

Anleitung zur Bewertung von lokalen Umweltauswirkungen am betrieblichen Standort

von
Christoph Eipper

Die für die Bewertung der Umweltauswirkungen notwendige Analyse des natürlichen Standortes hat nicht die Aufgabe, den Ansprüchen einer wissenschaftlichen Umweltverträglichkeitsuntersuchung Genüge zu leisten. Statt dessen soll eine pragmatische Auseinandersetzung mit den Standortgegebenheiten ermöglicht werden, die einer vorsorgenden, nachbarschafts- und schutzgutorientierten Unternehmenspolitik Rechnung trägt.

Das nachfolgend dargestellte Verfahren ist die gekürzte und entsprechend den Anforderungen der „Öko-Audit-Verordnung“ gestaltete Version der Umweltrisikobewertung nach Eipper (1995).

1 Bewertung der natürlichen Standortempfindlichkeit

1.1 Ermittlung der Belastungszonen um den Betriebsstandort

Schutzgut- bezogenes Vorgehen

Die Bewertung der Standortempfindlichkeit erfolgt getrennt nach Geo-, Bio- und Anthroposphäre. Dieses schutzgutbezogene Vorgehen beachtet, daß verschiedene Normal- und Störfallbetriebsemissionen einen unterschiedlichen Einfluß auf die verschiedenen Umweltsphären haben. So sind z. B. Direkt-einleitungen für den Vorfluter besonders relevant, wirken sich jedoch kaum auf die Luftqualität aus.

Abstandserlaß

Für eine pauschale Ermittlung des zu untersuchenden Belastungsraumes bietet sich die vorsorgeorientierte „Abstandsliste“ des Landes Nordrhein-Westfalen (Abstandserlaß vom 21.03.1990, MBl. 1990, S. 504) an. Dort werden Mindestabstände zwischen geplanten, emittierenden Anlagen und reinen Wohngebieten festgesetzt.

In Tab. 1 sind die verschiedenen Abstandsklassen zusammengestellt. Die Anlagenzuordnung orientiert sich am Anlagenkatalog der 4. BImSchV. Alle Anlagen, die nicht in der Abstandsliste aufgeführt sind, werden unter der Abstandsklasse VII subsumiert.

Abstandsklasse	Abstand
I	1.500 m
II	1.000 m
III	700 m
IV	500 m
V	300 m
VI	200 m
VII	100 m

Tab. 1: Abstandsklassen des nordrhein-westfälischen Abstandserlasses vom 21.03.1990

Festlegung des Untersuchungsprogramms

Dieser Mindestabstand wird ergänzt durch einen Sicherheitsabstand (zweifacher Mindestabstand) und zwei hauptwindrichtungsabhängige Störfallzonen, deren Ausdehnung vom jeweiligen Gelände bestimmt wird.

In Abb. 1 sind die zu untersuchenden Belastungsgebiete für das Beispiel „Härtereianlage“ (Abstandsklasse VI) schematisch dargestellt.

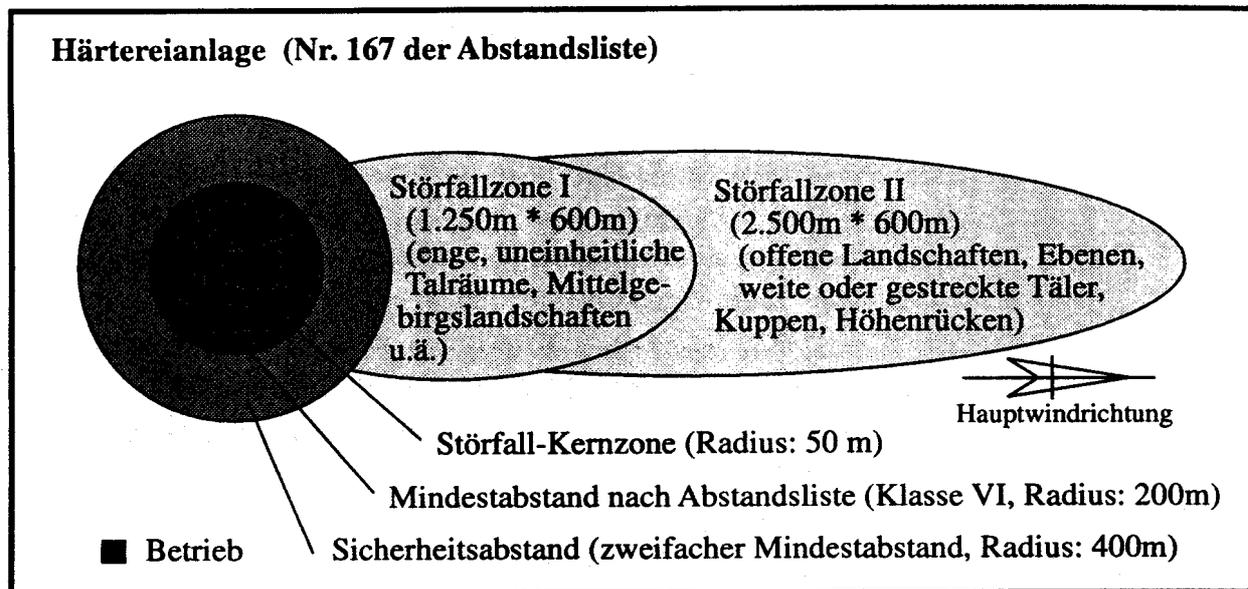


Abb. 1: Zu untersuchende Belastungsgebiete in der Umgebung des betrieblichen Standortes

Standortbewertung innerhalb der Belastungszonen

Innerhalb der ermittelten Belastungszonen werden alle relevanten Standortkriterien, die über den Luftpfad beeinträchtigt werden könnten, erfaßt und bewertet. Dabei handelt es sich um Beeinträchtigungen der Böden, von Flora und Fauna (Biosphäre) und der anthropogenen Nutzung. Für Oberflächengewässer sind Einwirkungen lediglich dann möglich, wenn der Betrieb direkt an das Gewässer angrenzt, Flüssigkeiten aufgrund der Oberflächengestaltung zum Gewässer hinfließen können oder wenn kontaminiertes Grundwasser in das Gewässer infiltrieren kann.

Die hydrogeologischen Gegebenheiten werden unabhängig von den Belastungszonen untersucht.

1.2 Ermittlung der Empfindlichkeit der Umweltfaktoren

Die Empfindlichkeit der Umweltfaktoren ist aufgrund ihrer Komplexität, Vielfalt der Zusammensetzung und Unterschiedlichkeit des Erscheinungsbildes einem Berechnungsverfahren nicht zugänglich. Statt dessen sollten wichtige Eigenschaften der Umweltfaktoren klassifiziert werden und entsprechend der Umweltpolitik des Unternehmens und den aktuellen wissenschaftlichen Erkenntnissen bewertet werden.

Fünfstufige Bewertungsskala

Die Bewertung der verschiedenen Kriterien je Umweltfaktor wird mittels einer fünfstufigen Skala vorgenommen. Die Zuweisung zu den Stufen ergeben sich aus empirischen Daten und dem Stand der Wissenschaft (siehe [3]).

Nachfolgend werden für die relevanten Umweltfaktoren Bewertungsgrundlagen aufgezeigt. Werden für einen Umweltfaktor mehrere Bewertungskriterien genannt, so ist zu beachten, daß

- die die zuerst genannten Kriterien wichtiger sind als die nachfolgenden,
- die Daten der zuerst genannten Kriterien immer erfaßt werden sollten, während die anderen Kriterien eher der Ergänzung dienen können und
- sich für die verschiedenen Bewertungskriterien eines Umweltfaktors unterschiedliche Einstufungen ergeben können. In solchen Fällen wird entweder von der höchsten Empfindlichkeit ausgegangen (worst-case-Scenario) oder der Bewertung des ersten bzw. der ersten beiden Kriterien gefolgt.

In Kapitel 1.3 wird in einem Fallbeispiel eine komplette Standortbewertung erläuternd vorgenommen.

1.2.1 Die Empfindlichkeit des Bodens

Trotz der Multifunktionalität, Komplexität und Vielfalt der Böden kann mittels der Auswertung der Ergebnisse der Reichsbodenschätzung und der Kenntnis der Bodentypen ein praktikabler Bewertungsrahmen vorgestellt werden. Dabei werden die Böden in Tab. 2 nach ihrer Funktion als Lebensgrundlage (landwirtschaftliche und Gartenbaunutzung) und nach ihrem Biotopentwicklungspotential (Standort für besonders schutzwürdige Biotope) beurteilt.

Kann nicht auf Angaben der Bodenschätzung zurückgegriffen werden, sind die Bodentypen heranzuziehen. Eine Klassifizierung der Bodentypen ergibt sich nach Tab. 3. Dabei weisen Böden der Typenklassen 3 und 4 eine geringere physiko-chemische Leistungsfähigkeit auf, während Böden der Klassen 1 und 2 über gute Puffer-, Filter-, Speicher- und Transformatorfähigkeiten verfügen. Somit sind die Klassen 1 und 2 bevorzugte Landwirtschaftsböden und besitzen gleichzeitig gute Kompensationsfähigkeiten gegenüber Immissionen. Die Klassen 3 und 4 können auf Grund ihrer besonderen physiko-chemischen Eigenschaften zur Ausbildung wertvoller Biotope beitragen.

Empfindlichkeitsindex Boden					Kriterium
1	2	3	4	5	
sehr gering	gering	mittel	erhöht	sehr hoch	
versiegelte Oberfläche, künstliche Anschüttung		Lg 0 - 55 Be 56 - 100	Lg 56 - 75 Be 36 - 55	Lg 76 - 100 Be 0 - 35	Bodenzahlen
versiegelte Oberfläche, künstliche Anschüttung		Lg 0 - 46 Be 46 - 100	Lg 46 - 65 Be 26 - 45	Lg 66 - 100 Be 0 - 25	Grünland- grundzahlen
Lg 5 Be 5		Lg 4 Be 1, 2	Lg 3 Be 3	Lg 1, 2 Be 4	Bodentyp (siehe Tabelle 3)

Erläuterungen: Lg Lebensgrundlage
Be Biotopentwicklungspotential

Tab. 2: Bewertung der Bodenempfindlichkeit

Die besondere Schutzbedürftigkeit der Böden rechtfertigt keine Zuordnung der beiden geringsten Empfindlichkeitsstufen. Die Einstufungen unter Empfindlichkeitsindex 1 (sehr gering) umfaßt versiegelte Oberflächen, künstliche Anschüttungen und das Fehlen natürlicher Böden.

Bodentyp	vorherrschende Bodenart	Klasse
Parabraunerde guter bis mittlerer Basenversorgung, örtl. tschernosemartig Pararendzina Tschernosem degradiertes Tschernosem Auenböden mit sehr tiefem Grundwasserstand Pseudogley	uL, meist schwerer Unterboden uL, meist schwerer Unterboden uL uL, meist schwerer Unterboden tL	1
sonstige Parabraunerde Braunerde guter bis mittlerer Basenversorgung, z.T. podsoliert, örtl. Pseudogley Rendzina Pararendzina Braunerde, Pseudogley, örtl. Podsol und Rendzina, mittel- bis flachgründig in kleinräumigem Wechsel Pseudogley Pseudogley Terra fusca Terra rossa	L und S uL xL bis xT uL IS bis IT, z.T. steinig IS bis uL, oft mit schwerem Unterboden L, T, z.T. steinig xL bis xT xL bis xT	2
Rendzina, Braunerde, Parabraunerde, mittel- bis flachgründig in kleinräumigem Wechsel sonstige Braunerde Pararendzina Rendzina, flachgründig alle Podsole Gleye, Quellengleye Auenböden mit hohem Grundwasserstand Ranker	L bis uL, oft steinig IS bis sL, oft steinig IS bis sL xL bis xT s, sl Böden oft steinig	3
Syrosem, Lockersyrosem, Syrosem-Ranker		4
kein Boden		5

1.2.2 Die hydrogeologische Empfindlichkeit

Abweichend von den oben dargestellten Belastungszonen (Kapitel 1.1) orientiert sich die Ausdehnung des potentiellen Belastungsraumes an den hydrogeologischen Eigenschaften des Standortes. Innerhalb dieses Bereiches sind konkurrierende Nutzungen (z. B. Trinkwasserbrunnen) zu prüfen.

In Tab. 4 sind die Beurteilungskriterien zusammengestellt. Die Beurteilung der Empfindlichkeit des Grundwassers reduziert sich für den Fall, daß am zu untersuchenden Standort keine Grundwässer bzw. nur unbedeutende Mengen, die ferner keiner Nutzung unterliegen, anzutreffen sind, auf die Zuweisung der Empfindlichkeitsstufe „sehr gering“.

Empfindlichkeitsindex					Kriterium
1	2	3	4	5	
sehr gering	gering	mittel	erhöht	sehr hoch	
kein Grundwasser oder unbedeutend	1 (unbedeutende Mengen)	1 (bedeutende Mengen), 2a	2b, 3a, 3b	3c, 4	Aquifertyp (Tabelle 5)
≥ 20m	10 - < 20m	4 - < 10m	2 - < 4m	< 2m	Flurabstand
0	2	4	6, 8	10, 12	Deckschichten (Sickerzeiten, Tab. 6)
11, 13, 15 - 17, 19 - 22	9, 10, 13	8, 16, 20	6, 7, 20	1 - 5, 12, 14, 16, 18	Deckschichten ("Nr." aus Tab. 6)
0,9 - 1,0			0,8 - < 0,9	0,0 - < 0,8	Abflußbeiwert (Tabelle 7)
	1	2	3	4, 5	Bodentyp (Tab. 3)
		1	2	3, 4, 5	Grundwasser < 2 m
< 650 mm	650 - < 750	750 - < 900	900 - < 1.000	≥ 1.000	Jahresniederschlag

Tab. 4: Bewertung der hydrogeologischen Empfindlichkeit

Bei der Beurteilung der hydrogeologischen Standortempfindlichkeit wird primär auf Menge und Art des Grundwassers abgehoben (Kriterien in Tab. 5).

Nr.	Hydraulische Charakterisierung	Bewertung
1	Normfall: Porengrundwasserleiter Stoffeintrag (in Phase oder in Wasser gelöst) in den oberflächennahen Grundwasserleiter mit mittlerer Durchlässigkeit, kein Eindringen in tieferliegenden Grundwasserleiter, mittlere Abstandsgeschwindigkeit ($v_a \leq 500$ m/sec)	
2a	Kies- und Porengrundwasserleiter mit hohen Abstandsgeschwindigkeiten über gering durchlässigem Gestein: Sehr hohe Durchlässigkeit und hohe Abstandsgeschwindigkeit sorgen für schnelle Ausbreitung mit großer Dispersion. Vordringen des Stoffes in tiefere Bereiche ist ausgeschlossen	Die Möglichkeit des leichten Stoffeintrags und schnelle Ausbreitung von Stoffen in Lösung bedingt eine ungünstigere Bewertung
2b	Geschichteter Grundwasserleiter mit teildurchlässigen Zwischenschichten: In einem mehrschichtig aufgebauten Grundwasserleiter kann es entsprechend des Druckgradienten zu einer Kontamination tiefer gelegener Grundwasserleiter kommen (fehlende Trennschicht oder Fenster in der Trennschicht)	Möglichkeit des Stoffeintrags in tiefere Bereiche macht eine ungünstigere Bewertung als bei 2a erforderlich
3	Kluftgrundwasser über gering durchlässigem Gestein	
3a	gering geklüftet: Stoffmigration in Kleinklüften und in bevorzugten Großklüften	Die als günstiger anzusehenden Geschwindigkeiten im gering geklüfteten Gestein werden aufgehoben durch die Möglichkeit des schnelleren Transports in wenigen großen Klüften
3b	stark geklüftet, zerrüttet: Stoffausbreitung in Großklüften und bevorzugten Störungszonen	Die Situation ist ungünstiger als in gering geklüftetem Gestein
3c	Geschichteter Kluftgrundwasserleiter mit teildurchlässigen Zwischenschichten	Stoffeinträge in tiefere Stockwerke sind möglich
4	Karstgrundwasserleiter: In den unregelmäßig ausgebildeten Karsthohlräumen kann es zu sehr schneller Stoffausbreitung kommen. Aufgrund geringer Adsorptions- und Abbauvorgänge können auch nach längeren Transportzeiten hohe Konzentrationsspitzen auftreten	Die „Unberechenbarkeit“ des Karstgrundwasserleiters macht es notwendig, diesen Fall grundsätzlich ungünstig zu bewerten

Tab. 5: Bewertung der Hydraulik des Grundwasserleiters (Aquifertyp); (Quelle [2], S. 16)

Der Schutz des Grundwassers beruht auf den Eigenschaften der Deckschichtenkomponenten Boden bzw. Versiegelung und Sickerstrecke.

Zuerst werden Durchlässigkeit und Mächtigkeit der Deckschichten (Sickerstrecke) beurteilt (siehe Tab. 6). Die Länge der Sickerstrecke ergibt sich aus dem Flurabstand des Grundwassers.

Gesteine bzw. Gesteinskörper				Leiter (Aquifer)	Geringleiter (Aquiclude)	Nichtleiter (Aquifuge)	Nr.
k _f -Wert [m/sec] (OSTERKAMP, G., 1991, S. 153)				k _f < 10 ⁻⁵	k _f 10 ⁻⁹ - 10 ⁻⁵	k _f > 10 ⁻⁹	
UWG (1992, S. 21) *	Sickerzeit [Tage, Stufe]			k _f -Wert [m/sec]			
Lockergesteine	2m	5m	10m				
Kiese	0,0003 12	0,0006 12	0,001 12	6*10 ⁻³ - 4*10 ⁻²	---		1
Sand-Kies-Gemische	0,004 12	0,01 12	0,02 12	3*10 ⁻⁴ - 8*10 ⁻³	---		2
grobe Sande	0,06 12	0,14 12	0,29 12	1*10 ⁻⁴ - 8*10 ⁻⁴	---		3
mittlkörnige Sande	0,25 12	0,64 12	1,29 12	4*10 ⁻⁵ - 3*10 ⁻⁴	---		4
feine Sande	2,9 10	7,2 10	14,5 8	4*10 ⁻⁶ - 4*10 ⁻⁵	---		5
sehr feine Sande				-----	---		6
Sand-Schluff-Gemische	46 8	116 6	231 6	9*10 ⁻⁸ - 2*10 ⁻⁶	-----	---	7
Geschiebelehne u. dgl.	231 6	578 4	1157 4	1*10 ⁻⁶ - 1*10 ⁻⁷	---	---	8
Schluffe, sandige Tone	2893 4	7233 2	14468 2	2*10 ⁻⁹ - 7*10 ⁻⁸	---	-----	9
unverwitterte Tone	23148 0	57870 0	115740 0	1*10 ⁻¹⁰ - 2*10 ⁻⁹	-----	---	10
Festgesteine							
Kalke, nicht verkarstet	als Gestein					---	11
	im Gesteinsverband, meist zerklüftet			---			12
Sandsteine	als Gestein				-----	---	13
	im Gesteinsverband, meist zerklüftet			---			14
Basalte	als Gestein					---	15
	als Extrusivkörper			---	---	---	16
Gips	als Gestein					---	17
	im Gesteinsverband, wenn verkarstet			---			18
tonige Gesteine	als Gestein					---	19
	im Gesteinsverband			-----	---	---	20
Steinsalz	als Gestein					---	21
	im Gesteinsverband					---	22

* Erläuterungen: Bewertungsstufen der Sickerzeiten sind: 0: extrem lang, > 50 Jahre; 2: sehr lang, 10 bis 50 Jahre; 4: lang, 1 bis 10 Jahre; 6: mäßig lang, 2 Monate bis 1 Jahr; 8: kurz, 1 Woche bis 2 Monate; 10: sehr kurz, 1 Tag bis eine Woche; 12: extrem kurz, < 1 Tag

Tab. 6: Klassifizierung einiger Gesteine in Leiter und Nichtleiter (Zusammenstellung aus: [4], S. 153; [12], S.14)

Ein effizienter Grundwasserschutz kann auch durch Flächenversiegelung erreicht werden. In Tab. 7 sind Abflußbeiwerte zwischen 0 für vollständige Versickerung und 1 für gänzlichen Oberflächenabfluß angegeben. Die Beurteilung der Oberflächengestaltung innerhalb des Betriebsgeländes muß jedoch immer die angrenzenden Flächen, also die Abflußbahnen und möglichen Versickerungsflächen mitbetrachten.

Die Oberflächenbeschaffenheit des Betriebsgeländes wird als „Katastrophenkriterium“ erachtet. Daher ergeben sich nur drei Risikoindizes, wobei lediglich durchgehend befestigte Flächen akzeptabel sind. In die Flächenbeurteilung ist grundsätzlich der bauliche Zustand der Versiegelung einzubeziehen (Risse, Brüche, Stoßkanten u.ä.).

Oberflächenmaterial	Abflußbeiwert	Klasseneinteilung	Empfindlichkeitsindex
einfache Grasnarbe	0,2 – 0,0	< 0,8	5
Schotterrasen	0,3 – 0,2		
wassergebundene Decken	0,5 – 0,4		
Rasengittersteine	0,5 – 0,4		
Mosaik- und Kleinpflaster mit großen Fugen	0,6 – 0,5		
Mittel- und Grobpflaster mit offenen Fugen	0,7	0,8 – < 0,9	4
Verbundpflaster, Plattenbeläge, Klinker	0,8		
Beton- und Asphaltdecken, Beschichtungen	0,9 – 1,0	0,9 – 1,0	1

Tab. 7: Bewertung der Abflußbeiwerte von Oberflächenmaterialien (nach [5], S. 158)

Die Beurteilung der Böden hinsichtlich ihrer Grundwasserschutzfunktion erfolgt nach dem jeweiligen Bodentyp, also nach dem Retentionsvermögen (siehe Kapitel 1.2.1, Tab. 3). Dabei wird in die Bewertung der Unterflurabstand des Grundwassers einbezogen.

Die Niederschlagsverhältnisse werden unter dem Aspekt des Einwaschens von Schadstoffen in die Sickerstrecke mitbeachtet (Angaben erhältlich beim zuständigen Wetter- oder Landwirtschaftsamt).

1.2.3 Die Empfindlichkeit der Oberflächengewässer

Oberflächengewässer sind immer dann in die Bewertung der Standortempfindlichkeit einzubeziehen, wenn

- Direkteinleitungen vorgenommen werden,
- Indirekteinleitungen bedeutender Abwassermengen erfolgen, d. h. über eine kommunale Kläranlage in den Vorfluter entwässert wird,
- die Oberflächenabflußverhältnisse des Betriebsgeländes ein Abfließen von flüssigen, umweltgefährdenden Stoffen, kontaminierten Tagwässern oder Löschwässern u.ä. ermöglichen,
- Hochwasserereignisse eine Überspülung des Betriebsgeländes zur Folge haben können oder
- sonstige Schadstoffe über den Boden- und Grundwasserpfad einen Vorfluter beeinträchtigen könnten.

Da auch Oberflächengewässer sehr komplexe Systeme darstellen, die zudem, abgesehen von stehenden Gewässern, nicht stationär an einem Ort betrachtet werden können, empfiehlt sich die Bewertung an Hand summarischer Größen. In Tab. 8 sind die Bewertungskriterien zusammengestellt.

Empfindlichkeitsindex Oberflächengewässer					Kriterium
1	2	3	4	5	
sehr gering	gering	mittel	erhöht	sehr hoch	
III-IV, IV	III	II-III	II	I, I-II	Gewässergüte (siehe Tabelle 9)
extrem naturfern	sehr naturfern	naturfern	bedingt naturnah	natürlich, naturnah	Natürlichkeitsgrad (siehe Tabelle 10)
Vollausbau	Trapez oder Doppeltrapezprofil	Teilausbau	sanfter Ausbau	kein Ausbau	Ausbaustufe (siehe Tabelle 11)
> 55		55 - 45	< 45 - 25	< 25	Durchmischung
		schnell fließend	langsam fließend	stehend	Fließgeschwindigkeit

Tab. 8: Bewertung der Gewässerempfindlichkeit

Ausgangspunkt der Beurteilung ist die Gewässergüte, die nach dem System der Gewässergüteklassen festgelegt wird (siehe Tab. 9). Angaben zur Gewässergüte können aus den Gewässergütekarten der Länder entnommen oder beim zuständigen Wasserwirtschaftsamt erfragt werden.

Güteklasse	Grad der organischen Belastung	Saprobienindex
I	unbelastet bis sehr gering belastet	1,0 – < 1,5
I/II	gering belastet	1,5 – < 1,8
II	mäßig belastet	1,8 – < 2,3
II/III	kritisch belastet	2,3 – < 2,7
III	stark verschmutzt	2,7 – < 3,2
III/IV	sehr stark verschmutzt	3,2 – < 3,5
IV	übermäßig verschmutzt	3,5 – < 4,0

Tab. 9: Das System der Gewässergüteklassen

Eine weitere wichtige Rolle spielt die ökologische Wertigkeit des Gewässers. Hierbei kann auf eine Schnellansprache im Gelände zurückgegriffen werden, wie sie in Tab. 10 (Natürlichkeitsgrad) und Tab. 11 (Ausbaustufe) dargestellt ist.

Natürlichkeitsgrad	Bewertungskriterien
natürlich/naturnah	vielfältiger, den naturräumlichen Gegebenheiten entsprechender Verlauf
bedingt naturnah	künstlich veränderte Linienführung, viele Strukturelemente wie Flach- und Tiefwasserzonen, unterschiedliche Sohlensubstrate, reichhaltig ausgebildete, unregelmäßige Ufer
naturfern	technisch ausgebauter Lauf mit Regelprofil, wenige Strukturelemente (Uferabbrüche, Anlandungen usw.)
sehr naturfern	technisch ausgebauter Lauf ohne Strukturelemente, Wasser-Ufer-Übergangszonen nicht vorhanden. Böschungsfuß oft durchgehend mit toten Baustoffen (Wasserbausteinen o.ä.) befestigt.
extrem naturfern	durchgehende Ufer- und Sohlenbefestigung

Tab. 10: Kriterien für die Zuordnung der Natürlichkeitsgrade von Gewässern (Quelle: [13], S. 168)

Ausbaustufe	Beschreibung
Kein Ausbau	keine Veränderungen im Längsverlauf und Querprofil und keine Ausbaumaßnahmen mit nicht lebenden Materialien
Sanfter Ausbau	Laufveränderungen nicht oder nur in geringem Ausmaß vorgenommen, Steinschüttungen nur auf kurzen Uferabschnitten, ursprüngliches Bachprofil beibehalten, natürliches Sohlenmaterial weitgehend erhalten
Trapez- oder Doppeltrapezprofil	Laufveränderungen, Sohlenverlagerung, Änderung des Bachbett- und Böschungsquerschnittes in großem Ausmaß, Überdeckung des ursprünglichen Sohlenmaterials
Vollausbau	Künstlicher Absturz, Beton oder Pflaster im Mörtelbett sowie sonstige Befestigungen

Tab. 11: Ausbauzustand von Gewässern zur Beurteilung der Natürlichkeit der Bachbettmorphologie (Quelle: [11], S. 344)

Einen wichtigen Einfluß auf die Auswirkungen von Gewässerimmissionen haben Verdünnungseffekte. Jene sind abhängig von der abfließenden Wassermenge und der Fließgeschwindigkeit des Vorfluters.

Als Orientierungswerte für die Beachtung der Abflußmenge, können die Angaben der ATV-Arbeitsgruppe „Betriebsstörungen auf Kläranlagen“ ([1], S. 917) herangezogen werden. Dabei werden die Mischungsverhältnisse aus dem mittleren Niedrigwasserabfluß (MNQ) und der eingeleiteten Tagesabwassermenge beurteilt. Bei Mischungsverhältnissen über 45 ist eine mittlere bis geringe Gewässerempfindlichkeit gegeben.

1.2.4. Die Klimatische Empfindlichkeit

Die wichtigsten Kriterien der klimatischen Standortssituation von Gewerbe- und Industriebetrieben sind:

- Durchlüftung der Standorte in Hinblick auf Abluftverdünnungseffekte,
- Windrichtungsverteilung und Lage empfindlicher Nutzungen in Hauptwindrichtung,
- Kaltluftabflüsse und Lage empfindlicher Nutzungen unterhalb des Betriebes in der Kaltluftabflußbahn und
- austauscharme Wetterlagen mit der Möglichkeit der Ansammlung und Konzentrierung von Schadgasen.

Die Bewertung erfolgt nach Tab. 12.

Empfindlichkeitsindex Klima					Kriterium
1	2	3	4	5	
sehr gering	gering	mittel	erhöht	sehr hoch	
offene, ebene Landschaft	flachwellige Landschaft	weites Tal	enges Tal	tiefes, enges Tal	Geländeformen
D > 15		D = 8-15	D < 8		Durchlüftungszahl (siehe Abbildung 2)
unverbaut	geringe, lockere Verbauung	verbaut	stark verbaut	Stadtbereich	Rauhigkeit (vgl. Tabelle 13)
selten		k.A.	häufig		Inversionen
≤ 25	26-31	32-38	44-49	≥ 50	Kaltluftabfluß (siehe Tabellen 13,14)

Tabelle 12: Bewertung der klimatischen Empfindlichkeit

Grundlage einer pragmatischen Bewertung sind die Auswertung vorliegender topographischer Karten, einer Kurzkartierung im Gelände und das Hinzuziehen eventuell vorliegender Angaben zu den Windrichtungsverteilungen.

Die Durchlüftung wird auf der Grundlage der topographischen Karte nach einer Methode von E. KAPS (1955) ermittelt. Dazu erfolgt die Ermittlung der Durchlüftungszahl D nach der in Abb. 2 angegebenen Formel. Es werden Meßwerte zu den Talweiten auf Höhe der Talränder und der Talsohle sowie der Tiefe des Tales aus der Karte ermittelt. Die Empfindlichkeit des Standortes nimmt mit zunehmender Durchlüftungszahl ab.

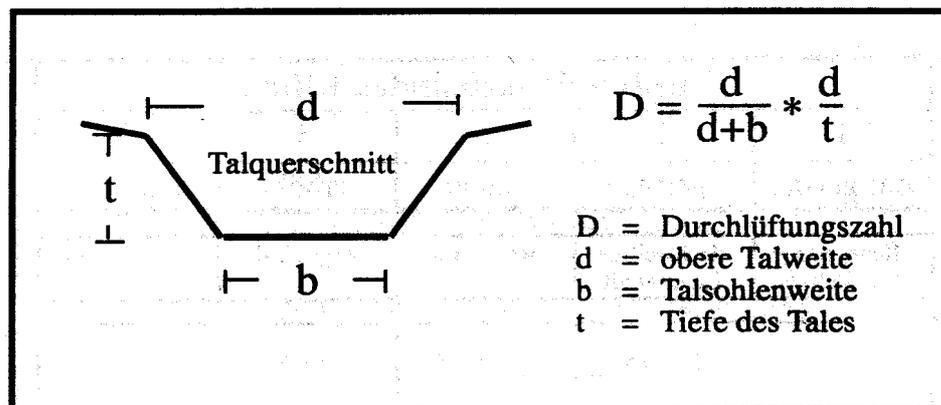


Abb. 2: Berechnung der Durchlüftungszahl ([6], S. 63)

Zusätzlich zur Durchlüftungszahl sollte die Flächenausstattung des Geländes beachtet werden. Insbesondere vorhandene Bebauungen können den Luftaustausch stark herabsetzen.

Eine Einstufung der Flächenausstattung erfolgt in Anlehnung an R. Marks et al. (1989, S. 106) mit der „Rauhigkeit der Tal-

sohle“ (siehe Tab. 13). Wesentlich sind auch quer zur Windrichtung bzw. Kaltluftabflußbahn stehende Abriegelungen durch Wälder, Wald- oder Gehölzstreifen.

Inversionen führen eine Aufkonzentrierung von Luftschadstoffen am Standort herbei, so daß über den Luftpfad verstärkt Umweltauswirkungen zu befürchten sind. Die Inversionsneigung des Standortes kann für den Fall, daß keine klimatischen Daten verfügbar sind, auch aus den Geländeformen bzw. der Durchlüftungszahl D abgeleitet werden, da die steuernde Größe auch in diesem Fall das Relief ist (hohe Inversionsneigung in engen, tiefen Tälern).

Die letzte wichtige Größe ist die Kaltluftproduktivität der Umgebung. Für den Fall, daß ein Unternehmen sich in einer Kaltluftabflußbahn befindet und unterhalb des Betriebes empfindliche Nutzungen angetroffen werden, kann es dort zu erheblichen Immissionsbeeinträchtigungen kommen.

Die notwendigen Bewertungskriterien der Kaltluftproduktivität eines Tals oder Talsystems sind die Größe des Kaltluftentstehungsgebietes (entsprechend den Talrändern bzw. den Wasserscheiden tal- bzw. hangaufwärts des Unternehmens), die Vegetationsstruktur und das Relief. In der Tab. 13 wird ein entsprechendes Verfahren vorgestellt. Die notwendigen Eingangsgrößen können aus einer topographischen Karte bzw. durch eine Kurzkartierung im Gelände gewonnen werden und ermöglichen bei Einsatz entsprechender Bewertungsinstrumente eine rationelle Einschätzung der relevanten klimatischen Verhältnisse des Standortes.

Alle nach Tab. 13 vorgenommenen Einzelwertungen werden anschließend aufaddiert und die Bewertungszahlsummen nach Tab. 14 in Klassen eingestuft.

Statt einer eigenen Bewertung können auch entsprechende Informationen beim zuständigen Wetter- oder Landwirtschaftsamt bezogen werden.

Größe des Kaltluftentstehungsgebietes		Anteil der Acker-, Wiesen-, Waldflächen		Mittlere Hangneigung		Mittleres Hangquersprofil		Mittlere Hanglänge	
km ²	BZ	%	BZ	o	BZ		BZ	m	BZ
1-5	4	bis 25	3	bis 5	1	konkav	4	bis 50	0
6-10	8	26-50	6	6-15	6	gestreckt	2	51-100	2
11-15	12	51-75	9	16-25	8	konvex	0	101-150	4
16-20	16	> 75	12	26-35	7			151-200	6
20-25	20			> 35	6			201-250	8
> 25	24							> 250	10
Rauhigkeit der Talsohle									BZ
ausschließlich Wiesen und Äcker									10
Wiesen und Äcker auf mind. 2/3 der Fläche, Baumgruppen oder einzelne Häuser									8
Wiesen und Äcker dominierend, Wald oder lockere Bebauung auf max. 1/3 der Fläche									6
Wald oder lockere Bebauung mit geringer Blockbebauung dominierend, Wiesen und Äcker vorhanden									4
Lockere Bebauung mit geringer Blockbebauung auf mind. 2/3 der Fläche									2
Fast vollständig bebaut									0

Tab. 13: Klassifizierung und Bewertung der Klimafaktoren der Kaltluftentstehung ([7], S. 106)

Kaltluftpotential	Bewertungszahl (BZ)	Merkmale
sehr groß	≥ 50	dringt auch in dicht bebautes Gebiet auf mehr als 2 km ein
groß	44-49	dringt auf mehreren hundert Metern auch in dicht bebautes Gebiet ein
mittel	32-43	dringt auf mehreren hundert Metern in Gebiete mit aufgelockerter Bebauung ein
gering	26-31	dringt randlich in Gebiete mit aufgelockerter Bebauung ein
sehr gering	≤ 25	dringt nicht in bebautes Gebiet ein

Tab. 14: Beurteilung des Kaltluftpotentials ([7], S. 107)

1.2.5 Die Empfindlichkeit von Flora und Fauna (Biosphäre)

Da die Bewertung von Flora und Fauna sehr hohe Anforderungen an die Kartierung der relevanten Flächen stellen würde, wird auf einer Gliederung des Bundesnaturschutzgesetzes aufgebaut und eine pauschale Bewertung vorgenommen. Die Biosphärenausstattung wird für die in Kapitel 1.1 dargestellten Belastungszonen im Rahmen einer Kurzkartierung erhoben.

Empfindlichkeitsindex Biotop		Flächenausweisung, -nutzung, Schutzwürdigkeit
1	unempfindlich	naturferne, stark anthropogen überprägte Standorte
2	gering	agroindustrielle Produktion
3	mäßig	Landwirtschaftsflächen, Forste, Naturparke
4	erhöht	Nationalparke, Landschaftsschutzgebiete, geschützte Landschaftsbestandteile, Biotope
5	sehr hoch	Naturschutzgebiete, Naturdenkmale, Sonderstandorte (extremer Wasser-, Nährstoff- oder Strahlungshaushalt), naturnahe Wälder

Tab. 15: Bewertung von Flora und Fauna (Biosphäre)

Die Einstufung nach der Empfindlichkeit ist in Bewertungstabelle 15 wiedergegeben.

Für die Bewertung kann in erster Linie auf den in Tab. 16 zusammengestellten rechtlichen Schutzstatus von Natur und Landschaft zurückgegriffen werden.

BNat SchG	Benennung	Verbindlichkeit	Nutzung	Schutz
§ 13	Naturschutzgebiete (NSG)	rechtsverbindlich festgesetzte Gebiete	können nach Maßgabe des Schutzzweckes der Allgemeinheit zugänglich gemacht werden	alle schädigenden Handlungen sind verboten
§ 14	Nationalparke (NP)	rechtsverbindlich festgesetzte Gebiete	unter Berücksichtigung von Großräumigkeit und Besiedlung Schutz wie NSG	sind zu schützen
§ 15	Landschaftsschutzgebiete (LSG)	rechtsverbindlich festgesetzte Gebiete	keine Veränderung des Gebietscharakters	Handlungen, die den Charakter des Gebietes verändern, sind verboten
§ 16	Naturparke		Entwicklung entsprechend ihrem Erholungszweck nach Maßgabe der Ziele der Raumordnung und Landesplanung	
§ 17	Naturdenkmale (ND)	rechtsverbindlich festgesetzte Teile von Natur und Landschaft	zum Schutz des ND ist die Einbeziehung der Umgebung möglich	alle schädigenden Handlungen sind verboten
§ 18	Geschützte Landschaftsbestandteile	rechtsverbindlich festgesetzte Teile von Natur und Landschaft		alle schädigenden Handlungen sind verboten; bei Bestandsminderung können Ersatzpflanzungen festgelegt werden
§ 20 c	Biotope*			schädigende oder beeinträchtigende Maßnahmen sind unzulässig, es sei denn, sie können ausgeglichen werden

*In § 24 a Abs. 1 des baden-württembergischen Gesetzes zur Änderung des Naturschutzgesetzes (Biotopschutzgesetz) vom 19.11.1991 (GBl. 1991, S. 701) werden als besonders geschützte Biotope benannt: 1. Moore, Sümpfe, naturnahe Bruch-, Sumpf- und Auwälder, Streuwiesen, Röhrichtbestände und Riede, seggen- und binsenreiche Naßwiesen; 2. naturnahe und unverbaute Bach- und Flußab-

schnitte, Altarme fließender Gewässer, Hülen und Tümpel, jeweils einschließlich der Ufervegetation, Quellbereiche, Verlandungsbereiche stehender Gewässer sowie naturnahe Uferbereiche und naturnaher Bereiche der Flachwasserzone des Bodensees; 3. offene Binnendünen, Zwergstrauch- und Wacholderheiden, Trocken- und Magerrasen, Gebüsche und naturnahe Wälder trockenwarmer Standorte einschließlich ihrer Staudensäume; 4. offene Felsbildungen, offene natürliche Block- und Geröllhalde; 5. Höhlen, Dolinen; 6. Feldhecken, Feldgehölze, Hohlwege, Trockenmauern und Steinriegel, jeweils in der freien Landschaft.

Tab. 16: Rechtlicher Schutzstatus von Natur und Landschaft nach dem Bundesnaturschutzgesetz

1.2.6 Die Empfindlichkeit der Nutzung durch den Menschen

Mit der Empfindlichkeitsbewertung der anthropogenen Nutzung erfolgt neben der Untersuchung eines besonders haftungsrelevanten Bereiches auch die Beachtung einer sehr sensiblen Umweltsphäre. Eine besondere Rolle spielen dabei die sogenannten Risikogruppen (Kinder, Kranke, alte Menschen). Die verschiedenen Nutzungen werden für die in Kapitel 1.1 dargestellten Belastungszonen erhoben.

Ausgehend von den rechtlichen Vorgaben der Baunutzungsverordnung ergeben sich die in Tab. 17 dargestellten Nutzungseinstufungen.

Empfindlichkeits- index Nutzung		Beschreibung der Nutzung
1	unempfindlich	GI
2	gering	GE extensive Weidewirtschaft
3	mäßig	MI, MK, Landwirtschaftsflächen, Garten- und Parkanlagen, Sportanlagen
4	erhöht	WA, WB, MD, SO (Fremdenverkehr, Erholung), Gartenbau, Schrebergärten, Vorranggebiet für Wassernutzung, Industriebrachwasserbrunnen, Landwirtschaft mit Grundwassernutzung, Fischzucht, Fischerei, Uferfiltratentnahme
5	sehr hoch	WR, SO (Kurgebiete, Kliniken), Kindergärten, Spielplätze, WSG-Ausweisung, Privatbrunnen, Heilquellen

Abkürzungen nach Baunutzungsverordnung (BGBI. I, 1990, S. 132, geändert am 22.04.1993):

GI	Industriegebiete	MI	Mischgebiete
GE	Gewerbegebiete	MK	Kerngebiete
WA	allgemeine Wohngebiete	MD	Dorfgebiete
WB	besondere Wohngebiete	SO	Sondergebiete
WR	reine Wohngebiete		

Tab. 17: Bewertung der Empfindlichkeit der Nutzung durch den Menschen

1.3 Standortbewertung für ein Fallbeispiel

Es wird der Standort eines Maschinenbaubetriebes untersucht. Das Unternehmen betreibt eine Hochgeschwindigkeitsschleiferei und eine Härterei.

Bei der Ermittlung der Belastungszonen ist für die Schleiferei die Erlaß-Nr. 181 und damit die Abstandsklasse VII (100 m) und für die Härterei die Erlaß-Nr. 167, also die Klasse VI (200 m), einschlägig. Ausschlaggebend ist immer der höchste anzutreffende Mindestabstand, also 200 m.

Der Betriebsstandort befindet sich in einem Mittelgebirgstal, so daß für die Betrachtung von Störfallemissionen die kleinere Störfallzone I ausgewählt wird. Die Zone wird entsprechend der Hauptwindrichtung und unter Beachtung des Talverlaufes festgelegt.

Die Festlegung der Belastungszonen und eine beispielhafte Kartierung der Nutzung durch den Menschen gibt Abb. 3 wieder.

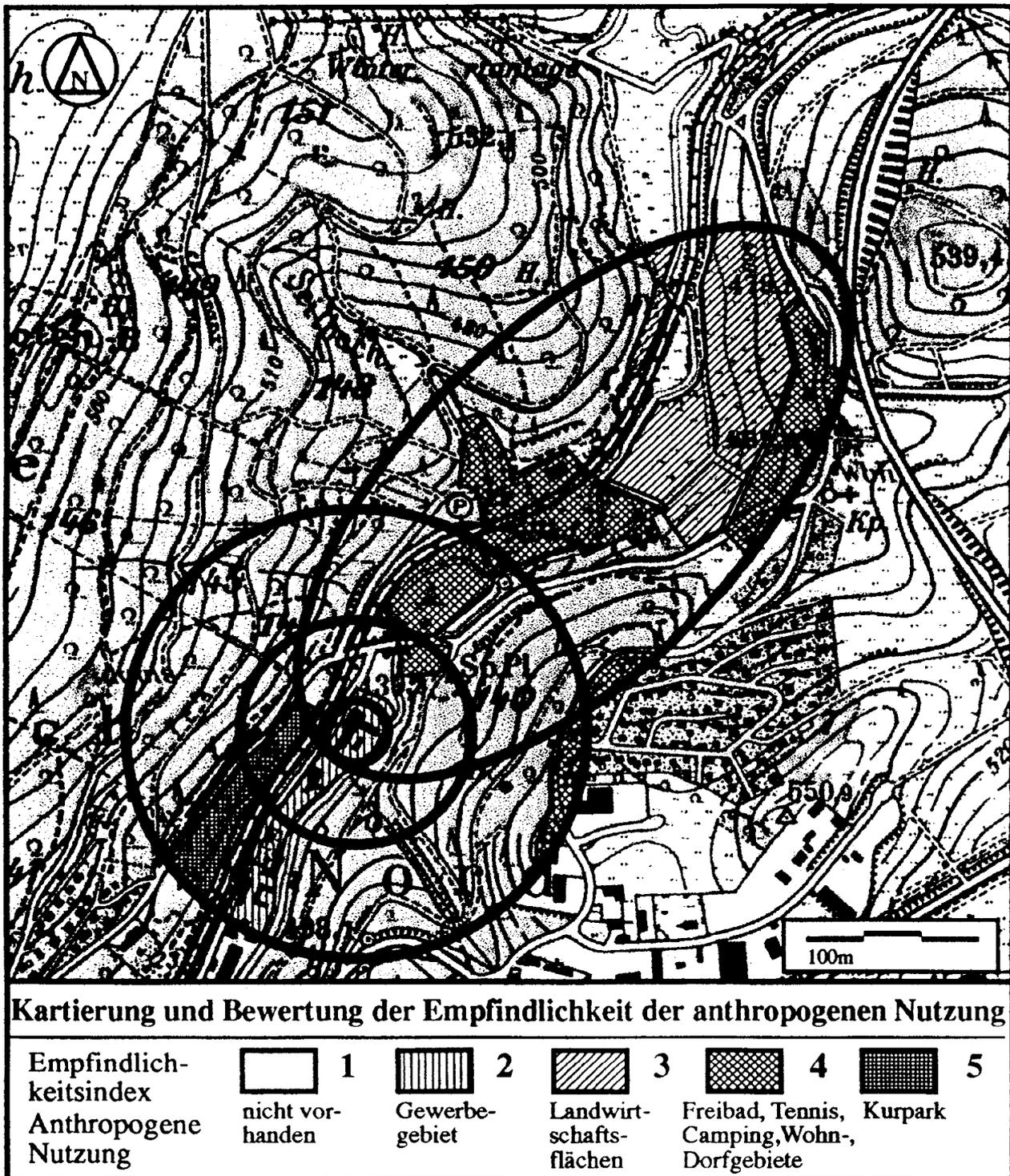


Abb. 3: Festlegung der Belastungszonen und beispielhafte Kartierung der Nutzung durch den Menschen (Maßstab: 1:12.500)

Die einzelnen Kartierergebnisse werden für die verschiedenen Umweltsphären in Tab. 18 tabellarisch wiedergegeben.

Die Angaben von Empfindlichkeitsindizes werden mit „EI“ abgekürzt.

Boden	künstliche Aufschüttungen	geringmächtige Kolluvien, künstliche Aufschüttungen; Hanglagen mit flachgründigen Rendzinen unter Nadelforst (Bodentypklasse 3)	Tallage: Grünlandschätzungsrahmen: LIII b3 12/10 (kleinflächig: ca. 3 ar); Hanglagen mit flachgründigen Rendzinen unter Nadelforst und Mischwald	Tallage: Grünlandschätzungsrahmen: min: LIII c4 28/21; max: LT b3 49/45; Hanglagen mit Rendzinen und Rankern (Bodentypklasse 3)
EI	Lg	1	4	3
	Be	1	4	5
Oberflächen-	Güteklasse II, naturnah, kein Ausbau, langsam fließend, kleines Gewässer mit MNQ von 0,05 m ³ /sec und MQ von 0,2 m ³ /sec	Güteklasse II, naturnah, kein Ausbau, Vollausbau (bei Campingplatz), langsam fließend	keine/geringe Auswirkungen	keine Auswirkungen, da stromaufwärts
EI	4	4	-	-
Biosphäre	stark anthropogen überprägt	Forste	Forste, naturnahe Bachvegetation	Forste, naturnahe Bachvegetation, Landwirtschaft, Wiesen
EI	1	3	4	4
anthropogene	GE	GE, SO (Kurpark), SO (Camping)	GE, SO (Kurpark), WA, SO (Freibad, Tennis, Camping)	GE, SO, Freibad, Camping, Tennis, MD, Landwirtschaft
EI	2	5	5	4

Tabelle 18: Ergebnisse einer Standortkartierung

Die Daten zur hydrogeologischen Situation, die unabhängig von den Belastungszonen ermittelt werden, sind in Tab. 19 zusammengefaßt.

Parameter	Kriterien, Beschreibung	Zeichen	EI
Aquifertyp	randliche Lage zu einer geologischen Muldenstruktur verursacht Zerrüttung der bankigen und klüftigen Mergel- und Gipskeuperschichten	3b	4
Flurabstand	1 - 2,5 m unter GOK		
Deckschichten	Kalke, bankig, klüftig, bis zu 15 m mächtig	Nr. 12	5
Abflußbeiwert	zur Hälfte Grünfläche, die andere Hälfte ist überbaut bzw. bituminös (keine Risse o.ä.) befestigt; Lagerflächen für wassergefährdende Stoffe grenzen an Grünflächen	0,2 bzw. 1,0	5
Bodentyp	künstliche Anschüttung bzw. Kellergründung; Grundwasser < 2 m	5	5
Jahresniederschlag	840 mm/a		3

Tab. 19: Daten zur Bewertung der hydrogeologischen Situation

Ebenfalls unabhängig von den Belastungszonen ist die klimatische Situation zu ermitteln. Die diesbezüglichen Daten sind in Tab. 20 zusammengestellt.

Die allgemeinen Durchlüftungsbedingungen des engen Tales sind schlecht, so daß insgesamt eine erhöhte Empfindlichkeit besteht.

Parameter	Kriterien, Beschreibung			EI	
Orographie	enges Tal			4	
Durchlüftung	t = 120 m	D = 4,7		4	
	b = 250 m				
	d = 750 m				
Rauhigkeit	Wald- und hohe Gebüschstreifen im gesamten Talverlauf, im Bereich des Campingplatzes hohe querliegende Waldriegel; zwischen Stadtzentrum und Gewerbegebiet durchgehende aufgelockerte Bebauung			4	
Inversionen	häufig (nach Angaben von Landwirten)			4	
Kaltluftabfluß	Größe des Kaltluftentstehungsgebietes	ca. 5 km ²	BZ 4	BZ 27	2
	Acker-, Wiesen-, Waldflächenanteil	> 75 %	BZ 12		
	mittlere Hangneigung (W: 11,3°; E: 13,3°)	12,3°	BZ 6		
	mittleres Hangquerprofil	gestreckt	BZ 2		
	mittlere Hanglänge	700	BZ 10		
	Rauhigkeit (s.o.)		BZ 4		

Tabelle 20: Beispieldaten zur Klimabewertung

Entsprechend den Bewertungstabellen kann unter Beachtung der jeweils höchsten Empfindlichkeit das Bewertungsergebnis von Tab. 21 abgeleitet werden.

Umweltfaktoren	Empfindlichkeitsindizes			
	Störfall- kernzone (r = 50 m)	Mindest- abstand (r = 200 m)	Sicher- heitszone (r = 400 m)	Störfall- zone I
Boden Lebensgrundlage	1	4	4	4
Biotopentwicklung	1	4	5	4
Grundwasser	4			
Oberflächengewässer	4	4	–	–
Klima	4			
Biosphäre	1	3	4	4
anthropogene Nutzung	2	5	5	4

Tab. 21: Standortempfindlichkeitsbewertung für das Fallbeispiel

Die zusammenfassende Tabelle der Standortbewertung zeigt, daß innerhalb des Mindestabstandes mittlere bis sehr hohe Empfindlichkeiten angetroffen werden, in der Sicherheitszone sind es erhöhte bis sehr hohe Empfindlichkeiten. In beiden Fällen ist die Nutzung durch den Menschen als sehr empfindlich eingestuft. Damit sind alle diesbezüglichen potentiellen, betrieblichen Umwelteinwirkungen vordringlich zu mindern.

2 Bewertung der schutzgutbezogenen betrieblichen Emissionspotentiale

Die Emissionspotentiale eines Unternehmens umfassen die Normalbetriebsemissionen und die Störfallemissionen. Wichtige Kriterien für die Beurteilung der betrieblichen Einwirkungen sind:

- schutzgutbezogenes Gefährdungspotential der einzelnen Stoffe,

- potentielle Belastungspfade,
- technisch-organisatorischer Zustand der Anlagen und Kontrollqualität der Tätigkeiten,
- Schutzeinrichtungen, die Emissionen vermindern oder verhindern, und
- potentielle Emissionsmengen.

**Schutzgut-
bezogene Stoff-
und Emissions-
bewertung**

Eine Bewertung der betrieblichen Emissionen vor dem Hintergrund der verschiedenen Schutzgüter erfordert deren getrennte Betrachtung nach ihrer Schutzgutbezogenheit. Das bedeutet, daß alle Stoffe und Emissionen nach ihrem Belastungspotential für die Bereiche Boden, Wasser und Luft eingeschätzt werden müssen.

Hierzu können die gesetzlich verankerten Wassergefährdungsklassen sowie neu definierte Boden- und Luftgefährdungsklassen herangezogen werden.

Die besondere Wertigkeit der in der Umgebung des Unternehmens betroffenen Menschen kann zusätzlich durch das Einbeziehen von Humangefährdungsklassen nach [10] berücksichtigt werden.

Nachfolgend wird an die vereinfachte Methode zur Bewertung von lokalen Umweltauswirkungen nach [10] angeknüpft. Dabei werden die Umweltgefährdungspotentiale von Emissionen und Stoffen direkt mit der Empfindlichkeit der Umweltfaktoren verknüpft. Die sich dabei abzeichnenden Konflikte dienen der Ableitung von betrieblichen Handlungspotentialen.

Die Emissionspotentiale der Anlagen und Tätigkeiten können entsprechend dem Formblatt von Tab. 22 zusammengestellt werden.

Für den Fall des Vorhandenseins eines EDV-gestützten Datenbanksystems ist die Erweiterung der in einem solchen Fall vorhandenen Anlagen- und Tätigkeitsdaten naheliegend.

1	2	3	4	5	6
Nr.	Anlage/ Tätigkeit	eingesetzte Stoffe		technisch-organi- satorischer Ist-Zustand	technisch-organi- satorischer Soll-Zustand/ Maßnahmen
		Name	Kennzeichen		
			WGK		
			BGK		
			LGK		
			HGK		

Tab. 22: Formblatt zur Erfassung betrieblicher Emissions-
potentiale

Die Bezeichnung der eingesetzten oder im Normalbetrieb bzw. Störfall freigesetzten Stoffe nach ihrem schutzgutbezogenen Gefährdungspotential wird entsprechend den Angaben des Sicherheitsdatenblattes, der Gefahrstoffkennzeichnung (incl. R- und S-Sätze) sowie dem Katalog wassergefährdender Stoffe vorgenommen. Hierbei kann auf die in Tab. 23 dargestellte Klassifikation zurückgegriffen werden.

WGK	0	im allgemeinen nicht wassergefährdend
	1	schwach wassergefährdend
	2	wassergefährdend
	3	stark wassergefährdend
LGK	0	im allgemeinen nicht luftgefährdend
	1	schwach luftgefährdend: feste oder flüssige brennbare Gefahrstoffe oder Stoffe der WGK 2 und 3, die unter Energiezufuhr ihren Aggregatzustand in gasförmig ändern und damit auf <u>indirektem</u> Weg eine Kontamination der Luft hervorrufen können; eine hierbei geringere Energiefreisetzung als bei LGK 2-Stoffen bedingt auch ein geringeres Ausbreitungsverhalten als das von LGK 2-Stoffen
	2	luftgefährdend: feste oder flüssige Gefahrstoffe oder Stoffe der WGK 2 und 3, die aufgrund bestimmter physikalischer Eigenschaften ein großes Ausbreitungsverhalten entwickeln können und somit <u>indirekt</u> eine großräumige Kontamination der Luft verursachen können
3	stark luftgefährdend: feste, flüssige oder gasförmige Schwebstoffe (Stäube, Rauch, Nebel, Gase, Dämpfe) mit toxikologischen Eigenschaften, die bei Freisetzung oder sonstiger äußerer Einwirkung <u>direkt</u> durch Vergasung oder Verdunstung eine Kontamination der Luft und bei exothermen Reaktionen eine großräumige Kontamination der Luft auslösen können	
BGK	0	im allgemeinen nicht bodengefährdend
	1	schwach bodengefährdend: feste, wasserlösliche Gefahrstoffe oder Stoffe der WGK 2 und 3, die <u>indirekt</u> bei Freisetzung und Kontakt mit Wasser zu Bodenkontaminationen führen, sowie Gase und Schwebstoffe, die durch trockene oder nasse Deposition eine Bodenkontamination hervorrufen
	2	bodengefährdend: in der Luft schwebende (Stäube, Rauch, Nebel, Gase, Dämpfe) Gefahrstoffe oder Stoffe der WGK 2 und 3, deren Freisetzung eine <u>direkte</u> Kontamination des Bodens bedingt
3	stark bodengefährdend: flüssige Gefahrstoffe oder Stoffe der WGK 2 und 3, deren Freisetzung eine direkte Kontamination des Bodens bedingt	
HGK	0	im allgemeinen für den Menschen nicht gefährdend
	1	für den Menschen schwach gefährdend: reizende, entzündliche, brandfördernde Stoffe
	2	für den Menschen gefährdend: gesundheitsschädliche, sensibilisierende, ätzende, leichtentzündliche, explosionsfähige Stoffe
3	für den Menschen stark gefährdend: giftige, sehr giftige, krebserzeugende, fortpflanzungsgefährdende, erbgutverändernde, auf sonstige Weise chronisch schädigende, explosionsgefährliche, hochentzündliche Stoffe	

Erläuterungen: WGK Wassergefährdungsklasse
 LGK Luftgefährdungsklasse
 BGK Bodengefährdungsklasse
 HGK Humangefährdungsklasse

Tab. 23: Einstufung von Stoffen nach ihrem schutzgutspezifischen Gefährdungspotential (Quelle: [3]; [10]; [14])

3 Gegenüberstellung von Standortempfindlichkeit und Emissionspotentialen

Für die Ableitung von Handlungsprioritäten sind drei Entscheidungsgrundlagen ausschlaggebend:

- Empfindlichkeit der Umweltfaktoren (siehe Kapitel 1),
- schutzgutbezogenes Gefährdungspotential der betrieblichen Emissionen (siehe Kapitel 2) und
- Ausmaß, in welchem eine betriebliche Emission einen Umweltfaktor grundsätzlich beeinträchtigen kann (Schnittstellenbewertung).

Für die Gegenüberstellung von Betrieb und Standort empfiehlt sich eine Konfliktmatrix. Diese Matrix soll die unterschiedlich starken potentiellen Einwirkungen der betrieblichen Emissionen auf die verschiedenen Umweltsphären deutlich machen und damit die Ableitung von Maßnahmen zur gezielten Minderung des betrieblichen Umweltrisikos ermöglichen bzw. präventive Umweltschutzmaßnahmen begründbar machen.

In der Konfliktmatrix nach [10] werden Emissionen und Stoffe den Umweltfaktoren gegenübergestellt und der bestehende Konflikt in die Klassen gering, mäßig und stark eingestuft.

Faßt man die Empfindlichkeitsindizes und Gefährdungsklassen als Vektoren auf, kann die Verknüpfung über die Berechnung des Betrages des gemeinsamen Vektors erfolgen.

Es gilt also:

$$\text{Konfliktstärke} = \sqrt{(\text{Gefährdungsklasse}^2 + \text{Empfindlichkeitsindex}^2)}$$

Dabei liegen die Grenzbereiche zwischen schwachem und mäßigem Konflikt bei $\sqrt{10}$ und zwischen mäßigem und starkem Konflikt bei $\sqrt{19}$.

Alternativ zu diesem Vorgehen kann auch eine graphische Zuweisungsvorschrift eingesetzt werden (siehe Abb. 4). Bei solchen Zuweisungsvorschriften sind die einzelnen Zellenplätze je nach den Ansprüchen der Unternehmenspolitik mit einer entsprechenden Konfliktstärke zu belegen. Es können also präventive oder konservative Einstufungen zum Ausdruck gebracht werden. Die Zellenbelegungen sollten immer erläutert werden.

		Empfindlichkeit des Umweltfaktors				
		1	2	3	4	5
schutzgutbezogenes Gefährdungspotential (WGK, BGK, LGK, HGK)	0	-	-	-	•	•
	1	-	•	•	○	●
	2	○	○	○	●	●
	3	○	●	●	●	●

Erläuterung: - kein, • schwacher, ○ mäßiger, ● starker Konflikt

Abb. 4: Zuweisungsvorschrift für Konfliktstärken

Die Gegenüberstellung wird nach dem Muster der Tab. 24 vorgenommen.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Nr.	Anlage/ Tätigkeit	eingesetzte Stoffe		Empfindlichkeitsindizes Belastungszone: Mindestabstand							Kommentar
		Name	Gefährdungspotential	B Lg	B Be	Gw	Ow	K	Bio	N	
				3	4	4	4	4	4	5	
1	Lager für umweltgefährdende Stoffe	Salzsäure (30%)	WGK 1	•	○	○	○	---	○	●	
			BGK 3	○	●	●	●	●	●	●	
			LGK 3	○	●	●	●	●	●	●	
			HGK 2	---	---	---	---	---	---	●	

Erläuterungen: B Boden Lg Lebensgrundlage
 Be Biotopentwicklungspotential Gw Grundwasser
 Ow Oberflächenwasser K Klimatische Eigenschaften
 Bio Flora und Fauna N Nutzung durch den Menschen
 • schwacher, ○ mäßiger, ● starker Konflikt
 --- Gefährdungspotential nicht aussagekräftig

Tab. 24: Konfliktmatrix für Emissionen und Stoffe des Unternehmens (beispielhafte Füllung mit Daten zur Standortempfindlichkeit aus Kapitel 2; Berechnung der Konfliktstärke mittels Vektorbeträgen)

Für den Beispielfall in Tab. 24 (Salzsäure) wird offensichtlich, daß die „klassische“ Einstufung des Stoffes nach seiner Wassergefährdungsklasse keine besonderen betrieblichen Maßnahmen ausgelöst hätte. Betrachtet man jedoch die potentiellen Auswirkungen auf die verschiedenen Schutzgüter ergibt sich ein prioritärer Handlungsbedarf.

Im Beispielfall der Tab. 24 wird ebenfalls deutlich, daß auf Grund des hohen Boden- und Luftgefährdungspotentials keine eindeutige Setzung von Handlungsprioritäten möglich scheint. Für solche Fälle kann man sich an der Stärke der betrieblichen Auswirkungen über die natürlichen Belastungspfade orientieren.

In Abb. 5 wird eine solche Bewertungsmatrix vorgestellt. Diese Matrix gibt an, welchen Einfluß betriebliche Einwirkungen über den Bodenpfad, Wasserpfad (Oberflächenwasser und Grundwasser) oder den Luftpfad grundsätzlich haben.

Die inhaltlichen Begründungen für die einzelnen Wertungen (Graphische Symbole) werden in der sich anschließenden Tab. 25 wiedergegeben. Diese Wertungen sind entsprechend dem Stand der wissenschaftlichen Forschungen fortzuschreiben.

Belastungspfad		Geosphäre				Bio-sphäre	Anthro-posphäre
		Boden	Geologie, Grundwasser	Oberflächengewässer	Atmosphäre	Flora und Fauna	Nutzung
Anlage oder Tätigkeit	Ow	•	○	●	•	●	●
	Gw	○	●	○	•	○	●
	B	●	●	○	○	•	○
	K	○	•	•	●	●	●

Erläuterungen: Ow Oberflächenwasser Gw Grundwasser
 B Boden K Klima bzw. Atmosphäre
 • keine oder unwesentliche Auswirkungen
 ○ Auswirkungen ● starke Auswirkungen

Abb. 5: Allgemeine Stärke der Auswirkungen der betrieblichen Emissionen über die verschiedenen Umweltpfade

Belastungs- pfad	Boden	Geologie, Grundwasser	Oberflächen- gewässer	Atmosphäre	Flora und Fauna	Nutzung
Ow	im Rahmen von Über- flutungen	Abfluß ins Grundwasser	direkte Aus- wirkung	Verdunstung	direkte Aus- wirkung	direkte Aus- wirkung
Gw	kapillarer Aufstieg, Tidebereich	direkte Aus- wirkung	Abfluß in Oberflächen- gewässer	keine direkten Auswirkun- gen	Spezialstand- orte, Grund- wasserab- hängigkeit	direkte Aus- wirkung
B	direkte Aus- wirkung	Kontamina- tion der schützenden Deckschicht	Aus- waschung, Erosion	gasförmige Emission	Kontamina- tion des Be- triebsstand- ortes wirkt sich nur indi- rekt auf Nachbar- schaft aus	indirekte Auswirkun- gen gemäß Belastungs- pfaden
K	Schadstoff- deposition	keine direkten Auswirkun- gen	Schadstoff- deposition	direkte Aus- wirkung	dirkte Aus- wirkung	direkte Aus- wirkung

Tab. 25: Begründung der Auswirkungsstärke

Einer besonderen Aufmerksamkeit bedürfen alle starken Konflikte (Tab. 24), die über Belastungspfade mit starken Auswirkungen (Abb. 5) zum Tragen kommen können.

Für das Beispiel aus Tab. 24 (Salzsäure) ist also die Verhinderung von Einwirkungen über den Luftpfad (hohes Gefährdungspotential und starke Auswirkung auf die relevanten Schutzgüter) insbesondere auf Bio- und Anthroposphäre (hohe Empfindlichkeit) bei der Maßnahmenplanung vorrangig zu beachten. Der Umgang mit diesem Stoff ist technisch und organisatorisch so zu gestalten, daß keine Freisetzung von HCl-Gasen stattfinden kann.

4 Chancen der Bewertung der lokalen Umweltauswirkungen

Mit der Bewertung der Umweltfaktoren in der Umgebung des Unternehmens hat der Betrieb die Möglichkeit, seine Umweltleistungen nicht nur an den Anforderungen einer „fiktiven“ Umwelt, also an Grenzwerten oder internationalen Emissionsreduzierungszielen, zu messen, sondern er kann die konkreten Umweltbedingungen am eigenen Betriebsstandort in die Maßnahmenplanung einbeziehen. Diese Umweltleistung hat allerdings nicht nur ideellen Wert, sondern ermöglicht z.B. das Entdecken von Drittschadenspotentialen, für welche man zur Verantwortung gezogen werden kann.

Gleichzeitig ermöglicht die Mitbewertung des natürlichen Standortes eine Abschätzung des Schadenspotentials. Diese Informationen sind für einschlägige Interessengruppen wie z.B. Anwohner, Fachbehörden, Banken und Versicherungen von wesentlicher Bedeutung.

Literaturangaben

- [1] ATV-Arbeitsgruppe „Betriebsstörungen auf Kläranlagen“ (1990): Betriebsstörungen auf Kläranlagen. – Korrespondenz Abwasser, Jg. 37, Heft 8/90, S. 913 – 920
- [2] Beirat beim Bundesminister für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit LTWS (1991): Überlegungen zur Ermittlung der Standortcharakteristik und Ermittlung der Nutzungscharakteristik. – (= LTWS, Nr. 26), Berlin
- [3] Eipper, C. (1995): Die Bewertung des Umweltrisikos von Gewerbe- und Industriebetrieben – ein Verfahren zur praxisorientierten Durchführung von Umweltrisikoprüfungen auf der Grundlage von Risikostudien für die Versicherungswirtschaft. – (= Trierer Geographische Studien, Heft 12), 230 S., Trier, 1995
- [4] Gesellschaft für Umwelt und Wirtschaftsgeologie mbH Berlin (1992): Karte der potentiellen Grundwassergefährdung „Havarieatlas“ der Stadt Berlin. – Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umweltschutz, Berlin
- [5] Henze, W.; Hinzen, A.; Pieper, H.; Pohlenz, R. (1990): Umweltschutz bei Planung und Bau von Gewerbe- und Industrieanlagen. – (= Umweltbundesamt, Berichte, 10/90), Berlin
- [6] Kaps, E. (1955): Zur Frage der Durchlüftung von Tälern im Mittelgebirge. – Meteorologische Rundschau, Jg. 8, Heft 3/4, S. 61 – 65

- [7] Marks, R.; Müller, M. J.; Leser, H.; Klink, H.-J. (Hrsg.) (1989): **Anleitung zur Bewertung des Leistungsvermögens des Landschaftshaushaltes (BALVL)**. – (= Forschungen zur deutschen Landeskunde, Bd. 229), Trier
- [8] **Ministerium für Umwelt, Raumordnung und Landwirtschaft des Landes Nordrhein-Westfalen (1991): Immissionschutz in der Bauleitplanung – Erläuterungen zum Abstandserlaß**. – Düsseldorf
- [9] Osterkamp, G. (1991): **Altlasten und Grundwasser – ein Expertensystem zur Einschätzung und Bewertung des Gefährdungspotentials von Altablagerungen**. – (= Geowissenschaftliche Texte, Bd. 8), Berlin
- [10] Pautmeier, L. T. (1995): **Bewertung der Umweltauswirkungen – Entwicklung eines geeigneten Leitfadens für das EG-„Öko-Audit“ – Research Project for the „European Master in Environmental Management“**, Luxembourg
- [11] Pflug, W.; Hardt, D.; Johannsen, R.; Paulson, C. (1992): **Der Pleilsbach und sein Einzugsgebiet: Ökologischer Zustand und Handlungsvorschläge zur Verbesserung des Naturhaushaltes des Fließwasserökosystems**. – In: Friedrich, G.; Lacombe, J., Hrsg., 1992, **Ökologische Bewertung von Fließgewässern**. S. 327 – 352, Stuttgart, Jena, New York
- [12] Richter, W.; Lillich, W. (1975): **Abriß der Hydrogeologie**. – Stuttgart

[13] **Rose, U. (1992): Beurteilung des strukturellen Zustands von Fließgewässern mit einer einfachen Methode.** – In: Friedrich, G.; Lacombe, J., Hrsg., 1992, **Ökologische Bewertung von Fließgewässern.** S. 167 – 174, Stuttgart, Jena, New York

[14] **Urlaub, G. (1992): Die Beurteilung von Umweltrisiken – eine Methode zur Ermittlung und Bewertung der Risiken einer schädlichen Veränderung der Umwelt durch Stoffe in technischen Anlagen unter dem Aspekt des UHG.** – Dissertation an der TU Wuppertal, Wuppertal