



**TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DRESDEN**

Fakultät Bauingenieurwesen
Institut für Wasserbau und Technische Hydromechanik

Dresdner Wasserbauliche Mitteilungen
Heft 43



Stefano Gilli

Die Wirkung von Flussaufweitungen auf Hochwasserwellen – Parameterstudie einer Deichrückverlegung im Flussmittellauf

Der Titel und der Inhalt des Heftes entsprechen der zur Erlangung des akademischen Grades Doktor-Ingenieur (Dr.-Ing.) an der Fakultät Bauingenieurwesen der Technischen Universität Dresden am 28.08.2009 eingereichten und genehmigten Dissertation von Dipl.-Ing. Stefano Gilli.

Rigorosum und Verteidigung: 10.03.2010

Vorsitzender der Promotionskommission:
Prof. Dr.-Ing. habil. Ivo Herle TU Dresden

Gutachter:
Prof. Dr.-Ing. habil. Helmut Martin (em.) TU Dresden
Prof. Dr.-Ing. habil. Gerd Hannes Schmitz TU Dresden

Dresden, 2010

Bibliothek Wasser und Umwelt
(TU Darmstadt)



61626042

Inhaltsverzeichnis

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | Einführung | 1 |
| 1.1 | Motivation und Zielsetzung | 1 |
| 1.2 | Methodik | 3 |
| 2 | Theoretische Grundlagen | 7 |
| 2.1 | Fließformeln | 7 |
| 2.2 | Die <i>de Saint-Venant-Gleichungen</i> | 10 |
| 2.3 | Lösungsansätze der <i>de Saint-Venant-Gleichungen</i> | 18 |
| 2.3.1 | Kinematische Welle | 19 |
| 2.3.2 | Diffusionswelle | 20 |
| 2.3.3 | Dynamische Welle | 22 |
| 3 | Scheitelreduktion einer Hochwasserwelle | 25 |
| 3.1 | Fließende und stehende Retention | 25 |
| 3.2 | Der Hochwasserscheitel | 28 |
| 3.3 | Theoretische Ansätze | 31 |
| 3.3.1 | Reduktion des Wassertiefenscheitels nach Henderson | 31 |
| 3.3.2 | Abminderung des Durchflussscheitels nach Di Silvio | 32 |
| 3.3.3 | Variation des Durchflussmaximums nach Fiorillo . | 34 |
| 3.3.4 | Vergleich mit einer numerischen Berechnung . . . | 36 |
| 3.4 | Semi-empirische Ansätze | 37 |
| 3.4.1 | Semi-empirische Formel für einen kompakten Querschnitt nach Yen | 37 |
| 3.4.2 | Semi-empirische Formel für einen gegliederten Querschnitt nach Tingsanchali und Lal | 39 |
| 3.5 | Numerische Modelle | 41 |
| 3.5.1 | Der Beitrag von Vorlandüberflutungen nach Haider | 41 |
| 3.5.2 | Der Einfluss von Flussbaumaßnahmen auf den Hochwasserabfluss nach Schwaller und Tölle | 42 |
| 3.5.3 | Abminderung des Durchflussscheitels in einer Parameterstudie von Fischer | 43 |
| 4 | Gerinneaufweitung bei stationärem Abfluss | 45 |

| | | |
|----------|---|------------|
| 4.1 | Energieverluste bei Querschnittsänderung in offenen Gerinnen | 45 |
| 4.2 | Längsprofil der Wassertiefe und Energiehöhe über der Sohle | 53 |
| 4.2.1 | Energiehöhe-Wassertiefe-Beziehung | 53 |
| 4.2.2 | Vergleich des theoretischen Ansatzes mit einem numerischen Beispiel | 59 |
| 4.2.3 | Auswirkung der Aufweitungslänge | 63 |
| 4.3 | Ein Beispiel aus der Praxis: die Elbe bei Lenzen und bei Klöden | 66 |
| 4.4 | Effektive Mindestlänge einer Gerinneaufweitung | 68 |
| 4.4.1 | Wasserspiegelanhebung am Aufweitungsende | 68 |
| 4.4.2 | Ableitung der effektiven Mindestlänge | 72 |
| 5 | Gerinneaufweitung bei instationärem Abfluss | 79 |
| 5.1 | Aufweitungsansätze | 79 |
| 5.2 | Vollständige Erweiterung des Fließquerschnitts | 82 |
| 5.2.1 | Geometrie, Anfangs- und Randbedingungen | 82 |
| 5.2.2 | Erweiterungs-Ansatz (Erw) | 84 |
| 5.2.3 | Storage Area-Ansatz (SA) | 87 |
| 5.2.4 | Umflutkanal-Ansatz (UK) | 89 |
| 5.2.5 | Flutpolder-Ansatz (FP) | 89 |
| 5.2.6 | Retentionswirkung des Gerinnes | 91 |
| 5.2.7 | Retentionswirkung der Aufweitung | 93 |
| 5.3 | Partielle Erweiterung des Fließquerschnitts | 99 |
| 5.3.1 | Geometrie, Anfangs- und Randbedingungen | 99 |
| 5.3.2 | Vergleich partielle/vollständige Querschnittserweiterung | 100 |
| 5.4 | Aufbau des numerischen Modells in MIKE11 | 105 |
| 5.4.1 | Querschnittsabstand | 105 |
| 5.4.2 | Der hydraulische Radius | 106 |
| 5.4.3 | Die untere Randbedingung | 108 |
| 5.4.4 | Anfangsbedingungen | 112 |
| 5.4.5 | Programmparameter | 113 |
| 6 | Parameterstudie einer Deichrückverlegung | 117 |
| 6.1 | Problemstellung | 117 |
| 6.2 | Ausgewählter Parametersatz | 119 |
| 6.3 | Kriterium für die Anwendbarkeit des stationären Ansatzes | 122 |
| 6.3.1 | Ableitung eines Kriteriums für das Gerinne | 122 |
| 6.3.2 | Der Gültigkeitsbereich nach Moussa | 127 |

| | | |
|----------|---|------------|
| 6.3.3 | Ableitung eines Kriteriums für die DRV | 128 |
| 6.4 | Nachprüfung der Notwendigkeit eines instationären Ansatzes | 131 |
| 6.4.1 | Anwendung des Kriteriums für die Retention im Hauptgerinne | 131 |
| 6.4.2 | Anwendung des Kriteriums für die Retention in der DRV | 132 |
| 6.4.3 | Konjunktion beider Kriterien | 133 |
| 6.5 | Halbautomatische Prozedur zur Durchführung der Para- meterstudie | 134 |
| 6.5.1 | Preprozessor | 134 |
| 6.5.2 | Postprozessor | 138 |
| 7 | Ergebnisanalyse der Parameterstudie einer DRV | 141 |
| 7.1 | Kennzeichnung der Ergebnisse und Normierung der Achsen | 141 |
| 7.2 | Hüllkurven des Wassertiefenscheitels | 143 |
| 7.2.1 | Effekt der DRV-Länge | 143 |
| 7.2.2 | Effekt der DRV-Breite | 146 |
| 7.2.3 | Effekt der Gerinnerauheit | 147 |
| 7.2.4 | Effekt der Vorlandrauheit | 148 |
| 7.2.5 | Zusammenhang mit der Wellenform | 149 |
| 7.3 | Untersuchung charakteristischer Kennwerte | 150 |
| 7.3.1 | Maximale relative Absenkung des Wassertiefen- scheitels | 151 |
| 7.3.2 | Restabsenkung des Wassertiefenscheitels | 153 |
| 7.3.3 | Retentionswirkung und Abminderung des Durch- flussscheitels | 154 |
| 7.3.4 | Wassertiefenanhebung am DRV-Auslauf | 156 |
| 7.4 | Fazit | 157 |
| 8 | Zusammenfassung und Ausblick | 159 |
| | Literaturverzeichnis | 163 |
| | Symbolverzeichnis | 169 |
| | Tabellenverzeichnis | 174 |
| | Bildverzeichnis | 176 |
| A | Diagramme | 181 |
| B | Tabellen | 197 |