

Was können Rückhaltebecken -

Was können sie nicht ?

Kurzfassung:

Um Wert oder Unwert von Rückhaltebecken im Hinblick auf ihren hydraulischen Effekt beurteilen zu können, werden vorerst die an sie gestellten Erfordernisse behandelt.

Bevor jedoch auf die Beurteilungskriterien für die hydraulische Wirksamkeit eingegangen wird, werden die Probleme, die bei der Erhebung der für eine Berechnung nötigen hydrologischen Grunddaten auftreten, herausgearbeitet.

Am Beispiel eines Spitzenabflusses mit unterschiedlichen Wellenformen werden abschließend verschiedene Ausbauparameter einer Flußregulierung studiert und bezüglich ihres hydraulischen Nutzeffektes miteinander verglichen.

Die starke Abhängigkeit der Berechnungsergebnisse von Art und Güte der hydrologischen Eingangsdaten wird besonders hervorgehoben.

1. HYDRAULISCHE AUFGABEN VON RÜCKHALTEBECKEN

An das Rückhaltebecken (RHB) im Regelkreis moderner Flußregulierungen werden natürlich mannigfaltige Forderungen gestellt.

Die Aufgaben dieser künstlichen Bauwerke, die der Verbesserung einer mehr oder weniger natürlichen Situation dienen sollen, reichen von

- Verbesserung des Kleinklimas,
- (Wiederbe-) Schaffung von Lebensraum
- für Tiere und Pflanzen
- Erschließung von Erholungsräumen
- Wirtschaftlicher Nutzung bis zu den
- hydraulischen Grunderfordernissen.

Prinzipiell muß Klarheit darüber bestehen, daß verschiedene dieser gestellten Aufgaben einander diametral gegenüberstehen, sodaß die Optimierung der technischen Lösung von einer Vielzahl von Kriterien und sicher immer auch von Schwerpunktbildungen abhängen muß.

Die folgenden Betrachtungen beziehen sich ausschließlich auf die hydraulischen Aufgaben von Retentionsbecken, wobei auch hier nur die wesentlichen behandelt werden.

1.1. Hochwasserereignisse im natürlichen Gerinne

Aufgrund verschiedener struktureller Erfordernisse wie

- Neuschaffung von Ackerland
- Schutz von Siedlungen
- Beeinflussung der Überlagerung von Zubringerwellen (Abb. 1) etc.

kann es nötig sein, in naturbelassenen Flußsystemen Abflußereignisse im Hinblick auf ihren Spitzenabfluß bzw. auf ihre Wellenlaufzeiten zu verändern.

RHB können hier einerseits eingesetzt werden

- um auf die Eindämmung von schutzwürdigen Gebieten weitgehend verzichten zu können - der Spitzenabfluß wird abgemindert und so auch die maximalen Spiegelhöhen - aber auch
- um bei verzweigten Flußsystemen die direkte Überlagerung von Abflußspitzen aus den einzelnen Teilgebieten durch zeitliche Verschiebung abzumindern.

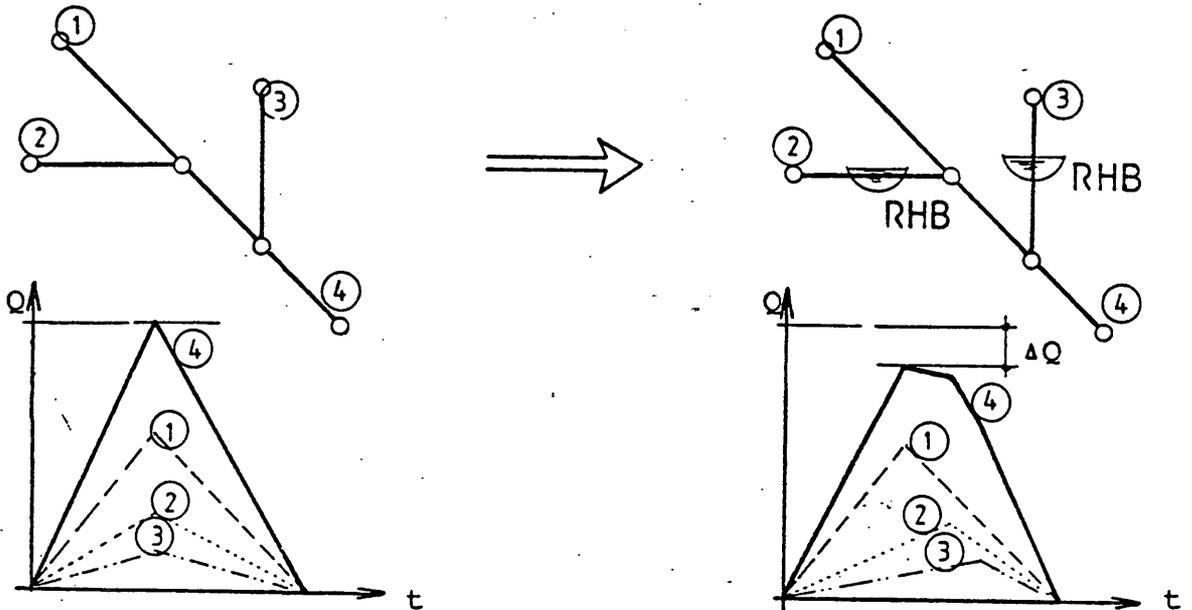


Abb. 1: Beeinflussung von Zubringerwellen durch RHB

1.2. Hochwasserereignisse im regulierten Gerinne

Regulierungen von Flüssen haben das erklärte Ziel, die Abflußverhältnisse in ihren Auswirkungen (z.B. Überflutungen) auf Menschen und Ökonomie zu verbessern.

Hier ist es natürlich nicht möglich, die einzelnen anstehenden Probleme isoliert zu betrachten, sondern es sind immer wieder die "ökonomisch-ökologisch-optimalen" Lösungen anzustreben !

Die z.B. örtlich für den Objektschutz notwendigen Eindämmungen bringen flußab unter Umständen eine Verschärfung der Abfluß-Situation.

Diese Erscheinung kann durch den flankierenden Einsatz von Rückhalteräumen ausgeglichen und sogar ins positive gekehrt werden.

1.3. Der Mensch als Ursache der Abflußverschärfung

Durch die umfangreiche Bautätigkeit des Menschen - Verkehrswegebau, Wohnbau - aber auch durch die landwirtschaftliche Nutzung - Bodenverdichtung durch die Art des Ackerbaues, veränderte Methoden der Forstwirtschaft - kommt es durch die Verringerung des "lokalen Rückhaltes" zu einem rascheren Abfluß aus den Entstehungsgebieten.

Der dadurch bedingte steile Anstieg von Hochwasserwellen und die höheren Abflußspitzenwerte können durch richtig angeordnete und dimensionierte RHB gemildert werden (Abb. 2).

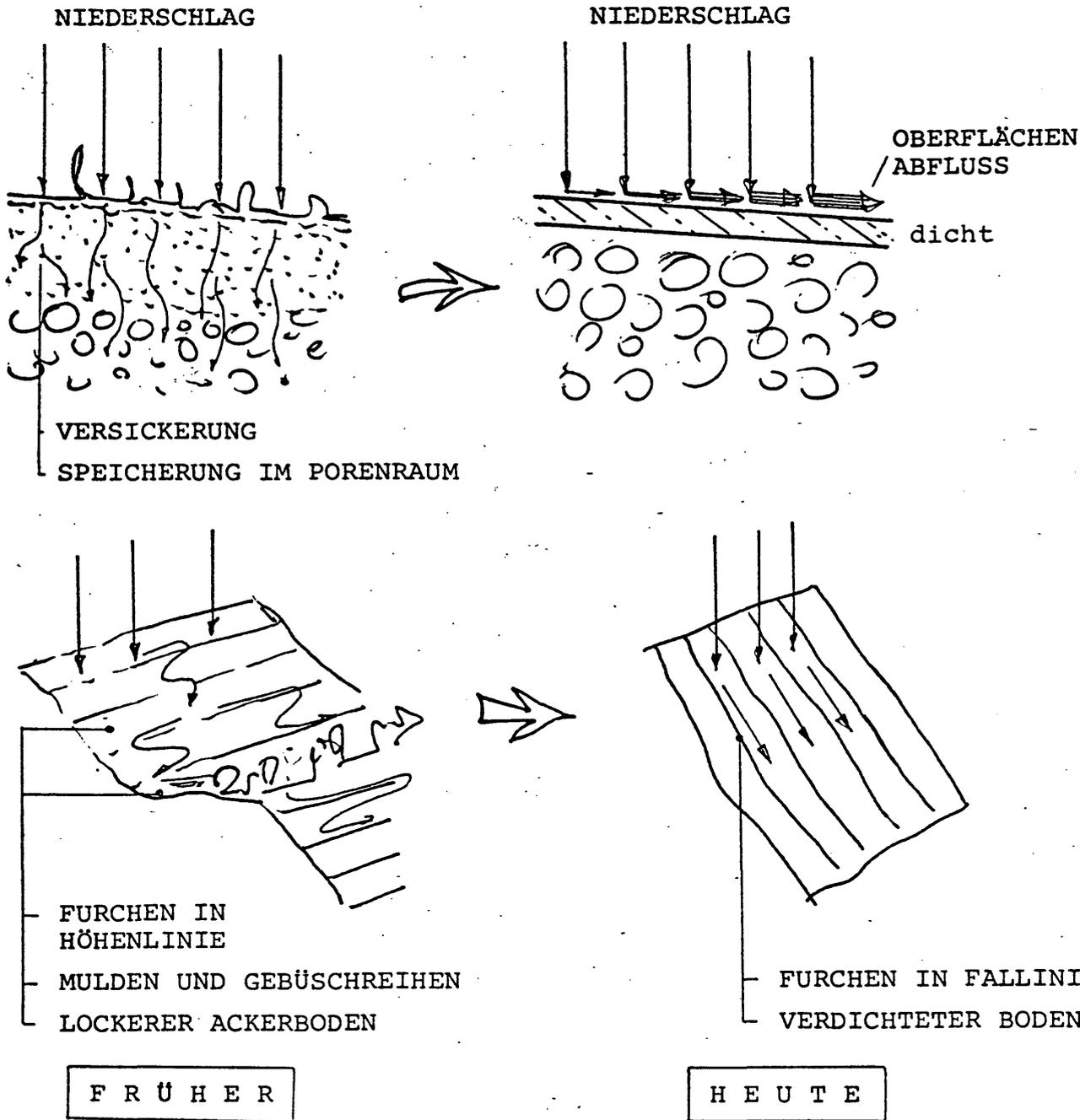


Abb. 2: Verringerung des "lokalen Rückhaltes"

THESE 1: Es ist im allgemeinen nicht möglich, gleichzeitig alle drei hier angeführten Aufgabenbereiche durch ein Rückhaltebecken abzudecken !

2. DIE HYDROLOGISCHEN DATEN

Die Bemessung von Rückhaltebecken sowie die Auslegung einer eventuellen Steuerung verlangt eine gewisse Ausstattung an hydrologischen Grunddaten, wie:

- Spitzenabflußwerte
- Anlaufzeiten
- Dauer der Ereignisse
- Form der Abflußganglinie etc.

für bestimmte Eintrittswahrscheinlichkeiten an bestimmten Stellen des Systems.

Aus verschiedenen Gründen - die später teilweise auch noch ausgeführt werden - ist es sinnvoll, den Hochwasserrückhalt möglichst nahe dem Ort der Entstehung von derartigen Ereignissen zu situieren - also die Berechnungen an RHB für kleine Einzugsgebiete vorzunehmen !

Wie der Abbildung 3 zu entnehmen ist, ist jedoch die Anzahl der vorhandenen Niederschlags- und Abflußmeßstellen gerade in diesen Regionen äußerst gering.

Einzugsgebietsgröße km ²	Anzahl der Pegelanlagen mit		
	Wasserstands- beobachtungen	Durchfluß- angaben	selbstschrei- bendem Gerät
10	6	2	2
10,1 - 20	10	7	5
20,1 - 30	12	8	7
30,1 - 50	27	12	8

Abb.3: Anzahl der Pegelstellen in Österreich für kleine Einzugsgebiete (Cutknecht /1/)

Auch über den - in Pkt. 1.3. angeführten - Mehrabfluß aufgrund der Verringerung des "lokalen Rückhaltes" gibt es keine quantitativen Untersuchungen !

THESE 2: Eigentlich eine Förderung (!)

Für die Hydrologie muß es ein wichtiges Bestreben sein, das Netz der Erfassung von hydrologischen Grunddaten gerade in den maßgebenden "kleinen Einzugsgebieten" zu verdichten!

3. BEURTEILUNGSKRITERIEN

Für die Beurteilung der hydraulischen Wirksamkeit von RHB ist es nötig, jene Kriterien festzulegen, die es ermöglichen, zumindest qualitative Aussagen über die Auswirkungen geplanter oder bestehender Rückhaltebecken in Flußsystemen zu treffen.

Es ist jedoch immer anzustreben, die aufgrund des Ausbaues solcher Anlagen auftretenden Veränderungen im Abflußgeschehen zu quantifizieren.

Dies wird überall dort sinnvoll möglich sein, wo entsprechende hydrologische und geometrische Daten zur Verfügung stehen.

Im einzelnen sollen die folgenden Kriterien eine Hilfe bei der Bemessung von RHB darstellen.

3.1. Reduktion der Spitzenabflußwerte

Primäres hydraulisches Ziel von RHB ist es, die Durchflußspitze der ankommenden Hochwasserwelle zu reduzieren. Somit wird als ein Maß für die Funktionstüchtigkeit eines Rückhaltebeckens die Differenz im Spitzenabfluß einer bestimmten Hochwasserwelle zwischen Zu- und Abfluß herangezogen (Abb. 4)

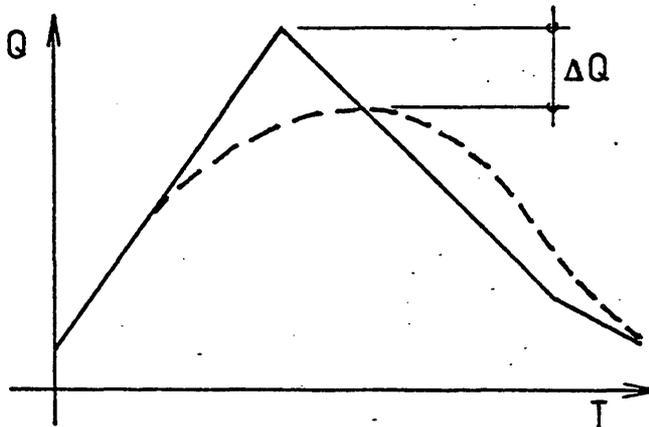


Abb. 4: Kriterium "A" Reduktion des Spitzenabflusses

3.2. Reduktion der maximalen Spiegelhöhen

Eng verknüpft mit der Bedingung "A" aus Pkt. 3.1. ist die Forderung nach einer Abminderung der Wasserspiegelhöhen flußab des RHB.

Bei gleichbleibenden Geometrie- und Rauigkeitsverhältnissen bringt ein abgeminderter Durchfluß auch geringere Spiegelhöhen (Überflutungshöhen).

Auch kann unter Berücksichtigung der Verzögerung des Abflußgeschehens durch das RHB eventuell flußab eine - durch "Abflußertüchtigung" erzeugte - Beschleunigung in Kauf genommen werden.

Hiebei werden die Spiegelhöhen naturgemäß auch geringer sein als im Urzustand (Abb. 5).

Die Reduktion der Überflutungshöhen ist das wichtigste Kriterium des Schutzwasserbaues und somit ein maßgebender Punkt in der Beurteilung von RHB.

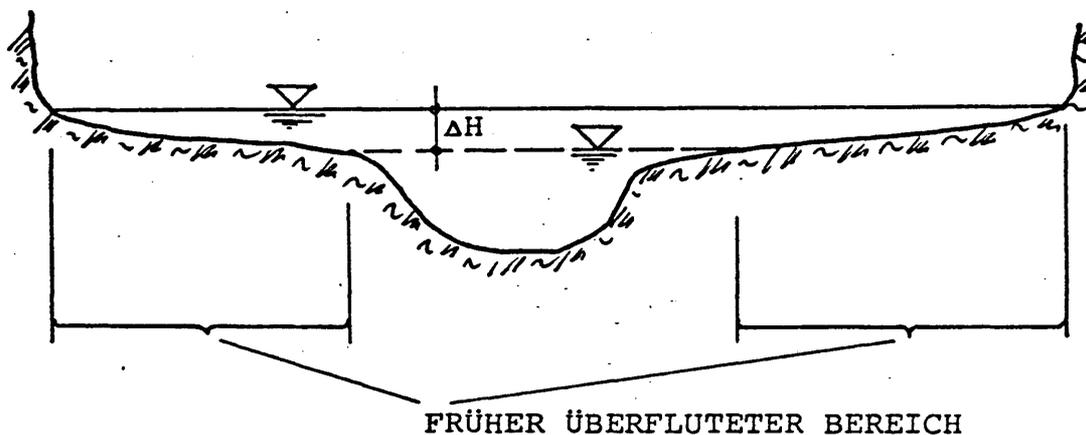


Abb. 5: Kriterium "B" Reduktion der maximalen Spiegelhöhen

3.3. Verzögerung des Ablaufes von Hochwasserereignissen

Eine Veränderung des zeitlichen Ablaufes von Hochwasserwellen kann aus verschiedenen Gründen erwünscht sein:

- Bessere Möglichkeit der Vorwarnung, wenn die Hochwasserspitze später eintrifft,
- größerer Spielraum für Steuerungsmaßnahmen aufgrund des größeren Prognosezeitraumes,
- Vermeiden einer direkten, additiven Überlagerung der Hochwasserspitze der Zubringer mit der des Vorfluters etc.

Hieraus ist zu ersehen, daß die Verschiebung der Hochwasserspitze in Richtung der positiven Zeitachse der Ganglinie ein maßgebendes Bemessungskriterium sein kann (Abb. 6)!

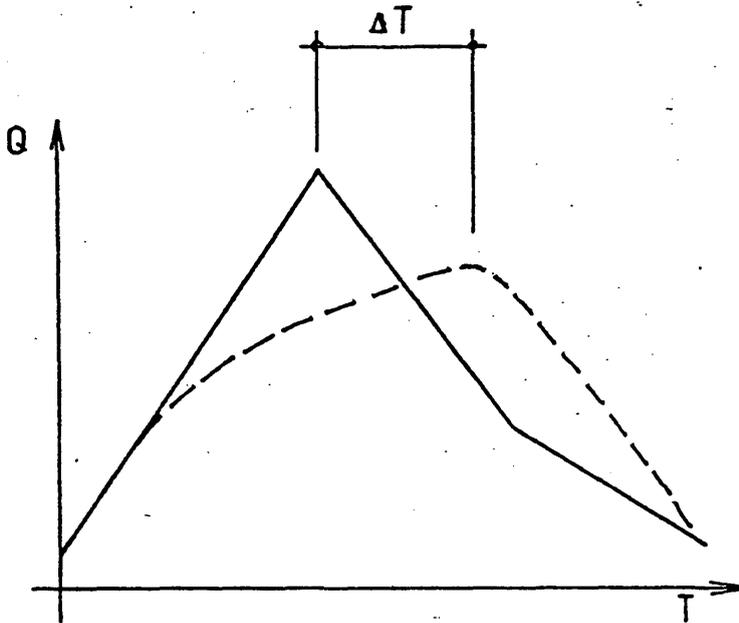


Abb. 6 Kriterium "C" Vergrößerung der Spitzen-Laufzeiten

3.4. Vergleichmäßigung des Ablaufes von Hochwasserereignissen

Gleichzeitig mit der Verzögerung des Eintreffens der Hochwasserspitze (Pkt. 3.3.) kommt es durch RHB zu einer mehr oder weniger starken Vergleichmäßigung der Durchflüsse und Spiegelhöhen über die Ablaufzeit des Ereignisses (Abb. 7).

Wie stark dieser Effekt ist, hängt sowohl von Form und Intensität der Hochwasserganglinie, als auch von der Größe und Ausgestaltung des RHB ab.

Durch die gleichmäßigere Verteilung der Fracht über einen längeren Zeitraum werden einerseits katastrophale Auswirkungen gemildert, andererseits verschiedene positive Effekte des Hochstandes des Wasserspiegels - wie Alimentation von Grundwasser und Nebenarmen oder Dotation von Auegebieten - nicht vollkommen ausgeschaltet.

In diesem Sinne sind - im Zusammenhang mit Kriterium "C" (Pkt. 3.3.) - Aussagen über die Beeinflussung des Abflußgeschehens durch RHB im Hinblick auf eine Vergleichmäßigung von Hochwasserwellenabläufen ein wichtiger Punkt der Überlegung bei der Planung von Rückhaltebecken.

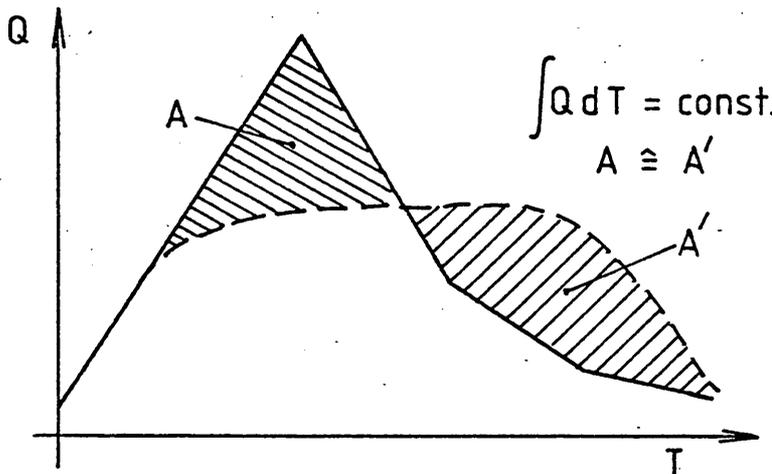


Abb. 7: Vergleichmäßigung des Abflußgeschehens

3.5. Zusammenfassung von Beurteilungs- und Bemessungskriterien

Da jeweils die Punkte 3.1. und 3.2. sowie 3.3. und 3.4. in einem ursächlichen Zusammenhang stehen, werden diese Kriterien zu den beiden Paketen

- Reduktion der Spitzenwerte (A + B) und
- Veränderung der Wellenform (C + D)

zusammengefaßt.

Alle weiteren Betrachtungen beziehen sich auf diese beiden Gruppen.

4. AUSBAUVARIANTEN VON RÜCKHALTEBECKEN

Bekanntes Prinzip von Rückhaltebecken ist die punktuelle Bereitstellung von entsprechenden Volumina in denen Teile der Fracht von ankommenden Hochwasserwellen gespeichert werden.

Die Rückgabe an das Flußsystem kann dann zu einem für das Abflußgeschehen flußab günstigen Zeitpunkt erfolgen.

Primär für die Wirkung eines RHB verantwortlich ist also die Größe des zur Verfügung stehenden Retentionsvolumens.

Art und Zeitpunkt der Aktivierung dieses Speicherraumes bzw. die Modalitäten der Rückgabe - evt. abgemindert - der gespeicherten Abflußfracht an das Flußsystem können je nach Ausbauvariante und Steuerung verschieden sein.

Die technische Ausführung ist in ihrem Einfluß auf das weitere Abflußgeschehen zwar maßgebend, ein prinzipieller Unterschied in den globalen Auswirkungen ist jedoch hierdurch nicht zu erwarten !

4.1. Rückhaltebecken im Hauptschluß

Wird der Rückhalteraum auch bei Mittel- und Niederwasser ständig durchflossen, so spricht man von "Rückhaltebecken im Hauptschluß".

Steigt der Durchfluß im Hauptgerinne an, so ergibt sich aufgrund des steigenden Wasserspiegels eine größere durchflossene Fläche.

Durch eine eventuell am Abfluß des Rückhaltebeckens angeordnete Drossel kann bei steigendem Zufluß durch den entstehenden Rückstau das Retentionsvolumen verstärkt aktiviert werden (Abb. 8).

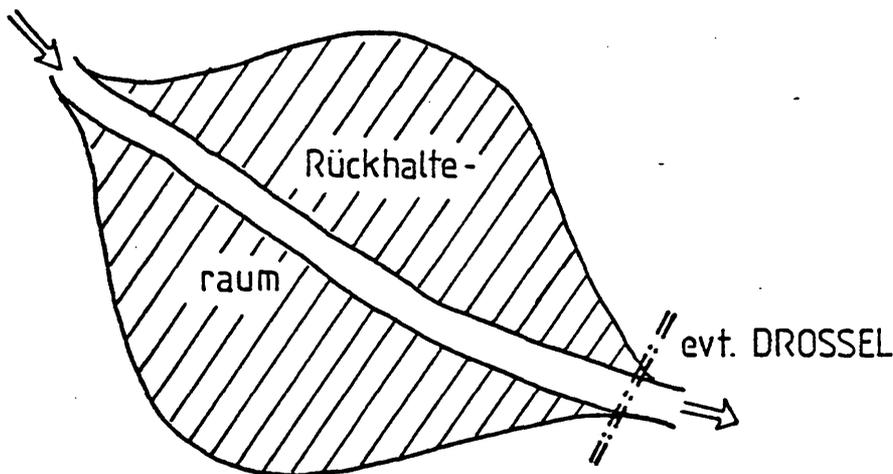


Abb. 8: Rückhaltebecken im Hauptschluß

Rückhaltebecken im Hauptschluß werden überall dort angelegt, wo auch bei kleineren Hochwässern Teilüberflutungen in Kauf genommen werden können.

Auch das Ausnützen natürlicher Abströmbedingungen (Drossel) ist in diesem Fall anzustreben.

Das aktivierte Volumen - und der somit erzielte Effekt im Sinne der Kriterien aus Pkt.3 - hängt maßgebend vom Steuerungsmechanismus ab, der die Rückstauhöhe über die Abströmbedingung regelt.

4.2. Rückhaltebecken im Nebenschluß

RHB im Nebenschluß sind alle zur Verfügung gestellte Volumina, deren Inanspruchnahme von ganz bestimmten Aktivierungskriterien abhängt.

Auch die Abströmbedingung kann teilweise oder völlig unabhängig vom Hauptgerinne sein, sodaß die Dotation der Rückgabe von gespeicherten Volumina genau gesteuert werden kann.

In Abbildung 9 ist ein RHB im Nebenschluß dargestellt, bei dem die Höhenkote der Dammkrone für die Aktivierung des Rückhaltes maßgebend ist.

Durch entsprechende Regelung im Hauptgerinne kann die ausgeleitete Durchflußmenge relativ genau gesteuert werden.

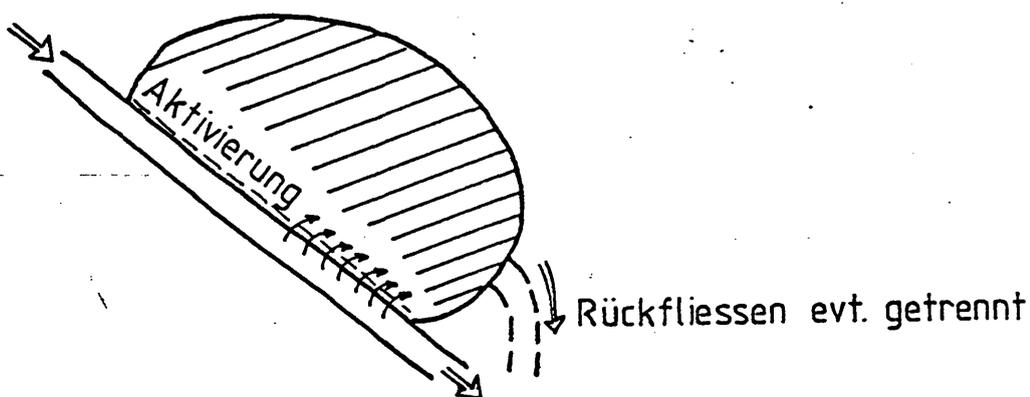


Abb. 9: Rückhaltebecken im Nebenschluß

Derartige Anlagen können überall dort vorteilhaft eingesetzt werden, wo ein Grundsee - z.B. Fischteich, Badeteich - einer Nutzung zugeführt und nur mit geringer Wahrscheinlichkeit in das Abflußgeschehen einbezogen wird.

Die Flächen dieser Retentionsbecken stehen einer Bewirtschaftung zum Großteil offen, der Ausströmvorgang kann oft derart gesteuert werden, daß möglichst geringer Schaden - z.B. durch hohe Fließgeschwindigkeit - entsteht.

Hiebei kann auch für einen gewissen sogenannten "ständigen Rückhalt" gesorgt werden, der dann durch Versickerung langsam über das Grundwasser dem Flußsystem zugeführt oder aber durch Verdunstung dem System entzogen wird.

Prinzipiell sind bei dieser Form der Ausgestaltung eines RHB die Steuerungsmaßnahmen umfangreicher aber auch effizienter.

5. BERECHNUNGSBEISPIEL

Die Abflußverhältnisse auf einer Flußstrecke von

$$L = 9 \text{ km}$$

bei einem Gesamteinzugsgebiet von

$$E = 400 \text{ km}^2$$

sollen zwei Hochwasserereignisse mit einer Durchflußspitze von

$$Q_{\max} = 160 \text{ m}^3/\text{s}$$

für verschiedene Ausbauvarianten mittels Mathematischer Simulation berechnet werden.

Die beiden Wellen haben

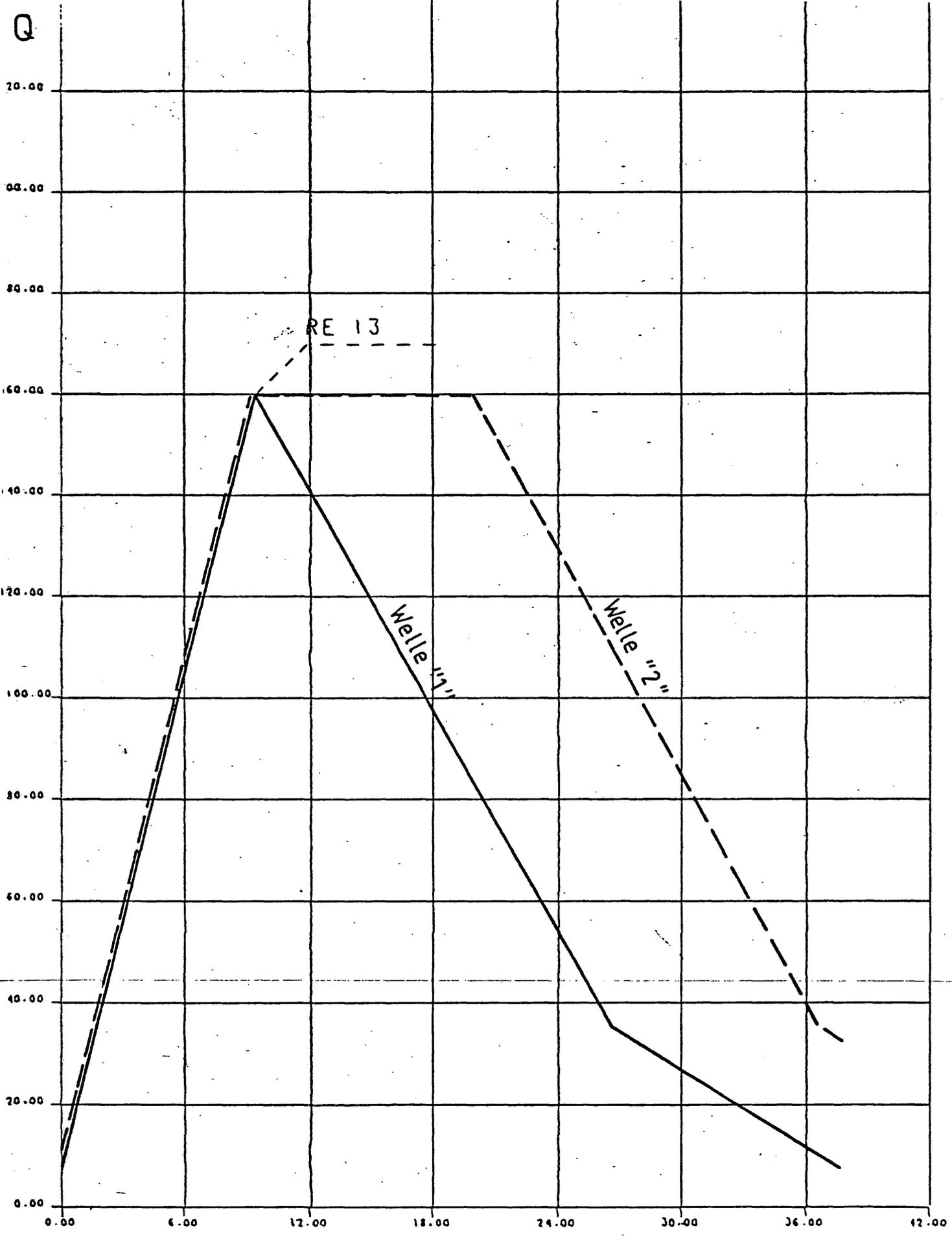
- gleiche Anstiegscharakteristik
- gleichen Spitzenabfluß
- verschiedene Spitzendauer und damit verschiedene Frachten.

Die Eingangswellen in den betrachteten Flußabschnitt sind aus Abbildung 10 zu ersehen.

Im folgenden wird die Dreieckswelle als Welle "1" und die Trapezwelle mit Welle "2" bezeichnet.

Untersucht werden die Zustände:

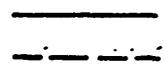
- A - Naturzustand des Gerinnes mit Möglichkeit der Ausuferung
- B - Ausbauzustand - Eindämmung bis zu Q_{\max}
- C - Ausbauzustand RHB im Hauptschluß
- D - Ausbauzustand RHB im Nebenschluß mit ständigem Rückhalt



TESTRECHNUNG

KURZE WELLE EINGANGSPROFIL

LANGE WELLE



Das gesamte aktivierte Rückhaltevolumen beträgt in beiden Fällen (C + D) ca.

$$V_{\text{ges}} = 500\,000\text{ m}^3,$$

der ständige Rückhalt im Fall "D" ca.

$$V_0 = 180\,000\text{ m}^3.$$

Alle folgenden Betrachtungen beziehen sich auf die Verformung der Durchflußganglinien vom Systemeingang bis zum Systemausgang nach 9 km Flußstrecke.

Es soll hiebei untersucht werden, inwieweit Ausbaumaßnahmen - wie Eindämmung und Einbau von RHB verschiedener Bauart - das Abflußgeschehen beeinflussen können.

5.1: Verformung der Dreieckswelle

Für die meisten Untersuchungen von Abflußgeschehen in kleinen und mittleren Einzugsgebieten werden Dreieckswellen mit einem - einer bestimmten Wahrscheinlichkeit entsprechenden - Durchflußspitzenwert als Grundlage aller Berechnungen herangezogen.

Aus diesem Grunde würde für den ersten Abschnitt der Vergleichsbetrachtungen eine repräsentative Welle dieser Form verwendet.

In Abbildung 11 sind die Berechnungsergebnisse für die 4 Zustände zum Vergleich in ein Schaubild eingetragen.

Wie zu erwarten, bewirkt die gänzliche Eindämmung der Flußstrecke (Fall B) mit Ausschalten aller Vorlandbereiche eine wesentliche Beschleunigung des Hochwasserwellenablaufes.

Die Spitze tritt auf einer Flußstrecke von 9 km um 8 Stunden früher auf als im Urzustand.

Wird nun bei dem Ausbaufall "völlige Eindämmung" ein Rückhaltebecken vorgesehen, verbessert sich die Situation!

Die Hochwasserspitze trifft zwar noch immer von ca. 4,5 Stunden früher ein als im Urzustand, jedoch ist die Reduktion der Spitzenwerte stärker als im Urzustand.

Zu erkennen ist auch, daß die verschiedenen Ausbauvarianten des RHB (Haupt- und Nebenschluß) auf den generellen Ablauf der Hochwasserwelle nur geringen Einfluß haben.

Nur im ansteigenden Ast - aufgrund der späteren Aktivierung und im absteigenden Teil - durch den ständigen Rückhalt - sind beim RHB im Nebenschluß geringe Unterschiede zum RHB im Hauptschluß zu erkennen.

5.2. Verformungen der Trapezwelle

Um ergänzend zur Dreieckswelle auch ein Ereignis zu untersuchen, das aufgrund von Überlagerungserscheinungen oder langanhaltenden Niederschlagsereignissen ein langandauerndes Plateau des Spitzenabflusses als Charakteristik aufweist, wurde eine Ganglinie mit demselben Maximaldurchfluß wie in Pkt. 5.1. ausgewählt, der jedoch über eine Zeit von 11 Stunden konstant bleibt.

Sicher ist die Eintrittswahrscheinlichkeit eines solchen Ereignisses geringer als jene der Dreieckswelle. Trotzdem soll die Auswirkung der Trapezwelle kurz beleuchtet werden.

Hat sich für die "Welle 1" noch eine deutliche Reduktion des Spitzendurchflusses vom Systemeingang bis zum -ausgang gezeigt, wenn für die 9 km lange Flußstrecke ein natürlicher Zustand mit Ausuferungsmöglichkeit ins Vorland gegeben ist, so ist hier dieser Effekt nicht mehr vorhanden.

Wie aus Abbildung 12 zu ersehen ist, führt eine Abdämmung des gesamten Systems zwar zu einer eklatanten Beschleunigung des Abflußvorganges, der Spitzendurchflußwert steigt jedoch auch im Urzustand auf den maximalen Wert von $Q_{\max} = 160 \text{ m}^3/\text{s}$ an, sodaß zum Ausbauzustand in der Spitze kein Unterschied mehr besteht.

Die simulierten Rückhaltebecken verlieren in diesem Fall ebenso ihren Nutzen, da nach einer bestimmten Zeit das Retentionsvolumen ausgenützt und eine weitere Retentionswirkung nicht zu erwarten ist.

Lediglich eine geringe Verzögerung des Abflußgeschehens im Ausbauzustand ist durch die RHB zu erzielen.

Aus den Ergebnissen dieser Simulation ist zu ersehen, daß die Bereitstellung von entsprechendem Retentionsvolumen die unabdingbare Forderung bei der Dimensionierung von Rückhalteanlagen ist. Dies wiederum steht aber im unmittelbaren Zusammenhang mit der Qualität der hydrologischen Daten, die der Bemessung zugrunde gelegt werden.

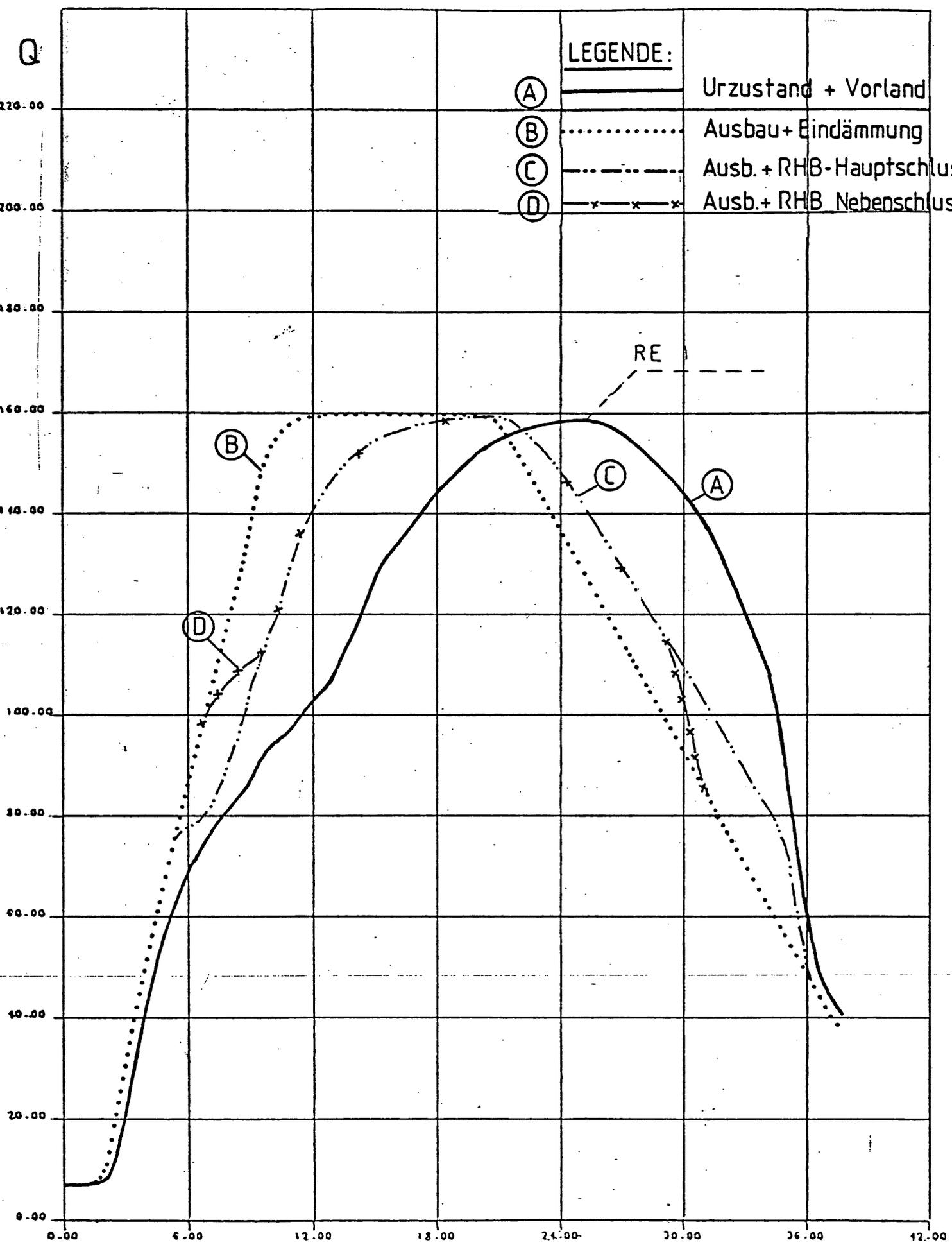


Abb. 12: Ergebnisse Durchfluss Systemausgang Welle "2"

6. ZUSAMMENFASSENDE BEMERKUNGEN

Aus den bisher angestellten Betrachtungen können unter anderem die folgenden Aussagen getroffen werden:

6.1. Rückhaltebecken KÖNNEN:

- Steile Dreieckswellen in ihrem Spitzendurchfluß mit dem zur Verfügung stehenden Volumen abmindern
- Spiegelhöhen flußab entsprechend reduzieren
- Laufzeiten von Hochwasserspitzen vergrößern
- Durch "ständigen Rückhalt" dem Ereignis Fracht entziehen und diese zu einem günstigen Zeitpunkt wieder an das System zurückgeben, bzw. durch Umleitung, Verdunstung oder anderweitige Nutzung dem System vollkommen entziehen.
- Bei entsprechender Steuerung der Aktivierung des Retentionsvolumens und der Rückgabecharakteristik die Form von Hochwasserwellen verändern
- Ablauf von Hochwasserereignissen mit Ganglinien in Dreiecksform vergleichmäßigen

6.2. Rückhaltebecken KÖNNEN NICHT:

- Wellen mit langandauernder Spitze in ihren Durchflußspitzen verändern
- Bei ebensolchen Ganglinien die Spitzenlaufzeiten wesentlich verschieben

- Die weitläufigen Retentionsräume des Vorlandrückhaltes im natürlichen Gerinne ersetzen, da die Aktivierung eines RHB einen örtlich eher punktuellen Eingriff in das Abflußgeschehen darstellt.
- Bei fehlerhafter Dimensionierung aufgrund mangelnder Hydrologiedaten das Abflußgeschehen in Flußsystemen positiv beeinflussen.

7. LITERATURANGABEN

/1/ GUTKNECHT, D.

Vergleichende Untersuchungen zur Berechnung von Hochwasserabflüssen aus kleinen Einzugsgebieten; Wiener Mitteilungen - Wasser - Abwasser - Gewässer, Bd. 11, - TU Wien, 1972

/2/ FRANKE, P.-G.

Instationäre Strömung bei freiem Wasserspiegel; Abriß der Hydraulik, Bd. 10, Bauverlag Wiesbaden und Berlin, 1975

/3/ HAAS, W. - HEIDINGER, R.

Handbuch zum Programmsystem INSTAT, TDV Büro Pircher, 1980

/4/ PREISSMANN, A.

Numerische Verfahren zur Berechnung instationärer Gerinneströmungen, Lehrgangssymposium: Elektronische Berechnung von Rohr- und Gerinneströmungen, Nürnberg 1972

Anschrift des Verfassers:

Dipl.-Ing. Reinhold HEIDINGER
c/o TDV Büro Pircher,
Luthergasse 4
8010 G R A Z

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Monografien Landschaften und Ökologie](#)

Jahr/Year: 1983

Band/Volume: [MLO1](#)

Autor(en)/Author(s): Heidinger Reinhold

Artikel/Article: [Was können Rückhaltebecken - Was können sie nicht? 30-53](#)