis zur Mündung
D9	Regen	**Neckar**	
D10	Donau, uh. Naab bis oh. Isar	N1	Quelle bis oh. Fils
D11	Isar	N2	Neckar u. Fils bis oh. Kocher (ohne Enz)
D12	Vils und Rott	N3	Enz
D13	Alz und Salzach	N4	Kocher
D14	Inn	N5	Jagst
D15	Donau, uh. Isar bis Grenze	N6	Neckar, uh. Jagst bis Mündung
Eder-Diemel		**Rhein**	
W3	Eder	R1	Bodensee
W4	Diemel	R2	Rhein, uh. Bodensee bis Wiese
Elbe		R3	Rhein, uh. Wiese bis oh. Kinzig
E1	Sächs. Saale u. Eger	R4	Rhein und Kinzig bis Murg
Fulda-Werra		R5	Rhein, uh. Murg bis oh. Neckar
W1	Werra	R6	Rhein u. Schwarzbach
W2	Fulda mit Oberweser	R7	Rhein, Isenach bis Nahe (ohne Selz)
Main		R8	Selz
M1	Main bis oh. Regnitz	R9	Rhein und Nahe bis zur Lahn
M2	Regnitz	R10	Rhein rechtsseitig von Neckar bis Main
M3	Main, uh. Regnitz bis oh. Fränk. Saale	R11	Ahr, Wied u. Nette
M4	Fränkische Saale	R12	Sieg
M5	Tauber	**Saar**	
M6	Main, uh. Fränk. Saale bis zur Landesgrenze BY-HE	S1	Saar, Grenze bis zur Landesgrenze SL-RP
M7	Hessisches Maingebiet u. Rheingau		

Abb. 2: Aufzählung und genaue Beschreibung der 53 KLIWA-Untersuchungsgebiete und der 15 KLIWA-Regionen.

3 Datenbasis und Regionalisierung

Ziel der jetzt durchgeführten Auswertungen ist es, die Untersuchungen zu beiden Aspekten des Niederschlagsverhaltens (Gebiets- und Starkniederschläge) bis zum Jahr 2020 auszudehnen. Für den Zeitraum seit 1931 wurden alle verfügbaren Stationswerte nach einer sorgfältigen Prüfung mit Hilfe des REGNIE-Verfahrens [Rauthe et al. 2013] auf ein ca. 1x1 km Raster interpoliert. Dabei wurde, wie bei allen Auswertungen im Rahmen des KLIWA-Monitoringberichts, der systematische Niederschlagsmessfehler nicht korrigiert.

Aus den interpolierten REGNIE-Rasterwerten wurden anschließend die täglichen Gebietswerte der 53 KLIWA-Untersuchungsgebiete berechnet. Sie bilden die Datenbasis für die Berechnung der mittleren Niederschlagshöhen im Jahr oder Halbjahr, sowie für die Bestimmung des höchsten eintägigen Gebietswerts in den hydrologischen Halbjahren. Ebenso wurden auch jahreszeitliche und monatsweise Auswertungen vorgenommen. Obwohl für die weiteren Untersuchungen nur der Gebietswert betrachtet wird, sollte nicht vergessen werden, dass sich dieser Wert in den einzelnen Jahren aus einer sehr unterschiedlichen Anzahl von echten Beobachtungen zusammensetzt. Besonders vor 1940 und in den Jahren 1944 und 1945 ist die Stationsanzahl deutlich geringer als nach 1950, wobei ab 1995 ebenfalls eine Abnahme der verfügbaren Stationen im KLIWA-Gebiet auf aktuell ca. 1200 beginnt. Ein Teil der verfügbaren Stationen in Deutschland sind konventionelle und damit nicht automatisch meldende Stationen, deren Datenprüfung sehr aufwendig ist. Aus diesem Grund sind für das Jahr 2020 tägliche REGNIE-Felder nur auf Basis der automatischen Stationen berechnet werden, da die übrigen Daten zum Zeitpunkt der Auswertungen nicht qualitätsgeprüft vorlagen.

Tab. 1: Übersicht zur Anzahl der verwendeten Stationen zur Regionalisierung. Der * bedeutet, dass die Anzahl stark schwankt.

Jahr	Stationsanzahl für den Niederschlag
1931 – 1950	*1000 (Deutschland) <600* (RP+BW+BY+HE+SL)
um 1991 (max. Anzahl)	~4500 (Deutschland) ~1800 (RP+BW+BY+HE+SL)
Stand 2020	~2200 (Deutschland) ~1200 (RLP+BW+BY+HE+SL)

Die verhältnismäßig geringe Anzahl (<600) von Stationen im aktuellen KLIWA-Gebiet vor 1951 wirkt sich verstärkt auf die Erfassung der maximalen sommerlichen Gebietsniederschlagshöhen aus. Da im Sommer hohe Niederschläge meist bei konvektiven Wetterlagen auftreten, führt ein nicht so dichtes Messnetz dazu, dass diese kleinräumigen Niederschlagsereignisse nicht erfasst werden und damit der Gebietsniederschlag zu gering ausfällt. Oder die kleinräumigen Ereignisse werden zufällig doch erfasst, mit der Folge, dass sie ein stärkeres Gewicht im Gebietsniederschlag erhalten als beim Vorhandensein eines dichteren Messnetzes, wo Nachbarstationen aufzeigen könnten, dass der gemessene Niederschlag nur kleinräumig war. Generell spielt auch die Niederschlagsklimatologie in den verschiedenen Regionen eine Rolle. Besonders im unteren Donaugebiet werden hohe sommerliche Niederschlagshöhen oft von sogenannten Vb-Wetterlagen hervorgerufen. Sie erzeugen hohen flächenhaften Niederschlag, der auch von wenigen Stationen im Gebiet gut erfasst wird. Demgegenüber überwiegen im Neckargebiet zum Beispiel konvektive Niederschlagsereignisse, im betrachteten Rheineinzugsgebiet kommt zusätzlich der Staueffekt des Schwarzwaldes hinzu. In Rheinland-Pfalz gibt es durch Rhein und Mosel sowie die Mittelgebirge Hunsrück, Westerwald, Eifel und Taunus lokale Effekte, welche die Niederschlagsmuster deutlich beeinflussen können. Insgesamt muss man festhalten, dass der maximale

Sommerniederschlag damit weniger genau erfasst werden kann, als der winterliche Niederschlag. Entsprechend sind Trendaussagen im speziellen beim Starkniederschlag für das Sommerhalbjahr ungenauer als für winterliche, meist flächige Niederschläge.

Weitere Informationen zum Thema Starkregen sind im KLIWA-Kurzbericht „Starkniederschläge – Entwicklungen in Vergangenheit und Zukunft“ von 2019 veröffentlicht (https://www.kliwa.de/_download/KLIWA-Kurzbericht_Starkregen.pdf).

4 Ergebnisse zum Niederschlag in Kartenform

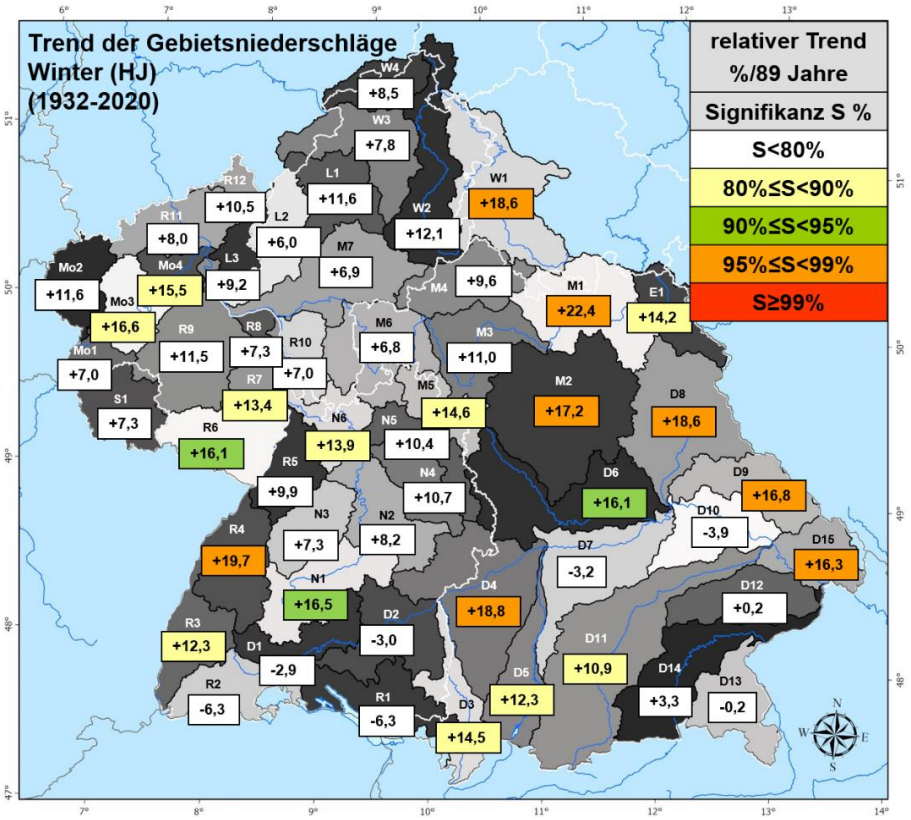


Abb. 3: Entwicklung des mittleren Gebietsniederschlags im hydrologischen Winterhalbjahr, relativer Trend (Änderung in Prozent vom Mittelwert 1932–2020).

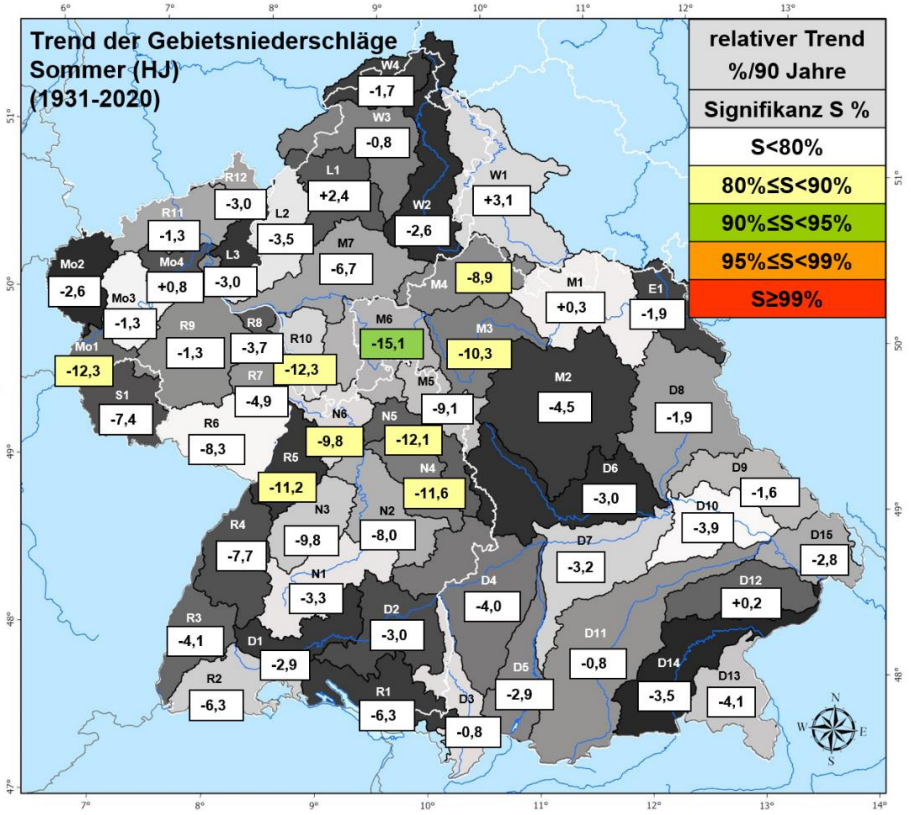


Abb. 4: Entwicklung des mittleren Gebietsniederschlags im hydrologischen Sommerhalbjahr, relativer Trend (Änderung in Prozent vom Mittelwert 1931–2020).

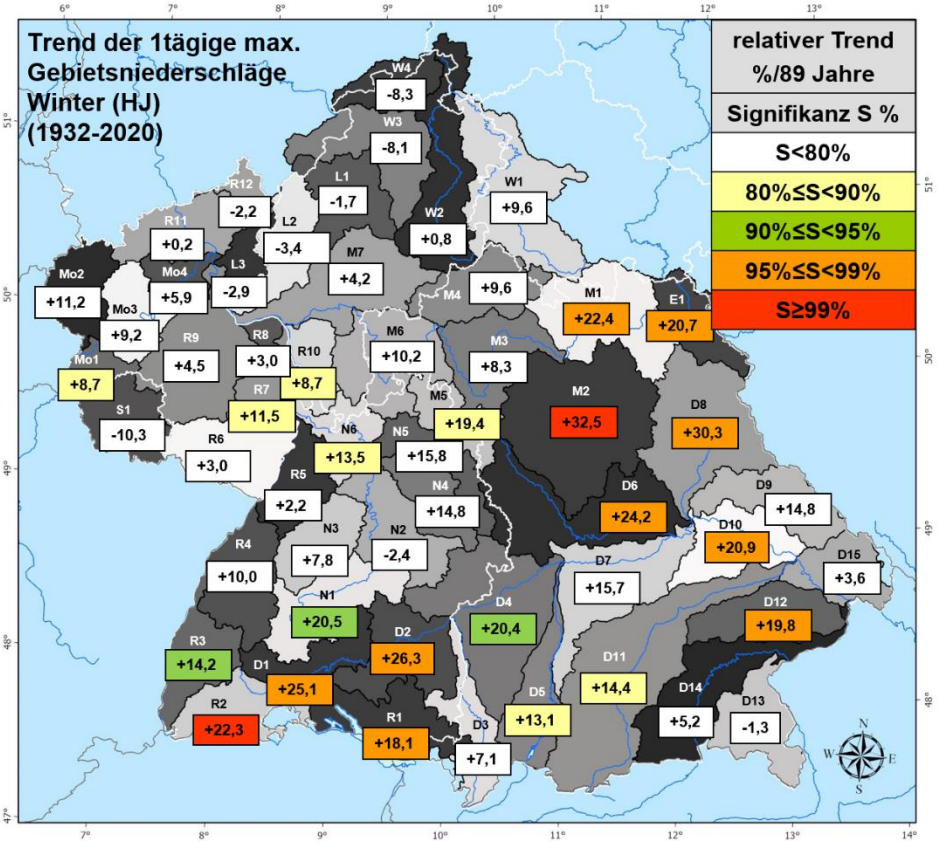


Abb. 5: Entwicklung der max. 1-tägigen Gebietsniederschlagshöhen im hydrologischen Winterhalbjahr, relativer Trend (Änderung in Prozent vom Mittelwert 1932–2020).

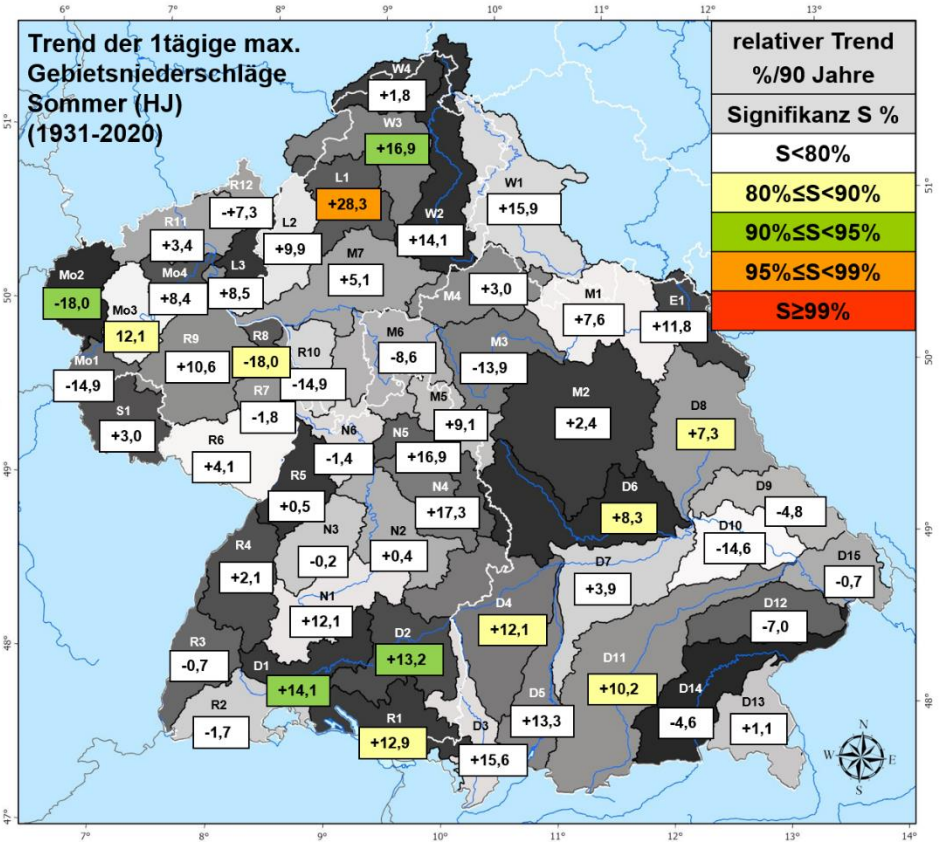


Abb. 6: Entwicklung der max. 1-tägigen Gebietsniederschlagshöhen im hydrologischen Sommerhalbjahr, relativer Trend (Änderung in Prozent vom Mittelwert 1931–2020).

5 Tabellarische Ergebnisse zum Niederschlag

Tab. 2: Relative Trends der Gebietsniederschläge: Monats-, Halbjahres- und Jahreswerte in %/90 Jahre in den KLIWA-Untersuchungsgebieten für den Zeitraum 1931 bis 2020. Die Signifikanzniveaus sind durch unterschiedliche Hintergrundfarben dargestellt.

Gebiet	m ü. NN	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	WHJ	SHJ	Jahr
D1	795	7,7	13,4	20,6	-2,1	23,4	-16,7	2,7	-17,8	-31,0	24,6	12,7	52,0	19,9	-2,9	6,2
D2	627	-1,1	-3,1	9,1	1,2	11,3	-11,2	-5,4	-0,2	-22,6	12,7	12,8	39,8	12,3	-3,0	1,9
D3	855	8,0	-6,6	23,9	-7,3	6,9	-2,1	-8,0	7,2	-8,3	-0,4	9,0	42,2	14,5	-0,8	4,4
D4	552	17,3	3,4	22,8	-1,6	8,1	-16,7	-9,3	7,7	-20,3	10,0	14,4	45,8	18,8	-4,0	4,2
D5	736	2,5	-3,2	18,3	0,9	-2,1	-2,2	-13,7	11,1	-11,9	2,5	7,7	33,7	12,3	-2,9	1,9
D6	479	16,4	-1,6	29,3	-24,4	12,2	-15,0	-12,1	-2,6	-6,7	13,5	15,4	45,1	16,1	-3,0	4,5
D7	445	18,1	-3,5	30,5	-6,0	8,6	-9,1	-16,2	4,7	-4,2	1,0	17,4	40,9	17,8	-3,2	4,4
D8	490	23,4	1,2	34,6	-26,3	11,9	-8,7	-17,8	-7,1	16,1	3,3	16,9	38,2	18,6	-1,9	6,3
D9	563	20,0	-2,3	42,5	-29,0	8,0	-5,8	-19,6	2,2	12,1	1,1	13,7	37,2	16,8	-1,6	5,9
D10	415	13,4	-5,1	43,5	-26,8	12,7	-4,8	-24,6	-3,2	8,7	-3,5	10,5	35,8	14,1	-3,9	3,1
D11	634	7,1	-7,7	23,3	-7,9	1,8	1,3	-14,7	11,0	-2,1	-0,8	8,5	30,5	10,9	-0,8	2,8
D12	435	15,9	-2,8	39,5	-22,5	10,3	0,3	-19,1	6,0	12,8	-2,1	8,0	27,7	11,9	0,2	4,5
D13	736	5,6	-20,2	25,9	-28,5	3,0	-0,9	-21,1	1,1	6,7	-10,9	-6,1	13,0	-0,2	-4,1	-3,0
D14	585	2,6	-13,2	25,8	-21,6	3,7	-4,3	-22,9	10,3	3,4	-8,4	-1,2	19,2	3,3	-3,5	-1,4
D15	536	25,7	-3,2	52,2	-34,3	7,1	-4,5	-12,8	-5,1	5,9	-2,7	8,8	32,0	16,3	-2,8	5,6
E1	581	17,2	-5,0	30,9	-35,2	-5,8	-9,9	-7,7	-5,3	23,9	-0,2	14,1	37,6	14,2	-1,9	4,3
L1	310	11,4	-3,7	41,5	-30,1	28,3	-12,5	3,3	-8,6	2,2	3,8	1,9	35,3	11,6	2,4	6,3
L2	330	1,8	-1,7	33,5	-33,9	15,3	-8,7	1,6	-23,4	-3,8	0,7	-5,7	29,6	6,0	-3,5	0,8
L3	314	5,1	3,3	38,6	-35,2	10,3	-6,1	-3,1	-18,9	-1,6	3,8	-2,3	32,2	9,2	-3,0	2,5
M1	425	23,9	8,6	38,1	-23,0	1,4	-10,6	5,5	-18,1	23,2	3,9	25,0	41,9	22,4	0,3	9,9
M2	393	14,4	5,4	33,2	-24,8	8,0	-15,2	-13,7	-17,7	13,2	8,5	21,0	38,6	17,2	-4,5	4,7
M3	276	-3,4	-0,7	30,3	-27,3	9,8	-23,8	-7,7	-36,6	1,3	2,2	19,7	35,9	11,0	-10,3	-1,1
M4	380	5,9	-4,4	33,7	-32,9	17,8	-26,3	-8,4	-32,7	4,0	-2,7	5,3	34,1	9,6	-8,9	-0,5
M5	345	2,8	11,3	30,1	-26,4	10,1	-30,4	-8,9	-28,2	-10,3	21,4	14,7	43,6	14,6	-9,1	1,1
M6	291	-6,2	7,4	33,7	-39,9	21,9	-30,4	-21,6	-36,9	-16,4	-3,0	-0,1	32,7	6,8	-15,1	-5,1
M7	234	-1,9	4,8	34,9	-29,8	22,5	-23,0	1,6	-27,9	-9,1	3,9	-5,3	31,0	6,9	-6,0	-0,2
Mo1	366	-14,2	12,6	28,8	-34,8	23,2	-25,4	-17,9	-30,8	-19,9	1,4	5,0	33,9	7,0	-12,3	-4,3
Mo2	423	-2,5	18,3	32,6	-41,1	22,3	2,8	-14,3	-29,5	-6,7	13,0	-0,9	44,1	11,6	-2,6	3,8
Mo3	365	10,5	18,8	39,3	-36,4	15,9	1,3	-14,3	-27,7	3,3	18,7	1,5	50,5	16,6	-1,3	7,0
Mo4	325	8,0	12,5	43,1	-26,2	17,7	-4,5	-16,3	-16,2	14,1	17,3	2,4	45,2	15,5	0,8	7,3
N1	558	4,1	9,9	16,1	-6,0	17,7	-25,2	13,0	-11,9	-39,7	28,7	12,4	48,8	16,5	-3,3	4,4
N2	367	1,0	-7,1	15,5	-32,0	7,7	-25,7	-3,0	-17,8	-25,4	21,5	11,7	47,5	8,2	-8,0	-1,5
N3	485	-3,9	0,2	19,5	-42,1	9,9	-32,6	-2,8	-22,3	-30,9	24,7	1,9	47,9	7,3	-9,8	-2,8
N4	401	4,9	-4,0	26,0	-38,0	10,4	-31,4	-15,2	-24,2	-23,6	20,7	6,3	51,0	10,7	-11,6	-1,8
N5	392	2,7	0,9	26,8	-38,2	5,3	-31,7	-18,0	-25,8	-19,7	23,2	4,3	47,5	10,4	-12,1	-2,1
N6	282	1,8	9,2	34,4	-39,7	17,4	-27,1	-14,2	-30,4	-14,9	12,2	8,2	50,6	13,9	-9,8	1,2
R1	567	-10,4	-6,5	11,9	-6,3	5,2	-6,1	-12,9	-5,8	-17,9	0,8	12,5	39,0	9,5	-6,3	-1,0
R2	713	1,2	5,3	18,6	0,4	27,3	-17,9	-6,1	-24,4	-33,0	17,1	4,1	54,3	17,4	-6,3	4,4
R3	426	-8,7	-2,2	9,2	-0,3	28,2	-22,3	-10,3	-18,2	-24,8	26,1	12,7	51,1	12,3	-4,1	2,5

Gebiet	m ü. NN	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	WHJ	SHJ	Jahr
R4	433	8,7	6,9	32,2	-17,3	25,5	-28,8	-7,6	-27,8	-28,9	23,2	15,4	55,1	19,7	-7,7	4,7
R5	184	-10,5	7,8	21,9	-41,1	15,0	-35,2	-9,2	-34,0	-23,4	24,0	14,3	51,6	9,9	-11,2	-2,3
R6	261	-0,9	16,9	31,4	-36,6	18,3	-24,3	-6,4	-30,7	-19,8	15,3	6,9	57,1	16,1	-8,3	2,8
R7	183	-7,6	20,2	29,9	-36,0	14,9	-21,5	-3,3	-17,7	-13,5	16,2	10,5	49,3	13,4	-4,9	2,3
R8	177	-12,6	15,3	27,4	-31,5	14,7	-13,1	-4,8	-28,7	-6,3	22,2	2,8	30,9	7,3	-3,7	0,4
R9	342	-2,6	15,9	33,6	-40,7	19,6	-2,1	-8,5	-23,7	-6,9	17,0	-1,7	45,6	11,5	-1,3	4,1
R10	150	-14,2	12,6	28,8	-34,8	23,2	-25,4	-17,9	-30,8	-19,9	1,4	5,0	33,9	7,0	-12,3	-4,3
R11	306	2,6	0,8	39,9	-40,1	6,9	-10,9	-4,8	-6,2	4,5	6,5	1,4	31,5	8,0	-1,3	2,5
R12	355	11,1	1,3	41,3	-46,6	14,3	-8,9	-6,1	-11,2	-2,0	-0,6	2,8	32,0	10,5	-3,0	3,4
S1	300	-5,8	11,9	29,1	-47,3	22,5	-9,8	-16,7	-29,9	-18,2	8,8	-4,1	40,1	7,3	-7,4	-0,3
W1	395	20,9	0,5	53,3	-32,9	23,1	-20,5	14,7	-10,8	22,8	-2,1	15,4	38,4	18,6	3,9	10,0
W2	343	17,6	-3,1	43,9	-33,5	22,9	-20,2	0,5	-16,3	2,8	-2,3	5,1	30,5	12,1	-2,6	3,7
W3	375	12,4	-7,0	34,2	-38,8	18,5	-7,2	-5,5	-10,2	6,0	-3,8	0,0	29,9	7,8	-0,8	2,7
W4	313	19,2	-9,3	35,7	-42,5	6,5	-1,1	-6,2	-13,8	15,3	-8,1	2,7	27,4	8,5	-1,7	2,2

Signifikanz	S < 80 %	80 % ≤ S < 90 %	90 % ≤ S < 95 %	95 % ≤ S < 99 %	S ≥ 99 %

Tab. 3: Relative Trends der 1tägigen maximalen Gebietsniederschläge: Monats-, Halbjahres- und Jahreswerte in %/90 Jahre in den KLIWA-Untersuchungsgebieten für den Zeitraum 1931 bis 2020. Die Signifikanzniveaus sind durch unterschiedliche Hintergrundfarben dar.

Gebiet	m ü . NN	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	WHJ	SHJ	Jahr
D1	795	9,1	34,6	8,6	5,9	39,6	-16,1	22,4	-11,5	-12,6	20,4	11,4	27,0	25,1	14,1	14,2
D2	627	-14,0	17,9	-3,7	29,0	20,9	3,7	11,7	23,7	-4,5	13,0	24,0	27,9	26,3	13,2	11,0
D3	855	-16,2	9,5	17,0	13,4	16,7	9,7	-4,2	28,3	3,4	4,9	7,8	21,6	7,1	15,6	11,4
D4	552	2,3	3,7	6,4	16,3	30,1	5,3	0,8	23,8	-1,9	17,6	15,8	38,7	20,0	12,1	13,5
D5	736	-22,2	18,0	16,6	22,7	4,3	11,2	-7,8	29,6	-2,7	10,3	3,2	18,0	13,1	13,3	11,1
D6	479	28,5	8,8	23,7	-6,7	42,3	4,4	6,3	13,4	11,6	26,1	12,8	34,3	24,2	8,3	12,8
D7	445	12,2	0,2	8,3	8,8	32,3	13,3	3,0	20,7	7,7	9,8	17,0	27,3	15,7	3,9	5,6
D8	490	35,3	8,0	23,6	1,5	28,0	12,0	-6,5	4,5	43,5	17,0	15,9	36,3	30,3	7,3	18,2
D9	563	30,6	8,2	26,5	-17,1	10,0	17,8	-19,4	2,8	47,9	11,7	3,7	32,7	14,8	-4,8	5,0
D10	415	29,5	6,7	41,3	-8,7	12,5	11,5	-20,3	-5,0	31,7	7,3	13,5	21,3	20,9	-14,6	-4,8
D11	634	-13,1	7,4	24,5	4,4	7,3	20,7	-11,1	14,3	4,3	1,1	6,7	14,1	14,4	10,2	10,8
D12	435	25,7	16,1	30,1	-9,8	9,9	1,9	-17,4	7,2	37,9	-9,0	17,6	15,2	19,8	-7,0	-1,4
D13	736	-3,8	-12,3	15,3	-12,0	-10,4	6,5	-10,7	5,3	24,8	-10,4	-12,6	3,8	-1,3	1,1	0,6
D14	585	-4,3	1,6	18,3	-6,1	-13,0	1,9	-19,2	13,7	15,5	-1,0	0,6	8,7	5,2	-4,6	-3,2
D15	536	29,0	19,6	39,3	-19,3	4,3	9,5	-5,7	-16,3	39,1	-0,3	10,8	13,1	3,6	-0,7	2,7
E1	581	16,1	-13,0	18,2	3,4	-3,7	-5,7	17,2	6,2	63,3	19,8	11,6	32,5	20,7	11,8	15,1
L1	310	15,7	3,1	34,2	-14,8	44,1	-4,8	18,5	19,4	80,0	6,6	-8,1	9,6	-1,7	28,3	17,6
L2	330	6,3	8,3	20,0	-10,6	26,1	-2,5	12,4	1,5	90,0	5,5	-0,8	14,1	-3,4	9,9	-1,0
L3	314	13,2	8,6	27,3	-10,1	3,7	-0,4	-0,2	6,3	90,0	7,0	9,5	24,6	-2,9	8,5	-4,0
M1	425	20,6	15,9	27,6	14,5	-4,2	-3,8	36,5	-23,2	99,9	10,0	17,6	32,0	26,7	7,6	18,2
M2	393	27,0	5,8	33,3	6,3	18,9	2,1	11,1	-3,8	-790,0	12,2	22,8	22,5	32,5	2,4	12,9
M3	276	-9,0	2,7	18,2	3,9	21,6	-26,4	16,4	-37,4	-609,0	6,0	21,2	16,0	14,3	-13,9	-5,3
M4	380	9,1	12,0	27,0	-9,9	28,8	-27,3	8,3	-30,0	-877,0	13,4	5,5	25,7	8,3	3,0	9,6
M5	345	21,0	10,9	10,5	-19,1	43,1	-24,4	8,7	-22,1	-504,0	26,1	18,9	22,9	19,4	9,1	13,3
M6	291	-4,8	16,4	15,3	-23,2	36,4	-29,4	-21,3	-26,2	-450,0	-0,1	2,5	11,7	10,2	-8,6	-2,1
M7	234	-1,4	18,1	21,7	-13,8	32,2	-14,6	1,7	-14,6	-606,0	7,9	-12,6	24,3	4,2	5,1	5,1
Mo1	366	-7,7	18,8	7,7	-21,6	10,4	-3,8	-2,3	-51,6	-366,0	5,6	9,5	9,6	8,7	-14,9	-12,0
Mo2	423	7,5	10,6	13,7	-14,5	35,7	-2,5	7,5	-10,5	-483,0	15,5	-9,0	20,0	11,2	18,0	16,0
Mo3	365	24,9	9,9	25,6	-5,8	30,8	10,3	-10,3	-9,3	-652,0	18,1	-8,2	23,1	9,2	12,1	7,1
Mo4	325	17,0	12,7	43,3	-2,9	19,2	-9,6	3,9	9,7	-948,0	15,3	0,3	23,6	5,9	8,4	4,8
N1	558	-4,8	20,1	5,4	8,4	31,5	-14,7	23,1	1,6	159,0	31,4	18,7	25,0	20,5	12,1	11,1
N2	367	-4,5	4,8	-7,7	-35,8	17,3	-11,6	9,8	-7,0	-80,0	27,4	18,1	30,4	-2,4	0,4	-0,4
N3	485	-0,7	18,7	-0,6	-38,9	22,2	-29,4	18,7	-21,7	-162,0	27,0	15,2	35,2	7,8	-0,2	3,8
N4	401	31,4	19,8	10,8	-39,2	30,2	-20,7	12,6	-5,8	-222,0	34,8	0,6	29,2	14,8	17,3	20,7
N5	392	28,0	13,4	16,8	-30,4	33,2	-20,6	3,8	-8,5	-384,0	28,0	0,8	29,8	15,8	16,9	21,0
N6	282	14,7	23,6	23,7	-32,0	24,9	-4,0	10,4	-39,2	-304,0	14,8	16,9	28,1	13,5	-1,4	2,9
R1	567	-21,9	14,3	1,7	12,8	20,3	6,3	-5,2	10,9	11,0	1,6	24,9	23,2	18,1	12,9	12,5
R2	713	16,6	21,4	13,8	15,1	34,1	-14,4	11,7	-34,6	248,0	3,3	3,4	19,5	22,3	-1,7	2,4
R3	426	-9,0	12,9	6,1	0,5	38,4	-25,8	0,6	-12,8	-35,0	22,3	18,5	29,5	14,2	-0,7	2,7
R4	433	9,0	23,3	22,4	-16,2	31,5	-32,4	0,5	-21,0	-61,0	18,9	7,3	27,5	10,0	2,1	6,0
R5	184	-17,1	26,3	6,2	-47,6	20,6	-28,1	22,7	-41,2	-123,0	30,8	29,1	26,7	2,2	0,5	1,9

Gebiet	m ü . NN	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	WHJ	SHJ	Jahr
R6	261	4,3	17,0	23,6	-45,6	12,9	-9,8	22,3	-52,7	0,0	18,8	10,6	30,4	3,0	4,1	3,8
R7	183	13,2	19,8	27,6	-34,5	10,3	-4,5	18,4	-33,1	95,0	29,9	19,9	30,5	11,5	-1,8	-0,3
R8	177	1,2	25,4	14,0	-28,0	-0,1	-11,0	-6,3	-40,8	95,0	19,2	3,2	18,3	3,0	-18,0	-15,1
R9	342	14,3	15,6	17,4	-32,6	23,0	-2,1	3,8	-39,4	95,0	13,4	-20,4	25,7	4,5	10,6	7,3
R10	150	-7,7	18,8	7,7	-21,6	10,4	-3,8	-2,3	-51,6	-366,0	5,6	9,5	9,6	8,7	-14,9	-12,0
R11	306	5,6	2,5	31,0	-17,0	8,5	-18,2	-12,1	19,0	-527,0	6,5	18,9	20,1	0,2	3,4	0,1
R12	355	12,2	5,2	36,0	-18,2	28,8	-14,9	-10,9	33,5	-412,0	-6,7	6,2	17,9	-2,2	7,3	-6,9
S1	300	-0,5	2,1	9,7	-35,5	23,2	3,8	-3,1	-33,4	-444,0	6,9	-15,0	6,0	-10,3	3,0	-8,9
W1	395	21,4	6,6	55,3	-7,8	31,2	-15,2	21,7	-11,7	-926,0	6,8	2,2	22,3	9,6	15,9	16,5
W2	343	21,5	2,1	41,9	-20,6	40,4	-4,7	12,1	-19,4	-530,0	-1,4	-2,0	14,8	0,8	14,1	9,3
W3	375	23,6	0,6	24,4	-29,2	32,5	12,2	1,7	15,6	-441,0	-10,6	-18,5	8,7	-8,1	16,9	3,5
W4	313	6,3	-2,0	29,9	-16,2	19,1	11,2	-6,9	4,4	-438,0	-18,2	-4,8	12,8	-8,3	1,8	-8,2

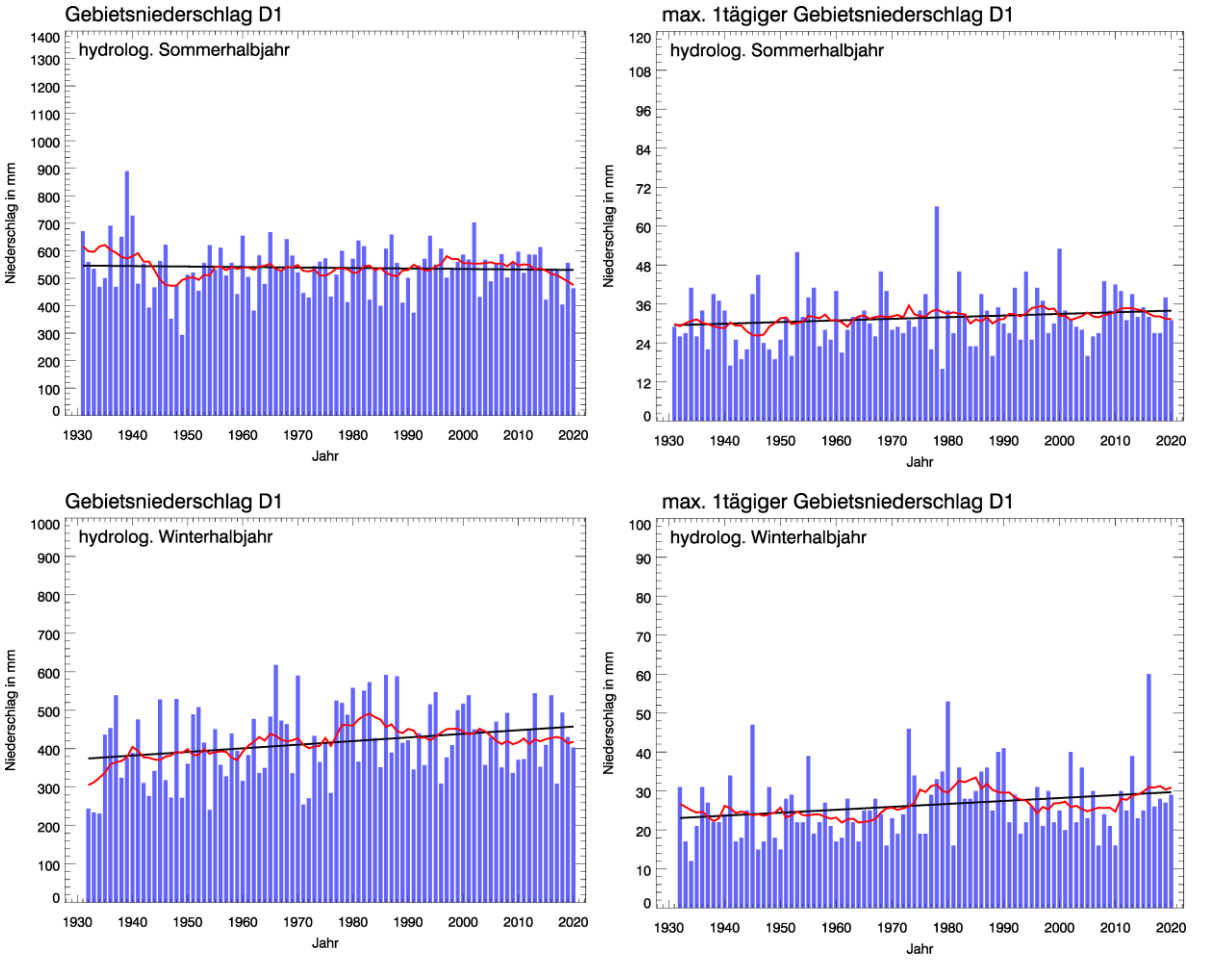
Signifikanz	S < 80 %	80 % ≤ S < 90 %	90 % ≤ S < 95 %	95 % ≤ S < 99 %	S ≥ 99 %

6 Ergebnisse zu den KLIWA Untersuchungsgebieten

Die Ergebnisse zum Gebietsniederschlag und Starkniederschlag (maximaler eintägiger Gebietsniederschlag) wurden für alle KLIWA-Untersuchungsgebiete ausgewertet. Eine Übersicht über die Untersuchungsgebiete gibt Abb. 1.

Jede der folgenden Seiten zeigt in einem Überblick die Ergebnisse für eines der Untersuchungsgebiete. Dabei werden im oberen Teil der Seite die Zeitreihen für den Halbjahresniederschlag für den Zeitraum 1931 bis 2020 dargestellt sowie der lineare Trend über den gesamten Zeitraum und ein gleitendes Mittel (vgl. Kapitel 2). Im unteren Teil sind Ringdiagramme abgebildet, welche je nach betrachtetem Ring den linearen Trend im gesamten Zeitraum 1931 bis 2020 für das Jahr (Mitte), die hydrologischen Halbjahre (2. Ring von der Mitte), die meteorologischen Quartale (3. Ring von der Mitte) und die Monate (Äußerer Ring) angeben. Der ermittelte lineare Trend wird für die Niederschlagskenngrößen relativ zum Mittelwert in Prozent angegeben.

KLIWA-Untersuchungsgebiet D1: Donauquelle bis Lauchert



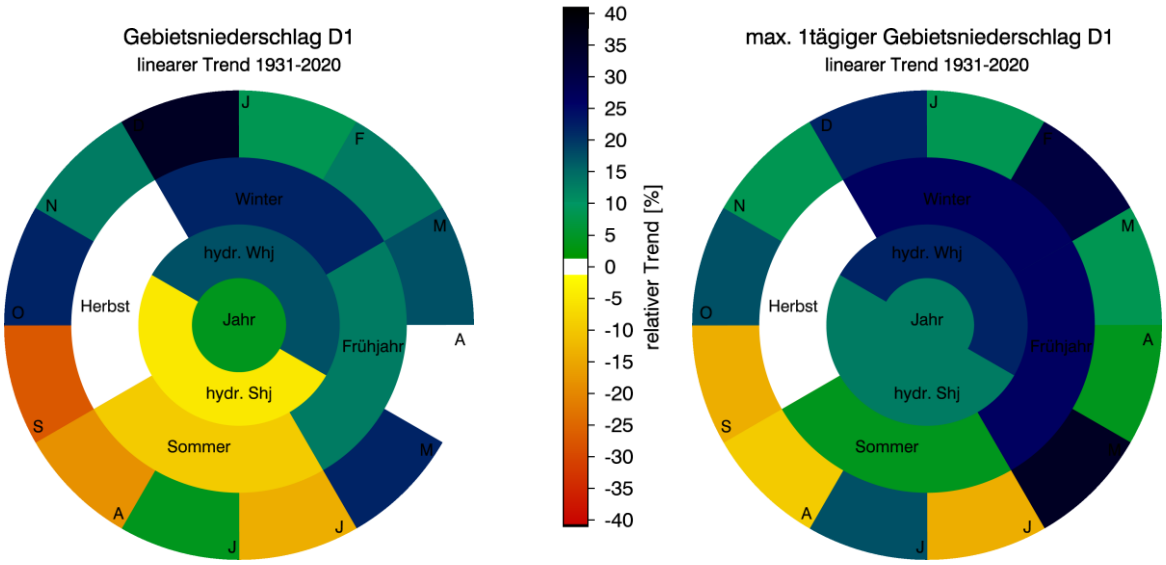
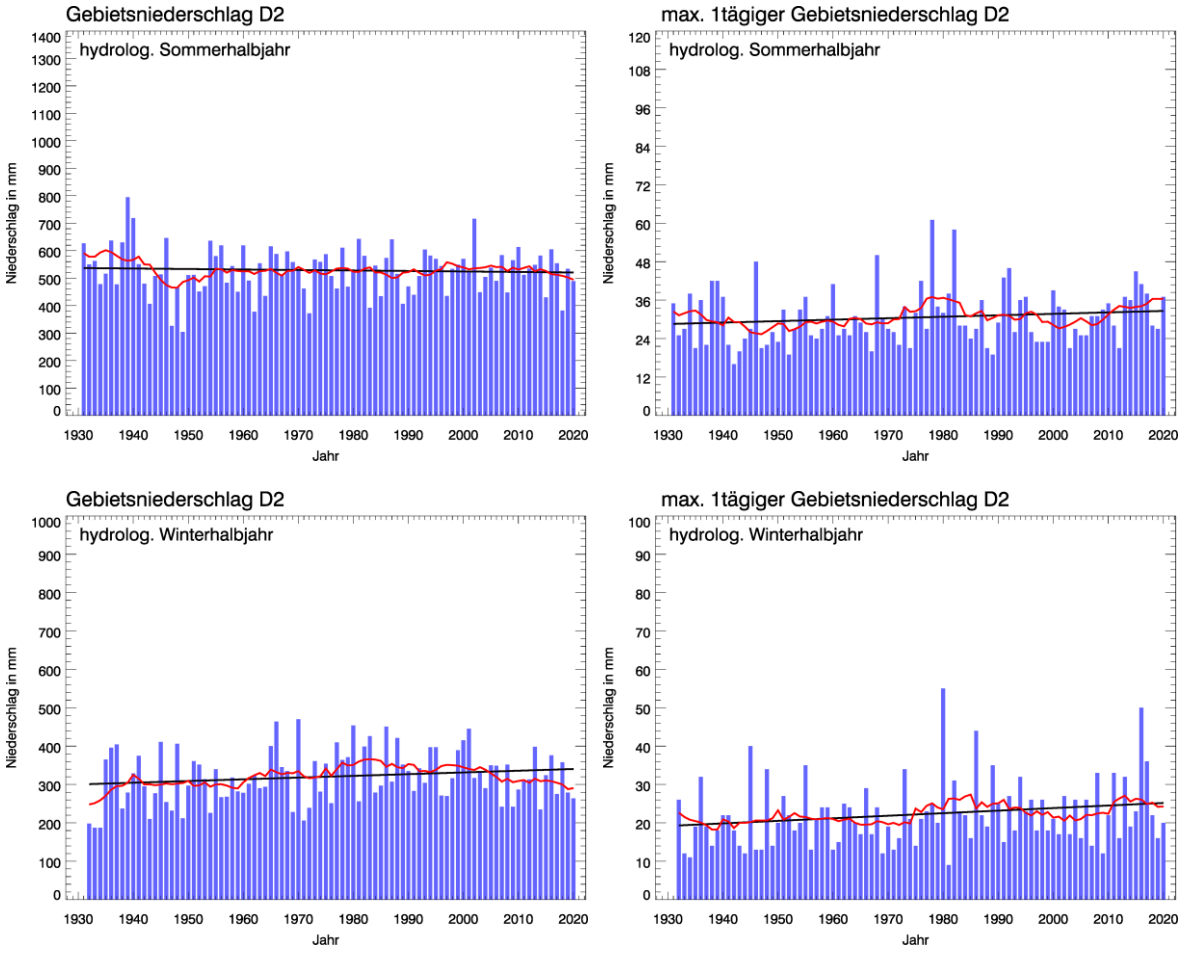


Abb. 7: Auswertungen für das Untersuchungsgebiet D1 (Zeitreihenlänge 1931 bis 2020)
Oben/Mitte: Zeitreihen und Trends für die Halbjahresmittel des Gebietsniederschlags und des maximal eintägigen Gebietsniederschlags;
Unten: Ringdiagramme mit relativen Trendangaben

KLIWA-Untersuchungsgebiet D2: Donau, uh. Lauchert bis oh. Iller



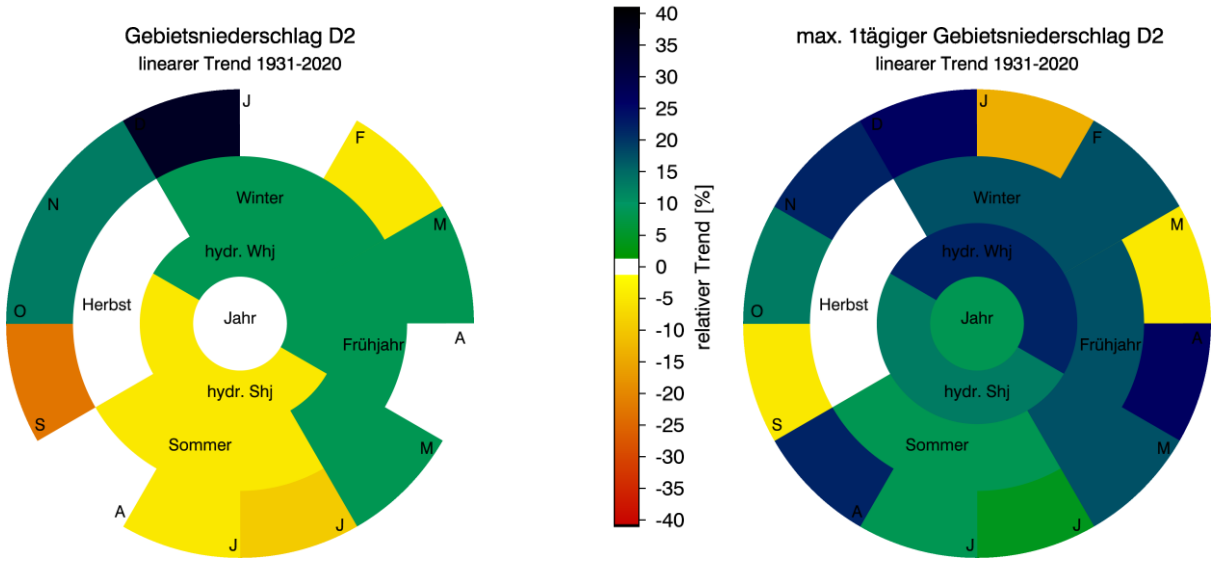
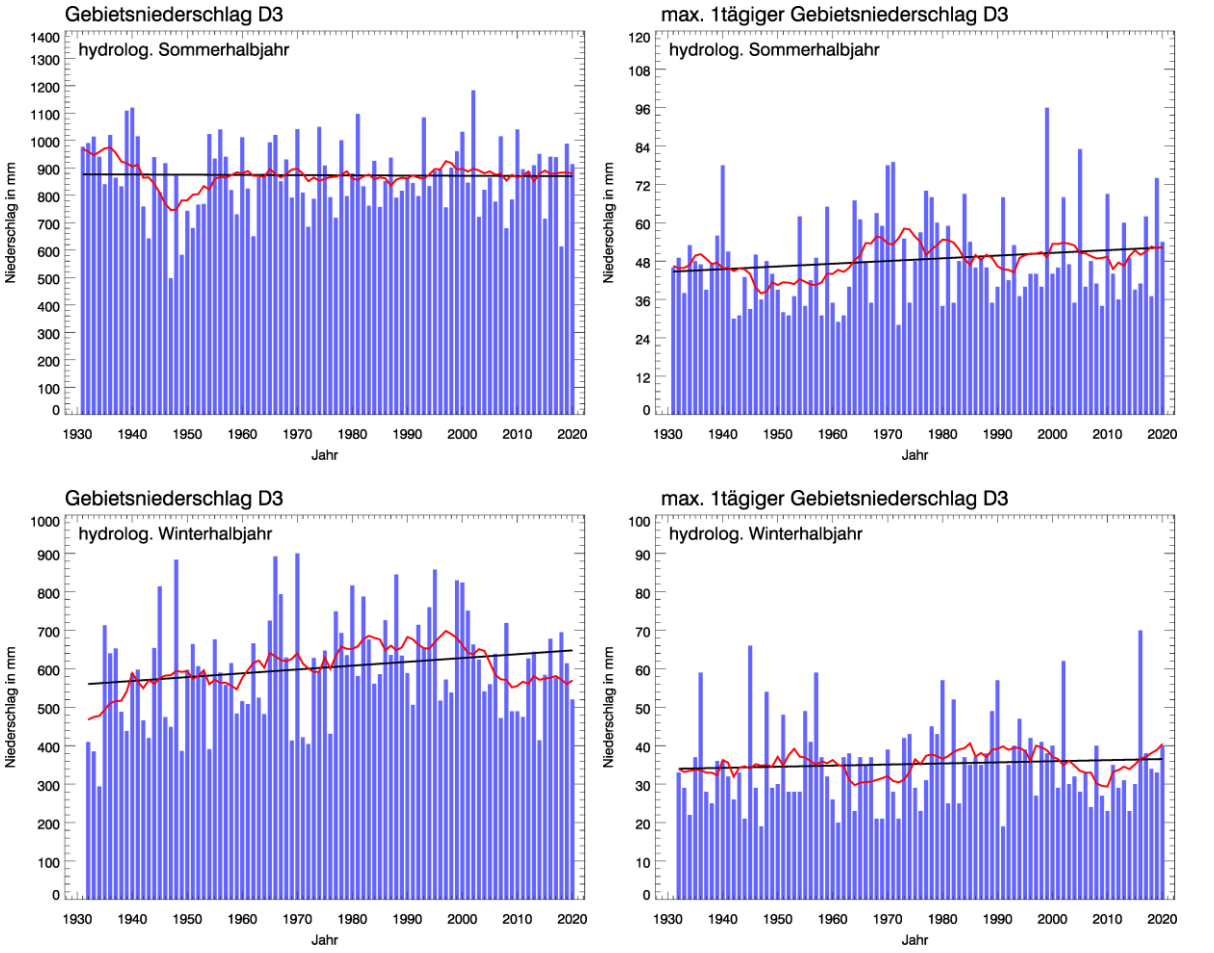


Abb. 8: Auswertungen für das Untersuchungsgebiet D2 (Zeitreihenlänge 1931 bis 2020)
Oben/Mitte: Zeitreihen und Trends für die Halbjahresmittel des Gebietsniederschlags und des maximal eintägigen Gebietsniederschlags;
Unten: Ringdiagramme mit relativen Trendangaben

KLIWA-Untersuchungsgebiet D3: Iller



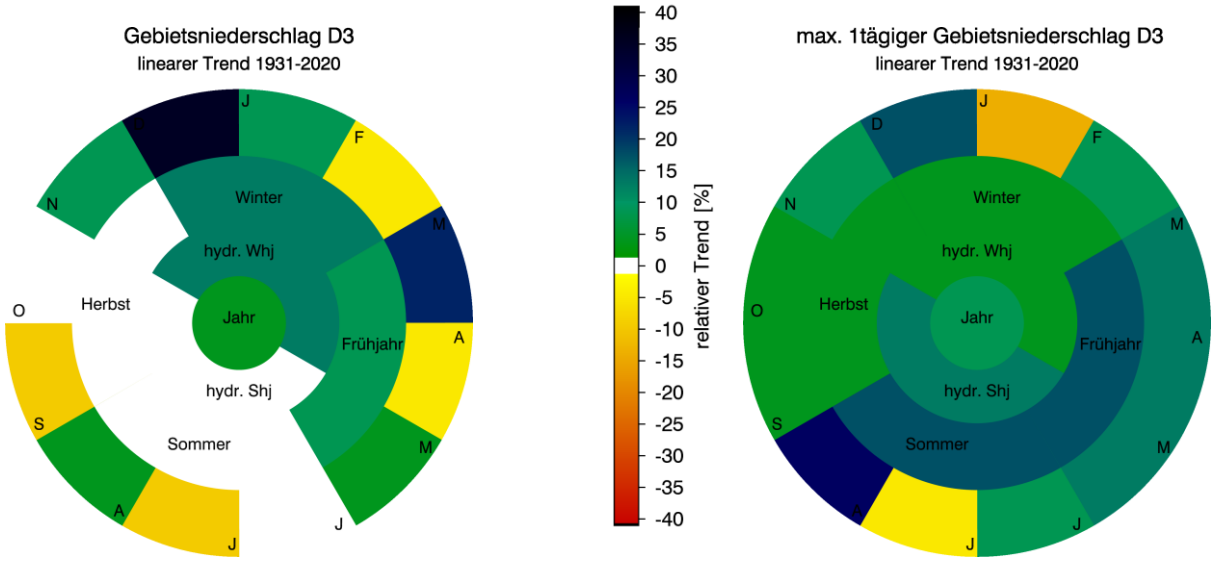
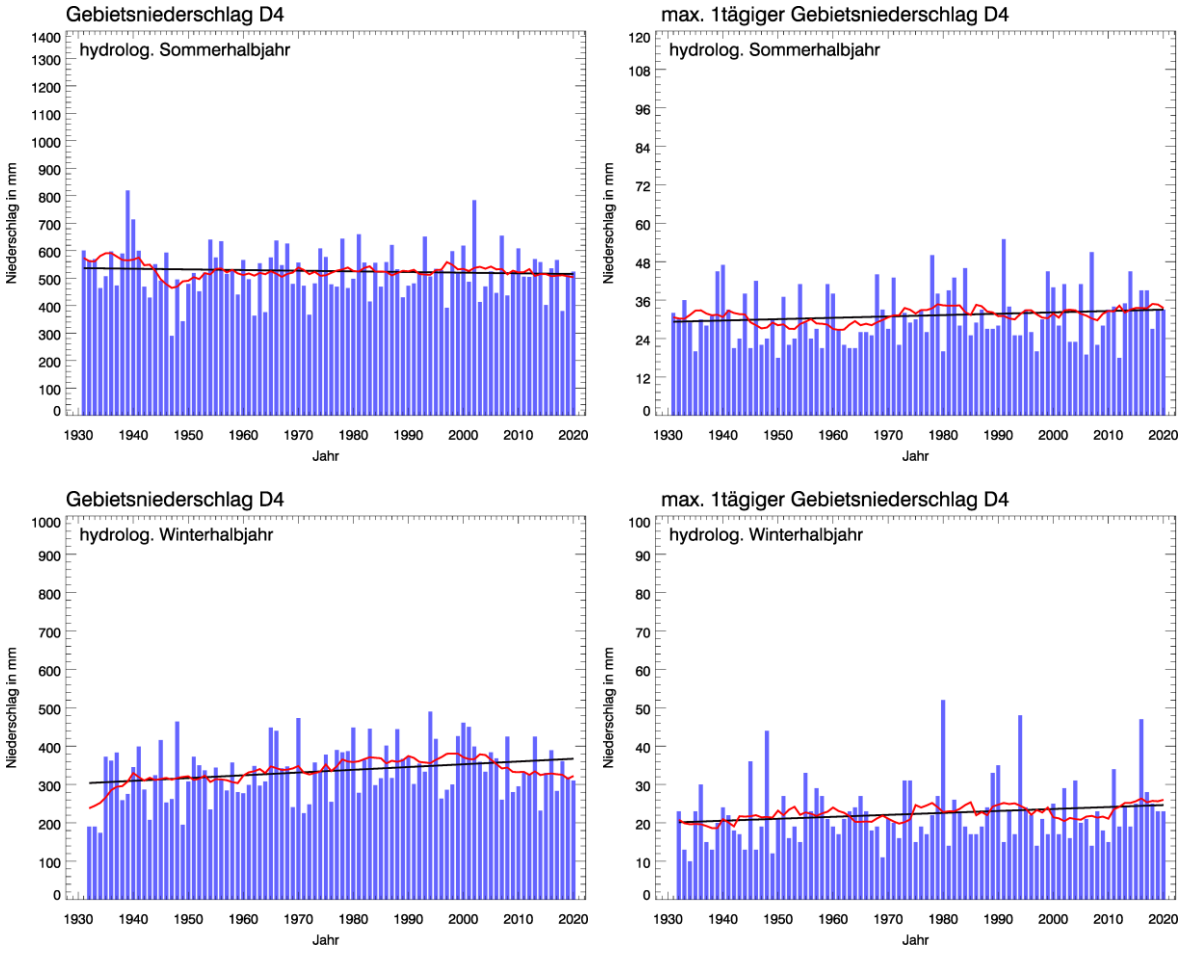


Abb. 9: Auswertungen für das Untersuchungsgebiet D3 (Zeitreihenlänge 1931 bis 2020)
Oben/Mitte: **Zeitreihen und Trends für die Halbjahresmittel des Gebietsniederschlags und des maximal eintägigen Gebietsniederschlags;**
Unten: **Ringdiagramme mit relativen Trendangaben**

KLIWA-Untersuchungsgebiet D4: Donau, uh. Iller bis oh. Wörnitz u. Lech



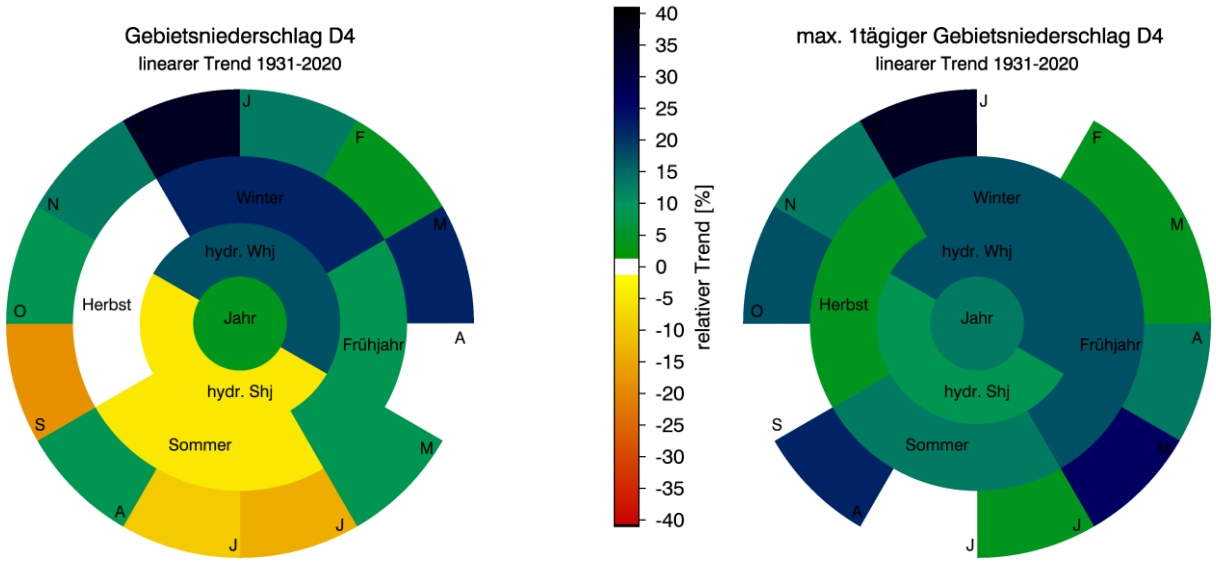
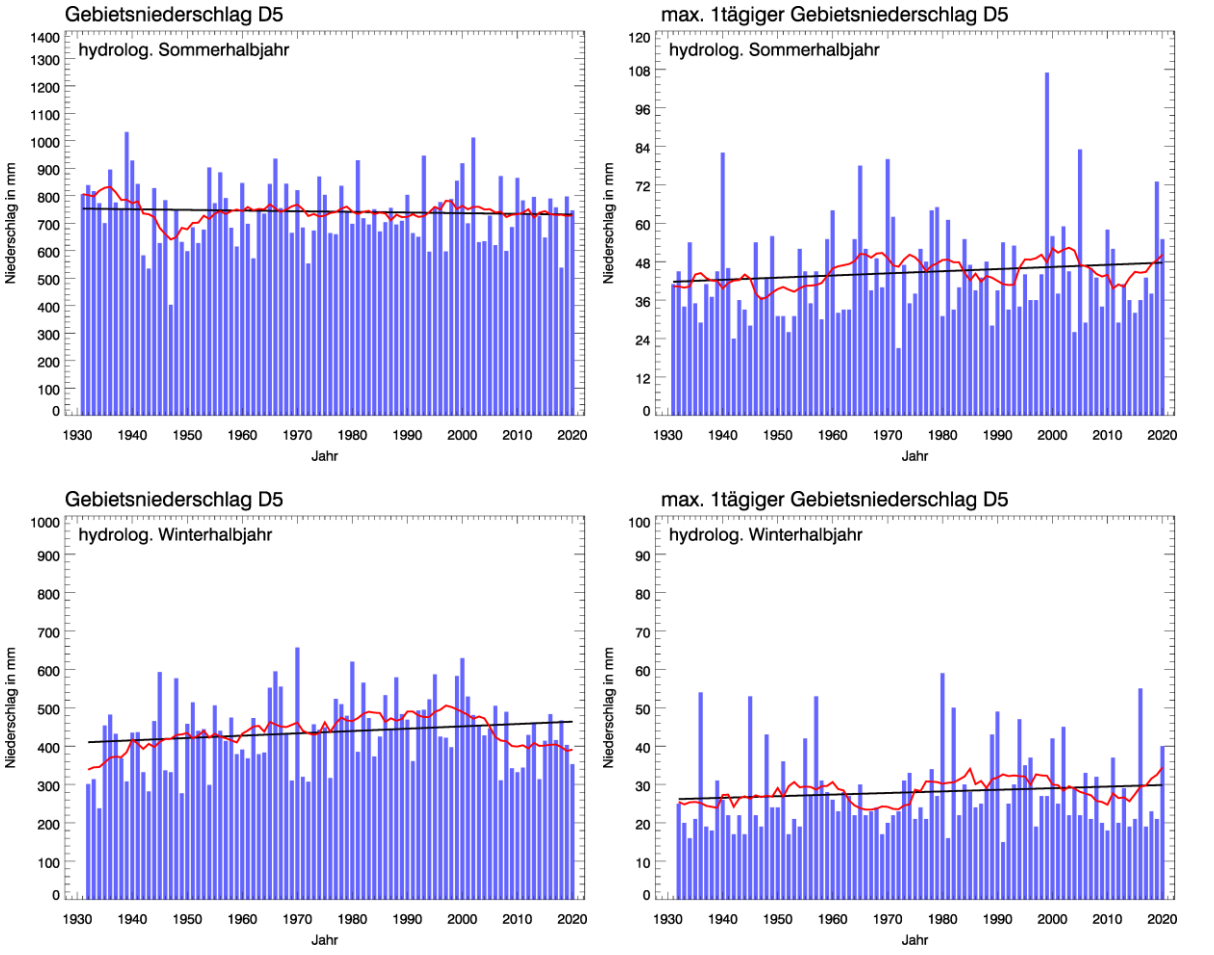


Abb. 10: Auswertungen für das Untersuchungsgebiet D4 (Zeitreihenlänge 1931 bis 2020)
Oben/Mitte: Zeitreihen und Trends für die Halbjahresmittel des Gebietsniederschlags und des maximal eintägigen Gebietsniederschlags;
Unten: Ringdiagramme mit relativen Trendangaben

KLIWA-Untersuchungsgebiet D5: Lech



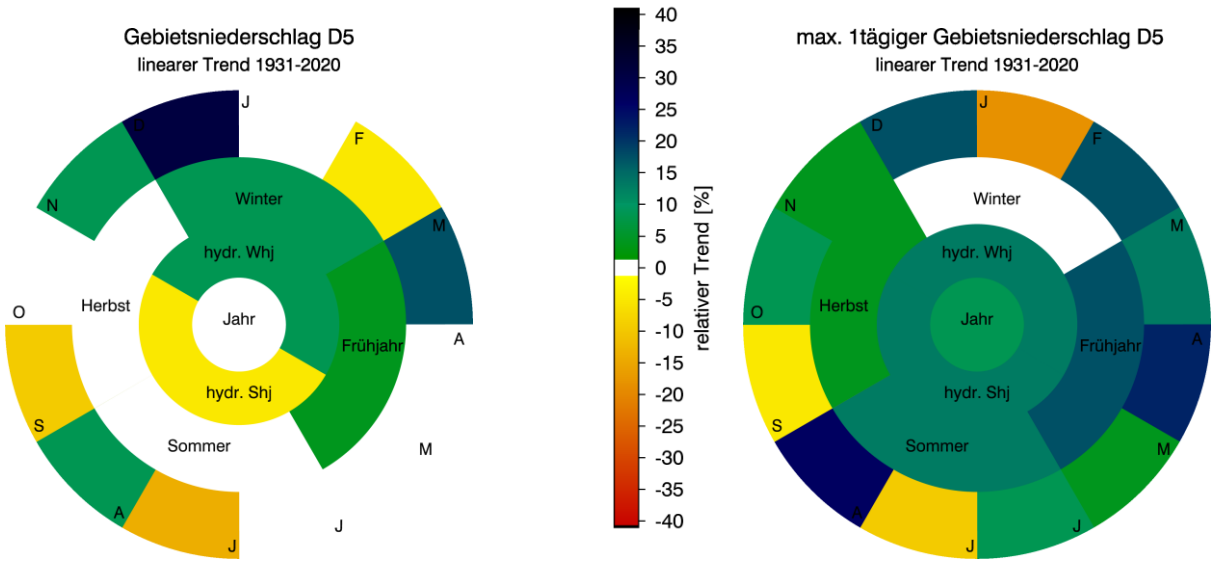
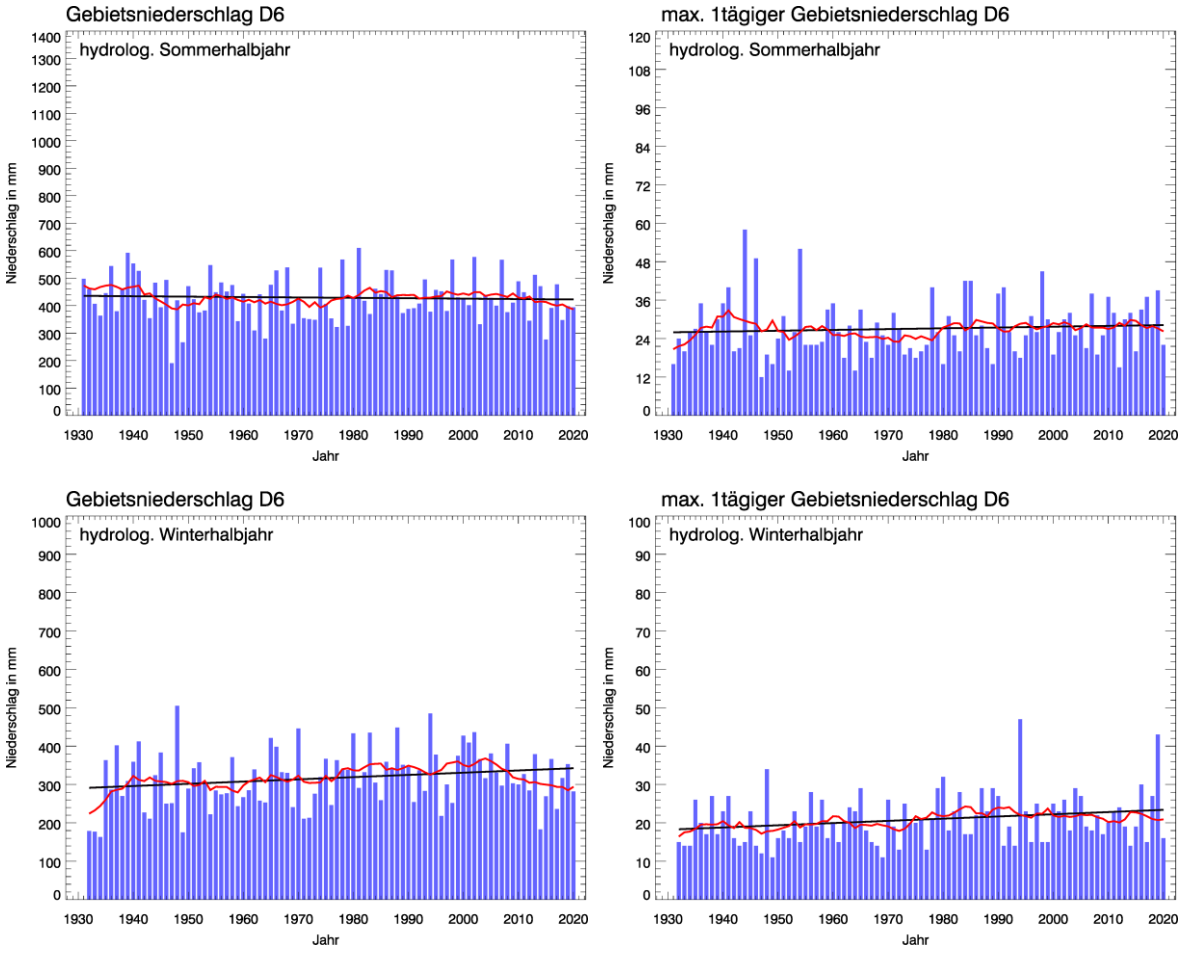


Abb. 11: Auswertungen für das Untersuchungsgebiet D5 (Zeitreihenlänge 1931 bis 2020)
Oben/Mitte: Zeitreihen und Trends für die Halbjahresmittel des Gebietsniederschlags und des maximal eintägigen Gebietsniederschlags;
Unten: Ringdiagramme mit relativen Trendangaben

KLIWA-Untersuchungsgebiet D6: Wörnitz, Altmühl u. Schw. Laber



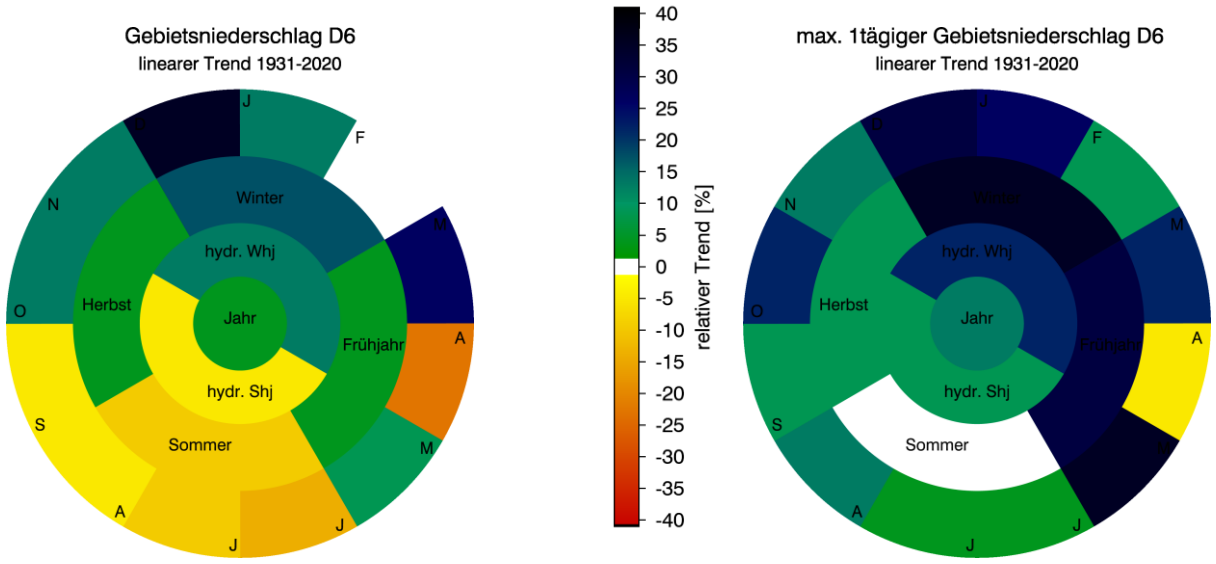


Abb. 12: Auswertungen für das Untersuchungsgebiet D6 (Zeitreihenlänge 1931 bis 2020)
Oben/Mitte: Zeitreihen und Trends für die Halbjahresmittel des Gebietsniederschlags und des maximal eintägigen Gebietsniederschlags;
Unten: Ringdiagramme mit relativen Trendangaben

KLIWA-Untersuchungsgebiet D7: Donau, uh. Lech bis oh. Naab

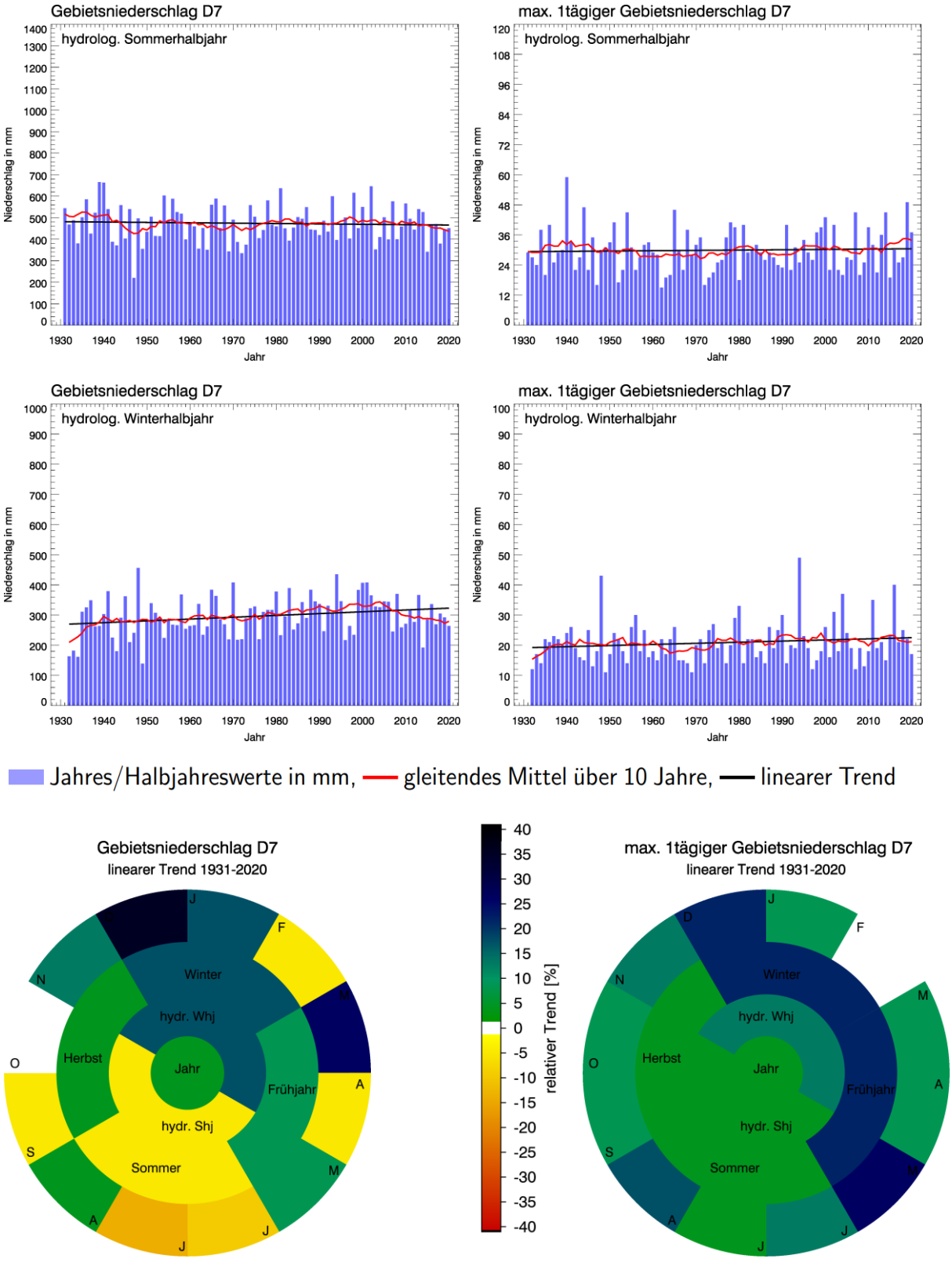
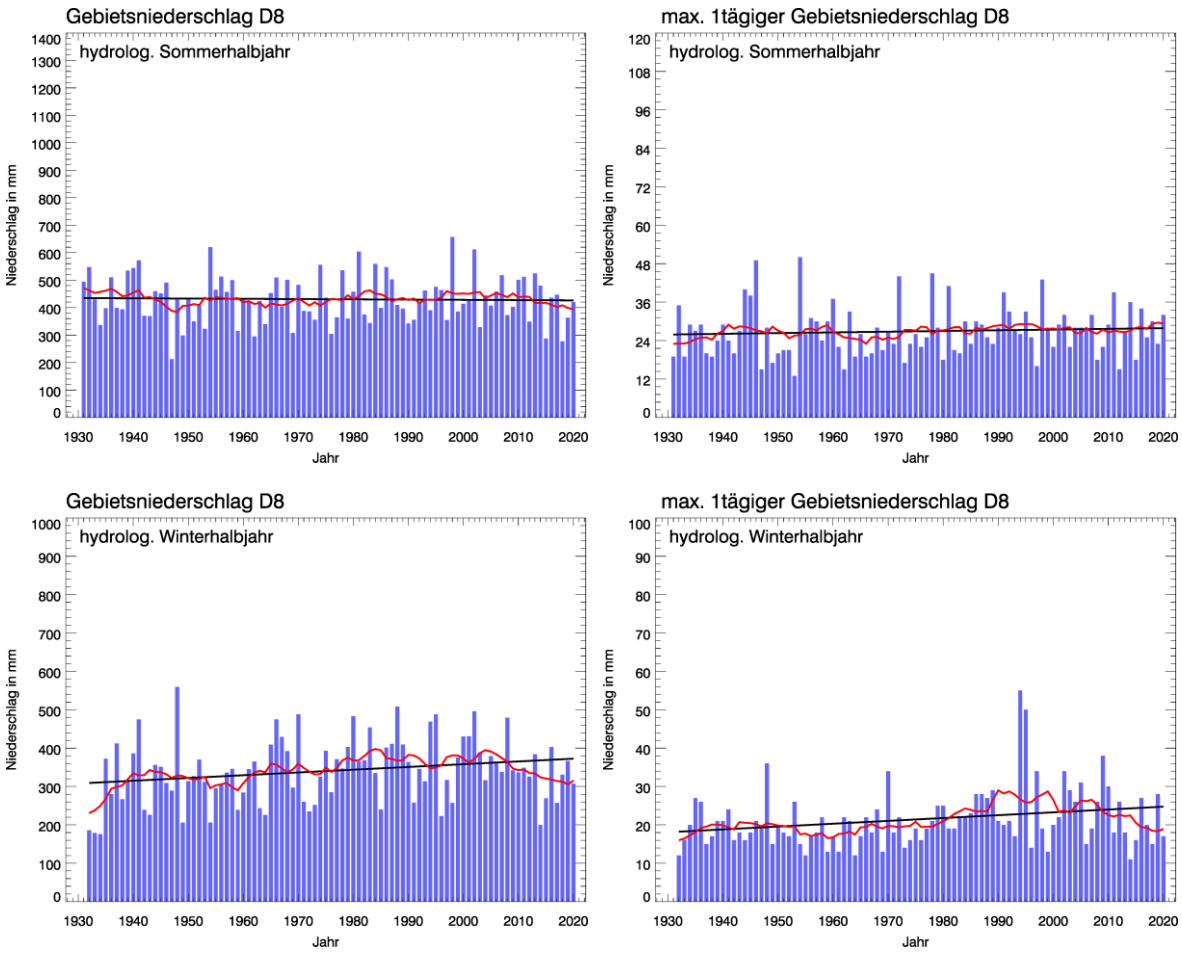


Abb. 13: Auswertungen für das Untersuchungsgebiet D7 (Zeitreihenlänge 1931 bis 2020)
Oben/Mitte: **Zeitreihen und Trends für die Halbjahresmittel des Gebietsniederschlags und des maximal eintägigen Gebietsniederschlags;**
Unten: **Ringdiagramme mit relativen Trendangaben**

KLIWA-Untersuchungsgebiet D8: Naab



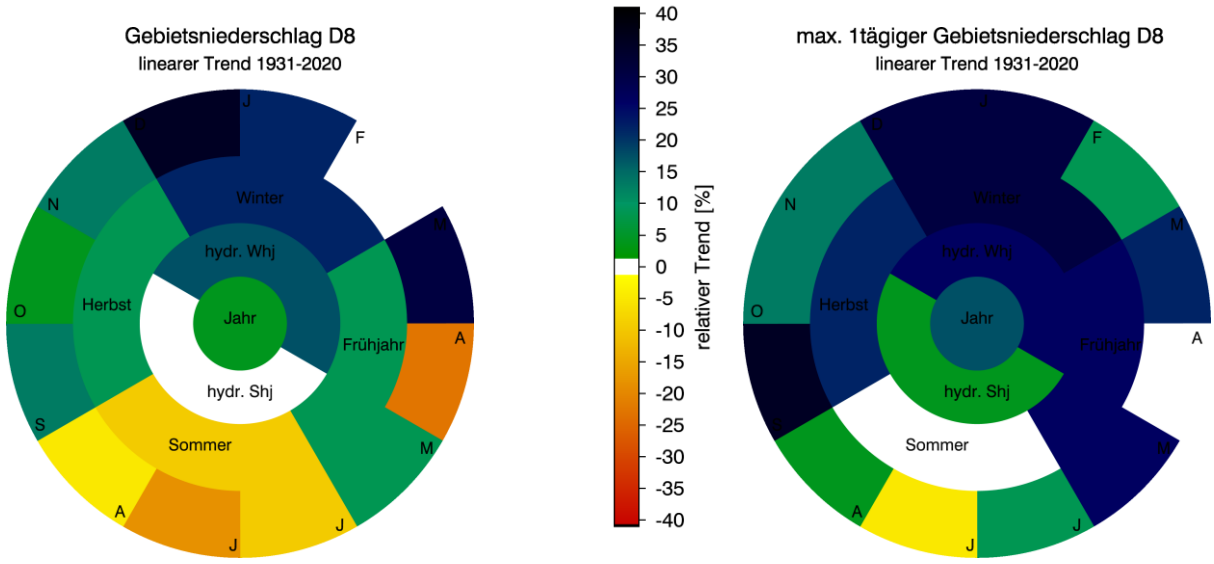
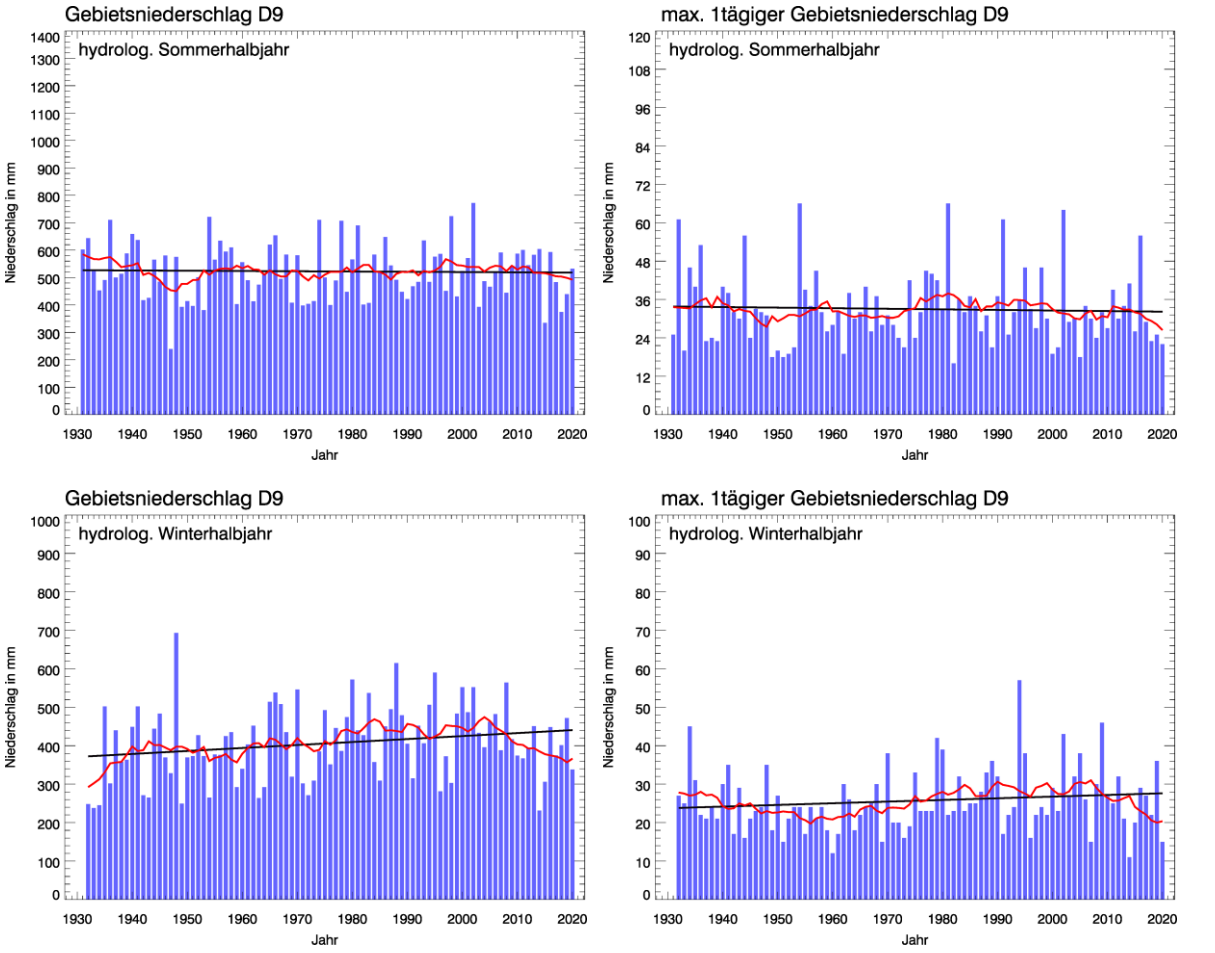


Abb. 14: Auswertungen für das Untersuchungsgebiet D8 (Zeitreihenlänge 1931 bis 2020)
Oben/Mitte: Zeitreihen und Trends für die Halbjahresmittel des Gebietsniederschlags und des maximal eintägigen Gebietsniederschlags;
Unten: Ringdiagramme mit relativen Trendangaben

KLIWA-Untersuchungsgebiet D9: Regen



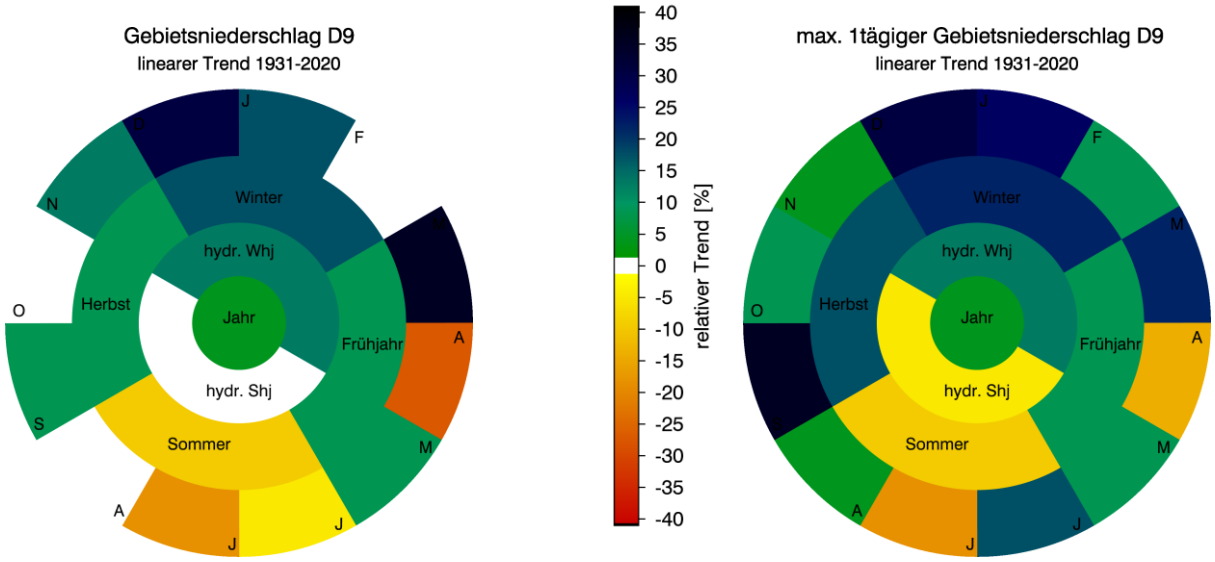
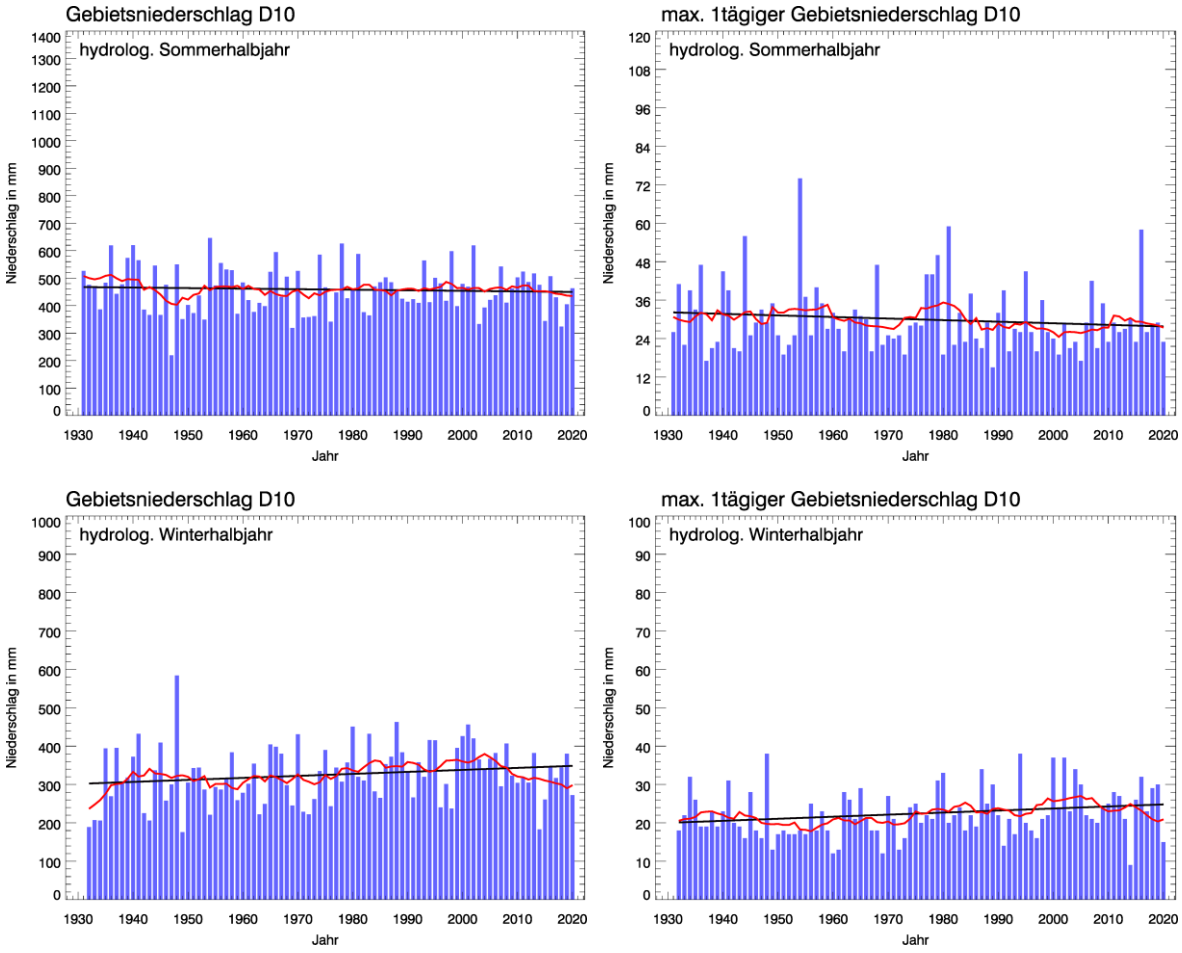


Abb. 15: Auswertungen für das Untersuchungsgebiet D9 (Zeitreihenlänge 1931 bis 2020)
Oben/Mitte: **Zeitreihen und Trends für die Halbjahresmittel des Gebietsniederschlags und des maximal eintägigen Gebietsniederschlags;**
Unten: **Ringdiagramme mit relativen Trendangaben**

KLIWA-Untersuchungsgebiet D10: Donau, uh. Naab bis oh. Isar



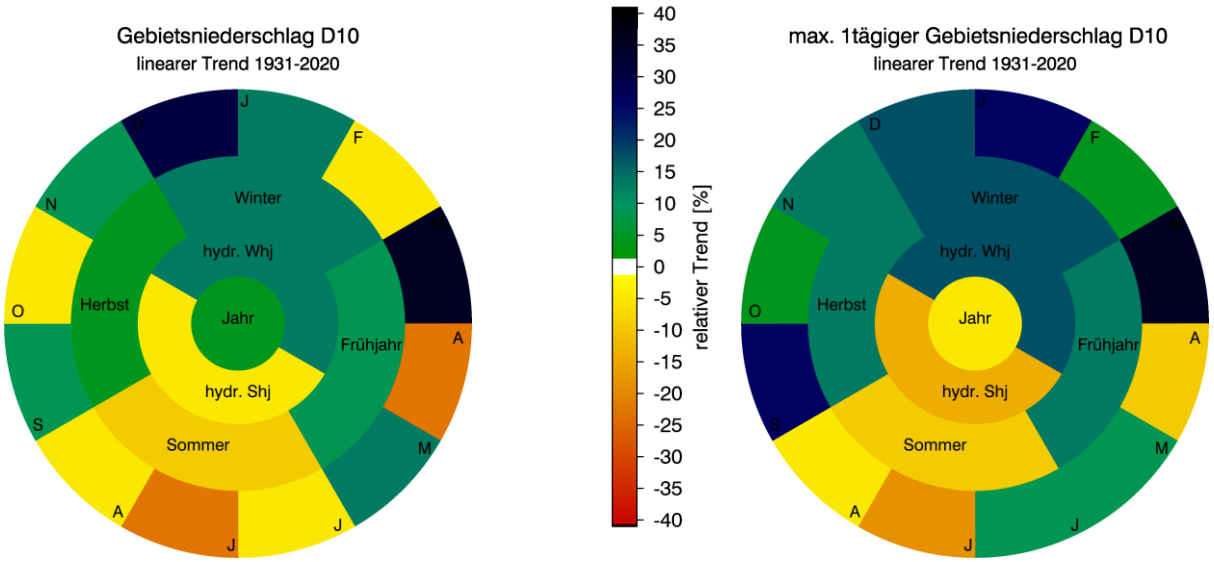
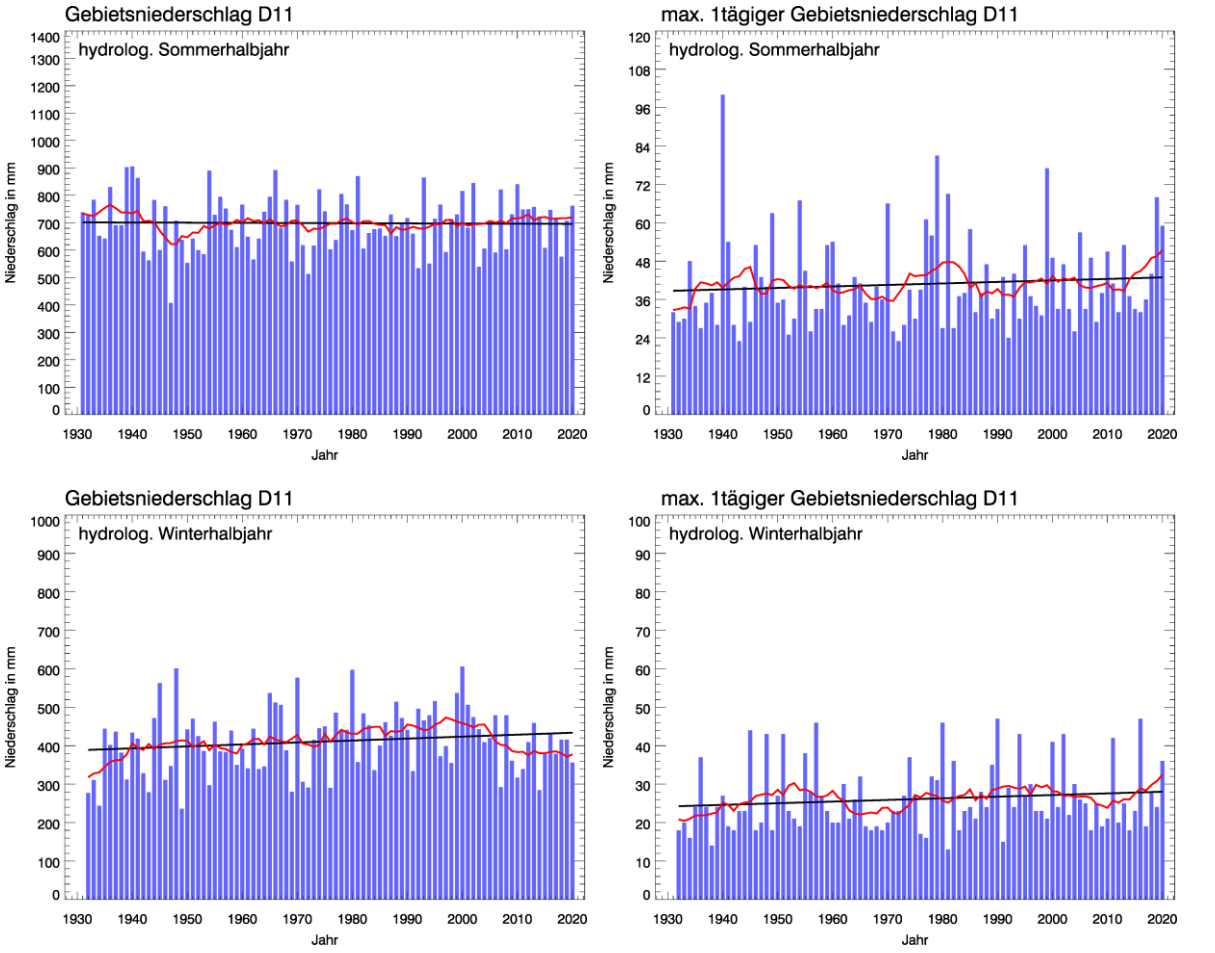


Abb. 16: Auswertungen für das Untersuchungsgebiet D10 (Zeitreihenlänge 1931 bis 2020)
Oben/Mitte: Zeitreihen und Trends für die Halbjahresmittel des Gebietsniederschlags und des maximal eintägigen Gebietsniederschlags;
Unten: Ringdiagramme mit relativen Trendangaben

KLIWA-Untersuchungsgebiet D11: Isar



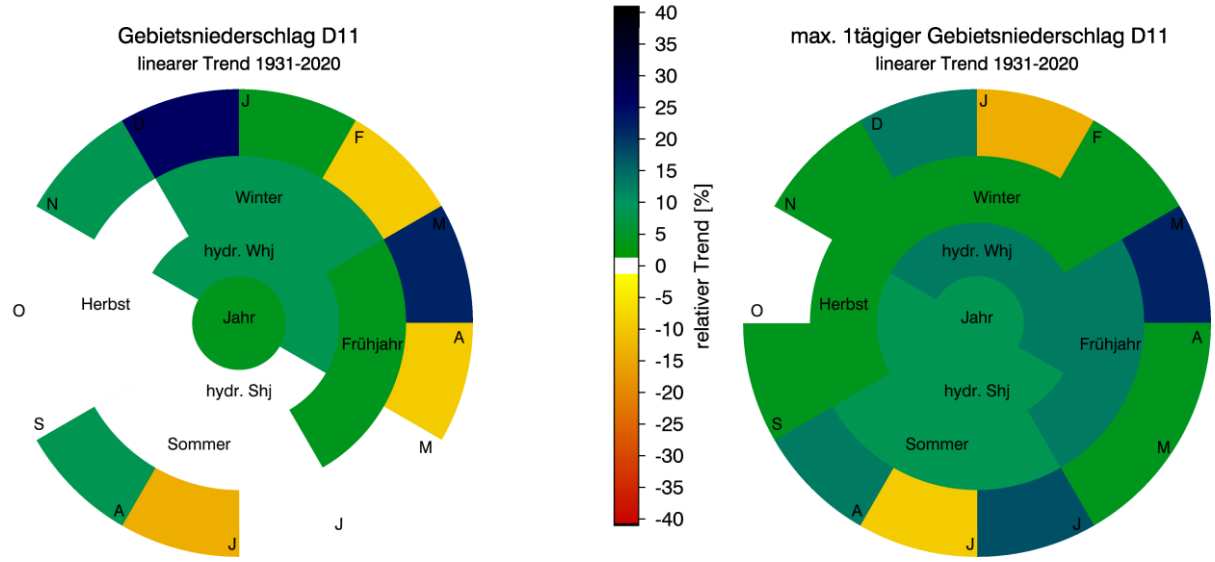
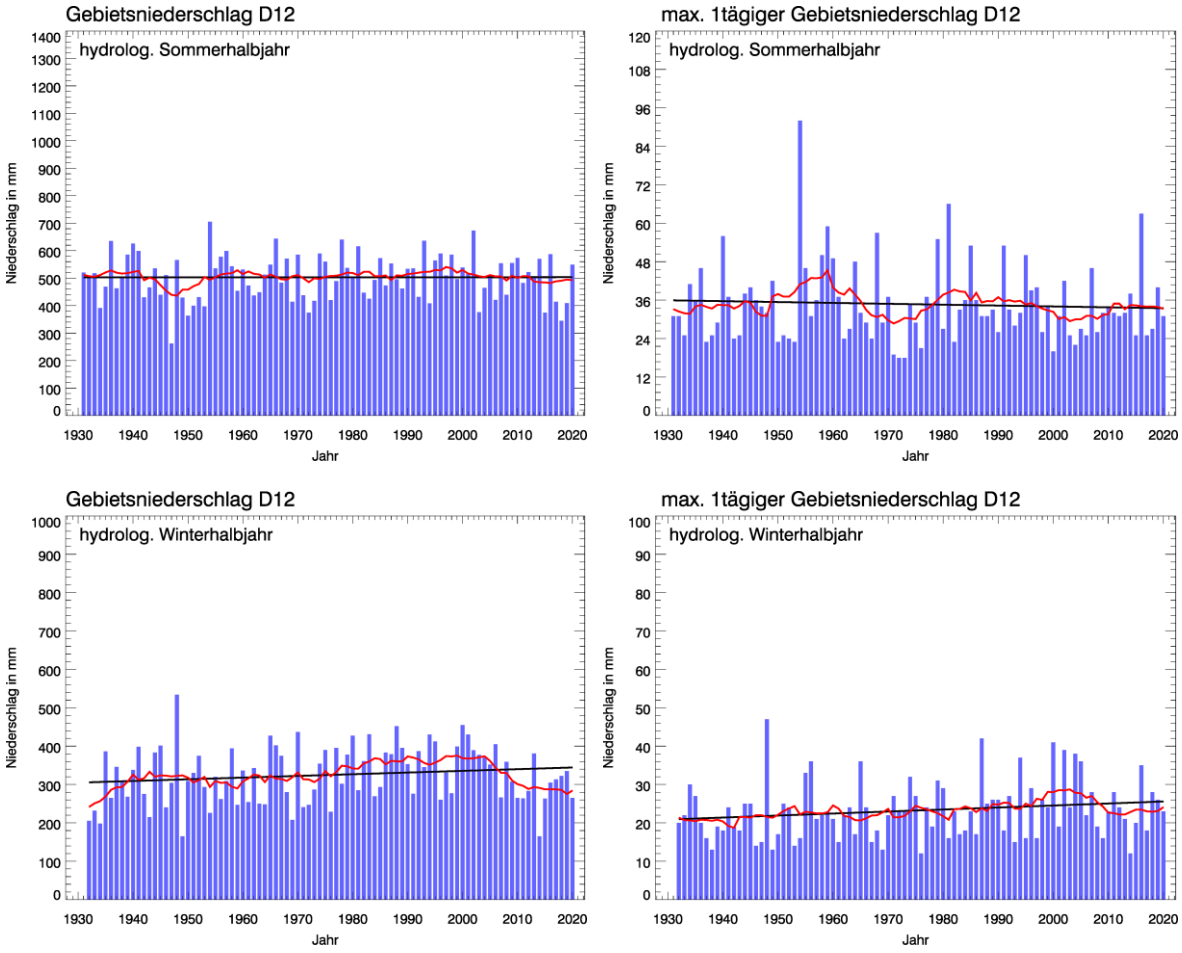


Abb. 17: Auswertungen für das Untersuchungsgebiet D11 (Zeitreihenlänge 1931 bis 2020)
Oben/Mitte: Zeitreihen und Trends für die Halbjahresmittel des Gebietsniederschlags und des maximal eintägigen Gebietsniederschlags;
Unten: Ringdiagramme mit relativen Trendangaben

KLIWA-Untersuchungsgebiet D12: Vils und Rott



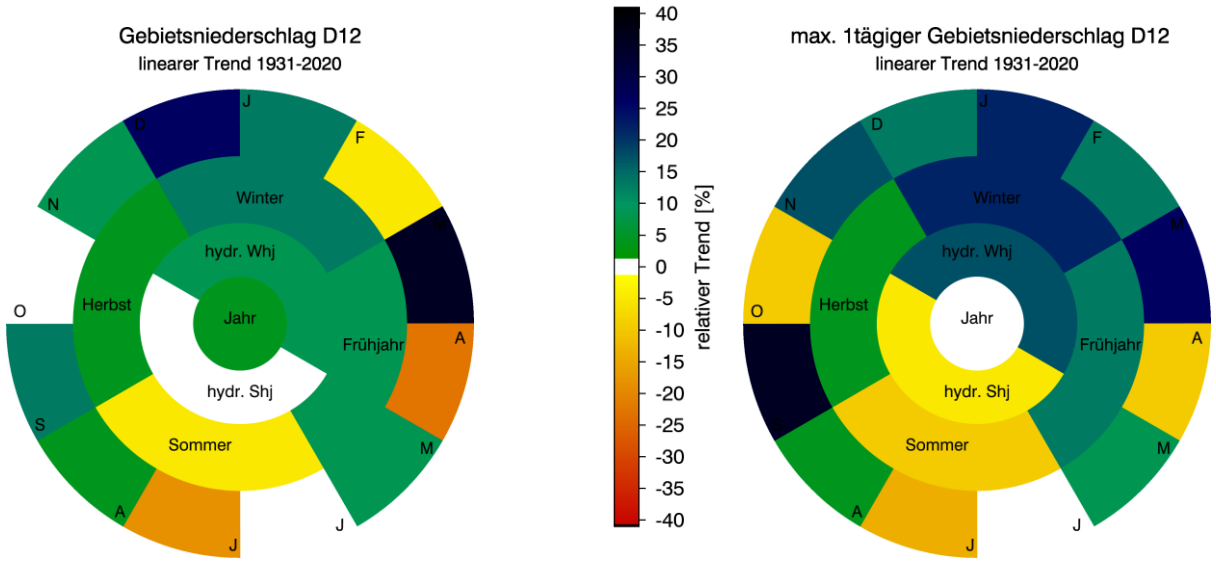
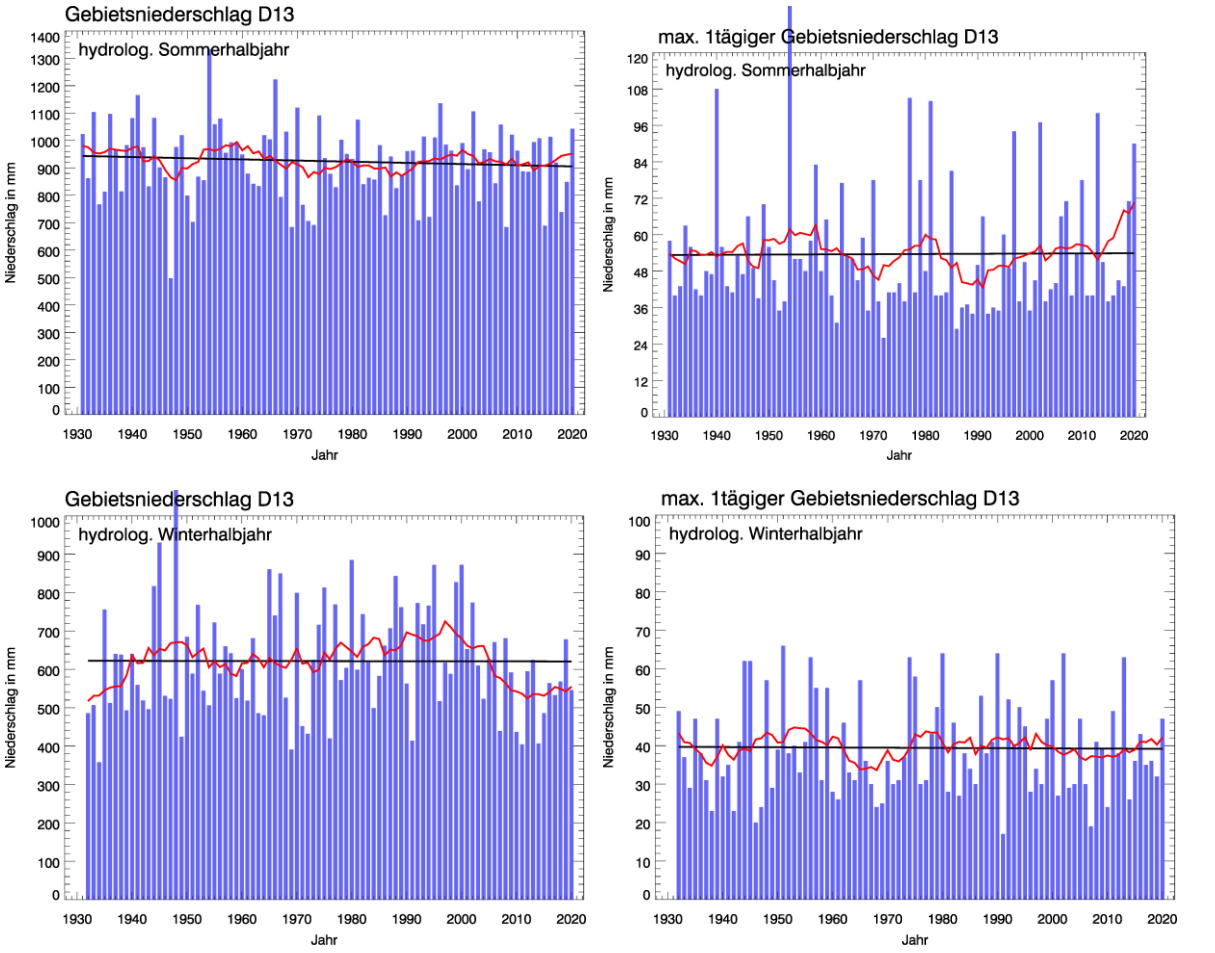


Abb. 18: Auswertungen für das Untersuchungsgebiet D12 (Zeitreihenlänge 1931 bis 2020)
Oben/Mitte: Zeitreihen und Trends für die Halbjahresmittel des Gebietsniederschlags und des maximal eintägigen Gebietsniederschlags;
Unten: Ringdiagramme mit relativen Trendangaben

KLIWA-Untersuchungsgebiet D13: Alz und Salzach



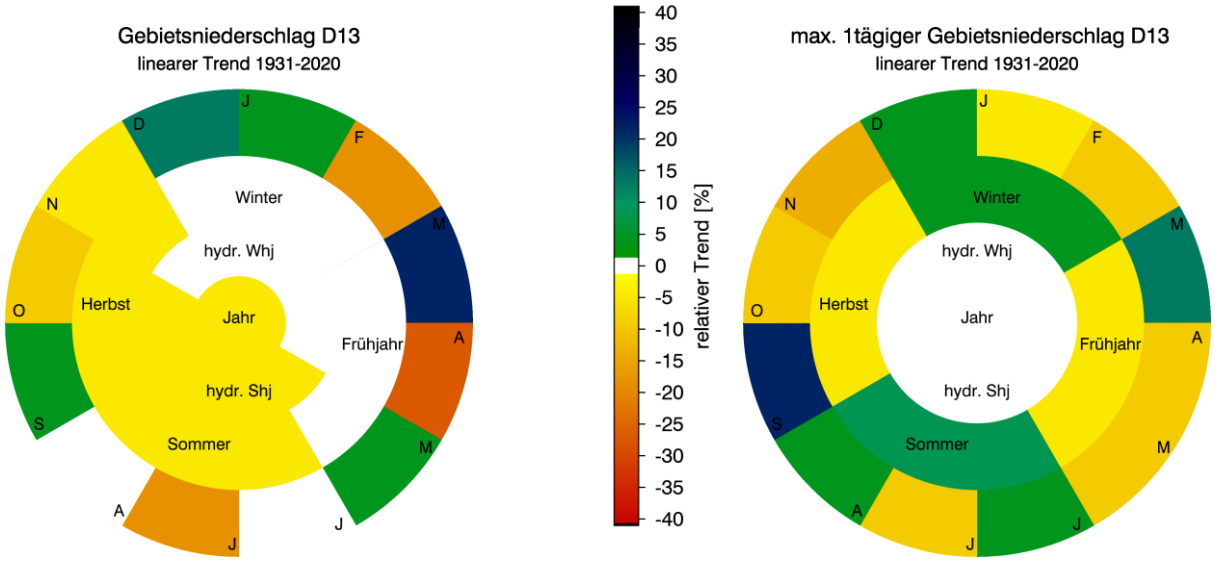
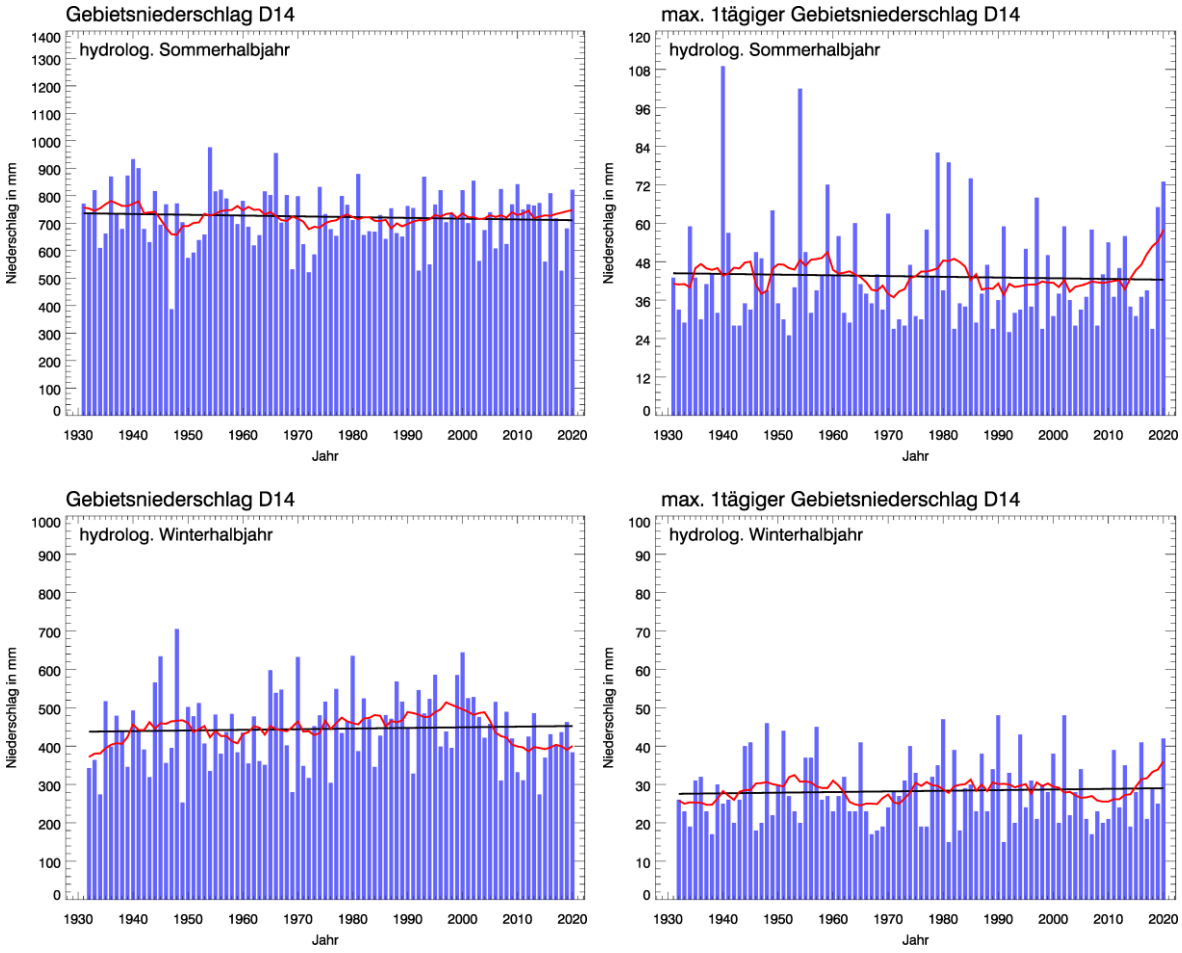


Abb. 19: Auswertungen für das Untersuchungsgebiet D13 (Zeitreihenlänge 1931 bis 2020)
Oben/Mitte: **Zeitreihen und Trends für die Halbjahresmittel des Gebietsniederschlags und des maximal eintägigen Gebietsniederschlags;**
Unten: **Ringdiagramme mit relativen Trendangaben**

KLIWA-Untersuchungsgebiet D14: Inn



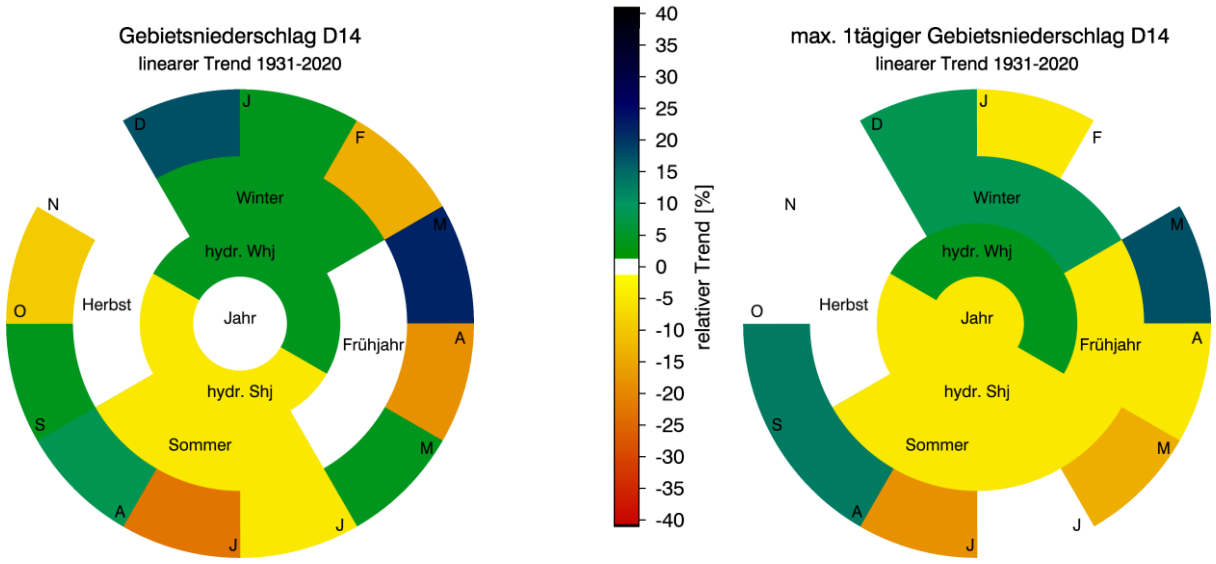
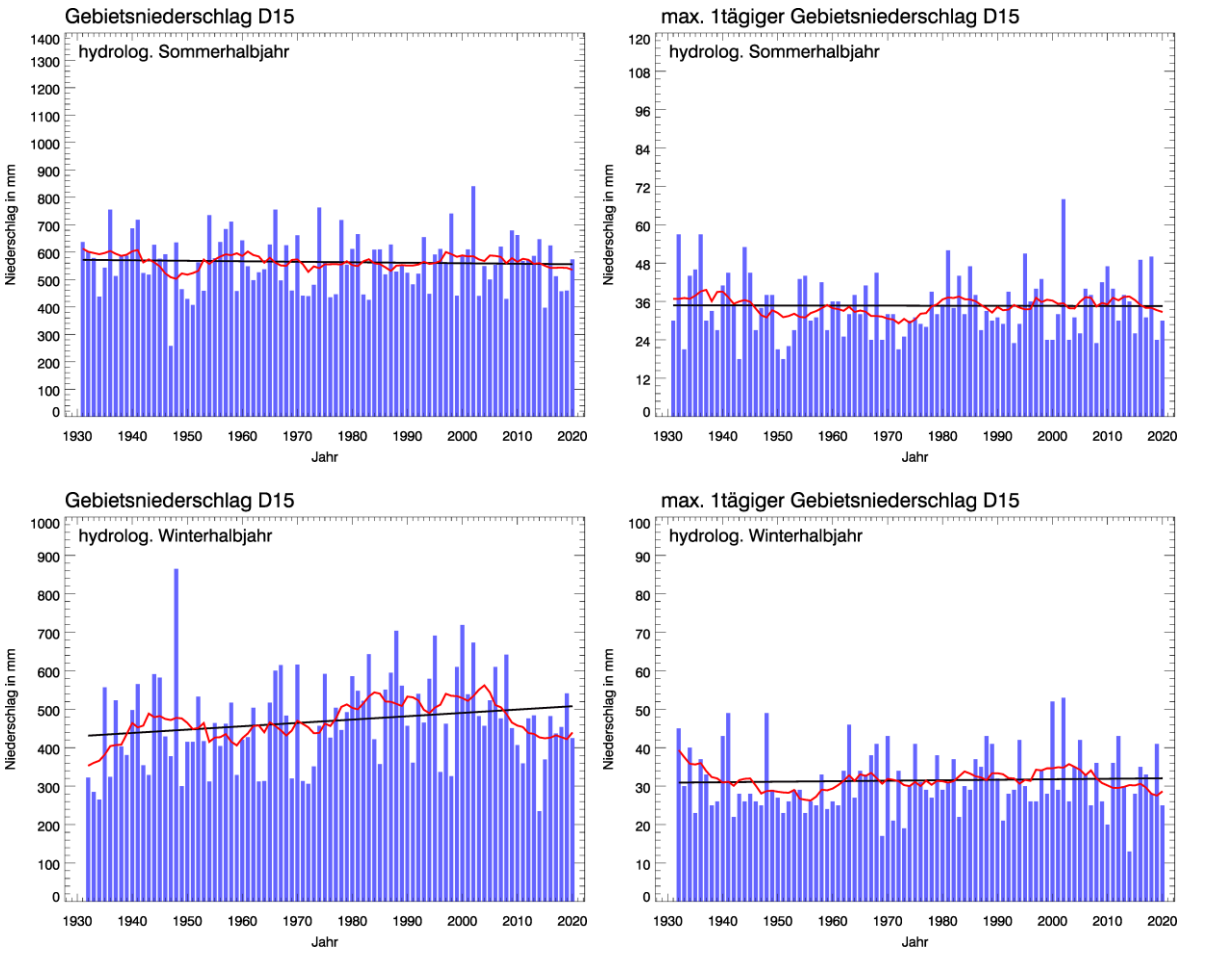


Abb. 20: Auswertungen für das Untersuchungsgebiet D14 (Zeitreihenlänge 1931 bis 2020)
Oben/Mitte: Zeitreihen und Trends für die Halbjahresmittel des Gebietsniederschlags und des maximal eintägigen Gebietsniederschlags;
Unten: Ringdiagramme mit relativen Trendangaben

KLIWA-Untersuchungsgebiet D15: Donau, uh. Isar bis Grenze



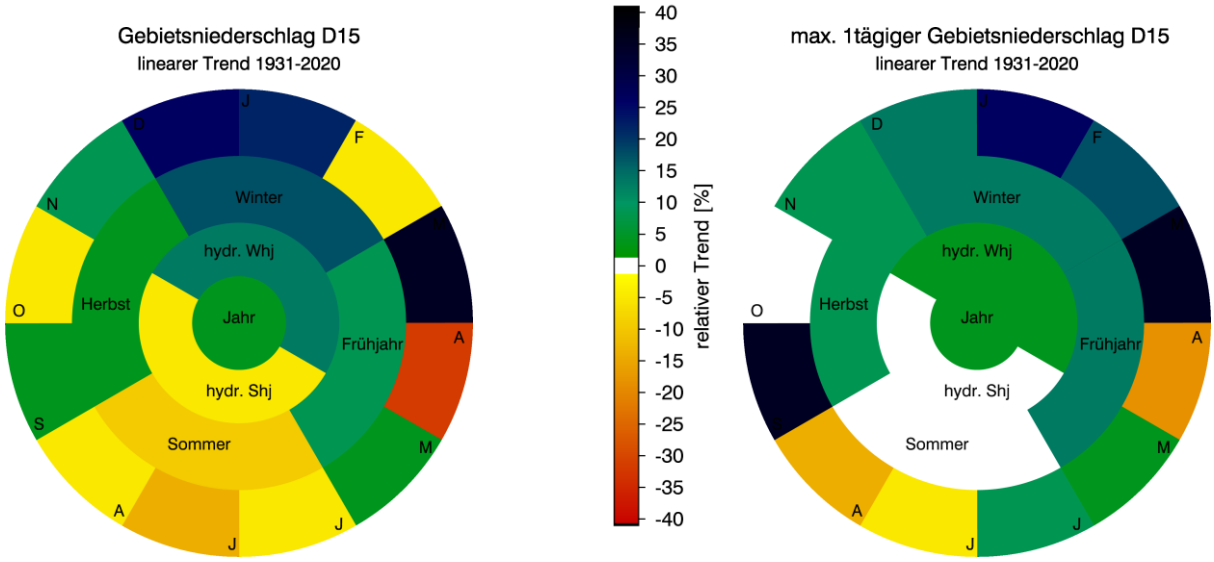
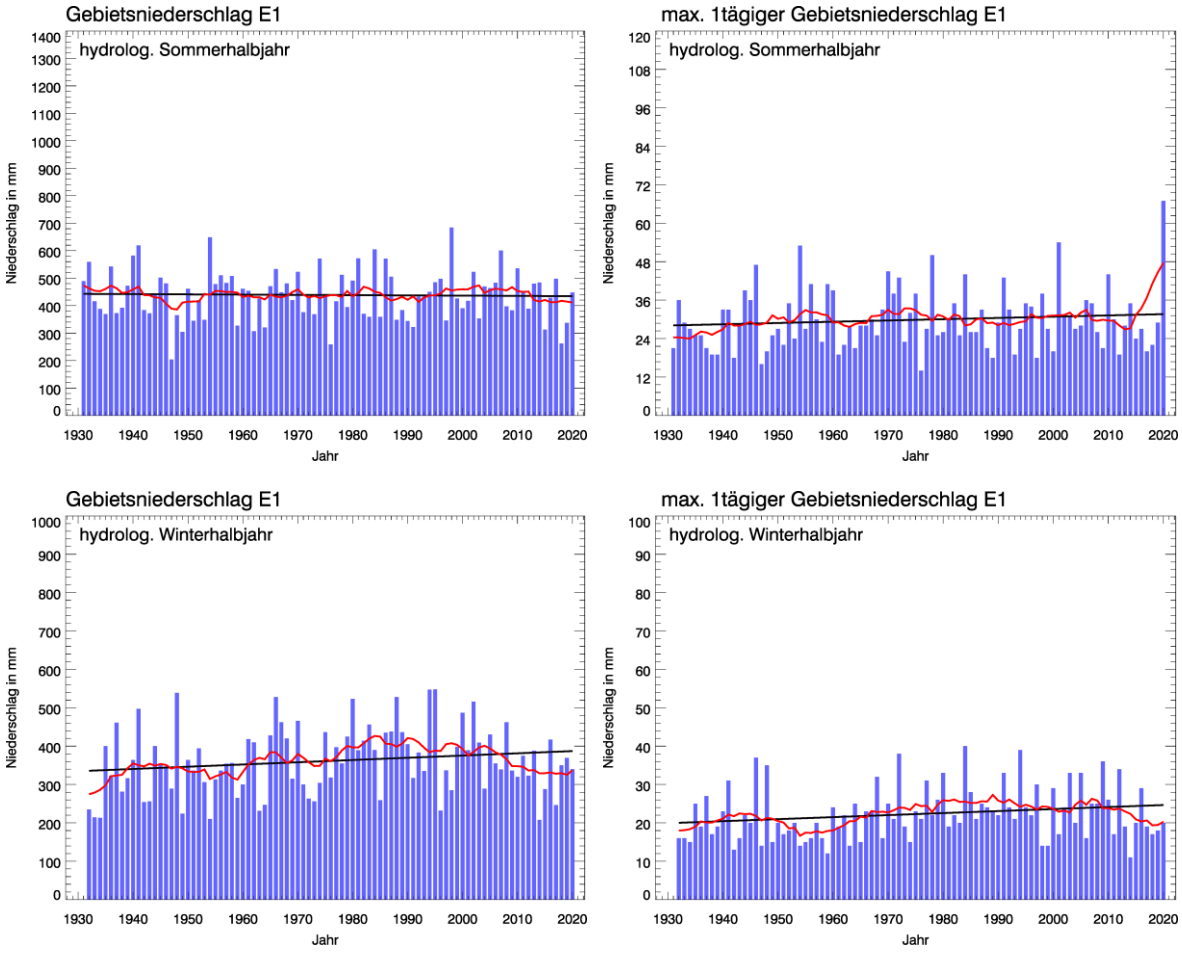


Abb. 21: Auswertungen für das Untersuchungsgebiet D15 (Zeitreihenlänge 1931 bis 2020)
Oben/Mitte: **Zeitreihen und Trends für die Halbjahresmittel des Gebietsniederschlags und des maximal eintägigen Gebietsniederschlags;**
Unten: **Ringdiagramme mit relativen Trendangaben**

KLIWA-Untersuchungsgebiet E1: Sächs. Saale u. Eger



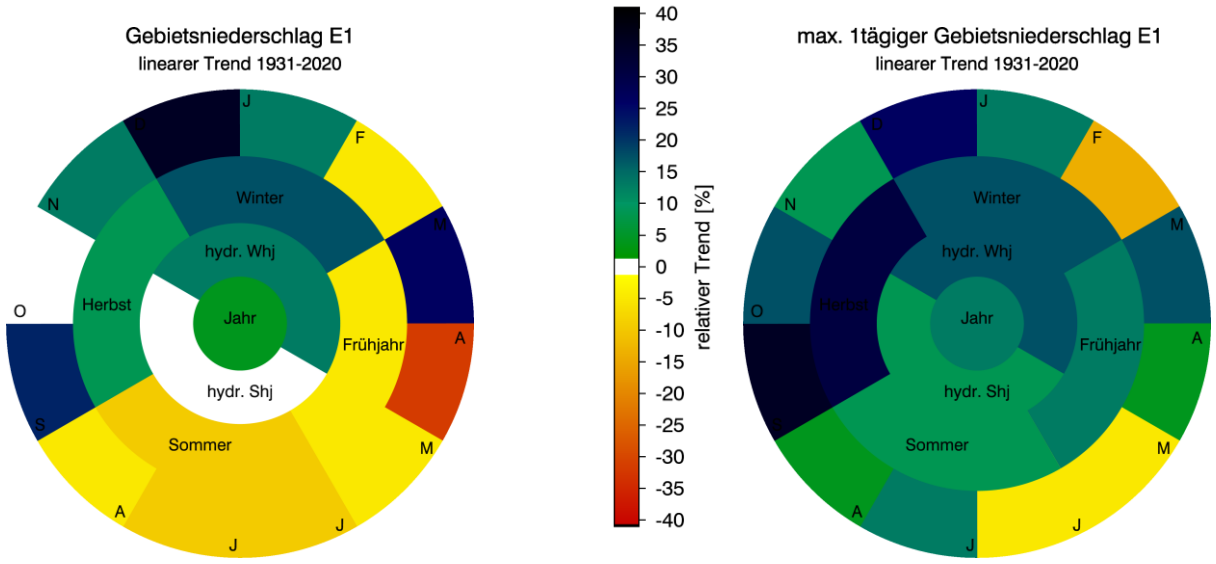


Abb. 22: Auswertungen für das Untersuchungsgebiet E1 (Zeitreihenlänge 1931 bis 2020)
Oben/Mitte: Zeitreihen und Trends für die Halbjahresmittel des Gebietsniederschlags und des maximal eintägigen Gebietsniederschlags;
Unten: Ringdiagramme mit relativen Trendangaben

KLIWA-Untersuchungsgebiet L1: Quelle bis zur Dillmündung

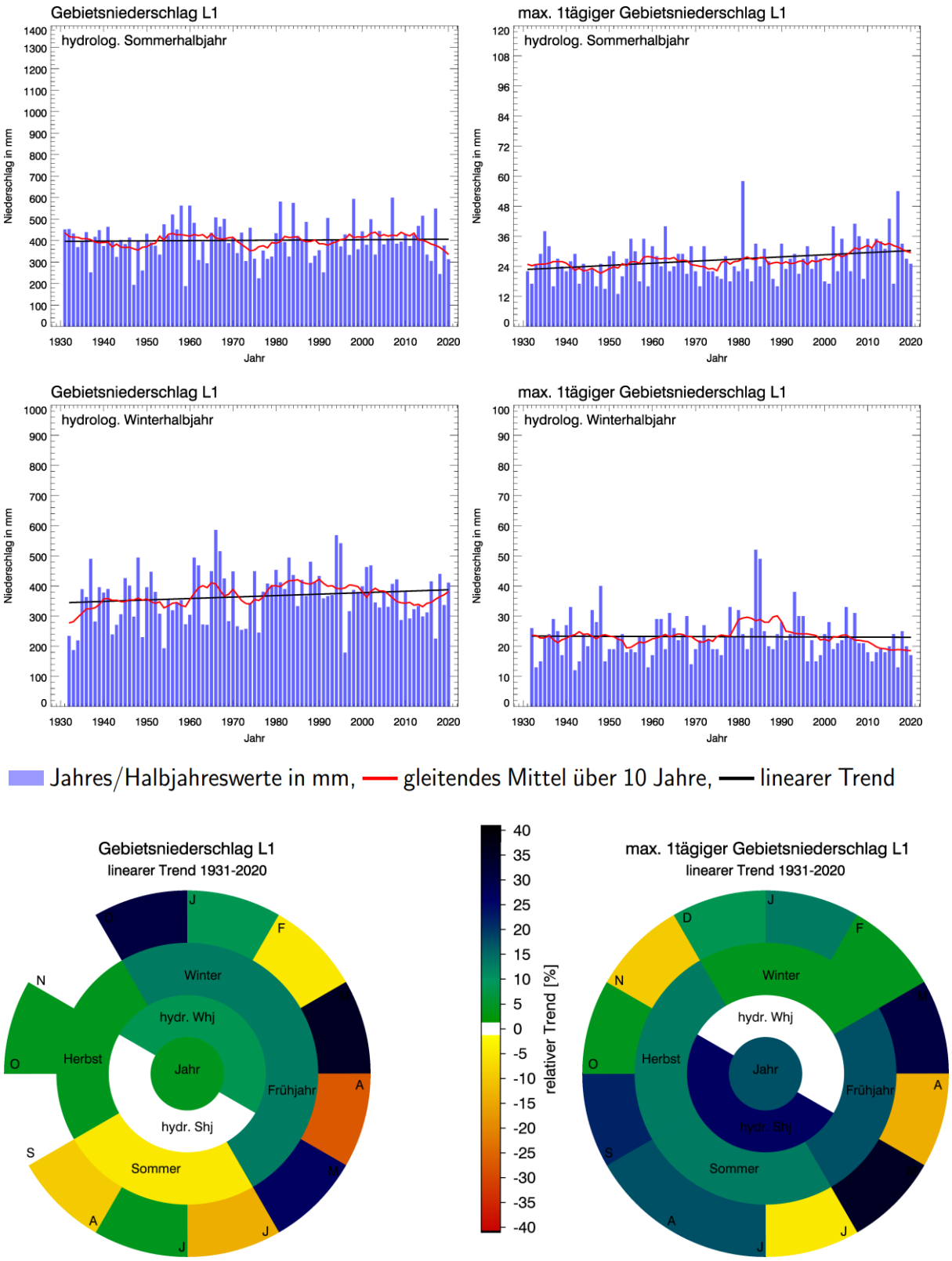
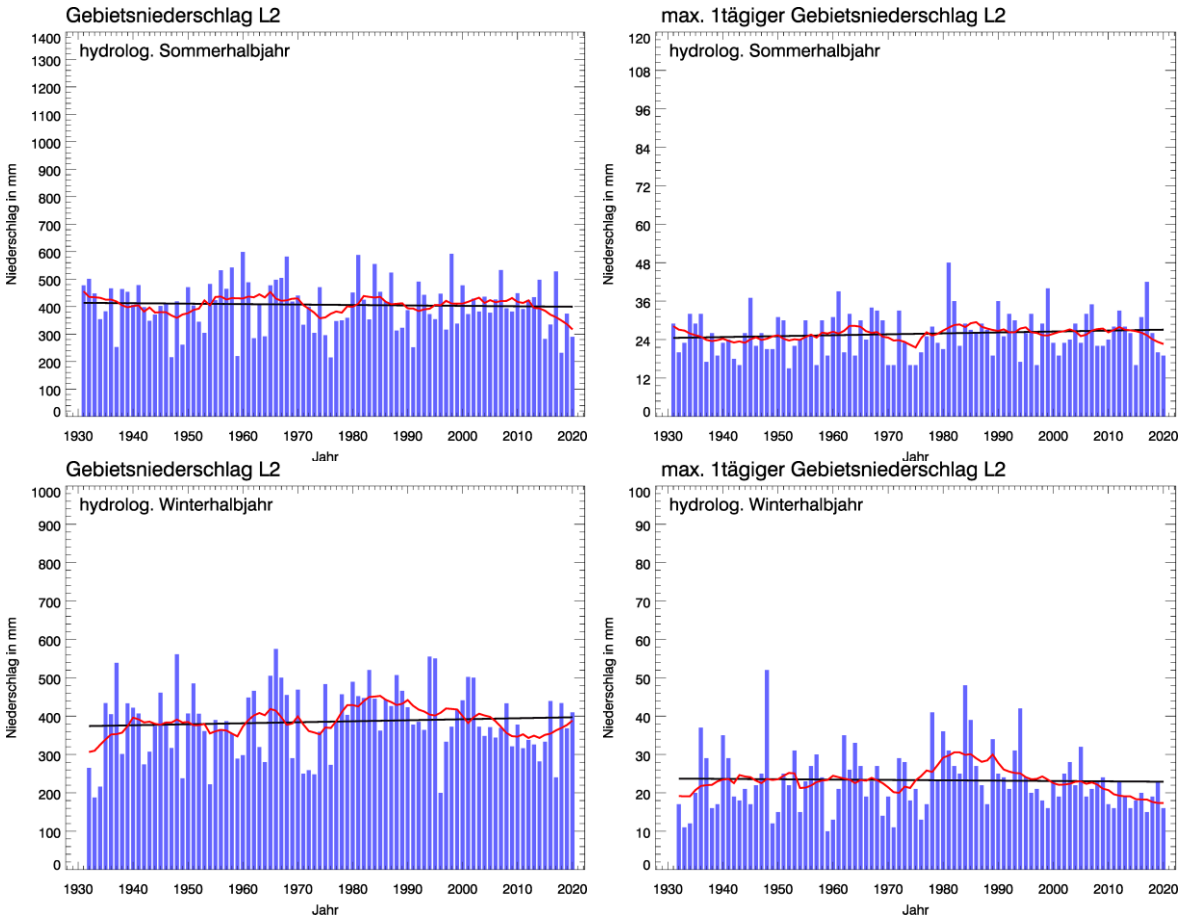


Abb. 23: Auswertungen für das Untersuchungsgebiet L1 (Zeitreihenlänge 1931 bis 2020)
Oben/Mitte: **Zeitreihen und Trends für die Halbjahresmittel des Gebietsniederschlags und des maximal eintägigen Gebietsniederschlags;**
Unten: **Ringdiagramme mit relativen Trendangaben**

KLIWA-Untersuchungsgebiet L2: Lahn mit Dill bis zur Landesgrenze HE-RP



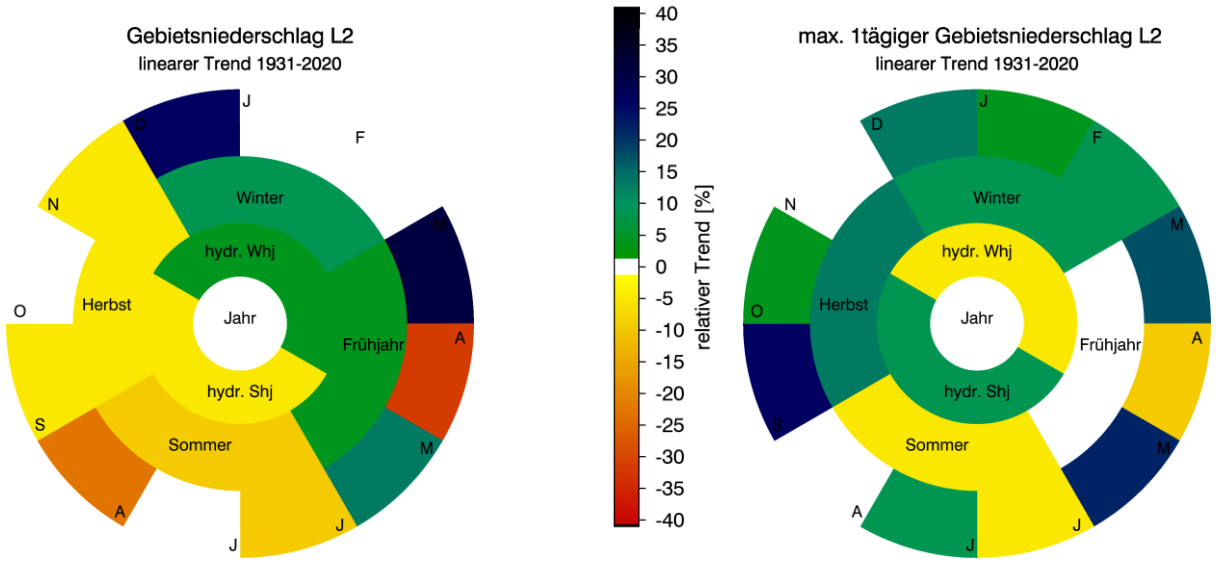


Abb. 24: Auswertungen für das Untersuchungsgebiet L2 (Zeitreihenlänge 1931 bis 2020)
Oben/Mitte: Zeitreihen und Trends für die Halbjahresmittel des Gebietsniederschlags und des maximal eintägigen Gebietsniederschlags;
Unten: Ringdiagramme mit relativen Trendangaben

KLIWA-Untersuchungsgebiet L3: Lahn, Landesgrenze HE-RP bis zur Mündung

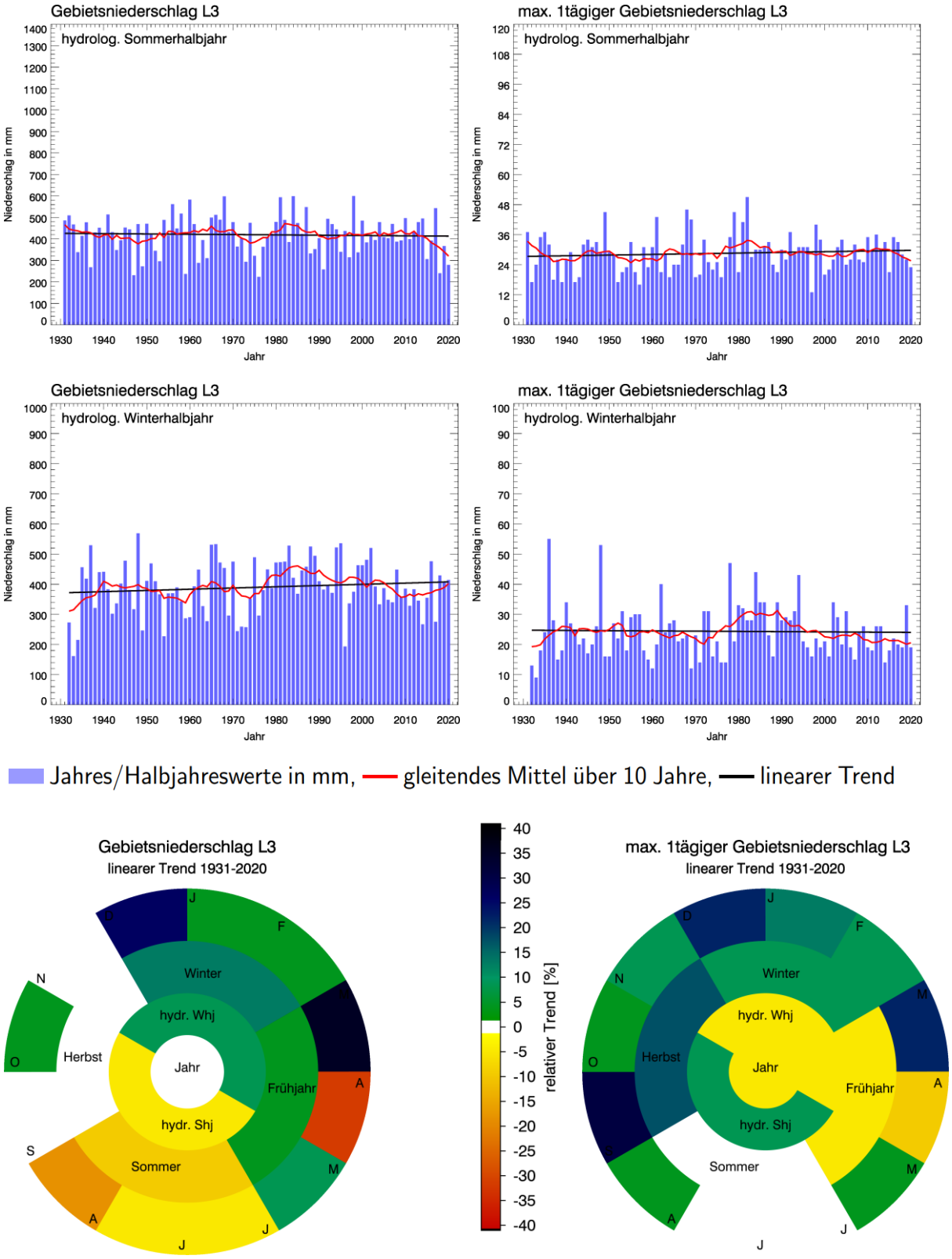
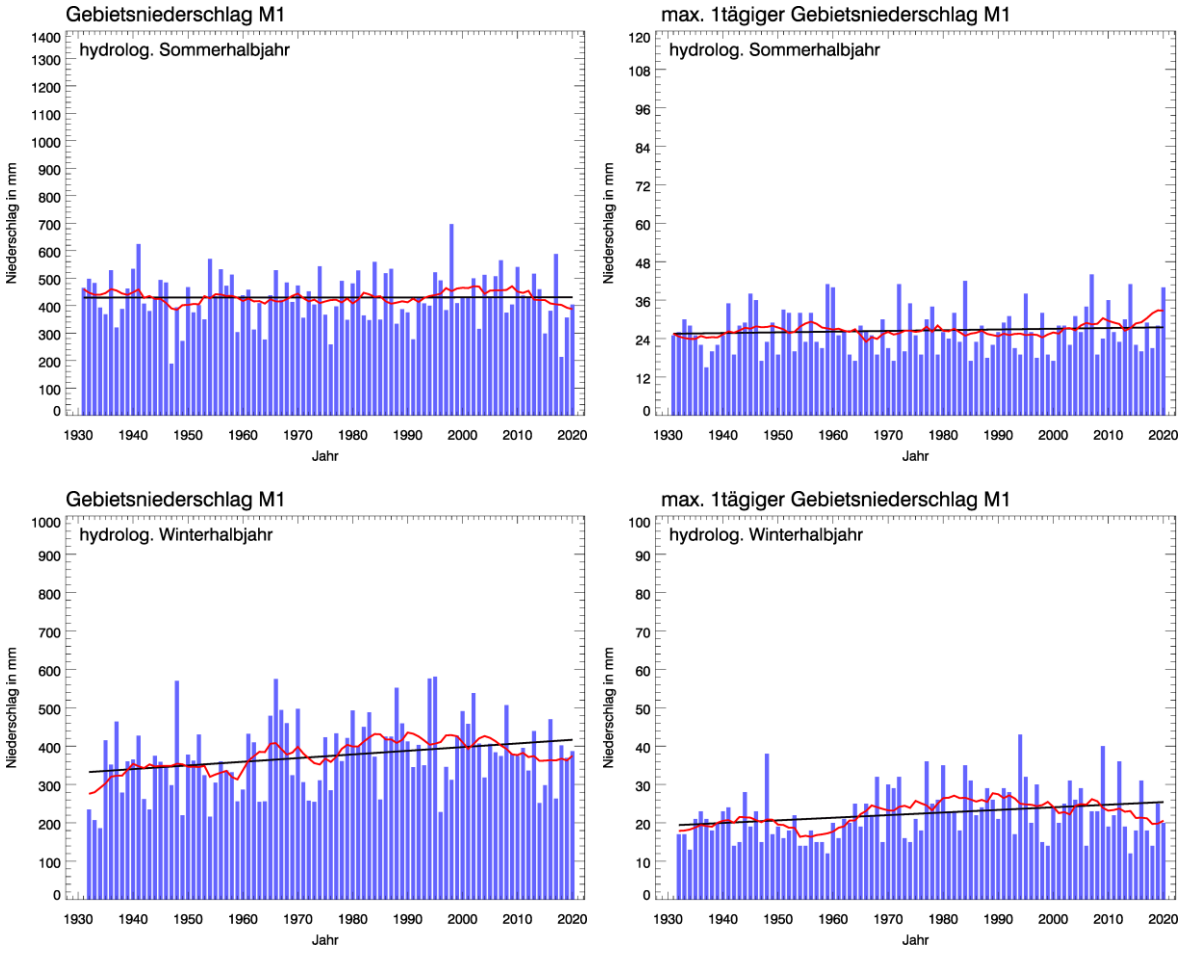


Abb. 25: Auswertungen für das Untersuchungsgebiet L3 (Zeitreihenlänge 1931 bis 2020)
Oben/Mitte: **Zeitreihen und Trends für die Halbjahresmittel des Gebietsniederschlags und des maximal eintägigen Gebietsniederschlags;**
Unten: **Ringdiagramme mit relativen Trendangaben**

KLIWA-Untersuchungsgebiet M1: Main bis oh. Regnitz



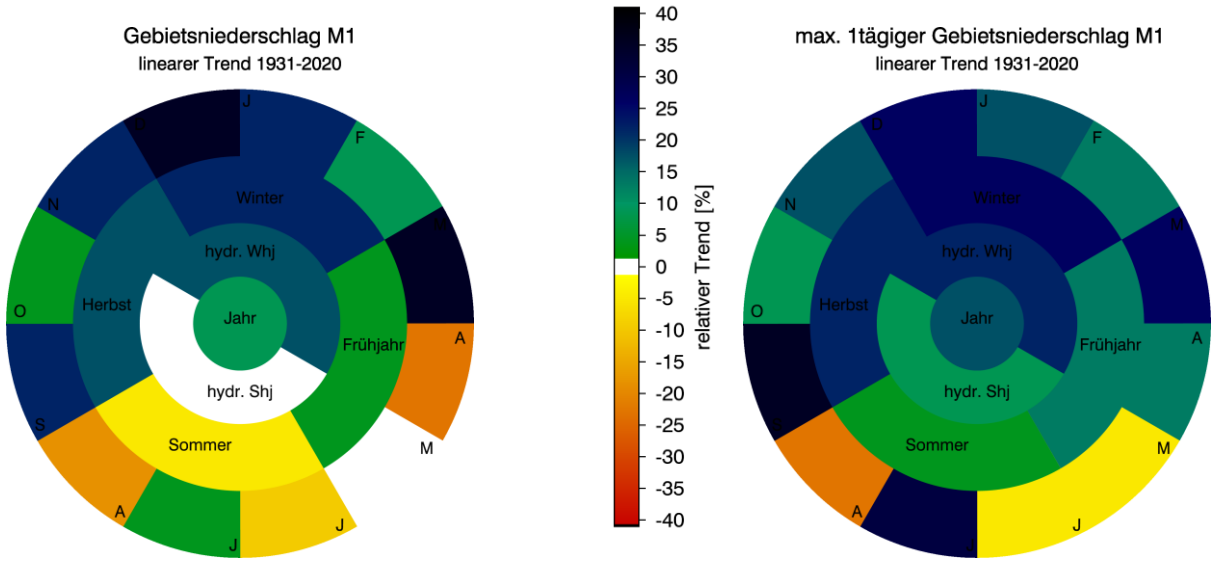
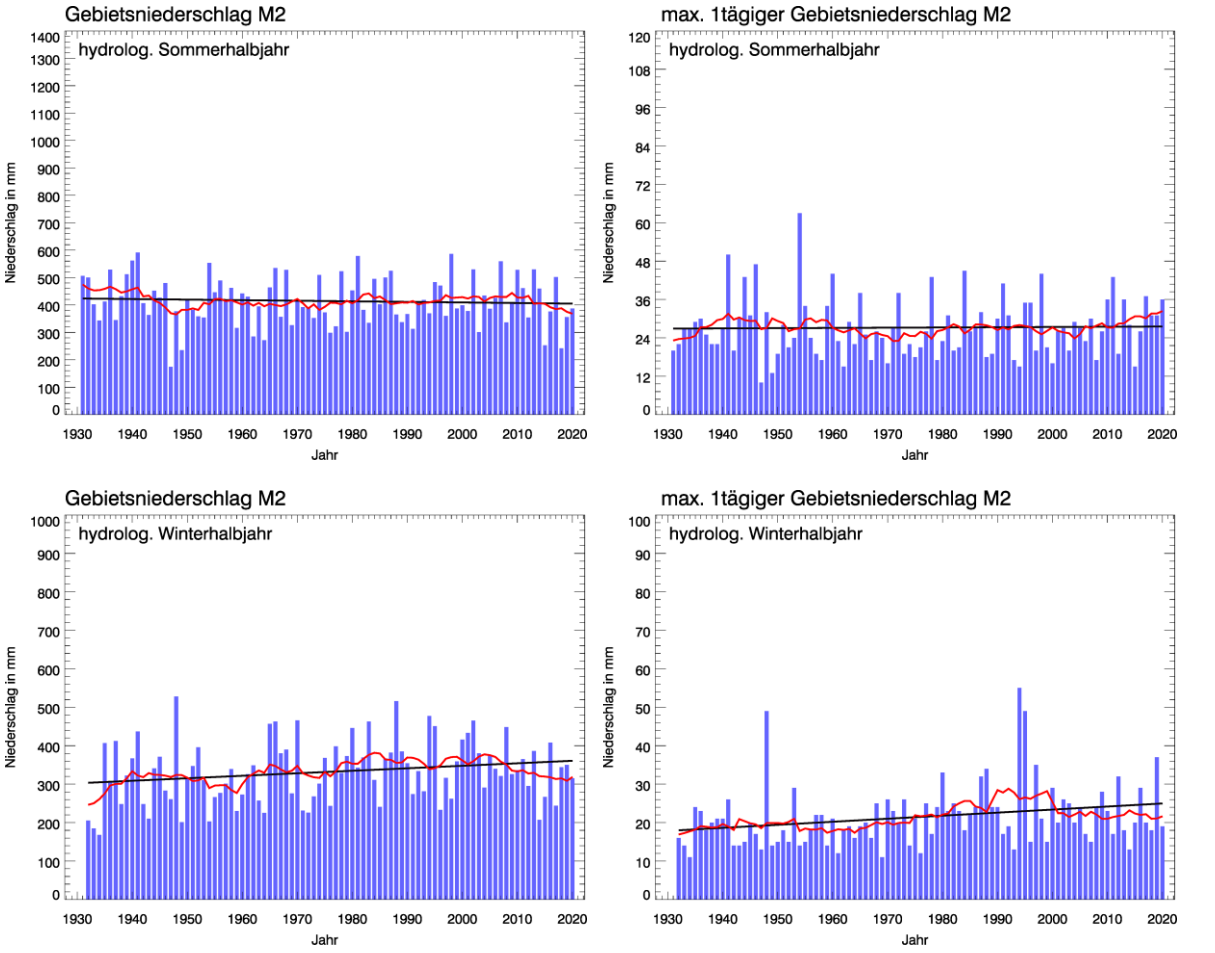


Abb. 26: Auswertungen für das Untersuchungsgebiet M1 (Zeitreihenlänge 1931 bis 2020)
Oben/Mitte: Zeitreihen und Trends für die Halbjahresmittel des Gebietsniederschlags und des maximal eintägigen Gebietsniederschlags;
Unten: Ringdiagramme mit relativen Trendangaben

KLIWA-Untersuchungsgebiet M2: Regnitz



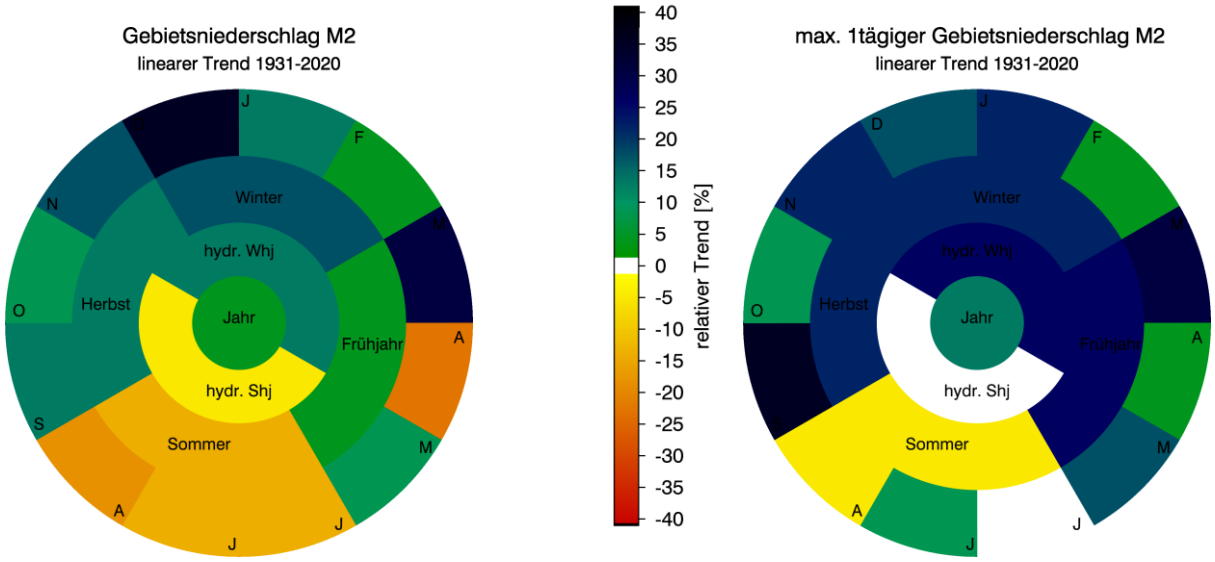
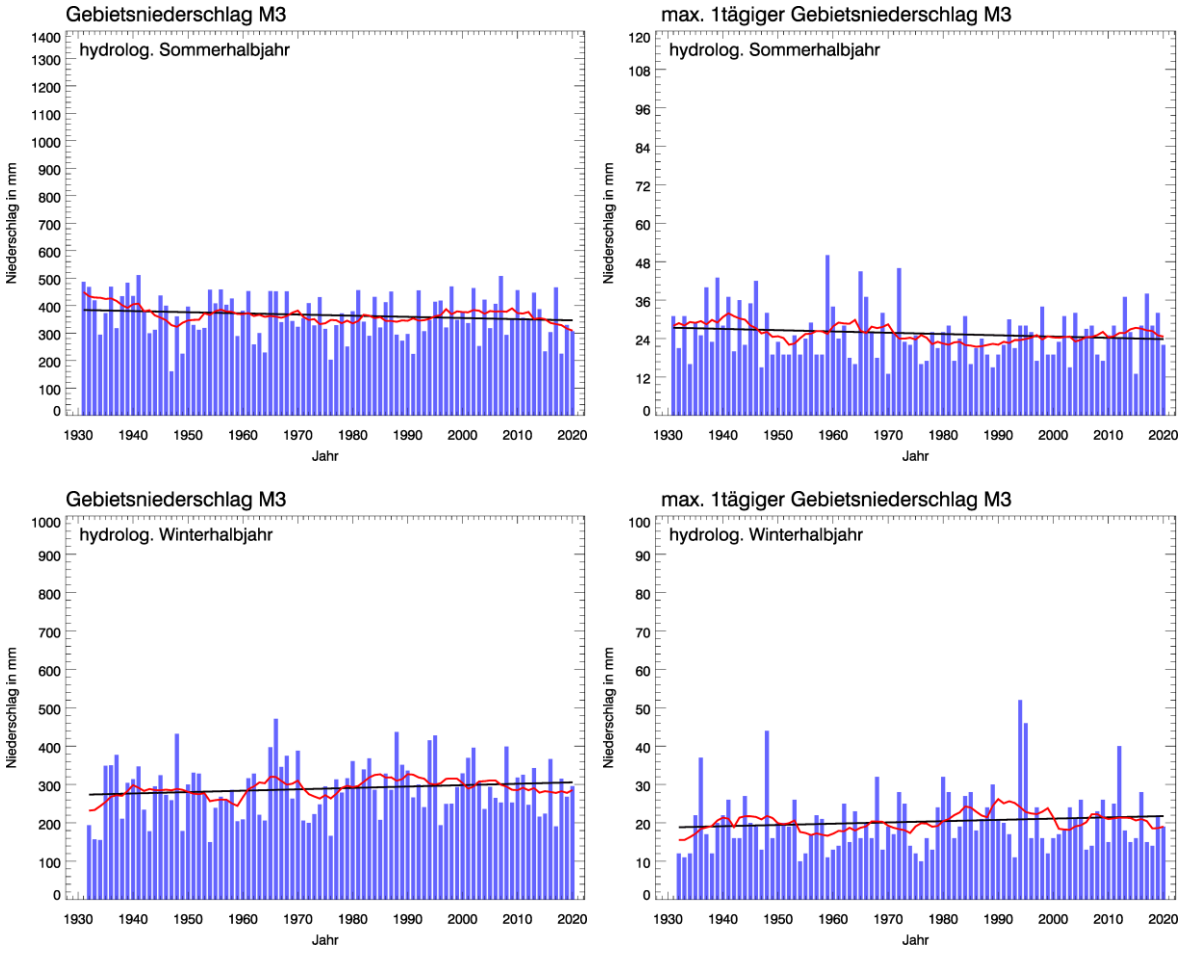


Abb. 27: Auswertungen für das Untersuchungsgebiet M2 (Zeitreihenlänge 1931 bis 2020)
Oben/Mitte: Zeitreihen und Trends für die Halbjahresmittel des Gebietsniederschlags und des maximal eintägigen Gebietsniederschlags;
Unten: Ringdiagramme mit relativen Trendangaben

KLIWA-Untersuchungsgebiet M3: Main, uh. Regnitz bis oh. Fränk. Saale



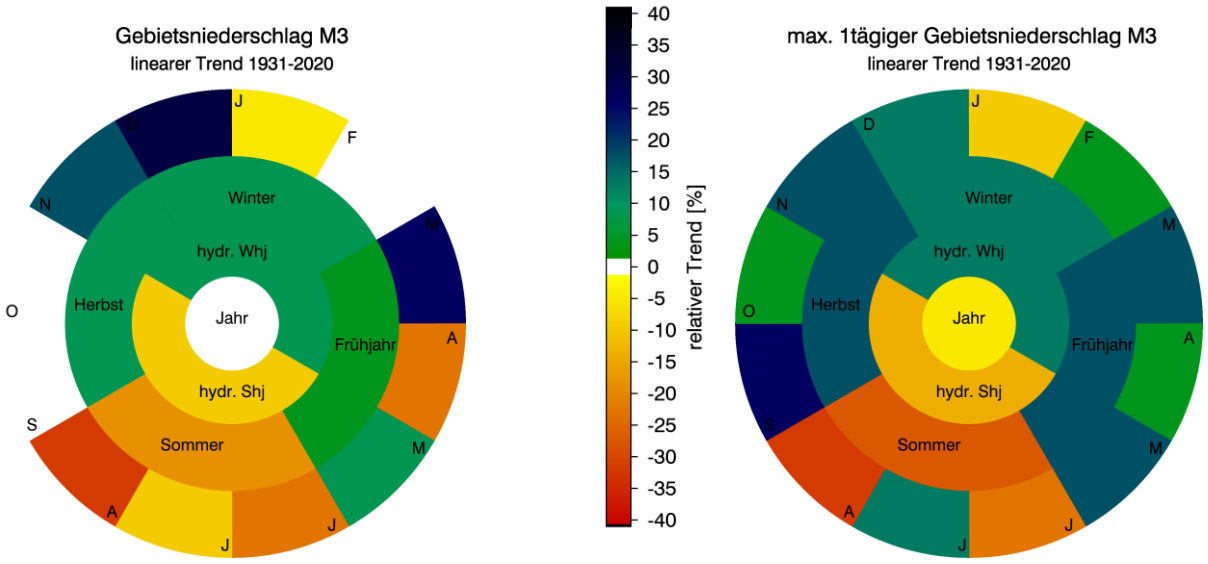
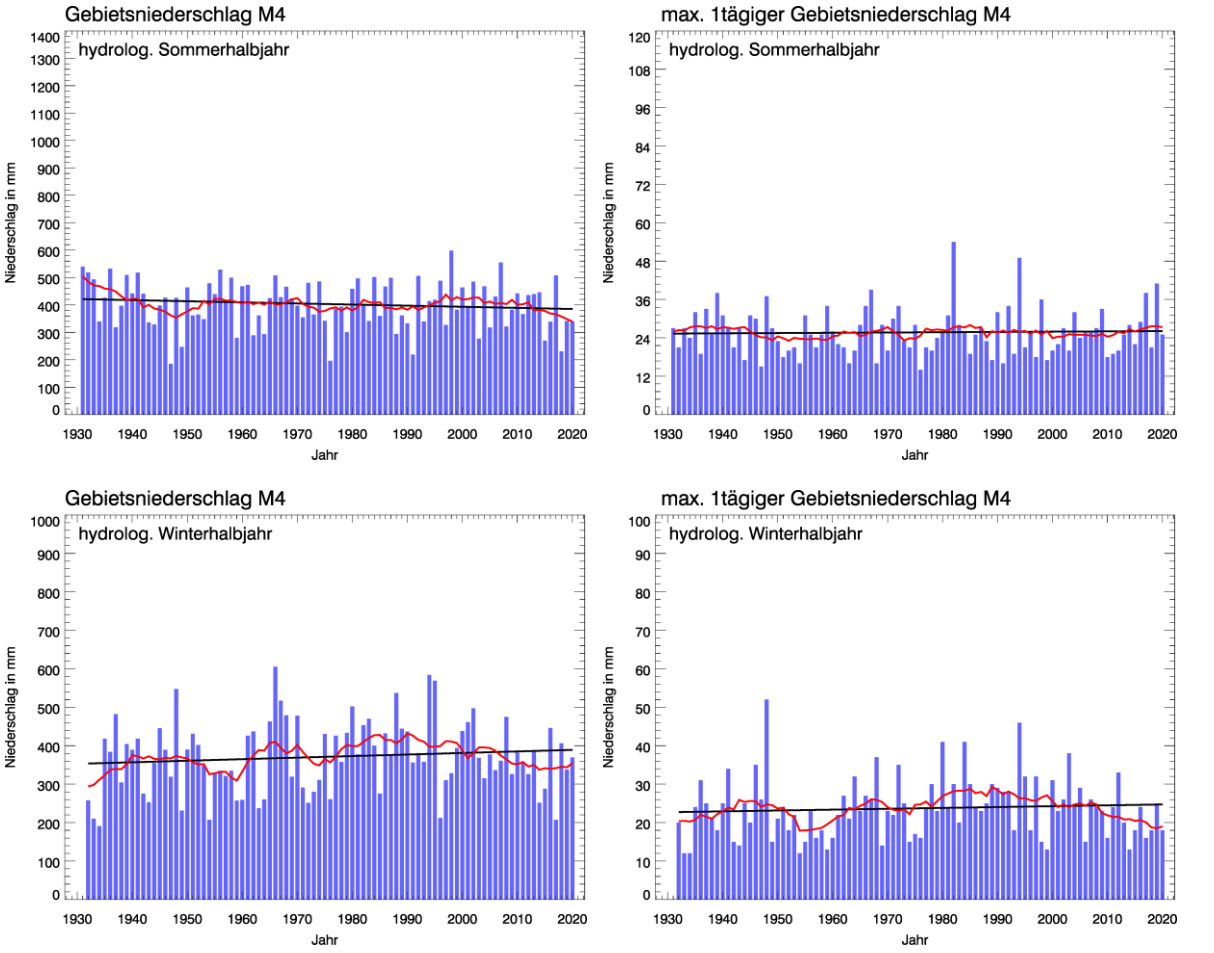


Abb. 28: Auswertungen für das Untersuchungsgebiet M3 (Zeitreihenlänge 1931 bis 2020)
Oben/Mitte: **Zeitreihen und Trends für die Halbjahresmittel des Gebietsniederschlags und des maximal eintägigen Gebietsniederschlags;**
Unten: **Ringdiagramme mit relativen Trendangaben**

KLIWA-Untersuchungsgebiet M4: Fränkische Saale



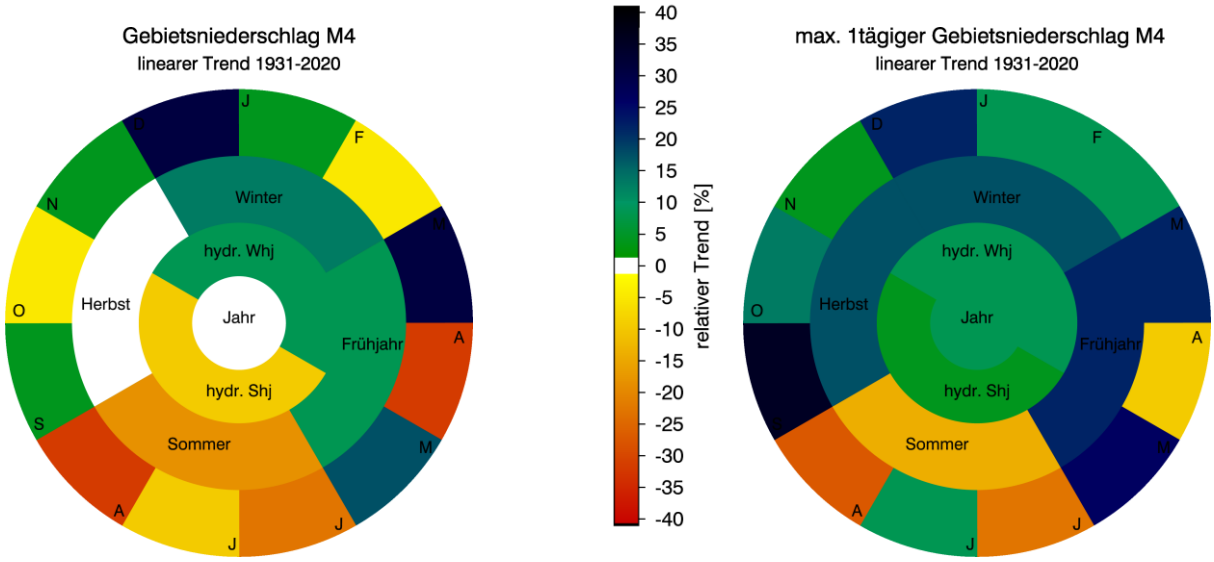
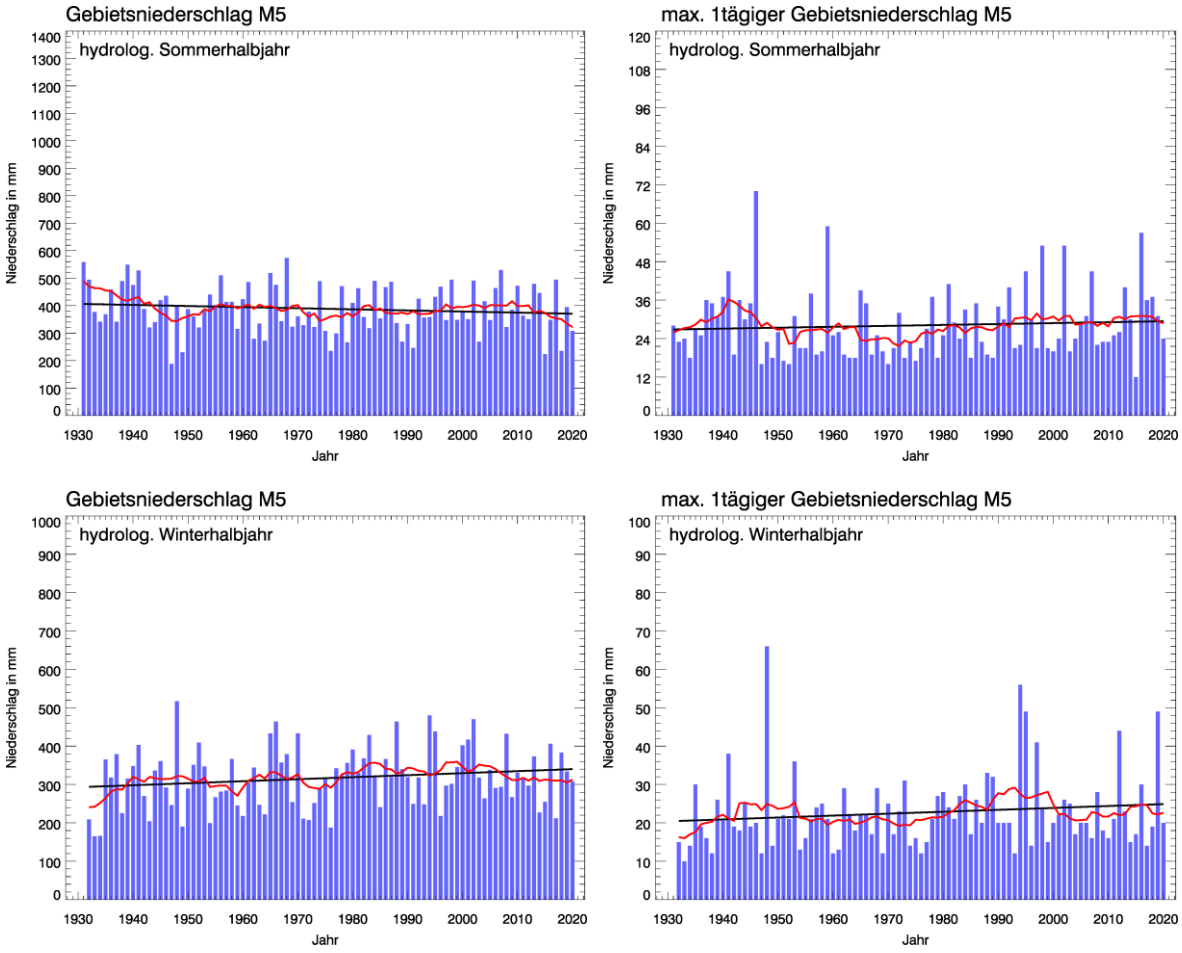


Abb. 29: Auswertungen für das Untersuchungsgebiet M4 (Zeitreihenlänge 1931 bis 2020)
Oben/Mitte: **Zeitreihen und Trends für die Halbjahresmittel des Gebietsniederschlags und des maximal eintägigen Gebietsniederschlags;**
Unten: **Ringdiagramme mit relativen Trendangaben**

KLIWA-Untersuchungsgebiet M5: Tauber



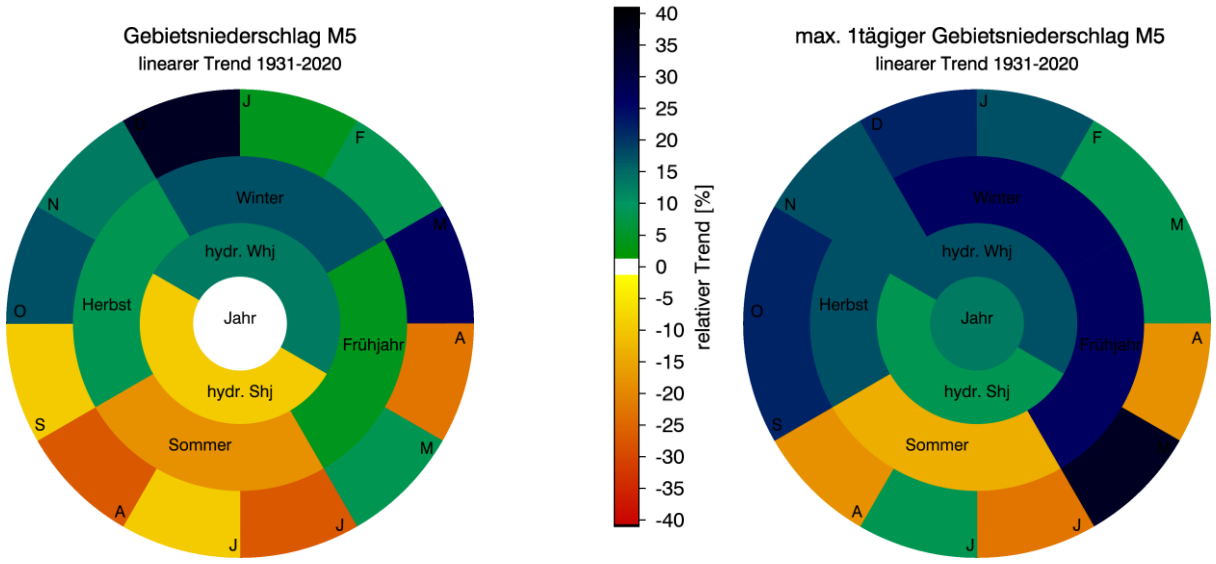
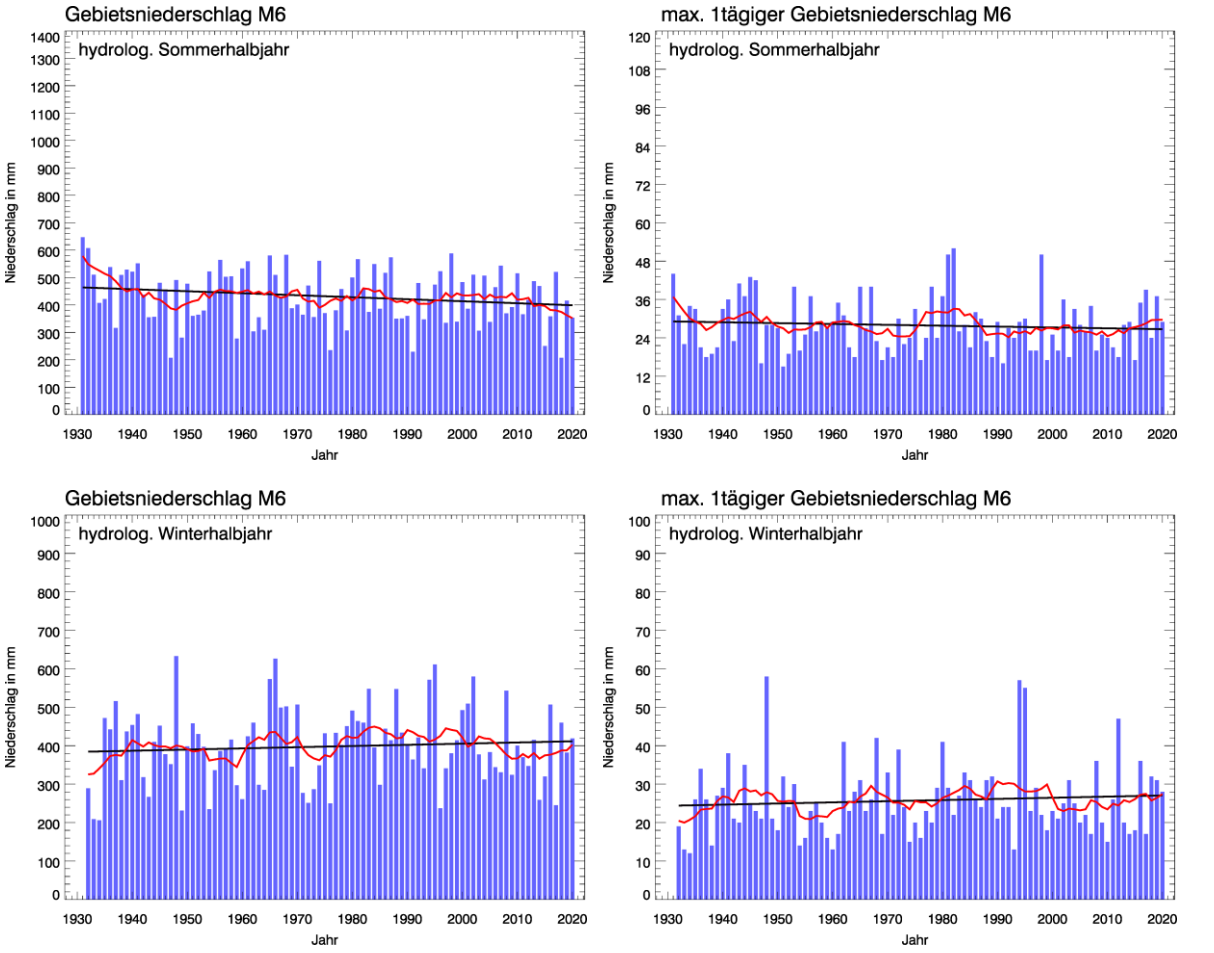


Abb. 30: Auswertungen für das Untersuchungsgebiet M5 (Zeitreihenlänge 1931 bis 2020)
Oben/Mitte: **Zeitreihen und Trends für die Halbjahresmittel des Gebietsniederschlags und des maximal eintägigen Gebietsniederschlags;**
Unten: **Ringdiagramme mit relativen Trendangaben**

KLIWA-Untersuchungsgebiet M6: Main, uh. Fränk. Saale bis zur Landesgrenze BY-HE



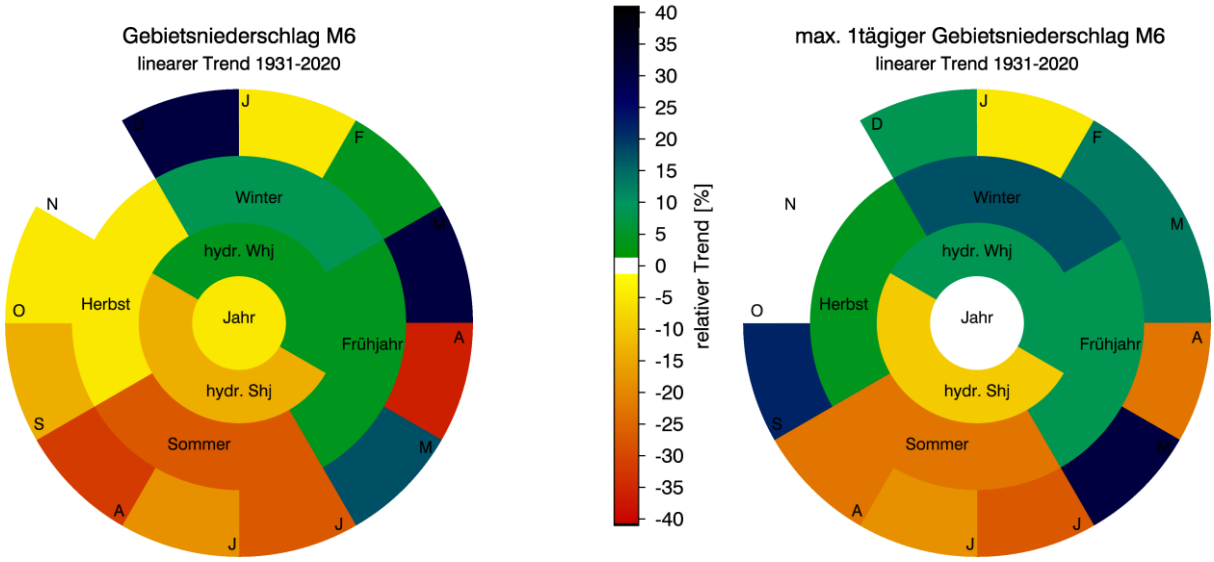
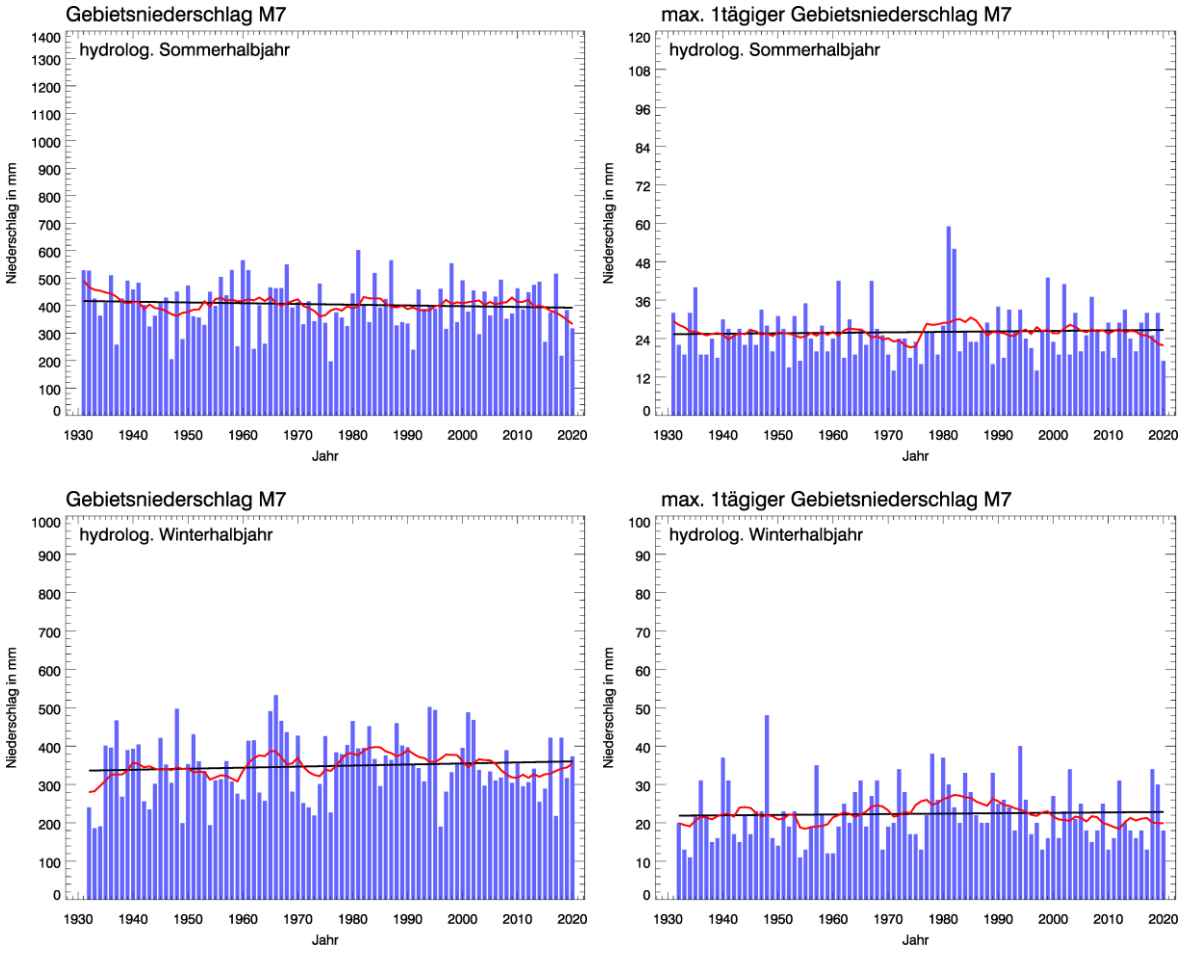


Abb. 31: Auswertungen für das Untersuchungsgebiet M6 (Zeitreihenlänge 1931 bis 2020)
Oben/Mitte: **Zeitreihen und Trends für die Halbjahresmittel des Gebietsniederschlags und des maximal eintägigen Gebietsniederschlags;**
Unten: **Ringdiagramme mit relativen Trendangaben**

KLIWA-Untersuchungsgebiet M7: Hessisches Maingebiet u. Rheingau



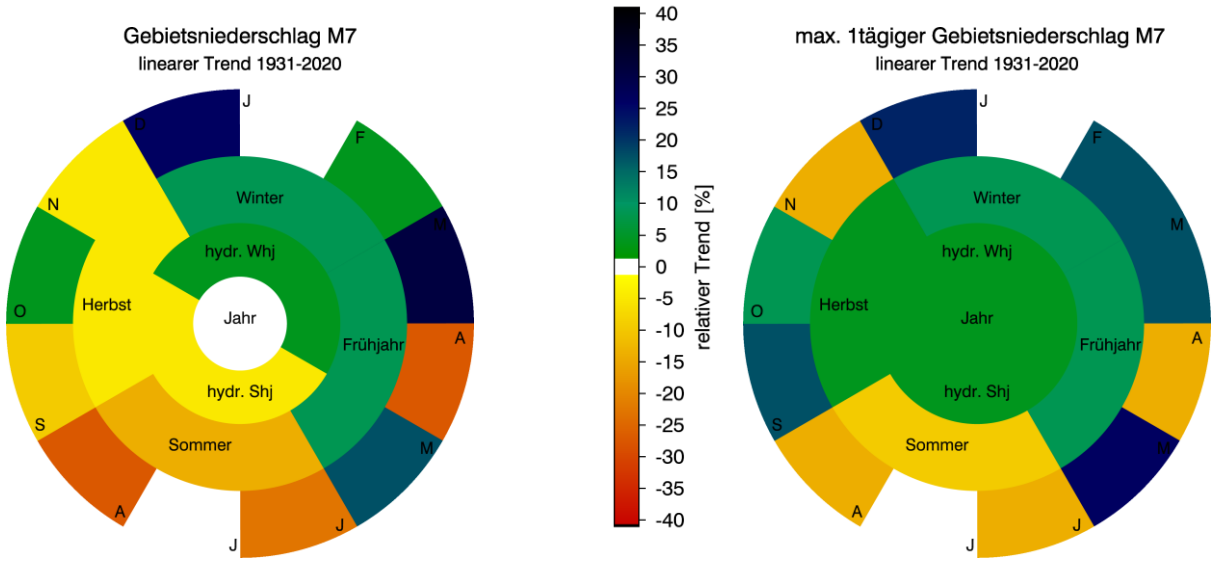
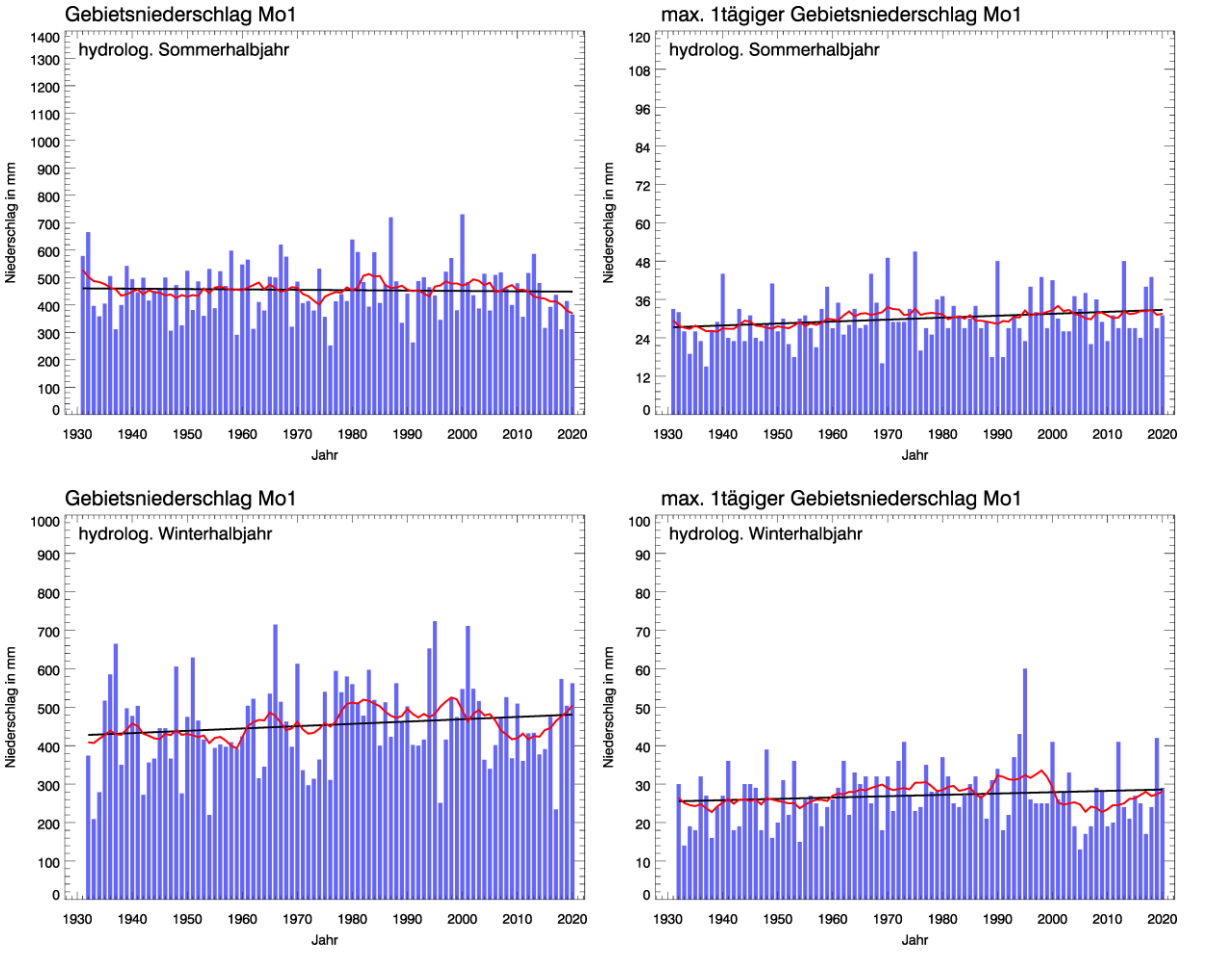


Abb. 32: Auswertungen für das Untersuchungsgebiet M7 (Zeitreihenlänge 1931 bis 2020)
Oben/Mitte: **Zeitreihen und Trends für die Halbjahresmittel des Gebietsniederschlags und des maximal eintägigen Gebietsniederschlags;**
Unten: **Ringdiagramme mit relativen Trendangaben**

KLIWA-Untersuchungsgebiet Mo1: Mosel rechtsseitig von der Grenze



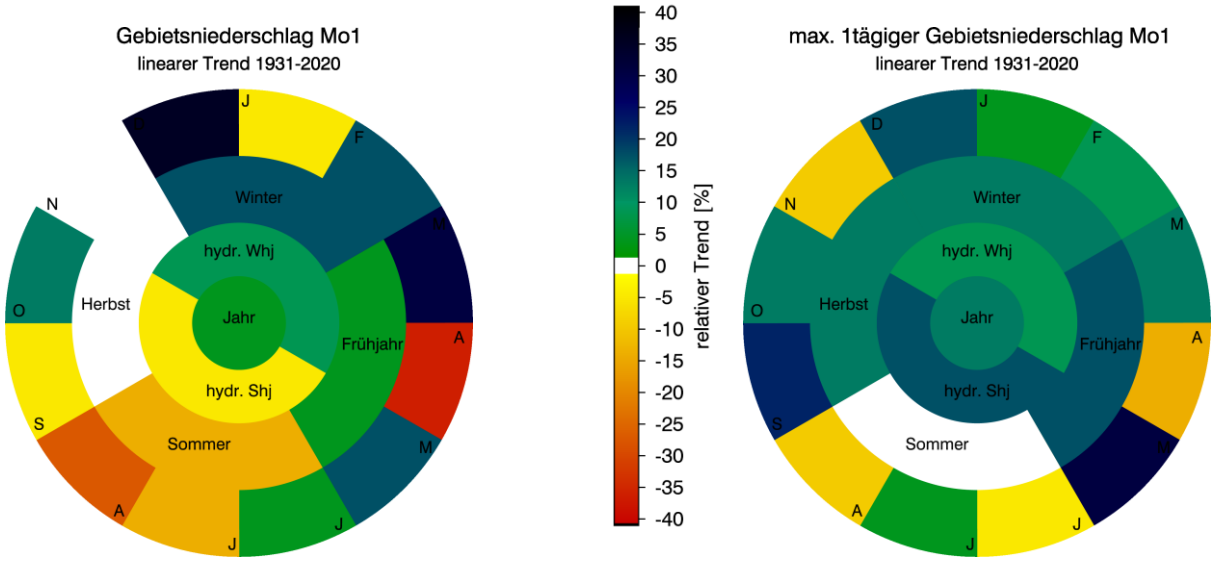
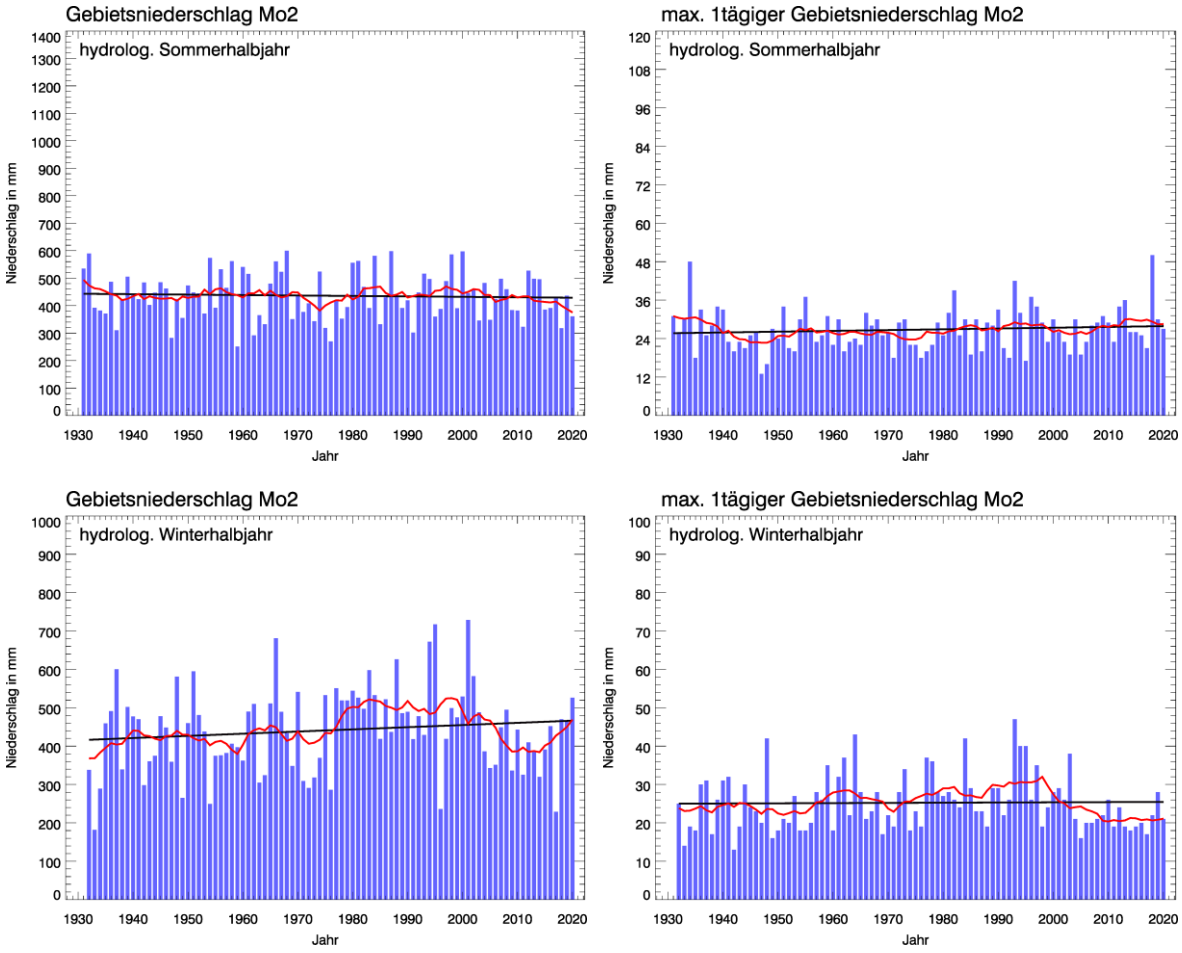


Abb. 33: Auswertungen für das Untersuchungsgebiet Mo1 (Zeitreihenlänge 1931 bis 2020)
Oben/Mitte: **Zeitreihen und Trends für die Halbjahresmittel des Gebietsniederschlags und des maximal eintägigen Gebietsniederschlags;**
Unten: **Ringdiagramme mit relativen Trendangaben**

KLIWA-Untersuchungsgebiet Mo2: Mosel linksseitig von der Grenze bis Kyll



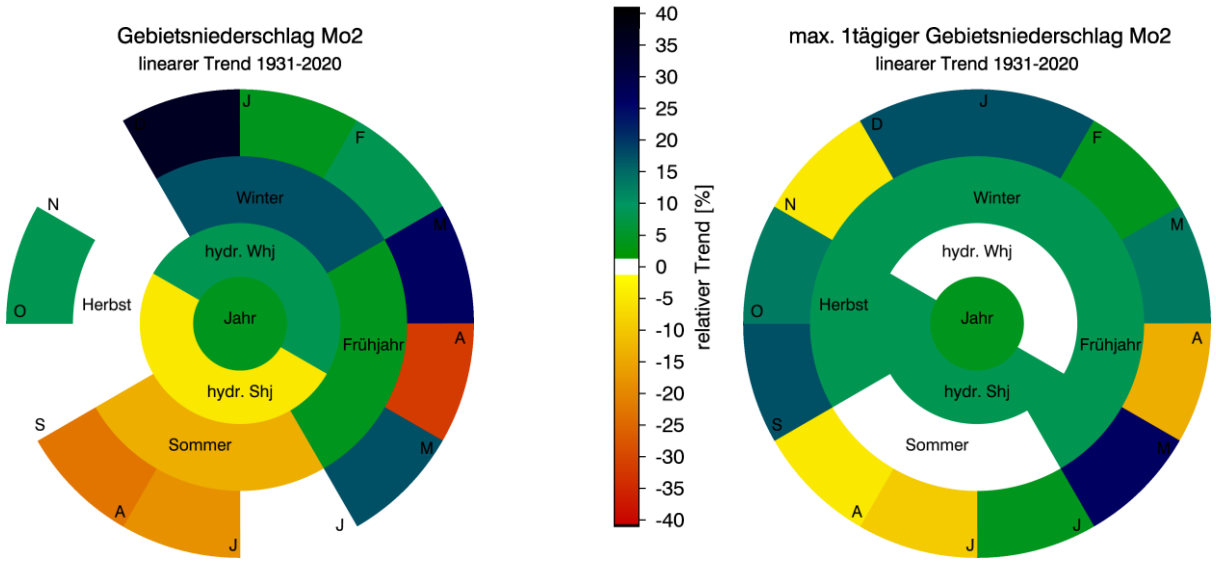


Abb. 34: Auswertungen für das Untersuchungsgebiet Mo2 (Zeitreihenlänge 1931 bis 2020)
Oben/Mitte: **Zeitreihen und Trends für die Halbjahresmittel des Gebietsniederschlags und des maximal eintägigen Gebietsniederschlags;**
Unten: **Ringdiagramme mit relativen Trendangaben**

KLIWA-Untersuchungsgebiet Mo3: Mosel von der Dhron bis zum Alfbach

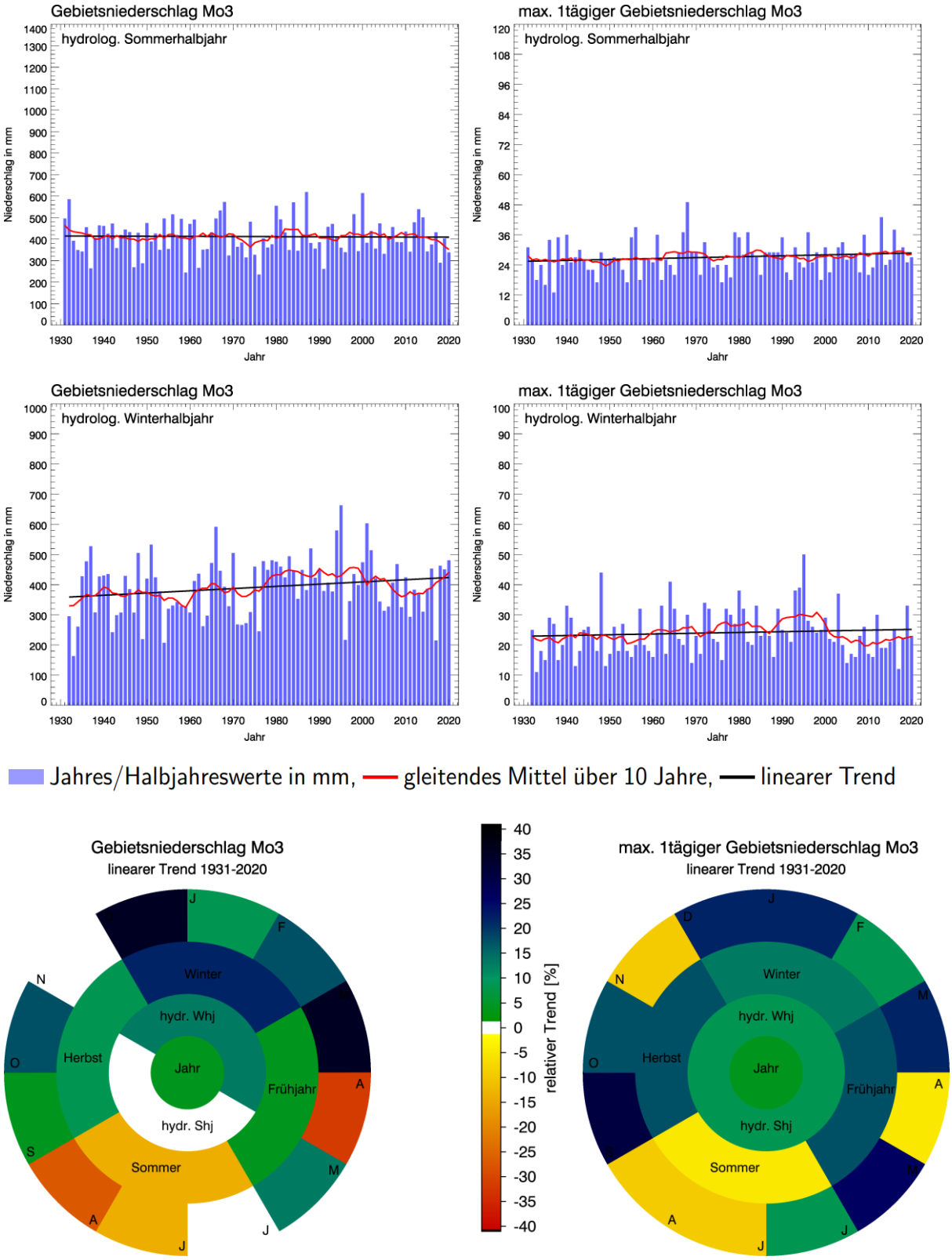
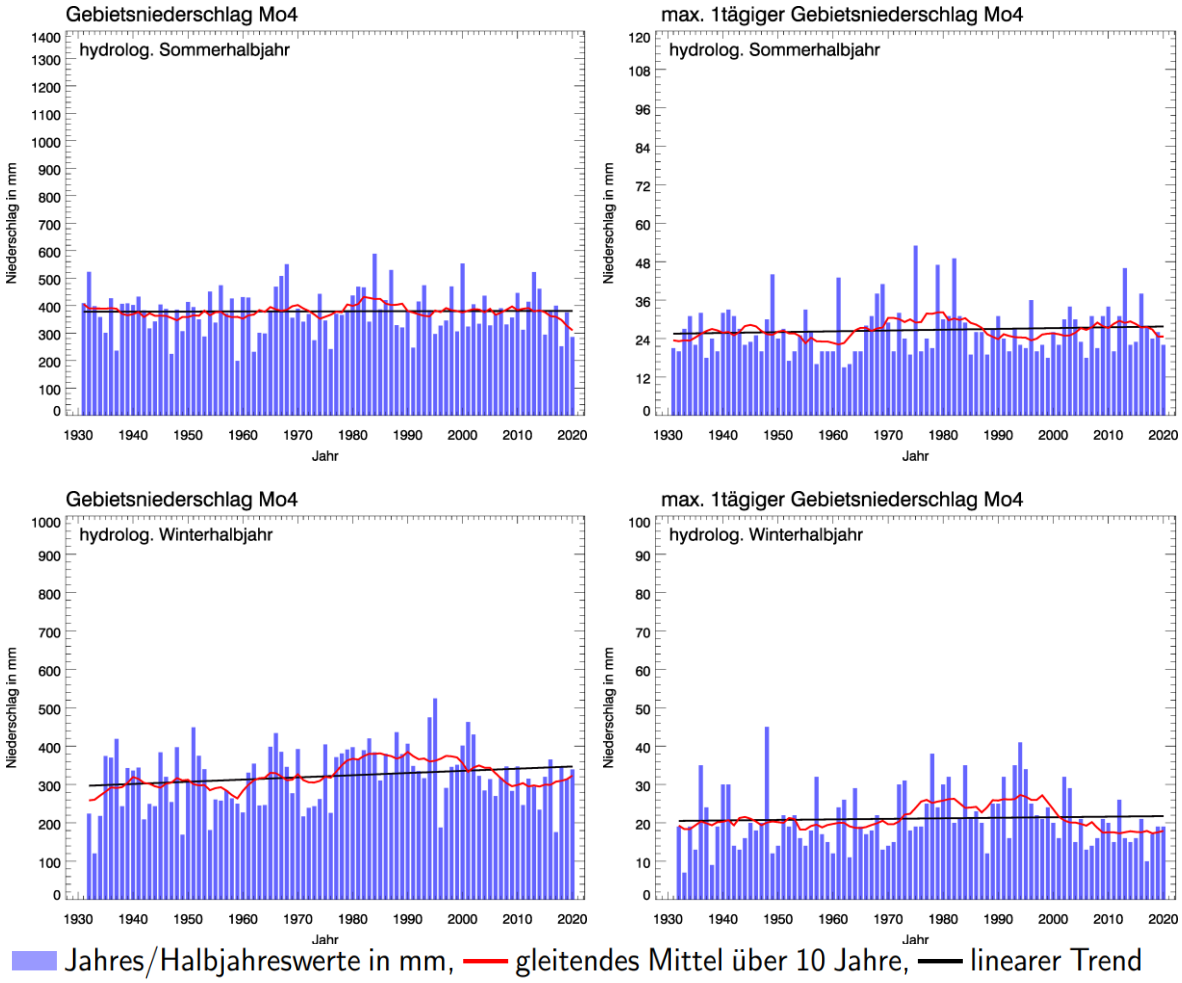


Abb. 35: Auswertungen für das Untersuchungsgebiet Mo3 (Zeitreihenlänge 1931 bis 2020)
Oben/Mitte: **Zeitreihen und Trends für die Halbjahresmittel des Gebietsniederschlags und des maximal eintägigen Gebietsniederschlags;**
Unten: **Ringdiagramme mit relativen Trendangaben**

KLIWA-Untersuchungsgebiet Mo4: Mosel bis zur Mündung



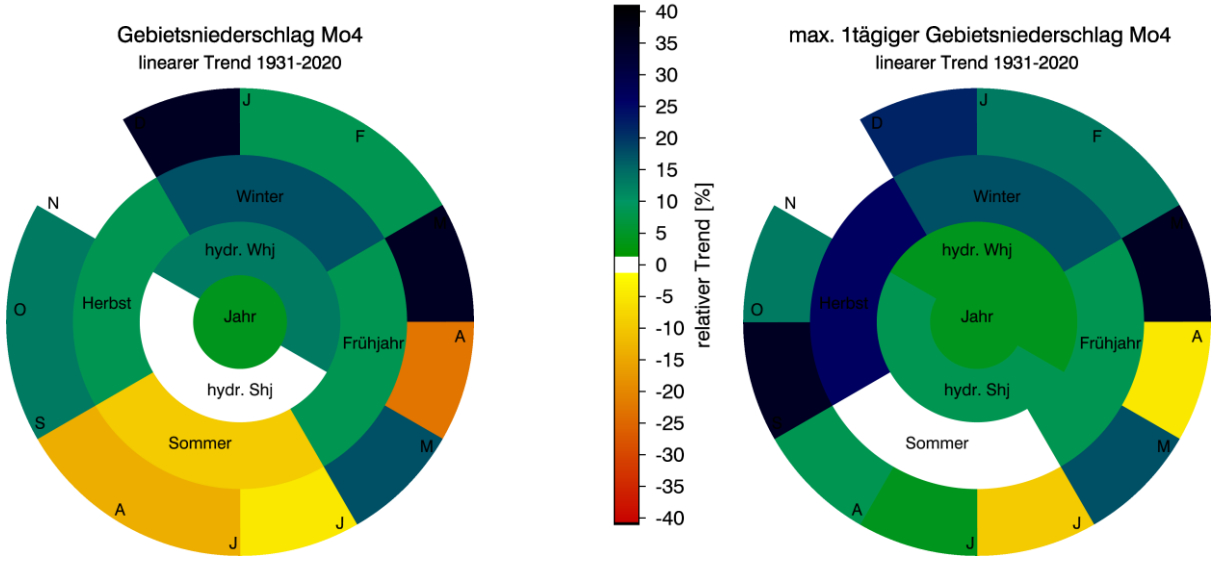
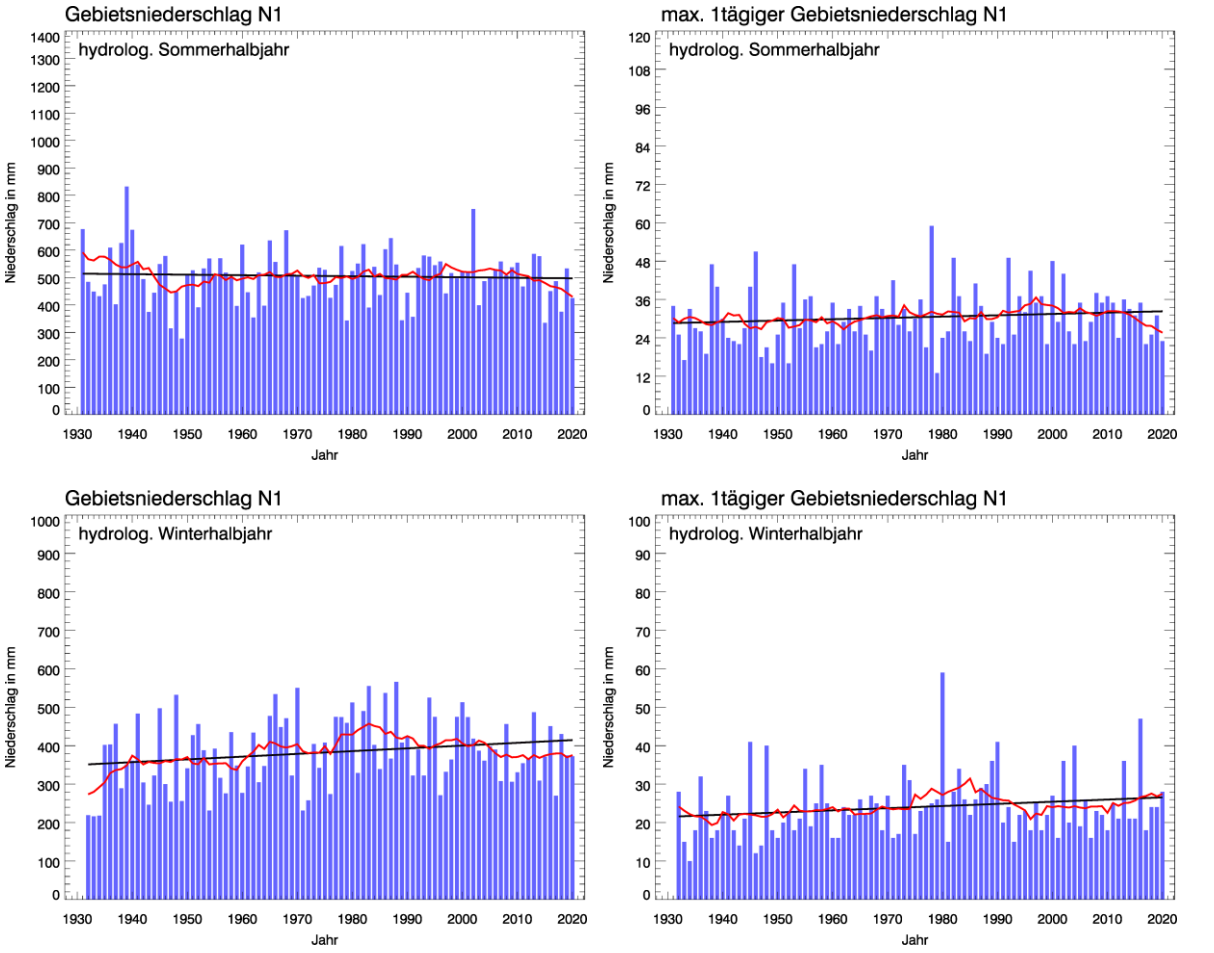


Abb. 36: Auswertungen für das Untersuchungsgebiet Mo4 (Zeitreihenlänge 1931 bis 2020)
Oben/Mitte: **Zeitreihen und Trends für die Halbjahresmittel des Gebietsniederschlags und des maximal eintägigen Gebietsniederschlags;**
Unten: **Ringdiagramme mit relativen Trendangaben**

KLIWA-Untersuchungsgebiet N1: Quelle bis oh. Fils



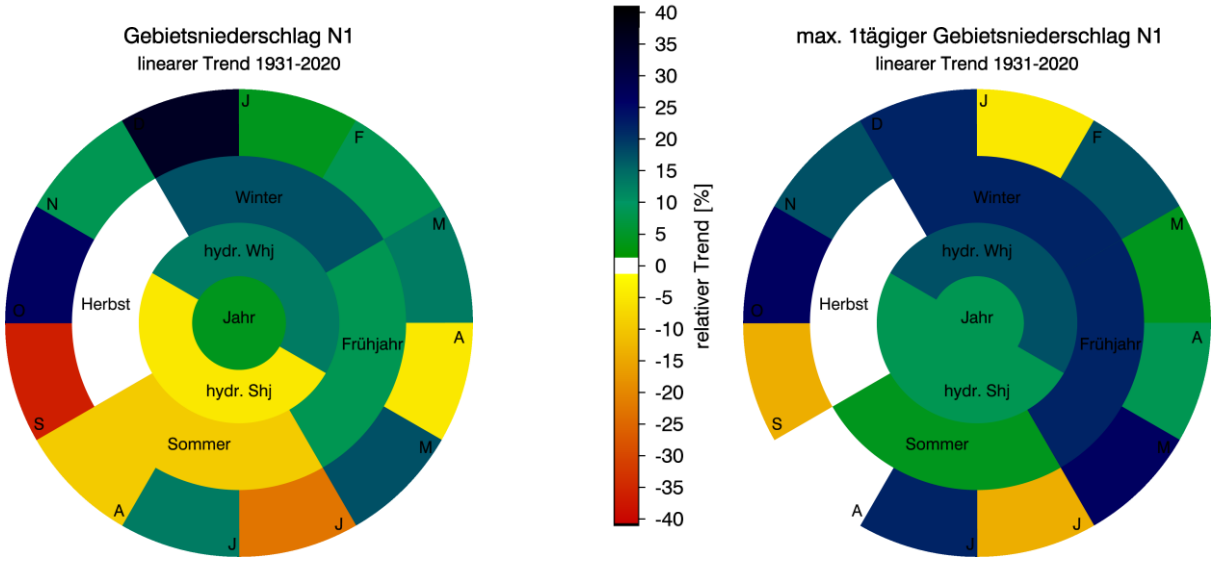
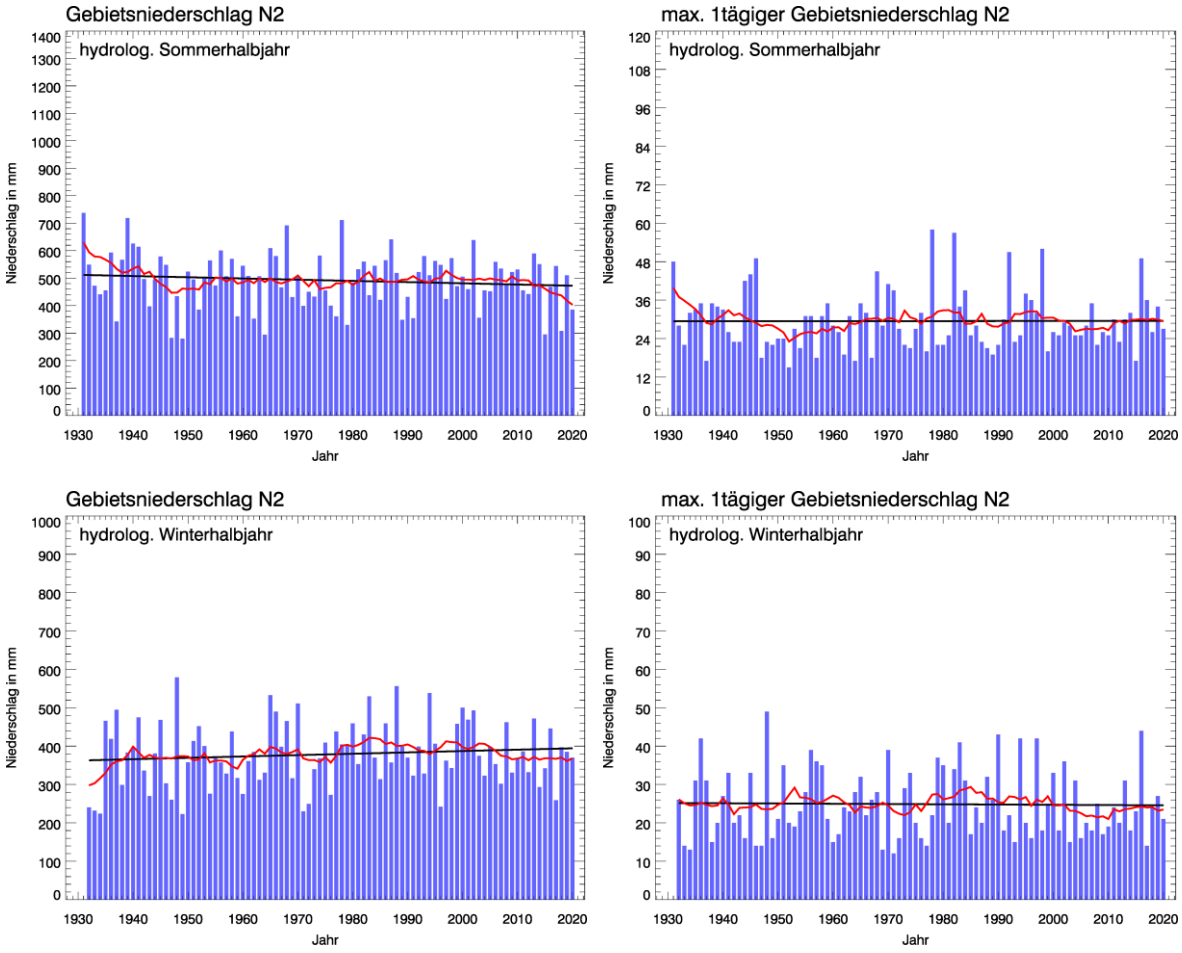


Abb. 37: Auswertungen für das Untersuchungsgebiet N1 (Zeitreihenlänge 1931 bis 2020)
Oben/Mitte: Zeitreihen und Trends für die Halbjahresmittel des Gebietsniederschlags und des maximal eintägigen Gebietsniederschlags;
Unten: Ringdiagramme mit relativen Trendangaben

KLIWA-Untersuchungsgebiet N2: Neckar u. Fils bis oh. Kocher (ohne Enz)



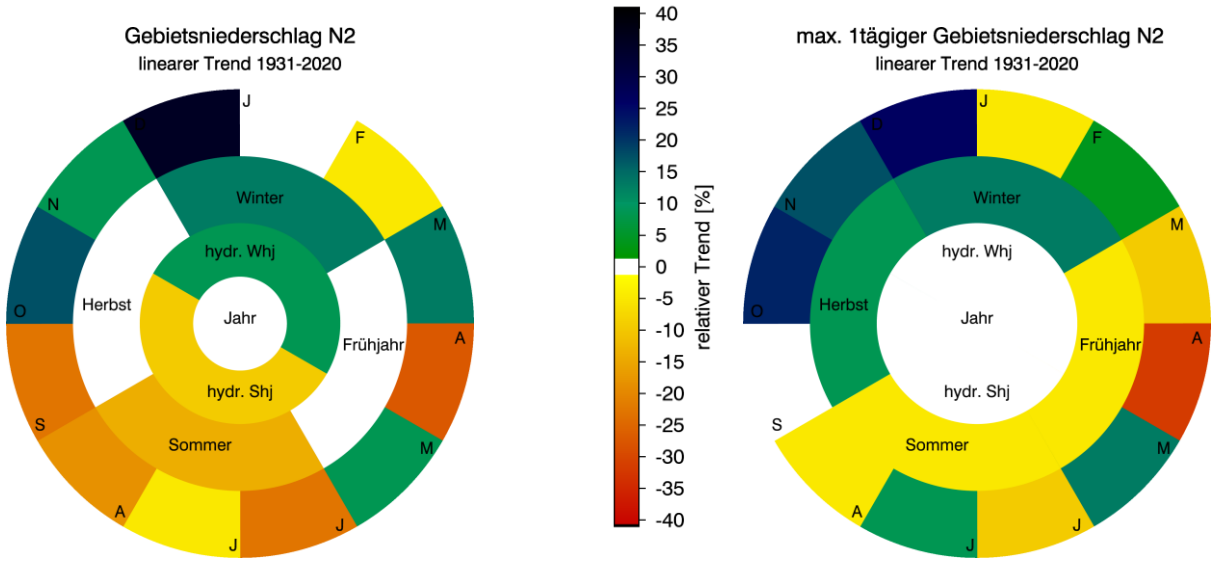
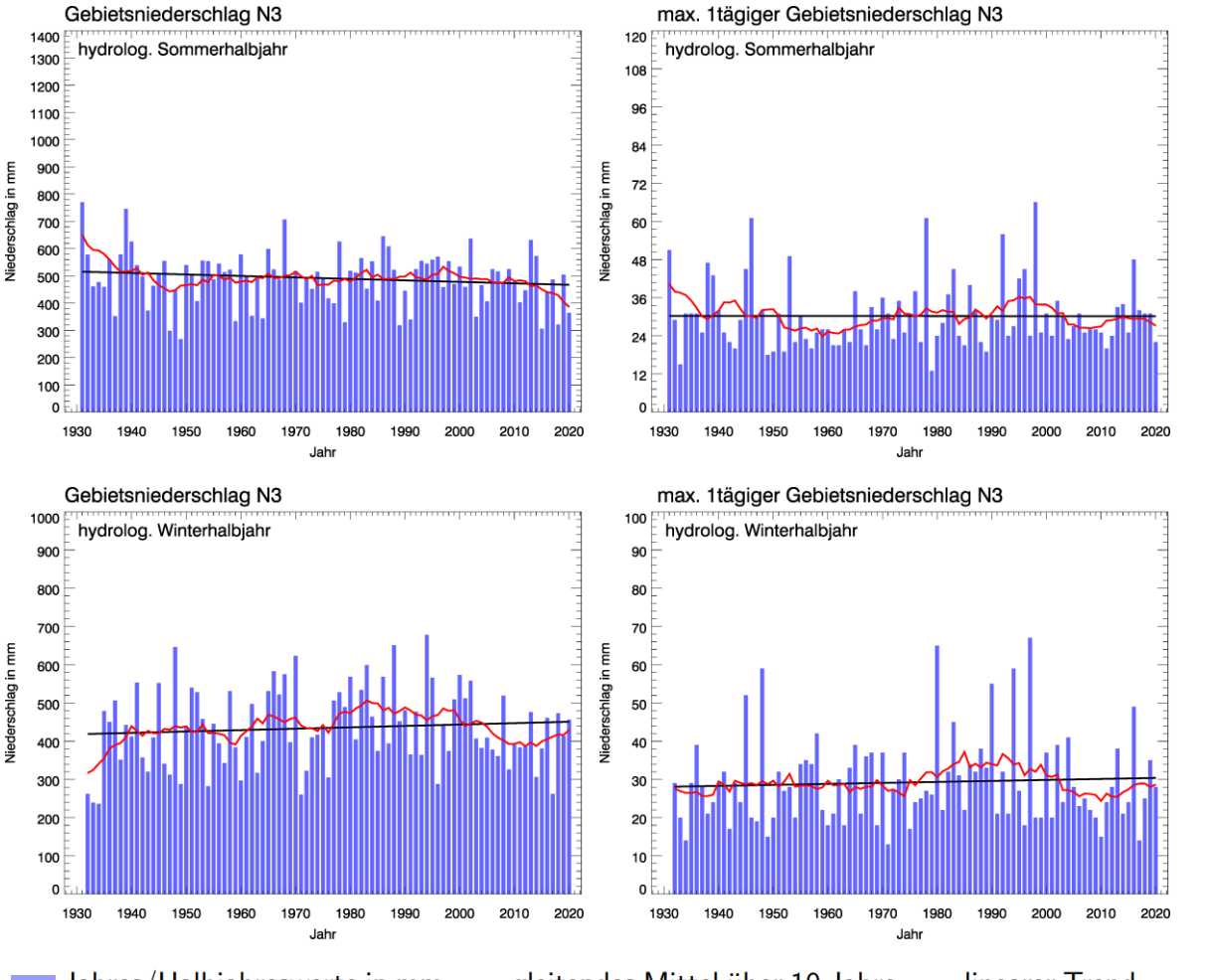


Abb. 38: Auswertungen für das Untersuchungsgebiet N2 (Zeitreihenlänge 1931 bis 2020)
Oben/Mitte: Zeitreihen und Trends für die Halbjahresmittel des Gebietsniederschlags und des maximal eintägigen Gebietsniederschlags;
Unten: Ringdiagramme mit relativen Trendangaben

KLIWA-Untersuchungsgebiet N3: Enz



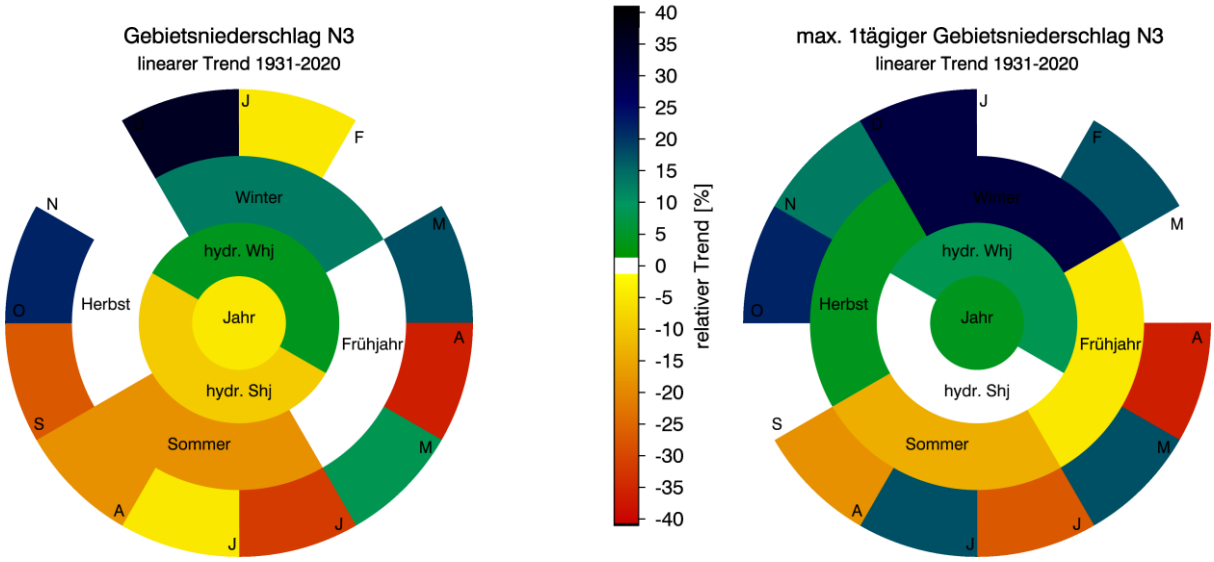
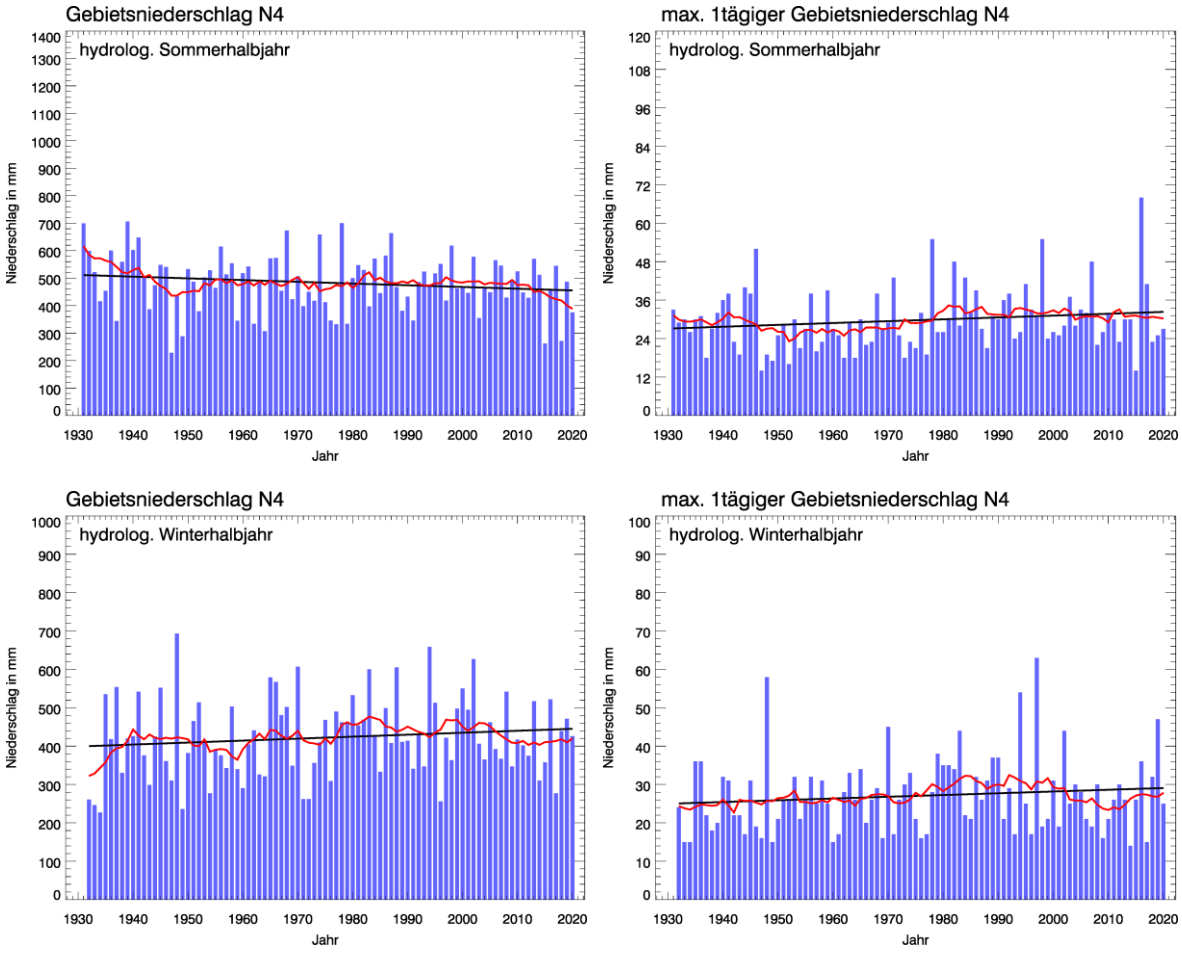


Abb. 39: Auswertungen für das Untersuchungsgebiet N3 (Zeitreihenlänge 1931 bis 2020)
Oben/Mitte: Zeitreihen und Trends für die Halbjahresmittel des Gebietsniederschlags und des maximal eintägigen Gebietsniederschlags;
Unten: Ringdiagramme mit relativen Trendangaben

KLIWA-Untersuchungsgebiet N4: Kocher



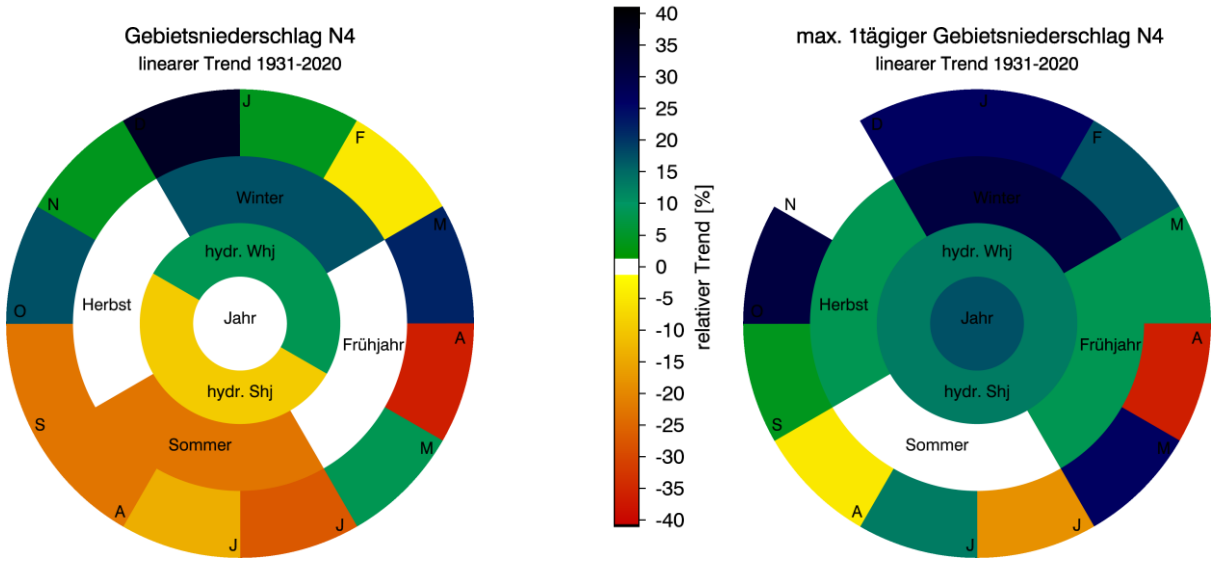
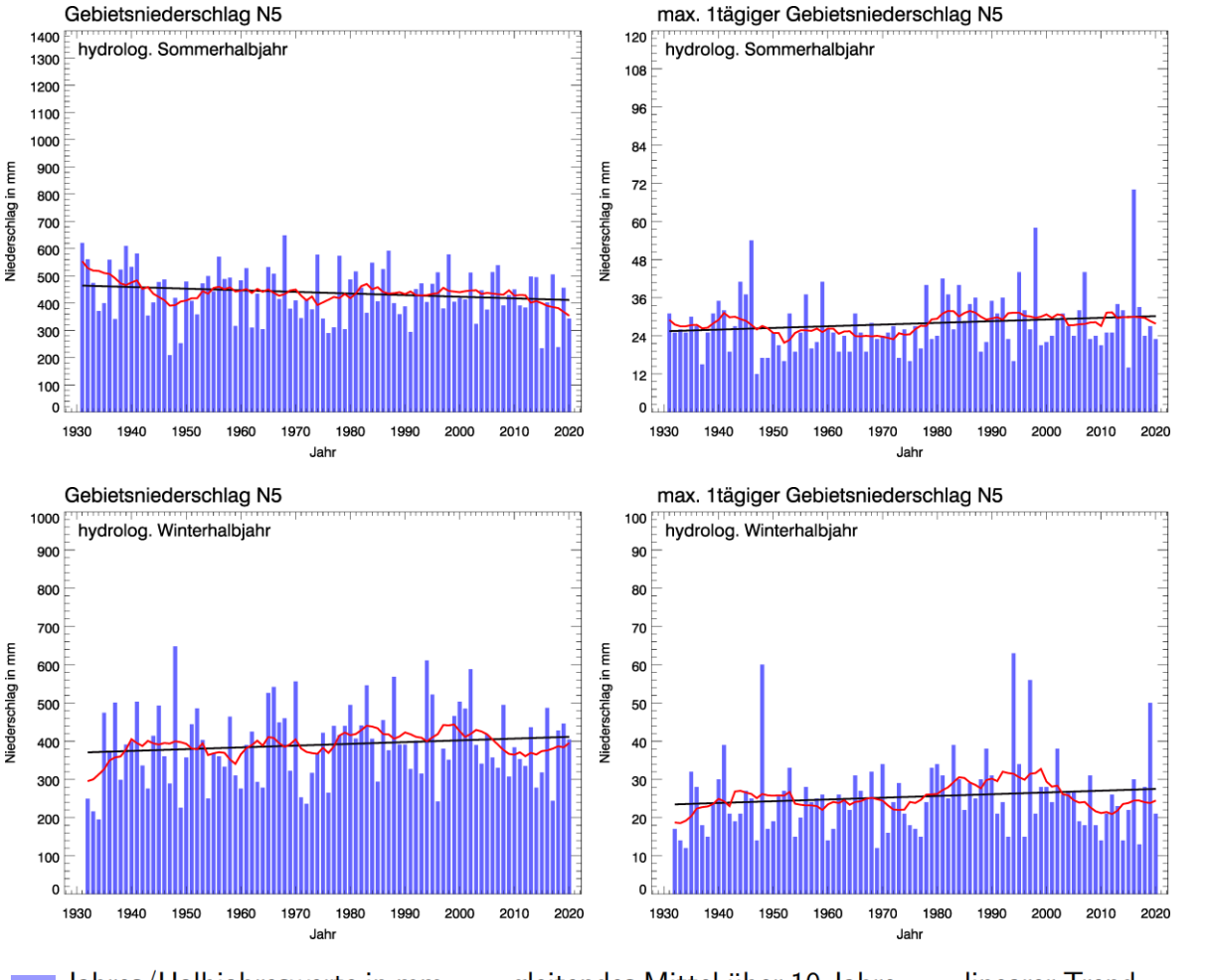


Abb. 40: Auswertungen für das Untersuchungsgebiet N4 (Zeitreihenlänge 1931 bis 2020)
Oben/Mitte: Zeitreihen und Trends für die Halbjahresmittel des Gebietsniederschlags und des maximal eintägigen Gebietsniederschlags;
Unten: Ringdiagramme mit relativen Trendangaben

KLIWA-Untersuchungsgebiet N5: Jagst



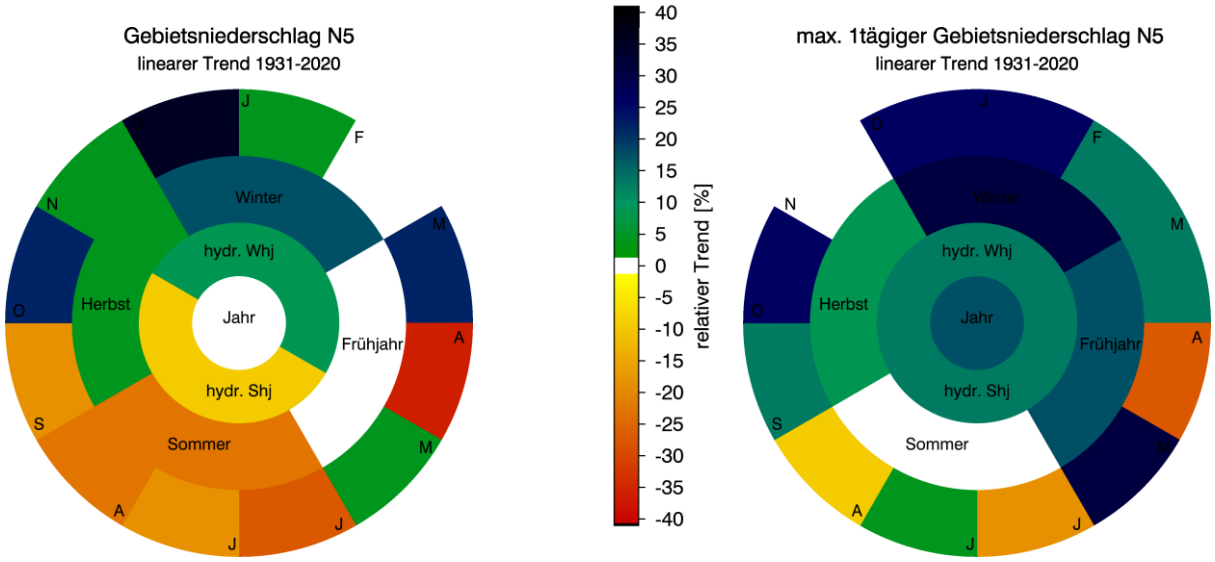
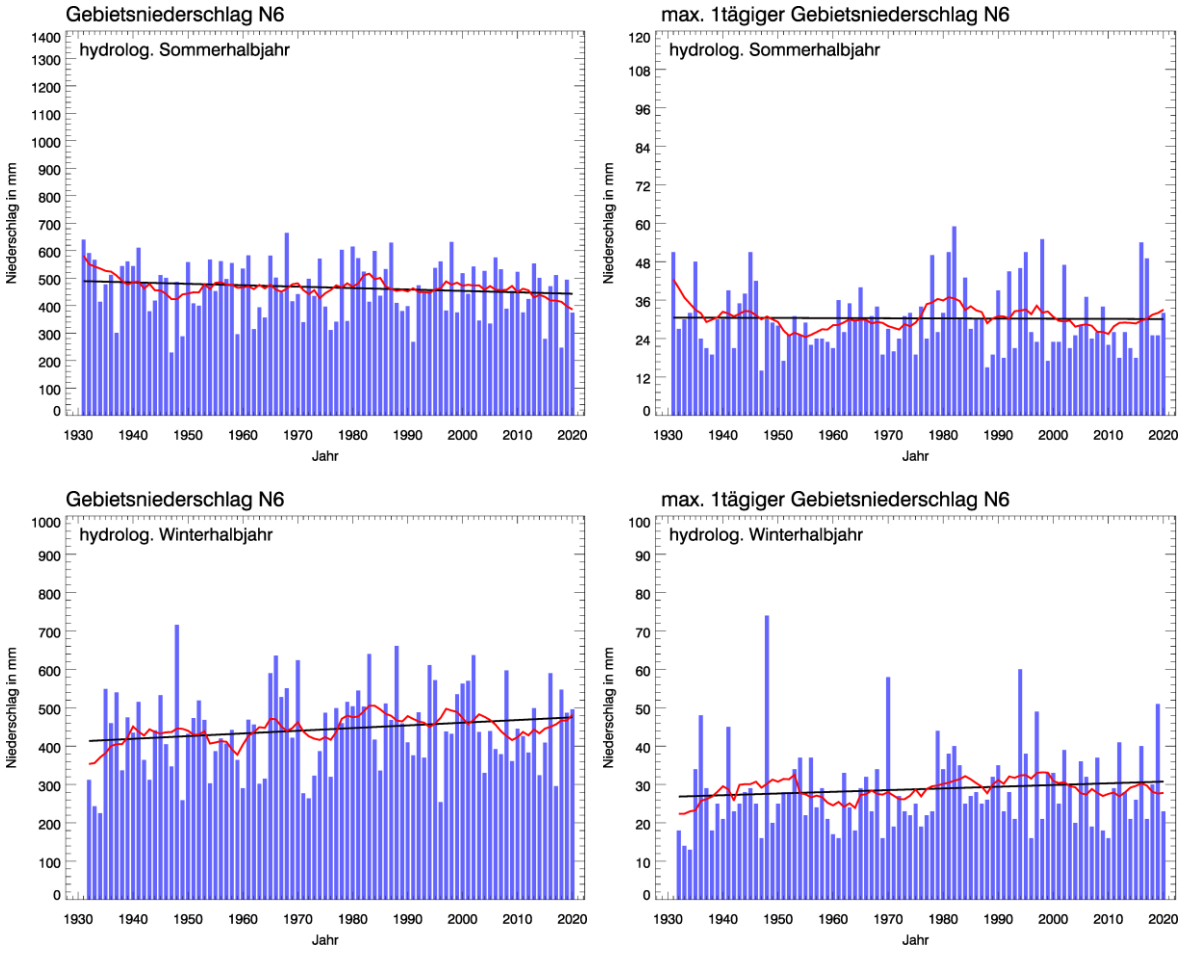


Abb. 41: Auswertungen für das Untersuchungsgebiet N5 (Zeitreihenlänge 1931 bis 2020)
Oben/Mitte: **Zeitreihen und Trends für die Halbjahresmittel des Gebietsniederschlags und des maximal eintägigen Gebietsniederschlags;**
Unten: **Ringdiagramme mit relativen Trendangaben**

KLIWA-Untersuchungsgebiet N6: Neckar, uh. Jagst bis Mündung



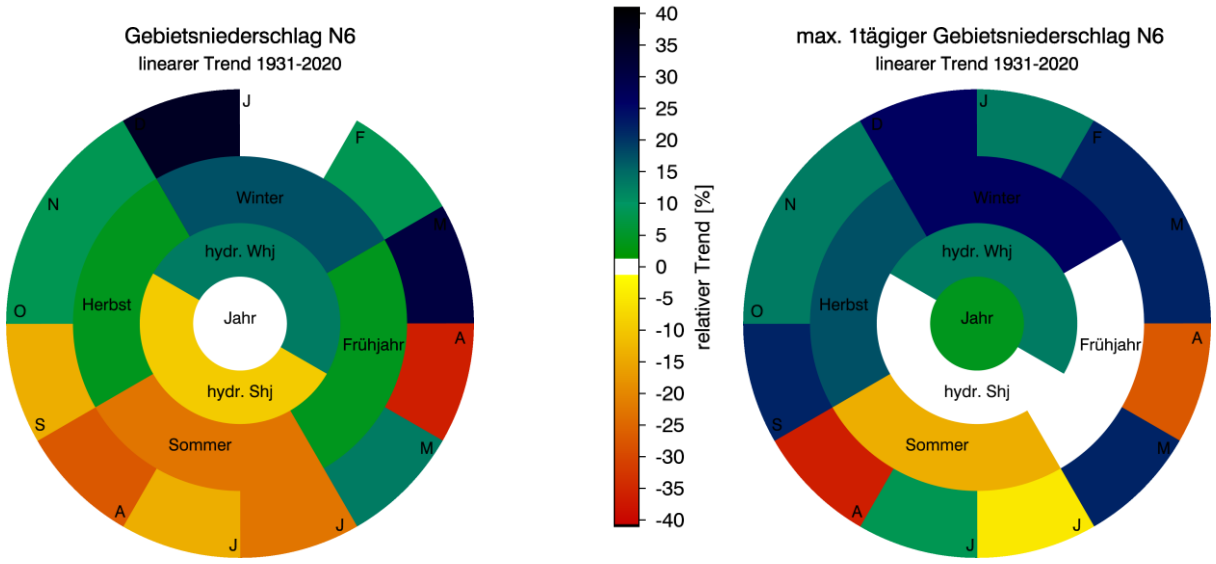
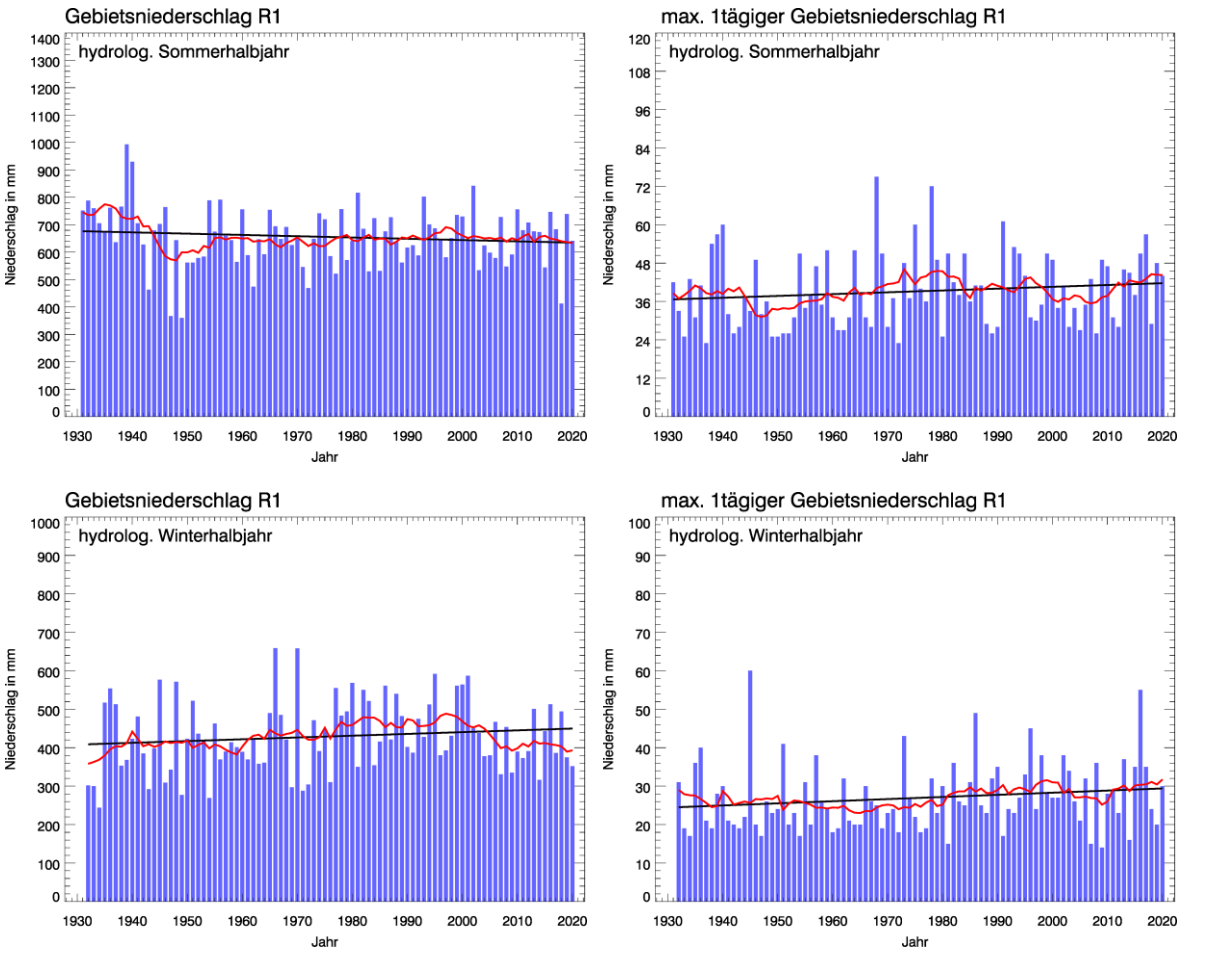


Abb. 42: Auswertungen für das Untersuchungsgebiet N6 (Zeitreihenlänge 1931 bis 2020)
Oben/Mitte: Zeitreihen und Trends für die Halbjahresmittel des Gebietsniederschlags und des maximal eintägigen Gebietsniederschlags;
Unten: Ringdiagramme mit relativen Trendangaben

KLIWA-Untersuchungsgebiet R1: Bodensee



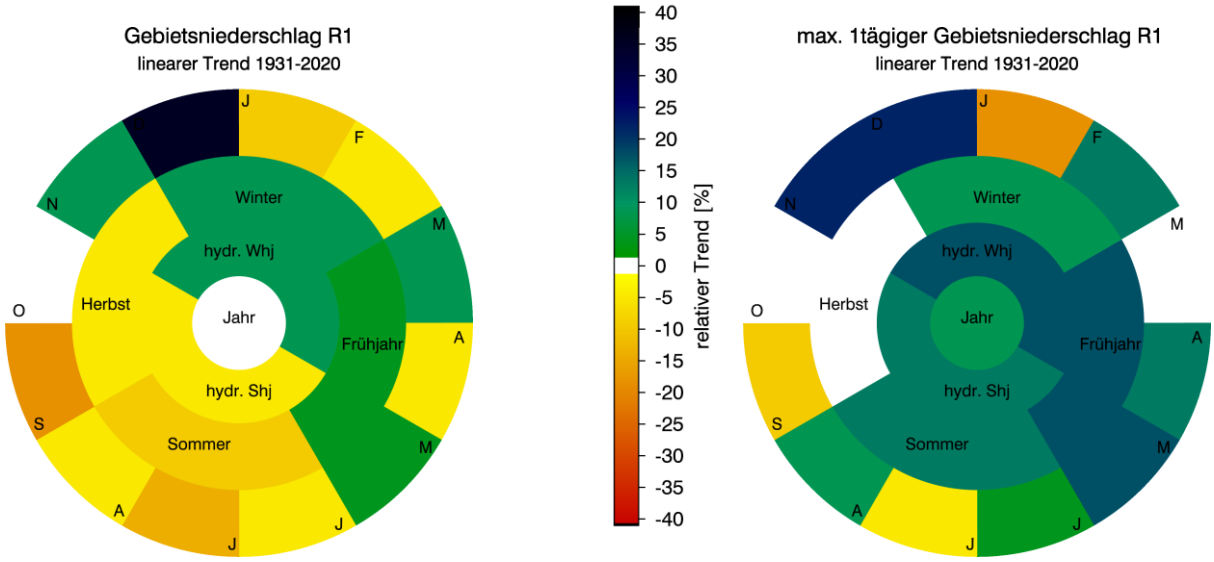
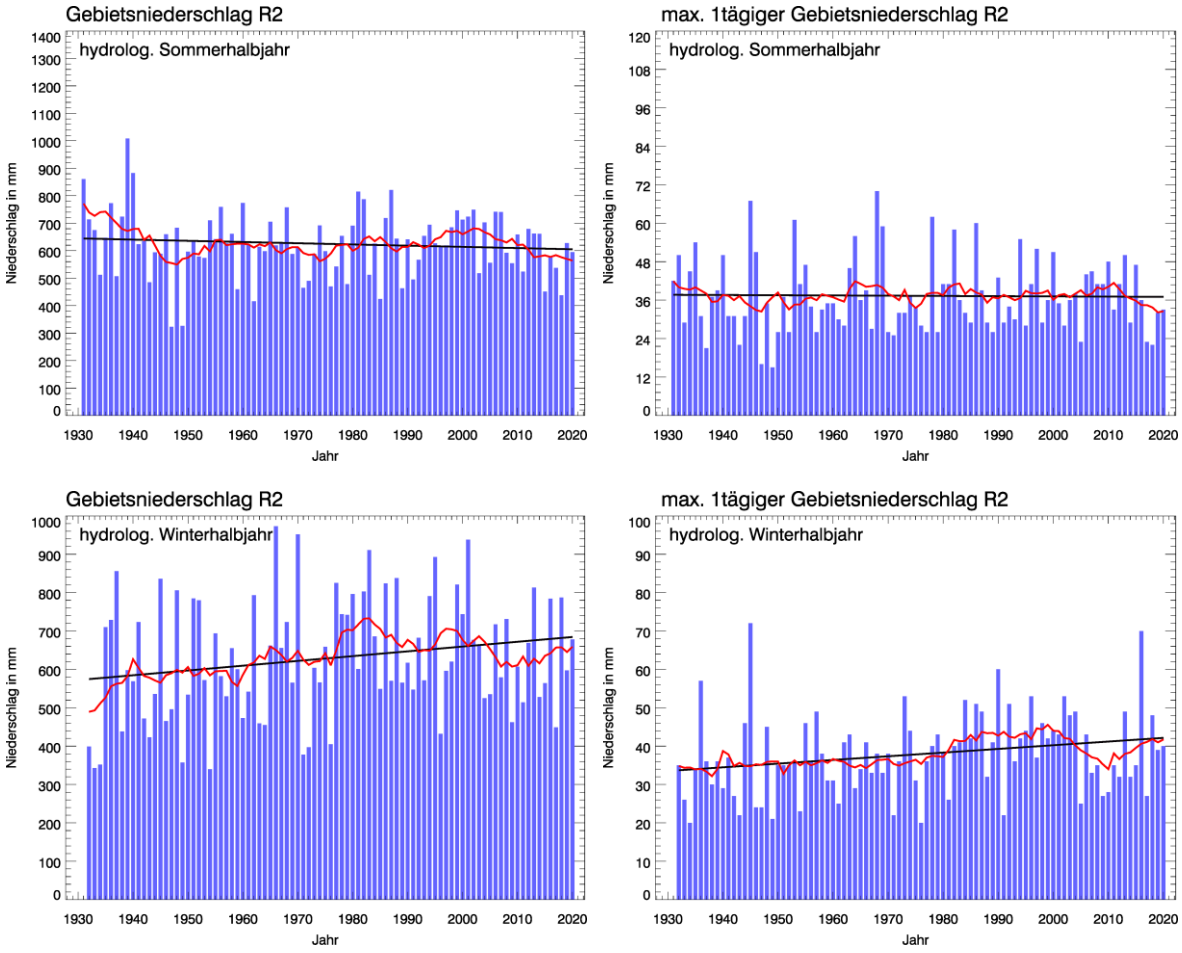


Abb. 43: Auswertungen für das Untersuchungsgebiet R1 (Zeitreihenlänge 1931 bis 2020)
Oben/Mitte: **Zeitreihen und Trends für die Halbjahresmittel des Gebietsniederschlags und des maximal eintägigen Gebietsniederschlags;**
Unten: **Ringdiagramme mit relativen Trendangaben**

KLIWA-Untersuchungsgebiet R2: Rhein, uh. Bodensee bis Wiese



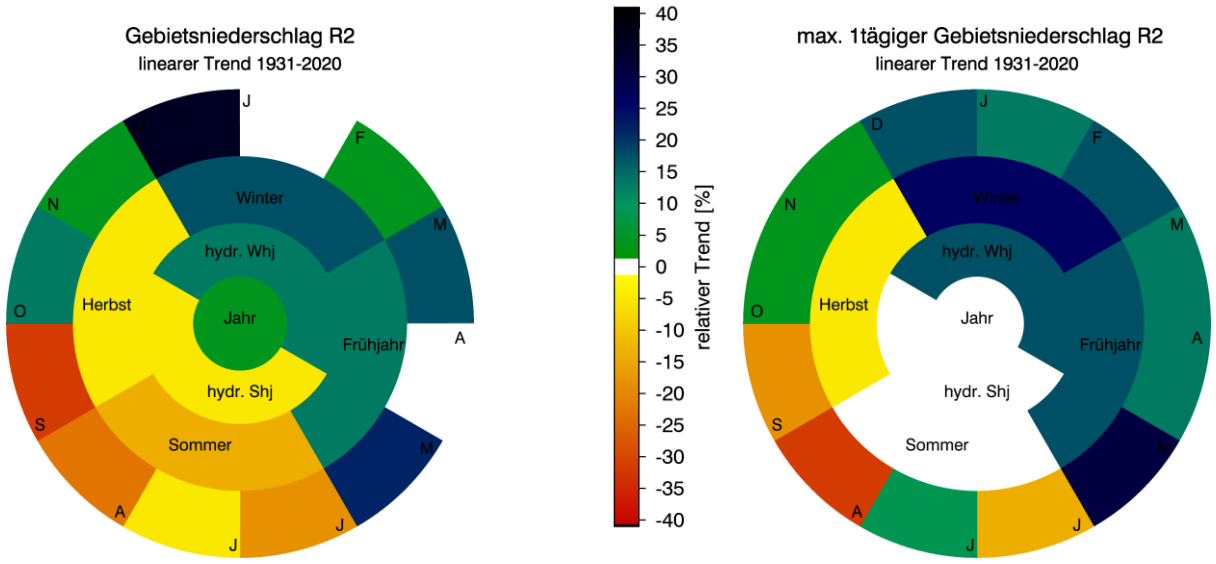
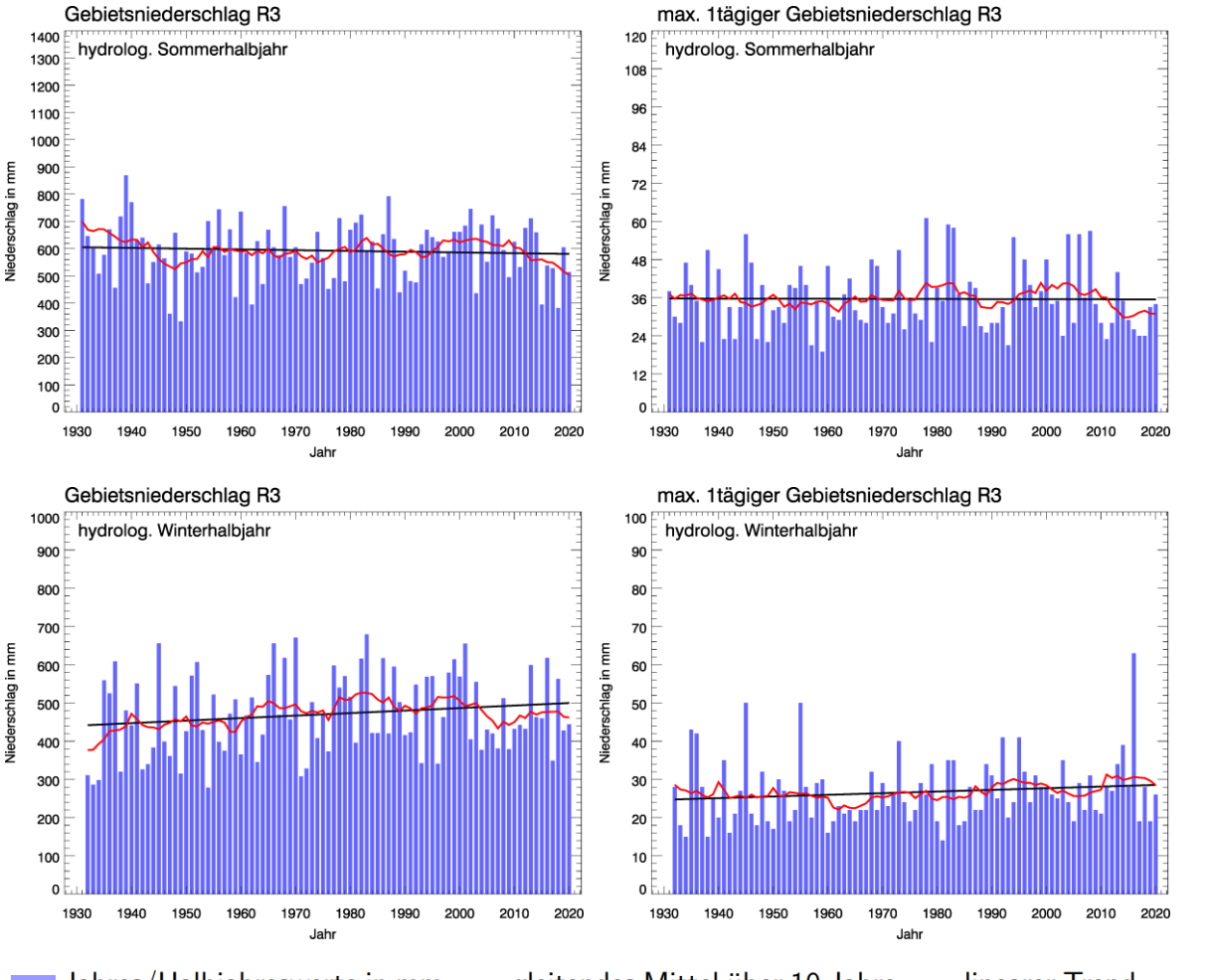


Abb. 44: Auswertungen für das Untersuchungsgebiet R2 (Zeitreihenlänge 1931 bis 2020)
Oben/Mitte: **Zeitreihen und Trends für die Halbjahresmittel des Gebietsniederschlags und des maximal eintägigen Gebietsniederschlags;**
Unten: **Ringdiagramme mit relativen Trendangaben**

KLIWA-Untersuchungsgebiet R3: Rhein, uh. Wiese bis oh. Kinzig



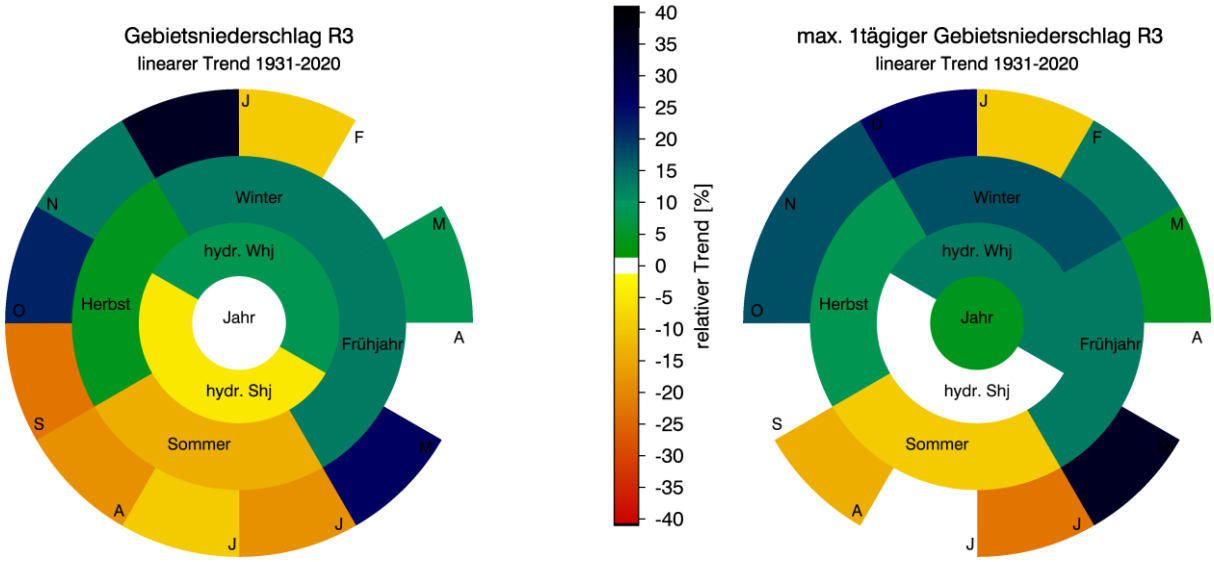
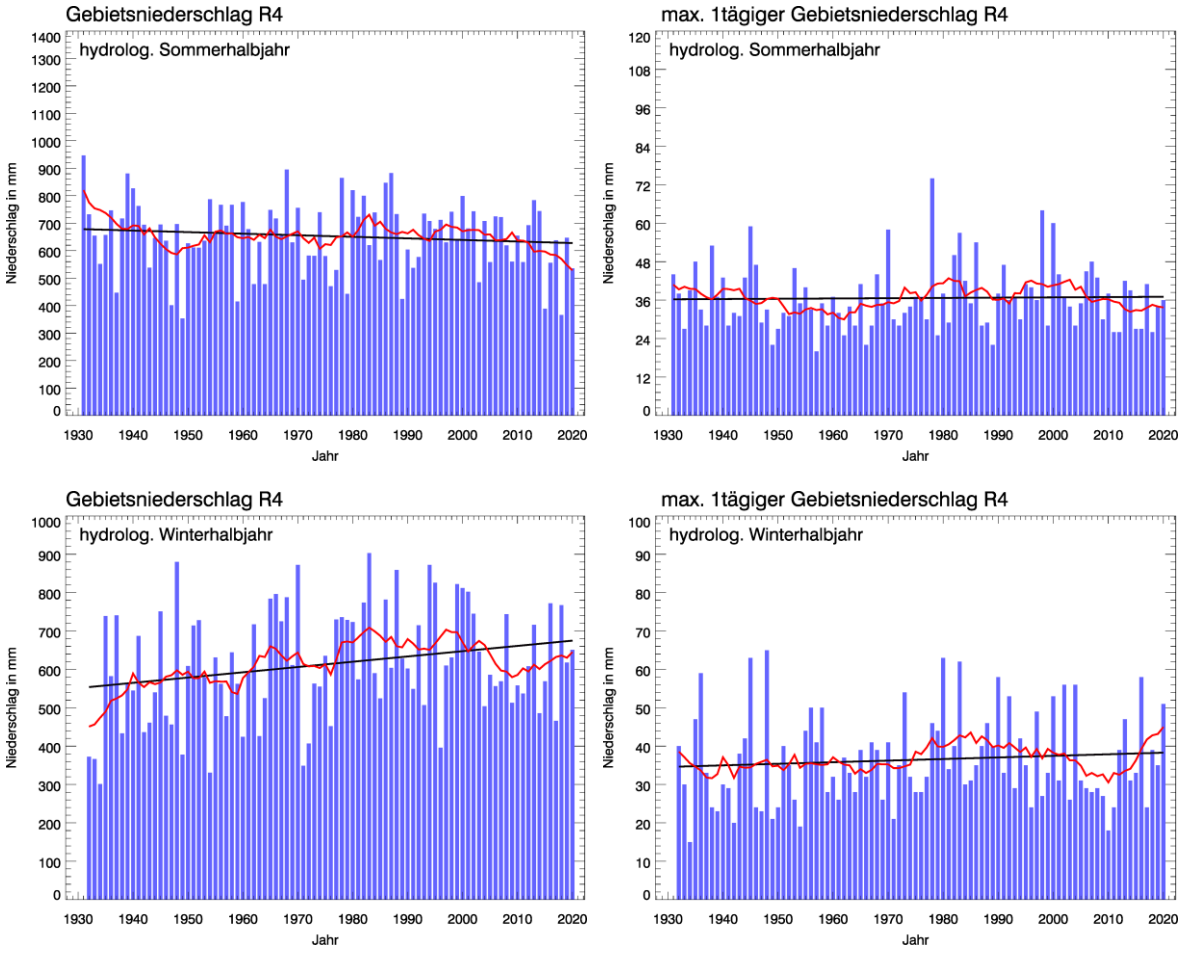


Abb. 45: Auswertungen für das Untersuchungsgebiet R3 (Zeitreihenlänge 1931 bis 2020)
Oben/Mitte: **Zeitreihen und Trends für die Halbjahresmittel des Gebietsniederschlags und des maximal eintägigen Gebietsniederschlags;**
Unten: **Ringdiagramme mit relativen Trendangaben**

KLIWA-Untersuchungsgebiet R4: Rhein und Kinzig bis Murg



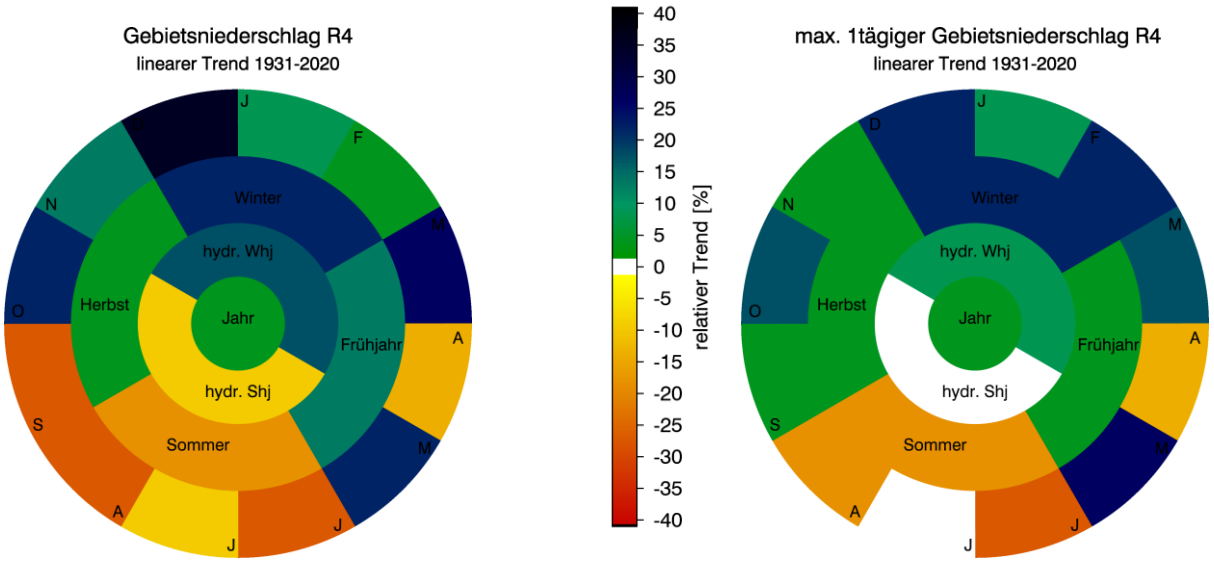


Abb. 46: Auswertungen für das Untersuchungsgebiet R4 (Zeitreihenlänge 1931 bis 2020)
Oben/Mitte: Zeitreihen und Trends für die Halbjahresmittel des Gebietsniederschlags und des maximal eintägigen Gebietsniederschlags;
Unten: Ringdiagramme mit relativen Trendangaben

KLIWA-Untersuchungsgebiet R5: Rhein, uh. Murg bis oh. Neckar

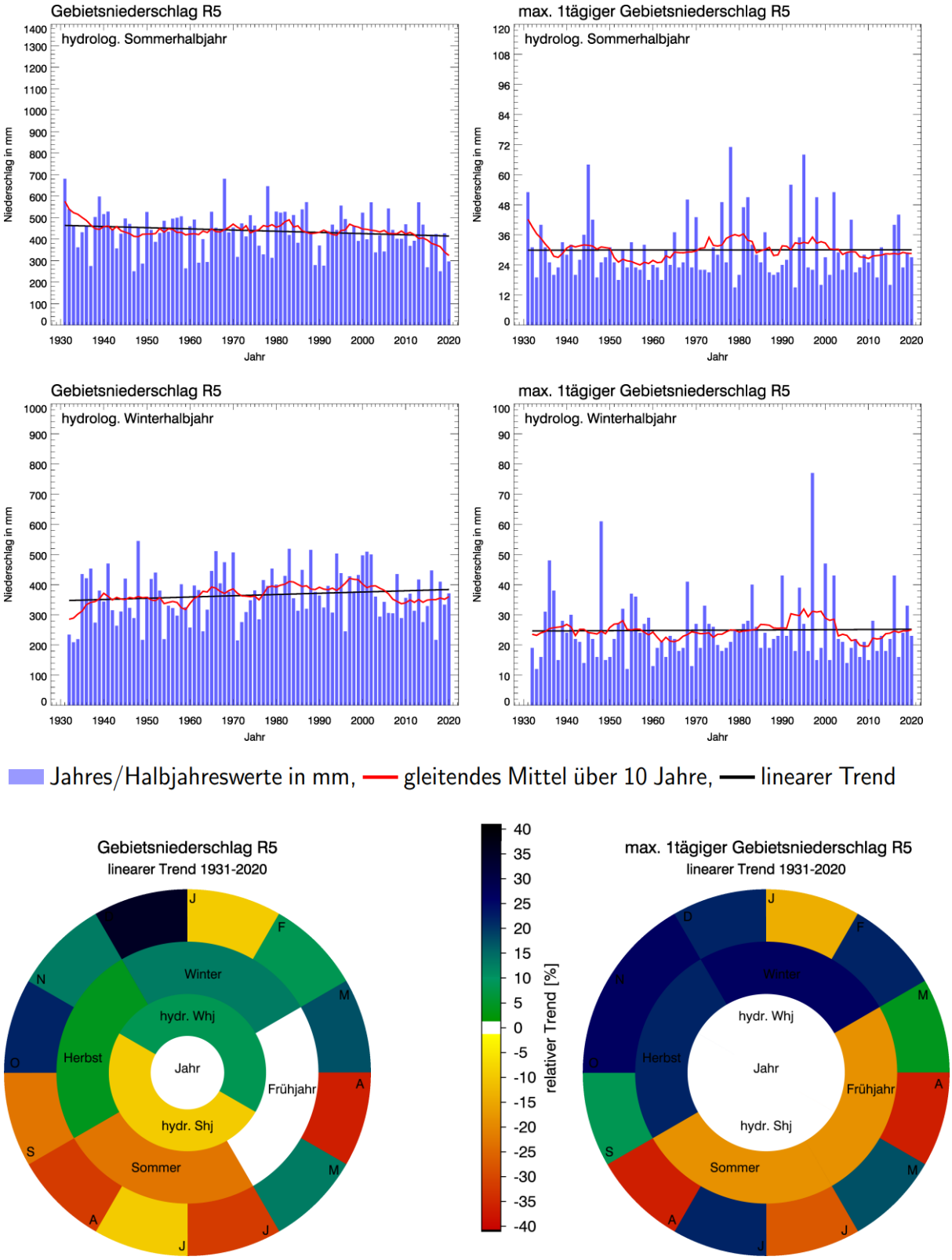
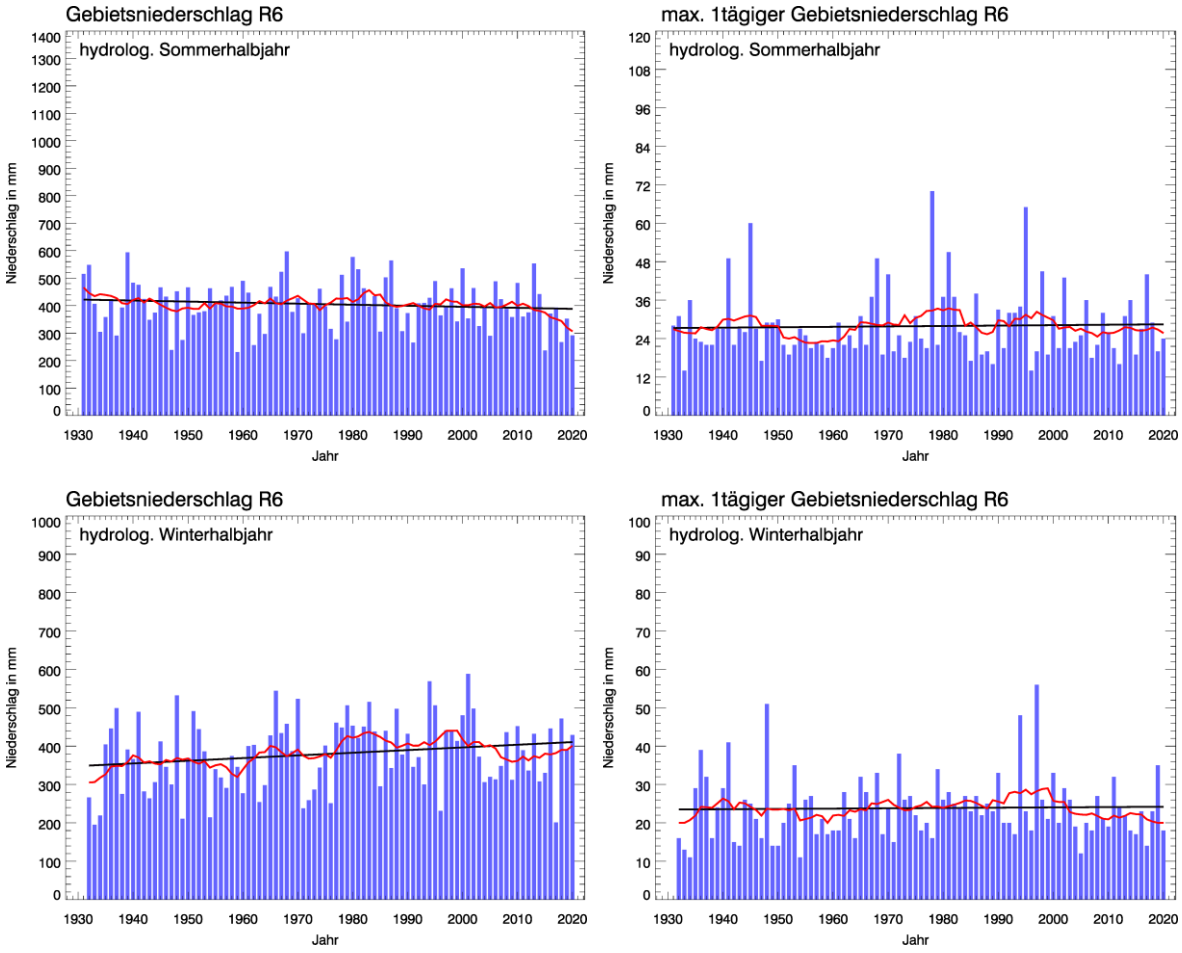


Abb. 47: Auswertungen für das Untersuchungsgebiet R5 (Zeitreihenlänge 1931 bis 2020)
Oben/Mitte: **Zeitreihen und Trends für die Halbjahresmittel des Gebietsniederschlags und des maximal eintägigen Gebietsniederschlags;**
Unten: **Ringdiagramme mit relativen Trendangaben**

KLIWA-Untersuchungsgebiet R6: Rhein u. Schwarzbach



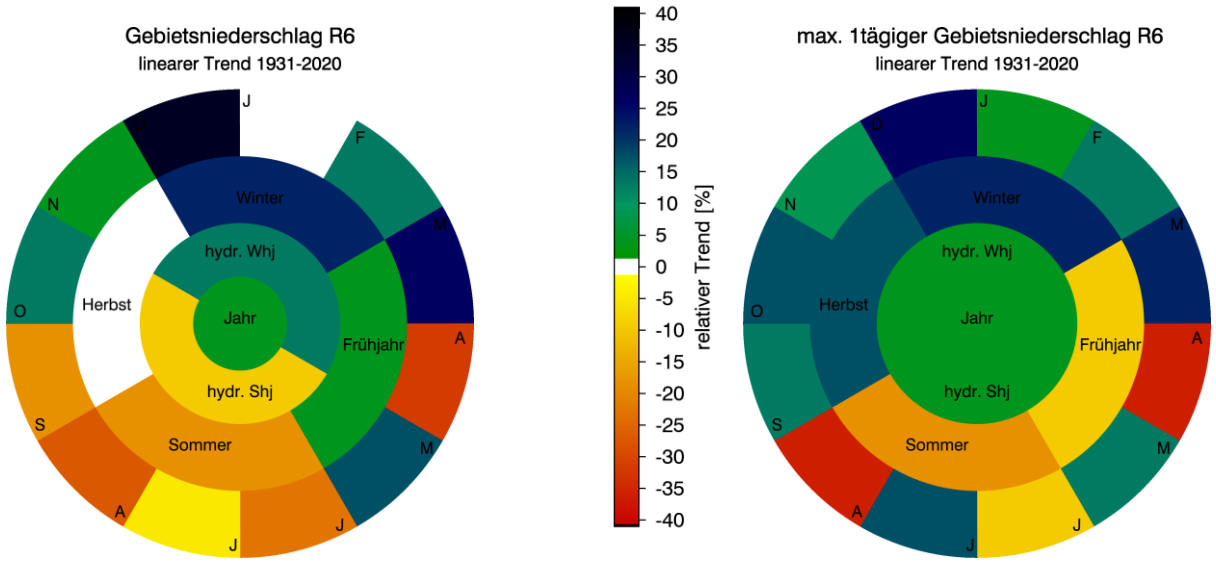
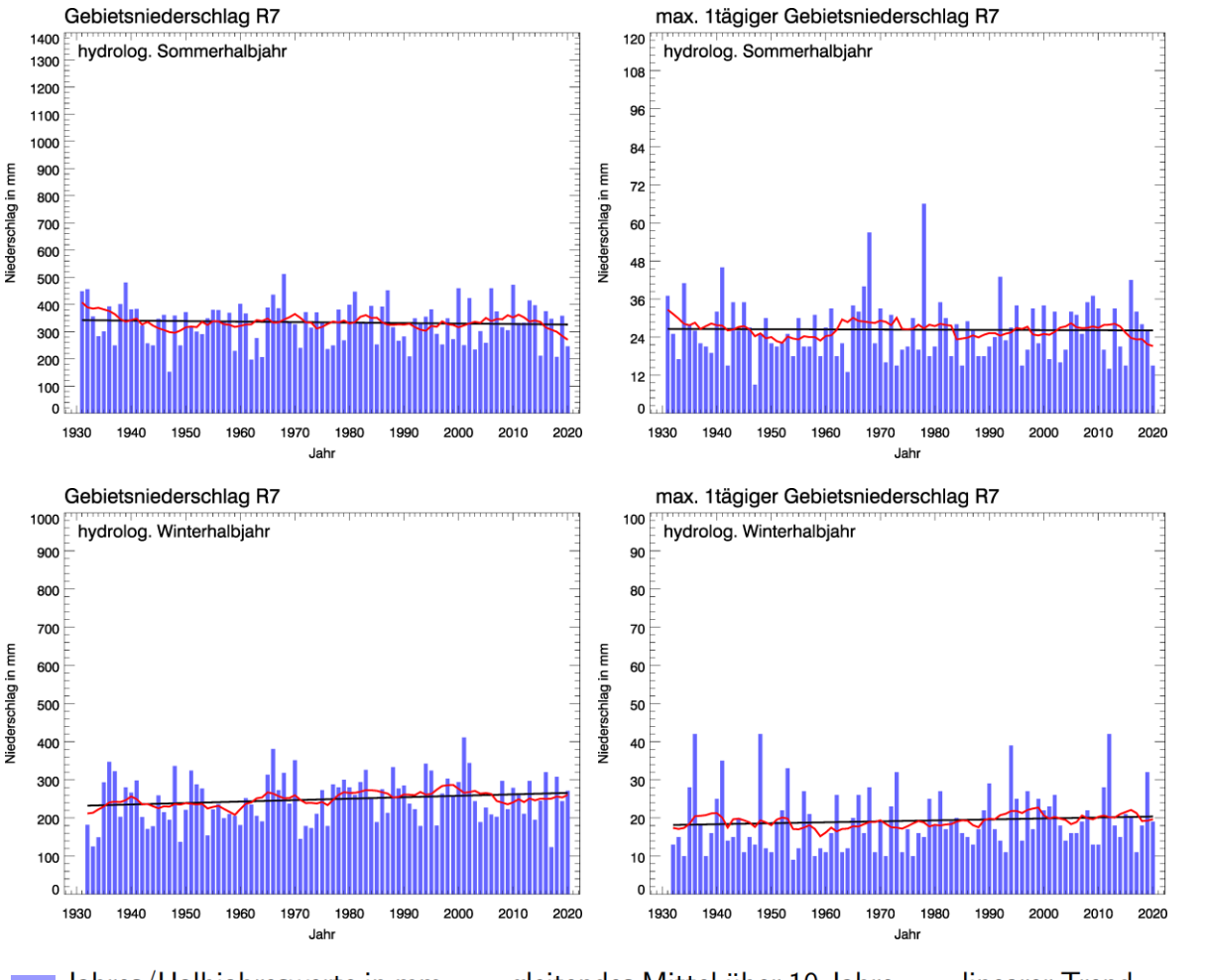


Abb. 48: Auswertungen für das Untersuchungsgebiet R6 (Zeitreihenlänge 1931 bis 2020)
Oben/Mitte: **Zeitreihen und Trends für die Halbjahresmittel des Gebietsniederschlags und des maximal eintägigen Gebietsniederschlags;**
Unten: **Ringdiagramme mit relativen Trendangaben**

KLIWA-Untersuchungsgebiet R7: Rhein, Isenach bis Nahe (ohne Selz)



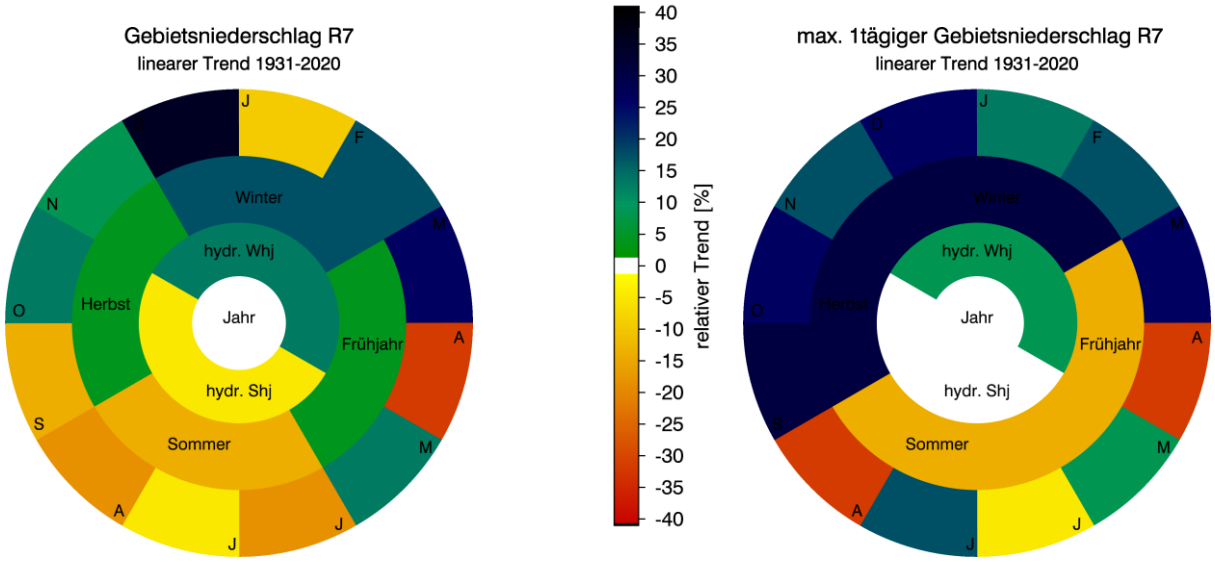
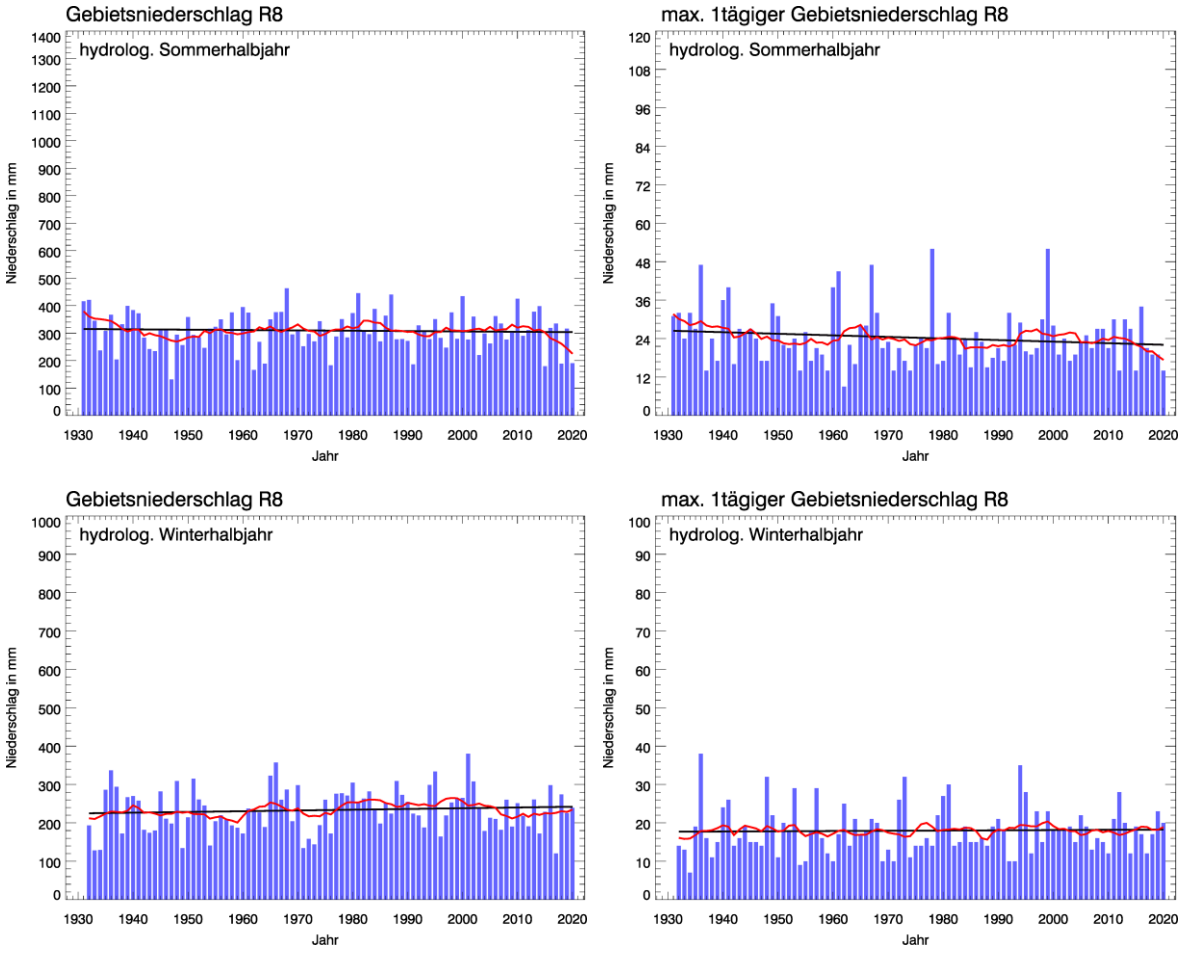


Abb. 49: Auswertungen für das Untersuchungsgebiet R7 (Zeitreihenlänge 1931 bis 2020)
Oben/Mitte: **Zeitreihen und Trends für die Halbjahresmittel des Gebietsniederschlags und des maximal eintägigen Gebietsniederschlags;**
Unten: **Ringdiagramme mit relativen Trendangaben**

KLIWA-Untersuchungsgebiet R8: Selz



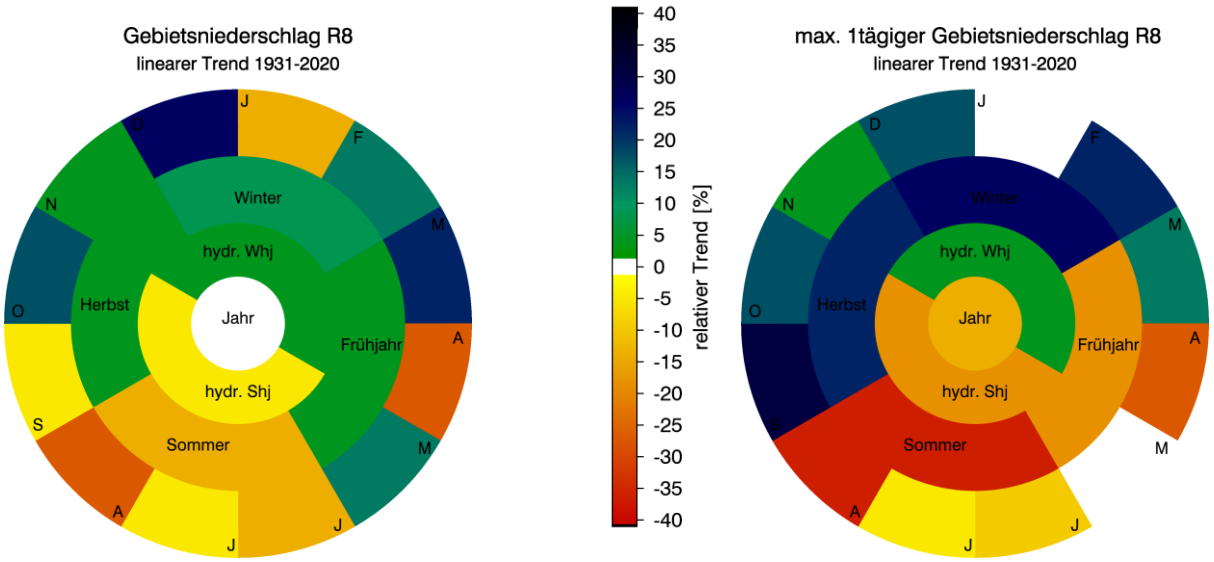
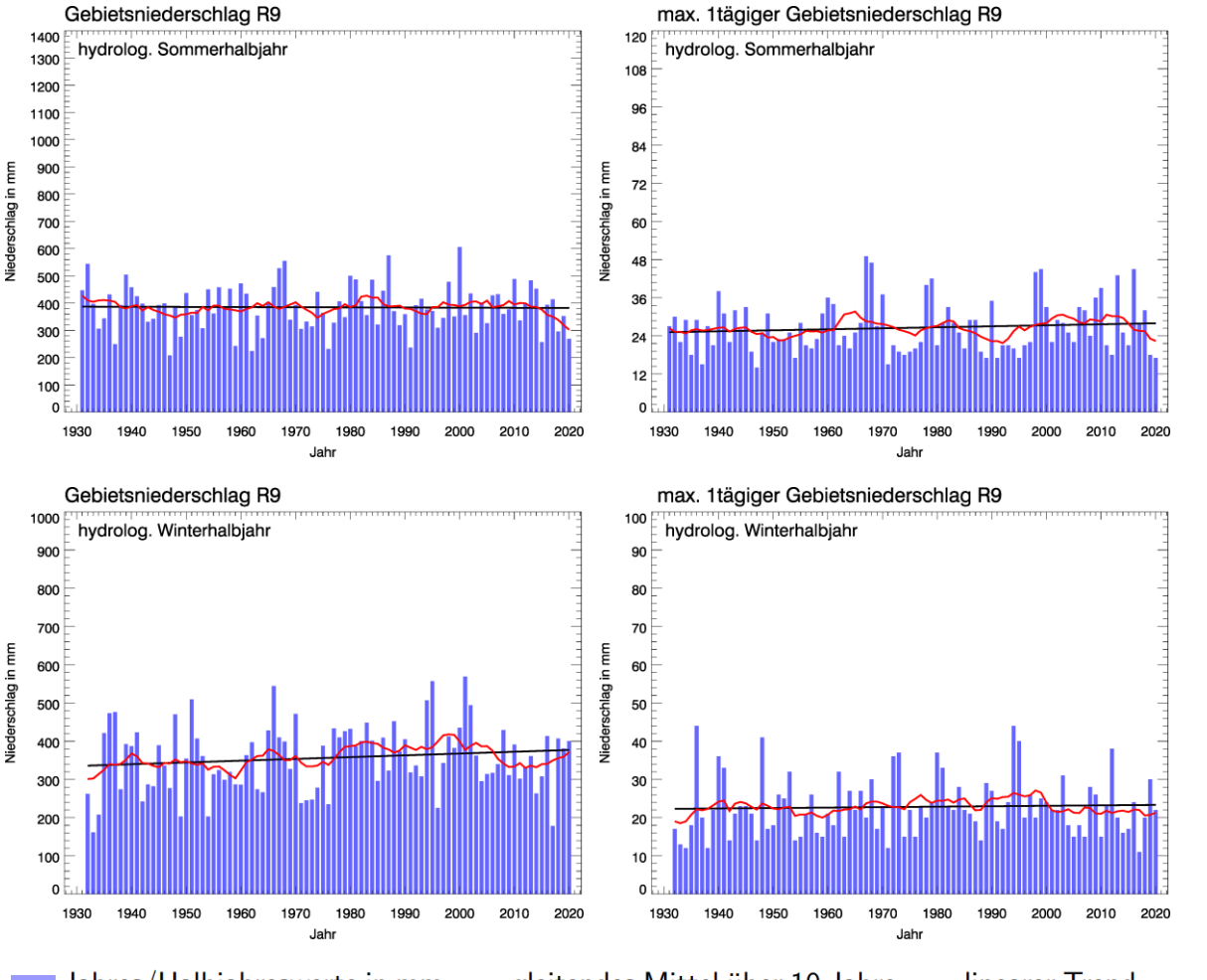


Abb. 50: Auswertungen für das Untersuchungsgebiet R8 (Zeitreihenlänge 1931 bis 2020)
Oben/Mitte: Zeitreihen und Trends für die Halbjahresmittel des Gebietsniederschlags und des maximal eintägigen Gebietsniederschlags;
Unten: Ringdiagramme mit relativen Trendangaben

KLIWA-Untersuchungsgebiet R9: Rhein und Nahe bis zur Lahn



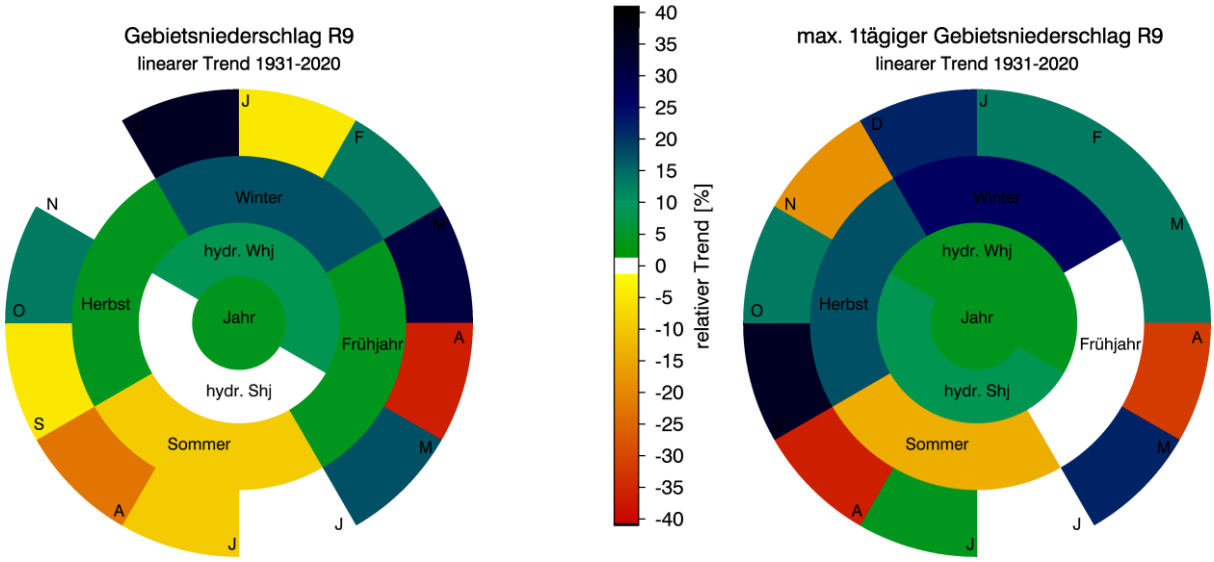
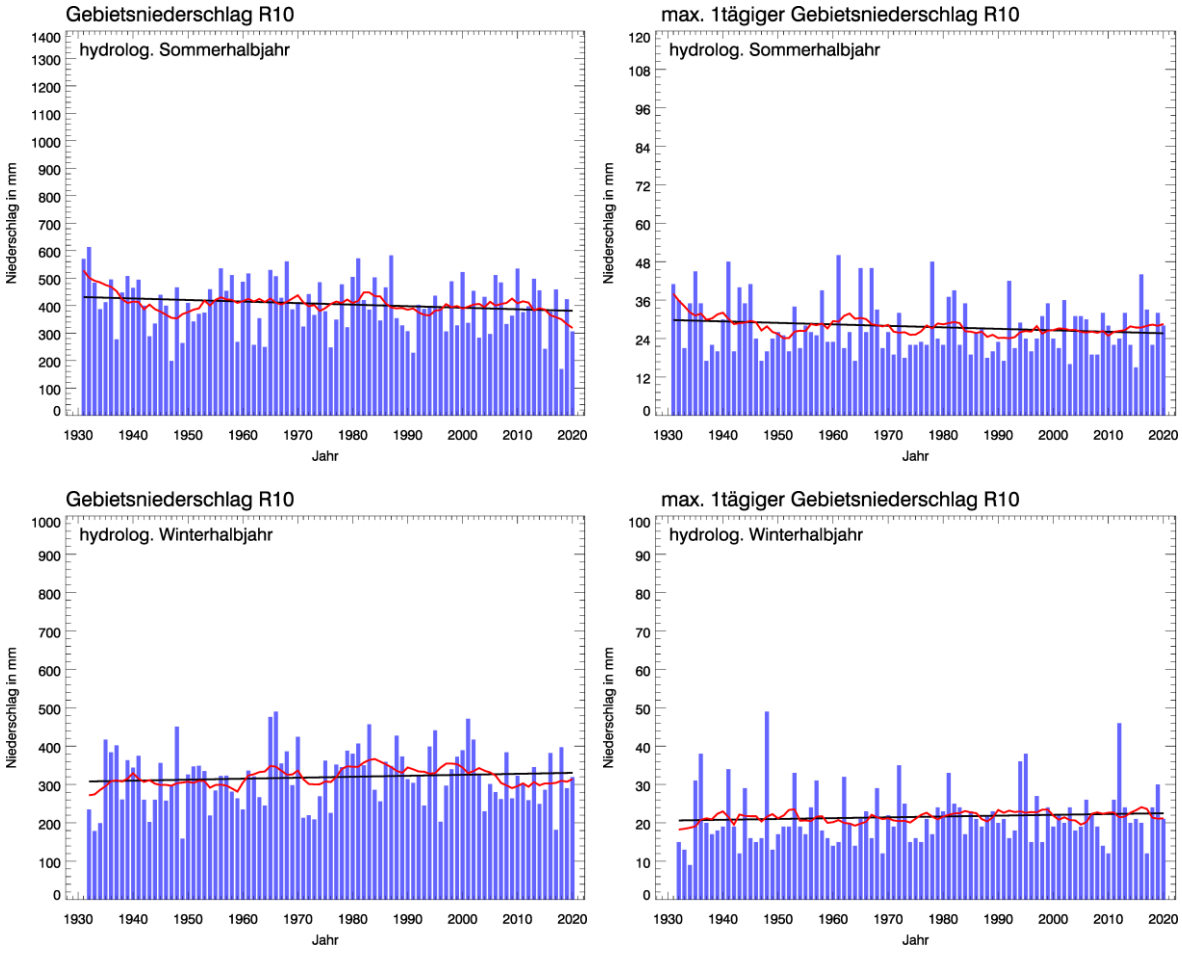


Abb. 51: Auswertungen für das Untersuchungsgebiet R9 (Zeitreihenlänge 1931 bis 2020)
Oben/Mitte: **Zeitreihen und Trends für die Halbjahresmittel des Gebietsniederschlags und des maximal eintägigen Gebietsniederschlags;**
Unten: **Ringdiagramme mit relativen Trendangaben**

KLIWA-Untersuchungsgebiet R10: Rhein rechtsseitig von Neckar bis Main



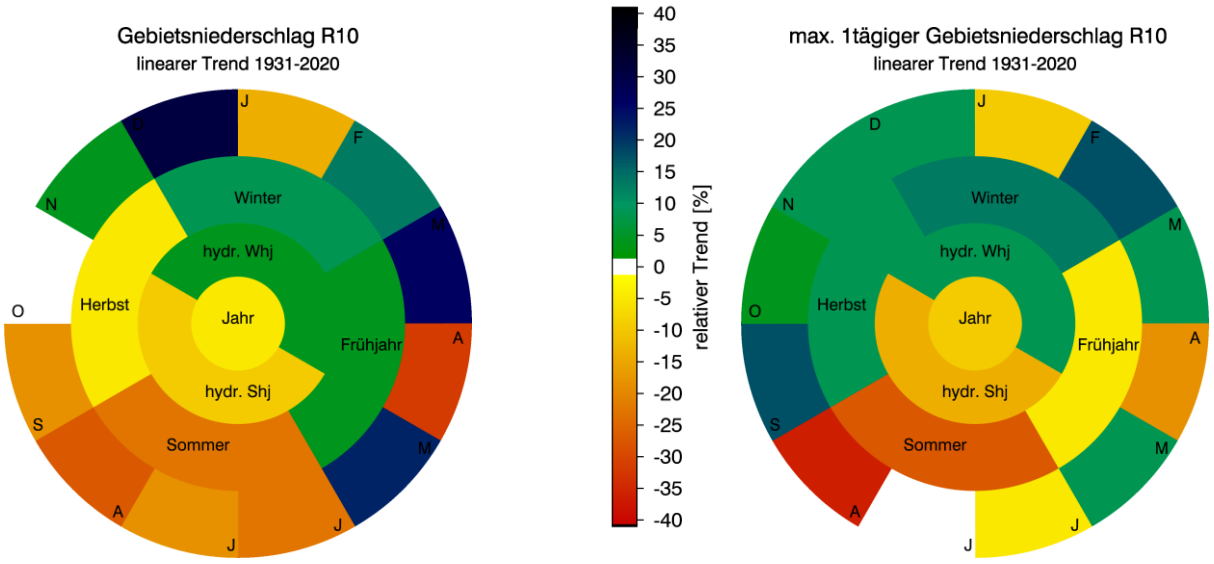


Abb. 52: Auswertungen für das Untersuchungsgebiet R10 (Zeitreihenlänge 1931 bis 2020)
Oben/Mitte: Zeitreihen und Trends für die Halbjahresmittel des Gebietsniederschlags und des maximal eintägigen Gebietsniederschlags;
Unten: Ringdiagramme mit relativen Trendangaben

KLIWA-Untersuchungsgebiet R11: Ahr, Wied u. Nette

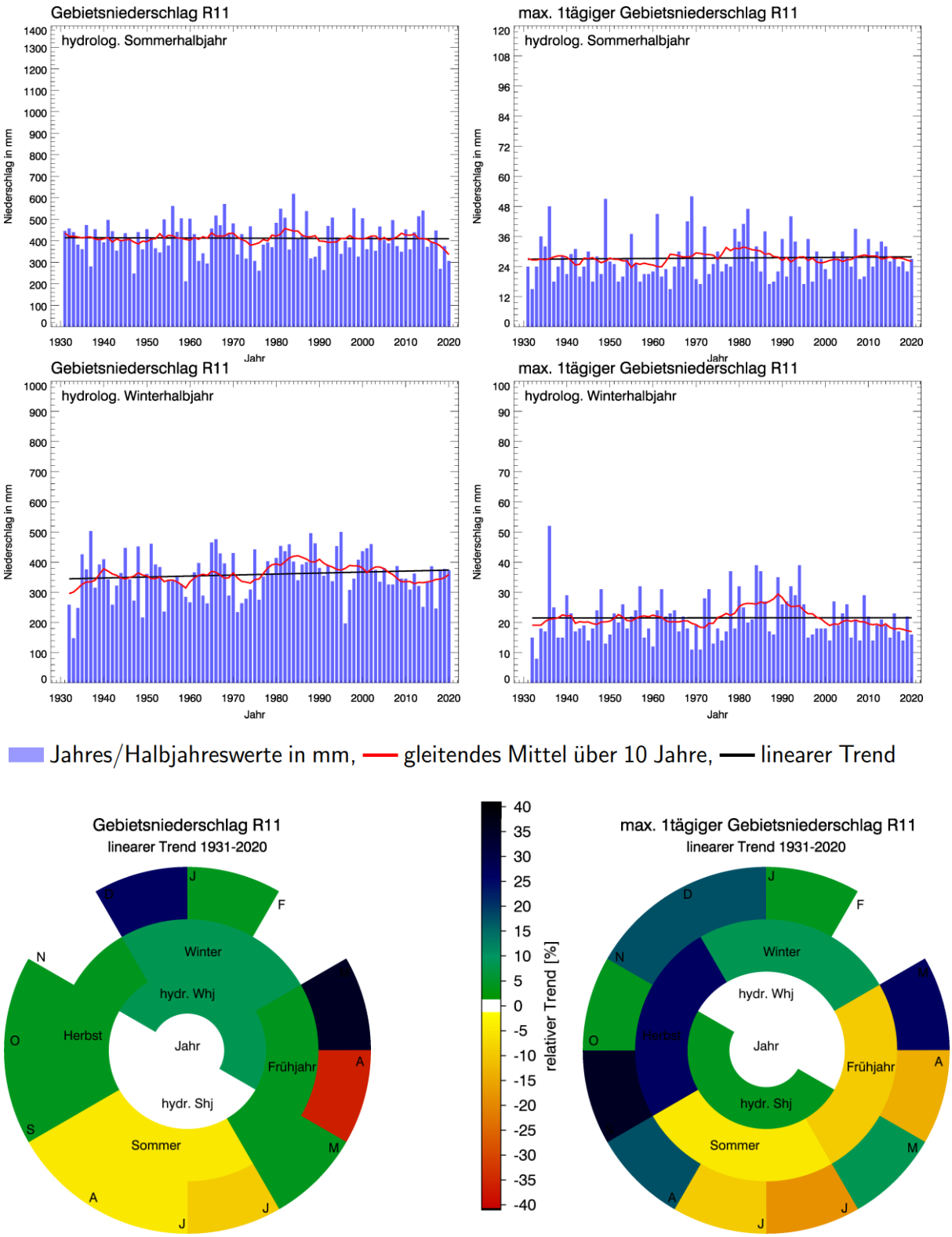
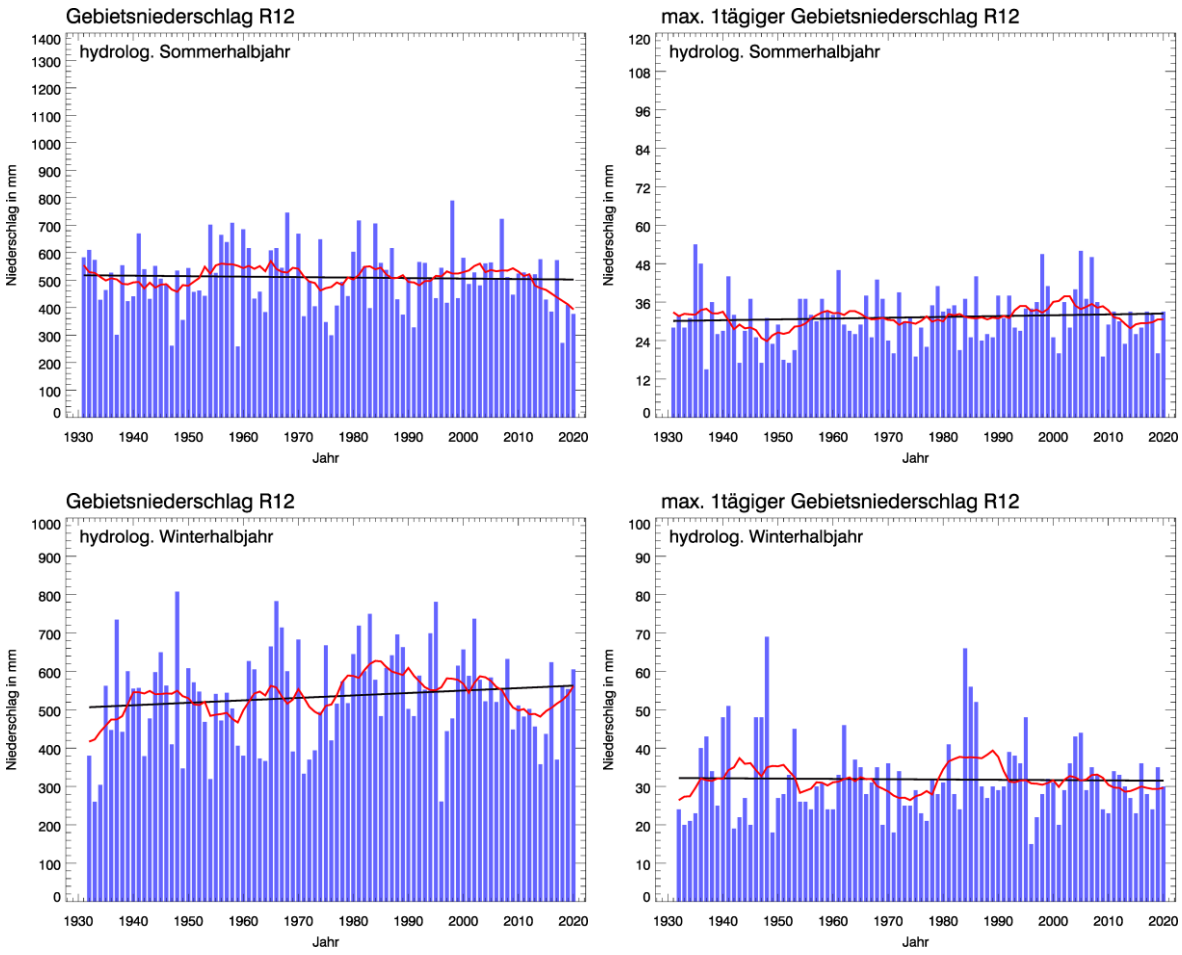


Abb. 53: Auswertungen für das Untersuchungsgebiet R11 (Zeitreihenlänge 1931 bis 2020)
Oben/Mitte: **Zeitreihen und Trends für die Halbjahresmittel des Gebietsniederschlags und des maximal eintägigen Gebietsniederschlags;**
Unten: **Ringdiagramme mit relativen Trendangaben**

KLIWA-Untersuchungsgebiet R12: Sieg



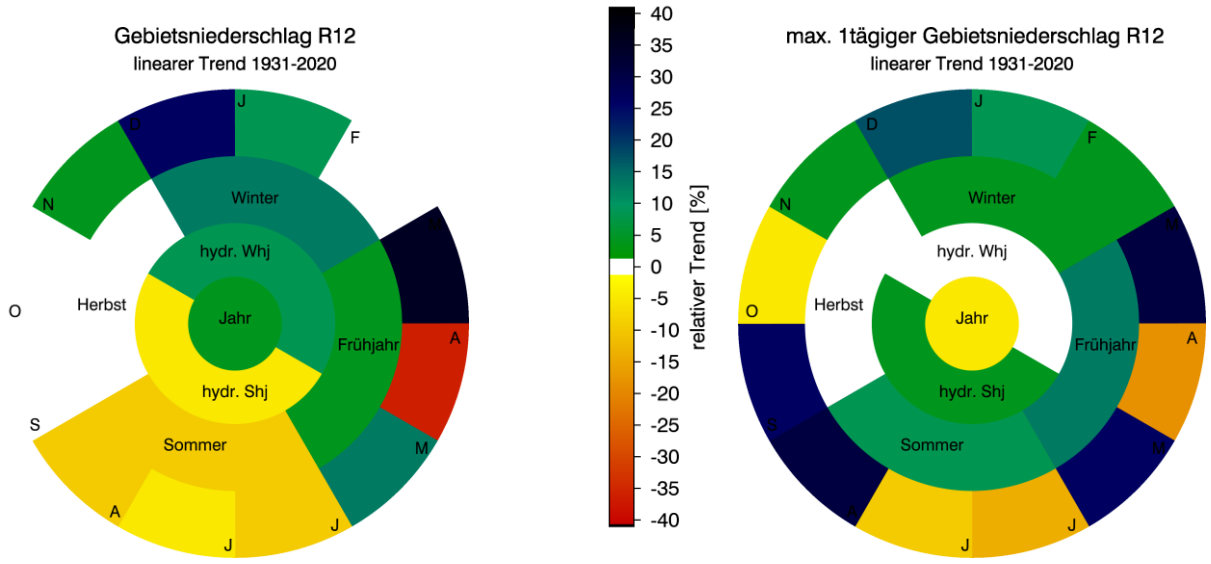
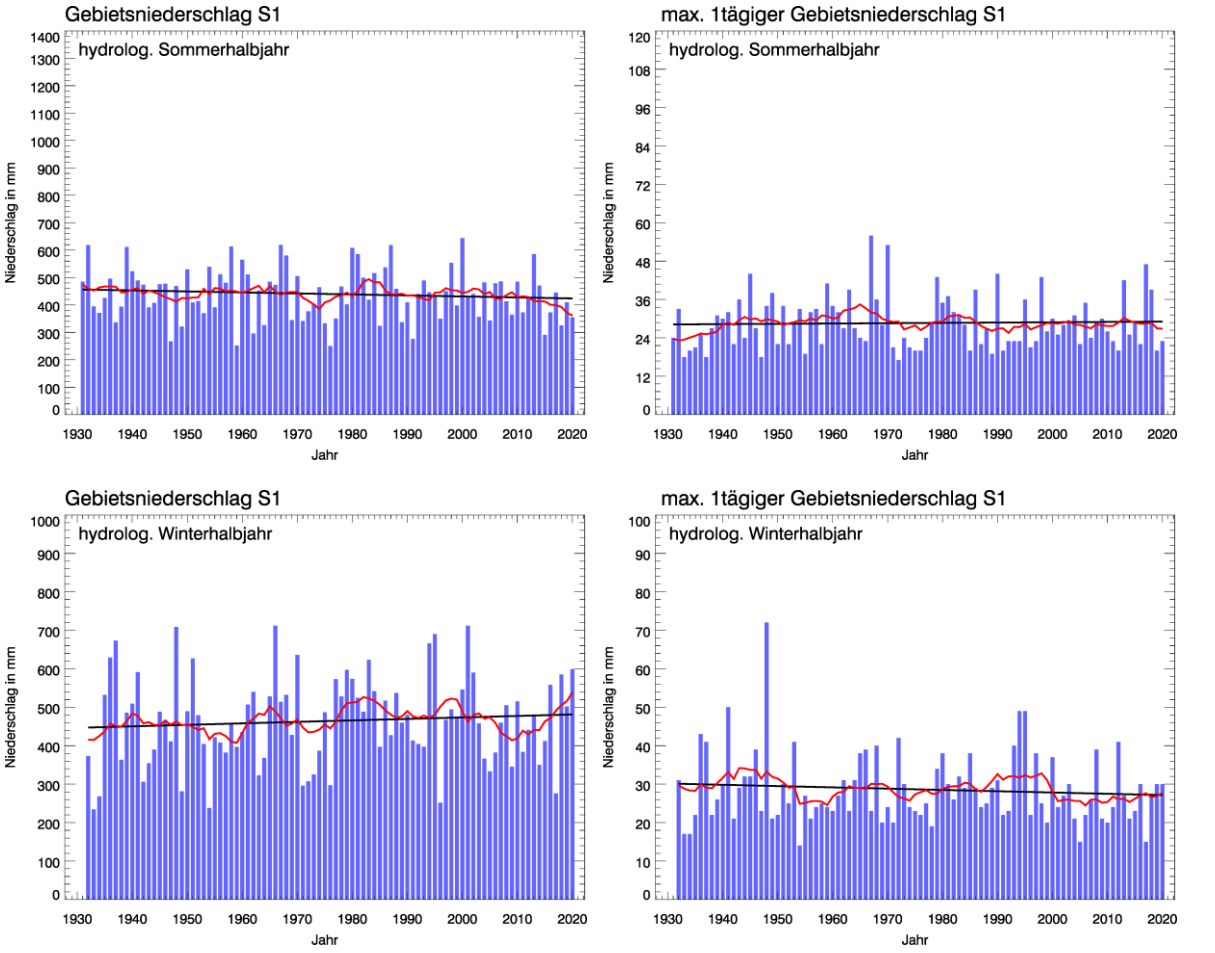


Abb. 54: Auswertungen für das Untersuchungsgebiet R12 (Zeitreihenlänge 1931 bis 2020)
Oben/Mitte: Zeitreihen und Trends für die Halbjahresmittel des Gebietsniederschlags und des maximal eintägigen Gebietsniederschlags;
Unten: Ringdiagramme mit relativen Trendangaben

KLIWA-Untersuchungsgebiet S1: Saar, Grenze bis zur Landesgrenze SL-RP



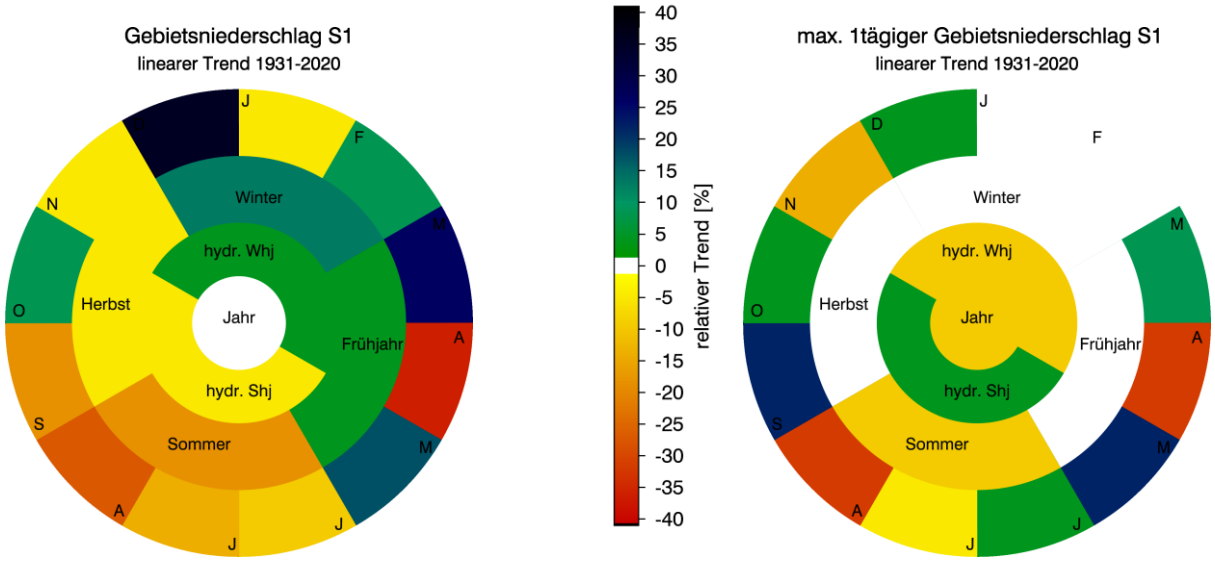
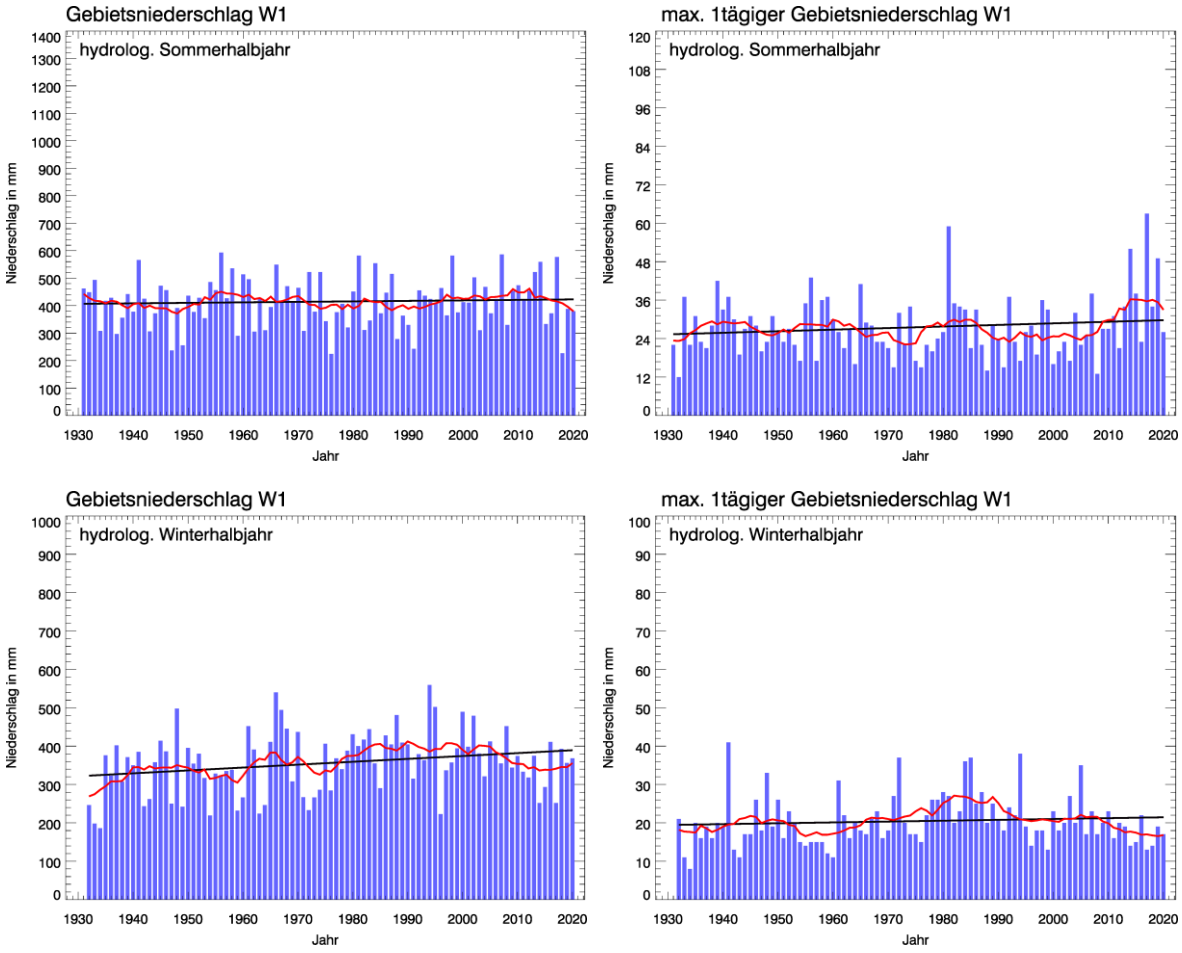


Abb. 55: Auswertungen für das Untersuchungsgebiet S1 (Zeitreihenlänge 1931 bis 2020)
Oben/Mitte: **Zeitreihen und Trends für die Halbjahresmittel des Gebietsniederschlags und des maximal eintägigen Gebietsniederschlags;**
Unten: **Ringdiagramme mit relativen Trendangaben**

KLIWA-Untersuchungsgebiet W1: Werra



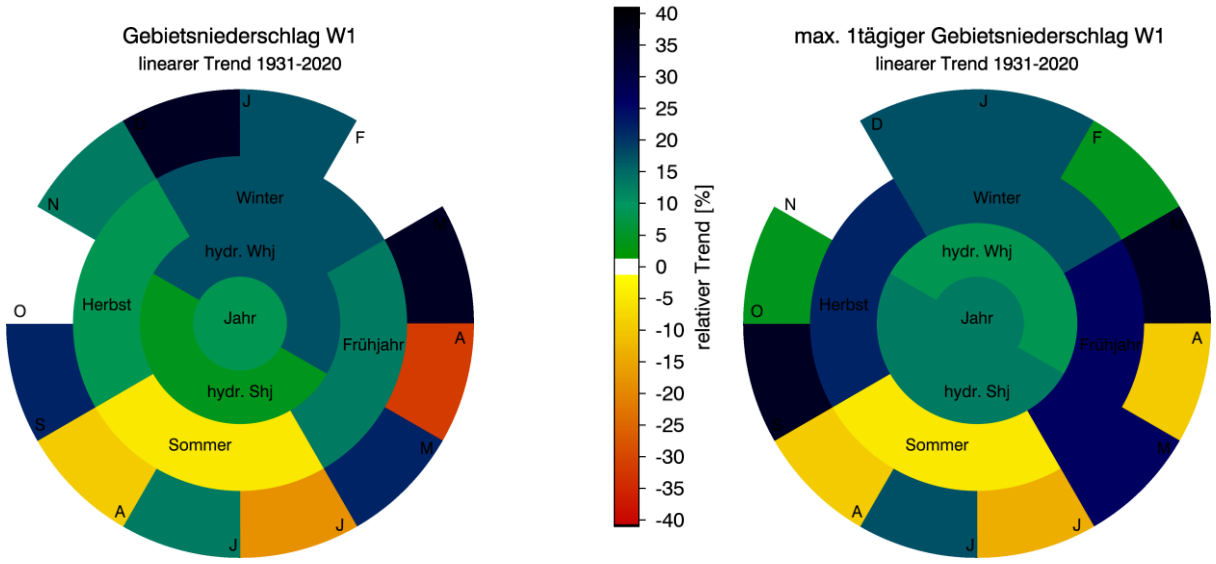


Abb. 56: Auswertungen für das Untersuchungsgebiet W1 (Zeitreihenlänge 1931 bis 2020)
Oben/Mitte: Zeitreihen und Trends für die Halbjahresmittel des Gebietsniederschlags und des maximal eintägigen Gebietsniederschlags;
Unten: Ringdiagramme mit relativen Trendangaben

KLIWA-Untersuchungsgebiet W2: Fulda mit Oberweser

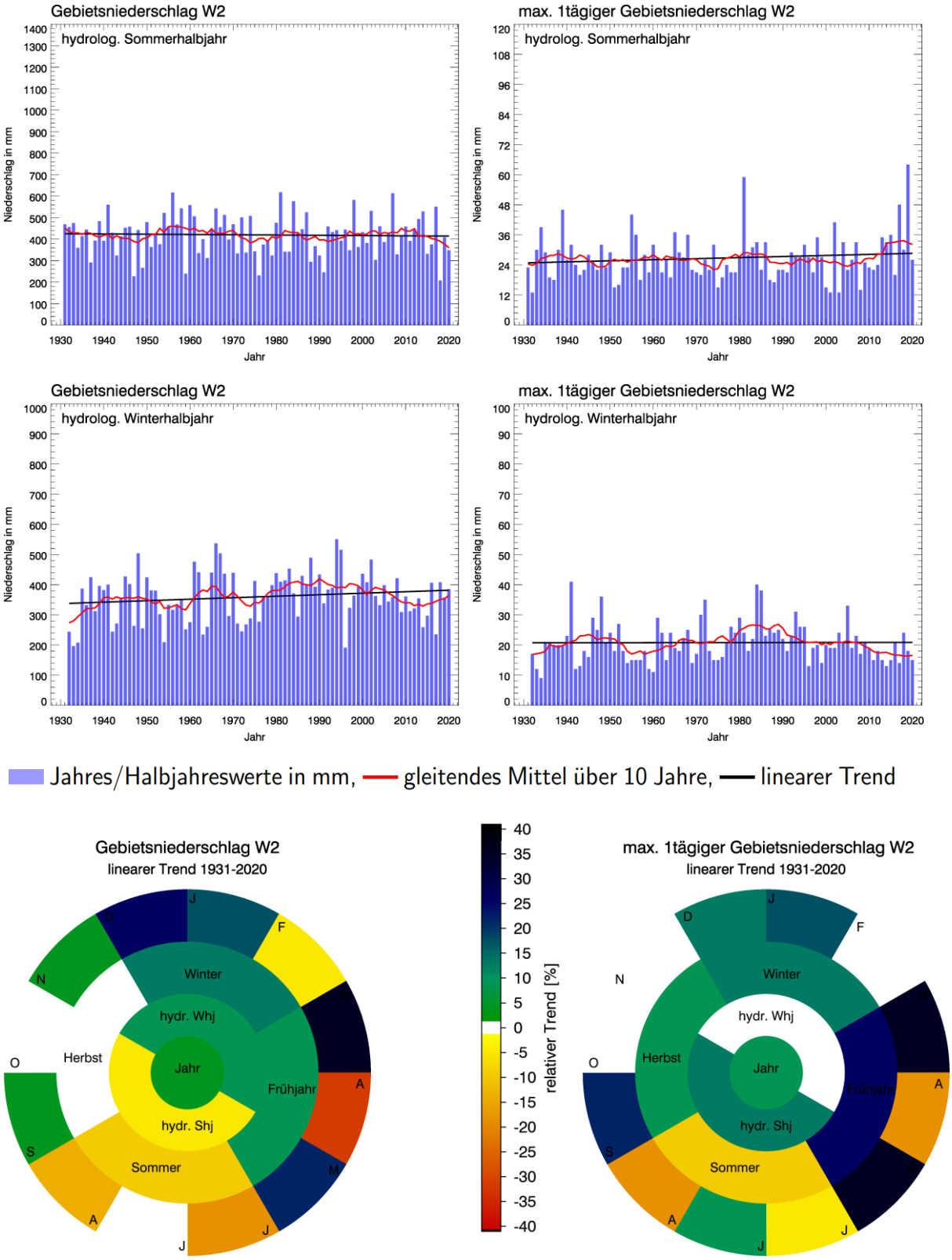
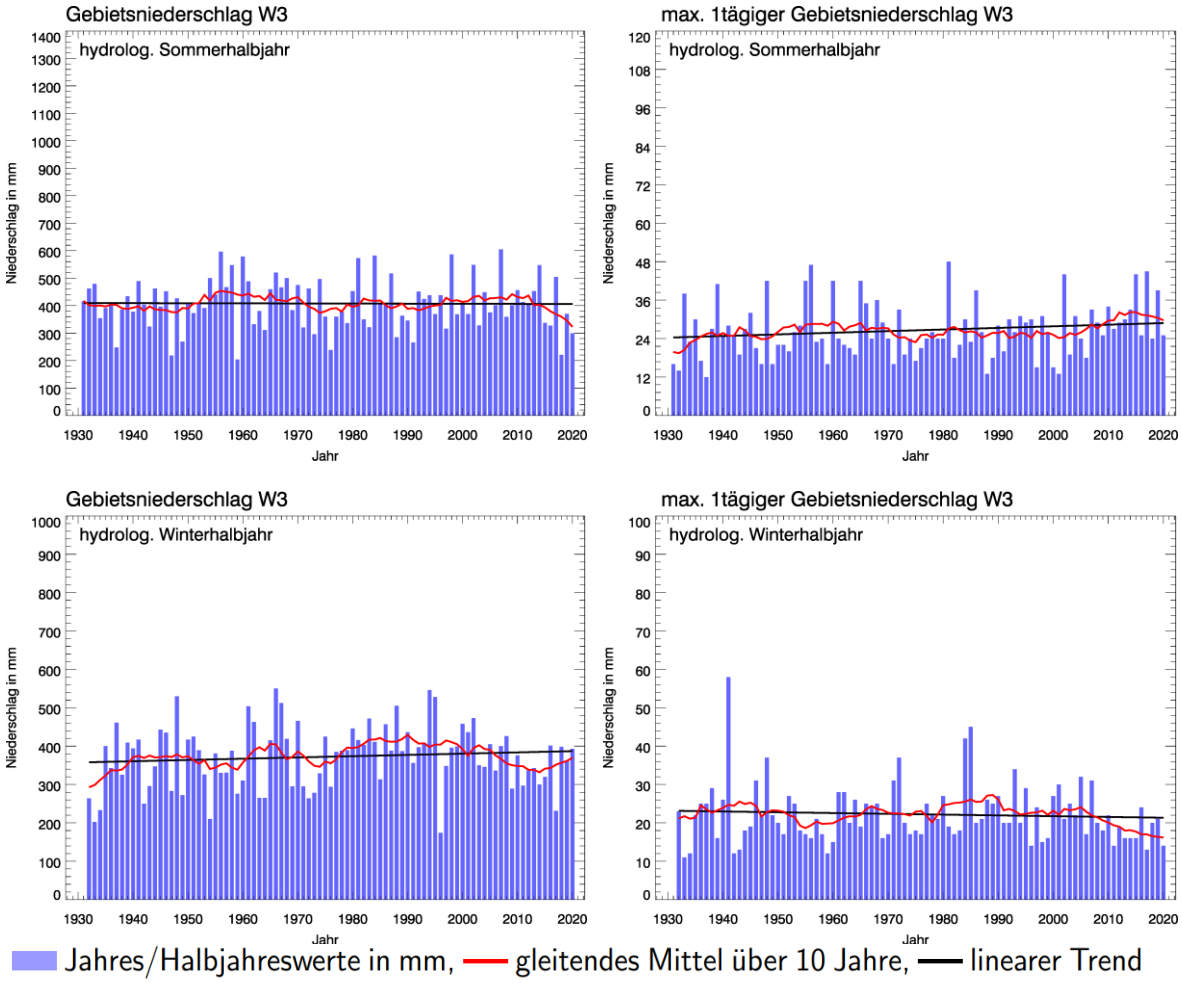


Abb. 57: Auswertungen für das Untersuchungsgebiet W2 (Zeitreihenlänge 1931 bis 2020)
Oben/Mitte: **Zeitreihen und Trends für die Halbjahresmittel des Gebietsniederschlags und des maximal eintägigen Gebietsniederschlags;**
Unten: **Ringdiagramme mit relativen Trendangaben**

KLIWA-Untersuchungsgebiet W3: Eder



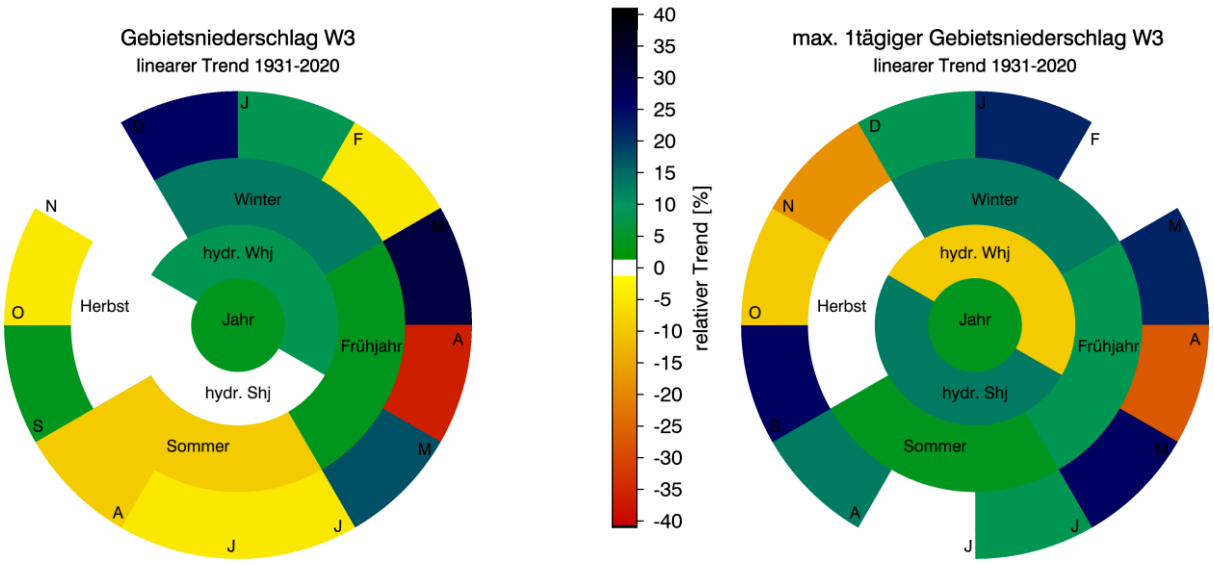
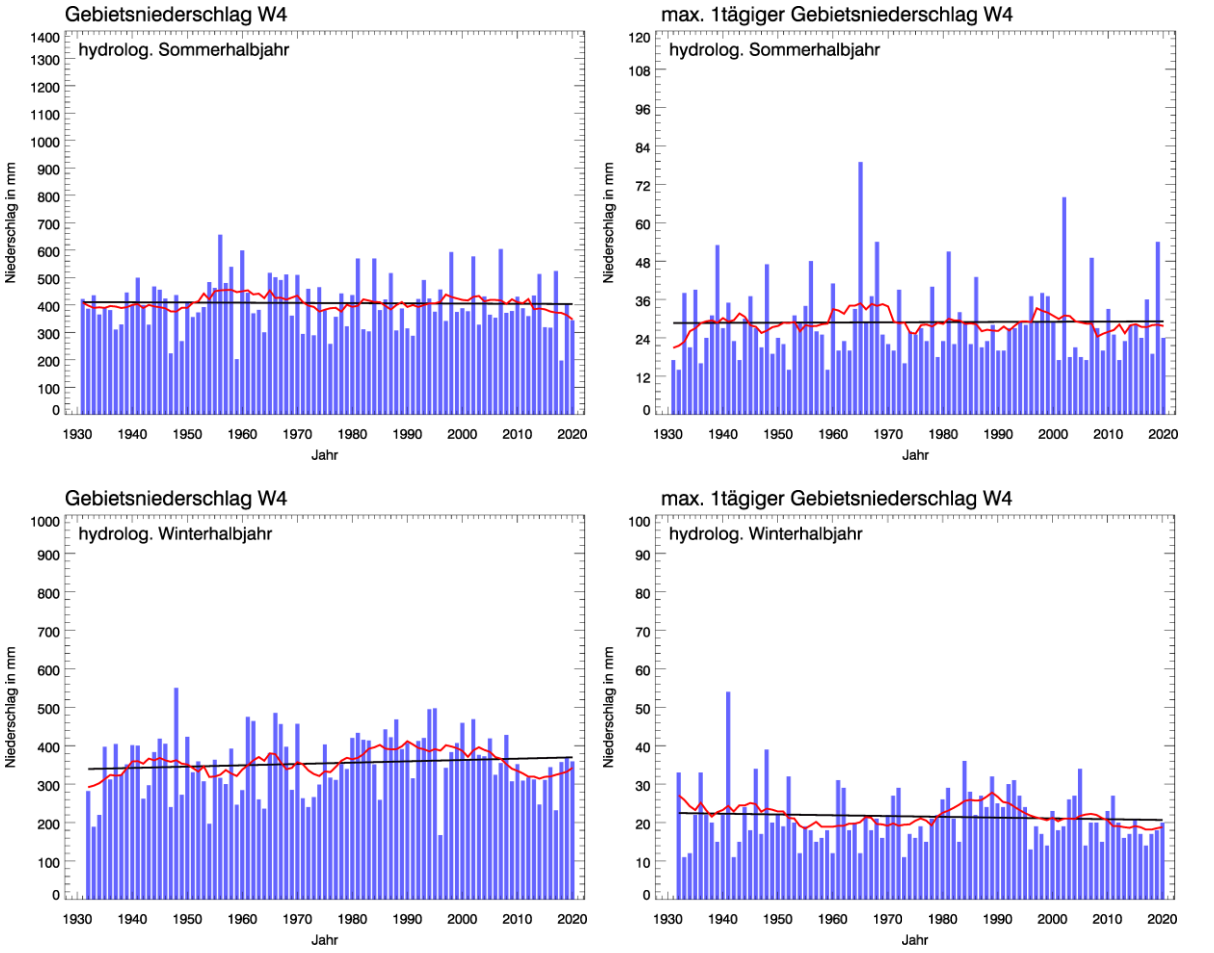


Abb. 58: Auswertungen für das Untersuchungsgebiet W3 (Zeitreihenlänge 1931 bis 2020)
Oben/Mitte: **Zeitreihen und Trends für die Halbjahresmittel des Gebietsniederschlags und des maximal eintägigen Gebietsniederschlags;**
Unten: **Ringdiagramme mit relativen Trendangaben**

KLIWA-Untersuchungsgebiet W4: Diemel



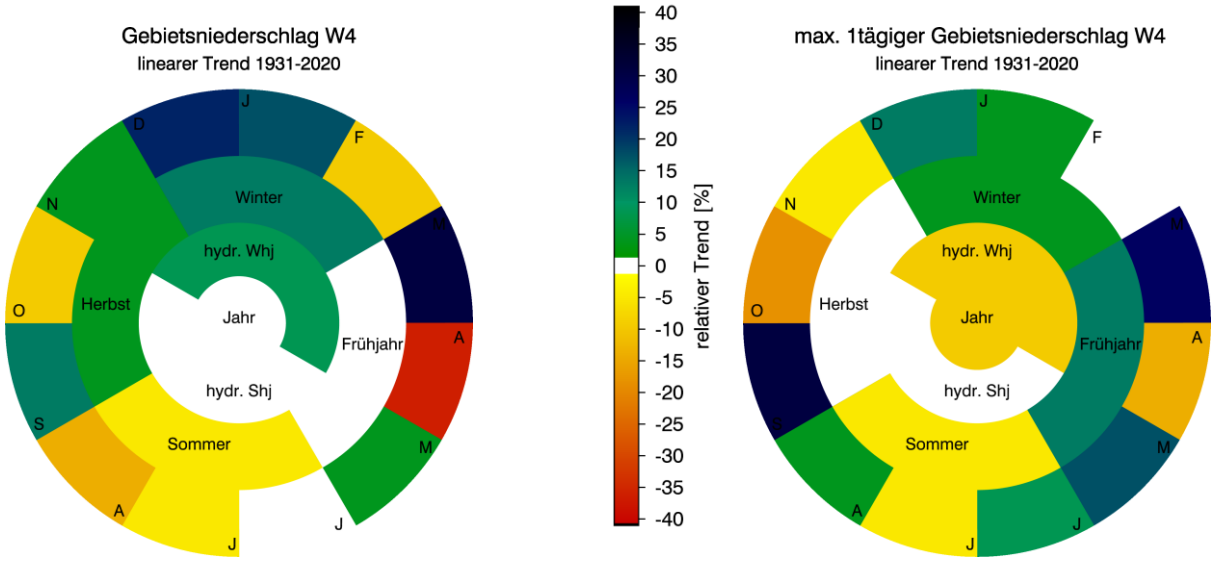


Abb. 59: Auswertungen für das Untersuchungsgebiet W4 (Zeitreihenlänge 1931 bis 2020)
Oben/Mitte: **Zeitreihen und Trends für die Halbjahresmittel des Gebietsniederschlags und des maximal eintägigen Gebietsniederschlags;**
Unten: **Ringdiagramme mit relativen Trendangaben**

7 Literaturverzeichnis

KLIWA Heft 7: Langzeitverhalten des Gebietsniederschlags in Baden-Württemberg und Bayern, 156 S., ISBN 3-937911-19-7, München 2005

KLIWA Heft 8: Langzeitverhalten der Starkniederschläge in Baden-Württemberg und Bayern, 93 S., ISBN 3-88148-412-4, München 2006

KLIWA 2008: Monitoringbericht 2008: Klimawandel in Süddeutschland, Veränderung der Kenngrößen Lufttemperatur, Niederschlag und Hochwasserabfluss – Klimamonitoring im Rahmen des Kooperationsvorhabens KLIWA, 24 S., veröffentlicht auf der Internetseite www.kliwa.de 2008

KLIWA 2011: Monitoringbericht 2011: Klimawandel in Süddeutschland, Veränderungen von meteorologischen und hydrologischen Kenngrößen – Klimamonitoring im Rahmen des Kooperationsvorhabens KLIWA, 40 S., veröffentlicht auf der Internetseite www.kliwa.de 2011

KLIWA 2016: Monitoringbericht 2016: Klimawandel in Süddeutschland, Veränderungen von meteorologischen und hydrologischen Kenngrößen – Klimamonitoring im Rahmen des Kooperationsvorhabens KLIWA, veröffentlicht auf der Internetseite http://www.kliwa.de 2016

KLIWA 2021: Monitoringbericht 2021: Klimawandel in Süddeutschland, Veränderungen von meteorologischen und hydrologischen Kenngrößen – Klimamonitoring im Rahmen des Kooperationsvorhabens KLIWA, veröffentlicht auf der Internetseite http://www.kliwa.de 2021

Rauthe et al. 2013: A Central European precipitation climatology - Part I: Generation and validation of a high-resolution gridded daily data set (HYRAS), 2013, Vol. 22(3), p 235-256, DOI:10.1127/0941-2948/2013/0436.

Herausgeber:
Arbeitskreis KLIWA
- Deutscher Wetterdienst;
- LUBW Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg;
- Landesamt für Umwelt Rheinland-Pfalz;
- Bayerisches Landesamt für Umwelt

Weitere aktuelle Informationen zu diesem Monitoringbericht, weiteren Heften und anderen Projektergebnissen finden Sie auf unserer Internetseite:

http://www.kliwa.de