

HENRY

Hydraulic Engineering Repository

Ein Service der Bundesanstalt für Wasserbau

Conference Paper, Published Version

Buchinger, Matthias; Scheuer, Sabrina; Habersack, Helmut DriftRISK - Ermittlung des Abdriftrisikos von Personen

Verfügbar unter/Available at: <https://hdl.handle.net/20.500.11970/106549>

Vorgeschlagene Zitierweise/Suggested citation:

Buchinger, Matthias; Scheuer, Sabrina; Habersack, Helmut (2019): DriftRISK - Ermittlung des Abdriftrisikos von Personen. In: Bundesanstalt für Wasserbau (Hg.): 21. Treffen junger WissenschaftlerInnen. Karlsruhe: Bundesanstalt für Wasserbau. S. 13-18.

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.



DriftRISK – Ermittlung des Abdrifttrisikos von Personen

Matthias Buchinger, Universität für Bodenkultur Wien, Department für Wasser-Atmosphäre-Umwelt,
Institut für Wasserbau, Hydraulik und Fließgewässerforschung (IWA)

Sabrina Scheuer, Universität für Bodenkultur Wien, Department für Wasser-Atmosphäre-Umwelt,
Institut für Wasserbau, Hydraulik und Fließgewässerforschung (IWA)

Helmut Habersack, Universität für Bodenkultur Wien, Department für Wasser-Atmosphäre-Umwelt,
Institut für Wasserbau, Hydraulik und Fließgewässerforschung (IWA)

Einleitung

Hochwasserereignisse sind Teil der natürlichen Prozesse in einem Flusssystem und führen in wiederkehrenden Abständen zu Überschwemmungen. Erst durch die intensive Nutzung von natürlichen Retentionsräumen und Überflutungsflächen steigt das Risiko und ein Hochwasser kann zu einem Katastrophenereignis werden.

Doch es erhöht sich nicht nur das Schadenspotenzial durch die immer weiter steigende Präsenz an Sachwerten, auch für die Menschen bedeutet dies ein erhöhtes Risiko. Sind sich die Menschen dieses Risikos nicht bewusst und können die Gefahren nicht richtig einschätzen, begeben sie sich im Ereignisfall unter Umständen in den Hochwasserabflussbereich, um sich selbst, Tiere oder Sachwerte zu retten.

Es fehlt eine wissenschaftliche Grundlage betreffend der Abdriftgefährdung von Personen, die sich in überfluteten Gebieten oder in Gewässern aufhalten. Dieses fehlende Wissen ist aber die notwendige Basis für eine verbesserte Risikoprävention. Die derzeit in Österreich zugrundeliegende Bewertung des Zusammenhangs zwischen hydraulischen Kräften und der potenziellen Abdriftgefährdung basiert auf rein theoretischen Überlegungen.

Die Abdriftgefährdung wurde nun in einer Voruntersuchung im Zuge einer Masterarbeit erstmals wissenschaftlich untersucht. In diesem Zusammenhang sei auch der Report von Cox et al. (2010) „Appropriate safety criteria for people in floods“ erwähnt, der einen guten Überblick über internationale Forschung zum Thema Abdriftgefährdung gibt.

Methodik

Das seit 2015 zur Verfügung stehende BOKU-Forschungsgerinne, welches im Zuge des EU-Projektes SEDDON als Teil des Donauraumstrategieprojektes DREAM errichtet wurde (Habersack et al. 2014), bietet durch seine Größe erstmals die Möglichkeiten der praktischen Untersuchung der Abdriftgefährdung von Personen in stationären und dynamischen Versuchsanordnungen unter realen Bedingungen. Die Länge des Kanals beträgt 120 m. 30 m davon sind als offener, nicht gedeckelter Bereich ausgeführt und werden für die Abdriftversuche genutzt. Die Breite des Gerinnes beträgt 5 m, eine maximale Wassertiefe von 3 m kann eingestellt werden. Bedingt durch die Wasserspiegeldifferenz zwischen der höher liegenden Donau und dem tiefer liegenden Donaukanal sind Durchflüsse bis zu 10m³/s ohne Pumpen möglich.

Zur Durchführung der Abdriftversuche wurde das Forschungsgerinne um diverse Einbauten ergänzt. Zum einen musste eine Messplattform in der Sohle eingebaut werden, zum anderen waren zusätzliche Personensicherungseinrichtungen notwendig, wie ein auskragender Arm als Anschlagpunkt für die Seilsicherung und eine Messbrücke. Die Messplattform wurde am Institut der BOKU selbst entwickelt,

da hier bereits ähnliche Konzepte zur Messung der Sohlschubspannung erforscht werden (Gmeiner et al. 2015).

Um ein höchstes Maß an Schutz für die Testpersonen zu gewährleisten, wurde im Vorfeld der Versuche ein Sicherheitskonzept inklusive Risikoanalyse nach ISO 31000 (Austrian Standards 2010)

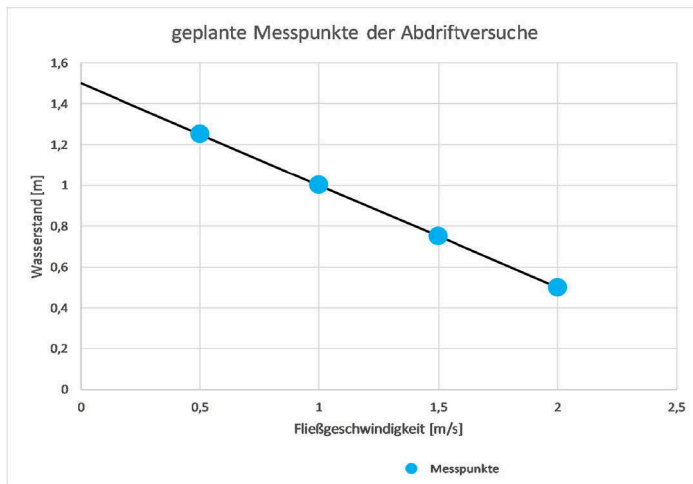


Bild 1: Untersuchte Fließzustände, gewählt anhand der Kriterien Wasserstand und Fließgeschwindigkeit

gemeinsam mit der österreichischen Wasserrettung ausgearbeitet und angewandt.

Für die Versuche wurden vier stationäre Fließzustände mittels einer Kombination von Wassertiefe und Fließgeschwindigkeit gewählt, die auch in der praktischen Hochwassergefahrenzonenplanung zum Einsatz kommen (siehe Bild 1). Die Wasserstände und die Fließgeschwindigkeiten wurden mithilfe der Regelungssoftware des Forschungsgerinnes eingestellt und die Personen in mehreren Positionen 90 Sekunden diesen Fließzuständen ausgesetzt. Der Ablauf wurde pro Person mehrmals durchgeführt. Die Versuchsanordnung verlangte von den Testpersonen nacheinander drei Positionen in der Strömung einzunehmen: 1. statisch stehend, mit der Schmalseite des Körpers in Fließrichtung gedreht; 2. statisch stehend, die gesamte Fläche der Frontseite des Körpers normal zur Fließrichtung gedreht; 3. dynamisch gegen die Fließrichtung gehend, ohne die Körperhaltung vorzugeben (siehe Bild 2). Alle drei Versuche wurden einmal mit handelsüblichen Sportschuhen getestet und einmal mit Einsatzstiefeln der Feuerwehr.

Gemessen wurden Wasserstand, Durchfluss (über das fix in der Anlage implementierte Durchfluss-Messsystem der Firma NIVUS), Fließgeschwindigkeit (mittels Sidelooking-Doppler-Sensoren und Acoustic-Doppler-Velocimeter) und auch die auf die Person wirkende Kraft über eine in der Gerinnesohle eingebaute Kraftmessplattform. Die visuelle Auswertung der Versuche erfolgte über zwei Videokameras. Zwischen und nach den Versuchen wurde eine qualitative Befragung der Versuchspersonen durchgeführt.

Insgesamt durchliefen acht Testpersonen im Alter zwischen 25 und 43 Jahren diesen Versuchsaufbau, wobei auf ein ausgeglichenes Geschlechterverhältnis geachtet wurde.



Bild 2: Versuchsaufbau im Forschungsgerinne

Ergebnisse und Diskussion

Die über die Kraftmessplattform aufgezeichneten Kräfte, die auf die Versuchsperson einwirkten, wurden für alle Testpersonen sowohl für die zwei stehenden Versuche (Körper in Fließrichtung und normal zur Fließrichtung gedreht), als auch für die zwei unterschiedlichen Schuhwerke ausgewertet. Dabei ergab sich für die Sportschuhe normal auf die Fließrichtung eine Maximalkraft von etwa 250 N, im Vergleich dazu in Fließrichtung ein Maximalwert von etwa 220 N. Bei den Versuchen mit den Einsatzstiefeln lagen die Werte mit 300 N und 230 N doch etwas höher.

Diese gemessenen Werte wurden in weiterer Folge auch theoretisch berechnet und verglichen, wobei sich im Mittel aus der Summe beider Schuhtypen eine Abweichung in Fließrichtung um 5%, und eine Abweichung normal auf die Fließrichtung von 14% ergab. Mithilfe der gleichen Formel war es auch möglich für jeden Versuch einen eigenen c_w -Wert, den sogenannten Strömungswiderstandskoeffizienten zu berechnen. Dieser lag über alle Versuche gemittelt bei 0,81.

Um die Kernfrage „gibt es eine Abdriftgefährdung unter den gegebenen hydraulischen Bedingungen“ zu beantworten, wurden für jede Versuchsperson die insgesamt sechs Versuche in einer Grafik eingetragen und mittels eines Ampelsystems bewertet. Um die theoretische Möglichkeit abzuschätzen, dass eine Person in ruhendem Gewässer stehend auf Hilfe wartet, oder gehend sich selbst aus der Gefahrensituation befreit, wurden die zu untersuchenden Strömungszustände um einen Punkt erweitert (Fließgeschwindigkeit 0 m/s, Wassertiefe 1,5 m). Dieser Zustand wurde nicht im Versuchsgerinne simuliert, sondern statistisch anhand der Wassertiefe und der Körpergröße der Probanden ermittelt. Betrug der Abstand zwischen Schuhsohle und Unterlippe einer aufrechtstehenden Person mehr als 1,5 m, konnte davon ausgegangen werden, dass ein Ertrinken

verhindert werden kann. In diesem Fall wurde der Punkt in der Ampelauswertung grün dargestellt, andernfalls rot. Dabei wurde der Einfluss des Auftriebs, wie auch physische und psychische Einflüsse in Extremsituationen aus Gründen der Vereinfachung außer Acht gelassen.

Die Darstellung der Ergebnisse zeigt farblich, ob während des Versuches eine Abdrift tatsächlich stattgefunden hat (Messpunkt rot eingefärbt), oder nicht (Messpunkt grün eingefärbt). In einem weiteren Schritt wurden die Ergebnisse der Befragung inkludiert und berücksichtigt, ob die Versuchsperson angab bei diesen Bedingungen „sehr schwer“ (rot), „schwer“ (gelb) oder „mittel“ bis „leicht“ (grün) stehen zu können (siehe Bild 3).

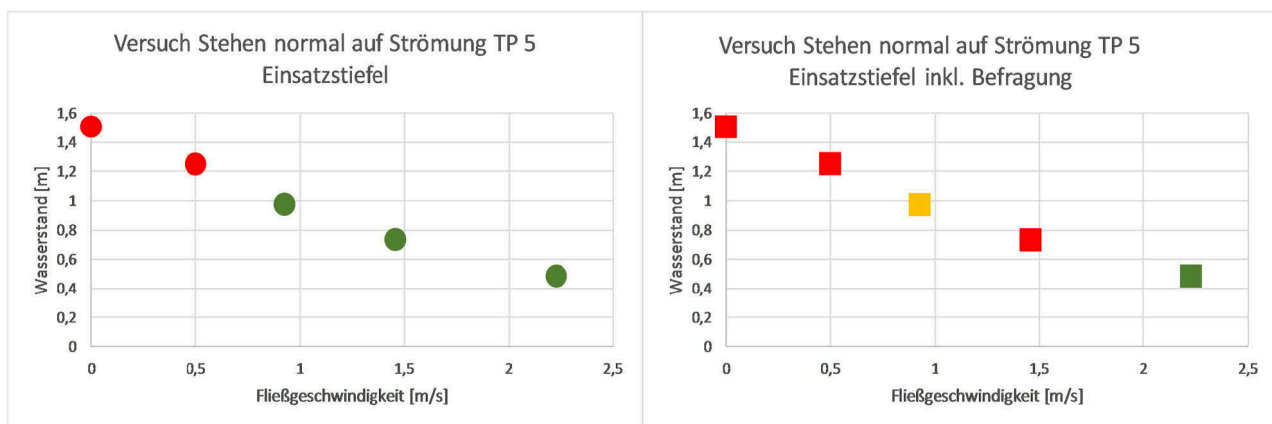


Bild 3: Darstellung der Ampelauswertung der Versuche 2 „statisch stehend, die gesamte Fläche der Frontseite des Körpers normal zur Fließrichtung gedreht“ mit Einsatzstiefeln von Testperson 5 rechts inklusive, links exklusive Befragung (roter Punkt: kein stehen)

Obwohl alle Testpersonen ein gutes Fitnesslevel hatten und die meisten aufgrund ihrer Tätigkeit am Institut für Wasserbau, Hydraulik und Fließgewässerforschung (IWA) auch schon Erfahrung mit den Bedingungen in Fließgewässern hatten, wurden insgesamt drei der acht Versuchspersonen in stehender Position während der Messungen abgedrftet. Drei Personen wurden beim Gehen von der Strömung abgedrftet und sechs der acht Probanden wären theoretisch bei einer Wassertiefe von 1,5 m Gefahr gelaufen, zu ertrinken.

Anhand der Befragung der Testpersonen konnten diese Ergebnisse auch qualitativ ausgewertet werden. Untersucht wurde die Anstrengung bei den Versuchen, sowie das Empfinden sich unter diesen hydraulischen Bedingungen fortzubewegen, um sich selbst aus dem Gefahrenbereich zu bringen. Die Auswertung ergab, dass die Versuchspersonen einen besonders hohen Grad an Anstrengung bei den Versuchen mit mittleren Wasserständen (0,75-1,00 m) und mittleren Fließgeschwindigkeiten (1,0-1,5 m/s) verspürten, jedoch geringere Anstrengung bei niedrigem Wasserstand und hoher Fließgeschwindigkeit sowie bei hohem Wasserstand und niedriger Fließgeschwindigkeit (siehe Bild 4).

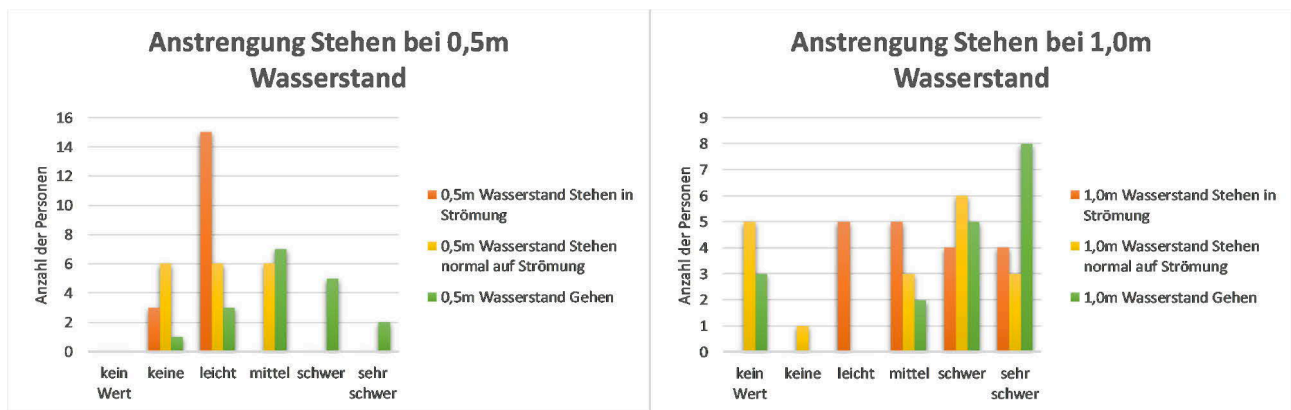


Bild 4: Verteilung der subjektiv verspürten Anstrengung aller Testpersonen in allen Versuchskonfigurationen bei 0,5 m Wasserstand (links) und bei 1,0 m Wasserstand (rechts)

Ein ähnliches Bild zeigte sich auch für den Versuch, sich aus dem Abflussbereich durch Gehen selbst zu befreien. Die Auswertung der Wahrnehmung der einzelnen Teilnehmer zeigte, dass die beiden mittleren Fließbedingungen sehr beunruhigten, die anderen beiden Bedingungen jedoch kaum.

Schlussfolgerungen und Ausblick

Die erhobenen Daten lassen darauf schließen, dass es Unterschiede zwischen der subjektiven Wahrnehmung und der objektiv messbaren Beeinflussung der Personen durch Strömungskräfte bis hin zur Abdrift gibt. Es stellte sich weiter heraus, dass der angenommene lineare Zusammenhang von Fließgeschwindigkeit und Wassertiefe das Risiko, von der Strömung erfasst zu werden, aufgrund der verschiedenen Fließzustände einerseits überschätzt und anderenorts unterschätzt. Wie erwartet deuten die Auswertungen für die Kraftmessungen auf einen Unterschied zwischen dem Versuch in Fließrichtung und dem Versuch normal auf die Fließrichtung hin und auch das unterschiedliche Schuhwerk nimmt Einfluss auf die Messwerte. Um weitere Aussagen treffen zu können, müssten jedoch deutlich mehr Versuche durchgeführt werden. Die Ergebnisse sollen lediglich als erste Abschätzung der Kraftwirkung dienen.

Die berechneten c_w -Werte lassen sich mit Angaben aus der Literatur vergleichen (Academic 2017), da die Schwankungsbreite bei den verschiedenen Wasserständen aber sehr groß ist, bräuchte es hier auch noch deutlich mehr Daten.

Allgemein kann gesagt werden, dass die in dieser Arbeit erhobenen Ergebnisse, aufgrund der geringen Probandenzahl und der Tatsache, dass es lediglich erste Vorversuche zur Abschätzung waren, noch nicht belastbar genug sind, um allgemeine Rückschlüsse auf die gesamte Bevölkerung zu ziehen. Aber bereits bei den wenigen durchgeführten Versuchen zeichnete sich die Tendenz ab, dass jene Teilnehmer unter 1,70 m Körpergröße Probleme mit hohen Wasserständen hatten. Jedenfalls bei Kindern oder Jugendlichen mit einer Unterkante der Unterlippe unter 1,50 m ist klar, dass ein Grenzwert von 1,50 m problematisch ist.

In einem nächsten Schritt soll nun eine weiterführende Forschung inklusive einer statistisch belastbaren Anzahl an Versuchen durchgeführt werden. Dazu müsste auch eine sozialwissenschaftliche Begleitung angestrebt werden, um die psychologischen Einflussfaktoren zu analysieren und deren Rolle in der Abdriftgefährdung von Personen zu bestimmen. Dies würde unter

anderem auch die Berücksichtigung von Vorkenntnissen im Zusammenhang mit Strömung und das Fitnesslevel der Versuchspersonen betreffen und könnte auch Aufschluss über den Faktor der Selbstüberschätzung bringen. Des Weiteren ist es notwendig, die Versuche nicht nur entlang der gewählten Geraden zu verdichten (siehe Bild 1), sondern den Wasserstand und die Fließgeschwindigkeit bis zum tatsächlichen Abdriften der Personen zu erhöhen. Ein Vorschlag hierzu wäre es, die Versuche entlang eines Rasters über- und unterhalb der aktuellen Geraden anzuordnen. Über ein mehrstufiges Versuchsdesign kann das Raster in den Bereichen, die für die Abdrift verantwortlich sind, immer engmaschiger gestaltet werden.

Aufgrund der bis jetzt erhobenen Daten, sollte auch überlegt werden, inwieweit eine Kraftmessung nur in Strömungsrichtung sinnvoll ist, oder ob eine Kraftmessung überhaupt eine Aussage über die Abdriftgefährdung zulässt.

Im Zuge der Durchführung der Untersuchungen wurden auch Gespräche mit diversen Einsatzorganisationen geführt. In diesen Gesprächen wurde ein großer Bedarf an einer realen Übungsmöglichkeit im Hochwasserabflussbereich festgestellt. Gemeinsam mit interessierten Einsatzorganisationen könnte hier in Zukunft ein Übungsprogramm entwickelt werden, in dessen weiterer Folge ein Leitfaden inklusive Schulungsmaterial erarbeitet wird, der dann für wiederkehrende Übungen zur Verfügung steht.

Literatur

Academic (2017): Cw-Wert; online <http://deacademic.com/dic.nsf/dewiki/289030> (29.05.2019).

Austrian Standards (2010): Risikomanagement - Grundsätze und Richtlinien (ISO 31000:2009). Austrian Standards. Wien

BMLFUW - Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (2011): Technische Richtlinie für die Gefahrenzonenplanung gem. § 42a WRG. Wien.

Cox, R. J.; Shand, T. D. and Blacka, M. J. (2010): Appropriate Safety Criteria for People in Floods - WRL Research Report 240. Australia. In: <http://arr.ga.gov.au/arr-guideline/revision-projects/project-list/projects/project-10>.

Gmeiner, P; Liedermann, M; Tritthart, M; Habersack, H. (2015): A novel device for direct bed shearstress measurements in a gravel bed river, Laronne, J; Tsutsumi. D, Konferenzband Abstracts.

Habersack, H.; Haimann, M.; Baranya, S.; Józsa, J.; Riegler, A. and Sindelar, C.; Liedermann, M.; Fiscor, J.; Simon, G.; Hengl, M. (2014): Gemeinsame österreichisch-ungarische Sedimentforschung im Rahmen des EFRE-Projektes SEDDON. Österreichische Wasser- und Abfallwirtschaft, (9–10)