

Diplomarbeit

Thema: Einfluss von Parameter-Unsicherheiten auf die Genauigkeit berechneter
Wasserspiegellagen
Bearbeiter: Marc Schneider
Betreuer: Prof. Dr. sc. techn. Isidor Storchenegger
DDr. Dietmar Mehl
Dipl.-Ing. Christian Noß
Datum Abgabe: 16.10.2007

Zusammenfassung

Die Bestimmung verschiedener Eingangsparameter stellt ein Kernproblem der Wasserspiegellagenberechnung dar. Im Fokus dieser Arbeit stand dabei ein Fließgewässer, bei dem es aufgrund starken Krautwuchses zu erheblichen Unsicherheiten bei der Erfassung der hydraulischen Parameter kommt. Am Beispiel des organisch geprägten Flachlandgewässers Alte Nebel in Mecklenburg-Vorpommern interessierten die Fragen, in welchem Maß der flexible Bewuchs in den verschiedenen hydraulischen Formeln berücksichtigt wird, inwieweit sich der zeitliche Verlauf der Witterung und damit einhergehendes Pflanzenwachstum auf die Parameter der Rauheit auswirkt und auf welche Parameter das Modellergebnis am sensibelsten reagiert.

Durch Recherche der Literatur wurde der Stand der Forschung erfasst und die Grenzen der klassischen Fließgesetze im Hinblick auf durch- und überströmten flexiblen Bewuchs benannt. Es wurde ein empirischer Ansatz weiterverfolgt und an die Gegebenheiten der Alten Nebel angepasst. Der Ansatz basiert auf dem MANNING-Beiwert n und berücksichtigt nach einer Modifikation die Veränderung der Rauheit in Abhängigkeit von Durchfluss und der zeitlichen Entwicklung der Vegetation.

An dreizehn Messtagen wurden für sieben Teilabschnitte des Untersuchungsgebietes Wasserstands- und Durchflussmessungen durchgeführt und im Ergebnis die Rauigkeiten berechnet. Die Rauigkeitsbeiwerte nach STRICKLER erreichten während der Beobachtungszeit ein Minimum von 5,48 m^{1/3}/s. Die Empfehlungen der Standardliteratur weichen davon teilweise stark ab und sind zu hinterfragen.

Nach Ableitung einer Verteilungsfunktion für die natürliche räumliche Variation der Rauheit im Untersuchungsabschnitt konnte mittels MONTE-CARLO-METHODE nachgewiesen werden, dass die übliche Vorgehensweise von Planern, eine gemittelte Rauigkeit über einen großen annähernd einheitlichen Gewässerabschnitt anzunehmen, zu guten Ergebnissen entlang der Fließstrecke führt.

Unter Verwendung eines hydraulischen Programms WSP-DIPLOM, wurde mit verschiedenen Methoden die Sensitivität der Parameter getestet. Diese wurden in die drei Gruppen

geomorphologische, hydrologische und hydraulische Parameter zusammengefasst. Es zeigte sich, dass Durchfluss und der Rauigkeitsbeiwert nach STRICKLER eine mit umgekehrten Vorzeichen ähnliche Wirkung auf das Modellergebnis haben. In der Arbeit konnte die Wirkung quantifiziert und bezugnehmend auf praktische Anwendungsfälle diskutiert werden.

Eine Weiterentwicklung der Untersuchten statistisch-probabilistischen Sensitivitätsanalyse unter Kopplung eines klassischen deterministischen hydraulischen Modells mit der MONTE-CARLO-METHODE wurde empfohlen.

Summary

The determination of the different input parameters is a fundamental problem in the calculation of open-channel flow. The focus of this work is a river which exhibits strong vegetational growth, giving rise to significant uncertainties in the determination of its hydrological parameters. Taking the organically dominated lowland river "Alte Nebel" in Mecklenburg-Western Pomerania as an example, the questions of interest were (I) to what extent the flexible vegetation is considered in the hydrological equations, (II) in how far the temporal changes of the weather and the corresponding vegetational growth affects the roughness parameter, and (III) which parameters cause the most sensitive reaction of the model.

The state of current research was summed up by literature research and the limits of classical laws of flow with respect to submersed plants were identified. For the following work, an empirical approach was chosen and adapted to the circumstances at the "Alte Nebel". The approach is based on the Manning coefficient n and, after slight modification, considers the changes in the roughness in dependence on flow rate and temporal evolution of the vegetation.

Measurements of water level and flow rate were conducted on thirteen days for seven different sections of the area under investigation and, subsequently, the corresponding roughness parameters were calculated. During the monitoring period, the Strickler roughness coefficients reached a minimum of 5.48 m^{1/3}/s. Recommendations in standard literature partially differ strongly from this value and therefore have to be questioned.

After derivation of a distribution function for the natural spatial variation of the roughness in the area under investigation and using the Monte-Carlo-Method, it could be shown that the usual approach in planning, i.e., averaging the roughness parameter over a long, approximately uniform section of the water body, leads to good results.

In order to test the sensitivities of the parameters with different methods, an algorithm was developed and implemented in the program WSP-DIPLOM. The parameters of interest were grouped into three categories: geomorphological, hydrological and hydraulic parameters. Evidently, flow rate and Strickler roughness coefficient show an impact on the model's behavior that is similar in value but opposite in sign, consequently compensating for each other. This impact could be quantified and was discussed with respect to real-world applications.

The further development of the statistic-probabilistic sensitivity analysis as studied here, coupling a classical deterministic hydraulic model with the Monte-Carlo-Model, was recommended.