

Sedimentregulierung im Einzugsgebiet des Süßen Sees [24]

Auftraggeber: Regierungspräsidium Halle

Bearbeiter: BAH Berlin

Zielstellung

Die Untersuchungen wurden im Rahmen des aufzustellenden Bewirtschaftungsplanes Salza durchgeführt. Die Ergebnisse bestätigen, dass die Minderung des erosiven Stoffeintrages ins Gewässer eine wesentliche Komponente bei der Erreichung der angestrebten Umweltqualitätsziele für den Süßen und den wiederentstehenden Salzigen See sind.

Mögliche Maßnahmen zur Minderung dieses Stoffeintrages sind:

1. Verminderung des erosiven Stoffabtrages aus der Fläche, z.B. durch Änderung der Flächennutzung,
2. Verminderung des Eintrages von der Fläche in die Gewässer, z.B. durch Randstreifen,
3. Verminderung des Eintrages von der Fläche in die Gewässer, z.B. durch Schaffung von Rückhalteräumen in der Fläche (Sedimentfallen, Kleinstspeicher, Verwallungen etc.),
4. Verminderung des Eintrages in die Gewässer, z.B. durch zentral oder dezentral angeordnete Sedimentationsbecken.

Bei der Umsetzung dieser Maßnahmen sind prioritär solche Lösungen anzustreben, die den Abtrag vermindern (Pkt. 1). Nachrangig sind alle Maßnahmen, die aus Gewässersicht den Eintrag vermindern. Vorzugsweise sind Lösungen zu suchen, die möglichst nahe an den Entstehungsflächen und damit an den Quellen ansetzen (Pkt. 2 und 3).

In einer zeitlich vorgelagerten Untersuchung wurde der erosive Stoffaustrag aus der Fläche quantifiziert und der potentielle Eintrag ins Gewässer abgeschätzt (Teilprojekt 13).

Der Schwerpunkt der vorliegenden Bearbeitung lag in Untersuchungen zur Nutzung von Retentionsräumen in der Fläche und im Gewässer (Maßnahmen 3 und 4). Die Zielstellung war dabei die Bewertung potentielle Standorte für Sedimentationsbecken hinsichtlich ihres möglichen Sedimentrückhaltes.

Die Bearbeitung erfolgte in zwei Stufen.

1. In einer 1. Stufe (Abschluß 1998) wurden wesentliche methodische Grundlagen erarbeitet. Die Anwendung erfolgte auf das Einzugsgebiet von Querne und Weida.
2. In der 2. Stufe wurde die Bearbeitung auf das Einzugsgebiet des Süßen Sees erweitert.

Beide Untersuchungen gestatten somit flächendeckende Aussagen für das Gesamteinzugsgebiet der Mansfelder Seen. Die vorliegende Kurzfassung dokumentiert die Ergebnisse der 2. Stufe.

Möglichkeiten zur Sedimentrückhaltung

Je nach Oberflächenmorphologie erfolgen die erosiven Einträge ins Gewässer diffus, d.h. entlang einer Gewässerstrecke oder punktuell, wenn über Nebentäler, die ansonsten trocken liegen, im Hochwasserfall Landoberflächenabfluss zum Vorfluter konzentriert wird¹.

Während die Einträge entlang einer Gewässerstrecke durch Randstreifen gemindert werden können, ist dies für Einträge über Trockentäler nicht möglich. Hier bietet sich an, durch Verwallungen in den Trockentälern Rückhalteräume zu schaffen.

¹ Zwischen beiden Formen gibt es fließende Übergänge. So werden sich auch entlang einer Gewässerstrecke bevorzugte Fließwege zum Vorfluter ausgeprägt haben, die punktuell Direktabfluss in den Vorfluter konzentrieren, die dann allerdings unterhalb der Auflösung des DGM liegen.

Ist die Anlage von ausreichend breiten Gewässerschonstreifen und/oder die Bereitstellung ausreichender Speicherräume in den Trockentälern nicht möglich, kann dann nur noch im Vorfluter selbst versucht werden, eine Minderung des Sedimenttransports zu erreichen.

Da der erosive Eintrag ins Gewässer an den Landoberflächenabfluss und somit an Hochwasserereignisse gekoppelt ist, liegt der Gedanke nahe, Hochwasserrückhalt und Sedimentreduzierung miteinander zu verbinden.

Erreicht werden kann dies u.a. über Rückhaltebecken. Allerdings ist eine optimale Gestaltung solcher Becken hinsichtlich Hochwasserschutz und Sedimentrückhalt nur bedingt möglich.

Ein Hochwasserrückhaltebecken dient vorrangig der Abminderung der Abflussscheitel. Es speichert ein Abflussvolumen eine gewisse Zeit, um es im abfallenden Ast der Welle, also nach dem Scheiteldurchlauf wieder abzugeben. Ein wesentliches Ziel ist es, möglichst schnell diesen Speicherraum zu leeren, um wieder Speicherkapazität für eventuell nachfolgende Ereignisse zu haben.

Als Nebeneffekt kommt es in Hochwasserrückhaltebecken durch die Verringerung der Fließgeschwindigkeit zum Absetzen von Schwebstoffen, ein Effekt, der meist nicht gewünscht ist, aber im Salzgebiet billiger in Kauf genommen werden könnte, um die unterliegenden Standgewässer zu schonen.

Eine Maximierung des Sedimentrückhaltes ist vor allem über eine Maximierung der Aufenthaltszeit zu erreichen. Diese Maximierung der Aufenthaltszeiten steht aber im direkten Widerspruch zu den geltenden Bemessungsregeln für Hochwasserschutzanlagen. Somit wird jedes Becken, das hinsichtlich einer Maximierung des Sedimentrückhaltes konzipiert wurde, als Sekundäreffekt für die meisten HW-Ereignisse auch eine Minderung der Abflussscheitel erreichen, aber versagen, wenn ein Folgeereignis auf ein noch (teil)gefülltes Becken trifft.

Die Aufenthaltszeit einer gegebenen Welle in einem Becken ist vor allem durch die Ablaufleistung des Beckens und natürlich durch die Beckengröße selbst definiert.

Eine weitere Möglichkeit zur Sedimentrückhaltung besteht, wie schon erwähnt, in der Anlage von Rückhalteräumen in Trockentälern. Die Rückhaltung in Trockentälern entspricht der eingangs formulierten Forderung, die Rückhaltung möglichst nahe an die Entstehungsflächen des Abtrags zu legen.

Bei der Anlage dieser Rückhalteräume können die oberflächenmorphologisch gegebenen, potentiellen Speicherräume genutzt werden, indem z.B. durch Verwallungen Kleinstbecken geschaffen werden, mit denen die direkte Anbindung des Trockentales an den Vorfluter unterbrochen wird. Ebenso ist eine gestaffelte, terrassenartige Anordnung mehrerer Wälle hintereinander denkbar. Derartige Terrassen sind intelligente Lösungen, die schon in historischer Zeit z.B. am Nordufer des Süßen Sees zur Minderung der gerade dort sehr stark ausgeprägten Erosionsneigung angelegt wurden.

Auch in solchen Speicherräumen wird die Effektivität der Rückhaltung wesentlich bestimmt von der Aufenthaltszeit bzw. vom Verhältnis zwischen Rückhalt und eventuellem Überlauf.

Welche Speicherräume dazu notwendig sind, hängt

1. vom Volumen der zufließenden Welle und damit
 - von der Gebietscharakteristik des Einzugsgebietes und
 - der Wahl des Bemessungsereignisses und
2. von der Dimensionierung des Auslasses (Kapazität des Grundablasses) ab.

Welche Rückhalteräume praktisch realisierbar sind, wird von der jeweils vor Ort gegebenen Oberflächenmorphologie bestimmt.

Für Rückhalteräume in nicht ständig wasserführenden Gewässern besteht (theoretisch) die Möglichkeit, diese so zu dimensionieren, dass das repräsentative bzw. das Bemessungsereignis 100%ig gespeichert werden kann, ohne dass es zu Überläufen kommt. In diesem Fall versickert und verdunstet das Wasser, so dass das Sediment komplett vor Ort verbleibt. Allerdings ergeben sich bei den betroffenen Flächen durch die gebietstypischen Böden² sehr lange Entleerungs-, d.h. hier Versickerungszeiten, die eine landwirtschaftliche Nutzung der betroffenen Flächen ausschließen.

² z.B. Ut3, kf-Wert bei mittlerer Lagerungsdichte 8 cm/d (s. KA4, S. 305), d.h. bei gesättigtem Bodenprofil versickert 1 m Wassersäule in 12 Tagen (s. auch Geiger 1995, S. 56)

In der Regel sind zumindest für seltene Ereignisse die erforderlichen Rückhaltevolumina so groß, dass die dafür notwendige Höhe des Absperrbauwerks (vorzugsweise Erdwälle) ein landschaftsverträgliches Maß überschreitet.

Dann ist zu prüfen, ob

- mehrere Wälle im Gelände hintereinander angeordnet werden können,
- ein verminderter Sedimentrückhalt durch einen Überlauf in Kauf genommen wird,
- durch den Einbau und entsprechende Dimensionierung eines Grundablasses das erforderliche Speichervolumen gesenkt wird, allerdings zu Lasten der Effektivität der Sedimentrückhaltung,
- das benötigte Speichervolumen zu einem Ausschlusskriterium für diesen Standort wird.

Problematisch ist in jedem Fall bei einer ungesteuerten Betriebsweise neben Einschränkungen in der Abflussdynamik im Unterlauf, dass für Ereignisse, die kleiner als das Bemessungsereignis sind, die Aufenthaltszeiten geringer sind als beim Bemessungsereignis, verbunden mit einem ebenfalls verringerten Sedimentrückhalt.

Bewertung von Rückhalteräumen in der Fläche

Untersuchungsmethodik

Aus den vorangegangenen Überlegungen lässt sich die folgende Vorgehensweise für die Ermittlung von Möglichkeiten für eine Reduzierung des erosiven Eintrages ableiten:

1. Festlegung der Untersuchungsschwerpunkte (inhaltlich und räumlich)
2. Schätzung der Effektivität der Sedimentrückhaltung
3. Einschätzung der möglichen Sedimentrückhaltung in ausgewählten Trockentälern

Der Grundgedanke der gewählten Untersuchungsmethodik liegt in einer detaillierten Betrachtung repräsentativer bzw. charakteristischer Teilbereiche des Einzugsgebietes des Süßen Sees und der anschließenden Verallgemeinerung der hier gewonnenen Erkenntnisse auf das Gesamtgebiet der Bösen Sieben.

Ausgangspunkt für die Festlegung der Untersuchungsschwerpunkte war die flächenhafte Verteilung der erosiven, potentiell gewässerwirksamen Einträge, die von PAGENKOPF (1998, 1999) GIS-gestützt unter Nutzung der ABAG ermittelt wurden.

Unter Berücksichtigung der örtlichen Gegebenheiten wurden nach zwei Gebietsbefahrungen 4 Teilgebiete als repräsentative Untersuchungsschwerpunkte festgelegt.

Auf Grund der Gebietspezifität erschien eine ausschließliche Betrachtung von Trockentälern für die Sedimentrückhaltung nicht sinnvoll, da nach PAGENKOPF der Anteil punktueller Einträge am Gesamteintrag im Einzugsgebiet des Süßen Sees nur bei ca. 30 % liegt. Deshalb wurden außerdem 4 teilweise bereits geplante Beckenstandorte im Gewässer festgelegt, die hinsichtlich ihres potentiellen Sedimentrückhaltes analog den Trockentälern zu bewerten waren.

Für Einschätzung der möglichen Sedimentrückhaltung war für die zu betrachtenden Trockentäler zu ermitteln, ob das im Gelände aktivierbare Speichervolumen ausreichend ist,

1. um das Abflussvolumen des Bemessungsereignisses in einem Abflusslosen System vollkommen zu speichern oder
2. um für das Bemessungsereignis in einem "normalen" Speicher mit einem definierten Auslauf eine Aufenthaltszeit zu gewährleisten, die einen weitgehenden Sedimentrückhalt erwarten lässt.

Die dafür entwickelte Verfahrensweise stellt

- die morphologisch aktivierbaren Speichervolumina bei verschiedenen Dammhöhen
- den Abflussvolumina für verschiedene Niederschlagsereignisse und bei verschiedenen Abflüssen aus dem Speicher und damit für verschiedene Aufenthaltszeiten gegenüber.

Die Ermittlung der Speichervolumina, die in den Trockentälern (und in den für Rückhaltebecken vorgesehenen Talräumen) aktivierbar sind, erfolgt unter Nutzung eines hochaufgelösten Höhenmodells.

Für die Berechnung der maßgeblichen Abflussvolumina wurden für die Trockentäler bzw. für die oberirdischen Einzugsgebiete der anzulegenden Wälle flächendifferenzierte Niederschlag-Abfluss-Modelle, basierend auf dem Modellierungssystem ARC/EGMO (PFÜTZNER 1995) aufgebaut und für verschiedene Niederschlagsereignisse die anfallenden Abflussvolumen ermittelt. Als Eingangsgrößen wurden gebietsrepräsentative Starkregenereignisse und wahrscheinlichkeitsstatistisch unteretzte Starkniederschläge (DWD 1995, 1998) verwendet.

Während der Simulationsrechnungen wurden die max. Füllungen eines quasi unendlich großen Speichers bei verschiedenen dimensionierten (Grund-)ablässen registriert und dann die sich daraus ergebenden Entleerungs- bzw. Aufenthaltszeiten ermittelt.

Bei dieser Verfahrensweise ergeben sich oft mehrere mögliche Lösungen, je nachdem,

1. welche Dammhöhe als akzeptabel empfunden wird (Landschaftsverträglichkeit),
2. welches Niederschlagsereignis als das maßgebliche angesehen wird,
3. welche Entleerungszeiten notwendig sind, und zwar auf Grund
 - der Nutzung der betroffenen (eingestauten) Flächen (eine landwirtschaftliche Nutzung ist bei mehrtägigem Einstau einer Fläche nicht möglich),
 - des vorhandenen Speichervolumens (je größer die Ablaufkapazität, um so geringer ist das notwendige Speichervolumen),
 - der Nutzung des Speichers selbst (Hochwasserschutz erfordert kurze Entleerungszeiten).

In diesem Projekt wurden analog zu den Untersuchungen in der Querne/Weida (PFÜTZNER 1998) folgende Annahmen für eine quasioptimale Lösung getroffen:

Ein Standort ist genau dann für eine Sedimentrückhaltung geeignet, wenn mit einer landschaftsverträglichen Dammhöhe von maximal 3m soviel Speichervolumen bereitgestellt werden kann, dass für das 20-jährige Bemessungsereignis eine Aufenthaltszeit von ca. 24 h erreicht werden kann.

Es wurde angenommen, dass durch eine entsprechende Gestaltung der Rückhalteräume eine weitestgehende Beruhigung des Wassers gewährleistet werden kann, so dass für die Ermittlung der Sinkgeschwindigkeit Ansatz von STOKES anwendbar ist.

Unter Berücksichtigung der gebietstypischen Böden (Schluff und Ton) und einer mittleren Beckentiefe von 2 m lässt sich eine potentielle Sedimentrückhaltung von ca. 85% in 24 h ermitteln.

Vergleichende Standortbewertung - Beispiel Trockental Fahnenhügel

Das folgende Beispiel demonstriert die Vorgehensweise für den Standort Fahnenhügel.

Gemäß den Untersuchungen von Pagenkopf (1999) liefert dieses Trockental mit einer Einzugsgebietsfläche von 0,5 km² ca. 8% des Gesamteintrages in den Süßen See den bei weitem größten Wert aller Trockentäler.

Abbildung 0-1 zeigt diesen Zufluss zum Wilden Graben im zentralen Teil des Einzugsgebietes mit topographischen Hintergrund, der Dammlinie (schwarz), dem Einzugsgebiet (grau hinterlegt) und die überfluteten Flächen (1m blau, 3 m blau zzgl. hellblau, 5 m blau und hellblau zzgl. violett) für verschiedene Wasserstände. In Tabelle 1 sind die aus der Analyse des DGMs erhaltenen Kennwerte des Speicherraumes aufgelistet.

Tabelle 1: Morphologische Kennwerte des Speichers

Dammhöhe [m]	Dammlänge [m]	Volumen [m ³]	Wasseroberfläche [m ²]
1	120	781	2.903
3	160	10.710	7.384
5	210	31.844	13.974

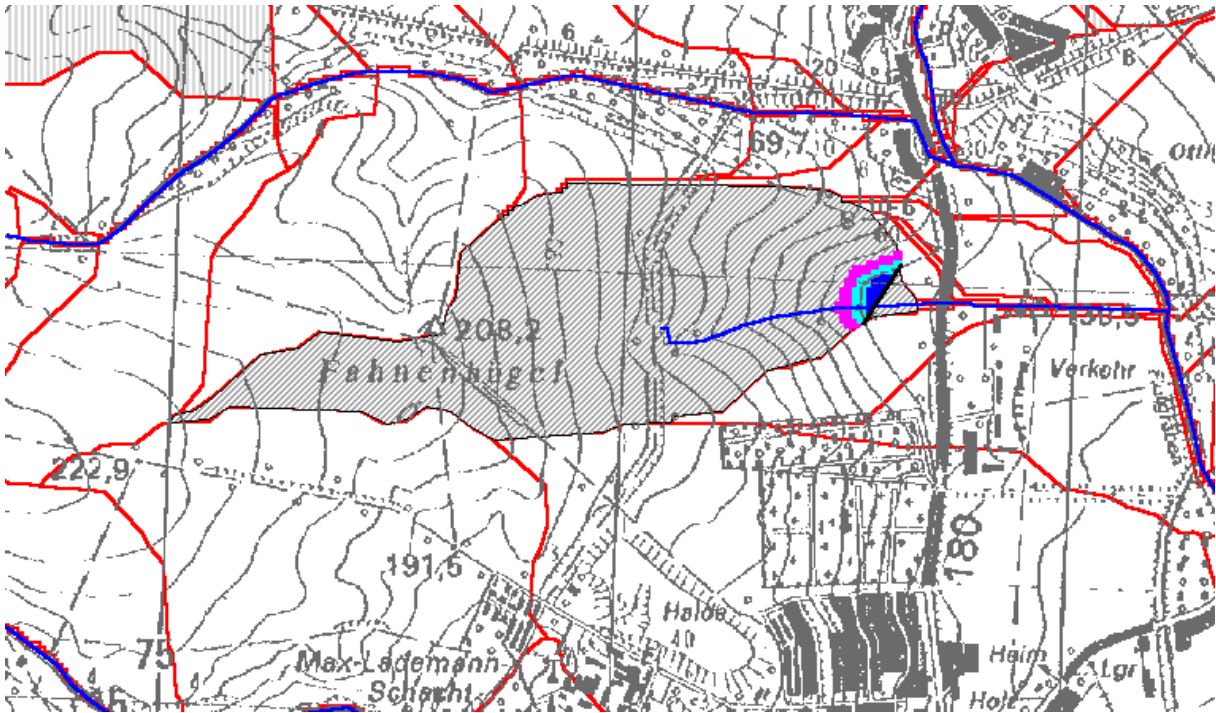


Abbildung 0-1: Lageskizze - Trockental Fahnenhügel (RR1)

Im Ergebnis der Simulationsrechnungen wurden für verschiedene Grundablässe und verschiedene Ereignisse die aktivierten Speichervolumen registriert und aus diesen die Entleerungszeiten berechnet (s. Abbildung 0-2). Für das Bemessungsereignis HQ_{20} ergibt sich hier eine Entleerungszeit von ca. 24 Stunden, wenn die Kapazität des Grundablasses bei ca. 50 l/s liegt.

Vergleicht man die anfallenden Abflussvolumen mit den im Gelände aktivierbaren Speichervolumen, so kann, wie in Abbildung 0-3 gezeigt wird, das benötigte Speichervolumen von 5 Tm^3 mit einer landschaftsverträglichen Dammhöhe von 2 m bereitgestellt werden.

Der Standort Fahnenhügel ist somit geeignet für die Anlage einer Verwallung.

Andere mögliche Lösungen lassen sich ebenfalls aus dieser Grafik ableiten.

So kann mit einer nur geringfügig höheren Dammhöhe auch ausreichend Speicherraum (ca. 5.200 m^3) für ein Abflussloses System bereitgestellt werden. Inwiefern dies durch die damit verbundenen, langen Überflutungszeiten praktikabel ist, muss wiederum standortabhängig im Rahmen der Umsetzung entschieden werden.

Mit einer Dammhöhe von 3 m kann ca. 10.000 m^3 Speicherraum bereitgestellt werden, so dass selbst das 100-jährige Ereignis (grüne Linie) in einem Abflusslosen Speicher gehalten werden kann.

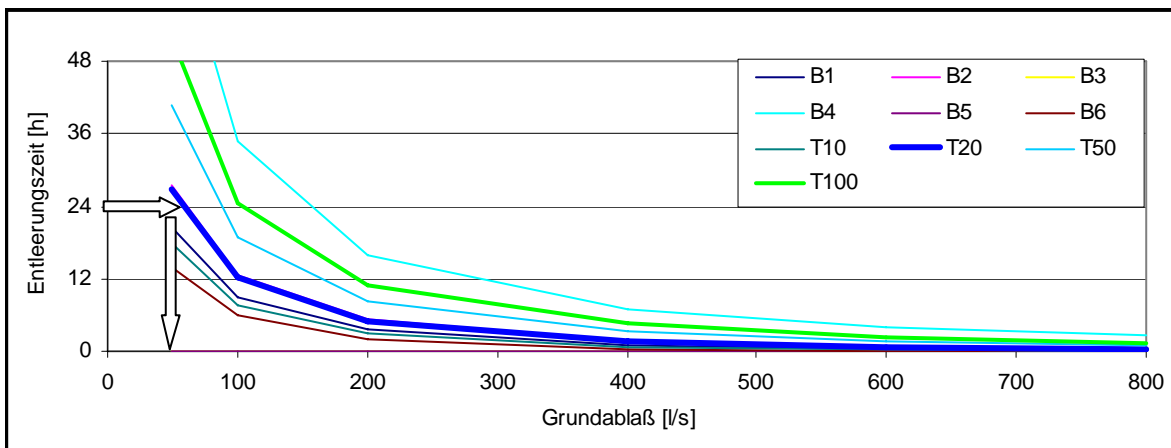


Abbildung 0-2: Entleerungszeiten [h] ohne Versickerungs- und Verdunstungsverluste

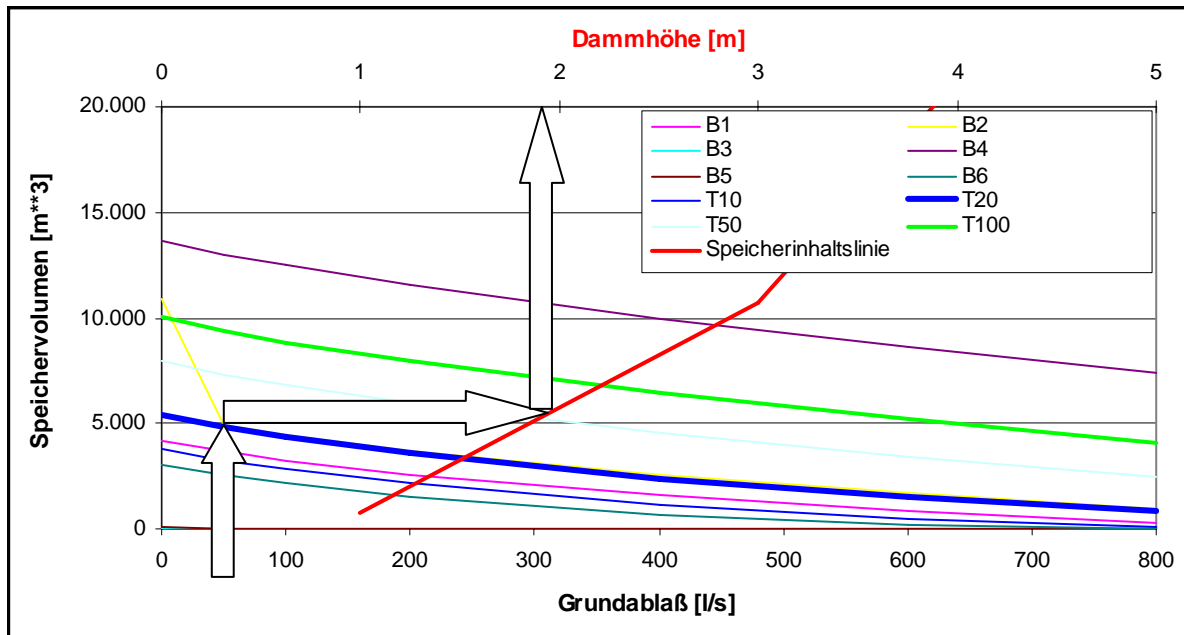


Abbildung 0-3: Ermittlung der notwendigen Dammhöhe

Ergebnisse

Der gesamte punktuelle Eintrag liegt im Einzugsgebiet der Bösen Sieben bei ca. 28% des Gesamteintrages in den Süßen See. Die analysierten Trockentäler liefern 11 % des gesamten Eintrages. Bei Annahme eines Rückhaltes von 85 % durch Verwallungen kann dieser Eintrag folglich um 9,4 % auf 1,6 % gemindert werden (s. Tabelle 2).

Der notwendige Aufwand für die Errichtung der Dämme kann anhand der angegebenen Dammhöhen und Dammlängen abgeschätzt werden.

Eine weitere Reduzierung des Eintrages über Verwallungen in Trockentälern ist mit einem überschaubaren Aufwand nicht zu bewerkstelligen, da sich der verbleibende Eintrag von 17 % (= 28 % - 11 %) auf eine Vielzahl von Trockentälern mit äußerst geringen Eintragsmengen (< 1 %, bezogen auf den Gesamteintrag) verteilt.

Der mit 72 % bei weitem größere Anteil des Gesamteintrages erreicht die Vorfluter diffus und kann deshalb über derartige Verwallungen in Trockentälern ebenfalls nicht gemindert werden. Hier sind Randstreifen, Kleinstverwallungen entlang der Gewässerstrecken³ und ähnliche Konzepte gefragt.

Tabelle 2: Speicherkapazitäten in den betrachteten Trockentälern

Trockental / Rückhalteraum	Beitrag zum Gesamteintrag in den Süßen See	Dammhöhe	Damm-länge	Speichervo-lumen	Grundablaßka-pazität
	[%]	[m]	[m]	[m ³]	[l/s]
Fahnenhügel	8,01	2	140	5.000	40
nördl. Süßer See	nicht geeignet				
Pappelgrund	1,14	1	120	10.000	100
Magdalenenbreite	1,85	3	80	2.500	15
		2	120	6.500	50

³ Die mit solchen Wällen verbundenen Vernässungserscheinungen können durch Drainagen vermindert werden.

Bewertung von Rückhaltebecken im Gewässer

Nutzt man Rückhaltebecken im Gewässer zur Sedimentreduzierung, so werden die punktuellen und die diffusen Einträge aus dem Einzugsgebiet des Beckens erfasst. Die Abschätzung der Rückhaltung erfolgte unter Nutzung empirischer Ansätze (MANIAK 1997), wobei sich je nach Ausbaugrad der betrachteten Becken eine potentielle Rückhaltewirkung für Schwebstoffe zwischen 40 und 82 % ergab.

Unter Einbeziehung des in den Einzugsgebieten der Becken ins Gewässer eingetragenen Erosionsmaterials können über die betrachteten Rückhaltebecken beträchtliche Mengen des Gesamteintrages in den Süßen See zurückgehalten werden. So lässt sich über die "zentrale" Lösung mit den Becken in Wormsleben eine Eintragsreduzierung von über 50% (s. Tabelle 3) erreichen, die dezentrale Lösung in Volksstedt reduziert noch um ca. 11 %.

Tabelle 3: Mögliche Sedimentrückhaltung in HRB's im Gebiet der Bösen Sieben

Becken	Anteil des Beitrages des Einzugsgebietes des Beckens am		potentieller Rückhalt im Becken [%], bezogen auf den Eintrag
	erosiven Gesamtabtrag [%]	potentiellen Eintrag ins Gewässer [%]	
Wilder Graben, Volkstedt vor B180	16	13	11
Vietzbach, Ahlsdorf	3	5	3
Wilder Graben, Mittelhütte	27	22	15
Wilder Graben, Mündung der Glume	36	36	27
Wilder Graben unterhalb Glume	38	36	16
Böse Sieben Wormsleben, Becken I	71 (84) ⁴	73 (90)	44 (54)
Böse Sieben Wormsleben, Becken II			29 (36)

Die Eintragsreduzierungen über Rückhaltebecken können über eine "Optimierung" der Aufenthaltszeiten, z.B. über wasserstands- oder zuflussabhängige Steuerungen der Grundablässe, gesteigert werden. Das Ziel dabei sollte sein, bei Becken mit ausreichendem Speicherraum die Aufenthaltszeiten auch für kleinere Ereignisse auf die angestrebten 24 Stunden auszudehnen. Deshalb wurden einige Becken analog der beschriebenen, GIS- und modellgestützten Vorgehensweise für die Trockentäler detaillierter analysiert.

Alternativ zu einer geregelten Speicherabgabe, die gewisse Nachteile (Störanfälligkeit, Wartungsaufwand) mit sich bringt, oder auch als Ergänzung zu dieser sind Verbesserungen der Effektivität einer Sedimentreduzierung auch durch eine gemeinsame Betrachtung mehrerer Becken möglich, in dem in Fließrichtung aufeinander folgende Becken auf unterschiedlich große Ereignisse bemessen werden.

So gestatten die vor Ort gegebenen Speicherkapazitäten der dezentralen Becken (Volksstedt, Hergisdorf) eine Ausrichtung auf seltene Ereignisse. Damit verbunden sind allerdings, wie erwähnt, geringere Aufenthaltszeiten und somit auch ein geringerer Sedimentrückhalt bei den kleineren, häufigen Hochwassern (MHQ bis HQ₅). Der zentrale Wormslebener Speicher dagegen hat, bezogen auf die anfallenden Abflusssummen eine geringe Speicherkapazität. Bei seltenen Ereignissen (ab HQ₅) können bedeutende Abflussanteile nicht gespeichert werden, so dass hier wiederum für seltene Ereignisse eine geringe Sedimentreduzierung zu erwarten ist, während bei kleinen Ereignissen bis HQ₂ mit einem hohen Rückhalt gerechnet werden kann.

⁴ geklammerten Werte geben den Eintrag bzw. Rückhalt an, der sich ergäbe, wenn der Salzgraben ebenfalls in die Becken Wormsleben geleitet werden würde

Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

Als Fazit aus den durchgeführten Untersuchungen kann für das Einzugsgebiet des Süßen Sees eine Sedimentreduzierung von max. 10% über Verwallungen und Kleinstspeicher in Trockentälern erreicht werden. Die Spezifik des Gebietes - über 70% der Einträge erreichen die Vorfluter diffus - präferiert neben der Anlage von Gewässerschonstreifen die Nutzung bzw. Schaffung von Rückhaltungsmöglichkeiten in den Fließgewässern selbst, mit denen Reduzierungen von über 50% erreichbar sind.

Es sei aber nochmals ausdrücklich darauf hingewiesen, dass diese Maßnahmen zur Eintragsreduzierung vorrangig als Ergänzung zu allen Maßnahmen zu sehen sind, die eine Abtragsminimierung in der Fläche über angepasste Bewirtschaftungsformen und bedarfsweiser Flächenumwidmung zum Ziel haben.

Literatur

- DWD (1995): Amtliches meteorologisches Gutachten „Starkniederschlagshöhen in Abhängigkeit von der Niederschlagsdauer und der Wiederkehrzeit im Raum des Flußeinzugsgebietes der Salza“; Deutscher Wetterdienst, Berlin 1995
- DWD (1998): Amtliches meteorologisches Gutachten „Bereitstellung hoch aufgelöster Daten ausgewählter Starkniederschlagsereignisse für Erosionsbetrachtungen im Einzugsgebiet der Salza“; Deutscher Wetterdienst, Berlin 1998
- Maniak, U. (1997) : Hydrologie und Wasserwirtschaft, 4. Auflage, Springer Verlag
- Pfützner, B.; Becker, A. (1995): ARC/EGMO - Kurzdokumentation; Büro für Angewandte Hydrologie, 70 Seiten, Berlin 1995
- Pfützner, B. (1998) : Hochwasserrückhaltung und Sedimentreduzierung im Einzugsgebiet des Salzigen Sees; Projektbericht, unveröffentlicht
- Pagenkopf, W. (1998) : Karte des potentiellen erosiven Stoffabtrags in Teileinzugsgebieten der Salza; unveröffentlicher Projektbericht zum Bewirtschaftungsplan Salza; Auftraggeber: Regierungspräsidium Halle
- Pagenkopf, W. (1999) : Karte des potentiellen erosiven Stoffabtrags in Teileinzugsgebieten des Süßen Sees; unveröffentlicher Projektbericht zum Bewirtschaftungsplan Salza; Auftraggeber: Staatliches Amt für Umweltschutz Halle