

# **Monitoring Garzweiler II**

## **Folgen des Klimawandels für den Braunkohlenabbau**

**hier:**

**Bewertung des Abflussverhaltens des Rheins  
im Hinblick auf die Überleitung zur Restseebefüllung**

**Fachliche Ausarbeitung des LANUV NRW  
Fachbereich 53**

**Düsseldorf, im März 2016**

## **Hinweis:**

Seitens des LANUV ist in 2007 für die Arbeitsgruppe Restsee zum Monitoring Garzweiler ein Gutachten bzgl. der Wasserführung des Rheins erstellt worden. Dieses Gutachten ist nun zu aktualisieren. Aus Gründen der Vereinfachung und der weiterhin eindeutigen Sachlage wird im Rahmen dieser Aktualisierung aus dem damaligen Gutachten so zitiert (Passagen aus dem Bericht 2007 sind kursiv gestellt), dass das hier vorliegende Dokument ohne Hinzuziehung des ursprünglichen Dokuments den gesamten Sachverhalt darstellt.

### ***1. Anlass***

*Der Braunkohlenausschuss hat mit Beschluss vom 30.3.2007 die Monitoringgruppe Garzweiler II beauftragt, sich mit einem Antrag von zwei Ausschussmitgliedern zu befassen und eine Empfehlung für den Braunkohlenausschuss zu erarbeiten (Drucksache BKA 0520 Seite 49).*

*Der Antrag behandelt mögliche Auswirkungen des Klimawandels auf die Vorgaben des Braunkohlenplans für den Tagebau Garzweiler II und ist in drei Punkten formuliert:*

- 1. Es sei fundiert nachzuweisen, dass die 40 Jahre, die gemäß Ziel 2.6 des Braunkohlenplans Garzweiler II zur Restseebefüllung vorgesehen seien, eingehalten werden könnten.*
- 2. Es sei fundiert nachzuweisen, dass die gemäß den Zielen 2 und 3 des Braunkohlenplans Garzweiler II erforderlichen wasserwirtschaftlichen und ökologischen Ausgleichsmaßnahmen dauerhaft durchführbar seien.*
- 3. Es sei fundiert nachzuweisen, ob die durch den Klimawandel auftretenden Extremwetterlagen bei der planerischen Anlage der Restseen hinreichend Beachtung gefunden hätten.*

*Eine Präzisierung erfolgte dahingehend, dass es um das Großklima und seine Auswirkungen auf die Rheinwasserführung und die Sicherstellung der Befüllung des Garzweiler Sees in der im Braunkohlenplan zugrunde gelegten Zeit gehe.*

*Die Arbeitsgruppe Restsee hatte sich in 2007 des Themas angenommen. Das Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz (LANUV) als Koordinator der Arbeitsgruppe hat in Zusammenarbeit mit dem Erftverband die zum Klimawandel und den zu erwartenden Veränderungen am Rhein bereits vorliegenden Untersuchungen im Jahre 2007 ausgewertet.*

Im LANUV werden der Klimawandel und seine Auswirkungen als Arbeitsschwerpunkt interdisziplinär von verschiedenen Fachbereichen untersucht. Im Zuge der Aktualisierung der Auswertung von 2007 werden hier nun Ergebnisse aus verschiedenen Projekten und Berichten, die seither veröffentlicht wurden, ergänzend betrachtet.

Die fachliche Bewertung der Abflussverhältnisse am Niederrhein bzw. der bisherigen Erkenntnisse zu zukünftigen Entwicklungen lassen sich wie folgt zusammenfassen.

### ***2. Vorgaben für den Restsee aus dem Braunkohlenplan***

*Der Braunkohlenplan Garzweiler II sieht für den Restsee eine Füllung mit Rheinwasser von 60 Mio. m<sup>3</sup>/a für 40 Jahre bis zu einem Seewasserspiegel von + 65 m NN vor. Dabei soll ein See mit einer Seefläche von 23 km<sup>2</sup>, einer max. Tiefe von 185 m und einem Volumen von 2000 Mio. m<sup>3</sup> entstehen.*

*Seit Herbst 2007 liegen die Ergebnisse des im Auftrag des LANUV aktualisierten Grundwassermodells der RWTH Aachen für das gesamte Braunkohlenrevier vor. Auf dieser Grundlage kann festgestellt werden, dass die Füllung des Restsees nach den oben genannten Vorgaben um das Jahr 2085 erreicht*

werden kann. Es besteht aus fachtechnischer Sicht derzeit kein Zweifel, dass die gemäß Ziel 2.6 Braunkohlenplan vorgesehenen 40 Jahre zur Füllung des Restsees ausreichen.

Auch für die Füllung des Restsees im Tagebau Hambach wird ab 2045 Rheinwasser benötigt. Hier werden etwa 270 Mio. m<sup>3</sup>/a benötigt.

Gemäß der aktualisierten Angaben ergibt sich somit, dass zusammen mit den etwa 130 Mio. m<sup>3</sup>/a für den Tagebau Garzweiler (60 Mio. m<sup>3</sup> für den Restsee und ca. 70 Mio. für Infiltrations- und Ersatzwasser) aus dem Rhein ab 2045 etwa 400 Mio. m<sup>3</sup>/a (entspricht in Summe ca. 13 m<sup>3</sup>/s) entnommen werden.

Es ist zu prüfen, ob die derzeitige bzw. zukünftige Wasserführung im Rhein eine derartige Entnahme erlaubt.

Der Restsee im Tagebau Inden wird mit Wasser aus der Rur gefüllt. Untersuchungen zur Entnahme aus der Rur und deren Auswirkungen wurden in der UVP zum Braunkohlenplanänderungsverfahren Inden vorgestellt. Sie sind nicht Gegenstand dieses Berichts.

### 3. Rheinwasserführung – Entwicklung in den letzten hundert Jahren

Die Ausführungen zur retrospektiven Entwicklung der Rheinwasserführung des Berichts der Arbeitsgruppe Restsee in 2007 basieren bereits auf den als aktuell geltenden Berichten bzw. Projekten. Insbesondere der Stellenwert der Studie von BELZ et.al. (2007) hat in den vergangenen Jahren nochmals zugenommen, so dass die genannten Ergebnisse heute noch als aktuell anzusehen sind und maßgebende fachliche Aussagekraft haben.

Das Niedrigwasser im Rhein im Jahr 2003 war zwar stark ausgeprägt, jedoch gab es im letzten Jahrhundert bereits mehrere Niedrigwasserereignisse, z.T. mit noch stärkerer Ausprägung (Abb. 1). Die Grafik der Entwicklungstendenz für Niedrigwasserextreme am Pegel Köln zeigt im letzten Jahrhundert eher einen Anstieg in der Niedrigwasserführung denn eine Tendenz zu geringeren Niedrigwasserabflüssen (Abb. 2).

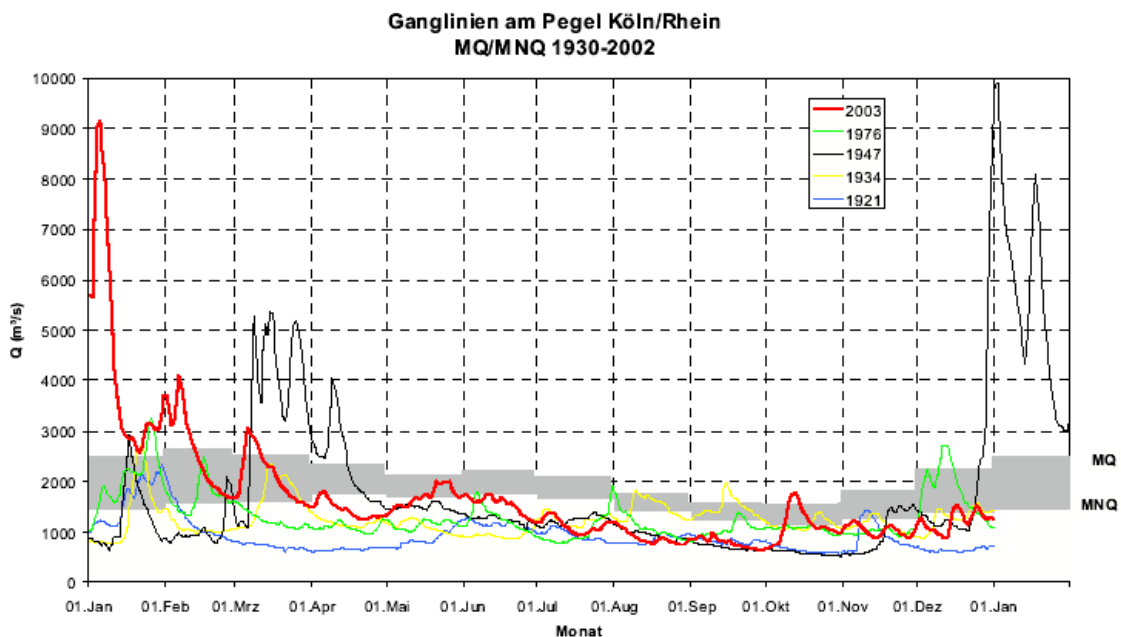
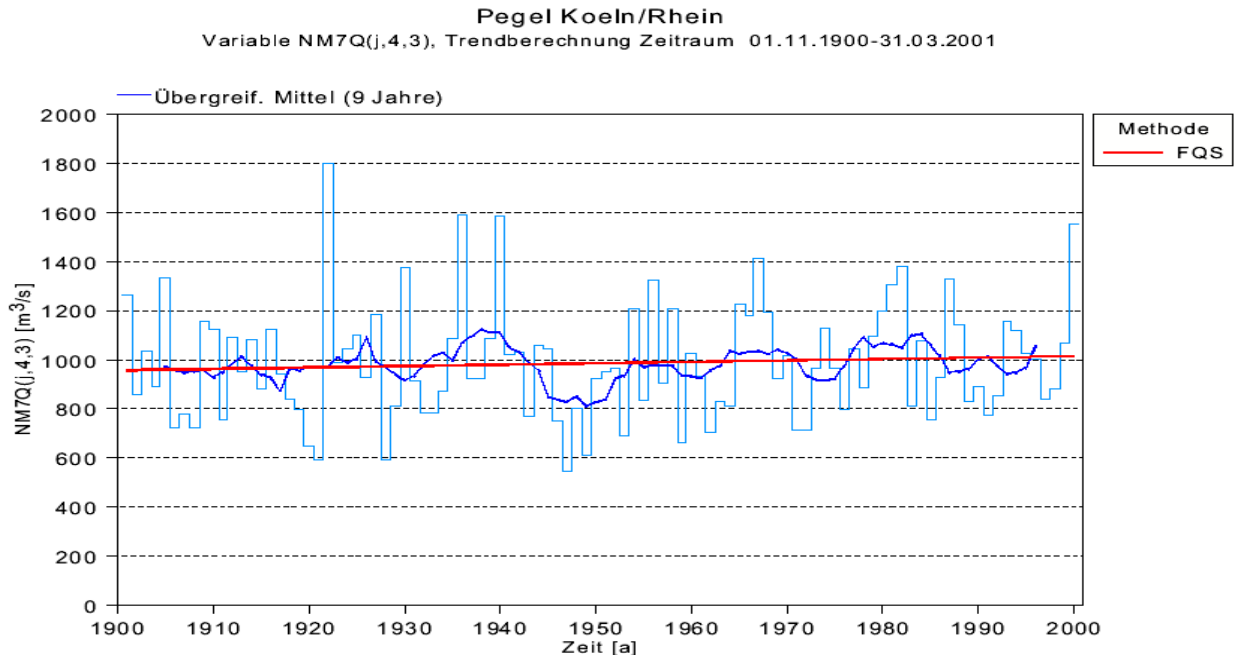


Abb. 1.: Niedrigwasser 2003 am Rheinpegel Köln [Belz 2005]



Im letzten Jahrhundert stiegen die Gebietsniederschläge am Rhein bis zum Pegel Köln vor allem im Winterhalbjahr deutlich an, während im Sommerhalbjahr die Niederschläge praktisch gleich geblieben sind (Abb. 3). Dies führte zu ansteigenden Abflüssen im Winterhalbjahr bei eher gleichbleibenden Abflüssen im Sommerhalbjahr. Insgesamt zeigte der Rhein im letzten Jahrhundert zunehmende Wassermengen im Winter bei etwa gleichbleibender Wasserführung im Sommer (Abb. 4).

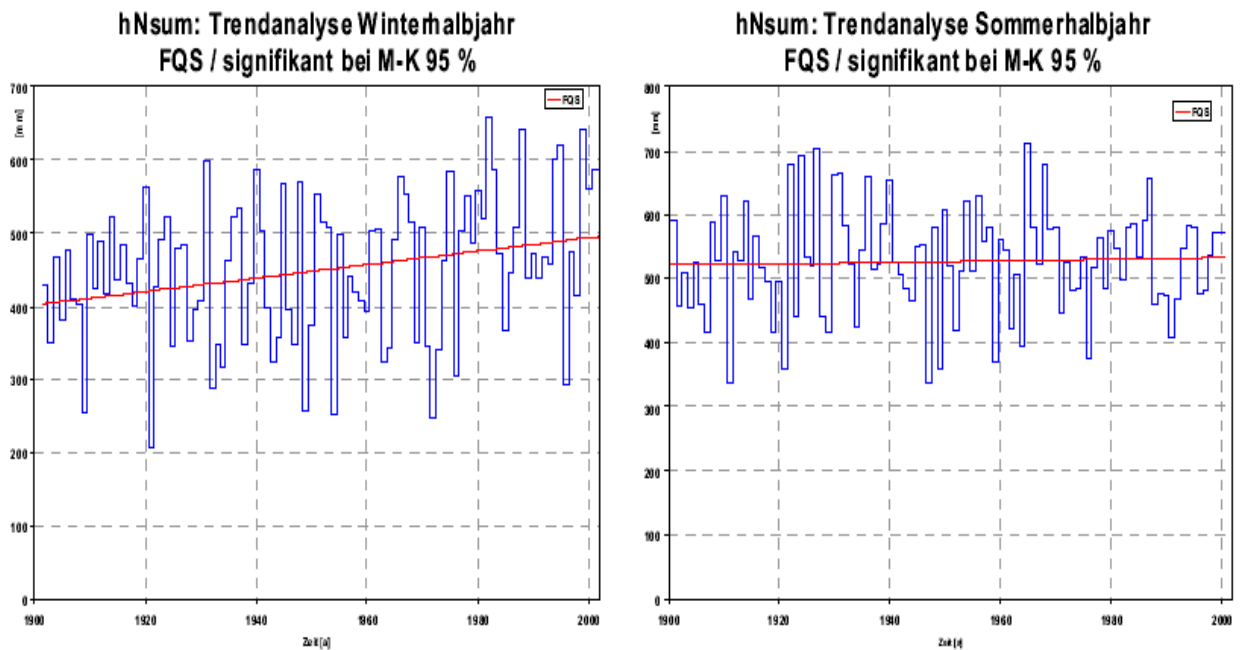


Abb. 3: Gebietsniederschläge im Rheingebiet bis Köln 1901-2000 [Belz 2005]

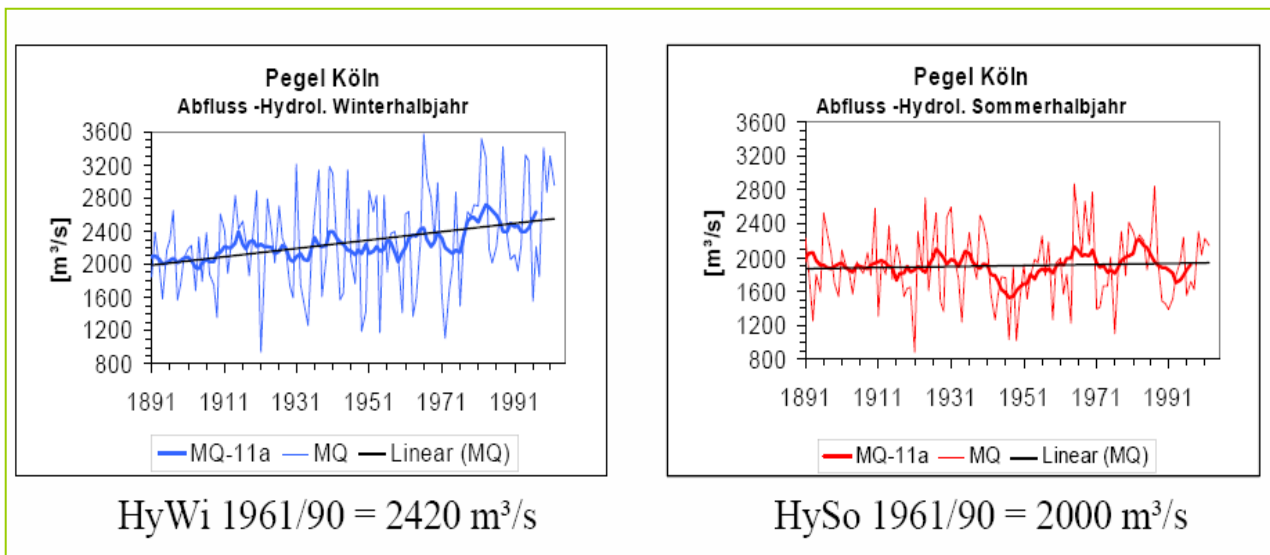


Abb. 4: Abflussentwicklung (MQ) am Pegel Köln Wi-/So-Halbjahr [Moser 2006]

Sowohl eine Studie der Bundesanstalt für Gewässerkunde in Koblenz mit dem Titel „Niedrigwasser-Abflüsse im Rheingebiet im 20. Jahrhundert - Ursachen und Entwicklungen“ (Belz 2005) als auch eine Studie der Universität Zürich (Frauenfelder-Käab 2005) zum Einfluss des Gletscherabflusses im Rhein befassen sich mit Auswirkungen des Klimawandels auf den Abfluss des Rheins.

Folgende Erkenntnisse lassen sich aus den Studien gewinnen:

- Der innerjährliche Abflussgang zeigt den Rhein bei Köln als einen von Schneeschmelze wenig beeinflussten, im Wesentlichen regengespeisten Fluss.
- Untersuchungen an einem Pegel am Oberrhein, dessen Einzugsgebiet den höchsten Vergleichsgrad am Rhein aufweist, zeigen eine Veränderung des durchschnittlichen jährlichen Abflusses in der Periode zwischen 1850-2000 um **weniger als 1 %** infolge der Veränderung des Gletscherwasseranteils im Fluss.
- Das Abschmelzen von Gletschern im Alpenraum ist für den Abfluss des Rheins von marginaler Bedeutung.
- Im Niedrigwasserfall wird der Rhein bei Köln überwiegend aus dem Grund- bzw. dem Niederschlagswasser gespeist.

Insgesamt kann also festgehalten werden, dass im Kölner Raum der Gletscherwasseranteil am Abfluss des Rheins bereits heute vernachlässigbar ist.

Die als maßgebend zu erachtende Studie der KHR (BELZ et.al. 2007) fasst die umfangreichen Ergebnisse hinsichtlich der Wasserführung des Rhein wie folgt zusammen:

Die monatlichen Abflussmittelwerte der Winterhalbjahre zeigen durchweg niederschlagsbedingte Abflusserhöhungen, hier werden insbesondere die Abschnitte an Mittel- und Niederrhein genannt. Die hier zugrundeliegenden Niederschläge speisen über den Grundwasserkörper in diesen Regionen den Basisabfluss im hydrologischen Sommerhalbjahr, so die Studie ergänzend zu dem Schluss kommt, dass nördlich der Mainmündung lediglich in den Monaten August und September Verringerungen der monatlichen Abflussmittelwerte auftreten. Diese zehren allerdings den Zugewinn aus den übrigen sommerlichen Monatsmittelwerten nicht auf, so dass sich im Sommerhalbjahr leichte Zunahmen des Abflusses einstellen.

Dies bedeutet, dass das Abflussvolumen [m<sup>3</sup>/a] – sowohl über das gesamte Jahr, als auch im Sommerhalbjahr – im vergangenen Jahrhundert angestiegen ist.

Hinsichtlich des Niedrigwasserverhaltens kommt die Studie zum Schluss, dass in den pluvialen Mittelgebirgs- und Flachlandregionen, d.h. auch und v.a. am Niederrhein, angesichts nur wenig veränderter Niederschläge in den Sommermonaten eine Abmilderungstendenz bzgl. Niedrigwasserextremen gegeben ist.

Die vorliegenden Auswertungen für das Abflussverhalten des Rheins im 20. Jahrhundert und auch die bisherigen Messdaten im 21. Jahrhundert geben für den Pegel Köln/Rhein als einem bedeutsamen Pegel für den Niederrhein einen mittleren Niedrigwasserabfluss von 941 m<sup>3</sup>/s an (Zeitreihe 1931/2007, Deutsches Gewässerkundliches Jahrbuch Rhein III, 2007). Der niedrigste Abfluss des 20. Jahrhunderts wird bei 530 m<sup>3</sup>/s verzeichnet (16.02.1929).

Die Informationsplattform UNDINE der Bundesanstalt für Gewässerkunde (<http://undine.bafg.de/servlet/is/13873/index.html>) weist aus historischen Daten, abgeleitet aus der Datenreihe 1.11.1816 - 31.12.2014 (Tagesmittelwerte Durchfluss) für die 10 niedrigsten Abflüsse am Pegel Köln folgende Werte aus:

Extremwerte (Tagesmittel): Hochwasser (m <sup>3</sup> /s)*		Extremwerte (Tagesmittel): Niedrigwasser (m <sup>3</sup> /s)*		Gewässerkundliche Hauptwerte (m <sup>3</sup> /s)*		
10900	01.01.1926	401	31.12.1853	NQ	401	31.12.1853
10700	30.01.1995	452	28.12.1864	NM7Q	483	28.12.1853 - 03.01.1854
10700	16.01.1920	464	29.01.1858	MNQ	914	
10600	24.12.1993	470	16.02.1929	MQ	2090	
10200	29.11.1882	492	19.01.1893	MHQ	6210	
9890	02.01.1948	496	25.12.1822	HQ	10900	01.01.1926
9800	30.05.1983	525	31.10.1921	Ingenieurtechn. Hochwasserwahrscheinlichkeiten		
9800	31.03.1845	530	31.10.1947	HQ <sub>50</sub>	11020	LUA NRW (2002)
9710	05.02.1850	538	25.01.1829	HQ <sub>100</sub>	12000	LUA NRW (2002)
9690	25.02.1970	573	14.12.1871			

\* abgeleitet aus der Datenreihe 1.11.1816 - 31.12.2014 (Tagesmittelwerte Durchfluss)

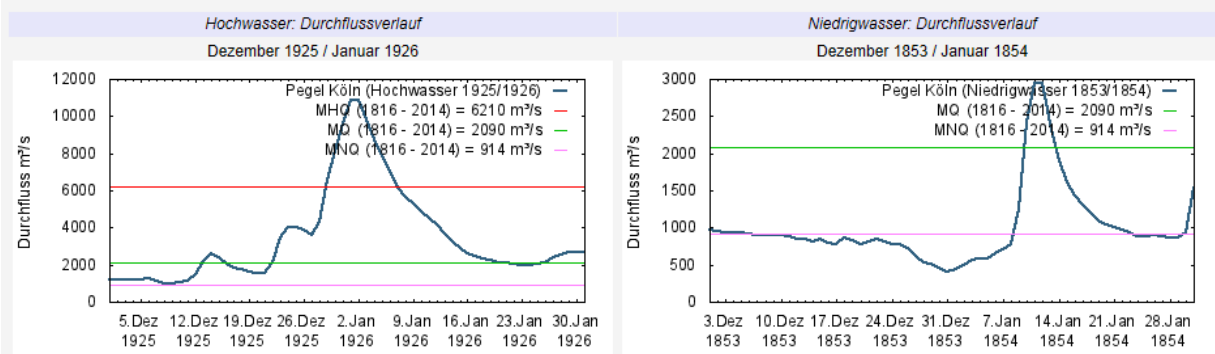


Abbildung 5: Extremwertetabelle für den Pegel Köln (Quelle: Datenbank UNDINE, Bundesanstalt für Gewässerkunde)

Auf Basis dieser Daten wird deutlich, dass die 10 niedrigsten bekannten Abflüsse am Niederrhein vor 1950 stattfanden und dass das mittlere Niedrigwasser der langen Zeitreihe 1816/2014 niedriger ausfällt, als wenn man den o.a. DGJ-Zeitraum heranzieht. Somit sind im Zeitraum seit 1931 die jährlichen Niedrigwasser im Mittel höher ausgefallen als seit 1816.

Die als ausgeprägte Niedrigwassersituation wahrgenommenen Abflussjahre 2003 und 2006 weisen niedrigste Abflüsse von 641 m<sup>3</sup>/s (29.09.2003) bzw. 807 m<sup>3</sup>/s (28.11.2005) auf. Für das Abflussjahr 2005 ist anzumerken, dass der niedrigste Abfluss dieses Abflussjahres zu Beginn stattfand, d.h. aus 2005 resultierte. Das NQ im Kalenderjahr ist 873 m<sup>3</sup>/s (07.02.2006). Im Sommer und Herbst 2006 war der Abfluss am Pegel Köln stets oberhalb von 1000 m<sup>3</sup>/s, sank als nicht unter den o.a. MNQ.

Zur Bewertung der bestehenden Abflusssituation im Hinblick auf eine Entnahme kann ergänzend die Dauertabelle mit Angaben zur Unter- bzw. Überschreitungshäufigkeit von Abflüssen herangezogen werden. Danach wird auf Basis der Zeitreihe von 1931 bis 2007 ein Abfluss von 700 m<sup>3</sup>/s im langjäh-

rigen Mittel an 2 Tagen pro Jahr unterschritten. Die Größe des MNQ wird im Mittel an 20 Tagen pro Jahr unterschritten.

Die hier anstehenden Entnahmemengen betragen auf Basis von 130 Mio m<sup>3</sup>/a im Jahresmittel 4,12 m<sup>3</sup>/s zur Befüllung des Restsees Garzweiler bzw. im weiteren Verlauf des 21. Jahrhunderts insgesamt 13 m<sup>3</sup>/s die ergänzende Befüllung des Restsees Hambach einschließend.

Die Entwicklung der Messdaten lässt nicht darauf schließen, dass sich an der grundsätzlichen Verhältnissituation der Abflussmengen (Mittelwasser und Niedrigwasser) zu den vorgesehenen Entnahmemengen in den nächsten Jahrzehnten etwas ändert.

#### **4. Aussagen der Klimamodelle für das Rheineinzugsgebiet**

*Für das Rheingebiet existieren heute bereits zahlreiche Klimamodelle, die aus wissenschaftlicher Sicht belastbare Ergebnisse etwa bis zur Mitte dieses Jahrhunderts liefern. Das wissenschaftlich anerkannte Modell **REMO** des Max-Planck-Instituts für Meteorologie, Hamburg sowie Modellstudien, die im Rahmen des **KLIWA-Projektes** der Länder Baden-Württemberg und Bayern sowie des Deutschen Wetterdienstes durchgeführt worden sind, kommen unabhängig voneinander zu folgenden Erkenntnissen für das Rheingebiet:*

- *Mehr Treibhausgase führen in Deutschland zu einer mittleren **Erwärmung**, die im Jahr 2100 zwischen 2,5°C und 3,5°C liegt.*
- *Am stärksten dürften sich der Süden und Südosten Deutschlands im Winter erwärmen.*
- *Die **sommerlichen Niederschläge (Monate Jun-Aug) nehmen** großflächig **ab**, besonders stark in Süd- und Südwest-Deutschland sowie in Nord-Ostdeutschland.*
- *Die **Winter** in ganz Deutschland **werden feuchter**. Vor allem in den Mittelgebirgen Süd- und Südwest-Deutschlands ist über ein Drittel **mehr Niederschlag** zu erwarten als heute.*
- *Wegen gleichzeitig steigender Wintertemperaturen in den Alpen wird der Niederschlag **häufiger als Regen denn als Schnee** fallen.*
- *Die Anzahl von Sommertagen und heißen Tage steigt, die Anzahl von Frost- und Eistagen fällt.*
- *Die Anzahl der Trockenperioden und Trockentage nimmt ab.*
- *Im Rheingebiet ist eine deutliche Zunahme (bis zu 35 %) der Winterniederschläge (Monate Dez.-Feb.) zu erwarten.*

*Auch Klimauntersuchungen und Prognosen im Auftrag des Umweltbundesamtes kommen zu vergleichbaren Ergebnissen (Spekat et al. 2007).*

Die jüngeren Untersuchungen für das Rheineinzugsgebiet (IKSR 2009, KHR 2010, IKSR 2011) verwenden Ensemblemodellierungen, in denen mehrere Modellketten von Globalen über regionale Klimamodelle bis hin zu hydrologischen Modellketten mit unterschiedlichen Eingangsgrößen die Bandbreiten ermittelt werden.

Die meteorologischen Bewertungen entsprechen in etwa den o.a. Punkten, die auf Basis der jüngeren Untersuchungen vorhandenen Bandbreiten sind allerdings größer. Zu beachten ist bei den Bandbreiten, dass einzelne Modellketten stets die gleiche Wahrscheinlichkeit haben, so dass eine rechnerische Mittelwertbildung keinen Schluss auf eine Zukunftsentwicklung mit größerer Wahrscheinlichkeit zulässt.

## 5. Auswirkungen auf den Abfluss bzw. Wasserstand des Rheins

Für den Abfluss des Rheins lässt sich als Ergebnis der Klimamodellrechnungen feststellen:

- *Besonders im Sommer speist sich der Niederrhein in regenarmen Zeiten aus dem Grundwasserzufluss. Dieser Speicher füllt sich in den zunehmend niederschlagsreicheren Winterhalbjahren stärker auf, so dass es durch die puffernde Wirkung tendenziell zu einer **Abminderung von Niedrigwasserextremen** kommt.*
- *Die winterliche Abflussführung des Rheins wird eher zunehmen; in den Sommermonaten sind nahezu unveränderte Abflussverhältnisse zu erwarten (s. Abb. 5).*
- *Bei einer Entnahme von bis zu 12-13 m<sup>3</sup>/s für die Befüllung der Restseen ist daher auch unter Aspekten des Klimawandels eine **Verschärfung von Niedrigwassersituationen am Niederrhein nicht zu besorgen**.*
- *Für den mittleren Niedrigwasserabfluss am Pegel Köln (940 m<sup>3</sup>/s) bedeutet die Entnahme von 13 m<sup>3</sup>/s eine **Wasserstandsabsenkung von weniger als 3 cm**. Dieser Zusammenhang gilt auch für noch geringere Abflussmengen in der Größenordnung des 2003er-Niedrigwassers.*

Die Auswirkungen des Klimawandels werden voraussichtlich hinsichtlich der Niedrigwassersituation den Rhein in NRW dank günstigerer Randbedingungen (starker Zufluss aus dem Grundwasser, niederschlagsreichere Winter u.a.) nicht so deutliche Auswirkungen haben, wie sie in anderen Regionen möglich erscheinen. Diese Aussage schließt ausgeprägte Niedrigwassersituation als Einzelereignisse nicht aus.

Die IKSR kommt in der „Klimawandelanpassungsstrategie für Internationale Flussgebietseinheit Rhein“ (IKSR-Bericht Nr. 219, 2015) bzgl. der Entwicklung des Abflussverhaltens zu folgenden Erkenntnissen, basierend auf Rheinblick 2050 (GÖRGEN et.al., 2010) und der „Szenarienstudie für das Abflussverhalten des Rheins“ (IKSR-Bericht Nr.188, 2011):

*„...Mit diesen Niederschlagsentwicklungen gehen für die nahe Zukunft überwiegend moderate Änderungen des Rhein-Abflussverhaltens einher. So bleiben der mittlere und untere Abflussbereich (MQ und NM7Q) im Sommer im Zeitraum 2021-2050 gegenüber der Gegenwart annähernd unverändert. Die Simulationen für den Zeitraum 2071-2100 zeigen eine Abnahme des sommerlichen Mittel- und Niedrigwasserabflusses (i. a. zwischen -10 % und -25 %). Erhöhte winterliche Niederschläge, die aufgrund der erhöhten Temperaturen zudem vermehrt als Regen statt Schnee fallen, führen im Zeitraum 2021-2050 zu einem Anstieg der Mittel- und Niedrigwasserabflüsse im Winterhalbjahr im Mittel um etwa +10 % (Bandbreite: 0 % bis +20 % und 0 % bis +15 % für MQ bzw. NM7Q). Stromabwärts des Pegels Kaub sind hinsichtlich der Hochwasserabflüsse meist Wertebereiche von -5 % bis +15 %, 0 % bis +20 % bzw. -5 % bis +25 % für "häufige", "mittlere" bzw. "extreme" Hochwasser zu verzeichnen. Für Basel, Maxau, Worms werden für HQextrem im KLIWA-Projekt, aufgrund methodischer Defizite noch keine Aussagen getroffen. Die Zunahme des winterlichen Mittel- und Niedrigwasserabflusses im Zeitraum 2071-2100 entsprechen denen der Gebietsniederschläge weitgehend. Die Zunahmen für Hochwasserabflüsse setzen sich wie für die nahe Zukunft fort. ...“*

Somit zeigen sich für das mittlere Abflussvolumen pro Jahr (d.h. den mittleren Abfluss), aber auch für das Niedrigwasserverhalten zukünftig keine Anlässe, eine Veränderung des heutigen Verhältnisses von Niedrigwasser und geplanter Entnahme zu besorgen.

Für die abschließenden Jahrzehnte des 21. Jahrhunderts sagt die Bandbreite der Berechnungsergebnisse auch aus, dass Abnahmen der sommerlichen Niedrigwasserabflüsse möglich sind. Dies kann in Verbindung mit längeren Niedrigwasserperioden dazu führen, dass dann die Wahrscheinlichkeit des temporären Aussetzens einer Teilentnahmemenge oder der Gesamtentnahme steigt. Für die erste Hälfte des 21. Jahrhunderts ist dies nach den vorliegenden Ergebnissen nicht zu befürchten.

## 6. Handlungsoptionen aus dem Braunkohlenplan

Der AK Restsee hat in seinem Bericht in 2007 formuliert:

*„Der Braunkohlenplan Garzweiler geht davon aus, dass die Rheinwasserableitung nicht mehr als rd. 1,2 % des mittleren Niedrigwasserabflusses betragen wird.“*

Diese Aussage ist auch weiterhin gültig.

Gleiches gilt für die Aussage: *“ Bei extremem Niedrigwasser besteht zudem die Möglichkeit, die Ableitung aus dem Rhein vorübergehend zu reduzieren bzw. ganz einzustellen. Ein Ausgleich erfolgt durch eine höhere Entnahme bei einer über dem Mittel liegenden Wasserführung des Rheines. Ein kurzzeitiges Aussetzen der Rheinwasserbefüllung ist jederzeit möglich.“*

Diese bereits in 2007 genannten Handlungsoptionen stellen auch heute eine adäquate Vorgehensweise dar, um akuten Niedrigwassersituationen am Niederrhein hinsichtlich der Entnahme angemessen zu begegnen.

## 7. Fazit

Als Fazit formuliert die Monitoringarbeitsgruppe Restsee 2007:

*Die Monitoringarbeitsgruppe Restsee stellt fest:*

- *Die aktuelle Modellrechnung bestätigt weiterhin die Befüllungszeiträume/-szenarien für den Restsee Garzweiler II.*
- *Eine tendenzielle Verringerung des Rheinabflusses ist bis heute nicht festzustellen.*
- *Die Wasserführung des Rheins ist dominierend niederschlagsgeprägt. Auswirkungen eines Rückganges alpiner Gletscher auf die Wasserführung des Rheins sind demnach nicht zu besorgen.*
- *Eine mittlere Erwärmung bis zum Jahr 2100 zwischen 2,5°C und 3,5°C ist zu erwarten.*
- *Eine deutliche Zunahme (bis zu 35 %) der Winterniederschläge (Monate Dez.-Feb.) ist zu erwarten.*
- *Die Anzahl der Trockenperioden und Trockentage nimmt ab.*
- *Im Einzugsgebiet des Rheins werden die Abflüsse im Mittel nicht zurückgehen, vielmehr im Winterhalbjahr deutlich ansteigen.*
- *Die Wasserentnahme aus dem Rhein zur Befüllung der Restseen Garzweiler und Hambach sowie zur Versorgung der Feuchtgebiete an Niers und Schwalm ist aus heutiger Sicht sichergestellt. Ebenso ist die Wasserentnahme aus der Rur zur Befüllung des Restsees Inden II nach heutigen Untersuchungen ohne nachteilige Auswirkungen durchführbar (siehe UVP).*
- *Die Arbeitsgruppe Restsee sieht derzeit keine Gefahr für die Einhaltung der Ziele des Braunkohlenplanes.*
- *Die Beobachtung der Entwicklung des Klimawandels und seine Auswirkungen bleibt eine dauerhafte Aufgabe des Monitorings.*
- *Weitere Gutachten werden zum jetzigen Zeitpunkt nicht für notwendig gehalten.*

*Die von den BKA-Mitgliedern aufgeworfenen Fragen lassen sich zusammenfassend beantworten:*

1. *Es besteht aus fachlicher Sicht derzeit kein Zweifel, dass die gemäß Ziel 2.6 Braunkohlenplan vorgesehene 40 Jahre zur Füllung des Restsees ausreichen.*
2. *Aus derzeitiger Sicht besteht kein Zweifel, dass die gemäß den Zielen 2 und 3 des Braunkohlenplans Garzweiler II erforderlichen wasserwirtschaftlichen und ökologischen Ausgleichsmaßnahmen hinsichtlich der benötigten Wassermengen aus dem Rhein dauerhaft durchführbar sind.*
3. *Extremwetterlagen mit sommerlichen Trockenphasen und starken Abflussrückgängen werden im Rheingebiet tendenziell eher abnehmen, die Wassermenge im Rhein vielmehr sogar im Winter deutlich zunehmen und im Sommer fast unverändert bleiben.*

Die seit 2007 ergänzend vorliegenden fachlichen Erkenntnisse geben keinen Anlass, dieses Fazit zu ändern oder neu zu formulieren.

## 8. Literatur

Belz, J. U. (2005): *Niedrigwasser-Abflüsse im Rheingebiet im 20. Jahrhundert – Ursachen und Entwicklungen.* - Tagungsband zum Kolloquium ‚Erfahrungen zur Niedrigwasserbewirtschaftung‘ am 14./15. September 2005 in Herne: 113-129.

Frauenfelder-Kääh, R. (2005): *Gletscherschwund 1850-2000 im Einzugsgebiet der Abflussmessstation Ilanz.* Unveröff. Bericht im Auftrag des Bundesamtes für Wasser und Geologie (CH), Zürich PARDE, M. (1947): *Fleuves et Rivières*, Paris.

Kleinn, J. (2002): *Climate Change and Runoff Statistics in the Rhine Basin: A Process Study with a Coupled Climate - Runoff Model.* - Dissertation ETH No. 14663, Zürich.

Moser, H. (2006): *Einfluss der Klimaveränderungen auf den Wasserhaushalt des Rheins.* - Vortrag im Rahmen der regionale 2010 - Rheinkonferenz am 14.11.2006, Koblenz.

Spekat et al. (2007): *Neuentwicklung von regional hoch aufgelösten Wetterlagen für Deutschland und Bereitstellung regionaler Klimaszenarios auf der Basis von globalen Klimasimulationen mit dem Regionalisierungsmodell WETTREG auf der Basis von globalen Klimasimulationen mit ECHAM5/MPI-OM T63L31 2010 bis 2100 für die SRES-Szenarios B1, A1B und A2.*- Endbericht zum Forschungsvorhaben des UBA, Förderkennzeichen: 204 41 138, Potsdam.

Belz, J.U.; Brahmer, G.; Buiteveld, H.; Engel, H.; Grabher, R.; Hodel, H.; Krahe, P.; Lammersen, R.; Larina, M.; Mendel, H.-G.; Meuser, A.; Müller, G.; Plonka, B.; Pfister, L.; Van Vuuren, W. (2007): *Das Abflussregime des Rheins und seiner Nebenflüsse im 20. Jahrhundert - Analyse, Veränderungen, Trends.* Bericht Nr. I-22 der KHR, Lelystad. <http://www.chr-khr.org/files/RapportI-22.pdf>

Görgen, K.; Beersma, J.; Buiteveld, H.; Brahmer, G.; Carambia, M.; Keizer, O. de; Krahe, P.; Nilson, E.; Lammersen, R.; Perrin, C.; Volken, D. (2010) *Kommission für die Hydrologie des Rheingebietes KHR: Assessment of Climate Change Impacts on Discharge in the River Rhine Basin. Results of the RheinBlick2050 project; Bericht KHR I-23.* Lelystad 2010 [http://www.chr-khr.org/files/CHR\\_I-23.pdf](http://www.chr-khr.org/files/CHR_I-23.pdf)

Internationale Kommission zum Schutze des Rheins IKSR (2009): *„Analyse des Kenntnisstands zu den bisherigen Veränderungen des Klimas und zu den Auswirkungen der Klimaänderung auf den Wasserhaushalt im Rhein-Einzugsgebiet“*, IKSR, Fachbericht Nr. 174, Koblenz 2009, [www.iksr.org](http://www.iksr.org)

Internationale Kommission zum Schutze des Rheins IKSR(2011): *„Szenarienstudie für das Abflussregime des Rheins“*, IKSR, Fachbericht Nr. 188, Koblenz 2011, [www.iksr.org](http://www.iksr.org)

Internationale Kommission zum Schutze des Rheins IKSR (2013): *„Aktueller Kenntnisstand über mögliche Auswirkungen von Änderungen des Abflussgeschehens und der Wassertemperatur auf das Ökosystem Rhein und mögliche Handlungsperspektiven“*, IKSR, Fachbericht Nr. 204, Koblenz 2013, [www.iksr.org](http://www.iksr.org)

Internationale Kommission zum Schutze des Rheins IKSR (2015): *„Klimawandelanpassungsstrategie für die IFGE Rhein“*, IKSR, Fachbericht Nr. 219, Koblenz 2015, [www.iksr.org](http://www.iksr.org)

Datenbank UNDINE der Bundesanstalt für Gewässerkunde <http://undine.bafg.de/servlet/is/13873/index.html> , abgerufen am 23.03.2016