

Dolinen und Feuchtbiotope im Kelheimer Jurakarst

Zustandserfassung und ökologisches Entwicklungskonzept

Gefördert im Rahmen der Projektförderung
beim Bayerischen Naturschutzfonds für
Kleinstmaßnahmen aus Mitteln der Glücksspirale.



GlücksSpirale
Der Dreh um die Millionen



1	Zusammenfassung	3
2	Allgemeine Angaben	4
3	Einleitung.....	6
4	Vorarbeiten.....	7
5	Dolinen – ökologische Brennpunkte der Hochfläche	9
5.1	Dolinen im Untersuchungsgebiet – ein Überblick	10
5.2	Rechtlicher Status	11
5.2.1	Wasserrecht.....	11
5.2.2	Naturschutzrecht	13
6	Problemstellungen.....	13
6.1	Dolinen als Bewirtschaftungshindernisse: Problem der Flureinteilung	14
6.2	Einbruchgefahr: Zeiger der Instabilität	14
6.3	Überschwemmungen: Wenn die Doline verstopft ist.....	17
6.4	Wasserverunreinigungen	17
6.4.1	Nitrat.....	18
6.4.2	Phosphat.....	19
6.4.3	Fäkalbakterien	20
6.4.4	Trübung.....	22
6.5	Sickerwasser und Zwischenabfluss	22
6.6	Oberflächenabfluss und Erosion	23
6.6.1	Oberflächenabfluss während der Schneeschmelze.....	24
6.6.2	Oberflächenabfluss bei Starkregen	24
6.7	Fazit	26
7	Maßnahmen im Offenland	26
7.1	Zonendefinition	26
7.2	Maßnahmen im gesamten Karstgebiet.....	27
7.2.1	Optimierung der Stickstoffdüngung.....	27
7.2.2	Umgang mit neuen Einbrüchen und Senkungen	27
7.2.3	Bewuchs in den Dolinen.....	27
7.2.4	Ringförmige Pufferstreifen	29
7.2.5	Zentrale Aufgabe: Vermeidung von Kurzschlussbahnen.....	30
7.3	Zusätzliche Maßnahmen in Trinwasser-Risikobereichen	32
7.3.1	Reduzierung der Belastungen und Belastungsrisiken aus dem Siedlungsbereich	32
7.3.2	Vorbehandlung des Wirtschaftsdüngers	32
7.3.3	Verringerung der Einbruchgefahr in Risikogebieten.....	32
7.3.4	Allgemeines zum Bewuchs.....	33
7.3.5	Bewuchs in den Dolinen.....	34
7.3.6	Maßnahmen im Dolinenfeld	34
7.3.7	Vorfeldgestaltung	35
7.3.8	Räumung von Dolinen in Risikogebieten	35
8	Maximale Investitionskosten der vorgeschlagenen Maßnahmen und Fördermöglichkeiten.....	36
8.1	Reduzierung der Belastungen und Belastungsrisiken aus dem Siedlungsbereich.....	36
8.2	Erhöhung der Lagerkapazität für Wirtschaftdünger	36
8.3	Ankäufe	37
8.4	Verfahrenskosten Neuordnung	37
8.5	Einzelmaßnahmen in Sonderfällen	38
9	Weitere Schritte	38
	Anhang.....	42
	Referenzstatistik	42
	Auszüge aus der Biotopkartierung	44

1 Zusammenfassung

Die Studie beschäftigt sich mit einem Bereich von 10 km Tiefe nördlich der Linie Essing – Dietfurt im fränkischen Jura (siehe Karte). Ziel ist, ein ökologisches Entwicklungskonzept zu entwerfen, das den Anforderungen von Landwirtschaft und Ressourcenschutz gerecht wird. Als ökologische Brennpunkte der Hochfläche werden die Dolinen beschrieben. Am Schicksal von Dolinen entscheidet sind durch ihre augenfällige Verbindung mit Untergrund oft das Schicksal von vielen Kilometern entfernten Brunnen und Quellen. Zugleich erscheint eine Doline oder ein Dolinenfeld durch seine Senkenlage als optimaler Indikator der Verhältnisse im Einzugsgebiet. Befinden sich Doline bzw. Dolinenfeld in einem guten ökologischen Zustand, gilt die auch für das Einzugsgebiet – und umgekehrt. Als Hauptinstrument werden „intelligente Pufferstreifen“ empfohlen, die teilweise weit in das Vorfeld der Dolinen reichen müssen, um Problemfrachten frühzeitig abzufangen. So können Dolinen auch zum Schlüssel der Entwicklung des Biotopverbundes auf der Hochfläche werden.

2 Allgemeine Angaben

Bearbeitungsgebiet:

Bereich von 10 km Tiefe nördlich der Linie Essing – Dietfurt.

Politische Zugehörigkeit:

Niederbayern,

Ldkr. Kelheim mit den Gemeinden

Markt Essing

Markt Painten

Stadt Riedenburg

Oberpfalz,

Ldkr. Neumarkt mit den Gemeinden

Markt Breitenbrunn

Stadt Dietfurt

Ldkr. Regensburg mit der Gemeinde

Hemau

Fläche des Bearbeitungsgebiets:

23,5 x 10 km = 235 km²

Bodenbedeckung:

Wald 50,30%

LF, davon 42,88%

- Acker 34,73%

- Wiese 8,16%

Siedlung 3,13%

Verkehrsflächen 2,45%

Gewässer 1,23%

100,00%

(nach TK 25)

Seehöhen:

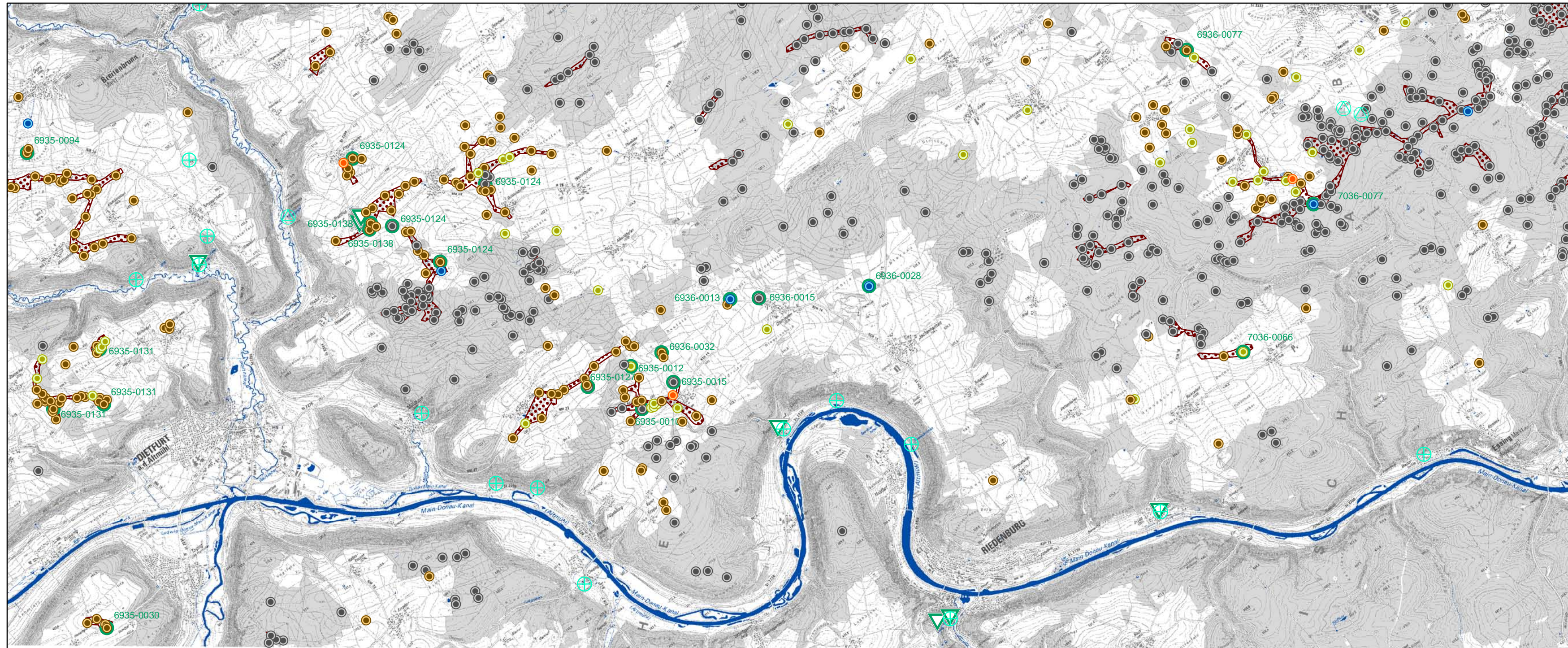
Niedrigste Höhe: 351 m Markt Essing

Häufigste Höhen der Hochfläche: 490 bis 510 m

Höchste Erhebung: 583 m Mantelberg bei Jachenhausen

Niederschläge:

Ca. 800 mm



LEGENDE

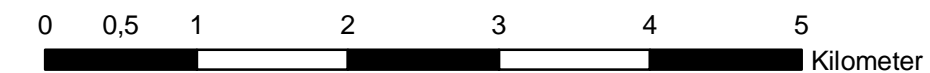
Vorkommende Lebensraumtypen in Dolinen

- Permanente Gewässer
- Wald
- Acker
- Grünland
- Siedlung

Naturschutzfachliche Bedeutung der Dolinen

- Geschützt als Naturdenkmal (Art. 9 BayNatSchG)
- Kartiertes Biotop

- Brunnen
- Quelle
- Dolinenfelder



Quellenangaben:
 Topographische Karten (LVG, Stand 2009)
 Biotopkartierung (Bayerisches LfU, digitale Fassung, Stand 2006-2007)



Projekt:	Dolinen im Kehlheimer Jurakarst Zustandserfassung und ökologisches Entwicklungskonzept		
Vorhabens-träger:	 Landschaftspflegeverband VöF Kehlheim Anschrift: Donaupark 13 93309 Kehlheim Telefon: 09441 / 207-359 Fax: 09441 / 207-339 Email: voef@landkreis-kehlheim.de Homepage: www.voef.de		
Planinhalt:	Übersichtskarte	Proj.-Nr.:	
		Plan-Nr.:	1
Verfasser:	 Anschrift: Obere Hauptstraße 29 85354 Freising Telefon: 08161 / 44 0 11 Fax: 08161 / 44 0 12 Email: info@hsz-media.de Homepage: www.hsz-media.de		Bearbeitung: Schmitt Planzeichnung: Mörtl Datum: 05/2009 Maßstab: 1:50.000



Beispiele: Bewuchsstrukturen von Dolinen aus der Umgebung von Perletzhofen

Weidengesäumte wassergefüllte Doline bei Otterzhofen (links), typischer Mischbestand von Gehölzen und großwüchsigen Gräsern und Kräutern westlich Perletzhofen (Mitte), Schluckstelle im Acker (rechts)

nutzbare Feldkapazität:

durchschnittlich 100 mm (Glaser 1998¹, S. 16)

Grundwasserneubildung:

285 mm/a, davon 220 mm im Winterhalbjahr (Glaser 1998, S. 14)

3 Einleitung

Im Folgenden geht es vor allem um die Frage, welche kulturtechnischen Maßnahmen ergriffen werden können, um die Bewirtschaftung der Albhochfläche unter dem Gesichtspunkt des Arten- und Biotopschutzes sowie des Ressourcenschutzes zu optimieren. Die geohydrologische Untersuchung ist nicht Gegenstand der Ausführungen. Dazu wird auf die vorhandenen Arbeiten verwiesen (siehe unten). Untersuchungsgebiet ist der Bereich nördlich der Altmühl zwischen Essing und Dietfurt.

Unter den Böden der Hochfläche findet sich der mehr oder wenig klüftige, stark verwitterte Kalkstein. Die Verwitterungsformen des Kalksteins machen die geologisch bedingte Eigenart der untersuchten Landschaft aus. Zahlreich sind die mehr oder weniger großen und tiefen Trichter auf der Albhochfläche – sie werden im Folgenden vereinfachend durchwegs „Dolinen“ genannt. Oft sind sie in ihrer vielfältig unterschiedlichen Gestalt

¹ S. Glaser: Der Grundwasserhaushalt in verschiedenen Faziesbereichen des Malm der Südlichen und Mittleren Frankenalb

zwischen Teich und Wiese, Gehölz und Ackermulde die einzigen abweichenden Strukturen in großen Ackerflächen. Gelegentlich entstehen bis heute neue Einsturztrichter. In vielen Fällen gibt es zwischen den Dolinen und den tiefer liegenden Hohlräumen verbindende Klüfte im Gestein. Dadurch wird Oberflächenabfluss zunächst schadlos abgeführt. Selbst periodische oder dauernde Fließgewässer können in „Schlucklöchern“ verschwinden. Die Klüfte können bis in die grundwasserführenden Schichten reichen, die durch Brunnenanlagen genutzt werden. Alte Dolinen sind dagegen oft eingeebnet und leiten auch nicht mehr Wasser in den Untergrund als die benachbarten Flächen.

Relevant für die Fragestellung dieser Untersuchung ist, dass

- der Untergrund der Albhochfläche lokal instabil sein kann,
- als charakteristische Besonderheit der Landschaft vielerorts Dolinen entstanden sind und entstehen, die ein breites Spektrum von Biotoptypen abdecken,
- bis zum Erweis des Gegenteils im Einzelfall davon ausgegangen werden muss, dass durch die Dolinen annähernd ungefiltertes Oberflächenwasser in den Grundwasserstrom einlaufen kann, der dann wieder zur Trinkwasserversorgung genutzt wird und
- im Gegenzug die Dolinen notwendiger Teil des Entwässerungssystems der Hochfläche sind.

Die besondere Bedeutung der Dolinen wird im Folgenden noch deutlicher umrissen.

4 Vorarbeiten

Die Komplexität des Karst hat bereits eine große Zahl von Experten angezogen und herausgefordert. Die Arbeit von Glaser 1998 fasst die Erkenntnisse zur Hydrogeologie der Region zusammen und bereichert sie mit zahlreichen eigenen Versuchsergebnissen. Dabei weist er u. a. auf den hydrologisch wichtigen Unterschied zwischen der Schicht- und der Massenfazies hin: Die Massenfazies, gebildet aus Schwämmen und Korallenriffen, wirkt bis heute noch eher als Schwamm. Die Schichtfazies hingegen weist schnellleitende Hohlraumssysteme auf.

Die Brunnenanlagen des Wasserzweckverbandes Jachenhausener Gruppe beschäftigen Hydrogeologen fortwährend. Einen zusammenfassenden Überblick gibt Prösl 1998².

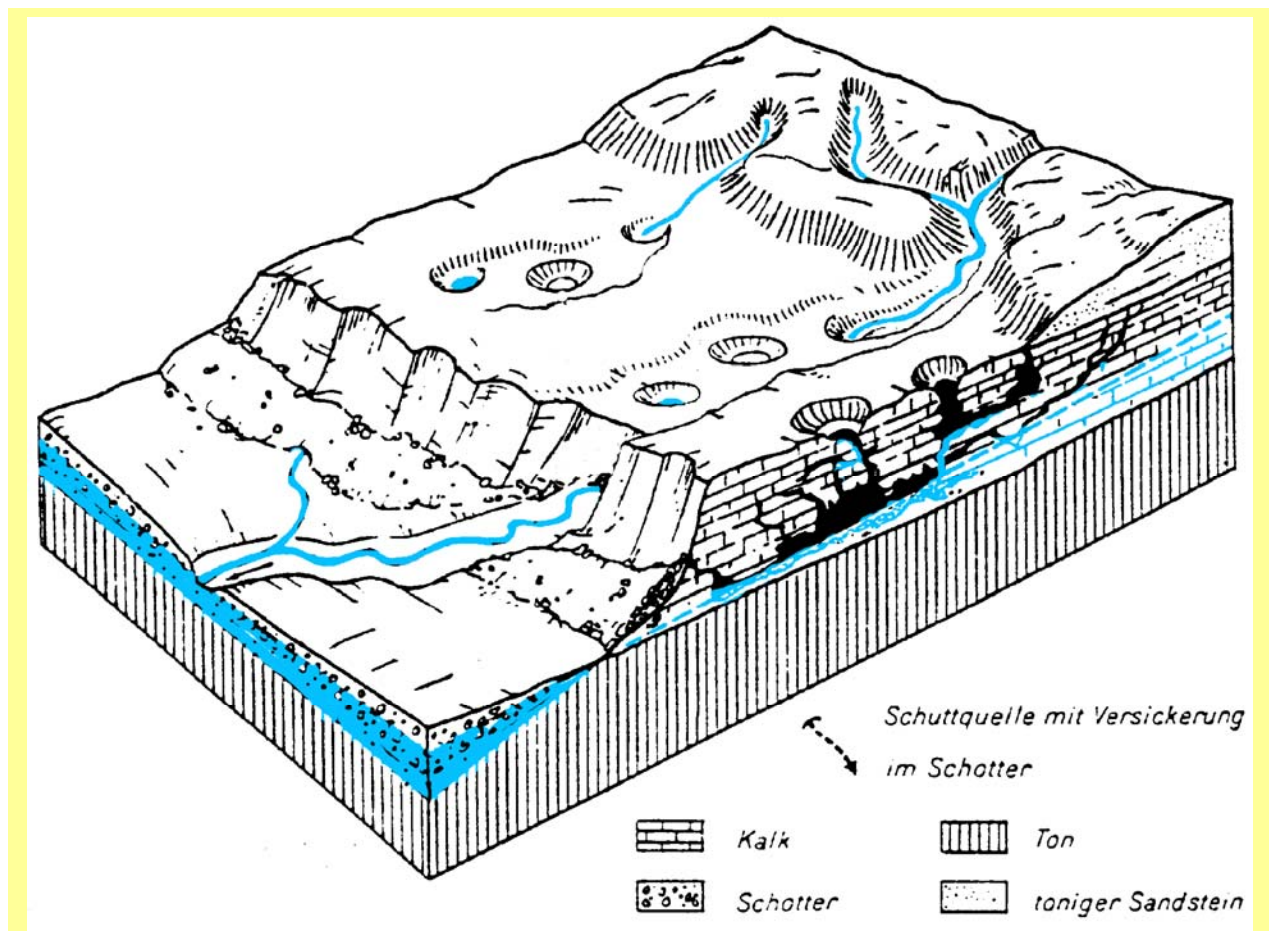
Den Umgriff der Brunnen Neulohe bearbeiteten Watec 1991 ff, Prösl 1994, dazu auch Pschorr 1995, erweitert durch Seiler 1995³. Zum Einzugsgebiet der Sipplquellen gibt es Untersuchungen von Prösl 2000, 2001 und

(=GSF-Bericht 2/98). München 1998

²

³ Unveröffentlichte Gutachten: WATEC: Erläuterungen zur Deckschichtenkarte aus dem Umfeld Neulohe (1993), PRÖSL: Bewertung der Verkeimung des Grundwassers im Brunnenfeld Neulohe (1994); - PSCHORR: Untersuchung der Dolinen im Wassereinzugsgebiet der Brunnen des Zweckverbandes zur Wasserversorgung der Jachenhausener Gruppe (1995),

2001b Karstwassermarkierungen von Schönfeld 2002 und eine Arbeit von Unger 2005⁴. Über einen



Grafik: Oberflächen- und Grundwasser hängen im Karst eng zusammen (verändert nach HARMS 1979)

Langzeitpumpversuch für eine Brunnenerkundung im Ehtal bei Breitbrunn, begleitet von Markierungsversuchen, berichtet Prösl 1998b. Rechts der Breitenbrunner Laaber liegen die Brunnen von Parleithen. Mit ihrem Einzugsgebiet beschäftigen sich u. a. Prösl 1994 und Schönfeld 1996 und 2001⁵

Im Rahmen von Ausgleichsmaßnahmen der Rhein-Main-Donau AG (Umsetzung des Biotopverbundesprojektes in der Stadt Dietfurt) wurden Dolinensanierungen veranlasst⁶. 24 sanierungsbedürftige Dolinen wurden geräumt, 5 wurden angekauft, vor einer Doline wurde ein Absetzbecken gebaut. Ebenso veranlasste das Landratsamt des

SEILER: Gutachterliche Stellungnahme zur bakteriologischen Beeinflussung der Trinkwasserfassungen Neulohe I und II (1996)

⁴ Unveröffentlichte Gutachten: PRÖSL : Bewertung der Auswirkungen der Quellwasserableitung der Sipplquelle (2001), ders.: Ergebnisbericht der hydrologischen und hydrochemischen Untersuchungen an der Sipplquelle (2001); ders.: Konzept zur Erfassung der wasserchemischen Zusammensetzung der Sippl-Quellen (2000), SCHÖNFELD: Ergebnisse von Karstwassermarkierungen nordöstlich von Dietfurt (2002) UNGER: Dolinen, Deckschichten, Böden und aktuelle Landnutzung im Raum Erggertshofen (2005);

⁵ SCHÖNFELD: Ergebnisse der Karstwassermarkierung über eine Doline bei Dürrn (1996); ders.: Ergebnisse der Karstwassermarkierung über eine Doline bei Reitenbuch (2001)

⁶ SCHEUERECKER et al.: div. Berichte.



Beispiele: Verschmutzung von Dolinen – das Problem ist gering geworden

im Bild einer wenig appetitliche Doline in Maierhofen fällt ein alter Reifen auf (links), eine Doline südöstlich Dürn wurde vom Rand verfüllt (rechts)

benachbarten Kreises Kelheim Räumungen von Dolinen. Eine Sanierung dort hat der Landschaftpflegeverein VöF exemplarisch dokumentiert

Im „Grundwasserschutzprojekt Jura“ wurden rund 100.000 Euro vor allem in technische Ausstattung zur Bodenprobennahme investiert. Dies ist Basis für eine intensive Fachberatung. Durch diese Maßnahme konnte der Gehalt löslichen Stickstoffs in den Ackerflächen deutlich reduziert werden und damit ein wichtiger Beitrag zu einem nachhaltigem Grund- und Trinkwasserschutz geleistet werden.

5 Dolinen – ökologische Brennpunkte der Hochfläche

Dolinen sind weit mehr als „Landschaftselemente“: Mit einer beliebig in der Landschaft verlegten Hecke etwa, die allenfalls ihr möglicherweise schon erreichtes Alter adelt, sind sie nicht zu vergleichen. Dolinen liegen nicht, wie noch detaillierter zu zeigen ist, beliebig in der Landschaft. Sie akzentuieren vielmehr i.d.R. Senken und Täler. Außerdem weisen sie ein breites Spektrum von Lebensraumtypen auf:

- Dolinen sind nach unserer Kenntnis die einzigen quasi-natürlichen permanenten Gewässer im Untersuchungsgebiet,
- Dolinen sind Basis für Grünlandflecken im Acker,
- Dolinen sind Grundlage von Feldgehölzen und Krautsäumen.

Wenig erfolgreich gestaltet sich einzig die Suche nach Magerwiesen in Dolinen. Das liegt aber schon an der

typischen Senkenlage: Lateraler Nährstoffeintrag ist die Regel.

Es wäre aber eine Verkürzung, die Dolinen alleine für sich zu betrachten. Am Schicksal von Dolinen entscheidet sind, durch ihre augenfällige Verbindung mit Untergrund, oft das Schicksal von vielen Kilometern entfernten Brunnen und Quellen. Zugleich erscheint eine Doline oder, wie wir später noch darstellen werden, besser ein Dolinenfeld durch seine Senkenlage als optimaler Indikator der Verhältnisse im Einzugsgebiet. Befinden sich Doline bzw. Dolinenfeld in einem guten ökologischen Zustand, gilt dies auch für das Einzugsgebiet – und umgekehrt. So können Dolinen auch zum Schlüssel der Entwicklung des Biotopverbundes auf der Hochfläche werden.

5.1 Dolinen im Untersuchungsgebiet – ein Überblick

Anhand der Topografischen Karte 1 : 25000 haben wir im Untersuchungsgebiet ca. 670 Dolinen gezählt, wobei wir mehrere Signaturen mit einem Abstand < 50 m als eine erfasst haben (vgl. Karte). Das ergibt knapp 3 Dolinen pro Quadratkilometer. Die Vegetation der Dolinen ist folgender Tabelle zu entnehmen:

Tabelle: Vegetationsbedeckung der (größeren) Dolinen im Untersuchungsgebiet

Wald	440	66%
Grünland	40	6%
Acker	190	28%
gesamt	670	

Quelle: TK 25

Dabei sind nur die auffälligsten erhaltenen Dolinen erfasst. Eine stichprobenartige Überprüfung mit der Flurkarte und der Abgleich beider Quellen mit dem aktuellen Luftbild ergab:

Tabelle: Dolinen im Offenland zwischen Perlethofen und Otterzhofen

TK 25	Davon im Luftbild		Flurkarte	Davon im Luftbild	
16	9	56 %	35	11	31 %

Hinweis: Schluckstellen im Acker, die nur durch Boden- oder Bewuchsverfärbungen erkennbar sind, wurden bei der Luftbildauswertung nicht mitgezählt

Unger 2005 (S. 71) hat im Raum Erggerthofen aus 108 Dolinen eine durchschnittliche Größe der Dolinen von 550 m² ermittelt. Die Durchschnittsdoline ist danach 27 m lang, 17 m breit und 2 bis 3 m tief.

Der häufigste Bewuchs der Dolinen ist – bedingt durch ihre Verteilung – Wald, insbesondere mesophytische,

buchenwaldartige Laubwälder⁸. Im Offenland werden viele Schluckstellen in Ackerlagen überpflügt. Der Bewuchs der erhaltenen Dolinen im Offenland ist oftmals eine Mischung hochwüchsiger Gräser und Kräuter nährstoffreicher Standorte und mehr oder weniger zahlreicher Gehölze, es gibt alle Ausprägung von der reinen Gras-/Krautflur bis hin zur vollständigen Gehölzbedeckung. Einige Dolinen werden als Wiesen benutzt, einige sind so dicht, dass sie sich zu kleinen Gewässern entwickelt haben.

Müll in Dolinen wird als Problem in der älteren Literatur oft beschrieben. Er wurde auch bei unseren Inaugenscheinnahmen festgestellt, allerdings in überschaubarem Umfang. Das bestätigt die Einschätzung von Bürgermeister Stephan (Stadt Dietfurt), dass das Problembewusstsein in dieser Hinsicht deutlich gestiegen ist. Auffällig ist, dass nur gehölzbestandene „Löcher“ Ziel von Entsorgungen waren.

5.2 Rechtlicher Status

Relevant sind vor allem zwei Rechtsbereiche:

- das Wasserrecht und
- das Naturschutzrecht

5.2.1 Wasserrecht

Soweit Trinkwasserbrunnen und ihre Einzugsgebiete betroffen sind, wird auf die geltenden Verordnungen verwiesen. Schwieriger ist der status von gewässersensiblen Bereichen oder gewässerartigen Gebilden vor allem außerhalb der Trinkwasserschutzgebiete.

§ 1 (1) des Wasserhaushaltsgesetzes⁹ führt aus, das Gesetz gelte für

„das ständig oder zeitweilig in Betten fließende oder stehende oder aus Quellen wild abfließende Wasser (oberirdische Gewässer)“,

und (3)

„das unterirdische Wasser in der Sättigungszone, das in unmittelbarer Berührung mit dem Boden oder dem Untergrund steht (Grundwasser).“

⁸ Schindler, I.(1995): Flora und Vegetation der Dolinen im Kehlheimer Forst. Diplomarbeit am Institut für Botanik der Universität Regensburg. S. 60

⁹ Wasserhaushaltsgesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 19. August 2002 (BGBl. I S. 3245), zuletzt geändert durch Artikel 8 des Gesetzes vom 22. Dezember 2008 (BGBl. I S. 2986)

Das Bayerische Wassergesetz¹⁰ ergänzt in Art. 1 (1) den vom Wasserhaushaltsgesetz übernommenen Gültigkeitsbereich auf „das nicht aus Quellen wild abfließende Wasser“.

Damit fallen aktive Schlucklöcher zumindest unter das Bayerische Wassergesetz, nach unserem Verständnis aber bei weitem nicht alle Dolinen. Die gelegentlich zu hörende Aussage, Dolinen seien generell Gewässer 3. Ordnung, lässt sich u.E. aus den Gesetzen nicht ableiten. Man kann Dolinen umgekehrt nur mit großer Vorsicht als „Gewässer“ im Sinne des Wasserrechts bezeichnen. Dem üblichen Erscheinungsbild nach ist das durchaus schlüssig. Ebenso argumentiert auch das Landratsamt Kelheim im Hinblick auf die Einleitung des Ablaufs einer Kläranlage und einer Mischwasserbehandlung in eine Doline nicht mit einem möglichen eigenen wasserrechtlichen Status dieser Doline. Vielmehr sieht es als Rechtsgrundlage seiner Entscheidung die Einleitung in das Grundwasser¹¹.

Die Einleitung ist eine (erlaubnispflichtige) Benutzung nach §3 (1) des Wasserhaushaltsgesetzes:

„Benutzungen im Sinne dieses Gesetzes sind

(...)

4. Einbringen und Einleiten von Stoffen in oberirdische Gewässer,

5. Einleiten von Stoffen in das Grundwasser,

6. Entnehmen, Zutagefördern, Zutageleiten und Ableiten von Grundwasser.“

Sowie

„(2) Als Benutzungen gelten auch folgende Einwirkungen:

(...)

2. Maßnahmen, die geeignet sind, dauernd oder in einem nicht nur unerheblichen Ausmaß schädliche Veränderungen der physikalischen, chemischen oder biologischen Beschaffenheit des Wassers herbeizuführen.“

Für gestalterische Maßnahmen an Dolinen und in ihrem Vorfeld sind noch folgende Einschränkungen der Gültigkeit der Gesetze wichtig:

Art. 1 (2) des Bayerischen Wassergesetzes:

„Das Wasserhaushaltsgesetz und dieses Gesetz sind nicht anzuwenden auf

1. Be- und Entwässerungsgräben“

sowie

§3 (3) des Wasserhaushaltsgesetzes

¹⁰ Bayerisches Wassergesetz (BayWG) in der Fassung der Bekanntmachung vom 19. Juli 1994 (GVBl S. 822, BayRS 753-1-UG), zuletzt geändert durch Gesetz vom 20. Dezember 2007 (GVBl S. 969)

„Maßnahmen, die dem Ausbau eines oberirdischen Gewässers dienen, sind keine Benutzungen. Dies gilt auch für Maßnahmen der Unterhaltung eines oberirdischen Gewässers, soweit hierbei nicht chemische Mittel verwendet werden.“

5.2.2 Naturschutzrecht

Einzelne Dolinen sind als Naturdenkmale geschützt.

Das Untersuchungsgebiet liegt im Naturpark Altmühltal (Südliche Frankenalb). Für die Aufgabestellung relevante Rechtssetzungen können aus der Verordnung (vom 14.09.1995) nicht entnommen werden.

Unter Schutz kraft Gesetz stehen nach Art. 13 e des Bayerischen Naturschutzgesetzes¹² „ökologisch oder geomorphologisch bedeutsame Dolinen“ sowie „Tümpel und Kleingewässer“. Es ist verboten, sie zu beseitigen oder schwer zu beeinträchtigen.

6 Problemstellungen

Folgende Probleme werden zumindest teilweise der geologischen Besonderheit des Gebiets zugeschrieben:

1. Dolinen als Bewirtschaftungshindernisse
2. Einbruchsfahr für Maschinen, Infrastruktureinrichtungen und Gebäude,
3. Überschwemmungen auf der Hochfläche und in Tälern
4. in Trinkwasserbrunnen gelegentliche Nachweise von
 - a) Pflanzenschutzmitteln,
 - b) Keimen,
 - c) Wenigstens in der Vergangenheit: nennenswerte Nitratwerte im Trinkwasser und
 - d) Trübung

¹¹ Bekanntmachung Nr. III 4-641-P 5 vom 06.11.2002, Amtsblatt des Landkreises Kelheim Nr. 21, 58. Jg.

¹² Gesetz über den Schutz der Natur, die Pflege der Landschaft und die Erholung in der freien Natur (Bayerisches Naturschutzgesetz) in der Fassung der Bekanntmachung vom 23. Dezember 2005 (GVBl 2006, S. 2)



Fallbeispiel Bewirtschaftungshindernis: Dolinenfeld bei Baiersdorf

aufgenommen am 12.03.2009. In der Mitte eines gut geschnittenen Ackers liegt eine Doline (Fichtenaufforstung). Weitere dunkle Schluckststellen links davon markieren den Verlauf des Dolinenzugs.

5. Algenwachstum in stehenden Oberflächengewässern

6.1 Dolinen als Bewirtschaftungshindernisse: Problem der Flureinteilung

Am direktesten konfrontiert mit Dolinen sind die Landwirte der Hochfläche. Für sie stellen die Dolinen mehr oder weniger ausgeprägte Bewirtschaftungshindernisse dar, weil die Flureinteilung über sie hinweg geht.

Naheliegenderweise wurden im Lauf der Zeit sehr viele dieser störenden Gebilde verfüllt. Ob das zu einem dauerhaften Erfolg führte oder einen neuen Einbruch beim Nachbarn verursachte, sei dahingestellt. Das

Problem lässt sich u.E. im Sinn der Bewirtschaftung und im Sinne des Dolinen- und Gewässerschutz am elegantesten durch eine Flureinteilung lösen, die sich an den Dolinenfeldern (siehe folgenden Text) orientiert.

6.2 Einbruchsfahr: Zeiger der Instabilität

Eine geringe Einbruchsfahr besteht jederzeit und im größten Teil des Untersuchungsgebiets. Sie ist bei Arbeiten, die den Untergrund verletzen und/oder mit schweren Maschinen ausgeführt werden, naturgemäß erhöht. Landwirtschaftliche Bodenbearbeitung ist dafür ein Beispiel. Von landwirtschaftlicher Seite wird von solchen Einbrüchen berichtet, glücklicherweise sind keine Personen- oder Sachschäden bekannt. Stark erhöht ist die Gefahr neuer Einbrüche typischerweise im Spätwinter, nach langen Kälteperioden. Sie ereigneten sich in den von uns (2) bzw. von der Presse dokumentierten (1) Fällen am Rand von Wegen oder (untergeordneten) Straßen. Die Einbrüche finden sich in erkennbaren Dolinenfeldern, die typischerweise im Taltiefsten verlaufen. Die Erfahrungen aus dem Stadtgebiet Dietfurt zeigen auch, dass in denselben Bereichen immer wieder neue Einbrüche auftreten, wenn man die alten nur wieder einfach verfüllt.



Fallbeispiel Einbruchgefahr: Einbruch bei Eismannsdorf

aufgenommen am 12.03.2009. Typisch ist die Situation: Im Zentrum des Einbruchs liegt der Böschungsfuß eines Weges, der mit keinem eigenen Entwässerungsbauwerk ausgestattet ist. Dahinter erstreckt sich ein gering dem Weg zugeneigtes Feld. Es sind keine nennenswerten Spuren vom Ablauf von Oberflächenwasser erkennbar, wie er nach der Schneeschmelze nicht ungewöhnlich wäre.

Aus dieser Situation lassen sich die folgenden relevanten Faktoren erschließen:

- Der Untergrund war bereits sehr instabil, wie das umgebende Dolinenfeld zeigt.
- Möglicherweise wurde der Untergrund durch den Straßen-/Wegebau weiter destabilisiert – das ist hier eher der Vollständigkeit halber erwähnt, wir halten es für vergleichsweise unwahrscheinlich.
- Wassersättigung des Bodens, wie sie am Ende der Frostperiode die Regel ist, führt zu Wasserabgabe aus dem Boden in den Gesteinshorizont und damit zur Verringerung der Haftreibung zwischen den Gesteinen des Untergrunds.
- Durch die Straßen/Wege sind der flächige Ablauf des Oberflächenwassers und vor allem der Dränabfluss auf dem Karst gestört. Der Belag der Wege oder Straßen schränkt die Versickerung zumindest ein, das Wasser fließt seitlich in die Böschung ab. Es wird nicht oberflächlich abgeleitet, weil die Wege und untergeordneten Straßen nur bedarfsweise mit Entwässerungsbauwerken ausgestattet sind. Im Folgenden anzunehmen, dass der üblicherweise gut wasserdurchlässige Straßen-/Wegeunterbau das Entwässerungswasser zusammen mit Bodenwasser aus dem Acker bevorzugt bis zum darunter liegenden Gestein abführt. Dabei ist es für den praktischen Bedarf unbedeutend, ob die um die Masse des Wassers erhöhte Last auf der Fläche oder die besonders starke Durchnässung



Fallbeispiel Überschwemmungsgefahr: Doline bei Perletzhofen

Diese Doline nördlich Perletzhofen (Baumgruppe rechts) hat ein oberirdisches Einzugsgebiet von ca. 180 ha. Das Wasser wird über mehrere Gräben zugeleitet (Baumreihe in der Bildmitte, Altgrasstreifen am Wegesrand). Ein Rechenbeispiel zur Entwässerungsleistung: Wenn ein Strakregen zu einem Oberflächenabfluss von durchschnittlich 10 mm im Einzugsgebiet führt, muss die Doline 18.000 m³ schlucken. Das entspricht z.B. über 48 Stunden einem Ablauf von über 100 l/s oder einem nennenswerten Bach.

primär schadenursächlich ist. Im Ergebnis löst die scheinbar geringfügig erhöhte Wassermenge den Einbruch aus.

- Da die geologische Instabilität sich über ein weiter ausgedehntes Dolinenfeld erstreckt, kommt es immer wieder zu neuen Einbrüchen, so lange die Ursache nicht behoben ist.

Die Lösung muss daher in einer technischen Ableitung des Wasser in einen unschädlichen Bereich bestehen (in dem auch ein Einsturz in Kauf genommen werden kann) oder dem Zulassen einer Doline an Ort und Stelle. Dass das Wasser sich bei einer Verfüllung andere Wege suchen wird, zeigen u.E. auch die Großdolinen, an Ortsrändern. Sie sind selbst dann zu finden sind, wenn die Dolinen der Ortsflur sonst kleiner sind oder sogar ganz fehlen. U.E. hat sich hier der Dach- und Straßenablauf seine leistungsfähigen Entwässerungswege selbst geschaffen.

Die Einbrüche zeigen: In den von Dolinen markierten Tallagen ist der Grund auch ohne die Manifestation einer Doline instabil. Fasst man die Dolinen im Taltiefsten kartografisch zu Dolinenfeldern zusammen, machen diese im Offenland etwa 210 ha oder 2 % der Fläche aus, sie umfassen aber 157 Dolinen oder 68 % der Dolinen des Offenlandes. Im Dolinenfeld ist das Einbrechen einer neuen Doline in einen Karsthohlraum nicht mit dem Herausbrechen eines Steins aus einem ansonsten stabilen Gewölbe zu vergleichen, sondern eher mit dem Durchtreten einer völlig morschen (oder verfaulten) Decke. Durch diese Decke tropft das Wasser auch dann, wenn sich der Durchbruch (noch) nicht ereignet hat. Das heißt im Umkehrschluss nicht zwingend, dass der Untergrund außerhalb der Dolinenfelder stabiler ist und das Sickerwasser weniger leicht in das Gestein und durch das Gestein hindurch geleitet wird. Aber es ist doch wahrscheinlicher.

6.3 Überschwemmungen: Wenn die Doline verstopft ist

Das spektakulärste Hochwasser, das überliefert ist, liegt inzwischen ein Jahrhundert zurück. Weil es in besonderer Deutlichkeit zeigt, was auch in Zukunft wieder passieren kann, wird es hier wieder gegeben (Nach Unger 2005, S. 49): Am letzten Tag des Januar 2009 begann es auf der Hochfläche zu schneien. Der Schneefall dauerte vier Tage und ging am fünften Tag in Regen und Tauwetter über. Aufgrund der mächtigen Schneeauflage und der andauernden Bodengefrorenis war eine zügige Versickerung des anfallenden Schmelzwassers unmöglich. Hierdurch bildete sich auf der Hochfläche ein fünf Quadratkilometer großer Schmelzwassersee in den Tiefenlinien. Die angefallene Wassermenge wird auf 5 bis 10 Mio Kubikmeter geschätzt. Durch das Hochwasser wurden mehrere Ortschaften (u.a. Eutenhofen und Perletzhofen) überflutet. Dabei ertranken auch mehrere Stück Vieh. Nachdem das Wasser auf der Hochfläche versickert war, trat es über die Mühlbachquellhöhle wieder zu Tage und überschwemmte die Ortschaft Mühlbach.

6.4 Wasserverunreinigungen

Kulturtechnisch relevant sind Brunnen- und Quellverunreinigungen durch Nitrat und Fäkalbakterien, ggf. auch Trübungen. Die Stoffe bewegen sich im Boden bzw. auf dem Boden in unterschiedlichen Fortbewegungsweisen und müssen daher getrennt betrachtet werden. Phosphat ist natürlicherweise ein Mangelnährstoff in Oberflächengewässern. Einträge führen zur Eutrophierung und sind daher unerwünscht.



Fallbeispiel Phosphatbelastung: Altarm der Altmühl vor Neuessing

Das üblicherweise sehr klare Wasser wird regelmäßig durch Algenblüte unansehnlich. Das Wasser- und Schifffahrtsamt vermutet Quellen, die aus dem Karst gespeist werden, als Ursache (Klaus Amann, VöF, mdl.)

6.4.1 Nitrat

In den Wasserversorgungsanlagen der Jachenhausener Gruppe werden im Ortsnetz Dietfurt 7 mg Nitrat /l und im Ortsnetz Ihrlerstein um 21 mg/l gemessen (hier: Messungen vom 24.04.2008). Nitrat ist ein notwendiger Pflanzennährstoff. Gelöst im Wasser ist es ein verbreitetes Problem der Trinkwasserversorger. Die hohen Mengen entstehen in der Regel durch Düngung von Ackerflächen, andere Nitratquellen (z.B. undichte Abwasserleitungen) spielen meist keine große Rolle, die Nitratverlagerung unter Grünland erscheint – auch unter Intensivgrünland mit wenigen mg/l sehr gering¹³, unter Wald vernachlässigbar. Ausnahmen sind Humuszersetzungprozesse, z.B. in trockengelegten Niedermooren oder in Wäldern nach Windbruch. Diese Ausnahmen sind im Untersuchungsgebiet nicht von herausragender Bedeutung. Nitrat ist gut wasserlöslich, von den Pflanzen nicht benötigtes Nitrat wird daher leicht aus- oder abgewaschen und mit dem Grundwasserstrom transportiert. Zur Verminderung der Nitratverlagerung aus dem Wurzelraum ist daher die Vermeidung überschüssigen Nitrats im Wassereinzugsgebiet erforderlich. Der Wasserzweckverband Jachenhausener Gruppe unternimmt dazu erhebliche Anstrengungen (siehe Vorarbeiten). Dennoch scheint es zu merklichem

¹³ <http://www.lfl.bayern.de/iab/duengung/umwelt/17148/index.php?context=/lfl/iab/gruenland/>

Nitrataustrag zu kommen (will man die vorgefundenen Werte nicht ausschließlich mit zurückliegender Aufladung des Grundwasserspeichers erklären). Denn das Karstwasser scheint selbst in der Lage, Nitrat abzubauen (Glaser 1998). Ferner verdünnt die Grundwasserneubildung unter Wald und Grünland die Nitratfracht des ackerbürtigen Grundwassers. Wenn man für das gesamte Einzugsgebiet einen Ackeranteil von 50 % annimmt (wie er für das Gemeindegebiet Hernau zutrifft) und (hoch geschätzt) unter Acker eine doppelt so hohe Grundwasserneubildungsrate wie unter Grünland, ergibt sich noch eine Verdünnung des ackerbürtigen Grundwasser um den Faktor 1 : 2, dieses müsste bei einem Nitratgehalt von 21 mg/l also eine durchschnittliche Nitratfracht von > 30 mg/l haben. Das ist möglich. Die Annahme einer Nitratkonzentration von 85 mg/l unter Ackerflächen, wie sie Glaser 1998 (s. 87) beschreibt, erfasst aber eher den schlechtesten, nicht den Regelfall.

Als Eintragspfad erscheinen Oberflächenabfluss und der schnelle, „präferentielle“ Fluss von gelöstem Mineral- oder Wirtschaftsdünger, von dem auf diesen Seiten öfters die Rede ist, wahrscheinlicher als die vollständige Durchsickerung des Bodenfilters. Organischer Wirtschaftsdünger beispielsweise hat mit 4-8 kg/t einen um etwa vier Größenordnungen, also das Zehntausendfache, höheren Stickstoffgehalt. Es ist daher u.E. wahrscheinlicher, dass letztlich auch ein erheblicher Teil des im Brunnenwasser wiedergefundenen Nitrats den natürlichen Bodenfilter nicht vollständig passiert, sondern wie die im Folgenden zu besprechenden Belastungsfaktoren sehr rasch den Brunnen zugeführt werden.

6.4.2 Phosphat

Phosphat erzeugt regelmäßig Wasserblüte im Altarm der Altmühl vor Essing. Es wird angenommen, dass dieses aus Quellen eingetragen wird. Phosphorverbindungen werden über weitere Strecken vor allem an Bodenbestandteile gebunden verlagert.



Fallbeispiel Fäkalbakterien: Pufferstreifen einer Doline bei Baiersdorf

Aufnahme am 09.04.2009. Der Beginn der Dolinenböschung ist im Vordergrund erkennbar (Altgras). Hier gibt es einen breiten Grünland-Pufferstreifen (bis in den Mittelgrund), bevor wieder Äcker beginnen (Hintergrund). Nahe Obstbaumpflanzungen deuten darauf hin, dass das Ensemble durch eine landschaftspflegerische Maßnahme entstand. Gerade dieser Pufferstreifen wurde im Unterschied zu den benachbarten Äckern mit Gülle gedüngt, wie die Spuren zeigen. Welchen Sinn der Pufferstreifen unter diesen Umständen hat, erschließt sich nur mit Mühe. Es ist der vergleichsweise vorteilhaften Lage der Doline und der im Folgenden trockenen Witterung zu verdanken, dass in den Brunnen keine Probleme auftraten. Die Beobachtung war kein Einzelfall.

6.4.3 Fäkalbakterien

Angesichts der hohen Bakterienzahl (10^{12} bis 10^{17} Fäkalbakterien je m^3 Gülle, LfW 2004) erscheint es evident, dass Fäkalbakterien aus Gülle oder Mist entsprechende Verunreinigungen des Grundwassers verursachen. Als gleichsam herrschende Meinung wird dieser Ursache-Wirkungs-Zusammenhang auch in der regionalspezifischen Literatur voraus gesetzt. In der Fachliteratur ist er jedoch umstritten (dagegen argumentieren z.B. Tschirsch et al. 2002., zusammenfassend: Michels 2005¹⁴). Darauf und auf eigene

¹⁴ C. TSCHIRSCH et al: Einfluss von Landnutzung und Niederschlag auf das Vorkommen von Escherichia coli im Grundwasser, in: Wasser und Boden 54 (2002), S. 40 – 43; A. MICHELS: Charakterisierung des Transportverhaltens von Mikrosphären in Böden unterschiedlicher Nutzung und Bearbeitung, Diss Gießen 2005

Untersuchungen aufbauend wird in einer Untersuchung des LfW 2004 die Argumentation umgedreht: Fäkalbakterien kommen nicht nur aus Gülle und Mist in das Grundwasser, auch Kot von Wildtieren usw. kann die Ursache einer Verunreinigung sein. Allerdings wird die Bakterienbelastung aus Gülle und Mist als erhebliches Risiko angesehen: Die Belastung des Dränabflusses frisch gedüngter Flächen liegt nach den Versuchen des LfW in der Regel um das 10- bis 1000 fache höher als die Belastung der ungedüngten Flächen. In Beregnungsversuchen frisch gedüngter Flächen wurden 0,5 ‰ bis 14,7 % der ausgebrachten Fäkalbakterien im Dränabfluss wiedergefunden. Nach vier Monaten ist kein Unterschied zum Abfluss ungedüngter Flächen mehr erkennbar. Die Dräne liegen zwischen 0,7 und 1,2 m unter Bodenoberfläche. Diese Situation ist mit der Hochfläche vergleichbar, soweit das verkarstete Gestein unter geringmächtigen Bodenauflagen als Drän funktioniert. Die Autoren weisen darauf hin, dass eine viermonatige Güllelagerung zu einer vergleichbaren Reduktion der Keimzahl (um 2 Größenordnungen) führt wie das Bodensieb.

„Das Ausbringen von Gülle oder Mist hatte auch eine Erhöhung der Nährstofffracht im Dränabfluss zur Folge. Die Wiederfindungsraten von Nährstoffen und Fäkalbakterien lagen fast durchwegs in der gleichen Größenordnung. Das relativ mobile Ammonium wurde gleichermaßen ausgeschwemmt wie Phosphat mit seiner hohen Affinität zur mineralischen Bodenphase [gleiches gilt auch für Pestizide, Anm. d. A.]. Dies weist nochmals auf einen schnellen Stofftransport in bevorzugten Fließbahnen (preferential flow) hin, in dem die Kontaktzeit zur Bodensubstanz zu kurz ist, als dass sich ein Sorptionsgleichgewicht einstellen könnte (Lennartz et al. 1997)¹⁵.“

Randstreifen von 5 Metern Breite sind nur eingeschränkt geeignet, den unterirdischen Zustrom von Keimen ausreichend zu bremsen, wie Untersuchungen des LfW 2004 (S. 26) an einem Bach des Versuchsguts Scheyern nahe legen:

„Alle Ergebnisse deuten darauf hin, dass der fünf Meter breite Grünstreifen zwischen Bach und Acker seine Puffer- und Rückhaltefunktion nicht vollständig erfüllen kann.“ LfW 2004, S. 26

Die Autoren lassen allerdings offen, ob die zu geringe Streifenbreite oder Kurzschlussbahnen (siehe unten) im Streifen die Ursache sind. Die Autoren der Studie machen wenig Hoffnung, das Problem der Verkeimung durch pflanzenbauliche Maßnahmen zu lösen:

„Die Wiederfindungsraten von Fäkalbakterien im Dränabfluss lassen keine deutliche Abhängigkeit vom Standort, der Art der Bewirtschaftung, der Bodenbearbeitung sowie der Intensität des Dränflusses erkennen.“

Wir empfehlen daher technisch (d.h. durch Lagerung) den Eintrag durch Wirtschaftsdünger zu reduzieren.

¹⁵ B. LENNARTZ et al. (1997): Pflanzenschutzmitteleinträge in Oberflächengewässer durch Dränung, in: Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land und Forstwirtschaft, Heft 330, S. 39-62.

6.4.4 Trübung

Die Wassertrübung macht zeitweise an der Sipplquelle und an der Brunnenanlage von Neulohe Probleme. Sie scheint nach Auskunft des Wasserzweckverbandes durch im Wasser mitgeführte Schwebstoffe verursacht zu werden. Wie groß die Schwebstoffe sind, die ein Grundwasserstrom mitreißen kann, ist von der Fließgeschwindigkeit abhängig. Je höher die Fließgeschwindigkeit, desto größer die Schleppspannung des Wassers und desto größer sind die mitgeführten Teile. Für diese braucht es wenigstens eine Spenderstelle, die noch nicht so lange mit mindestens der aktuellen Fließgeschwindigkeit über- oder durchströmt wird, dass das Wasser bereits alle Teile, die es mitreißen kann, verschleppt hätte. Das ist regelmäßig bei Oberflächenabfluss der Fall, der Staub aus verschiedensten Quellen abwäscht. Es gilt auch in besonderem Maß für Ackerböden, auf denen feinste Substrate durch die Bodenbearbeitung regelmäßig an die Oberfläche gebracht werden. Teile, die klein genug sind, als Schwebstoffe aufzutreten, entstehen vor allem im Rahmen der Pedogenese: Wasser, Trockenheit, Hitze, Kälte und Wind führen zur Zerkleinerung des Gesteines bis zu Staub. Weil der Boden das Wasser bei Versickerung sehr stark bremst (Infiltrationsraten von max. wenigen cm pro Stunde) und damit die Schleppspannung verringert, eignet er sich grundsätzlich aber ebenfalls sehr gut als Filter. Kommt es dennoch zu einer Trübung des Grundwassers, muss das Feinsubstrat entweder so weit im Untergrund sein, dass es von dort regelmäßig abtransportiert wird oder es gibt eine laufende Nachlieferung aus Kurzschlußbahnen vom Oberflächenablauf in das Grundwasser. Diese sollten unterbrochen werden.

6.5 Sickerwasser und Zwischenabfluss

Wasser versickert in der freien Landschaft. Das ist die Regel. Von der Ausnahme des Oberflächenabflusses ist weiter unten die Rede. Der Boden selbst hat eine erhebliche Fähigkeit, Wasser zu speichern, für das Untersuchungsgebiet kann man etwa 100 mm annehmen (Glaser 1998, S. 16), entsprechend 100l/m² oder dem durchschnittlichen Niederschlag von 6 Wochen. Lokal hat Unger 2005 deutlich höhere, aber auch weit geringere Werte ermittelt. Viele kulturtechnische Maßnahmen gehen dahin, die Versickerung des Bodens zu verbessern, um den u.a. wegen des Erosionsrisikos unerwünschten Oberflächenabfluss gering zu halten bzw. zu vermeiden. Das ist auch im Untersuchungsgebiet relevant (siehe unten). Wichtiger noch ist aber die erstaunliche Beobachtung, dass Quelle im Untersuchungsgebiet schon bei Niederschlägen von über 5 mm/d ihre Schüttung ändern, obwohl die Speicherfähigkeit des Bodens noch nicht ausgenutzt ist (Glaser 1998, S. 16f).

Oberflächenabfluss unversigelter Böden scheidet bei derart geringen Niederschlägen als Ursache aus. Mehrere Alternativen kommen in Frage:

- ◆ Ein Druckausgleich wird gelegentlich diskutiert (Glaser ebd.), erscheint uns aber nur für Teilbereiche wahrscheinlich, soweit nämlich im Untergrund ein unterbrechungsfreies hydraulisches System vorzufinden ist, über das der Druck weiter gegeben wird. Das dürfte in den bodennahen Schichten des Karst die Ausnahme sein.



Fallbeispiel Oberflächenabfluss: Schwemmfächer bei Perletzhofen

Aufnahme am 12.03.2009: Das Überlaufwasser wird ohne weitere Filterung über Entwässerungsgräben in eine Doline eingeleitet.

- ◆ Oberflächenabfluss versiegelter Flächen (Straßen, Dächer) kann, z.B. durch Einleitung in Dolinen, unmittelbar in den Grundwasserkörper gelangen. Das ist im Untersuchungsgebiet der Fall und erklärt vermutlich auch die Schüttung einiger Quellen. Für die Sipplquelle, deren Schüttung und Trübung schon wenige Stunden nach einem Starkregen ansteigt (WZV mdl.) wird das zutreffen.
- ◆ In Frage kommt schließlich noch der „präferentielle Fluss“ über bevorzugte Fließwege im Boden. Er beginnt bereits bei geringen Regenmengen. Daher wird bereits bei einer noch mäßigen Niederschlagsmenge von 18 mm (entspricht einem Gewitter) Dränabfluss beobachtet (LfL 2004, S. 63). Dieser präferentielle Fluss im Boden kann dann wirksam werden, wenn der Untergrund eine gute Drainage darstellt, wie wir es vom Karst annehmen. Ist der Boden drainiert, können etwa 30 % des Niederschlages über die Drainage abgehen. Wir gehen davon aus, dass der präferentielle Fluss in Verbindung mit der natürlichen Karst-Drainage ein zentraler Faktor für die Karstentwässerung ist..

6.6 Oberflächenabfluss und Erosion

Oberflächenabfluss gibt es regelmäßig nur auf wasserundurchlässigen Flächen („versiegelten Flächen“). Auf die Problematik weist u.a. Prosl 1998 hin. Darauf wird nicht weiter eingegangen. Recht häufig ist Oberflächenabfluss ferner bei gefrorenem oder wassergesättigtem Boden unmittelbar nach der Schneeschmelze.

Weiters können Starkregen die Aufnahmefähigkeit des Bodens so weit überfordern, dass das Wasser oberflächlich abläuft und es zu Erosion kommt. Oberflächenabfluss ist weit schneller als Versickerung. Dadurch werden mehr und weit größere Teile mitgerissen, zudem bevorzugt auf der Oberfläche abgelagerte Substanzen wie Kot, Dünger oder Pflanzenschutzmittel.

6.6.1 Oberflächenabfluss während der Schneeschmelze

Recht häufig sind Oberflächenabflüsse in der Zeit der Schneeschmelze, wenn der Boden wassergesättigt/gefroren ist. Einige Millimeter Niederschlag können zusammen mit dem Wasser des schmelzenden Schnees rasch einige mm Oberflächenabfluss ergeben. Für eine kleine Doline mit 5 ha Einzugsgebiet ergibt sich damit ein Zulauf von einigen hundert Kubikmetern. Dieser Oberflächenabfluss wirkt zugleich auch erosiv, so dass er gleich dem im Folgenden beschriebenen Oberflächenabfluss bei Starkregen auch Feinmaterial in den Untergrund verlagert.

6.6.2 Oberflächenabfluss bei Starkregen

Der Oberflächenabfluss kann nach DVWK 1984 geschätzt werden (16)

Die Hochfläche ist fast nirgends eben, damit besteht die Voraussetzung für Wassererosion. Steil werden allerdings erst die bewaldeten Hänge zum Altmühltal hin.

Der langjährig zu erwartende mittlere Bodenabtrag A (in $t/ha \cdot a$) wird nach der Allgemeinen Bodenabtragungsgleichung (DIN 19708) wie folgt bestimmt:

$$A = R \times K \times S \times L \times C \times P$$

Dabei ist

R der Oberflächenabfluss und Regenerositätsfaktor.

Er kann nach DIN 19708 Anhang C wie folgt berechnet werden:

$$R = 0,0833 \times \text{mittlerer Jahresniederschlag} - 1,73$$

Der langjährige mittlere Jahresniederschlag, gemessen von der Wetterstation Eiersdorf (Gemeinde Hemau) des agrarmeteorologischen Messnetzes der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft beträgt 778 mm (<http://www.lfl.bayern.de/agm/>). Danach lässt sich R lokal zu 63,08 ermitteln.

K der Bodenerodierbarkeitsfaktor

Der K -Faktor lässt sich hilfsweise nach der Reichsbodenschätzung ermitteln. Nach Bodenkarte ist die vorherrschende Bodenart ein Verwitterungsboden, und zwar ein Lehmboden der Zustandsstufe 5.

Danach kann der K -Faktor vorherrschend zu 0,35 bestimmt werden

S der Hangneigungsfaktor.

Der Hangneigungsfaktor wird nach folgender Gleichung ermittelt:

¹⁶ DEUTSCHER VERBAND FÜR WASSERWIRTSCHAFT UND KULTURBAU (DVWK) (Hrsg.) (1984): Arbeitsanleitung zur Anwendung von Niederschlags-Abflussmodellen in kleinen Einzugsgebieten - Teil II: Synthese. DVWK Regel 113/1984

$$S = -1,5 + (17/(1+e^{2,36,1 \sin \alpha}))$$

Dabei ist α die Hangneigung in Grad

L der Hanglängenfaktor

Er wird ermittelt durch

$$L = (0,046 \times l)^m$$

Der Exponent m beträgt 0,5 bzw. bei einer Hangneigung $\alpha < 4^\circ$ ist $m = 0,5 \times \sin \alpha^{1/3}$.

C der Bodenbedeckungs- und Bearbeitungsfaktor

Die durchschnittlichen Fruchtfolgen der Gemeinden Dietfurt, Painten und Riedenburg sind stark Sommergerste- und Raps-betont (siehe Statistik in der Anlage). Mais spielt eine nur untergeordnete Rolle. Der C-Faktor lässt sich danach im Mittel zu 0,09 schätzen (DIN 19708 Tabelle 9)

P der Korrekturfaktor zur Berücksichtigung von Schutzmaßnahmen, hier gleich 1 gesetzt

Damit ergeben sich für einige exemplarisch berechnete Hänge folgende Werte:

	Keilsdorf		Perlethofen		Hainsberg	Eismannsdorf
	Nordhang	Südhang	Seefeld Südhang	Mühlgrund Südhang	Nordhang	Nordhang
Höhendifferenz	30	12	30	23	12	10
Hanglänge	360	250	680	346	240	216
R	63,08					
K	0,35					
S	1,33	0,78	0,73	0,91	1,05	0,81
L	1,84	1,56	1,84	1,71	1,75	1,56
C	0,09					
Verlust [t/ha,a]	4,9	2,4	2,7	3,7	2,5	2,3

Damit kann der Verlust in allen beispielhaft untersuchten Fällen als vergleichsweise gering eingestuft werden. Es sind aber doch erhebliche Mengen, die verlagert werden. Nimmt man für die Ackerflächen des Untersuchungsgebiets im Durchschnitt einen Austrag von nur 2 t/ha auf Ackerflächen an, sind es im Untersuchungsgebiet etwa 16.000 t, die durchschnittlich im Jahr verlagert werden. Selbst wenn nur 1 % der verlagerten Bodenmasse über Schlucklöcher in den Karst gelangt, sind es 160 t jährlich.

6.7 Fazit

Verschiedene Verunreinigungen des Grundwassers machen sich in den Brunnen des Altmühltals bemerkbar. Sie sind auch ein Risiko für die natürlichen Quellen des Altmühltals, von denen einige als Naturdenkmal geschützt sind. Die beobachteten Probleme machen folgende hauptsächlichen Schadenspfade wahrscheinlich:

- die Bildung von Kurzschlussbahnen (z.B. Grabeneinleitungen), die belastetes Oberflächenwasser unmittelbar in die Dolinen ableiten (Glaser 1998),
- der laterale Stoffaustrag in Dolinen aus unmittelbar angrenzenden landwirtschaftlichen Flächen und
- die Auswaschung von bereits im Untergrund lagernden Feinmaterial und
- der flächige Abfluss in das klüftige Gestein, sicherlich im Bereich von Dolinenfeldern.

Manche Probleme, wie der flächige Abfluss in das klüftige Gestein, werden sich nicht oder nur sehr schwer lösen lassen. Andere können u.E. Erfolg versprechend, und zum Nutzen von Trinkwasserschutz, Naturschutz und Landwirtschaft angegangen werden. Das wird auf den folgenden Seiten diskutiert.

7 Maßnahmen im Offenland

Wir gehen davon aus, dass die Maßnahmen auf freiwilliger Basis erfolgen. Solche freiwilligen Maßnahmen können und sollten über das hinausgehen, was als hoheitliche Anordnung zumutbar ist. In wieweit hoheitliche Festlegungen erforderlich sind, um gerade im Trinkwasserschutz eine Handhabe gegen „schwarze Schafe“ zu haben, steht hier nicht zur Diskussion.

7.1 Zonendefinition

Die Zonendefinition erfolgt nach Kriterien des Trinkwasserschutzes. Zur besseren Handhabung beschränkt sich die Zonendefinition auf zwei Zonen:

- a) Risikobereiche: Schicht- oder Mischfazies;
- b) risikoarme Bereiche: Massenfazies, außerhalb eines bekannten (quartären) Brunneneinzugsgebiets, oberhalb von Brunnen wenigstens 2 km von Brunnen entfernt.

7.2 Maßnahmen im gesamten Karstgebiet

Im gesamten Karstgebiet sollte eine weitere Aufladung des Karstes mit unerwünschten Stoffen (Feinmaterial, Stickstoff- und Phosphorverbindungen, Chemikalien) vermieden werden. Außerhalb des Risikobereichs „verzeiht“ der Untergrund mehr, Keimbelastung vom Trinkwasserbrunnen sollte dort generell kein Thema sein. Die im Folgenden für das gesamte Karstgebiet vorgestellten Maßnahmen entsprechen daher in etwa den üblichen Empfehlungen zum Schutz von Oberflächengewässern, wobei im Untersuchungsgebiet statt Oberflächengewässer Doline steht. Sie gelten auch für die anschließend gesondert behandelten Risikobereiche, für die zusätzliche Empfehlungen ausgesprochen werden.

7.2.1 Optimierung der Stickstoffdüngung

Die Stickstoffdüngung sollte im gesamten Einzugsgebiet weiter optimiert werden. Daran arbeitet der WZV. Weiterer Erörterungsbedarf unsererseits besteht dazu nicht.

7.2.2 Umgang mit neuen Einbrüchen und Senkungen

Das Verfüllen von neu einbrechenden Dolinen sollte ebenso wie die Verfüllung von Senkungen grundsätzlich unterbleiben. Wie ausgeführt, wird die Verfüllung einer Doline erfahrungsgemäß einen anderen Einbruch nach sich ziehen. Ebenso sollten Senkungen, wie sie sich z.B. an bereits verfüllten Dolinen ereignen können, nicht eingeebnet werden.

Um den Abfluss des neu entstandenen Schlucklochs zu erhalten, Müllablagerungen vorzubeugen und der Verkehrssicherungspflicht genüge zu tun wurde vom Wasserwirtschaftsamt Regensburg empfohlen, den Einsturztrichter mit groben Steinen zu verfüllen. Das Verfahren hat die beschriebenen praktischen Vorteile. Dass dadurch auch weiterhin das Straßenentwässerungswasser in den Karstkörper einfließt, dürfte ein überschaubares Risiko sein.

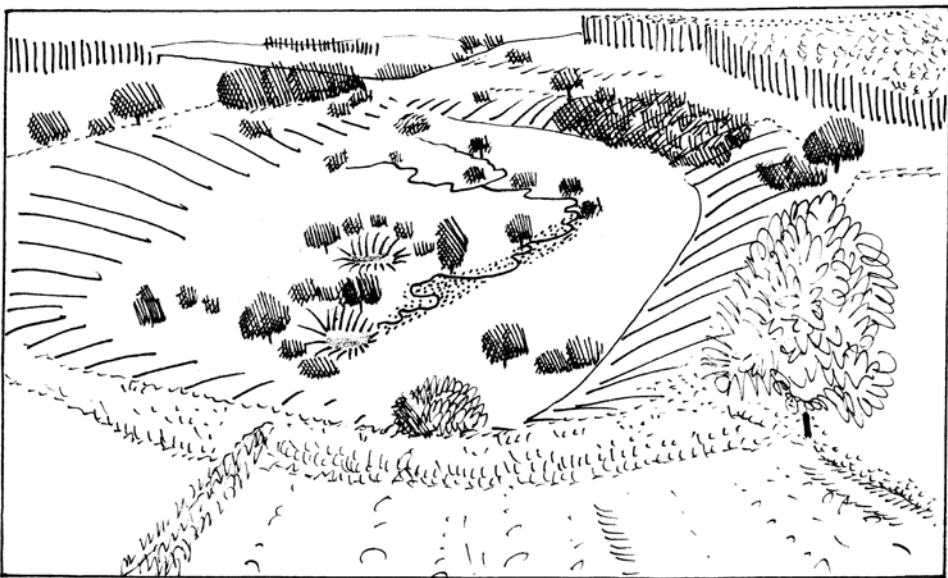
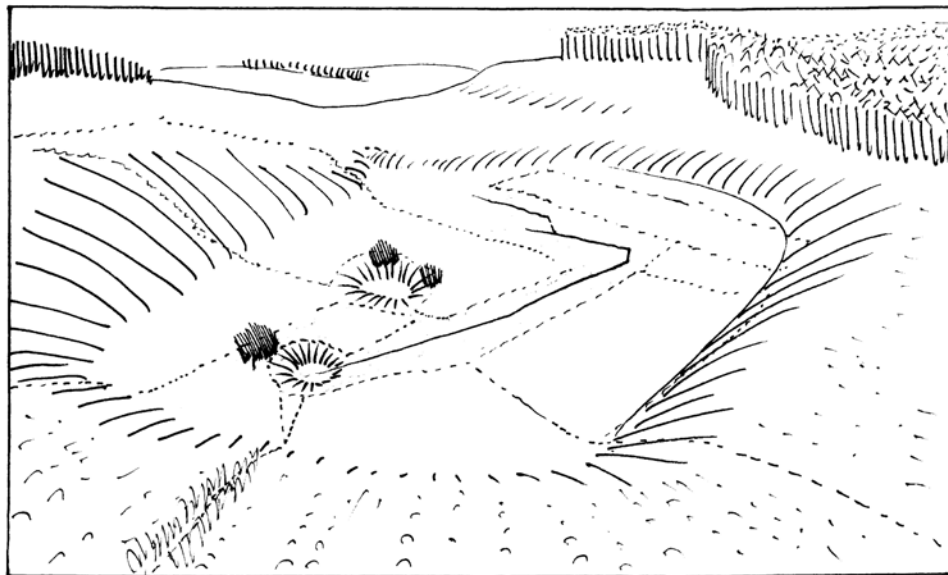
Bei einem Einbruch an weniger zugänglicher Stelle wäre auch zu prüfen, ob auf eine Steinschüttung im Einbruch verzichtet werden kann. Immerhin stellt der Einbruchskrater auch ein interessantes Neubiotop im Sinne des Naturschutzes und eine eindrucksvolle geologische Bildung dar. Sie kann Einheimischen und Touristen die geologische Besonderheit der Region besser verdeutlichen als viele Schautafeln, wie auch schon der Wasserzweckband im Rahmen seiner Schulführungen bewiesen hat.

7.2.3 Bewuchs in den Dolinen

Das Landschaftspflegekonzept Bayern (Bd. II, S. 309) sieht aus naturschutzfachlicher Sicht jede Nutzung oder auch Pflege von Dolinen eher reserviert:

„Pflege ist in den meisten Situationen entweder suboptimal oder zumindest nicht existenznotwendig.

Ein generelles Junktim zwischen Pflege und Sicherung existiert bei Karsterscheinungen nicht.“



Grafik: Idealgestaltung größerer dolinenhaltiger Karstwannen in der Agrarlandschaft, Quelle: Landschaftspflegekonzept Bayern Band II, S. 322

Diese Aussage wird aber eingeschränkt:

Wo allerdings Karstelemente unauflöslich und unablösbar in Landnutzungen integriert sind und ohnehin Stoffeinträge ins Karstwasser zu minimieren sind, kann das an sich nachgeordnete Ziel der optischen Respektierung oder Hervorhebung durch geeignete Maßnahmen mitverfolgt werden. In Betracht zu ziehen ist:

- Offenhaltende Pflege von Karstrockentälern in Kombination mit Ausmagerung;
- Extensive Streu- und Feuchtwiesennutzung auf der vernäbten Sohle von Poljen und im Bereich von Bachschwinden;

- Extensive Wiesen- und Magerrasennutzung im Karstsenkungsbereich und Ponorgrabenbereich um Dolinen sowie in geschlossenen Dolinenfeldern (1- bis 2-schürige Mahd; Extensivbeweidung);
- Ausmähen von Dolinen dort, wo diese zu größeren Magerrasenkomplexen gehören, noch Magerrasen- und Magerwiesen(reste) an ihren Trichterhängen oder xerotherme Felsfluren an einer Dolinenseite aufweisen;

Für diese Fälle wurde eine gewünschte Dolinenentwicklung in einem einprägsamen Bild dargestellt. Es hat von allem etwas (Wald, Wasser, Wiese und – im Umgriff – Acker) und entspricht so mancher Wunschvorstellung. Es ist ein gutes gestalterisches Leitbild für die Dolinenentwicklung außerhalb der Trinkwasser-Risikogebiete. Dort sind zum Erreichen des gewünschten Pflegezustandes auch alle gängigen Pflegemaßnahmen denkbar.

7.2.4 Ringförmige Pufferstreifen

Mehr oder weniger ringförmig angelegte, selbstverständlich am Gefälle orientierte, Pufferstreifen um eine Doline erfüllen vor allem zwei Funktionen:

1. Schutz der Doline vor unmittelbaren Belastungen, z.B. durch Abdrift von Pflanzenschutzmitteln oder Düngemitteln.
2. Schutz vor mittelbaren Beeinträchtigungen, z.B. durch Erosionsmaterial oder Nährstoffzufluss.

Dass die Pufferstreifen weiterhin Äcker sind, auf deren Düngung und Pflanzenschutz verzichtet wird, ist die Ausnahme. In der Regel werden die Pufferstreifen als Grünland angelegt. In solchen Fällen können sie bei Oberflächenabfluss neben der Auskämffunktion auch noch eine Barriere hin zum gepflügten Acker ausbilden, die umso höher wird, je mehr Masse bei zurückliegenden Ereignissen ausgekämmt wurde.

Übliche Breiten solcher Streifen sind 5, 10 oder 20 m. Für den Trinkwasserschutz erscheinen 5 m ausreichend, um die unmittelbare Belastungen bei ausreichender Sorgfalt der Bewirtschaftung und den oberirdischen Stofffluss stark einzuschränken. Von Diepolder & Raschbacher. 2009¹⁷ konnte eine Reduzierung der P-Einträge aus Grünland bei einem ungedüngten Streifen von 5 m Breite nachgewiesen werden. Um den Nitrateintrag zu reduzieren, was vor allem aus Naturschutzsicht anzustreben ist, sind 5 m allerdings zu wenig. Denn der im Bodenwasser mobile Stickstoff überwindet 5 m leicht. Damit wird der Bewuchs der Doline auch ohne Düngung gedüngt. Andererseits zeigen Bewuchsunterschiede zwischen ungedüngten Flächen vielerorts, dass 10m Abstand bereits deutliche Stickstoff-Versorgungsunterschiede bewirken können.

Ein ungedüngter Pufferstreifen von 5 bis 15 m Breite (abhängig von der Gefällerrichtung) ist daher zu empfehlen.

¹⁷ DIEPOLDER und RASCHBACHER: Untersuchungen zum Oberflächengewässerschutz, in: Schule und Beratung Heft 1/09, Seite III-22 – III-26

7.2.5 Zentrale Aufgabe: Vermeidung von Kurzschlussbahnen

Jede Kette ist bekanntlich so stark wie ihr schwächstes Glied: Der stärkste Pufferstreifen ist wenig hilfreich, wenn er auch nur an einer Stelle durch eine ungefilterte Einleitung unterbrochen wird¹⁸. Solche Unterbrechungen sind vielerorts die Regel, oft haben sie geradezu System, wenn nämlich Dolinen als Entwässerungsschächte dienen, in die Bäche fließen oder Gräben gezielt eingeleitet werden. Zur Reduzierung der Schadstofffracht sollten die periodisch Wasser führenden Gräben, die in Dolinen münden, durchgängig als breite Grünlandmulden („grassed waterways“¹⁹) gestaltet werden. Sie bremsen zugleich den Abfluss, stellen Zwischenlagerkapazität und entlasten so auch die Überschwemmungs-Risikobewertung. Der Bewuchs kämmt einen Teil der unerwünschten Stoffe aus und bewirkt so eine Vorreinigung. Zugleich strukturieren und vernetzen solche Strukturen die Agrarlandschaft. Sie tragen so zu einer wesentlichen Steigerung der Biotopfunktion aus der bereits bestehenden Dolinen-Biotope bei. Eine Düngung dieser Flächen ist nicht sinnvoll, in Anbetracht des Düngeeffekts des abfließenden Wassers aber auch entbehrlich. Diese Entwässerungsmulden können als Grünland genutzt oder wie eine Stilllegung bewirtschaftet werden.

¹⁸ BLACKWELL et al. (1999): The use of conventionally and alternatively located buffer zones for the removal of nitrate from diffuse agricultural run-off, in: Water Science and Technology Bd. 39 (1999), S. 157 - 164

¹⁹ FIENER und AUERSWALD (2003): Concept and effects of a multi-purpose grassed waterway. - Soil Use and Management 19. S. 65-720



Fallbeispiel Kurzschlussbahnen: Doline am Ortsrand von Maierhofen

Aufnahme am 12.03.2009. ein Straßenentwässerungsgraben (im Bild quer laufend), Drainagen (kleines Rohr) und ein unter der Straße durchgeführtes Abwasserrohr für die Entwässerung der gegenüberliegenden, von Äckern gesäumten Straßenseite werden in einem großen Rohr (Bildmitte) zusammen gefasst und in die Doline (Hintergrund) eingeleitet.

7.3 Zusätzliche Maßnahmen in Trinkwasser-Risikobereichen

7.3.1 Reduzierung der Belastungen und Belastungsrisiken aus dem Siedlungsbereich

Die Belastungen und Belastungsrisiken aus der Regenwasserableitung der Siedlungen und Verkehrswege werden im Rahmen dieser Untersuchung nicht quantifiziert. In einigen Orten erfolgten bereits Maßnahmen, z.B. wurden Regenrückhalte-/Absetzbecken in Eutenhofen und Neulohe gebaut.

In Premerzhofen ist geplant, durch die Anlage einer zentralen landwirtschaftlichen Ver- und Entsorgungsstation (Kraftstoff / Wasser / Abwasser) mögliche Schadstoffeinträge (z.B. Reinigung von Pflanzenschutzspritzen, Güllefässern, Traktoren) zu minimieren werden. Belastetes Oberflächenwasser u.a. aus Hofräumen, das ungefiltert in den Jurakarst eindringen könnte, soll dadurch reduziert werden reduziert.

7.3.2 Vorbehandlung des Wirtschaftsdüngers

Der Anfall organischer Dünger ist notwendiges Ergebnis der Tierhaltung. Diese wiederum stellt das sinnvollste Verfahren dar, den Aufwuchs des vielfach in Hinblick auf den Ressourcenschutz gewollten Grünlands zu verwerten. Man kommt daher auch aus Sicht des Natur- oder Trinkwasserschutzes ohne Viehhaltung nur schwer aus.

Zugleich wurde bereits dargelegt, dass sich auch die Belastung von Mist oder Gülle mit Fäkalkeimen durch geeignete Behandlung oder ausreichend lange Lagerung so deutlich senken lässt, dass sich eine Keimreduktion im Beregnungs-Dränwasser auf etwa 1/100 ergibt. Anders gesagt: Ein Wasserschutzgebiet mit Düngeverbot von 100 ha Ausdehnung müsste man (bei gleicher Flächeneignung) auf 10.000 ha ausdehnen, um ein vergleichbares Ergebnis zu erzielen. Eine alternative Methode wären u.U. eine Vorbehandlung der Gülle.

Mit Sicherheit kann aber nicht ausgeschlossen werden, dass die natürliche oder aus anderen anthropogenen Quellen genährte Verkeimung schon so hoch ist, dass sie zu negativen Auswirkungen in den Brunnen führt.

Ausbringverbote für Wirtschaftsdünger in Trinkwasserschutzgebieten stehen hier nicht zur Diskussion. Sie mögen im Nahbereich der Brunnen erforderlich sein, aber schon wegen der großräumigen Zusammenhänge im Karst sollten sie nicht zu sehr in Anspruch genommen werden, um nicht die verbleibenden Flächen zu Entsorgungsflächen zu deklassieren.

7.3.3 Verringerung der Einbruchgefahr in Risikogebieten

Die beste Lösung bei Einbruchgefahr im Trinkwasser-Risikobereich wäre, das straßennahe Wasser mit einem Graben-/Drainagesystem abzufangen und in größerer Entfernung zur Straße oder zum Weg zu verrieseln. Führt die Verrieselung dort zu einem Einbruch, ist er unproblematischer als am Straßenrand. Kommt es zu keinem

Einbruch, wirkt der Bodenfilter auf das versickernde Wasser. Zum weiteren Vorgehen im Fall eines Einbruchs siehe oben.

7.3.4 Allgemeines zum Bewuchs

In Trinkwasser-Risikobereichen gibt es unter Rücksicht der Keimbelastung keinen optimalen Bewuchs. Das gilt auch für Wald. So ergab die Untersuchung eines Baches mit Waldeinzugsgebiet durch das LfW:

„Zusammenfassend kann gesagt werden, dass die bakteriologisch-hygienische Situation im Bach im Einzugsbereich des Waldes z.T. schlechter ist als im Agrargebiet.“ (LfW 2004 S. 29)

Ähnlich wird mit anderem Größenmaßstab Grünland beurteilt:

„Generell ist auf Grünland unter natürlichen Bedingungen damit zu rechnen, dass die ausgebrachten Mikroorganismen zunächst der Interzeption an der Grasnarbe unterliegen und dort zum Teil absterben oder inaktiviert werden [wie auch bei Wald, dort allerdings bereits in den Baukronen, Erg. d. Verf.]. Erreichen sie bei starken Niederschlägen die Bodenoberfläche, kann der dichte Wurzelfilz eine höhere Retention bewirken, unter Umständen aber auch den Tiefentransport durch präferenziellen Fluss fördern. Verschiedene Autoren beobachten bei Studien mit Grünlandböden eine höhere Retention in den oberen Bodenzentimetern, aber dennoch eine schnellere und ausgedehntere Tiefenverlagerung von Mikroorganismen als in Ackerböden.“ (Michels 2005, S. 135)

Zur Stickstoffretention und damit zum Ausschluss des Nitratproblems im Grundwasser eignet sich dagegen Wald – so lange er wenigstens als N-Senke funktioniert und sich noch nicht in einem Zufluss-Abfluss Gleichgewicht befindet, wie PAAR & EICHHORN 1992²⁰ bereits im Einzelfall zeigten

Gering ist auch der Stickstoffaustrag unter Wirtschaftsgrünland²¹, unter ungedüngtem Grünland kann man sogar mit einem Entzug rechnen, wenn bei ausreichend frühzeitiger Mahd frisches Grün abgefahren wird.

Die Gefahr des Austrags von Schwebstoffen (und z.T. des P-Austrags) ist vor allem bei Ackernutzung gegeben.

Zusammenfassend haben Grünland oder Wald als Bewuchs in Risikobereichen für den Grundwasserschutz einige Vorteile, die die ebenfalls vorhandenen Nachteile überwiegen. Aber es hat eben kein Bewuchs nur Vorteile – selbst wenn man zunächst die Betrachtung der Investitions- und Folgekosten außen vor lässt. In welche Richtung optimiert werden muss, ist daher eine Einzelfallentscheidung

²⁰ U.PAAR und J. Eichhorn: Stickstoff als belastender Faktor von Waldökosystemen, Hessische forstliche Versuchsanstalt 1992, S. 26 -30

²¹ Die von der LfL veröffentlichten Ergebnisse (<http://www.lfl.bayern.de/iab/duengung/umwelt/17148/index.php?context=/lfl/iab/gruenland/>), die sehr niedrige Werte glaubhaft machen, basieren allerdings auf durch Saukerzen nach Czerattzki gewonnenen Proben, die methodisch insoweit zu hinterfragen sind, ob sie dem schnellen präferentiellen Fluss ausreichend gerecht werden.

7.3.5 Bewuchs in den Dolinen

Ob Gehölzbewuchs oder Grünland bei unbewaldetem Einzugsgebiet im Hinblick auf den Grundwasserschutz für Risikodolinen mehr zu empfehlen ist, kann mangels vergleichender Studien nicht beurteilt werden. Es ist auch unerheblich, weil ein plötzlicher Nutzungswechsel in jedem Fall in den ersten Jahren durch abgestorbene Biomasse und geänderten Nährstoffbedarf zusätzliche Instabilität in das System bringt, die durch Beibehaltung der bisherigen Nutzung vermieden werden kann. Eine Änderung des Bewuchses sollte daher u. E. nur erfolgen, wenn es besondere Gründe für die Annahme gibt, dass der derzeitige Bewuchs Ursache eines bekannten Problems ist, dem anders nicht beizukommen ist.

Unter Rücksichtnahme auf den Trinkwasserschutz ist es u.E. zweifelhaft, ob die oben vorgestellte einprägsame – und vermutlich deshalb auch in der Fachliteratur oft wiederholte – Darstellung des Landschaftspflegekonzepts Bayern (siehe oben) Leitbild für Grundwasser-Risikodolinen sein sollte. Hier besteht die Gefahr, dass die verschiedenen Elemente der Landschaft ihre in diesem Fall schädlichen Nebenwirkungen gemeinsam entfalten. Dass also beispielsweise nicht nur das Wurzelwerk der Bäume und Sträucher den ohnehin instabilen Untergrund weiter lockert und zusätzliche tiefe Ableitungsbahnen schafft, sondern dass sich auch im Gegensatz zu geschlossenem Wald keine schadstoffbindende Streuauflage bilden kann und mehr Niederschlag den Boden erreicht, der dann auch ungefiltert die vorhandenen Ablaufkanäle nutzt usw. Wir empfehlen daher, auf einen einheitlichen Bewuchs hinzuwirken und halten ungedüngtes, aber möglichst intensiv genutztes Grünland für die beste Lösung.

7.3.6 Maßnahmen im Dolinenfeld

Im gesamten Bereich des Dolinenfeldes arbeitet man gleichsam auf einem durch faulige Bretter abgedeckten Bachbett (soweit man nicht auf verfüllten Dolinen steht). Es besteht erhöhte Einbruchgefahr. Die Erfahrungen aus den vergangenen Wintern im Stadtgebiet Dietfurt haben gezeigt, dass versickerndes Wasser dafür den Auslöser darstellt. Zugleich bestätigen diese Erfahrungen, dass das Wasser wenigstens im Dolinenfeld an jeder Stelle im Gestein versickern kann. Daher wäre eine Reduktion der Sickerwassermenge anzustreben, um weitere Einbrüche zu vermeiden. Eine nennenswerte Reduktion wäre aber im Offenland nur durch Wald, insbesondere Nadelwald, zu erzielen. Das ist aus anderen Gründen keine sinnvolle Lösung. Zwischen Acker und Grünland im Grünland sehen wir unter dem Schutzaspekt keinen Unterschied mit relevanten Auswirkungen auf den Betrachtungsgegenstand, soweit nicht andere Aspekte wie z.B. die Ableitung von Fremdwasser, Bedeutung erlangen. Eine Bewirtschaftung ist angezeigt, um eine ausreichende Stoffabschöpfung sicher zu stellen.

Es wäre u.E. auch im Interesse der Landwirte, die Dolinenfelder zwischen Flurgrenzen zu legen, damit die Dolinen selbst und die Dolinenfelder keine Bewirtschaftungshindernisse mehr darstellen. Es wäre günstig, wenn die Flächen dabei in das Eigentum der öffentlichen Hand übergängen. Das ist nur mit partieller Neuordnung zu

machen (Kosten: siehe unten). Landschaftsgestalterisch und in Hinblick auf die Biotopvielfalt erwarten wir dabei eine deutliche Aufwertung.

7.3.7 Vorfelddgestaltung

Die einzig praktikable Methode, Versickerung im Dolinenfeld zu reduzieren, besteht in der Minimierung des Zustromes in das Dolinenfeld. Auch eine gleichmäßigere Verteilung der Versickerung über das Einzugsgebiet wird zu einer besseren Vorreinigung des Wasser führen. Ein Teil des Wasserabflusses kann bereits am Entstehen gehindert werden. Sinnvoll sind dazu möglichst zahlreiche Wechsel zwischen Acker, Grünland, Gehölzen oder auch Wegen quer zur Gefällrichtung, um den lateralen Fluss möglichst stark zu bremsen und damit eine möglichst gute Vorreinigung zu erzielen. Das bedeutet in manchen Gegenden eine Drehung des bisherigen, wohl aus Flurbereinigungen entstandenen, Erschließungsschemas und ist nur mit einem Neuordnungverfahren zu erreichen (Kosten und Förderung: siehe unten).

7.3.8 Räumung von Dolinen in Risikogebieten

Ganz oder teilweise verfüllte Dolinen können Zeitbomben sein, wenn man nicht weiß, welches Material zur Verfüllung benutzt wurde. Die Regel dürfte allerdings die Verfüllung mit Aushubmaterial und dem Bauschutt meist älterer, mit vergleichsweise „natürlichen“ Baustoffen errichteter Häuser sein. Das ist relativ unproblematisch und die Verfüllung einer Doline mit solchem Material erscheint uns als das geringere Schadensrisiko als die mit einer Räumung einhergehende Freilegung des Karstwasserkörpers.

Ragt die Verfüllung ferner in Kluftwasserströme, kann sie als Spender für Wasserverunreinigung (Trübung) dienen. Stärkere Ausspülungen sollten sich in einer Senkung des Boden bemerkbar machen. Solchen Senkungen sollte man nicht mit Verfüllung begegnen, um das Wechselspiel von Verfüllung und Ausspülung nicht weiter anzuheizen (siehe oben).

Andererseits ist im Bereich der Verfüllung die Bodendecke besonders mächtig, die unmittelbare Filterwirkung der Bodendecke daher besonders groß. Die größere Gefahr der laufenden Landbewirtschaftung für das Trinkwasser geht daher weniger von der bewirtschafteten Doline selbst aus als von den unmittelbaren Flächen

8 Maximale Investitionskosten der vorgeschlagenen Maßnahmen und Fördermöglichkeiten

Die folgende Kostenaufstellung beziffert die maximalen Investitionskosten bei vollständiger Umsetzung. Laufende Kosten (wie die bestehende landwirtschaftliche Beratung) sind dabei nicht berücksichtigt.

8.1 Reduzierung der Belastungen und Belastungsrisiken aus dem Siedlungsbereich

Kosten:

Die Kosten der Absetzbecken Neulohe beliefen sich auf ca. 80.000 Euro. Für die Versorgungsstation Neulohe (siehe oben) werden etwa 90.000 Euro veranschlagt. Wir gehen davon aus, dass vergleichbare Maßnahmen nur bei vergleichsweise wenigen Orten im Trinkwasser-Risikobereich zu vergleichbaren Kosten erforderlich sind. Grob lässt sich damit schätzen:

Ca. 5 Orte zu je 90.000 Euro = 450 T€..

8.2 Erhöhung der Lagerkapazität für Wirtschaftsdünger

Kosten:

- Im Bearbeitungsgebiet konnten wir eine LF von etwa 10.000 ha feststellen.
- 75 % davon oder 7500 ha erwarten wir anteilig in der Schicht- oder Mischfazies.
- Ca. 2600 ha LF sind in den durch Markierungsversuchen belegten wichtigen Zustrombereichen der Brunnen in der Schicht- oder Mischfazies
- Den Viehbesatz schätzen wir entsprechend dem Durchschnitt der Gemeinden Painten, Riedenburg und Dietfurt zu 0,65 GV/ha LF oder demnach 1690 GV auf den 2600 ha.
- Der Lagerraumbedarf für Gülle kann mit 20 m³/365 Tage angenommen werden.
- Daraus errechnet sich ein Lagerraumbedarf von 11.267 m³ für vier Monate zusätzliche Lagerzeit.
- Zieht man ca. 10 % des Viehs für Betriebe ab, die auch bei günstigen Finanzierungsbedingungen nicht willens oder in der Lage sind, mitzumachen, verbleiben 11.000 m³.
- Bei Kosten von etwa 35 €/m³ ergibt sich ein Investitionsbedarf von etwa 400 T€.

Förderung:

Noch mit dem ALF zu klären.

8.3 Ankäufe

Die Kosten für Ankäufe schätzen wir im Offenland des Untersuchungsgebiets auf maximal:

- ca. 110 (von 230 in der TK verzeichneten, abzgl. erdbedeckter oder verfüllter oder bereits angekaufter) Dolinen im Offenland mit Pufferstreifen, durchschnittlich 550 m² Durchmesser, Pufferstreifen idealisiert auf runde Dolinenform 10 m breit: 1150 m², gesamt 1700 m², gesamt ca. 20 ha [Anmerkung: Der Ankauf der Dolinen ist streng genommen i.d.R. entbehrlich, will man aber die Pufferstreifen durch Ankauf sichern, geht die Doline mit).
- zusätzliche „intelligente Pufferstreifen“ (grassed waterways u.a.), ca. 20 x 500 m x 15 m = 30 ha
- ca. 50 ha Teilankäufe problematischer Dolinenfelder in Risikogebieten
gesamt ca. 100 ha
oder unter 1% des Bearbeitungsgebiets
oder 1% der LF
zu 2,5 €/m²

Gesamtkosten 2,5 Mio €

Ankäufe können von staatlichen Stellen in folgender Höhe gefördert werden:

Amt für ländliche Entwicklung	80 bis 90 %
Naturschutzfonds	70 bis 80 %

Alternativ wäre anzusetzen

- ◆ die Honorierung des Düngerzichts, sie beträgt in den Förderprogrammen derzeit 250 bis 300 €/ha im Jahr
- ◆ Randstreifen werden nach dem Bayerischen Kulturlandschaftsprogramm honoriert,
- ◆ Die Umwandlung von Acker- in Grünland (z.B. für intelligente Pufferstreifen) wird im VNP gefördert.

Diese Honorierung erfolgt zu 100 % aus staatlichen Mitteln. Durch Ankaufspreise wird ein zusätzlicher Anreiz geschaffen. Durch den Erwerb des Eigentumstitels besteht die Möglichkeit, die Zielflächen dauerhaft zu sichern.

8.4 Verfahrenskosten Neuordnung

Die Verfahrenskosten können derzeit noch nicht seriös vorher gesagt. Dem Umgriff nach wäre eine Neuordnung in allen Risikobereichen des Offenlandes anzustreben. Da vielfach Verfahren erst vor vergleichsweise kurzer Zeit abgeschlossen wurden, dürfte aber das Interesse der Landwirte und Eigentümer eher gering sein.

Förderung von Verfahren:

Die Kosten der staatlichen Stellen und der unmittelbaren Zuarbeit übernimmt der Staat zu 100 %, die sonstigen Verfahrenskosten werden zu bis zu 90 % bezuschusst. Der Rest wird üblicherweise unter den Teilnehmern des Verfahrens umgelegt – es gibt aber auch Präzedenzfälle, in denen eine Gemeinde für diese Kosten aufkommt.

Alternativ ist für Hangbereiche eine Förderung nach KULAP ein Behelf. Die Finanzierung erfolgt zu 100 % aus staatlichen Mitteln.

8.5 Einzelmaßnahmen in Sonderfällen

In Sonderfällen, wie im Fall der Einbruchgefahr, können Sondermaßnahmen erforderlich sein. Die Kosten solcher Maßnahmen werden der Größenordnung nach auf vergleichbare Baukosten (Regenrückhaltebecken) auf etwa 20 €/m² geschätzt werden. Wir erwarten maximal 3 ha derartiger Maßnahmenggebiete oder insgesamt 600 T€.

Die Förderung erfolgt im Kontext größerer Maßnahmen nach den oben genannten Fördersätzen.

9 Weitere Schritte

In einem Treffen der Bürgermeisterinnen und Bürgermeister der Gemeinden mit Vertretern der Fachbehörden am 19. Mai 2009 beim Wasserzweckverband Jachenhausen wurde das weitere Vorgehen besprochen. Dabei wurde in mehreren Wortmeldungen der konkrete Bedarf anhand von Beispielen dargestellt. Es drängen u.a. Probleme der Entwässerung der Hochfläche, der unschädlichen Wasserableitung von Karstquellen im Altmühltal und der Sicherung von Brunnen und Quellen. Es gibt vergleichsweise unproblematische Bereiche. Daneben gibt es bei einzelnen Dolinen vorrangige Probleme. Die unterschiedlichen Problemfelder lassen sich jedoch angesichts der Zusammenhänge im Karst nicht vollständig voneinander trennen. Gehandelt werden soll nur, wenn konkreter Bedarf besteht. Die Landwirte, Grundeigentümer und in anderer Weise betroffenen Bürgerinnen Bürger sollen von Anfang an in die Planung einbezogen werden.

Folgende Schritte sind angezeigt

- Auflistung möglicher „Problemdolinen“; es wird empfohlen, dass Gemeinden und WZV eine solche Liste zusammenstellen, ggf. unter Konsultation weiterer Ortskundiger;
- zu diesen „Problemdolinen“ einzelfallbezogene Entwurfsplanung
 - wirksamer und
 - realisierbarer Maßnahmen
 - mit Bürgerbeteiligung (siehe zuvor) – die realisierbaren Maßnahmen können u.E. am effizientesten im Dialog mit den Bewirtschaftern vor Ort entwickelt werden – man kann das „workshop“ oder „Ortstermin“ nennen; Aufgabe der zu beteiligenden Planer ist es, fachliche Impulse zu geben, die Wirksamkeit der Maßnahmen und dem Ergebnis eine planerische Form zu geben, dabei auch
 - Klärung der rechtlichen Situation und der Zuständigkeiten (Es muss im Einzelfall untersucht werden, ob durchzuführende Maßnahmen Pflichtaufgaben der öffentlichen Hand / des WZV

- sind und in wieweit es sich um freiwillige, zusätzliche Vorsorgeleistungen handelt. Eine allgemeine Festlegung ist nicht möglich),
- der praktischen Umsetzung ggf. erforderlichen Grunderwerbs (Flächenmanagement, Landtausch),
 - der Kosten und
 - der Finanzierung der Maßnahmenausführung
- Ausführungsplanung und Maßnahmenausführung

e) Finanzierung

- Für die Planung soll Leader-Förderung beantragt werden. Die Leader-Förderung soll ermöglichen, den Fach- und Verwaltungsgrenzen überschreitenden Ansatz des Projektes zu realisieren. Ein Kooperationsprojekt ist denkbar. Die Eigenmittel sollen der ZV-Jachenhausen und interessierte Gemeinden stellen.
- Die Ausführung soll entsprechend den für den Einzelfall festgestellten Zuständigkeiten finanziert werden. Die Regierung von Niederbayern hat für Maßnahmen, die den Biotopwert von Dolinen befördern oder den Biotopverbund verbessern, eine Förderung nach LNPR von vor. 70 % in Aussicht gestellt.



Bild 1: Schwemmkegel



Bild 2: Grabenzufluß Doline



Bild 3: Überblick Einzugsgebiet der großen Doline nördlich Perletzhofen



Bild 4: Grabenzufluß Doline aus Richtung Perletzhofen

LEGENDE

Bestand

- Entwässerungsgraben, offen
- Vermutetes oberirdisches Wassereinzugsgebiet
- Doline mit Wald bestanden

Massnahmen

- Erwerb von landwirtschaftlichen Grundstücken;
Anlage von begrünten Wiesenmulden
- Bewirtschaftung der Flächen nach KULAP A 35
- Aufweitung der Grabenböschung

Kostenschätzung

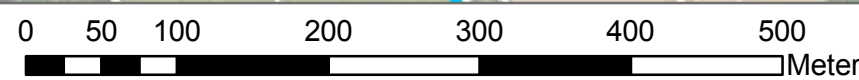
Ankauf 1,2 ha x 2,50 €/m ² =	30.000 €
Ankaufsnebenkosten =	5.000 €
Erdbewegung 1.500 m ³ x 10 €/m ³ =	15.000 €
Sonstiges =	2.500 €
Planung =	2.500 €
Gesamt	55.000 €

Jährliche Förderung durch KULAP von 0,10 €/m² x 7.600 m² = 760 €

Situation

Die Doline entwässert ein vergleichsweise großes Gebiet von ca. 180 ha. Nach Untergrund und Lage zu Brunnen ist sie relativ risikoarm.

Projekt:	Dolinen im Kehlheimer Jurakarkt Zustandserfassung und ökologisches Entwicklungskonzept		
Vorhabens-träger:	Landschaftspflegeverband VöF Kehlheim Anschrift: Donaupark 13 93309 Kehlheim Telefon: 09441 / 207-359 Fax: 09441 / 207-339 Email: voef@landkreis-kehlheim.de Homepage: www.voef.de		
Planinhalt:	Exemplarische Darstellung möglicher Maßnahmen Beispiel Einzugsgebiet der großen Doline nördlich Perletzhofen	Proj.-Nr.:	
Verfasser:	Anschrift: Obere Hauptstraße 29 85354 Freising Telefon: 08161 / 44 0 11 Fax: 08161 / 44 0 12 Email: info@hsz-media.de Homepage: www.hsz-media.de	Plan-Nr.:	3
		Bearbeitung:	Schmitt
		Planzeichnung:	Mörtl
		Datum:	05/2009
		Maßstab:	1:10.000





LEGENDE

- Bestand**
- Entwässerungsgraben, offen
 - Entwässerungsgraben, verrohrt
 - Doline
- Massnahmen**
- Erwerb von landwirtschaftlichen Grundstücken; Anlage von begrünten Wiesenmulden
 - Freilegung des verrohrteten Grabens
 - Aufweitung der Grabenböschung

Kostenschätzung

Ankauf 1,9 ha x 2,50 €/m ² =	47.500 €
Ankaufsnebenkosten =	5.000 €
Erbewegung 1.000 m ³ x 10 €/m ³ =	10.000 €
Sonstiges =	500 €
Planung =	2.000 €
Gesamt	65.000 €

Situation

Teillösungsvorschlag für den nordwestlichen Rand des großen Dolinenfeldes von Maierhofen.



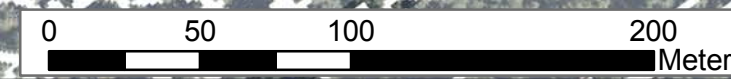
Bild 3: Entwässerung zur Doline mittels Rohrdurchlass



Bild 1: Doline südlich Maierhofen



Bild 2: Wassermulde im Bereich der verfüllten Doline



Projekt:	Dolinen im Kehlheimer Jurakarst Zustandserfassung und ökologisches Entwicklungskonzept		
Vorhabens-träger:	 Landschaftspflegeverband VöF Kehlheim Anschrift: Donaupark 13 93309 Kehlheim Telefon: 09441 / 207-359 Fax: 09441 / 207-339 Email: voef@landkreis-kehlheim.de Homepage: www.voef.de		
Planinhalt:	Exemplarische Darstellung möglicher Maßnahmen Beispiel Einzugsgebiet der großen Doline südlich Maierhofen	Proj.-Nr.:	
Verfasser:	 Anschrift: Obere Hauptstraße 29 85354 Freising Telefon: 08161 / 44 0 11 Fax: 08161 / 44 0 12 Email: info@hsz-media.de Homepage: www.hsz-media.de	Plan-Nr.:	4
		Bearbeitung:	Schmitt
		Planzeichnung:	Mörtl
		Datum:	05/2009
		Maßstab:	1:2.500

Anhang

Referenzstatistik

GENESIS-Tabelle

Agrarstrukturerhebung (Bodennutzung): Gemeinde,

landwirtschaftlich genutzte Fläche, Kulturarten (17)/ Kulturarten (45), Jahr

Allgemeine Agrarstrukturerhebung 2007

	Riedenburg, St	Painten, M	Dietfurt a.d.Altmühl, St
Landwirtschaftlich genutzte Fläche (LF)	ar	ar	ar
Insgesamt	359385	43977	386966
davon:			
Dauerwiesen	47735	5946	58722
Mähweiden	4178		3430
Weiden ohne Hutungen			1675
Hutungen und Streuwiesen	10411		26367
aus d.ldw.Erzeug.genom.Dauergrünland	862		149
Weizen	63576	7620	64135
Roggen	2079	-	2835
Gerste	97449	14860	94541
Hafer	1173	.	
Sommermenggetreide	.	.	
Triticale	1897	-	4362
Körnermais	3553		
Futtererbsen	.	597	1897
Kartoffeln	121	55	
Runkelrüben	.	.	86
Klee und Klee gras	8243	2731	27861
Luzerne	746	238	772
Ackerwiese und Ackerweide	1158	-	3274
Grünmais (Silomais)	33273	2524	31183
alle anderen Futterpflanzen	7894	-	524
Winterraps	48734	5303	42523

Brache	19511	3344	14656
--------	-------	------	-------

(C)opyright 2009 Bayerisches Landesamt
für Statistik und Datenverarbeitung
Stand: 27.03.2009 / 14:25:05

Ackerfläche	296199	38031	296623
Anteil Mais	12,4%	6,6%	10,5%
Anteil Gerste und Raps	49,4%	53,0%	46,2%

Auszüge aus der Biotopkartierung

6935-0010

Artnachweise:

Aegopodium podagraria
Alopecurus pratensis

Cirsium arvense
Dactylis glomerata agg.
Eleocharis palustris
Elymus repens
Fagus sylvatica
Galium aparine agg.
Geum urbanum
Juncus effusus
Lamium album
Lemna minor
Populus tremula
Prunus avium
Prunus spinosa agg.
Quercus robur
Rubus caesius
Rubus idaeus
Sambucus nigra
Typha latifolia
Urtica dioica

Beschreibung und Maßnahmevorschläge

Beschreibung

Der Biotop besteht aus zwei Dolinen, die südl. der Kreisstraße KEH 14 auf der intensiv bewirtschafteten Albhochfläche inmitten von Ackerland liegen. Ringsum findet man verstreut noch einige Gehölzinseln; im W zieht sich ein größeres Waldgebiet entlang.

Nutzung

Keine Nutzung (erkennbar)

Pflege: keine Pflege oder Sicherung nötig

Schutzvorschlag: Kein Schutzvorschlag

6935-0012

Artnachweise:

Aegopodium podagraria
Anthriscus sylvestris

Arrhenatherum elatius
Cirsium arvense

Crataegus monogyna
Dactylis glomerata agg.
Elymus repens
Frangula alnus
Galium aparine agg.
Holcus mollis
Juncus effusus
Populus tremula
Potentilla anserina
Prunus spinosa agg.
Quercus robur
Rhamnus cathartica
Rubus fruticosus agg.
Rubus idaeus
Salix cinerea
Sambucus nigra
Urtica dioica

Beschreibung und Maßnahmevorschläge

Beschreibung

Der Biotop liegt inmitten der intensiv genutzten und ausgeräumten Albhochfläche und wird von Fettwiesen und Äckern umgeben. Nur im N und NW breitet sich ein schmaler Waldgürtel aus; ringsum sind weitere kleine Gehölzbestände verstreut. TF 02 liegt südl

Nutzung

Keine Nutzung (erkennbar)

Pflege: keine Pflege oder Sicherung nötig

Schutzvorschlag Kein Schutzvorschlag;

6935-0015

Artnachweise:

Aegopodium podagraria
Alopecurus pratensis

Beschreibung und Maßnahmevorschläge

Beschreibung

Auf der landwirtschaftlich intensiv genutzten Albhochfläche, inmitten einer Ackerfläche liegende Doline, die mit aufgelockertem und geschichtetem Gehölzbestand bestockt

Betula pendula
Dactylis glomerata agg.
Dryopteris filix-mas agg.
Elymus repens

ist. Ca. 15-18 m hohe, alte Eichen überragen die Fläche; einige Fichten und Birken

Galium aparine agg.

Nutzung

Plenternutzung/Einzelstammnutzung

Geum urbanum
Humulus lupulus
Picea abies
Populus tremula

Pflege: keine Pflege oder Sicherung nötig

Prunus avium
Prunus spinosa agg.
Quercus robur
Rosa canina var.
Rubus fruticosus agg.
Rubus idaeus
Sambucus nigra
Sorbus aucuparia
Urtica dioica

Schutzvorschlag: Kein Schutzvorschlag;

6935-0030

Artnachweise:

Acer platanoides
Anthriscus sylvestris

Beschreibung und Maßnahmevorschläge

Beschreibung:

Doline beim Eichelhof

Betula pendula
Campanula trachelium

Auf der östlichen Arzberg-Hochfläche liegt zwischen dem Pfenning- und dem Eichelhof am Südrand der Straße nach Töging eine Doline. In der etwa 5m tiefen Doline stocken alte Kirschen mit Eiche, Fichte und Birke. In der NW-Ecke d

Cirsium arvense
Elymus repens
Galium aparine agg.
Hieracium murorum
Picea abies
Populus tremula

Nutzung

Keine Nutzung (erkennbar)

Prunus avium
Prunus spinosa agg.
Quercus robur

Pflege:

weitere Nutzungs-/Pflege-/Sicherungshinweise siehe Text;
Pufferstreifen um Biotop ausweisen; Beseitigung von Ablagerungen;
Erläuterungen: Entfernung standortfremder Gehölze

Rosa canina var.
Salix caprea
Sambucus nigra
Stellaria graminea
Urtica dioica

Schutzvorschlag

Kein Schutzvorschlag

6935-0094

Artnachweise:

Acer platanoides
Acer pseudoplatanus

Beschreibung und Maßnahmevorschläge

Beschreibung:

Dolinen auf der Dürner Albhochfläche

Aegopodium podagraria
Ballota nigra

Die Albhochfläche um Dürn war dicht mit Dolinen übersät. Soweit diese im Zuge der Flurbereinigung oder zuvor nicht verfüllt worden sind und nun als landwirtschaftliche Nutzfläche dienen, stellen sie meist Ins

Betula pendula
Bromus ramosus agg.
Calystegia sepium
Cirsium arvense
Dactylis glomerata agg.
Elymus repens
Epilobium angustifolium
Galium aparine agg.

Nutzung

Plenternutzung/Einzelstammnutzung; Stockhieb; Deponie / Aufschüttung; Teilbereich ohne Nutzung

Pflege:

weitere Nutzungs-/Pflege-/Sicherungshinweise siehe Text;
Pufferstreifen um Biotop ausweisen; Beseitigung von Ablagerungen;
Erläuterungen: Entfernung standortfremder Gehölze
Pufferungpflanzung im Biotopsaum

Heracleum	Schutzvorschlag	Kein Schutzvorschlag	
Phleum pratense agg.			
Picea abies			
Populus tremula		Rubus idaeus	Tilia cordata
Prunus avium		Salix caprea	Urtica dioica
Prunus spinosa agg.		Sambucus nigra	Verbascum thapsus
ROTMILAN		Sorbus aucuparia	Vicia cracca agg.

6935-0124

Artnachweise:

Acer platanoides
Acer pseudoplatanus

Aegopodium podagraria
Anthriscus sylvestris

Arrhenatherum elatius
Betula pendula

Cirsium arvense

Corylus avellana
Dactylis glomerata agg.
Dryopteris filix-mas agg.

Elymus repens
Fraxinus excelsior

Galium aparine agg.

Geranium robertianum
Geum urbanum
Heracleum
Malva neglecta
Picea abies
Pinus sylvestris
Populus tremula

Beschreibung und Maßnahmevorschläge

Beschreibung:

Dolinen um Predlfing

Auf der überwiegend ackerbaulich genutzten Albhochfläche östlich von Dietfurt liegen z.T. recht tiefe Dolinen mit Gehölzbewuchs. Sie sind feldgehölzähnliche Inselbiotope in der ansonsten ausgeräumten Kulturlandschaft. Soweit Kra

Nutzung

Hochwald/Altersklassenwald; Plenternutzung/Einzelstammnutzung; Teilbereich ohne Nutzung

Pflege:

Nutzungsextensivierung; weitere Nutzungs-/Pflege-/Sicherungshinweise siehe Text; Pufferstreifen um Biotop ausweisen; Beseitigung von Ablagerungen; Absperrungen; Erläuterungen: Entfernung standortfremder Gehölze

Schutzvorschlag

Kein Schutzvorschlag

Prunus avium	Sambucus nigra
Prunus padus	Silene latifolia ssp. alba
Prunus spinosa agg.	Ulmus glabra
Quercus robur	Urtica dioica
Rubus idaeus	
Salix caprea	

6935-0127

Artnachweise:

Acer campestre
Achillea millefolium agg.
Agrimonia eupatoria
Ajuga reptans

Anthyllis vulneraria
Arrhenatherum elatius
Artemisia campestris
Asperula cynanchica
Betula pendula
Campanula persicifolia
Campanula
Campanula rotundifolia
Carpinus betulus

Centaurea scabiosa
Cirsium vulgare
Cornus sanguinea
Corylus avellana
Crataegus laevigata
Crataegus monogyna
Dactylis glomerata agg.

Beschreibung und Maßnahmevorschläge

Beschreibung:

Feldgehölze und Hecken um Schweinkofen
Schweinkofen liegt auf einer völlig von Forsten umschlossenen, landwirtschaftlich genutzten Albhochfläche. Nur vereinzelt stehen Hecken oder Feldgehölze an Wegböschungen oder in Dolinen in der sonst ausgeräum

Nutzung

Stockhieb; Teilbereich ohne Nutzung

Pflege: weitere Nutzungs-/Pflege-/Sicherungshinweise siehe Text;

Beseitigung von Ablagerungen; Erläuterungen: Entfernung standortfremder Gehölze

Schutzvorschlag

Kein Schutzvorschlag

Daucus carota	Euonymus europaea
Deschampsia flexuosa	Eupatorium
Dryopteris carthusiana	Euphorbia cyparissias
Dryopteris filix-mas agg.	Euphrasia stricta
Epilobium angustifolium	Fagus sylvatica
Epilobium montanum	Fragaria viridis
Equisetum sylvaticum	Galium aparine agg.

Galium verum agg.
Geranium robertianum
Geum urbanum
Helianthemum
Heracleum
Hieracium pilosella
Hypericum perforatum
Juniperus communis
Knautia arvensis
Koeleria pyramidata
Leontodon autumnalis
Lotus corniculatus agg.
Malus sylvestris
Medicago falcata

Mycelis muralis
Ononis repens
Origanum vulgare
Pastinaca sativa
Picea abies
Pimpinella saxifraga
Pinus sylvestris
Polygala comosa
Prunus avium
Pyrus communis agg.
Quercus robur
Rhamnus cathartica
Rhinanthus minor
Rubus caesius

Rubus fruticosus agg.
Rubus idaeus
Salix caprea
Sanguisorba minor
Sanicula europaea
Scabiosa columbaria
Silene vulgaris
Thymus pulegioides
Torilis japonica
Urtica dioica
Veronica montana
Vicia cracca agg.
Vicia sepium
Viola riviniana

6935-0131

Artnachweise:

Aegopodium podagraria
Betula pendula
Calystegia sepium
Carex brizoides
Chelidonium majus
Cirsium arvense
Crataegus laevigata
Crataegus monogyna
Dactylis glomerata agg.
Dryopteris filix-mas agg.
Elymus repens
Galium aparine agg.
Heracleum
Lamium galeobdolon
Phleum pratense agg.
Picea abies
Pinus sylvestris
Populus tremula
Prunus padus
Prunus spinosa agg.
Quercus robur

Beschreibung und Maßnahmevorschläge

Beschreibung:

Dolinen zwischen Stetterhof und Hainsberg
Auf der Albhochfläche nordwestlich von Dietfurt gab es einst viele Dolinen, die mehrheitlich inzwischen verfüllt und dann landwirtschaftlich genutzt wurden. Die noch verbliebenen Dolinen tragen i.d.R. Fe

Nutzung

Plenternutzung/Einzelstammnutzung; Stockhieb; Teilbereich ohne Nutzung

Pflege:

weitere Nutzungs-/Pflege-/Sicherungshinweise siehe Text;
Pufferstreifen um Biotop ausweisen; Beseitigung von Ablagerungen;
Erläuterungen: Entfernung standortfremder Gehölze
Pufferungpflanzung im Biotopsaum

Schutzvorschlag Kein Schutzvorschlag

Rhamnus cathartica
Salix caprea
Sambucus nigra
Tilia cordata

Ulmus glabra
Urtica dioica
Verbascum thapsus

6935-0138

Artnachweise:

Aegopodium podagraria
Alliaria petiolata

Anthriscus sylvestris
Arctium lappa

Arrhenatherum elatius
Artemisia vulgaris agg.
Betula pendula
Chelidonium majus
Cirsium vulgare
Dactylis glomerata agg.

Dryopteris filix-mas agg.
ELSTER
Elymus repens

Epilobium angustifolium
Epilobium montanum
Galium aparine agg.

Beschreibung und Maßnahmevorschläge

Beschreibung:

Naturdenkmal "Predlfinger Dolinen"

Unmittelbar südlich von Predlfing liegen in Getreideäckern als ND geschützte Dolinen.

01: Große Doline mit länglicher Ausrichtung, bis etwa 7m tief. Am Grund der Doline muß in Regenzeiten ein Grundwasserdurc

Nutzung

Keine Nutzung (erkennbar)

Pflege:

weitere Nutzungs-/Pflege-/Sicherungshinweise siehe Text;
Pufferstreifen um Biotop ausweisen; Beseitigung von Ablagerungen;
Erläuterungen: Entfernung standortfremder Gehölze

Schutzvorschlag

Kein Schutzvorschlag

Geranium robertianum
Geum urbanum

Heracleum
Lamium album

Mycelis muralis
Picea abies
Pinus sylvestris
Populus tremula
Prunus avium

Prunus padus
Quercus robur
RABENKRAEHE
Rubus fruticosus agg.
Sambucus nigra

Tanacetum vulgare
Urtica dioica
Verbascum densiflorum

6936-0013

Artnachweise:

Achillea millefolium agg.
Aegopodium podagraria

Anthriscus sylvestris
Arrhenatherum elatius

Calamagrostis epigejos

Carex acuta
Carex acutiformis
Carex hirta

Cirsium arvense
Crataegus monogyna

Dactylis glomerata agg.
Deschampsia
Elymus repens

Galium aparine agg.
Geum urbanum
Holcus lanatus
Iris pseudacorus
Juncus
Juncus effusus
Lycopus europaeus
Phragmites australis

Beschreibung und Maßnahmevorschläge

Beschreibung:

Nordwestlich Otterzhofen, unmittelbar an der Straße nach Albertshofen, befindet sich inmitten der ausgeräumten Albhochfläche ein kleiner Weiher, der von Fettwiesen und Äckern umgeben ist. Möglicherweise handelt es sich um eine wassergefüllte Doline. An

Nutzung

Keine Nutzung (erkennbar)

Pflege:

keine Pflege oder Sicherung nötig

Schutzvorschlag

Kein Schutzvorschlag

Poa trivialis
Potentilla anserina
Prunus avium
Ranunculus acris
Rubus fruticosus agg.
Rubus idaeus
Salix caprea
Salix cinerea

Salix fragilis agg.
Salix viminalis
Sparganium erectum
Trifolium pratense
Typha latifolia
Ulmus glabra
Urtica dioica

6936-0015

Artnachweise:

Aegopodium podagraria
Alopecurus pratensis

Anthriscus sylvestris
Arrhenatherum elatius
Cirsium arvense

Corylus avellana
Dactylis glomerata agg.
Euonymus europaea
Fragaria vesca

Galium aparine agg.
Ligustrum vulgare
Malus domestica

Prunus spinosa agg.
Pyrus communis agg.

Quercus robur
Rubus caesius
Rubus idaeus
Salix purpurea
Sambucus nigra
Urtica dioica

Beschreibung und Maßnahmevorschläge

Beschreibung:

Am nordwestl. Ortsrand von Otterzhofen befindet sich unmittelbar am Straßenrand eine Doline. An ihren mäßig steilen bis steilen Böschungen stockt besonders am N- und O-Rand ein dichter Gehölzbestand aus Eichen, Weiden und altem Birnbaum. Im strauchigen

Nutzung

Keine Nutzung (erkennbar)

Pflege: keine Pflege oder Sicherung nötig

Schutzvorschlag Kein Schutzvorschlag

6936-0028**Artnachweise:**

Achillea millefolium agg.
 Alopecurus pratensis

Arrhenatherum elatius
 Artemisia vulgaris agg.

Carex acuta

Carex acutiformis

Carex nigra

Cirsium arvense

Dactylis glomerata agg.

Eleocharis palustris

Elymus repens

Epilobium hirsutum

Galium verum agg.

Hypericum perforatum

Iris pseudacorus

Juncus articulatus

Juncus effusus

Lycopus europaeus

Oenothera biennis

Potamogeton natans

Prunus avium

Beschreibung und Maßnahmevorschläge**Beschreibung:**

Westl. der Kreisstraße KEH 13 liegt auf der Albhochfläche, umgeben von Äckern und Fettwiesen, eine wassergefüllte Doline. Weitere Gewässerflächen kommen in der Umgebung nicht vor. Die Landschaft ringsum wird durch kleinere Gehölzbestände etwas geglied

Nutzung

Keine Nutzung (erkennbar)

Pflege:

keine Pflege oder Sicherung nötig

Schutzvorschlag Kein Schutzvorschlag

Quercus robur

Rubus idaeus

Salix aurita

Salix caprea

Salix viminalis

Sambucus nigra

Sparganium erectum

Trifolium pratense

Urtica dioica

Veronica scutellata

6936-0032**Artnachweise:**

Agrimonia eupatoria

Alopecurus pratensis

Arrhenatherum elatius

Athyrium filix-femina

Betula pendula

Cirsium arvense

Dactylis glomerata agg.

Elymus repens

Galium aparine agg.

Geum urbanum

Helictotrichon pratense

Humulus lupulus

Hypericum perforatum

Picea abies

Populus tremula

Prunus avium

Prunus spinosa agg.

Pyrus communis agg.

Quercus robur

Rosa canina var.

Rubus fruticosus agg.

Rubus idaeus

Salix caprea

Sambucus nigra

Urtica dioica

Beschreibung und Maßnahmevorschläge**Beschreibung:**

Auf der ausgeräumten und landwirtschaftlich intensiv genutzten Albhochfläche, westl. Otterzhofen, die sehr flach nach S bis SW einfällt, findet man nur noch verstreut Reste von Gehölzstrukturen vor.

Der erfaßte Biotop besteht aus drei TF, wobei TF 03 i

Nutzung

Keine Nutzung (erkennbar)

Pflege: keine Pflege oder Sicherung nötig

Schutzvorschlag

Kein Schutzvorschlag

6936-0077**Artnachweise:**

Abies alba

Acer campestre

Beschreibung und Maßnahmevorschläge**Beschreibung:**

Hecken und Gehölze um Aichkirchen

Achillea millefolium agg.
Aethusa cynapium ssp.

Agrimonia eupatoria
Agrostis capillaris

Ajuga reptans

Allium oleraceum
Anthriscus sylvestris

Arrhenatherum elatius
Artemisia vulgaris agg.

Athyrium filix-femina

Betula pendula
Brachypodium

Brachypodium sylvaticum

Campanula rotundifolia

Carex digitata

Carex hirta

Carex montana

Carex muricata agg.

Carlina acaulis

Carpinus betulus

Centaurea jacea

Centaurea scabiosa

Cephalanthera

Cirsium arvense

Clinopodium vulgare

Convallaria majalis

Convolvulus arvensis

Cornus sanguinea

Corylus avellana

Crataegus laevigata

Crataegus monogyna

Dactylis glomerata agg.

Daucus carota

Deschampsia flexuosa

Dianthus carthusianorum

Elymus repens

Epilobium angustifolium

Euonymus europaea

Euphorbia cyparissias

Fagus sylvatica

Festuca ovina agg.

Fragaria vesca

Galeopsis tetrahit agg.

Galium aparine agg.

Galium rotundifolium

Galium verum agg.

Genista germanica

Gentianella ciliata

Geranium robertianum

Geum urbanum

Glechoma hederacea

Numerierung der TF zunächst im Uhrzeigersinn beginnend westlich von Haid, dann bei Aichkirchen ein S beschreibend.

Bei der Erstkartierung wurde der Biotop unter den Nummern L-6936-146, 189, 191, 193, 194 und 321

Nutzung

Plenternutzung/Einzelstammnutzung; Gewerbe / Industrie / Energiewirtschaftliche Anlage; Feldweg / Fuß-/ Wanderweg; Teilbereich ohne Nutzung

Pflege: gelegentliche Mahd; Beseitigung von Ablagerungen

Schutzvorschlag

Kein Schutzvorschlag

Helianthemum

Hepatica nobilis

Heracleum

Hieracium murorum

Hypericum maculatum

Hypericum perforatum

Knautia arvensis

Koeleria pyramidata

Lamium galeobdolon

Lamium maculatum

Lapsana communis

Leontodon hispidus

Linaria vulgaris

Linum catharticum

Lonicera xylosteum

Lotus corniculatus agg.

Luzula pilosa

Lycopus europaea

Malus sylvestris

Medicago falcata

Medicago lupulina

Medicago sativa

Melampyrum pratense

Mycelis muralis

Onobrychis vicifolia

Oxalis acetosella

Picea abies

Pimpinella saxifraga

Pinus sylvestris

Plantago lanceolata

Plantago media

Poa pratensis agg.

Populus tremula

Primula veris

Prunella grandiflora

Prunus avium

Prunus padus

Prunus spinosa agg.

Pulsatilla vulgaris

Pyrus communis agg.

Quercus robur

Rhamnus cathartica

Rhinanthus minor

Rosa

Rosa canina var.

Rubus

Rubus fruticosus agg.

Rubus idaeus

Rumex obtusifolius

Salix aurita

Salix caprea

Salvia pratensis

Sambucus nigra

Sanicula europaea

Scabiosa columbaria

Scrophularia nodosa

Securigera varia

Sedum telephium agg.

Senecio jacobaea

Silene latifolia ssp. alba

Sorbus aucuparia

Sorbus torminalis

Stachys sylvatica

Taraxacum sect.

Thymus pulegioides

Tilia cordata

Torilis japonica

Tragopogon pratensis

Trifolium medium

Trifolium pratense

Urtica dioica

Vaccinium myrtillus

Viburnum lantana

Viburnum opulus

Vicia cracca agg.

Vicia sepium

Vinca minor

Viola

Viola riviniana

7036-0066

Artnachweise:

Acer campestre

Beschreibung und Maßnahmevorschläge

Beschreibung:

Acer platanoides	Auf der Albhochfläche um Baiersdorf findet man außer vereinzelt Hecken, Gebüsch und Gehölzen kaum Strukturen in der ausgeräumten Agrarlandschaft. Diese wenigen, Ausgleichsfunktion übernehmenden Flächen sind in diesem Biotop zusammengefasst.	
Acer pseudoplatanus		
Aesculus hippocastanum		
Artemisia vulgaris		
Cirsium arvense	Nutzung	
Cirsium vulgare	Keine Nutzung (erkennbar)	
Cornus sanguinea		
Crataegus laevigata		
Crataegus monogyna		
Dactylis glomerata		
Elymus repens		
Euonymus europaea		
Fraxinus excelsior	Schutzvorschlag	
Ligustrum vulgare	Kein Schutzvorschlag	
Populus tremula	Salix	Tilia cordata
Prunus avium	Salix caprea	Tilia platyphyllos
Prunus spinosa agg.	Sambucus ebulus	Urtica dioica
Quercus robur	Sambucus nigra	Viburnum lantana
Rosa canina var.	Sorbus aria agg.	
Rubus fruticosus agg.	Sorbus aucuparia	

7036-0077

Artnachweise:

Achillea millefolium
 Achillea ptarmica
 Aegopodium podagraria
 Agrostis canina
 Agrostis capillaris
 Ajuga reptans
 Alopecurus aequalis
 Anthoxanthum
 Arnica montana
 Arrhenatherum elatius
 Betonica officinalis
 Betula pendula
 Calluna vulgaris

Beschreibung und Maßnahmevorschläge

Beschreibung:

** 3 % Nichtbiotop-Anteil: kleine Fichtengruppen und fette Wiesenbereiche zwischen Fichten
 weitere Biotoptypen: Gewässervegetation 1 %

Der Biotop befindet auf der Albhochfläche südöstlich von Maierhofen und grenzt im S an das ausgedehnte Wald

Nutzung

Beweidung; Teilbereich ohne Nutzung

Pflege:

weitere Nutzungs-/Pflege-/Sicherungshinweise siehe Text; regelmäßige Beweidung; Erläuterungen: Entfernung standortfremder Gehölze

Schutzvorschlag

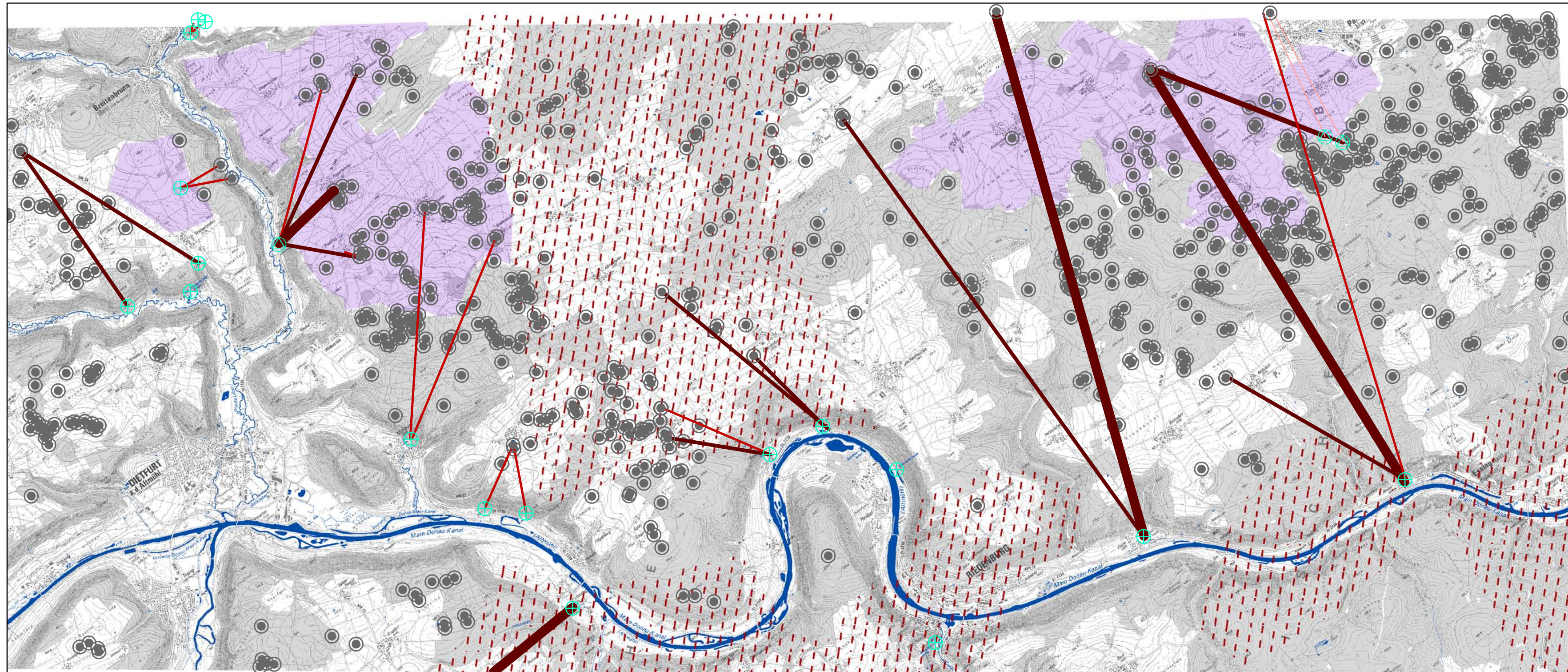
LB-Vorschlag: Einziger bodensauerer

Campanula rotundifolia
Carex brizoides
Carex canescens
Carex echinata
Carex flava agg.
Carex nigra
Carex ovalis
Carex panicea
Centaurea jacea
Chamaespartium
Cirsium arvense
Cirsium palustre
Deschampsia
Deschampsia flexuosa
Dryopteris carthusiana
Eleocharis palustris
Epilobium angustifolium
Epilobium ciliatum
Festuca rubra agg.
Frangula alnus
Galeopsis bifida
Galium boreale
Galium verum agg.
Genista tinctoria
Glyceria fluitans
Hieracium lactucella

Hieracium pilosella
Hieracium umbellatum
Holcus lanatus
Hypericum maculatum
Juncus articulatus
Juncus bufonius agg.
Juncus effusus
Juncus squarrosus

Lactuca serriola
Lemna minor
Leontodon autumnalis
Linaria vulgaris
Lycopus europaeus
Lysimachia vulgaris
Melampyrum pratense
Mentha aquatica
Molinia caerulea
Nardus stricta
Pedicularis sylvatica
Peplis portula
Persicaria lapathifolia
Phleum pratense agg.
Picea abies
Pinus sylvestris
Poa pratensis agg.

Populus tremula
Potentilla anserina
Potentilla erecta
Potentilla palustris
Prunus padus
Quercus robur
Ranunculus acris
Ranunculus flammula
Ranunculus repens
Rubus fruticosus agg.
Rubus idaeus
Rumex acetosa
Salix aurita
Sambucus nigra
Sambucus racemosa
Silene flos-cuculi
Sorbus aucuparia
Succisa pratensis
Urtica dioica
Vaccinium myrtillus
Vaccinium vitis-idaea
Veronica officinalis
Veronica scutellata
Vicia cracca



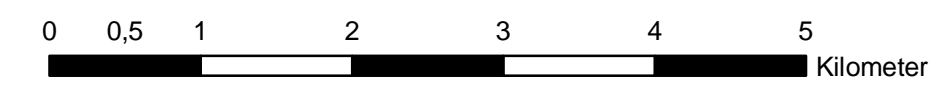
LEGENDE

Dominante Abstandsgeschwindigkeit

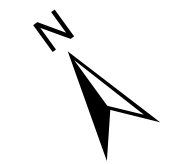
- < 60 m/d
- nicht belegt 60 - 199
- 200 - 599
- 600 - 2000
- > 2000 m/d

- Dolinen Bestand
- Brunnen
- Quelle

- Massenfazies (Malm Zeta) nach MEYER (1977)
- Vorbehandlung des Wirtschaftsdüngers besonders empfohlen vgl. Nr. 7.3.1



Quellenangaben:
 Markierungsversuch nach Glaser, S. (1998): Der Grundwasserhaushalt in verschiedenen Faziesbereichen des Malm der Südlichen und Mittleren Frankenalb. GSF-Bericht 2/98.
 Ergänzt nach Dr. Ernst Schönfeld GmbH 1996, 2001, 2002.
 Topographische Karten (LVG, Stand 2009)



Projekt:	Dolinen im Kehlheimer Jurakarst Zustandserfassung und ökologisches Entwicklungskonzept		
Vorhabens-träger:	 Landschaftspflegeverband VöF Kehlheim Anschrift: Donaupark 13 93309 Kehlheim Telefon: 09441 / 207-359 Fax: 09441 / 207-339 Email: voef@landkreis-kehlheim.de Homepage: www.voef.de		
Planinhalt:	Hydrogeologische Auffälligkeiten	Proj.-Nr.:	
		Plan-Nr.:	2
Verfasser:	 Anschrift: Obere Hauptstraße 29 85354 Freising Telefon: 08161 / 44 0 11 Fax: 08161 / 44 0 12 Email: info@hsz-media.de Homepage: www.hsz-media.de	Bearbeitung:	Schmitt
		Planzeichnung:	Mörtl
		Datum:	05/2009
		Maßstab:	1:50.000

Rückseite: „Landschaftsangepasstes Bauen“ – Haus in einer Doline (Maierhofen)

