

ATV-DVWK-GEWÄSSERGÜTEMODELL – EIN WERKZEUG FÜR DIE FLUSSGEBIETSPLANUNG

Dipl.-Umw.Wiss. Dipl.-Ing. Ekkehard Christoffels *)

Zusammenfassung: Das ATV-DVWK-Gewässergütemodell kann für ein breites Spektrum wasserwirtschaftlicher Planungsaufgaben eingesetzt werden. Die Anwendungsgebiete reichen von der Daten- und Systemanalyse, der Variantenuntersuchung bei Gewässerschutzplanungen bis zum operationellen Einsatz von Alarmplänen. Am Beispiel der Erft werden die Ergebnisse der Gewässergütesimulation zur Analyse des Istzustands und Prognosen zur künftigen Entwicklung der Gewässerbeschaffenheit vorgestellt.

1 EINLEITUNG

Im Zuge der fortschreitenden Verbesserung der Gewässerbeschaffenheit der Fließgewässer verlieren Punktquellen vielfach ihre Bedeutung als alleinig güteprägende Einflussgrößen. Die Gewässerbeschaffenheit wird verstärkt durch eine Vielzahl ähnlich bedeutsamer Faktoren aus dem Einzugsgebiet beeinflusst. Auch treten neben den äußeren Einflussnahmen die Wechselwirkungen im Gewässer (abiotische Faktoren – typspezifische Gewässerökologie) stärker in den Vordergrund. Das Erkennen und Quantifizieren der Auswirkungen von wasserwirtschaftlichen Maßnahmen wird durch die Vielzahl relevanter Faktoren innerhalb eines komplexen Systems erschwert. Dennoch sind pragmatische Instrumente für prognostische Aussagen gefragt, um aufgrund vorgegebener Gewässerschutzziele den Handlungsbedarf zu erkennen und die Auswirkungen von Maßnahmen und Eingriffen zu erfassen [1], [2].

Ein effizientes Instrument zur Unterstützung wasserwirtschaftlicher Planungsaufgaben stellt das ATV-DVWK-Gewässergütemodell dar. Es handelt sich hierbei um ein Modell zur Simulation der Gewässergüte für Fließgewässer, welches in Form eines EDV-Programms realisiert ist.

Der damalige ATV-Fachausschuss 2.2 „Modellrechnen in der Gewässergütewirtschaft“ hat 1986 in einem Arbeitsbericht den Stand der Gewässergütemodellierung zusammengefasst [3]. Dieser Bericht legt dar, dass bereits zu jenem Zeitpunkt Gewässergütemodelle Bedeutung hatten. Es handelte sich im Wesentlichen um Gewässergütemodelle, die für spezifische Fragestellungen eingesetzt wurden. Beispiele sind Modelle zur Berechnung der Wärmelast und Sauerstoffhaushaltsmodelle. Um den damaligen Kenntnisstand der Gütemodellierung in einem Modell zu vereinen, rief der ATV-Fachausschuss eine Arbeitsgruppe ins Leben. Diese Arbeitsgruppe (ATV-AG 2.2.3) hatte unter dem Titel „Erstellen eines allgemein verfügbaren Gewässergütemodells“ die Zielvorgabe, die bestehenden Modelle zu einem Gütemodell zusammenzuführen. Die Arbeitsgruppe kam zu dem Ergebnis, dass mit dem Anspruch, ein allgemein verfügbares Gewässergütemodell bereit zu stellen, die Entwicklung eines vollständig neuen Gütemodells verbunden war.

*) Erftverband, Paffendorfer Weg 42, 50 126 Bergheim
e-mail: ekkehard.christoffels@erftverband.de

1991 wurde deshalb ein Verbundforschungsvorhaben, gefördert vom damaligen Bundesministerium für Forschung und Technologie, ins Leben gerufen. Mitwirkende in diesem Verbund waren einerseits die Abwassertechnische Vereinigung, vertreten durch die Arbeitsgruppe 2.2.3, das Institut für Siedlungswasserwirtschaft der Universität Karlsruhe und der Erftverband. Der Erftverband ist seinerzeit mit der Aufgabe hinzugezogen worden, das Gütemodell am Fallbeispiel der Erft zu testen. Die Erft ist durch eine Vielzahl von, teilweise konflikträchtigen, Nutzungen geprägt. Mit der Anwendung des Gütemodells an der Erft, bereits in der Entwicklungsphase des Instruments, sollte die Übertragbarkeit für den allgemeinen Anwendungsfall gewährleistet werden.

Das ATV-DVWK-Gewässergütemodell wurde 1997 erstmals der Fachwelt vorgestellt. Innerhalb der Arbeitsgruppe haben an der Erstellung des ATV-DVWK-Gewässergütemodells folgende Einrichtungen mitgewirkt:

- Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft, München;
- Bundesanstalt für Gewässerkunde, Koblenz;
- Erftverband, Bergheim;
- Lippeverband, Essen.

Für spezifische Fragestellungen hat die Arbeitsgruppe externen Sachverstand hinzugezogen:

- Technische Universität München, Institut für Meteorologie;
(Beratung bei der Entwicklung des Strahlungsbausteins)
- Universität Regensburg, Institut für Physik;
(Verfahren zur Populationsanalyse von Algen)
- Technische Universität Hamburg-Harburg, Arbeitsbereich Umweltschutztechnik;
(Unterstützung bei der Entwicklung des Schwermetallbausteins)
- Forschungszentrum für Umwelt und Gesundheit (GSF), Geesthacht.
(Verhalten der organischen Einzelsubstanzen)

Das ATV-DVWK-Gewässergütemodell ist bislang unter dem Betriebssystem DOS konzipiert. Die hierzu notwendige dv-technische Umsetzung hat die Beratungsgesellschaft für Angewandte Mathematik an der Technischen Universität München vorgenommen. Eine Anpassung an ein aktuelles und zukunftsfähiges Betriebssystem ist dringend erforderlich und soll in Kürze zur Verfügung stehen.

Das ATV-DVWK-Gewässergütemodell wird für ein breites Spektrum wasserwirtschaftlicher Planungsaufgaben eingesetzt. Die Anwendungsgebiete reichen von der Daten- und Systemanalyse, der Variantenuntersuchung bei Gewässerschutzplanungen bis zum operationellen Einsatz von Alarmplänen.

2 STRUKTUR DES ATV-DVWK-GEWÄSSERGÜTEMODELLS

Aufbauend auf dem Baustein Wasserabfluss sind Berechnungen mit 17 Modellbausteinen möglich (Tabelle 1). Die modulare Struktur des Modells ermöglicht es dem Anwender, zu Beginn der Berechnungen ein einfaches Modellkonzept mit wenigen Bausteinen zu entwerfen. Dieses kann sukzessive durch Hinzunehmen von weiteren Bausteinen zu einer komplexen Anwendung ausgebaut werden. Derzeit wird als weiterer Baustein ein Hygiene-Modul entwickelt.

Tab. 1: Bausteinübersicht [4] [5]

Nr.	Bausteinbezeichnung
0	Wasserabfluss
1	Strahlung
2	Wassertemperatur
3	Konservative Substanzen, Tracer
4	BSB/CSB
5	Phosphor
6	Stickstoffverbindungen
7	Silikat
8	Kieselalgen
9	Grünalgen
10	Konsumenten I
11	Konsumenten II
12	Besiedlung des Flussbetts, Austausch mit dem Sediment
13	Schwebstoffe
14	Sauerstoff
15	pH-Wert
16	Schwermetalle
17	Organische Einzelsubstanzen

Vielfach wird als Hemmnis bei der Anwendung eines Gewässergütemodells der erforderliche Datenumfang genannt. Hierbei ist zwischen dem Datenumfang und dem Aufwand zur Datenbeschaffung zu unterscheiden. Der Datenumfang ist nur begrenzt beeinflussbar. Der Aufwand zur Datenbeschaffung und zur Bereitstellung der Daten kann jedoch deutlich reduziert werden. Bei der Erstellung des ATV-DVWK-Gewässergütemodells wurden erhebliche Anstrengungen zur Minimierung des Aufwands für den Modellanwender unternommen. Die manuelle Dateneingabe

über die Benutzeroberfläche beschränkt sich auf das Nötigste. Lediglich Steuergrößen und Einzelwerte werden im Dialog dem ATV-DVWK-Gewässergütemodell zugewiesen. Der weitaus größte Anteil der Daten, wie beispielsweise die Massendaten aus der Quergeometrie, wird über definierte Schnittstellen als externe Dateien mit dem Modell verknüpft. Weiterhin stellt das Modell allgemeingültige Daten als Datenvorgaben und Datenempfehlungen für die jeweiligen Anwendungsfälle zur Verfügung. Diese vom Modell bereit gestellten Daten sind wahlweise durch eigene Angaben des Anwenders ersetzbar.

Die Längsgeometrie des Fließgewässersystems kann im ATV-DVWK-Gewässergütemodell direkt am Bildschirm, unterstützt durch einen kartografischen Hintergrund des Bearbeitungsgebiets (Gebietsmaske), als Polygon eingegeben werden (Bild 1). Sämtliche charakteristische Merkmale eines Fließgewässers, wie punktförmige und linienförmige Einleitungen, Verzweigungen und Zusammenflüsse, Stauhaltungen und Vegetationsabschnitte werden grafisch auf der Gebietsmaske dargestellt. Die zugehörigen zahlenmäßigen Angaben können aus der Gebietsmaske per Knopfdruck abgerufen werden.

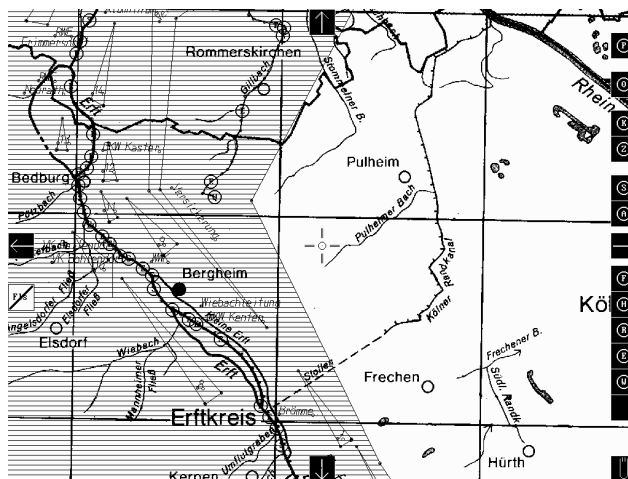


Bild 1: Gebietsmaske im ATV-DVWK-Gewässergütemodell am Beispiel der Erft (auszugsweise)

3 EINZUGSGEBIET DER ERFT

Die Erft verläuft im Westen Nordrhein-Westfalens in Hauptrichtung von Süden nach Norden über eine Fließstrecke von 110 km (Bild 2). Die Quellregion befindet sich oberhalb der Stadt Bad Münstereifel nahe bei Bonn. Der Wasserabfluss an der Mündung in den Rhein beträgt etwa 10 m³/s. Das Einzugsgebiet der Erft umfasst 1800 km². Die Beschaffenheit der Erft entspricht im Großteil ihres Verlaufs der Gewässergüteklasse II - III. Im Mittellauf der Erft werden große Mengen Grundwasser, sogenanntes Sumpfungswasser, zur Trockenhaltung der linksrheinisch, im Großraum Köln, gelegenen Braunkohlentagebaue eingeleitet. Allein ¼ des Wasserabflusses der Erft stammt aus Sumpfwassereinleitungen. Sie prägen die Stoffkonzentrationen und die Was-

sertemperaturen der Erft im Mittel- und Unterlauf. Durch die Verlagerung der Braunkohlentagebaue ist in mittlerer Zukunft mit einer deutlichen Verringerung der Sumpfwassereinleitungen in die Erft zu rechnen. Andere Einflussgrößen werden für die Gewässerbeschaffenheit an Bedeutung gewinnen. An praktischen Beispielen aus dem Flussgebiet Erft werden Ergebnisse der Gewässergütesimulation zur Analyse des Istzustands (Wassertemperatur, Sauerstoff, Einfluss von Abwassereinleitungen) und Ergebnisse zur künftigen Entwicklung der Gewässerbeschaffenheit (Stickstoff, Beschattung) vorgestellt.

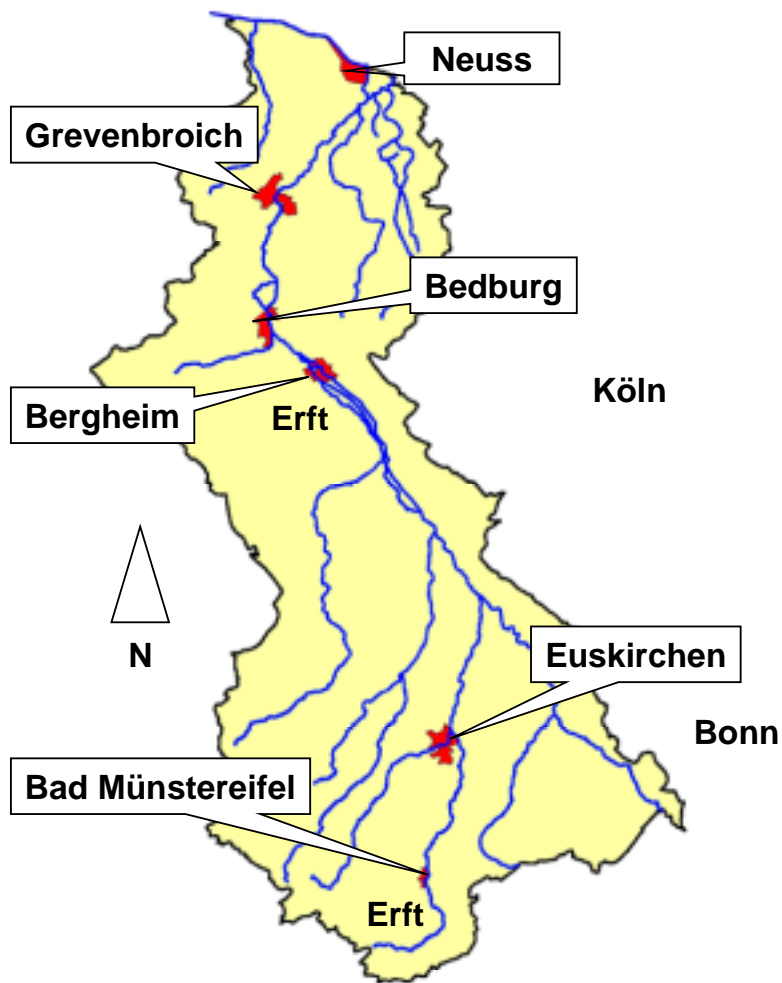


Bild 2: Einzugsgebiet der Erft

4 ERGEBNISSE

4.1 Plausibilitätskontrolle

Im Einzugsgebiet der Erft sind sechs Gewässergütemessstationen zur ständigen Überwachung der Wasserbeschaffenheit in Betrieb [6], [7]. Ebenso werden an mehreren Pegeln entlang der Erft kontinuierlich die Wasserstände aufgezeichnet. Mit Hilfe dieser Messdaten ist eine optimale Plausibilitätskontrolle der Simulationsergebnisse des ATV-DVWK-Gewässergütemodells möglich. Am Beispiel der Wassertemperaturen wird im Vergleich der gemessenen Werte und der berechneten Ergebnisse für die Erft eine gute Übereinstimmung sowohl im Temperaturniveau als auch im Tagesgang dokumentiert (Bild 3). Dies ist insofern von Bedeutung, da fast alle Prozesse im Gewässer temperaturabhängig sind.

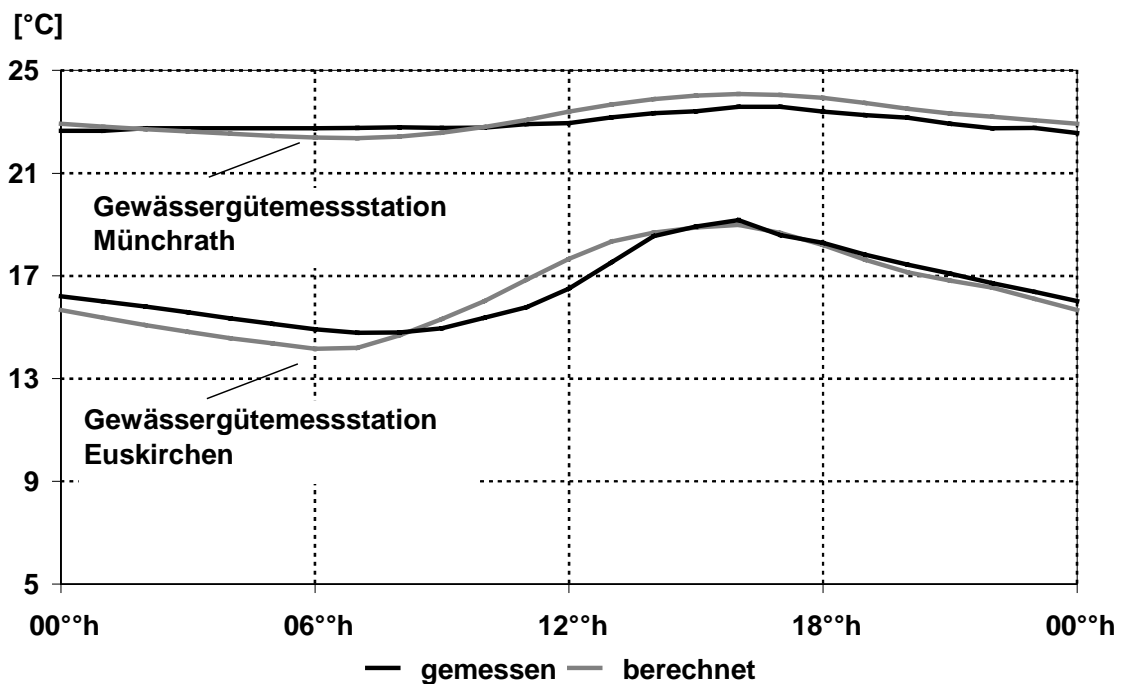


Bild 3: Messdaten und Berechnungsergebnisse der Wassertemperaturen der Erft im Oberlauf bei Euskirchen und im Unterlauf bei Münchrath für den 14.08.1997

4.2 Status Quo

Bereits die Simulation der bestehenden Verhältnisse bietet, gestützt durch Messungen, einen enormen Kenntnissgewinn. Ergebnisse werden in frei wählbaren Orts- und Zeitschritten in einer Dichte verfügbar, wie sie im Rahmen eines Messprogramms wegen des Aufwands unmöglich erreichbar ist [8]. Insofern lassen sich Messkampagnen auf ein notwendiges Maß reduzieren (Einsparpotenzial). Außerdem werden Ergebnisse für Zeiträume verfügbar, die durch Messungen in der Regel nicht abgedeckt werden können (z.B. Nachtprobenahmen).

Beispiel: Wassertemperatur

Die Ergebnisse der Gütesimulation für die heutigen Verhältnisse zeigen am Beispiel der Wassertemperaturen, dass die Erft im Oberlauf einen, typisch für einen Gewässerabschnitt mit geringem Wasserabfluss, deutlichen Tagesgang besitzt (Bild 4). Die Wassertemperaturen werden auf Grund des geringen Wasservolumens in starkem Maße von den vorherrschenden Umgebungstemperaturen bestimmt. In den Sommermonaten wird der ausgeprägte Tagesgang im Oberlauf der Erft durch ein Nebengewässer, den Veybach, deutlich gedämpft. Ursache hierfür ist ein konstant kühler Grundwasserzufluss, der das Temperaturniveau des Veybachs bestimmt und auch das Hauptgewässer Erft beeinflusst. Im Mittellauf der Erft kann der Tagesgang der Wassertemperaturen an sehr warmen Sommertagen durch die Sumpfwassereinleitungen, die einen sehr ausgeglichenen Temperaturverlauf auf hohem Niveau ($24,5\text{ °C} \pm 0,5\text{ °C}$) besitzen, zur Nachtzeit angehoben und tagsüber gemindert werden [9].

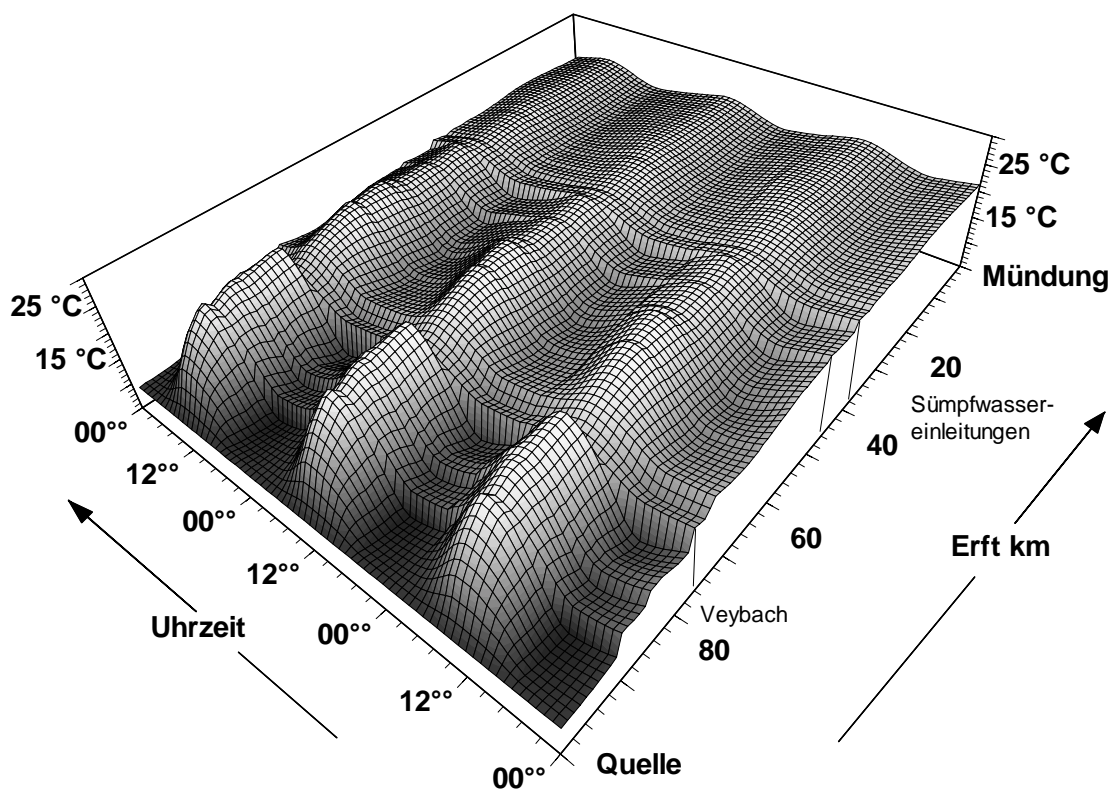


Bild 4: Wassertemperaturen der Erft im Sommer 2000 - Ergebnis der Gütesimulation

Beispiel: Sauerstoff

Wegen der Hebung des Sumpfungswassers aus sehr tiefen Schichten ist das Wasser nicht nur warm, sondern auch sauerstoffarm. Vor der Einleitung des Sumpfungswassers wird deshalb die bedeutendste Sumpfwassereinleitung mit atmosphärischem Sauerstoff angereichert. Dennoch sind die Auswirkungen der sauerstoffarmen Sumpfwassereinleitungen in der Erft feststellbar

(Bild 5). Besonderes Augenmerk verdienen hier die Sommermonate, da wegen der höheren Wassertemperaturen das Sauerstoffbindevermögen geringer ist. Neben den jahreszeitlichen Effekten weisen die Simulationsberechnungen für den Sauerstoffgehalt der Erft auf einen ausgeprägten Tagesgang hin (Minimum 6°h / Maximum 16°h). Tagsüber prägt der phylogene Eintrag den Sauerstoffgehalt der Erft. In den Nachtstunden dominiert der Sauerstoffverbrauch durch Respiration. Im Unterlauf der Erft wird der Wasserstand durch mehrere überströmte Wehre geregelt. Mit Hilfe der Modellberechnungen werden lokale Effekte auf den Sauerstoffgehalt, herrührend aus dem Überströmen der Wehranlagen, deutlich. Zu den Tageszeiten des Sauerstoffminimums (6°h) bewirkt ein Wehrüberfall den Eintrag von Sauerstoff. Bei Sauerstoffübersättigung (16°h) führt ein Wehrüberfall zu einem Sauerstoffaustrag.

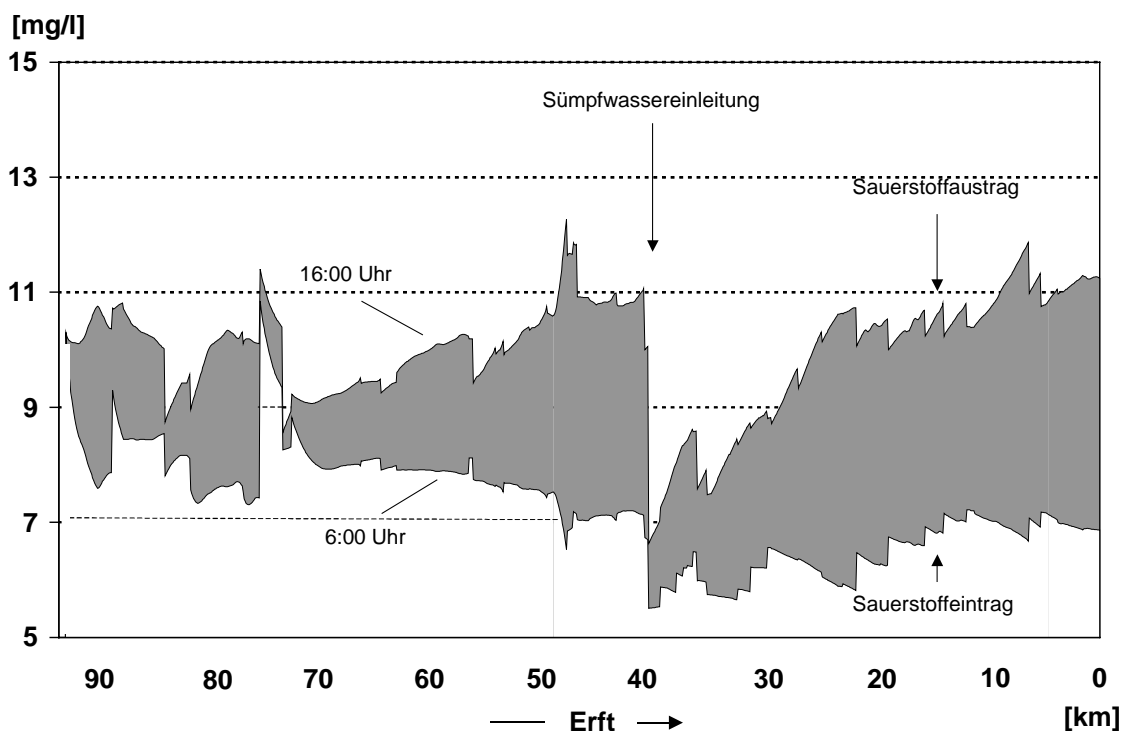
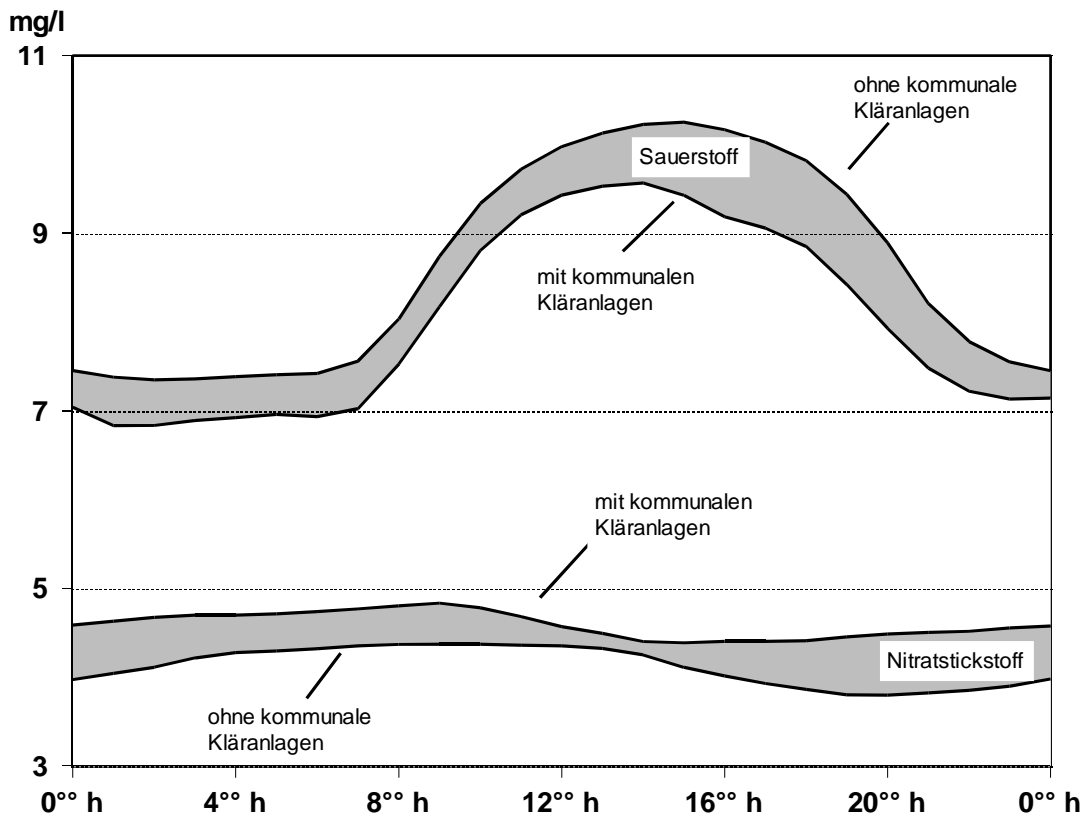


Bild 5: Tagesgang der Sauerstoffgehalte der Erft im Sommer 2000 - Ergebnis der Gütesimulation

Beispiel: Einfluss kommunaler Kläranlagen

Das ATV-DVWK-Gewässergütemodell erlaubt es in einfacher Weise, die Randbedingungen so zu verändern, dass differenzierte Aussagen zu den Eintragspfaden möglich werden. Bild 6 zeigt, als Ergebnis der Modellrechnung, die Tagesgänge des Nitratstickstoffgehalts und der Sauerstoffkonzentration im Erftabschnitt oberhalb der Sümpfwassereinleitungen. Einerseits sind Nitratstickstoff und gelöster Sauerstoff für die Summe aller Einflussnahmen dargestellt, andererseits sind die Konzentrationen ohne den Einfluss der kommunalen Kläranlagen wieder gegeben. An diesem Beispiel wird deutlich, dass der Einfluss der kommunalen Kläranlagen auf die Gewässerbeschaffenheit der Erft vergleichsweise gering ist.



**Bild 6: Nitratstickstoffgehalte und Sauerstoffkonzentrationen der Erft bei KM 40
- Ergebnis der Gütesimulation**

Beispiel: Einfluss einer Regentlastung

Das ATV-DVWK-Gewässergütemodell ermöglicht die Simulation von zeitlich variablen Abflüssen und Konzentrationen (dynamisch-instationär). Es eignet sich somit ausgezeichnet für die Darstellung der Wirkung von Regentlastungen im Gewässer [10]. Für ein gemessenes Entlastungsereignis aus einem Mischwasserkanal im Mittellauf der Erft wird am Beispiel Ammoniumstickstoff deutlich, dass Regentlastungen bei entsprechenden Witterungsbedingungen für die Stoffkonzentrationen im Gewässer die bestimmenden Einflussfaktoren darstellen können (Bild 7).

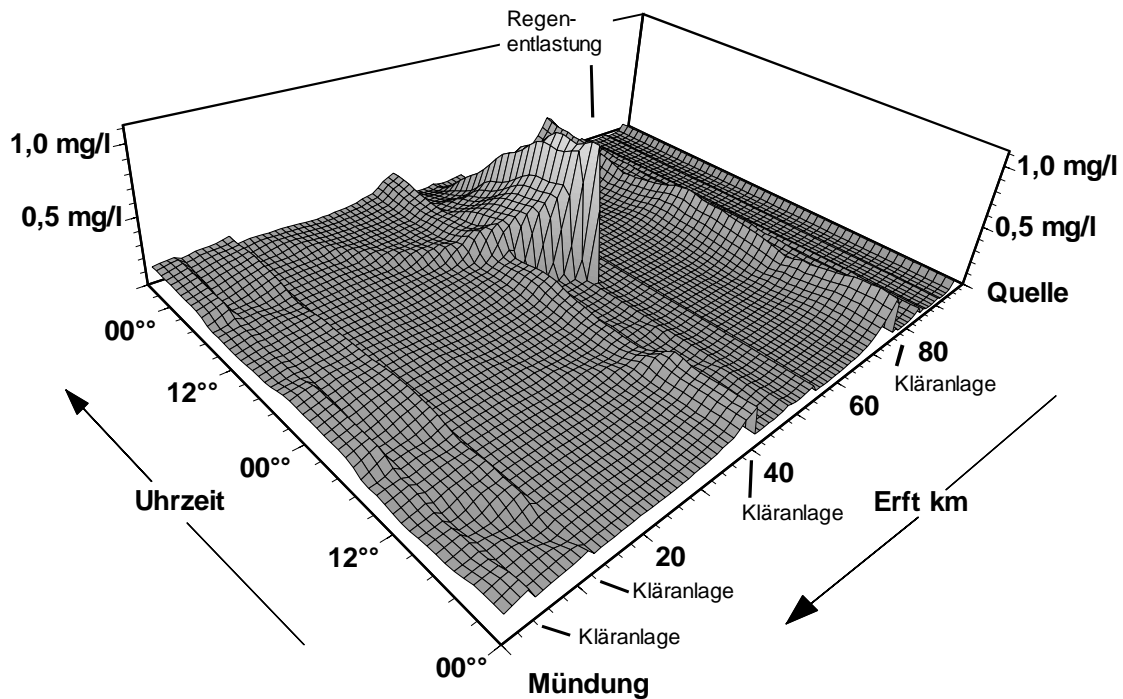


Bild 7: Ammoniumstickstoffgehalte der Erft nach einer Regenentlastung - Ergebnis der Gütesimulation

4.3 Prognose

Zu den klassischen Aufgaben der Gewässergütesimulation zählt die Wirkungsanalyse für Planungszwecke. Hierbei wird ausgehend von einem realen System der gegebene Zustand in Abhängigkeit von den verschiedenen Planungsalternativen modifiziert. Die Ergebnisse der Modellrechnungen dienen als Bewertungsgrundlage für die Planungsvarianten.

Beispiel: Stickstoff

Auch für den Stickstoffgehalt der mittleren und unteren Erft ist das eingeleitete Sumpfungswasser prägend. Da das Sumpfungswasser frei von organischen Inhaltsstoffen ist und geringe Nährstoffgehalte besitzt, geht für die Erft von den Sumpfwassereinleitungen ein begünstigender Verdünnungseffekt aus. Insbesondere für die Konzentration des Nitratstickstoffs zeigt sich ab der Einleitstelle eine deutliche Dämpfung (Bild 8). Wegen der mittelfristig rückläufigen Einleitung von Sumpfungswasser ist für die weitere Planung von Interesse, wie sich dies auf die Stoffkonzentrationen der Erft auswirkt. Die Ergebnisse der Gütesimulation zeigen, dass sich nach dem Rückgang der Sumpfwassereinleitungen bei ansonsten unveränderten Randbedingungen die Nitratstickstoffgehalte im Mittel- und Unterlauf der Erft auf etwa das Doppelte der derzeitigen Konzentrationen einstellen werden. Der Tagesgang der Nitratstickstoffkonzentrationen wird in Zukunft im Unterlauf der Erft wegen der fehlenden Verdünnung deutlicher durch die tageszeitlichen Schwankungen der oberhalb gelegenen Einleitungen geprägt.

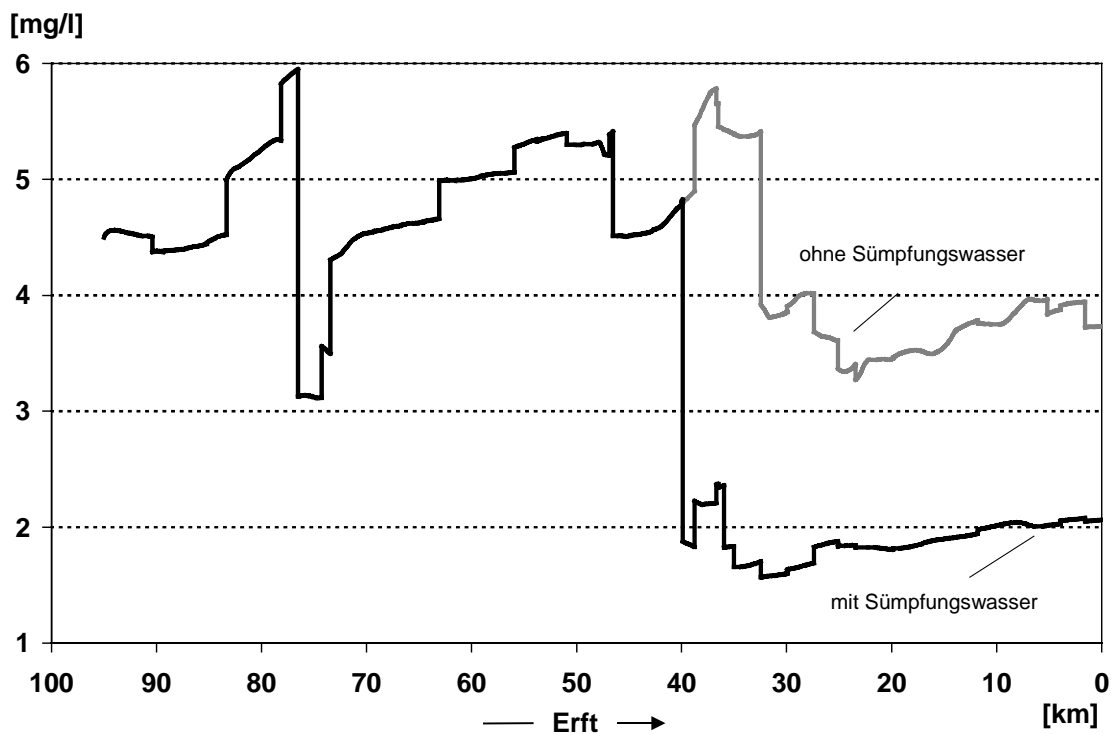


Bild 8: Nitratstickstoffgehalte der Erft mit und ohne Sumpfwassereinfluss

Beispiel: Beschattung

Bei Gewässern mit geringen Gewässerbreiten ist die Dämpfung des Sonnenlichts durch die ufernahe Vegetation für die Photosynthese, für die Photolyse und für den Wärmehaushalt bedeutsam. Auch für die Wassertemperaturen der Erft kann die Beschattungswirkung der anrainenden Vegetation nach Rückgang der derzeit die Temperatur bestimmenden Sumpfwassereinleitungen an Bedeutung gewinnen. Der aktuell vorhandene Uferbewuchs wird die Wassertemperaturen aber nur wenig beeinflussen und ähnelt in der Wirkung den Verhältnissen ohne Bewuchs. Die Simulation eines geschlossenen Auwalds mit Hilfe des ATV-DVWK-Gewässergütemodells gibt einen Anhalt für den maximalen Einfluss einer ufernahen Vegetation auf das Temperaturniveau der Erft (Bild 9).

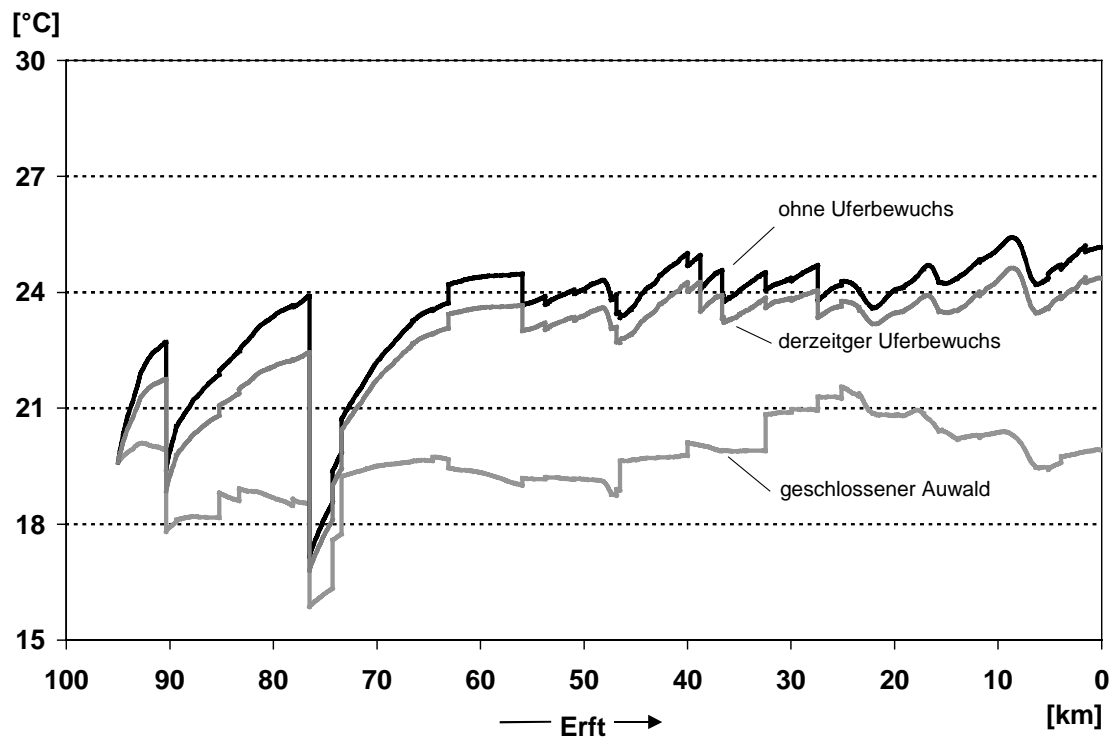


Bild 9: Wassertemperaturen der Erft ohne Sümpfwassereinfluss im Sommer in Abhängigkeit von der Beschattung

5 FAZIT

Die Wassertemperaturen der Erft im Oberlauf werden in starkem Maße durch die Umgebungstemperaturen beeinflusst. Im Mittellauf prägt das eingeleitete Grundwasser aus dem Braunkohlentagebau die Wassertemperaturen und den Sauerstoffhaushalt der Erft. Die tageszeitlichen Schwankungen der Sauerstoffgehalte sind beträchtlich. Für die Gewässerbeschaffenheit der Erft besitzen Regenentlastungen maßgeblichen Einfluss. Mittelfristig werden die Stoffkonzentrationen für einzelne Substanzgruppen im Mittel- und Unterlauf der Erft wegen des Rückgangs der gehobenen und eingeleiteten Grundwassermengen (Sümpfungswasser) deutlich zunehmen. Die anrainende Ufervegetation kann bedeutenden Einfluss für die Strahlungsverhältnisse und den Wärmehaushalt der Erft entfalten.

Mit dem ATV-DVWK-Gewässergütemodell können die maßgeblichen, qualitätsbestimmenden Einflussgrößen für ein Fließgewässer beschrieben werden. Aufbauend auf dem realen System erlaubt das Modell neben Aussagen zur aktuellen Gewässerbeschaffenheit die Prognose der sich künftig einstellenden Verhältnisse. Das Gütemodell ermöglicht für das Flussgebiet Erft neben Vorhersagen des Einflusses sich ändernder Sümpfwassereinleitungen auf die Wasserqualität auch Aussagen über die künftigen Einflussnahmen aus Kläranlagenabläufen, aus linienförmigen Quellen und zu den gewässerinternen Stoffkreisläufen [11], [12]. Das ATV-DVWK-

Gewässergütemodell dient somit als Entscheidungshilfe bei der Planung wasserwirtschaftlicher Maßnahmen. Es ist dank der Bedienerfreundlichkeit in einfach gelagerten Anwendungsfällen ebenso einsetzbar wie bei komplexen Fällen mit vielen Randbedingungen.

6 LITERATUR

- [1] Müller, St. Anwendung des ATV-Gewässergütemodells in der wasserwirtschaftlichen Praxis (2003), Wasser und Boden, Blackwell Verlag Berlin, ISSN 0043-0951
- [2] Müller St. Anwendung des ATV-Gewässergütemodells in der wasserwirtschaftlichen Praxis (2002), 32. IWASA Internationales Symposium Aachen, Gewässergüte Mechanismen - Modelle - Methoden, Lehrstuhl und Institut für Wasserbau und Wasserwirtschaft, Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen, Herausgeber: Univ.-Professor Dr.-Ing. Jürgen Köngeter, S. 277 ff. ISBN 3-86130-112-1, Verlag Mainz
- [3] Arbeitsbericht des ATV-Fachausschusses 2.2, Abwassertechnische Vereinigung, Hennef 12.1986
- [4] ATV-DVWK-Arbeitsgruppe GB-4.2 Handbuch ATV-DVWK-Gewässergütemodell (2002), Herausgeber: ATV-DVWK Hauptgeschäftsstelle Hennef
- [5] Niemann, A. Die Gewässersimulation als Planungsinstrument für die Entwässerung an kleinen Fließgewässern (2002), ATV-DVWK-Bundestagung Weimar, ISBN 3-936514-06-2
- [6] Christoffels E. (1992) Gewässergütemessstationen an der Erft mit kontinuierlicher Erfassung von Wasserinhaltsstoffen, Wasserwirtschaft Zeitschrift für Wasserwesen und Technik im Umweltschutz 3/92, S. 116 ff., Herausgeber DVWK Bonn
- [7] Christoffels E. (2002) Online-Monitoring zur Erfassung der Gewässerbeschaffenheit im Flussgebiet Erft, 32. IWASA Internationales Symposium Aachen, Gewässergüte Mechanismen - Modelle - Methoden, Lehrstuhl und Institut für Wasserbau und Wasserwirtschaft, Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen, Herausgeber: Univ.-Professor Dr.-Ing. Jürgen Köngeter, S. 161 ff. ISBN 3-86130-112-1, Verlag Mainz
- [8] Christoffels E. Ein Instrument zur Unterstützung wasserwirtschaftlicher Planungsaufgaben am Beispiel der Erft ATV-Gewässergütemodell (2001), Korrespondenz Abwasser KA - Wasserwirtschaft, Abwasser, Abfall, Hennef (48) Nr. 7, S. 968 ff., Herausgeber: GFA - Gesellschaft zur Förderung der Abwassertechnik e.V.
- [9] Christoffels E. Einsatz des ATV-DVWK-Gewässergütemodells zur Bewirtschaftung der Fließgewässer am Beispiel der Erft (2002), 6. Workshop zur großskaligen Modellierung in

der Hydrologie, Schwerpunkt „Flussgebietsmanagement“, Umweltforschungszentrum Leipzig-Halle, Magdeburg (in Drucklegung)

- [10] Petruck A. et al. Dynamic Simulation of the Effects of Combined Sewage Overflow on Small Urban Streams (1999), Wat. Sci. Tech. Vol 39, pp 235-242
- [11] Scheer C., Kunst S. Kombination von ATV-Gewässergütemodell und Emissionsverfahren: Ein Instrument für die Bewirtschaftung von Einzugsgebieten gemäß der EU-Wasserrahmenrichtlinie (2001), ATV-DVWK-Bundestagung Freiburg
- [12] Pinz K., Scheer C. Gewässergütesimulation unter Berücksichtigung von Tagesganglinien diffuser Nährstoffeinträge (2002), ATV-DVWK-Arbeitsbericht der AG GB-5.6, ISBN 3-935669-85-2, Herausgeber ATV-DVWK Hennef