

Volker Bettzieche und Reinhard Pohl

Kleine Talsperren und Hochwasserrückhaltebecken – Ein DWA-Merkblatt für die Praxis

Talsperren und Hochwasserrückhaltebecken werden nach DIN 19 700 entsprechend ihrer Größe und ihrem Gefährdungspotenzial in Klassen unterteilt. Für kleine und sehr kleine Anlagen sind Erleichterungen bei den technischen Anforderungen möglich, die jedoch nur wenig ausgeführt sind. Das neue DWA-Merkblatt M 522 gibt konkrete Hinweise zur Planung, zum Bau und zum Betrieb von kleinen Stauanlagen unter Beachtung der erforderlichen Anlagensicherheit.

1 Einführung

Stauanlagen prägen das Landschaftsbild in Deutschland. Insbesondere in den Mittelgebirgen wird das Wasser der Bäche und kleinen Flüsse seit Jahrhunderten in kleinen Teichen oder Stauhaltungen gespeichert und für verschiedenste Zwecke verwendet. Aber auch im Flachland und selbst im urbanen Bereich dienen Stauhaltungen unterschiedlichen Aufgaben. Vom Stadtpark- oder Fischteich über den kleinen Freizeitsee bis zum Hochwasserrückhaltebecken reichen die vielfältigen Nutzungen, zu denen die Fließgewässer aufgestaut werden. So sehr sich die Gesellschaft

an das Vorhandensein dieser Wasserflächen gewöhnt hat, so wenig ist ihr bewusst, dass auch beim Versagen von kleinen Anlagen Schäden entstehen, im Einzelfall sogar Menschenleben bedroht sein können. Das Augenmerk der Öffentlichkeit in Bezug auf die Wahrnehmung von Gefahren hat den Bruch einer kleinen Stauanlage nicht im Fokus.

Die 2004 in überarbeiteter Fassung erschienene Norm DIN 19 700 [5] führt erstmals die Klassifizierung von Stauanlagen nach Größe und Gefährdungspotenzial ein. Gemäß DIN 19700-11 [6] werden Talsperren unterschieden in die Talsperrenklasse 1 mit ihren großen Anlagen, einem Stauvo-

lumen von mehr als 1 Mio. m³ sowie einer Höhe des Absperrbauwerks von mehr als 15 m, und die Talsperrenklasse 2 mit mittleren und kleinen Talsperren, die ein geringeres Gefährdungspotenzial besitzen. Diese Klassifizierung in nur zwei Klassen verdeutlicht, dass DIN 19700-11 mit dem Augenmerk auf große Talsperren geschrieben wurde. Kleine und mittlere Talsperren werden von der DIN in einer Klasse zusammengefasst, jedoch zeigt sich bei genauerer Betrachtung, dass die Regelungen für kleine und mittlere Talsperren nur an wenigen Stellen explizite Vereinfachungen gegenüber großen Stauanlagen beschreiben. An anderen Stellen sind Erleichterungen nur grundsätzlich ermöglicht und müssen vom planenden Ingenieur weiter entwickelt und ausgestaltet werden.

DIN 19 700-12 [7] behandelt Hochwasserrückhaltebecken. Auch hier ist eine Klassifizierung der Anlagen vorgesehen, die mit vier Klassen über die DIN 19700-11 hinausgeht: DIN 19700-12 unterscheidet Hochwasserrückhaltebecken in große, mittlere, kleine und sehr kleine Anlagen.

Der Fachausschuss WW 4 „Fluss- und Talsperren“ der Deutschen Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. (DWA) hat beschlossen, in einem neuen Merkblatt Anregungen zu geben, wie kleine Talsperren und kleine Hochwasserrückhaltebecken unter Zugrundelegung der Normen DIN 19 700 wirtschaftlich und sicher geplant, gebaut und betrieben werden können. Hierbei soll der Fokus zunächst auf möglichen Erleichte-

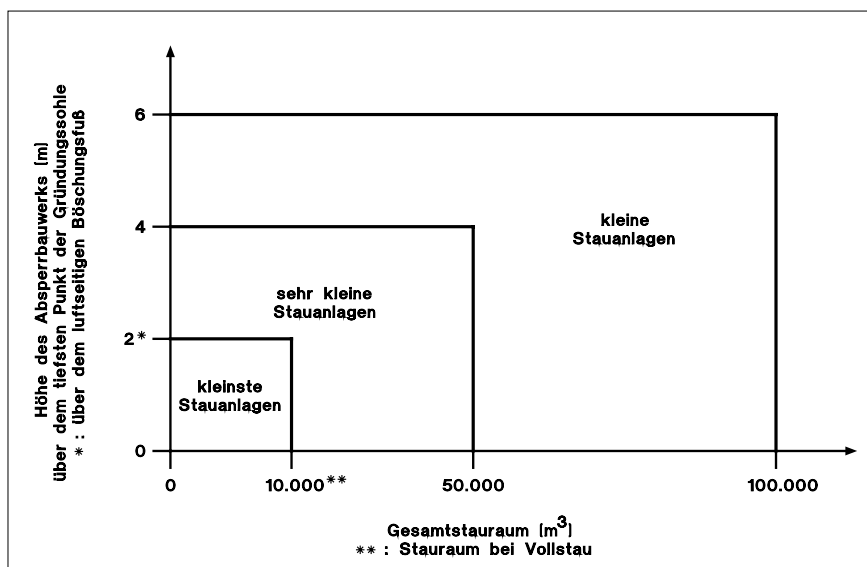


Bild 1: Klassifizierung kleiner Stauanlagen

rungen gegenüber den Anforderungen an große Stauanlagen liegen, ohne das von der DIN vorgegebene Sicherheitsniveau zu unterschreiten. Darüber hinaus soll das Merkblatt Empfehlungen geben für einfache und robuste Bauweisen, die sich in der Praxis bewährt haben und mit denen allzu umfangreiche Analysen und Berechnungen vermieden werden können.

Im Folgenden werden einige relevante Themen des Merkblatts beispielhaft aufgegriffen.

2 Themen des Merkblatts

2.1 Anwendungsbereich und Klassifizierung

Das Merkblatt betrachtet kleine Stauanlagen im Sinne der Definitionen der DIN 19700-11 und DIN 19700-12. Es betrachtet kleine Talsperren und kleine Hochwasserrückhaltebecken mit Höhen des Absperrbauwerks von weniger als 6 m über der Gründungssohle und einem Gesamtstauraum von weniger als 100 000 m³. Es beschränkt sich auf Stauanlagen, die zum planmäßigen Aufstau eines natürlichen Gewässers dienen. Retentionsräume, wie sie z. B. durch den Rückstau von unzureichend dimensionierten Straßendurchlässen entstehen können, werden nicht vom Merkblatt betrachtet, gleiches gilt für Muldenspeicher, wie sie z. B. durch Abgrabungen erstellt werden.

Im Sinne der DIN unterscheidet auch dieses Merkblatt Stauanlagen verschiedener Klassen. In Anlehnung an DIN 19700-12 werden die Stauanlagen gemäß **Bild 1** in drei Klassen eingeteilt: kleine Stauanlagen, sehr kleine Stauanlagen und kleinste Stauanlagen. Eine grundsätzliche Untergrenze wird zunächst nicht angegeben.

Das Merkblatt hat jedoch kleine und sehr kleine Stauanlagen im Fokus, die im Haupttext umfassend behandelt werden.

Kleinste Stauanlagen mit Höhen des Absperrbauwerks über dem luftseitigen Böschungsfuß von weniger als 2 m und gleichzeitig einem Volumen bei Vollstau von weniger als 10 000 m³ werden gesondert betrachtet. Die für diese kleinsten Stauanlagen geltenden Anforderungen werden nicht im Haupttext behandelt, sondern in einem kurz gefassten Anhang beschrieben. Hier können geringere Anforderungen gelten, solange diese Anlagen mit robusten und konservativen Bauweisen ausgeführt werden. Stauanlagen mit einem Stauvolumen von weniger als 500 m³ fallen nicht in den Gültigkeitsbereich des Merkblatts, für diese Anlagen werden jedoch Hinweise auf die zu erfüllenden Anforderungen gegeben. Eine Übersicht über die Klassifizierung und ihre wichtigsten Anforderungen gibt **Tabelle 1**.

Eine besondere Fragestellung bei kleinen Stauanlagen ergibt sich, wenn diese kaskadenförmig angeordnet sind. Die Erfahrung zeigt, dass sich beim Versagen einer solchen Anlagenkette in Folge des „Dominoeffekts“ größere Gefährdungen entwickeln können. Bei unmittelbar hintereinander liegenden Stauanlagen wird daher im Hinblick auf das Sicherheitsniveau der Anlagengruppe vorgeschlagen, die geometrische Klassifizierung anhand der Höhe des größten Absperrbauwerks und des rechnerischen Gesamtvolumens aller Stauräume der zu betrachtenden Anlagen zu wählen.

2.2 Zuverlässigkeitsnachweise

Wie bei jedem technischen Bauwerk ist auch für das Absperrbauwerk einer kleinen Stauanlage die bauliche Zuverlässigkeit nachzuweisen. An Stelle des bisher verwendeten Begriffs der Standsicherheit ist in DIN 19700 die Tragsicherheit getreten, neben der auch die Dauerhaftigkeit und die Gebrauchstauglichkeit nachzuweisen sind. Da Absperrbauwerke von

kleinen Anlagen zumeist als Staudämme ausgeführt werden, betrachtet das Merkblatt hier keine Staumauern, sondern berücksichtigt die Verfahren der Berechnung und Bemessung in der Geotechnik. Hier gilt seit seiner bauaufsichtlichen Einführung im Juli 2012 der Eurocode 7, DIN EN 1997-1 [2]. Im Abschnitt 12 behandelt der Eurocode Erddämme, wobei sein Gültigkeitsbereich durch die zum Eurocode 7 ergänzenden Regelungen der DIN 1054 [4] auf Dämme mit einer Höhe des Stauwasserspiegels von weniger als 15 Metern eingegrenzt wird. Mit dieser Bestimmung stellt der Eurocode 7 als Grundnorm über den Regelungen der Fachnorm DIN 19700.

Bei der Erstellung von Tragsicherheitsnachweisen stellt sich nun dem planenden Ingenieur die Frage, wie die in der DIN 19700 hinterlegten Forderungen mit den Regelungen des Eurocode 7 in Einklang gebracht werden können. Von wesentlicher Bedeutung ist hierbei, dass die DIN 19700 als Nachweiskonzept den Gesamtstandardsicherheitsnachweis mit einem einzigen Sicherheitsbeiwert betrachtet, während der Eurocode das Teilsicherheitsbeiwertverfahren einführt.

Beispielsweise sind die in der DIN beschriebenen Hochwasserbemessungsfälle nur schwer in das Konzept der Bemessungssituationen des Eurocodes zu überführen. Das Merkblatt ordnet die Lastfälle nach DIN 19700-11 den Bemessungssituationen entsprechend den zum Eurocode 7 ergänzenden Regelungen der DIN 1054 zu. Hierbei werden für kleine Stauanlagen Vereinfachungen genutzt, wie sie z. B. in DIN 19700-12 Abschnitt 7 beschrieben werden. So reicht es aus, an Stelle der in DIN 19700-11 beschriebenen drei Tragwiderstandsbedingungen A, B und C nur die Bemessungssituation mit der Tragwiderstandsbedingung A zu untersuchen, wenn die Wirksamkeit der baulichen Einrichtungen in den Lastfällen be-



Bild 2: Hochwasserentlastungen: überströmbarer Damm und Stauwand (Bilder: Koch)

Tab. 1: Übersicht zur Klassifizierung von Stauanlagen

| Stauanlagenklasse | Kleinste Stauanlagen | Sehr kleine Stauanlagen | Kleine Stauanlagen | Mittlere und große Stauanlagen |
|---|---|--------------------------|---------------------------|--------------------------------|
| Gesamtstauraum I | | $I < 50\,000\text{ m}^3$ | $I < 100\,000\text{ m}^3$ | $I \geq 100\,000\text{ m}^3$ |
| Stauraum bei Vollstau I_v | $I_v < 10\,000\text{ m}^3$ | | | |
| Höhe des Absperrbauwerks über der Gründungssohle: h | und | und | und | oder |
| Höhe über dem luftseitigen Böschungsfuß: h^* | $h^* < 2\text{ m}$ | $h < 4\text{ m}$ | $h < 6\text{ m}$ | $h \geq 6\text{ m}$ |
| Norm | DIN 19 700 | DIN 19 700 | DIN 19 700 | DIN 19 700 |
| Anwendung des Merkblatts DWA-M 522 | DWA-M 522, Anhang A empfohlen | DWA-M 522 empfohlen | DWA-M 522 empfohlen | nein |
| Hydrologische Bemessung | DWA-M 522, Abschnitt 3 | DWA-M 522, Abschnitt 3 | DWA-M 522, Abschnitt 3 | DIN 19 700 |
| Stand sicherheitsnachweis | EC 7 oder Regelquerschnitt nach Abschnitt 7.2 | DWA-M 522, Abschnitt 6 | DWA-M 522, Abschnitt 6 | DIN 19 700 |
| Bauwerksüberwachung | DWA-M 522, Anhang A | DWA-M 522, Abschnitt 9 | DWA-M 522, Abschnitt 9 | DIN 19 700 bzw. DWA-M 514 |

rücksichtigt wird. Es ergeben sich folgende Zuordnungen:

- Lastfälle 1 (Regelkombinationen) nach DIN 19 700-11: Bemessungssituation BS-P (ständige Situationen) nach DIN 1 054,
- Lastfälle 2 (seltene Kombinationen) nach DIN 19 700-11: Bemessungssituation BS-T (vorübergehende Situationen) nach DIN 1 054,
- Lastfälle 3 (außergewöhnliche Kombinationen) nach DIN 19 700-11: Bemessungssituation BS-P (außergewöhnliche Situationen) nach DIN 1 054.

Die konkreten Nachweise der Tragsicherheit (z. B. Böschungsbruch, Grundbruch und Abschieben des Dammkörpers) sind nach Eurocode 7 mit Hilfe von Teilsicher-

heitsbeiwerten zu führen. Umfangreiche Informationen hierzu sind im DWA Merkblatt M507-1 [8] zu finden.

2.3 Hochwasserentlastungsanlage

Neben den planerischen Hinweisen zur Dimensionierung kleiner Stauanlagen gibt das Merkblatt auch Empfehlungen zur konstruktiven Auslegung von Betriebs-einrichtungen. Als Beispiel seien Hochwasserentlastungsanlagen genannt, die für kleine Stauanlagen meist als überströmbarer Dammbereich (Dammscharte) oder als feste Überfälle ohne Verschlüsse ausgeführt werden. Weitere Bauformen sind im Einzelfall möglich. Die wesentlichen Vorteile von überströmbareren Dammbereichen und festen Überläufen liegen in

der Überlastbarkeit der Hochwasserentlastungsanlage. Gerade bei kleinen Anlagen kann der Bemessungshochwasserabfluss eine gegenüber dem Mittelabfluss deutlich größere Abflusshöhe zur Folge haben. Ausreichende Reserven, wie sie überlastbare Hochwasserentlastungsanlagen bieten, sind hier von Vorteil, gerade weil auch unter dem Aspekt des Klimawandels an kleinen Stauanlagen mit Erhöhungen der Bemessungswasserabflüsse gerechnet werden muss.

Zur Verringerung der Verlegungsgefahr an kleinen Stauanlagen sollten Brücken oder Stege über die Hochwasserentlastung vermieden werden. Stattdessen können Dammscharten durchfahrbar mit flachen, seitlichen Böschungen ausgebildet werden. Ist dies nicht möglich, so ist ein Freibord zwischen dem höchsten Hochwasserstauziel und der Konstruktionsunterkante von mindestens 0,5 m einzuhalten. Es ist zudem darauf zu achten, dass Maßnahmen der Verkehrssicherung die hydraulische Leistungsfähigkeit der Anlage, auch infolge einer möglichen Verlegung, nicht einschränken. Zudem wird darauf verwiesen, dass für Brücken ab 2 m lichter Weite gemäß DIN 1 076 [1] Prüf- und Überwachungspflichten entstehen. Beispiele für Hochwasserentlastungsanlagen sind in **Bild 2** dargestellt.

2.4 Treibgutsperrre und Rechen an Hochwasserrückhaltebecken

Grund- und Betriebsauslässe von Hochwasserrückhaltebecken sind im Hochwasserfall der Gefahr einer Verlegung und somit eines Versagens durch eine Verstopfung der Öffnung ausgesetzt. Aus diesem Grunde empfiehlt sich eine Anordnung von Grobrechen als oberstromseitigen Treibgutfang unmittelbar vor den Organen einzurichten. Ein Grobrechen besteht aus Pfählen, z. B. aus Holz, Stahl oder Stahlbeton, die als Reihe mit einem ge-



Bild 3: Beispielhafte Treibgutsperrre und Rechen (Bilder: Koch, Mehl)

gegenseitigen Abstand von höchstens 50 cm in das Gewässerbett und naheliegenden Uferbereichen eingebracht werden (**Bild 3**). Hiermit kann Treibgut schon im ausreichenden Abstand vor den Betriebs-einrichtungen abgefangen und nach Ab-laufen des Hochwassers leicht geräumt werden.

Zum unmittelbaren Schutz der Grund-ablässe und Betriebsauslässe selbst emp-fiehlt sich der Bau eines räumlich aus-gebildeten Rechens in Stahlbauweise (**Bild 3**). Die Rechen sollten mindestens zweidimensional anströmbar gebaut wer-den, so dass das Wasser in Strömungsrich-tung aber auch von oben durch den Re-chen in die Betriebseinrichtung eintreten kann. Es empfiehlt sich zusätzlich, auch eine seitliche Anströmung (dreidimen-sional) vorzusehen. Stababstände von 10 bis 30 cm haben sich bewährt. Je nach Bewuchssituation und zu erwartendem Treibgutanteil sollte ein Rechen die 10- bis 20-fache Oberfläche des Auslassquer-schnittes besitzen. Es ist darauf zu achten, dass Einrichtungen geschaffen werden,

die eine Räumung des Rechens mit einem entsprechenden Gerät ermöglichen.

3 Zusammenfassung

An vielen Bächen und kleinen Flüssen befinden sich kleine Stauanlagen. Diese fallen grundsätzlich in den Geltungsbe-reich der DIN 19 700, die gleichzeitig auch für große Talsperren und Hochwasser-rückhaltebecken gilt. Planer und Betreiber kleiner Stauanlagen suchen eine Hilfe, die Öffnungsklauseln der DIN für diese klei-nen Anlagen ausgestaltet, ohne grund-legende Sicherheitsanforderungen zu vernachlässigen. Das neue DWA-Merkblatt M 522 zeigt Handlungsspielräume auf und stellt bewährte Bauweisen vor. Es ent-wickelt dazu die Klassifizierung der DIN 19 700 weiter. Die Bedeutung des 2012 bauaufsichtlich eingeführten Eurocode 7 für kleine Stauanlagen wird dargestellt.

Es ist vorgesehen, das Merkblatt M 522 im Sommer 2013 im Gelbdruck zu ver-öffentlichen.

Volker Bettzieche and Reinhard Pohl

Small Dams and small Flood Control Reservoirs – a DWA-Guideline for Practice

Based on DIN 19 700 dams and flood control reservoirs in Germany are classified according to their size and their hazard potential. For small and very small structures reductions in technical requirements are possible, but mostly not further explained in the documents. The new DWA guideline M 522 provides practical help for the planning, construction and operation of small reservoirs in compliance with the required safety of the structures.

Фолькер Беттцихе и Рейнхард Поль

Малые приплотинные водохранилища и резервуары паводкового аккумуляирования – практическая памятка Немецкой ассоциации водоснабжения, водоотведения и очистки сточных вод (DWA)

Приплотинные водохранилища и резервуары паводкового аккумуляирования паводка согласно немецкому промышленному стандарту DIN 19 700 подразделяются на классы в соответствии с их размерами и рисковым потенциалом. Для малых и очень малых сооружений возможно получение льготных условий в отношении технических требований, что, однако, реализуется лишь в незначительной степени. Новая памятка 522 М Немецкой ассоциации водоснабжения, водоотведения и очистки сточных вод (DWA) дает конкретные указания по таким аспектам как планирование, строительство и эксплуатация малых подпорных технических сооружений с учетом вопросов безопасности.

4 Dank

Die Autoren danken der DWA für die Unterstützung und den Teilnehmern der Arbeitsgruppe WW-4.5 „Kleine Stauan-lagen“ für ihre Mitwirkung. Neben den Autoren sind sie Mitverfasser des Merk-blatts: Dr.-Ing. Andreas Bieberstein, Karls-ruher Institut für Technologie, Karlsruhe; RBD Dipl.-Ing. Klaus Flachmeier, Bezirks-regierung Detmold; Dr.-Ing. Jörg Franke, EnBW Kraftwerke AG, Stuttgart; BD Dipl.-Ing. Matthias Groteklaes, Regie-rungspräsidium Freiburg; BD Dipl.-Ing. Reinhard Klumpp, Bayrisches Landesamt für Umwelt, Augsburg; Dipl.-Ing. Lothar Knödl, Zweckverband Hochwasserschutz Einzugsbereich Elsenz-Schwarzbach, Waibstadt; Dipl.-Ing. Jörg Koch, Inge-nieurbüro Wald + Corbe, Hügelsheim; Dipl.-Ing. Jochen Mehl, Thüringer Fern-wasserversorgung, Erfurt; Dipl.-Ing. Quent Mehlhorn, Thüringer Fernwasserversor-gung, Erfurt.

Autoren

Prof. Dr.-Ing. Volker Bettzieche

Ruhrverband
Kronprinzenstraße 37, 45128 Essen
vbe@ruhrverband.de

Prof. Dr.-Ing. habil. Reinhard Pohl

Institut für Wasserbau und
technische Hydromechanik
TU Dresden, 01062 Dresden
reinhard.pohl@tu-dresden.de

Literatur

- [1] Norm DIN 1 076: Ingenieurbauwerke im Zuge von Straßen und Wegen, Überwachung und Prüfung. Berlin: Beuth Verlag.
- [2] Norm DIN EN 1997-1 – Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik – Teil 1: Allgemeine Regeln. Berlin: Beuth Verlag.
- [3] Norm DIN EN 1997-1/NA: – Nationaler Anhang – National festgelegte Parameter – Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik – Teil 1: Allgemeine Regeln. Berlin: Beuth Verlag.
- [4] Norm DIN 1 054 Baugrund – Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau – Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-1. Berlin: Beuth Verlag.
- [5] Norm DIN 19 700-10 (Juli 2004): Stauanlagen – Teil 10: gemeinsame Festlegungen. Berlin: Beuth Verlag.
- [6] Norm DIN 19 700-11 (Juli 2004): Stauanlagen – Teil 11: Talsperren. Berlin: Beuth Verlag.
- [7] Norm DIN 19 700-12 (Juli 2004): Stauanlagen – Teil 12: Hochwasserrückhaltebecken. Berlin: Beuth Verlag.
- [8] DWA (Hrsg.): Deiche an Fließgewässern – Teil 1: Planung, Bau und Betrieb. In: DWA-Merkblätter (2011), M 507-1.