

Internationale Kommission für die Hydrologie des Rheingebietes

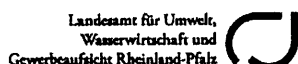
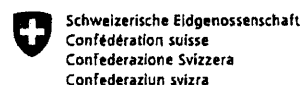
International Commission for the Hydrology of the Rhine Basin

Das Abflussregime des Rheins und seiner Nebenflüsse im 20. Jahrhundert

Analyse, Veränderungen, Trends

Jörg Uwe Belz, Bundesanstalt für Gewässerkunde, Koblenz
Gerhard Brahmer, Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie, Wiesbaden
Hendrik Buiteveld, Rijkswaterstaat – Waterdienst, Lelystad
Heinz Engel, Bundesanstalt für Gewässerkunde, Koblenz
Ralf Grabher, Amt der Vorarlberger Landesregierung, Abt. Wasserwirtschaft, Hydrographischer Dienst, Bregenz
Hanspeter Hodel, Bundesamt für Umwelt, Bern
Peter Krahe, Bundesanstalt für Gewässerkunde, Koblenz
Rita Lammersen, Rijkswaterstaat – Waterdienst, Lelystad
Maria Larina, Bundesanstalt für Gewässerkunde, Koblenz
Hermann-Gregor Mendel, Bundesanstalt für Gewässerkunde, Koblenz
Andreas Meuser, Landesamt für Wasserwirtschaft Rheinland-Pfalz, Mainz
Gabriele Müller, Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Hydrographisches Zentralbüro, Wien
Barbara Plonka, Landesamt für Wasserwirtschaft Rheinland-Pfalz, Mainz
Laurent Pfister, Centre de Recherche Public Gabriel Lippmann, Luxemburg
Wout van Vuuren, Rijkswaterstaat – Waterdienst, Lelystad

Mit einem Beitrag von Regula Frauenfelder-Kääh (Kap. 7)



Inhaltsverzeichnis

	Seite
1 Zusammenfassung	1
2 Grundlegendes zu vorliegendem Projektbericht	5
2.1 Einführung und Zielstellung	5
2.2 Aufbau des Berichts	7
3 Das Rheineinzugsgebiet: Naturräumliche Gliederung und Gewässernetz	9
4 Datenbasis und Untersuchungsmethoden	13
4.1 Regionale Differenzierung der Untersuchung in Teileinzugsgebiete	13
4.2 Datenbasis der Untersuchung	17
4.2.1 Prüfung und Aufbereitung hydrologischer Datenreihen	17
4.2.2 Prüfung und Aufbereitung hydrometeorologischer Datenreihen	19
4.2.3 Datenbank	24
4.3 Datenanalyse	25
4.3.1 Anmerkungen zu Auswahl und Anwendung von statistischen Methoden und Kenngrößen zur Untersuchung von Abflussdaten	25
4.3.1.1 Synthetische Testreihen mit vorgegebenen Inhomogenitäten	25
4.3.1.2 Vergleich nichtparametrischer und parametrischer Testverfahren zur Prüfung der Trendsignifikanz	25
4.3.1.3 Festlegung von Signifikanzniveaus für die Erkennung von Trends bzw. Inhomogenitäten	26
4.3.1.4 Festlegung von Schwellenwerten für die Serienbildung, angewendete Verfahren	27
4.3.2 Angewendete Verfahren	27
5 Grundlegendes zu Wasserkreislauf und Abflussbildung	29
6 Untersuchungsergebnisse zum Klimaverlauf des 20. Jahrhunderts im Rheingebiet	33
6.1 Lufttemperatur und Schneedeckendauer	35
6.2 Gebietsniederschlag	39
6.3 Gras-Referenzverdunstung und Klimatische Wasserbilanz	43
6.4 Änderung der atmosphärischen Zirkulation und ihre Relation zum Niederschlag im Rheingebiet	47
6.4.1 Kenngrößen der atmosphärischen Zirkulation	47
6.4.2 Zusammenhang zwischen Großwetterlage und Niederschlag	48
6.4.3 Zeitlicher Verlauf von Großwetterlage und Niederschlag	51

	Seite
7 Veränderung der Alpengletscher und ihr Einfluss auf den Abfluss im Rhein	55
7.1 Lage und aktuelle Vergletscherung	56
7.2 Verwendete Methoden	59
7.3 Wichtigste Untersuchungsergebnisse	61
7.4 Hydrologische Bedeutung des Gletscherrückgangs	64
8 Charakterisierung des Abflussregimes im Rheingebiet	67
9 Anthropogene Einwirkungen auf das Abflussregime	73
9.1 Wasserbauliche Maßnahmen an Fließgewässern	73
9.2 Speicherseen	77
9.3 Zu- und Ableitungen	78
9.4 Landnutzung	79
10 Die Entwicklung der Abflussverhältnisse des 20. Jahrhunderts im Rheingebiet	83
10.1 Mittlere Abflüsse	102
10.1.1 Veränderungen der mittleren Abflüsse und Gebietsniederschlagssummen im Alpen-, Hoch- und Oberrheingebiet	107
10.1.1.1 Wirkprozesse im Zusammenhang mit Abflussregimeänderungen im südlichen Rheingebiet	111
10.1.1.2 Zusammenspiel der Wirkprozesse	118
10.1.1.3 Besondere Entwicklungen	120
10.1.1.4 Veränderungen der mittleren Abflüsse im Oberrheingebiet	123
10.1.2 Veränderungen der mittleren Abflüsse im Mittel- und Niederrheingebiet	129
10.1.3 Ausmaß der Veränderungen der mittleren Abflüsse im Überblick	136
10.2 Niedrigwasserextreme	137
10.3 Hochwasserextreme	142
11 Ausblick	147
Literatur	149
Begriffe und Abkürzungen	160
Allgemeine Informationen über die KHR	162

	Seite
KHR-Veröffentlichungen	163
Anhang	167
Anhang A1 Angewandte Methoden der Datenanalyse für die Kenngrößen von Niederschlag und Abfluss	169
Anhang A2 Zur Erläuterung der Großwetterlagen nach HESS & BREZOWSKY	179
Anhang A3 Charakterisierung niederschlagsreicher Großwetterlagen (WZ, Ws und TM nach GERSTENGARBE & WERNER, 1999)	181
Anhang A4 Beschreibung der Rheinregime-Datenbank	185
Anhang A5 Ergebniszusammenfassungen für die einzelnen Teileinzugsgebiete der Untersuchung	189

Abbildungsverzeichnis

		Seite
Abb. 2.1	Rheineinzugsgebiet	5
Abb. 3.1	Schematisches Längsprofil des Rheins zwischen Ilanz (CH) und Lobith (NL)	10
Abb. 4.1	Die 38 Teileinzugsgebiete der Studie	15
Abb. 4.2	Repräsentanz der Klimastationen im Rheingebiet in einem Umkreis von ~ 75 km (Einzugsgebiet bis Basel) und 150 km (Einzugsgebiet Basel bis Lobith) sowie Abgrenzungen der 7 Regionen für die Analyse der Gebiets-Mittel hydrometeorologischer Reihen	21
Abb. 5.1	Wasserkreislauf und direkte Einwirkung des Menschen auf den Abflussprozess	30
Abb. 5.2	Schematische Darstellung des Abflussprozesses	30
Abb. 6.1	Monatsmittel mit Standardabweichung (links) und Trend/Rausch-Verhältnis der Monatsmittel (rechts) der Lufttemperatur im Rheingebiet für die Zeitreihe 1901-2000	34
Abb. 6.2	Monatsmittel mit Standardabweichung (links) und Trend/Rausch-Monatssummen (rechts) der Gras-Referenzverdunstung im Rheingebiet für die Zeitreihe 1901-2000	35
Abb. 6.3	Monatsmittel mit Standardabweichung (links) und Trend/Rausch-Verhältnis der Monatssummen (rechts) des Gebietsniederschlages im Rheingebiet für die Zeitreihe 1901-2000	35
Abb. 6.4	Jahreswerte, linearer Trend und vieljähriger Mittelwert der Zeitreihe 1901-2000 der Lufttemperatur (oben) und des Gebietsniederschlages (unten) für das Rheingebiet	37
Abb. 6.5	Jahreswerte, linearer Trend und vieljähriger Mittelwert der Zeitreihe 1901-2000 der Gras-Referenzverdunstung (oben) sowie der Klimatischen Wasserbilanz (unten) im Rheingebiet	38
Abb. 6.6	Standardisierte Dekadenmittel der Lufttemperatur im Rheingebiet für das hydrologische Winter- (oben) und Sommerhalbjahr (unten) für die Zeitreihe 1901-2000	41
Abb. 6.7	Standardisierte Dekadenmittel des Gebietsniederschlages im Rheingebiet für das hydrologische Winter- (oben) und Sommerhalbjahr (unten) für die Zeitreihe 1901-2000	42
Abb. 6.8	Trends und Tendenzen der Halbjahres- und Jahreswerte des Gebietsniederschlages für Teileinzugsgebiete des Rheingebietes für die Zeitreihe 1901-2000 und 1951-2000	43
Abb. 6.9	Standardisierte Dekadenmittel der jährlichen Lufttemperatur im Rheingebiet	45
Abb. 6.10	Standardisierte Dekadenmittel der jährlichen Gebietsniederschlags- und Gras-Referenzverdunstungshöhe sowie der klimatischen Wasserbilanz für das Rheingebiet	45
Abb. 6.11	Gegenüberstellung der standardisierte Dekadenmittel der jährlichen Klimatischen Wasserbilanz für das Rheingebiet und der Abflusshöhe am Pegel Köln	46
Abb. 6.12	Mittlerer täglicher Gebietsniederschlag im hydrologischen Winterhalbjahr für Teileinzugsgebiete des Rheins an Tagen bei denen eine als feucht" eingestufte Großwetterlage vorherrschte (links). Anteil dieses Niederschlages am mittleren Tagesniederschlag des hydrologischen Winterhalbjahres (rechts)	49

		Seite
Abb. 6.13	Mittlerer täglicher Gebietsniederschlag im hydrologischen Sommerhalbjahr für Teileinzugsgebiete des Rheins an Tagen bei denen eine als "feucht" eingestufte Großwetterlage vorherrschte (links). Anteil dieses Niederschlages am mittleren Tagesniederschlag des hydrologischen Sommerhalbjahres (rechts)	49
Abb. 6.14	Mittlerer täglicher Gebietsniederschlag im hydrologischen Winterhalbjahr für Teileinzugsgebiete des Rheins an Tagen bei denen die Großwetterlage "Zyklonal West" vorherrschte (links). Anteil dieses Niederschlages am mittleren Tagesniederschlag des hydrologischen Winterhalbjahres (rechts)	50
Abb. 6.15	Mittlerer täglicher Gebietsniederschlag im hydrologischen Sommerhalbjahr für Teileinzugsgebiete des Rheins an Tagen bei denen die Großwetterlage "Zyklonal West" vorherrschte (links). Anteil dieses Niederschlages am mittleren Tagesniederschlag des hydrologischen Sommerhalbjahres (rechts)	50
Abb. 6.16	Gegenüberstellung der Dekadenwerte der standardisierten Häufigkeiten der Differenz von Tagen der als "feucht" und als "trocken" eingestuften GWL's sowie der GWL "Zyklonal West" zu den Dekadenmitteln der Gebietsniederschlagshöhe für das hydrologische Winterhalbjahr	52
Abb. 6.17	Gegenüberstellung der Dekadenwerte der standardisierten Häufigkeiten der Differenz von Tagen der als "feucht" und als "trocken" eingestuften GWL's sowie der GWL "Hoch Mitteleuropa" zu den Dekadenmitteln der Gebietsniederschlagshöhe für das hydrologische Sommerhalbjahr	52
Abb. 7.1	Hydrologisches Einzugsgebiet des Pegels Ilanz/Vorderrhein	56
Abb. 7.2	Anzahl Gletscher pro Gletschergrößenklasse im Untersuchungsgebiet um 1850 (links) und 2000 (rechts)	58
Abb. 7.3	Flächenanteile der verschiedenen Gletschergrößenklassen an der Gesamtvergletscherung des Untersuchungsgebietes, jeweils in Bezug auf das Jahr 1850 (links), bzw. 2000 (rechts)	58
Abb. 7.4	Gesamtgletscherflächen 1850, 1973 und 2000 sowie Flächenänderungen 1850-1973, 1973-2000 und 1850-2000 im Einzugsgebiet des Pegels Ilanz	61
Abb. 7.5	Gletscherflächen im Untersuchungsgebiet um 1850 (rosa), 1973 (hellgrün) und 2000 (hellblau)	62
Abb. 7.6	Geschätzte Gesamtgletschervolumen 1850, 1973 und 2000 und Volumenänderungen 1850-1973, 1973-2000 und 1850-2000 im Einzugsgebiet des Pegels Ilanz	63
Abb. 7.7	Kumulative Längenänderungen (ab Messbeginn bis 2000) der vier Messnetzgletscher des Schweizerischen Gletschermessnetzes, die innerhalb oder nahe des Untersuchungsgebiets liegen	64
Abb. 8.1	(Vorder-)Rhein am Pegel Ilanz: Abflussregime (Koeff. Nach Pardé), Zeitraum 1951-2000	67
Abb. 8.2	Aare am Pegel Brugg: Abflussregime (Koeff. Nach Pardé), Zeitraum 1951-2000	67
Abb. 8.3	Main am Pegel Würzburg: Abflussregime (Koeff. Nach Pardé), Zeitraum 1951-2000	68
Abb. 8.4	Veränderung des Abflussregimes des (Ober-)Rheins Abflussregime	69

	(Koeff. Nach Pardé), Zeitraum 1951-2000	
Abb. 8.5	Mosel am Pegel Cochem: Abflussregime (Koeff. Nach Pardé), Zeitraum 1951-2000	70
Abb. 8.6	Veränderung des Abflussregimes des Rheins unterhalb der Mosel-Einmündung (Koeff. Nach Pardé), Zeitraum 1951-2000	70
Abb. 8.7	Sieg am Pegel Siegburg-Kaldauen: Abflussregime (Koeff. Nach Pardé), Zeitraum 1951-2000	71
Abb. 9.1	Schematische Darstellung der den Abfluss bzw. den Wasserkreislauf beeinflussenden anthropogenen Maßnahmen	74
Abb. 10.1a	Synoptisches Piktogramm der Trendentwicklung von SumhN und MQ im Rheingebiet, Zeitraum 1901-2000	84
Abb. 10.1b	Synoptisches Piktogramm der Trendentwicklung von SumhN und MQ im Rheingebiet, Zeitraum 1951-2000	85
Abb. 10.1c	Synoptisches Piktogramm der Trendentwicklung von NM7Q und NM21Q im Rheingebiet, Zeitraum 1901-2000	86
Abb. 10.1d	Synoptisches Piktogramm der Trendentwicklung von NM7Q und NM21Q im Rheingebiet, Zeitraum 1951-2000	87
Abb. 10.1e	Synoptisches Piktogramm der Trendentwicklung von HQ im Rheingebiet, Zeitraum 1901-2000	88
Abb. 10.1f	Synoptisches Piktogramm der Trendentwicklung von HQ im Rheingebiet, Zeitraum 1951-2000	89
Abb. 10.1g	Synoptisches Piktogramm der Bruchpunkte in den Jahres-Zeitreihen von SumhN und MQ im Rheingebiet, Zeitraum 1901-2000	90
Abb. 10.1h	Synoptisches Piktogramm der Bruchpunkte in den Winter-Halbjahreszeitreihen von SumhN und MQ im Rheingebiet, Zeitraum 1901-2000	91
Abb. 10.1i	Synoptisches Piktogramm der Bruchpunkte in den Sommer-Halbjahreszeitreihen von SumhN und MQ im Rheingebiet, Zeitraum 1901-2000	92
Abb. 10.1j	Synoptisches Piktogramm der Bruchpunkte in den Jahres-Zeitreihen von SumhN und MQ im Rheingebiet, Zeitraum 1951-2000	93
Abb. 10.1k	Synoptisches Piktogramm der Bruchpunkte in den Winter-Halbjahreszeitreihen von SumhN und MQ im Rheingebiet, Zeitraum 1951-2000	94
Abb. 10.1l	Synoptisches Piktogramm der Bruchpunkte in den Sommer-Halbjahreszeitreihen von SumhN und MQ im Rheingebiet, Zeitraum 1951-2000	95
Abb. 10.1m	Synoptisches Piktogramm der Bruchpunkte in den Jahres-Serien von HQ und NM7Q im Rheingebiet, Zeitraum 1901-2000	96
Abb. 10.1n	Synoptisches Piktogramm der Bruchpunkte in den Winter-Halbjahresserien von HQ und NM7Q im Rheingebiet, Zeitraum 1901-2000	97
Abb. 10.1o	Synoptisches Piktogramm der Bruchpunkte in den Sommer-Halbjahresserien von HQ und NM7Q im Rheingebiet, Zeitraum 1901-2000	98
Abb. 10.1p	Synoptisches Piktogramm der Bruchpunkte in den Jahres-Serien von HQ und NM7Q im Rheingebiet, Zeitraum 1951-2000	99
Abb. 10.1q	Synoptisches Piktogramm der Bruchpunkte in den Winter-Halbjahresserien von HQ und NM7Q im Rheingebiet, Zeitraum 1951-2000	100

		Seite
Abb. 10.1r	Synoptisches Piktogramm der Bruchpunkte in den Sommer-Halbjahresserien von HQ und NM7Q im Rheingebiet, Zeitraum 1951-2000	101
Abb. 10.2a+b	Veränderungen des Abflussregimes an Pegeln entlang des Rheins: Differenzen der monatlichen Pardé-Koeffizienten des Zeitraumes 1976-2000 zu denjenigen der Periode 1901-1925	103
Abb. 10.3	Pegel Basel/Rhein: Mittlere Abflüsse unter Bezug auf Gesamtjahr (oben), (Mitte) Winter- und (unten) Sommerhalbjahr, Periode 1901-2000	107
Abb. 10.4	Rheingebiet bis Basel: Entwicklung der Gebietsniederschlagssummen mit Bezug auf Gesamtjahr (oben), (Mitte) Winter- und (unten) Sommerhalbjahr, Periode 1901-2000	108
Abb. 10.5	Pegel Basel / Rhein: Entwicklung des Abflussregimes (PARDÉ) im 20. Jahrhundert anhand des Jahresgangs der mMQ	110
Abb. 10.6	Teileinzugsgebiet Basel / Rhein: Entwicklung des Jahresgangs der Gebietsniederschlags-Monatssummen (standardisiert nach PARDÉ) im 20. Jahrhundert	110
Abb. 10.7	Hoch- und Alpenrheingebiet: Trendentwicklung der Variabilität von Niederschlag und Abfluss unterschiedlicher Untersuchungsperioden im 20. Jahrhundert	111
Abb. 10.8	Rhein am Pegel Diepoldsau: Tages- und Monatsgang des Abflusses in den Vergleichsjahren 1920 (ohne...) und 1995 (...mit Speicherbewirtschaftung)	114
Abb. 10.9	Entwicklung der Wasserbilanz im Teileinzugsgebiet bis Basel im 20. Jahrhundert	116
Abb. 10.10	Gegenüberstellung der Ergebnisse der Trendanalyse zu mittleren Abflüssen (MQ) und Gebietsniederschlagssummen (SumhN) der Stationen bzw. Teileinzugsgebiete an Alpen-, Hoch- und Oberrhein (unterschiedliche Bezugszeiträume)	119
Abb. 10.11	Ergebnisse der Trendanalyse bezüglich der Veränderung der mittleren Abflüsse, der Gebietsniederschläge und deren Variabilität im Einzugsgebiet der Reuss	121
Abb. 10.12	Pegel Worms / Rhein: Veränderung des Abflussregimes im 20. Jahrhundert	125
Abb. 10.13	Trend und Trendelimination für MQs-Reihe des Neckar am Pegel Rockenau vor dem Hintergrund der bestehenden Trinkwasserüberleitung, Zeitraum 1951-2000	127
Abb. 10.14	Pegel Würzburg / Main: Veränderung des Abflussregimes im 20. Jahrhundert	128
Abb. 10.15	Pegel Pettstadt / Regnitz: Veränderung des Abflussregimes im Zeitraum 1951-2000	129
Abb. 10.16	Pegel Kaub / Rhein: Mittlere Abflüsse unter Bezug auf Gesamtjahr (oben), (Mitte) Winter- und (unten) Sommerhalbjahr, Periode 1901-2000	130
Abb. 10.17	Pegel Kaub / Rhein: Veränderung des Abflussregimes im 20. Jahrhundert	131
Abb. 10.18	Teileinzugsgebiet Kaub / Rhein: Entwicklung des Jahresganges der Gebietsniederschlags-Monatssummen (standardisiert nach PARDÉ) im 20. Jahrhundert	131
Abb. 10.19	Änderung der innerjährlichen Amplitude der monatlichen Abfluss-	132

	koeffizienten im Stromverlauf des Rheins im Vergleich der Perioden 1901-1925 und 1976-2000	
Abb. 10.20	Oberrhein- bis Niederrheingebiet: Trendentwicklung der Variabilität von Niederschlag und Abfluss im 20. Jahrhundert	133
Abb. 10.21	Pegel Rees / Rhein: Veränderung des Abflussregimes im 20. Jahrhundert	134
Abb. 10.22	Trends und Tendenzen bei mittleren Abflüssen und Gebietsniederschlagssummen im Mittel- und Niederrheingebiet, Zeitraum 1951-2000	135
Abb. 10.23	Pegel Cochem / Mosel: Veränderung des Abflussregimes im 20. Jahrhundert	136
Abb. 10.24	Charakteristische Abflussregimetypen im Rheingebiet, Bezugsperiode 1951-2000	138
Abb. 10.25	Pegel Untersiggenthal / Aare: NM7Q-Exremabflüsse unter Bezug auf (oben) Winter- und (unten) Sommerhalbjahr, Periode 1905-2000	139
Abb. 10.26	Trend und Trendumkehr für die sommerhalbjährlichen NM7Q- Reihe des Neckar am Pegel Lauffen vor dem Hintergrund der bestehenden Trinkwasserüberleitung, Zeitraum 1951-2000	140
Abb. 10.27	HQ-Scheitel am Pegel Rees/Rhein: 9-jähriges gleitendes Mittel und Trend der Winterhalbjahresserie im 20. Jahrhundert	142
Abb. 10.28	HQ-Scheitel am Pegel Maxau/Rhein: 9-jähriges gleitendes Mittel und Trend der Jahres-, Winter- und Sommerhalbjahresserien im 20. Jahrhundert	143
Abb. 10.29	Ergebnisse der Trendanalyse für HQ-Scheitel, Gebietsniederschlags-Summen (SumhN) und höchste Monatsniederschläge eines Bezugszeitraums (hNmax) im Rheingebiet im 20. Jahrhundert	144

Tabellenverzeichnis

		Seite
Tab. 4.1	Berücksichtigte Pegel und ihre zeitliche Datenverfügbarkeit	16
Tab. 4.2	Beispiele der Änderung statistischer Analyseergebnisse nach Korrektur der Pegel-Datenreihen aufgrund der Konsistenzprüfung	18
Tab. 4.3	Zuordnung der Fluss- und Teileinzugsgebiete zu den 7 Teilregionen	19
Tab. 4.4	Stationen mit langen Reihen der Lufttemperatur und Sonnenscheindauer im Rheingebiet sowie Zuordnung der Stationen zu den 7 untersuchten Teilregionen	22
Tab. 4.5	Verfügbare Rasterdatensätze des Niederschlages zur Abteilung von Gebietsmittelreihen im Rheingebiet	23
Tab. 6.1	Vieljährige Jahresmittel und –summen sowie Variationskoeffizienten der Lufttemperatur (T), der Gras-Referenzverdunstung (Etr), der Verdunstung (E), der Niederschlagshöhe (SumhN), der klimatischen Wasserbilanz (KWB) und der Abflusshöhe (Ah) für 7 Regionen im Rheingebiet für die Zeitreihe 1901-2000	34
Tab. 7.1	Erfasste Gletscheranzahl im Teileinzugsgebiet Ilanz, sowie Maximal- und Minimalwert zu den drei Beobachtungszeitpunkten 1850, 1973 und 200	57
Tab. 7.2	Größter und kleinster inventarisierter Gletscher im Teileinzugsgebiet Ilanz zu den drei Beobachtungszeitpunkten 1850, 1973 und 2000	57
Tab. 9.1	Übersicht der Retentionsmaßnahmen / wasserstandssenkenden Maßnahmen am Rhein	76
Tab. 9.2	Speicherseen im Einzugsgebiet des Rheins	78
Tab 10.1	Bestimmtheitsmaße (R^2) für die Abhängigkeit des mittleren Jahresabflusses (MQ) von der jeweiligen Gebietsniederschlagssumme (SumhN) und ihre Veränderung im 20. Jahrhundert in den 38 Teileinzugsgebieten	106
Tab. 10.2	Entwicklung der Wasserbilanz im Teileinzugsgebiet bis Basel im 20. Jahrhundert einschließlich der jeweiligen Differenzen zur Referenzperiode	116
Tab. 10.3	Ableitungen aus dem Einzugsgebiet der Reuss vor dem Pegel Andermatt	121
Tab. 10.4	Ableitungen aus dem Einzugsgebiet der Reuss bis zum Pegel Seedorf	122
Tab. 10.5	Wasserrückhalt infolge Speicherbetrieb im Einzugsgebiet der Reuss am Pegel Seedorf	122
Tab. 10.6	Trendauswertung: Veränderung der mittleren Abflüsse an Pegeln des Rheins und seiner Nebenflüsse zwischen Maxau und Kaub, relativ (in Prozent) und in absoluten Zahlen mit Bezug auf den 50jährigen Zeitraum 1951-2000	124
Tab. 10.7	Trendauswertung: Veränderung der mittleren Abflüsse an Pegeln des Rheins und seiner Nebenflüsse, relativ (in Prozent) und in absoluten Zahlen mit Bezug auf den 100jährigen Zeitraum 1901-2000	137
Tab. 10.8	Saisonalitätsindex nach BURN / Wahrscheinlichste NM7Q-Eintrittstermine	141
Tab. 10.9	Saisonalitätsindex nach BURN / Wahrscheinlichste HQ-Eintrittstermine	145