

HENRY

Hydraulic Engineering Repository

Ein Service der Bundesanstalt für Wasserbau

Report, Published Version

**Gabrys, Ulrike; Kellner, Ludwig; Wagner, Rainer; Dehm
In-situ Messungen am Roll- und Gleitschütz der neuen
Schleuse Bremen. FuE-Abschlussbericht A39510210099.
FuE 8118**

Verfügbar unter/Available at: <https://hdl.handle.net/20.500.11970/106998>

Vorgeschlagene Zitierweise/Suggested citation:

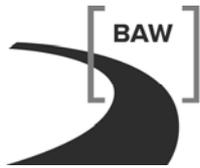
Bundesanstalt für Wasserbau (Hg.) (2010): In-situ Messungen am Roll- und Gleitschütz der neuen Schleuse Bremen. FuE-Abschlussbericht A39510210099. FuE 8118. Karlsruhe: Bundesanstalt für Wasserbau.

Standardnutzungsbedingungen/Terms of Use:

Die Dokumente in HENRY stehen unter der Creative Commons Lizenz CC BY 4.0, sofern keine abweichenden Nutzungsbedingungen getroffen wurden. Damit ist sowohl die kommerzielle Nutzung als auch das Teilen, die Weiterbearbeitung und Speicherung erlaubt. Das Verwenden und das Bearbeiten stehen unter der Bedingung der Namensnennung. Im Einzelfall kann eine restriktivere Lizenz gelten; dann gelten abweichend von den obigen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

Documents in HENRY are made available under the Creative Commons License CC BY 4.0, if no other license is applicable. Under CC BY 4.0 commercial use and sharing, remixing, transforming, and building upon the material of the work is permitted. In some cases a different, more restrictive license may apply; if applicable the terms of the restrictive license will be binding.

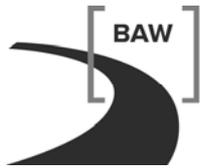
Verwertungsrechte: Alle Rechte vorbehalten



Bundesanstalt für Wasserbau
Kompetenz für die Wasserstraßen

**Abschlussbericht FundE 8118
In-situ Messungen am
Roll- und Gleitschütz
der neuen Schleuse Bremen**

A39510210099



Bundesanstalt für Wasserbau
Kompetenz für die Wasserstraßen

Abschlussbericht FundE 8118
In-situ Messungen am
Roll- und Gleitschütz
der neuen Schleuse Bremen

Auftraggeber: WSA Bremen / Bundesanstalt für Wasserbau

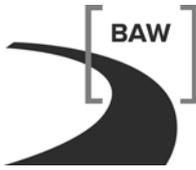
Auftrag vom: 29.01.1996, Az.: 212.4/NSHL2

Auftrags-Nr.: BAW-Nr. A39510210099

Aufgestellt von: Abteilung: Bautechnik
 Referat: Stahlbau und Korrosionsschutz
 Bearbeiter: Gabrys
 Kellner
 Wagner
 Dehm

Karlsruhe, 15.06.2010

Das Gutachten darf nur ungekürzt vervielfältigt werden. Die Vervielfältigung und eine Veröffentlichung bedürfen der schriftlichen Genehmigung der BAW.



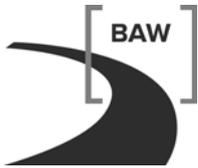
Zusammenfassung

In der Vergangenheit sind häufig Schäden an den beweglichen Teilen von Rollschützen festgestellt worden. Zur Minimierung dieser Schäden müssen die Lauf- und Führungsrollen durch geeignete Bauteile ersetzt werden. Als geeignet kommen u. E. Gleitkufe in Betracht, die starr mit der Schützkonstruktion verbunden werden und daher über keine beweglichen Teile verfügen. Da jedoch bisher noch keine Langzeiterfahrungen mit Gleitschützen und deren Verhalten unter Betrieb vorliegen, sollen Messungen über einen längeren Zeitraum (ca. 5 Jahre) an den Schützen der neuen Schleuse in Bremen durchgeführt werden. Es sollen Schwingwege, Spannungen und die Antriebskräfte gemessen werden. Ziel dieser Messungen ist die Entwicklung von Schützen, die unter den extremen Einsatzbedingungen mängelfrei funktionieren und für die laufende Unterhaltung nur einen geringen Arbeitseinsatz erfordern.

Die Auswertung der über einen Zeitraum von 6 Jahren gesammelten Messergebnisse zeigte, dass maximale Schwingwege am Rollschütz von 5,0 mm gemessen wurden und am Gleitschütz von 3,0 mm. Diese gemessenen maximalen Schwingwege lagen tendenziell auch schon am Anfang der Messkampagne vor und deuten darauf hin, dass bisher noch keine Zunahme der Schwingwege infolge Verschleiß an den Rollen, Kufen oder Schienen stattgefunden hat. Es zeigte sich auch, dass die gemessenen Antriebskräfte des Gleitschützes bis zu 25% größer sind als die des Rollschützes und dass die Antriebskräfte mit der Wasserspiegeldifferenz zwischen Ober- und Unterwasser korrespondieren. Bei beiden Schützen stieg die Antriebskraft mit größer werdender Wasserspiegeldifferenz geringfügig an. Des Weiteren konnten Reibbeiwerte für Gleitkufen aus PE-UHMW bei den In-situ-Messungen an der Schleuse Bremen durch Berechnung gewonnen werden.

Auf Grund der positiven Messergebnisse die zeigten, dass eine moderat größere Antriebskraft (bis zu 25%) für Gleitschütze vorliegt, sind in den letzten Jahren bereits einige Umlaufverschlüsse als Gleitschütze projektiert und teilweise auch schon gebaut worden. Auch ein Hubtor mit Gleitkufen ist am Unterhaupt der Schleuse Anderten bereits in Betrieb gegangen. Die Messergebnisse und die bisher gewonnen Erfahrungen zeigten, dass Gleitschütze eine gute Alternative zu den bisher eingesetzten Rollschützen darstellen.

Das Forschungsvorhaben ist abgeschlossen.



Inhaltsverzeichnis

Seite

1	Problemdarstellung und Ziel	1
1.1	Ingenieurwissenschaftliche Fragestellung und Stand des Wissens	1
1.2	Bedeutung für die WSV	1
1.3	Untersuchungsziel	1
2	Untersuchungsmethoden	2
3	Ergebnisse	3
4	Zukünftiges Arbeitsprogramm	8

Bildverzeichnis

Seite

Bild 1: Versuchseinrichtung (Dehnungsmessstreifen (DMS), Schwingungsaufnehmer (z.B. SSL))	3
Bild 2: Auswertung der Schwingwege am Rollschütz	4
Bild 3: Auswertung der Schwingwege am Gleitschütz	4
Bild 4: Antriebskräfte des Roll- und Gleitschützes im Vergleich zur Wasserspiegeldifferenz	5
Bild 5: Schwingwege in horizontaler und vertikaler Richtung beim Rollschütz, Tagesmessung 2005	6
Bild 6: Schwingwege in horizontaler und vertikaler Richtung beim Gleitschütz, Tagesmessung 2005	6
Bild 7: Antriebskräfte im Vergleich zur Wasserspiegeldifferenz	7
Bild 8: Übersicht über die Reibbeiwerte für Dichtung und Gleitkufe, in Abhängigkeit der Wasserspiegeldifferenz	8

1 Problemdarstellung und Ziel

1.1 Ingenieurwissenschaftliche Fragestellung und Stand des Wissens

In der Vergangenheit sind häufig Schäden an den beweglichen Teilen von Rollschützen festgestellt worden. Zur Minimierung dieser Schäden müssen die Lauf- und Führungsrollen durch geeignete Bauteile ersetzt werden. Als geeignet kommen u. E. Gleitkufe in Betracht, die starr mit der Schützkonstruktion verbunden werden und daher über keine beweglichen Teile verfügen. Der Nachteil solcher Gleitkufe kann jedoch in der Werkstoffwahl liegen. Der Werkstoff beeinflusst maßgeblich die Reibung und damit auch die erforderlichen Antriebskräfte.

1.2 Bedeutung für die WSV

Durch den Ersatz der Rollen an den Schützen durch geeignete Bauteile wird der Unterhaltungsaufwand reduziert. Inspektionsfristen können verlängert werden, da bei Gleitkufen mit einer geringeren Schadenshäufigkeit zu rechnen ist. Auch ist es denkbar, dass durch den Einsatz von modifizierten Gleitkufen die Baukosten gesenkt werden.

1.3 Untersuchungsziel

Für den direkten Vergleich zwischen Roll- und Gleitschütz konzipierte man bei der Planung der neuen Schleuse in Bremen die Umlaufverschlüsse am Unterhaupt dahingehend, dass sie bis auf die Rollen bzw. die Gleitkufen baugleich ausgebildet wurden. Dadurch ist es möglich Schwingungswege, Spannungen und die Hydraulikdrücke der Antriebe an jedem Schütz zu messen und vergleichend auszuwerten. Ziel dieser Messungen ist die Entwicklung von Schützen, die unter den extremen Einsatzbedingungen mängelfrei funktionieren und für die laufende Unterhaltung nur einen geringen Arbeitseinsatz erfordern. Da jedoch bisher noch keine Langzeiterfahrungen mit Gleitschützen und deren Verhalten unter Betrieb vorliegen, sollen Messungen über einen längeren Zeitraum an den Schützen in Bremen durchgeführt werden. Anhand der Messergebnisse könnte auch in diesem speziellen Fall der Reibbeiwert der Kufen berechnet und zur Verfügung gestellt werden. Des Weiteren können Erkenntnisse über die tatsächliche Antriebskraft für Roll- und Gleitschütze während des Betriebs gewonnen werden und die Schwingungsmessungen zeigen auf, mit welchen Schwingungen an den Schützen während des Füll- und/oder Entleerungsvorgangs zu rechnen ist.

2 Untersuchungsmethoden

Um das Verhalten von Roll- und Gleitschützen unter gleichen Betriebsbedingungen beobachten zu können, werden bereits im Planungsstadium die erforderlichen Vorkehrungen für Langzeitmessungen getroffen und bei der Werkstattfertigung die erforderlichen Befestigungselemente eingebaut. Erfasst werden:

- Schwingwege und Frequenzen in allen drei Bewegungsrichtungen durch vier Schwingungsaufnehmer pro Schütz (zwei längs, einer quer, einer vertikal)
- Spannungen an den unteren drei Winkelsteifen durch Dehnungsmessaufnehmer in Schützmitte
- Antriebskräfte durch Druckaufnehmer an Kolben- und Stangenseite der beiden Hydraulikzylinder
- Kammerwasserstände und Unterwasserstände mittels Pegelaufzeichnungen
- Maßtoleranzen an Rollen, Kufen und Schienen durch Bauteilaufmass

Die Messsignale werden über Verstärker aufbereitet und mit dem PC-Programm BEAM erfasst und ausgewertet. Die Führung der Messkabel erfolgt in einem zusätzlich eingebauten Rohr aus nichtrostendem Stahl, das mittels Stopfbuchse durch den Druckdeckel in den Antriebsraum geführt wird. Die Installation der Messeinrichtung und die Aufzeichnung der ersten Messwerte fanden während des Probetriebs der Schleuse im Mai 1999 statt. Die Ergebnisse dieser Messungen repräsentieren den Ursprungszustand (Nullzustand) der Rollen und Kufen und dienen als Vergleichsgrundlage aller weiteren Messungen. Vorwiegend wurden Dehnungen, Schwingwege und Zylinderdrücke während des Öffnens der Schütze (Entleerung der Kammer) aufgezeichnet. Es wurde aber auch das Schließen der Schütze messtechnisch erfasst /1/. Wiederholungsmessungen sind bis 2005 durchgeführt und über mehrere Messungen an einem Tag zur Erfassung der Auswirkungen des Tidehubs in 2005 abgeschlossen worden. Bild 1 zeigt die an beiden Schützen installierte Messeinrichtung.

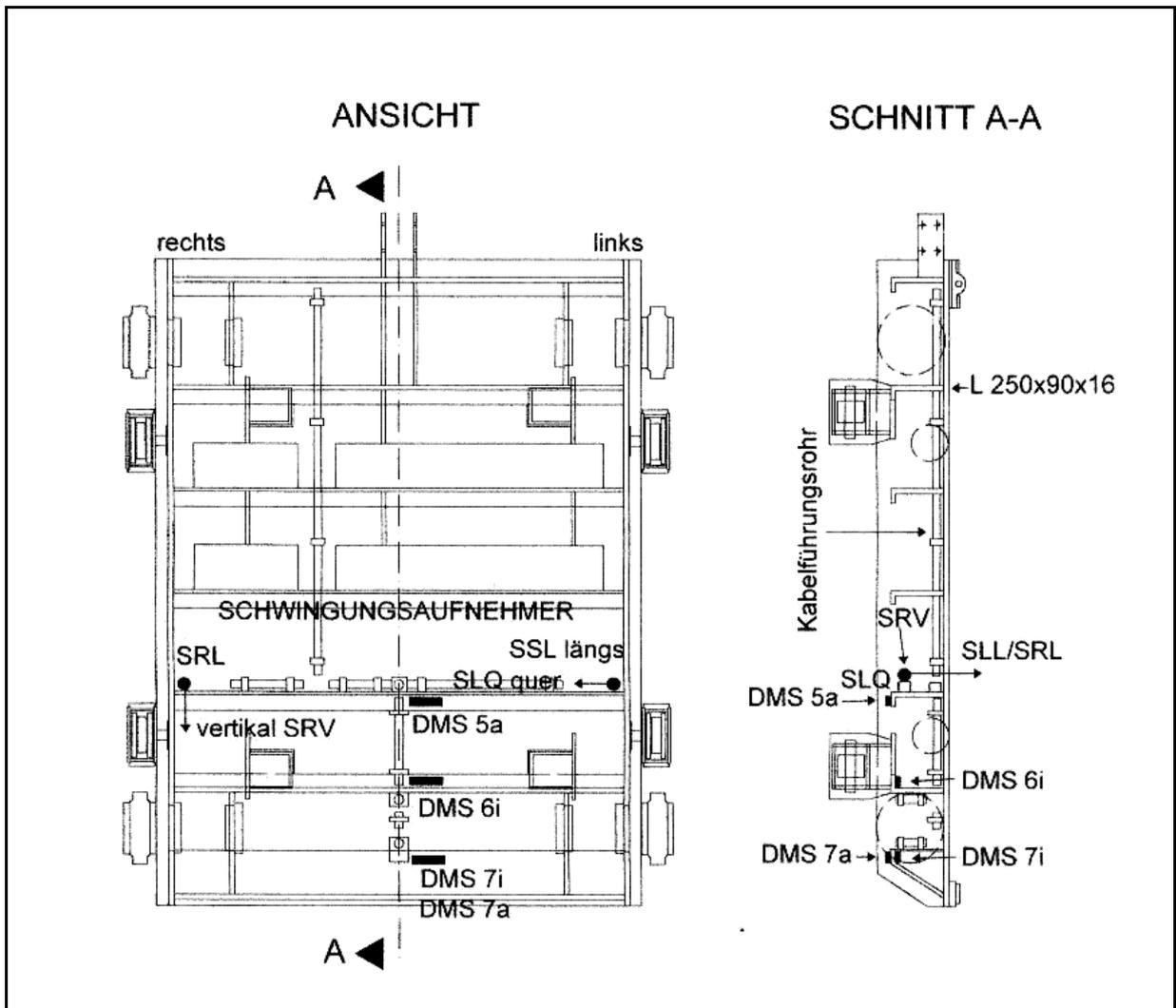


Bild 1: Versuchseinrichtung (Dehnungsmessstreifen (DMS), Schwingungsaufnehmer (z.B. SSL))

3 Ergebnisse

Die Installation der Aufnehmer und die Erfassung der ersten Messwerte erfolgte 1999 durch das Referat Z2 (Messtechnik) der Bundesanstalt für Wasserbau. In den beiden nachfolgenden Diagrammen (Bilder 2 und 3) sind die maximalen Schwingwege und die Hydraulikdrücke der beiden Schütze dargestellt. Weitere Messungen erfolgten ca. halbjährlich von 1999 bis 2004 durch Mitarbeiter des Wasser- und Schifffahrtsamtes Bremen.

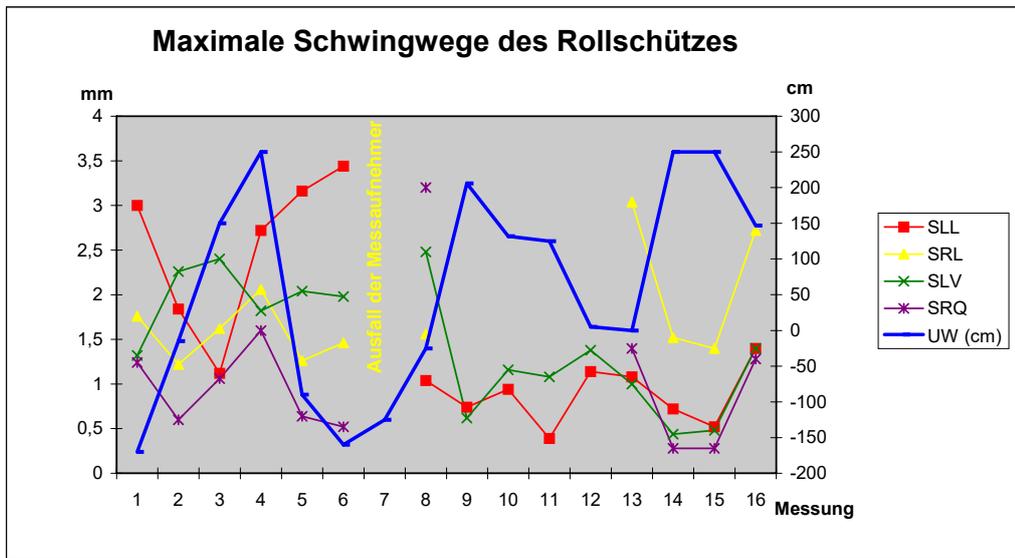


Bild 2: Auswertung der Schwingwege am Rollschütz (Anordnung der Messgeber siehe Bild 1) /1/

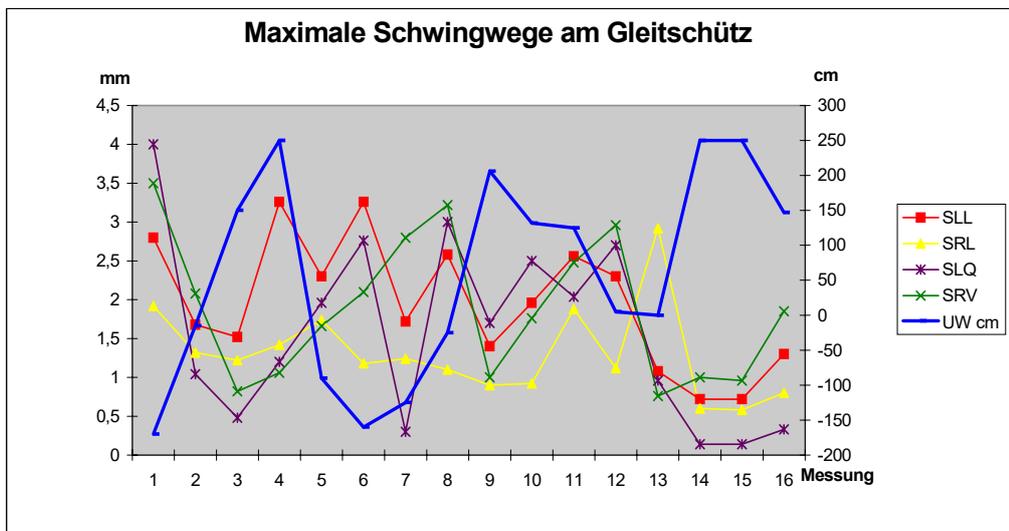


Bild 3: Auswertung der Schwingwege am Gleitschütz (Anordnung der Messgeber siehe Bild 1)

Ein Vergleich der beiden Diagramme zeigt, dass bei den Schwingwegen in alle drei Richtungen zwischen Roll- und Gleitschütz keine signifikanten Unterschiede bestehen. Erwartungsgemäß sind die Schwingwege in Strömungsrichtung am größten, jedoch mit $\pm 0,5$ bis $\pm 2,0$ mm als unbedenklich anzusehen. Beim Öffnen der Schütze zeigt sich ein relativ breites Frequenzspektrum bis zu 1 Hz, jedoch sind keine Resonanzerscheinungen zu erkennen /1/. Bild 4 zeigt jeweils die Antriebskräfte des Roll- und Gleitschützes und die dazu korrespondierenden Wasserspiegeldifferenzen.

Die Auswertung der Ergebnisse zeigte auch, dass die Antriebskräfte beim Gleitschütz zwischen 10 % und 30 % größer sind als beim Rollschütz. Diese Unterschiede sind unter anderem auf die wechselnden Unterwasserstände infolge Tideeinfluss zurückzuführen. Bei größeren Wasserspiegeldifferenzen steigt die Aufzugskraft beim Gleitschütz geringfügig an, beim Rollschütz ist eine direkte Abhängigkeit von den wechselnden Wasserspiegeldifferenzen bei diesen Messungen nicht erkennbar.

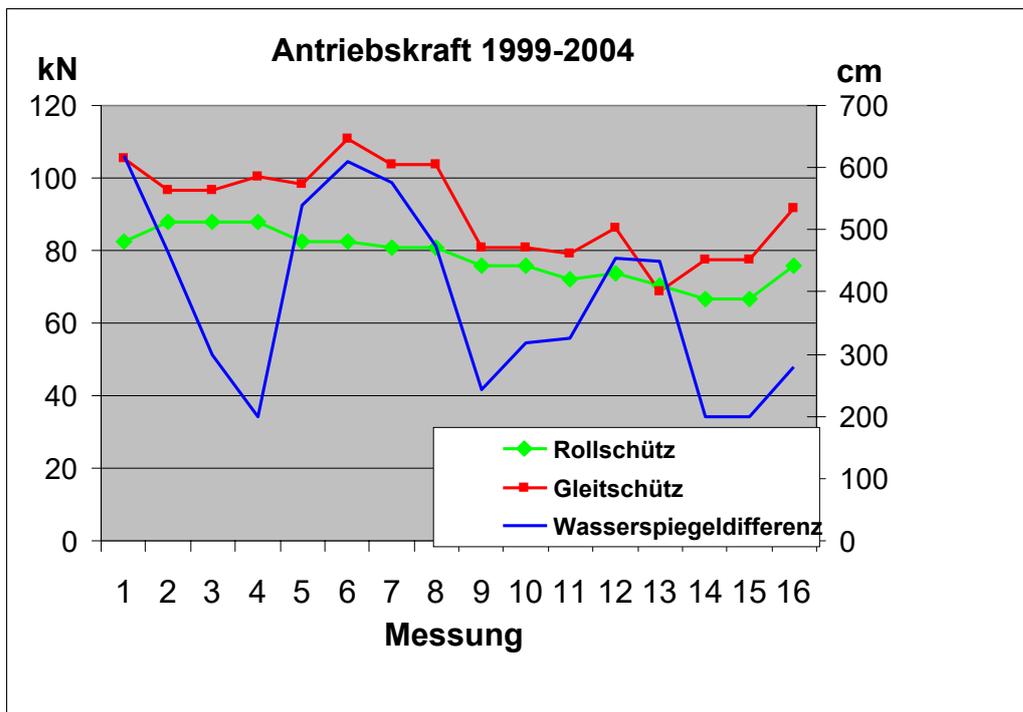


Bild 4: Antriebskräfte des Roll- und Gleitschützes im Vergleich zur Wasserspiegeldifferenz

Bis März 2005 sind Messungen an den Schützen halbjährlich durchgeführt worden. Abschließende Messungen zur Erfassung der Schwingwege über einen ganzen Tag fanden am 04.03.2005 statt. Die Bilder 5 und 6 zeigen die Schwingwege des Roll- bzw. Gleitschützes über die gesamte Tagesmessung. Mit diesen Messungen ist unter anderem der Einfluss der Tide verifiziert worden. Die Tagesmessung diente auch als Grundlage zur Berechnung des Reibbeiwerts der Kufen.

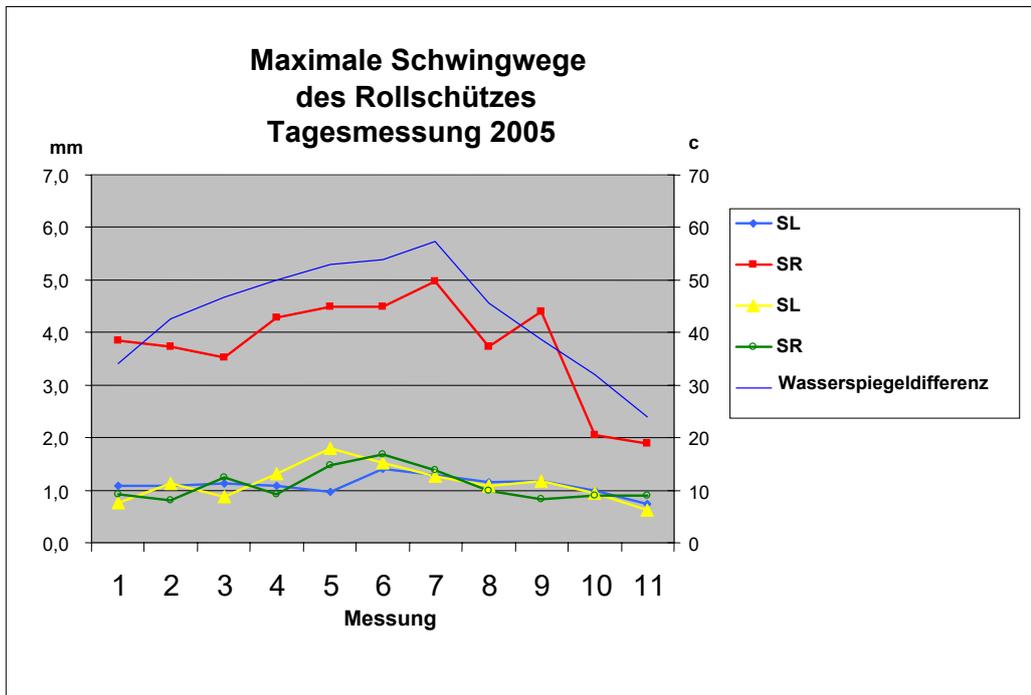


Bild 5: Schwingwege in horizontaler und vertikaler Richtung beim Rollschütz, Tagesmessung 2005

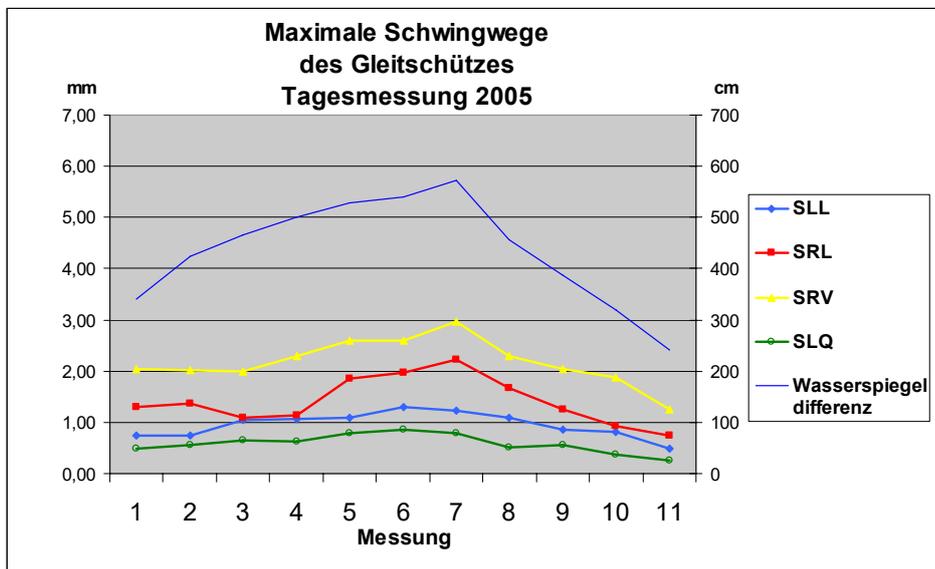


Bild 6: Schwingwege in horizontaler und vertikaler Richtung beim Gleitschütz, Tagesmessung 2005

Die maximalen Schwingwege am Rollschütz lagen bei $\pm 2,5$ mm und absolut bei 5,0 mm und die maximalen Schwingwege am Gleitschütz bei $\pm 1,5$ mm und absolut bei 3,0 mm. Diese Schwingwege lagen tendenziell auch schon am Anfang der Messkampagne vor und deuten

darauf hin, dass bisher noch keine Zunahme der Schwingwege infolge Verschleiß an den Rollen, Kufen oder Schienen stattgefunden hat.

Die Antriebskräfte der Tagesmessung in 2005 sind in Bild 7 dargestellt. Es zeigte sich, dass die Antriebskräfte des Gleitschützes bis zu 25% größer sind als die des Rollschützes. Bei der Tagesmessung zeigte sich bei beiden Schützen auch, dass die Antriebskräfte abhängig von der Wasserspiegeldifferenz sind. Bei beiden Schützen stieg die Antriebskraft mit größer werdender Wasserspiegeldifferenz geringfügig an.

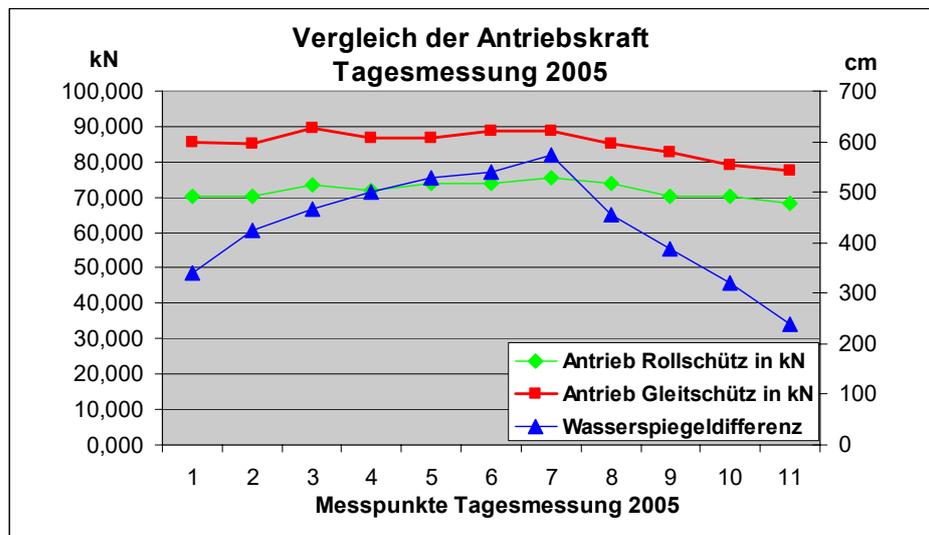


Bild 7: Antriebskräfte im Vergleich zur Wasserspiegeldifferenz

Um den Reibbeiwert der Gleitkufen zu berechnen, dienten ebenfalls die Aufzeichnungen der Tagesmessung in 2005. Zur Ermittlung des Reibbeiwerts der Gleitkufen wurde zuerst der resultierende Reibbeiwert der Dichtung des Rollschützes berechnet. In dieser Berechnung floss auch die Reibung der Rollen (nach DIN 19704), der Auftrieb, das Gewicht des Schützes (Stücklisten WSA Bremen), die Vorspannung der Rollen (lt. Statik) und die Antriebskraft (Messung) mit ein. Eine zusätzliche Dichtungsvorspannung wurde bei der Reibbeiwertberechnung nicht berücksichtigt. Unter der Voraussetzung einer identischen Dichtungsreibung bei Roll- und Gleitschütz konnte der Reibbeiwert der Gleitkufen berechnet werden, mit Berücksichtigung des Schützgewichtes, der Antriebskraft, des Auftrieb und der Vorspannung der Gleitkufen.

Die Auswertung dieser Berechnungen zeigte, dass für den eingesetzten Gleitkufenwerkstoff PE-UHMW auf nichtrostendem Stahl in diesem speziellen Fall ein Reibbeiwert von $\mu=0,06$ berechnet werden konnte. Für eine zukünftige Bemessung von Gleitkufen sind dann noch die entsprechenden Sicherheitsfaktoren sowohl auf der Einwirkungsseite als auch auf der Widerstandsseite zu berücksichtigen.

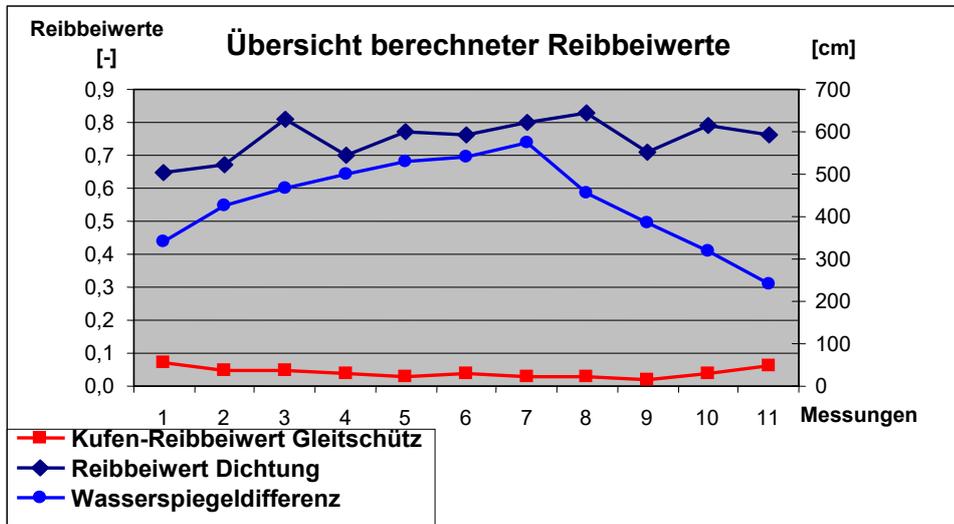


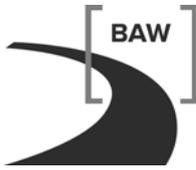
Bild 8: Übersicht über die Reibbeiwerte für Dichtung und Gleitkufe, in Abhängigkeit der Wasserspiegeldifferenz

4 Zukünftiges Arbeitsprogramm

Das FuE-Projekt „In-situ Messungen am Roll- und Gleitschütz der neuen Schleuse Bremen“ ist abgeschlossen und beim FuE-Kolloquium der Bundesanstalt für Wasserbau in 2010 referiert worden.

Auf Grund der positiven Messergebnisse und einer moderat größeren Antriebskraft (bis zu 25%) für Gleitschütze sind in den letzten Jahren bereits einige Umlaufverschlüsse als Gleitschütze projektiert und teilweise auch schon gebaut worden (an den 2. Moselschleusen Zeltlingen, Fankel und Lehmen; Schleuse Hameln). Auch ein Hubtor am Unterhaupt der Schleuse Anderten ist mit Gleitkufen bereits in Betrieb gegangen. Die bisherigen Erfahrungen zeigten, dass Gleitschütze eine gute Alternative zu den bisher eingesetzten Rollschützen darstellen. Reibbeiwerte für Gleitkufen konnten aus den In-situ-Messungen an der Schleuse Bremen gewonnen werden. /3/

Inzwischen liegen auch Reibbeiwerte aus Versuchen „Kunststoff auf Kunststoff“, die am Institut für Verbundwerkstoffe in Kaiserslautern durchgeführt wurden, vor.



Literatur

- /1/ R. Wagner, R. Hansen, U. Gabrys, L. Kellner: Rollschütz oder Gleitschütz-Vergleichende Untersuchung an der Bremer Weserschleuse; Stahlbau, 69. Jahrgang, 2000 Heft 12, Verlag Ernst & Sohn
- /2/ U. Gabrys: Erfahrungen mit neuartigen Konstruktionen im Stahlwasserbau, Stahlbaukalender 2006, Verlag Wiley-VCH, 2006
- /3/ U. Gabrys: In-situ Messungen am Roll- und Gleitschütz der neuen Schleuse Bremen; Tagungsband zum FundE-Kolloquium der Bundesanstalt für Wasserbau am 04.03.2010

(1) Titel				In-situ Messungen am Roll- und Gleitschütz der neuen Schleuse Bremen										
(2) Unterzeichner		Gabrys												
(3) Bearbeiter		Gabrys												
(4) Mitarbeiter		Kellner Wagner Dehm												
(5) Auftraggeber			WSA Bremen / Bundesanstalt für Wasserbau			(6) Auftrags-Nr.		A39510210099						
(7) erteilt am		29.01.1998		(8) begonnen am		29.01.98		(9) aufgestellt am		15.06.2010				
(10) Ort			Schleuse Bremen			(11) Wasserstr.-Nr.		(12) Kilometer						
			5201			von		362,153 bis						
(13) Seitenzahl		8		(14) Anlagen		(15) Sonderhinweise								
(16) Literaturangaben			3			(17) Zusätzl. Angaben						keine		
(18) Kurzfassung														
<p>In der Vergangenheit sind häufig Schäden an den beweglichen Teilen von Rollschützen festgestellt worden. Zur Minimierung dieser Schäden müssen die Lauf- und Führungsrollen durch geeignete Bauteile ersetzt werden. Als geeignet kommen u. E. Gleitkufe in Betracht, die starr mit der Schützkonstruktion verbunden werden und daher über keine beweglichen Teile verfügen. Da jedoch bisher noch keine Langzeiterfahrungen mit Gleitschützen und deren Verhalten unter Betrieb vorliegen, sollen Messungen über einen längeren Zeitraum an den Schützen in Bremen durchgeführt werden. Es sind Schwingwege, Spannungen und die Antriebskräfte gemessen worden. Ziel dieser Messungen ist die Entwicklung von Schützen, die unter den extremen Einsatzbedingungen mängelfrei funktionieren und für die laufende Unterhaltung nur einen geringen Arbeitseinsatz erfordern.</p> <p>Die maximalen Schwingwege am Rollschütz lagen bei $\pm 2,5$ mm und absolut bei 5,0 mm und die maximalen Schwingwege am Gleitschütz bei $\pm 1,5$ mm und absolut bei 3,0 mm. Diese Schwingwege lagen tendenziell auch schon am Anfang der Messkampagne vor und deuten darauf hin, dass bisher noch keine Zunahme der Schwingwege infolge Verschleiß an den Rollen, Kufen oder Schienen stattgefunden hat. Es zeigte sich auch, dass die Antriebskräfte des Gleitschützes bis zu 25% größer sind als die des Rollschützes und dass die Antriebskräfte abhängig von der Wasserspiegeldifferenz sind. Bei beiden Schützen stieg die Antriebskraft mit größer werdender Wasserspiegeldifferenz geringfügig an. Des weiteren konnten Reibbeiwerte für Gleitkufen aus PE-UHMW bei den In-situ-Messungen an der Schleuse Bremen gewonnen werden.</p> <p>Auf Grund der positiven Messergebnisse und einer moderat größeren Antriebskraft (bis zu 25%) für Gleitschütze sind in den letzten Jahren bereits einige Umlaufverschlüsse als Gleitschütze projektiert und teilweise auch schon gebaut worden. Auch ein Hubtor mit Gleitkufen ist am Unterhaupt der Schleuse Anderten bereits in Betrieb gegangen. Die bisherigen Erfahrungen zeigten, dass Gleitschütze eine gute Alternative zu den bisher eingesetzten Rollschützen darstellen.</p> <p>Das Forschungsvorhaben ist abgeschlossen.</p>														
(19) Schlagwörter			Rollschütz, Gleitschütz, Antriebskraft, Schwingungen, Spannungsmessungen, Reibbeiwert											
(20) Standort			B2			(21) Archiv-Nr.			(22) Mikrofilm-Nr.					