Wasserwirtschaft im Westharz

Hydrologische Untersuchungen
mit Blick auf ein sich veränderndes Klima

Harzwasserwerke
herrlich welches Wasser

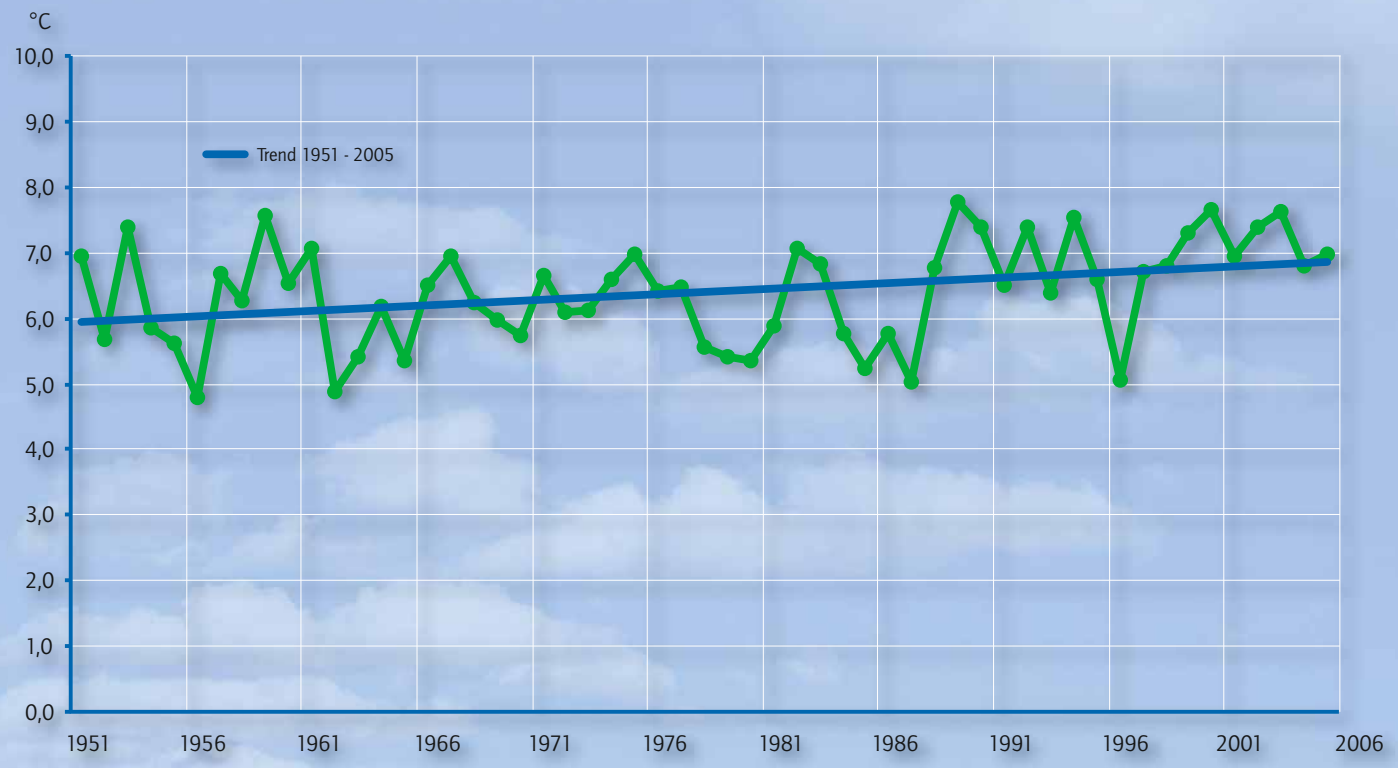
IMPRESSUM

Herausgeber:
Harzwasserwerke GmbH
Abteilung Wasserwirtschaft
Dipl.-Ing. Frank Eggelsmann
Dr.-Ing. Andreas Lange

Inhalt

Einleitung 4
Datengrundlage und Untersuchungsprogramm 6
Wasserhaushalt der Oder 8
Wasserhaushalt der Sperrlutter 10
Wasserhaushalt der Sieber 12
Wasserhaushalt der Söse 14
Wasserhaushalt der Innerste 16
Wasserhaushalt der Grane 18
Wasserhaushalt der Oker 20
Wasserhaushalt der Radau 22
Wasserhaushalt der Ecker 24
Hochwasserabflüsse der Oder 26
Hochwasserabflüsse der Sieber 28
Hochwasserabflüsse der Söse 30
Hochwasserabflüsse der Innerste 32
Hochwasserabflüsse der Oker 34
Hochwasserabflüsse der Radau 36
Zusammenfassung und Bewertung 38
Ergebnisse Abflussjahr 1941–2008 39
Ergebnisse Winterhalbjahr 1941–2008 40
Ergebnisse Sommerhalbjahr 1941–2008 41
Begriffsdefinitionen und statistische Grundlagen 42
Literaturverzeichnis 43

Einleitung



Jahresmitteltemperaturen (1951-2005) der Messstation Clausthal (590 mNN)

Die globale Erderwärmung ist auch im Harzgebiet im Zeitraum 1951 bis 2005 mit einem Anstieg von ca. einem Kelvin eindeutig nachweisbar.

Die Erwärmung führt physikalisch zu einem höheren Energieumsatz in der Erdatmosphäre. Dadurch wird der Wasserkreislauf aus Niederschlag und Verdunstung in seinem Ablauf beschleunigt. Klimaforscher prognostizieren, dass in Zukunft ausgeprägte Wetterextreme häufiger auftreten (z. B. Starkregenereignisse, Hitze- und Dürreperioden). Für den mitteleuropäischen Raum wird mit höheren Winterniederschlägen und geringeren Sommerniederschlägen gerechnet.

Die prognostizierten Veränderungen sind für die Harzwasserwerke GmbH, die seit über 75 Jahren große Talsperren im Westharz betreiben, wasserwirtschaftlich von großer Bedeutung. Denn die Stauanlagen dienen einerseits dem Hochwasserschutz, andererseits haben die Speicher ausreichend Wasser für die Trinkwassergewinnung, die Energieerzeugung und die Niedrigwasseraufhöhung zur Verfügung zu stellen.

Im Rahmen des vorliegenden Berichtes wird untersucht, ob die Messdaten der Harzwasserwerke GmbH bereits Rückschlüsse auf Veränderungen infolge des Klimawandels zulassen. Dabei werden vornehmlich zwei Fragen diskutiert, welche die Bewirtschaftung der Harztalsperren unmittelbar betreffen:

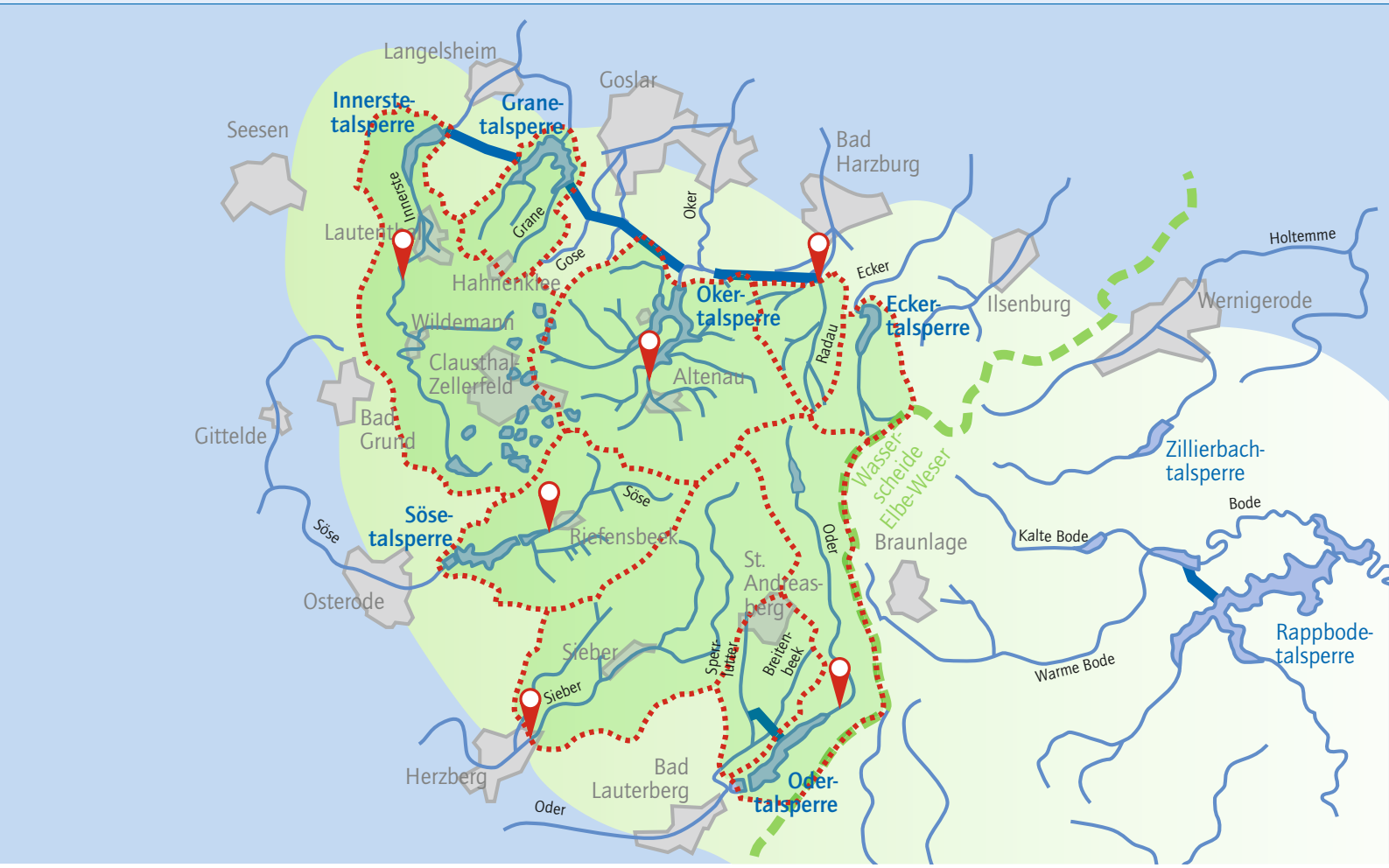
Normalstau
an der Innerstetalsperre

Der Bienenfresser – Indikator für ein zunehmend milderes Klima im Harz

1. Ist anhand der hydrologischen Datenbasis bereits ein Trend zu erkennen, der auf eine positive oder negative Veränderung des Wasserhaushalts der Talsperren schließen lässt?

2. Liefern die langjährigen Abflussbeobachtungen der Harzwasserwerke GmbH einen Hinweis darauf, dass große Hochwasser in den Einzugsgebieten der Talsperren tendenziell zunehmen? Oder handelt es sich um Beobachtungen, die im Rahmen der natürlichen Schwankungen liegen?

Datengrundlage und Untersuchungsprogramm



Übersichtskarte Westharz mit Talsperren, Einzugsgebietsgrenzen und Überleitungssystem

GEBIETSNIEDERSCHLÄGE

Im ersten Schritt zur Untersuchung des Wasserdargebots wurden für die Einzugsgebiete der sechs großen Talsperren sowie für drei weitere Flussgebiete Gebietsniederschläge ermittelt:

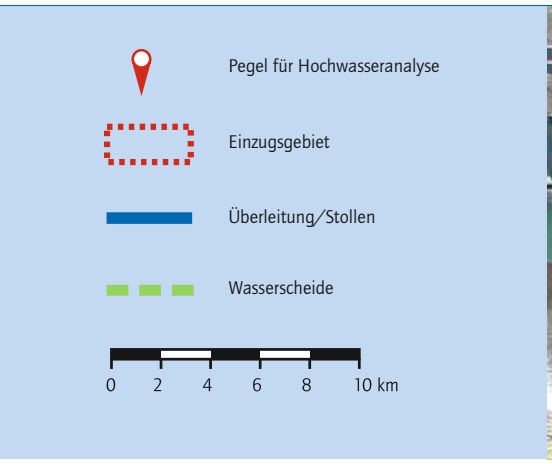
- Odertalsperre
- Sösetalsperre
- Innerstetalsperre
- Granetalsperre
- Okertalsperre
- Eckertalsperre
- Sperrlutter
- Sieber
- Radau

Die Auswertung erfolgte mit dem Thiessen-Polygon-Verfahren auf der Grundlage der Monatsniederschlagssummen von insgesamt 62 Messstationen für die Jahre 1941 bis 2008.

Bei den verwendeten Niederschlagsdaten handelt es sich überwiegend um die Messdaten von Monatssammlern, welche das relativ dünne Messnetz an vorhandenen Regenmessern und -schreibern im Harz ergänzen. Einzelne Datenlücken wurden durch den Vergleich mit Nachbarstationen geschlossen. Die Messdaten wurden zuvor auf Ausreißer und durch Abgleich mit der Isohyetenkarte auf Plausibilität überprüft.

NATÜRLICHER GEBIETSABFLUSS

Die Abflüsse in den Harzgewässern unterliegen beträchtlichen Beeinflussungen durch den ehemaligen Oberharzer Bergbau. Es gibt nur wenige Gewässer, die nicht auf die eine oder andere Art durch künstliche Speicherung, Ableitungen oder Beileitungen in ihrem natürlichen Haushalt verändert sind. Zu den älteren Komponenten des Eingriffs in den Wasserhaushalt kommen die jüngeren Beileitungssysteme, die die Flussgebiete im Westharz miteinander vernetzen und das heutige Talsperrenverbundsystem der Harzwasserwerke GmbH bilden.



Innerste/Pegel Rote Klippe

Schon frühzeitig wurde von den Harzwasserwerken für die Planung und den Bau der großen Harztalsperren ein relativ umfangreiches Pegelmessnetz aufgebaut, welches auch das komplexe System der Bei- und Ableitungen mit erfasst. Die gesammelten Daten bilden heute die Grundlage, um für alle Flussgebiete im Westharz langjährige Zeitreihen des natürlichen Gebietsabflusses aufstellen zu können.

Bei der Aufstellung der Wasserbilanzen in den Fluss-/Talsperreneinzugsgebieten wurden folgende Einflussgrößen berücksichtigt:

- Speicherinhaltsveränderungen (Talsperren, Stauteiche)
- Beileitungen durch Gräben, Stollen oder Pumpleitungen
- Ableitungen durch Gräben, Stollen oder Pumpleitungen
- Entzug durch Abwassertransportleitungen
- Entzug durch Wasserentnahmen für die Trinkwassergewinnung

Eine ausführliche Darstellung der Wasserbilanzen findet sich in [5], da dies ansonsten den Rahmen dieses Berichtes sprengen würde.

Im Folgenden wird der natürliche Gebietsabfluss für den Zeitraum 1941 bis 2008 als Abflusshöhe h_A dargestellt, um ihn direkt mit den Gebietsniederschlägen vergleichen zu können. Die Auswertung erfolgte für die oben aufgeführten Flussgebiete getrennt nach Abfluss-, Winter- und Sommerhalbjahr.

HOCHWASSERABFLÜSSE

Jedes Hochwasser hat im Harz seine eigene Charakteristik. Typische Sommerhochwasser entstehen durch wolkenbruchartige Regenfälle. Dabei schwellen die Bäche in den steilen Harztälern in kürzester Zeit an, ebben aber genauso schnell wieder ab. Das Hochwasservolumen, die Abflussfülle, ist meistens gering. Ausnahmen bilden Hochwasser, welche durch einen großflächigen, tagelang andauernden Landregen verursacht sind. Bei diesen Ereignissen ist dann auch im Sommer mit einem sehr großen Volumen zu rechnen.

Winterhochwasser kommen in der Regel nicht auf so hohe Scheitelwerte, sind jedoch sehr viel inhaltsreicher. Eine besondere Situation liegt im Winter vor, wenn starke Regenfälle von einem lang anhaltenden Wärmelufteinbruch begleitet werden. In diesem Fall entstehen zusammen mit der Schneeschmelze Hochwasser, welche sowohl hohe Scheitelwerte als auch große Volumina aufweisen.

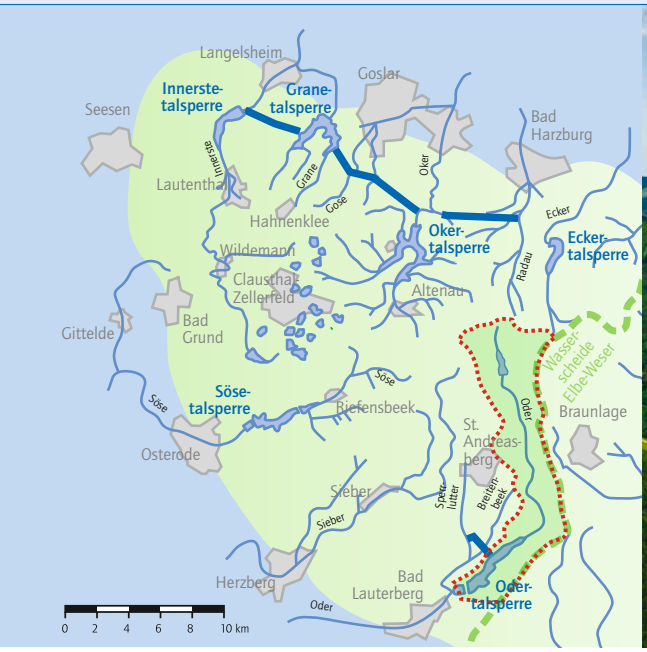
Im Rahmen dieses Berichtes werden die gemessenen Hochwasserscheitel von sechs Pegeln analysiert, für die geeignet lange Reihen an Hochwasserabflussdaten vorliegen:

- Erikabrücke: Zuflusspegel für die Odertalsperre (1941-2008)
- Herzberg: Siebergebiet (1941-2008)
- Riefensbeek: Zuflusspegel für die Sösetalsperre (1941-2008)
- Hüttschenthal: Zuflusspegel für die Innerstetalsperre (1941-2008)
- Altenau I: Zuflusspegel für die Okertalsperre (1949-2008)
- Harzburg: Radaugebiet (1941-2008)

Einige der oben aufgeführten Pegel werden bereits länger als 1941 beobachtet. Der Vergleichbarkeit wegen wird hier aber der Zeitraum 1941 bis 2008 betrachtet. Eine Ausnahme bildet der Okerpegel Altenau I, der erst seit 1949 gemessen wird.

Die Auswertung der Hochwasserabflussdaten erfolgte auch hier getrennt nach Abflussjahr, Winterhalbjahr und Sommerhalbjahr.

Wasserhaushalt der Oder



Einzugsgebiet

Odertalsperre

GEBIETSBESCHREIBUNG

Das Quellgebiet der Oder ist eine bis zum Oderteich reichende Hochmulde, welche eingerahmt wird von den höchsten Erhebungen des Harzes: Sonnenberg 853 mNN, Bruchberg 928 mNN, Brocken 1142 mNN und Achtermann 926 mNN. Unterhalb des Oderteichs fließt die Oder in einem steilen Kerbtal südwärts und mündet oberhalb von Bad Lauterberg in die Odertalsperre. Das Flussgebiet der Oder ist bis zur Odertalsperre fast zu 100 % bewaldet.

Der Wasserhaushalt des Odergebietes wird durch die Bei- und Ableitungen des Flörichshaier Grabens, des Clausthaler Flutgrabens, des Sonnenberger Grabens und des Rehberger Grabens nennenswert beeinflusst. Als wichtigste Beileitung ist das System Hanggraben-Hillebillestollen zu nennen, das erhebliche Wassermengen von Sperrlutter und Breitenbeek in die Odertalsperre leitet.

Die Abgabe aus der Odertalsperre wird seit 1934 am Pegel Odertal I am Ortseingang von Bad Lauterberg gemessen. Am Pegel Odertal I hat das Einzugsgebiet eine Größe von 53,6 km^2.

TRENDANALYSE

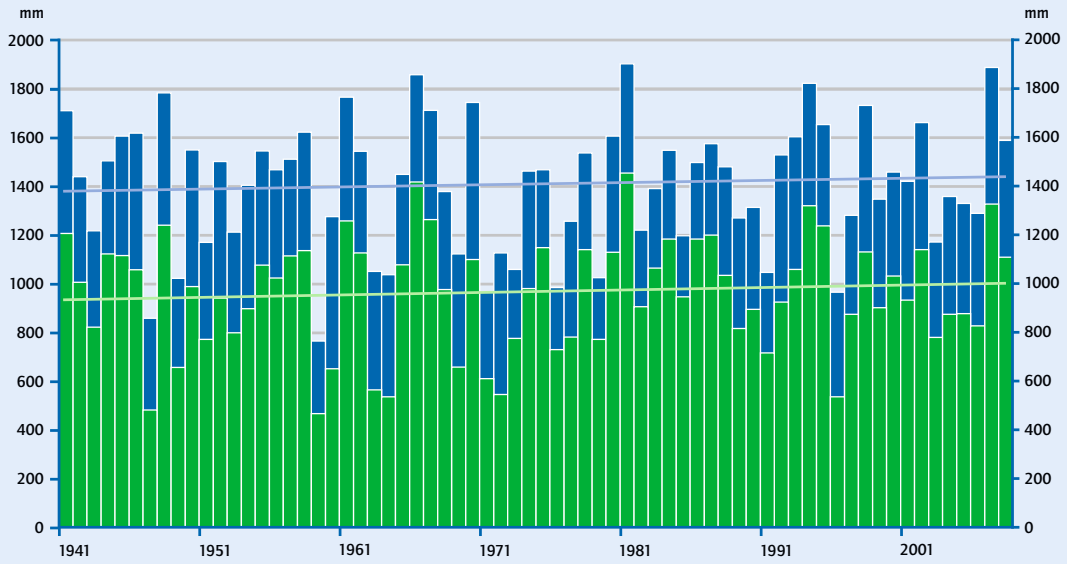
Die Analyse des Trendverhaltens des Gebietsniederschlags zeigt eine Verschiebung des Sommerniederschlags in Richtung des Winterniederschlags. Dabei ist der Trend zunehmender Winterniederschläge mit einer Sicherheit von 90 % statistisch signifikant.

Die Beobachtung im Niederschlagsgeschehen spiegelt sich im Wasserhaushalt der Odertalsperre wider. Während der Sommerabfluss signifikant rückläufig ist, steigen die Wintermengen signifikant an. Über das Jahr betrachtet, nehmen die Abflüsse im Odergebiet nur geringfügig zu.

Gebietsniederschlag (1941-2008)				
	Mittel h_N	Abs. Trend	Rel. Trend	Signifikanz
	[mm]	[mm/Jahr]	[%/Jahr]	[-]
Abflussjahr	1407	+ 0,88	+ 0,06	nein
Winterhalbjahr	765	+ 1,42	+ 0,19	ja (> 90 %)
Sommerhalbjahr	642	– 0,55	– 0,09	nein

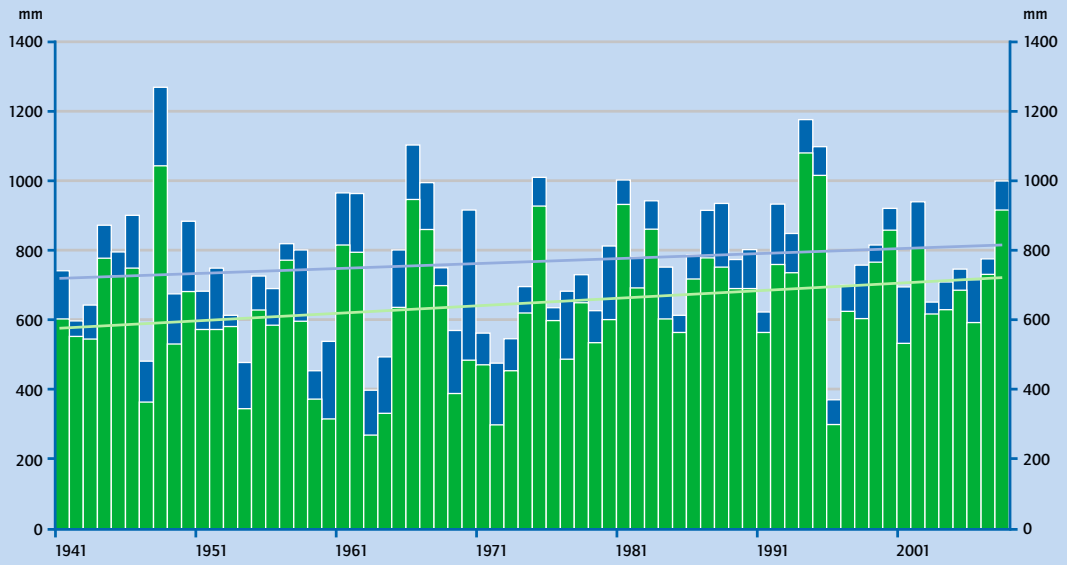
Natürlicher Gebietsabfluss (1941-2008)				
	Mittel h_A	Abs. Trend	Rel. Trend	Signifikanz
	[mm]	[mm/Jahr]	[%/Jahr]	[-]
Abflussjahr	965	+ 1,00	+ 0,10	nein
Winterhalbjahr	647	+ 2,17	+ 0,34	ja (> 95 %)
Sommerhalbjahr	318	– 1,17	– 0,37	ja (> 90 %)

Wasserhaushalt der Oder

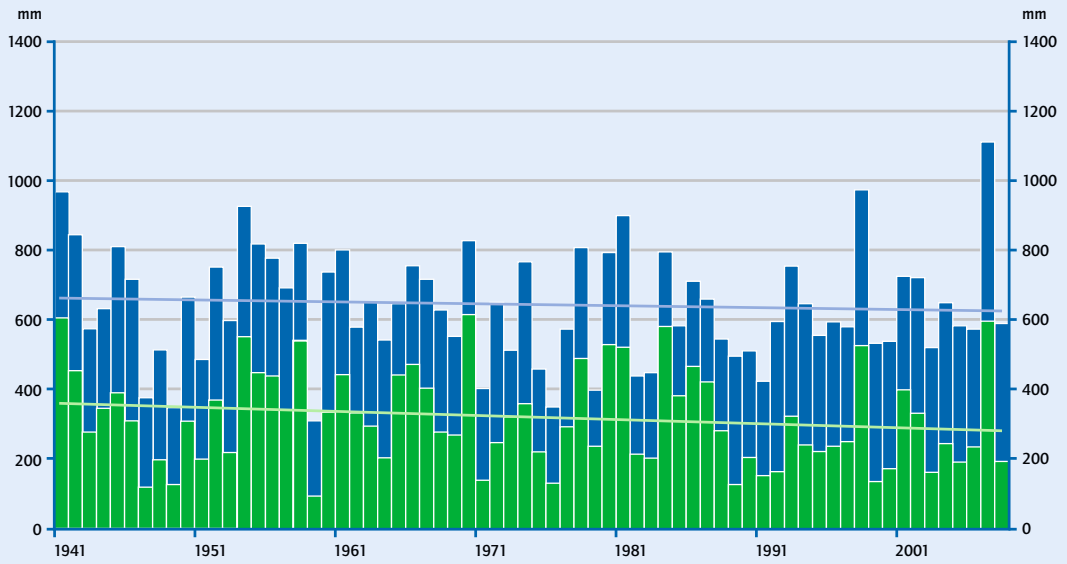


ABFLUSSJAHR 1941 - 2008

Gebietsniederschlag
Absoluter Trend
Gebietsabfluss
Absoluter Trend

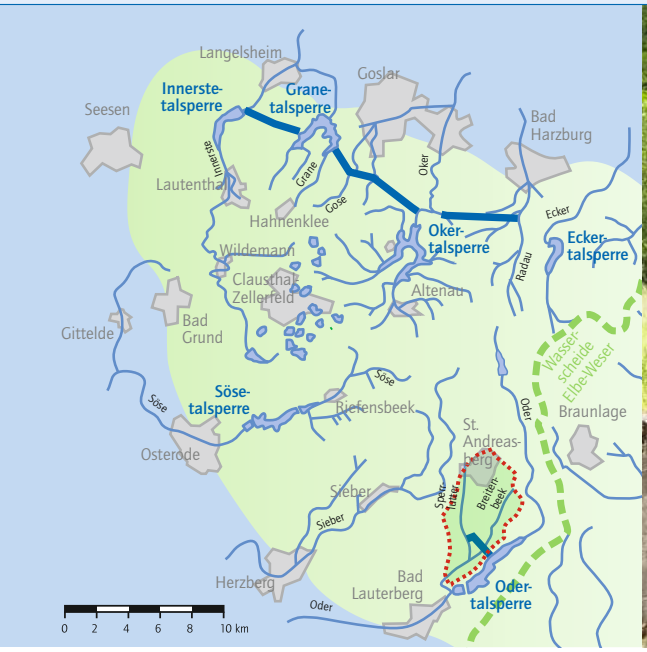


WINTERHALBJAHR 1941 - 2008



SOMMERHALBJAHR 1941 - 2008

Wasserhaushalt der Sperrlutter



Einzugsgebiet *Sperrlutter/Pegel Odertal II*

GEBIETSBESCHREIBUNG

Die Sperrlutter entspringt im Bereich der Bergstadt St. Andreasberg und fließt mit hohem Gefälle südwärts Richtung Bad Lauterberg. Das Gebiet der Sperrlutter umfasst inklusive ihres größten Zubringers, der Breitenbeek, bis zum Pegel Odertal II kurz vor der Einmündung in die Oder 27,3 km².

Der Wasserhaushalt des Sperrluttergebiets wird geprägt von der Beileitung durch den Rehberger Graben. Ableitungen liegen vor durch den Sieberstollen zur Sieber und über den Hanggraben und Hillebillestollen zur Oder.

Im Verhältnis zu den übrigen Flussgebieten im Harz hat das Sperrluttergebiet mit rund 26 % einen relativ großen Anteil an unbewaldeten Flächen. Es handelt sich dabei um das Stadtgebiet von St. Andreasberg und die Flächen der angrenzenden Bergwiesen.

TRENDANALYSE

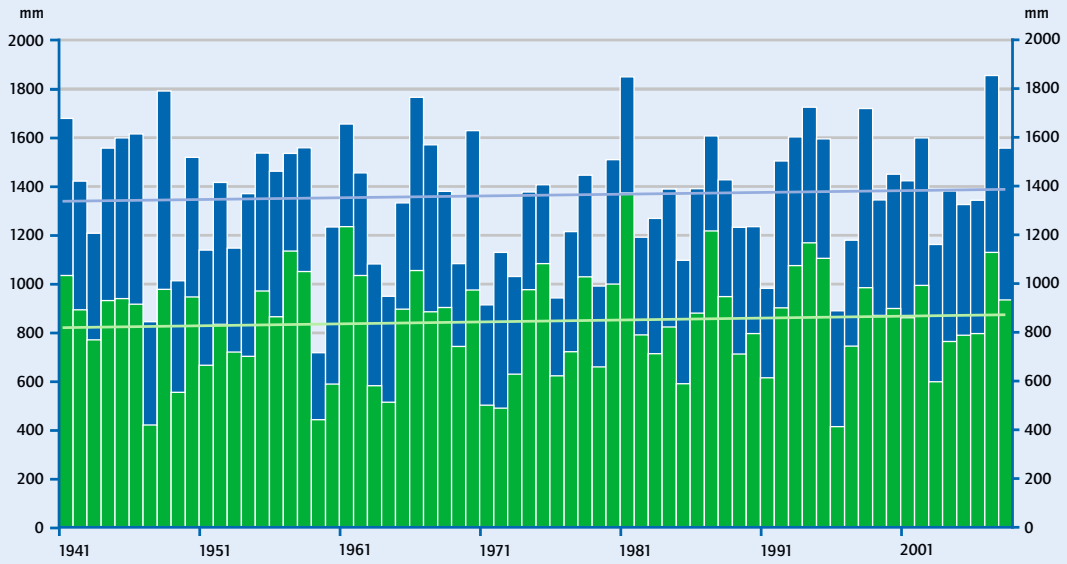
Der Trend des Niederschlags ist im Gebiet der Sperrlutter ähnlich wie im benachbarten Odertal. Es kommt zu einer Verschiebung der Sommerniederschläge in Richtung der Winterniederschläge, während die Jahresniederschlagsmenge nur geringfügig zunimmt.

Der Trend des natürlichen Abflusses zeigt die gleiche Entwicklung wie der Niederschlag. Der Sommerabfluss ist signifikant rückläufig, der Winterabfluss nimmt signifikant zu. Der Jahresabfluss zeigt einen leicht ansteigenden Trend.

Gebietsniederschlag (1941-2008)				
	Mittel h_N	Abs. Trend	Rel. Trend	Signifikanz
	[mm]	[mm/Jahr]	[%/Jahr]	[-]
Abflussjahr	1359	+ 0,73	+ 0,05	nein
Winterhalbjahr	738	+ 1,62	+ 0,22	ja (> 90 %)
Sommerhalbjahr	621	- 0,88	- 0,14	nein

Natürlicher Gebietsabfluss (1941-2008)				
	Mittel h_A	Abs. Trend	Rel. Trend	Signifikanz
	[mm]	[mm/Jahr]	[%/Jahr]	[-]
Abflussjahr	841	+ 0,79	+ 0,09	nein
Winterhalbjahr	595	+ 1,86	+ 0,31	ja (> 95 %)
Sommerhalbjahr	246	- 1,07	- 0,44	ja (> 90 %)

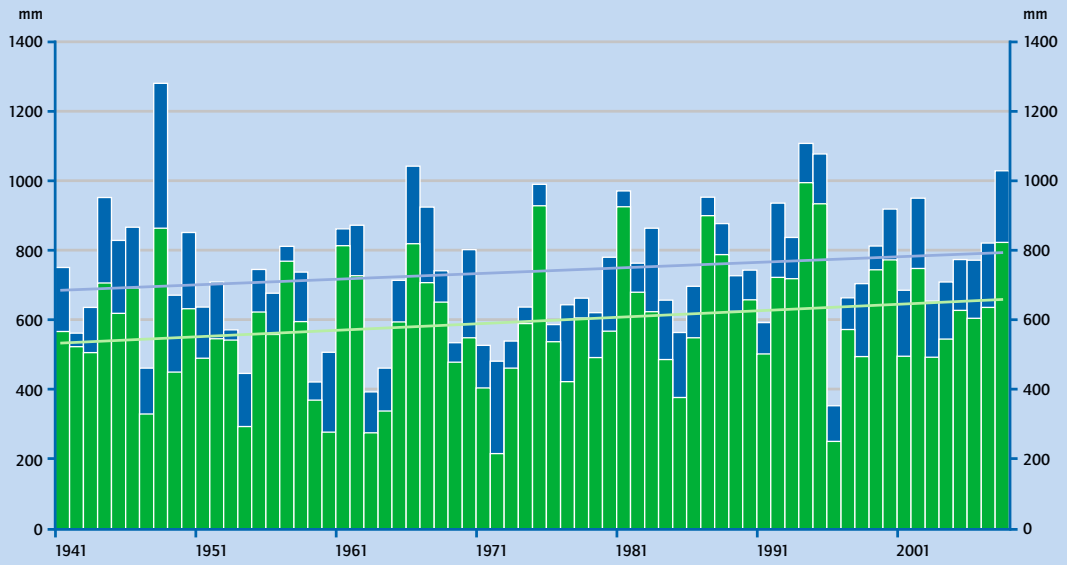
Wasserhaushalt der Sperrlutter



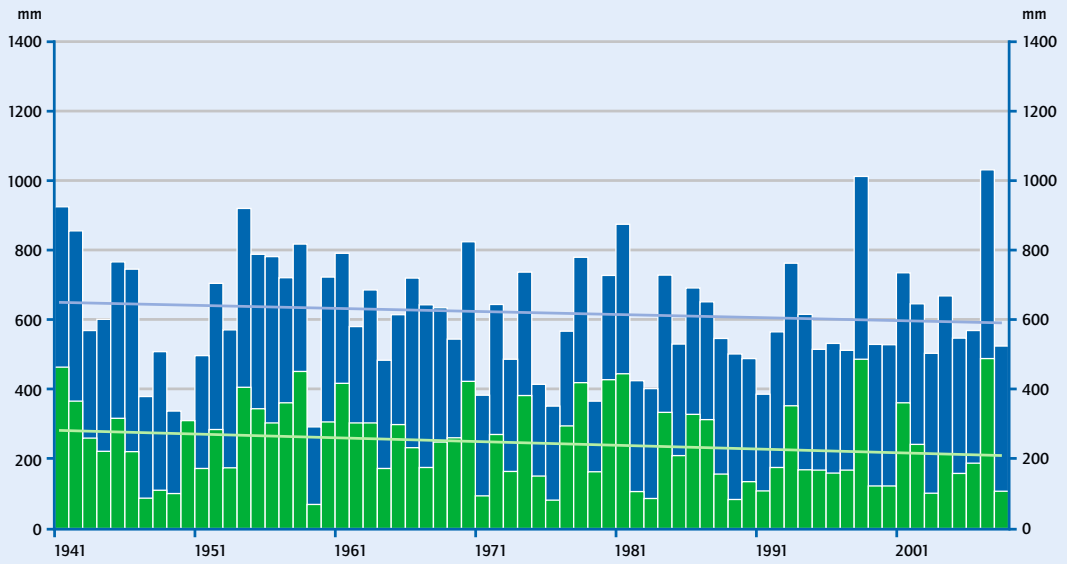
ABFLUSSJAHR
1941 - 2008

Gebietsniederschlag
Absoluter Trend

Gebietsabfluss
Absoluter Trend

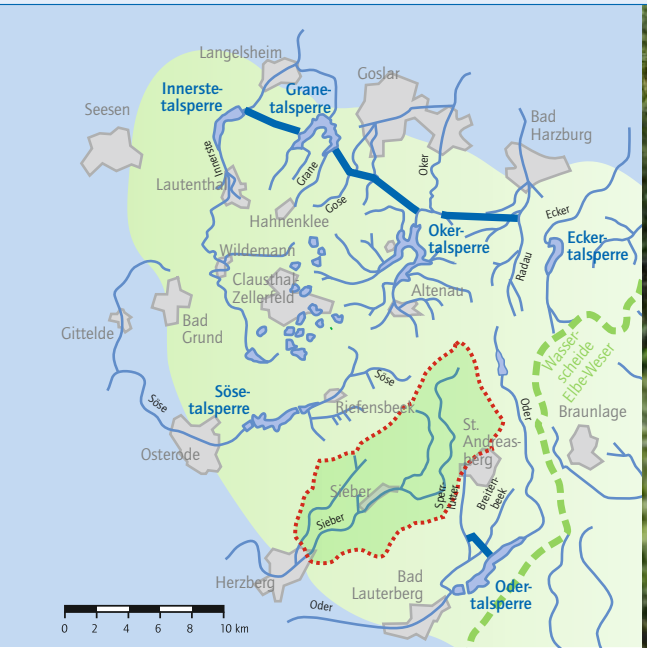


WINTERHALBJAHR
1941 - 2008



SOMMERHALBJAHR
1941 - 2008

Wasserhaushalt der Sieber



Einzugsgebiet *Sieber*

GEBIETSBESCHREIBUNG

Die Sieber entspringt am Südrand des Bruchberges bei 922 mNN und fließt Richtung Südwest. Am Harzrand hat die Sieber am Pegel Herzberg ein Einzugsgebiet von 68,7 km^2.

Der Abfluss der Sieber entspricht bis Herzberg weitestgehend den natürlichen Verhältnissen. Die Beileitung durch den Sieberstollen sowie die Ableitungen durch den Sonnerberger und den Clausthaler Flutgraben beeinflussen das Abflussregime nur geringfügig.

Die Besiedlung des betrachteten Siebergebietes ist äußerst spärlich. Neben der Ortschaft Sieber befinden sich nur vereinzelte Höfe im Einzugsgebiet. Ansonsten ist das Siebergebiet fast vollständig bewaldet.

TRENDANALYSE

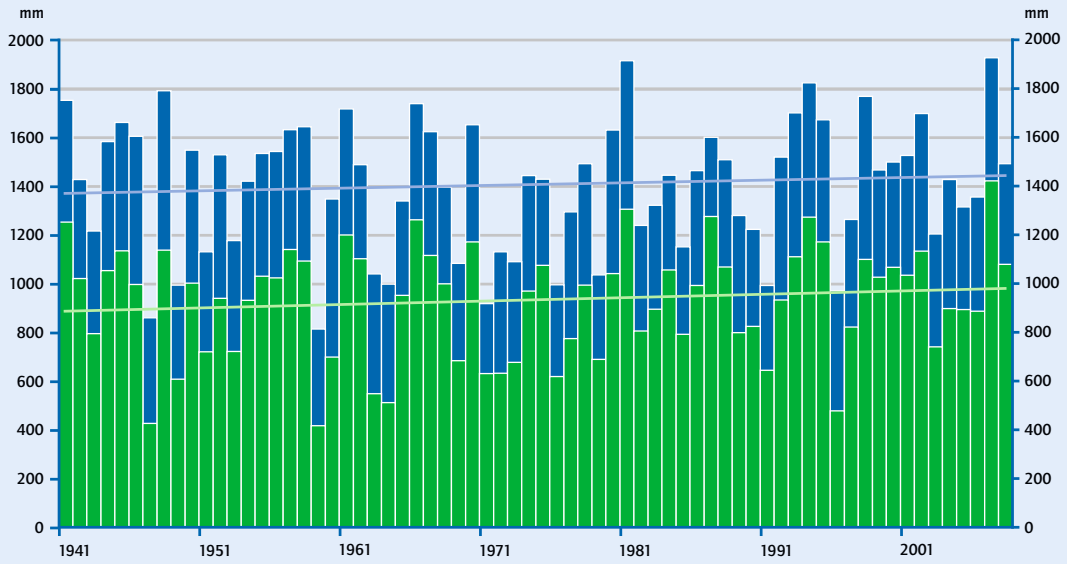
Der Trend des Gebietsniederschlags ist im Siebergebiet ähnlich wie bei der Oder und der Sperrlutter. Die Winterniederschläge nehmen signifikant zu, die Sommerniederschläge sind rückläufig.

Die jahreszeitliche Umverteilung zeigt sich auch beim Abfluss der Sieber. Im Winterhalbjahr ist der Trend des Abflusses signifikant ansteigend, während der Sommerabfluss einen negativen Trend aufweist. Die Jahresabflussmengen nehmen geringfügig zu.

Gebietsniederschlag (1941-2008)				
	Mittel h_N	Abs. Trend	Rel. Trend	Signifikanz
	[mm]	[mm/Jahr]	[%/Jahr]	[-]
Abflussjahr	1405	+ 1,10	+ 0,08	nein
Winterhalbjahr	748	+ 1,73	+ 0,23	ja (> 90 %)
Sommerhalbjahr	657	– 0,63	– 0,10	nein

Natürlicher Gebietsabfluss (1941-2008)				
	Mittel h_A	Abs. Trend	Rel. Trend	Signifikanz
	[mm]	[mm/Jahr]	[%/Jahr]	[-]
Abflussjahr	931	+ 1,39	+ 0,15	nein
Winterhalbjahr	634	+ 2,01	+ 0,32	ja (> 95 %)
Sommerhalbjahr	297	– 0,62	– 0,21	nein

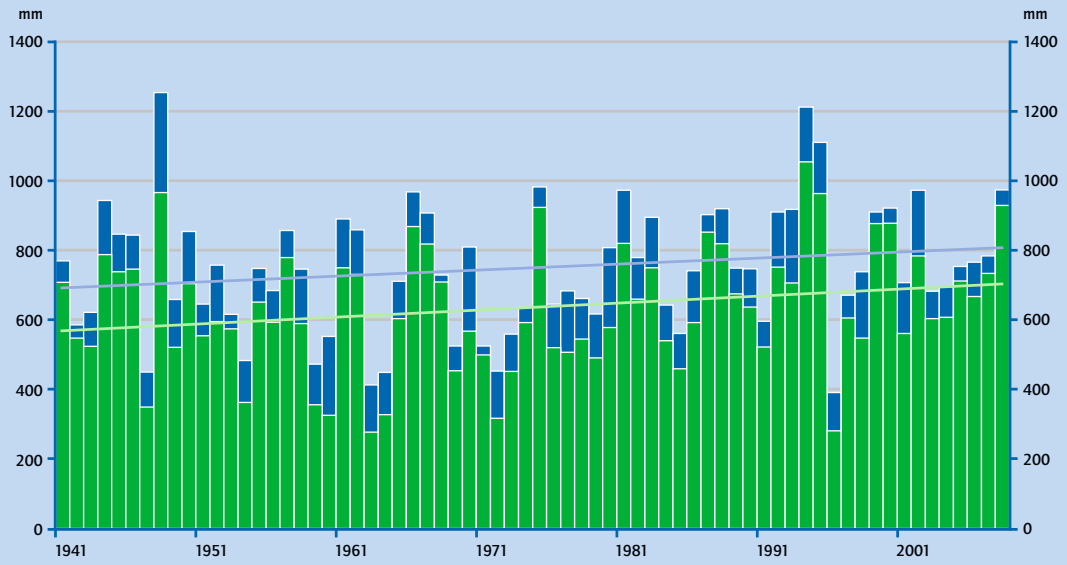
Wasserhaushalt der Sieber



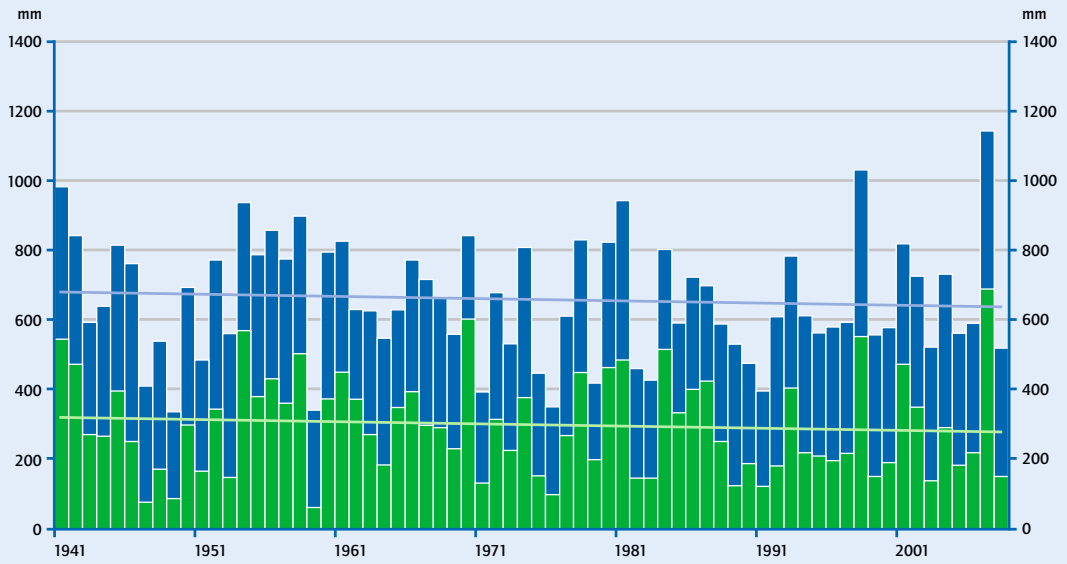
ABFLUSSJAHR 1941 - 2008

Gebietsniederschlag
Absoluter Trend

Gebietsabfluss
Absoluter Trend

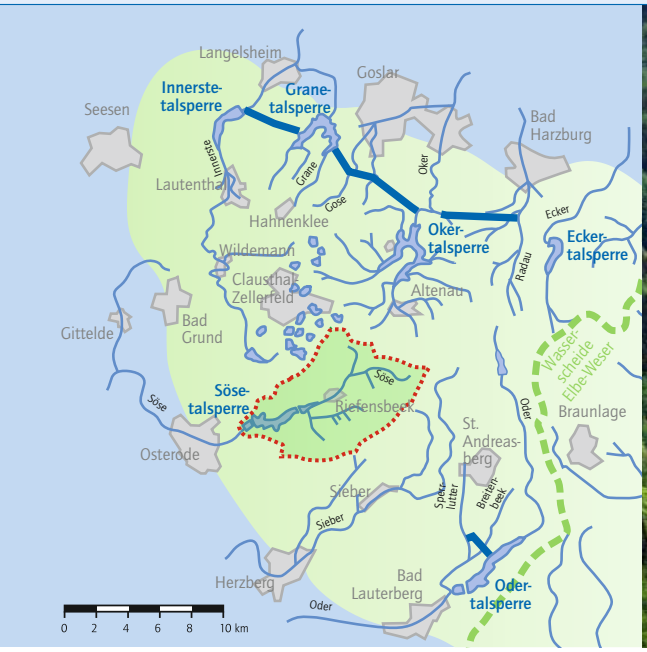


WINTERHALBJAHR 1941 - 2008



SOMMERHALBJAHR 1941 - 2008

Wasserhaushalt der Söse



Einzugsgebiet

Sösetalsperre

GEBIETSBESCHREIBUNG

Das Quellgebiet der Söse wird eingefasst von der nordwestlichen Abdachung des „Ackers" mit rd. 800 mNN und des südwestlichen Abfalls der „Oberharzer Hochfläche" mit 600 mNN. Die Fließrichtung der Söse ist von Nordost nach Südwest gerichtet. Oberhalb der Stadt Osterode wird die Söse in der 1931 fertig gestellten Sösetalsperre aufgestaut. Die Abgabe aus der Talsperre verzeichnet der Pegel Marientalt, bei dem das Einzugsgebiet eine Größe von 49,9 km² aufweist. Der Sösetalsperre darf für die Trinkwassergewinnung eine Wassermenge von 17,25 Mio. m³ pro Jahr entzogen werden.

Im oberen Söse-Einzugsgebiet ist heute noch der Morgenbrodstaler Graben als Bestandteil des Kulturdenkmals Oberharzer Wasserregal in Betrieb. Dieser Graben leitet Wasser der Söse in das Einzugsgebiet der Oker ab. Das betrachtete Sösegebiet ist mit Ausnahme der Siedlungen Riefensbeek und Kammschlacken vollständig bewaldet.

TRENDANALYSE

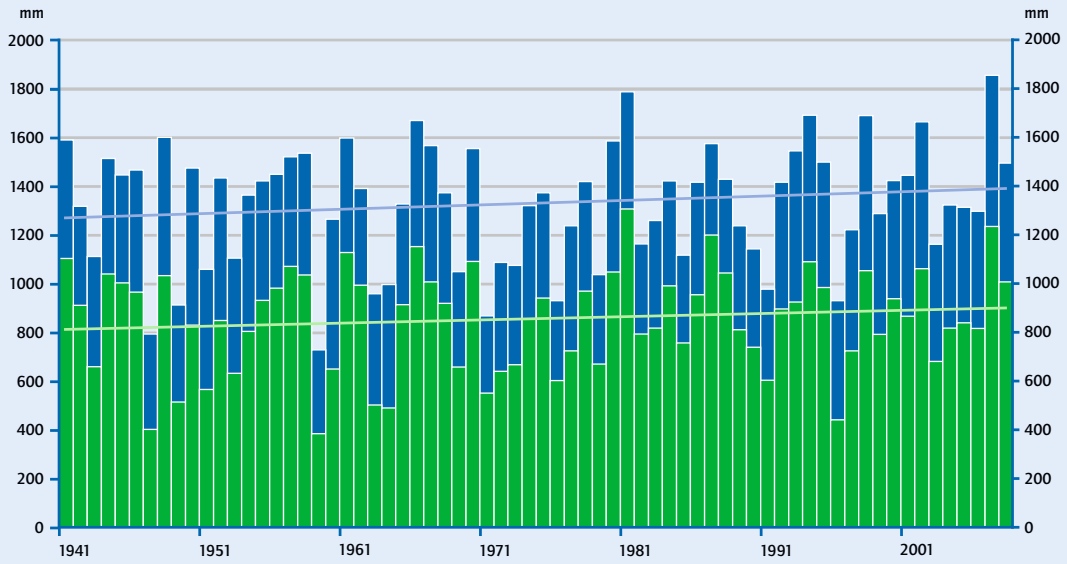
Die Entwicklung des Niederschlags und des Abflusses ist an der Söse ähnlich wie bei der benachbarten Sieber. Im Beobachtungszeitraum ist ein signifikanter Anstieg des Wasserdargebots im Winter zu verzeichnen. Dagegen ist der Sommerabfluss rückläufig.

Der Jahresabfluss weist einen zunehmenden Trend auf, der aber nicht signifikant ist.

Gebietsniederschlag (1941-2008)				
	Mittel h_N	Abs. Trend	Rel. Trend	Signifikanz
	[mm]	[mm/Jahr]	[%/Jahr]	[-]
Abflussjahr	1327	+ 1,81	+ 0,14	nein
Winterhalbjahr	689	+ 1,85	+ 0,27	ja (> 95 %)
Sommerhalbjahr	638	- 0,04	- 0,01	nein

Natürlicher Gebietsabfluss (1941-2008)				
	Mittel h_A	Abs. Trend	Rel. Trend	Signifikanz
	[mm]	[mm/Jahr]	[%/Jahr]	[-]
Abflussjahr	853	+ 1,31	+ 0,15	nein
Winterhalbjahr	563	+ 1,71	+ 0,30	ja (> 95 %)
Sommerhalbjahr	290	- 0,40	- 0,14	nein

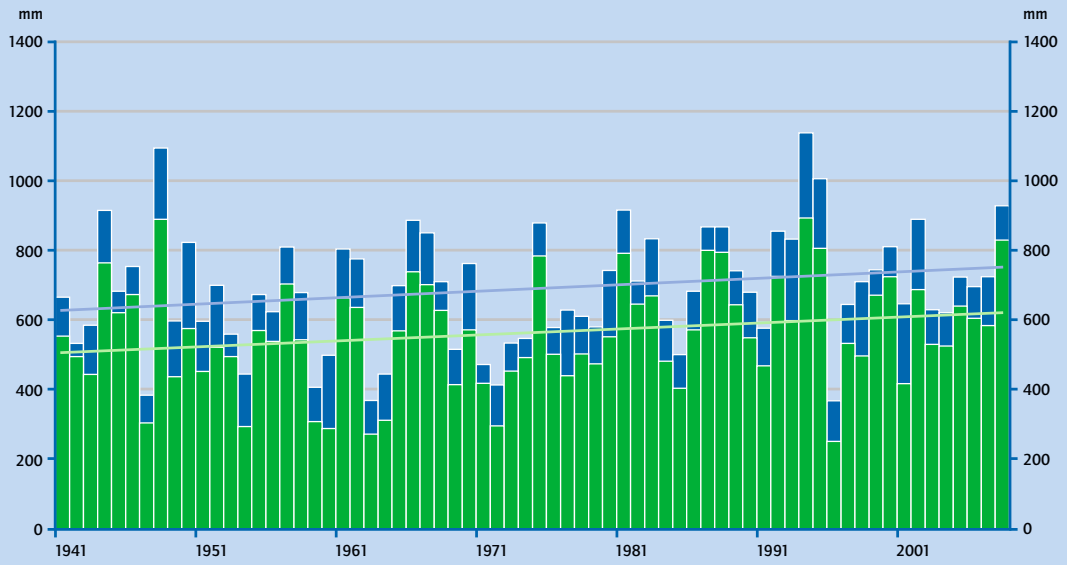
Wasserhaushalt der Söse



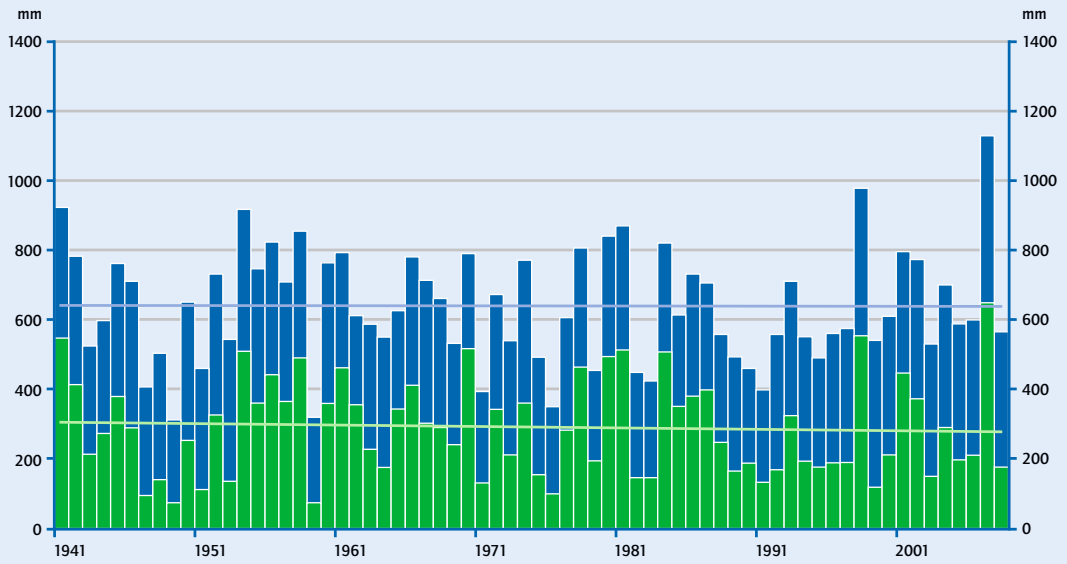
ABFLUSSJAHR
1941 - 2008

Gebietsniederschlag
Absoluter Trend

Gebietsabfluss
Absoluter Trend

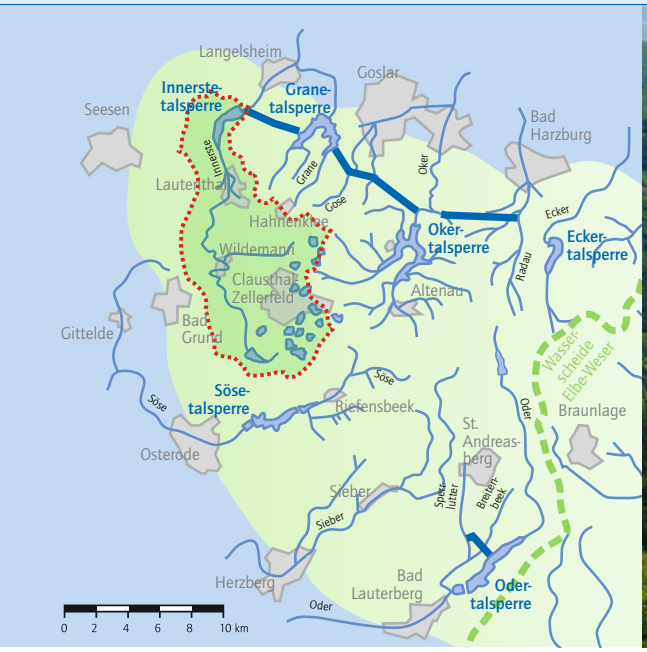


WINTERHALBJAHR
1941 - 2008



SOMMERHALBJAHR
1941 - 2008

Wasserhaushalt der Innerste



Einzugsgebiet

Innerstetalsperre

GEBIETSBESCHREIBUNG

Die Innerste entspringt im Bereich der „Clausthaler Hochfläche“ bei 600 mNN nordöstlich von Buntenbock. Die vorherrschende Fließrichtung ist von Süd nach Nord. Am Harzrand wird die Innerste oberhalb der Stadt Langelsheim durch die 1966 in Betrieb genommene Innerstetalsperre aufgestaut. Die Abgabe aus der Talsperre wird am Pegel Lindthal registriert, wo das Einzugsgebiet der Innerste eine Größe von 98,1 km² aufweist. Der Talsperrenzufluss entspricht heute nahezu den natürlichen Verhältnissen, nachdem Mitte der 1970er Jahre die Beileitung des Dammgrabens und Anfang der 1980er Jahre die Ableitung in den Ernst-August-Stollen zum Antrieb der unterirdischen Wasserkraftanlagen in Clausthal eingestellt wurde. Aus der Innerstetalsperre selbst wird seit 1980 bei Bedarf Wasser für die Trinkwassergewinnung zur Granetalsperre abgeleitet.

Das betrachtete Einzugsgebiet weist mit den Siedlungen von Clausthal-Zellerfeld, Wildemann, Lautenthal und Hahnenklee mit 21 % einen relativ hohen Anteil unbewaldeter Flächen auf.

TRENDANALYSE

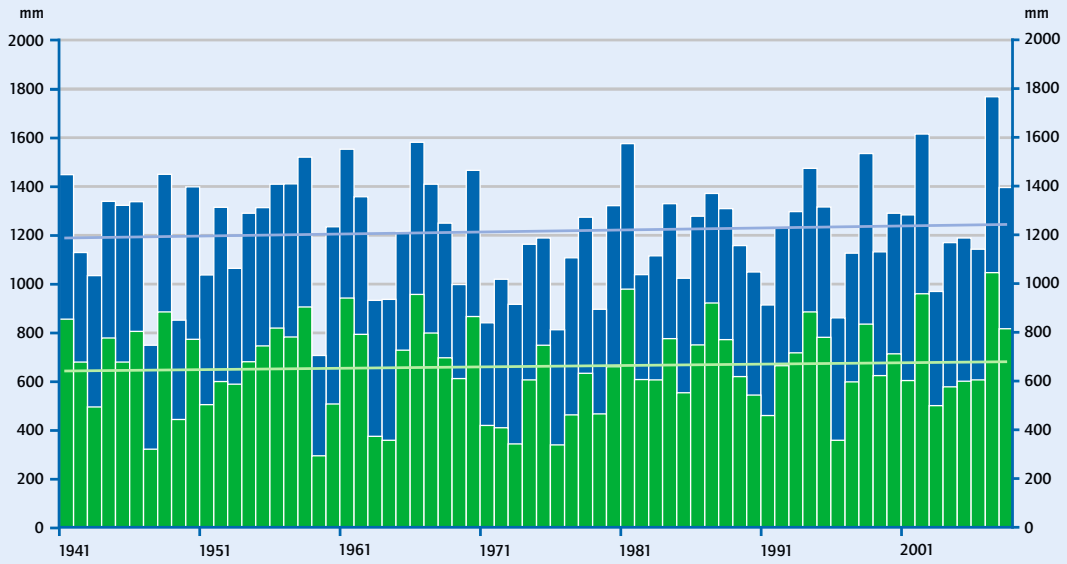
Im Innerstegebiet wird ein ähnlicher Trendverlauf beobachtet wie in den Flussgebieten des Südharzes, hier jedoch in schwächerer Ausprägung. Der Trend des Winterabflusses ist bei der Innerste ansteigend, befindet sich aber im Vergleich zur Söse auf einem geringeren Signifikanzniveau.

Der Sommerabfluss ist im Innerstegebiet deutlich rückläufig. Der Trend ist jedoch nicht signifikant.

Gebietsniederschlag (1941-2008)				
	Mittel h_N	Abs. Trend	Rel. Trend	Signifikanz
	[mm]	[mm/Jahr]	[%/Jahr]	[-]
Abflussjahr	1213	+ 0,83	+ 0,07	nein
Winterhalbjahr	609	+ 0,87	+ 0,14	nein
Sommerhalbjahr	604	– 0,04	– 0,01	nein

Natürlicher Gebietsabfluss (1941-2008)				
	Mittel h_A	Abs. Trend	Rel. Trend	Signifikanz
	[mm]	[mm/Jahr]	[%/Jahr]	[-]
Abflussjahr	658	+ 0,57	+ 0,09	nein
Winterhalbjahr	435	+ 1,19	+ 0,27	ja (> 90 %)
Sommerhalbjahr	223	– 0,62	– 0,28	nein

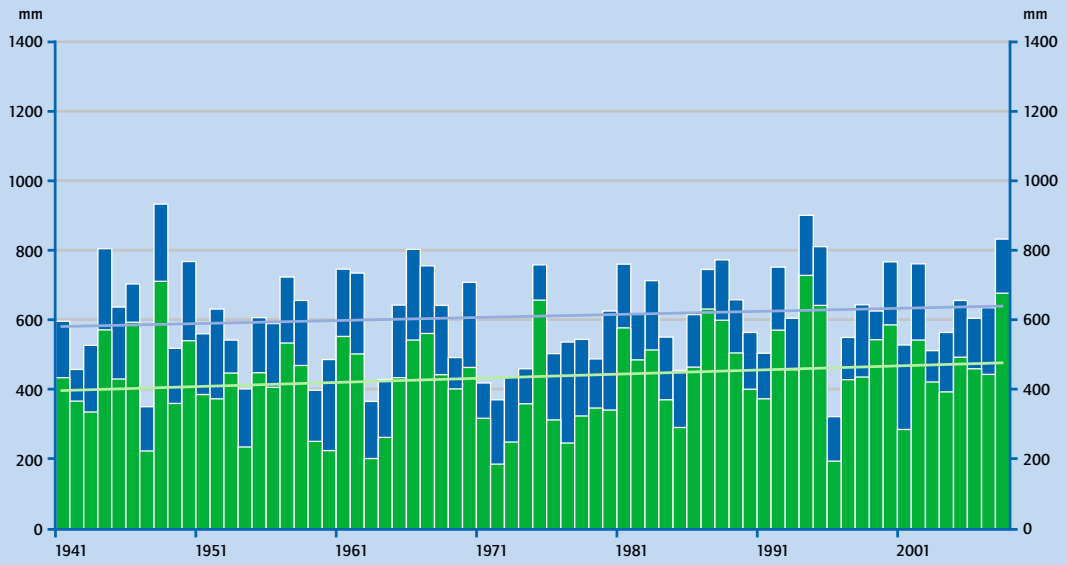
Wasserhaushalt der Innerste



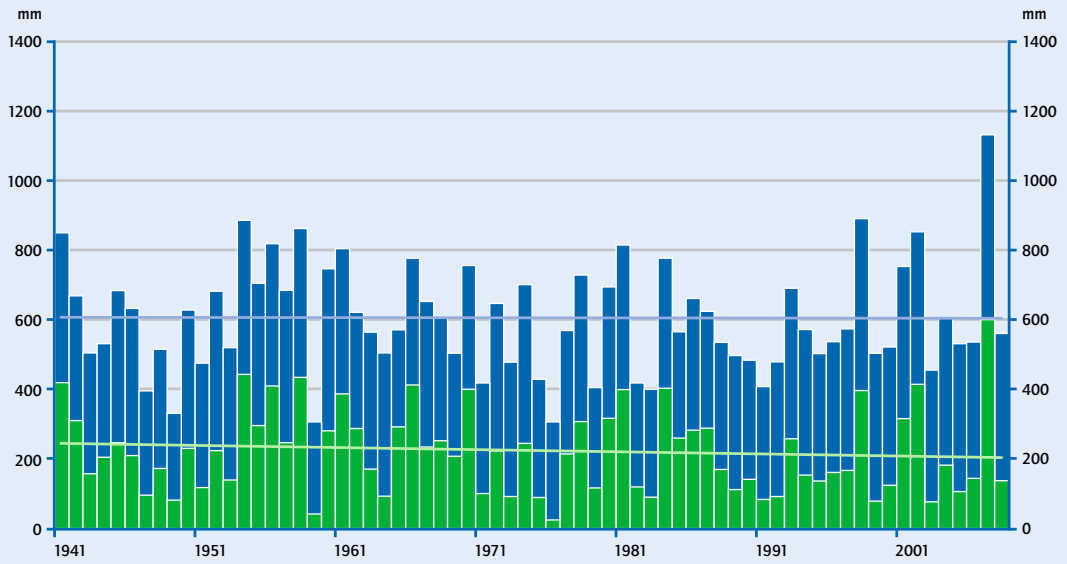
ABFLUSSJAHR
1941 - 2008

Gebietsniederschlag
Absoluter Trend

Gebietsabfluss
Absoluter Trend

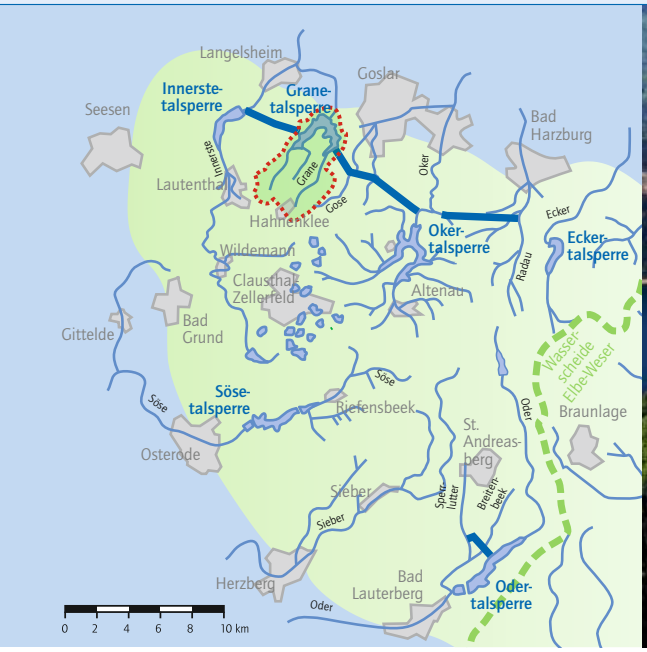


WINTERHALBJAHR
1941 - 2008



SOMMERHALBJAHR
1941 - 2008

Wasserhaushalt der Grane



Einzugsgebiet *Granetalsperre*

GEBIETSBESCHREIBUNG

Das Flussgebiet der Grane liegt östlich neben dem Innerstetal. Im Quellgebiet stellen Grane und Varley zwei gleichwertige Wasserläufe dar. Beide Gewässer entspringen am Nordabfall der Clausthaler Hochebene, wo sie an den starken Niederschlägen des Oberharzes partizipieren. Grane und Varley fließen nordwärts und münden in die 1969 fertig gestellte Granetalsperre. Die Abgabe aus der Talsperre wird am Pegel Herzog-Julius-Hütte gemessen, wo das Grane-Einzugsgebiet eine Größe von 22,4 km² aufweist.

Die Granetalsperre erhält Beileitungen über eine Pumpleitung von der Innerstetalsperre und über den Oker-Grane-Stollen aus dem Gose-, Oker- und Radaugebiet. Zur Trinkwassergewinnung dürfen bis zu 46 Mio. m³ pro Jahr aus der Granetalsperre entnommen werden.

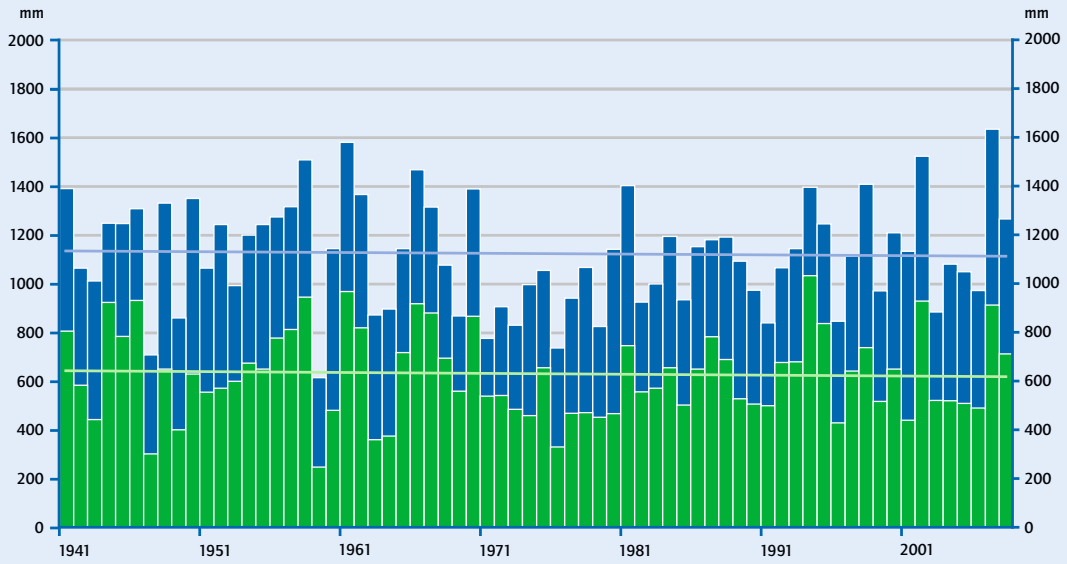
TRENDANALYSE

Anders als im südlichen und westlichen Harzgebiet ist der Jahrestrend im Granegebiet sowohl beim Gebietsniederschlag als auch beim natürlichen Abfluss negativ. Während das Wasserdargebot im Winterhalbjahr noch leicht ansteigend ist, liegt im Sommerhalbjahr ein starker Rückgang vor. Die Trends sind jedoch nicht signifikant.

Gebietsniederschlag (1941-2008)				
	Mittel h_N	Abs. Trend	Rel. Trend	Signifikanz
	[mm]	[mm/Jahr]	[%/Jahr]	[-]
Abflussjahr	1119	– 0,32	– 0,03	nein
Winterhalbjahr	575	+ 0,32	+ 0,06	nein
Sommerhalbjahr	544	– 0,64	– 0,12	nein

Natürlicher Gebietsabfluss (1941-2008)				
	Mittel h_A	Abs. Trend	Rel. Trend	Signifikanz
	[mm]	[mm/Jahr]	[%/Jahr]	[-]
Abflussjahr	626	– 0,37	– 0,06	nein
Winterhalbjahr	418	+ 0,13	+ 0,03	nein
Sommerhalbjahr	208	– 0,50	– 0,24	nein

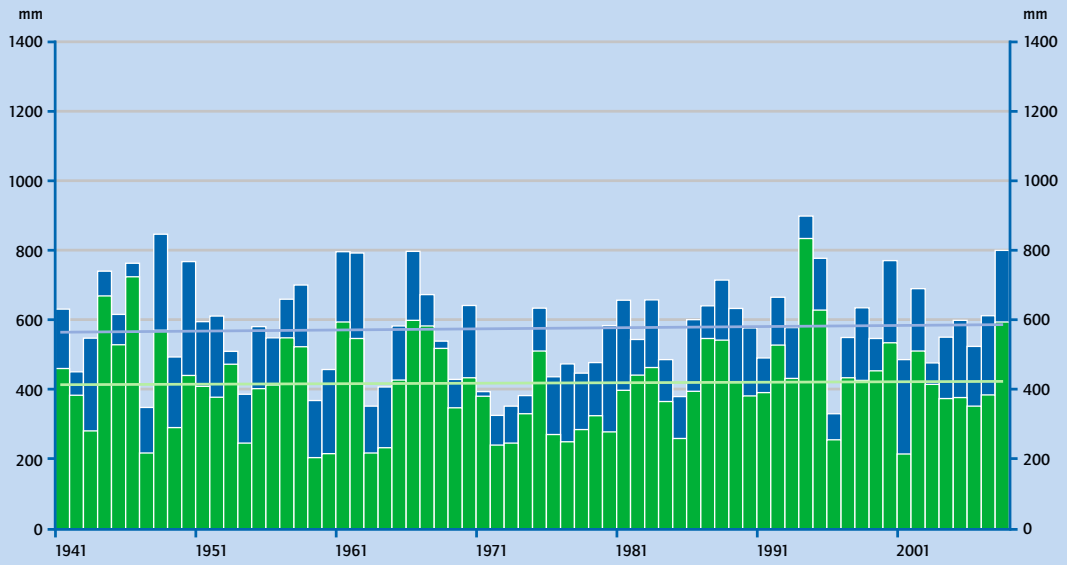
Wasserhaushalt der Grane



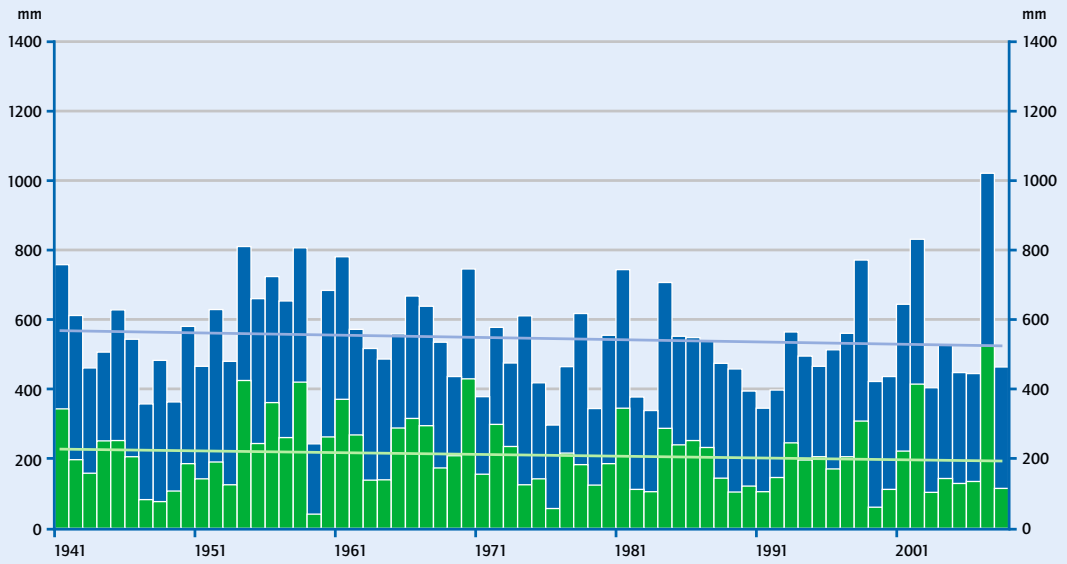
ABFLUSSJAHR 1941 - 2008

Gebietsniederschlag
Absoluter Trend

Gebietsabfluss
Absoluter Trend

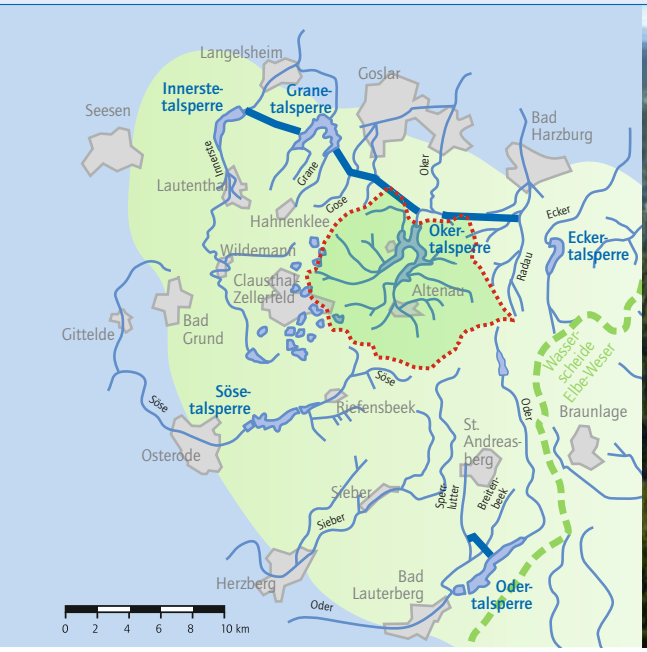


WINTERHALBJAHR 1941 - 2008



SOMMERHALBJAHR 1941 - 2008

Wasserhaushalt der Oker



Einzugsgebiet *Okertalsperre*

GEBIETSBESCHREIBUNG

Das Gebiet der Oker stellt eine weiträumige Geländeeinmuldung dar. Sie wird im Nordwesten von der Schalke (+ 763 mNN) und im Südosten vom Bruchberg (+ 928 mNN) umrandet. Am nordöstlichen Ausgang der Einmuldung liegt die 1956 erstellte Okertalsperre. Die Gesamtwasserabgabe aus der Talsperre wird am Pegel Juliusstau unterhalb der Staumauer und über ein Durchflussmessgerät in der Wasserkraftanlage Romkerhall registriert. Das Einzugsgebiet der Okertalsperre hat eine Größe von 85,1 km² und ist zu 96 % bewaldet.

Der Wasserhaushalt der Okertalsperre wird stark bestimmt von den Beileitungen aus Fremdgebieten. Über den Flörichshaier Graben und den Clausthaler Flutgraben fließt Wasser aus dem Oder-Einzugsgebiet zu. Der Morgenbrodstaler Graben und der Abbegraben führen Wasser aus dem Söse- bzw. dem Eckergebiet heran.

Das Ableitungsbauwerk, das Wasser der Oker über den Oker-Grane-Stollen zur Granetalsperre überleitet, befindet sich unterhalb der Staumauer beim Kraftwerk Romkerhall.

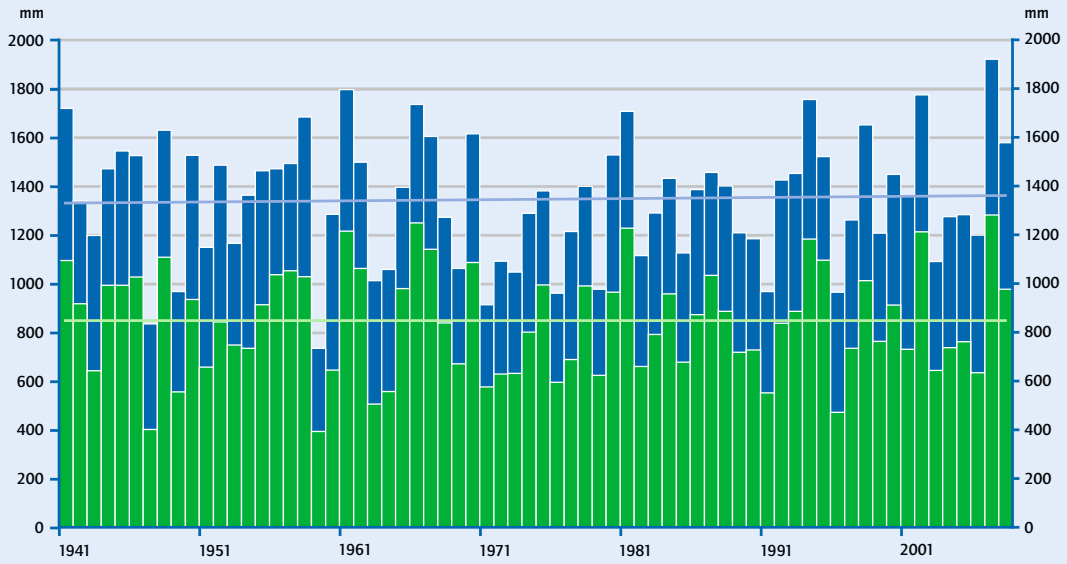
TRENDANALYSE

Die Trendanalyse zeigt für den Wasserhaushalt der Oker unveränderte Verhältnisse im Abflussjahr. Allerdings ist auch an der Oker eine Verschiebung des Sommerabflusses in Richtung des Winterabflusses feststellbar. Die Trends sind jedoch statistisch nicht signifikant.

Gebietsniederschlag (1941-2008)				
	Mittel h_N	Abs. Trend	Rel. Trend	Signifikanz
	[mm]	[mm/Jahr]	[%/Jahr]	[-]
Abflussjahr	1343	+ 0,45	+ 0,04	nein
Winterhalbjahr	709	+ 0,79	+ 0,11	nein
Sommerhalbjahr	634	- 0,34	- 0,05	nein

Natürlicher Gebietsabfluss (1941-2008)				
	Mittel h_A	Abs. Trend	Rel. Trend	Signifikanz
	[mm]	[mm/Jahr]	[%/Jahr]	[-]
Abflussjahr	845	+ 0,01	+ 0,00	nein
Winterhalbjahr	574	+ 0,80	+ 0,14	nein
Sommerhalbjahr	271	- 0,80	- 0,30	nein

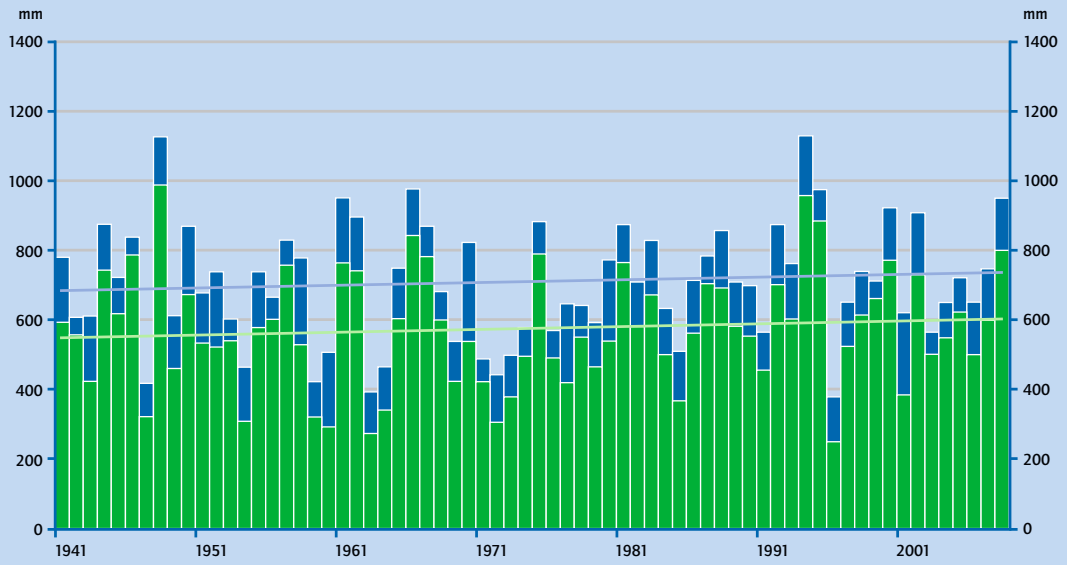
Wasserhaushalt der Oker



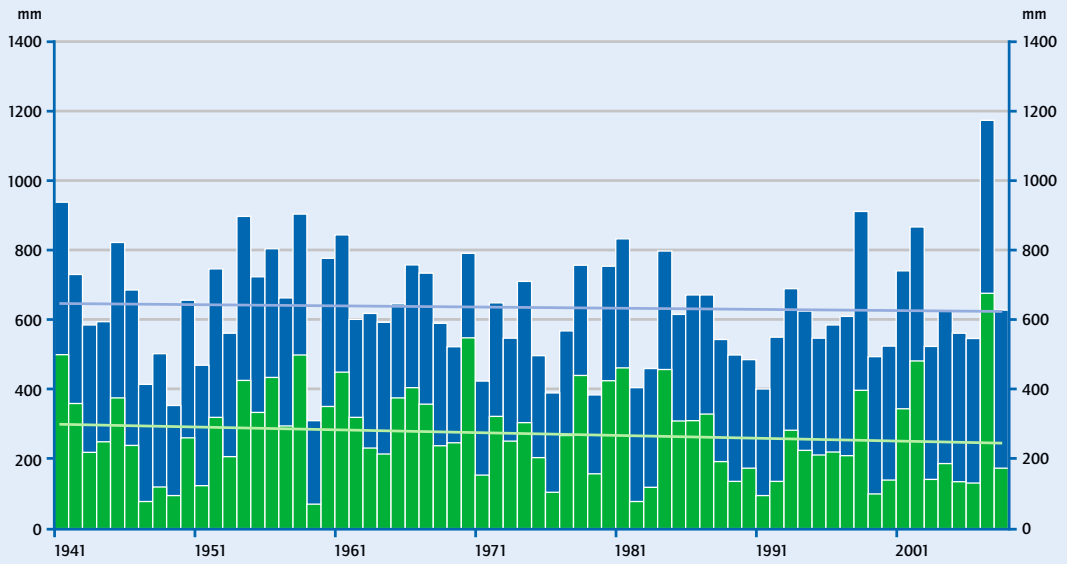
ABFLUSSJAHR
1941 - 2008

Gebietsniederschlag
Absoluter Trend

Gebietsabfluss
Absoluter Trend

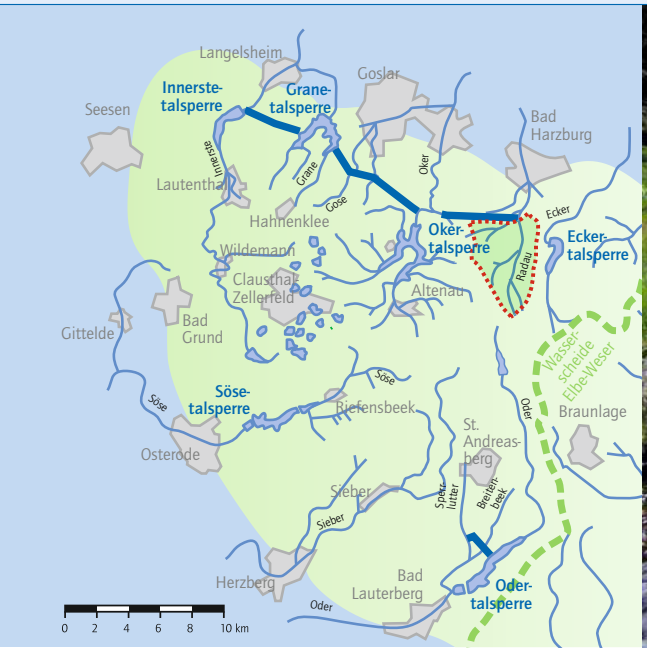


WINTERHALBJAHR
1941 - 2008



SOMMERHALBJAHR
1941 - 2008

Wasserhaushalt der Radau



Einzugsgebiet

Radau

GEBIETSBESCHREIBUNG

Die Radau entspringt im Bereich des Torfmoores bei Torfhaus und fließt vorwiegend in Richtung Süd-Nord. Die größte Höhe des Radaugebietes liegt am Magdbett mit 834 mNN. Das Radaugebiet besteht hauptsächlich aus bewaldeten Flächen. Im Nahbereich des Radau-Wasserfalls oberhalb von Bad Harzburg befindet sich der Pegel Harzburg, wo schon seit vielen Jahren der Abfluss des Gewässers registriert wird. Die Größe des Radau-Einzugsgebietes beträgt an der Pegelstelle 18,3 km^2.

Der Abfluss der Radau ist mit Ausnahme von Grundwasserförderanlagen, die zur Trinkwassergewinnung von den Stadtwerken Bad Harzburg betrieben werden, bis zum Pegel Harzburg nahezu unbeeinflusst. Erst unterhalb des Pegels wird das Abflussregime nennenswert durch eine von der Harzwasserwerke GmbH betriebene Wehranlage beeinflusst, welche der Radau über den Radaustollen und den Oker-Grane-Stollen Wasser für die Trinkwassergewinnung an der Grane entzieht.

TRENDANALYSE

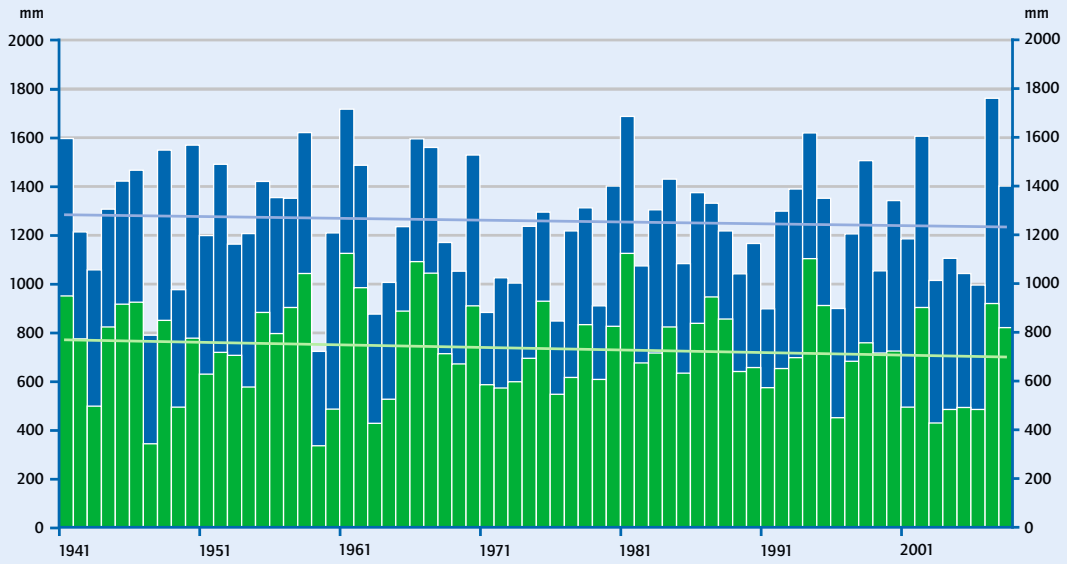
Das Gebiet der Radau zeigt genauso wie die Grane einen negativen Trend beim Gebietsniederschlag und Jahresabfluss, wobei die Verhältnisse im Winterhalbjahr nahezu unverändert sind.

Markant ist bei der Radau der deutliche Rückgang des Sommerabflusses. Der negative Trend ist mit einer Sicherheit von 90 % statistisch signifikant.

Gebietsniederschlag (1941-2008)				
	Mittel h_N	Abs. Trend	Rel. Trend	Signifikanz
	[mm]	[mm/Jahr]	[%/Jahr]	[-]
Abflussjahr	1257	– 0,74	– 0,06	nein
Winterhalbjahr	668	+ 0,01	+ 0,00	nein
Sommerhalbjahr	589	– 0,75	– 0,13	nein

Natürlicher Gebietsabfluss (1941-2008)				
	Mittel h_A	Abs. Trend	Rel. Trend	Signifikanz
	[mm]	[mm/Jahr]	[%/Jahr]	[-]
Abflussjahr	773	– 1,04	– 0,14	nein
Winterhalbjahr	477	+ 0,04	+ 0,01	nein
Sommerhalbjahr	256	– 1,09	– 0,43	ja (> 90 %)

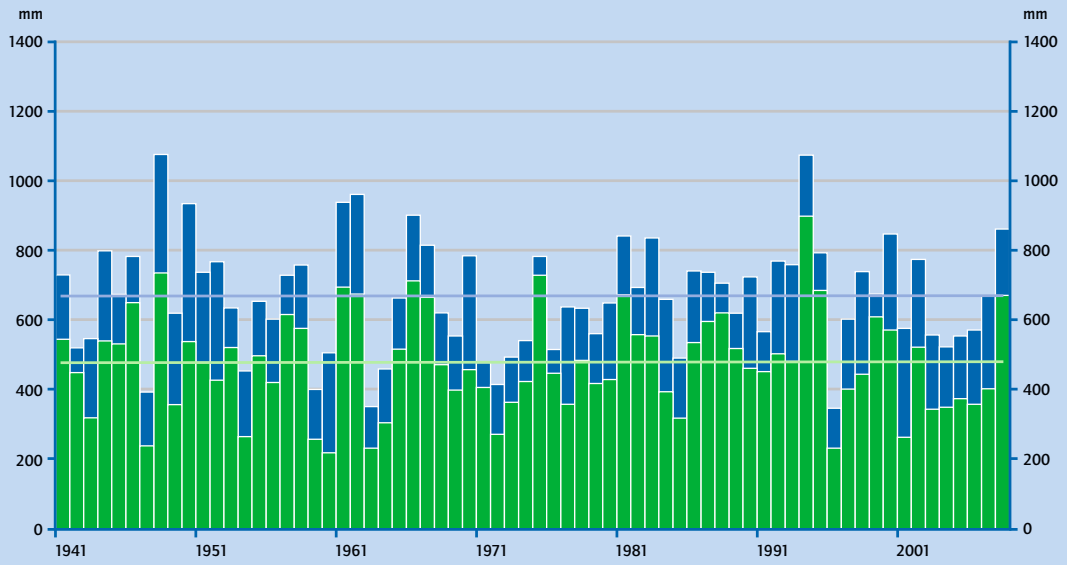
Wasserhaushalt der Radau



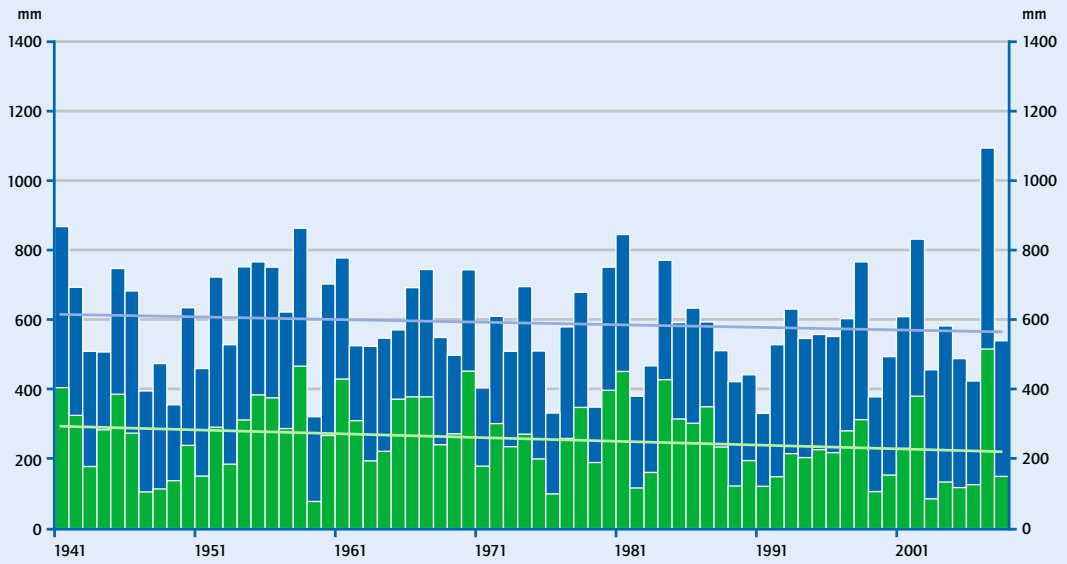
ABFLUSSJAHR 1941 - 2008

Gebietsniederschlag
Absoluter Trend

Gebietsabfluss
Absoluter Trend

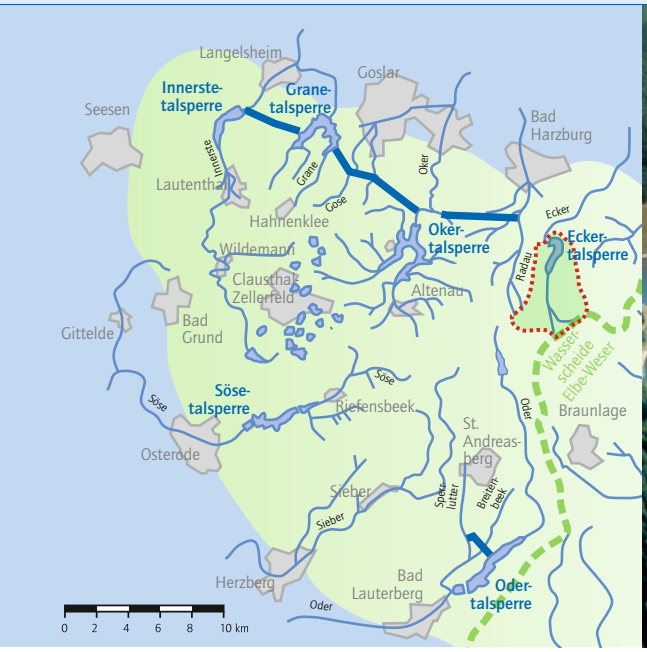


WINTERHALBJAHR 1941 - 2008



SOMMERHALBJAHR 1941 - 2008

Wasserhaushalt der Ecker



Einzugsgebiet

Eckertalsperre

GEBIETSBESCHREIBUNG

Die Ecker entspringt mit nördlicher Fließrichtung am Westabhang des Brockens, verlässt bei Eckerkrug den Harz und mündet unterhalb von Vienenburg in die Oker. Im Jahr 1942 wurde im Eckertal die Eckertalsperre mit Wasserwerk in Betrieb genommen. Die Wasserabgabe aus der Talsperre wird am Pegel Dreiherrenbrücke gemessen, wo das Einzugsgebiet der Ecker eine Größe von 19,1 km² aufweist. Der Eckertalsperre darf für die Trinkwassergewinnung eine Wassermenge von 14 Mio. m³ pro Jahr entnommen werden.

Das Einzugsgebiet der Eckertalsperre ist nahezu unbesiedelt. Waldfreie Flächen existieren nicht. Im oberen Ecker-Einzugsgebiet wird heute noch der Abbegraben als Bestandteil des Kulturdenkmals Oberharzer Wasserregal betrieben. Dieser Graben leitet Wasser der Ecker in das benachbarte Okergebiet ab.

TRENDANALYSE

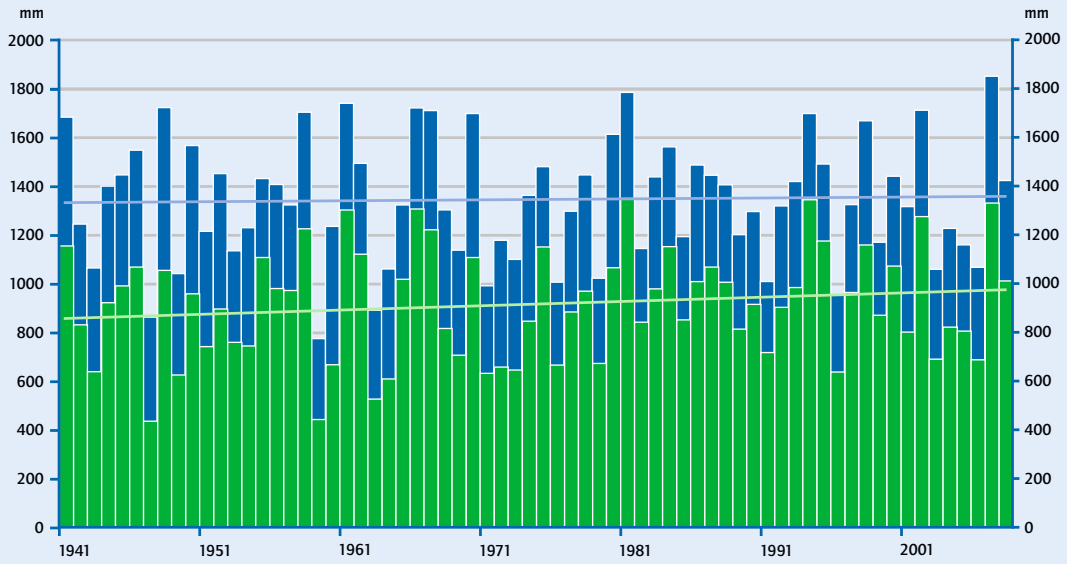
An der Ecker ist der signifikant positive Trend des Jahresabflusses auffällig. Dieser ist im Wesentlichen durch einen sehr starken Anstieg des Winterabflusses begründet.

Die Sommerabflussmenge ist an der Ecker im Beobachtungszeitraum rückläufig, nicht jedoch in dem starken Maße wie es z. B. an der Oder oder an der Radau beobachtet wurde.

Gebietsniederschlag (1941-2008)				
	Mittel h_N	Abs. Trend	Rel. Trend	Signifikanz
	[mm]	[mm/Jahr]	[%/Jahr]	[-]
Abflussjahr	1346	+ 0,39	+ 0,03	nein
Winterhalbjahr	715	+ 0,81	+ 0,11	nein
Sommerhalbjahr	631	– 0,41	– 0,07	nein

Natürlicher Gebietsabfluss (1941-2008)				
	Mittel h_A	Abs. Trend	Rel. Trend	Signifikanz
	[mm]	[mm/Jahr]	[%/Jahr]	[-]
Abflussjahr	916	+ 1,76	+ 0,19	ja (> 90 %)
Winterhalbjahr	577	+ 1,93	+ 0,33	ja (> 95 %)
Sommerhalbjahr	339	– 0,17	– 0,05	nein

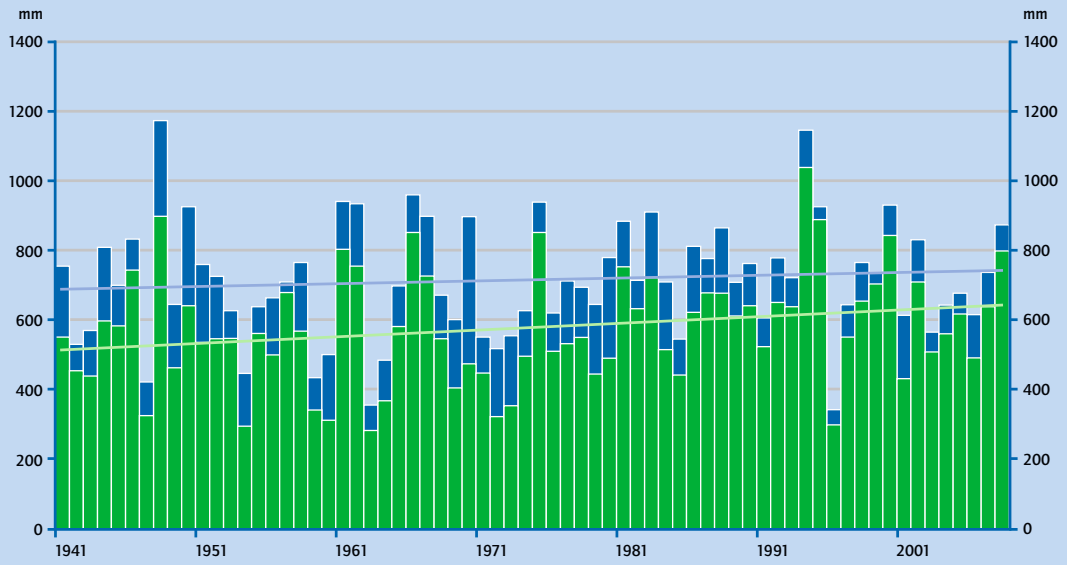
Wasserhaushalt der Ecker



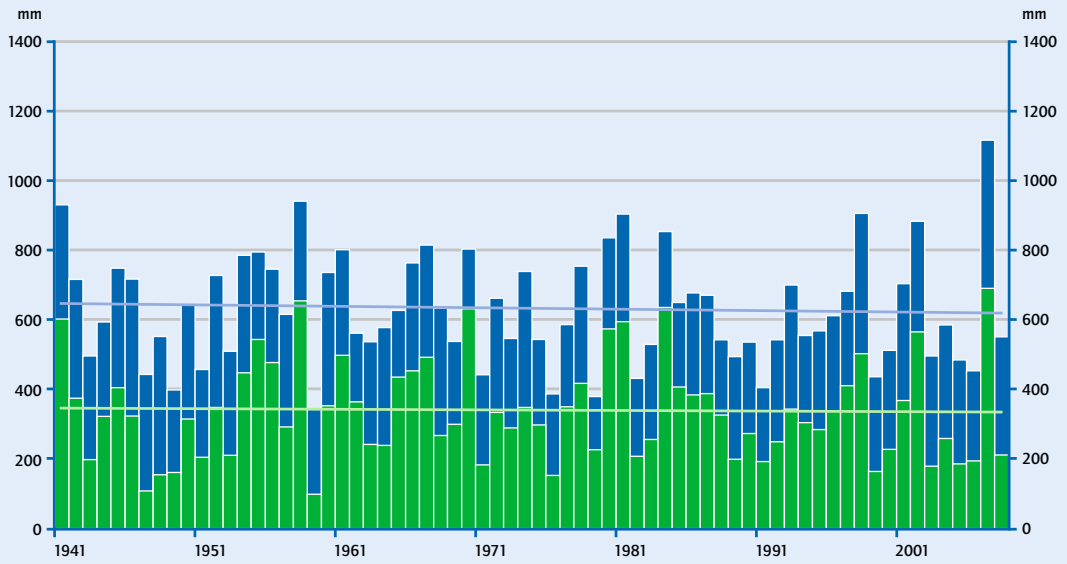
ABFLUSSJAHR
1941 - 2008

Gebietsniederschlag
Absoluter Trend

Gebietsabfluss
Absoluter Trend

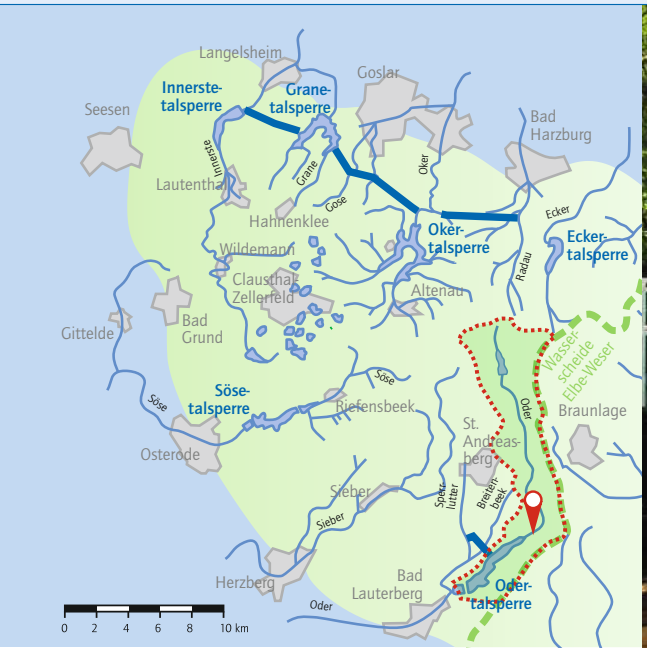


WINTERHALBJAHR
1941 - 2008



SOMMERHALBJAHR
1941 - 2008

Hochwasserabflüsse der Oder



Lagepunkt des Pegels Erikabrücke im Einzugsgebiet

Oder/Pegel Erikabrücke

PEGELBESCHREIBUNG

Oberhalb der Odertalsperre wird der Pegel Erikabrücke betrieben, der zur Ermittlung des Talsperrenzuflusses dient. Mit 43,6 km² deckt der Pegel mehr als 80 % des Talsperreneinzugsgebietes (ohne Beileitungen) ab.

Die beobachteten Hochwasserabflüsse werden am Pegel Erikabrücke von dem im oberen Einzugsgebiet gelegenen Oderteich (A_E = 10,8 km²) beeinflusst. Der Oderteich mit einem Fassungsvermögen von 1,7 Mio. m³ hält je nach Füllstand Hochwasserabflüsse zurück und dämpft die Hochwasserscheitelwerte.

TRENDANALYSE

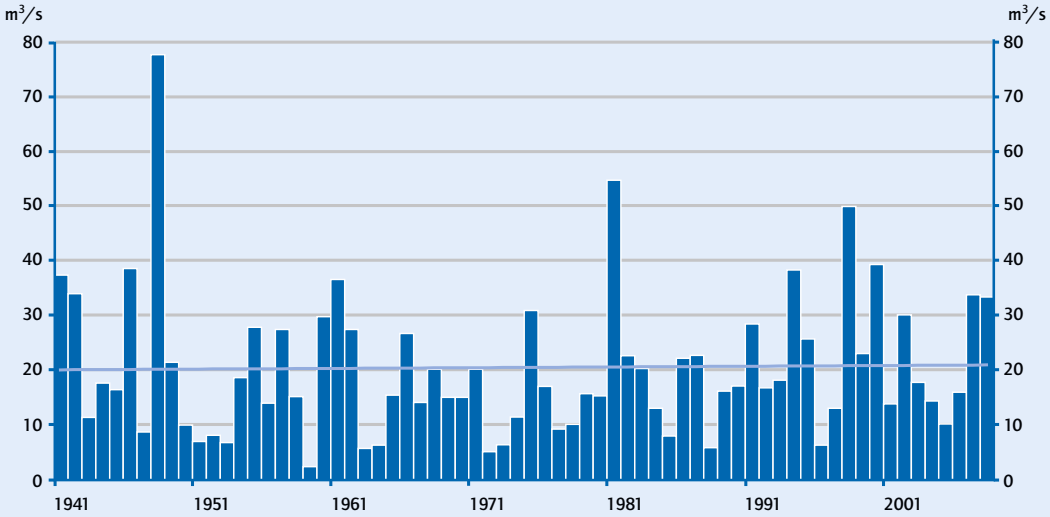
Die Analyse des Trendverhaltens der Hochwasserscheitelwerte zeigt am Pegel Erikabrücke im Zeitraum 1941-2008 nahezu unveränderte Verhältnisse bei den Jahreswerten.

Die Winterscheitelwerte weisen einen leicht ansteigenden Trend auf. Die Sommerscheitelwerte sind stark rückläufig, obwohl die beiden höchsten Sommerereignisse erst in der jüngeren Zeit (1981 und 1998) aufgetreten sind. Alle Trends sind statistisch nicht signifikant.

Gewässerkundliche Hauptwerte (1941-2008)					
	NQ	MNQ	MQ	MHQ	HQ
	[m³/s]	[m³/s]	[m³/s]	[m³/s]	[m³/s]
Abflussjahr	0,025 (31.01.1945)	0,106	0,92	20,5	78,0 (13.01.1948)
Winterhalbj.	0,025 (31.01.1945)	0,179	1,28	18,3	78,0 (13.01.1948)
Sommerhalbj.	0,026 (22.07.1994)	0,120	0,57	10,9	55,0 (04.06.1981)

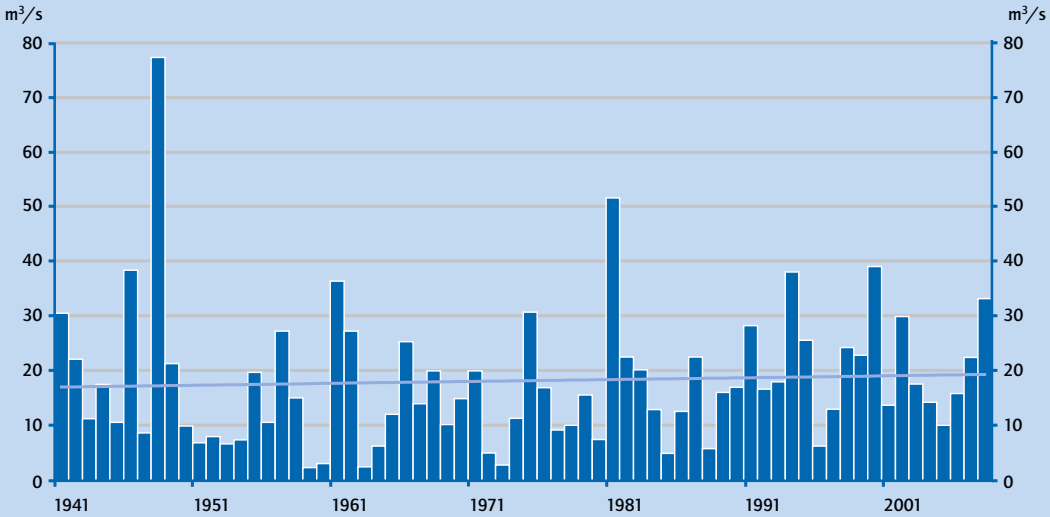
Hochwasserscheitel (1941-2008)			
	Abs. Trend	Rel. Trend	Signifikanz
	[(m³/s)/Jahr]	[%/Jahr]	[-]
Abflussjahr	+ 0,013	+ 0,06	nein
Winterhalbjahr	+ 0,034	+ 0,19	nein
Sommerhalbjahr	– 0,068	– 0,62	nein

Hochwasserabflüsse der Oder

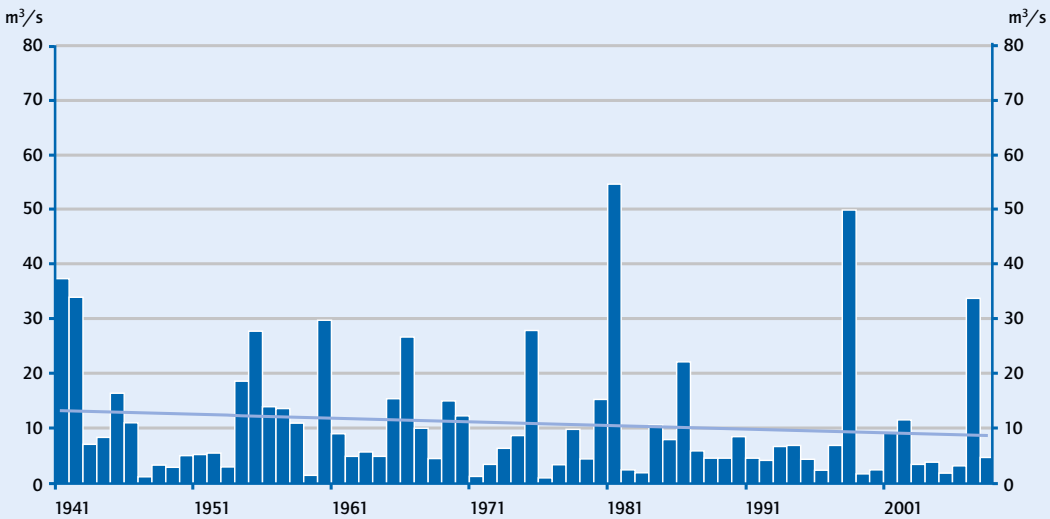


ABFLUSSJAHR
1941 - 2008

HQ-Werte
Relativer Trend

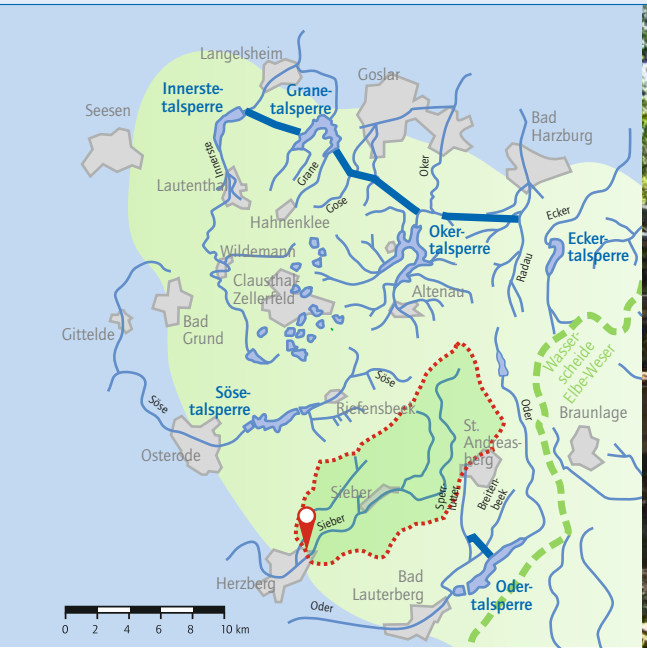


WINTERHALBJAHR
1941 - 2008



SOMMERHALBJAHR
1941 - 2008

Hochwasserabflüsse der Sieber



Lagepunkt des Pegels Herzberg im Einzugsgebiet

Sieber/Pegel Herzberg I

PEGELBESCHREIBUNG

Am Ortseingang von Herzberg werden die Pegel Herzberg I und II betrieben. Während die Messstelle Herzberg I den eigentlichen Sieberabfluss registriert, werden an der Messstelle Herzberg II die Abflüsse eines Triebgrabens erfasst. Zusammen ergeben die Pegelaufzeichnungen die Abflusskennwerte für den Pegel Herzberg (als Summe Herzberg I + II). Das Einzugsgebiet der Sieber hat hier eine Größe von 68,7 km^2.

TRENDANALYSE

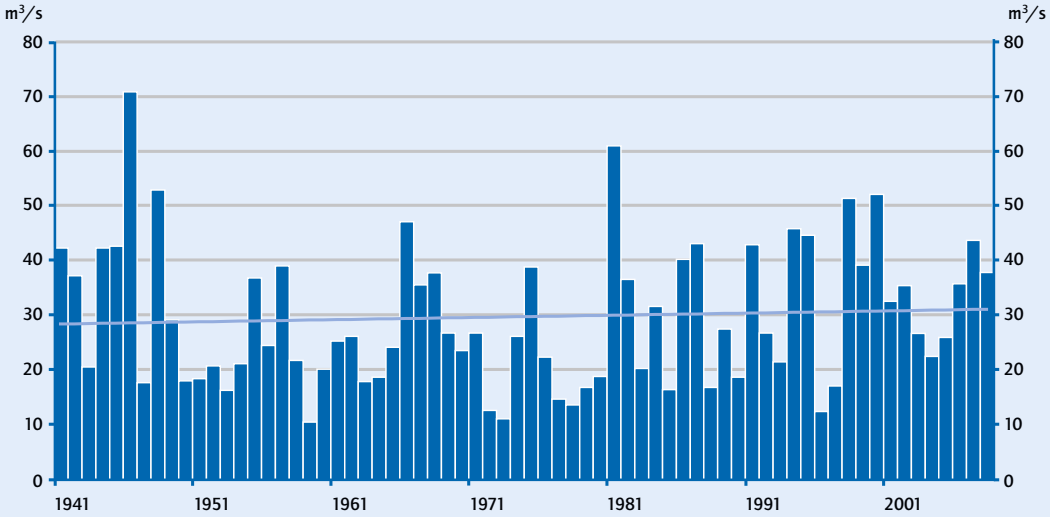
Die gemessenen Hochwasserscheitelwerte weisen am Pegel Herzberg bei den Jahreswerten einen leicht ansteigenden Trend auf, obwohl das mit Abstand größte Hochwasserereignis gleich zu Beginn der Beobachtungsreihe im Jahr 1946 aufgetreten ist.

Beim Vergleich der Jahreszeiten fällt ein gegenläufiger Trend auf. Während die Winterscheitelwerte ansteigen, sind die Sommerscheitelwerte deutlich rückläufig. Die Trends sind statistisch nicht signifikant.

Gewässerkundliche Hauptwerte (1941-2008)					
	NQ	MNQ	MQ	MHQ	HQ
	[m^3/s]	[m^3/s]	[m^3/s]	[m^3/s]	[m^3/s]
Abflussjahr	0,080 (20.09.1959)	0,293	2,13	29,8	71,1 (08.02.1946)
Winterhalbj.	0,200 (31.01.1963)	0,512	2,89	27,3	71,1 (08.02.1946)
Sommerhalbj.	0,080 (20.09.1959)	0,319	1,39	18,5	51,6 (28.10.1998)

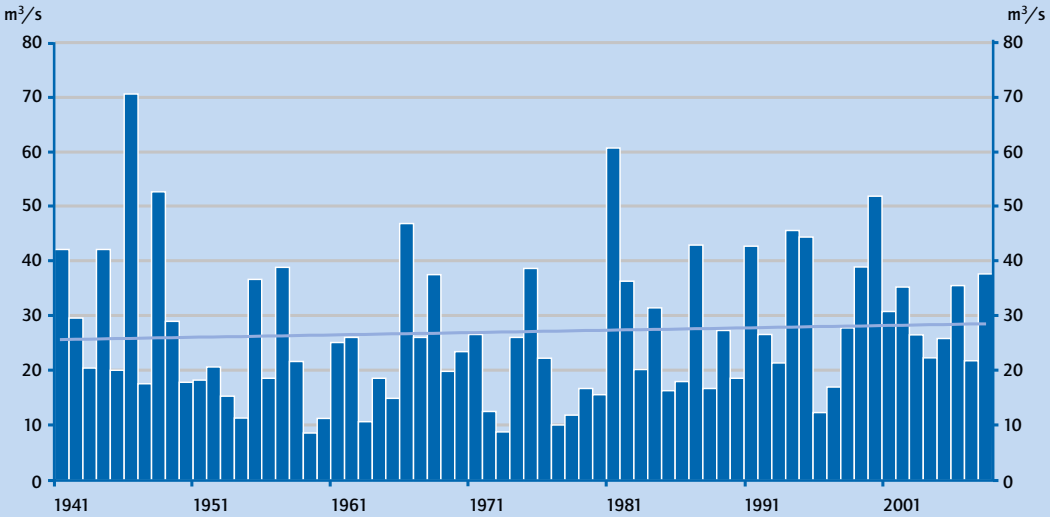
Hochwasserscheitel (1941-2008)			
	Abs. Trend	Rel. Trend	Signifikanz
	[(m^3/s)/Jahr]	[%/Jahr]	[-]
Abflussjahr	+ 0,040	+ 0,14	nein
Winterhalbjahr	+ 0,043	+ 0,16	nein
Sommerhalbjahr	– 0,053	– 0,28	nein

Hochwasserabflüsse der Sieber

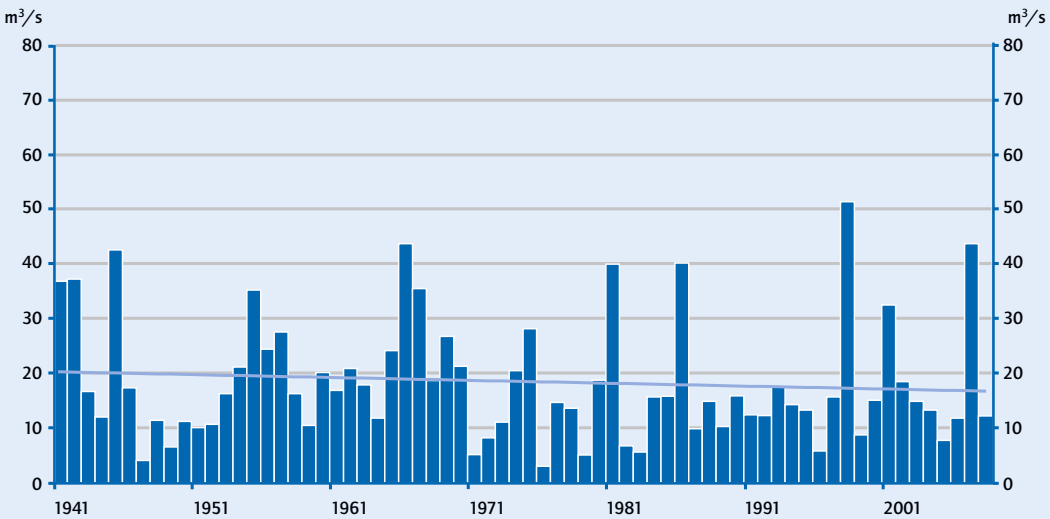


ABFLUSSJAHR
1941 - 2008

HQ-Werte
Relativer Trend

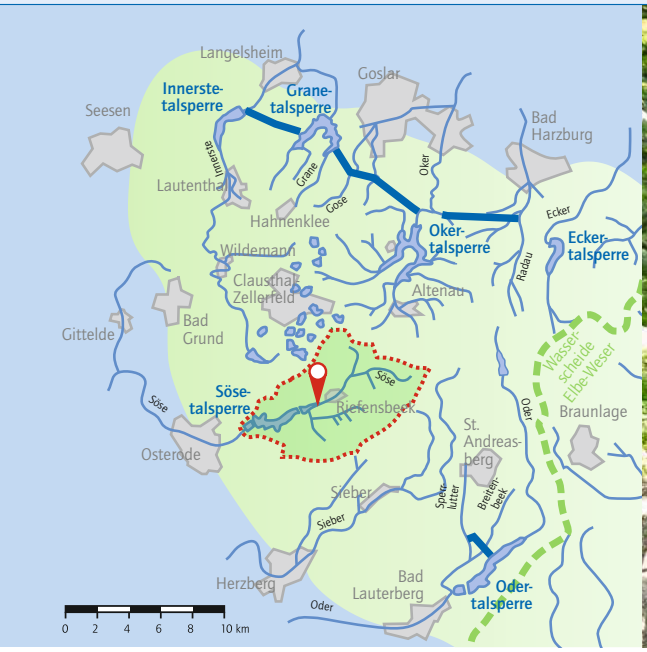


WINTERHALBJAHR
1941 - 2008



SOMMERHALBJAHR
1941 - 2008

Hochwasserabflüsse der Söse



Lagepunkt des Pegels Riefensbeek im Einzugsgebiet

Söse/Pegel Riefensbeek

PEGELBESCHREIBUNG

Der Hauptzuflusspegel zur Sösetalsperre ist die Messstelle Riefensbeek. Der Pegel liegt am westlichen Ortsausgang der Ortschaft Riefensbeek und deckt mit 24,2 km² gut 50 % des Talsperreneinzugsgebietes ab.

TRENDANALYSE

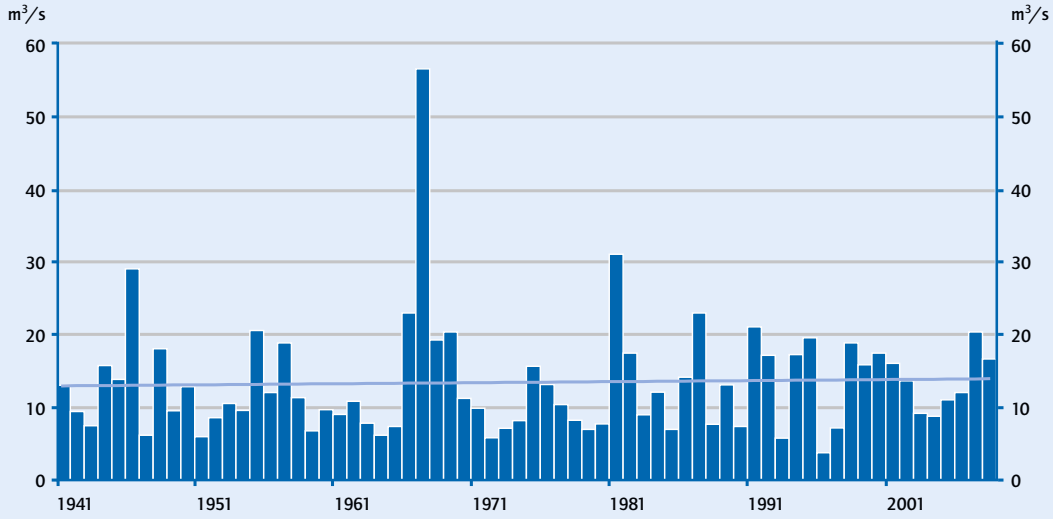
Das mit Abstand größte Söse-Hochwasser ist am Pegel Riefensbeek am 01.08.1967 mit 56,5 m³/s gemessen worden. Seitdem ist weder im Winter- noch im Sommerhalbjahr nicht annähernd wieder ein so großer Scheitelwert aufgetreten.

Die Trendanalyse ergibt für die Scheitelwerte des Abflussjahres insgesamt nahezu unveränderte Verhältnisse. Im Winterhalbjahr ist der Trend leicht ansteigend, im Sommer dagegen leicht rückläufig. Die Trends der HQ-Werte sind bei der Söse statistisch nicht signifikant.

Gewässerkundliche Hauptwerte (1941-2008)					
	NQ	MNQ	MQ	MHQ	HQ
	[m³/s]	[m³/s]	[m³/s]	[m³/s]	[m³/s]
Abflussjahr	0,012 (20.08.2003)	0,072	0,66	13,3	56,5 (01.08.1967)
Winterhalbj.	0,020 (22.01.1945)	0,112	0,89	11,2	31,0 (12.03.1981)
Sommerhalbj.	0,012 (20.08.2003)	0,077	0,44	8,7	56,5 (01.08.1967)

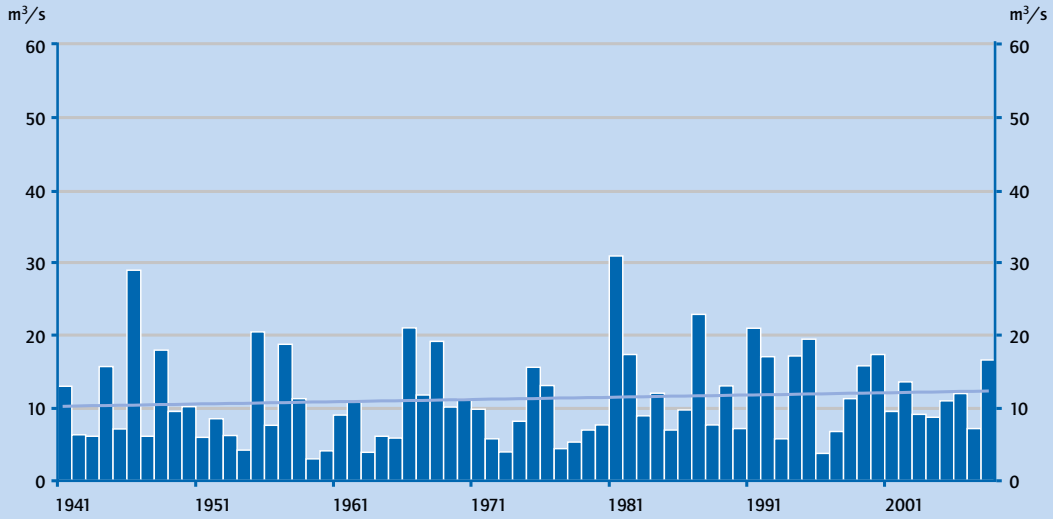
Hochwasserscheitel (1941-2008)			
	Abs. Trend	Rel. Trend	Signifikanz
	[(m³/s)/Jahr]	[%/Jahr]	[-]
Abflussjahr	+ 0,014	+ 0,11	nein
Winterhalbjahr	+ 0,031	+ 0,28	nein
Sommerhalbjahr	– 0,018	– 0,21	nein

Hochwasserabflüsse der Söse

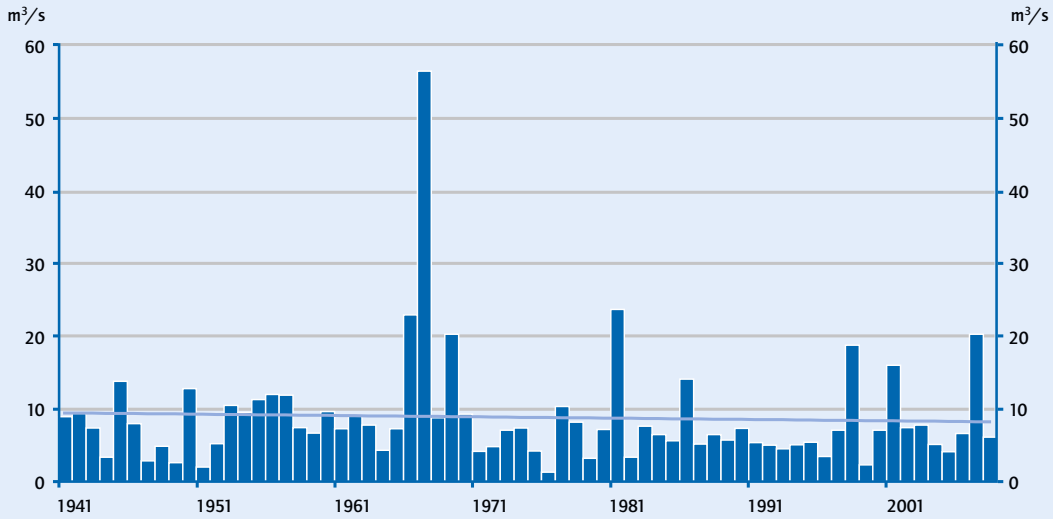


ABFLUSSJAHR
1941 - 2008

HQ-Werte
Relativer Trend

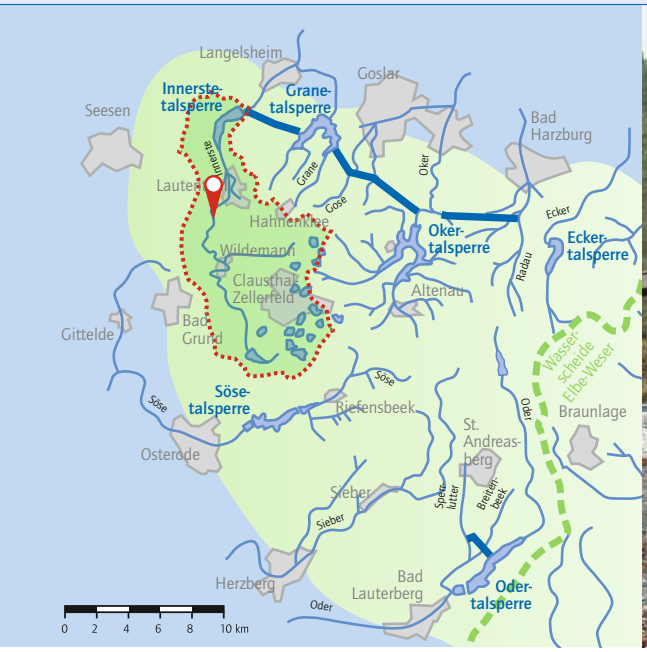


WINTERHALBJAHR
1941 - 2008



SOMMERHALBJAHR
1941 - 2008

Hochwasserabflüsse der Innerste



Lagepunkt des Pegels Hüttschenthal im Einzugsgebiet

Innerste/Pegel Hüttschenthal

PEGELBESCHREIBUNG

Bereits seit 1939 betreibt die Harzwasserwerke GmbH oberhalb von Lautenthal an der ehemaligen Hüttschenthaler Sägemühle einen Schreibpegel. Das Einzugsgebiet der Innerste hat hier eine Größe von 72,1 km², so dass der Pegel rund 74 % vom Flussgebiet der 1966 fertig gestellten Innerstetalsperre abdeckt.

Die beobachteten Hochwasserabflüsse am Pegel Hüttschenthal sind beeinflusst von den ca. 60 Stauteichen im oberen Innerstegebiet, die mit einem nutzbaren Inhalt von 7,2 Mio. m³ je nach Teichfüllstand ein einlaufendes Hochwasser nennenswert speichern oder zumindest die Scheitel entsprechend dämpfen.

Gewässerkundliche Hauptwerte (1941-2008)					
	NQ	MNQ	MQ	MHQ	HQ
	[m³/s]	[m³/s]	[m³/s]	[m³/s]	[m³/s]
Abflussjahr	0,000 (03.10.1942)	0,095	1,15	16,8	50,8 (29.06.1966)
Winterhalbj.	0,010 (13.02.1947)	0,183	1,54	13,9	45,0 (12.03.1981)
Sommerhalbj.	0,000 (03.10.1942)	0,103	0,76	10,3	50,8 (29.06.1966)

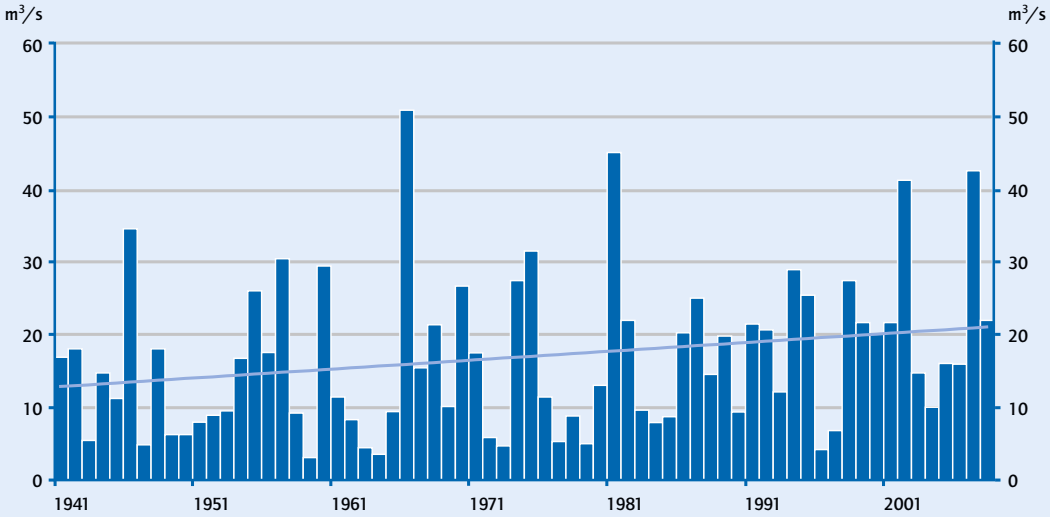
TRENDANALYSE

Die Trendanalyse der HQ-Werte ergibt sowohl für das Abflussjahr als auch für das Winter- und Sommerhalbjahr ansteigende Verhältnisse. Der positive Trend der Jahres- und Winterwerte ist statistisch signifikant. Bemerkenswert ist an der Innerste der deutliche Anstieg der Sommerscheitelwerte. Hier zeigen die benachbarten Flussgebiete Söse und Oker im Sommer genau den gegenläufigen Trend.

Der positive Trend der Hochwasserscheitel hängt am Pegel Hüttschenthal mit großer Sicherheit mit der Einstellung der Ableitung in den Ernst-August-Stollen (im Jahr 1980) sowie den veränderten Verhältnissen bei der Bewirtschaftung der Oberharzer Stauteiche zusammen.

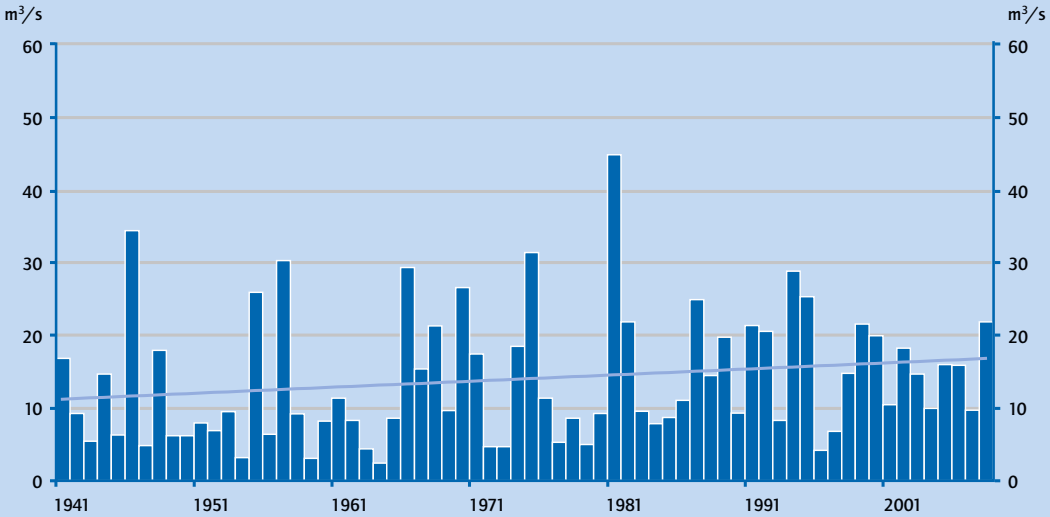
Hochwasserscheitel (1941-2008)			
	Abs. Trend	Rel. Trend	Signifikanz
	[(m³/s)/Jahr]	[%/Jahr]	[-]
Abflussjahr	+ 0,122	+ 0,73	ja (> 95 %)
Winterhalbjahr	+ 0,084	+ 0,60	ja (> 90 %)
Sommerhalbjahr	+ 0,067	+ 0,65	nein

Hochwasserabflüsse der Innerste

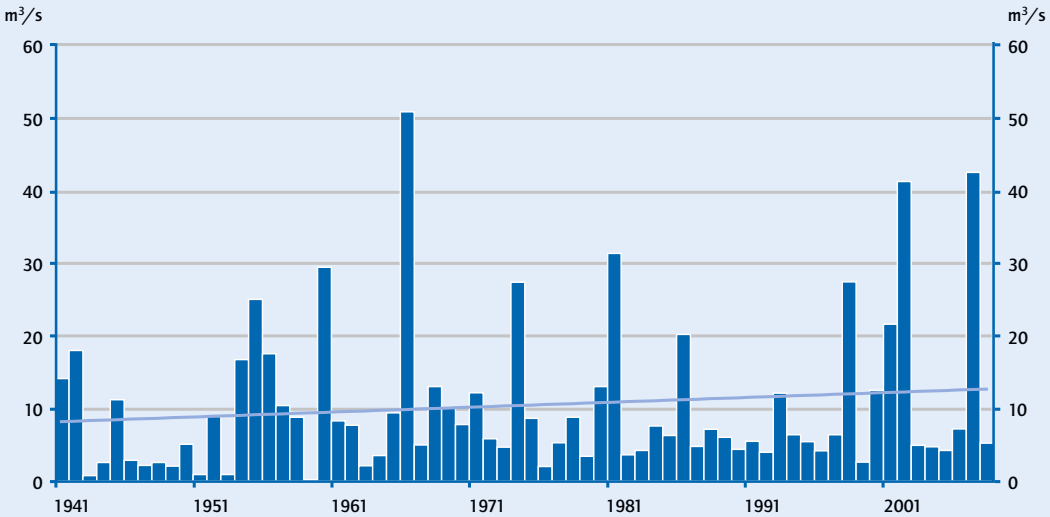


ABFLUSSJAHR
1941 - 2008

HQ-Werte
Relativer Trend

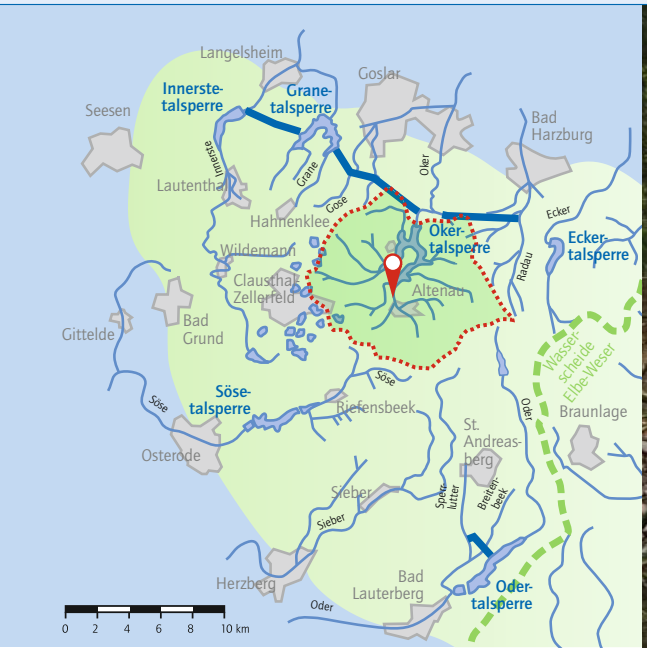


WINTERHALBJAHR
1941 - 2008



SOMMERHALBJAHR
1941 - 2008

Hochwasserabflüsse der Oker



Lagepunkt des Pegels Altenau I im Einzugsgebiet

Oker/Pegel Altenau I

PEGELBESCHREIBUNG

Die Messstelle Altenau I ist der Hauptzuflusspegel für die Okertalsperre. Der Pegel liegt am nördlichen Ortsausgang der Bergstadt Altenau. Mit 31,2 km² erfasst der Pegel nur 37 % des Einzugsgebietes der Okertalsperre.

TRENDANALYSE

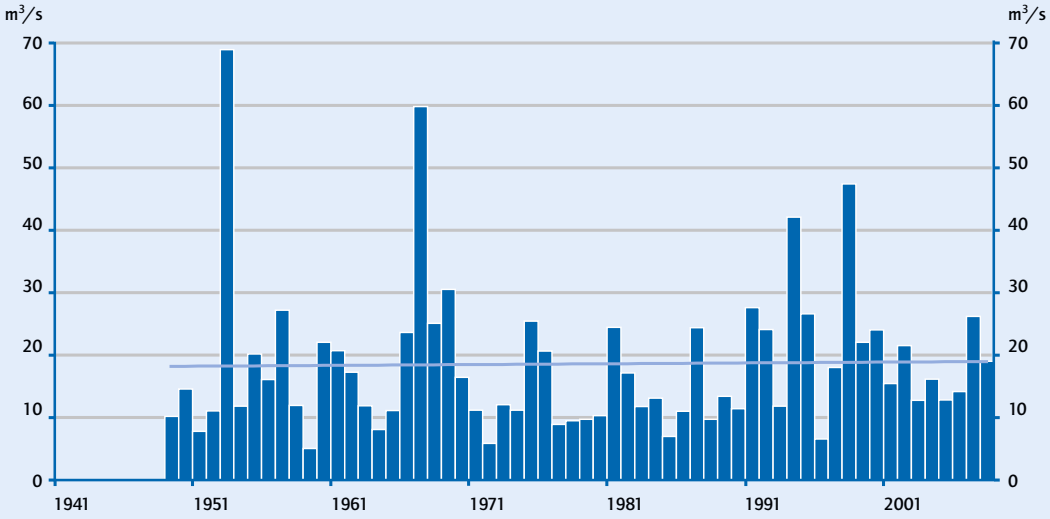
Die beiden größten Hochwasserspitzen sind am Pegel Altenau I bei den Sommerereignissen 25.06.1953 und 01.08.1967 aufgetreten. Dagegen haben die Winterereignisse im Beobachtungszeitraum 1949 bis 2008 noch keine allzu extremen Scheitelwerte hervorgebracht.

Die Trendanalyse ergibt für die Jahreswerte insgesamt nahezu unveränderte Verhältnisse. Im Winterhalbjahr ist der Trend signifikant ansteigend, die Sommerspitzen sind deutlich abnehmend.

Gewässerkundliche Hauptwerte (1949-2008)					
	NQ	MNQ	MQ	MHQ	HQ
	[m³/s]	[m³/s]	[m³/s]	[m³/s]	[m³/s]
Abflussjahr	0,004 (24.09.1975)	0,062	0,86	18,5	69,1 (25.06.1953)
Winterhalbj.	0,014 (05.11.1949)	0,135	1,16	14,9	42,2 (13.04.1994)
Sommerhalbj.	0,004 (24.09.1975)	0,072	0,57	12,9	69,1 (25.06.1953)

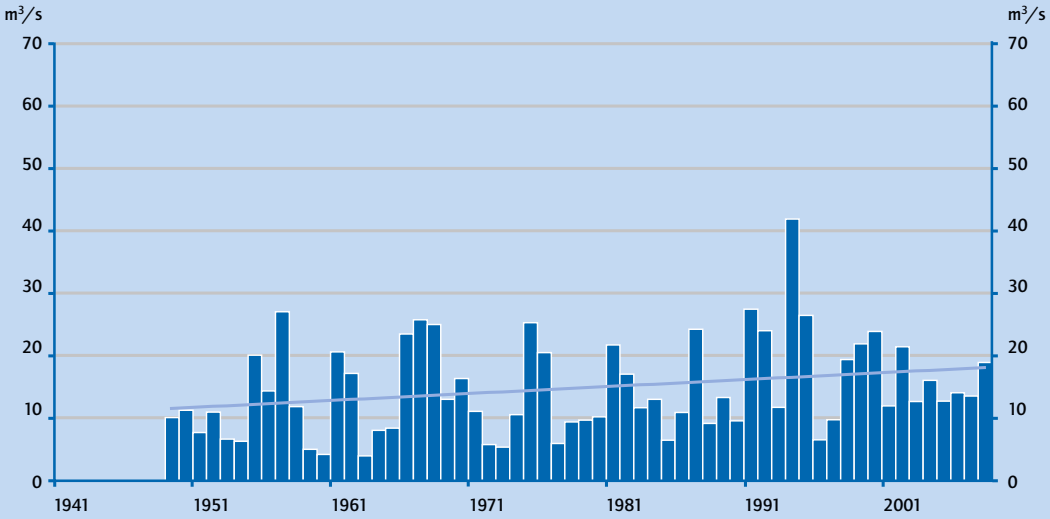
Hochwasserscheitel (1949-2008)			
	Abs. Trend	Rel. Trend	Signifikanz
	[(m³/s)/Jahr]	[%/Jahr]	[-]
Abflussjahr	+ 0,013	+ 0,07	nein
Winterhalbjahr	+ 0,112	+ 0,75	ja (> 95%)
Sommerhalbjahr	- 0,091	- 0,71	nein

Hochwasserabflüsse der Oker

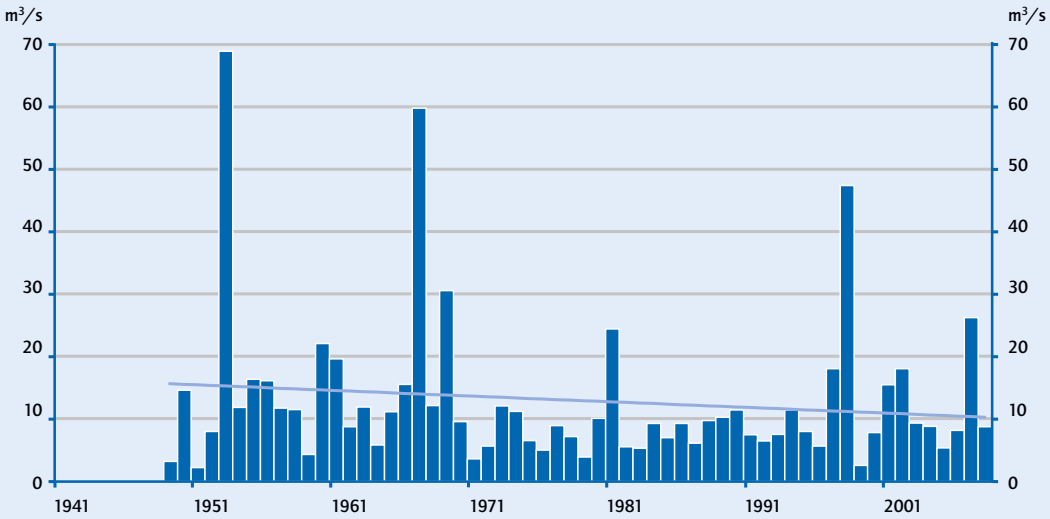


ABFLUSSJAHR
1949 - 2008

HQ-Werte
Relativer Trend

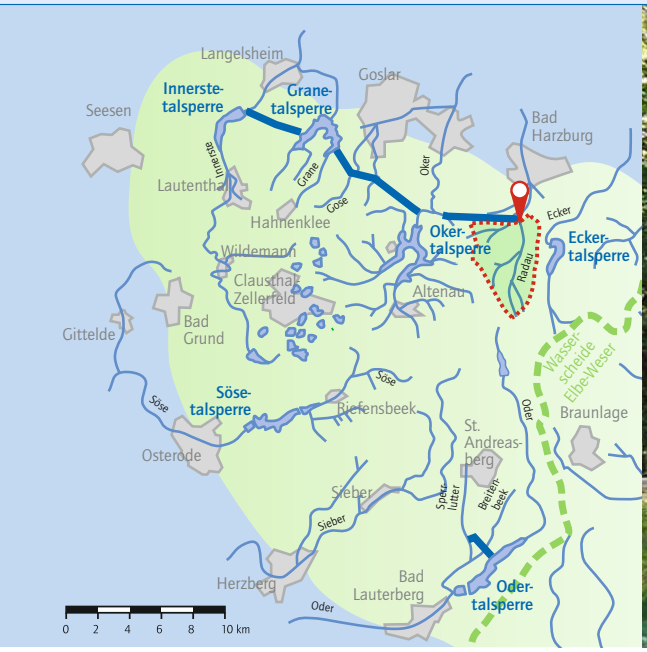


WINTERHALBJAHR
1949 - 2008



SOMMERHALBJAHR
1949 - 2008

Hochwasserabflüsse der Radau



Lagepunkt des Pegels Harzburg im Einzugsgebiet

Radau/Pegel Harzburg I

PEGELBESCHREIBUNG

Der Abfluss der Radau wird kurz vor der Ableitungsstelle in den Radau-Stollen an den Pegeln Harzburg I und Harzburg II gemessen. Der Pegel Harzburg I bestimmt den eigentlichen Abfluss der Radau, wohingegen der Pegel Harzburg II die Wassermengen registriert, die der Radau über einen Graben zur Speisung des Radauwasserfalls entzogen werden.

Die Pegelaufzeichnungen ergeben zusammen die Abflusskennwerte für den Pegel Harzburg (als Summe Harzburg I + II). Das Einzugsgebiet der Radau hat am Pegel Harzburg eine Größe von 18,3 km².

TRENDANALYSE

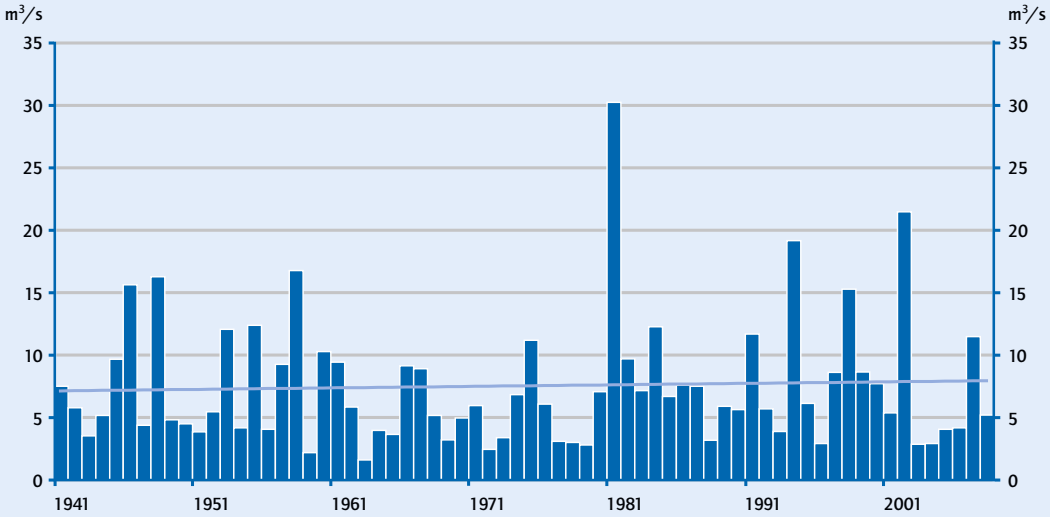
Genauso wie an der Oker sind die größten Hochwasserscheitelwerte an der Radau im Sommerhalbjahr aufgetreten. Mit 21,5 m³/s am 17.07.2002 und 30,3 m³/s am 04.06.1981 liegen die Ereignisse hier aber noch nicht soweit zurück.

Die Trendanalyse der HQ-Werte ergibt für die Radau im Winter einen leichten Anstieg, der jedoch nicht signifikant ist. Die Sommerwerte zeigen sich unverändert.

Gewässerkundliche Hauptwerte (1941-2008)					
	NQ	MNQ	MQ	MHQ	HQ
	[m³/s]	[m³/s]	[m³/s]	[m³/s]	[m³/s]
Abflussjahr	0,036 (06.09.2003)	0,084	0,42	7,5	30,3 (04.06.1981)
Winterhalbj.	0,050 (26.12.1959)	0,125	0,55	5,4	19,2 (13.04.1994)
Sommerhalbj.	0,036 (06.09.2003)	0,091	0,29	5,3	30,3 (04.06.1981)

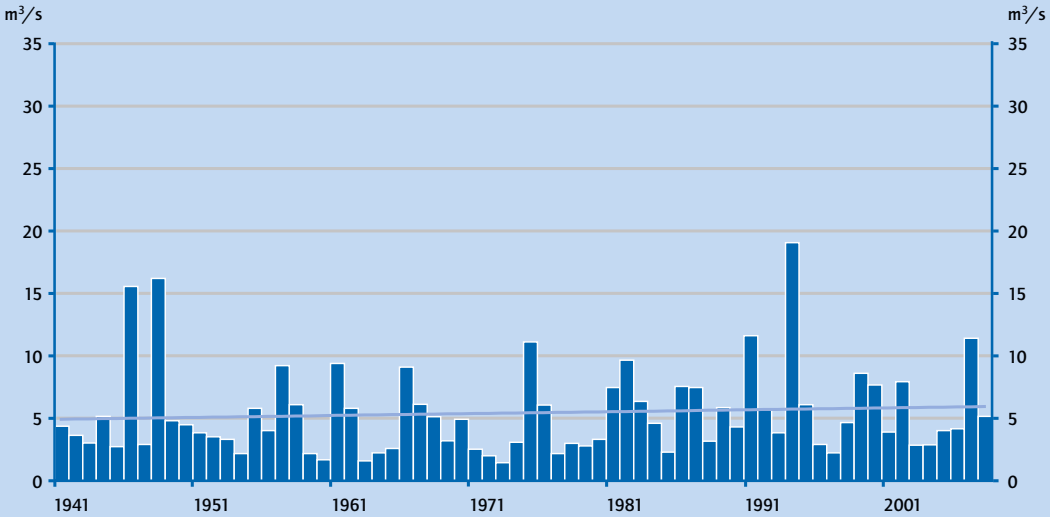
Hochwasserscheitel (1941-2008)			
	Abs. Trend	Rel. Trend	Signifikanz
	[(m³/s)/Jahr]	[%/Jahr]	[-]
Abflussjahr	+ 0,012	+ 0,16	nein
Winterhalbjahr	+ 0,015	+ 0,28	nein
Sommerhalbjahr	+ 0,003	+ 0,05	nein

Hochwasserabflüsse der Radau

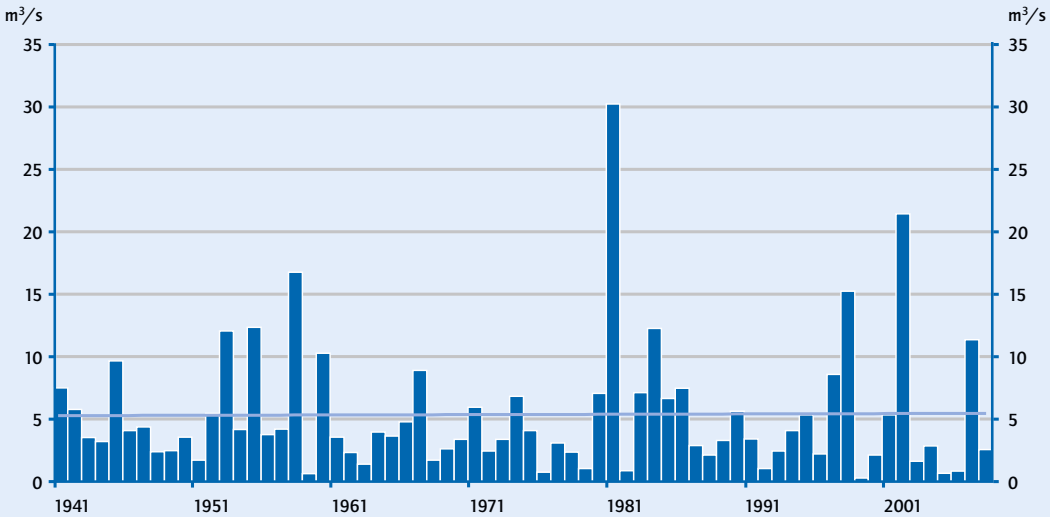


ABFLUSSJAHR
1941 - 2008

HQ-Werte
Relativer Trend



WINTERHALBJAHR
1941 - 2008



SOMMERHALBJAHR
1941 - 2008

Zusammenfassung und Bewertung

Die Klimaforscher prognostizieren für die Harzregion eine überdurchschnittliche Zunahme der Winterniederschläge, während die Sommerniederschläge durch eine überdurchschnittliche Abnahme gekennzeichnet sind. Gleichzeitig wird in den Sommermonaten ein deutlicher Anstieg der Anzahl heißer Tage erwartet.

In dem vorliegenden Bericht wurde untersucht, ob die in den letzten Jahren aufgetretenen Wechsel im Wasserdargebot – wie zuletzt beobachtet bei der Aufeinanderfolge des extrem nassen Jahres 2002 und des „Jahrhundertsommers" 2003 – im Bereich der natürlichen Schwankungen liegen oder ob sie bereits als erste Auswirkungen eines sich verändernden Klimas gesehen werden können. Unter dem gleichen Aspekt wurden auch die langjährigen Daten der Hochwasserabflüsse einiger Harzgewässer analysiert.

Die Ergebnisse können wie folgt zusammen gefasst werden:

1. Die Auswertung der Zeitreihe der mittleren jährlichen Abflüsse von 1941 bis 2008 ergibt für die Harzgewässer ein zweigeteiltes Bild. Die im südlichen bzw. westlichen Harz gelegenen Flussgebiete von Oder, Sieber, Söse und Innerste weisen einen leicht ansteigenden Trend auf. Dagegen ist der Jahresabfluss im Nordharz bei Grane, Oker und Radau leicht rückläufig bis unverändert. Eine Ausnahme stellt hier das Flussgebiet der Ecker dar. Aufgrund der herausragenden Gebirgshöhe des Brockens befindet sich das obere Eckergebiet in der Hauptanströmung bei Westwetterlagen, so dass der Jahresabfluss wie in den Südharzgebieten tendenziell zunimmt.

2. Den vom Trend her kaum veränderten Jahresabflüssen stehen deutliche Veränderungen der Werte für das Winter- bzw. für das Sommerhalbjahr gegenüber. Korrespondierend zu den Prognosen der Klimaforscher sind die beobachteten Niederschläge und Abflussmengen im Winter ansteigend, wobei der positive Trend im Südharz und an der Ecker statistisch signifikant ist. Dagegen sind die Abflussmengen im Sommerhalbjahr in allen Flussgebieten rückläufig.

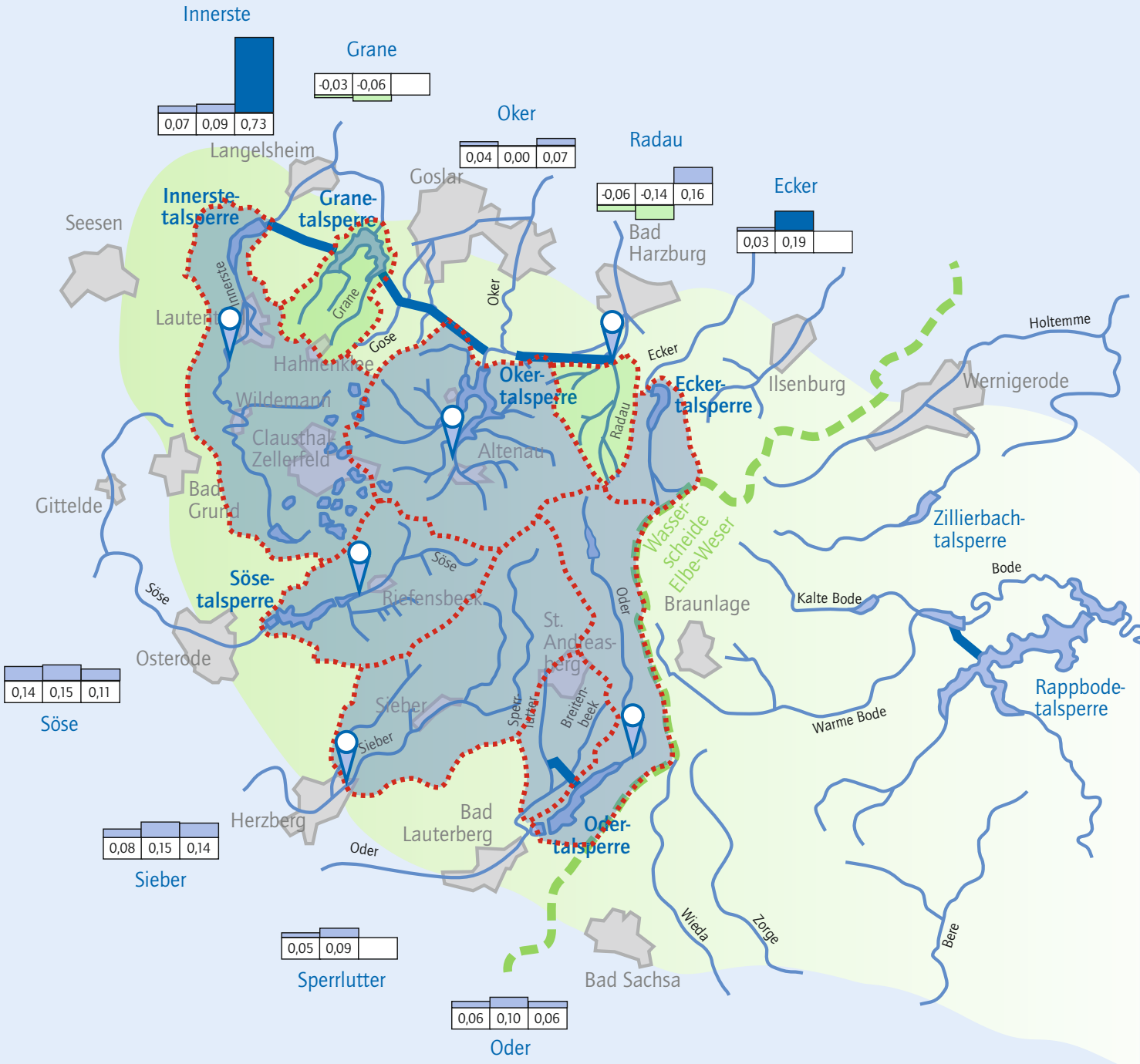
3. Die Analyse des Langzeitverhaltens der Jahreshöchstabflüsse ergibt bei fünf von sechs untersuchten Pegeln einen leicht positiven Trend, der jedoch nicht signifikant ist und im Rahmen der natürlichen Variabilität liegt. Bei diesen fünf Gewässern (Oder, Sieber, Söse, Oker und Radau) ist festzustellen, dass die Scheitelwerte der Winterhochwasser tendenziell zunehmen, im Sommerhalbjahr dagegen abnehmen.

4. Eine signifikante Zunahme der Jahreshöchstabflüsse liegt beim Pegel Hüttschenthal im Zustrom zur Innerstetalsperre vor. Denn anders als bei den übrigen Pegeln ist hier der Trend der Hochwasserabflüsse auch im Sommer positiv. Beim Pegel Hüttschenthal hat das Trendverhalten der Hochwasserabflüsse weniger mit dem Klimawandel als mit der Tatsache zu tun, dass zu Beginn der 1980er Jahre die intensive Nutzung der Oberharzer Teiche seitens des Bergbaus eingestellt wurde. Dadurch werden die Hochwasserscheitel im oberen Innerstegebiet heute nicht mehr in dem Maße gedämpft wie das in früheren Zeiten noch der Fall war.

Die Untersuchungsergebnisse machen deutlich, dass die Talsperren – als Multifunktionsspeicher, welche dem Hochwasserschutz, der Trinkwassergewinnung, der Energieerzeugung und der Niedrigwasseraufhöhung dienen – in Zukunft noch weitaus stärker als bisher für einen Ausgleich zwischen sehr nassen und sehr trockenen Perioden sorgen müssen.

Aktuell besteht jedoch kein Anlass, die Bewirtschaftungspläne der Talsperren, die alle ihre Aufgaben über Jahrzehnte erfolgreich erfüllt haben, kurzfristig zu ändern.

Ergebnisse Abflussjahr 1941–2008



Gebietsniederschläge

Gebietsabflüsse

Hochwasserabflüsse

1,11 1,11 1,11 Relativer Trend [%/Jahr]

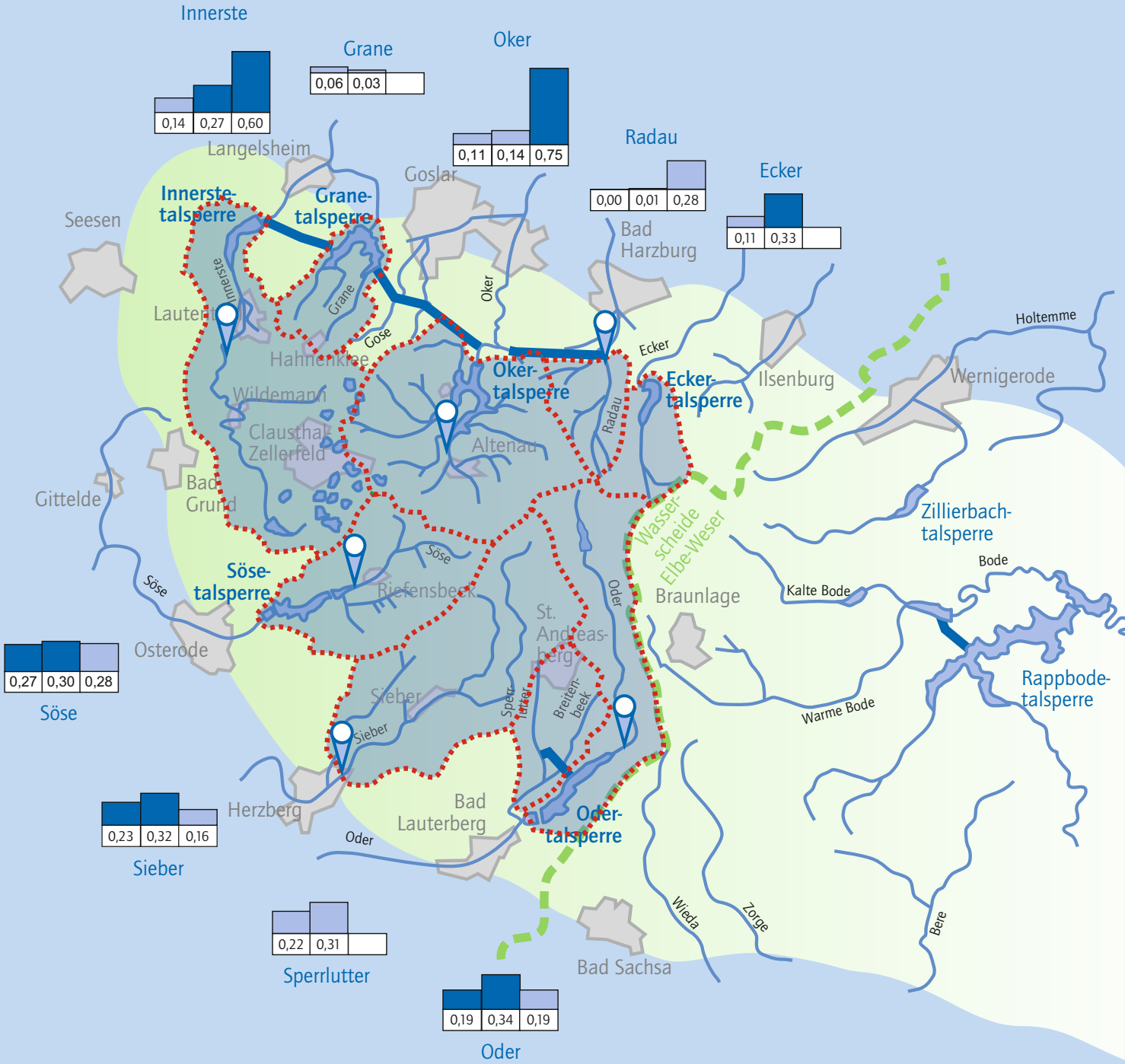
Positiver Trend

NegativerTrend

Signifikant positiver Trend

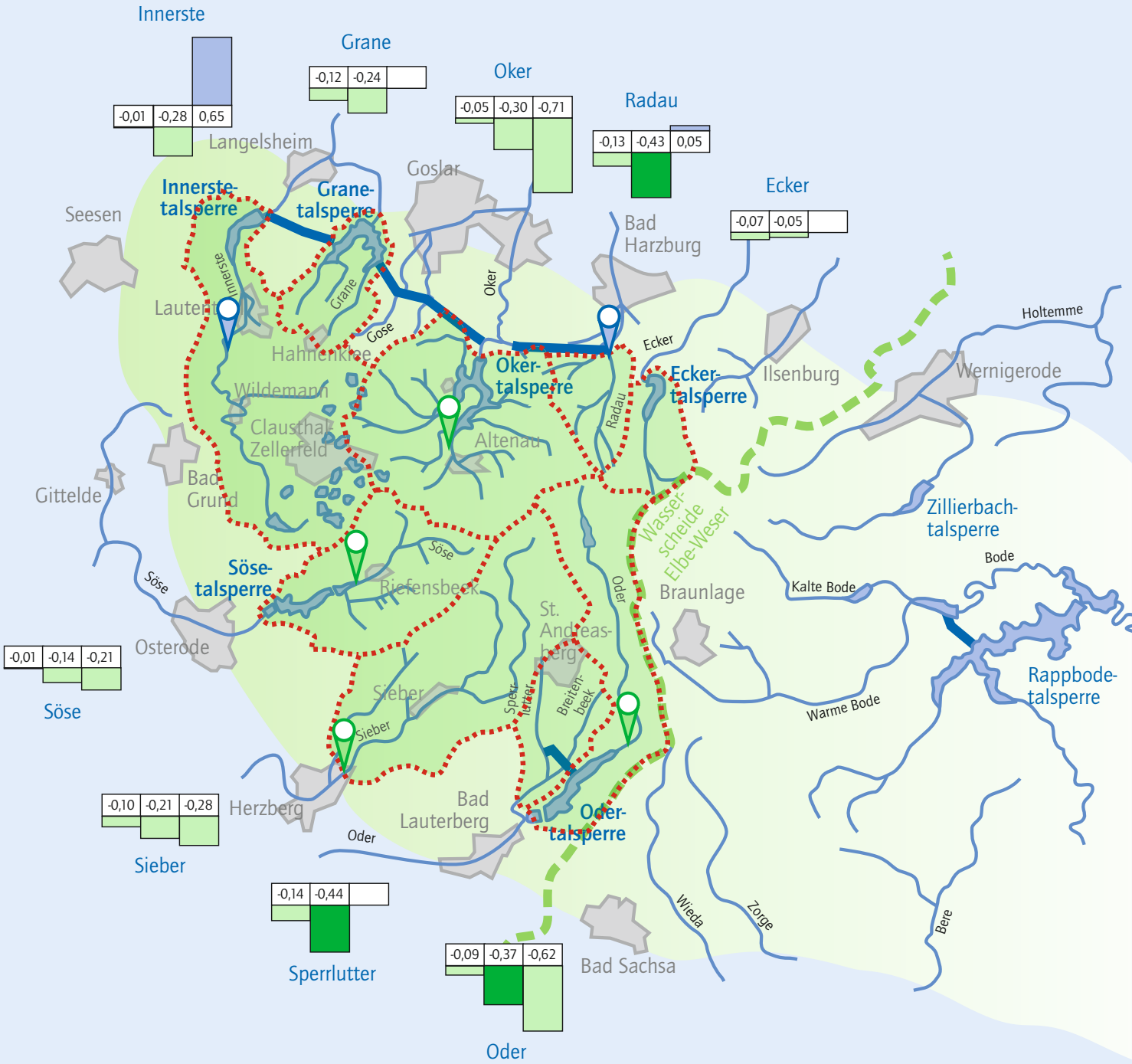
Signifikant negativer Trend

Ergebnisse Winterhalbjahr 1941–2008



Gebietsniederschläge
Gebietsabflüsse
Hochwasserabflüsse
1,11 1,11 1,11 Relativer Trend [%/Jahr]
Positiver Trend
NegativerTrend
Signifikant positiver Trend
Signifikant negativer Trend

Ergebnisse Sommerhalbjahr 1941–2008



Gebietsniederschläge

Gebietsabflüsse

Hochwasserabflüsse

1,11 1,11 1,11 Relativer Trend [%/Jahr]

Positiver Trend

NegativerTrend

Signifikant positiver Trend

Signifikant negativer Trend

Begriffsdefinitionen und statistische Grundlagen

VERWENDETE BEGRIFFE UND ABKÜRZUNGEN

Begriff	Zeichen	Einheit	Erklärung
Wasserhaushalt			
Einzugsgebiet	A_E	km^2	In der Horizontalprojektion gemessenes Gebiet, aus dem Wasser einem bestimmten Ort zufließt.
Abfluss	Q	m^3/s	Wasservolumen aus einem Einzugsgebiet, das einen betrachteten Abflussquerschnitt pro Zeiteinheit durchfließt
Abflussjahr			Einjährige, nach hydrologischen Gesichtspunkten festgesetzte Zeitspanne (1. November des Vorjahres bis 31. Oktober) Winterhalbjahr (01.11. des Vorjahres bis 30.04.) Sommerhalbjahr (01.05. bis 31.10)
Abflusshöhe (= Gebietsabfluss)	h_A	mm	Quotient aus Abflusssumme und zugehörigem Einzugsgebiet.
Niederschlagshöhe	h_N	mm	Wasserdargebot aus Niederschlag an einem Ort. Ausgedrückt als Wasserhöhe über einer horizontalen Fläche.
Gebietsniederschlag	h_N	mm	Niederschlagshöhe gemittelt über ein bestimmtes Gebiet.
Thiessen-Polygon			Verfahren zur Ermittlung des Gebietsniederschlags. Die gemessenen Niederschlagshöhen der Messstationen werden dabei in Relation zu den Einzugsflächen der Stationen gewichtet.
Isohyetenkarte			Karte zur Darstellung der Niederschlagsverteilung in einem Gebiet. Isohyeten = Linien gleicher Niederschlagshöhe.
Gewässerkundliche Hauptwerte			
Niedrigster Niedrigwasserabfluss	NNQ	m^3/s	Niedrigster bekannter Niedrigwasserabfluss in einer Zeitreihe. Mit Datumsangabe.
Niedrigwasserabfluss	NQ	m^3/s	Niedrigster Abfluss in einem Zeitabschnitt (z. B. in einem Jahr).
Mittlerer Niedrigwasserabfluss	MNQ	m^3/s	Mittelwert der niedrigsten Abflüsse in einer Zeitreihe.
Mittlerer Abfluss	MQ	m^3/s	Mittelwert aller Abflüsse in einer Zeitreihe.
Mittlerer Hochwasserabfluss	MHQ	m^3/s	Mittelwert der höchsten Abflüsse in einer Zeitreihe.
Hochwasserabfluss	HQ	m^3/s	Höchster Abfluss in einem Zeitabschnitt (z. B. in einem Jahr).
Höchster Hochwasserabfluss	HHQ	m^3/s	Höchster bekannter Hochwasserabfluss in einer Zeitreihe. Mit Datumsangabe.
Statistik			
Linearer Trend			Trendgerade, ermittelt nach der Methode der kleinsten Fehlerquadrate.
Absoluter Trend			Steigungsmaß der Trendgeraden (= Regressionskoeffizient).
Relativer Trend			Prozentuale Trendänderung bezogen auf den Mittelwert der Zeitreihe: = Absoluter Trend / Mittelwert * 100
STUDENT-Test			Auch t-Test genannt. Statistisches Verfahren um zu prüfen, ob der Anstieg einer Trendgeraden zufällig von Null abweicht oder nicht (Signifikanztest).
Signifikanz			Grad der Wahrscheinlichkeit für die Beibehaltung einer Behauptung („Nullhypothese“)

TRENDANALYSE

Mit der linearen Regression wird überprüft, ob eine signifikante zeitliche Abhängigkeit einer Messgröße vorliegt. Dabei gibt der Regressionskoeffizient b die durchschnittliche Änderung der Messgröße pro Jahr an:

$$b = \frac{n \cdot \sum (q \cdot i) - \sum q - \sum i}{n \cdot \sum i^2 - (\sum i)^2}$$

mit: q Beobachtungswert zum Zeitpunkt i
n Anzahl der Beobachtungswerte (Stichprobenumfang)
i Index der zeitlichen Reihenfolge

Mit Hilfe des STUDENT-Tests wird festgestellt, ob der ermittelte Regressionskoeffizient b nur zufällig von Null abweicht. Dies geschieht durch Vergleich der Prüfgröße t mit dem Tafelwert $t_{n,\alpha}$.

$$t = \frac{b}{c} \cdot \sqrt{\sum i^2 - \frac{1}{n}(\sum i)^2}$$

mit:

$$c = \sqrt{\frac{1}{n-2} \cdot \sum (q - a - b \cdot i)^2} \quad \text{und} \quad a = \frac{1}{n}(\sum q - b \cdot \sum i)$$

Werte $t_{n,\alpha}$ des einseitigen STUDENT-Tests			
Umfang	Irrtumswahrscheinlichkeit α		
n	0,01	0,05	0,10
10	2,896	1,860	1,397
15	2,650	1,771	1,350
20	2,552	1,734	1,330
25	2,500	1,714	1,319
30	2,467	1,701	1,313
35	2,441	1,691	1,307
40	2,429	1,686	1,304
50	2,406	1,677	1,300
60	2,398	1,672	1,296
80	2,373	1,665	1,292
100	2,365	1,660	1,290

BEURTEILUNG:

$t \leq t_{n,\alpha}$ Nichtsignifikanter Trend.
Der Regressionskoeffizient b weicht nur zufällig von Null ab.

$t > t_{n,\alpha}$ Signifikanter Trend.
Der Regressionskoeffizient b weicht mit der Sicherheit 1 – α von Null ab.

Literaturverzeichnis

[1] DVWK-Merkblätter 251/1999: Statistische Analyse von Hochwasserabflüssen. Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau (DVWK). Bonn, 1999.

[2] Haase, H. et al.: Der Wasserhaushalt des Westharzes. Hydrologische Untersuchungen 1941-1965. Wurm Verlag. Göttingen, 1970.

[3] KLIWA-Berichte Heft 2: Langzeitverhalten der Hochwasserabflüsse in Baden-Württemberg und Bayern. Landesamt für Umweltschutz Baden-Württemberg, Karlsruhe 2002.

[4] KLIWA-Berichte Heft 3: Langzeitverhalten der mittleren Abflüsse in Baden-Württemberg und Bayern. Landesamt für Umweltschutz Baden-Württemberg, Karlsruhe 2003.

[5] Lange, A.; Eggelsmann, F.: Der Wasserhaushalt des Westharzes. Hydrologische Untersuchungen 1941-2008. Schrift der Harzwasserwerke GmbH, 2009 (in Vorbereitung).

[6] Lange, A.; Eggelsmann, F.: Auswirkungen des globalen Temperaturanstiegs auf die Bewirtschaftung der Westharztalsperren.
In H2W: Kundenzeitschrift der Harzwasserwerke GmbH. 3. Ausgabe Mai 2007.

[7] Umweltbundesamt: Neue Ergebnisse zu regionalen Klimaänderungen. Das statistische Regionalisierungsmodell WETTREG. www.umweltbundesamt.de. Berlin, Januar 2007.

KONTAKT

Harzwasserwerke
herrlich weiches Wasser

Harzwasserwerke GmbH
Postfach 10 06 53
31106 Hildesheim
Nikolaistraße 8
31137 Hildesheim

Tel 05121 404-0
Fax 05121 404-220

www.harzwasserwerke.de
info@harzwasserwerke.de