Zeitschrift: Bulletin der Vereinigung Schweiz. Petroleum-Geologen und -Ingenieure

Herausgeber: Vereinigung Schweizerischer Petroleum-Geologen und -Ingenieure

Band: 35 (1968-1969)

Heft: 88

Artikel: Unfälle mit Mineralölen : Beispiele aus der Praxis der in Grundwassergebieten nach Ölversickerungen getroffenen Massnahmen

Autor: Schmassmann, Hansjörg

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-195945

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 17.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Bull. Ver. Schweiz. Petrol.-Geol. u. -Ing., Vol. 35, Nr. 88, April 1969, S. 12–30

Unfälle mit Mineralölen

Beispiele aus der Praxis der in Grundwassergebieten nach Ölversickerungen getroffenen Massnahmen

Mit 6 Textfiguren

von HANSJÖRG SCHMASSMANN *

Inhalt:

1. *Allgemeines über notwendige, mögliche und zweckmässige Massnahmen*
1.1 Einleitung
1.2 Sanierungsbrunnen
1.3 Ausbaggern
1.4 Flutung
1.5 Neufassung des Grundwassers

2. *Fall 1, Magden: Ausbaggern des ölgetränkten Bodens und Abpumpen des Öls unter der Versickerungsstelle*
2.1 Unfall und erste Massnahmen
2.2 Hydrologische Situation
2.3 Aushub des mit Öl durchtränkten Bodens
2.4 Vorkommen und Abpumpen von veröltem Wasser
2.5 Kontrollbohrungen
2.6 Schlussfolgerungen
2.6.1 Verhalten des versickerten Öls in siltig-tonigem Boden
2.6.2 Rasche und vollständige Sanierung durch Ausbaggern und Abpumpen

3. *Fall 2, Allschwil: Flutung und Abpumpen des versickerten Öls*
3.1 Unfall und erste Massnahmen
3.2 Hydrologische Situation
3.3 Sanierungsbrunnen
3.4 Pumpbetrieb und Flutungen
3.5 Schlussfolgerungen
3.5.1 Langsame horizontale Wanderung der Ölphase
3.5.2 Verdrängung und Rückgewinnung des Öls durch Fluten
3.5.3 Langandauernde Verunreinigung durch gelöstes Öl

4. *Fall 3, Langenbruck: Neufassung eines Trinkwassers ausserhalb des von der Ölversickerung betroffenen Gebietes*
4.1 Unfall und Verunreinigung des gefassten Trinkwassers
4.2 Erste Massnahmen zur Sicherstellung der Wasserversorgung
4.3 Erste Abklärungen und Sanierungsmassnahmen im Quellgebiet
4.4 Fassung des Wassers ausserhalb des verunreinigten Gebietes
4.5 Weitere Schutzmassnahmen
4.6 Schlussfolgerungen
4.6.1 Unverzügliche Massnahmen bei Verunreinigung des gefassten Wassers
4.6.2 Ersatz verunreinigten oder gefährdeten Trinkwassers durch Neufassung

* Bölchenstrasse 5, CH-4410 Liestal.

1. Allgemeines über notwendige, mögliche und zweckmässige Massnahmen

1.1 *Einleitung*

«Wenn Mineralölprodukte ausgelaufen und in den Boden eingedrungen sind, was ist dann zu tun? Kann man die Sache auf sich beruhen lassen, genügt es abzuwarten und zu beobachten, oder muss etwas unternommen werden? Unternommen werden muss sicher etwas, wenn die Trinkwasserversorgung bedroht ist, aber wann ist sie bedroht? Wir haben gesehen, dass Mineralölprodukte manchmal sehr weit wandern können, aber die genauen Gesetze dieses Wanderns kennen wir noch nicht. Wir müssen also vorsichtig sein und lieber des Guten zu viel tun als zu wenig, auf jeden Fall aber schnell handeln, wenn wir nach bestem Wissen glauben, dass eine Gefahr für das Trinkwasser besteht.»

WILHELM ZIMMERMANN**

Mit diesen Worten sind Probleme und Aufgaben treffend und kurz umschrieben, die sich jedesmal stellen, wenn Mineralölprodukte in den Boden versickert sind.

Die Massnahmen, die nach einer Ölversickerung einerseits getroffen werden sollen und andererseits praktisch überhaupt getroffen werden können, sind je nach den im Einzelfall besonderen örtlichen Gegebenheiten sehr unterschiedlich und müssen in der Praxis immer wieder neu erwogen werden. Praktische Erfahrungen mit Erfolgen und Misserfolgen bei konkreten Fällen können aber helfen, die bei analogen neuen Fällen zweckmässigen Entscheide rasch zu treffen. Über solche Erfahrungen soll im folgenden nach einigen weiteren Hinweisen zur Hauptsache anhand von drei aus der Praxis ausgewählten Beispielen (Fälle 1–3) berichtet werden, von denen jedes verschiedene Aspekte bietet, die von einigem allgemeinen Interesse sein dürften.

1.2 *Sanierungsbrunnen*

In vielen Fällen wird angestrebt, aus Sanierungs- oder Abwehrbrunnen die bis zum Grundwasser vorgedrungenen Mineralölprodukte mit dem Wasser zu fördern und damit an ihrer Weiterwanderung zu hindern. Das Verfahren hat verschiedene Nachteile. Oft kann es einen jahrelangen Pumpbetrieb notwendig machen, der nicht nur hohe Kosten verursacht und die Geduld aller Beteiligten auf die Probe stellt, sondern auch einen Teil der Grundwasservorräte eines Gebietes langfristig der Nutzung für die Trink- und Brauchwasserversorgung entzieht.

So hatte man sich nach einer umfangreichen Ölversickerung nicht dazu entschliessen können, die zwar aufwendigen, aber einen raschen Erfolg versprechenden radikaleren Massnahmen zu treffen, und sich auf den Betrieb eines 40–60 m unterhalb der Versickerungsstelle niedergebrachten Sanierungsbrunnens beschränkt. Eine Wanderung des Öls in der Richtung gegen die unterliegenden Grundwasserfassungen hatte damit zwar nachweisbar verhindert werden können. Noch nach dem 5 Jahre dauernden Betrieb strömt jedoch das Öl dem Sanierungsbrunnen nicht nur in geruchlich und geschmacklich im Wasser wahrnehmbarer, gelöster Form, sondern als Ölphase zu, die periodisch von der Wasseroberfläche abgeschöpft werden kann.

Nach einer Benzinversickerung, die erst festgestellt worden war, als sie einen 80 m grundwasserstromabwärts gelegenen Brunnen erreicht hatte, musste sowohl aus diesem als auch aus einem dann bei der Versickerungsstelle selbst erstellten Sanierungsbrunnen während 2 Jahren gepumpt werden, bis der Benzingeruch des geförderten Grundwassers verschwunden war.

Wenn sich die nach einer Ölversickerung getroffenen Massnahmen auf den Betrieb eines oder mehrerer Sanierungsbrunnen beschränken, ist sodann in Betracht zu ziehen,

** WILHELM ZIMMERMANN, Wasser und Mineralöle, gwf Schriftenreihe Wasser-Abwasser 13, R. Oldenbourg Verlag München-Wien 1967.

dass damit nur dasjenige Öl entfernt werden kann, welches bereits bis zum jeweiligen Grundwasserspiegel vorgedrungen ist. Das im Boden über dem Grundwasser festgehaltene Öl kann aber infolge von Wasserspiegelschwankungen oder der Versickerung von Niederschlägen noch nach Jahren und Jahrzehnten herausgeschwemmt oder herausgelöst werden. Da das Wasser geruchs- und geschmacksaktive Bestandteile von Mineralölprodukten in Konzentrationen zu lösen vermag, die weit über der geruchlichen und geschmacklichen Wahrnehmbarkeitsgrenze liegen, muss nicht nur der Wanderung der Ölphase, die besonderen Gesetzmässigkeiten folgt, sondern auch dem im Grundwasser gelösten und sich deshalb mit diesem rascher und ungehinderter bewegenden Öl Beachtung geschenkt werden.

1.3 *Ausbaggern*

Das sicherste Mittel, das versickerte und noch über dem Grundwasserspiegel festgehaltene Öl zu entfernen, ist, den verunreinigten Boden auszubaggern und abzutransportieren. Damit der ölhaltige Aushub nicht an einem anderen Ort eine schädliche Wasserverschmutzung verursacht, muss er entweder ausgeglüht (Fall 3) oder ausserhalb eines nutzbaren Wasservorkommens (Fall 1) abgelagert werden.

Sofern grosse Mengen von Öl in einen durchlässigen Boden eingedrungen sind, wird es aber in den meisten Fällen nicht mehr möglich sein, die Baggergrube so rasch abzuteufen, dass das versickernde Öl noch zeitlich eingeholt werden kann (Fall 1). Wenn das versickerte Öl den Grundwasserspiegel bereits erreicht hat, kann jedoch dann die auf dem Grundwasserspiegel liegende Öllinse leicht aus der bis in diese Tiefe ausgehobenen, allenfalls noch durch einen Sanierungsbrunnen vertieften Baggergrube abgepumpt werden (Fall 1). Falls seit der Versickerung noch keine sehr lange Zeit verstrichen ist, wird es in der Regel auch gelingen, das als Phase oder in gelöster Form schon ausserhalb des Bereichs der Baggergrube weitergewanderte Öl in den durch den Pumpbetrieb erzeugten Absenktrichter zurückzuholen. Auf diese Weise können die nach einer Ölversickerung notwendigen Massnahmen unvergleichbar rascher abgeschlossen werden als lediglich mit Abwehrbrunnen, die jahrelang betrieben werden müssen und mit denen sich das Öl zudem nur unvollständig aus dem Boden entfernen lässt.

1.4 *Flutung*

Oft ist es indessen praktisch nicht möglich, den über dem Grundwasser verölten Boden auszubaggern, z. B. weil er bis zu einer mit dem Bagger nicht erschliessbaren Tiefe hinunterreicht oder weil auf den Bestand und die Sicherheit von in der Nähe gelegenen Bauwerken Rücksicht genommen werden muss (Fall 2). Um auch in diesen Fällen zu einem raschen und wirksamen Abschluss der Sanierungsmassnahmen zu kommen, kann es zweckmässig sein, das Öl durch Fluten mit Wasser aus dem Boden zu verdrängen und durch einen möglichst an der Versickerungsstelle, nötigenfalls in deren Nähe niedergebrachten, gleichzeitig mit der Flutung betriebenen Pumpbrunnen zurückzugewinnen. Fall 3 ist ein besonders eindrückliches Beispiel für diese Art einer Sanierung. In einem anderen Fall, bei dem nur verhältnismässig kleine Ölmengen versickert und unmittelbar unter der Versickerungsstelle im 10 m tief gelegenen Grundwasser erst schwach geruchlich und geschmacklich wahrnehmbar gewesen waren, hatten wir die Sanierungsmassnahmen mit einem Pumpbrunnen, einer Flutung und einer 14 m grundwasserstromabwärts ausgeführten Kontrollbohrung innert drei Tagen abschliessen können.

Das Ziel der Flutung ist vor allem, Vorgänge, die natürlicherweise infolge von Grundwasserspiegelschwankungen und infolge der Versickerung von Niederschlägen

unkontrolliert im Laufe der Jahre auftreten würden, in kurzer Zeit und unter Kontrolle ablaufen zu lassen. Im Gegensatz zu einem Baggeraushub können dabei zwar noch gewisse Mengen Öl im Boden zurückbleiben, die aber auch später bei natürlichen Vorgängen kaum mehr herausgeschwemmt oder herausgelöst werden und dabei das Grundwasser gefährden können.

1.5 *Neufassung des Grundwassers*

Schwierige Probleme können insbesondere auftreten, wenn das versickerte Öl schon bis zu einer Wassergewinnungsanlage vorgedrungen ist oder ein solches Ereignis unmittelbar bevorzustehen droht. Schnelles Handeln ist in einem solchen Falle vor allem schon geboten, um zu verhindern, dass das Öl in das Versorgungsnetz eindringt und auch dieses verschmutzt (Fall 3). Wenn das verunreinigte Wasser nicht auf andere Weise ersetzt werden kann und wenn sich die akute Verunreinigung nicht rasch eliminieren und sich eine nachher verbleibende latente Gefährdung nicht sicher ausschliessen lässt, wird sich aufdrängen, wo möglich den Zufluss zur bisherigen Wassergewinnungsanlage oberhalb des von der Ölversickerung betroffenen Gebietes neu zu fassen (Fall 3).

2. Fall 1, Magden: Ausbaggern des ölgetränkten Bodens und Abpumpen des Öls unter der Versickerungsstelle

(Landeskarte 1:25000, Blatt 1068 Sissach, Koord. 627.409/265.363 = CR 2)

2.1 *Unfall und erste Massnahmen*

Am 24. Juni 1967 kollidierte ein mit 10000 Liter Heizöl beladener Tankwagenanhänger auf der Strasse Rheinfelden–Magden (Kanton Aargau) mit einem Wehrstein. Aus dem aufgerissenen Tank des dabei über die Strassenböschung gestürzten Anhängers flossen 8000 Liter Öl aus und versickerten innert kurzer Zeit vollständig in den Boden.

Der alarmierte Feuerwehrkommandant von Rheinfelden handelte rasch und zweckmässig. Eine Stunde nach dem Unfall begann eine von ihm beigezogene Unternehmung, die mit Öl durchtränkte Erde auszuheben und an einen 4–5 km entfernten Ort abzuführen, an dem ausserhalb des Einzugsgebiets genutzter Grundwasservorkommen seit langem Abfälle aller Art abgelagert werden. Mit einem Spezialfahrzeug liess der Feuerwehrkommandant die noch im Tank verbliebenen 2000 Liter Öl auspumpen und abtransportieren. Das 170 m von der Unfallstelle entfernte Grundwasserpumpwerk der Gemeinde Magden wurde vorsorglicherweise stillgelegt.

Sieben Stunden nach dem Unfall war der mit Öl durchtränkte siltige bis siltig-tonige Boden bis in etwa 4 m Tiefe ausgehoben. Das Öl war aber bereits tiefer eingedrungen.

2.2 *Hydrologische Situation (Fig. 1)*

Das kantonale Gewässerschutzamt, das in der Folge die Leitung der Arbeiten übernahm, zog mich als Berater bei.

Am Abend des Unfalltags ergab die Beurteilung der hydrologischen Situation, dass die Unfallstelle über dem rechten Rand des Grundwasserstromes lag, der in der mit Schottern aufgefüllten eiszeitlichen Rinne des Magdenerbaches abfliesst. Da das Öl rasch in eine grosse Tiefe eingedrungen war, musste mit der Möglichkeit gerechnet werden, dass es den Grundwasserstrom erreichen werde.

Das Pumpwerk der Gemeinde Magden, mit dem der Grundwasserstrom genutzt wird, liegt 170 m schräg talaufwärts der Unfallstelle. Obwohl die geologisch-hydrologischen Verhältnisse nicht genau bekannt waren, war aufgrund der Erfahrungen aus ähnlichen Gebieten praktisch auszuschliessen, dass das Grundwasser von der Unfallstelle

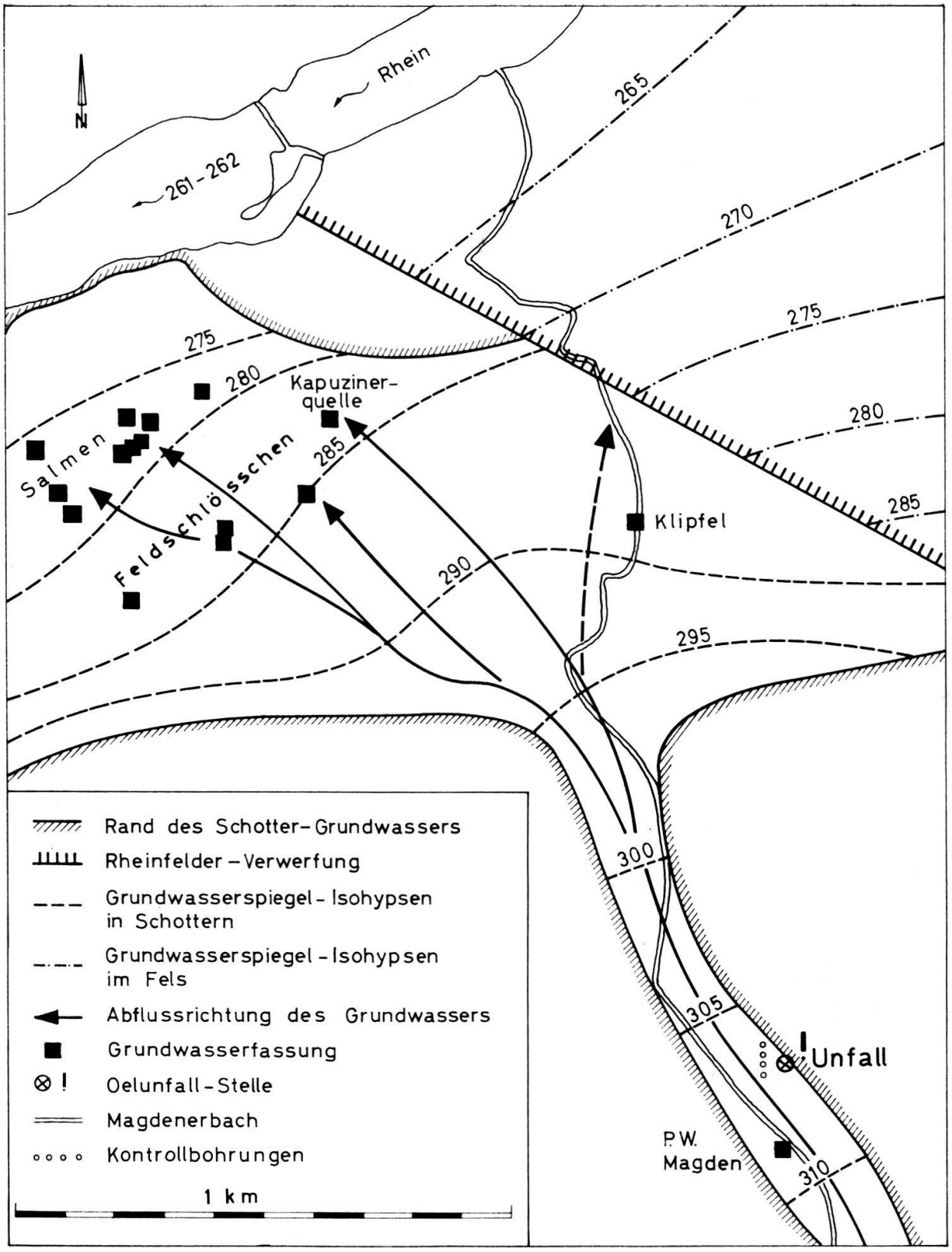

Fig. 1: Ölunfall Magden. Hydrologische Situation.

entgegen der natürlichen Strömungsrichtung nach dem betriebenen Brunnen gelangen könnte. Das vorsorglicherweise stillgelegte Pumpwerk konnte deshalb wieder in Betrieb genommen und damit die Wasserversorgung der Gemeinde Magden sichergestellt werden.

Vom Magdenertal-Grundwasserstrom war bekannt, dass er in ein Grundwasservorkommen des Rheintals mündet. Dieses findet sich in Schottern, die ausserhalb der tiefen eiszeitlichen Rheinrinne über einer undurchlässigen Felsoberfläche in einem Niveau abgelagert worden sind, das höher als der heutige Strom liegt. Ein Teil dieses durch Hangwasserzuflüsse und durch Infiltrationen aus dem Magdenerbach zusätzlich gespeisten Grundwassers fliesst vermutlich über die als «Rheinfelder Verwerfung» bezeichnete grosse Störung des Felsuntergrundes in das Grundwasservorkommen über, das jenseits dieser Verwerfung im durchlässigen Hauptmuschelkalk vorhanden ist.

Westlich der Rheinfelder Verwerfung wird das zu einem wesentlichen Teil aus dem Magdenertal gespeiste, hochgelegene Grundwasservorkommen in Fassungen der Brauerei Feldschlösschen, der Kapuziner-Mineralquelle und des Salmenbräus genutzt. Ein kleinerer, ungenutzter Teil fliesst am Rheinbord als Quellen aus, wo die Grenze zwischen den Schottern und dem undurchlässigen Felsuntergrund angeschnitten ist.

Die Abflussmenge des Magdenertal-Grundwasserstromes ist nicht sehr bedeutend. Aufgrund der hydrologischen Auswertung der Beobachtungen, die später anlässlich des Pumpbetriebs in der Umgebung der Unfallstelle gemacht werden konnten, ist sie grössenordnungsmässig zu etwa 20 l/sec zu schätzen. Der Ertrag des im Rheintal der Magdenertal-Mündung vorgelagerten Grundwasservorkommens ist um einiges grösser, weil es zusätzlich gespeist wird. Insbesondere ist der durch ein Industrie-Pumpwerk genutzte östliche Teil des Grundwasservorkommens stark durch Infiltrationen aus dem Magdenerbach beeinflusst.

Da das Einzugsgebiet des Magdener-Grundwasserstroms zu einem grossen Teil in gipsführenden Schichten des Keupers liegt, hat das Wasser einen verhältnismässig hohen Mineralgehalt. Gerade wegen dieser Eigenschaft, die für eine Trinkwasserversorgung unerwünscht wäre, ist es vor allem als bewährtes Brauwasser der beiden Brauereien, aber auch als Zufluss zur Kapuzinerquelle, die dem Solbadkurort Rheinfelden neben der stärkeren Magdalenaquelle ein leichteres Mineralwasser liefert, unersetzbar. Eine Verunreinigung dieser Wässer mit Öl hätte unabsehbare wirtschaftliche Folgen gehabt.

Eine zeitlich unmittelbare Gefahr für die Fassungen bestand nicht. Nach Erfahrungen war die Annahme berechtigt, dass gelöste Geruchs- und Geschmacksstoffe, die aus dem Öl hätten herausgelöst werden können, nicht vor mehreren Wochen und dass das im Kapillarsaum abfliessende Öl erst nach noch wesentlich längerer Zeit die im Minimum 1,5 km entfernten Fassungen erreicht haben würde. Doch mussten so rasch wie möglich geeignete Massnahmen getroffen werden, die verhinderten, dass das ausgelaufene Öl überhaupt mit dem Magdenertal-Grundwasserstrom weiterfliessen und später bis zu den für die Brauereien und den Kurort unersetzlichen Fassungen vordringen konnte.

2.3 *Aushub des mit Öl durchtränkten Bodens (Fig. 2)*

Das erste Ziel war, die mit dem Öl durchtränkte Erde möglichst vollständig auszuräumen. Dazu musste mit Baumaschinen gearbeitet werden, die am Unfalltag, einem Samstag, und dem darauf folgenden Sonntag überhaupt erreichbar waren, ohne dass lange hatte erwogen werden können, welche Art von Erdbewegungsgeräten theoretisch am zweckmässigsten gewesen wären.

Der begonnene Aushub wurde Tag und Nacht fortgesetzt, wozu anfänglich 6 Traxe und Bagger und für den Abtransport 15 Lastwagen zur Verfügung standen.

Damit die bergseitige Böschung der schliesslich 9 m Tiefe erreichenden Grube genügend standsicher war, konnte nicht darauf verzichtet werden, das Strassenareal einzubeziehen. Der Personenwagenverkehr zwischen Rheinfelden und Magden und die Postautokurse Rheinfelden–Gelterkinden mussten während zwei Wochen mehr als 1 km

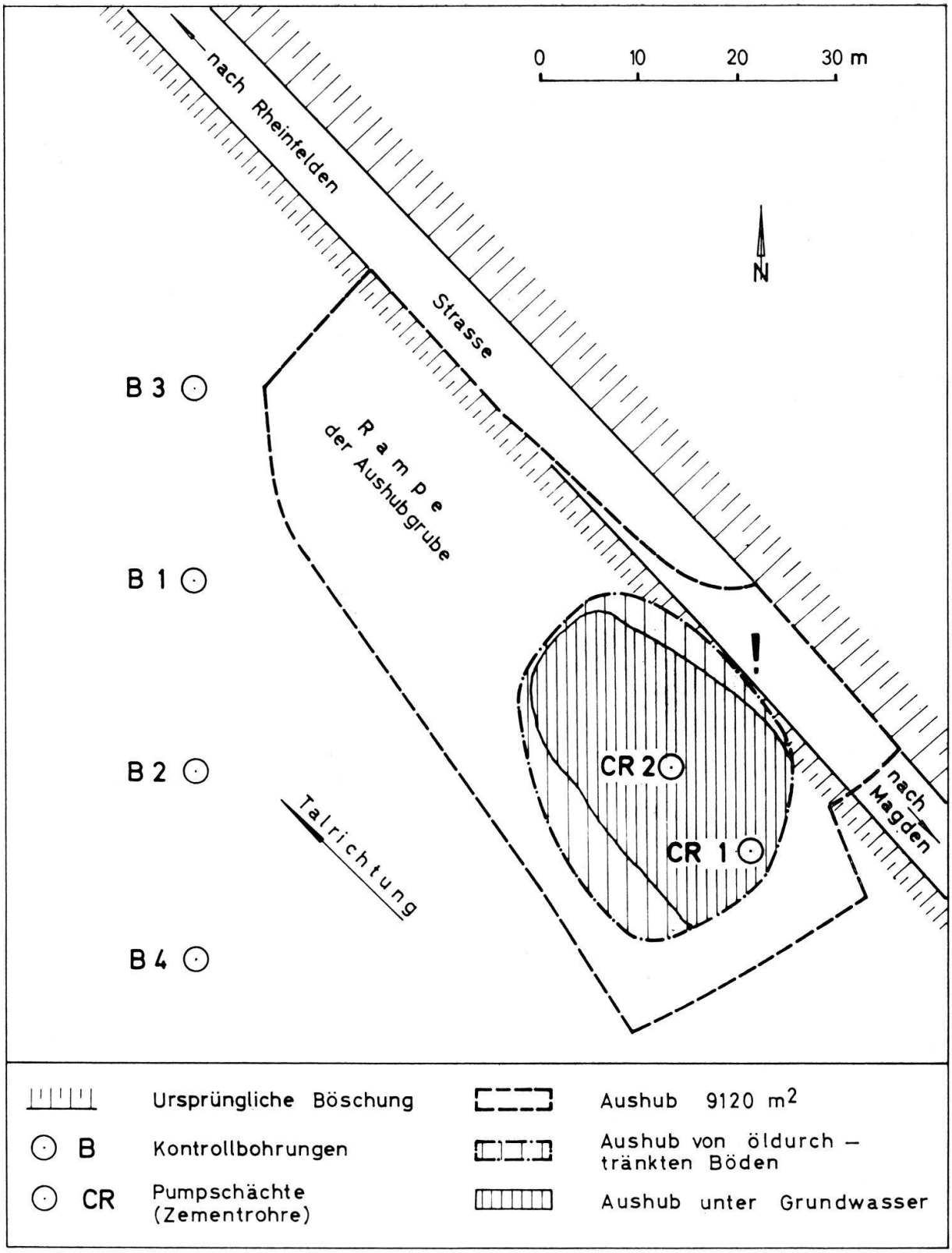

Fig. 2: Ölunfall Magden. Situation der Unfallstelle.

auf behelfsmässig beschotterten Waldwegen über das rechts des Magdenertals rund 90 m höhere Plateau, der Lastwagenverkehr von und nach dem mehrere Dörfer enthaltenden Tal sogar viele Kilometer über Nebenstrassen umgeleitet werden. Eine rasche Beendigung der Aushubarbeiten war nicht nur geboten, um das Öl vom Grund-

wasserstrom fernzuhalten, sondern auch um den Abtransport der im Tal bevorstehenden Kirschenernte sicherzustellen.

Zwei Wochen und zwei Tage nach dem Unfall war alles Erdmaterial ausgehoben, in dem noch Ölspuren hatten wahrgenommen werden können. Einschliesslich der Rampe, die man als Zufahrt zum ölverseuchten Bereich erstellt hatte, waren insgesamt 9120 m^3 Boden entfernt worden. Dann begannen die Unternehmer, die Grube mit sauberem Material wieder aufzufüllen, das aus einem grossen Aushub von Rheinfelden zugeführt wurde. Nachdem einerseits der Böschungsfuss der mehr als 10 m unter das Strassenniveau abgeteuften Grube durch die ersten Auffüllungen gesichert und andererseits ausserhalb der Grube ein schmaler Einschnitt in der bergseitigen Strassenböschung geschaffen war, konnte über dessen Planum der gesamte Fahrzeugverkehr vorläufig wenigstens einspurig wieder aufgenommen werden.

2.4 *Vorkommen und Abpumpen von veröltem Wasser (Fig. 2 und 3)*

Der während der ersten Tage nach dem Unfall vorgetriebene Aushub zeigte, dass der siltig-tonige Boden gegen die Talmitte in einen sandigen Kies übergeht. In diesen war das Öl durch eine rund 1 m mächtige Decke von Talbodenlehm ebenfalls eingedrungen. Der kiesig-sandige Boden war aber eindeutig nur bis zu dem in etwa 6,5 m Tiefe angetroffenen Grundwasserspiegel verölt. Als dieser erreicht war, hatte der Aushub im talseitigen Teil der Grube beendet werden können. Im bergseitig tiefer ausgehobenen Grubenteil war der Wasserspiegel zunächst allein durch den Aushub des durchnässten, schlecht durchlässigen, siltig-tonigen Bodens, später durch Pumpen abgesenkt. Das im Kies angeschnittene und sich bals als ölfrei erweisende Grundwasser floss deshalb entgegen der natürlichen Strömungsrichtung in den bergseitigen Grubenteil aus. Damit war verhindert, dass Wasser aus dem Gebiet der Unfallstelle und ihrer näheren Umgebung noch mit dem Grundwasserstrom weiterfliessen konnte.

Im bergseitigen Teil der Aushubgrube stellten wir einen Tag nach dem Unfall mit einem Schürfschlitz fest, dass das Öl im siltig-tonigen und unten Kalkgehängeschutt enthaltenden Boden schon bis zum Niveau des Wasserspiegels vorgedrungen war. Im Gegensatz zum Aushub im Bereich des gegen die Talmitte vorkommenden sandigen Kieses gelang es jedoch beim weiteren Entfernen des siltig-tonigen Gehängeschutts nicht, ölhaltiges und ölfreies Material unter dem Niveau des Wasserspiegels einwandfrei zu unterscheiden. Das aus dem angeschnittenen Boden in einer verhältnismässig geringen Menge zufliessende Wasser sah aus, als ob es völlig mit Öl durchmischt wäre. Erst in den Dolomitmergeln, die unter dem siltig-tonigen Hangschutt den Felsuntergrund bilden, war kein Öl mehr feststellbar.

Um das sich im tieferen Grubenteil ansammelnde, mit Öl verschmutzte Wasser zu entfernen, wurden aus gelochten Zementröhren zwei Pumpschächte erstellt. Da die Grundwasservorkommen unterhalb der Unfallstelle zusätzlich durch Infiltrationen aus dem Magdenerbach gespeist werden, konnte nicht in Betracht fallen, das ölhaltige Wasser, das aus der Aushubgrube, aus den Zementrohrschächten und, beim damaligen Stand der Arbeiten, später vielleicht auch aus den stromabwärts angeordneten Kontrollbohrungen zu pumpen war, auf dem kürzesten Wege nach dem nahen Bach abzuleiten. Deshalb musste eine Ableitung von mehr als 1 km Länge nach dem zunächst gelegenen Kanalisationsschacht erstellt werden.

Das in den Zementrohrschächten abzupumpende Wasser stammte zu einem wesentlichen Teil vom Grundwasser, das von der Talmitte her aus dem sandigen Kies austrat. Als die Pumpen in den Kontrollbohrungen zweimal während längerer Zeit in Betrieb waren und sich der Spiegel des Grundwasserstroms dadurch gesenkt hatte (vgl. unten), versiegten diese Grundwasserzutritte fast vollständig. Die Menge des Wassers, das im

tieferen Baugrubenteil aus den in der Nähe des Talrandes vorhandenen Ablagerungen austrat und das abzupumpen war, betrug dann nur etwa 0,5 l/sec oder weniger.

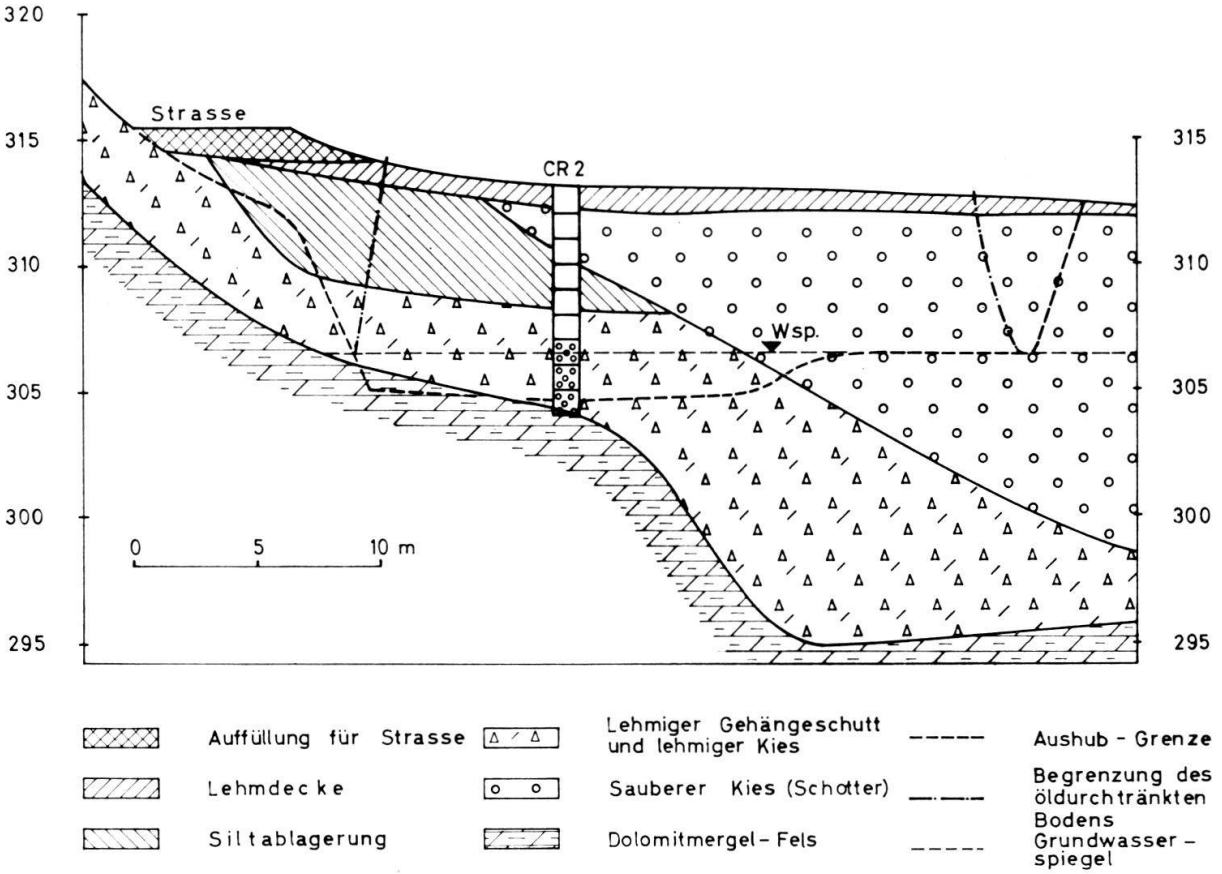

Fig. 3: Ölunfall Magden. Querschnitt durch Aushub-Grube.

Als der grösste Teil des ölhaltigen Erdreichs ausgehoben war, hatte eine Woche nach dem Unfall auch das gepumpte Wasser keinen sichtbaren Ölgehalt mehr. Wenn aber die Pumpen abgestellt waren, zeigten sich im einen der beiden Schächte auf der Wasseroberfläche noch lange Zeit Schlieren von Öl, das jedenfalls an den vom ansteigenden Wasser berührten Rohrwänden hängen geblieben war. In der Folge von starken Regenfällen hatte dann einen Monat nach dem Unfall auch das gepumpte Wasser einmal wieder einen am Geruch wahrnehmbaren Ölgehalt. Seitlich der wiederaufgefüllten Aushubgrube waren offenbar noch geringe Spuren von Öl im Boden zurückgeblieben und durch die versickernden Niederschläge ausgeschwemmt worden. Die gleiche Erscheinung wurde später nochmals beobachtet. Deshalb wurde der Pumpbetrieb fortgesetzt, bis während etwa eines Monats weder in den Schächten Ölschlieren sichtbar noch im gepumpten Wasser Öl geruchlich oder geschmacklich wahrnehmbar war. Als aufgrund dieses Befundes angenommen werden durfte, dass der Boden und das Grundwasser im Bereich der Unfallstelle kein Öl mehr oder höchstens noch praktisch bedeutungslose geringe Mengen enthielten, waren die Sanierungsarbeiten 3 Monate nach dem Unfall abgeschlossen.

2.5 *Kontrollbohrungen (Fig. 2)*

Am Tage nach dem Unfall hatten wir, wie erwähnt, festgestellt, dass das Öl schon bis zum Niveau des Grundwasserspiegels vorgedrungen war. Unter diesen Umständen war es angezeigt, stromabwärts der Unfallstelle so rasch wie möglich einige Kontroll-

bohrungen auszuführen. Diese sollten zugleich als Sanierungsbrunnen benützt werden können, falls in ihnen bereits Öl angetroffen worden wäre.

Die zwei ersten Bohrungen, die in der mutmasslich wahrscheinlichsten Abströmrichtung des in der Aushubgrube angetroffenen, ölhaltigen Wassers und 40–50 m von der Unfallstelle entfernt angesetzt worden waren, durchfuhren vier Tage nach dem Unfall die grundwasserführenden Schotter, ohne Öl angetroffen zu haben. Da wir vorausgesetzt hatten, dass parallel mit den Bohrarbeiten auch die notwendigen Stromanschlüsse bereitgestellt werden könnten, war ein elektrischer Antrieb der in die Bohrungen einzusetzenden Pumpen vorgesehen. Wider Erwarten verzögerten sich jedoch die Anschlussarbeiten des Elektrizitätswerks derart, dass erst 1½ Tage nach Beendigung der beiden ersten Bohrungen, am sechsten Tag nach dem Unfall, mit Pumpen begonnen werden konnte. Nachdem sich die Arbeiter und Angestellten der Aushub- und Bohrunternehmungen unermüdlich eingesetzt hatten, war diese Verspätung ärgerlich. Glücklicherweise hatte sie keine weiteren Folgen. In dem geförderten Wasser war weder geruchlich noch geschmacklich Öl wahrnehmbar. Die Dauerentnahme von 30 l/sec aus den beiden Bohrungen erzeugte dann eine weiträumige starke Grundwasserspiegelabsenkung, die bewirkte, dass die Grundwasserzuflüsse in der an der Unfallstelle ausgehobenen Grube versiegten. Damit konnte aber auch Wasser aus dem unmittelbaren Bereich der Unfallstelle gegen die als Pumpbrunnen betriebenen Bohrungen und auf diese Weise generell wieder in der natürlichen Strömungsrichtung abfliessen. Um dies zu verhindern, und nachdem der bisherige Pumpbetrieb ergeben hatte, dass natürlicherweise noch kein Öl bis in die Umgebung der 40–50 m von der Unfallstelle entfernten Bohrungen vorgedrungen war, wurde die ununterbrochene Grundwasserförderung am achten Tage nach dem Unfall eingestellt. Während der folgenden 15 Tage wurde dann zur Kontrolle des Grundwassers aus den beiden ersten Bohrungen und, sobald sie fertig waren, aus zwei weiteren zur Vervollständigung der Sperre ausgeführten Bohrungen in der Regel nur täglich während je einer Stunde gepumpt. Weder das beim Stillstand der Pumpen in den Bohrlöchern stehende noch das gepumpte Grundwasser hatte während dieser Zeit geruchlich oder geschmacklich wahrnehmbare Ölspuren. Zwei weitere Kontrollen, für welche aus den Bohrungen gepumpt wurde, erfolgten deshalb nur noch in einem Abstand von je vier Tagen. Bei der zweiten dieser Kontrollen wurde einen Monat nach dem Unfall, als der Aushub des ölhaltigen Bodens seit zwei Wochen abgeschlossen war, während 26 Stunden aus allen vier Bohrungen zusammen rund 46 l/sec gefördert. Das bei diesem Versuch wie auch das 2½ Wochen später während je einer Stunde nochmals aus allen vier Bohrungen gepumpte Wasser war geruchlich und geschmacklich in Ordnung. Dieser Befund erlaubte den Schluss, dass es mit den an der Unfallstelle getroffenen Massnahmen gelungen war, das Öl vom Grundwasserstrom fernzuhalten.

2.6 *Schlussfolgerungen*

Im Hinblick auf andere Ölunfälle erscheinen vor allem folgende Erfahrungen von Bedeutung:

2.6.1 Verhalten des versickerten Öls in siltig-tonigem Boden

Die Beobachtungen beim Aushub des öldurchtränkten Erdreichs zeigten, dass das Öl mit einer überraschend grossen Geschwindigkeit auch in einem Boden versickern kann, der nach allgemeinen hydrologischen Erfahrungen aufgrund seiner siltig-tonigen Beschaffenheit als schlecht durchlässig beurteilt werden müsste. Auf eine schlechte Durchlässigkeit des Bodens wies auch hin, dass aus seinen tieferen, unter dem Spiegel des benachbarten Grundwasserstroms angeschnittenen Partien nur geringe Wasser-

mengen zudrangen. Währendem das Öl in dem gegen die Talmitte kiesig-sandigen Boden eindeutig nur bis auf den Grundwasserspiegel vorgedrungen war, waren die Sanierungsarbeiten am Talrand dadurch erschwert, dass beim Entfernen des unter dem Niveau des Wasserspiegels durchnässten siltig-tonigen Boden praktisch nicht eindeutig zwischen ölhaltigem und veröltem Material unterschieden werden konnte und deshalb tiefer ausgehoben werden musste.

2.6.2 Rasche und vollständige Sanierung durch Ausbaggern und Abpumpen

Die unabsehbaren wirtschaftlichen Folgen einer Verunreinigung des stromabwärts der Unfallstelle als Brauwasser und als Mineralwasser genutzten Grundwassers hatten dazu gedrängt, konsequent alle Massnahmen zu treffen, die eine solche Gefährdung mit Sicherheit ausschlossen. Innert weniger Tage wurde das am stärksten mit Öl durchtränkte Erdreich und innert zwei Wochen aller Boden, in dem auch nur Spuren von Öl festzustellen waren, restlos ausgehoben. Zudem wurde das im unmittelbaren Untergrund der Unfallstelle angetroffene, anfänglich stark ölhaltige Wasser weggepumt, bis in ihm keinerlei Ölspuren mehr nachweisbar waren. Durch dieses konsequente Vorgehen konnte verhindert werden, dass das Öl auch nur auf eine kurze Strecke mit dem Grundwasserstrom weiterfloss. Auf einer Sperre, die 40–50 m stromabwärts der Unfallstelle mit vier temporär als Pumpbrunnen betriebenen Bohrungen errichtet worden war, hatte während der bis sieben Wochen nach dem Unfall ausgedehnten Beobachtungen nie eine vom versickerten Öl stammende Verunreinigung wahrgenommen werden können. Die Arbeiten hatten innert zwei Wochen so weit beendet werden können, dass eine Gefährdung des Grundwassers praktisch ausgeschlossen war. Drei Monate nach dem Unfall war es möglich, auch die sicherheitshalber fortgesetzten periodischen Kontrollen des im unmittelbaren Untergrund der Unfallstelle vorhandenen Wassers abzubrechen. Demgegenüber ist nach Ölversickerungen, bei denen entweder ein Aushub und ein Abpumpen des Wassers im unmittelbaren Bereich der Unfallstelle nicht möglich gewesen ist oder bei denen man aus anderen Gründen auf eine solche Massnahme verzichtet hat, ein oft jahrelanger Pumpbetrieb notwendig, um das mit dem Grundwasser abgeflossene Öl zu entfernen.

3. Fall 2, Allschwil: Flutung und Abpumpen des versickerten Öls

(Landeskarte 1:25000, Blatt 1047 Basel, Koord. 609.312/267.364 = Bohrung)

3.1 *Unfall und erste Massnahmen*

In Allschwil (Kanton Basel-Landschaft) waren aus einem undichten Tank etwa 7000 Liter Heizöl ausgelaufen und in den Untergrund versickert. Als dies dem kantonalen Wasserwirtschaftsamt nach einigen Wochen bekannt geworden war, ordnete es eine Grabung an. Mit einem etwa 6 m tiefen Schacht wurde versucht, den unter dem Tank verölten Boden zu entfernen. Doch war das Öl bereits tiefer eingedrungen, und der Schacht konnte mit Rücksicht auf die benachbarten Bauten nicht mehr weiter vertieft werden.

3.2 *Hydrologische Situation*

Aufgrund der bekannten geologischen und hydrologischen Daten musste angenommen werden, dass im Gebiet der Versickerungsstelle noch Grundwasser vorhanden ist, wenn auch in verhältnismässig geringer Mächtigkeit. Von diesem Grundwasser war ferner anzunehmen, dass es in einer generell nördlichen Richtung abfliesst und schliess-

lich ein Gebiet erreicht, in dem auf baselstädtischem und französischem Gebiet verschiedene Wasserfassungen liegen. Schliesslich war nicht auszuschliessen, dass das unter der Versickerungsstelle gelegene Grundwasser aus seiner natürlichen Abflussrichtung gegen den durch die Pumpwerke der Gemeinde Allschwil erzeugten Absenktrichter in nordwestlicher Richtung abgelenkt wird und jene rund 700 m entfernten Trinkwassergewinnungsanlagen erreichen könnte.

Diese hydrologische Situation verlangte, Massnahmen gegen eine Ausbreitung des versickerten Heizöls zu treffen.

3.3 *Sanierungsbrunnen (Fig. 4)*

Die örtlichen Verhältnisse erlaubten nicht, eine Bohrung stromabwärts der Versickerungsstelle auszuführen. Die Bohrung musste in der Strömungsrichtung des Grundwassers gesehen einige Meter seitlich des oberen Endes der Grube, in welcher der lecke Tank ausgegraben worden war, angesetzt werden. Deshalb konnte zum vornherein nicht erwartet werden, mit der Bohrung das Öl direkt anzutreffen. Der Zweck der Bohrung war vielmehr, durch Pumpen im Grundwasser einen Absenkungstrichter zu erzeugen, um das Öl aus der Umgebung anziehen und aus dem Bohrloch fördern zu können.

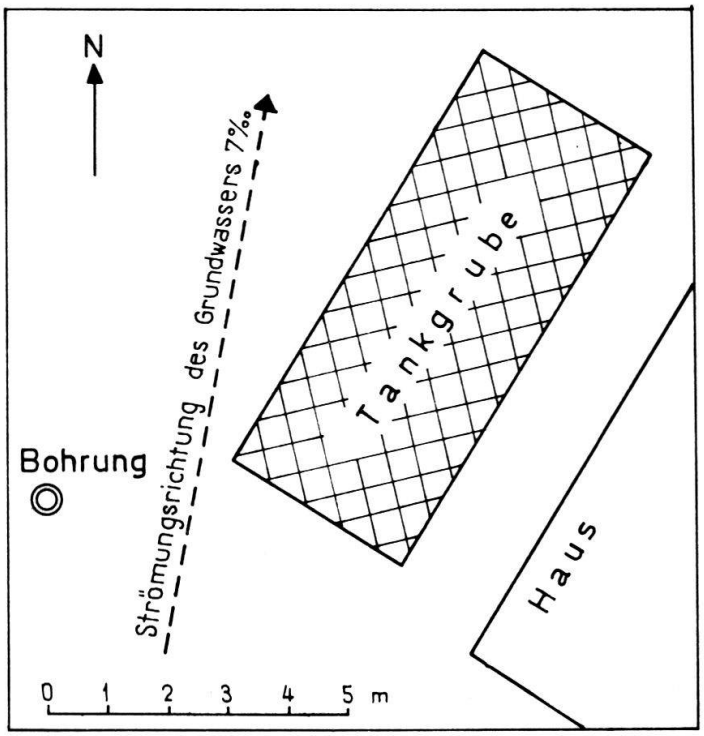

Fig. 4: Ölversickerung Allschwil. Situation.

Die Bohrung ⌀ 500 mm erreichte unter 17,50 m trockenen Niederterrassenschottern ein 2,20 m mächtiges Grundwasservorkommen. Sie wurde noch 4,20 m in die undurchlässigen Molassemergel abgeteuft, um die Pumpe so tief einsetzen zu können, dass das Grundwasser bis auf das Niveau seiner Sohle abgesenkt und damit ein möglichst ausgedehnter Absenktrichter erzeugt werden konnte. Noch vor Beginn des Pumpbetriebs in der mit Filterrohren versehenen Bohrung stieg die Grundwassermächtigkeit infolge von Niederschlägen auf rund 3,00 m an.

3.4 *Pumpbetrieb und Flutungen (Fig. 5)*

Zunächst wurden während 7 Tagen etwa 2 l/sec Grundwasser gepumpt, ohne dass in ihm Öl wahrgenommen werden konnte. In der Absicht, die Wanderung des Öls von der Versickerungsstelle nach der als Pumpbrunnen dienenden Bohrung zu fördern, wurde dann eine Flutung durch Füllung der Grube, in dem der Öltank gelegen hatte, in Aussicht genommen. Ein erster Versuch, bei dem Wasser ab Hydrant versickert und mit Fluorescein markiert worden war, wurde nach 2 Stunden aufgegeben, weil an der Stabilität der Grube Zweifel aufgetreten waren und im Hinblick auf die nahen Gebäudefundamente vor weiteren Flutungen eine Spriessung anzeigt schien. In dem während der folgenden 4 Tage weiterhin aus der Bohrung geförderten Wasser war weder Öl noch das mit dem Wasser in die Tankgrube zugegebene Fluorescein wahrnehmbar.

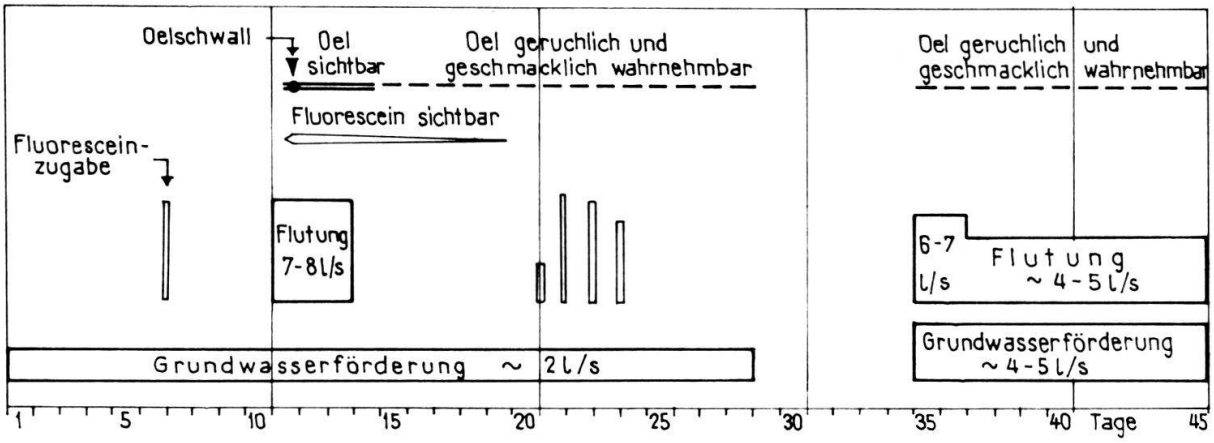

Fig. 5: Ölversickerung Allschwil. Pump- und Flutungs-Diagramm.

Nachdem die Tankgrube durch die Spriessungen gesichert war, wurde mit der zweiten Flutung begonnen. Bei anhaltender Flutung war das aus der Bohrung geförderte Wasser 9 Stunden später durch das 4 Tage vorher bei der ersten Flutung zugegebene Fluorescein grün gefärbt und enthielt auch bereits wenig Öl. Zum Erstaunen aller Beteiligten drangen dann in der Zeit zwischen 13½ und 16 Stunden nach Beginn der zweiten Flutung plötzlich bedeutende Mengen von Öl ln die Bohrung ein. Die mit der Pumpe geförderte und in Messgläsern geprüfte Flüssigkeit war nicht mehr ölhaltiges Wasser, sondern bestand bis zu zwei Dritteln aus Öl. Da die Förderleistung der Pumpe etwa 110 l/min = 6,6 m³/h betrug, kann geschätzt werden, dass während der 2½ Stunden das in einer Menge von rund 7 m³ versickerte Heizöl fast quantitativ zurückgewonnen worden war.

Nachdem der Ölschwall vorbei war, förderte die Pumpe wieder Wasser, das nur noch wenig Öl enthielt. Aus dem Verlauf der Ölförderung ergibt sich, dass das Heizöl offenbar überwiegend noch unter der Versickerungsstelle in der Art einer Linse entweder im trockenen Kies oder auf dem Grundwasserspiegel liegengeblieben und dann durch den Wasserüberdruck des bei der Flutung versickerten Wassers verdrängt worden war.

Trotz der gleichzeitigen Wasserförderung aus der Bohrung war der Grundwasserspiegel durch das mit der Flutung der Tankgrube versickerte Wasser stark angestiegen und hatte ungefähr das Niveau des natürlichen, ruhenden Wasserspiegels erreicht. Unter diesen Umständen musste befürchtet werden, dass das verölte Grundwasser mit dem Pumpbetrieb nicht vollständig erfasst wurde und teilweise in der natürlichen Strömungsrichtung abgedrängt werden könnte.

Da es nicht sofort möglich war, in der Bohrung eine stärkere Pumpenleistung zu installieren, wurde zwar während 17 Tagen weitergepumpt, die Flutung aber zunächst eingestellt und dann zeitweise in einem nur beschränkten Umfange betrieben. Nachdem auch der Pumpbetrieb während 6 Tagen eingestellt war, wurde die Flutung wieder aufgenommen, mengenmässig der inzwischen installierten grösseren Pumpenleistung angeglichen und während 11 Tagen betrieben.

In dem aus der Bohrung gepumpten Wasser war Öl schon drei Tage nach dem durch die erste grössere Flutung erzeugten Ölschwall nicht mehr als Ölphase in Form von Schlieren oder Filmen sichtbar geween. Optisch nicht in Erscheinung tretende Spuren von offenbar gelöstem Öl waren aber unabhängig vom Stillstand oder Betrieb der Flutung und abgesehen von einigen zeitweilen negativen Proben noch bis zum Schluss des Pumpbetriebs, insbesondere nach Erwärmung des Wassers, geruchlich und geschmacklich wahrnehmbar.

Nachdem die weiteren Flutungen keinen verstärkten Ölschub mehr gebracht hatten und die noch vorhandenen Spuren im Hinblick auf die Distanzen, die Verdünnung und den Abbau bis zu den nächstgelegenen Wasserfassungen als tolerabel betrachtet werden durften, entschlossen wir uns, die Sanierungsmassnahmen abzuschliessen.

3.5 *Schlussfolgerungen*

3.5.1 Langsame horizontale Wanderung der Ölphase

Die nach der Ölversickerung in Allschwil ausgeführten Arbeiten ergaben, dass die Hauptmenge von versickertem Öl zumindest unter bestimmten Voraussetzungen auch in einem gut durchlässigen Boden nicht sehr rasch als vom Wasser getrennte Phase horizontal weiter wandert und noch während Wochen in der Nähe der Versickerungsstelle bleibt.

3.5.2 Verdrängung und Rückgewinnung des Öls durch Fluten

Die Arbeiten haben ferner gezeigt, dass es möglich sein kann, die Hauptmenge des versickerten Öls durch eine Flutung der Versickerungsstelle und eine gleichzeitige Grundwasserentnahme in kurzer Zeit zurückzugewinnen, und zwar selbst dann, wenn der Entnahmebrunnen in der Strömungsrichtung des Grundwassers gesehen seitlich und eher etwas stromaufwärts der Versickerungsstelle liegt.

3.5.3 Langandauernde Verunreinigung durch gelöstes Öl

Bei dem auf mehrere Wochen ausgedehnten Pumpbetrieb wurde schliesslich festgestellt, dass die geruchlich und geschmacklich wahrnehmbare Verunreinigung eines Grundwassers mit gelöstem Öl noch lange über die Zeit hinaus anhalten kann, in der die Ölphase optisch in Erscheinung tritt.

4. Fall 3, Langenbruck: Neufassung eines Trinkwassers ausserhalb des von der Ölversickerung betroffenen Gebietes (Fig. 6)

(Landeskarte 1:25000, Blatt 1088 Hauenstein, Koord. 624.305/245.105 = I)

4.1 *Unfall und Verunreinigung des gefassten Trinkwassers*

Am Nachmittag des 19. Juli 1963 fuhr eine ausländische Artistin mit ihrem Sportwagen in Langenbruck (Kanton Basel-Landschaft) von der Passhöhe des Oberen Hauensteins Richtung Waldenburg. In der ersten, eine Felsnase umfahrenden Rechtskurve kam der Wagen wegen übersetzter Geschwindigkeit oder wegen der infolge

Übermüdung verminderten Reaktionsfähigkeit der Lenkerin von der rechten Fahrbahn ab, überfuhr die Sicherheitslinie um fast die halbe Wagenbreite und kollidierte mit einem entgegenkommenden, mit Heizöl vollbeladenen Tankwagenzug. Der Sportwagen prallte mit seiner linken Frontseite gegen das linke Vorderrad des Tankwagens, der dadurch brüsk nach links abgedreht wurde, frontal gegen die Felsnase stiess und quer zur Strasse zu stehen kam. Der Zweiachsanhänger des Tankwagenzuges blieb dagegen in der Fahrrichtung stehen. Die Lenkerin des Sportwagens wurde in schwer verletztem Zustand von Passanten geborgen. Die Kollision des Tankwagens mit der Felswand hatte zur Folge, dass dessen Tank leck wurde und sich dadurch 5000–6000 Liter Heizöl auf die Strasse ergossen.

Das Öl floss in der bergseitigen Strassenrinne ab. Ein Teil dieses Öls gelangte durch eine alte, die Strasse querende Steinakte (a) auf die bachseits abfallende Böschung, versickerte im lockeren Gehängeschutt und trat aus diesem sichtbar in den Bachlauf der Frenke aus. Aufgrund der späteren Feststellungen ist unwahrscheinlich, dass an dieser Stelle Öl auch in den tieferen Untergrund eingedrungen war.

Der grösste Teil des Öls floss in der Strassenrinne weiter, gelangte in einen Entwässerungsschacht (b) und aus diesem durch ein die Strasse querendes Rohr auf die steile, bewaldete Böschung. Im Vorgelände dieser Böschung lag eine Brunnstube (I), in welche drei Quellfassungsstränge einmündeten. Das in dieser und in zwei weiteren Brunnstuben (II, III) gesammelte Wasser dient zur Versorgung der Hochdruckzone und überwiegend auch der Niederdruckzone des rund 1350 Einwohner zählenden Städtchens Waldenburg. Die Quellen haben zusammen eine je nach Witterung 200–1200 l/min betragende Schüttung.

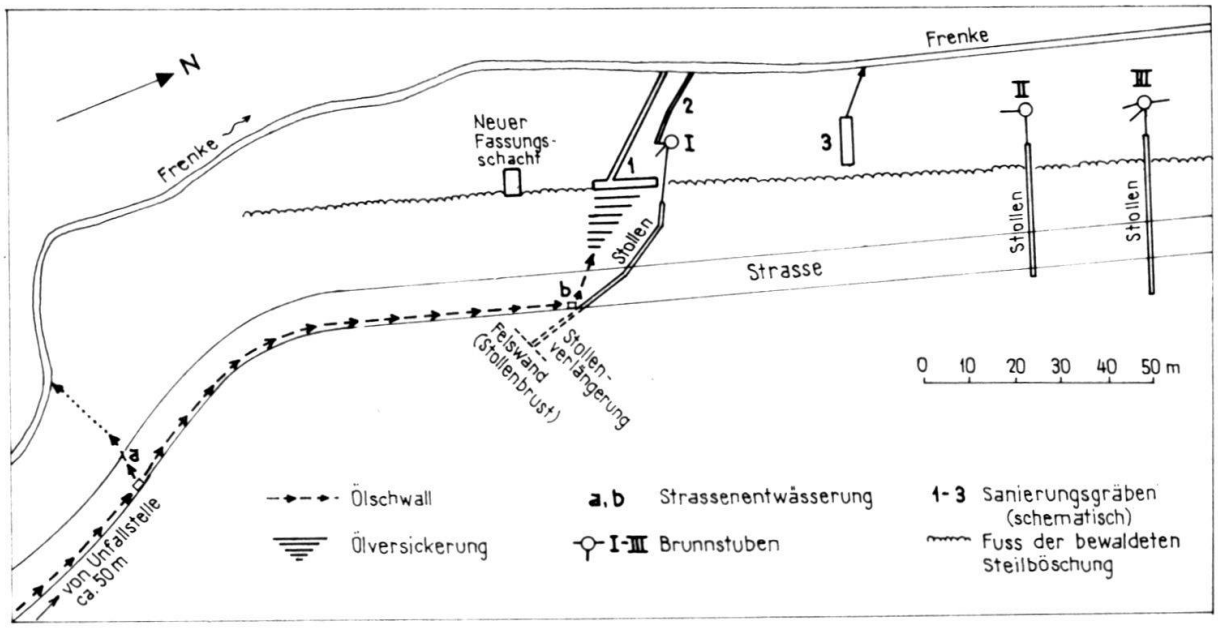

Fig. 6: Ölunfall Weihermattquellen in Langenbruck. Situation.

Das kantonale Lebensmittelinspektorat, das vom Unfall in Kenntnis gesetzt worden war, wies die Gemeinde Waldenburg sofort an, alle drei Quellgruppen auszuschalten. Wenige Stunden nach dem Unfall war das Wasser des von Süden in die Brunnstube I einmündenden Fassungsstrangs massiv mit Öl verschmutzt (ca. 30 g/l). Ferner stellte der Lebensmittelinspektor fest, dass die gegen 2 km lange Quellwasser-Sammelleitung dem Hochreservoir der Gemeinde bereits ein Wasser zugeführt hatte, in dem Öl geschmack-

lich und geruchlich wahrgenommen werden konnte. Am folgenden Tage enthielt der in die Brunnstube I von Osten und einen Tag später der von Südosten einmündende Fassungsstrang ebenfalls geruchlich und geschmacklich wahrnehmbares Öl.

4.2 *Erste Massnahmen zur Sicherstellung der Wasserversorgung*

Um wenigstens die nicht verunreinigten Quellen wieder benützen zu können, wurde zunächst mit handelsüblichen fettlösenden Reinigungsmitteln versucht, das in die Quellwasserableitung eingedrungene und in dieser festgehaltene Öl zu entfernen, ohne aber damit einen ausreichenden Erfolg zu erzielen. Da die Leitung somit nicht in Betrieb genommen werden durfte, war die Verbrauchskammer des Reservoirs, die wegen des rechtzeitig angeordneten Unterbruchs der Zuleitung noch einwandfreies Wasser enthalten hatte, am folgenden Morgen leer. Die in der Hochdruckzone gelegenen Wasserbezüger mussten aufgefordert werden, das Wasser vorläufig an öffentlichen Brunnen oder bei den an die Niederdruckzone angeschlossenen Liegenschaften zu beziehen. Um die Hochdruckzone provisorisch mit Wasser zu versorgen, führte dann die kantonale Baudirektion laufend Trinkwasser mit einem Zisternenwagen nach dem Reservoir, bis die Quellwasserableitung nach einer wirksamen Reinigung wieder in Betrieb genommen werden konnte. Diese Reinigung musste, um das in der Leitung festgehaltene Öl restlos zu entfernen, in Form einer Entkalkung vorgenommen werden und wurde einer Spezialfirma übertragen, welche die Arbeit am 3. Tage nach dem Unfall ausführte.

Inzwischen waren jedoch sämtliche drei Zuflüsse der etwa zwei Drittel des gesamten Quellertrags liefernden Brunnstube I mit Öl verunreinigt und nicht mehr als Trinkwasser verwendbar. Da allein der Ertrag der Quellgruppen II und III die ausreichende Versorgung von Waldenburg nicht sicherstellte und da zudem auch bei diesen verbliebenen Quellen mit der Möglichkeit einer Verunreinigung zu rechnen war, mussten als weitere Massnahmen ein provisorischer Anschluss an das Netz der Nachbargemeinde Oberdorf und die Installation einer Pumpe zur Förderung von Wasser nach der Hochdruckzone angeordnet werden. Die beziehbare Wassermenge reichte jedoch in den folgenden Monaten allein nicht dauernd aus, um den Bedarf in Waldenburg voll decken zu können.

4.3 *Erste Abklärungen und Sanierungsmassnahmen im Quellgebiet*

Mit dem Ziel, das mit Öl durchtränkte Erdreich und das ölhaltige Wasser so weit wie möglich zu entfernen, ordneten das kantonale Wasserwirtschaftsamt und das Lebensmittelinspektorat schon am Unfalltage und dann an den folgenden Tagen verschiedene Grabungen an. Sie liessen das dabei ausgehobene ölhaltige Material nach einer Zementfabrik abführen, wo es beim Fabrikationsprozess ausgeglüht wurde.

In einen am Abend des Unfalltages zwischen der Versickerungsstelle und der Brunnstube I längs des Böschungsfusses ausgehobenen Graben (1) flossen grosse Mengen von Öl zu, das sich auf dem freigelegten Grundwasserspiegel sammelte, angezündet wurde und bis zum Morgen des folgenden Tages brannte. Als das Wasser keine abbrennbaren Ölmengen mehr enthielt, wurde ein Ableitungsgraben nach dem Bach erstellt. Ein weiterer Graben (2) diente dazu, das Wasser des am stärksten verschmutzten, freigelegten südlichen Zuflusses der Brunnstube I direkt nach dem Bach abzuleiten, dessen Verunreinigung als kleineres Übel in Kauf genommen werden musste. Zur Sicherung der beiden noch nicht verunreinigten unteren Quellgruppen liess sodann das Wasserwirtschaftsamt unterhalb der Brunnstube I einen dritten Graben (3) ausheben. Dieser schnitt eine Quelle an, die leicht mit Öl verunreinigt war und deshalb nach der Frenke abgeleitet wurde. Die Verunreinigung drang auch in der Folge nicht bis zu den Quellgruppen II und III vor, weil das Öl in dem zur Gruppe I gehördenden Stollen (vgl. unten) und im

Graben (3) abgefangen und dadurch an einer Weiterwanderung nach Norden verhindert wurde.

Nachdem der Ölschwall längs des bergseitigen Strassenrandes den an diesem zum Teil anstehenden Kalkfels oder den darüber liegenden Gehängeschutt berührt hatte, konnten wir nicht ausschliessen, dass auch dort Öl versickert war und im Untergrund das die Quellen speisende Grundwasser erreicht hatte. In vier aus diesem Grunde zwischen der Unfallstelle und dem Quellgebiet längs des bergseitigen Strassenrandes ausgehobenen Sondierschlitzen waren jedoch keine tiefgreifenden Ölversickerungen nachweisbar. Auch unter der alten Steinakte (a), die einen Teil des Öls unter der Strasse abgeführt hatte und deshalb freigelegt wurde, war das Öl nicht tief eingedrungen, so dass der nur örtlich durchtränkte Boden ausgeräumt werden konnte.

Dagegen war es bei der Hauptversickerungsstelle des Öls technisch unmöglich gewesen, die 10 m hohe Böschung soweit abzutragen, dass der tiefgründig mit Öl durchtränkte Boden mit dem Aushub vollständig hätte entfernt werden können.

4.4 *Fassung des Wassers ausserhalb des verunreinigten Gebietes*

Im Vorgelände der in ihrem Untergrund weiterhin Öl enthaltenden Böschung musste damit gerechnet werden, dass die Verschmutzung insbesondere nach Niederschlägen auf unbestimmte Zeit hinaus anhalten werde. Deshalb strebten wir Massnahmen an, durch die das Wasser ausserhalb des von der Ölversickerung betroffenen Gebietes neu gefasst werden konnte.

Pläne oder andere Unterlagen, aus denen Art und Verlauf der betroffenen Fassungen hervorgegangen wären, waren zunächst nicht auffindbar. Die geologischen Verhältnisse wiesen jedoch darauf hin, dass zumindest die Hauptmenge des gefassten Wassers irgendwo von der Bergseite her aus dem klüftigen Kalkfels (Hauptrogenstein) als Schichtquelle in den am Hangfuss abgelagerten Gehängeschutt übertritt. Deshalb lag nahe, zu versuchen, das der Brunnstube I zufliessende Wasser bergseits der Böschung, auf welcher das Öl versickert war, oder noch besser jenseits der Strasse neu zu fassen. Beim Freilegen der von Süden in die Brunnstube I mündenden Leitung stiess man dann überraschenderweise auf einen alten Stollen, der im Gehängeschutt auf eine Länge von 28 m bis unter den bergseitigen Rand der Strasse vorgetrieben worden war. Aus einer erst später im Gemeindearchiv aufgefundenen Abrechnung ergab sich, dass dieser niemandem mehr bekannte Stollen im Jahre 1908 ausgeführt worden war und dass damals auch die südlichen Zuflüsse der Brunnstuben II und III mit ähnlichen Stollen gefasst worden waren, deren Verlauf aber aus keinen Plänen hervorgeht und deshalb in unserer Situationsskizze (Fig. 6) nur schematisch eingetragen ist. Da die drei Stollen seinerzeit den Quellwasserzufluss offenbar nicht vollständig erfasst hatten, waren in einem nicht mehr eruierbaren späteren Zeitpunkt zusätzlich am Böschungsfuss die übrigen, flachen Fassungen ausgeführt und in die drei Brunnstuben eingeführt worden.

Um eine möglichst grosse Wassermenge zu fassen, die durch das Öl nicht gefährdet war, verlängerten wir den von der Brunnstube I aus freigelegten alten Stollen über sein ursprüngliches Ende hinaus auf insgesamt 41 m. Etwa 1½ m vor seinem Ende stiess der Stollen an der Brust auf eine fast senkrecht abfallende Felswand aus Mergeln der Blagdeni-Schichten, welche das Liegende des anzunehmenden Schichtquellenhorizonts bilden. Auf der ganzen Stollenlänge zwischen dem Eingang und jener Felswand fliesst das Wasser aus südlicher Richtung im Gehängeschutt zu. Der Wasserzufluss konnte deshalb nur teilweise in dem durch die Ölversickerung nicht gefährdeten Gebiet gefasst werden. Immerhin war es nun 3½ Monate nach dem Unfall möglich, durch separate Fassung und Ableitung des im hinteren Stollenabschnitt zutretenden Wassers zumindest

einen Teil des früheren Ertrags der Brunnstube I ölfrei zu gewinnen und wieder für die Wasserversorgung zu benützen.

Da der Stollen bis zur Felswand vollständig im Gehängeschutt verläuft, kann ein Teil des von Süden zuströmenden Wassers in dem auch noch unter der Sohle durchlässigen Boden in nördlicher Richtung weiterfliessen. Um den Wasserzufluss aus dem Fels in die Gehängeschuttablagerungen des von der Ölversickerung betroffenen Gebietes bergwärts abzuschneiden, erwogen wir, vom hinteren Stollenende aus in südwestlicher Richtung entlang der an der Brust freigelegten Felswand einen Querstollen vorzutreiben. Auf dieses Vorhaben musste jedoch verzichtet werden, weil die Gemeinde das auf dem bisherigen hinteren Stollenabschnitt erschlossene saubere Wasser dringend benötigte, eine Fortsetzung der Arbeiten im gleichen Stollen aber das Wasser wieder während längerer Zeit unbrauchbar gemacht hätte.

Da die Quellgruppe als Ganzes unter den regional gegebenen hydrologischen Verhältnissen eines Wassermangelgebietes nicht unbedeutend ist, konnte jedoch der Anteil der Quellschüttung, der noch nicht ausserhalb des durch das Öl gefährdeten Gebietes gefasst war, nicht einfach aufgegeben werden. Deshalb nahm die Gemeinde in Aussicht, südlich der bisherigen Fassungen und damit oberhalb der Ölversickerungsstelle in ausreichender Tiefe mit Zementrohren einen Stollen gegen den Berg vorzustossen. Bei dem mehr als ein Jahr nach dem Unfall begonnenen Aushub des für das Stossen der Rohre vorgesehenen Press-Schachtes ergab sich jedoch, dass ein Abpumpen des durch ihn vorwiegend in 9½ m Tiefe erschlossenen und halbartesisch aufstossenden Wassers alle bisher gefassten Quellen fast vollständig zum Versiegen brachte. Somit konnte praktisch der gesamte Quellwasserzufluss des Gebietes an dieser Stelle gewonnen werden. Deshalb verzichtete die Gemeinde nach eingehenden Pumpversuchen darauf, den vorgesehenen Press-Stollen auszuführen, und entschloss sich, den Schacht direkt als neue Fassung auszubauen. Damit waren die unmittelbar durch den Unfall veranlassten Sanierungsmassnahmen abgeschlossen.

4.5 *Weitere Schutzmassnahmen*

Das im klüftigen Kalkfels und im gut durchlässigen Gehängeschutt zirkulierende, die Quellen speisende Grundwasser ist von Natur aus oberflächlichen Einflüssen ausgesetzt, die sich nicht gänzlich ausschliessen lassen. Da die Gegend von Waldenburg ein ausgesprochenes Wassermangelgebiet ist, war die Gemeinde auf die Nutzung dieses Wassers angewiesen. Damit es den an ein Trinkwasser zu stellenden Anforderungen genügte, war es schon seit langem chloriert worden.

Wie insbesondere der Unfall vom 19. Juli 1963 eindrücklich zeigte, bestand aber von der nahen Hauptstrasse her eine latente Gefahr von Verunreinigungen, die sich nicht durch Chlorung unschädlich machen lassen. Schon 2½ Monate vorher hatte sich auf dieser Strasse ein Tankwagenunfall ereignet, in dessen Folge der eine der Zuflüsse der Brunnstube III vorübergehend Benzin enthalten hatte und dadurch unbrauchbar geworden war.

Mit dem Ziel das Quellwasser besser zu schützen, liess der Kanton inzwischen eine durchgehende Strassenentwässerung erstellen, so dass kein Strassenwasser mehr in das Gebiet der Quellfassungen gelangen kann. Ausserdem brachte er auf der ganzen Länge des Fassungsgebietes Leitplanken an. Die Gemeinde Waldenburg bemühte sich ihrerseits, soweit unter den gegebenen örtlichen Verhältnissen möglich, durch Landerwerb eine Schutzzone anzulegen.

4.6 *Schlussfolgerungen*

4.6.1 Unverzügliche Massnahmen bei Verunreinigung des gefassten Wassers

Der Unfall im Quellgebiet der Gemeinde Waldenburg ist ein Beispiel, bei dem Öl in unmittelbarer Nähe von Wassergewinnungsanlagen versickert und nach sehr kurzer Zeit in diese sowie in die Quellwasserableitung eingedrungen war. Nur ein rasches Handeln nach dem Unfall, wie es hier das Lebensmittelinspektorat angeordnet hatte, verhinderte sozusagen in letzter Minute, dass das gesamte Leitungsnetz der Gemeinde mit Öl verunreinigt wurde.

4.6.2 Ersatz verunreinigten oder gefährdeten Trinkwassers durch Neufassung

Nachdem der öldurchtränkte Boden nicht vollständig hatte ausgehoben werden können, musste zum vornherein mit einer langandauernden Gefährdung der bisherigen Wassergewinnungsanlagen gerechnet werden. Da das mit Öl verunreinigte Wasser in dem von Natur aus wasserarmen Gebiet nicht in ausreichender Menge auf andere Weise ersetzt werden konnte, war es notwendig, die Quellzuflüsse ausserhalb des durch die Ölversickerung gefährdeten Gebietes in langwieriger, umfangreicher und kostspieliger Arbeit neu zu fassen.