




# Das Niedrigwasserjahr 2015


 Ergebnisse und Konsequenzen



Baden-Württemberg



# Das Niedrigwasserjahr 2015

 Ergebnisse und Konsequenzen

- HERAUSGEBER** LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg  
Postfach 10 01 63, 76231 Karlsruhe, [www.lubw.baden-wuerttemberg.de](http://www.lubw.baden-wuerttemberg.de)
- BEARBEITUNG** LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg  
Abteilung 4 - Wasser  
Ute Badde, Uwe Bergdolt, Thomas Gudera, Eva de Haas, Jörg Heimler,  
Dr. Holger Kauffmann, Joachim Liebert, Dr. Bernd Wahl, Michel Wingerling,  
mit Unterstützung der Regierungspräsidien  
Freiburg, Karlsruhe, Stuttgart und Tübingen
- REDAKTION** Referat 43 - Hydrologie, Hochwasservorhersage  
Pegel- und Datendienst
- BEZUG** Kostenlos als Download unter:  
<http://www4.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/264033/>
- STAND** Februar 2017
- BERICHTSUMFANG** 49 Seiten

Nachdruck - auch auszugsweise - ist nur mit Zustimmung der LUBW unter Quellenangabe und Überlassung von Belegexemplaren gestattet.

<b>ZUSAMMENFASSUNG</b>		<b>4</b>
<b>1</b>	<b>METEOROLOGIE</b>	<b>6</b>
<b>2</b>	<b>HYDROLOGIE DER OBERFLÄCHENGEWÄSSER</b>	<b>8</b>
2.1	Pegelmessnetz	8
2.2	Abflusskennwerte	14
<b>3</b>	<b>FLIEßGEWÄSSER</b>	<b>19</b>
<b>4</b>	<b>BODENSEE</b>	<b>25</b>
<b>5</b>	<b>GRUNDWASSER</b>	<b>27</b>
<b>6</b>	<b>KONSEQUENZEN / HANDLUNGSEMPFEHLUNGEN</b>	<b>31</b>
<b>7</b>	<b>VERZEICHNISSE</b>	<b>35</b>
7.1	Abbildungsverzeichnis	35
7.2	Bilderverzeichnis	36
7.3	Tabellenverzeichnis	37
7.4	Literaturverzeichnis	37
<b>8</b>	<b>ANHANG</b>	<b>38</b>
8.1	Niedrigwasser-Betroffenheit der Landespegel in den Jahren 2003, 2014 und 2015	38
8.2	Detailauswertungen für die Pegel Untergriesheim - Jagst, Bad Rotenfels - Murg und Berg - Donau	44

# Zusammenfassung

Das Jahr 2015 war ein bedeutsames Niedrigwasserjahr. Während und nach der Niedrigwasserphase 2015 wurden von der Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (LUBW) und den Regierungspräsidien von Baden-Württemberg zahlreiche Daten und Fakten ermittelt und unter verschiedenen Aspekten ausgewertet. Die wesentlichen Ergebnisse sind im vorliegenden Bericht dokumentiert.

Jahreszeitliche Trockenperioden, d.h. Zeiten mit einem Niederschlagsdefizit im Vergleich zum langjährigen Mittel, sind in unserem Klimabereich Ursache für Niedrigwassersituationen. Der Grundwasserhaushalt hat zudem Einfluss auf den Niedrigwasserabfluss. In Zeiten ohne Niederschlag, insbesondere im Spätsommer, werden Flüsse und Bäche vom Grundwasser gespeist, was ein Leerlaufen des Grundwasserspeichers und somit Niedrigwasserperioden, die über einen längeren Zeitraum anhalten können, bewirken kann.

Die Niederschlagssituation im Jahr 2015 entsprach im langjährigen Vergleich deutlich unterdurchschnittlichen Verhältnissen. Das Jahr 2015 ist nach 2014 das zweite Jahr in Folge mit stark defizitären Niederschlägen. Lediglich das Jahr 2003 war in den vergangenen 20 Jahren noch trockener. 2015 war auch ein zu warmes Jahr. Das Jahresmittel der Lufttemperatur erreichte 9,9 °C und lag damit um 1,2 °C über dem Mittel der Periode 1981 - 2010. In den Sommermonaten Juli und August sowie im November und Dezember wurde das vieljährige Monatsmittel deutlich überschritten.

Im Grundwasser stellte sich die akute Niedrigwassersituation zum Jahresende etwa im November 2015 ein. Gewässernahe Messstellen, Quellen im Schwarzwald und in Nord-Württemberg sowie Festgesteinsbereiche waren am stärksten betroffen. Bei nachhaltig trockenen Verhältnissen sind Spätfolgen in den kommenden Jahren möglich.

Daten aus dem „Hydrologischen Landesmessnetz“ ermöglichen eine Einschätzung der Niedrigwassersituation in oberirdischen Gewässern. Die Auswertung der Daten ergab, dass sich bei einem Großteil der Pegel der Abfluss zwischen Juli und November 2015 weitgehend unterhalb des jeweiligen Mittelwerts der niedrigsten jährlichen Abflüsse (MNQ) der Zeitreihe 1981 - 2010 bewegte.

Zur Beurteilung der Auswirkungen von Niedrigwasserphasen auf die Gewässer stehen zudem langjährigen Datenreihen aus dem „Qualitativen Fließgewässermessnetz“ der LUBW zur Verfügung. Dabei werden u.a. Parameter wie Wassertemperatur, elektrische Leitfähigkeit, pH-Wert und Sauerstoffgehalt, Nährstoffe, Salze, Mineralstoffe und eine Vielzahl an Spurenstoffen, wie Pflanzenschutzmittel (PSM) und Arzneimittel untersucht.

Niedrigwassersituationen sind Folge von Witterungsverhältnissen und daher nicht beeinflussbar. Die anthropogenen Einflüsse sollen so gering wie möglich gehalten werden. Es kann bei Niedrigwassersituationen erforderlich werden, dass seitens der zuständigen Behörden Maßnahmen eingeleitet oder Handlungsempfehlungen ausgesprochen werden müssen, um negative Auswirkungen von Niedrigwasser zu begrenzen. Beispielsweise wurde in einem Rundschreiben des Regierungspräsidiums Stuttgart an die unteren Wasserbehörden im August 2015 u.a. auf die fachliche und rechtliche Bewertung der Abfluss- und Gütesituation sowie Maßnahmen in Bezug auf die Niedrigwasserperiode 2015 eingegangen. Weiterhin wurden von einigen Landkreisen Pressemitteilungen veröffentlicht, in denen auf die Niedrigwassersituation und die Gefahren für

die Gewässer aufmerksam gemacht sowie zur Zurückhaltung bei Wasserentnahmen appelliert wurde. In Einzelfällen wurden Allgemeinverfügungen erlassen, um die Entnahme von Wasser aus Fließgewässern zeitweilig einzuschränken.

Die von der LUBW berechneten und alle 6 Stunden aktualisierten Niedrigwasservorhersagen an ca. 100 Vorhersagepegeln in Baden-Württemberg während der Niedrigwasserphase 2015 informierten Behörden, Industrie und Bürgerinnen und Bürger über die weitere Entwicklung der Abflusssituation in den Gewässern in den folgenden 7 Tagen.

# 1 Meteorologie

Das Jahr 2015 entsprach im langjährigen Vergleich deutlich unterdurchschnittlichen Verhältnissen. Das Flächenmittel der Niederschlagshöhe in Baden-Württemberg betrug 737 mm, das sind 75 % des Niederschlagsmittelwertes der Normalperiode 1981 - 2010. In vielen Landesteilen lag die Niederschlagshöhe unter 70 % des langjährigen Mittels. In Öhringen (Hohenlohekreis) wurden beispielsweise 534 mm gemessen, das sind 64 % der vieljährigen Messwerte. Das Jahr 2015 ist nach 2014 das zweite Jahr in Folge mit stark defizitären Niederschlägen. Lediglich das Jahr 2003 war in den vergangenen 20 Jahren noch trockener (s. Abbildung 1).

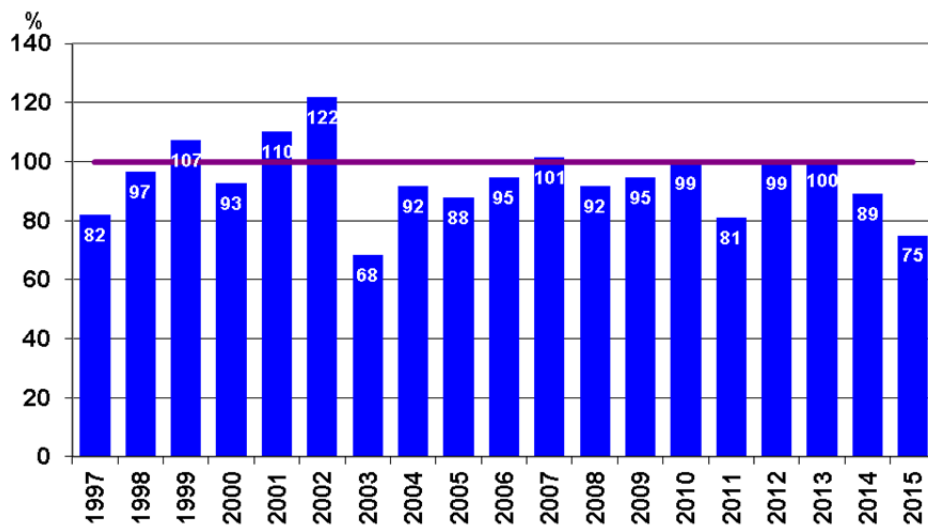


Abbildung 1: Einordnung der mittleren Jahresniederschläge in Baden-Württemberg seit 1997 in das langjährige Geschehen (DWD 1997 - 2015)

Innerhalb des Jahres 2015 waren die Niederschlagssummen mit Ausnahme der nassen Monate Januar und November unterdurchschnittlich bis gering. In der ersten Jahreshälfte waren bereits Niederschlagsdefizite festzustellen, wobei die Gebiete südlich der Donau – zumindest im Frühjahr – mit ausreichend Niederschlag versorgt wurden. Im Februar wurden beispielsweise 15 mm Niederschlag an der Station Öhringen (Hohenlohekreis) gemessen, das sind 26 % des vieljährigen Mittelwerts. Die Trockenheit war im weiteren Jahresverlauf ab etwa Juli in allen Landesteilen sehr ausgeprägt und dauerhaft (s. Abbildung 2). Im Dezember wurden beispielsweise 15 mm Niederschlag an der Station Freiburg im Breisgau gemessen, das sind lediglich 20 % des vieljährigen Mittelwerts.



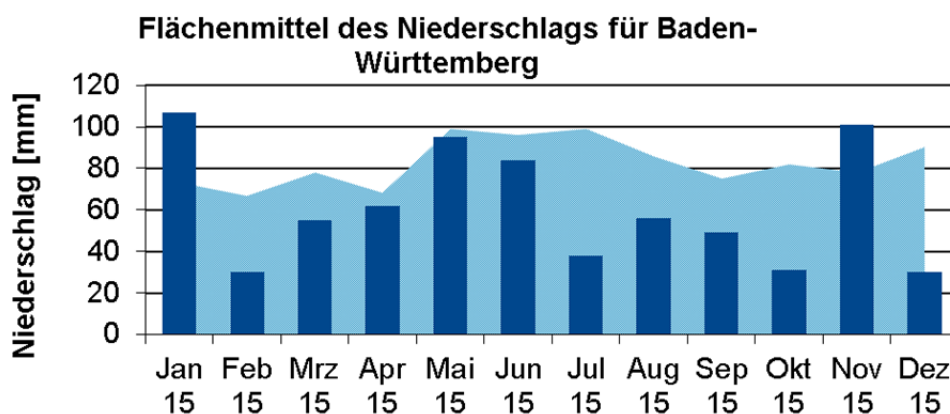


Abbildung 2: Flächenmittel der Monatsniederschläge für Baden-Württemberg im Jahr 2015 (Säulen) und Mittel der Periode 1981 - 2010 (Fläche) (DWD 2015)

Die geringsten Niederschlagsmengen wurden mit rd. 30 mm im Landesmittel in den Monaten Februar, Oktober und Dezember registriert. Die nassen Monate Januar und November reichten bei weitem nicht aus, um die mehrheitlich defizitären monatlichen Niederschlagsmengen auszugleichen. Im markantesten Trockenzeitraum von Juli bis Oktober 2015 wurden im Landesmittel insgesamt 174 mm Niederschlag gemessen, also knapp die Hälfte der, für diesen Zeitraum üblichen Mengen.

2015 war auch erneut ein zu warmes Jahr. Das Jahresmittel der Lufttemperatur erreichte 9,9 °C und lag damit um 1,2 °C über dem Mittel der Periode 1981 - 2010. In den Sommermonaten Juli und August sowie im November und Dezember wurde das vieljährige Monatsmittel deutlich überschritten (s. Abbildung 3).

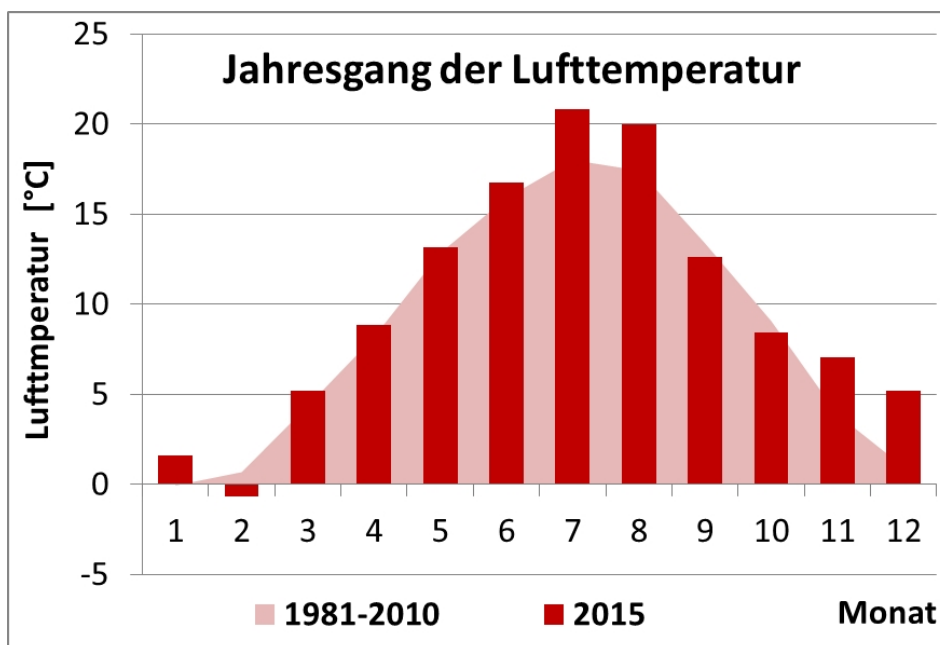


Abbildung 3: Flächenmittel der Lufttemperatur für Baden-Württemberg im Jahr 2015 (Säulen) und Mittel der Periode 1981 - 2010 (Fläche) (DWD 2015)

# 2 Hydrologie der Oberflächengewässer

## 2.1 PEGELMESSNETZ

### Hydrologisches Landesmessnetz

Das „Hydrologische Landesmessnetz“ ist zentraler Bestandteil des Gewässerkundlichen Dienstes (§ 76 WG) und umfasst 245 Pegel (Stand Anfang 2016). Darunter sind 220 Pegel, die die messkonzeptionelle Anforderung für den Abflussbereich „Niedrigwasser“ erfüllen. Sie liegen im Wesentlichen an Gewässern mittlerer Größe, teilweise auch an kleineren Fließgewässern.

Messdaten können auf verschiedenen Informationswegen wie beispielsweise über Internet, Videotext und Telefonansage direkt über Pegelanwahl der Öffentlichkeit zur Verfügung gestellt werden. Hier muss jedoch zwischen Rohdaten und geprüften Daten unterschieden werden. Auf der Internet-Seite der Hochwasservorhersagezentrale Baden-Württemberg der LUBW („<http://www.hvz.baden-wuerttemberg.de/>“) können Informationen zu einem Großteil der Landespegel abgerufen werden.

An Bundeswasserstraßen wie Rhein und Neckar betreibt die Wasser- und Schifffahrtsverwaltung eigene Pegel.

### Wasserstände und Abflüsse

Um eine pegelscharfe Einschätzung der Niedrigwassersituation im Jahr 2015 an den Standorten der Landespegel vornehmen zu können, wurden extreme Wasserstände und Abflüsse ausgewertet. Die Auswertungen erfolgten für das Kalenderjahr 2015. Als Vergleichswerte für die Abflüsse wurde der jeweilige Mittelwert der niedrigsten jährlichen Abflüsse (MNQ) der Zeitreihe 1981 - 2010 herangezogen. Um die Niedrigwassersituation einzuordnen und um die Betroffenheit der Pegel zu beschreiben, wurde eine Einteilung in die Betroffenheitsgrade „gering“, „mittel“ und „stark“ vorgenommen (s. Tabelle 1). Hierfür wurde ermittelt, ab wann und an wie vielen Tagen der MNQ an den jeweiligen Pegeln unterschritten wurde. Eine Auflistung aller Landespegel mit Betroffenheitsgrad für die Jahre 2003, 2014 und 2015 befindet sich in Tabelle 3 im Anhang 8.1.

Tabelle 1: Betroffenheitsdauer und -grad der Landespegel

Betroffenheitsdauer (Anzahl Tage mit Abfluss < MNQ)	10 bis 30 Tage	31 bis 60 Tage	> 60 Tage	Gesamtanzahl
Betroffenheitsgrad	gering	mittel	stark	
Anzahl betroffener Pegel im Jahr 2015	12	36	102	150
Anzahl betroffener Pegel im Jahr 2014	35	26	14	75
Anzahl betroffener Pegel im Jahr 2003	20	35	123	178

Für das Jahr 2015 wurden 82 Pegel in Tabelle 1 nicht aufgeführt, da entweder der MNQ nicht unterschritten wurde oder keine gesicherten Datengrundlagen vorhanden waren. Weitere zehn Pegel, bei denen die Unterschreitungsdauer lediglich zwischen ein und zehn Tagen lag, wurden in der Auswertung nicht betrachtet. Zudem wurden drei Pegel mit längeren Ausfallzeiten, insbesondere aufgrund von Umbaumaßnahmen, nicht bewertet.

In Tabelle 1 werden zudem die MNQ-Unterschreitungen der Jahre 2003, 2014 und 2015 gegenübergestellt, Im Niedrigwasserjahr 2003 war die Anzahl der gering sowie stark betroffenen Pegel wesentlich höher als 2015, die Anzahl der mittelmäßig betroffenen Pegel war jedoch nahezu gleich. Im Jahr 2014 gab es eine höhere Anzahl an gering betroffenen Pegeln, die Anzahl der mittelmäßig und insbesondere der stark betroffenen Pegel war dagegen geringer als in den Jahren 2003 und 2015.

Das Kriterium der MNQ-Unterschreitung erlaubt zudem eine zeitliche Einordnung der Niedrigwassersituation. Es zeigt sich, dass sich bei einem großen Teil der Pegel der Abfluss zwischen Juli und November weitgehend unterhalb des MNQ bewegte.

Um die räumliche Einordnung des Niedrigwasserjahrs zu veranschaulichen, sind die Pegel in der Übersichtskarte in Abbildung 4 - abhängig vom Betroffenheitsgrad - farblich gekennzeichnet. Hierbei wird deutlich, dass nahezu in allen Teilen Baden-Württembergs viele Pegel stark vom Niedrigwasser 2015 betroffen waren. Am wenigsten stark betroffene Pegel gab es im süd-östlichen Landesteil.

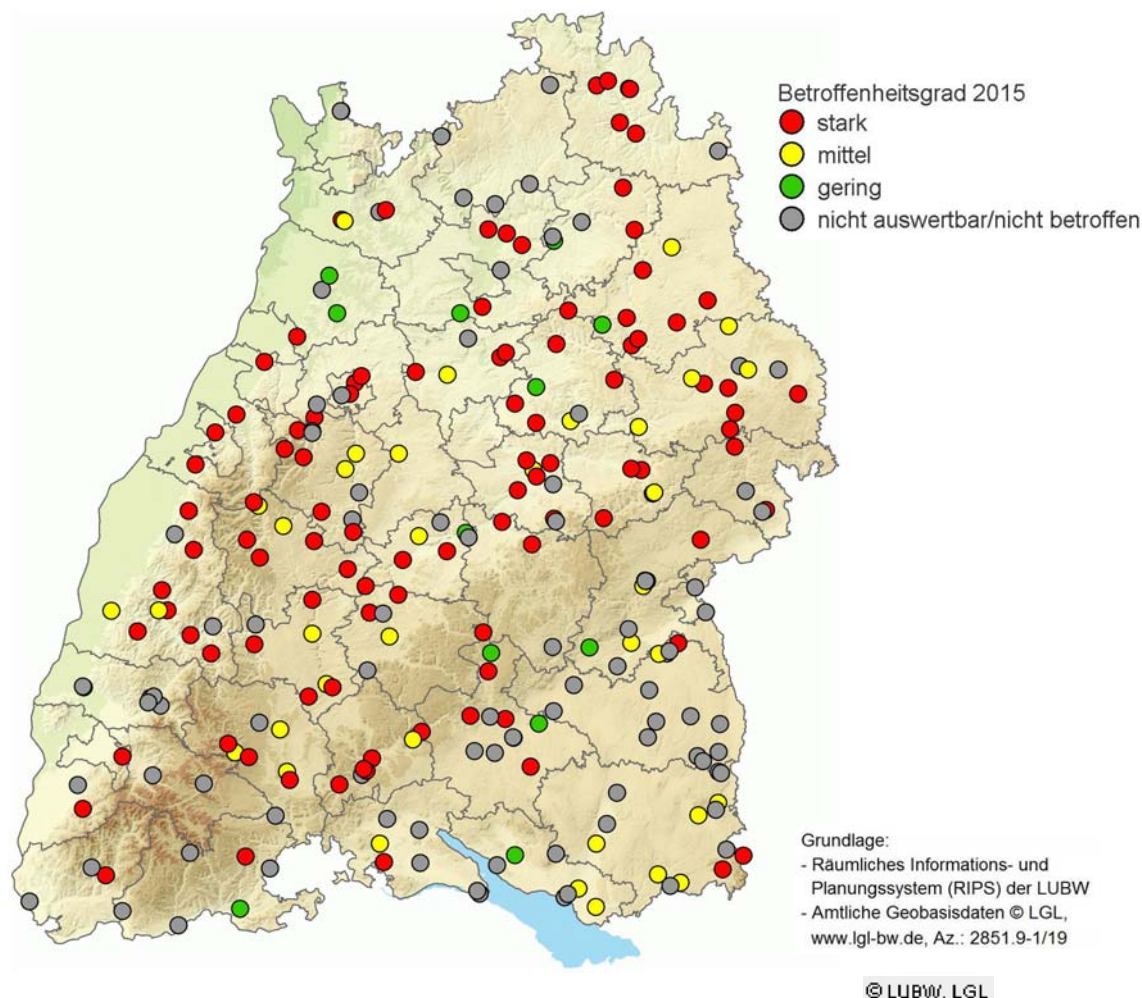


Abbildung 4: Darstellung des Betroffenheitsgrads der Landespegel in Baden-Württemberg

An Landespegeln werden kontinuierlich Wasserstände gemessen und aufgezeichnet. Nachfolgend ist in Abbildung 5 beispielhaft die Wasserstandsganglinie aus Tagesmittelwerten am Pegel Höfen - Enz für das Jahr 2015 dargestellt, um den zeitlichen Verlauf des Niedrigwassers an diesem Pegel zu veranschaulichen. Eine starke und lang andauernde Abnahme des Wasserstands, die bereits im zweiten Quartal begann und die nur durch kurzzeitige Anstiege unterbrochen wurde, ist deutlich erkennbar. Abbildung 6 zeigt die entsprechende Wasserstandsganglinie zum Vergleich für das Jahr 2003. Auffallend ist der früher und noch tiefer abfallende Wasserstand im Vergleich zum Jahr 2015. Der Pegel Höfen - Enz war nach der in Tabelle 1 aufgeführten Einstufung in den Jahren 2003, 2014 und 2015 stark von Niedrigwasser betroffen.

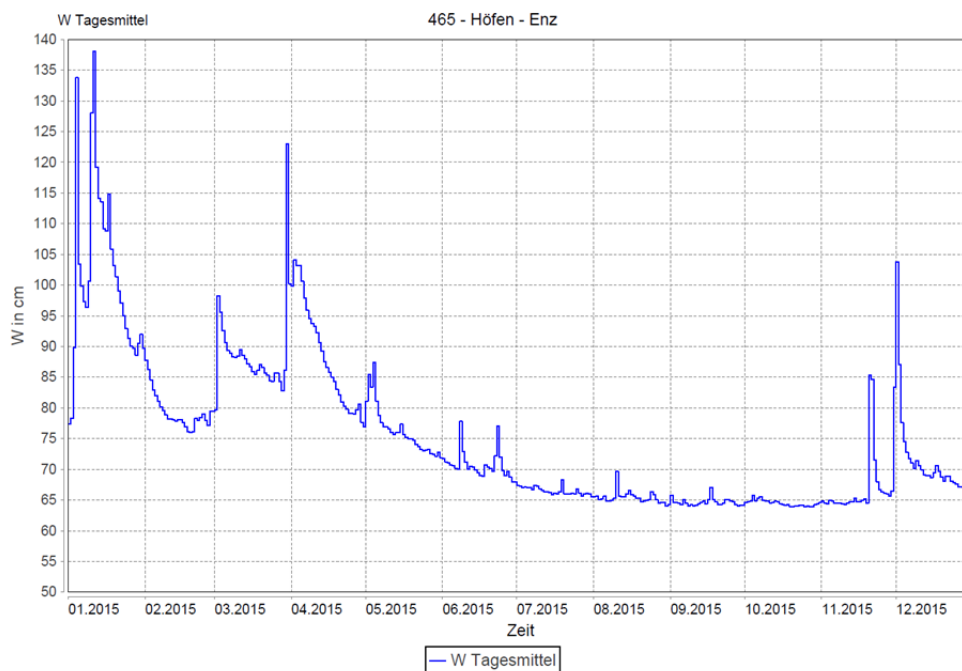


Abbildung 5: Jahresgrafik (Tagesmittel) der Wasserstände am Pegel Höfen - Enz für das Jahr 2015

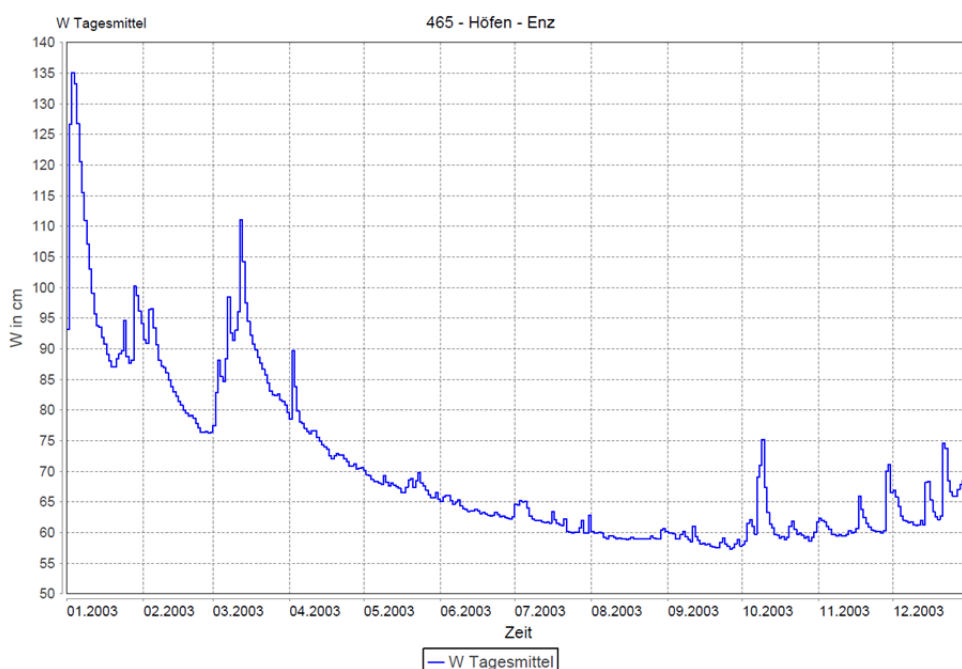


Abbildung 6: Jahresgrafik (Tagesmittel) der Wasserstände am Pegel Höfen - Enz für das Jahr 2003

## Abflussmessungen

Vielerorts konnte die Niedrigwassersituation genutzt werden, um an Landespegeln Abflussmessungen durchzuführen. Insgesamt wurden im Niedrigwasserzeitraum 491 Abflussmessungen durchgeführt. Diese Messungen ermöglichen eine Verbesserung der Qualität der Pegel-Abflusskurven (Wasserstands-Abfluss-Beziehungen) im Niedrigwasserbereich.

Der Bedarf und die Anforderungen an belastbare Messergebnisse im Niedrigwasserbereich sind in den letzten Jahren durch die zunehmenden Niedrigwasserereignisse deutlich gestiegen. Bereits wenige Zentimeter Unterschied im Wasserstand bedeuten bei Niedrigwasser ein Mehrfaches an Zu- oder Abnahme beim Abfluss. Niedrigwasser(mess)rinnen können die für Messungen mit dem Messflügel benötigte Mindestwassertiefe bzw. Mindestfließgeschwindigkeit sicherstellen und ermöglichen qualifizierte Messungen und Messergebnisse im Niedrigwasserbereich. Bei Umbaumaßnahmen, bspw. zur Wiederherstellung der Durchgängigkeit an Pegeln, werden verstärkt Niedrigwasserrinnen gebaut (s. a. LUBW 2015: „Gestaltung von Pegelanlagen“ - Handlungsempfehlung Messwesen und Durchgängigkeit, Kapitel 3).

## Auswirkungen

Wichtige Informationen zur Niedrigwassersituation 2015 und deren Auswirkungen wurden von den Pegelbetreibern – den Regierungspräsidien – auf Grundlage einer tabellarischen Abfrage an die LUBW übermittelt.

Durch die niedrigen Wasserstände wurden beispielsweise Defizite bei Messeinrichtungen aufgezeigt. In manchen Fällen fielen die Wasserstände sogar unter den sogenannten Pegelnullpunkt (Höhe Null an der Pegellatte). An diesen Pegeln sind nun Umbauten erforderlich, um künftig auch extrem niedrige Wasserstände erfassen zu können. Da die Messanlage teilweise nicht mehr überflutet wurde, wurde beispielsweise beim Pegel Donaueschingen - Donau (Messnetz: „Landespegel Spezial“) ein sogenannter Hilfspegel gesetzt (s. Bild 1). An einigen Pegeln waren aufgrund des niedrigen Wasserstandes keine Abflussmessungen mehr möglich.



Bild 1: Hilfspegel am Pegel Donaueschingen - Donau (Foto: Benno Schulz)

An Pegelanlagen wurden ebenfalls Schäden an Bermen und Sohlbereichen sichtbar. Die niedrigen Wasserstände boten jedoch auch die Möglichkeit für Reparaturarbeiten.

Weiterhin gab es im Bereich von Pegelanlagen - bedingt durch die geringen Abflüsse - teilweise starke Ansammlungen von Ästen, Krautanlandungen, Geschiebe und sonstigem Geschwemmsel (s. Bild 2 und Bild 3). Dies erhöht den Unterhaltungsaufwand und kann die Durchführung von Abflussmessungen erschweren. Aufgrund dieser Einflüsse mussten, um Datenausfälle zu verhindern, die Reinigungszyklen von Messbereichen (z.B. Schacht und Sohle) an manchen Pegeln enger gesetzt werden. Vor Durchführung von Abflussmessungen müssen solche Ablagerungen beseitigt werden. Auch mussten Fischaufstiege öfter gereinigt werden.



Bild 2: Ansammlung von Ästen und Geschwemmsel am Pegel Lontal - Lone (Foto: RP Stuttgart)



Bild 3: Ansammlung von Geschwemmsel am Pegel Mägerkingen - Lauchert (Foto: RP Tübingen)

Die Niedrigwassersituation im Jahr 2015 war in vielen Regionen nicht so extrem wie im Niedrigwasserjahr 2003. In manchen Fällen wurden jedoch die im Jahr 2003 aufgetretenen Wasserstände annähernd erreicht oder unterschritten. In Einzelfällen fielen auch Gewässer und Pegel nahezu oder ganz trocken. In Abbildung 7 ist die Wasserstandsganglinie aus Tagesmittelwerten am Pegel Breitingen - Lone dargestellt. Hier ist deutlich das Absinken des Wasserstandes bis zum Trockenfallen des Pegels im Oktober und November ersichtlich. Bild 4 zeigt das im Jahr 2015 trockengefallene Gewässerbett am Pegel Breitingen - Lone.

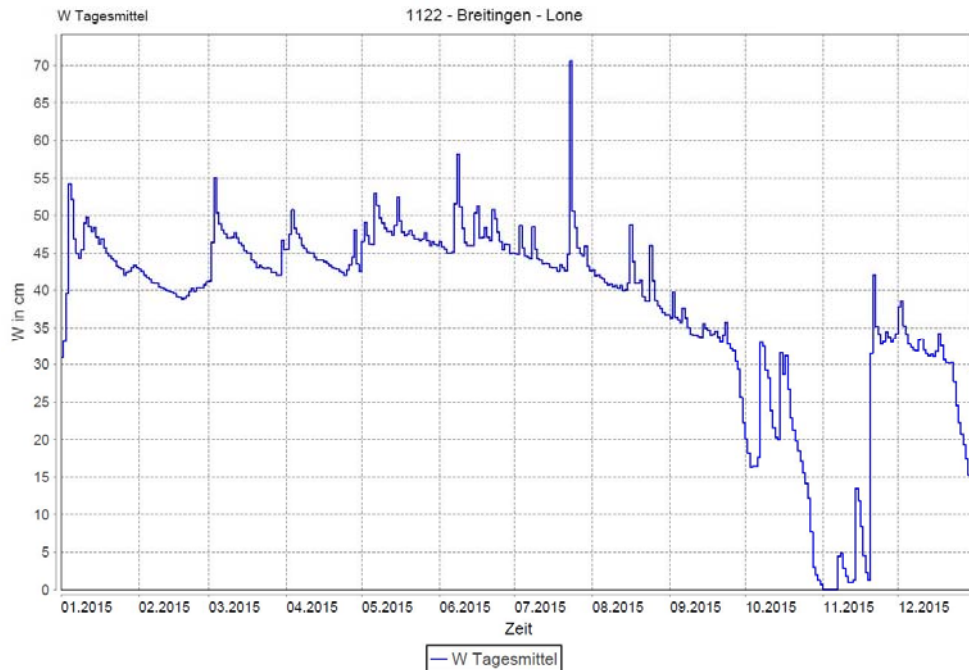


Abbildung 7: Jahresgrafik (Tagesmittel) der Wasserstände am Pegel Breitingen - Lone für das Jahr 2015



Bild 4: Trockengefallenes Gewässerbett am Pegel Breitingen - Lone im Jahr 2015 (Foto: RP Tübingen)

## 2.2 ABFLUSSKENNWERTE

Für die unterschiedlichen Landschaftsräume Baden-Württembergs erfolgte eine Einschätzung des Verlaufs und der Charakteristik der Niedrigwassersituation 2015 anhand ausgewählter Pegelstandorte.

Grundlage dafür waren die täglichen Abflüsse MQ(d), aus denen u.a. die jährlichen NQ(J) und monatlichen Niedrigwasserabflüsse NQ(m) abgeleitet wurden.

Die Auswertungen für das Niedrigwasserjahr 2015 erfolgten für den Zeitraum April 2015 bis März 2016. Als jeweiliger Bezugs- bzw. Vergleichszeitraum wurde die Zeitreihe 1981 - 2010 herangezogen, welche auch die Datengrundlage für die fortgeschriebenen regionalisierten Abfluss-Kennwerte Baden-Württemberg (Abfluss-BW - Stand März 2016) darstellt. Weitergehende Informationen finden sich in der Online-Anwendung [www.lubw.de/abfluss-bw](http://www.lubw.de/abfluss-bw) und der Dokumentation (LUBW 2016).

Die ausgewerteten Daten basieren auf dem Datenstand Mai 2016 und umfassen teilweise noch nicht abschlussgeprüfte Messwerte.

Für zahlreiche Fragestellungen im Zusammenhang mit Niedrigwasser sind Angaben zur Einschätzung der Dauer der Niedrigwasserperiode gefragt. Zur ersten anschaulichen Einordnungen wurden hierfür die Unterschreitungstage in Bezug auf den mittleren Niedrigwasserabfluss MNQ (Abfluss-BW, 2016) ausgewertet (s. Tabelle 2). Für eine bessere vergleichende Darstellung werden die Werte normiert auf die mittleren Unterschreitungstage ( $U_{\text{Mittel}}$ ) der Zeitreihe 1981 - 2010 angegeben (s. Abbildung 9 und Abbildung 12).

Tabelle 2: *Ausgewählte hydrologische Kenngrößen des Niedrigwasserjahrs 2015 für charakteristische Pegelstandorte in Baden-Württemberg*

Nr.	Pegel	Gewässer	MNQ [Abfluss-BW, 2016]	NNQ <sub>2015</sub>	NNQ <sub>2015</sub> /MNQ	UT_MNQ
2337	Wiesloch	Leimbach	0,381 m <sup>3</sup> /s	0,241 m <sup>3</sup> /s (11.09.2015)	0,63	137 Tage
477	Dörzbach	Jagst	1,628 m <sup>3</sup> /s	0,854 m <sup>3</sup> /s (13.08.2015)	0,52	78 Tage
3470	Untergriesheim	Jagst	4,661 m <sup>3</sup> /s	3,120 m <sup>3</sup> /s (03.10.2015)	0,67	102 Tage
1301	Bad Rotenfels	Murg	3,434 m <sup>3</sup> /s	2,187 m <sup>3</sup> /s (13.09.2015)	0,64	107 Tage
125	Berg	Donau	13,38 m <sup>3</sup> /s	11,29 m <sup>3</sup> /s (29.12.2015)	0,84	34 Tage

Nachfolgend sind die Auswertungen exemplarisch für die Pegel Wiesloch - Leimbach und Dörzbach - Jagst dargestellt. Weitere Detailauswertungen für die Pegel Untergriesheim - Jagst, Bad Rotenfels - Murg und Berg - Donau finden sich im Anhang 8.2.



## Pegel Wiesloch - Leimbach

Am Pegel Wiesloch - Leimbach wurde für das Niedrigwasserjahr 2015 am 11.09.2015 mit  $0,241 \text{ m}^3/\text{s}$  der Minimalwert aufgezeichnet. Der regionalisierte mittlere Niedrigwasserabfluss MNQ beträgt für den Pegel Wiesloch - Leimbach  $\text{MNQ} = 0,381 \text{ m}^3/\text{s}$  (Abfluss-BW, 2016). Im Bezug dazu wurde am Leimbach 2015 damit ein Wert kleiner  $2/3$  MNQ erreicht.

Abbildung 8 zeigt die täglichen mittleren Abflüsse  $\text{MQ}(\text{d})$  des Pegels für den Zeitraum April 2015 bis März 2016. Darin ist gut erkennbar, dass die Unterschreitung des MNQ am Leimbach quasi von Anfang Juli bis Ende November dauerte und nur durch 3 kurzzeitige Anstiege unterbrochen wurde. In der Summe wurde im Niedrigwasserjahr 2015 (April 15 - März 16) am Pegel Wiesloch-Leimbach der  $\text{MNQ} = 0,381 \text{ m}^3/\text{s}$  an 137 Tagen unterschritten.

In der Bezugszeitreihe 1981 - 2010 wurde der MNQ im Mittel an 29 Tagen im Jahr unterschritten. Der Maximalwert von 165 Tagen ist im Jahr 1991 zu verzeichnen gewesen.

Die Auswertungen zeigen, dass am Pegel Wiesloch - Leimbach nur im Jahr 1991 mit dem Maximalwert von 165 Tagen noch mehr Niedrigwassertage ( $< \text{MNQ}$ ) zu verzeichnen waren (siehe Abbildung 9).

Wie die Abbildung 10 anschaulich verdeutlicht, war 2015 am Pegel Wiesloch - Leimbach insgesamt, über das gesamte Abflusspektrum, ein ausgesprochen abflussarmes Jahr.

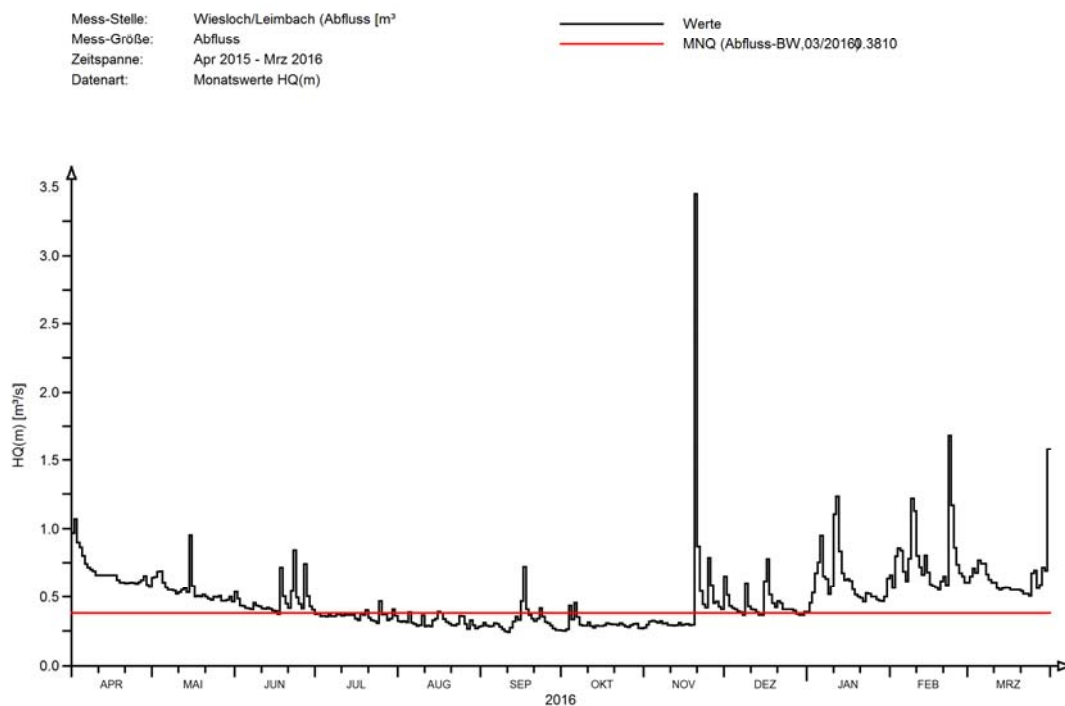


Abbildung 8: Tägliche Abflüsse  $\text{MQ}(\text{d})$  am Pegel Wiesloch - Leimbach für den Zeitraum April 2015 bis März 2016 und der regionalisierte MNQ-Wert (Abfluss-BW, 2016)

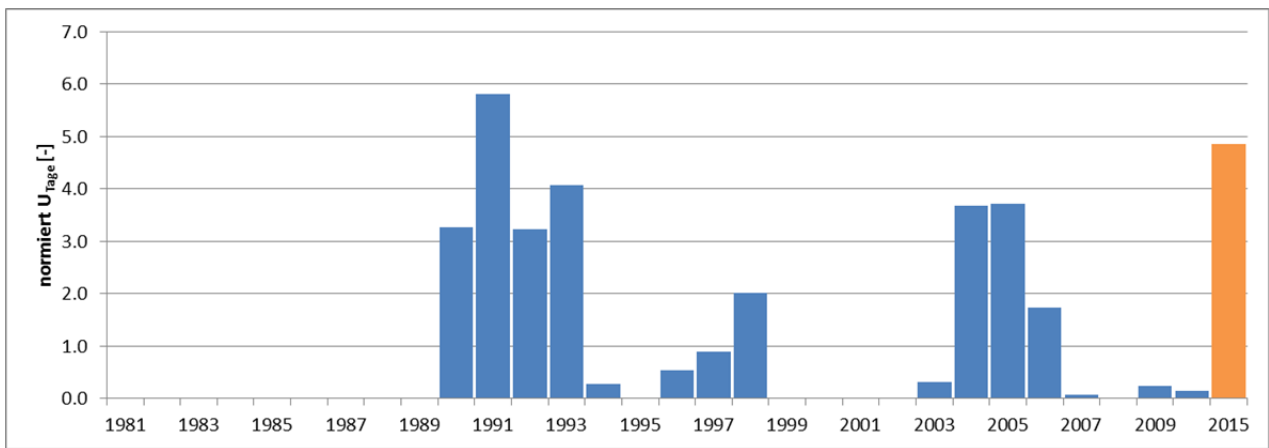


Abbildung 9: Pegel Wiesloch - Leimbach – Anzahl der Unterschreitungstage < MNQ (Abfluss-BW, 2016) normiert auf den Mittelwert in der Zeitreihe 1981 - 2010 ( $U_{Mittel} = 28$  Tage)

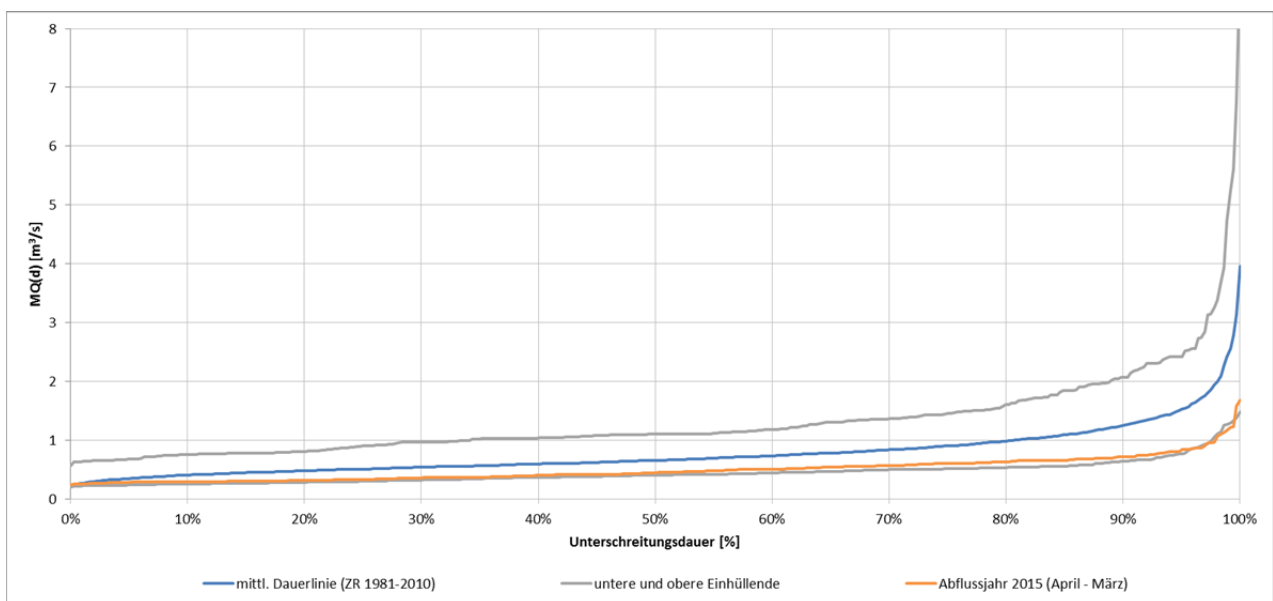


Abbildung 10: Dauerlinie des Abflussjahres 2015 im Vergleich zur mittleren Dauerlinie der Zeitreihe 1981 - 2010 für den Pegel Wiesloch - Leimbach

### Pegel Dörzbach - Jagst

Am Pegel Dörzbach - Jagst wurde für das Niedrigwasserjahr 2015 am 13.08.2015 mit  $0,854 \text{ m}^3/\text{s}$  der Minimalwert aufgezeichnet. Der regionalisierte mittlere Niedrigwasserabfluss MNQ beträgt für den Pegel Jagst-Dörzbach  $\text{MNQ} = 1,628 \text{ m}^3/\text{s}$  (Abfluss-BW, 2016). Im Bezug dazu wurde an der Jagst 2015 damit ein Wert in der Größenordnung von  $1/2 \text{ MNQ}$  erreicht.

Abbildung 11 zeigt die täglichen mittleren Abflüsse  $\text{MQ}(d)$  für den Zeitraum April 2015 bis März 2016. Darin ist gut erkennbar, dass der Wert des MNQ ab Juli 2015 erreicht wurde. Ab Anfang August bis Ende September 2015 wurde der MNQ dann quasi kontinuierlich unterschritten und nur durch 2 sehr kurzzeitige Anstiege unterbrochen. In der Summe wurde im Niedrigwasserjahr 2015 (April 15 - März 16) am Pegel Dörzbach-Jagst der  $\text{MNQ} = 1,628 \text{ m}^3/\text{s}$  an 78 Tagen unterschritten.

In der Bezugszeitreihe 1981 - 2010 wird der MNQ im Mittel an 16 Tagen im Jahr unterschritten. Der Maximalwert von 81 Tagen ist im Jahr 2003 festzustellen. Bezogen auf die Zeitreihe 1981 - 2010 sind damit nur in den Jahren 1991 und 2003 vergleichbare Niedrigwasserperioden (Niedrigwassertage < MNQ) zu verzeichnen (siehe Abbildung 12).

Wie die Abbildung 13 anschaulich verdeutlicht, war 2015 am Pegel Dörzbach - Jagst insgesamt, über das gesamte Abflusspektrum, ein ausgesprochen abflussarmes Jahr.

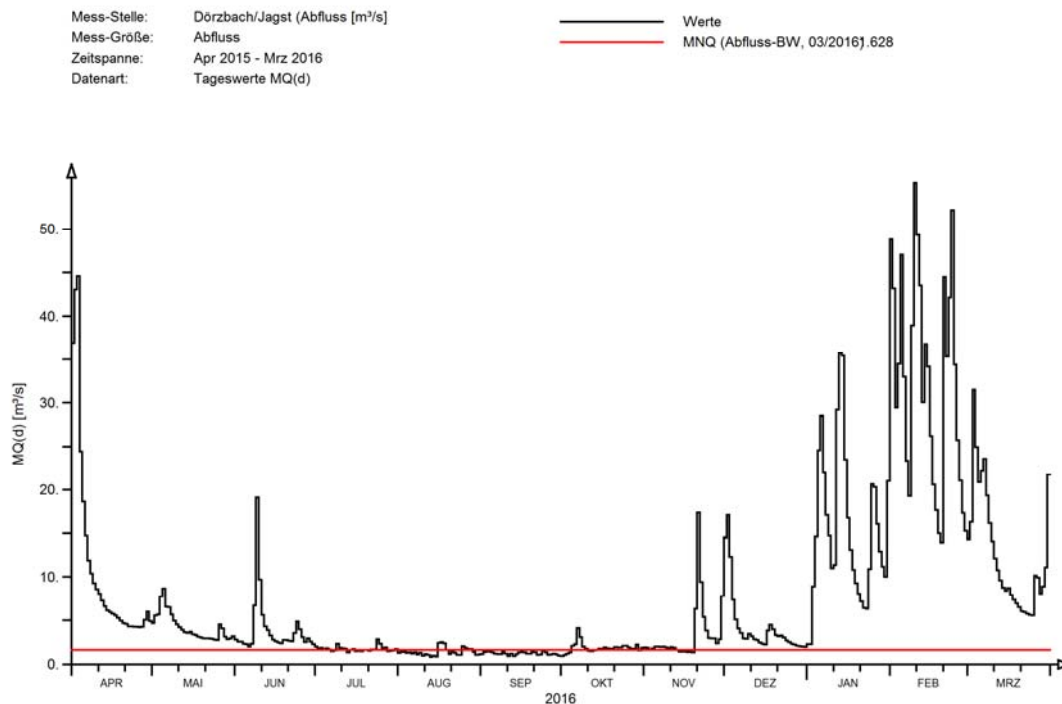


Abbildung 11: Tägliche Abflüsse MQ(d) am Pegel Dörzbach - Jagst für den Zeitraum April 2015 bis März 2016 und der regionalisierte MNQ-Wert (Abfluss-BW, 2016)

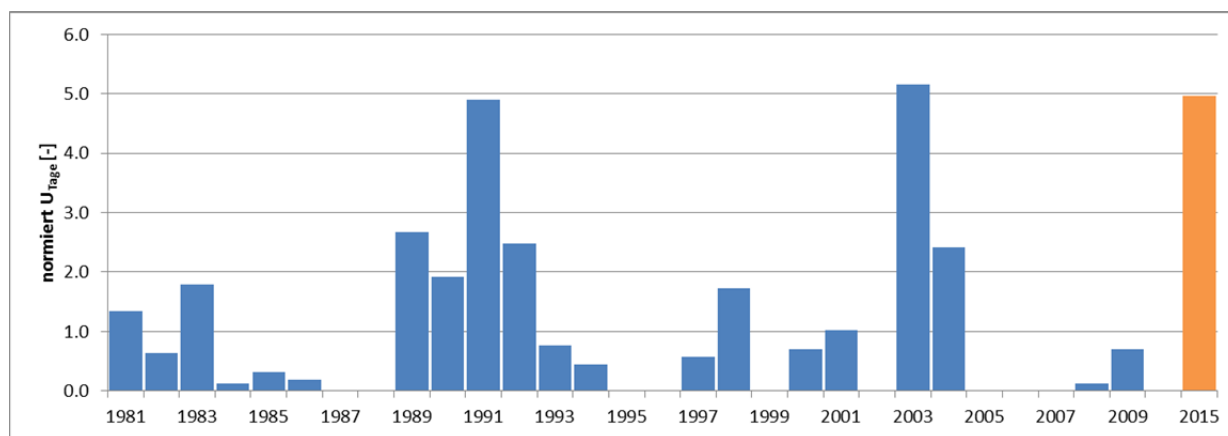


Abbildung 12: Pegel Dörzbach - Jagst – Anzahl der Unterschreitungstage < MNQ (Abfluss-BW, 2016) normiert auf den Mittelwert in der Zeitreihe 1981 - 2010 ( $U_{Mittel} = 16$  Tage)

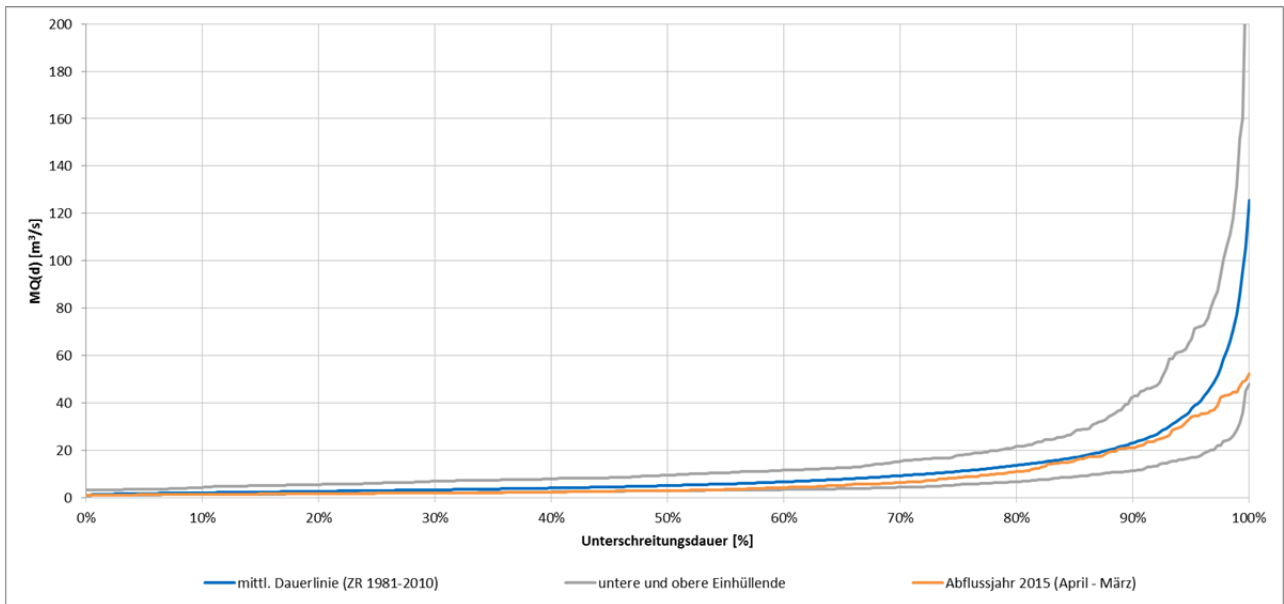


Abbildung 13: Dauerlinie des Abflussjahres 2015 im Vergleich zur mittleren Dauerlinie der Zeitreihe 1981 - 2010 für den Pegel Dörzbach - Jagst

# 3 Fließgewässer

## **Auswirkungen eines Niedrigwassers auf die Wasserbeschaffenheit**

Grundsätzlich führt eine Niedrigwasserphase mit geringen Abflüssen zu einer „Aufkonzentrierung“ konservativer Abwasserinhaltsstoffe in den Gewässern, wie beispielsweise Salze und Spurenstoffe, die in den Reinigungsstufen der Kläranlagen aus dem Abwasser nicht entfernt werden können. Gleichzeitig reduziert sich aufgrund der geringen Niederschläge die Belastung der Gewässer mit ungeklärten Abwässern aus den Mischwasserentlastungen der Regenüberläufe in den Siedlungsgebieten. Einen ähnlichen Effekt kann man beim flächenhaften (diffusen) Eintrag von beispielsweise Nährstoffen wie Nitrat in die Gewässer beobachten.

## **Datengrundlage**

Zur Beurteilung von Niedrigwasserphasen auf die Gewässer stehen langjährigen Datenreihen aus dem „Qualitativen Fließgewässermessnetz“ der LUBW zur Verfügung. Das Messnetz umfasst ca. 160 Messstellen, an denen Parameter wie Sauerstoff, Nährstoffe, Salze, Mineralstoffe und eine Vielzahl an Spurenstoffen, wie Pflanzenschutzmittel (PSM) und Arzneimittel untersucht werden. Besonders intensiv werden die großen Fließgewässer in Baden-Württemberg Rhein, Neckar und Donau überwacht. Dort werden in stationären Gütemessstellen kontinuierlich Wassertemperatur, elektrische Leitfähigkeit, pH-Wert und Sauerstoffgehalt im Gewässer gemessen.

## **Temperaturverhältnisse**

Vergleicht man die Entwicklung der Wassertemperaturen in den beiden Jahren mit Niedrigwasserphasen, 2003 und 2015, lässt sich an den großen Flüssen wie Rhein, Neckar und Donau beobachten, dass die Tagesmittelwerte des Jahres 2015 in den Sommermonaten zwar deutlich über dem Mittelwert, aber größtenteils unter den Wassertemperaturen des Jahres 2003 geblieben sind. In allen Gewässern wurde im Jahr 2015 keine Überschreitung der ökologisch problematischen Wassertemperatur von 28°C gemessen. Die höchsten Wassertemperaturen wurden mit 26 °C in Rhein und Neckar erfasst.

Exemplarisch für den Verlauf der Wassertemperatur in den meisten Fließgewässern in Baden-Württemberg ist die Jahresganglinie der Tagesmittelwerte im Vergleich zu den Jahresganglinien 2003 und 2015 für die Messstation Rhein bei Karlsruhe in Abbildung 14 dargestellt.

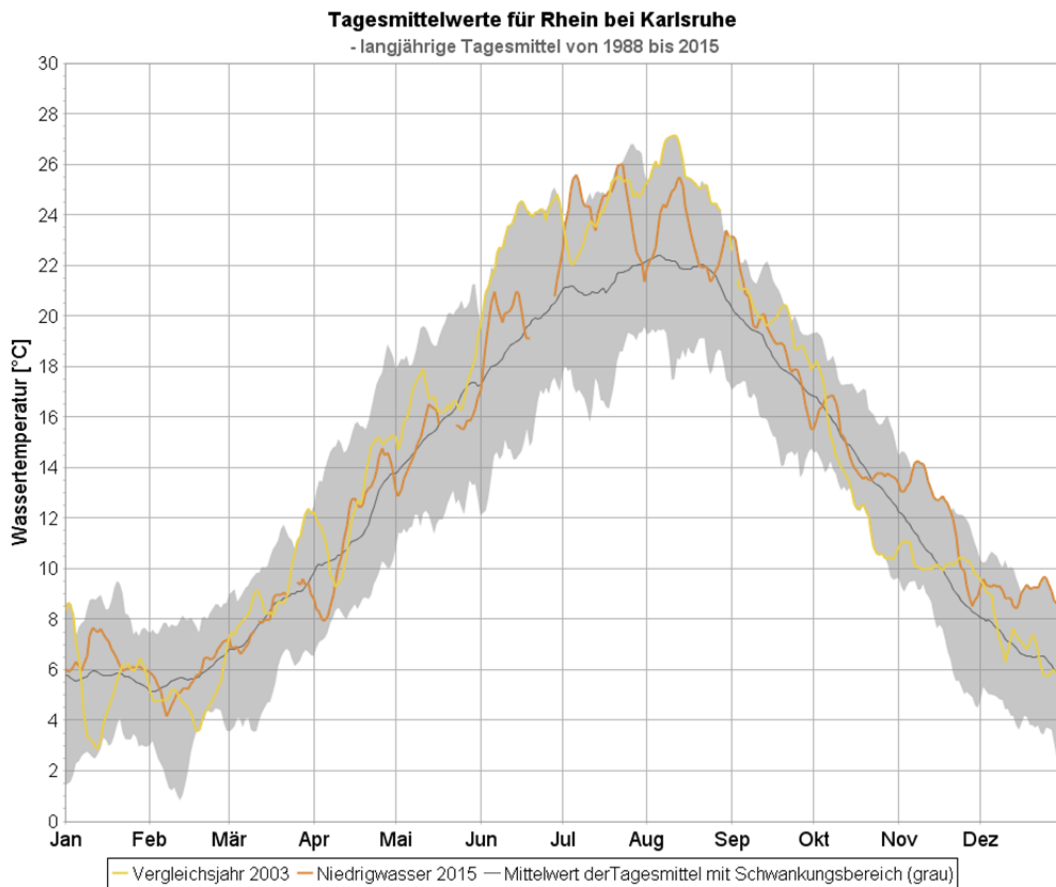


Abbildung 14: Jahresganglinie der Tagesmittelwerte im Vergleich zu den Jahresganglinien 2003 und 2015 für die Messstation Rhein bei Karlsruhe

In den meisten Nebengewässern zu Rhein und Neckar ließ sich ein ähnlicher Verlauf der Wassertemperaturen beobachten, wenn auch auf niedrigerem Temperaturniveau, als in den großen Flüssen. Eine Ausnahme stellen die Jahresganglinien in den Nebengewässern Kocher und Jagst dar. In beiden Gewässern wurden in den Monaten Juli, August und September höhere Wassertemperaturen als im Jahr 2003 gemessen. In Abbildung 15 ist die Jahresganglinie der Mittelwerte der Wassertemperaturen für die Jagst bei Untergriesheim veranschaulicht. Die maximale Wassertemperatur liegt mit 23,6 °C unter der ökologisch kritischen Marke von 28°C, ist aber die bis dahin höchste gemessene Wassertemperatur in der Jagst, die im August ebenfalls fast erreicht wurde.

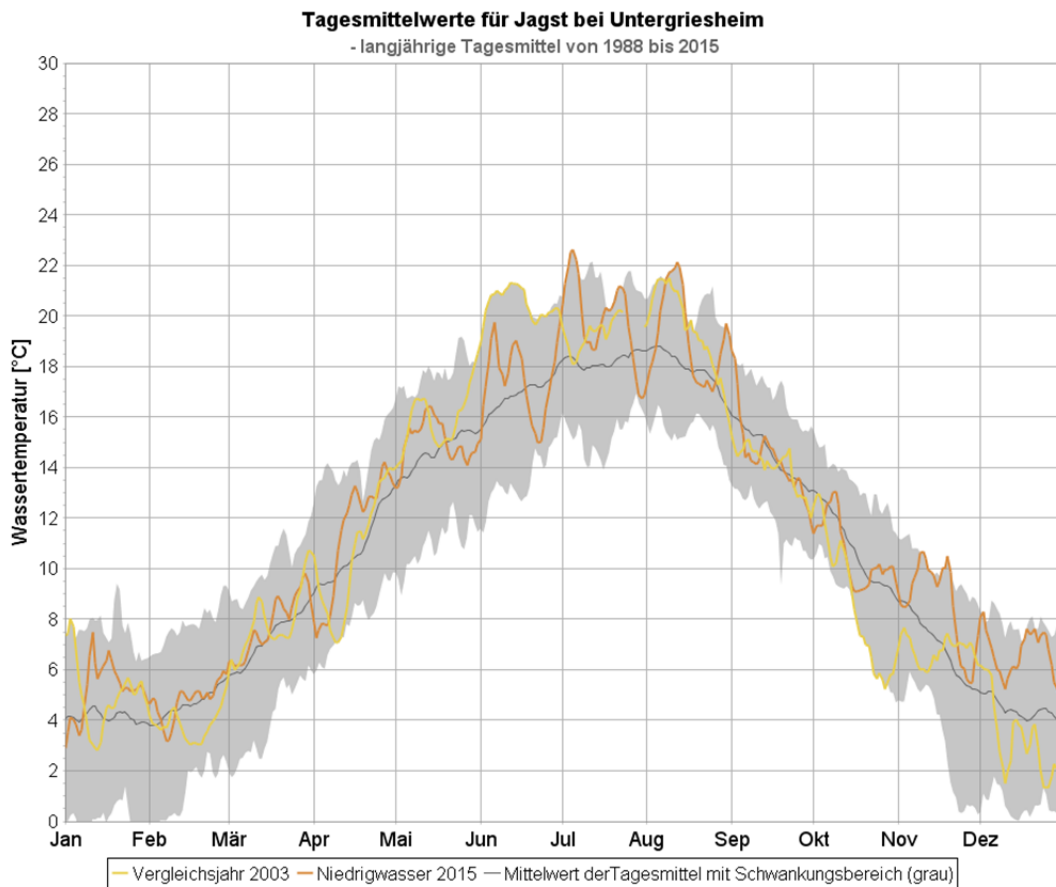


Abbildung 15: Jahresganglinie der Mittelwerte der Wassertemperaturen für die Jagst bei Untergriesheim

### Sauerstoffverhältnisse

In den Fließgewässern in Baden-Württemberg kam es aufgrund der erhöhten Wassertemperaturen nicht zu gravierenden Problemen des Sauerstoffhaushaltes. Bei einer ausgeprägten Schönwetterperiode kommt es zu einem starken Algenwachstum (Algenblüte). Besonders ausgeprägt findet dies in staugeregelten Gewässern, wie dem Neckar statt. Algen und Wasserpflanzen tragen durch Photosynthese Sauerstoff ins Gewässer ein und leisten dadurch einen wichtigen Beitrag zur Stabilisierung des Sauerstoffhaushaltes. Im gestauten Neckar sind während der Niedrigwasserphase sehr hohe Chlorophyllgehalte festgestellt worden, die zum Teil zu einer Sauerstoffübersättigung führten, wie in Abbildung 16 dargestellt.

Sterben die Algen ab, weil beispielsweise weniger Sonnenlicht ins Gewässer einfällt, werden sie von Bakterien zersetzt. Dieser Zersetzungsprozess zehrt Sauerstoff auf und belastet den Sauerstoffhaushalt im Gewässer. Im Neckar werden durch das Sauerstoffreglement (siehe Kapitel 6) und damit verbundene Belüftungsmaßnahmen die aquatischen Organismen in einem solchen Fall geschützt.

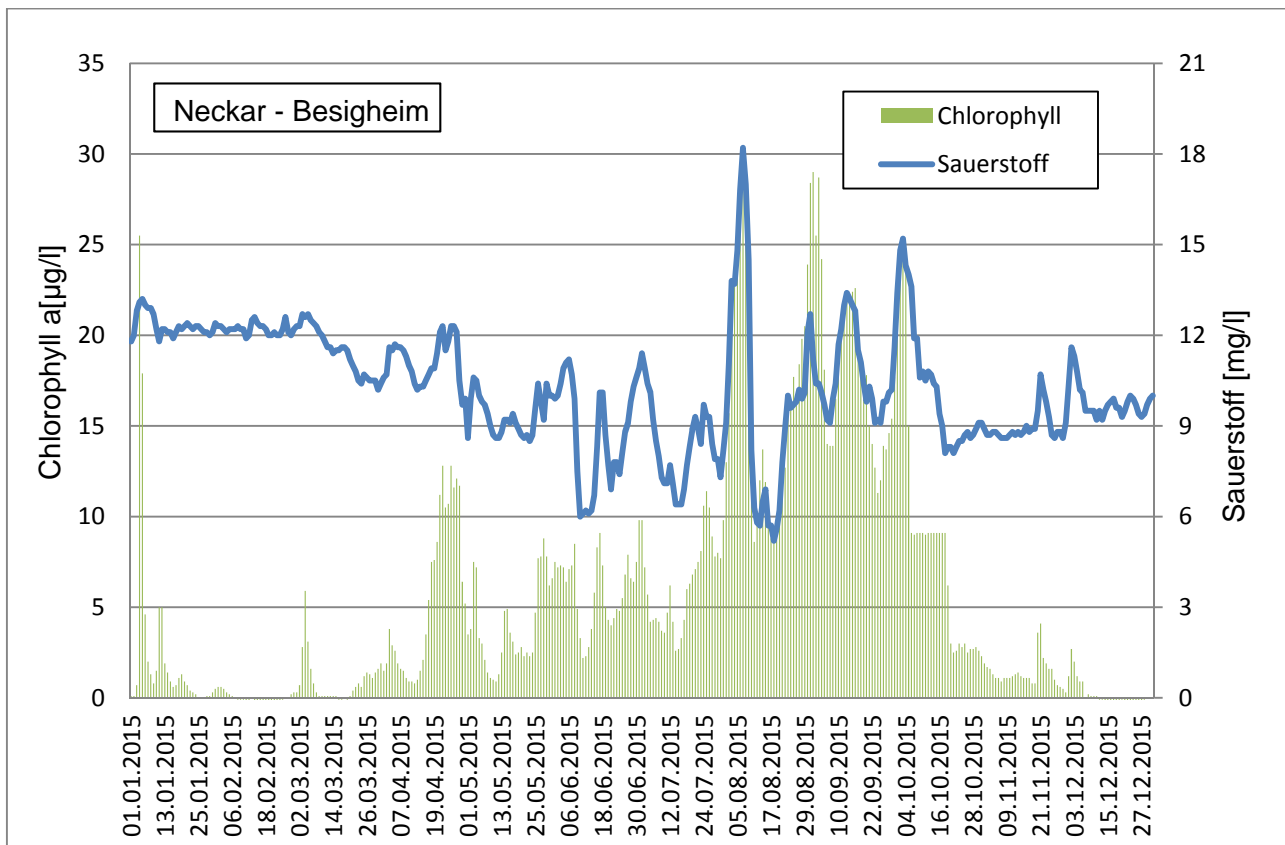


Abbildung 16: Chlorophyll- und Sauerstoffkonzentrationen an der Messstation Neckar-Besigheim im Jahr 2015

### Einfluss von Abwasser

Vergleicht man die Jahre mit ausgeprägten Niedrigwasserphasen 2003 und 2015 miteinander, kann man feststellen, dass die Belastung der Fließgewässer durch höhere Anteile von Kläranlagenabflüssen und damit eine Aufkonzentrierung von einigen Abwasserinhaltsstoffe in 2015 weniger ausgeprägt war als im Jahr 2003. Beispielhaft ist in Abbildung 17 die Belastung (90-Perzentile) der Nebengewässer im Neckareinzugsgebiet mit ortho-Phosphat-Phosphor im Vergleich der beiden Jahre dargestellt.

Besonders die „Körsch“ ist durch hohe Abwasseranteile geprägt. Im Jahr 2003 war die Belastung durch Phosphor noch als hoch einzustufen, in 2015 ist sie erhöht. In vielen Nebengewässern des Neckars wurde eine deutliche Belastung durch Phosphor in 2015 festgestellt, jedoch weniger erhöhte Belastungen als im Vergleichsjahr 2003.



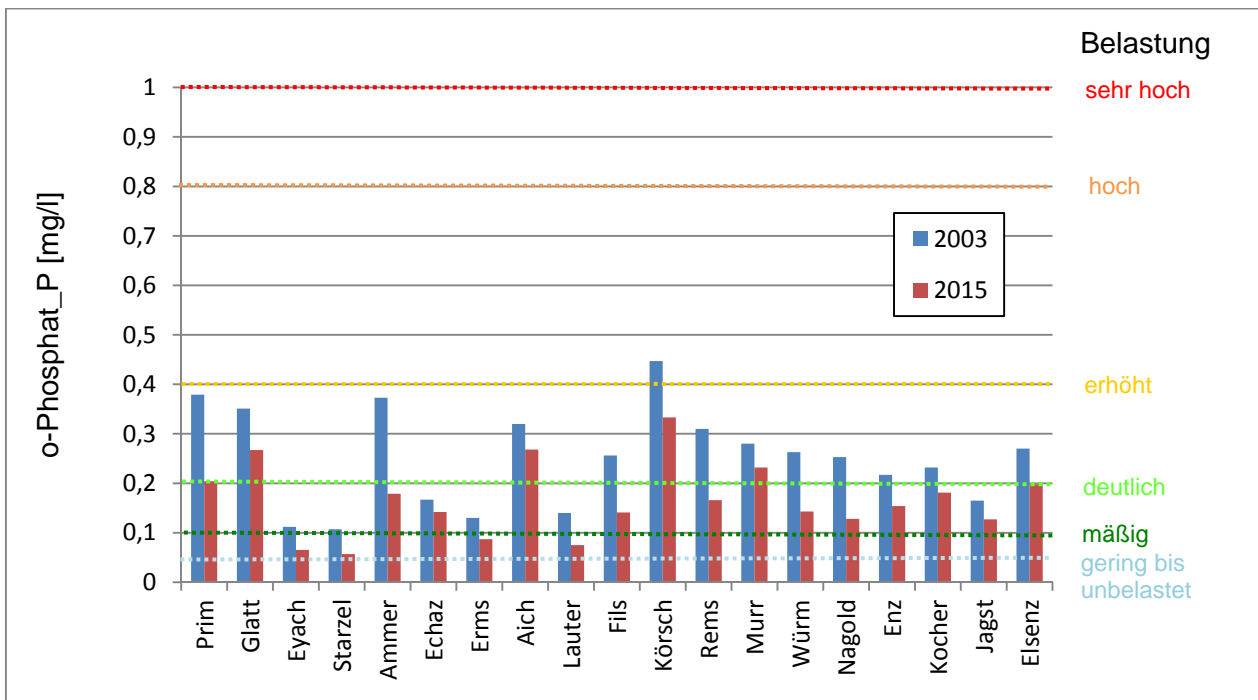


Abbildung 17: Belastung (90-Perzentile) der Nebengewässer im Neckareinzugsgebiet mit ortho-Phosphat-Phosphor in den Jahren 2003 und 2015

Grundsätzlich werden bei höheren Wassertemperaturen biologische Belastungen in Kläranlagen und anschließend im Gewässer besser abgebaut, da die Stoffwechselrate der verantwortlichen Mikroorganismen höher liegt als bei niedrigeren Wassertemperaturen.

Typische Abwasserparameter, an denen dieser Effekt beobachtet werden kann, sind der biologische Sauerstoffbedarf nach fünf Tagen (BSB<sub>5</sub>), Ammonium-Stickstoff und ortho-Phosphat-Phosphor. Alle drei Parameter sind für drei Messstellen entlang der Jagst für die Jahre 2012 bis 2015 in Abbildung 18 dargestellt.

Im Vergleich der Jahresverläufe der drei Parameter von 2012 bis 2014 mit dem Jahresverlauf in 2015 kann man keine signifikante Belastung der Jagst mit den typischen Abwasserparametern während der Niedrigwasserphase feststellen.

Eine Ausnahme bildet der gemessene Ammonium-Peak an der Messstelle Jagstfeld im September 2015. Dieser ist auf den Schadensfall an der Lobenhausener Mühle im August 2015 zurückzuführen.

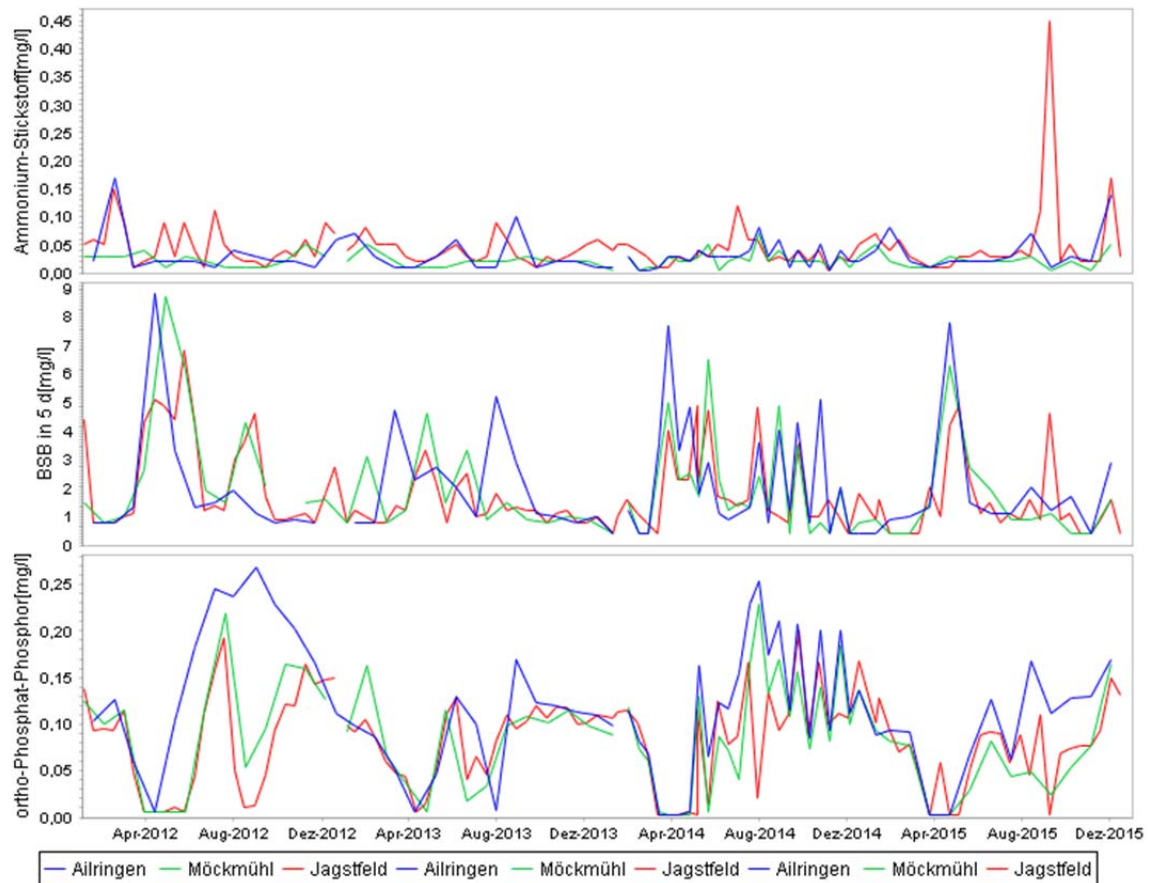


Abbildung 18: Ammonium-Stickstoff-Konzentration, biologischer Sauerstoffbedarf nach fünf Tagen (BSB5) und ortho-Phosphat-Phosphor-Konzentration für die Messstellen Ailringen, Möckmühl und Jagstfeld für die Jahre 2012 bis 2015

### Vulnerabilität von Fließgewässern - Jagstunfall 2015

Der Großbrand in der Lobenhausener Mühle am 23.08.2015 hatte auch deshalb so dramatische Folgen für die Jagst\*, weil er sich in einer Phase sehr niedriger Abflüsse und für die Jagst hoher Wassertemperaturen ereignete. Durch den niedrigen Abfluss wurde der mit dem Löschwasser eingetragene Kunstdünger nur wenig verdünnt, die resultierenden hohen Ammoniakkonzentrationen führten zu einem dramatischen Fischsterben. Der Schadensfall hat gezeigt, dass die Vulnerabilität von Fließgewässern gegenüber (unfallbedingten) Schadstoffeinträgen steigt, wenn Niedrigwassersituationen zunehmen.

\* LUBW, LAZBW (2016): „Fischsterben in der Jagst - Vorläufige Abschätzung der ökologischen Auswirkungen des Großbrandes in der Lobenhausener Mühle – Stand Januar 2016“, LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg, LAZBW Landwirtschaftliches Zentrum Baden-Württemberg, Regierungspräsidium Stuttgart, Januar 2016

# 4 Bodensee

## Einzugsgebiet und hydrologisches Regime

Das hydrologische Einzugsgebiet des Bodensees liegt zu einem großen Teil in den Alpen und ist hierdurch nival bis glazial geprägt: Die Retention winterlicher Niederschläge in Form von Schnee und Eis führt zu niedrigen Seewasserständen im Winter und mit der Schneeschmelze im Frühjahr zu einem Anstieg des Wasserstandes. Der jährliche Höchststand wird im Durchschnitt gegen Ende Juni erreicht, der niedrigste im Februar. Die jährliche Pegelschwankung betrug im langjährigen Mittel von 1888 bis 2014 1,47 m (s. Abbildung 19). In den letzten Jahren hat sich der saisonale Verlauf jedoch verändert: Die Wasserstände im Sommerhalbjahr sind tendenziell zurückgegangen und hiermit auch die mittleren Pegelschwankungen, die von 1990 bis 2014 bei 1,25 m lagen. Eine Ursache für diese Veränderungen liegt im Ausbau und Betrieb von Speicherbecken für Wasserkraftwerke im alpinen Einzugsgebiet des Bodensees, welche zur Verlagerung des Abflusses vom Sommer- in das Winterhalbjahr führten (LUBW 2011). Dass diese Verlagerung in den winterlichen Abflüssen nicht erkennbar ist, wird auf zusätzliche hydrologische Veränderungen im Ausstrombereich zurückgeführt, welche zu einem Absenken des mittleren Wasserstands geführt haben. Ein weiterer wesentlicher Beitrag zur Absenkung der sommerlichen Wasserstände ist durch die klimatische Entwicklung bedingt (KLIWA 2007): Mit den wärmeren Wintern wird weniger Niederschlag als Schnee zurückgehalten und fließt daher vermehrt im Winter ab. Möglicherweise haben sich auch die Verdunstungs- und Niederschlagsmengen verändert und zu den beobachteten Veränderungen beigetragen.

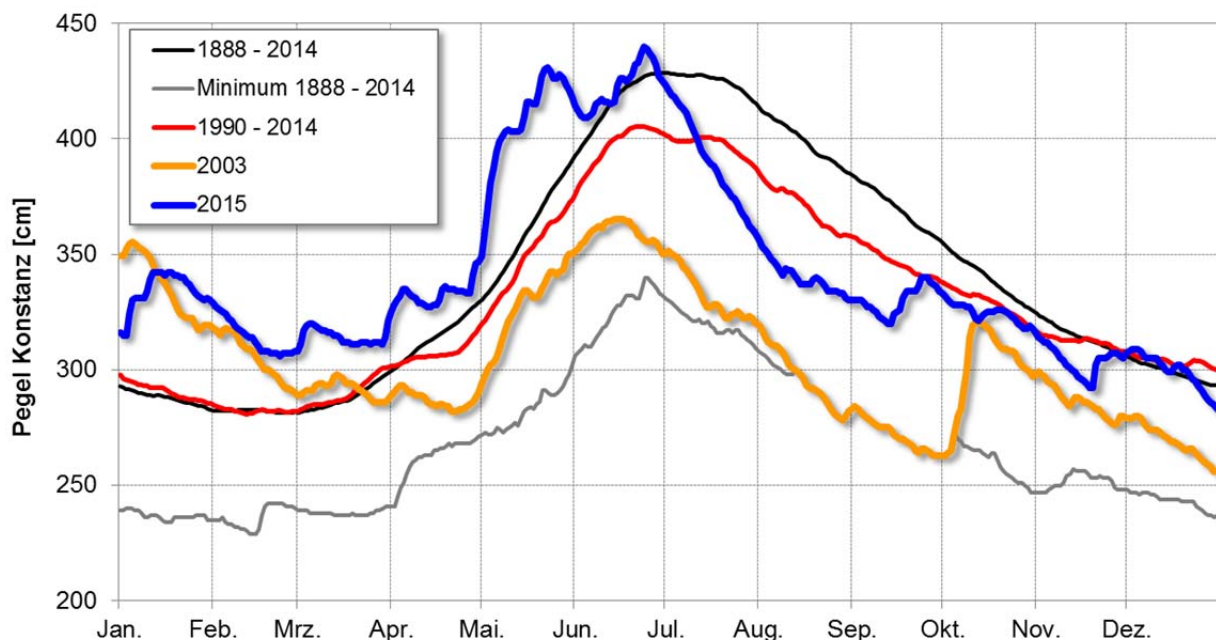


Abbildung 19: Wasserstandsverläufe des Bodensee-Obersees bei der Pegelmeßstation Konstanz für unterschiedliche Zeitbereiche (siehe Legende in der Graphik).

Auffällig am Wasserstandsverlauf des Bodensee-Obersees im Jahr 2015 ist, dass in der ersten Jahreshälfte stets überdurchschnittlich hohe Wasserstände vorherrschten, insbesondere im Januar und Mai. Gegen Ende Juni setzte dann eine lang anhaltende Trockenperiode ein, welche dazu führte, dass die Pegelstände bis Mitte

September nahezu kontinuierlich abfielen. Im Verlauf des Juli fielen die Wasserstände deutlich unter die langjährige mittlere Ganglinie des Wasserstands (s. Abbildung 19 und Abbildung 20). Ab August gab es vereinzelt Einschränkungen für den Schiffsverkehr bei der Nutzung von Häfen und Anlegestellen. Erst Mitte September führten ergiebige Niederschläge zu einem Anstieg der Wasserstände auf mittlere Verhältnisse. Der Wasserstandsverlauf des Bodensee-Untersees verlief sehr ähnlich wie jener des Obersees.

Der langjährige mittlere Wasserstandsverlauf von 1888 bis 2014 wurde im August um bis zu 65 cm unterschritten (s. Abbildung 20). Der Rückgang der sommerlichen Wasserstände ist jedoch, wie oben erwähnt, charakteristisch für die letzten Jahrzehnte seit etwa den 1990er Jahren, wie der Vergleich der langjährigen saisonalen Ganglinie ab 1888 mit jener ab 1990 (s. Abbildung 19) zeigt. Das Jahr 2015 unterstreicht diese Tendenz mit seinen von Juli bis September ausgeprägt niedrigen Wasserständen.

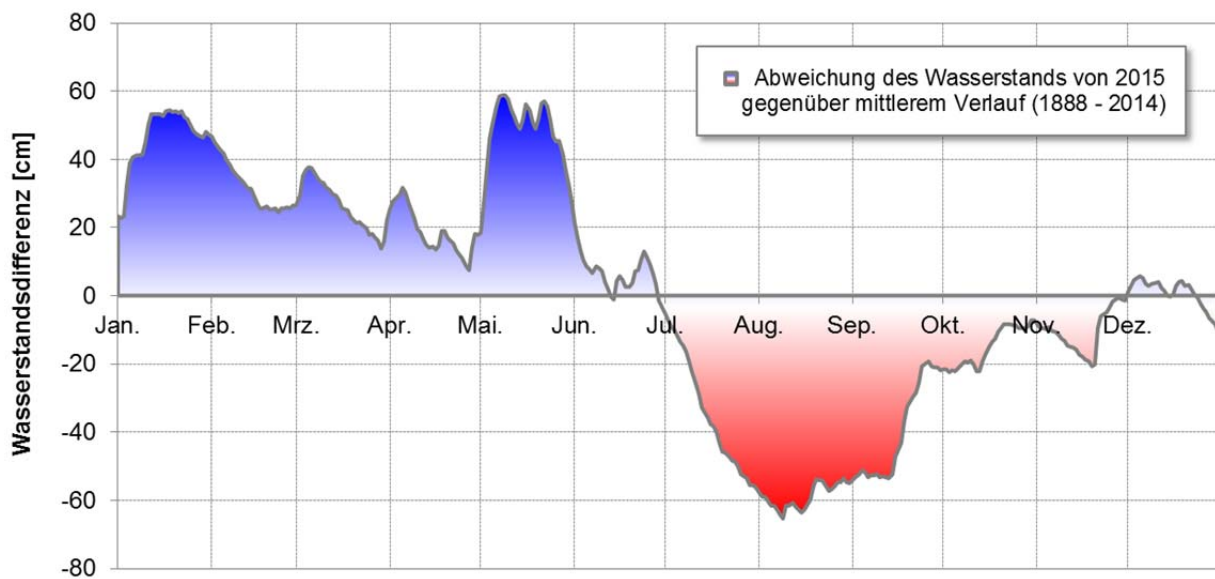


Abbildung 20: Unterschied zwischen den Wasserständen des Jahres 2015 und der langjährigen saisonalen Ganglinie von 1888 bis 2014 am Messpegel von Konstanz.

Einen ähnlichen, lang anhaltenden Abfall des Wasserstands von Juni bis in den Herbst gab es auch im Niedrigwasserjahr 2003. Im Gegensatz zum Jahr 2015 waren hier jedoch die Wasserstände bereits im Juni deutlich unterdurchschnittlich. Ab August bis Anfang Oktober führte dies zu den niedrigsten saisonalen Wasserständen in der langjährigen Messreihe seit 1888.

Die Tendenz zu niedrigeren Sommerwasserständen ist, außer für die Schifffahrt, vor allem auch für die Ufer- und Flachwasserbereiche von Bedeutung, aber auch für die über das Grundwasser an den Bodensee-Wasserstand angekoppelten Feuchtgebiete. Strömungen, Wellenwirkung, Erosion und Sedimentation, Wasseraustausch, aber auch die Temperaturverhältnisse im Flachwasser sind von den Wasserständen abhängig, ebenso wie die Lebensraumbedingungen für Flora und Fauna. Mit dem Rückgang der sommerlichen Wasserstände sind daher Veränderungen in den ufernahen Ökosystemen zu erwarten.

Begleitet wurde die Trockenphase des Sommers 2015 durch deutlich überdurchschnittliche Werte der Lufttemperaturen und der Sonneneinstrahlung, welche vor allem im Juli zu hohen Wassertemperaturen im See führten. Im langjährigen Monitoring der Internationalen Gewässerschutzkommission für den Bodensee (IGKB) wurde im Oberflächenwasser bei der Seemitte erstmals ein Temperaturwert über 26 °C gemessen.

# 5 Grundwasser

Die mittleren Grundwasservorräte entsprachen im Jahr 2015 im vieljährigen Vergleich insgesamt leicht unterdurchschnittlichen Verhältnissen. Südlich der Donau sind höhere und in den übrigen Landesteilen etwas niedrigere Verhältnisse als im Vorjahr zu verzeichnen.

Nachdem die Grundwasserstände und Quellschüttungen in der ersten Jahreshälfte leicht überdurchschnittlich waren, haben die Niederschläge im Mai und teilweise Juni (s. Abbildung 21 und Abbildung 22) in allen Landesteilen für diese Jahreszeit außergewöhnliche Grundwasseranstiege auf ein überdurchschnittliches Niveau zum Sommerbeginn bewirkt. Im weiteren Jahresverlauf wurden im Anschluss anhaltend rückläufige Grundwasservorräte beobachtet. Dieser markante Rückgang ist mit der Entwicklung im extrem trockenen Jahr 2003 vergleichbar und war in allen Landesteilen zu beobachten. Die Grundwasservorräte sind zum Jahresende deutlich niedriger als zu Jahresbeginn und bewegen sich auf langjährig niedrigem Niveau (s. Abbildung 21).

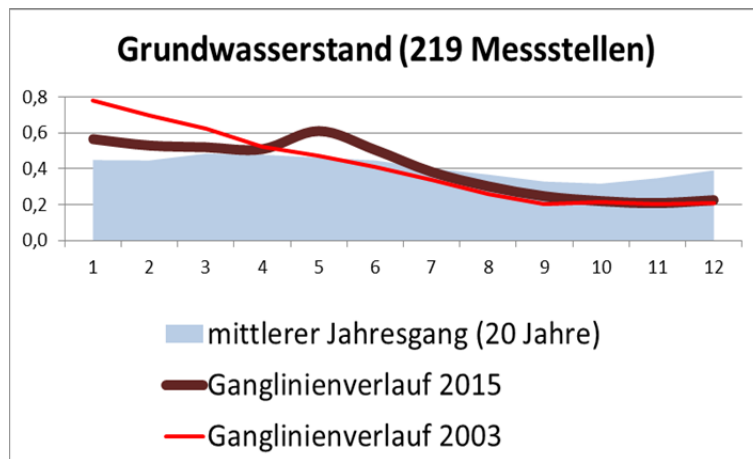


Abbildung 21: Mittlerer Jahresverlauf des Grundwasserstands im Mittel 1996 - 2015 (Fläche) und in den Jahren 2003 und 2015 (Linien)

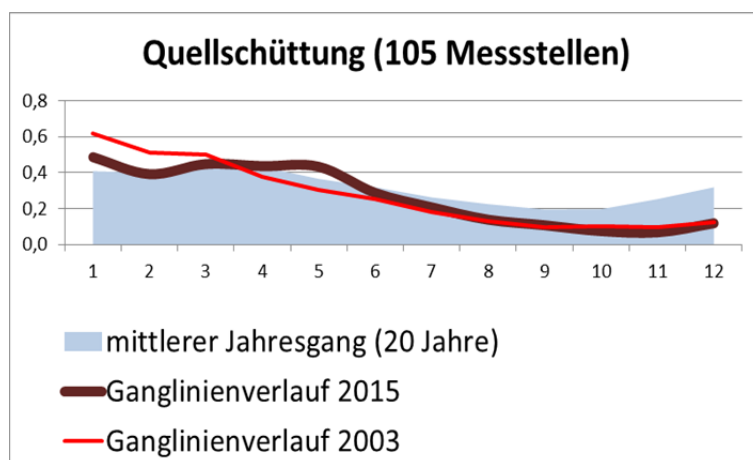


Abbildung 22: Mittlerer Jahresverlauf der Quellschüttung im Mittel 1996 - 2015 (Fläche) und in den Jahren 2003 und 2015 (Linien)

Die Lysimeterbeobachtungen dokumentierten eine überdurchschnittliche Grundwasserneubildung aus Niederschlag zu Jahresbeginn. Relativ frühzeitig blieben die Anlagen 2015 ab etwa Juli jedoch trocken – bereichsweise bis zum Jahresende, wie am Beispiel des Lysimeters Steißlingen im Singener Becken deutlich wird (s. Abbildung 23). Erst die November-Niederschläge konnten das Neubildungsgeschehen bereichsweise wieder in Gang setzen und landesweit für eine Stabilisierung der Grundwasservorräte sorgen.

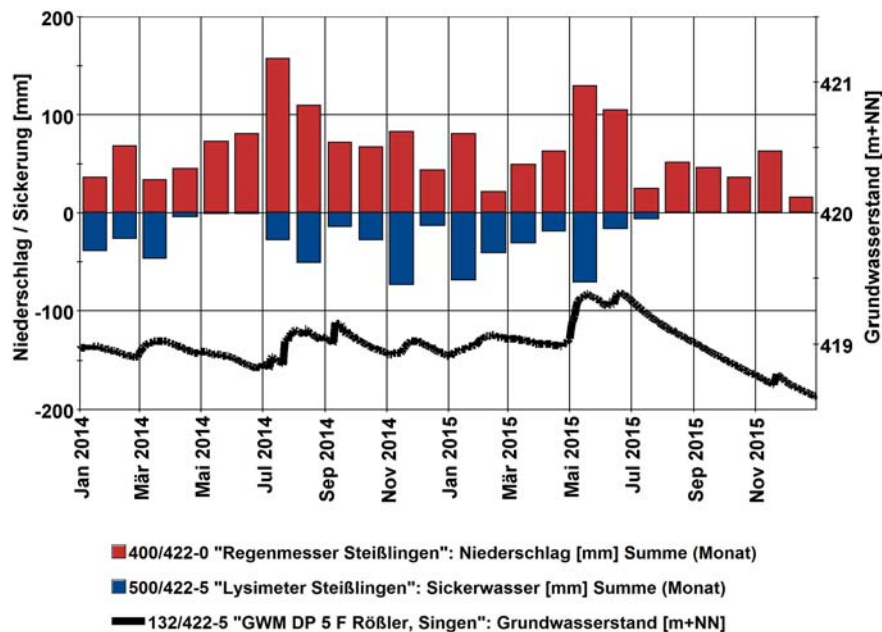


Abbildung 23: Monatliche Niederschläge, Sickerungen und Grundwasserstände am Lysimeter Steißlingen (Raum Konstanz) in den Jahren 2014 - 2015

Die meteorologischen Verhältnisse mit überdurchschnittlicher Lufttemperatur und unterdurchschnittlicher Niederschlagshöhe führten im Jahresverlauf ab Juli bis Anfang November zu landesweit ausbleibender Sickerwasser- und Grundwasserneubildung. Im Boden wurde der kritische Wassergehalt von weniger als 30% der nutzbaren Feldkapazität (Trockenstress) anhaltend unterschritten. Erst der überdurchschnittliche Niederschlag im Laufe des Novembers brachte Entspannung, füllte den entleerten Bodenspeicher und führte zu unterdurchschnittlicher Sickerwasserbildung in den beiden letzten Monaten des Jahres. Für das gesamte Jahr und das gesamte Land hat sich mit lediglich 65% des vieljährigen Mittels eine weit unterdurchschnittliche Sickerwasserrate und Grundwasserneubildung ergeben. Über 100 Tage (knapp ein Drittel des Jahres) mit Unterschreitung des kritischen Bodenwassergehalts bedeuten mehr als doppelt so viele Tage mit Trockenstress und ausbleibender Sickerwasserbildung als im vieljährigen Mittel (s. Abbildung 24).

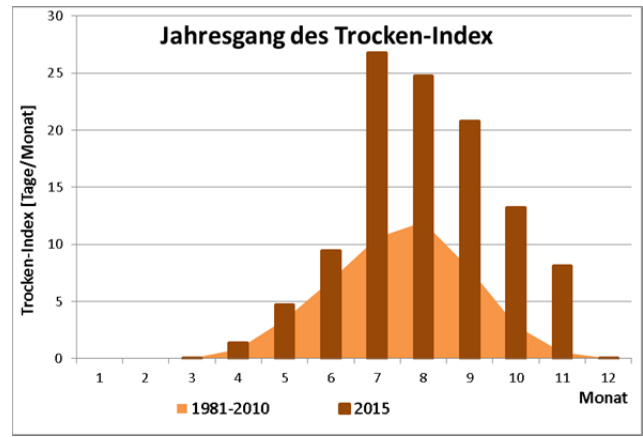
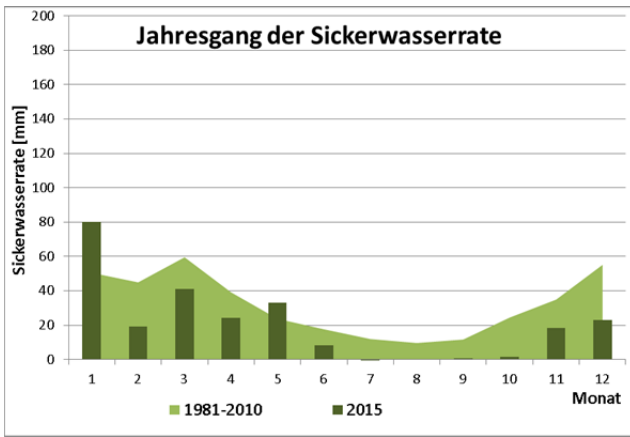
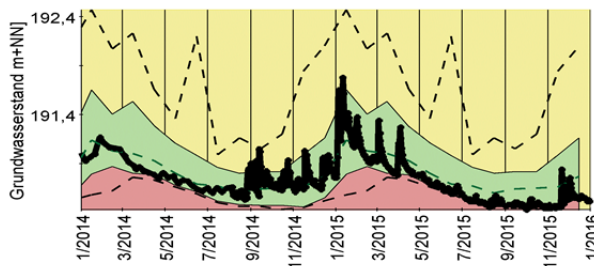


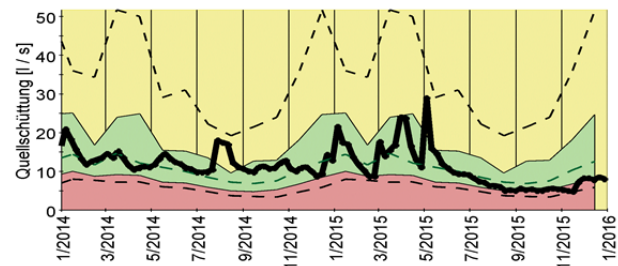
Abbildung 24: Jahresgang der Sickerwasserrate (linke Seite) und des Trocken-Index (rechte Seite) im Landesmittel.

Die akute Niedrigwassersituation stellte sich im Grundwasser zum Jahresende etwa im November 2015 ein. Gewässernahe Messstellen, Quellen im Schwarzwald und in Nord-Württemberg sowie Festgesteinsbereiche waren am stärksten betroffen (s. Abbildung 25). Der Grundwasserbedarf von Vegetation sowie von Trink- und Brauchwasserversorgung ist in dieser Zeit eher gering aber nicht so die Wechselwirkung mit den Oberflächengewässern. Die zunehmende Drainage des Grundwassers durch die auslaufenden oberirdischen Gewässer hat die bereits rückläufigen Grundwasservorräte noch weiter beansprucht. Im Jahr 2015 wurden jedoch keine Behinderungen der Wasserversorgung verzeichnet.

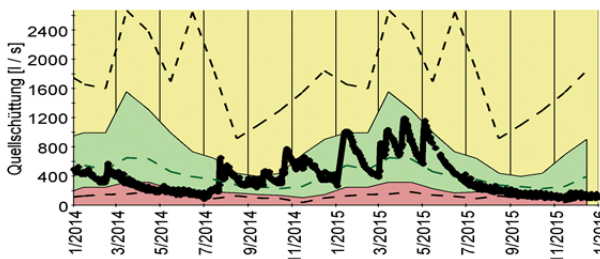
2027/654-4 GWM 5, Unterbalbach



600/121-0 QF Knappenquelle, Todtnau



601/517-7 QF Gallusquelle Hermentingen, Veringenstadt



- Messwerte
- - - Langjährige Monatsextrema
- - - Langjähriger Monatsmedian
- Hohe Grundwasservorräte
- Niedrige Grundwasservorräte
- Normalbereich

Abbildung 25: Grundwasserstand / Quellschüttung und zugehöriger Normalbereich aus 20 Beobachtungsjahren an ausgewählten Messstellen im Zeitraum Januar 2014 bis Dezember 2015

Aquifersysteme reagieren träge und gelangen erst nach mehreren aufeinanderfolgenden trockenen bzw. nassen Jahren in extreme Zustände. Die Erholung bzw. Normalisierung der quantitativen Situation erfordert ebenfalls längere Zeiträume, meist einige Jahre. Die Ausgangssituation der Grundwasservorräte ist zum Jahresbeginn 2016 ungünstig niedrig und würde sich im Falle eines trockenen Jahres 2016 weiter verschärfen. Spätfolgen der nachhaltig niedrigen Situation zum Jahresende 2015 sind in 2016 und sogar 2017 möglich.

Wasserknappheit kann in Gebieten, die vorwiegend mit Quellwasser versorgt werden, nicht ausgeschlossen werden. Fließgewässer, deren spätsommerliche Niedrigwasserführung im Wesentlichen aus Grundwasser besteht, könnten eventuell – zumindest abschnittsweise – trocken fallen.

Niedrige Grundwasserverhältnisse wie zum Jahresende 2015 können unter veränderten Klimabedingungen in Zukunft häufiger und intensiver auftreten. Aus verschiedenen regionalen Klimaszenarien ist für Baden-Württemberg eine Tendenz zu einer innerjährlichen Umverteilung des Niederschlagsdargebots vom Sommer in den Winter, bei überwiegend gleichbleibender Jahresniederschlagshöhe, zu erkennen. Dies lässt erwarten, dass die Jahresschwankungsbreite von Grundwasserständen und Quellschüttungen in Zukunft zunehmen dürfte. Unter heutigen klimatischen Randbedingungen können die Effekte einer Trockenphase binnen weniger Jahre wettgemacht werden. Die Auswirkungen einer chronischen Störung des momentanen hydrologischen Gleichgewichts lassen sich allerdings nicht abschätzen.

In Baden-Württemberg werden drei Viertel des Trinkwassers aus Grundwasser gewonnen, weshalb der nachhaltigen Bewirtschaftung der Grundwasserressourcen eine enorme Bedeutung zukommt. Die Trockenperiode des Jahres 2015 hat in Teilen von Baden-Württemberg die öffentliche Wasserversorgung auf Grund quantitativer und qualitativer Beeinträchtigungen des Rohwassers vor besondere Herausforderungen gestellt. Eine Studie im Jahr 2014 ergab zwar für den betrachteten Bereich Südschwarzwald, dass in den vorangegangenen Jahren bereits geeignete Maßnahmen zur Sicherstellung der Versorgungssicherheit (z.B. Bau von Verbundleitungen) realisiert wurden. Dies liegt jedoch darin begründet, dass im Bereich Südschwarzwald aufgrund seiner höheren hydrogeologischen Vulnerabilität bereits früher Trockenperioden auftraten, die die Wasserversorger zu Maßnahmen zwangen. Wie die aktuellen Erfahrungen des Jahres 2015 gezeigt haben, stehen die im Zuge des Klimawandels in der Wasserversorgung erforderlichen Anpassungsmaßnahmen in anderen Landesteilen noch aus.

Um die öffentliche Trinkwasserversorgung auch unter klimatisch geänderten Bedingungen in besonders vulnerablen Mittelgebirgsregionen sicherzustellen, sind Strukturkonzepte zu entwickeln, womit klimaangepasste und kostenoptimierte Maßnahmen zur Sicherstellung der Trinkwasserversorgung erarbeitet werden.

Damit können technische Gegenmaßnahmen geplant werden, wie z. B. die Anbindung an Fernwasserversorgungsnetze oder die Vernetzungen der Gebiete, die durch kleinere Quellen versorgt werden und künftig verstärkt mit Wassernotstandssituationen konfrontiert werden. In Baden-Württemberg sind u. a. Teile des Schwarzwalds, Schwarzwald-Baar, der Löwensteiner Berge, Hohenlohe usw. betroffen.



## 6 Konsequenzen / Handlungsempfehlungen

Bei Niedrigwassersituationen kann es erforderlich werden, dass seitens der zuständigen Behörden Maßnahmen eingeleitet oder Handlungsempfehlungen ausgesprochen werden müssen, um negative Auswirkungen von Niedrigwasser zu begrenzen. Auch können Maßnahmen von beispielsweise Kraftwerksbetreibern erforderlich werden.

Mithilfe von Modellberechnungen wird im Internetangebot der LUBW über die weitere Entwicklung der Situation informiert.

### **Niedrigwasser- und Wassertemperaturvorhersage**

Die seit Jahren etablierte Niedrigwasservorhersage an ca. 100 Vorhersagepegeln in Baden-Württemberg ermöglicht es Behörden, Industrie und Bürgerinnen und Bürgern sich über die vorhergesagte weitere Entwicklung der Abflusssituation in den Gewässern in den folgenden 7 Tagen über das Internetangebot der LUBW zu informieren. Die Niedrigwasservorhersagen enthalten den mittelfristigen Rückgang der Abflüsse bei weiterer Trockenheit bzw. das Ende von Niedrigwasserphasen aufgrund vorhergesagter Niederschläge.

Grundlage der operationellen Niedrigwasservorhersage ist das Wasserhaushaltsmodell LARSIM (LARSIM 2016), welches flächendeckend für Baden-Württemberg in einer Auflösung von 1 km<sup>2</sup> vorliegt. Im Wasserhaushaltsmodell werden alle Komponenten des Wasserkreislaufs abgebildet, da im Niedrigwasserfall beispielsweise auch die Pflanzenverdunstung oder der Grundwasserabfluss eine Rolle spielen. Wasserüberleitungen aus benachbarten Einzugsgebieten wie beispielsweise die Bodensee-Fernwasserversorgung sowie Wasserüberleitungen zwischen einzelnen Teilgebieten werden in vereinfachter Form modelliert. Aktuell werden die LARSIM Modelle dahingehend erweitert, dass zukünftig auch flächendeckend Kläranlagen berücksichtigt werden, da solche Einleiter das Abflussgeschehen vor allem in Niedrigwasserzeiten, insbesondere in trockenen Sommermonaten, stark beeinflussen.

Die Berechnung der Vorhersagen erfolgt automatisiert alle 6 Stunden, d.h. während der Niedrigwasserphase 2015 wurden täglich 4 aktualisierte Vorhersagen für alle Vorhersagepegel veröffentlicht. Neben den hydrologischen und meteorologischen Messdaten diverser Messnetze werden unterschiedliche Vorhersageprodukte u.a. vom Deutschen Wetterdienst als Antriebsdaten genutzt. Als zusätzlicher Rechenlauf wird bei jeder Vorhersage die NoRain-Vorhersage mit veröffentlicht. Dieser Speziallauf geht immer davon aus, dass im vorhergesagten Zeitraum von 7 Tagen kein Niederschlag fällt.

Die am Freitag, den 13.11.2015 veröffentlichte Ganglinie (s. Abbildung 26) von Vorhersage (rot) und Abschätzung der weiteren Entwicklung (gelb gestrichelt) am Pegel Schwaibach - Kinzig kündigte zum Beispiel bereits 5 Tage im Voraus das Ende der Niedrigwasserphase am 18.11.2015 an, falls der im verwendeten meteorologischen Modell vorhergesagte Niederschlag tatsächlich fallen würde. Die NoRain Variante (schwarze gestrichelte Linie) zeigt, wie sich der Wasserstand bei anhaltender Trockenheit weiterentwickeln würde.

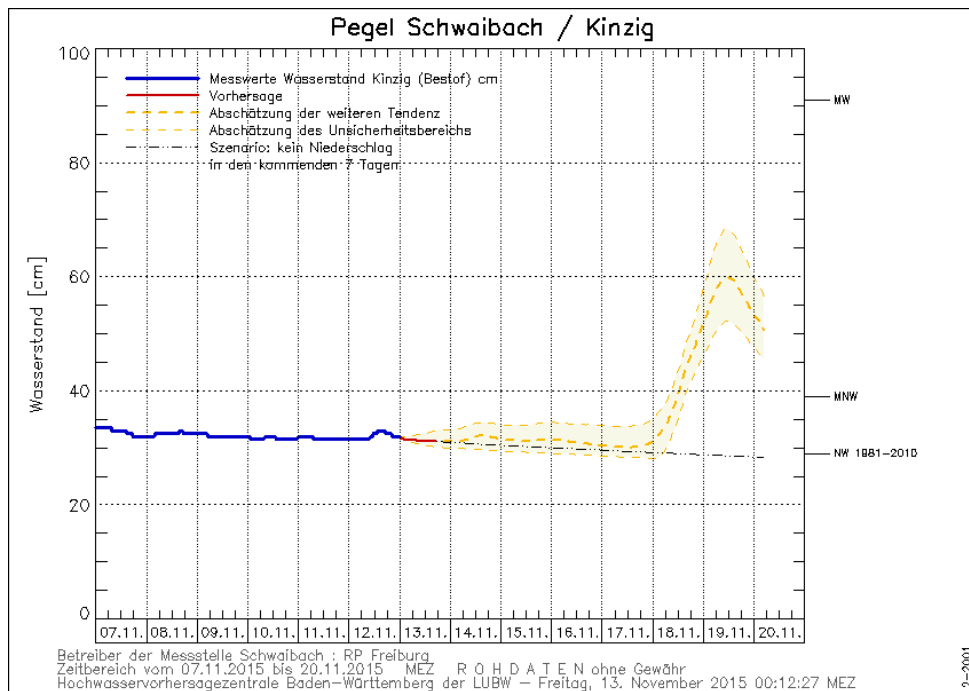


Abbildung 26: Beispiel einer Niedrigwasservorhersage am Pegel Schwaibach - Kinzig

Neben der NoRain-Variante gibt es für spezielle Niedrigwasserfragestellungen zusätzlich interne Worst-Case-50-Abschätzungen, die unter für Niedrigwasser ungünstigen meteorologischen Bedingungen (flächendeckend kein Niederschlag in Kombination mit hohen Lufttemperaturen) die weitere Abflussentwicklung für die nächsten 50 Tage an ausgewählten Pegeln berechnen.

Niedrigwassersituationen stehen im Sommer auch oft im Zusammenhang mit hohen Luft- und daraus folgend auch hohen Wassertemperaturen. Hierfür betreibt die LUBW zusätzlich zu den Wasserhaushaltsmodellen operationelle Wärmemodelle, die die Entwicklung der Wassertemperatur für die kommenden 7 Tage vorhersagt. Im Jahr 2015, welches kein extrem kritisches Wassertemperaturjahr war, waren bereits Modelle für das Einzugsgebiet des Neckars sowie für den Rhein im operationellen Routinebetrieb. Die Entwicklung von flächendeckenden Wärmemodellen für die komplette Landesfläche ist derzeit in Arbeit.

## Kühlwasser für Kraftwerke

Atomkraftwerke und konventionelle Kraftwerke brauchen Kühlwasser. Daher stehen sie in der Regel an größeren Flüssen. Die meisten aktuell in Baden-Württemberg betriebenen Kraftwerke haben Rückkühlmöglichkeiten. Das heißt, sie kühlen das erwärmte Wasser vor Wiedereinleitung ab und schützen so die Gewässer vor unnötiger Erwärmung. In der Regel erfolgt diese Abkühlung über Kühltürme und hat den Nebeneffekt, dass ein Teil des entnommenen Wassers verdampft wird. Meist ist die verdampfte Wassermenge unerheblich für den Fluss.

Am Neckar gibt es aber eine ganze Reihe von Kraftwerken. Hier kann die durch die Kraftwerke verursachte Verdunstungswassermenge während extremer Niedrigwasserphasen mehr als ein zwanzigstel des Abflusses betragen und damit die Situation weiter verschärfen. Aus diesem Grund wird durch das sogenannte Verdunstungsreglement die Wassermenge beschränkt, die durch die großen Kraftwerke am Neckar insgesamt verdunstet werden darf. Das Verdunstungsreglement greift, wenn die Abflüsse am Pegel Plochingen 14 m<sup>3</sup>/s und/oder am Pegel Lauffen 25 m<sup>3</sup>/s unterschreiten. Unterschreiten die Abflüsse an den beiden Pegeln die

Werte von 10 bzw. 20 m<sup>3</sup>/s, gelten noch strengere Werte. Die Regelungen sind in den wasserrechtlichen Erlaubnissen zum Betrieb der einzelnen Kraftwerke verankert. Die Einschränkungen können dazu führen, dass die Stromerzeugung in den Kraftwerken gedrosselt werden muss.

Abbildung 27 zeigt, an welchen Tagen es Beschränkungen durch das Verdunstungsreglement gab. Von Anfang August bis Anfang Januar 2016 war dies an 74 Tagen der Fall. Davon galten an 18 Tagen strengere Beschränkungen, da der Abfluss am Pegel Plochingen unter 10 m<sup>3</sup>/s lag.

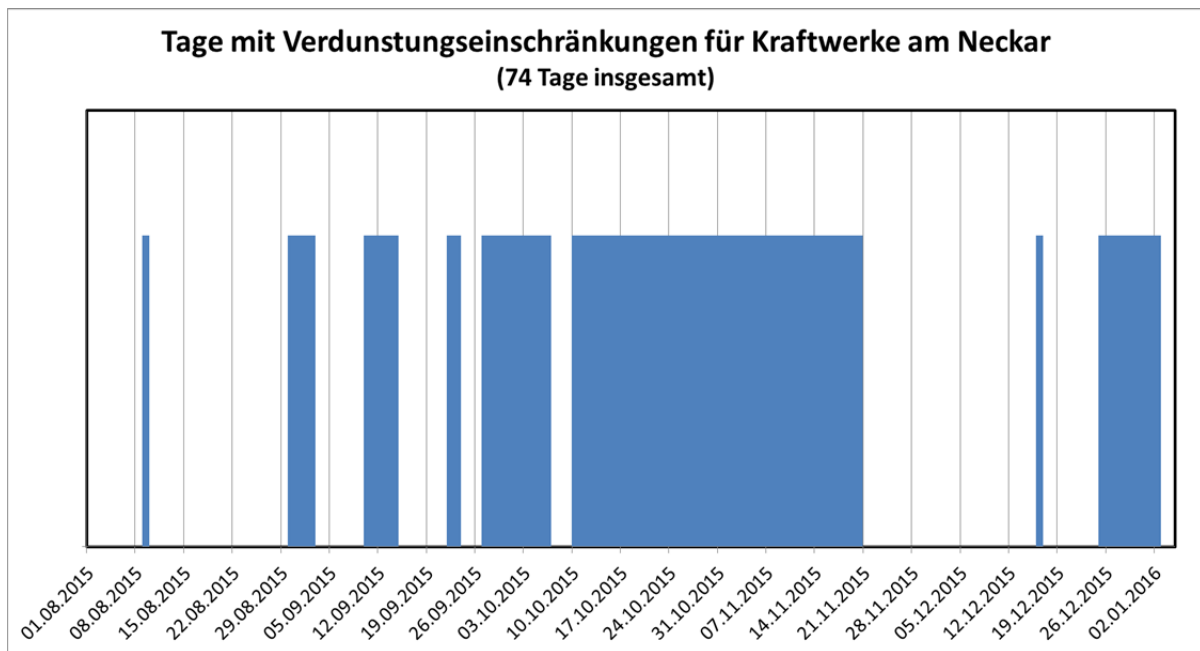


Abbildung 27: Übersicht über Einschränkungen hinsichtlich der Verdunstungsmengen für die konventionellen Kraftwerke am Neckar

Insgesamt gehen die Wärmeeinträge und die verdunsteten Wassermengen aufgrund des Ausbaus regenerativer Energiequellen zurück. Daher ist nicht mit einer Verschärfung der Situation zu rechnen.

### Sauerstoffreglement Neckar

Die Gewässergüte hat sich im Neckar in den letzten Jahren deutlich verbessert. Mittlerweile leben viele verschiedene Fischarten im Neckar, die erhöhte Anforderungen an die Sauerstoffversorgung stellen. Dies ist vor allem auf die Erfolge beim Ausbau und der Verbesserung der kommunalen und industriellen Abwasserreinigung zurück zu führen.

Trotz dieser Anstrengungen ist der Abwasseranteil des Neckars im Verhältnis zum Abfluss als hoch einzustufen. Dies und die vielen Stauhaltungen können in heißen Sommermonaten bei langsamen Fließgeschwindigkeiten und hohen Wassertemperaturen zu einem labilen Sauerstoffhaushalt im Neckar führen. Besonders gefährdet ist der Abschnitt zwischen Hofen und Besigheim. Kommt es hier zu einem stoßartigen Eintrag von Sauerstoff zehrenden Stoffen aus der Kanalisation durch Starkregenereignisse oder nach einer ausgeprägten Schönwetterperioden mit starker Algenblüten zu massivem Absterben der Algen, kann die Sauerstoffkonzentration unter für Fische kritische 4 mg/l fallen.

Insbesondere in den 70er Jahren des letzten Jahrhunderts, als die Kläranlagen noch nicht ausgebaut waren, kam es häufig zu Sauerstoffmangel mit größerem Fischsterben. Damals wurde das „Sauerstoffreglement Neckar“ entwickelt, um durch künstliche Sauerstoffzufuhr die Situation zu verbessern. Mit dem zunehmenden Ausbau der Abwasserbehandlung hat sich die Situation deutlich verbessert, und es kommt heute nicht mehr zu größeren Fischsterben. Dennoch besteht in den Sommermonaten die Notwendigkeit, durch gezielte Belüftungsmaßnahmen die aquatischen Lebewesen zu schützen. Die Regelungen des „Sauerstoffreglements Neckar“ wurden an die sich positiv entwickelnde Gewässersituation angepasst und fortgeschrieben.

In der aktuellen Fassung des „Sauerstoffreglements Neckar“ hat das Land eine Vereinbarung mit den Kraftwerksbetreibern und der Stadt Stuttgart als Betreiberin der größten Kläranlage am Neckar getroffen, in der diese sich verpflichten, bei den für die Gewässerökologie kritischen Sauerstoffgehalten unter 4 mg/l Belüftungsmaßnahmen zu ergreifen.

### **Sauerstoffreglement – Wichtige Stichworte**

Kritisch für Fische im Neckar ist eine Sauerstoffkonzentration von weniger als 4 mg/L

Gemäß Sauerstoffreglement Neckar:

**Warnung** erfolgt ab < 4,5 mg/L Sauerstoff im Neckar

**Alarm** erfolgt ab < 3,5 mg/L Sauerstoff im Neckar

**Stützmaßnahmen** werden bei Erreichen bzw. Unterschreiten von 4,0 mg/L Sauerstoff für zunächst mindestens 24 h durchgeführt (Turbinen-, Wehr- bzw. Abwasserbelüftung)

**Alarmmaßnahmen** werden zusätzlich bei weiter abnehmenden Sauerstoffgehalten durchgeführt

Im August 2015 kam es zu vereinzelt Starkniederschlägen im mittleren Neckarraum mit anspringenden Regenüberläufen und dem Eintrag sauerstoffzehrender Stoffe ins Gewässer. Dies hatte ein schnelles Absinken der Sauerstoffgehalte im Neckar zur Folge. Durch gezielte Belüftungsmaßnahmen an den Wehrüberfällen in Bad Cannstatt und Aldingen und am Wasserkraftwerk Hofen konnten die Sauerstoffverhältnisse zeitnah stabilisiert und auf über 4,5 mg/l Sauerstoff gebracht werden. Während der beiden Tage in 2015 mit niedrigen Sauerstoffgehalten im Neckar konnten keine Auffälligkeiten, wie beispielsweise Notatmung bei Fischen, beobachtet werden.

### **Weitere Empfehlungen**

Niedrigwassersituationen sind Folge der Witterungsverhältnisse und daher nicht beeinflussbar. Die anthropogenen Einflüsse sollen so gering wie möglich gehalten werden.

In einem Rundschreiben des Regierungspräsidiums Stuttgart an die unteren Wasserbehörden im August 2015 wurde u.a. auf die fachliche und rechtliche Bewertung der Abfluss- und Gütesituation sowie Maßnahmen in Bezug auf die Niedrigwasserperiode 2015 eingegangen.

Weiterhin wurden von einigen Landkreisen Pressemitteilungen veröffentlicht, in denen auf die Niedrigwassersituation und die Gefahren für die Gewässer aufmerksam gemacht sowie zur Zurückhaltung bei Wasserentnahmen appelliert wurde. In Einzelfällen wurden Allgemeinverfügungen erlassen, um die Entnahme von Wasser aus Fließgewässern zeitweilig einzuschränken.

# 7 Verzeichnisse

## 7.1 ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1:	Einordnung der mittleren Jahresniederschläge in Baden-Württemberg seit 1997 in das langjährige Geschehen (DWD 1997 - 2015).....	6
Abbildung 2:	Flächenmittel der Monatsniederschläge für Baden-Württemberg im Jahr 2015 (Säulen) und Mittel der Periode 1981 - 2010 (Fläche) (DWD 2015).....	7
Abbildung 3:	Flächenmittel der Lufttemperatur für Baden-Württemberg im Jahr 2015 (Säulen) und Mittel der Periode 1981 - 2010 (Fläche) (DWD 2015).....	7
Abbildung 4:	Darstellung des Betroffenheitsgrads der Landespegel in Baden-Württemberg .....	9
Abbildung 5:	Jahresgrafik (Tagesmittel) der Wasserstände am Pegel Höfen - Enz für das Jahr 2015 .....	10
Abbildung 6:	Jahresgrafik (Tagesmittel) der Wasserstände am Pegel Höfen - Enz für das Jahr 2003 .....	10
Abbildung 7:	Jahresgrafik (Tagesmittel) der Wasserstände am Pegel Breitingen - Lone für das Jahr 2015 .....	13
Abbildung 8:	Tägliche Abflüsse MQ(d) am Pegel Wiesloch - Leimbach für den Zeitraum April 2015 bis März 2016 und der regionalisierte MNQ-Wert (Abfluss-BW, 2016).....	15
Abbildung 9:	Pegel Wiesloch - Leimbach – Anzahl der Unterschreitungstage < MNQ (Abfluss-BW, 2016) normiert auf den Mittelwert in der Zeitreihe 1981 - 2010 ( $U_{Mittel} = 28$ Tage).....	16
Abbildung 10:	Dauerlinie des Abflussjahres 2015 im Vergleich zur mittleren Dauerlinie der Zeitreihe 1981 - 2010 für den Pegel Wiesloch - Leimbach .....	16
Abbildung 11:	Tägliche Abflüsse MQ(d) am Pegel Dörzbach - Jagst für den Zeitraum April 2015 bis März 2016 und der regionalisierte MNQ-Wert (Abfluss-BW, 2016).....	17
Abbildung 12:	Pegel Dörzbach - Jagst – Anzahl der Unterschreitungstage < MNQ (Abfluss-BW, 2016) normiert auf den Mittelwert in der Zeitreihe 1981 - 2010 ( $U_{Mittel} = 16$ Tage).....	17
Abbildung 13:	Dauerlinie des Abflussjahres 2015 im Vergleich zur mittleren Dauerlinie der Zeitreihe 1981 - 2010 für den Pegel Dörzbach - Jagst .....	18
Abbildung 14:	Jahresganglinie der Tagesmittelwerte im Vergleich zu den Jahresganglinien 2003 und 2015 für die Messstation Rhein bei Karlsruhe .....	20
Abbildung 15:	Jahresganglinie der Mittelwerte der Wassertemperaturen für die Jagst bei Untergriesheim .....	21
Abbildung 16:	Chlorophyll- und Sauerstoffkonzentrationen an der Messstation Neckar-Besigheim im Jahr 2015 .....	22
Abbildung 17:	Belastung (90-Perzentile) der Nebengewässer im Neckareinzugsgebiet mit ortho-Phosphat-Phosphor in den Jahren 2003 und 2015.....	23
Abbildung 18:	Ammonium-Stickstoff-Konzentration, biologischer Sauerstoffbedarf nach fünf Tagen (BSB5) und ortho-Phosphat-Phosphor-Konzentration für die Messstellen Ailringen, Möckmühl und Jagstfeld für die Jahre 2012 bis 2015.....	24
Abbildung 19:	Wasserstandsverläufe des Bodensee-Obersees bei der Pegelmessstation Konstanz für unterschiedliche Zeitbereiche (siehe Legende in der Graphik). .....	25
Abbildung 20:	Unterschied zwischen den Wasserständen des Jahres 2015 und der langjährigen saisonalen Ganglinie von 1888 bis 2014 am Messpegel von Konstanz.....	26

Abbildung 21:	Mittlerer Jahresverlauf des Grundwasserstands im Mittel 1996 - 2015 (Fläche) und in den Jahren 2003 und 2015 (Linien).....	27
Abbildung 22:	Mittlerer Jahresverlauf der Quellschüttung im Mittel 1996 - 2015 (Fläche) und in den Jahren 2003 und 2015 (Linien).....	27
Abbildung 23:	Monatliche Niederschläge, Sickerungen und Grundwasserstände am Lysimeter Steißlingen (Raum Konstanz) in den Jahren 2014 - 2015.....	28
Abbildung 24:	Jahresgang der Sickerwasserrate (linke Seite) und des Trocken-Index (rechte Seite) im Landesmittel.....	29
Abbildung 25:	Grundwasserstand / Quellschüttung und zugehöriger Normalbereich aus 20 Beobachtungsjahren an ausgewählten Messstellen im Zeitraum Januar 2014 bis Dezember 2015.....	29
Abbildung 26:	Beispiel einer Niedrigwasservorhersage am Pegel Schwaibach - Kinzig .....	32
Abbildung 27:	Übersicht über Einschränkungen hinsichtlich der Verdunstungsmengen für die konventionellen Kraftwerke am Neckar .....	33
Abbildung 28:	Tägliche Abflüsse MQ(d) am Pegel Untergriesheim - Jagst für den Zeitraum April 2015 bis März 2016 und der regionalisierte MNQ-Wert (Abfluss-BW, 2016).....	44
Abbildung 29:	Pegel Untergriesheim - Jagst – Anzahl der Unterschreitungstage < MNQ (Abfluss-BW, 2016) normiert auf den Mittelwert in der Zeitreihe 1981 - 2010 ( $U_{Mittel} = 17$ Tage).....	44
Abbildung 30:	Dauerlinie des Abflussjahres 2015 im Vergleich zur mittleren Dauerlinie der Zeitreihe 1981 - 2010 für den Pegel Untergriesheim - Jagst .....	45
Abbildung 31:	Tägliche Abflüsse MQ(d) am Pegel Bad Rotenfels - Murg für den Zeitraum April 2015 bis März 2016 und der regionalisierte MNQ-Wert (Abfluss-BW, 2016).....	46
Abbildung 32:	Pegel Bad Rotenfels - Murg – Anzahl der Unterschreitungstage < MNQ (Abfluss-BW, 2016) normiert auf den Mittelwert in der Zeitreihe 1981 - 2010 ( $U_{Mittel} = 9$ Tage).....	46
Abbildung 33:	Dauerlinie des Abflussjahres 2015 im Vergleich zur mittleren Dauerlinie der Zeitreihe 1981 - 2010 für den Pegel Bad Rotenfels - Murg .....	47
Abbildung 34:	Tägliche Abflüsse MQ(d) am Pegel Berg - Donau für den Zeitraum April 2015 bis März 2016 und der regionalisierte MNQ-Wert (Abfluss-BW, 2016).....	48
Abbildung 35:	Pegel Berg - Donau – Anzahl der Unterschreitungstage < MNQ (Abfluss-BW, 2016) normiert auf den Mittelwert in der Zeitreihe 1981 - 2010 ( $U_{Mittel} = 21$ Tage).....	48
Abbildung 36:	Dauerlinie des Abflussjahres 2015 im Vergleich zur mittleren Dauerlinie der Zeitreihe 1981 - 2010 für den Pegel Berg - Donau .....	49

## 7.2 BILDERVERZEICHNIS

Bild 1:	Hilfspegel am Pegel Donaueschingen - Donau (Foto: Benno Schulz).....	11
Bild 2:	Ansammlung von Ästen und Geschwemmsel am Pegel Lontal - Lone (Foto: RP Stuttgart)	12
Bild 3:	Ansammlung von Geschwemmsel am Pegel Mägerkingen - Lauchert (Foto: RP Tübingen)	12
Bild 4:	Trockengefallenes Gewässerbett am Pegel Breitingen - Lone im Jahr 2015 (Foto: RP Tübingen).....	13

### 7.3 TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1:	<i>Betroffenheitsdauer und -grad der Landespegel</i> .....	8
Tabelle 2:	<i>Ausgewählte hydrologische Kenngrößen des Niedrigwasserjahrs 2015 für charakteristische Pegelstandorte in Baden-Württemberg</i> .....	14
Tabelle 3:	<i>Niedrigwasser-Betroffenheit der Landespegel in den Jahren 2003, 2014 und 2015</i> .....	38

### 7.4 LITERATURVERZEICHNIS

DWD (1997 - 2015): *WitterungsReport Express - Jahreskurzübersichten 1997 - 2015*,  
Deutscher Wetterdienst, Offenbach, 2015

KLIWA (2007): *„Zum Einfluss des Klimas auf den Bodensee“*,  
Arbeitskreis KLIWA, KLIWA-Berichte Heft 11, 2007

LARSIM-Entwicklergemeinschaft - Hochwasserzentralen LUBW, BLfU, LfU RP, HLNUG, BAFU (2016):  
*Das Wasserhaushaltsmodell LARSIM - Modellgrundlagen und Anwendungsbeispiele*,  
<http://www.larsim.de/pdf/LARSIM-Dokumentation.pdf> (Stand März 2016)

LUBW (2011): *„Langzeitverhalten der Bodensee-Wasserstände - Auswertzeitspanne 1888 bis 2007“*,  
LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg, 2011

LUBW (2015): *„Gestaltung von Pegelanlagen“ - Handlungsempfehlung Messwesen und Durchgängigkeit*,  
LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg, 2015

LUBW (2016): *Abfluss-BW - Regionalisierte Abfluss-Kennwerte Baden-Württemberg -  
Mittlere Abflüsse und mittlere Niedrigwasserabflüsse (Stand März 2016)*,  
LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg,  
[www.lubw.de/abfluss-bw](http://www.lubw.de/abfluss-bw), Karlsruhe, 2016

LUBW, LAZBW (2016): *„Fischsterben in der Jagst - Vorläufige Abschätzung der ökologischen Auswirkungen  
des Großbrandes in der Lobenhausener Mühle – Stand Januar 2016“*,  
LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg, LAZBW Landwirtschaft-  
liches Zentrum Baden-Württemberg, Regierungspräsidium Stuttgart, Januar 2016

# 8 Anhang

## 8.1 NIEDRIGWASSER-BETROFFENHEIT DER LANDESPEGEL IN DEN JAHREN 2003, 2014 UND 2015

Tabelle 3: Niedrigwasser-Betroffenheit der Landespegel in den Jahren 2003, 2014 und 2015

Messstellen- nummer	Standort	Gewässer	Betroffenheitsgrad		
			2003	2014	2015
105	Kirchen-Hausen	Donau	stark	nicht auswertbar/nicht betroffen	stark
106	Möhringen	Donau	nicht auswertbar/nicht betroffen	nicht auswertbar/nicht betroffen	nicht auswertbar/nicht betroffen
120	Hundersingen	Donau	gering	nicht auswertbar/nicht betroffen	gering
125	Berg	Donau	stark	mittel	mittel
129	Achstetten	Baierzer Rot	nicht auswertbar/nicht betroffen	gering	stark
139	Urach	Urach	stark	nicht auswertbar/nicht betroffen	mittel
144	Lauben	Aitrach	stark	mittel	mittel
145	Blaubeuren-1	Blautopf	nicht auswertbar/nicht betroffen	nicht auswertbar/nicht betroffen	nicht auswertbar/nicht betroffen
151	Burgberg-Oberer Steg	Hürbe	gering	stark	stark
162	Gammertingen	Lauchert	nicht auswertbar/nicht betroffen	nicht auswertbar/nicht betroffen	gering
168	Beuron	Donau	mittel	nicht auswertbar/nicht betroffen	stark
172	Wimsen	Zwiefalter Ach	gering	nicht auswertbar/nicht betroffen	nicht auswertbar/nicht betroffen
173	Ummendorf	Umlach	nicht auswertbar/nicht betroffen	nicht auswertbar/nicht betroffen	nicht auswertbar/nicht betroffen
177	Binnrot	Rot	nicht auswertbar/nicht betroffen	nicht auswertbar/nicht betroffen	nicht auswertbar/nicht betroffen
192	Tuttlingen	Elta	stark	nicht auswertbar/nicht betroffen	stark
194	Möhringen-Espenbrücke	Donau	stark	nicht auswertbar/nicht betroffen	stark
196	Mägerkingen	Lauchert	stark	nicht auswertbar/nicht betroffen	stark
205	Königheim	Brehmbach	stark	nicht auswertbar/nicht betroffen	stark
207	Sachsenflur	Umpfer	stark	stark	stark
211	Archshofen	Tauber	mittel	nicht auswertbar/nicht betroffen	nicht auswertbar/nicht betroffen
212	Bad Mergentheim	Tauber	stark	nicht auswertbar/nicht betroffen	stark
226	Hardheim	Erfa	stark	nicht auswertbar/nicht betroffen	nicht auswertbar/nicht betroffen
311	Lochhammer	Gießbach	mittel	nicht auswertbar/nicht betroffen	mittel
356	Eberfingen	Wutach	nicht auswertbar/nicht betroffen	nicht auswertbar/nicht betroffen	nicht auswertbar/nicht betroffen
357	Oberlauchringen	Wutach	stark	nicht auswertbar/nicht betroffen	gering
361	Hölzlebruck	Josbach	stark	stark	nicht auswertbar/nicht betroffen
364	Illmühle	Steina	mittel	nicht auswertbar/nicht betroffen	stark
368	St. Blasien	Hauensteiner Alb	nicht auswertbar/nicht betroffen	nicht auswertbar/nicht betroffen	nicht auswertbar/nicht betroffen
375	Wehr	Hasel	stark	nicht auswertbar/nicht betroffen	nicht auswertbar/nicht betroffen
379	Oberambringen	Möhlin	mittel	nicht auswertbar/nicht betroffen	nicht auswertbar/nicht betroffen
380	Untermünstertal	Neumagen	mittel	nicht auswertbar/nicht betroffen	stark



390	Schwaibach	Kinzig	Red	Green	Red
392	Oberwolfach	Wolf	Red	Grey	Grey
393	Gutach	Gutach	Green	Grey	Red
396	Kappelrodeck	Acher	Yellow	Grey	Red
406	Rottweil	Neckar	Red	Grey	Yellow
409	Oberndorf	Neckar	Red	Grey	Yellow
411	Horb	Neckar	Red	Grey	Red
416	Altensteig	Nagold	Red	Yellow	Red
417	Pfäffingen	Ammer	Grey	Grey	Yellow
420	Kirchentellinsfurt	Neckar	Green	Grey	Green
422	Riederich	Erms	Red	Green	Red
431	Schorndorf	Rems	Red	Grey	Yellow
434	Murr	Murr	Red	Green	Red
436	Oppenweiler	Murr	Red	Grey	Red
443	Hausen	Zaber	Green	Yellow	Green
456	Eberbach	Itter	Red	Grey	Grey
460	Meckesheim	Elsenz	Grey	Grey	Grey
461	Eschelbronn	Schwarzbach	Red	Grey	Red
462	Bad Imnau	Eyach	Red	Green	Red
463	Süßen	Lauter	Red	Yellow	Red
464	Lautenhof	Große Enz	Yellow	Grey	Red
465	Höfen	Enz	Red	Red	Red
473	Abtsgmünd	Lein	Red	Yellow	Red
475	Ohrnberg-Ohrnweisen	Ohrn	Red	Grey	Green
477	Dörzbach	Jagst	Red	Green	Red
478	Sennfeld	Seckach	Green	Grey	Grey
490	Calw	Nagold	Red	Grey	Yellow
906	Konstanz	Bodensee	Grey	Grey	Grey
913	Friedrichshafen	Bodensee	Grey	Grey	Grey
1101	Laupheim	Dürnach	Grey	Grey	Grey
1109	Maria Tann	Kirnach	Red	Grey	Grey
1111	Reichenhofen	Wurzacher Ach	Red	Red	Yellow
1118	Königsbronn	Leerausbach	Yellow	Grey	Grey
1120	Unterschmeien	Schmeie	Red	Grey	Red
1122	Breitingen	Lone	Yellow	Red	Red
1131	Laucherthal	Lauchert	Red	Green	Red
1137	Lontal	Lone	Green	Grey	Grey
1139	Hammereisenbach	Breg	Red	Grey	Red
1140	Donaueschingen	Brigach	Red	Grey	Yellow
1144	Niederkirch	Riß	Grey	Grey	Yellow
1145	Laupheim	Rottum	Grey	Grey	Grey
1150	Ertingen	Schwarzach	Grey	Grey	Grey
1151	Menningen	Ablach	Yellow	Green	Grey
1155	Königsbronn	Brenz	Yellow	Red	Red
1156	Fridingen	Bära	Yellow	Grey	Yellow
1157	Mengen	Mengener Ablach	Grey	Grey	Grey
1158	Mengen	Ennetacher Ablach	Green	Grey	Grey

1161	Warthausen	Riß			
1162	Goppertshofen	Rottum			
1165	Unterstadion	Stehenbach			
1166	Unterlinach	Linach	Yellow		Red
1168	Hirschbronn-Zulauf	Ölbach	Green	Green	
1169	Spindelwag-Zulauf	Pfaffenrieder Bach		Red	
1170	Kunenberg	Rappenbach		Green	
1174	Jettkofen	Ostrach	Red	Green	Red
1175	Häfeliswald	Kürnach	Red		Red
1177	Bittelschieß	Andelsbach		Yellow	
1178	Schmiddis	Schmiddisbach			
1181	Donaueschingen	Breg	Red		Red
1301	Bad Rotenfels	Murg	Red	Green	Red
1304	Gondelsheim	Saalbach	Green		Green
1307	Weinheim	Weschnitz			
1325	Lahr	Schutter	Red		Yellow
1365	Beutelsau	Untere Argen	Red		Yellow
1411	Schwabsberg	Jagst	Green	Red	
1412	Elpershofen	Jagst	Red		Yellow
1431	Leutenbach	Buchenbach	Yellow		Green
1436	Beutelsbach-Bad	Schweizerbach	Red		Red
1438	Wiesensteig	Fils	Red	Yellow	Red
1439	Geislingen	Fils	Red	Green	Red
1450	Forchtenberg	Kupfer	Green		
1452	Unterlenningen-1	Lauter	Yellow		Red
1462	Wendlingen-Kläranlage	Neckar	Red		Yellow
1470	Neustadt	Rems	Red	Green	Red
1472	Schadberg	Blinde Rot	Red	Green	Red
1489	Unterspeltach	Speltach	Red	Green	Red
1496	Schafhausen	Würm	Yellow		Yellow
2301	Riegel-Pumpwerksteg	Alte Elz			
2317	Oberkirch	Rench			
2325	Christophstal	Forbach	Yellow	Green	Red
2337	Wiesloch	Leimbach	Green	Yellow	Red
2340	Gießen	Argen	Yellow		Yellow
2341	Rielasingen	Radolfzeller Aach	Red		Red
2360	Gerbertshaus	Schussen	Red	Green	Yellow
2361	Rainpudent	Wolfegger Ach	Green	Green	
2362	Neufrach	Deggenhauser Aach	Red	Green	Green
2365	Falkensteig	Rotbach	Red	Green	
2366	Märkt	Kander	Red		
2376	Ravensburg	Schussen	Yellow	Green	Yellow
2377	Friedrichshafen	Rotach	Red		
2388	Epplings	Obere Argen	Red		
2389	Rengers	Untere Argen	Red		Red
2391	Wiesloch	Waldangelbach			Yellow
2399	Baden-Baden	Oos	Red		Red

2431	Wendlingen	Lauter	Red	Yellow	Red
2432	Bad Teinach	Teinach	Yellow	Grey	Yellow
2440	Böhringsweiler	Fichtenberger Rot	Red	Yellow	Red
2444	Mittelrot	Fichtenberger Rot	Red	Yellow	Red
2446	Horgen-Kläranlage	Eschach	Red	Yellow	Red
2452	Nagold	Nagold	Grey	Grey	Grey
2459	Erzgrube-Zulauf	Nagold	Red	Yellow	Yellow
2461	Eyachmühle	Eyach	Red	Yellow	Red
2462	Brotenau	Brotenaubach	Red	Red	Red
2465	Bebenhausen	Goldersbach	Green	Grey	Grey
2471	Gruol	Stunzach	Red	Grey	Red
2477	Oberensingen	Aich	Grey	Grey	Red
2489	Tübingen	Steinlach	Grey	Grey	Red
3301	Ettlingen	Alb	Red	Grey	Red
3302	Schwarzenberg	Murg	Yellow	Grey	Yellow
3303	Schönmünz	Schönmünz	Yellow	Yellow	Red
3304	Zell	Wiese	Red	Grey	Red
3311	Baiersbronn	Murg	Yellow	Yellow	Red
3312	Durlesbach	Schussen	Red	Green	Grey
3313	Uhdlingen	Seefelder Aach	Yellow	Grey	Grey
3314	Fuchstobel	Rotach	Yellow	Grey	Grey
3316	Ewattingen	Wutach	Red	Grey	Grey
3317	Ramsbach	Rench	Red	Yellow	Red
3318	Tegernau	Kleine Wiese	Red	Grey	Grey
3326	Schenkenzell	Kinzig	Green	Grey	Grey
3327	Wahlwies	Stockacher Aach	Grey	Grey	Grey
3328	Wahlwies	Alte Aach	Grey	Grey	Grey
3329	Konstanz	Rhein	Green	Grey	Grey
3414	Steinheim	Bottwar	Red	Green	Red
3421	Vaihingen	Enz	Red	Red	Red
3422	Jagstzell	Jagst	Red	Yellow	Yellow
3426	Talhausen	Glems	Grey	Grey	Yellow
3456	Iselshausen	Waldach	Red	Grey	Red
3465	Stein	Kocher	Red	Yellow	Red
3470	Untergriesheim	Jagst	Red	Grey	Red
3496	Schömburg-Zulauf	Schlichem	Grey	Grey	Grey
3498	Kocherstetten	Kocher	Red	Yellow	Red
4408	Owingen	Eyach	Yellow	Grey	Grey
4410	Hopfau	Glatt	Red	Grey	Red
4411	Vörbach	Waldach	Red	Grey	Red
4414	Denkendorf	Körsch	Red	Grey	Red
4415	Neuenstadt	Brettach	Yellow	Grey	Red
4419	Wannweil	Echaz	Grey	Grey	Grey
4420	Allfeld	Schefflenz	Red	Grey	Grey
4421	Mosbach	Elz	Red	Grey	Grey
4422	Pforzheim	Enz	Red	Green	Red
4427	Plochingen	Fils	Red	Green	Red

4428	Gaildorf	Kocher	Red	Green	Red
4435	Unterkochen	Weißer Kocher	Red	Grey	Red
4437	Lippach-Stockmühle	Jagst	Red	Red	Grey
16473	Möhringen	Krähenbach	Red	Grey	Red
16475	Nibelhöfe	Eschach	Yellow	Grey	Grey
16477	Unterkirchberg	Weihung	Grey	Grey	Grey
17095	Friesenhofen	Eschach	Yellow	Grey	Grey
24945	Oberkochen	Schwarzer Kocher	Red	Grey	Red
36056	Pforzheim	Würm	Red	Grey	Red
39399	Blaubeuren	Ach	Red	Yellow	Yellow
40670	Rangendingen	Starzel	Yellow	Grey	Red
42437	Simonswald	Wilde Gutach	Red	Grey	Grey
44012	Altschweier	Bühlot	Yellow	Green	Red
44013	Zell am Harmersbach	Erlenbach	Red	Green	Red
44367	Wittelbach	Schutter	Red	Green	Red
44602	Tauberbischofsheim	Tauber	Red	Grey	Red
44603	Bad Urach	Erms	Red	Green	Red
45213	Göllsdorf	Prim	Green	Grey	Red
45224	Eutingen	Enz	Red	Green	Red
45409	Rottenburg	Bronnbachquelle	Red	Grey	Red
46349	Wöllstein	Kocher	Red	Grey	Yellow
46358	Hüttlingen	Kocher	Red	Red	Red
47419	Hausach	Kinzig	Red	Grey	Red
47834	Lauterach	Große Lauter	Red	Grey	Green
47840	Unlingen	Kanzach	Yellow	Green	Grey
57119	Sigmaringen	Donau	Red	Grey	Grey
57123	Talheim	Schozach	Red	Yellow	Red
57125	Grünsfeld oh. Mündung	Grünbach	Grey	Grey	Grey
57127	Besigheim	Enz	Grey	Grey	Grey
58135	Oberrot	Fichtenberger Rot	Yellow	Grey	Green
60626	Hinterlehengericht	Schiltach	Red	Grey	Red
60627	Hausen	Saubach	Red	Grey	Yellow
60682	Berghausen	Pfinz	Grey	Grey	Red
61139	Ebnet	Dreisam	Red	Grey	Red
62273	Bühlertann	Bühler	Red	Green	Red
62313	Dalkingen	Röhlinger Sechta	Red	Red	Yellow
62722	Westheim	Bibers	Yellow	Grey	Red
62773	Weinheim-SKA	Weschnitz	Red	Grey	Grey
76121	Geislingen	Eyb	Red	Yellow	Yellow
76122	Hermentingen-Pegel	Gallusquelle	Red	Green	Red
76123	Neuenbürg	Enz	Grey	Grey	Grey
76149	Balingen	Eyach	Red	Grey	Yellow
76159	Dillweissenstein	Nagold	Grey	Grey	Grey
76160	Calmbach	Enz	Grey	Grey	Grey
76162	Wildberg	Nagold	Grey	Grey	Grey
76163	Ohrnberg-Ort	Ohrn	Grey	Grey	Grey
76165	Blaubeuren	Blau	Grey	Grey	Grey

76168	Bleibach-WKA	Elz			
76169	Bleibach-WKA	Elz-Stollen			
76170	Calmbach-Mitte	Große Enz			
76171	Radolfzell	Bodensee (Untersee)			
76172	Schwäbisch Gmünd	Rems	Red	Yellow	Yellow
76173	Aach	Radolfzeller Aach			
76174	Blaubeuren	Achkanal			
76175	Ulm	Blau			
76176	Bopfingen	Eger	Red		Red
76177	Biberach	Kinzig	Red		Yellow
76178	Geislingen	Bühler			Red
76179	Salach	Fils	Red	Yellow	Red
76180	Grünsfeld	Wittigbach			Red
76181	Bruchsal	Saalbach			
76182	Ubstadt	Kraichbach	Green		Green
76183	Haubersbronn	Wieslauf			
76184	Ehingen-Berkach	Schmiech			
76185	Villingen	Brigach			Yellow
76187	Gutach	Elz			
76188	Riegel	Leopoldskanal			
76191	Hauenstein	Rhein			
76266	Rot an der Rot	Haslach		Yellow	
76270	Kirchheim	Lindach			
76274	Erlenbach	Sulm			
76276	Bolheim	Brenz			
76290	Schweinhausen	Riß			

8.2 DETAILAUSWERTUNGEN FÜR DIE PEGEL UNTERGRIESHEIM - JAGST, BAD ROTENFELS - MURG UND BERG - DONAU

Pegel Untergriesheim - Jagst

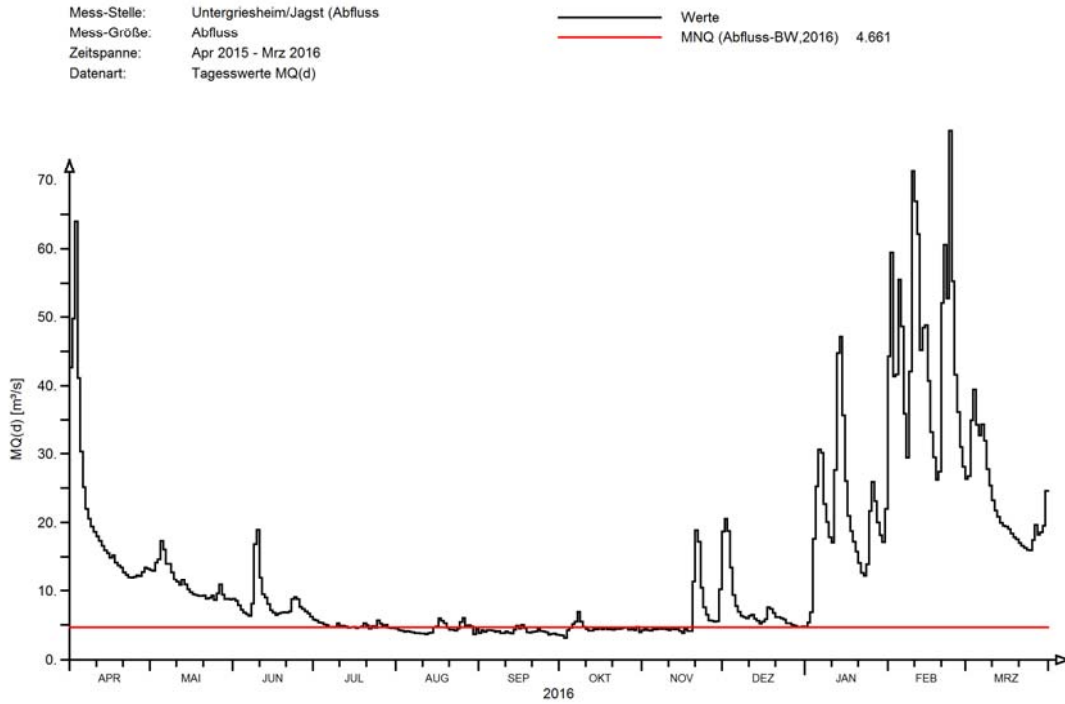


Abbildung 28: Tägliche Abflüsse MQ(d) am Pegel Untergriesheim - Jagst für den Zeitraum April 2015 bis März 2016 und der regionalisierte MNQ-Wert (Abfluss-BW, 2016)

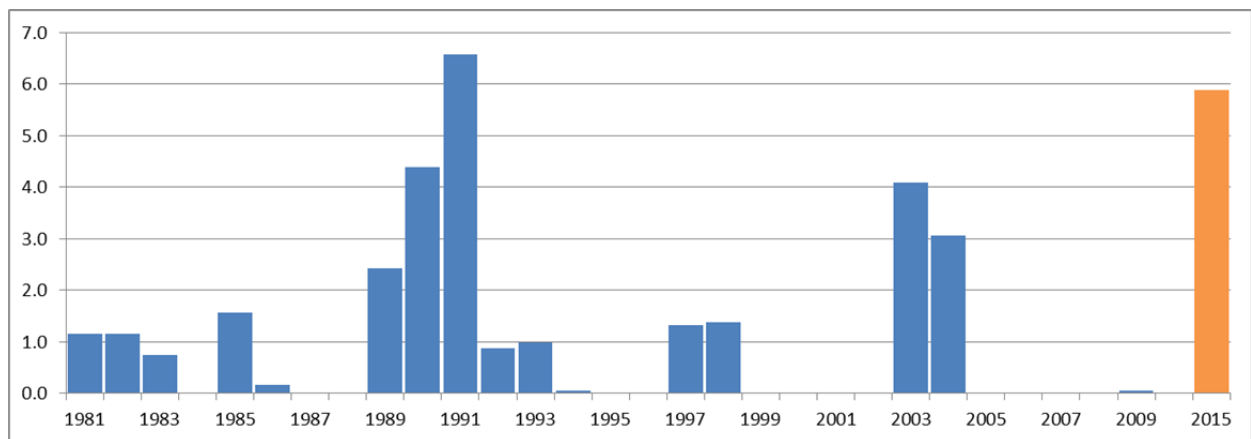


Abbildung 29: Pegel Untergriesheim - Jagst – Anzahl der Unterschreitungstage < MNQ (Abfluss-BW, 2016) normiert auf den Mittelwert in der Zeitreihe 1981 - 2010 ( $U_{Mittel} = 17$  Tage)

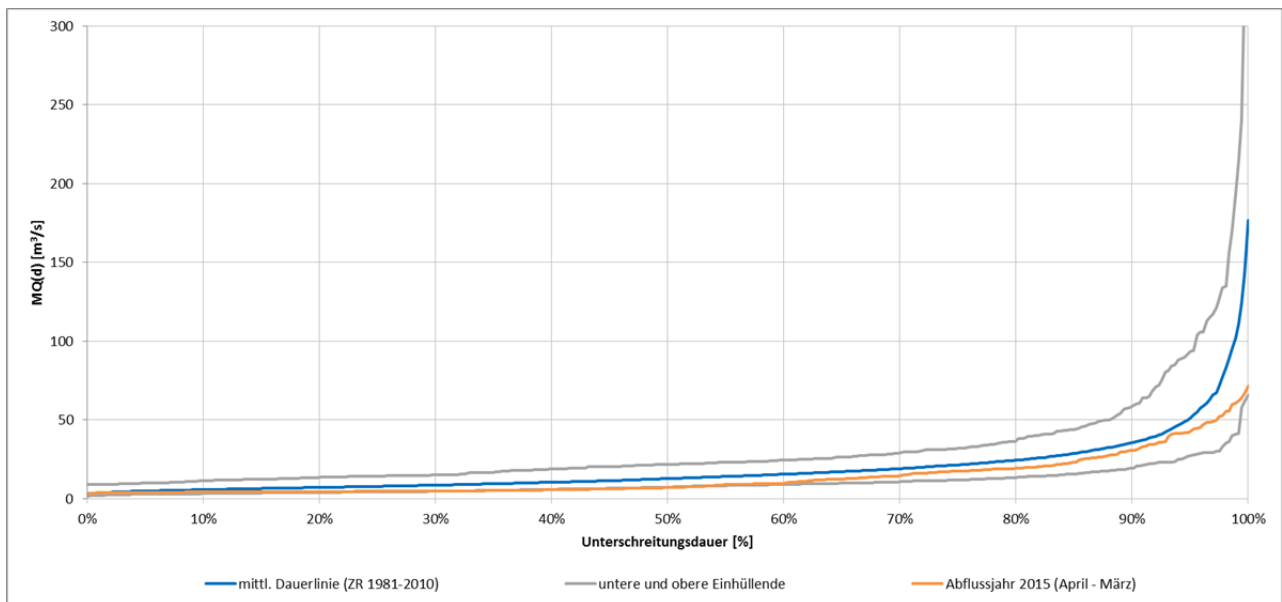


Abbildung 30: Dauerlinie des Abflussjahres 2015 im Vergleich zur mittleren Dauerlinie der Zeitreihe 1981 - 2010 für den Pegel Untergriesheim - Jagst

# Pegel Bad Rotenfels - Murg

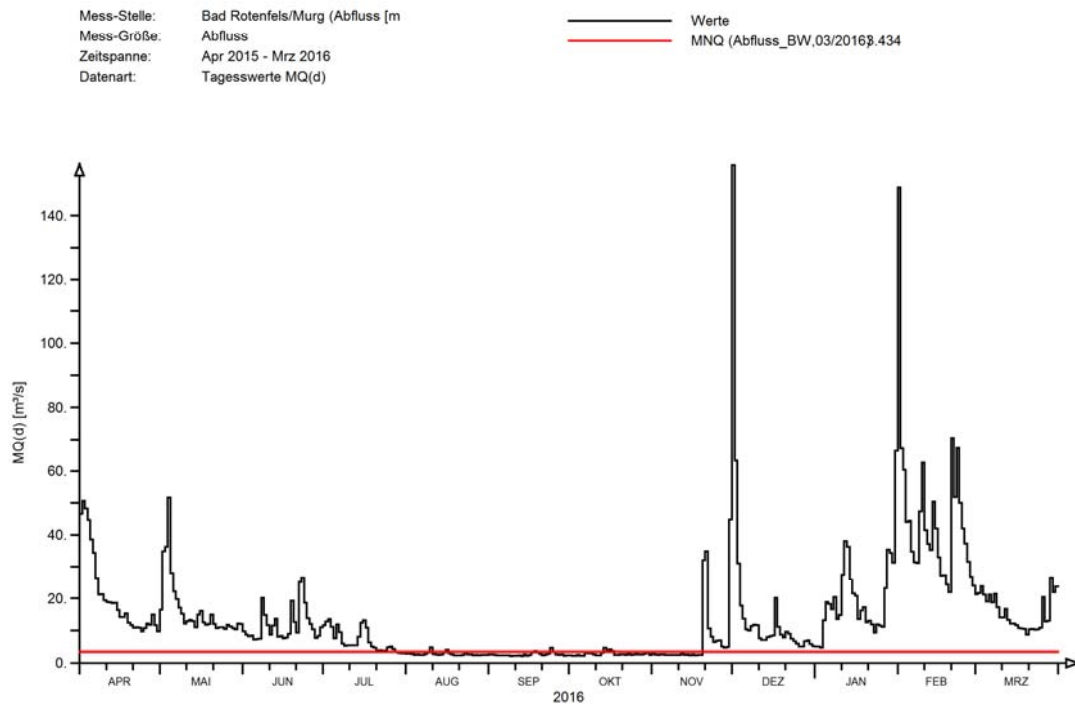


Abbildung 31: Tägliche Abflüsse MQ(d) am Pegel Bad Rotenfels - Murg für den Zeitraum April 2015 bis März 2016 und der regionalisierte MNQ-Wert (Abfluss-BW, 2016)

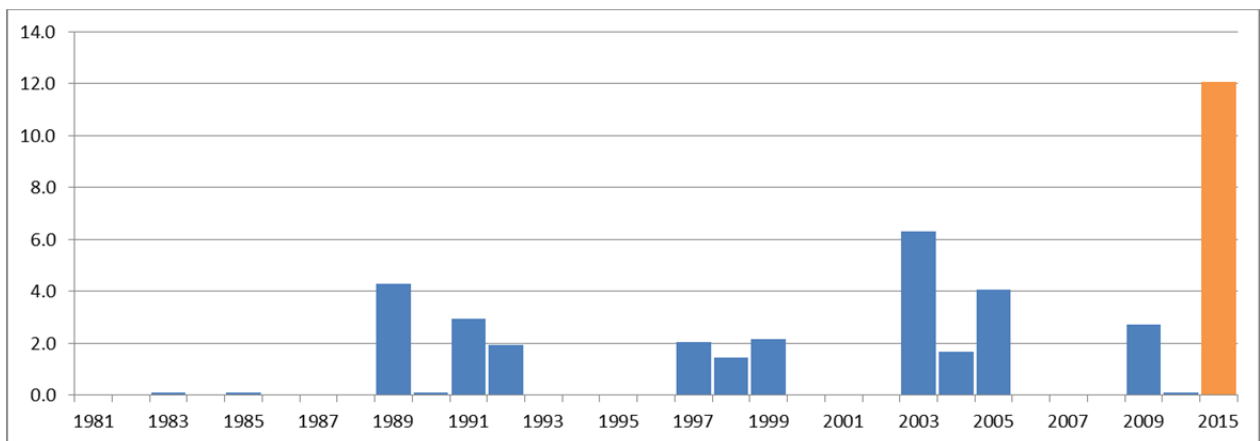


Abbildung 32: Pegel Bad Rotenfels - Murg – Anzahl der Unterschreitungstage < MNQ (Abfluss-BW, 2016) normiert auf den Mittelwert in der Zeitreihe 1981 - 2010 ( $U_{Mittel} = 9$  Tage)



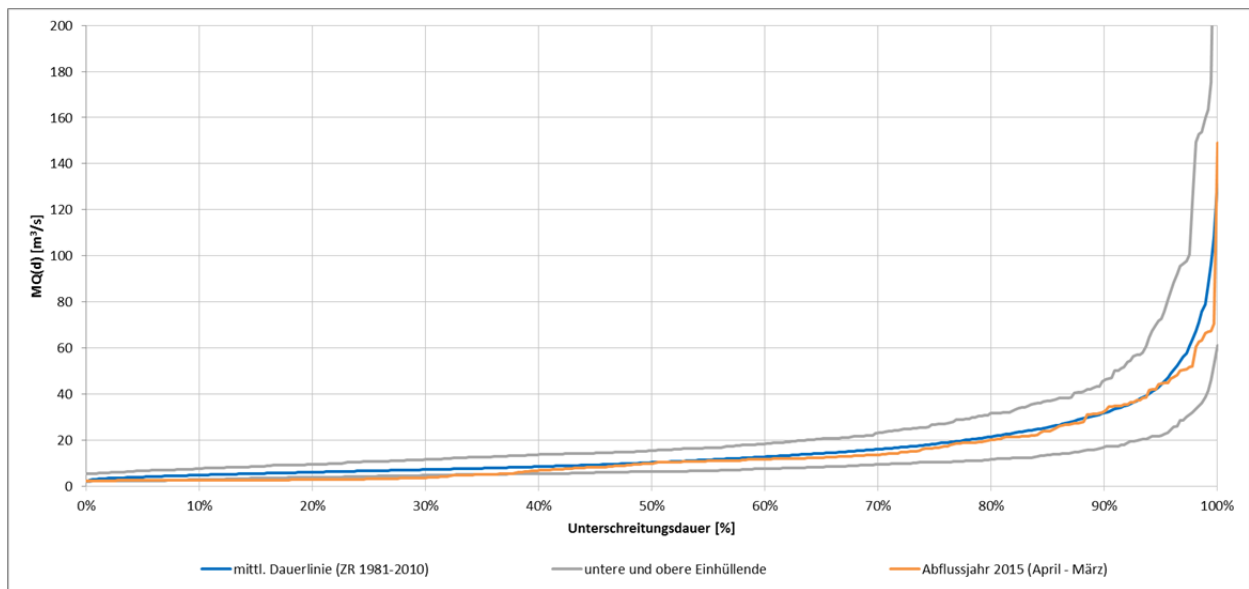


Abbildung 33: Dauerlinie des Abflussjahres 2015 im Vergleich zur mittleren Dauerlinie der Zeitreihe 1981 - 2010 für den Pegel Bad Rotenfels - Murg

# Pegel Berg - Donau

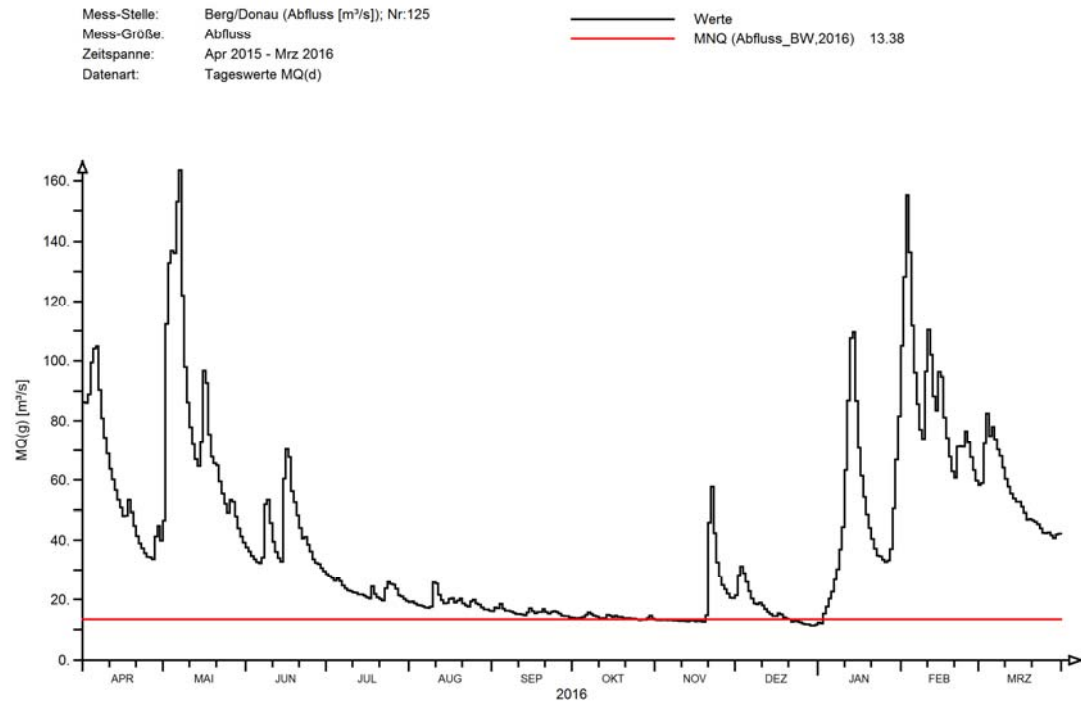


Abbildung 34: Tägliche Abflüsse MQ(d) am Pegel Berg - Donau für den Zeitraum April 2015 bis März 2016 und der regionalisierte MNQ-Wert (Abfluss-BW, 2016)

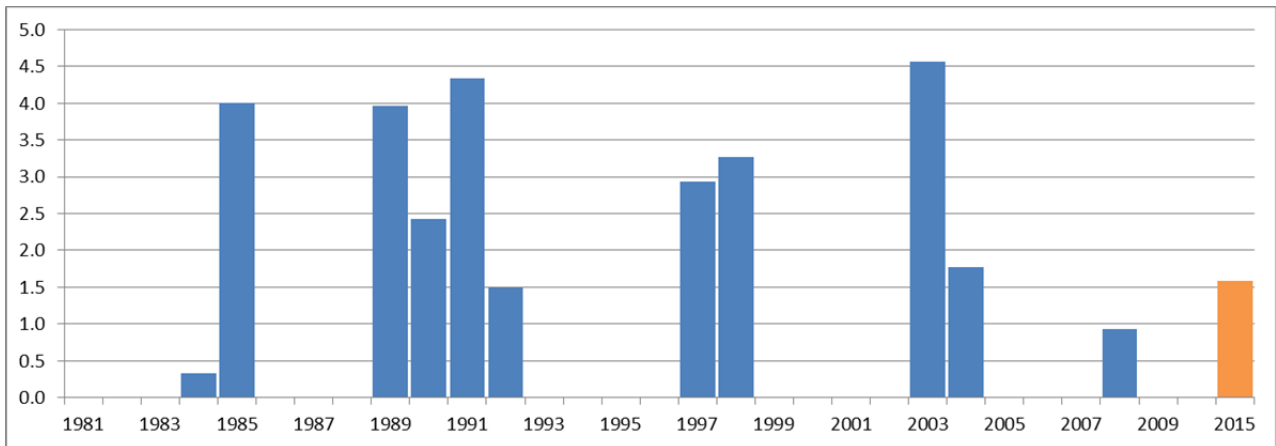


Abbildung 35: Pegel Berg - Donau – Anzahl der Unterschreitungstage < MNQ (Abfluss-BW, 2016) normiert auf den Mittelwert in der Zeitreihe 1981 - 2010 ( $U_{Mittel} = 21$  Tage)

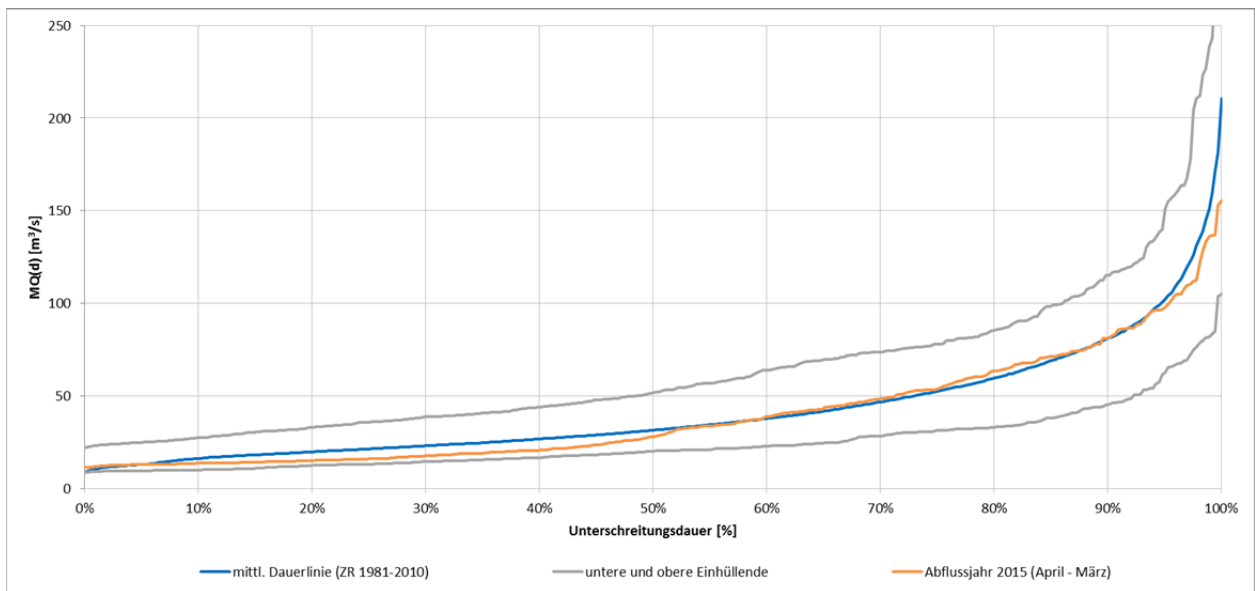


Abbildung 36: Dauerlinie des Abflussjahres 2015 im Vergleich zur mittleren Dauerlinie der Zeitreihe 1981 - 2010 für den Pegel Berg - Donau

