



**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

<b>1</b>	<b>Einführung</b>	<b>1</b>
1.1	Motivation und Zielsetzung . . . . .	1
1.2	Methodik . . . . .	3
<b>2</b>	<b>Theoretische Grundlagen</b>	<b>7</b>
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
<b>3</b>	<b>Scheitelreduktion einer Hochwasserwelle</b>	<b>25</b>
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
<b>4</b>	<b>Gerinneaufweitung bei stationärem Abfluss</b>	<b>45</b>

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
<b>5</b>	<b>Gerinneaufweitung bei instationärem Abfluss</b>	<b>79</b>
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
<b>6</b>	<b>Parameterstudie einer Deichrückverlegung</b>	<b>117</b>
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 Parameterstudie . . . . .	134
6.5.1	Preprozessor . . . . .	134
6.5.2	Postprozessor . . . . .	138
<b>7</b>	<b>Ergebnisanalyse der Parameterstudie einer DRV</b>	<b>141</b>
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 Wassertiefenscheitels . . . . .	151
7.3.2	Restabsenkung des Wassertiefenscheitels . . . . .	153
7.3.3	Retentionswirkung und Abminderung des Durchflussscheitels . . . . .	154
7.3.4	Wassertiefenanhebung am DRV-Auslauf . . . . .	156
7.4	Fazit . . . . .	157
<b>8</b>	<b>Zusammenfassung und Ausblick</b>	<b>159</b>
	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>163</b>
	<b>Symbolverzeichnis</b>	<b>169</b>
	<b>Tabellenverzeichnis</b>	<b>174</b>
	<b>Bildverzeichnis</b>	<b>176</b>
<b>A</b>	<b>Diagramme</b>	<b>181</b>
<b>B</b>	<b>Tabellen</b>	<b>197</b>