

Das Regime von Oberflächen- und Bodenwasser in den Elbe-Auenwäldern als Grundlage für die Erhaltung bzw. Sanierung der Elbe-Auenwälder

Heike Puhmann, Alexander Hartung

1 Einleitung

Die Dynamik eines Flusses beeinflusst in entscheidendem Maße die Lebensbedingungen der Auenwälder. Da im Nahbereich bedeutender Fließgewässer der Flusswasserspiegel und der Grundwasserspiegel in enger Wechselwirkung stehen, ist diese Beeinflussung nicht auf Überschwemmungsperioden beschränkt, sondern bezieht sich auf die Niedrigwasserperioden ebenso wie auf die Zeiträume, die durch Mittelwasserbedingungen gekennzeichnet sind.

In diesem Zusammenhang stellen Perioden mit den für Wachstum und Erhaltung der verschiedenen Pflanzengesellschaften relevanten bzw. kritischen Bereichen des Bodenwassergehaltes einen grundlegenden Einflussfaktor dar.

Die Analyse der Wachstumsbedingungen für eine nachhaltige Renaturierung der Auenwälder erfordert deshalb eine Quantifizierung der Zusammenhänge zwischen Bestandesentwicklung und der Dauer und Häufigkeit bestimmter Oberflächen-, Grund- und Bodenwasserregime.

2 Ziel

Die Zusammenhänge von Oberflächen-, Boden- und Grundwasser sollen beschrieben und relevante standortprägende langfristige hydrologisch/meteorologische Charakteristika abgeleitet werden.

Im Mittelpunkt steht die Modellierung des langfristigen Bodenwasserhaushaltsregimes mit seinen natürlichen Schwankungen auf der Basis physikalisch begründeter numerischer Strömungsmodelle. Meteorologische Randbedingungen (z.B. Niederschlag) sowie hydrologische Randbedingungen (z.B. Flusswasserstand, Grundwasserstand) gehen dabei mit ihrer natürlichen, für die Aue charakteristischen, Variabilität (Stochastizität) in die Modellierung ein. Dies erfordert die Kopplung der Modelle für die Bodenwasserströmung, die Simulation der Wasserstände in der Elbe (einschließlich Geländeüberflutung) und der Grundwasserstände.

Für die hydrologisch/meteorologischen Standortbedingungen der Elbe-Auenwälder werden stochastische Parameter in Form von Erwartungswerten und Varianzen abgeleitet. Diese dienen zur Typisierung von Standortbedingungen und können als Eingangsgrößen für die Entwicklung von Bewirtschaftungskonzepten und Renaturierungsmaßnahmen dienen.

3 Untersuchungsgebiet

- Lage: „NSG Saalberghau“ im Biosphärenreservat „Mittlere Elbe“ nordwestlich von Dessau, (Elbe-km 264,0 bis 264,8), Flussniederung mit alluvialen Ablagerungen;
- Geländehöhe: etwa 55 m über NN; weitläufig nur geringe Reliefausbildung; in Stromnähe Hochflutrinnen und Niederterrassen.

4 Aufgaben und erste Ergebnisse

Einen Projektschwerpunkt stellt die Modellierung des Bodenwasserhaushaltes im Untersuchungsgebiet dar. Diese wird im Wesentlichen durch folgende Aufgabenbereiche abgedeckt:

- Feldmessungen von Saugspannungen und Bodenfeuchten im Untersuchungsgebiet,
- Ermittlung der bodenhydraulischen Charakteristika,
- Weiterentwicklung eines vorhandenen numerischen Bodenwasserströmungsmodells.

Grundlage für eine Modellierung ist die Erfassung der aufgabenrelevanten physischen Charakteristika, insbesondere der bodenhydraulischen Kennwerte an mehreren Standorten sowie die Erhebung von Messdaten, die der Beschreibung der Randbedingungen des Modells dienen.

Im Untersuchungsgebiet werden deshalb umfangreiche Messungen durchgeführt, um

- Wassergehalte und Saugspannungen in verschiedenen Bodenschichten,
 - Wasserstände in Elbe und Altwasser,
 - Grundwasserstände,
 - klimatologische Größen (Niederschlag, Windrichtung, -geschwindigkeit, Lufttemperatur, -feuchte, Globalstrahlung)
- zu erfassen.

Die Bestimmung der bodenhydraulischen Charakteristika (Feuchterückhalt und Leitfähigkeit) erfolgt vorrangig im Labor. Im Mittelpunkt steht dabei die Anwendung und Weiterentwicklung der inversen Bestimmung von Bodenparametern aus transienten Infiltrationsversuchen. Dazu wurde eine automatische Laborstation entwickelt, in welcher natürliche Bodenmonolithe ($V = 700 \text{ cm}^3$) in beliebigen Stufen im Saugspannungsbereich bis -500 cm be- und entwässert werden können. Dabei werden kontinuierlich sowohl Zu- und Abfluss des Systems als auch Saugspannungen und Bodenfeuchten in verschiedenen Tiefen gemessen. Retentionskurven werden zusätzlich in stationären Versuchen an kleineren Bodenproben bis zu einem Unterdruck von -15.000 cm ermittelt.

Nach eingehender Bodenansprache im Feld können Bodenmonolithe aus verschiedenen Tiefen entnommen werden und so für einzelne Bodenschichten repräsentative bodenhydraulische Parameter bestimmt werden. Durch Bodenentnahme an mehreren Stellen im Untersuchungsgebiet kann eine flächenhafte Aussage zu Retentions- und Leitfähigkeitscharakteristik getroffen werden.

Das vorhandene eindimensionale numerische Bodenwasserströmungsmodell wurde dahingehend modifiziert, dass eine zeitliche Stochastizität der Randbedingungen eingebracht werden kann. Vorerst werden der Wasserstand in der Elbe und der Niederschlag als stochastische Ereignisse angenommen. Andere Randbedingungen (z.B. Grundwasserstand, Verdunstung) werden deterministisch als Zeitreihe beschrieben. Eine flächenhafte Modellierung des Bodenwasserregimes wird möglich über einen quasi-zweidimensionalen Ansatz, in dem Austauschprozesse zwischen benachbarten Profilen quantifiziert werden und als lateraler Fluss in den verschiedenen Bodenhorizonten in die Modellierung eingehen.

Über den zeitlichen und örtlichen Verlauf des Elbe-Wasserstandes können für den Untersuchungszeitraum mittels Drucksondenmessungen sehr detailliert Aussagen getroffen werden. Für Rückblicke und Vorhersagen ist es jedoch nötig, den Fluss mittels eines Modells zu beschreiben. In einem ersten Schritt wurde dazu mit Hilfe eines eindimensionalen hydrodynamischen Modells die am Pegel Dessau (Elbe-km 261,2) gemessene Ganglinie in das Untersuchungsgebiet (Elbe-km 264,0 bis 264,8) übertragen. Zur Güteeinschätzung diente zunächst der Pegel Aken (Elbe-km 274,7). Dabei wurden bisher neben den modelltechnischen Vereinfachungen zusätzlich vereinfachende Annahmen hinsichtlich der Form der Fließquerschnitte getroffen.

Ein weiterer Projektschwerpunkt ist die Modellierung der Grundwasseroberfläche. Hierzu wird ein Modell verwendet, dessen Kern die exakte analytische Lösung der zweidimensionalen Laplace-Gleichung darstellt. Dieser Lösungsansatz kommt ohne die Dupuit-Annahme aus.

Ein typisches Anwendungsbeispiel beinhaltet die 2-D Modellierung eines homogenen und isotropen Grundwasserleiters in x, z Richtung, der horizontal unbegrenzt ist, über eine ausreichende Mächtigkeit verfügt und nach unten hin durch eine undurchlässige Schicht begrenzt wird. Es liegen ungespannte Verhältnisse vor und zu Beginn der Berechnung ist der Grundwasserspiegel horizontal. An der Geländeoberfläche können sich beliebig viele Formen von In- oder Exfiltrationen (z.B. Gräben, Dränagen, Flüsse) in beliebigem Abstand befinden, die jeweilige Struktur wird als parallel und gleichförmig vorausgesetzt. Die Beschreibung der In-/Exfiltration im Modell wird über stationäre In- oder Exfiltrationsraten in Form eines Polygonzuges realisiert, damit natürliche Verhältnisse mit der größtmöglichen Flexibilität beschrieben werden können. Die Lösung, die Grundwasseroberfläche entlang der x -Richtung, wird selbst bei sehr steilen Gradienten des Grundwasserspiegels noch stabil und exakt ohne Linearisierungstechniken berechnet.

Mit diesem neuen Modell werden zunächst neben theoretischen Beispielen einfache Testrechnungen für das Untersuchungsgebiet durchgeführt.