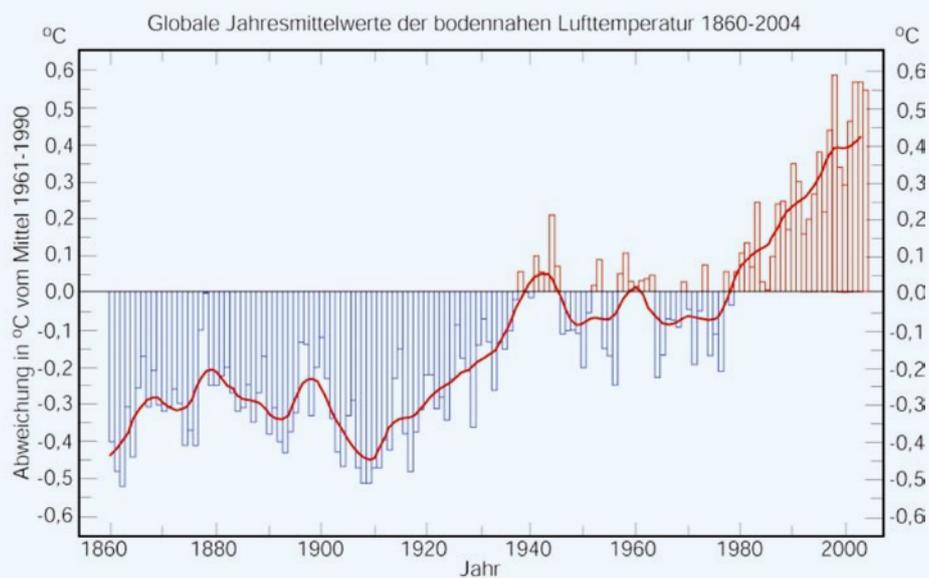




Wasserwirtschaft

Analyse der langjährigen Abflussverhältnisse im Hochwasserbereich vor dem Hintergrund eines Klimawandels



07/2005



Analyse der langjährigen Abflussverhältnisse im Hochwasserbereich vor dem Hintergrund eines Klimawandels

Bearbeitung

Dipl.-Hydrologin Yvonne Henrichs

RD Dr. Andreas Meuser

LBD Dr.-Ing. Dieter Prellberg

Impressum

Herausgeber: Landesamt für Umwelt, Wasserwirtschaft
und Gewerbeaufsicht Rheinland-Pfalz
Amtsgerichtsplatz 1
55276 Oppenheim

Titelbild: Quelle: <http://www.hamburger-bildungsserver.de/welcome.phtml?unten=/klima/klimawandel/klimaaenderung/temp20jh.html>)

Herstellung: LUWG

Auflage: 100 Exemplare

© September 2005

Nachdruck und Wiedergabe nur mit Genehmigung des Herausgebers

Inhalt

1	Einführung	1
2	Datengrundlage und Analyseverfahren	2
3	Lastfall Klimaänderung	5
4	Ergebnisse der Trendanalyse	6
5	Zusammenfassung	27

1 Einführung

Für die nächsten 100 Jahre wird weltweit eine Erwärmung prognostiziert (Klimawandel). Bei zunehmender Erwärmung der Erdoberfläche ist auch mit einer Intensivierung des Wasserkreislaufs zu rechnen.

Die bisher aus globalen Klimamodellen vorliegenden Aussagen beziehen sich auf großräumige Bereiche. Angaben über Änderungen der Klimagrößen und des Wasserhaushaltes im regionalen Bereich können daraus nicht abgeleitet werden bzw. liegen noch nicht vor. Solche Erkenntnisse sind für eine zukunftsorientierte, nachhaltige Wasserwirtschaft aber notwendig.

Allgemein wird darauf hingewiesen, dass - für den Bereich der Wasserwirtschaft relevant - der Klimawandel in unseren Breiten zu höheren Niederschlägen im Winterhalbjahr und geringeren Niederschlägen im Sommerhalbjahr führen wird. Untersuchungen der Temperaturverhältnisse belegen bereits einen Trend zu höheren Temperaturen. Auch für das Niederschlagsverhalten wird aus Deutschland weiten Untersuchungen abgeleitet, dass sich die Niederschläge in den letzten 100 Jahren erhöht haben. Diese Erhöhung gilt insbesondere für das Winterhalbjahr und für die letzten 30 Jahre.

Da Änderungen der Niederschläge eine direkte Auswirkung auf den Abfluss haben können, wurden alle langjährig beobachteten Pegel in Rheinland-Pfalz einer Analyse unterzogen, wie weit Änderungen der Abflussverhältnisse im Hochwasserbereich vorliegen, die mit dem Klimawandel in Zusammenhang gebracht werden könnten.

Eine entsprechende Untersuchung der Niederschläge kann auf Grund der geringeren Beobachtungsdauer des Messnetzes in Rheinland-Pfalz nicht durchgeführt werden. Die der Wasser- und Schifffahrtsverwaltung unterstehenden Pegel an Rhein, Mosel, Saar und Lahn werden z. Zt. im Rahmen des Projektes „Änderung im Abflussregime des Rheins“ durch die KHR untersucht.

2 Datengrundlage und Analyseverfahren

Um Änderungen der Abflussverhältnisse flächenhaft detektieren zu können, bedarf es langjähriger Beobachtungsdaten von Pegeln, die über den gesamten Bereich von Rheinland-Pfalz verteilt sind. Es wurden daher alle Pegel herangezogen, deren Beobachtungsdauer bei etwa 50 Jahren liegt; die längste Beobachtungsdauer beträgt 68 Jahre (Pegel Oberstein/Nahe), die kürzeste 43 Jahre (Pegel Contwig/Schwarzbach und Salmbacher Passage, Wieslauter). Für 35 verwendete Pegel liegt die mittlere Beobachtungsdauer bei 49 Jahren (Abbildung 1, Tabelle 1).

Ausgangsbasis für alle Analysen sind an jedem Pegel die Jahreshöchstwerte der Abflüsse über den gesamten Beobachtungszeitraum. Da sich das Niederschlagsverhalten insbesondere im letzten Vierteljahrhundert geändert hat, werden diese Jahresreihen zusätzlich in Teilreihen bis 1977 und ab 1978 gesplittet. Für die Teilreihe ab 1978 werden weiterhin die Höchstwerte der Sommer- und Winterhalbjahre getrennt einer Analyse unterzogen.

Es wird untersucht, ob sich unter einem Lastfall Klimaveränderung die für alle Pegel nach heutigem Stand ermittelten Wiederholungszeitspannen der Hochwasserabflüsse ändern werden.

Ein erster Schritt in der Analyse der Daten hinsichtlich eines Trendverhaltens ist eine grafische Darstellung der Zeitreihen der Jahreshöchstwerte. Diese Darstellung gibt bereits optisch einen Eindruck, wieweit über die gesamte Zeitreihe oder über Teilbereiche ein aufwärts oder abwärts gerichteter Trend vorliegt (Abbildung 2: Beispiel Pegel Grolsheim).

Im nächsten Schritt werden alle Zeitreihen und deren Teilzeitreihen einer linearen Trendanalyse unterzogen und der Trend wird hinsichtlich seiner Signifikanz bewertet. Eine vergleichende Betrachtung von Gesamtreihen und Teilreihen kann Aufschluss geben, ob Änderungen nur in bestimmten Zeiträumen – Klimagrößen haben sich verstärkt in den letzten 30 Jahren geändert – oder jahreszeitlich zu beobachten sind.

Neben einem möglichen Trend kann sich über einen längeren Zeitraum auch die Häufigkeit von Hochwasserereignissen geändert haben. Daher wird die Häufigkeit von Hochwasserereignissen über den mittleren jährlichen Hochwasserabfluss (MHQ) in der Zeitreihe bis 1977 denen der Zeitreihe ab 1978 gegenübergestellt und es wird untersucht, ob sich die Größenordnung von MHQ geändert hat.

Untersuchungen zum linearen Trendverhalten der Hochwasserabflüsse rheinland-pfälzischer Pegel

- Pegelübersicht -

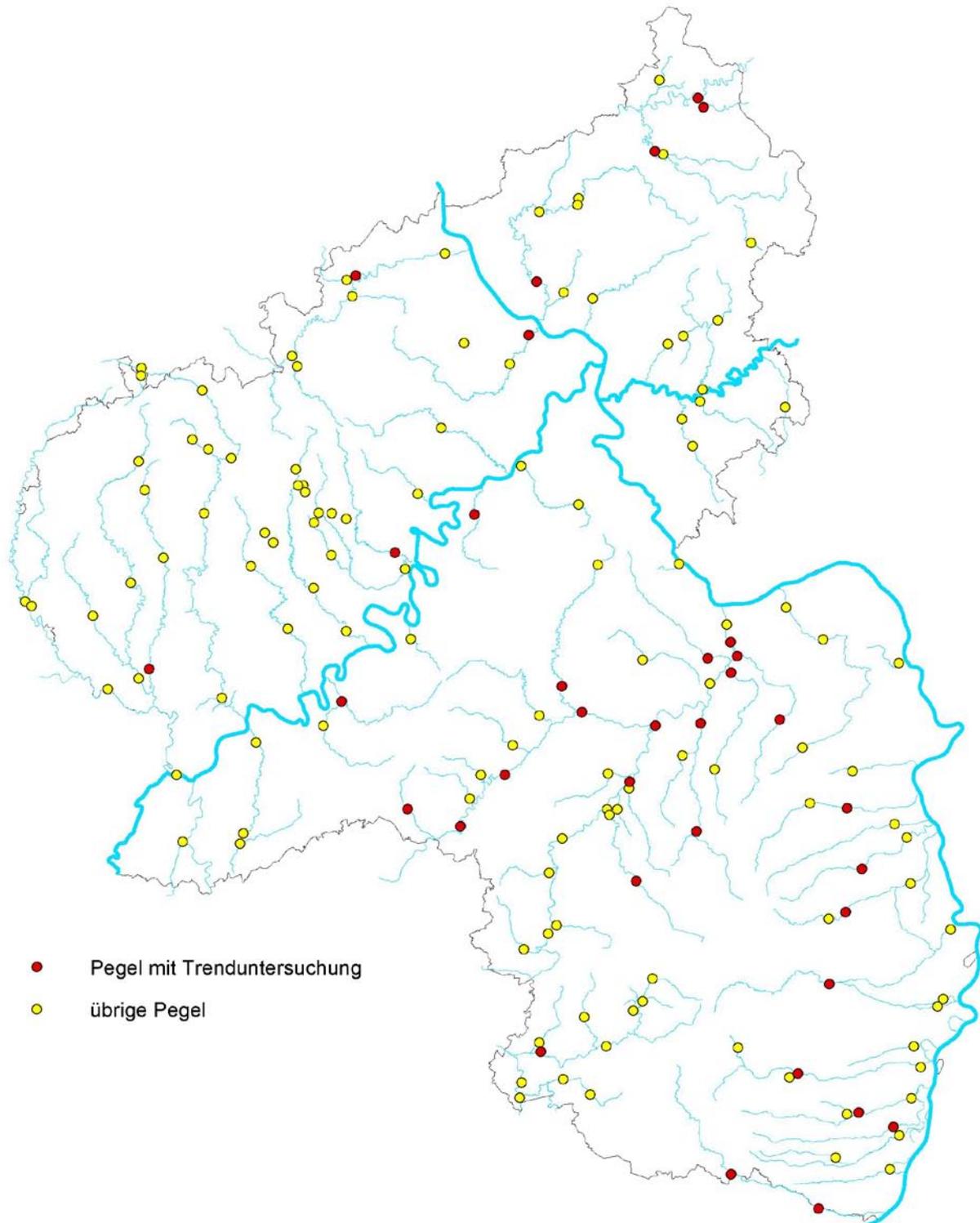


Abbildung 1

Tabelle 1

Analyse der langjährigen Abflussverhältnisse im Hochwasserbereich
Übersicht der in die Analyse einbezogenen Pegel

Pegel	Gewässer	Gesamtreihe	Anz. Jahre
Flussgebiet Nahe			
Hauptfluss			
Heimbach	Nahe	1958-2004	47
Oberstein	Nahe	1937-2004	68
Martinstein	Nahe	1955-2004	50
Boos	Nahe	1952-2004	53
Grosheim	Nahe	1954-2004	51
Zuflüsse			
Abentheuer	Traunbach	1961-2004	44
Kellenbach	Simmerbach	1959-2004	45
Odenbach	Glan	1956-2003	48
Untersulzbach	Lauter	1959-2003	45
Imweiler	Alsenz	1958-2004	47
Altenbamberg	Alsenz	1956-2004	48
Planig (Bosenheim)	Appelbach	1956-2003	48
Heddesheim	Guldenbach	1956-2003	47
Uffhofen	Wiesbach	1957-2003	47
Gensingen	Wiesbach	1956-2003	48
Flussgebiet Sieg			
Hauptfluss			
Betzdorf	Sieg	1952-2004	53
Zuflüsse			
Alsdorf	Heller	1956-2004	49
Heimborn	Nister	1956-2004	49
Flussgebiet Wied			
Friedrichsthal	Wied	1937-2004	67
Flussgebiet Ahr und Nette			
Altenahr	Ahr	1946-2004	59
Nettegut	Nette	1954-2003	50
Flussgebiet linksseitige Moselzuflüsse			
Alsdorf-Oberecken	Nims	1957-2004	48
Peltzerhaus	Uessbach	1956-2003	48
Flussgebiet rechtsseitige Moselzuflüsse und Schwarzbach			
Papiermühle	Dhron	1957-2003	47
Kloster Engelport	Flaumbach	1956-2003	48
Contwig	Schwarzbach	1961-2003	43
Flussgebiet Rheinzufüsse			
Bobenthal	Wieslauter	1956-2003	48
Salmbacher Passage	Wieslauter	1961-2003	43
Rheinzabern	Erlenbach	1958-2003	46
Herxheim	Klingbach	1960-2003	44
Siebeldingen	Queich	1957-2003	47
Neustadt	Speyerbach	1946-2003	58
Bad Dürkheim	Isenach	1958-2003	46
Großkarlbach	Eckbach	1958-2003	46
Monsheim	Pfimm	1957-2003	46

3 Lastfall Klimaänderung

Wenn der Klimawandel zu erhöhten Niederschlägen im Winterhalbjahr führt, sind künftig höhere Abflüsse auch im Extrembereich nicht auszuschließen. Um mögliche künftige Abflussverschärfungen zu quantifizieren, wurden in Baden-Württemberg und Bayern im Rahmen des Projektes KLIWA mit Wasserhaushaltsmodellen auf der Basis von meteorologischen Zukunftsszenarien Abflusssimulationen für die Zeit bis zum Jahr 2050 durchgeführt. Die als Input erforderlichen regionalen Klimaszenarien wurden aus einem globalen Klimaszenario für Süddeutschland abgeleitet. Auf Grund der noch sehr unsicheren regionalen Klimamodelle können auf diese Weise allerdings nur großflächige Niederschlagsfelder erzeugt werden.

Die in den so erzeugten Abflussszenarien enthaltenen Hochwasserereignisse wurden statistisch analysiert mit dem Ergebnis einer vermutlichen Zunahme extremer Abflüsse zwischen 10 und 20 % bis zum Jahr 2050. Auf Grund dieser Ergebnisse wurde für den Bereich von Bayern ein pauschaler Zuschlag auf die statistisch ermittelten Grundlagen für die Festlegung der Bemessungsabflüsse eingeführt. Dieser Klimaänderungsfaktor beträgt einheitlich im gesamten Land 15 % für Abflüsse bis HQ100 (ermittelt auf Basis aktueller Hochwasserstatistik). Für HQ200 ist der Faktor auf 7,5 % festgelegt, bei höheren Jährlichkeiten (HQ500 und mehr) wird auf einen Zuschlag verzichtet.

In Baden-Württemberg wird kein einheitlicher flächiger Klimaänderungsfaktor verwendet. Vielmehr wurden dort regional unterschiedliche Bereiche festgelegt, innerhalb deren einheitliche, nach der Jährlichkeit gestaffelte Faktoren gelten. In beiden Ländern sind die Klimaänderungsfaktoren bei der Planung neuer Anlagen, sowie bei Sanierungen, Umplanungen und konzeptionellen Änderungen bestehender Anlagen zu berücksichtigen. Sie führen nicht automatisch zu einer Anpassung in der Vergangenheit festgelegter Bemessungswerte. Ein Klimaänderungszuschlag wird auch nicht als Vorsorgewert bei der Ermittlung von Überschwemmungsgebieten berücksichtigt. Hier werden die Verhältnisse zu Grunde gelegt, wie sie derzeit tatsächlich auftreten.

Für Rheinland-Pfalz konnten entsprechende Untersuchungen noch nicht durchgeführt werden, da erforderliche Klimaszenarien für diesen Bereich nicht vorliegen. Daher wurde untersucht, wie sich die Wiederholungszeitspanne extremer Abflüsse in Rheinland-Pfalz verändern würde, wenn die nach heutigem Stand statistisch ermittelten Werte um 15 % erhöht würden. Eine Erhöhung statistisch ermittelter Werte um 15 % bedeutet, dass jeder Einzelwert der zu Grunde liegenden Datenreihe um 15 % erhöht wird. Die Verteilungsfunktion der ursprünglichen Messwerte wird um dieses Maß parallel verschoben und es kann so eine Beziehung der neuen Wiederholungszeitspanne zur ursprünglichen hergestellt werden. Für die untersuchten Pegel in Rheinland-Pfalz zeigt sich dabei – bis auf ganz wenige Ausnahmen, die in der Besonderheit (Form) der Verteilungsfunktion liegen, ein einheitliches Bild: eine Erhöhung der Abflüsse in Folge der Klimaänderung um 15 % würde die auf das Jahr 2050 bezogenen Wiederholungszeitspannen gegenüber den heutigen halbieren. Ein aktuell 100jähriger Abfluss würde im Jahr 2050 nur noch 50 jährlich sein, ein heute 50jähriger Abfluss dann nur noch 25jährlich und ein heute 20jähriger Abfluss würde dann 10jährlich auftreten.

Nach den bisher vorliegenden Szenarienabschätzungen würde sich eine Abflussverschärfung allerdings nicht gleichmäßig über den gesamten Bereich extremer Ereignisse erstrecken. Vielmehr würden die kleineren Ereignisse stärker und die größeren weniger stark betroffen sein. Dies würde dazu führen, dass die Verteilungsfunktion im künftigen Zustand gegenüber der aktuellen nicht parallel verschoben ist, sondern auf einem höheren Niveau einen insgesamt flacheren Verlauf aufweist. Damit würden die Differenzen zwischen künftigen und den heutigen Wiederholungszeitspannen geringer ausfallen als hier rechnerisch ermittelt.

4 Ergebnisse der Trendanalyse

Ob die bereits bestätigte Zunahme der Niederschläge in den letzten Jahren, insbesondere im Winterhalbjahr der letzten 30 Jahre, zu einer signifikanten Änderung der Abflussverhältnisse im Hochwasserbereich geführt hat, ist durch Trendanalysen der aktuell vorliegenden Daten zu ermitteln.

4.1 Grafische Darstellung

Die Grafik der Zeitreihen gibt nur einen subjektiven Eindruck über das Trendverhalten der Zeitreihen. Sie lässt aber erkennen, dass weniger ein durchgehender Trend vorliegt als vielmehr häufig eine sprunghafte Änderung der Hochwasserabflussverhältnisse Ende der siebziger Jahre. Diese sprunghafte Änderung bedeutet, dass die Hochwasserabflüsse in der Zeit bis zum Ende der siebziger Jahre im Mittel niedriger liegen als in der Zeit danach. Dies steht im Einklang zum nachweislich höheren Niveau der Niederschläge etwa ab Ende der siebziger Jahre bzw. auch zum generellen Zyklus von Trocken- und Nassjahren. Die Sprung-Erscheinung führt für die Trendanalysen im Folgenden zur Aufteilung der Teilreihen bis 1977 und ab 1978. In Abbildung 2 (siehe Abschnitt 2) ist beispielhaft erkennbar, dass die Zeitreihe der Jahreshöchstabflüsse etwa ab 1980 ein höheres Niveau einnimmt.

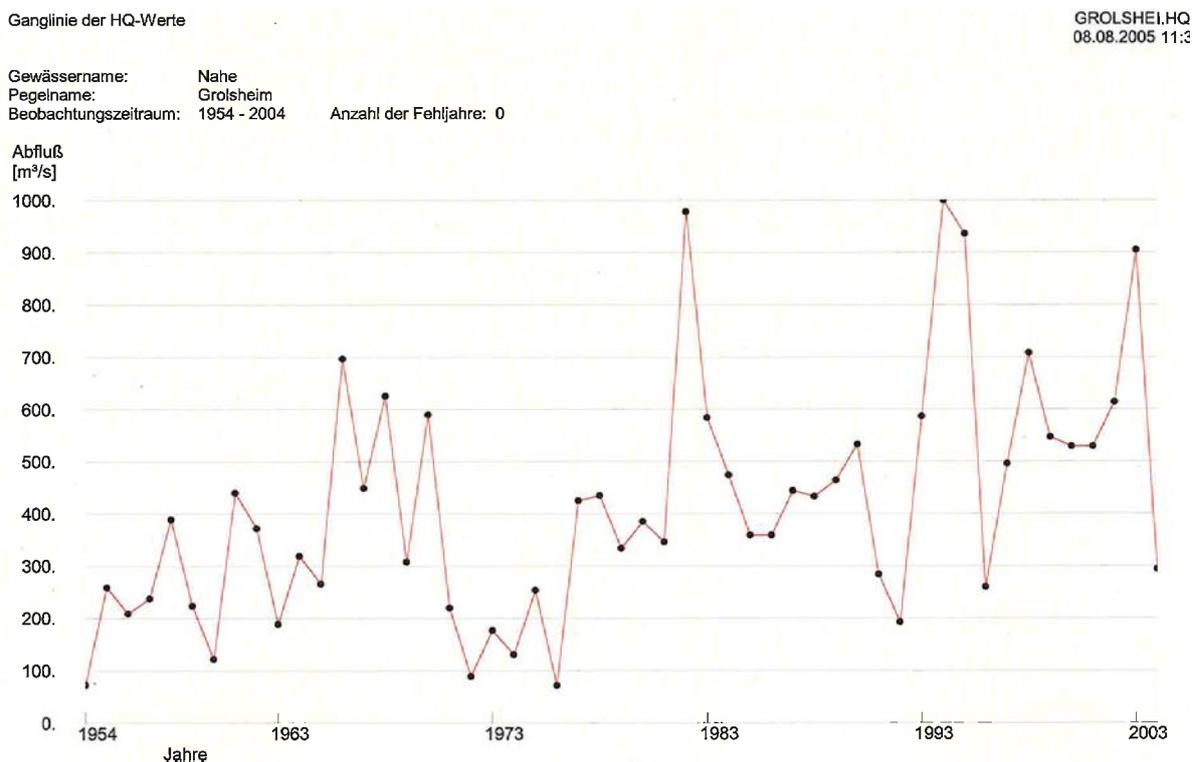


Abbildung 2

4.2 Trendanalyse

4.2.1 Gesamte Zeitreihen

Die Trendanalyse erfolgt auf der Grundlage berechneter Regressionsgeraden für die zeitlich geordneten Höchstwerte der gesamten Jahresreihe. Dabei weisen von insgesamt 35 Pegeln 12 Pegel rechnerisch einen signifikanten positiven Trend über die gesamte Beobachtungsdauer auf. Das heißt: die Jahreshöchstwerte sind im Verlauf der Beobachtungszeit angestiegen. Die 12 Pegel liegen mit Schwerpunkt im Nahegebiet (5 Pegel), an rechtsseitigen Moselzuflüssen (3 Pegel) und im Bereich der Zuflüsse zum Oberrhein (4 Pegel). Sie zeichnen sich dadurch aus, dass sie im Staubeereich (Luvseite) der Niederschlagsfelder liegen, die bevorzugt in einer west-östlichen Strömungsrichtung ziehen (Tabelle 2, Abbildung 4). Abbildung 3 zeigt als Beispiel für einen signifikanten positiven Trend den Pegel Grolsheim/Nahe.

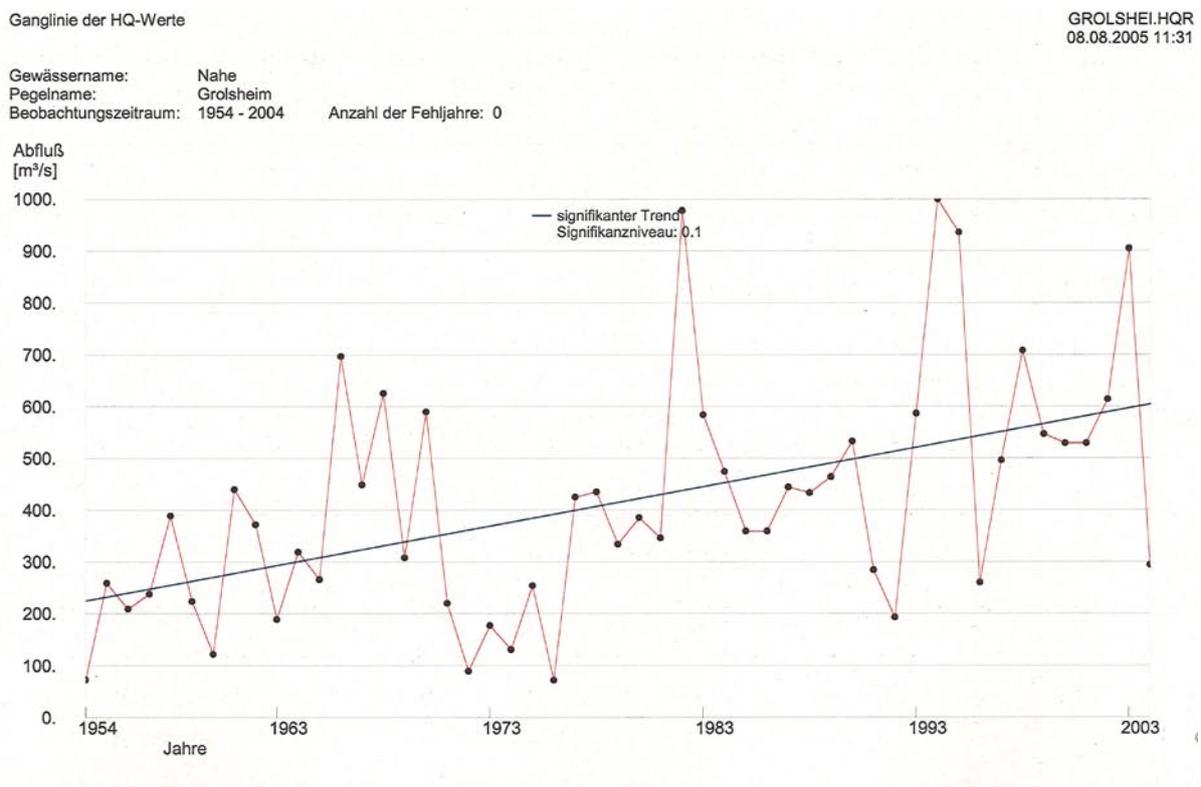


Abbildung 3

Untersuchungen zum linearen Trendverhalten der Hochwasserabflüsse rheinland-pfälzischer Pegel

- Gesamtreihe -

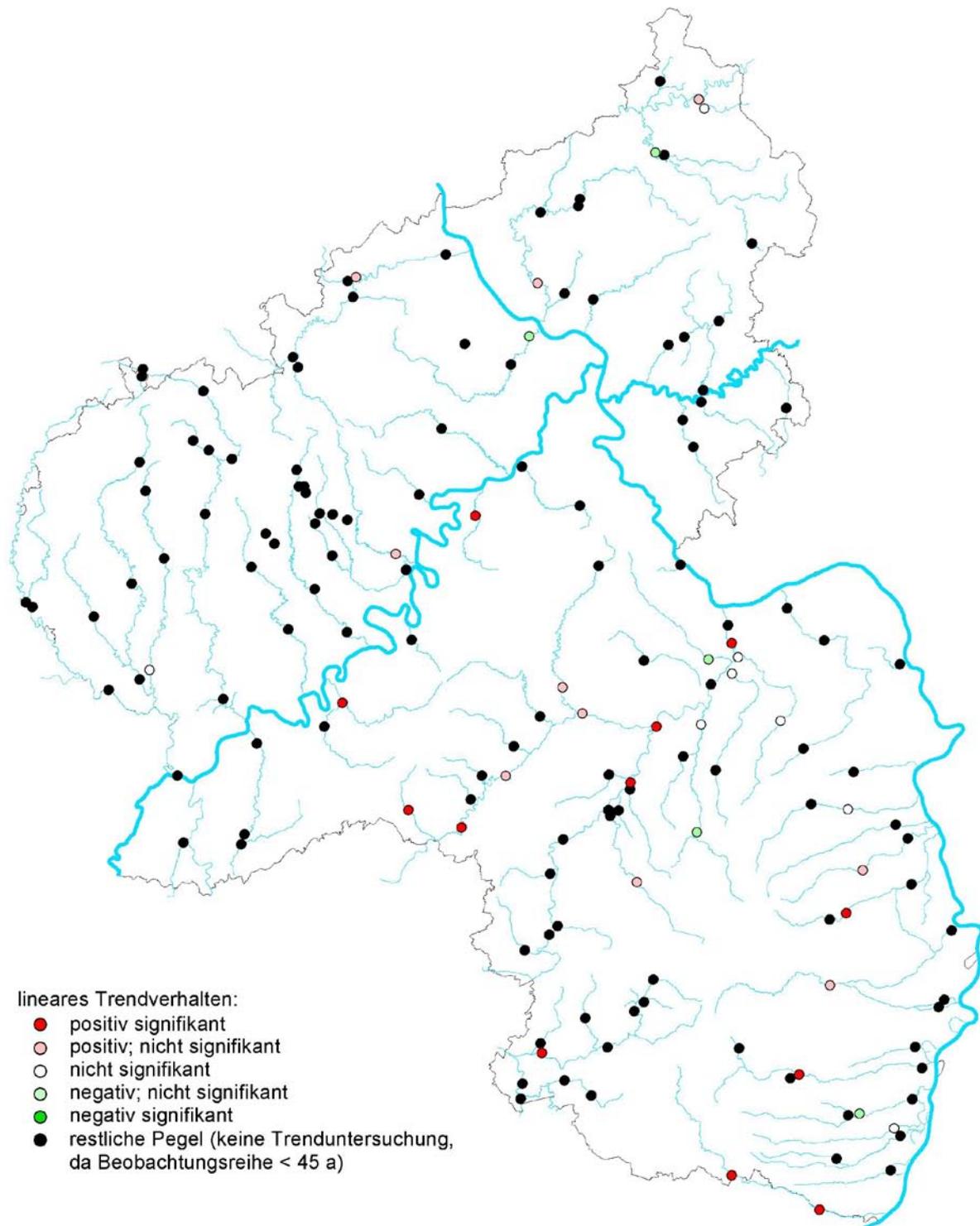


Abbildung 4

Tabelle 2

Analyse der langjährigen Abflussverhältnisse im Hochwasserbereich
 Untersuchung auf linearen Trend; Signifikanzniveau: 0,1

Pegel	Gewässer	Gesamtreihe GR	a	Trend GR	Anteil Winter-HW in %	Teilreihe 1 TR 1	Trend TR 1	Teilreihe 2 TR 2	Trend TR 2
Flussgebiet Nahe									
Hauptfluss									
Heimbach	Nahe	1958-2004	47	positiv, signifikant	94	1958-1977	negativ; nicht signifikant	1978-2004	positiv; nicht signifikant
Oberstein	Nahe	1937-2004	68	positiv; nicht signifikant	94	1937-1977	negativ; nicht signifikant	1978-2004	positiv; nicht signifikant
Martinstein	Nahe	1955-2004	50	positiv; nicht signifikant	90	1955-1977	negativ; nicht signifikant	1978-2004	nicht signifikant
Boos	Nahe	1952-2004	53	positiv; signifikant	89	1952-1977	negativ; nicht signifikant	1978-2004	positiv; nicht signifikant
Grolsheim	Nahe	1954-2004	51	positiv; signifikant	82	1954-1977	nicht signifikant	1978-2004	positiv; nicht signifikant
Zufüsse									
Abentheuer	Traunbach	1961-2004	44	positiv; signifikant	93	1961-1977	nicht signifikant	1978-2004	positiv; nicht signifikant
Kellenbach	Simmerbach	1959-2004	45	positiv; nicht signifikant	78	1959-1977	negativ; nicht signifikant	1978-2004	positiv; nicht signifikant
Odenbach	Glan	1956-2003	48	positiv; signifikant	90	1956-1977	negativ; nicht signifikant	1978-2003	positiv; nicht signifikant
Untersulzbach	Lauter	1959-2003	45	positiv; nicht signifikant	64	1959-1977	positiv; nicht signifikant	1978-2003	positiv; nicht signifikant
Imweiler	Alsenz	1958-2004	47	negativ; nicht signifikant	70	1958-1977	positiv; nicht signifikant	1978-2004	negativ; nicht signifikant
Altenbarberg	Alsenz	1956-2004	48	nicht signifikant	69	1956-1977	negativ; nicht signifikant	1978-2004	negativ; nicht signifikant
Planig (Bosenheim)	Appelbach	1956-2003	48	nicht signifikant	69	1956-1977	nicht signifikant	1978-2003	negativ; nicht signifikant
Heddesheim	Guldenbach	1956-2003	47	negativ; nicht signifikant	66	1956-1977	negativ; nicht signifikant	1978-2003	negativ; signifikant
Uffhofen	Wiesbach	1957-2003	47	nicht signifikant	49	1957-1977	negativ; nicht signifikant	1978-2003	negativ; nicht signifikant
Gensingen	Wiesbach	1956-2003	48	nicht signifikant	48	1956-1977	negativ; nicht signifikant	1978-2003	negativ; nicht signifikant
Flussgebiet Sieg									
Hauptfluss									
Betzdorf	Sieg	1952-2004	53	positiv; nicht signifikant	89	1952-1977	negativ; nicht signifikant	1978-2004	negativ; nicht signifikant
Zufüsse									
Alsdorf	Heller	1956-2004	49	nicht signifikant	90	1956-1977	negativ; nicht signifikant	1978-2004	negativ; nicht signifikant
Heimborn	Nister	1956-2004	49	negativ; nicht signifikant	84	1956-1977	negativ; nicht signifikant	1978-2004	negativ; nicht signifikant
Flussgebiet Wied									
Friedrichthal	Wied	1937-2004	67	positiv; nicht signifikant	82	1937-1977	negativ; nicht signifikant	1978-2004	negativ; nicht signifikant

Pegel	Gewässer	Gesamtreihe	a	Trend GR	Anteil Winter-HW in %	Teilreihe 1	Trend TR 1	Teilreihe 2	Trend TR 2
Flussgebiet Ahr und Nette									
Allenhahr Nettegut	Ahr Nette	1946-2004	59	positiv; nicht signifikant	83	1946-1977	negativ; nicht signifikant	1978-2004	negativ; nicht signifikant
		1954-2003	50	negativ; nicht signifikant	78	1954-1977	negativ; signifikant	1978-2003	negativ; nicht signifikant
Flussgebiet linksseitige Moselzuflüsse									
Alsorff-Oberecken Peltzerhaus	Nims Uessbach	1957-2004	48	nicht signifikant	90	1957-1977	negativ; signifikant	1978-2004	nicht signifikant
		1956-2003	48	positiv; nicht signifikant	96	1956-1977	negativ; nicht signifikant	1978-2003	nicht signifikant
Flussgebiet rechtsseitige Moselzuflüsse und Schwarzbach									
Papiermühle Kloster Engelpfort Contwig	Dhron Flaumbach Schwarzbach	1957-2003	47	positiv; signifikant	79	1957-1977	negativ; nicht signifikant	1978-2003	positiv; nicht signifikant
		1956-2003	48	positiv; signifikant	79	1956-1977	negativ; nicht signifikant	1978-2003	nicht signifikant
		1961-2003	43	positiv; signifikant	81	1961-1977	negativ; nicht signifikant	1978-2003	negativ; nicht signifikant
Flussgebiet Rheinzufüsse									
Bobenthal Salmbacher Passage Rheinzaubern Herxheim Siebeidingen Neustadt Bad Dürkheim Großkarlbach Monsheim	Wieslauter Wieslauter Erlenbach Klingbach Queich Speyerbach Isenach Eckbach Pfrimm	1956-2003	48	positiv; signifikant	60	1956-1977	negativ; nicht signifikant	1978-2003	nicht signifikant
		1961-2003	43	positiv; signifikant	81	1961-1977	negativ; nicht signifikant	1978-2003	nicht signifikant
		1958-2003	46	nicht signifikant	80	1958-1977	negativ; nicht signifikant	1978-2003	negativ; nicht signifikant
		1960-2003	44	negativ; nicht signifikant	82	1960-1977	negativ; nicht signifikant	1978-2003	negativ; nicht signifikant
		1957-2003	47	positiv; signifikant	68	1957-1977	nicht signifikant	1978-2003	negativ; nicht signifikant
		1946-2003	58	positiv; nicht signifikant	52	1946-1977	negativ; nicht signifikant	1978-2003	negativ; nicht signifikant
		1958-2003	46	positiv; signifikant	9	1958-1977	nicht signifikant	1978-2003	positiv; nicht signifikant
		1958-2003	46	positiv; nicht signifikant	39	1958-1977	positiv; nicht signifikant	1978-2003	negativ; nicht signifikant
		1957-2003	46	nicht signifikant	72	1957-1977	negativ; nicht signifikant	1978-2003	nicht signifikant

4.2.2 Teilreihen

Zur näheren Betrachtung der nach 3.2.1 berechneten Trendgeraden wurden die Zeitreihen aller Pegel in Teilreihen bis 1977 und Teilreihen ab 1978 aufgespalten, entsprechend dem Ergebnis der grafisch-optischen Auswertung nach 3.1. In den beiden Teilreihen zeigt keiner der 39 Pegel einen signifikanten Trend – negativ oder positiv. Dies lässt darauf schließen, dass der nach 3.2.1 für 12 Pegel errechnete Trend über die gesamte Zeitdauer kein echter Trend ist. Vielmehr bestätigt dies den optischen Eindruck nach 3.1., dass die beiden Teilreihen ein unterschiedliches mittleres Niveau der Jahreshöchstwerte der Abflüsse aufweisen (Tabelle 2, Abschnitt 3.2.1). Abbildung 5 und Abbildung 6 zeigen die Verteilung der Pegel, die einen als nicht signifikant ausgewiesenen Trend aufweisen. Abbildung 7 (Teilreihe bis 1977) und Abbildung 8 (Teilreihe ab 1978) zeigen für den Pegel Grolsheim/Nahe beispielhaft die Trenddarstellung für jeweils nicht signifikante positive Trends.

Untersuchungen zum linearen Trendverhalten der Hochwasserabflüsse rheinland-pfälzischer Pegel

- Teilreihe 1 (Beobachtungsbeginn bis einschl. 1977) -

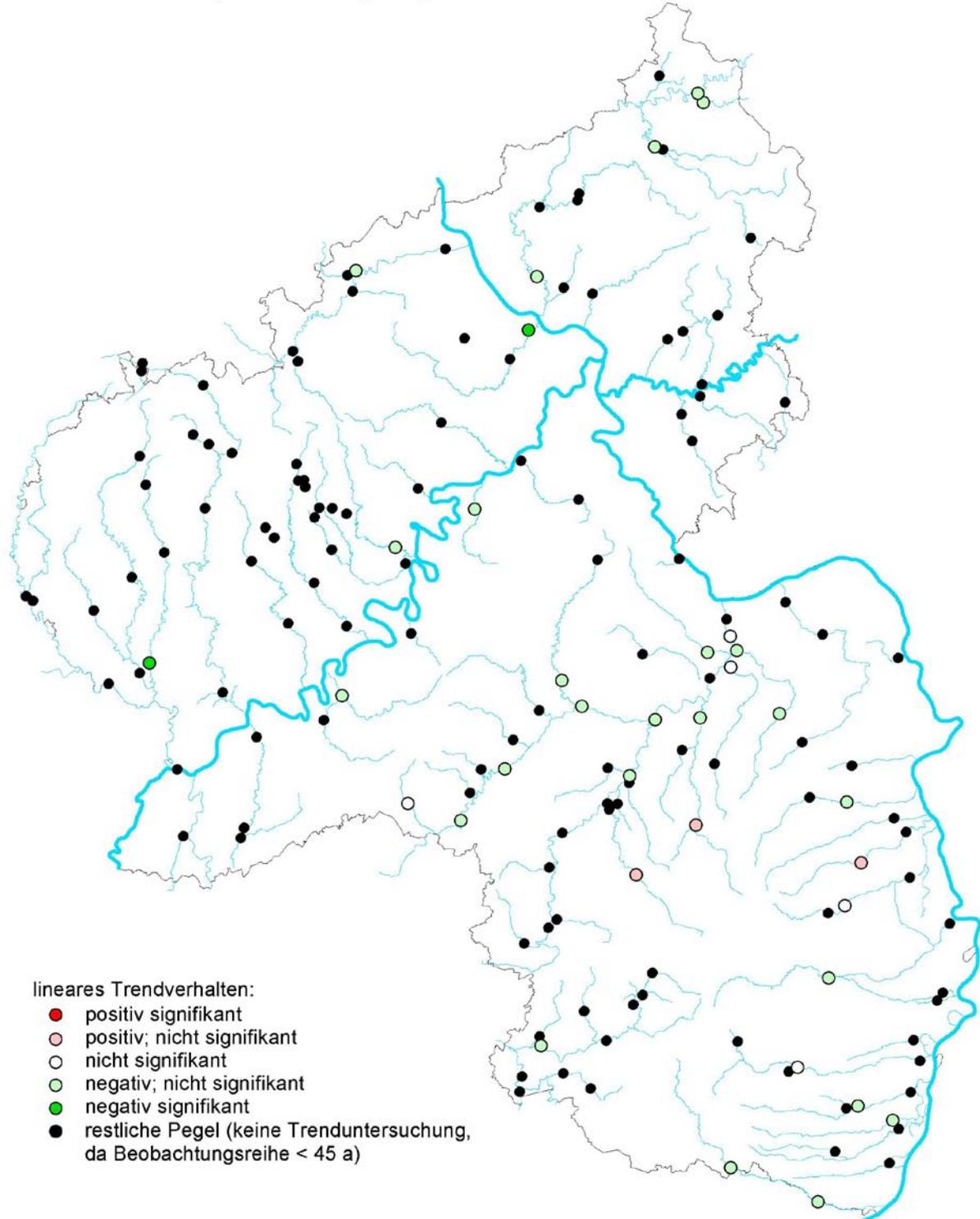


Abbildung 5

Untersuchungen zum linearen Trendverhalten der Hochwasserabflüsse rheinland-pfälzischer Pegel

- Teilreihe 2 (1978 bis 2003 bzw. 2004) -

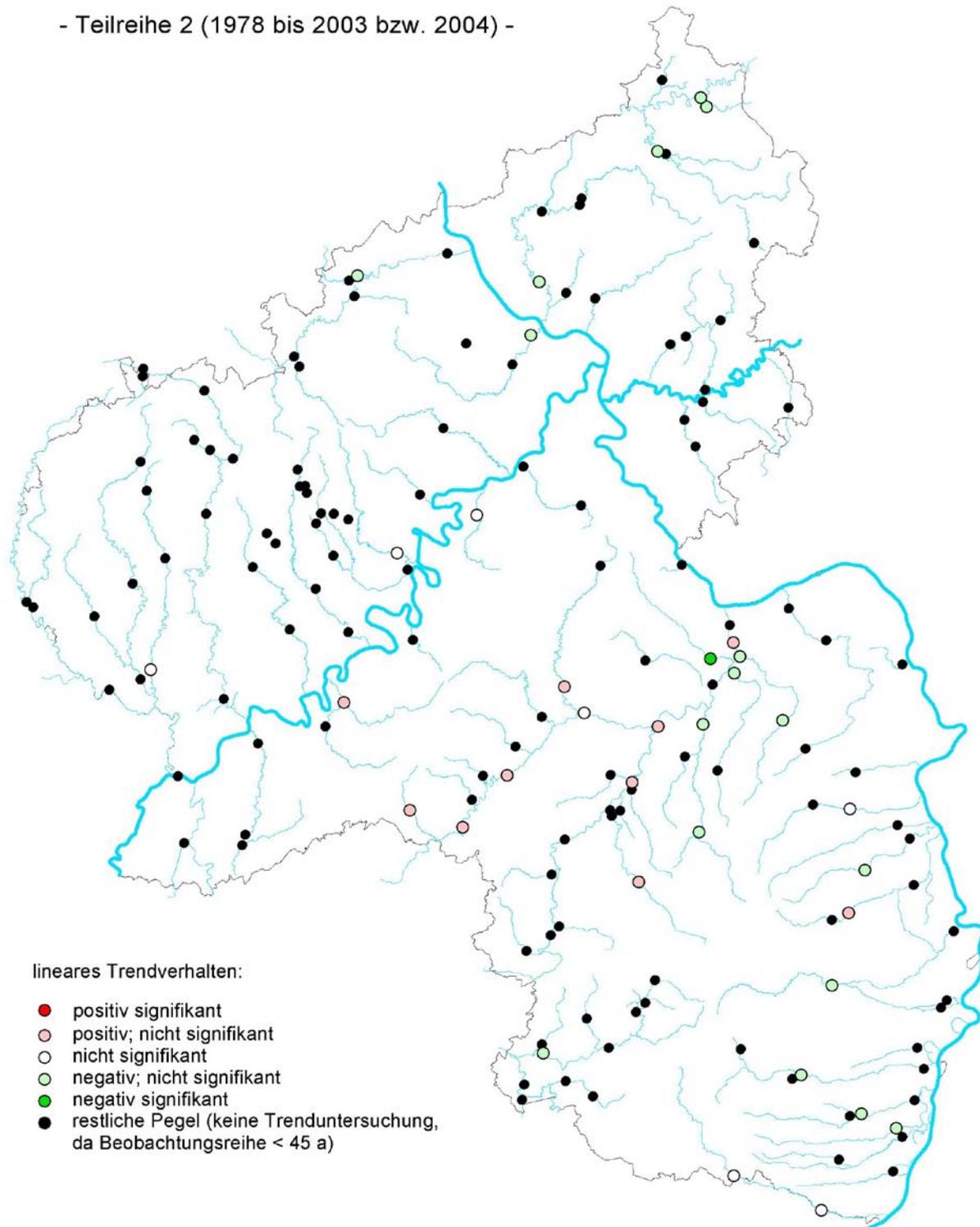


Abbildung 6

Ganglinie der HQ-Werte

GROLSHEI.H
08.08.2005 11

Gewässername: Nahe
Pegelname: Grolsheim
Beobachtungszeitraum: 1954 - 2004 Anzahl der Fehljahre: 0

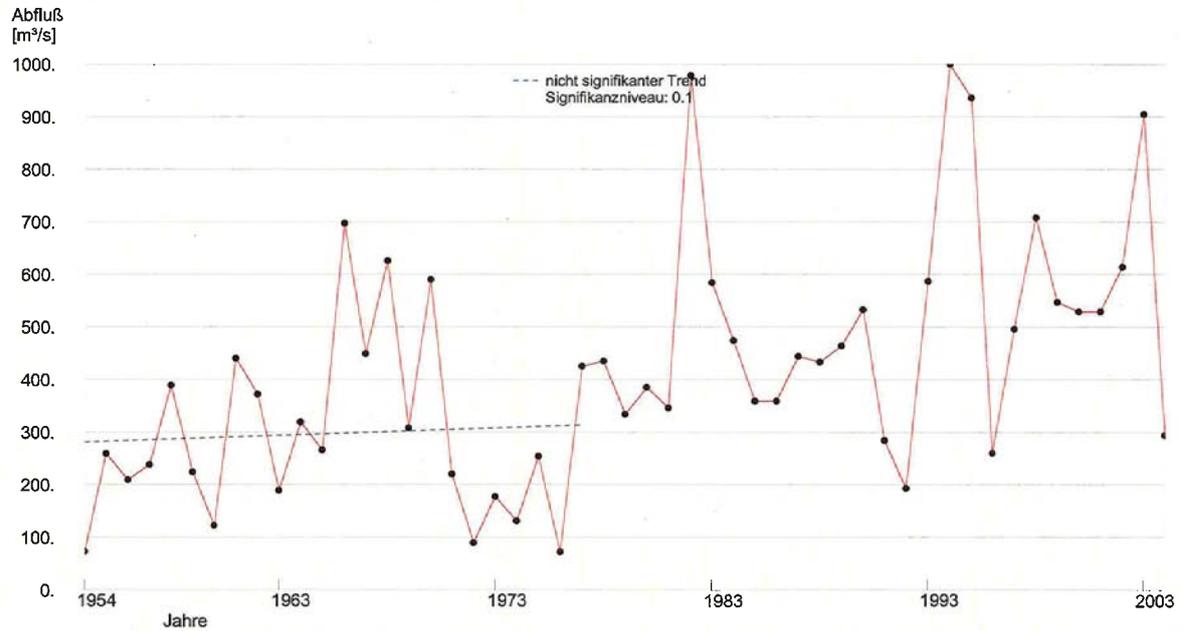


Abbildung 7

Ganglinie der HQ-Werte

GROLSHEI.H
08.08.2005 11:

Gewässername: Nahe
Pegelname: Grolsheim
Beobachtungszeitraum: 1954 - 2004 Anzahl der Fehljahre: 0

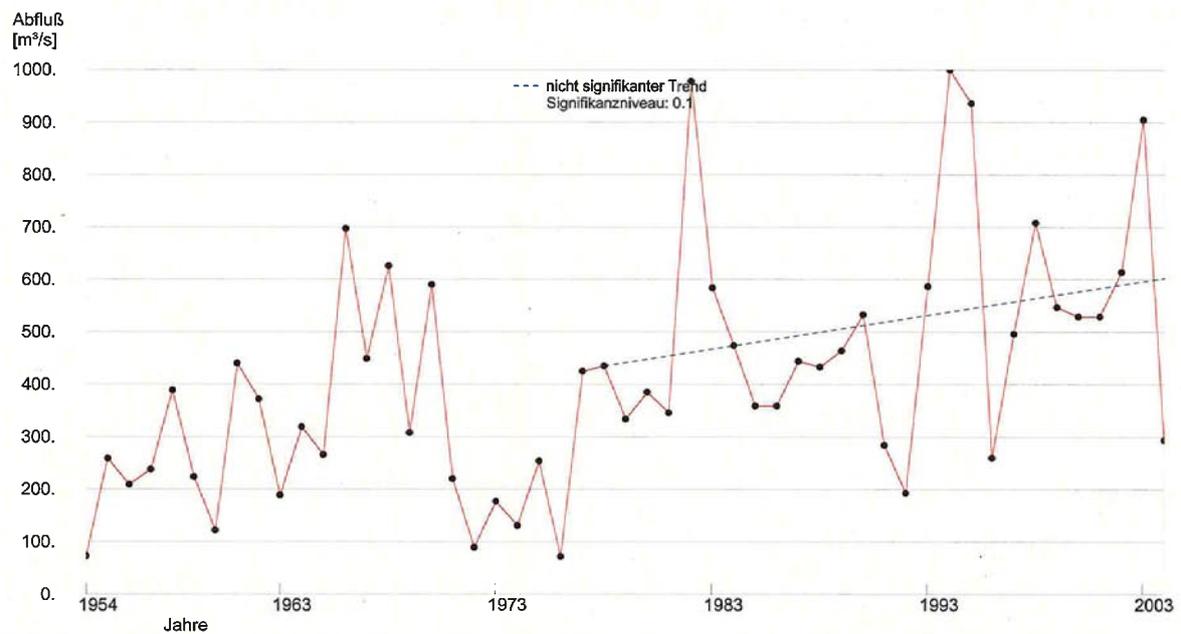


Abbildung 8

4.2.3 Sommer-/Winter-Trend

Vorliegende Untersuchungen der Niederschläge (DWD, Projekt KLIWA) weisen aus, dass sich verstärkt in den letzten 25-30 Jahren die jahreszeitliche Verteilung der Niederschläge verändert. Gegenüber dem 100jährigen Mittel besteht danach im Winterhalbjahr ein Trend zu mehr, im Sommerhalbjahr zu weniger Niederschlag. Diese Tendenz wird auch in Klimaszenarien für die Zukunft gestützt.

Für die Teilreihe der Jahreshöchstabflüsse ab 1978 wurden daher die Sommer- und Winterwerte nochmals getrennt einer Trendanalyse unterzogen. Hierbei weisen im Sommerhalbjahr 11 von 39 Pegeln einen signifikanten negativen Trend auf. Vier dieser Pegel liegen an Zuflüssen zum Oberrhein. Ein signifikanter positiver Trend tritt im Sommerhalbjahr nicht auf.

Im Winterhalbjahr zeigen drei Pegel von insgesamt 39 Pegeln einen signifikanten positiven Trend. Diese drei Pegel sind nicht identisch mit Pegeln, die im Sommerhalbjahr einen negativen Trend haben. Kein Pegel weist im Winterhalbjahr einen signifikanten negativen Trend auf. Damit überträgt sich die Änderung des Niederschlagsverhaltens bzw. der Niederschlagsverteilung (noch) nicht systematisch auf die Abflussverhältnisse (Tabelle 3). Abbildung 9 und Abbildung 10 zeigen die Verteilung der Pegel, die einen nicht signifikanten Trend aufweisen. Abbildung 11 (Sommer) und Abbildung 12 (Winter) zeigen für den Pegel Grolsheim/Nahe beispielhaft die Trenddarstellungen für nicht signifikanten negativen bzw. nicht signifikanten positiven Trend.

Tabelle 3

Analyse der Abflussverhältnisse im Hochwasserbereich

Untersuchung auf linearen Trend; Signifikanzniveau: 0,1

Pegel	Gewässer	Reihe	Trend Sommer-HJ	Trend Winter-HJ
Flussgebiet Nahe				
Hauptfluss				
Heimbach	Nahe	1978-2003	negativ; nicht signifikant	positiv; nicht signifikant
Oberstein	Nahe	1978-2003	negativ; nicht signifikant	positiv; nicht signifikant
Martinstein	Nahe	1978-2003	negativ; nicht signifikant	nicht signifikant
Boos	Nahe	1978-2003	negativ; nicht signifikant	positiv; nicht signifikant
Grolsheim	Nahe	1978-2003	negativ; nicht signifikant	positiv; nicht signifikant
Zuflüsse				
Abentheuer	Traubach	1978-2003	negativ; nicht signifikant	positiv; nicht signifikant
Kellenbach	Simmerbach	1978-2003	negativ; signifikant	positiv; nicht signifikant
Odenbach	Glan	1978-2003	negativ; nicht signifikant	positiv; nicht signifikant
Untersulzbach	Lauter	1978-2003	negativ; nicht signifikant	positiv; signifikant
Imsweiler	Alsenz	1978-2003	negativ; nicht signifikant	positiv; nicht signifikant
Altenbamburg	Alsenz	1978-2003	negativ; nicht signifikant	positiv; nicht signifikant
Planig (Bosenheim)	Appelbach	1978-2003	negativ; nicht signifikant	positiv; nicht signifikant
Heddesheim	Guldenbach	1978-2003	negativ; signifikant	negativ; nicht signifikant
Uffhofen	Wiesbach	1978-2003	negativ; signifikant	positiv; nicht signifikant
Gensingen	Wiesbach	1978-2003	negativ; nicht signifikant	positiv; nicht signifikant
Flussgebiet Sieg				
Hauptfluss				
Betzdorf	Sieg	1978-2003	negativ; nicht signifikant	negativ; nicht signifikant
Zuflüsse				
Alsdorf	Heller	1978-2003	negativ; nicht signifikant	negativ; nicht signifikant
Heimborn	Nister	1978-2003	negativ; nicht signifikant	negativ; nicht signifikant
Flussgebiet Wied				
Friedrichsthal	Wied	1978-2003	negativ; nicht signifikant	negativ; nicht signifikant

Pegel	Gewässer	Gesamtreihe	Trend Sommer-HJ	Trend Winter-HJ
Flussgebiet Ahr und Nette				
Altenahr Nettegut	Ahr Nette	1978-2003 1978-2003	negativ; signifikant negativ; signifikant	positiv; nicht signifikant negativ; nicht signifikant
Flussgebiet linksseitige Moselzuflüsse				
Alsdorf-Oberecken Peltzerhaus	Nims Uessbach	1978-2003 1978-2003	negativ; nicht signifikant negativ; nicht signifikant	positiv; nicht signifikant negativ; nicht signifikant
Flussgebiet rechtsseitige Moselzuflüsse und Schwarzbach				
Papiermühle Kloster Engelport Contwig	Dhron Flaumbach Schwarzbach	1978-2003 1978-2003 1978-2003	negativ; nicht signifikant negativ; signifikant negativ; signifikant	positiv; nicht signifikant nicht signifikant positiv; nicht signifikant
Flussgebiet Rheinzufüsse				
Bobenthal	Wieslauter	1978-2003	negativ; nicht signifikant	positiv; nicht signifikant
Salmbacher Passage	Wieslauter	1978-2003	negativ; nicht signifikant	positiv; nicht signifikant
Rheinzabern	Erlenbach	1978-2003	negativ; signifikant	nicht signifikant
Herxheim	Klingbach	1978-2003	negativ; signifikant	positiv; nicht signifikant
Siebeldingen	Queich	1978-2003	negativ; signifikant	positiv; nicht signifikant
Neustadt	Speyerbach	1978-2003	negativ; nicht signifikant	positiv; nicht signifikant
Bad Dürkheim	Isenach	1978-2003	nicht signifikant	positiv; signifikant
Großkarlbach	Eckbach	1978-2003	negativ; nicht signifikant	positiv; signifikant
Monsheim	Pfrimm	1978-2003	negativ; signifikant	positiv; nicht signifikant

Untersuchungen zum linearen Trendverhalten der Hochwasserabflüsse rheinland-pfälzischer Pegel

- Sommerhalbjahr der Reihe 1978 bis 2003 bzw. 2004 -

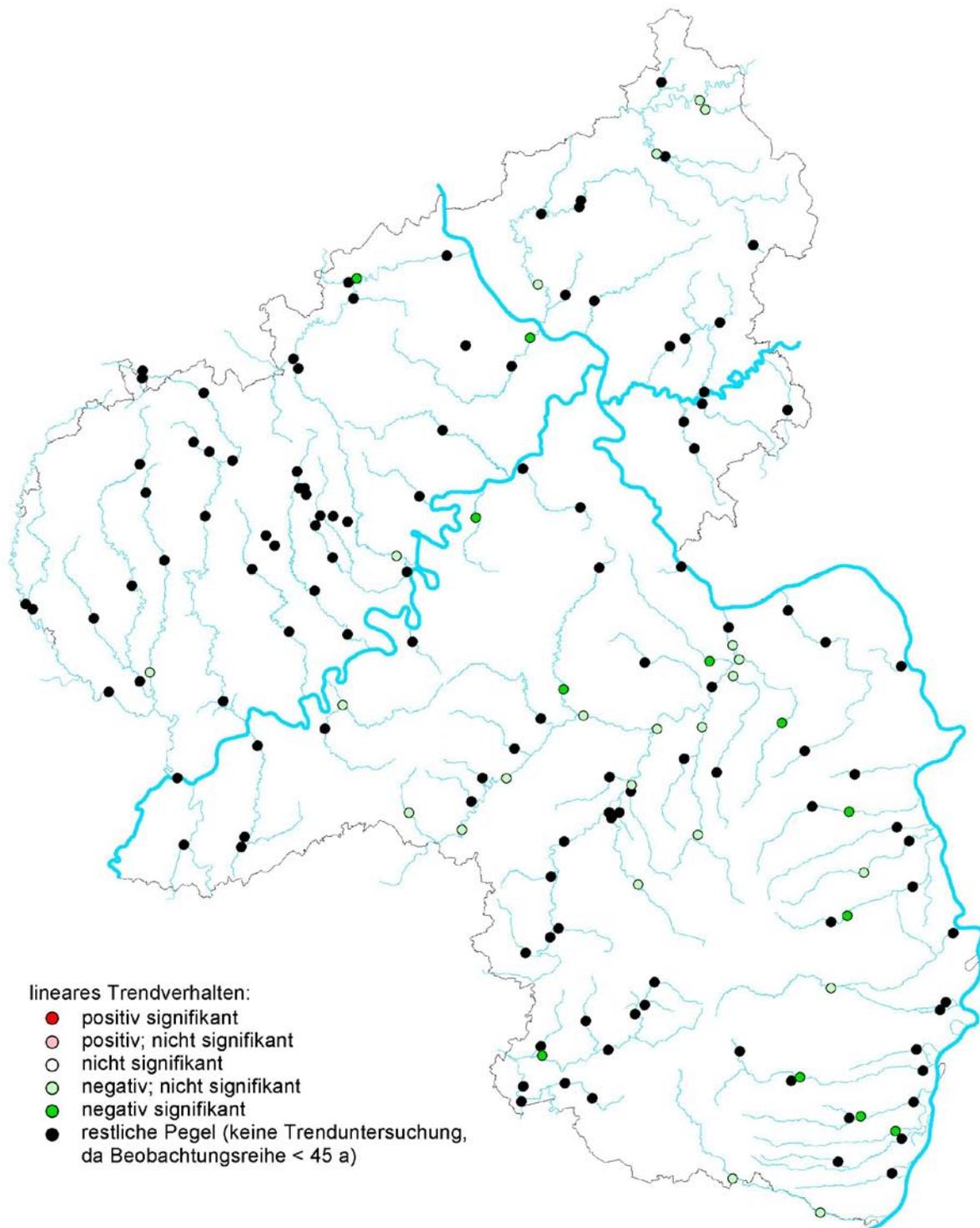


Abbildung 9

Untersuchungen zum linearen Trendverhalten der Hochwasserabflüsse rheinland-pfälzischer Pegel

- Winterhalbjahr der Reihe 1978 bis 2003 bzw. 2004 -

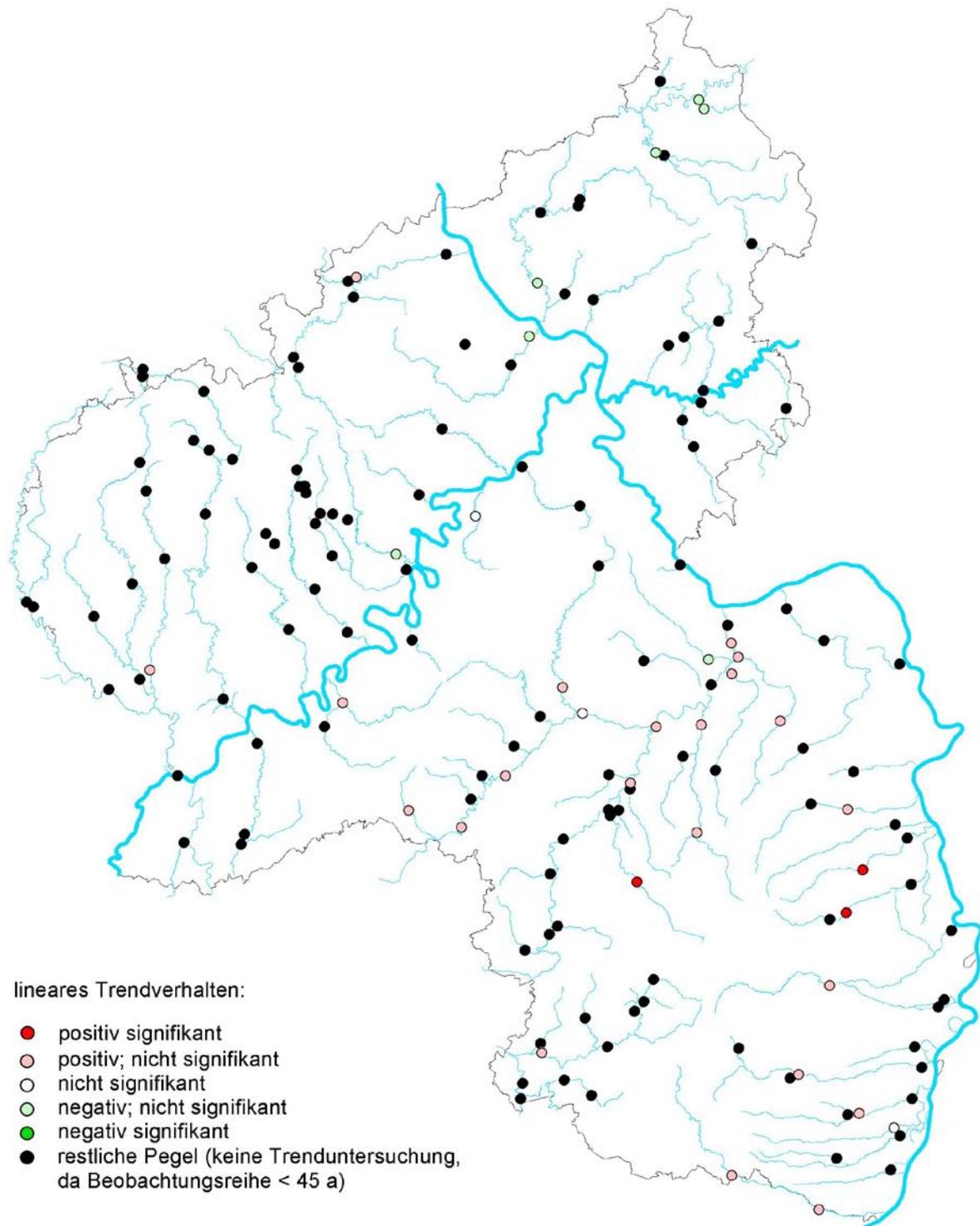


Abbildung 10

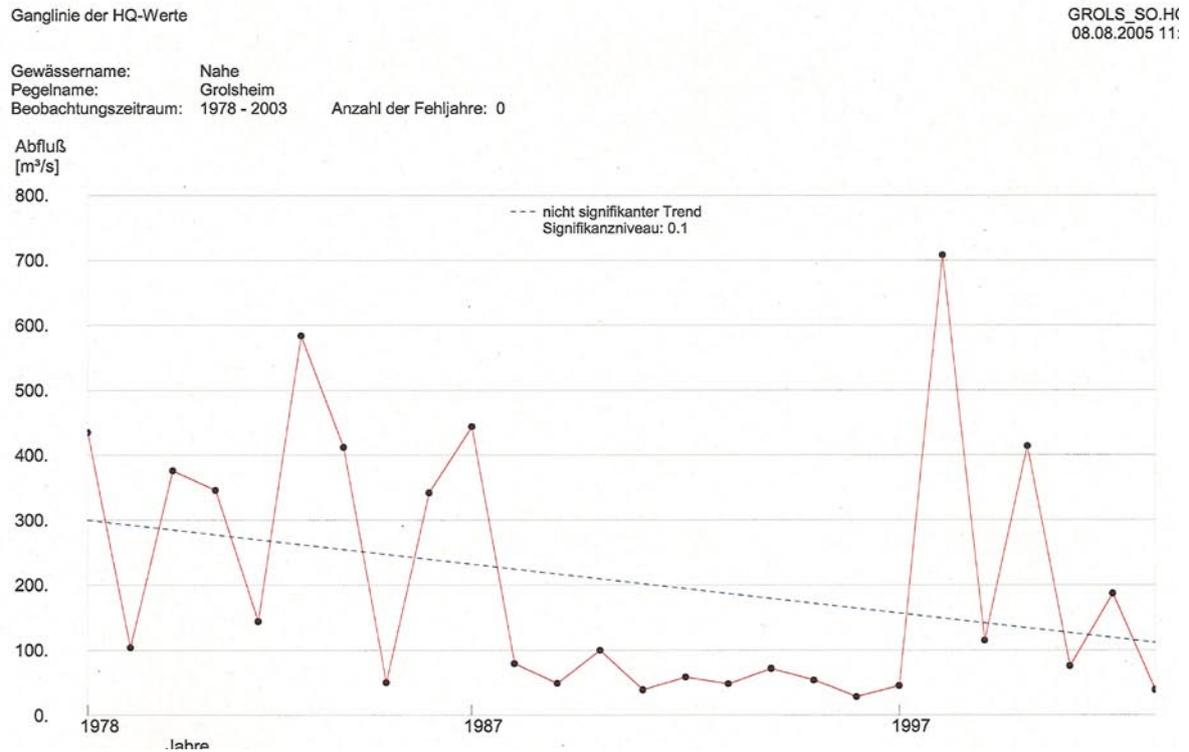


Abbildung 11

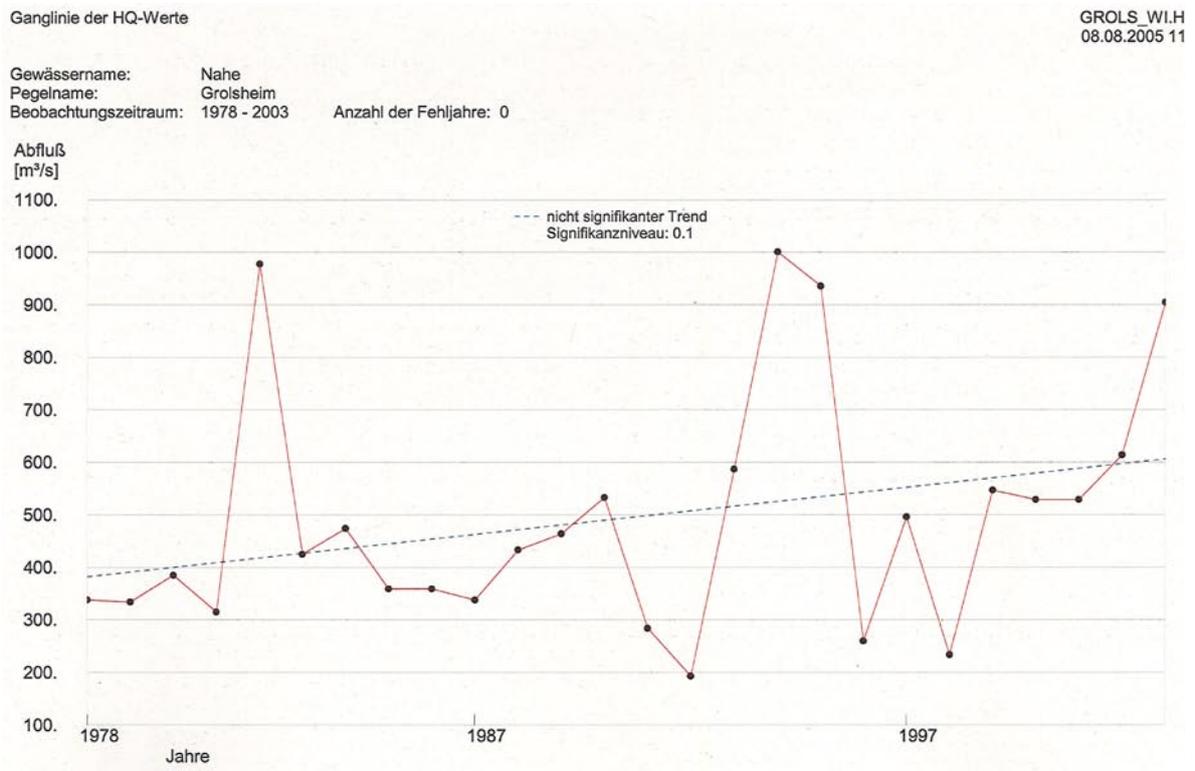


Abbildung 12

4.3 Häufigkeit von Hochwasserereignissen

Nicht nur die Veränderung der Jahreshöchstwerte der Abflüsse, sondern auch die Eintrittshäufigkeit von Hochwasserereignissen ist ein Indikator für ein verändertes Abflussverhalten. Hierzu wird die Anzahl aller Hochwasserereignisse der Teilreihen bis 1977 und der Teilreihen ab 1978 betrachtet, die größer als das MHQ der gesamten Reihe sind. Über alle Pegel zeigt sich dabei keine einheitliche Tendenz.

Die Teilreihe ab 1978 weist gegenüber der Teilreihe bis 1977 sowohl Zunahmen als auch Abnahmen in der mittleren Anzahl von Hochwasserereignissen pro Jahr auf. Über alle Pegel gemittelt – und damit für ganz Rheinland-Pfalz – ist aber festzustellen, dass die Anzahl der Hochwasserereignisse $>$ MHQ von 0,49/Jahr im Zeitraum bis 1977 auf 0,64/Jahr im Zeitraum ab 1978 gestiegen ist. (Tabelle 4). Diese Zunahme um rd. 25% lässt sich erklären durch die zwischenzeitlich nachgewiesene Zunahme der zyklonalen Westwetterlagen, die das Niederschlagsgeschehen in Südwestdeutschland wesentlich bestimmen.

Schwerpunkt bei der Erhöhung sind wiederum die Zuflüsse zum Oberrhein. Diese sind bei ausgeprägten Westlagen durch Stauniederschläge am Schwarzwald betroffen. Auffällig ist, dass im Nahegebiet für die Zuflüsse die Zahl der Ereignisse ab 1978 gegenüber dem Zeitraum bis 1977 eher abgenommen hat. Dies steht nicht im Widerspruch zur Zunahme der Westwetterlagen. Das Nahegebiet mit seiner beckenförmigen Ausbildung liegt im Niederschlagsschatten der umgebenden Höhenzüge, so dass der Hauptniederschlag außerhalb des Nahegebiets registriert wird. Dies schließt im Einzelfall auch extreme Niederschläge im Nahegebiet nicht aus.

Tabelle 4
Analyse der langjährigen Abflussverhältnisse im Hochwasserbereich
 Häufigkeit mittlerer Hochwasser (MHQ)

Pegel	Gewässer	IMHQ (bis 2003) [m³/s]	Teilreihe 1	Anzahl Ereignisse > MHQ	pro Jahr	Teilreihe 2	Anzahl Ereignisse > MHQ	pro Jahr
Flussgebiet Nahe								
Hauptfluss								
Heimbach	Nahe	100,00	1958-1977	10	0,50	1978-2004	19	0,70
Oberstein	Nahe	168,00	1937-1977	25	0,61	1978-2004	12	0,44
Martinsstein	Nahe	281,00	1955-1977	8	0,35	1978-2004	12	0,44
Boos	Nahe	394,00	1952-1977	7	0,27	1978-2004	11	0,41
Groisheim	Nahe	477,00	1954-1977	4	0,17	1978-2004	15	0,56
Zuflüsse								
Abentheuer	Traunbach	8,95	1961-1977	1	0,06	1978-2004	12	0,44
Kellenbach	Simmerbach	51,10	1959-1977	11	0,58	1978-2004	13	0,48
Odenbach	Glan	130,00	1955-1977	11	0,48	1978-2003	19	0,73
Untersulzbach	Lauter	18,50	1960-1977	8	0,44	1978-2003	15	0,58
Imweiler	Alsenz	18,00	1958-1977	15	0,75	1978-2004	16	0,59
Altenbarnberg	Alsenz	26,60	1957-1977	11	0,52	1978-2004	15	0,56
Planig (Bosenheim)	Appelbach	7,36	1956-1977	13	0,59	1978-2003	12	0,46
Heddesheim	Guldenbach	15,30	1956-1977	15	0,68	1978-2003	15	0,58
Uffhofen	Wiesbach	4,67	1958-1977	10	0,50	1978-2003	9	0,35
Gensingen	Wiesbach	5,42	1956-1977	12	0,54	1978-2003	13	0,50
Flussgebiet Sieg								
Hauptfluss								
Betzdorf	Sieg	190,00	1952-1977	12	0,46	1978-2004	20	0,74
Zuflüsse								
Aisdorf	Heller	60,00	1956-1977	10	0,45	1978-2004	17	0,63
Heimborn	Nister	72,20	1956-1977	15	0,68	1978-2004	18	0,67
Flussgebiet Wied								
Friedrichsthal	Wied	90,00	1937-1977	24	0,58	1978-2004	24	0,89

Pegel	Gewässer	MHQ (bis 2003) [m³/s]	Teilreihe 1: Anzahl Ereignisse > MHQ	pro Jahr	Teilreihe 2	Anzahl Ereignisse > MHQ	pro Jahr
Flussgebiet Ahr und Nette							
Altenahr	Ahr	103,00	14	0,45	1978-2004	15	0,56
Nettegut	Nette	19,40	11	0,46	1978-2003	14	0,54
Flussgebiet linksseitige Moselzuflüsse							
Alsdorf-Oberecken	Nims	49,00	8	0,38	1978-2004	13	0,48
Peltzerhaus	Uessbach	36,10	9	0,41	1978-2003	14	0,54
Flussgebiet rechtsseitige Moselzuflüsse und Schwarzbach							
Papiermühle	Dhron	23,70	5	0,24	1978-2003	8	0,31
Kloster Engelpfort	Flaumbach	16,10	1	0,05	1978-2003	16	0,62
Contwig	Schwarzbach	27,70	5	0,29	1978-2003	24	0,92
Flussgebiet Rheinzufüsse							
Bobenthal	Wieslauter	8,16	10	0,45	1978-2003	30	1,15
Salmbacher Passage	Wieslauter	10,90	8	0,47	1978-2003	39	1,50
Rhein Zabern	Erlenbach	4,67	14	0,70	1978-2003	20	0,77
Herxheim	Klingbach	4,49	13	0,72	1978-2003	18	0,69
Siebeldingen	Queich	10,50	5	0,24	1978-2003	18	0,69
Neustadt	Speyerbach	8,04	19	0,59	1978-2003	27	1,04
Bad Dürkheim	Isenach	3,77	3	0,15	1978-2003	32	1,23
Großkarlbach	Eckbach	1,57	5	0,25	1978-2003	11	0,42
Monshheim	Pfrimm	18,10	14	0,67	1978-2003	8	0,31

4.4 Veränderung mittlerer Hochwasserabflüsse

Um zu prüfen, ob die größere Anzahl von Hochwasserereignissen ab 1978 auch zu einer Erhöhung der Hochwasserabflüsse geführt hat, wurden die mittleren Hochwasserabflüsse (MHQ) der Zeitreihen bis 1977 und ab 1978 analysiert.

Für das gesamte Abflussjahr zeigt sich, dass in der Teilreihe ab 1978 der Wert für MHQ im Mittel ca. 26 % über dem Wert der Teilreihe bis 1977 liegt. Gegenüber dem MHQ-Wert der Gesamtreihe beträgt die Erhöhung der Teilreihe ab 1978 ca. 9 % (Tabelle 5). Die Erhöhung gilt mit einer Ausnahme (Pegel Herxheim) für alle Pegel.

Bei ausschließlicher Betrachtung des Sommerhalbjahres liegen die Verhältnisse ähnlich. Die Zunahme von SoMHQ liegt für die Teilreihe ab 1978 gegenüber der Teilreihe bis 1977 im Mittel bei ca. 23 % und gegenüber der gesamten Zeitreihe bei ca. 11 % (Tabelle 6). Hier zeigen allerdings sieben Pegel bei der Teilreihe ab 1978 eine geringe Abnahme gegenüber der gesamten Zeitreihe und der Teilreihe bis 1977.

Auch für das Winterhalbjahr gelten vergleichbare Verhältnisse. WiMHQ der Teilreihe ab 1978 liegt im Mittel ca. 24 % höher als WiMHQ der Teilreihe bis 1977 und ca. 12 % höher als WiMHQ der gesamten Zeitreihe (Tabelle 6). Hier weist wieder nur der Pegel Herxheim einen geringfügig kleineren Wert auf.

Die Unterschiede zwischen den beiden Teilreihen würden etwas geringer ausfallen, wenn beide Teilreihen einheitlich für alle Pegel 25 Beobachtungsjahre ausweisen würden. Dies ist bei der Teilreihe bis 1977 nicht der Fall. Es fehlen bei mehreren Pegeln die im Durchschnitt nassen Jahre vor 1960, die zu einem höheren MHQ-Wert führen würden.

Wie im Abschnitt 4.2 bereits festgestellt, unterliegen die Zeitreihen ab 1978 keinem Trend. Die um das höhere Niveau streuenden Mittelwerte können nur als Folge der in Verbindung mit den häufigeren Westwetterlagen auch zunehmenden Niederschlägen in den letzten 25 bis 30 Jahren erklärt werden.

Tabelle 5

Analyse der langjährigen Abflussverhältnisse im Hochwasserbereich
MHQ für gesamtes Abflussjahr in m³/s

Pegel	Gewässer	Gesamt- reihe	MHQ	Teilreihe 1	MHQ	Teilreihe 2	MHQ
Flussgebiet Nahe							
Hauptfluss							
Heimbach	Nahe	1958-2004	113,00	1958-1977	91,80	1978-2004	128,00
Oberstein	Nahe	1937-2004	150,00	1937-1977	134,00	1978-2004	176,00
Martinstein	Nahe	1955-2004	262,00	1955-1977	220,00	1978-2004	297,00
Boos	Nahe	1952-2004	383,00	1952-1977	325,00	1978-2004	439,00
Grolsheim	Nahe	1954-2004	415,00	1954-1977	297,00	1978-2004	519,00
Zuflüsse							
Abentheuer	Traunbach	1961-2004	7,95	1961-1977	5,67	1978-2004	9,39
Kellenbach	Simmerbach	1959-2004	52,70	1959-1977	49,50	1978-2004	54,80
Odenbach	Glan	1955-2003	124,00	1955-1977	103,00	1978-2003	142,00
Untersulzbach	Lauter	1960-2003	18,40	1960-1977	16,60	1978-2003	19,70
Imweiler	Alsenz	1958-2004	18,00	1958-1977	17,10	1978-2004	18,70
Altenbarnberg	Alsenz	1957-2004	26,40	1957-1977	23,50	1978-2004	28,70
Planig (Bosenheim)	Appelbach	1956-2003	7,52	1956-1977	7,10	1978-2003	7,88
Heddesheim	Guldenbach	1956-2003	15,40	1956-1977	14,70	1978-2003	16,00
Uffhofen	Wiesbach	1958-2003	4,70	1958-1977	4,21	1978-2003	5,08
Gensingen	Wiesbach	1956-2003	5,55	1956-1977	5,06	1978-2003	5,95
Flussgebiet Sieg							
Hauptfluss							
Betzdorf	Sieg	1952-2004	189,00	1952-1977	169,00	1978-2004	208,00
Zuflüsse							
Alsdorf	Heller	1956-2004	60,50	1956-1977	57,20	1978-2004	63,20
Heimborn	Nister	1956-2004	74,70	1956-1977	73,10	1978-2004	76,00
Flussgebiet Wied							
Friedrichsthal	Wied	1937-2004	88,60	1937-1977	83,80	1978-2004	95,70
Flussgebiet Ahr und Nette							
Hauptfluss							
Altenahr	Ahr	1947-2004	99,00	1947-1977	90,50	1978-2004	109,00
Nettegut	Nette	1954-2003	19,80	1954-1977	19,00	1978-2003	20,60
Flussgebiet linksseitige Moselzuflüsse							
Alsdorf-Oberecken	Nims	1957-2004	48,10	1957-1977	44,90	1978-2004	50,60
Peltzerhaus	Uessbach	1956-2003	34,50	1956-1977	29,90	1978-2003	38,50
Flussgebiet rechtsseitige Moselzuflüsse und Schwarzbach							
Papiermühle	Dhron	1957-2003	21,60	1957-1977	15,90	1978-2003	26,30
Kloster Engelpport	Flaumbach	1958-2003	16,10	1958-1977	9,15	1978-2003	21,40
Contwig	Schwarzbach	1961-2003	26,50	1961-1977	20,70	1978-2003	30,30
Flussgebiet Rheinzufüsse							
Bobenthal	Wieslauter	1956-2003	8,16	1956-1977	7,16	1978-2003	9,01
Salmbacher Passage	Wieslauter	1961-2003	10,90	1961-1977	8,96	1978-2003	12,10
Rheinzabern	Erlenbach	1958-2003	4,71	1958-1977	4,41	1978-2003	4,94
Herxheim	Klingbach	1960-2003	4,49	1960-1977	4,56	1978-2003	4,44
Sieboldingen	Queich	1957-2003	10,50	1957-1977	8,07	1978-2003	12,40
Neustadt	Speyerbach	1946-2003	8,04	1946-1977	7,26	1978-2003	9,00
Bad Dürkheim	Isenach	1958-2003	3,77	1958-1977	2,99	1978-2003	4,38
Großkarlbach	Eckbach	1958-2003	1,57	1958-1977	1,23	1978-2003	1,83
Monsheim	Pfrimm	1957-2003	18,10	1957-1977	17,50	1978-2003	18,50

Tabelle 6

Analyse der langjährigen Abflussverhältnisse im Hochwasserbereich
MHQ für Sommerhalbjahr in m³/s

Pegel	Gewässer	Gesamt-reihe	MHQ	Teilreihe 1	MHQ	Teilreihe 2	MHQ
Flussgebiet Nahe							
Hauptfluss							
Heimbach	Nahe	1958-2004	40,10	1958-1977	30,50	1978-2004	47,20
Oberstein	Nahe	1937-2004	47,50	1937-1977	35,90	1978-2004	65,10
Martinstein	Nahe	1955-2004	85,70	1955-1977	69,90	1978-2004	99,10
Boos	Nahe	1952-2004	131,00	1952-1977	110,00	1978-2004	152,00
Grolsheim	Nahe	1954-2004	172,00	1954-1977	135,00	1978-2004	205,00
Zuflüsse							
Abentheuer	Traunbach	1961-2004	3,30	1961-1977	2,22	1978-2004	3,98
Kellenbach	Simmerbach	1959-2004	20,50	1959-1977	19,30	1978-2004	21,30
Odenbach	Glan	1955-2003	51,90	1955-1977	45,30	1978-2003	57,70
Untersulzbach	Lauter	1960-2003	14,10	1960-1977	13,50	1978-2003	14,50
Imweiler	Alsenz	1958-2004	10,20	1958-1977	10,40	1978-2004	10,00
Altenbarnberg	Alsenz	1957-2004	13,80	1957-1977	13,30	1978-2004	14,30
Planig (Bosenheim)	Appelbach	1956-2003	4,62	1956-1977	4,55	1978-2003	4,69
Heddesheim	Guldenbach	1956-2003	10,10	1956-1977	9,89	1978-2003	10,30
Uffhofen	Wiesbach	1958-2003	3,51	1958-1977	3,51	1978-2003	3,51
Gensingen	Wiesbach	1956-2003	4,36	1956-1977	4,39	1978-2003	4,32
Flussgebiet Sieg							
Hauptfluss							
Betzdorf	Sieg	1952-2004	71,20	1952-1977	67,10	1978-2004	75,10
Zuflüsse							
Alsdorf	Heller	1956-2004	22,30	1956-1977	23,00	1978-2004	21,70
Heimborn	Nister	1956-2004	34,70	1956-1977	37,80	1978-2004	32,10
Flussgebiet Wied							
Friedrichsthal	Wied	1937-2004	43,80	1937-1977	40,20	1978-2004	49,10
Flussgebiet Ahr und Nette							
Hauptfluss							
Altenahr	Ahr	1947-2004	46,90	1947-1977	44,80	1978-2004	49,20
Nettegut	Nette	1954-2003	10,10	1954-1977	9,49	1978-2003	10,70
Flussgebiet linksseitige Moselzuflüsse							
Alsdorf-Oberecken	Nims	1957-2004	17,50	1957-1977	19,30	1978-2004	16,10
Peltzerhaus	Uessbach	1956-2003	8,52	1956-1977	7,15	1978-2003	9,68
Flussgebiet rechtsseitige Moselzuflüsse und Schwarzbach							
Papiermühle	Dhron	1957-2003	10,70	1957-1977	9,21	1978-2003	12,00
Kloster Engelpfort	Flaumbach	1958-2003	5,60	1958-1977	4,17	1978-2003	6,71
Contwig	Schwarzbach	1961-2003	17,00	1961-1977	13,50	1978-2003	19,40
Flussgebiet Rheinzufüsse							
Bobenthal	Wieslauter	1956-2003	6,53	1956-1977	5,90	1978-2003	7,06
Salmbacher Passage	Wieslauter	1961-2003	7,89	1961-1977	6,36	1978-2003	8,89
Rheinzaubern	Erlenbach	1958-2003	3,39	1958-1977	2,97	1978-2003	3,72
Herxheim	Klingbach	1960-2003	2,88	1960-1977	2,93	1978-2003	2,84
Sieboldingen	Queich	1957-2003	7,50	1957-1977	5,96	1978-2003	8,74
Neustadt	Speyerbach	1946-2003	7,03	1946-1977	6,06	1978-2003	8,22
Bad Dürkheim	Isenach	1958-2003	3,69	1958-1977	2,97	1978-2003	4,25
Großkarlbach	Eckbach	1958-2003	1,44	1958-1977	1,17	1978-2003	1,64
Monsheim	Pfrimm	1957-2003	8,86	1957-1977	9,91	1978-2003	8,01

Tabelle 7

Analyse der langjährigen Abflussverhältnisse im Hochwasserbereich

MHQ für Winterhalbjahr in m³/s

Pegel	Gewässer	Gesamt- reihe	MHQ	Teilreihe 1	MHQ	Teilreihe 2	MHQ
Flussgebiet Nahe							
Hauptfluss							
Heimbach	Nahe	1958-2004	108,00	1958-1977	91,80	1978-2004	121,00
Oberstein	Nahe	1937-2004	147,00	1937-1977	134,00	1978-2004	167,00
Martinstein	Nahe	1955-2004	254,00	1955-1977	219,00	1978-2004	284,00
Boos	Nahe	1952-2004	370,00	1952-1977	324,00	1978-2004	414,00
Grolsheim	Nahe	1954-2004	395,00	1954-1977	291,00	1978-2004	487,00
Zuflüsse							
Abentheuer	Traunbach	1961-2004	7,56	1961-1977	5,56	1978-2004	8,82
Kellenbach	Simmerbach	1959-2004	48,60	1959-1977	45,70	1978-2004	50,50
Odenbach	Glan	1955-2003	116,00	1955-1977	95,60	1978-2003	134,00
Untersulzbach	Lauter	1960-2003	15,80	1960-1977	13,50	1978-2003	17,40
Imsweiler	Alsenz	1958-2004	15,70	1958-1977	15,40	1978-2004	16,00
Altenbamberg	Alsenz	1957-2004	23,20	1957-1977	21,70	1978-2004	24,40
Planig (Bosenheim)	Appelbach	1956-2003	6,37	1956-1977	6,01	1978-2003	6,67
Heddesheim	Guldenbach	1956-2003	13,90	1956-1977	13,90	1978-2003	14,00
Uffhofen	Wiesbach	1958-2003	3,07	1958-1977	2,77	1978-2003	3,29
Gensingen	Wiesbach	1956-2003	3,94	1956-1977	3,64	1978-2003	4,19
Flussgebiet Sieg							
Hauptfluss							
Betzdorf	Sieg	1952-2004	183,00	1952-1977	162,00	1978-2004	204,00
Zuflüsse							
Alsdorf	Heller	1956-2004	59,00	1956-1977	54,40	1978-2004	62,70
Heimborn	Nister	1956-2004	70,40	1956-1977	65,40	1978-2004	74,50
Flussgebiet Wied							
Friedrichsthal	Wied	1937-2004	85,30	1937-1977	79,90	1978-2004	93,00
Flussgebiet Ahr und Nette							
Hauptfluss							
Altenahr	Ahr	1947-2004	92,20	1947-1977	83,40	1978-2004	102,00
Nettegut	Nette	1954-2003	18,10	1954-1977	17,50	1978-2003	18,50
Flussgebiet linksseitige Moselzuflüsse							
Alsdorf-Oberecken	Nims	1957-2004	46,80	1957-1977	42,30	1978-2004	50,30
Peltzerhaus	Uessbach	1956-2003	34,20	1956-1977	29,90	1978-2003	37,80
Flussgebiet rechtsseitige Moselzuflüsse und Schwarzbach							
Papiermühle	Dhron	1957-2003	19,00	1957-1977	14,90	1978-2003	22,30
Kloster Engelpfort	Flaumbach	1958-2003	15,60	1958-1977	9,02	1978-2003	20,70
Contwig	Schwarzbach	1961-2003	24,90	1961-1977	20,00	1978-2003	28,10
Flussgebiet Rheinzufüsse							
Bobenthal	Wieslauter	1956-2003	7,34	1956-1977	6,72	1978-2003	7,86
Salmbacher Passage	Wieslauter	1961-2003	10,50	1961-1977	8,64	1978-2003	11,80
Rheinzabern	Erlenbach	1958-2003	4,28	1958-1977	4,06	1978-2003	4,44
Herxheim	Klingbach	1960-2003	4,27	1960-1977	4,33	1978-2003	4,23
Sieboldingen	Queich	1957-2003	9,33	1957-1977	7,43	1978-2003	10,90
Neustadt	Speyerbach	1946-2003	6,75	1946-1977	6,58	1978-2003	6,95
Bad Dürkheim	Isenach	1958-2003	1,92	1958-1977	1,40	1978-2003	2,32
Großkarlbach	Eckbach	1958-2003	0,90	1958-1977	0,60	1978-2003	1,12
Monsheim	Pfrimm	1957-2003	15,90	1957-1977	15,50	1978-2003	16,30

5 Zusammenfassung

Eine in den letzten 100 Jahren, verstärkt seit 30 Jahren, beobachtete Erhöhung der Niederschläge soll sich mit dem beginnenden Klimawandel verstärkt fortsetzen. Dabei wird von einer überproportionalen Zunahme der Winterniederschläge und einer vergleichsweise geringfügigen Abnahme der Sommerniederschläge ausgegangen.

Da das Niederschlagsverhalten unmittelbare Auswirkungen auf das Abflussgeschehen hat, wurde für Rheinland-Pfalz untersucht, wieweit bereits eine Veränderung der Hochwasserabflüsse (Höhe, Häufigkeit) erkennbar ist. Betrachtet wurden mit insgesamt 39 Pegeln alle, die eine Beobachtungsdauer von etwa 50 Jahren haben.

Im ersten Schritt wurde die gesamte Zeitreihe der Jahreshöchstabflüsse aufgetragen und optisch ausgewertet. Dabei war ohne weitere rechnerische Analyse erkennbar, dass die Zeitreihen Ende der siebziger Jahre einen Sprung aufweisen. Diese Erscheinung – rechnerisch auch über eine Bruchpunktanalyse nachweisbar – sagt aus, dass die Hochwasserabflüsse seit 25-30 Jahren im Mittel höher ausfallen als im Zeitraum davor. Erklärt werden kann dieses Phänomen mit dem für den im gleichen Zeitraum nachgewiesenen vermehrten Auftreten von zyklonalen Westwetterlagen und damit einhergehend verstärkten Niederschlägen. Für weitere Trenduntersuchungen wurden daher neben den gesamten Zeitreihen auch Teilreihen bis 1977 und ab 1978 betrachtet.

Bei der Trendanalyse weisen 13 der insgesamt 39 Pegel rechnerisch einen positiven signifikanten Trend über die gesamte Beobachtungsdauer auf. Dieser Trend resultiert aber nicht aus Veränderungen hydrometeorologischer Größen, sondern aus der sprunghaften Änderung Ende der siebziger Jahre. Dies belegen auch die weitergehenden Analysen.

Werden die Teilreihen der Jahreshöchstabflüsse bis 1977 und die ab 1978 einer Trendanalyse unterzogen, so ist an keinem der Pegel für eine der Teilreihen ein signifikanter Trend – positiv oder negativ – festzustellen.

Entsprechend einer sich abzeichnenden Verstärkung der Winter- und Abnahme der Sommerniederschläge seit etwa 30 Jahren ist eine Trendanalyse für die nach Winter- und Sommerereignissen getrennten Höchstabflüsse in der Teilreihe ab 1978 von Interesse. Dabei zeigt sich für 11 Pegel ein signifikanter negativer Trend der Sommer-HQ und für drei Pegel ein signifikanter positiver Trend der Winter-HQ. Die Gewässer in Rheinland-Pfalz reagieren bisher also nur sehr bedingt auf die veränderten Niederschlagsverhältnisse.

Wird die Häufigkeit aller Hochwasserereignisse größer als MHQ für die Zeitreihe ab 1978 mit der bis 1977 verglichen, hat sich diese um rd. 25% seit 1978 erhöht. Dieses häufigere Auftreten spiegelt die im selben Zeitraum verstärkte Häufigkeit von zyklonalen Westwetterlagen wider. Diese Wetterlagen, verbunden mit höheren Niederschlägen, sind auch dafür verantwortlich, dass sich die mittleren Hochwasserabflüsse seit Ende der siebziger auf einem höheren Niveau bewegen. Gegenüber dem vorhergehenden Zeitraum liegt die Erhöhung in einer Größenordnung von 20 %.

Werden aus den vorliegenden Abflussdaten Bemessungsabflüsse auf statistischer Basis abgeleitet, ist dieses veränderte Verhalten der Hochwasserabflüsse durch die entsprechend veränderten statistischen Parameter bei der Berechnung von Verteilungsfunktionen berücksichtigt. Mit Hilfe dieser Verteilungsfunktionen können also unmittelbar gültige Bemessungswerte festgelegt werden.

Zusammenfassend ist festzustellen, dass die Fließgewässer in Rheinland-Pfalz im Bereich der Hochwasserabflüsse keine signifikante, auf den Klimawandel hinweisende Tendenz zur Veränderung des Abflussverhaltens zeigen. Wird davon ausgegangen, dass der Klimawandel bis zum Jahr 2050 zu einer Abflussverschärfung in einer Größenordnung bis 15% führen würde – wie im Rahmen des Projektes KLIWA prognostiziert –, würden die Wiederholungszeitspannen der extremen Hochwasser bis auf die Hälfte ihres heutigen Wertes reduziert. Aus den vorhandenen Daten und auf Grund der Untersuchungen können aber noch keine konkreten Werte als sogenannte Klimafaktoren abgeleitet werden, mit denen bisher verwendete Bemessungswerte zusätzlich korrigiert werden müssten.