

Unfälle mit wassergefährdenden Stoffen in Bayern 1996 bis 2003

Dipl.-Stat. Thomas Greiner

„Ein Tropfen Öl verunreinigt 1 000 Liter Trinkwasser“ wird häufig als Schlagwort zitiert. In vielen Bereichen des täglichen Lebens, z.B. in der industriellen Produktion, im Handel, Verkehr oder im Haushalt finden Stoffe Verwendung, die die Wasserqualität nachhaltig gefährden können. Laufend werden große Mengen an wassergefährdenden Stoffen hergestellt, abgefüllt, transportiert, umgeschlagen, gelagert oder weiterbehandelt. So wurden z.B. im Jahr 1996 in Deutschland rund 130 Millionen Tonnen Mineralölprodukte verbraucht sowie 1,8 Millionen Tonnen Lacke und Farben produziert¹. Ein sachgemäßer Umgang mit diesen Stoffen ist zur Vermeidung von Unfällen und damit zum Schutz der Oberflächengewässer sowie der Grundwasservorräte vor Schadstoffbelastungen unabdingbar. – Die amtliche Statistik erfasst nach der aktuellen Gesetzesgrundlage seit 1996 Daten über Unfälle mit wassergefährdenden Stoffen. In den Jahren 1996 bis 2003 wurden in Bayern insgesamt 1 351 Unfälle mit wassergefährdenden Stoffen gemeldet, dabei gelangten rund 2 127 Kubikmeter dieser Stoffe in die Umwelt. 17 % der insgesamt freigesetzten Menge wurde in Schutzgebieten freigesetzt, darunter 22 Kubikmeter in Wasserschutzgebieten. – Als Hauptunfallursache trat neben Materialfehlern in 57 % der Unfälle menschliches Fehlverhalten auf. – Rund zwei Drittel der freigesetzten wassergefährdenden Stoffe konnten im Zuge der eingeleiteten Sofort- und Folgemaßnahmen wiedergewonnen werden. Die Kosten dieser Maßnahmen wurden auf insgesamt über 17 Millionen Euro beziffert. – Im folgenden Beitrag werden neben allgemeinen Ausführungen zur Thematik die wichtigsten Ergebnisse der Jahre 1996 bis 2003 dargestellt.

Wassergefährdende Stoffe als Gefahr für die Umwelt

Die Wirkung wassergefährdender Stoffe auf das Wasser kann sehr unterschiedlich sein. Die Gefährlichkeit eines Stoffes für das Grund- oder Oberflächenwasser hängt vor allem von seiner Giftigkeit, seinem Abbauverhalten, seiner Beweglichkeit im Boden und von der Bodenbeschaffenheit selbst ab. So sind einige dieser Stoffe in der Lage, bereits in äußerst geringen Konzentrationen Wasser nachhaltig zu verändern und für den menschlichen Genuss unbrauchbar bzw. für den Naturhaushalt belastend zu machen. Zum Schutz von Umwelt und Gesundheit werden alle diese sogenannten wassergefährdenden Stoffe auf ihre Gefährlichkeit hin untersucht und in drei Wassergefährdungsklassen (WGK) eingestuft (Kasten 1). Zur Bewertung des Gefährdungspotenzials werden unter anderem die Kriterien „akute Giftigkeit“ insbesondere gegenüber Lebewesen, Verbreitungs- und Abbauverhalten im Untergrund bzw. in Gewässern sowie Langzeitwirkungen der Stoffe herangezogen.

Eine Verunreinigung oder Gefährdung der ober- und unterirdischen Wasserspeicher kann auf vielfältige Weise erfolgen, z.B. durch undichte Abwasserkanäle, Altlasten wie z.B. ehemalige Müllkippen

oder Industriestandorte, sauren Regen aus der Luftverschmutzung, unsachgemäße Ausbringung von Pflanzenschutzmitteln oder vorsätzliche „wilde Entsorgung“ von Altölen oder anderen umweltbelastenden Stoffen. Nicht zuletzt können sich beim Umgang mit oder bei der Beförderung von wassergefährdenden Stoffen Unfälle ereignen, die zu Wasserverunreinigungen führen und damit das ökologische Gleichgewicht beeinträchtigen bzw. die Trinkwasserversorgung gefährden können. Zur Vermeidung schwerwiegender Unfälle oder zur Schadensbegrenzung wurde deshalb eine Reihe von Vorsorgemaßnahmen getroffen wie z.B. die Ausweisung von Wasserschutzgebieten mit den entsprechenden Verbotsrichtlinien, Vorschriften zur technischen Sicherheit von Anlagen und Fahrzeugen, Schulung des Bedienungspersonals oder die Kennzeichnung von Gefahrguttransporten. Unfälle beim Umgang sind meist im Zusammenhang mit den entsprechenden Anlagen zu sehen, an die strenge Anforderungen gestellt werden: Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen müssen so errichtet und betrieben werden, dass

Stoffe werden in drei Wassergefährdungsklassen eingestuft

Vorsorgemaßnahmen zur Vermeidung von Unfällen

¹ Vgl. Internet-Seite des Bayerischen Landesamtes für Wasserwirtschaft, http://www.bayern.de/fw/technik/gewaesserschutz/infoblaetter/umgang_wgs/anlagen_vo/welcome.htm

ein Schadenseintritt und somit eine Verunreinigung der Gewässer unwahrscheinlich ist². Tritt trotz aller Vorsichtsmaßnahmen ein Schadensfall ein, so wird in der Regel von Polizei und Feuerwehr in Zusammenarbeit mit den unteren Wasserbehörden versucht, mit Hilfe von geeigneten Sofortmaßnahmen möglichst viel der ausgelaufenen Substanzen wiederzugewinnen. Unter Sofortmaßnahmen versteht man z.B. den Einsatz von Bindemitteln, das Abdichten schadhafter Behälter, Umpumpen oder die Errichtung von Gewässersperren. Soweit erforderlich, wird verseuchtes Wasser aus Gewässern abgepumpt bzw. werden verunreinigte Böden ausgehoben und einer weiteren Behandlung oder Entsorgung zugeführt. Bei einer Gefährdung des Grundwassers können Grundwasserbeobachtungsrohre gesetzt oder Brunnen zum Abpumpen des schadstoffhaltigen Wassers errichtet werden. Die so wiedergewonnene Menge an Schadstoffen kann einer anschließenden Nutzung oder Verwendung weiterhin zur Verfügung stehen oder muss ordnungsgemäß entsorgt werden.

Umweltstatistikgesetz liefert Daten über Unfälle

Da Unfälle mit unsachgemäßem Austritt von wassergefährdenden Stoffen schwere Schäden an den natürlichen Wasserressourcen verursachen können, ist es wichtig, regelmäßig Daten über diese Unfälle zu erfassen und damit die Entwicklung in diesem Bereich zu beobachten. Zu diesem Zweck hat der Gesetzgeber im Rahmen des Umweltstatistikgesetzes (UStatG) die Erhebungen über Unfälle beim Umgang sowie bei der Beförderung wassergefährdender Stoffe angeordnet³ (Kasten 2). Die Erhebungsergebnisse liefern wichtige Hinweise über Zahl, Art und Ausmaß der Unfälle und können damit Rückschlüsse auf die Qualität der Anlagen und die Wirksamkeit der

Erhebungen
über Unfälle
mit wasser-
gefährdenden
Stoffen

Wassergefährdungsklassen (WGK)

K 1

Wassergefährdende Stoffe sind feste, flüssige und gasförmige Stoffe, insbesondere Säuren, Laugen, Alkalimetalle, Schwermetalle, Mineral- und Teeröle sowie deren Produkte, flüssige sowie wasserlösliche Kohlenwasserstoffe, Gifte, Lösungsmittel u. a., die nachhaltig die physikalische, chemische oder biologische Beschaffenheit des Wassers verändern können. In der „Verwaltungsvorschrift wassergefährdende Stoffe“ (VwVwS) von 1999 sind knapp 2000 Stoffe und chemische Verbindungen entsprechend ihrer Gefährlichkeit in drei Wassergefährdungsklassen (WGK) eingestuft:

WGK 1: schwach wassergefährdend (z.B. schweres Heizöl)

WGK 2: wassergefährdend (z.B. Dieseldieselkraftstoff; Ottokraftstoff, nicht als krebserzeugend gekennzeichnet)

WGK 3: stark wassergefährdend (z.B. Quecksilber, Altöle, Ottokraftstoff, als krebserzeugend gekennzeichnet)

Die früher verwendete WGK 0 (nicht wassergefährdend) ist seit 1999 entfallen. Stoffe wie Gülle und Jauche können Wassergefährdungen verursachen, werden jedoch grundsätzlich nicht in WGKs eingestuft. Sie werden jedoch statistisch erfasst und unter „Wassergefährdungsklasse unbekannt“ subsumiert.

Erhebungen über Unfälle beim Umgang und bei der Beförderung wassergefährdender Stoffe nach dem Umweltstatistikgesetz

K 2

Seit dem Erhebungsjahr 1996 werden nach dem derzeit gültigen Umweltstatistikgesetz vom 21. September 1994 jährlich nach §12 die Unfälle beim Umgang und nach §14 bei der Beförderung wassergefährdender Stoffe erfasst. Diese Erhebungen knüpfen an die von 1975 bis 1995 nach dem Umweltstatistikgesetz von 1980 durchgeführten Statistiken über die Unfälle bei der Lagerung und beim Transport wassergefährdender Stoffe an. Aufgrund der Erweiterung der Unfalldefinitionen – Umgang umfasst neben der früheren Lagerung u.a. auch die Herstellung, Behandlung, Abfüllung und innerbetriebliche Beförderung der Stoffe; Beförderung umfasst neben dem früheren Transport auf den verschiedenen Verkehrsträgern Straße, Wasser, Schiene, Luft z.B. auch die „Beförderung“ der Kraftstoffe in den Fahrzeugtanks – und aufgrund modifizierter Merkmalskataloge sind die Ergebnisse ab 1996 mit denjenigen bis 1995 nicht oder nur sehr eingeschränkt vergleichbar.

rechtlichen Regelungen zum Bau und Betrieb dieser Anlagen⁴ in Hinblick auf den Gewässerschutz zulassen. Dazu ist es erforderlich, die Umstände und Gegebenheiten der jeweiligen Unfälle auszuwerten, was durch den dafür zugeschnittenen Merkmalskatalog der Erhebung gewährleistet ist (Kasten 3). Nach einer Bekanntmachung des Bayerischen Staatsministeriums für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz vom 22. Januar 1996 – in der auch der Erhebungsweg festgelegt ist – liefern die Gemeinden, Polizeidienststellen, Wasserwirtschaftsämter und Kreisverwaltungsbehörden als Auskunftspflichtige Dienststellen in regelmäßigen Abständen die Unfallmeldebögen über das Bayerische Landesamt für Wasserwirtschaft an das Bayerische Landesamt für Statistik und Datenverarbeitung.

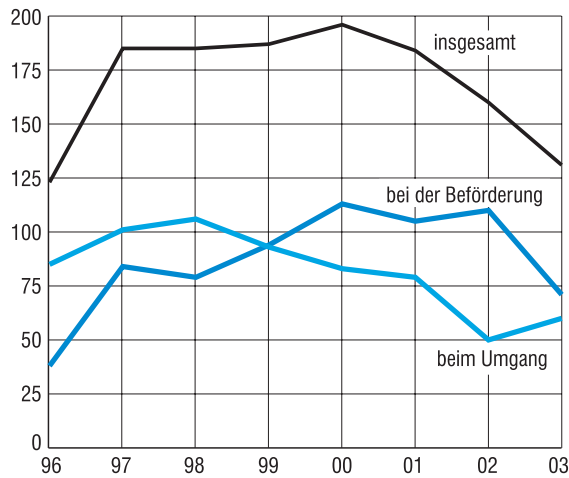
Im Folgenden werden die wichtigsten Ergebnisse der Jahre 1996 bis 2003 der Erhebungen über Unfälle beim Umgang sowie bei der Beförderung wassergefährdender Stoffe dargestellt. Einige Merkmale werden in Form einer Zeitreihe angegeben, andere nur in Form einer Gesamtsumme über den Beobachtungszeitraum 1996 bis 2003. Die Aussagekraft von Zeitreihen ist im Rahmen dieser Erhebungen etwas eingeschränkt, da das Unfallgeschehen eher als zufällig zu betrachten ist. Entsprechend vorsichtig sind Veränderungen

² Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen und über Fachbetriebe (Anlagenverordnung-VAwS) vom 3. August 1996.

³ Gesetz über Umweltstatistiken (Umweltstatistikgesetz – UStatG) vom 21. September 1994 (BGBl. I S. 2530), zuletzt geändert durch Artikel 2 des Gesetzes vom 19. Dezember 1997 (BGBl. I S. 3158).

⁴ Als ergänzende Erhebung ist nach §13 UStatG alle fünf Jahre die „Erhebung der Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen“ durchzuführen. Die Erhebung soll eine Bestandsaufnahme der Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen liefern und damit Aufschluss über das Gefährdungspotential geben. Sie soll weiterhin als Bezugsgröße für die Erhebung der Unfälle beim Umgang mit wassergefährdenden Stoffen dienen. Die Erhebung wurde erstmalig für das Berichtsjahr 1999 durchgeführt. Da aufgrund unvollständiger Meldungen der auskunftspflichtigen Behörden die Ergebnisse statistisch wenig belastbar sind, wurde von einer Veröffentlichung abgesehen. Im Rahmen der zweiten Erhebungsdurchführung (Berichtsjahr 2004) wird sich zeigen, ob der o.g. Erhebungszweck erfüllt werden kann.

Abb. 1 **Unfälle beim Umgang und bei der Beförderung wassergefährdender Stoffe in Bayern seit 1996**



gen und möglicherweise erkennbare Entwicklungen der einzelnen Merkmale im Zeitablauf zu interpretieren.

Nicht enthalten in den Ergebnissen sind Schadensfälle unbekanntem Hergangs (z.B. illegale Entsorgung). Derartige Verunreinigungen werden häufig erst relativ spät entdeckt, so dass oftmals keine Rückschlüsse auf Verursacher, Schadstoffquellen oder -mengen möglich sind. Nicht enthalten sind weiterhin ein Großteil der nicht konkretisierbaren und somit nicht statistisch erfassbaren Unfälle, die sich im Rahmen von Hochwasserkatastrophen ereigneten.

2 100 Kubikmeter freigesetzte Stoffe – davon zwei Drittel wiedergewonnen

In den Jahren 1996 bis 2003 wurden in Bayern von den zuständigen Behörden insgesamt 1 351 Unfälle mit wassergefährdenden Stoffen gemeldet, davon 657 Unfälle beim Umgang und 694 bei der Beförderung (Abb. 1). Insgesamt gelangten dabei rund 2 127 Kubikmeter wassergefährdende Stoffe in die Umwelt, von denen 1 400 Kubikmeter (66%) im Zuge der eingeleiteten Sofort- und Folgemaßnahmen wiedergewonnen werden konnten⁵. Von den nicht wiedergewonnenen und damit die Umwelt belastenden Stoffen wa-

In acht Jahren
1 351 Unfälle
mit wassergefährdenden
Stoffen

Merkmalskatalog der Erhebungen K 3

Der Merkmalskatalog der Erhebungen umfasst im Wesentlichen

- Art, Ort und Datum des Unfalls
- Art der Anlage bzw. des Beförderungsmittels
- Art und Menge des freigesetzten Stoffes
- Wassergefährdungsklasse des freigesetzten Stoffes
- Wiedergewonnene Menge
- Unfallursachen und Unfallfolgen
- Sofort- und Folgemaßnahmen sowie deren Kosten

ren 43,3% wassergefährdend (WGK 2) – zumeist Mineralölprodukte wie z.B. Dieseldieselkraftstoff –, 18,7% schwach wassergefährdend (WGK 1) und 2,6% stark wassergefährdend (WGK 3). Die restlichen in der Umwelt verbliebenen Substanzen waren Gülle (34,7%) sowie Stoffe von unbekannter oder nicht zuordenbarer Wassergefährdungsklasse (0,6%, vgl. Abb. 2).

Unfälle mit großen Mengen an Gülle beeinflussen Ergebnis

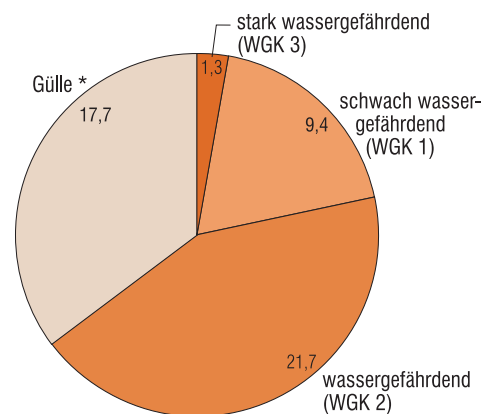
Das Titelschaubild zeigt die in den Jahren 1996 bis 2003 freigesetzten sowie nicht wiedergewonnenen Stoffmengen. Die teilweise deutlichen und mitunter beliebig anmutenden Schwankungen lassen eine gewisse Zufallsabhängigkeit der Unfallhäufigkeit und – schwere vermuten. Einen starken Einfluss auf das Gesamtergebnis üben zudem einige „gewichtige“ Einzelunfälle aus. Als „Ausreißer“ fallen die großen freigesetzten Mengen in den Jahren 1999 und 2001 sowie der hohe Anteil der nicht wiedergewonnenen Menge im Jahr 2003 auf, die auf drei große Unfälle mit Gülle zurückzuführen sind. Im Jahr 1999 sind auf einen Schlag 300 Kubikmeter, 2001 rund 200 und 2003 rund 150 Kubikmeter Gülle ausgelaufen; dies ergibt zusammen mehr als 30% der insgesamt im betrachteten 8-Jahreszeitraum freigesetzten Menge. Beim Gülleunfall des Jahres 2003 konnte eine starke Verunreinigung eines Gewässers nicht verhindert werden; die dabei vollständig ausgelaufenen 150 Kubikmeter Gülle hatten einen Anteil von rund 70% an der nicht wiedergewonnenen Menge aller 131 Unfälle des Jahres 2003 und immerhin noch mehr als 20% an der im Zeitraum von 1996 bis 2003 insgesamt nicht wiedergewonnenen Menge. Im Titelschaubild sind neben den Gesamtmengen zum Vergleich die freigesetzten sowie

Drei Gülleunfälle mit 30% der insgesamt freigesetzten Menge

⁵ Nicht enthalten in den wiedergewonnenen Mengen sind Beimengungen wie z.B. Lösungsmittel, Bindemittel oder Löschwasser.

Nicht wiedergewonnene Stoffmenge bei Unfällen mit wassergefährdenden Stoffen in Bayern 1996 bis 2003 (kumuliert)
Nach Wassergefährdungsklassen (WGK) in Prozent

Abb. 2



* Einschließl. Jauche, Silagesickersaft oder sonstige Stoffe unbekannter WGK

Unfälle mit wassergefährdenden Stoffen in Bayern seit 1996 nach freigesetzten sowie nicht wiedergewonnenen Stoffmengen

Tab. 1

Jahr	Unfälle insgesamt	dabei freigesetzte Stoffmenge	darunter nicht wiedergewonnene Stoffmenge		von der nicht wiedergewonnenen Stoffmenge waren Mineralölprodukte ¹
	Anzahl	m ³		%	%
Unfälle insgesamt					
1996	123	232	62	26,8	96,3
1997	185	323	139	43,0	25,1
1998	185	176	62	35,3	49,5
1999	187	480	96	20,0	56,5
2000	196	111	34	30,9	94,4
2001	184	371	64	17,3	73,4
2002	160	163	56	34,4	71,6
2003	131	272	214	78,8	19,4
1996 bis 2003	1 351	2 127	727	34,2	46,8
Jahresdurchschnitt	169	266	91	34,2	X
davon					
Unfälle beim Umgang					
1996 bis 2003	657	1 432	516	36,0	42,6
Jahresdurchschnitt	82	179	65	36,0	X
Unfälle bei der Beförderung					
1996 bis 2003	694	695	211	30,4	57,3
Jahresdurchschnitt	87	87	26	30,4	X

1 z.B. Heizöl, Benzin, Dieselmotorenstoff, Kerosin, Altöl.

die nicht wiedergewonnenen Mengen ohne Gülle bzw. sonstige Stoffe mit unbekannter WGK dargestellt. Durchschnittlich wurden über alle acht Jahre betrachtet je Unfall 1,6 Kubikmeter freigesetzt, ohne Berücksichtigung der Gülleunfälle waren es 1,0 Kubikmeter.

Besonders sensibel: Wasserschutzgebiete

Die freigesetzten bzw. nicht wiedergewonnenen Mengen lassen für sich betrachtet noch keine Aussage über das Ausmaß der Umweltgefährdung bzw. -belastung zu. Dazu müssen zumindest noch Informationen über die Art und Gefährlichkeit des Stoffes und den Ort des Unfalls herangezogen werden. So können z.B. einerseits schwach wassergefährdende Stoffe oder nicht in Wassergefährdungsklassen eingestufte Stoffe wie z.B. Gülle in größeren Mengen ein beträchtliches Gefahrenpotential bergen, wenn sich der Unfall in unmittelbarer Nähe eines Gewässers oder sogar im Wasserschutzgebiet ereignet. Andererseits reichen bei stark wassergefährdenden Stoffen oft bereits relativ kleine Mengen aus, um die Umwelt und insbesondere die Trinkwasservorräte schädigen zu können. Auf manchen Straßen, die durch besonders empfindliche Trinkwasserschutz-zonen führen, ist deshalb der Transport wassergefährdender Stoffe grundsätzlich verboten.

Unfälle im engsten Raum um die Wassergewinnungsanlagen sind trotzdem nicht ausgeschlossen. Von 66 Unfällen, die sich in Wasserschutzgebieten ereigneten, wurde ein Unfall in der Wasserschutzzone 1 – das entspricht dem eingezäunten Fassungs-bereich des

Trinkwasserbrunnens bzw. der Quelle – gemeldet. Laut Meldebehörde wurden dabei ca. acht Liter Altöl (WGK 3) „entsorgt“, die durch Einsatz von Bindemitteln und durch rechtzeitiges Ausheben des verunreinigten Erdreichs jedoch gänzlich wiedergewonnen werden konnten. Eine Verunreinigung des Trinkwasserreservoirs wurde somit ohne nennenswerte Folgeschäden rechtzeitig verhindert. Weitere 18 Unfälle ereigneten sich in Zone 2 (der engeren Schutzzone) von Wasserschutzgebieten, darunter ein WGK 3-Unfall, bei dem aufgrund einer undichten Ölwanne fünf Liter Motorenöl ausgelaufen sind. Der zu dem Zeitpunkt gefrorene Boden verhinderte jedoch ein Eindringen und ermöglichte so eine vollständige Wiedergewinnung des Öls.

Obwohl bei diesen beiden Unfällen nur relativ geringe Stoffmengen ausgelaufen sind, handelt es sich hierbei definitionsgemäß um Unfälle mit einer „erheblichen Menge“ an freigesetzten wassergefährdenden Stoffen. Wäre die gleiche Stoffmenge der WGK 2 oder 1 in einem nicht schutzwürdigen Gebiet ausgelaufen, so würde es sich – im Allgemeinen – um „unerhebliche“ Mengen handeln und der Unfall wäre im Sinne der Erhebungen nicht meldepflichtig. Kasten 4 enthält die genaue Definition zur „erheblichen“ Menge bei Unfällen mit wassergefährdenden Stoffen.

Abb. 3 zeigt – ausgehend von der Gesamtmenge der in den Jahren 1996 bis 2003 freigesetzten Menge – mittels einer mehrstufigen Ausgliederung die in Schutzgebieten freigesetzte und nicht wiedergewonnene Menge sowie von letzterer die Aufgliederung nach Wassergefährdungsklassen. Insgesamt wurden in Schutzgebieten 357 Kubikmeter wassergefährdende Stoffe freigesetzt (rund 17 %

Unfälle mit einer „erheblichen Menge“ an freigesetzten Stoffen

Unfall mit „erheblicher Menge“ an wassergefährdenden Stoffen

K 4

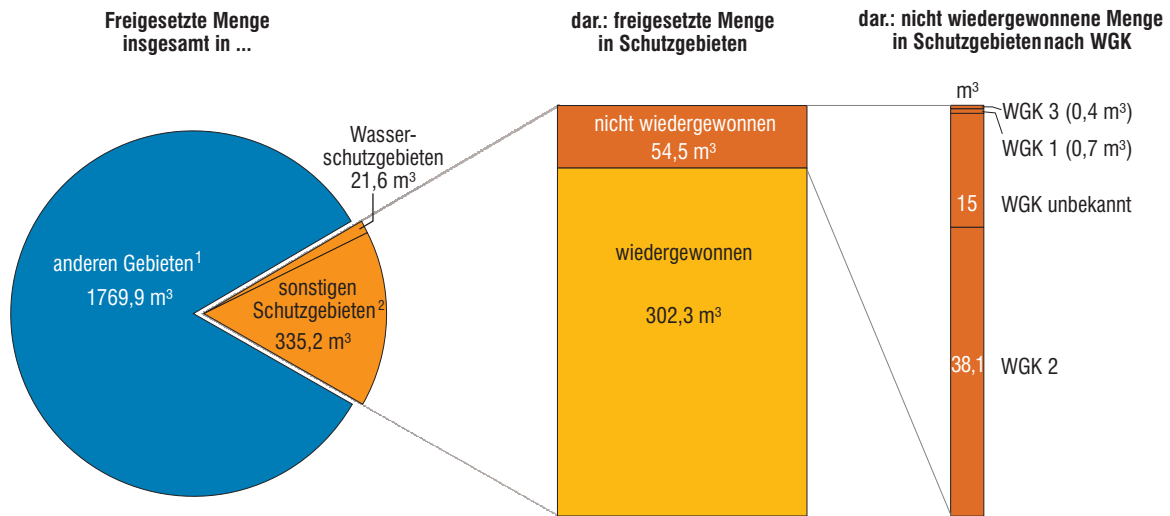
Als Unfall mit wassergefährdenden Stoffen im Sinne der Erhebungen gilt das bestimmungswidrige Austreten einer im Hinblick auf den Schutz der Gewässer und des Grundwassers nicht unerheblichen Menge wassergefährdender Stoffe. Die Bagatellgrenze einer nicht unerheblichen Menge ist bundesweit nicht eindeutig definiert. Sie hängt von der besonderen Situation (z.B. der WGK des Unfallortes oder der Unfallfolgen) des jeweiligen Unfalls ab und obliegt der Fachkompetenz der zuständigen Behörde. Unabhängig davon liegt in Bayern ein Unfall mit erheblicher Menge vor, wenn

- eine Warnung bzw. Information an eine Abwasseranlage oder einen Gewässernutzer erforderlich ist,
- Stoffe mit WGK 3 freigesetzt werden,
- Stoffe mit WGK 1 oder 2 in Wasserschutzgebieten freigesetzt werden,
- mehr als 50 Liter wassergefährdender Stoff mit WGK 2 oder WGK 1 freigesetzt werden,
- ein großflächiges Abstreuen und Aufnehmen mit Bindemitteln erforderlich ist.

In Schutzgebieten bilden bereits kleine Stoffmengen ein Gefährdungspotenzial

Freigesetzte Mengen wassergefährdender Stoffe bei Unfällen in Bayern 1996 bis 2003 (kumuliert)
 Nach Art der Schutzgebiete, wiedergewonnenen Mengen und Wassergefährdungsklassen (WKG)

Abb. 3



1 Einschließl. "ohne Angabe"
 2 z.B. Heilquellenschutz- u. Überschwemmungsgebiet

In acht Jahren insgesamt 22 m³ in Wasserschutzgebieten freigesetzt

der insgesamt freigesetzten Menge), darunter 22 Kubikmeter (1%) in Wasserschutzgebieten und 335 Kubikmeter (16%) in sonstigen Schutzgebieten wie z.B. Heilquellenschutz- oder Überschwemmungsgebiete. Von den in Schutzgebieten freigesetzten Stoffen konnten 55 Kubikmeter (15%) nicht wiedergewonnen werden. Diese Menge bestand zu 70% aus Stoffen der WKG 2; nur 0,7% bzw. 400 Liter waren stark wassergefährdende Stoffe (WKG 3). Von diesen 400 Litern „versickerten“ 80 Liter in Wasserschutzgebieten, und zwar in der Zone 3, der sogenannten weiteren Schutzzone.

10 000 Liter an wassergefährdenden Stoffen freigesetzt wurden, vereinten rund 65% der insgesamt freigesetzten Menge. Bei mehr als der Hälfte der Unfälle (697) wurden zwischen 100 und 500 Litern freigesetzt, dies ergab jedoch in der Summe nur einen Anteil von 7% der insgesamt freigesetzten Menge. Der durchschnittliche Anteil der wiedergewonnenen Mengen an den freigesetzten Mengen schwankt jedoch zwischen den einzelnen Größenklassen nur wenig (zwischen 63 und 75%) und liegt bei den kleineren Unfällen etwas höher.

Ungleiche Verteilung der freigesetzten Mengen

3% der Unfälle vereinten 65% der freigesetzten Menge

Die Verteilung der freigesetzten Mengen ist relativ schief, d.h. es gibt wenige Unfälle mit hohen freigesetzten Mengen, jedoch sehr viele Unfälle mit geringen freigesetzten Mengen (Abb. 4). 3% der Unfälle im Zeitraum 1996 bis 2003, bei denen jeweils mindestens

Die oben erwähnte ungleichmäßige Verteilung der freigesetzten Mengen läßt sich anhand der Lorenzkurve veranschaulichen (Abb. 5). Auf der Horizontalachse ist die kumulierte Zahl der Unfälle, auf der Vertikalachse sind die kumulierten Mengen prozentual dargestellt. Sortiert man die Unfälle nach der Höhe der freigesetzten

Unfälle mit wassergefährdenden Stoffen und dabei freigesetzte Stoffmengen in Bayern 1996 bis 2003

Abb. 4

Nach Größenklassen der freigesetzten Stoffmengen

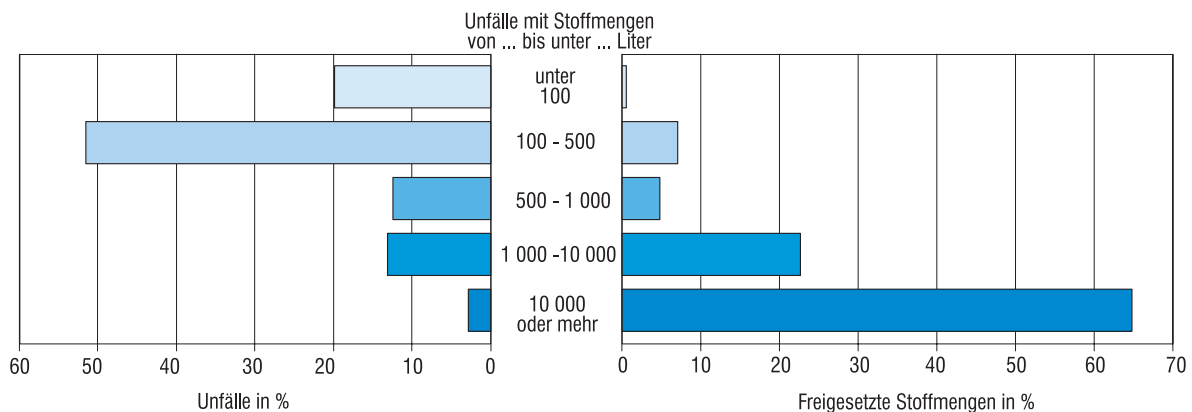
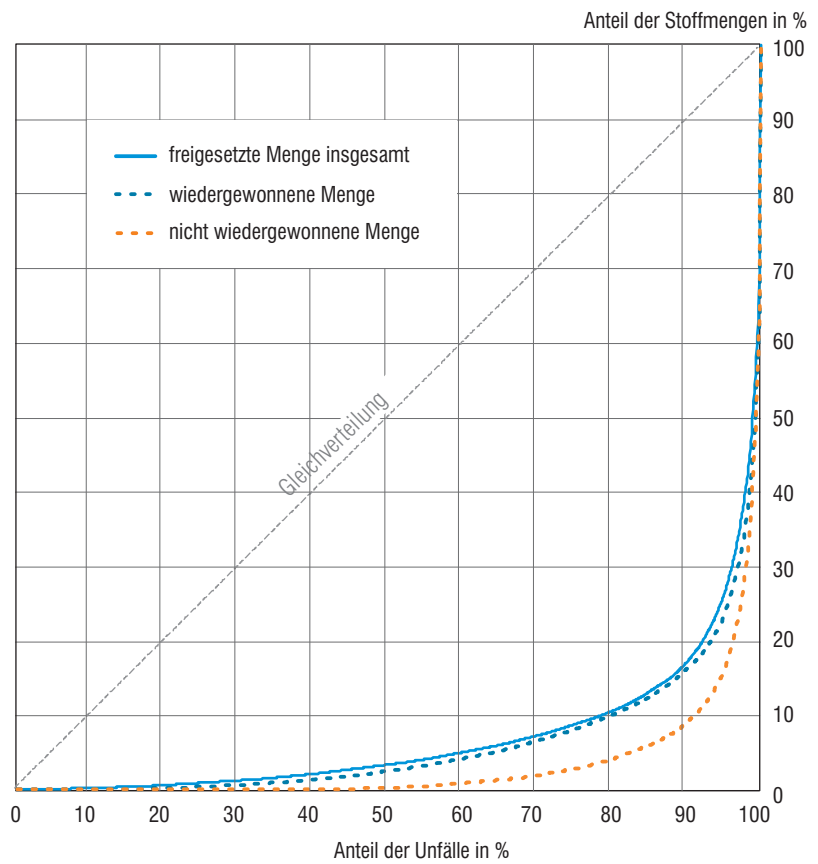


Abb. 5 **Konzentration der Stoffmengen bei Unfällen mit wassergefährdenden Stoffen in Bayern 1996 bis 2003**



Stoffmengen „von wenig nach viel“, so zeigt die Lorenzkurve, dass die erste Hälfte aller Unfälle (die „kleineren“) nur rund 3% der freigesetzten Menge in sich vereinen. Bei 95% der Unfälle sind es immer noch nur 26% der Menge, oder anders ausgedrückt: Auf 5% der größten Unfälle kamen fast drei Viertel der insgesamt freigesetzten Mengen. Analog sind die Lorenzkurven der wiedergewonnenen und der nicht wiedergewonnenen Mengen zu betrachten. Je größer die Fläche zwischen der Diagonale (Gleichverteilung) und der Lorenzkurve, umso höher ist die Mengenkonzentration auf relativ wenig Unfälle.

stanzen verblieben vollständig in der Umwelt. Bei neun dieser Unfälle wurden knapp 2 500 Liter stark wassergefährdende Stoffe freigesetzt, drei von diesen ereigneten sich in Schutzgebieten.

Hauptunfallursache: menschliches Fehlverhalten

655 Unfälle – also knapp die Hälfte aller Unfälle mit wassergefährdenden Stoffen – ereigneten sich im Straßenverkehr, in der Regel entweder beim Transport eines Tankcontainers oder im Zusammenhang mit dem Betriebsstofftank des Fahrzeuges. Als zweithäufigste Unfallart wurden mit 37% Unfälle bei der Lagerung wassergefährdender Stoffe gemeldet. Unfälle im Zusammenhang mit anderen Anlagen einschließlich der innerbetrieblichen Beförderung sowie Unfälle mit anderen Beförderungsmitteln wie z.B. Eisenbahn, Schiffe oder Rohrfernleitungen spielten eine eher untergeordnete Rolle (Tabelle 3).

Bei 40% aller Unfälle vollständige Wiedergewinnung der Stoffe

Bei 545 Unfällen (40% aller Unfälle) konnten die ausgelaufenen Stoffe vollständig wiedergewonnen werden, bei weiteren 501 Unfällen lag die Wiedergewinnungsquote zwischen 50 und 100% (Tabelle 2). Bei 154 Unfällen (11%) waren alle eingeleiteten Maßnahmen zur Wiedergewinnung erfolglos, die ausgelaufenen Sub-

Unfälle mit wassergefährdenden Stoffen in Bayern kumuliert 1996 bis 2003 nach Wiedergewinnungsquoten

Merkmal	Insgesamt	davon mit einer Wiedergewinnungsquote von			
		0%	über 0% bis unter 50%	50% bis unter 100%	100%
Anzahl der Unfälle	1351	154	151	501	545
Freigesetzte Menge in m³	2127	396	225	1 143	362
Wiedergewonnene Menge in m³	1399	0	50	987	362

Tab. 2

Unfälle mit wassergefährdenden Stoffen in Bayern kumuliert 1996 bis 2003 nach Unfallarten

Tab. 3

Unfallart	Unfälle 1996 bis 2003			
	insgesamt		darunter mit Mineralölprodukten	
			zusammen	Anteil an den Unfällen insgesamt
	Anzahl	%	Anzahl	%
Unfälle im Zusammenhang mit				
Straßenfahrzeugen	655	48	604	92
Lageranlagen	497	37	478	96
sonstigen Anlagen ¹	160	12	144	90
sonstigen Beförderungsmitteln ²	39	3	38	97
Insgesamt	1 351	100	1 264	94

1 Z.B. Abfüllanlage, Umschlaganlage, Behandlungsanlage, innerbetriebliche Beförderung.
2 Z.B. Eisenbahn, Luftfahrzeug, Binnenschiff, Rohrfernleitung.

Die Analyse der Unfallursachen dient der Aufdeckung von Schwachstellen im Sicherheitsbereich. Als Hauptunfallursache trat an erster Stelle menschliches Fehlverhalten auf (57%), gefolgt von Materialfehlern wie z.B. Korrosion, Alterung von Anlagenteilen oder Versagen von Schutzeinrichtungen (26%) sowie sonstigen und ungeklärten Ursachen (17%; Tabelle 4). Bei den Beförderungsunfällen waren rund 70% auf Verhaltensfehler zurückzuführen, wobei mehr als zwei Drittel Alleinunfälle und der Rest Kollisionsunfälle waren. Eine besondere Unfallgefahr stellen die Hochwasserereignisse der vergangenen Jahre dar. Viele dieser Unfälle konnten jedoch in Anbetracht der Situation meist nicht statistisch genau erfasst und gemeldet werden und sind daher in den Erhebungsergebnissen nicht enthalten. Nach Auskunft der zuständigen Behörden ereigneten sich z.B. im Raum Regensburg und Passau im Rahmen der Hochwasserkatastrophe des Jahres 2002 ca. 40 Unfälle mit wassergefährdenden Stoffen. Die Behörden schätzen, dass dabei weit mehr als 100

57% der Unfälle durch menschliches Fehlverhalten

Hochwasserunfälle in der Regel statistisch nicht genau erfasst

Unfälle mit wassergefährdenden Stoffen in Bayern kumuliert 1996 bis 2003 nach Hauptunfallursachen

Tab. 4

Hauptunfallursachen	Unfälle 1996 bis 2003	
	Anzahl	%
Verhaltensfehler ¹	769	57
Materialfehler ²	352	26
Sonstige/ungeklärt	230	17
Insgesamt	1 351	100

1 Z.B. Bedienungsfehler, Montagefehler, mechanische Beschädigung, Kollision.
2 Z.B. Korrosion oder Alterung von Anlagenteilen, Versagen oder Mängel von Schutzeinrichtungen oder Armaturen.

Kubikmeter leichtes Heizöl freigesetzt wurden. Im Landkreis Regensburg konnten nach der Trennung des Öl-Wasser-Gemisches ca. 83 Kubikmeter leichtes Heizöl wiedergewonnen werden.

Unfallfolgen, Schadensbekämpfung und Kosten

Bei 79% der in Bayern im Untersuchungszeitraum 1996 bis 2003 registrierten Unfälle mit wassergefährdenden Stoffen lief ein Teil der freigesetzten Stoffe auf den Boden und konnte so zunächst in die obersten Bodenschichten eindringen (Tabelle 5). Als weitere Unfallfolgen wurden Verschmutzungen von Oberflächengewässern (28%) und eine Beeinträchtigung von Kanalisationen bzw. Kläranlagen (27%) durch Schadstoffe gemeldet. Bei immerhin noch 106 Unfällen (8%) trat eine Belastung des Grundwassers bzw. einer Wasserversorgung ein. Dabei ist zu beachten, dass im Allgemeinen für jeden Unfall auch mehrere Unfallfolgen angegeben werden konnten.

Unfälle mit wassergefährdenden Stoffen in Bayern kumuliert 1996 bis 2003 nach Unfallfolgen

Tab. 5

Unfallfolgen	Unfälle 1996 bis 2003	
	Anzahl ¹	%
Verunreinigung, und zwar		
des Bodens	1 068	79
eines Oberflächengewässers	384	28
eines Kanalnetzes bzw. einer Kläranlage	369	27
des Grundwassers bzw. einer Wasserversorgung	106	8
Sonstige Unfallfolgen/ungeklärt	127	9
Insgesamt¹	1 351	100

1 Mehrfachnennungen; bei Insgesamt ohne diese.

Durch das oftmals rechtzeitige Einleiten entsprechender Sofortmaßnahmen konnten in vielen Fällen schwerwiegendere Unfallfolgen verhindert oder eingeschränkt werden. Die Kosten aller Sofort- und Folgemaßnahmen der Unfälle in den Jahren 1996 bis 2003 wurden auf insgesamt über 17 Millionen Euro beziffert. Pro Unfall errechnen sich somit durchschnittlich rund 12 700 Euro, pro freigesetzten Liter durchschnittlich weniger als ein Cent. Dieser Gesamtbetrag ist jedoch mit einigen Unsicherheiten behaftet, da oftmals die Kosten nur vage geschätzt bzw. überhaupt nicht angegeben werden konnten. In der Regel fehlen zudem u.a. indirekte Aufwendungen wie z.B. Personal- und Sachkosten für Behörden, Feuerwehr oder Polizei sowie volkswirtschaftliche Kosten wie z.B. Produktionsausfälle.

In acht Jahren über 17 Mill. € für Schadensbekämpfung