Planungsgrundlagen für Hochwasserrückhaltebecken in der Bundesrepublik Deutschland

Autor(en): **Hartung, Wilfried**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizer Ingenieur und Architekt**

Band (Jahr): **98 (1980)**

Heft 47

PDF erstellt am: **19.03.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-74251

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Planungsgrundlagen für Hochwasserrückhaltebecken in der Bundesrepublik Deutschland

Von Wilfried Hartung, Braunschweig

Seit mehr als 30 Jahren werden in Deutschland massiert Hochwasserrückhaltebecken zur Minderung der Hochwassergefahr gebaut. Inzwischen sind etwa 200 Anlagen zwischen 100000 und 37 Mio m³ Stauinhalt in Betrieb bzw. in Bau. Planung und Betrieb solcher Becken sind insofern eine besonders interessante Ingenieuraufgabe, als die Vielzahl örtlicher Randbedingungen, die sich aus Hydrologie, Topographie, Geologie und Ökologie ergeben, immer wieder unterschiedliche bauliche Lösungen erzwingen und allgemeingültige Planungsrezepte weitgehend ausschliessen.

Unter Verwertung der zahlreich vorliegenden Erfahrungen sind in den letzten Jahren Bau- und Betriebsgrundlagen als Norm und als DVWK-Regelwerke bearbeitet worden. Die DIN 19700 – Teil 99 wird als Vornorm noch in diesem Jahr erscheinen und die Richtlinien für die Bemessung und den Betrieb von Hochwasserrückhaltebecken kurzfristig folgen. In den folgenden Ausführungen werden die Grundlagen dieser Vorschriften weitgehend eingearbeitet.

Hydrologische Grundlagen

Wichtigste Voraussetzung für die Sicherheit der Gesamtanlage und für einen späteren optimalen Betriebseinsatz sind eingehende hydrologische Untersuchungen, deren Umfang und methodische Grundlagen eingehend in der Fachliteratur dargestellt worden sind. Insoweit kann auf weitergehende Aussagen hier verzichtet werden. Neben dem Nachweis der Grösse des erforderlichen Rückhalteraums und der Wirksamkeit der Gesamtanlage auf eine längere Unterlaufstrecke sind vor allem die *Werte* für die *Bemessung von Hochwasserentlastungsanlagen* und *Grundabläss*sen zu ermitteln. Damit ergeben sich meist detailliertere Untersuchungen, als sie bei klassischen Talsperren erforderlich sind.

Grundlagen der baulichen Gestaltung

Obwohl aus den schon eingangs erwähnten Gründen die Grundlagen der baulichen Gestaltung nicht generalisierbar sind, kann man für die Absperrbauwerke doch die folgenden *grundsätzlich unterschiedlichen Typen* unterscheiden:

- Den *Wehrtyp* für Hochwasserrückhaltebecken mit *geringen Stauhöhen*, bei dem keine bauliche Trennung von Grundablass- und Hochwasserentlastungsfunktion gegeben ist. Diese Anlagen lehnen sich an die konstruktive Ausbildung normaler Flusswehre an.
- *Kombinierte Auslaufbauwerke für mittlere Stauhöhen*, bei denen zwar Grundablass und Hochwasserentlastung getrennt vorhanden, aber in einem Baukörper über- oder nebeneinander angeordnet sind.
- Die *klassische Talsperrenanordnung bei grösseren Stauhöhen mit getrenntem Grundablass* im Taltiefstpunkt und Hochwasserentlastungsanlagen im Seitenhang oder über getrennte Einlauftrichter.
- Als Sonderfall ist schliesslich noch das *Seitenbecken* zu beachten, bei dem die Einspeisung über ein getrenntes Einlaufbauwerk erfolgt, ohne dass der Vorfluter voll durch das Becken geführt wird.

Eine weitere grundsätzliche Unterscheidung ist schliesslich noch dadurch gegeben, dass eine Vielzahl von Hochwasserrückhaltebecken in der *unteren Staulamelle mit einem Dauerstau* ausgestattet ist, der sowohl für den Betrieb als auch für das Bauwerkkonzept veränderte Voraussetzungen gegenüber einem Trockenbecken liefert.

Hydraulische Bemessungsgrundlagen

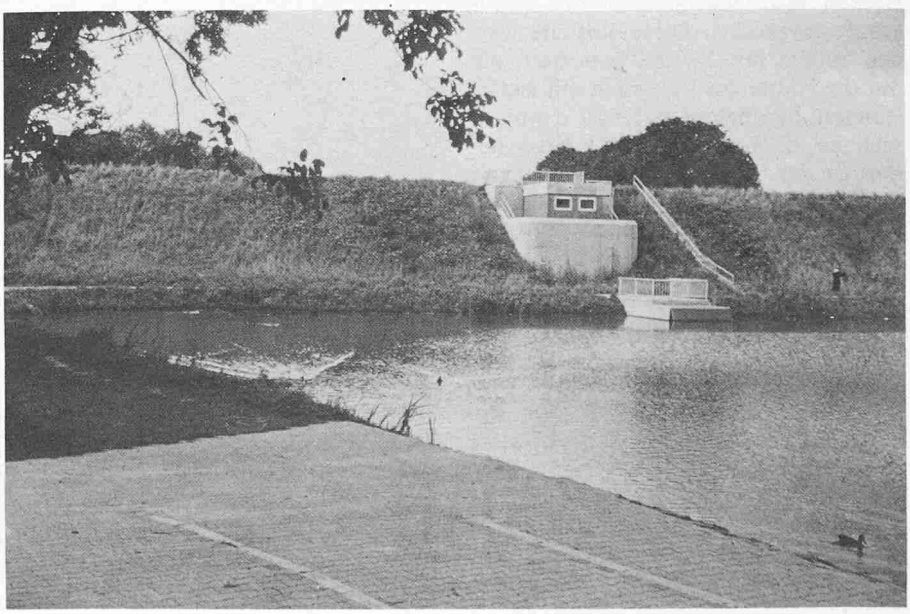
Eine wesentliche Grundlage für die Betriebssicherheit eines Hochwasserrückhaltebeckens ist die richtige bauliche Anordnung und die ausreichende hydraulische Bemessung der einzelnen Elemente. Da eine Sicherheit gegen jede theoretisch denkbare Extrembelastung mit wirtschaftlich vertretbaren Mitteln nicht zu erreichen ist, gilt es, einen *sinnvollen Kompromiss* zwischen grösstmöglicher Sicherheit auf der einen Seite und noch hinreichender Wirtschaftlichkeit auf der anderen Seite zu finden.

Betriebs- und Bemessungsvoraussetzungen

Neben der Festlegung des erforderlichen Rückhalteraums sind die Freibordhöhe sowie die Leistungsfähigkeit des Grundablasses und der Hochwasserentlastung Gegenstand von Bemessungsvorgängen.

Hochwasserrückhalteraum

Je grösser der zurückgehaltene Anteil einer Hochwasserwelle ist, um so grösser sind Ausmass und Sicherheit des Hochwasserschutzes. Daraus folgt, dass der spezifische Rückhalteraum in m³ pro km² Einzugsgebiet ein erstes Kriterium zur Beurteilung ist. Bei den hydrologischen Untersuchungen zur Bemessung des erforderlichen Rückhalteraumes spielt die Grösse der Regelabgabe, d.h. der Abflussanteile, die auch während des Einstaues an den Unterlauf abgegeben werden, eine wesentliche Rolle. Es ist anzustreben, dass ein 50-



Hochwasserrückhaltebecken Bornekamp/Unna

bis 100jährliches Hochwasser noch mit dem Rückhalteraum beherrscht wird. Häufig gelingt es nicht, den dazu erforderlichen Stauraum topographisch zur Verfügung zu stellen. Es muss dann versucht werden, den effektiv nur gegebenen Rückhalteraum durch entsprechende betriebliche Massnahmen zur gesicherten Spitzenminderung einzusetzen.

Grundablass

Die Bemessungsgrundlage für den Grundablass besteht in der Regel darin, dass das bordvolle Abflussvermögen des Vorfluters zur Vermeidung eines vorzeitigen Einstaues ohne wesentlichen Rückstau abgeführt werden muss. Da während der Dammbauzeit der Grundablass die einzige Möglichkeit der schadlosen Hochwasserabführung ist, können auch aus dieser Funktion Bemessungsansätze abzuleiten sein. In jedem Fall ist der Bemessungsabfluss ein Mehrfaches der Mittelwasserführung, so dass erhebliche Durchflussquerschnitte erforderlich sind, die beim Einstau mit entsprechend hohen Druckhöhen eine sehr wesentliche Entlastungsreserve darstellen, obwohl sie in die Leistungsnachweise zunächst nicht einbezogen werden. Aus Gründen der Unterhaltung und Zugänglichkeit sollte der Durchmesser mindestens 1,20 m betragen und auch bei Kleinanlagen nicht unter 0,80 m liegen. Bei den erheblichen notwendigen Gesamtquerschnitten empfiehlt es sich, zwei getrennt liegende Grundablassrohre mit gemeinsamen Einlauf- und Auslaufteil zur Verminderung des Funktionsrisikos anzuordnen. Bei kleineren Anlagen mit nur einem Grundablassrohr wird über einen By-pass eine Entleerung auch bei blockiertem Verschluss sichergestellt.

Auf die Anordnung von doppelten Verschlüssen, die im Talsperrenbau sonst gefordert werden müssen, kann in der Regel verzichtet werden, da die Sicherheit gegen ungewollte Entleerung bei Ausfall eines Verschlusses praktisch nicht von Bedeutung ist. Wichtig ist dagegen der Schutz gegen Geschiebe und Treibzeug. Hier sind Grobrechen meist nicht geeignet, da sie bei anlaufendem Hochwasser schnell verlegt sind und damit den Grundablass blockieren. Bewährt hat sich hier eine *vorgesetzte Tauchwand*, die den Durchgang von Geschiebe und Treibzeug zuverlässig verhindert.

Hochwasserentlastung

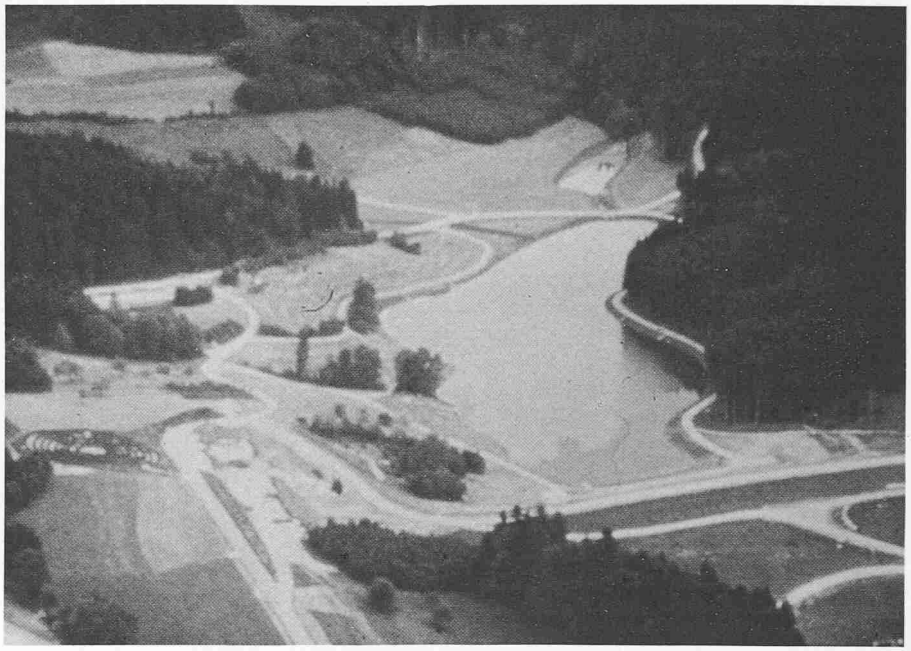
Entscheidend für die Sicherheit der Gesamtanlage ist die Bemessung und Gestaltung der Hochwasserentlastungsanlagen. Nur für den Fall, dass sie die dem vollen Becken zufliessenden Hochwassermengen nicht abführen kann, kommt es zu einer Überflutung und Zerstörung des Absperrdammes. Unterschiedliche bauliche Systeme liefern dabei trotz gleicher Bemessungswerte auch unterschiedliche Sicherheiten bzw. Risiken. Zur Vermeidung aller Risiken, die im Betrieb beweglicher Verschlussorgane liegen, wird die Hochwasserentlastung in der Regel über eine *feste Schwelle* geführt. Damit wird ein weiterer Vorteil ausgenutzt, der darin besteht, dass bei grösseren als den Bemessungsabflüssen erst ein zusätzlicher Retentionsraum zur Schaffung grösserer Überfallhöhen gefüllt werden muss. Damit wird aber sowohl eine weitere Abflachung der Wellenspitze als auch eine beachtliche Steigerung der Überfalleistung erreicht.

Speziell bei *Flachlandbecken* kann es trotzdem notwendig sein, *bewegliche Verschlussorgane* einzusetzen, um den gesamten Hochwasserrückhalteraum steuern zu können. Neben dem generellen Betriebsrisiko muss auch beachtet werden, dass durch Fehlsteuerung oder maschinellen Defekt bei eingestautem Verschluss eine unbeabsichtigte Öffnung erfolgen kann, die eine künstliche Hochwasserwelle merklichen Ausmasses auslöst.

Je nach Grösse und Bedeutung des Bekkens ist die Leistungsfähigkeit der Hochwasserentlastung auf ein 200- bis 1000jährliches Hochwasser zu bemessen.

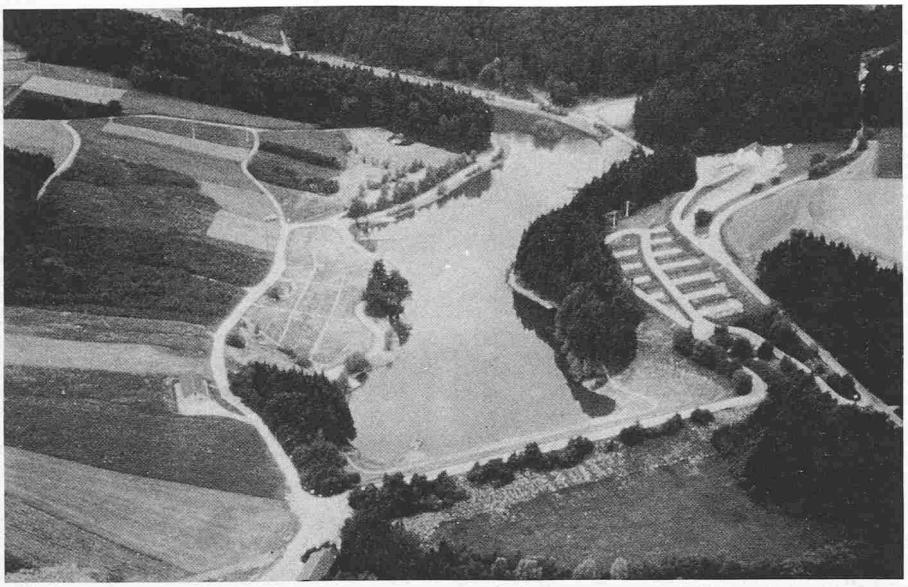
Freibordmass

Zur Gewährleistung einer ausreichenden Sicherheit für die Gesamtanlage ist ein *Freibordmass zwischen aussergewöhnlichem Hochwasserstauziel und tiefstem Punkt der Abschlussdammkrone* festzulegen. Es sollte bei kleinen Anlagen das Mass von 1,0 m nicht unterschreiten, im Normalfall 1,50 m betragen und bei grosser Ausdehnung der Wasserfläche bei 2,0 m liegen. Dieser Freibordbereich steht zur Aufnahme





Hochwasserrückhaltebecken Götzenbach. 1,7 Mio m³. Kocher-Lein-Verbund.



Hochwasserrückhaltebecken Leineck. 2,18 Mio m³. Kocher-Lein-Verbund

von Wellenbewegungen und Windstaueinflüssen zur Verfügung, stellt aber vor allem eine zusätzliche Sicherheit für die Gesamtanlage dar. Eine Überströmung und Zerstörung des Abschlussdammes kann erst nach Füllung des Freibordraumes erfolgen. Damit sind aber zunächst zusätzliche Retentionsräume zu füllen, womit nicht nur eine Abminderung der Spitzen, sondern auch eine wesentliche Steigerung der Abflussleistung erreicht wird. Bei den Nachweisen zur Standsicherheit muss allerdings ein Lastfall mit bis zur Dammkrone gefülltem Becken berücksichtigt werden.

Bemessungsansätze und Risikoabgrenzung

Durch sorgfältige Ermittlung der Bemessungsgrundlagen für die einzelnen Baukörper und die Gesamtanlage muss dafür gesorgt werden, dass das *Betriebsrisiko möglichst gering* gehalten wird. Es sollten deshalb die folgenden Kriterien erfüllt sein:

- Ein 100jährliches Hochwasser muss ohne Überschreitung des aussergewöhnlichen Hochwasserstauziels und ohne Berücksichtigung der Stauraumretention abgeführt werden können.
- Unter Berücksichtigung der Stauraumretention sollte ein 1000jährliches Hochwasser noch bei aussergewöhnlichem Hochwasserstauziel abgeführt werden können.
- Ohne Berücksichtigung der Retention sollte das 1000jährliche Hochwasser unter Inanspruchnahme der halben Freibordhöhe noch abgeführt werden können.
- Bei Ausfall des leistungsfähigsten Verschlusses der Hochwasserentlastung muss ein 1000jährliches Hochwasser unter Berücksichtigung der Retention bei Inanspruchnahme der halben Freibordhöhe noch abgeführt werden können.

Von diesen Grundlagen kann in begründeten Einzelfällen abgewichen werden, wenn die folgenden Risikonachweise erhebliche Sicherheiten des Gesamtsystems aufzeigen.

Da ein Erdstaudamm in erster Linie durch Überströmen gefährdet ist, werden die vor Beginn der Überströmung gegebenen Entlastungsleistungen zu einem sinnvollen *Risikokriterium,* das durch die folgenden *Nachweise* quantifiziert werden sollte:

- Ermittlung der Gesamtabflussleistung bei einem Beckenwasserstand 30 cm unter Dammkrone bei voll geöffnetem Grundablass und voll geöffneten Verschlüssen in der Hochwasserentlastung.
- Festlegung der Abflussleistung ebenfalls bei einem Beckenwasserstand 30 cm unter Dammkrone, aber mit geschlossenem Grundablass und ebenfalls in Staustellung blockiertem leistungsfähigstem Verschluss in der Hochwasserentlastung.
- Ermittlung des zusätzlichen Stauraumanteils zwischen dem aussergewöhnlichen Hochwasserstauziel und einem fiktiven Wasserstand 30 cm unter Dammkrone. Der Vergleich dieses Anteiles mit dem Stauinhalt bei normalem Hochwasserstauziel und dem Inhalt bei aussergewöhnlichem Hochwasserstauziel liefert in Relation zu den Abflussfrachten verschiedener extremer Hochwasserabläufe unter Berücksichtigung der Regelabgabe ein sehr gutes Kriterium zur Beurteilung des Betriebsrisikos.

Bei allen Bemessungs- und Betriebselementen muss durch entsprechende Bemessung dafür gesorgt werden, dass Sicherheiten gegen Überlastungen gegeben sind. Bei sinnvoller Gesamtdisposition liefert die Summe dieser Teilsicherheiten ein Gesamtobjekt, das weit mehr aushält als seine rein rechnerisch vorgegebene Belastung, ohne dabei in seiner baulichen Substanz gefährdet zu sein. Deshalb müssen über die Einzelbemessungsansätze hinaus Nachweise gefordert werden, welche die Grenzen der Leistungsfähigkeit der Gesamtanlage unter verschiedenen Betriebs- aber auch Störungsvoraussetzungen erkennen lassen.

Steuerung und Regelung

Die Wirksamkeit eines Hochwasserrückhaltebeckens hängt in erster Linie von der *Steuerung im Einstaufall* ab. Die Steuerungsgrundlagen mit der dazu notwendigen Regeltechnik müssen deshalb mit besonderer Sorgfalt erarbeitet werden. Sie sind so zu gestalten, dass sowohl ein automatischer Betrieb als auch eine Betriebsoptimierung durch laufende Anpassung an die jeweiligen Hochwasserverhältnisse möglich ist.

Selbsttätige Einstausteuerung

Die in kleinen Niederschlagsgebieten meist schnell eintretende Belastung der Rückhalteräume erfordert eine selbsttätige Betriebssteuerung, da nicht gewährleistet ist, dass schon mit Beginn des Einstaues die Anlagen durch Fachpersonal überwacht werden. Mindestens die folgenden Abläufe sind deshalb automatisch zu regeln:

- Drosselung des Hochwasserabflusses auf eine vorweg festgelegte Regelabgabe durch Steuerung der Grundablassverschlüsse nach den zugehörigen Unterwasserständen.
- Bei Volleinstau Steuerung auf Einhaltung des aussergewöhnlichen Hochwasserstauziels durch entsprechende Stellung der Verschlüsse des Grundablasses und gegebenenfalls der Hochwasserentlastung (Zufluss = Abgabe). Damit ist sichergestellt, dass bei Überlastung des Beckens alle Abgabebauwerke mit grösstmöglicher Leistung zur Verfügung stehen.

Normalerweise wird der Ablauf von Fachpersonal überwacht und durch überlagerte Handsteuerung ergänzt.

Grundlagen der Betriebsoptimierung

Zur Optimierung der Wirksamkeit des Beckeneinsatzes wird man immer anstreben, die Steuerung an den *effektiven* Hochwasserablauf anzupassen. Bei kleinen und mittleren Hochwasserereignissen heisst dieses meist Drosselung unter die Regelabgabe, um durch erhöhte Inanspruchnahme des Rückhalteraumes im Unterlauf zusätzliche Abflussreserven zur Verfügung zu haben. Bei grösseren Hochwasserereignissen ist zu prüfen, ob durch Erhöhung der Regelabgabe zusätzlicher Rückhalte-

raum bereit gestellt werden sollte, um den Scheitel der Hochwasserwelle noch hinreichend zu brechen.

Bei allen Fragen der Betriebsoptimierung ist zu beachten, dass zum Zeitpunkt notwendiger Entscheidungen über den Betriebsablauf die *Gesamtentwicklung der Hochwasserwelle noch nicht bekannt* und auch nur sehr bedingt voraussehbar ist. Ein optimierter Betrieb kann deshalb nur durch adaptive Regelung, d.h. *schrittweise Anpassung* an die Belastung von Rückhalteraum und Unterlaufstrecke erfolgen. Dabei können zwei Grundkonzepte, die allerdings ineinandergreifen, unterschieden werden. Einmal eine *Steuerung nach kurzfristiger überschläglicher Ermittlung des voraussichtlichen Zuflusses zum Speicher* und zum anderen nach der *jeweiligen Belastbarkeit des Gewässers unterhalb des Beckens unter Berücksichtigung der Zuflüsse aus anderen nicht beherrschten Einzugsgebieten.*

Mess- und Informationssystem

Jede Steuerung setzt *ausreichende Informationen über Niederschlag und Hochwasserablauf* sowie über den *Betriebszustand des Hochwasserrückhaltebeckens* voraus. Es sollten deshalb die folgenden *Messwerte* als Betriebsgrundlage in kontinuierlicher Aufzeichnung zur Verfügung stehen:

- Wasserstand im Becken (m),
- Abgabe aus dem Becken (m^3/s),
- Stellung der Verschlussorgane (%),
- Zufluss zum Becken (m^3/s),
- Abflüsse im Einzugsgebiet oberhalb des Beckens (m/s),
- Niederschlag im Einzugsgebiet, mindestens aber an der Sperrstelle (mm/h),
- Abflüsse im weiteren Unterlauf und an dort einmündenden Vorflutern (m^3/s).

Je nach Grösse und Bedeutung des Hochwasserrückhaltebeckens kann diese Aufstellung naturgemäss begrenzt werden, wobei allerdings die drei ersten Messwerte auch bei kleineren Becken verfügbar sein sollten.

Zur Geräteausstattung für die verschiedenen messtechnischen Aufgaben stehen heute zahlreiche bewährte Systeme und apparative Varianten zur Verfügung, die hier im einzelnen nicht behandelt werden können.

Zusammenfassung

Auf der Grundlage umfangreicher Bau- und Betriebserfahrungen stehen jetzt in der Bundesrepublik Deutschland mit der DIN 19700 – Teil 99 und den Richtlinien des DVWK für die Bemessung und den Betrieb von Hochwasserrückhaltebecken umfangreiche Vorschriften, Richtlinien und Informationen zur Verfügung, die eine sinnvolle Planung sicherstellen. Die Vielzahl immer wieder unterschiedlicher örtlicher Randbedingungen erfordert trotzdem jeweils sehr individuelle bauliche Lösungen. Kernpunkt der Bemessung ist der *Kompromiss zwischen möglichst grosser Sicherheit und noch vertretbarer Wirtschaftlichkeit*. Die hohen Investitionskosten auf der einen Seite und die nur seltene Inanspruchnahme auf der anderen Seite fordern eine grösstmögliche Wirksamkeit, die nur durch differenzierte Steuerung auf der Basis kontinuierlich verfügbarer Daten erreicht werden kann.

Vortrag, gehalten am 28. März 1980 an der Tagung an der ETH Zürich über «Hochwasserschutz» zum Jubiläum 50 Jahre VAW.

Adresse des Verfassers: Prof. Dr. *W. Hartung* Pawelstrasse 2, D-3300 Braunschweig