

# HENRY

Hydraulic Engineering Repository

Ein Service der Bundesanstalt für Wasserbau

---

Conference Paper, Published Version

**Günzl, Tobias**

## **Umbau Werftbecken Warnemünde**

Dresdner Wasserbauliche Mitteilungen

Zur Verfügung gestellt in Kooperation mit/Provided in Cooperation with:

**Technische Universität Dresden, Institut für Wasserbau und technische Hydromechanik**

---

Verfügbar unter/Available at: <https://hdl.handle.net/20.500.11970/106305>

Vorgeschlagene Zitierweise/Suggested citation:

Günzl, Tobias (2019): Umbau Werftbecken Warnemünde. In: Technische Universität Dresden, Institut für Wasserbau und technische Hydromechanik (Hg.): Komplexe Planungsaufgaben im Wasserbau und ihre Lösungen. Dresdner Wasserbauliche Mitteilungen 62. Dresden: Technische Universität Dresden, Institut für Wasserbau und technische Hydromechanik. S. 141-152.

### **Standardnutzungsbedingungen/Terms of Use:**

Die Dokumente in HENRY stehen unter der Creative Commons Lizenz CC BY 4.0, sofern keine abweichenden Nutzungsbedingungen getroffen wurden. Damit ist sowohl die kommerzielle Nutzung als auch das Teilen, die Weiterbearbeitung und Speicherung erlaubt. Das Verwenden und das Bearbeiten stehen unter der Bedingung der Namensnennung. Im Einzelfall kann eine restriktivere Lizenz gelten; dann gelten abweichend von den obigen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

Documents in HENRY are made available under the Creative Commons License CC BY 4.0, if no other license is applicable. Under CC BY 4.0 commercial use and sharing, remixing, transforming, and building upon the material of the work is permitted. In some cases a different, more restrictive license may apply; if applicable the terms of the restrictive license will be binding.



## Umbau Werftbecken Warnemünde

Tobias Günzl

Das komplexeste und anspruchsvollste Hafenanbau-Vorhaben an der deutschen Ostseeküste.

Stichworte: Kreuzfahrt, Landstrom, Planfeststellungsverfahren, Altlastensanierung, Maritimes Gewerbegebiet

Warnemünde ist einer der bedeutendsten Kreuzfahrtstandorte im Ostseebereich und trägt signifikant zur Wertschöpfung durch den Kreuzfahrttourismus im Land MV bei. So leistet die Kreuzschifffahrt für Warnemünde einen erheblichen touristischen und wirtschaftlichen Beitrag und es gilt mit diesem Projekt diesen Standort zukunftssicher auszubauen.

Aktuell verfügt Warnemünde über 3 Liegeplätze geeignet für Schiffe mit ca. 5.000 PAX. Mit dem Projekt werden Kreuzfahrtliegeplätze mit zulässigen Schiffslängen von maximal 400 m geschaffen. Gleichzeitig werden mit diesem Projekt Multifunktions-Liegeplätze hergestellt die bspw. auch eine Endausstattung der derzeit auf den MV-Werften in Produktion befindlichen „Global Class“ mit Schiffslängen bis 342 m ermöglichen.

Ziel ist es, einen Ausbau der Liegeplätze bis 2022 zu realisieren. Vor diesem Hintergrund wird eine Industriebrache, welche historisch seit dem 19. Jahrhundert als Werftgelände genutzt wurde, mit diesem Projekt revitalisiert.

Mit dem Liegeplatz-Ausbau einhergehend ist weiterhin das Projektziel, ein maritimes Gewerbegebiet in diesem Bereich mit allen hochbau- und infrastrukturplanerischen Belangen anzuordnen. In Folge der historischen Nutzung sind bei der Projektentwicklung Themen der Altlastensanierung und Kampfmittelberäumung zu berücksichtigen.

Durch das Spannungsfeld zwischen touristischen, wirtschaftlichen und umweltrechtlichen Interessen sind umfangreiche Genehmigungsverfahren durchzuführen. Diese beinhalten zum Einen die Durchführung eines Planfeststellungsverfahrens für die maritime Entwicklung, zum Anderen die Durchführung eines überlagernden B-Plan-Verfahrens zur Definition der Gewerbeflächen. Beide

Verfahren sollen Ende 2019 abgeschlossen sein, so dass ein Baubeginn 2020 entsprechend ermöglicht wird.

INROS LACKNER ist Generalplaner in diesem anspruchsvollen Vorhaben und verantwortlich für technische Fragestellungen als auch für sämtliche Altlastensanierungs- und umweltrechtlichen Belange. Darüber hinaus erfordert ein solches Verfahren eine umfangreiche Öffentlichkeitsbeteiligung, welche aktiv durch INROS LACKNER und die Hansestadt Rostock gesteuert wird.

Zudem plant INROS LACKNER, zur Zukunftssicherung des Kreuzfahrtstandortes Warnemünde eine Landstromversorgung der Schiffe zu installieren; ein Vorhaben, welches quasi eine Kleinstadt per Stecker „zuschaltet“.

Der Vortrag stellt eines der komplexesten und anspruchsvollsten Hafengebäude-Vorhaben der deutschen Ostsee vor.



**Abbildung 1:** Visualisierung Umbau Werftbecken Warnemünde

Autor:

Tobias Günzl

INROS LACKNER SE  
Rosa-Luxemburg-Straße 16  
18055 Rostock

Tel.: +49 381 4567 569

Fax: +49 381 4567 559

E-Mail: [Tobias.Guenzl@inros-lackner.de](mailto:Tobias.Guenzl@inros-lackner.de)

# Wasserwirtschaftliche Planungen auf Basis der Veränderungsunsicherheiten durch den Klima- wandel

Marc Scheibel  
Paula Lorza  
Eleni Teneketzi

B3 Saal 2

Veränderungen und Verschiebungen im Niederschlagsregime und den Temperaturverhältnissen ergeben durch Ihre Dynamik und Unsicherheiten in der weiteren Entwicklung vor dem Hintergrund der Klimaveränderungen neue Herausforderungen sowohl für die Planung langfristiger als auch kurzfristiger Maßnahmen.

Dies gilt sowohl für die Thematik des Hochwasserschutzes und Hochwasservorsorge genau für die Wasserversorgungssicherheit in Trockenperioden.

Risikobewertungen müssen daher mit erweiterten Unsicherheiten zukünftiger Entwicklungen zur Planung durchgeführt werden. Als Grundlage stehen mittlerweile Ensembles für lange Zeiträume, dekadische Tendenzen, jahreszeitliche und unterjahreszeitliche Prognosen zur Verfügung. Die Unsicherheiten, Qualität und Prognosefähigkeit der einzelnen Produkte sind höchst unterschiedlich. Vielfach sind die Produkte noch Ergebnis von Forschungsprojekten und daher noch nicht (oder in der benötigten Auflösung) operativ verfügbar.

Der Beitrag soll einen Überblick über die Erfahrungen des Wupperverbandes in der Nutzung der unterschiedlichen Datensätze geben und welche Schlüsse daraus gezogen wurden.

Stichworte: Klimaveränderungen, Prognosen, Unsicherheiten

## 1 Einleitung

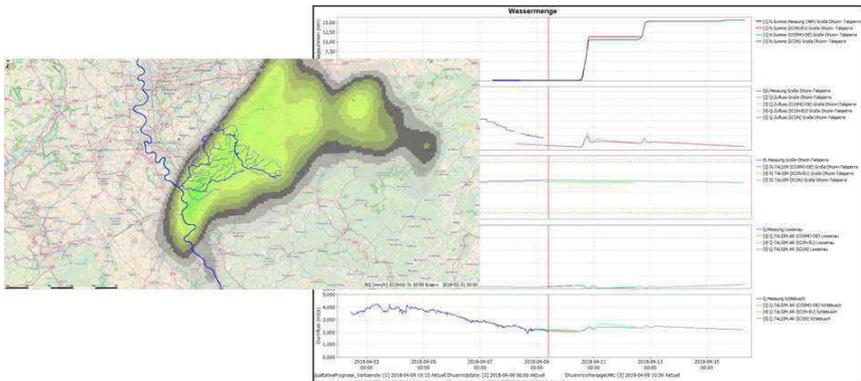
Wasserbauliche Anlagen sind aufgrund ihrer zumeist auf mehrere Dekaden ausgelegten Abschreibungs- und Betriebsdauern für die Zukunft auszulegen (zu bemessen). Sie müssen, um einen ordnungsgemäßen und den Zielen verpflichteten Betrieb zu gewährleisten, während dieser langen Zeiträume regelmäßig auf Zustand, veränderte Randbedingungen und Nutzungsansprüchen überprüft werden. Oftmals ergeben sich daraus auch Anpassungserfordernisse, welche Maßnahmen in Bau und Betrieb nach sich ziehen.

Damit die Anlagen möglichst resilient gegenüber sich ändernden Stresssituationen sind, ist es notwendig bereits in der Planung Unsicherheiten in der Entwicklung der Einwirkgrößen zu berücksichtigen, damit betriebliche Anpassungen später leichter möglich werden.

Die Bemessungsgrößen werden dann nicht mehr nur durch statistische Auswertungen von historischen Daten und eventuell daraus abzuleitender Trends ermittelt, sondern auch mit Szenarien möglicher zukünftiger Entwicklungen der Einflussgrößen verglichen. Dies geschieht z.B. in der Auslegung von Wasserversorgungssystemen oder Abwasserbehandlungsanlagen durch die Berücksichtigung von Schätzungen zur Entwicklung des Wasserverbrauchs und der Einwohnerzahl bereits seit Jahrzehnten. Ergänzend kommen aber nun auch die klimatologischen Entwicklungen durch Prognoserechnungen hinzu. Mittlerweile sind klimatologische Kenngrößen aus regionalen und globalen Zirkulationsmodellen für jeden verfügbar.

## 2 Verfügbare Prognosedaten und deren Verwendung

Je nach Anwendung und korrelierter Reaktionszeit sind unterschiedliche Produkte zu nutzen.

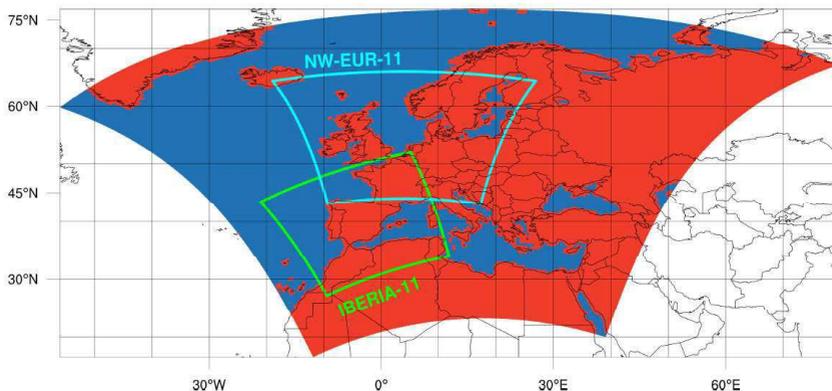


**Abbildung 1:** Links: Nowcast Produkt des DWD (RQ) und rechts Vorhersagen für die nächsten 1, 3 und 7 Tage (Bildquelle: Wupperverband 2019)

Die Prognosen reichen vom so genannten Nowcast bis zu den RCP-Szenarien (Representative Concentration Pathways) als Klimaszenarien. Während die Zeiträume des Nowcast (aktuell um die 2 Stunden), über die mittelfristigen (bis zu 2 Wochen), sub-seasonal und seasonal (3-6 Monate) Vorhersagen für den Betrieb von Anlagen von Bedeutung sind (siehe Abbildung 1), können die dekadischen

(10 Jahre) bis zu den RCP-Szenarien (bis zu 100 Jahre) auch für die langjährige Planung und den (Um)Bau von Anlagen herangezogen werden.

Die Daten sind aber in unterschiedlichen (zeitlichen und räumlichen) Auflösungen und verschiedenen Projektionen, das heißt Rastern (teilweise auch rotiert und nicht als kartesisches also orthogonales System – siehe Abbildung 2:) verfügbar. Ohne ein entsprechendes Preprocessing können die Daten nicht für die jeweiligen Ansprüche vor Ort verwendet werden.



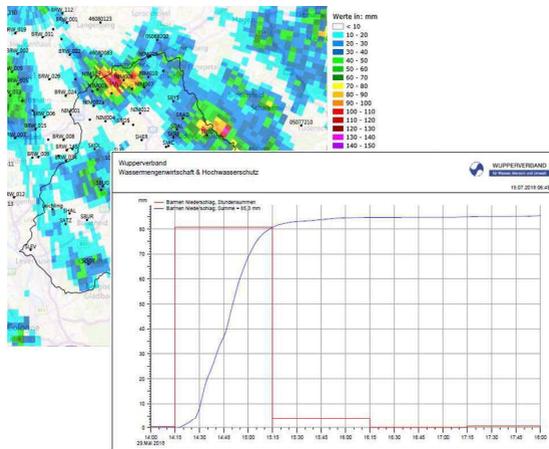
**Abbildung 2:** BINGO: Teilbereiche von MiKlip decadal predictions (2015-2024). Farbige ist das abgedeckte Gesamtgebiet der MiKlip 0.44° Regionalisierung dargestellt. Die für das BINGO Projekt ausgeschnittenen Teilbereiche sind IBERIA-T1 (grün) und NW-EUR-11 (cyan). (Bildquelle: Rust, H. et al. 2018)

Neben dem zeitlichen Horizont (Zeitpunkt der Verfügbarkeit und Prognosezeitraum) spielt die räumliche Auflösung der verfügbaren Daten für die Eignung der Verwendung eine große Rolle.

## 2.1 Anforderungen für Hochwasser- und Starkregen

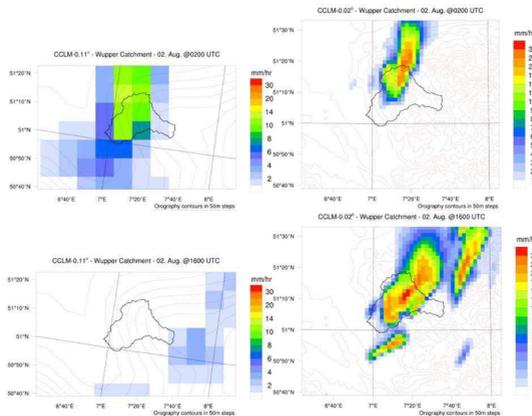
Je nach Einzugsgebietsgröße und entsprechenden Abflusskonzentrationszeiten müssen die klimatologischen Parameter aufgelöst sein.

Bei kleinen zu betrachtenden Einzugsgebieten (im Wuppergebiet oft nur wenige Quadratkilometer groß) sind entsprechend kurze Reaktionszeiten zu berücksichtigen. Typische Starkregen mit entsprechenden Auswirkungen sind jene mit einer Dauerstufe von 1 Stunde. Solche Ereignisse, wie z.B. im Mai 2018 (siehe Abbildung 3:)



**Abbildung 3:** Radar- und Stations-Stundensumme vom 29.05.2018 (Bildquelle: Wuppervorland 2018)

Entsprechend den kleinräumigen Strukturen und der hohen zeitlichen Diskretisierung der Effekte sind Produkte z.B. mit einer Auflösung von 12 km ( $0,11^\circ$ ) und Tageswerten für den Niederschlag (wie EURO-CORDEX) hier weder für die Vorhersage der nächsten Tage und Stunden, noch für die Begründung und Planung von Maßnahmen geeignet. Es wird ein entsprechendes Downscaling auf einen Maßstab benötigt, der konvektive Effekte ausreichend abbildet (siehe Abbildung 4.).



**Abbildung 4:** Vergleich zweier Ereignisse mit (rechts) und ohne Downscaling (links) (Bildquelle: FU Berlin 2018)

Da für eine Rasterzelle der Mittelwert der jeweiligen Rasterfläche aus den numerischen Wettermodellen ausgegeben wird, „vergleichmäßigen“ sich kleine räumliche Strukturen und Maximalwerte werden „geglättet“. Lokale Starkregenereignisse können somit nicht in den Originaldaten abgebildet werden. Für sehr große (Fluss)Einzugsgebiete und advective Ereignisse kann die Auflösung aber ausreichend sein.

Nicht verwendbar ist bei lokal sehr begrenzt auftretenden Starkregen, welche z.B. zu wild abfließendem Oberflächenabfluss führen, auch die klassische auf einen Punkt (oder Gewässerlinie) bezogene Statistik. So begegnen wir dem Phänomen, dass oft innerhalb von Wochen oder sogar Tagen der Öffentlichkeit das Auftreten eines „mehrfach hundertjährigen“ Ereignisses kommuniziert wird.

Die Über- und Unterschreitungshäufigkeiten eines Abfluss an einem Pegel haben immer denselben Ortsbezug und sind nur aufgrund der zur Verfügung stehenden Stichprobe eingeschränkt. Räumliche Einheiten wie eine Stadt oder ein Landkreis sind schon zu groß um hier einen Vergleich einzelner Rasterzellen ansetzen zu können, die den Bezug zu einer Station mit der Auffanggröße von 220 cm<sup>2</sup> haben. Somit ist es auch schwierig Größenordnungen für zukünftige Trends rein über mm oder l/m<sup>2</sup> abzubilden ohne den jeweiligen Impact zu betrachten. Es bedarf hier also erweiterter Verfahren zur Abschätzung der Effekte durch Klimaänderungen.

## 2.2 Trockenzeiten und -perioden

Trockenperioden beschäftigen die Wasserwirtschaft in Ihrer Auswirkung in der Dauer von Tagen, Wochen und Monaten.

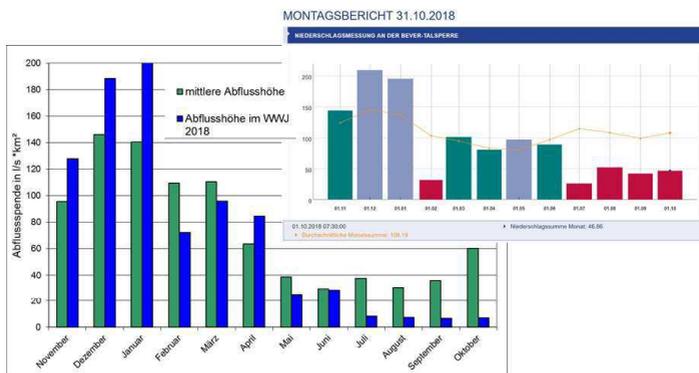


Abbildung 5: Auswirkungen der Unterjährlichen Verschiebungen des Niederschlagsgeschehens auf den Abfluss (Bildquelle: Wupperverband 2018)

In Abbildung 5: kann man am Beispiel des Wasserwirtschaftsjahres 2018 gut erkennen, welche Trends in den letzten Jahren im Niederschlags- und somit auch Abflussgeschehen prägend sind: durch die ausgeprägten Trockenperioden und das Niederschlagsdargebot im Sommer als heftiger und kurzer Starkregen reduzieren sich die Abflüsse stark, was für z.B. den Betrieb der Talsperren eine hohe Stresssituation erzeugt, welche Niedrigwasseraufhöhung und Trinkwasserversorgung gewährleisten sollen. Sehr gut kann man das am Mai 2018 festmachen, der durch das Extremereignis zwar für den Monat in Summe eine mittlere Größe erreicht hat, aber der Abfluss im niedrigen Bereich liegt.

Die aktuell aus den Regionalmodellen verfügbare zeitliche (und auch räumliche) Auflösung ist für diese Fragestellung also unkritischer bzw. nicht so sensitiv für die Ergebnisse. Die Auswirkungen auf Grundwasserkörper oder Talsperren sind langsamere Prozesse und räumliche und zeitliche Mittelwerte in der vorliegenden Diskretisierung ausreichend.

Für die Vorwarnung von kritischen Ereignissen ist somit nicht die Kurzfristigkeit des Auftretens (wie bei Starkregen) das Problem, sondern der benötigte längere Blick in die Zukunft. Mit der Verlängerung der Vorhersagen von mehreren Tagen auf Prognosen für mehrere Monate steigt auch die Unsicherheit der Aussagen. So wird der Vorteil der längeren Reaktionszeit teilweise wieder aufgehoben.

Auch für die Planung von zukünftigen Maßnahmen sind die Unsicherheiten ausschlaggebend. Ensembleberechnungen werden zunehmend wichtiger um die Streubreite der möglichen Entwicklungen abzubilden. Im Gegensatz zum deterministischen Ansatz wird die Unsicherheit somit transparent. Für den Anwendungsfall „Trockenheit“ sind also auch besondere Ansätze zu ermitteln um Trends für Vorwarnung und Planung zu ermitteln.

### **3 Ergebnisse in der Anwendung**

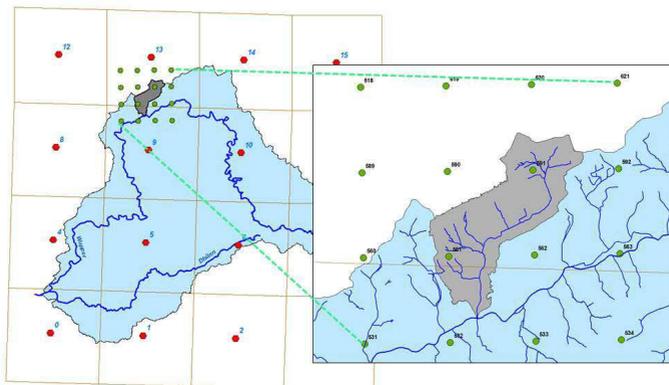
Die Erfahrungen bei der Anwendung der Daten beim Wupperverband werden im Folgenden beispielhaft dargestellt. Diese sind jedoch repräsentativ für das Einzugsgebiet, aber nicht immer übertragbar auf andere Gebiete (in Abhängigkeit von der Vergleichbarkeit der Charakteristik anderer Einzugsgebiete).

#### **3.1 Erfahrungen für Hochwasser- und Starkregen**

Die Daten finden Eingang beim Wupperverband in Wasserbilanzmodelle, die für historische Daten im Regelfall (für die Dauer der Verfügbarkeit von bis zu 55 Jahren) im 15 Minuten Zeitschritt mit verschiedenen Stationen gerechnet werden oder mittlerweile mit hochaufgelösten und angeichteten Radardaten (17

Jahre verfügbar). Die Modelle sind an Pegeln geeicht und bilden dementsprechend gut das Abflussgeschehen im Einzugsgebiet ab.

Bei der hydrologischen Modellierung zeigt sich der erwartete Effekt wie bei den Eingangsdaten: kleinräumige Starkregenereignisse werden vergleichmäßigt, da die Einzugsgebiete klein sind. Erst der Datensatz mit Downscaling zeigt ein realistisches Abflussverhalten bei Starkregen. Ein Beispiel zum Vergleich der Skalierungen zeigt Abbildung 6:



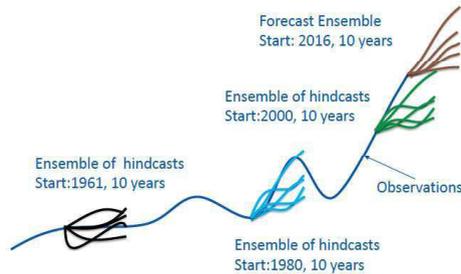
**Abbildung 6:** Rasterauflösung (Mittelpunkte) für die 12 km Auflösung (rot) und die 2,2 km (grün) mit Modellbach (Bildquelle: Wupperverband 2018)

### 3.2 Erfahrungen mit Trockenzeiten und -perioden

Relevante Trockenperioden sind für den Wupperverband wie beschrieben im Bereich von mehreren Monaten angesiedelt. Trockenfallende (Haupt)Gewässer sind im Bergischen Land aufgrund der im Mittel hohen Niederschlagsmengen (Jahresmittel im oberen Gebiet ca. 1.400 mm) eher selten. In extremen Sommer wie dem letzten von 2018 kann es an allerdings auch dazu kommen. Im Bereich Bergisch-Gladbach / Köln existiert lediglich ein Gewässer, welches im Unterlauf sogar im Regelfall versickert.

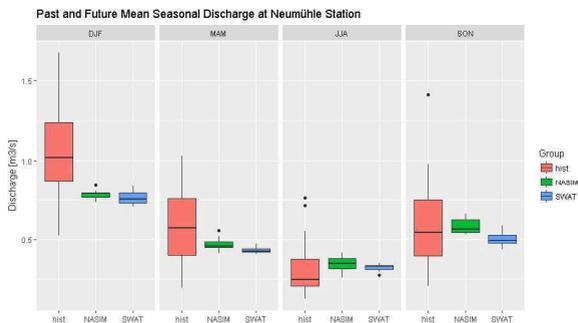
In den letzten Jahren hat sich der Wupperverband aufgrund der Verschiebungen im Niederschlagsgeschehen (siehe 2.2) und den entsprechenden Auswirkungen, vor allem im Hinblick auf die Versorgungssicherheit mit Trink- und Brauchwasser, intensiver mit den Möglichkeiten der Prognosen beschäftigt. Hierbei konnten Erfahrungen im Umgang mit saisonalen und dekadischen Prognosen gesammelt werden.

Für die Simulation der dekadischen Prognosen wurden Daten aus dem MiKlip (<https://www.fona-miklip.de/>) Projekt von der FU Berlin mit Bias und Downscaling Verfahren für den Wupperverband und andere Partner im Forschungsprojekt BINGO (<http://projectbingo.eu/>) aufbereitet und bereitgestellt. Aktuell erfolgen die Berechnungen 1mal pro Jahr durch den DWD.



**Abbildung 7:** Systemskizze der dekadischen Prognosen mit den existierenden Hindcast-Rechenläufen (Bildquelle: FU Berlin 2017)

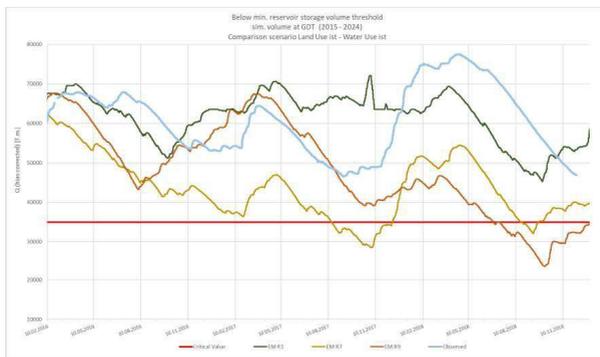
In der Modellierung hat sich gezeigt, wie sensitiv die Daten auf Bias-Korrekturen reagieren (die Auflösung war hier wie beschrieben und dank dem Downscaling hier kein Problem). Berechnet wurden die 10 vorhandenen Ensemble-Member – die Abweichung der akkumulierten Abflüsse über die 10 Jahre der einzelnen Member waren mit 15 % relativ gering. Die Varianz auch im Vergleich zu den historischen Aufzeichnungen zeigt



**Abbildung 8:** Vergleich historischer mittlerer Zuflüsse (MQ) und mit 2 verschiedenen Modellen aus dekadischen Prognosen berechneter Zuflüsse. Die Varianz ergibt sich aus den 10 Membern des Ensembles (Bildquelle: IWW 2018)

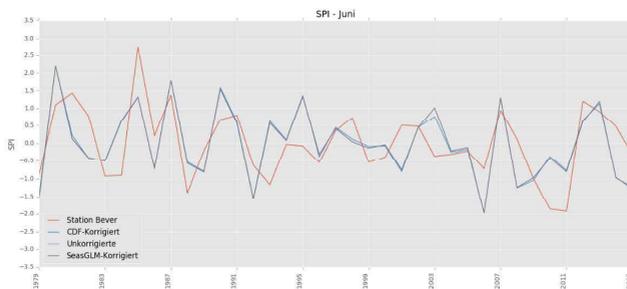
Aus den Berechnungen lassen sich Trends für die betrachtete Dekade gegenüber dem Referenzzeitraum erkennen: signifikant sind diese vor Allem für die Jah-

reszeit DJF und MAM, welche für die Bewirtschaftung der Talsperren aber entscheidend sind. Die Monate DJF sind die Monate in denen die Talsperren gefüllt werden und MAM in denen die sich die Schichtung einstellt und die Abgaben beginnen. Beide Perioden sind von der Tendenz sehr. bzw. trocken gegenüber dem Referenzzeitraum. Dies zeigt sich auch in der Simulation des Speicherinhaltes siehe Abbildung 9:



**Abbildung 9:** Simulierter (trockenster, mittlere und nassester Member) Speicherinhalt und beobachteter (hellblau) (Bildquelle: Wupperverband 2018)

Aus dem Wissen, dass die Bias Korrekturen sehr sensitiv und Prognosen mit Unsicherheiten behaftet sind, wuchs die Erkenntnis mit Indizes zu arbeiten. Diese sind äußerst stabil gegenüber Bias Fehlern, aufgrund des relativen Vergleiches innerhalb des jeweiligen Datensatzes (siehe Abbildung 10:).



**Abbildung 10:** Vergleich des SPI errechnet aus „Rohdaten“, Bias-korrigierten und beobachteten Daten (Bildquelle: Wupperverband 2017)

Aktuell laufen daher Untersuchungen kritische historische Situation in Korrelation zu Indizes wie den SPI (Standard precipitation index) oder SPEI (Standard precipitation evaporation index) zu setzen.

## 4 Fazit

Eine Berücksichtigung der Prognosedaten für die Maßnahmenplanung in der Wasserwirtschaft erfordert einen engen Dialog zwischen Fachleuten aus den Bereichen der Hydrologie und Meteorologie. Ein gegenseitiges Verständnis für die Anforderungen der Wasserwirtschaft einerseits und der realistischen Aussagefähigkeit der numerischen Wettermodellierung andererseits eröffnet jedoch Möglichkeiten Unsicherheiten mit den möglichen Planungsvarianten zu kombinieren.

Reine kontinuierliche Simulationen der Zukunftsszenarien reichen aufgrund der Unsicherheiten und Prognosefähigkeit der Daten nicht aus. Vergleichende Indikatoren müssen daher gefunden werden, die sowohl das bekannte (da erlebte) historische Risiko beschreiben, als auch die stabil zukünftige mittel- wie langfristige Tendenzen abbilden.

Der rein deterministische Ansatz muss damit jedoch verlassen werden zugunsten eines probabilistischen - was allerdings auch zu einem Umdenken in der Kommunikation der Ergebnisse und dynamischeren Grenzwerten und Betriebsregeln führen muss.

Hier liegen aber wesentliche Chancen auf kommende Entwicklungen besser vorbereitet zu sein und mehr zu agieren, als nur reagieren zu können.

## 5 Literatur

Rust, H. et al. (2018): DECO - A plug-in for data extraction and conversion developed within and for BINGO, BINGO Publikationen, Berlin, Version 14. Juni 2018

Autoren:

Marc Scheibel

Paula Lorza  
Eleni Teneketzi

Wupperverband  
Wassermengenwirtschaft & Hochwasser-  
schutz

Wupperverband  
Wassermengenwirtschaft & Hochwasser-  
schutz

Untere Lichtenplatzer Straße 100  
42289 Wuppertal

Untere Lichtenplatzer Straße 100  
42289 Wuppertal

Tel.: +49 202 583-246  
E-Mail: [schei@wupperverband.de](mailto:schei@wupperverband.de)

Tel.: +49 202 583-333  
E-Mail: [pla@wupperverband.de](mailto:pla@wupperverband.de)  
Tel.: +49 202 583-210  
E-Mail: [eti@wupperverband.de](mailto:eti@wupperverband.de)