

Ausscheidung von Pufferräumen für Schutzgebiete unter stoffhaushaltlichem Aspekt

Johannes Heeb und Thomas Mosimann

Synopsis

Around protected areas in landscape ecosystems there should be buffering belts where solid substances are deposited and dissolved substances are filtered, adsorbed and transformed or taken up by plants. The width of a buffer belt depends on the quantity of substances transported in from the drainage area, on the soil properties and the vegetation within the belt and on the susceptibility of the protected area. This paper presents a practice-orientated, highly empirical evaluation procedure for determining the relative width of a buffering zone under the primary aspect of nutrient supply. It takes into consideration the factors land use, location and shape of the protected area, altitude, exposition of adjacent areas, the type of soil, the rootable depth, layers impeding drainage and interflow in the drainage area, slope gradient and the type of the protected area. The absolute width of the buffer belt is determined by a factor typical of the landscape. In the area in the Swiss canton of Luzern where this procedure is presently being applied, buffer belt widths of between 0 and 300 m have been determined.

buffer belt, protected area, landscape household, fertilizer, ecological appraisal

1. Grundsätzliche Bemerkungen

1.1 Zum Konzept des Pufferraumes (Puffergürtels)

1.1.1 Notwendigkeit von Pufferräumen

Geschützte und schützenswerte Ökosysteme (Ökotope oder Biotope) sind nicht nur durch Beziehungen der Biozönos, sondern auch energie-, wasser- und stoffhaushaltlich mit dem umgebenden Gebiet vernetzt. Im Umfeld vorhandener Belastungen wirken deshalb vielfältige Faktoren auf die naturnahen, schützenswerten Flächen ein. Vor allem oberflächlich abfließendes Wasser und Hangwasser, aber auch die Luftströmung transportieren schädliche Stoffe in die empfindlichen Ökosysteme. In landwirtschaftlich genutzten Gebieten sind dies in erster Linie Düngerstoffe, jedoch auch verlagerbare Pestizide und in geringem Umfang Schwermetalle. Da die Mehrzahl der naturnahen Ökotope auf einen geringen Nährstoffpegel angewiesen ist, stellt der Düngereintrag ein vordringliches Problem dar. Um diesen Eintrag zu verhindern oder zu minimieren, müssen um Schutzgebiete, wenn immer möglich, Puffergürtel geschaffen werden.

Ein allgemeines Modell der verschiedenen Gürtel eines Schutzgebietes stellt DILLENBURGER (1979) dar. Unter stoffhaushaltlichem Aspekt drängt sich eine angepaßte, am Landschaftshaushalt orientierte Betrachtung auf (Abb. 1).

Entscheidend wird dabei die **Stellung des geschützten Ökosystemes in seinem Einzugsgebiet**. Der Pufferraum oder Puffergürtel hat dabei die primäre Aufgabe, schädliche Stoffe auszufiltern. Seine Anordnung und Ausgestaltung hängt deshalb von den stofflichen Belastungen und den Prozeßbedingungen im Einzugsgebiet ab.

Eine Reihe bisheriger Arbeiten beschäftigt sich u. a. auch direkt mit der Problematik der Pufferräume (z. B. BOLLER-ELMER 1977, BRAUNS & HÖTZL 1982, EGGELSMANN 1982, 1985, JEDICKE 1990, PFADENHAUER & RINGLER 1984, RINGLER 1983). Die meisten Arbeiten behan-

deln das Problem allerdings aus genereller Sicht. Die Angaben zum stoffhaushaltlichen Aspekt sind, soweit überhaupt vorhanden, allgemein. Neue, auf Felduntersuchungen basierende Daten zur stoffhaushaltlichen Wirksamkeit von Puffergürteln liefern dagegen KNAUER & MANDER (1989, 1990). Hinweise zur Breite von Puffergürteln existieren nur wenige (zusammenfassend in JEDICKE 1990, S. 170). Das einzige publizierte Modell zur Berechnung von Puffergürtelbreiten unter stoffhaushaltlichem Aspekt stammt von EGELSMANN (1982). Dieses kann aber nur in Tieflandgebieten unter Grundwasserbedingungen eingesetzt werden.

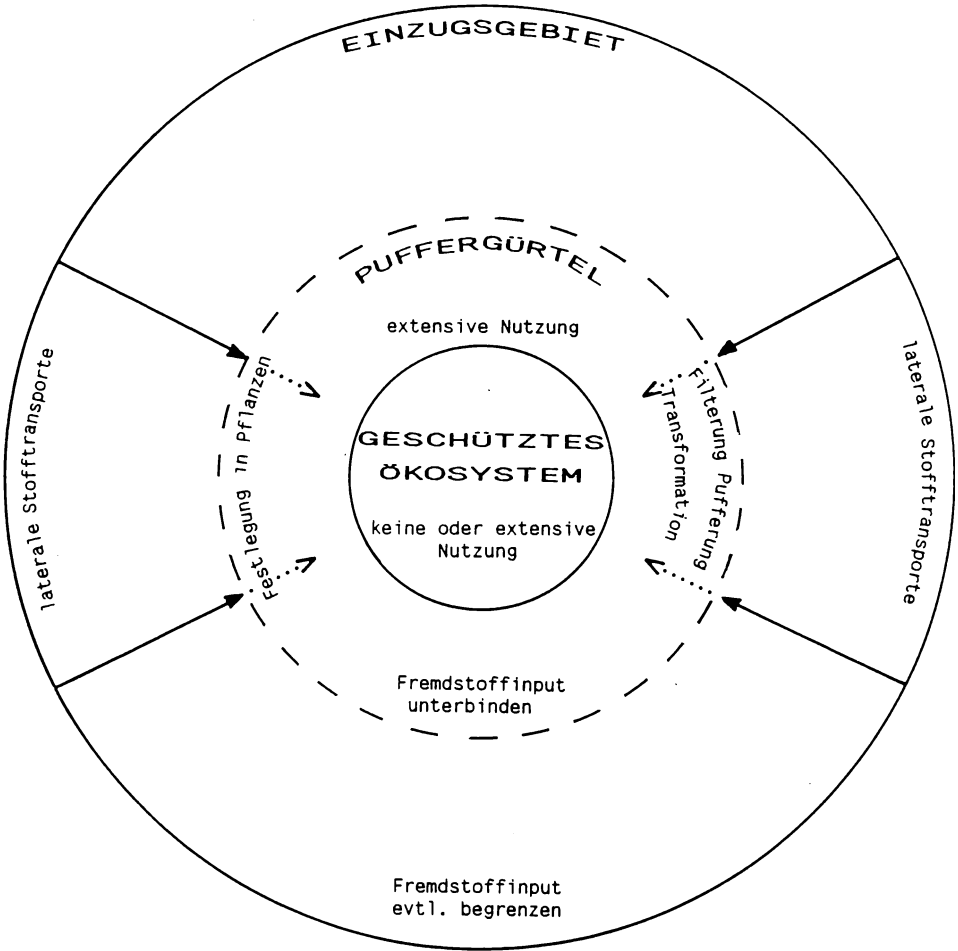


Abb. 1: Stellung und Funktion eines stoffhaushaltlichen Puffergürtels

1.1.2 Pufferräume zum Schutz vor Stoffeintrag in empfindliche Ökosysteme

Ein Pufferraum oder -gürtel ist ein im Idealfall ringförmiger, um ein Schutzgebiet liegender Bereich,

- in dem durch Bodenabtrag eingebrachte Feststoffe abgelagert und
- lateral auf der Oberfläche oder in Oberflächennähe eingebrachte gelöste Stoffe gefiltert,
- festgelegt und/oder transformiert und/oder
- von Pflanzen aufgenommen werden.

Dünger und andere Schadstoffe erreichen den Schutzgebietskern nicht, da sie entweder im Puffergürtel gespeichert oder mit den geernteten Pflanzen wieder entnommen werden.

1.2 Das Problem der Bemessung von Pufferräumen

Die notwendige Breite eines Puffergürtels hängt grundsätzlich ab von

- der Empfindlichkeit des Schutzgebietes,
- dem aus der Landnutzung resultierenden Ausmaß des Fremdstoffeintrages im Einzugsgebiet,
- den Relief- und Bodeneigenschaften sowie dem Wasserhaushalt im Einzugsgebiet und den Bodeneigenschaften im Bereich des Puffergürtels.

Die den Stoffhaushalt des Einzugsgebiets bestimmenden Zusammenhänge sind, wie bekannt, sehr komplex und erst teilweise erforscht. Besondere Schwierigkeiten bereitet heute aber weniger die experimentelle Erfassung als vielmehr die **Operationalisierung** dieser Zusammenhänge für einfache und allgemein durchführbare **Schätzungen** von notwendigen Puffergürtelbreiten.

Abb. 2 stellt die wichtigsten allgemeinen Zusammenhänge zusammen, und zwar in einer auf ein Schätzverfahren ausgerichteten Form. Im Vordergrund steht dabei der das Abflußverhalten der umliegenden Flächen bestimmende **Wirkungskomplex im Ökosystem**.

Eine Methode zur Bewertung von Puffergürteln muß die wichtigsten auf Abb. 2 dargestellten Faktoren direkt oder mindestens indirekt berücksichtigen. Eine praxisorientierte Methode zur Bemessung von Puffergürtelbreiten kann nicht auf Messungen aufbauen, weil diese zu aufwendig sind. Eine direkte Berechnung aufgrund eindeutig quantifizierbarer Zusammenhänge kommt nur in Gebieten mit geschlossenen Grundwasserkörpern in Frage. Das Problem muß deshalb über eine Bewertung auf der Basis von einfach bestimmbar**en Indikatoren oder Hilfsgrößen** gelöst werden. Basis solcher Bewertungen sind folgende grob quantifizierbare Zusammenhänge:

- Höhenabhängigkeit von Niederschlagsmengen und Vegetationszeit,
- Reliefen als Regler für den Abfluß,
- allgemeine Neigungsabhängigkeit von Oberflächenabflußmengen und Abtrag,
- enge Beziehungen zwischen Körnung und Durchlässigkeit sowie Körnung und Wasserspeichervermögen,
- Strahlungsabhängigkeit der Verdunstung.

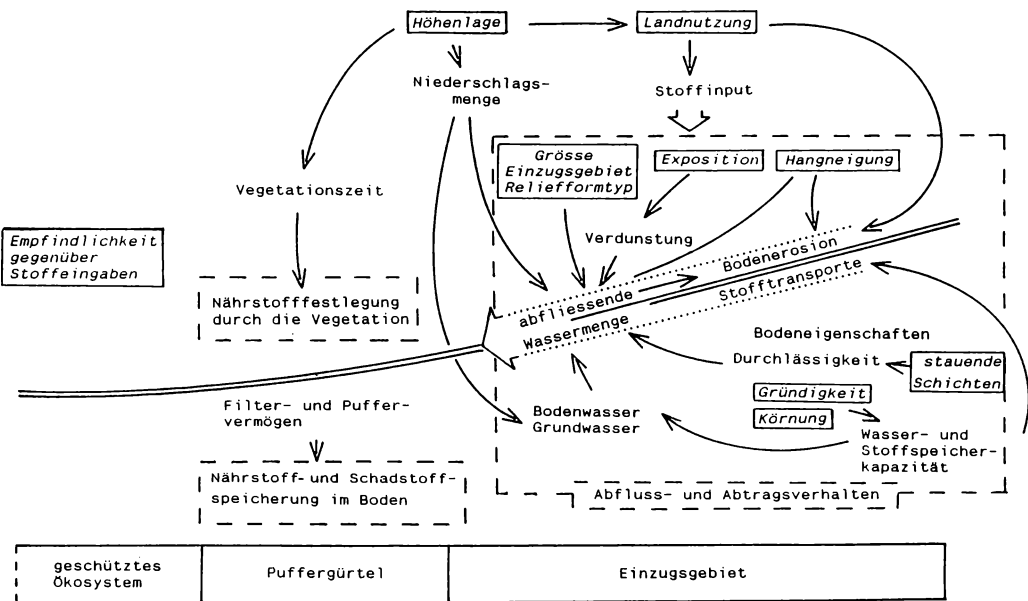


Abb. 2: Lateraler Stofftransport im Einzugsgebiet: Einflußfaktoren unter dem Aspekt des Stoffeintrages in Schutzgebiete. Die eingetragenen Faktoren werden im Verfahren berücksichtigt.

2. Allgemeines zur Ausscheidung von Puffergürteln unter stoffhaushaltlichem Aspekt

2.1 Grundlagen und räumlicher Bezug

2.1.1 Empirischer Ansatz

Die Komplexität des die Stofftransporte in der Landschaft bestimmenden Faktorengefüges schließt sachlich und vom Aufwand her die kausalanalytische und induktive Entwicklung eines Verfahrens zur Berechnung von Puffergürtelbreiten aus. Direkt verwertbare Ergebnisse aus Stoffhaushaltsuntersuchungen liegen zudem nur wenige und in wenig verknüpfbarer Form vor. Jedes Verfahren muß deshalb deduktiv abgeleitet werden und ist in hohem Maß durch **Empirie** geprägt.

2.1.2 Grundlagen

Grundlagen für das Verfahren bilden:

- "Stand des Wissens", wie er in der allgemeinen Literatur niedergelegt ist (hier aus Platzgründen nicht weiter diskutiert),
- Auswertung der wenigen speziellen Literatur, die für den genannten Landschaftstyp anwendbare Daten und Erkenntnisse liefern kann (s. Literaturverzeichnis),
- Inwertsetzung von Teilen bestehender Bewertungsverfahren (s. Literaturverzeichnis),
- Expertengespräche,
- regionale Geländeerfahrung,
- verfügbare Einzeldaten stoffhaushaltlicher Untersuchungen in der Region.

Die Auswahl der in die Berechnung einfließenden Grundgrößen wird durch deren hinreichend rationale Erfassbarkeit und die obengenannten quantifizierbaren Zusammenhänge bestimmt. Die Formulierung ihrer Verknüpfung und ihre Gewichtung basieren auf einer empirischen Auswertung der genannten Grundlagen.

2.1.3 Räumlicher Bezug

Das vorgestellte Verfahren ist unter den naturräumlichen Rahmenbedingungen im moränen Hügelland und Voralpengebiet der Schweiz entwickelt worden. Wichtigste Substrate im Testraum (Kt. Luzern) bilden die aufgeschuppte Molasse, ihre Umlagerungsprodukte (vor allem Hanglehme) sowie würm- und rißeiszeitliche Ablagerungen (vor allem Geschiebelehm). Die Geländeformen sind sehr differenziert und die Hangneigungen oft groß. Hang- und Sickerwasser prägen viele Böden mäßig bis stark. In den kleinräumigen Senken sammelt sich das heute überall durch Drainage abgesenkte Grundwasser. Braunerden mit Hang- oder Stauwassereinfluß, Hanggleye, Flach- und Hochmoore prägen das Bodengefüge dieses Landschaftstypus, Milchwirtschaft dominiert. Die Viehdichte liegt in der Größenordnung von 2,5 bis 3,5 Düngergroßvieheinheiten.

Das vorgestellte Verfahren darf vorläufig nur in Gebieten mit vergleichbarer Naturraumausstattung eingesetzt werden. Dies verhindert seine Anwendung insbesondere in Gebieten mit oberflächennahem Grundwasser, in der subalpinen und alpinen Zone, in Karstgebieten sowie in Bereichen stark durchlässiger Böden (siehe dazu EGGELSMANN 1982, 1985).

2.2 Prinzip der Methode

- 1) Das Verfahren berücksichtigt die "Pufferung" von überschüssigen Düngernährstoffen, insbesondere von Stickstoff- und Phosphorverbindungen, von organischer Belastung (org. C) sowie von Pestiziden.

Atmosphärischer Stoffeintrag wird nicht direkt berücksichtigt. Eintrag aus der Luft können Puffergürtel nicht verhindern. Lateral aus der Atmosphäre im Einzugsgebiet des Schutzobjektes eingetragene Fremdstoffe werden, vom Verfahrensprinzip her, indirekt berücksichtigt.

- 2) Über eine Formel werden für einzelne Einzugsgebiete mit "homogener" Naturraumausstattung und Nutzung Puffergürtelbreiten berechnet. Die berücksichtigten Parameter werden dabei unterschiedlich gewichtet (s. Tab. 1). Dieser Arbeitsschritt geschieht mit Hilfe eines Formulars (Abb. 3 und 4).
- 3) Die Bewertung ist ein Relativverfahren. Die absolute Puffergürtelbreite ergibt sich aus dem Einsetzen eines Faktors, der möglichst für jeden Landschaftstyp geeicht werden sollte.
- 4) Die ermittelten Puffergürtelbreiten sind als Maximalwerte zu verstehen. Anpassungen nach unten sind bei speziellen Nutzungsaufgaben innerhalb und außerhalb des Puffergürtels vertretbar.
- 5) Die Ausscheidung des endgültigen Puffergürtels erfolgt im wesentlichen unter Berücksichtigung
 - der im ersten Schritt berechneten Gürtelbreiten,
 - der Ergebnisse aus der Kartierung möglicher Nähr- und Schadstoffquellen im Einzugsgebiet und
 - der vorliegenden Parzellierung.

Vorteile der Methode:

- Das Verfahren
 - berücksichtigt die wichtigsten und erfaßbaren Landschaftshaushaltsfaktoren im Einzugsgebiet und deren Auswirkung auf die laterale Stoffdynamik;
 - kann von geschulten Laien angewendet werden und ist deshalb praxisorientiert;
 - ist flexibel. Eine kontinuierliche Verfeinerung des Bewertungssystems ist möglich.
- Das günstige Aufwand-/Ertrags-Verhältnis ermöglicht eine systematische Anwendung des Verfahrens für alle Schutzgebiete innerhalb eines Gebietes.
- Das Verfahren ermöglicht eine Schnellbewertung bestimmter Situationen.

Tab. 1: Relative Gewichtung der Parameter des Bewertungsverfahrens (aus HUBER & al. 1990)

Schutz- objekt	Basis- bewertung	Art des Schutzgebietes	1.0	
Einflussfaktoren		Landnutzung oberhalb des Schutzgebietes	0.4	Summe: 1.4
		Lage/Form des Schutzgebietsbereiches	0.2	
		Höhenlage des Einzugsgebietes	0.2	
		Exposition der umliegenden Flächen	0.1	
		Oberflächenabflusspotential	0.5	
Multipli- kator	Hangneigung der umliegenden Flächen	0.1 - 1.0		

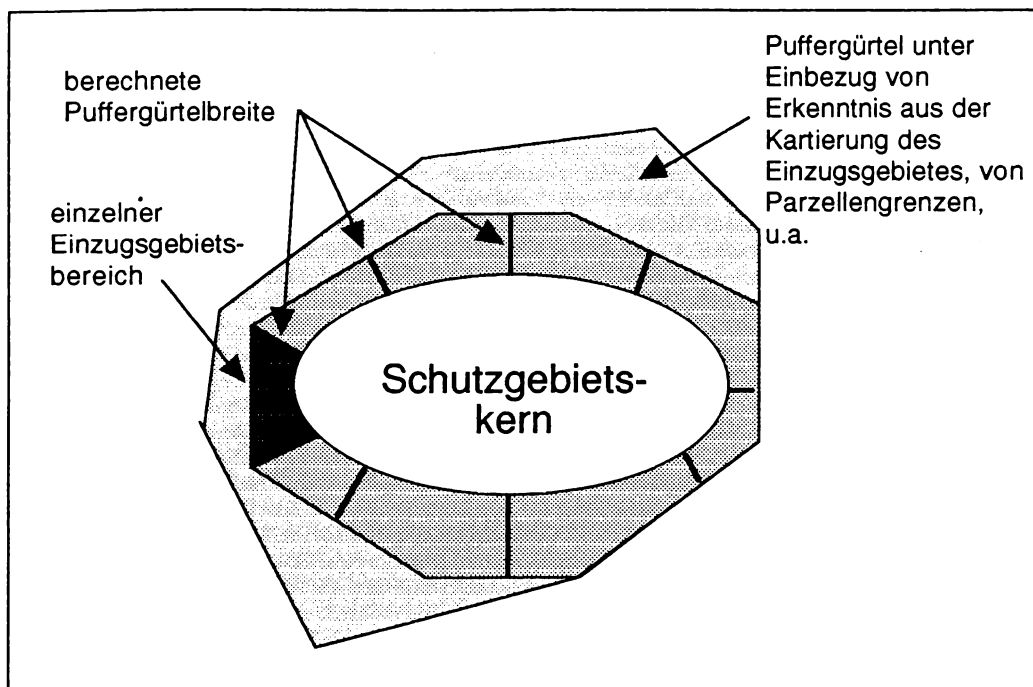


Abb. 3: Prinzip der Puffergürtelausscheidung

2.3 Beschreibung des Verfahrens

2.3.1 Berechnung der Pufferzonenbreiten

Die Bearbeitung des Formulars geschieht in folgenden Schritten (siehe dazu Abb. 4):

- 1) Basisbewertung (Ermittlung von Bewertungspunkten für die einzelnen Bewertungsbereiche)
 - a) Klassifizierung zum Schutzobjekt
 - Die Bewertung der Empfindlichkeit basiert im wesentlichen auf den Nährstoffansprüchen der Pflanzen und auf der Art der Wasserversorgung der empfindlichen Ökosysteme.
 - b) Landnutzung oberhalb des Schutzgebietes
 - Die Bewertung erfaßt Art und Ausmaß möglicher Stoffemissionen (gelöste Nährstoffe, kolloidal und austauschbar, gebundene Nährstoffe) über eine grobe Klassifikation der vorherrschenden Nutzung.
 - c) Bewertung naturräumlicher Faktoren
 - Erfassung von Lage und Formmerkmalen des Schutzgebietsbereiches zur Bestimmung der Wahrscheinlichkeit erhöhter Stofftransporte.
 - Bestimmung der Höhenlage des Einzugsgebietes: Mit dem Parameter "Höhenlage" sollen einerseits die Niederschlagsmenge bzw. die klimatische Wasserbilanz zur allgemeinen Kennzeichnung der potentiell lateral abfließenden Wassermenge, andererseits die Vegetationszeit als wichtige Regelgröße für die festlegbaren Nährstoffmengen erfaßt werden. Beide Faktoren bedingen mit zunehmender Höhe eine leichte Verbreiterung des Puffergürtels.

Entscheidungsschlüssel Schutzgebietsabgrenzung

Landnutzung oberhalb des Schutzgebietes

☐ keine Nutzung, Wald	
☐ Hochstaudenflur, ungedüngte Mähwiese	kein Puffergürtel nötig
☐ ungedüngte Weide	5 Punkte
☐ normalbestockte Weide/Mähwiese	10 Punkte
☐ Acker mit Hackfruchtanteil < 1/3 od. mit Winterabdeckung	15 Punkte
☐ Acker mit Hackfruchtanteil > 1/3 od. ohne Winterbedeckung,	20 Punkte
☐ Spezialkulturen (Gemüse, Reben)	20 Punkte
☐ überbestockte Weide/Mähwiese	25 Punkte

Lage/Form des Schutzgebietes

☐ Kulminationsbereich (Kuppen etc.)	kein Puffergürtel nötig
☐ konvexe Form (z.B. Oberhang)	4 Punkte
☐ gestreckte Form (z.B. Mittelhang)	7 Punkte
☐ konkave Form (z.B. Senke)	13 Punkte

Höhenlage des Einzugsgebietes

☐ < 600m	3 Punkte
☐ 600 - <1200m	5 Punkte
☐ 1200 - <1800m	7 Punkte
☐ > 1800m	9 Punkte

Exposition der umliegenden Flächen

☐ Nord, Nordost, Nordwest, West	4 Punkte
☐ Ost, Südost, Südwest	3 Punkte
☐ Süd, keine	2 Punkte

Oberflächenabfluss-Potential

	1. Probe	2. Probe	3. Probe	4. Probe	5. Probe
Gründigkeit	cm	cm	cm	cm	cm
Wasseraustritt	☐	☐	☐	☐	☐
Stauschicht, Bodenverdichtung	☐	☐	☐	☐	☐
Bodenartengruppen					
Gruppe 1: Probe nicht ausrollbar, kein Feinmaterial vorhanden					
Gruppe 2: Probe nicht ausrollbar, Feinmaterial vorhanden					
Gruppe 3: Probe bleistift dick ausrollbar					
Zusammenfassung der Bohrstockproben:					
durchschnittliche Gründigkeit	☐ 0 - <30cm	14 Punkte	.....		
	☐ 30 - <70 cm	10 Punkte	.....		
	☐ >70cm	6 Punkte	.....		
☐ Wasseraustritt in mind. 3 Proben		4 Punkte	.....		
☐ Stauschicht, Bodenverdichtung in mind. 3 Proben		2 Punkte	.....		
☐ Bodenartengruppen 1 und 3 häufiger als Gruppe 2		2 Punkte	.....		
Summe			.....		

Keine Pufferzone nötig

Art des Schutzgebietes

☐ Stehende Gewässer	60 Punkte
☐ Fließgewässer	40 Punkte
☐ Ufervegetation stehender Gewässer	30 Punkte
☐ Nieder-, Hochmoore	30 Punkte
☐ Feuchtwiesen	30 Punkte
☐ Ufervegetation fließender Gewässer	25 Punkte
☐ Trockenrasen	25 Punkte
☐ Ufergehölz	20 Punkte
☐ Hecke, Feldgehölz, Waldrand	0 Punkte

Puffergürtel-Berechnung

Punkte aus Abschnitt Art	.....
+ Punkte aus Abschnitt Nutzung	.....
+ Punkte aus Abschnitt Lage	.....
+ Punkte aus Abschnitt Höhenlage	.....
+ Punkte aus Abschnitt Exposition	.....
+ Punkte aus Abschnitt Abflusspotential	.....
Zwischensumme	.....

$$\text{Puffergürtelgröße} = \text{Zwischensumme} \times \text{Neigungsfaktor}$$

$$..... \times =m$$

Hangneigung der umliegenden Flächen

☐ < 3,5% Neigung = <2° Neigungswinkel	Neigungsfaktor 0.10
☐ 3,5% - <12% = 2° - <7°	Neigungsfaktor 0.25
☐ 12% - <27% = 7° - <15°	Neigungsfaktor 0.50
☐ 27% - <40% = 15° - <20°	Neigungsfaktor 0.75
☐ >40% = > 20°	Neigungsfaktor 1.00

Abb. 4: Schematischer Aufbau des Bewertungsverfahrens zur Berechnung der Puffergürtelbreiten

- Bestimmung der Exposition (Hangneigungsrichtung) der umliegenden Flächen. Die Exposition beeinflusst über den Strahlungsenergieinput die Verdunstung und damit den Wasserhaushalt bzw. das Abflußverhalten eines Standortes.
- Bestimmung des Oberflächenabflußpotentials. Durch Verknüpfung der wichtigen und erfaßbaren, das Verhalten des Wassers im Boden bestimmenden Merkmale Gründigkeit, Bodenart und Bodenverdichtung sowie sichtbare Wasseraustritte im Gelände wird ein Abflußpotential ermittelt. Dieses soll die Größenordnung des lateralen Abflusses charakterisieren.

2) Bewertung der Hangneigung (Ermittlung des Multiplikators)

- Bestimmung der durchschnittlichen Hangneigung und des zugehörigen Faktors der umliegenden, für den Stoffeintrag relevanten Flächen. Der Hangneigung kommt für die Auslösung lateraler Wasserflüsse entscheidende Bedeutung zu. Es besteht zudem eine eindeutige, teils lineare, teils exponentielle Beziehung zwischen Hangneigung und Abfluß sowie Abtrag.

3) Berechnung der Puffergürtelbreiten

- In einem ersten Schritt werden die in Arbeitsschritt 1 a bis 1 c ermittelten Bewertungspunkte zu einer Zwischensumme addiert.
- Diese Zwischensumme wird in einem zweiten Schritt mit dem im Arbeitsschritt 3 ermittelten Neigungsfaktor (dieser liegt zwischen 0,1 und 1,0) multipliziert. Das Endresultat ergibt die Puffergürtelbreite im entsprechenden Einzugsgebietsbereich.

2.3.2 Zur Gewichtung der Faktoren

Die Gewichtung der Faktoren erfolgte empirisch und wurde anschließend einer Plausibilitätsprüfung unterzogen (Berechnung von ca. 16.000 Varianten). Die vorgeschlagene Gewichtung ist nicht als endgültig zu betrachten. Sie kann aufgrund weiterer Erfahrungen angepaßt werden. Bei der Anwendung in anderen Landschaftstypen ist sie grundsätzlich zu überprüfen.

- 1) Da die Empfindlichkeit verschiedener Ökotope bzw. Biotope gegenüber Stoffeinträgen sehr unterschiedlich ist und die gesamte Bewertung vom Ansatz her wirkungsorientiert vorgeht, muß die Art des Schutzgebietes im Vergleich zu den Einflußfaktoren stark gewichtet werden. Die Empfindlichkeit des Schutzobjektes erhält deshalb eine Gewichtung von etwa 40 % in der Gesamtberechnung. Eine Erhöhung dieses Wertes für andere Gebiete kann diskutiert werden.
- 2) Der laterale Fremdstoffeintrag in Zuflußlagen wird in Gebieten ohne großflächige Grundwasservorkommen und unter gegebenen Klimabedingungen nach allen vorliegenden Erfahrungen in erster Linie vom Ausmaß freier Stoffüberschüsse im Ökosystem Boden und vom Abflußverhalten des Bodens bestimmt. Beim Abflußverhalten sind in allen hydrologischen Modellen die folgenden Faktoren von besonderer Bedeutung:
 - das aus der Wasserspeicherkapazität und der Durchlässigkeit des Bodens resultierende Potential, Oberflächenabfluß zu bilden,
 - die Hangneigung.

Stoffeintrag, Oberflächenpotential und die Hangneigung sind deshalb viel stärker gewichtet als die übrigen, nur modifizierend wirkenden Faktoren (s. Tab. 1).

2.3.3 Ausscheidung des endgültigen Puffergürtels

Für die Festlegung des Puffergürtels müssen für mehrere Einzugsgebietsbereiche Einzelberechnungen durchgeführt werden. Die Ausscheidung des endgültigen Puffergürtels erfolgt unter Einbezug weiterer Erkenntnisse und Sachverhalte, im wesentlichen

- 1) aus der Kartierung möglicher Nähr- und Schadstoffquellen im Einzugsgebiet,
- 2) aus der Parzellierung im Bereich des Puffergürtels. Schutzverordnungen müssen bekanntlich parzellenbezogen ausgearbeitet werden.

Abb. 5 zeigt ein Anwendungsbeispiel der vorgestellten Methode.

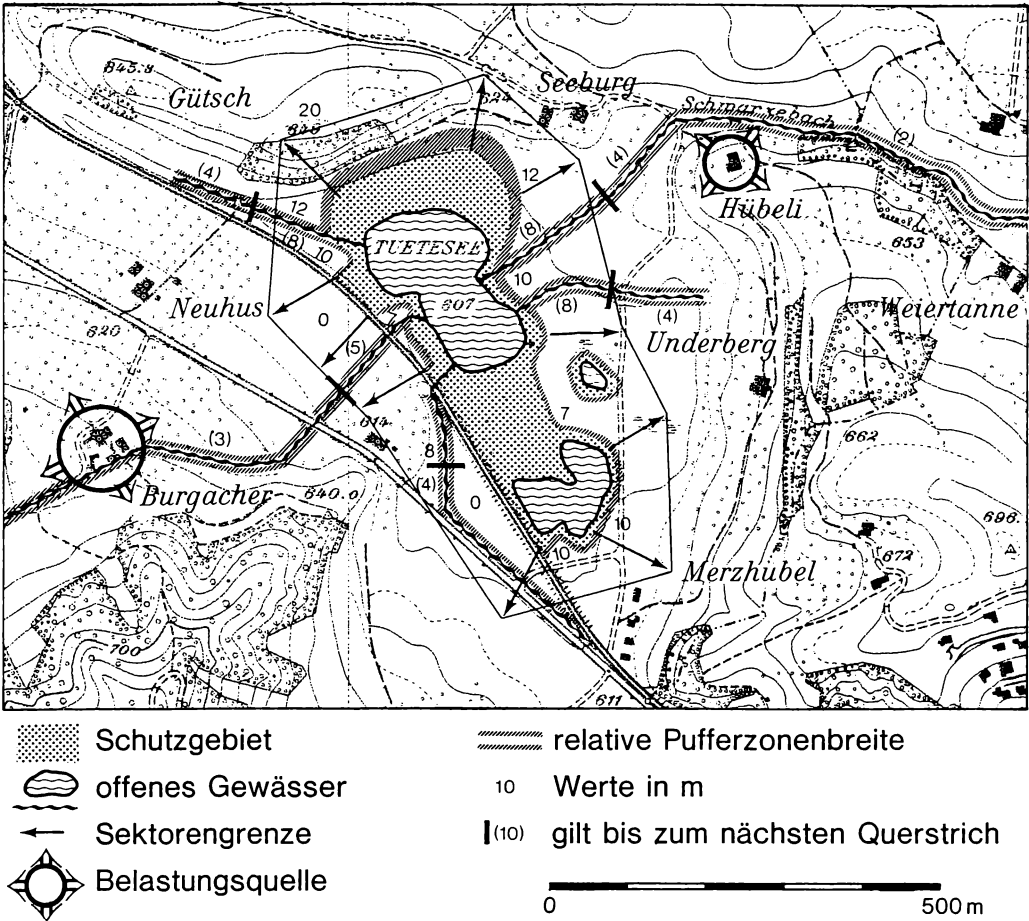


Abb. 5: Ausscheidung eines Puffergürtels für das Schutzgebiet Tuetensee im Kanton Luzern

Das Schutzgebiet "Tuetensee" liegt im moränenen Hügelland des Alpenvorlandes. Röhrichtbestände und Niedermoor-Streuwiesen umgeben die drei, früher teils zusammenhängenden, wahrscheinlich durch Toteis entstandenen Seen. Im nordöstlichen Bereich fällt die Grenze intensiver Bewirtschaftung mit derjenigen des Röhrichtbestandes zusammen. Im Südosten grenzt ein Bahndamm an das Schutzobjekt. Die zu hohe Viehbesatzdichte (ca. 2,5 bis 3,5 GVE) als Ursache stark überschüssiger Nährstoffmengen gefährdet das Gebiet stark. Dazu kommt die mögliche Ausbringung von Atrazin im Bereich des Bahndammes. Die Berechnung der Puffergürtelbreite erfolgte für elf Einzugsgebietsbereiche (Pfeile auf Abb.). Die entsprechenden Breiten liegen zwischen 5 und 25 m. Da die Boden- und Nutzungsverhältnisse in den berücksichtigten Einzugsgebietsbereichen weitgehend vergleichbar sind, ergibt sich die Differenzierung der Puffergürtelbreite im wesentlichen aus den unterschiedlichen Hangneigungen. Nördlich des Tuetensees fällt die Grenze des Puffergürtels mit der Waldgrenze, im Südosten mit dem Bahndamm zusammen.

4. Kritik zum Verfahren

- Das Verfahren liefert **relative Werte**, die über den Neigungsfaktor in als **vorläufige Richtzahlen** zu verstehende Meterwerte umgesetzt werden. Diese quantitative Umsetzung beruht strenggenommen auf empirischen Annahmen. Sie wird im bisherigen regionalen Anwendungsbereich experimentell noch weiter überprüft.
- Die **Bewertung der Empfindlichkeit der Schutzgebiete** beruht im wesentlichen auf der spezifischen Nährstoffempfindlichkeit gegenüber Stickstoff- oder Phosphoreintrag, auf Unterschieden des Nährstoffaufnahmevermögens und dem Verhältnis zwischen Stoffein- und -ausgaben der einzelnen Ökotope. Allgemeine und vor allem regionsspezifische Grundlagen für eine differenzierte und abgesicherte Klassifizierung sind jedoch nach wie vor nur beschränkt verfügbar.
- **Vorgänge im Bereich des Puffergürtels** (siehe Kap. 1.1) werden auf dem jetzigen Verfahrensstand nicht berücksichtigt. Eine weitere Verfeinerung der Bewertung kann in einem späteren Schritt durch eine differenzierte Erfassung von Einzugsgebiet und Puffergürtelbereich erfolgen. Im Puffergürtelbereich sollten dabei Reliefgeometrie, Filter- und Transformationspotential der Böden, Bodenwasserverhältnisse und deren Beziehungen zum Wasserhaushalt des geschützten Ökosystems und das Nährstofffestlegungsvermögen der (zukünftigen) Vegetation genauer erfaßt werden.
- Die **Hangneigung** erhält als Steuerfaktor des Abflußgeschehens im Bewertungsverfahren ein starkes Gewicht. Dies ist nur für Landschaftshaushaltssysteme mit hohem Anteil von Böden mit gehemmter Sickerung, differenziertem Relief und entsprechenden Kleineinzugsgebieten und einem weiten Hangneigungsspektrum, einschließlich steiler Hänge, gerechtfertigt. Für die Anwendung in anderen Räumen wird empfohlen, der Hangneigung ein geringeres Gewicht zu geben.
- vor allem **Düngestoffeinträge** können zu einem erheblichen Teil konzentriert über **Drainage, linienhaften Oberflächenabfluß** oder **Zwischenabfluß** über Stauschichten an einer oder wenigen Stellen erfolgen. Da das Bewertungsverfahren für die einzelnen Einzugsgebietsbereiche eher mit Durchschnittswerten arbeitet, wird eine solche Situation mit der Bewertung allein unter Umständen nicht richtig erfaßt. Für die endgültige Ausscheidung der Puffergürtel ist es deshalb unerlässlich, die Nährstoffquellen im Einzugsgebiet zu kennen (Kartierung) und zu prüfen, ob Besonderheiten im Abflußverhalten vorliegen.
- Bei der Ermittlung des Oberflächenabflußpotentials müssen **stauende Schichten** berücksichtigt werden. Diese lassen sich jedoch im Rahmen einer einfachen Kartierung nicht leicht erfassen. Die korrekte Erfassung dieses Parameters stellt hohe Anforderungen an den Bearbeiter, die in der Praxis sicher nicht immer erfüllt werden können.

Eine ausführliche Beschreibung des Verfahrens kann am Zentrum für angewandte Ökologie angefordert werden.

Anschrift: Zentrum für angewandte Ökologie, Schattweid, CH - 6114 Steinhuserberg.

Literatur

- BFÖ, 1985: Punktesystem zur Festlegung der Breite der benötigten Pufferzonen (PZ) bei den Feuchtgebieten von überregionaler Bedeutung in der Gemeinde Russikon. Bericht zuhanden des Amtes für Raumplanung, Fachstelle Naturschutz, Zürich.
- BOLLER-ELMER, K. C., 1977: Stickstoff-Düngungseinflüsse von Intensiv-Grünland auf Streu- und Moorböden, Veröffentlich. d. Geobot. Inst. d. ETH, Stiftung Rübel 63: 103 S.
- BRAUNS, J. & H. HÖTZL, 1982: Kombinierte Pump- und Markierungsversuche zur Dimensionierung von Schutzzone. - Beiträge zur Geologie der Schweiz - Hydrologie 28 (2): 309-320.
- DILLENBURGER, R., 1979: Entscheidungshilfen in der Naturschutzplanung. Natur und Landschaft 54 (9): 308-311.

- EGGELSMANN, R., 1985: Ökohydrologische Aspekte für den Schutz und Erhalt von Feuchtbiotopen. Verh. Ges. Ökol. 13: 165-167.
- HEEB, J., HUBER, M. & Th. MOSIMANN, 1990: Ausscheidung von Pufferräumen für Schutzgebiete unter Berücksichtigung stoffhaushaltlicher Prozesse (Kurzfassung). Zentrum für angewandte Ökologie Schattweid/Schweizerische Vogelwarte Sempach: 1-3.
- JEDICKE, E., 1990: Biotopverbund. Stuttgart: 162-170.
- JONEK, M., STANEJK, Ch. & G. HOLZNER, 1987: Nitratverlagerung und Nitratabbau in Böden, Deck- und Verwitterungsschichten in verschiedenen Klimabereichen Bayerns. GLA Fachberichte (Bayer. Geol. Landesamt) 3: 27-127.
- KNAUER, N. & Ü. MANDER, 1989 a: Untersuchungen über die Filterwirkung verschiedener Saumbiotope an Gewässern in Schleswig-Holstein. 1. Mitteilung: Filterung von Stickstoff und Phosphor. Z. f. Kulturtechnik und Landesentwicklung 30: 365-376.
- KNAUER, N. & Ü. MANDER, 1989 b: Untersuchungen über die Filterwirkung verschiedener Saumbiotope an Gewässern in Schleswig-Holstein. 2. Mitteilung: Filterung von Schwermetallen. Z. f. Kulturtechnik und Landesentwicklung 31: 52-57.
- LESER, H. & H. J. KLINK, 1988: Handbuch und Kartieranleitung Geoökologische Karte. Zentralausschuß für deutsche Landeskunde, Trier: 349 S.
- MOLEN, W. H. VAN DER, 1981: Über die Breite hydrologischer Schutzzonen um Naturschutzgebiete in Mooren. Telma 2: 213-220.
- PFADENHAUER, J., FISCHER, W. R. & L. SCHECK, 1985: Nährstoffgehalte im Porenwasser von Niedermoor-Extensiv-Grünland des Alpenvorlandes. Kulturtechnik und Flurbereinigung 26: 32-42.
- PFADENHAUER, J. & A. RINGLER, 1984: Aufgaben der Geobotanik in der Umweltforschung am Beispiel der Moore. Landschaft und Stadt 16 (4): 200-210.
- RINGLER, A., 1978: Ein Netz von Ausgleichsflächen als Beitrag zur Nährstoffentlastung des Ostallgäuer Seengebiets. Landschaft und Stadt 10: 1-10.
- RINGLER, A., 1983: Landschaftsgliederung mit neuer Perspektive: Schutzgebietsplanung in Oberbayern. Natur und Landschaft 58 (7/8): 288-294.

Adressen

Dipl.- Phil. Johannes Heeb
Zentrum für angewandte Ökologie
Schattweid

CH - 6114 Steinhuserberg

Prof. Dr. Thomas Mosimann
Abt. Physiogeographie und
Landschaftsökologie
Geographisches Institut der Universität
Schneiderberg 50

W - 3000 Hannover 1

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie](#)

Jahr/Year: 1991

Band/Volume: [20_1_1991](#)

Autor(en)/Author(s): Mosimann Thomas, Heeb Johannes

Artikel/Article: [Ausscheidung von Pufferräumen für Schutzgebiete unter stoffhaushaltlichem Aspekt 465-475](#)