Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK

Bundesamt für Umwelt BAFU

Hochwasserstatistik

Stationsbericht

Murg - Murgenthal, Walliswil

weitere Erläuterungen: Leitfaden
Kontakt: hydrologie@bafu.admin.ch

Inhaltsverzeichnis

1 Datengrundlage **2**

2 Resultate der parametrischen Verfahren **5**
2.1 Block Maximum Ansatz (BLOCK) 6
2.1.1 Gesamte Auswertungsperiode: 1981-2015 6
2.1.1.a Stationäre Modellvariante 6
2.1.1.b Nicht stationäre Modellvariante 8
2.2 Peaks Over Threshold Ansatz (POT) 9
2.2.1 Auswertungsperiode POT: 1980-2015 10
2.2.1.a Stationäre Modellvariante 10

3 Vergleich der verschiedenen Resultate **13**
3.1 Beurteilung der unterschiedlichen Auswertungsperioden 13
3.2 Allgemeiner Vergleich der verschiedenen Modellansätze 13

4 Literatur **15**

Anhang **16**
A Bestimmung des Schwellenwerts zur Abgrenzung von Extremwerten 16
B Glossar 17

1 Datengrundlage

Es stehen die folgenden Abflussdaten für die extremwertstatistischen Auswertungen zur Verfügung:

Vorhandene Daten	**seit**	**bis**
Digitale Monatsmaxima	01.07.1980	31.12.2015
Digitale Tagesmaxima	26.06.1980	31.12.2015

Ein Limnigraph wurde am 01. Juni 1980 in Betrieb genommen.

Für die Auswertungen werden entweder die mit Limnigraph erfassten vollständigen Jahre der Monatsmaxima oder die digitalen Tagesmaxima verwendet (siehe Kapitel 2).

Der grösste Abfluss wurde wie folgt beobachtet:

Grösste Abflussspitze	**Datum**	**Abfluss**
Grösstes Monatsmaximum	29.08.2007	57 m^3/s
Grösstes Tagesmaximum	29.08.2007	57 m^3/s

Die Abflussdaten können folgendermassen charakterisiert werden:

Abflussverlauf	**Beschreibung**
Abflussregime	Pluvial inférieur: Hohe Abflüsse im Sommer, etwas tiefere Abflüsse im Winter
Ausprägung der Saisonalität	In Monats- und Tagesmaxima schwach zu erkennen (Abbildung 3 und Abbildung 4)
Beeinflussung	keine bekannt (siehe Abbildung 2).

Die Jahresmaxima bewegen sich zwischen ungefähr 45 und 60 m^3/s, wobei nur drei Werte über 50 m^3/s liegen (1986, 2007 und 2015). Unterhalb von 20 m^3/s werden lediglich fünf Werte registriert. Die Reihe der Jahresmaxima ist insgesamt sehr heterogen, wobei sich viele ähnliche Werte im Bereich 25 m^3/s befinden (siehe Abbildung 1).
Die Bruchpunktanalyse ergibt einen nicht signifikanten Bruchpunkt um 2006 (Konfidenzintervall nicht berechenbar). Der Bruchpunkt ist allerdings in den Daten nicht erkennbar. Da im gesamten Einzugsgebiet keine Beeinflussungen erfasst wurden, erfolgt damit auch keine Unterteilung der Untersuchungsperiode anhand eines Bruchpunktes.

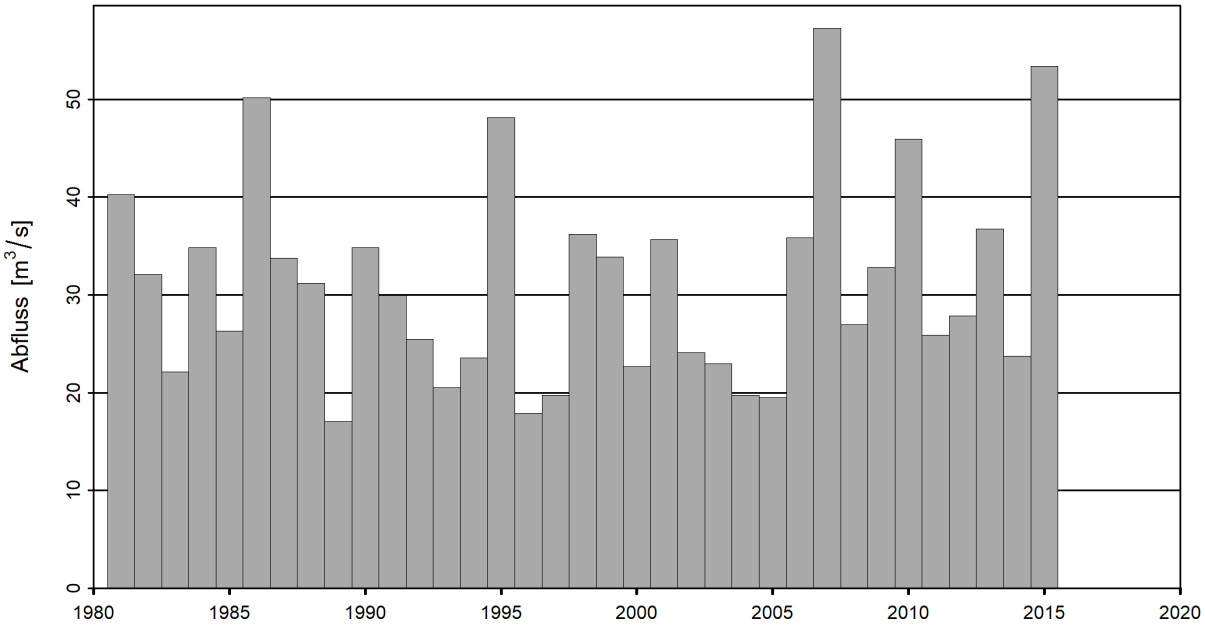

Abbildung 1: Zeitreihe der Jahresmaxima [m^3/s] (1980 - 2015, dunkelgrau: verwendete Jahresmaxima)

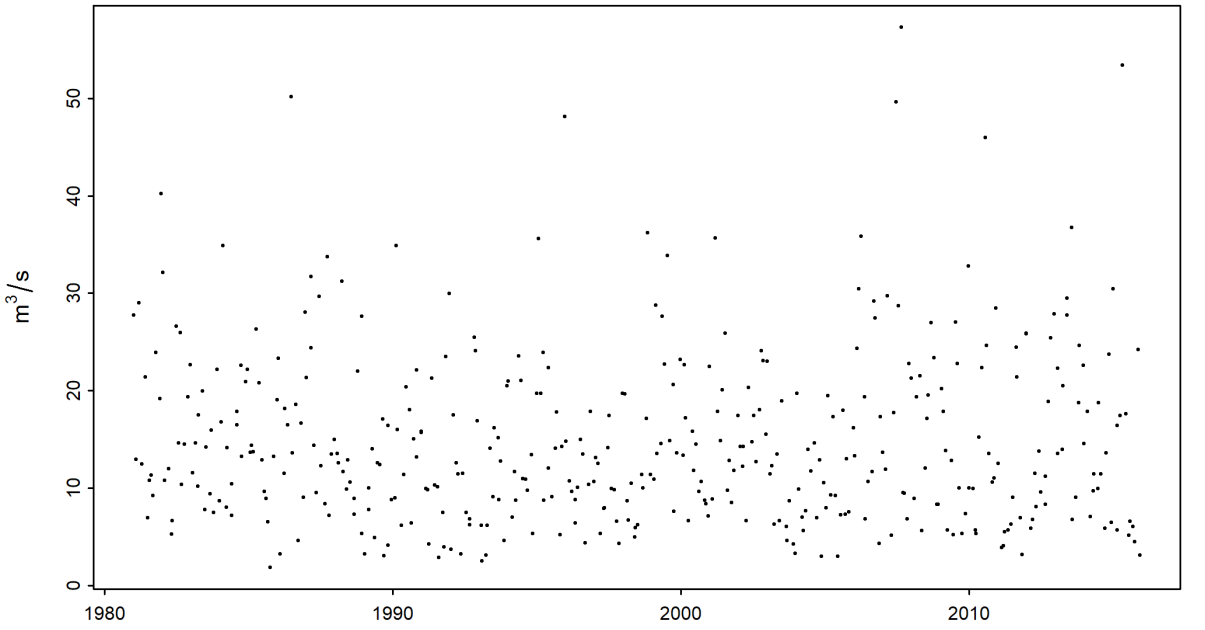

Abbildung 2: Zeitreihe der Monatsmaxima [m^3/s] (01.01.1981 - 31.12.2015)

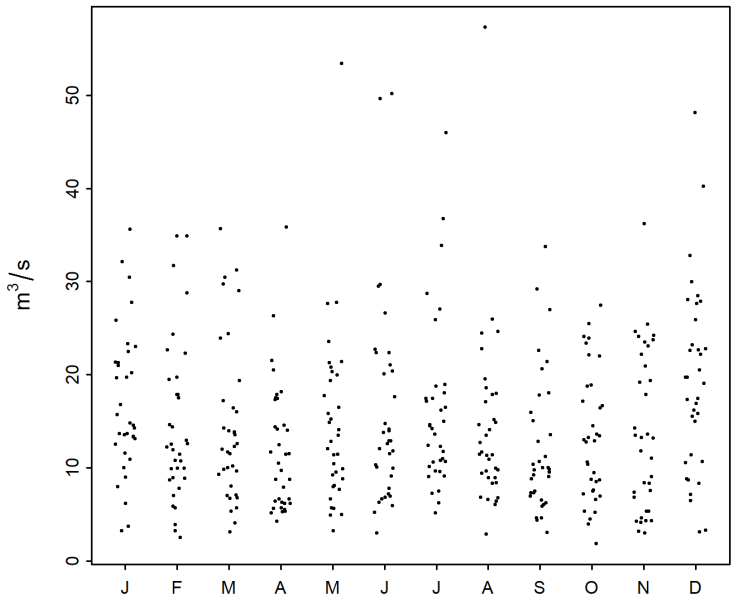

Abbildung 3: Saisonaler Verlauf der Monatsmaxima [m^3/s] (01.01.1981 - 31.12.2015)

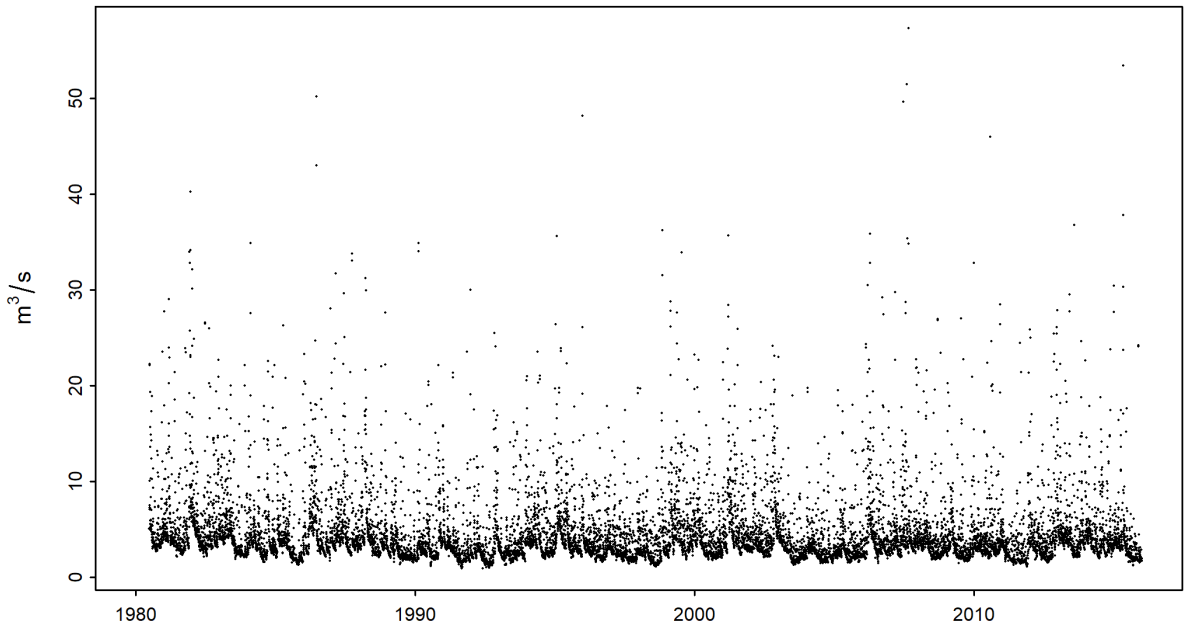

Abbildung 4: Zeitreihe der maximalen Tagesabflüsse [m^3/s] (26.06.1980 - 31.12.2015)

Fazit für die Modellvarianten

Veränderungen	Auswirkungen	Folgerungen
keine	-	Vermutlich stationär

Bruchpunktanalyse

Jahr	Signifikanter Bruchpunkt	Folgerungen
2005 / 2006	nein	Keine Unterteilung der Auswertungsperiode, da nicht aus Unterlagen zu Station und Einzugsgebiet begründbar. Verwendung 2006 als t_0 (siehe Kapitel 2).

2 Resultate der parametrischen Verfahren

Mit Hilfe von zwei parametrischen Verfahren (BLOCK- und POT-Ansatz) werden Hochwasserwahrscheinlichkeiten HQ_T abgeschätzt. Die beiden Ansätze unterscheiden sich in der Methode wie Extremwerte identifiziert werden. Sie basieren auf folgenden Modelleingangsdaten und Parametern:

Parametrisches Verfahren	**Parameter**		**Modelleingangsdaten**
Block Maximum (BLOCK)	μ	Lageparameter	Jahresmaxima
	σ	Skalenparameter	
	κ	Formparameter	
Peaks Over Threshold (POT)	λ	Ereignisrate	Tagesmaxima
	σ	Skalenparameter[1]	
	κ	Formparameter	

Für beide parametrischen Ansätze wird jeweils der stationäre Fall berechnet. Das heisst es wird angenommen, dass alle Parameter der Verteilungsfunktion über den gesamten Untersuchungszeitraum konstant sind. Wenn die Stationsgeschichte jedoch eine zeitliche Veränderung vermuten lässt, können die Parameter der entsprechenden Verteilungsfunktion zeitlich abhängig modelliert werden. Folgende, in Tabelle 1 und Tabelle 2 aufgeführten Modellvarianten werden verwendet:

Tabelle 1: Verwendete Modellvarianten des BLOCK-Ansatzes. μ Lageparameter (mu), σ Skalenparameter (sigma), κ Formparameter (kappa)

Modellvarianten BLOCK			
Name	**Beschreibung**	**Parameter (t: Jahr)**	**Anzahl Parameter**
stat	Stationäre Variante	μ, σ, κ	3
mul	Linearer Trend von μ	$\mu = a_1 + a_2 * t$, σ, κ	4
muq	Quadratischer Trend von μ	$\mu = a_1 + a_2 * t + a_3 * t^2$, σ, κ	5
sigl	Linearer Trend von σ	$\mu, \sigma = b_1 + b_2 * t$, κ	4
musigl	Linearer Trend von μ und σ	$\mu = a_1 + a_2 * t$, $\sigma = b_1 + b_2 * t$, κ	5
mujump	Nicht-kontinuierliche Veränderung von μ zum Zeitpunkt t_0	$\mu = a_1 + a_2 * i$, σ, κ, $i = 0$ für $t < t_0$, $i = 1$ für $t \geq t_0$	4

Tabelle 2: Verwendete Modellvarianten des POT-Ansatzes. σ Lageparameter (sigma), κ Formparameter (kappa)

Modellvarianten POT			
Name	**Beschreibung**	**Parameter (t: Jahr)**	**Anzahl Parameter**
stat	Stationäre Variante	σ, κ	2
sigl	Linearer Trend von σ	$\sigma = b_1 + b_2 * t$, κ	3
sigjump	Nicht-kontinuierliche Veränderung von σ zum Zeitpunkt t_0	$\sigma = b_1 + b_2 * i$, κ, $i = 0$ für $t < t_0$, $i = 1$ für $t \geq t_0$	3

Die Güte der Modellvarianten wird jeweils grafisch mit Hilfe eines Probability und eines Quantile Plots beurteilt (siehe z.B. Abbildung 5 oben und Leitfaden Kapitel 2.2.3). Je besser die Daten auf der Einheitsdiagonale liegen, desto eher kann davon ausgegangen werden, dass die Modellannahmen korrekt sind. Anhand eines Ablaufschemas wird schliesslich entschieden, welches nicht stationäre Modell allenfalls weiterverwendet wird (siehe Abbildung 5 im Leitfaden Kapitel 2.1.3). Im Folgenden sind jeweils die Verfahren mit den besten Resultaten aufgeführt.

[1] Der Skalenparameter σ des POT-Ansatzes ist numerisch nicht identisch mit dem σ des BLOCK-Ansatzes.

2.1 Block Maximum Ansatz (BLOCK)

Der Block Maximum Ansatz (BLOCK) definiert den höchsten Wert innerhalb eines Zeitintervalls (Block, im vorliegenden Fall ein Jahr) als Extremwert.

Folgende Varianten des BLOCK-Ansatzes werden in diesem Bericht beschrieben:

Auswertungs-periode	**Beschreibung**	**ausgewählte Modellvariante**	**Kapitel**
1981 - 2015	gesamte Auswertungsperiode	stat	Kapitel 2.1.1.a
		mujump	Kapitel 2.1.1.b

2.1.1 Gesamte Auswertungsperiode: 1981-2015

2.1.1.a Stationäre Modellvariante

Verfahren	**Modellvariante**	**Auswertungsperiode**	**Modelleingangsdaten**	**Bemerkung**
BLOCK	stat	1981-2015	Jahresmaxima	-

Verwendete Anzahl Werte und geschätzte Modellparameter:

Anzahl Werte n	**Lageparameter** $\hat{\mu}$	**Skalenparameter** $\hat{\sigma}$	**Formparameter** $\hat{\kappa}$
35	26.04	7.43	0.1004

Die Güte der Modellvariante „stat" über die gesamte Auswertungsperiode wird grafisch anhand der in Abbildung 5 dargestellten Diagnostikplots beurteilt.

[1] Als Zeitpunkt t_0 für das Modell „mujump" wird das Jahr 2006 gewählt.

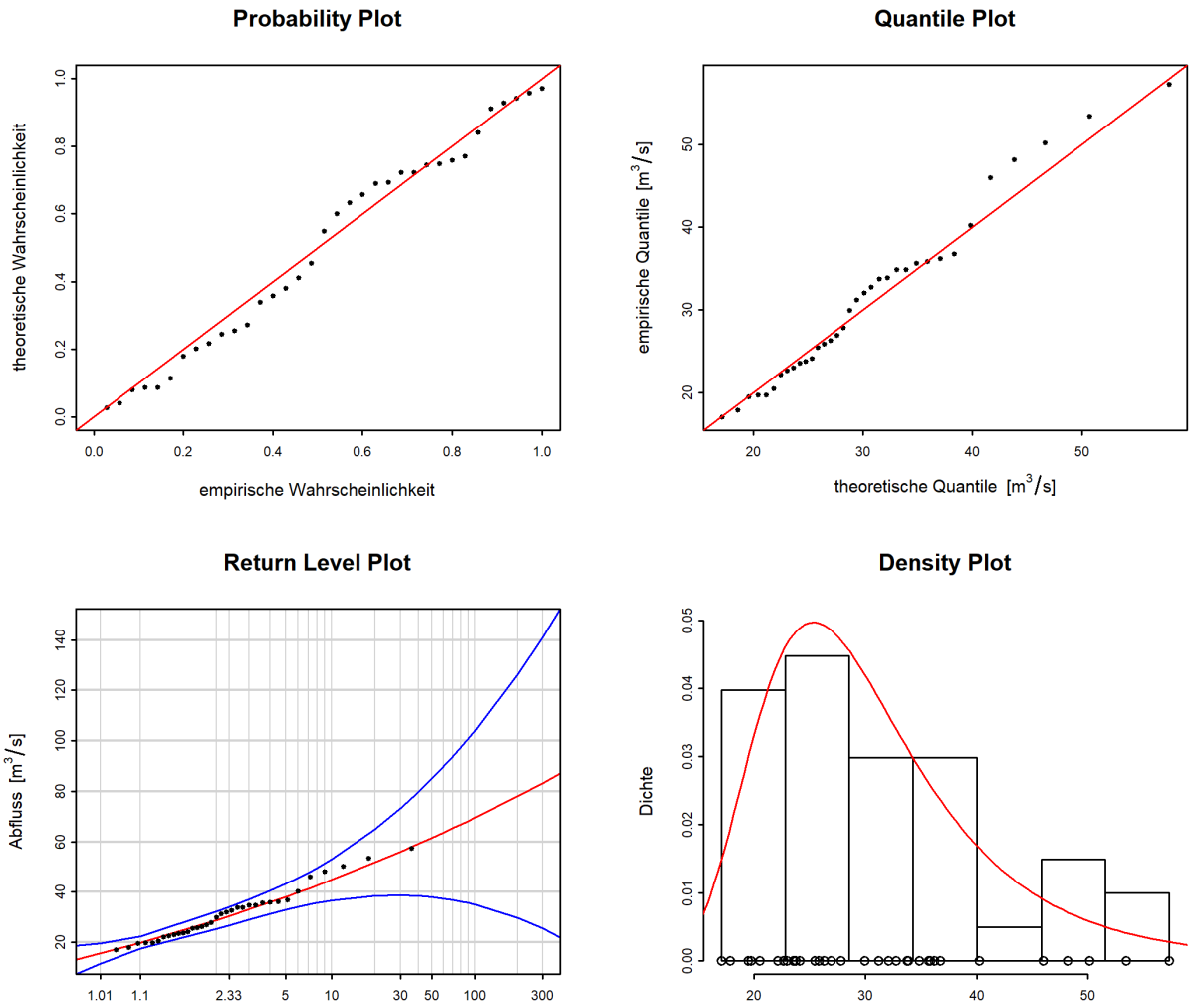

Abbildung 5: Diagnostikplots der Modellvariante „stat" des BLOCK-Ansatzes (1981-2015)

Bewertung Diagnostikplots (Abbildung 5):

Kriterien	**Bewertung**[2]	**Bemerkungen**
Anpassung unterer Bereich	gut	-
Anpassung mittlerer Bereich	gut-mittel	Werte meist unterschätzt
Anpassung oberer Bereich	gut-mittel	zweitgrösster Wert leicht unterschätzt
Konfidenzintervall	gross	für grosse Wiederkehrperioden sehr gross

Folgende Tabelle enthält die Abflussmengen für verschiedene Wiederkehrperioden, berechnet mit dem stationären BLOCK-Ansatz über die gesamte Auswertungsperiode 1981-2015 (inkl. 95% - Konfidenzintervall berechnet über die Deltamethode):

HQ_T	**untere Konfidenzgrenze [m^3/s]**	**Abfluss [m^3/s]**	**obere Konfidenzgrenze [m^3/s]**
HQ_2	25.4	28.8	32.2
HQ_{10}	36.7	44.8	53
HQ_{30}	38.7	56	73.3
HQ_{100}	35	69.5	104
HQ_{300}	25.4	83.3	141

[2]Siehe Leitfaden Kapitel 2.2.3

2.1.1.b Nicht stationäre Modellvariante

Der Vergleich der verschiedenen Modellvarianten des BLOCK-Ansatzes über die gesamte Auswertungsperiode zeigt, dass sich nur das Modell "mujump" signifikant vom stationären Modell („stat") unterscheidet.[3]Daher werden im Folgenden die Resultate von „mujump" dargestellt (siehe Abbildung 5 im Leitfaden).

Verfahren	Modellvariante	Auswertungsperiode	Modelleingangsdaten	Bemerkung
BLOCK	mujump2006	1981-2015	Jahresmaxima	-

Verwendete Anzahl Werte und geschätzte Modellparameter:

Anzahl Werte n	Lageparameter $\hat{\mu}$[4]		Skalenparameter $\hat{\sigma}$	Formparameter $\hat{\kappa}$
	a_1	a_2		
35	24.27	5.83	6.58	0.2034

Die Güte der Modellvariante „mujump2006" über die gesamte Auswertungsperiode wird grafisch anhand der in Abbildung 6 dargestellten Diagnostikplots beurteilt.

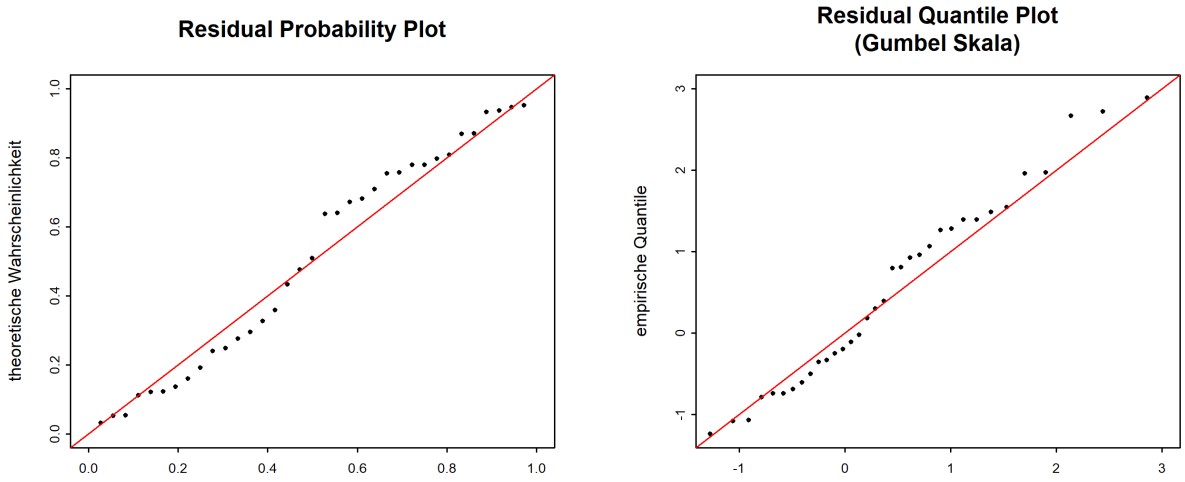

Abbildung 6: Diagnostikplots der Modellvariante „mujump2006" des BLOCK-Ansatzes (1981-2015)

Bewertung Diagnostikplots (Abbildung 6):

Kriterien	Bewertung[5]	Bemerkungen
Anpassung unterer Bereich	gut	-
Anpassung mittlerer Bereich	gut-mittel	Werte leicht unterschätzt
Anpassung oberer Bereich	mittel	Werte etwas unterschätzt
Vergleich mit stationärem Modell	ähnlich	keine Verbesserung sichtbar

[3]Als Zeitpunkt t_0 für das Modell „mujump" wird aufgrund des Resultats der Bruchpunktanalyse das Jahr 2006 gewählt (siehe Kapitel 1).
[4]$\hat{\mu} = a_1 + a_2 * i$, i = 0 für $t < t_0$, i= 1 für $t \geq t_0$ (s. Tabelle 1)
[5]Siehe Leitfaden Kapitel 2.2.3

Folgende Tabelle enthält die für das aktuellste Jahr (2015) bestimmten Abflussmengen für verschiedene Wiederkehrperioden, berechnet mit der Modellvariante „mujump2006" des BLOCK-Ansatzes über die gesamte Auswertungsperiode 1981-2015 (inkl. 95%-Konfidenzintervall berechnet über die Deltamethode):

HQ_T	**untere Konfidenzgrenze [m^3/s]**	**Abfluss [m^3/s]**	**obere Konfidenzgrenze [m^3/s]**
HQ_2	28	32.6	37.2
HQ_{10}	38.9	48.9	58.9
HQ_{30}	38.3	62.1	86
HQ_{100}	27	80.2	133
HQ_{300}	3	101	199

In Abbildung 7 ist die Veränderung des mit dem Modell „mujump2006" berechneten HQ_{100} zwischen 1981 und 2015 dargestellt.

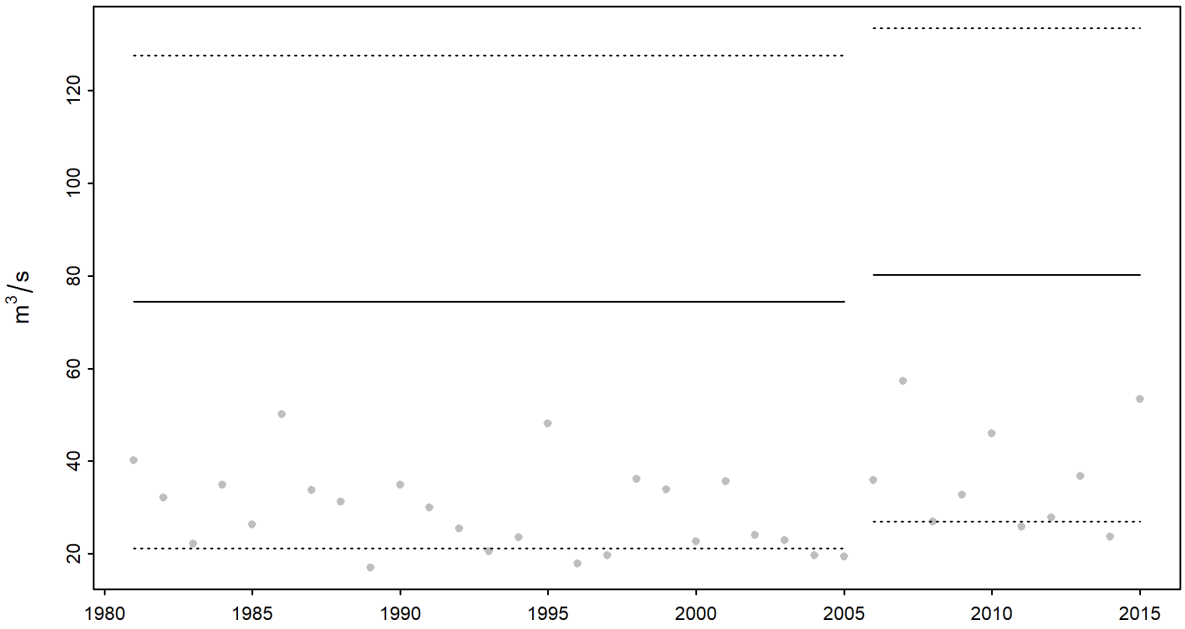

Abbildung 7: Veränderung der mit der Modellvariante „mujump2006" berechneten HQ_{100} (durchgezogene Linien) und des 95%-Konfidenzintervalls (Deltamethode; gestrichelte Linien) über die Jahre 1981-2015

2.2 Peaks Over Threshold Ansatz (POT)

Beim Peaks Over Threshold Ansatz (POT) gelten Werte als Extremereignisse, wenn sie einen hohen Schwellenwert u überschreiten.

Zur Berechnung des POT-Ansatzes werden die Tagesmaxima ab 1980 verwendet. Vor der Bearbeitung müssen diese von Clustern bereinigt werden. Für Murg - Murgenthal, Walliswil wird der Zeitabstand L zwischen zwei unabhängigen Ereignissen auf den Mindestwert von 11 Tagen festgelegt.

Folgende Modellvarianten des POT-Ansatzes werden in diesem Bericht beschrieben:

Auswertungs-periode	**Beschreibung**	**ausgewählte Modellvariante**	**Kapitel**
1980 - 2015	Auswertungsperiode POT	stat	Kapitel 2.2.1.a

Für die Auswertungsperiode POT zeigt sich kein signifikanter Unterschied zwischen der stationären und den nicht stationären Modellvarianten.[6]

2.2.1 Auswertungsperiode POT: 1980-2015

Im vorliegenden Fall wurde als Schwellenwert u 22 m^3/s gewählt (siehe Anhang A). Abbildung 8 zeigt die effektiv verwendeten Extremereignisse.

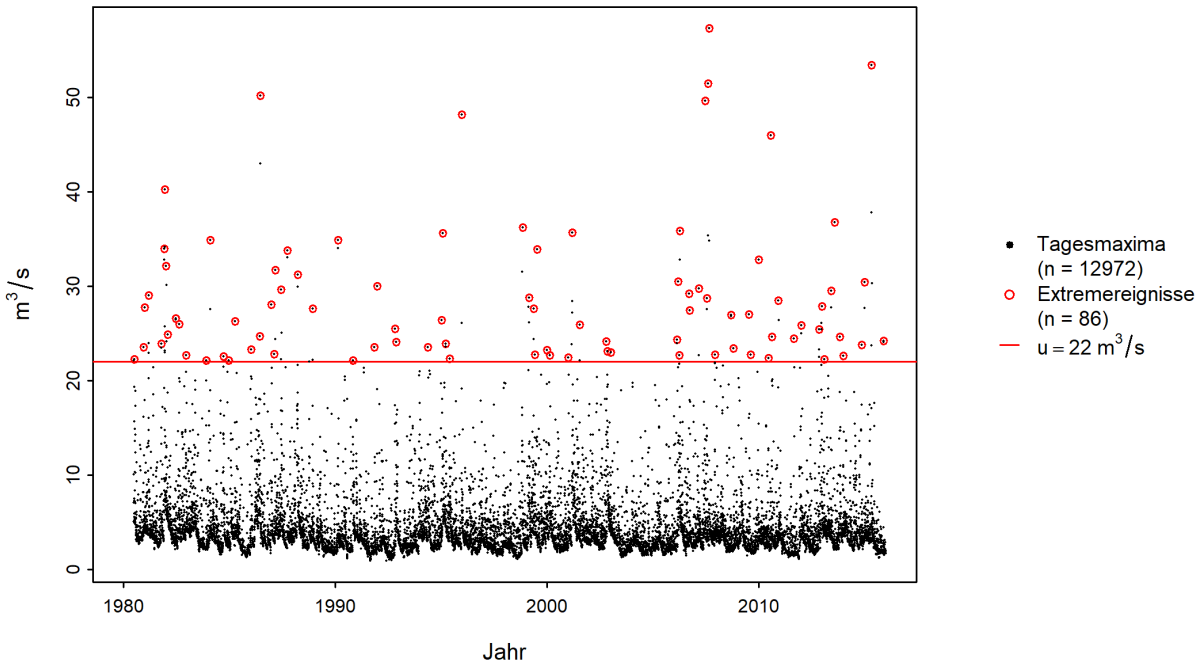

Abbildung 8: Auswahl der für den POT-Ansatz verwendeten Extremereignisse

2.2.1.a Stationäre Modellvariante

Verfahren	Modellvariante	Auswertungsperiode	Modelleingangsdaten	Bemerkung
POT	stat	1980-2015	Tagesmaxima	-

Verwendete Anzahl Werte und geschätzte Modellparameter:

Schwellenwert	Anzahl Werte	Ereignisrate	Skalenparameter	Formparameter
u	n	$\hat{\lambda}$	$\hat{\sigma}$	$\hat{\kappa}$
22 m^3/s	86	2.39	5.63	0.1934

Die Güte der Modellvariante „stat" über die Auswertungsperiode POT wird grafisch anhand der in Abbildung 9 dargestellten Diagnostikplots beurteilt.

[6] Als Zeitpunkt t_0 für das Modell „sigjump" wird das Jahr 2006 gewählt.

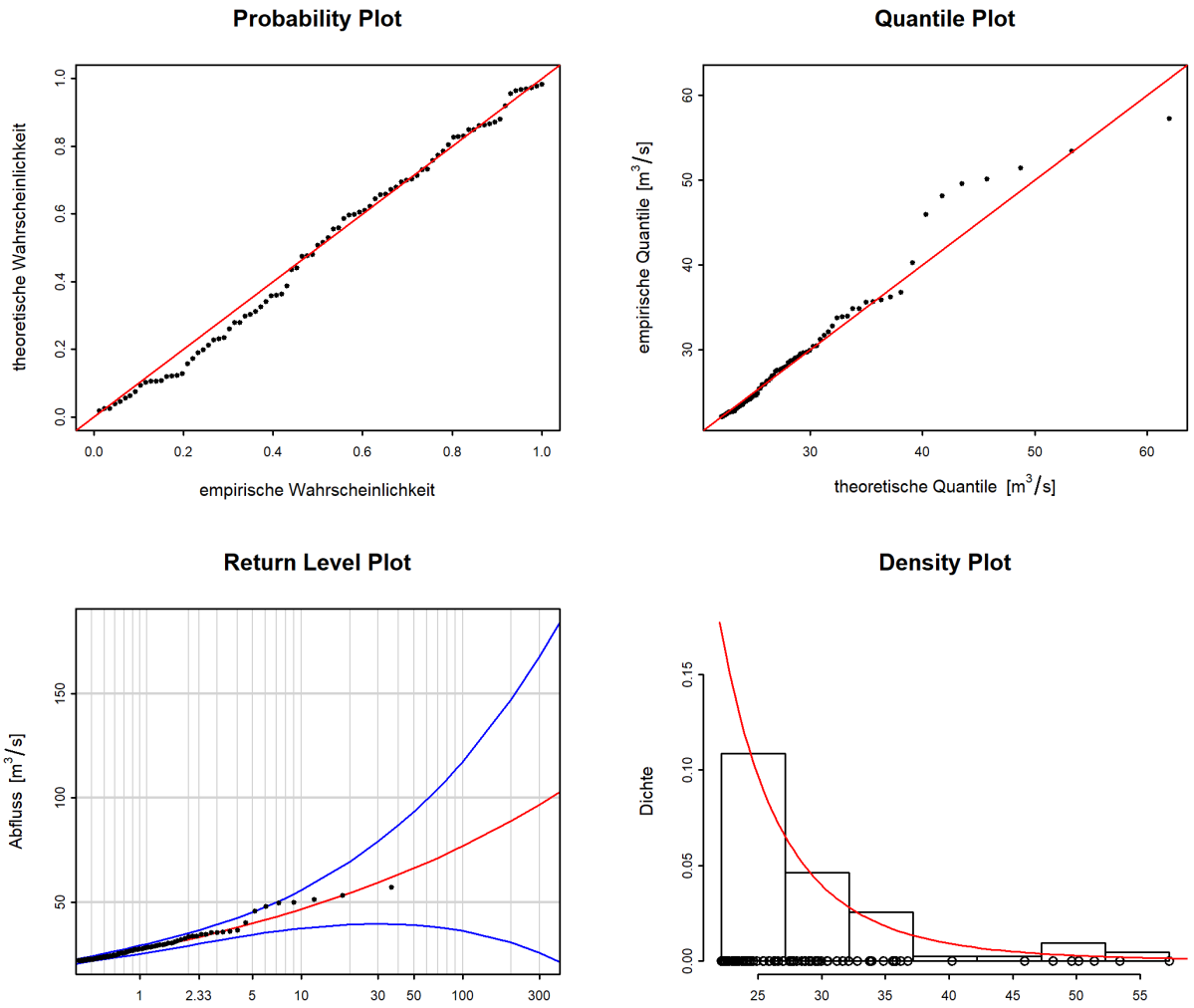

Abbildung 9: Diagnostikplots der Modellvariante „stat" des POT-Ansatzes (1980-2015)

Bewertung Diagnostikplots (Abbildung 9):

Kriterien	**Bewertung**[7]	**Bemerkungen**
Anpassung unterer Bereich	gut	-
Anpassung mittlerer Bereich	mittel-schlecht	Werte teilweise stark unterschätzt
Anpassung oberer Bereich	mittel	grösster Wert überschätzt
Konfidenzintervall	gross	für grosse Wiederkehrperioden sehr gross

[7]Siehe Leitfaden Kapitel 2.2.3

Folgende Tabelle enthält die Abflussmengen für verschiedene Wiederkehrperioden, berechnet mit dem stationären POT-Ansatz über die Auswertungsperiode POT 1980-2015 (inkl. 95% - Konfidenzintervall berechnet über die Deltamethode):

$\mathbf{HQ_T}$	**untere Konfidenzgrenze** [m^3/s]	**Abfluss** [m^3/s]	**obere Konfidenzgrenze** [m^3/s]
HQ_2	29.3	32.3	35.3
HQ_{10}	37.6	46.7	55.8
HQ_{30}	39.7	59.4	79.1
HQ_{100}	36.4	76.9	117
HQ_{300}	25.8	96.8	168

3 Vergleich der verschiedenen Resultate

Abbildung 10 zeigt die HQ_T der beiden stationären Modellvarianten, welche bei beiden parametrischen Verfahren jeweils am besten an die Daten angepasst waren. Sowohl die Werte wie auch die Grösse der Konfidenz-intervalle, welche ein Mass für die Unsicherheit sind, variieren. Generell werden diese Unterschiede grösser, je grösser die Wiederkehrperiode T ist.

3.1 Beurteilung der unterschiedlichen Auswertungsperioden

Die verwendeten Auswertungsperioden vom BLOCK- und POT-Ansatz unterscheiden sich nur geringfügig. Ein Vergleich unterschiedlicher Auswertungsperioden entfällt somit. Da der BLOCK-Ansatz allerdings nur für vollständige Jahre angewendet wird und der POT-Ansatz auch für angebrochene Jahre Sinn macht, beginnt die Auswertungsperiode POT rund sieben Monate früher als die gesamte Auswertungsperiode des BLOCK-Ansatzes.

3.2 Allgemeiner Vergleich der verschiedenen Modellansätze

In Abbildung 10 und der zugehörigen Tabelle sind die Resultate der verschiedenen Modellansätze zusammengefasst und zeigen folgende Sachverhalte auf:

Differenzen der Resultate der berechneten HQ_T der beiden Ansätze:
Die HQ_T des POT-Ansatzes liegen immer etwas höher als diejenigen des BLOCK-Ansatzes - sofern jeweils die selbe Periode und die stationäre Modellvariante betrachtet wird - wobei der Unterschied bei der höchsten Wiederkehrperiode am grössten ist.

Differenzen der berechneten Konfidenzintervalle der beiden Ansätze:
Allgemein nehmen die Unsicherheiten und somit die Konfidenzintervalle zu, je grösser die Wiederkehrperiode T ist. Die Konfidenzintervalle der verschiedenen Ansätze unterscheiden sich nur geringfügig.

Vergleich von stationären und nicht stationären Varianten:
Bei der Station „Murg - Murgenthal, Walliswil" wurde nur beim BLOCK-Ansatz die nicht stationäre Modellvariante "mujump2006" verwendet. Insgesamt weist dieses bei jeder Wiederkehrperiode ein grösseres Konfidenzintervall auf. Mit dem nicht stationären Modell "mujump2006" kann somit keine Verbesserung der Modellgüte erreicht werden.

Für die Beantwortung konkreter Fragestellungen bilden die Resultate dieser statistischen Auswertungen nur eine von verschiedenen Grundlagen. Kenntnisse über die hydrologischen Prozesse im Einzugsgebiet, Überlegungen zu Worst-Case-Szenarien für Niederschlag und Abfluss etc. sind unerlässlich, um das Hochwasserrisiko abzuschätzen. Die Abteilung Hydrologie des BAFUs befürwortet eine „hydrologisch-argumentative Vorgehensweise" wie sie Merz und Blöschl (2008 zitiert in DWA 2015:52) vorschlagen.

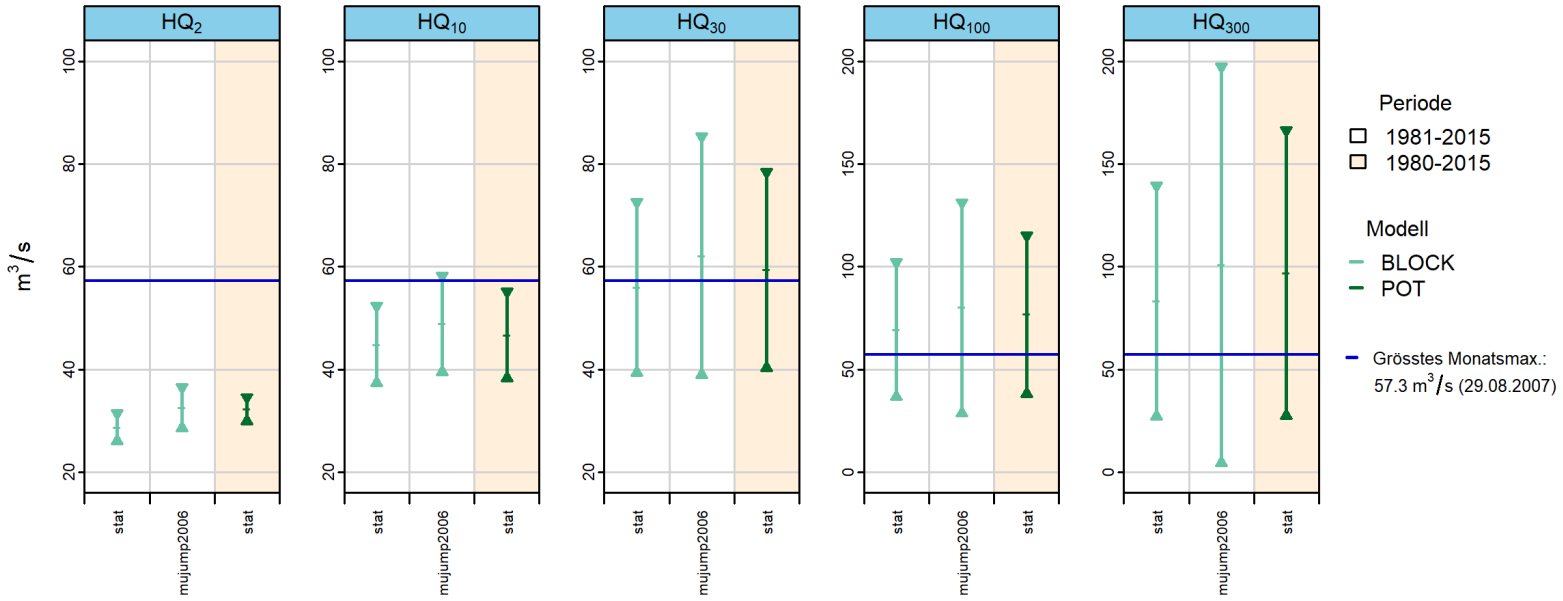

Abbildung 10: HQ_T [m^3/s] inkl. 95%-Konfidenzintervalle, berechnet mit den stationären sowie den jeweils bestangepassten Modellvarianten des BLOCK- und POT-Ansatzes für das Jahr 2015

Auswertungsperiode	**Verfahren**	**Anpassung**			**Bemerkung**
1981 - 2015	BLOCK stat	gut	gut-mittel	gut-mittel	zweitgrösster Wert leicht unterschätzt
	BLOCK mujump2006	gut	gut-mittel	mittel	Werte etwas unterschätzt keine Verbesserung sichtbar
1980 - 2015	POT stat	gut	mittel-schlecht	mittel	grösster Wert überschätzt

4 Literatur

BAFU (2015): Leitfaden zu den Stationsberichten der Hochwasserstatistik. BAFU, Bern.

Baumgartner, E., Boldi, M.-O., Kan, C., Schick, S. (2013): Hochwasserstatistik am BAFU - Diskussion eines neuen Methodensets. Wasser Energie Luft, Heft 2/2013. Baden.

BWG (Hrsg.) (2003a): Wörterbuch Hochwasserschutz. Haupt Verlag, Bern.

BWG (Hrsg.) (2003b): Hochwasserabschätzung in schweizerischen Einzugsgebieten. Praxishilfe. Berichte des BWG, Serie Wasser Nr. 4, Bern.

Coles, S. (2001): An Introduction to Statistical Modeling of Extreme Values. Springer. London.

DWA (Hrsg.) (2012): Merkblatt DWA-M 552. Ermittlung von Hochwasserwahrscheinlichkeiten. Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. Hennef.

Anhang

A Bestimmung des Schwellenwerts zur Abgrenzung von Extremwerten

Der Schwellenwert u zur Abgrenzung der Extremwerte des POT-Ansatzes für die Auswertungsperiode 1980 - 2015 (siehe Kapitel 2.2.1) wird anhand des „mean residual life plots" auf 22 m^3/s festgelegt (siehe Abbildung 11).

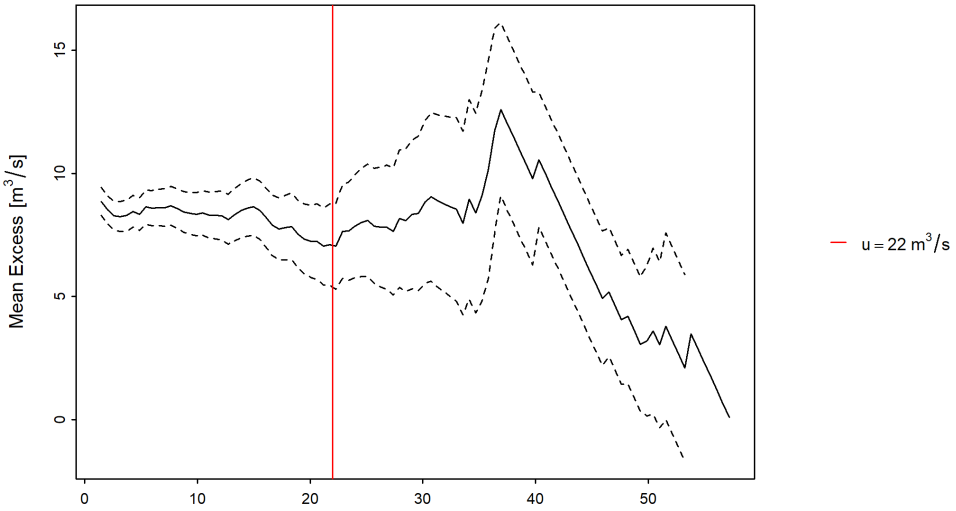

Abbildung 11: „mean residual life plot" mit gewähltem Schwellenwert u (rote Linie) mean Excess (schwarze Linie), 95%-Konfidenzintervall (gestrichelte Linien)

B Glossar

Auswertungsperiode	Begrenzter Zeitraum, aus welchem eine Stichprobe der Hochwasserabflüsse stammt, die als repräsentativ für die Grundgesamtheit angenommen wird. Es wird davon ausgegangen, dass die Eigenschaften der Grundgesamtheit mit dieser Stichprobe annähernd abgebildet werden.
Devianzstatistik	Mit der Devianzstatistik kann die Anpassungsgüte eines Modells für einen gegebenen Datensatz untersucht werden.
Deltamethode	Das BAFU nutzt die Deltamethode zur Berechnung von Konfidenzintervallen in den Return Level Plots. Die Methode basiert auf einer Taylor-Entwicklung der Funktion der HQ_T und einer asymptotischen Normalverteilung (für technische Details siehe Coles 2001, S. 33).
Güte auch Anpassungsgüte oder Anpassung	Mass für die Abweichung eines statistischen Modells (theoretische Werte) und einer Menge von Beobachtungen bzw. Messungen (empirische Daten).
HQ_T	Der mittels Verteilungsfunktion für eine vorgegebene Jährlichkeit T bestimmte Hochwasserabfluss. HQ_T ist ein Schätzwert, der über oder unter dem wahren Wert der Hochwasserabflüsse mit statistisch gesehen T-jährlicher Wiederkehrperiode liegen kann. HQ_T wird auch als Wiederkehrwert bezeichnet. Die mit den parametrischen Verfahren berechneten HQ_T gelten für eine ganze Periode (stationärer Fall) bzw. das aktuelle Berichtsjahr (nicht-stationärer Fall).
Konfidenzintervall auch Vertrauensintervall	Konfidenzintervalle beschreiben die Unsicherheit des Outputs eines statistischen Modells. Sie berücksichtigen dabei den Fehler des Modells selbst, nicht aber weitere Unsicherheiten (z.B. Messfehler).
Maximum-Likelihood-Methode	Bezeichnung für ein Verfahren, das die Parameter einer Verteilungsfunktion aus den Informationen einer Stichprobe schätzt, indem der Maximum-Likelihood-Wert der Funktion maximiert wird.
Parametrische Verfahren	Ein wichtiges Ziel der Statistik ist es, mittels der Daten einer Stichprobe Aussagen über eine unbekannte Grundgesamtheit herzuleiten. Dafür eignen sich u. a. parametrische Verfahren, bei welchen angenommen wird, dass die Grundgesamtheit eine vorgegebene Wahrscheinlichkeitsverteilung besitzt, welche durch einen oder mehrere Parameter eindeutig bestimmt ist. Die beiden betrachteten Verfahren stützen sich auf die Allgemeine Extremwertverteilung (BLOCK), bzw. auf die Allgemeine Pareto-Verteilung (POT), weil diese Verteilungen die Natur der Daten (Blockmaxima, bzw. Daten ab einem gewissen Schwellwert) am besten reflektieren (siehe Coles 2001).
Block-Maximum-Ansatz (BLOCK)	Der Block Maximum Ansatz (BLOCK) definiert den höchsten Wert innerhalb eines Zeitintervalls (Block, im vorliegenden Fall ein Jahr) als Extremwert (siehe Leitfaden Kapitel 2.1.1 oder Coles 2001, Kapitel 3.1).
Peaks Over Threshold (POT)	Beim Peaks-Over-Threshold-Ansatz (POT) gelten Werte als Extremereignisse, wenn sie einen gewissen Schwellenwert u (in m^3/s bzw. l/s) überschreiten. Die verwendeten Daten werden vorgängig von Clustern befreit (siehe Leitfaden Kapitel 2.1.2 oder Coles 2001, Kapitel 4.2).
Probability Plot (P-P-Plot)	Exploratives, grafisches Werkzeug, in dem die Verteilungsfunktionen zweier statistischer Variablen gegeneinander aufgetragen werden, um ihre Verteilungen zu vergleichen. Hier: aufsummierte empirische Häufigkeiten vs. die theoretische, kumulierte Verteilungsfunktion. Je besser die Daten auf der Einheitsdiagonale liegen, desto mehr kann davon ausgegangen werden, dass die Modellannahmen korrekt sind. (Enthält die gleichen Informationen wie der Q-Q-Plot, dargestellt auf einer unterschiedlichen Skala.)

Quantile Plot (Q-Q-Plot)	Exploratives, grafisches Werkzeug, in dem die Quantile zweier statistischer Variablen gegeneinander aufgetragen werden, um ihre Verteilung zu vergleichen. Hier: beobachtete Abflusswerte vs. die mit Hilfe eines Modells berechneten Abflussdaten. Stimmen die empirischen und theoretischen Quantile annähernd überein, liegen die Werte in der Grafik nahe der Diagonalen. (Enthält die gleichen Informationen wie der P-P-Plot, dargestellt auf einer unterschiedlichen Skala.) Hinweis: Die theoretischen Quantile werden aus der Umkehrfunktion der Verteilungsfunktion berechnet. Für den direkten, optischen Vergleich mit dem entsprechenden Probability Plot sind die Achsen des Quantile Plots daher vertauscht.
Stationarität	Beobachtet man bei einer Messstation, dass sich das Abflussverhalten über die Beobachtungsperiode nicht wesentlich ändert, so empfiehlt es sich, ein stationäres Modell zu verwenden. Im stationären Fall wird angenommen, dass alle Parameter der Verteilungsfunktion über den gesamten Untersuchungszeitraum konstant sind.
Nicht-Stationarität	Nicht-stationäre Modelle werden verwendet, um ein Abflussverhalten zu beschreiben, welches zeitlichen Änderungen unterliegt. Solche Änderungen können durch einen Wechsel der Messgeräte und Messmethoden, durch Stationsverlagerung, durch Gerinneveränderungen und durch anthropogene Einflüsse verursacht werden. Bei anthropogenen Einflüssen können die Veränderungen meist nicht einem einzelnen Eingriff zugeordnet werden, sondern sie bestehen aus Überlagerungen von verschiedenen, wasserwirtschaftlichen Massnahmen. Werden zeitliche Veränderungen der Daten vermutet, werden die Parameter der entsprechenden Verteilungsfunktion zeitlich abhängig modelliert. Dies führt dazu, dass sich auch die berechneten HQ_T über die Zeit verändern.
Verteilungsfunktion	Beschreibt die Grundgesamtheit der Hochwasserabflüsse aus einem Einzugsgebiet. Die Verteilungsfunktion gibt die Wahrscheinlichkeiten an, dass ein Hochwasserabfluss HQ in einem Jahr erreicht oder unterschritten wird.
Empirische Häufigkeitsverteilung	Kann aus der gewählten Stichprobe bestimmt werden.
Theoretische Wahrscheinlichkeitsverteilung	Schliesst von der gewählten Stichprobe auf die Grundgesamtheit. Es gibt viele verschiedene theoretische Verteilungsfunktionen, welche die Voraussetzungen für die Anwendung in der Hochwasserstatistik erfüllen, aber keine, die für alle Stichproben die besten Resultate gewährleistet.
Verteilungsparameter	
κ Formparameter (kappa)	Der Formparameter κ steht in direktem Zusammenhang mit der sogenannten "Heaviness of Tail"der Verteilung. Als Tail wird der Bereich mit den Ausreissern nach oben bezeichnet. Ist κ gross, so werden viele solche Ausreisser angenommen. Bei negativen Werten für κ hingegen wird angenommen, dass für die Extremwerte eine obere Schranke existiert.
λ Ereignisrate (lambda)	Beim POT-Ansatz entspricht die Ereignisrate λ der mittleren Anzahl Schwellenwertüberschreitungen während des Zeitintervalls von einem Jahr.
μ Lageparameter (mu)	Beschreibt die mittlere Lage der Stichprobenelemente (hier: Abflussmessungen) in Bezug auf die Messskala (hier: m^3/s bzw. l/s).