

GENERELLER ENTWÄSSERUNGSPLAN

GEMEINDE KIPPEL

GEOLOGISCH – GEOTECHNISCHER BERICHT

Mandat Nr.: 2047

Brig-Glis, 29. Oktober 2012

2047_121029_BER.docx

Sachbearbeiter:

Heynen Martin

Ing.-Geologe MSc. ETH

INHALTSVERZEICHNIS

1.	Allgemeines und Problemstellung	1
1.1	Verwendete Unterlagen	1
1.2	Präambel	1
2.	Rechtliche Grundlagen und Normen	2
2.1	Gesetze	2
2.2	Normen	2
3.	Geologischer Überblick	2
4.	Hydrogeologischer Überblick	3
5.	Meteorwasserversickerung	4
5.1	Allgemeines	4
5.2	Definition des Durchlässigkeitsbeiwertes k nach Darcy	5
5.3	Qualität des zu versickernden Wassers	7
6.	Ausscheidung der Versickerungszonen	9
6.1	Allgemeines	9
6.2	Zoneneinteilung und Lösungsvorschläge	11
6.2.1	Zone A: Bach-, Gehängeschutt und Bersturzmaterial	11
6.2.2	Lösungsvorschläge für die Zone A	11
6.2.3	Zone B: Quartäre Sedimentbedeckung (Seiten- und Grundmoränen i.a.)	13
6.2.4	Lösungsvorschläge für die Zone B	14
6.2.5	Zone C: Anstehender oder teilweise nur geringmächtig bedeckter Fels	15
6.2.6	Zone D: Versickerungsverbot	15
7.	Zusammenfassung	16

BEILAGENVERZEICHNIS

Beilage 1: Geologische Karte.

Beilage 2: Versickerungskarte.

GENERELLER ENTWÄSSERUNGSPLAN (GEP), KIPPEL

GEOLOGISCH – GEOTECHNISCHER BERICHT

1. ALLGEMEINES UND PROBLEMSTELLUNG

Auftraggeber: Gemeinde Kippel.

Ingenieur: Ingenieurbüro Teysseire & Candolfi AG, Visp, v. d. Herrn Jean-Claude Teysseire.

Am 31. August 2012 erhielten wir vom Ingenieurbüro Teysseire & Candolfi AG den Auftrag, die geologisch-hydrogeologischen Grundlagen für den generellen Entwässerungsplan für die Bauzonen der Gemeinde Kippel zu erstellen. Grundlage eines solchen generellen Entwässerungsplanes bildet die geologische Kartierung, welche Anfangs September 2012 im betroffenen Gebiet durchgeführt wurde. Ein besonderes Augenmerk wurde auf eine möglichst exakte Auskartierung von Bereichen mit anstehenden Felsen gelegt, da in Gebieten mit anstehendem oder nur schwach von Lockergestein überdecktem Fels eine Versickerung von anfallendem Meteorwasser weder sinnvoll noch möglich ist. Das Ziel der Untersuchung und der zu erstellenden Versickerungskarte war festzustellen, ob und in welchem Masse eine Versickerung von anfallendem Meteorwasser auf dem Gebiet der Gemeinde Kippel in Frage kommt und im sinnvollen Rahmen erstellt werden kann.

1.1 Verwendete Unterlagen

- [1] Wohin mit dem Regenwasser? Beispiele aus der Praxis, BAFU, 2000.
- [2] Die Versickerung von Regenwasser auf der Liegenschaft, Jäckli, H., agw, 1996.

1.2 Präambel

Die OSPAG bestätigt hiermit, dass bei der Abwicklung des Auftrages die Sorgfaltspflicht angewendet wurde, die Ergebnisse und Schlussfolgerungen auf dem derzeitigen und im Bericht dargestellten Kenntnisstand beruhen und diese nach den anerkannten Regeln des Fachgebietes und nach bestem Wissen ermittelt wurden.

Die OSPAG geht davon aus, dass

- die seitens des Auftraggebers oder von ihm benannter Drittpersonen richtige und vollständige Informationen und Dokumente zur Auftragsabwicklung zur Verfügung gestellt wurden,
- die Arbeitsergebnisse nicht unüberprüft für einen nicht vereinbarten Zweck oder für ein anderes Objekt verwendet oder auf geänderte Verhältnisse übertragen werden.

Andernfalls lehnt die OSPAG gegenüber dem Auftraggeber jegliche Haftung für dadurch entstandene Schäden ausdrücklich ab.

Macht ein Dritter von den Arbeitsergebnissen der OSPAG Gebrauch oder trifft er darauf basierende Entscheidungen, wird durch die OSPAG jede Haftung für direkte und indirekte Schäden abgelehnt, die aus der Verwendung der Arbeitsergebnisse allenfalls entstehen.

2. RECHTLICHE GRUNDLAGEN UND NORMEN

2.1 Gesetze

- Bundesgesetz über den Schutz der Gewässer (Gewässerschutzgesetz, GSchG), 24. Jan. 1991.
- Gewässerschutzverordnung (GSchV), 28. Oktober 1998.
- Bundesgesetz über den Umweltschutz (USG), 07. Oktober 1983.
- Verordnung über den Schutz der Gewässer vor wassergefährdenden Flüssigkeiten, 1 Juli 1998.
- Luftreinhalteverordnung (LRV), 16. Dezember 1985.
- Verordnung über Schadstoffe im Boden (VSBo), vom 09. Juni 1986.
- Technische Verordnung über Abfälle (TVA), 10. Dezember 1990.
- Gesetz betreffend der Vollziehung des Bundesgesetzes vom 24.01.91 über den Schutz der Gewässer gegen die Verunreinigung.
- Gesetz betreffend die Anwendung der Bundesgesetzgebung über den Umweltschutz.

2.2 Normen

- SN 592 000: Planung und Erstellung von Anlagen für die Liegenschaftsentwässerung, 2002.

3. GEOLOGISCHER ÜBERBLICK

Der grösste Teil des Gemeindegebiets von Kippel wird durch das **Altkristallin** (prähercynische Schiefer- und Gneishülle der Granitkörper) **des Aar-Massivs** aufgebaut. Das Altkristallin ist ein polymetamorpher Komplex und umfasst Gneise und Schiefer verschiedenster Zusammensetzung, die vermutlich zum grössten Teil aus Sedimenten hervorgegangen sind.

Weite Teile der Talhänge sind mit verschiedenartigem Quartärschutt bedeckt, wobei unterhalb 2300 m ü. M. eizeitliche **Moräne** überwiegt.

Grössere und meist breit gefächerte **Bachschuttkegel** werden auf der Nordseite durch den Gafenbach und den Golmbach gebildet. Auch der Dorfkern von Kippel liegt auf einem Bachschuttkegel, nämlich demjenigen des Zubunbachs.

Ausgeprägte Erosionsränder finden sich an der Talterrasse. Junge Alluvionen kleineren Ausmasses gibt es nur im Tal der Lonza.

Unterhalb *Martischbiel* konnte eine kleinere **Sackung** kariert werden, jedoch liegt diese ausserhalb der Bauzone.

4. HYDROGEOLOGISCHER ÜBERBLICK

Die hydrogeologischen Verhältnisse im Untersuchungsgebiet werden sowohl von der Felsunterlage als auch von den Lockergesteinen bestimmt. Im Lockergestein, bei welchem es sich überwiegend um **sand-, silt- und blockreichen Kies** handelt, wird immer wieder von feinkörnigeren, siltig-feinsandigen Linsen und Lagen durchzogen. Letztere bildeten und bilden sich in und um randglaziale Seen. Während in den kiesigen Sedimenten das Wasser in **Porenräumen** zirkuliert, wird es an den feinkörnigen Ablagerungen gestaut. Im Fels bewegt sich das Wasser entlang von **Klüften** und **Schichtgrenzen**. Je nach der Breite der Hohlräume kann das Wasser höhere Fliessgeschwindigkeiten erreichen als in Lockergesteinen, was sich negativ auf die Filterwirkung niederschlägt.

Natürliche Quellen stellen einen Überlauf eines unterirdischen Wasserspeichers dar, wobei die Auffüllung dieses Speichers im Wesentlichen über die Infiltration von Oberflächenwasser erfolgt. Dabei spielen insbesondere Seen und Tümpel eine wichtige Rolle. Auf Grund der geologischen und topografischen Umstände kann davon ausgegangen werden, dass es bei den Quellen der Gemeinde Kippel überwiegend um Schuttquellen.

5. METEORWASSERVERSICKERUNG

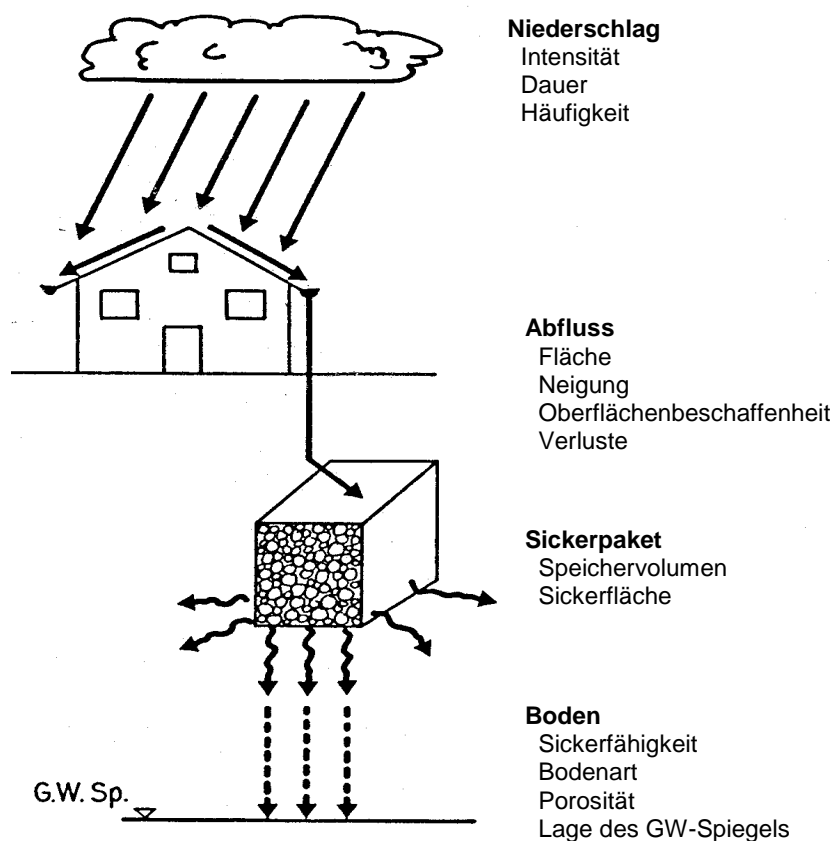
5.1 Allgemeines

Die **Versickerung von Meteorwasser** wird nach dem gültigen Gesetz **bei Neubauten oder Renovationen sowie bei der Erschliessung von neuen Wohn- und Gewerbegebieten zur Auflage gemacht**. Dabei ist eine Versickerung vor Ort, sowohl aus ökologischer, wie auch aus ökonomischer Sicht von besonderem Interesse. So lassen sich bei **bekannter Versickerungsleistung** die erforderlichen Schmutzwasser-Kanalabmessungen reduzieren. Die durch die ständig zunehmende Versiegelung der Oberfläche beschleunigten Regenwasserabflüsse können durch die Einspeisung in den Untergrund erheblich verlangsamt werden. Diese Verzögerung der Abflussgeschwindigkeit wirkt sich reduzierend auf die Wasserstände in den von Hochwasser betroffenen Vorfluterregionen aus.

Für die Dimensionierung von Anlagen zur Mulden-, Rigolen-, Flächen- und Schachtversickerung ist es erforderlich, **die anstehenden Untergrund- und Grundwasserverhältnisse "in situ" zu untersuchen**.

Das Hauptziel bei der Meteorwasserversickerung ist die natürliche Beseitigung von anfallendem Regenwasser. Dem quantitativen Aspekt kommt daher eine grosse Bedeutung zu. **Die Parameter, welche auf dem Weg vom Niederschlag über den Oberflächenabfluss bis hin zur Versickerung eine gewichtige Rolle spielen, sind in Abbildung 1 dargestellt** und werden anschliessend kurz erläutert.

Abbildung 1: Schematische Darstellung der Parameter der Meteorwasserversickerung [nach Boller, 1988]



- **Niederschlag**

Die **Intensität** und die **Dauer** eines Regens **bestimmen den Abfluss**. Zur Bemessung von Versickerungsanlagen müssen Regenfälle bezüglich ihrer **Auftretenshäufigkeit** beurteilt werden. Hierzu gibt es verschiedene Möglichkeiten:

- Regenhäufigkeitstabellen (Dauer, Intensität, Häufigkeit),
- Regenkataloge (enthalten viele historische Regenfälle).

- **Abfluss**

Die **Grösse**, die **Neigung** und die **Rauhigkeit einer Fläche** sind Faktoren, welche den Abfluss von Regenwasser massgeblich beeinflussen.

- **Sickerpaket**

Das Sickerpaket besteht aus einer **Kies-Sand-Schüttung**, über welche das Einleiten von anfallendem Wasser in den Untergrund erfolgt. Das Sickerpaket hat die Aufgabe, die **nötige Sickerfläche** und ein **gewisses Speichervolumen** zur Aufnahme der abfliessenden Wassermengen zu schaffen.

- **Boden**

Die **Sickerleistung des Bodens** ist der begrenzende Faktor bei der Meteorwasserversickerung. Die verschiedenen Bodenkennwerte wie Porosität, Lagerungsdichte und auch der Abstand zum GW-Spiegel sind wichtig. Um eine genaue Sickerleistung eines Gebietes zu erhalten, muss vor Ort ein **Ver-sickerungsversuch** gemacht werden. Anhand der errechneten **k-Werte** (Durchlässigkeitsbeiwert) kann dann **die Dimensionierung der Anlage** vorgenommen werden.

5.2 Definition des Durchlässigkeitsbeiwertes k nach Darcy

Die Durchlässigkeit ist eine **spezifische Eigenschaft eines festen Mediums**. Das Grundwasser bewegt sich von Lagen höherer Energie zu Lagen tieferer Energie und versucht dabei den energetisch günstigsten Zustand zu erreichen, der statischen Verhältnissen entspricht. Das Wasser unterliegt auf seinem Weg infolge Reibung an den Porenwänden des festen Mediums (Fest- oder Lockergestein) einem Energieverlust.

Die in der Theorie allgemein gültige **Gleichung** (Darcy-Gesetz) drückt die Proportionalität zwischen dem **hydraulischen Gradienten i** und der **Grundwasserfliessgeschwindigkeit v** aus. Dabei gilt die folgende Gleichung:

$$(1) \quad v_f = -k_f \cdot i$$

wobei gilt:

$$v_f = \text{Filtergeschwindigkeit; [m/s]}$$

$$k_f = \text{Durchlässigkeitsbeiwert; [m/s]}$$

$$i = \text{hydraulischer Gradient (auch hydraulisches Gefälle oder Potenzialgefälle); [m/m]}$$

Dem durch einen Schotterkörper fliessenden Wasser wird je nach Beschaffenheit der Porenräume (Grösse und Durchmesser) ein Widerstand entgegengesetzt. Das **Mass für diesen Widerstand** ist der **Durchlässigkeitsbeiwert k** . Dieser hängt ab von den **Eigenschaften des Wassers**, also der Dichte, der Viskosität und der Temperatur, vor allem jedoch von den **Eigenschaften des durchflossenen Mediums**, dass heisst von der Form, der Art und der Anzahl der vorhandenen Poren und Klüfte.

Der **hydraulische Gradient i** ist definiert als die Potentialdifferenz zwischen zwei Punkten A und B, geteilt durch den horizontalen Abstand dieser beiden Punkte. Die durch eine **bestimmte Fläche F** hindurchfliessende **Wassermenge Q** ist direkt proportional zum **Druckhöhenunterschied h** und zum **filterspezifischen Koeffizienten k** und umgekehrt proportional zur Länge des **Fliessweges l** . Dabei gelten nach Darcy die folgenden Gleichungen (2) und (3):

$$(2) \quad Q = k \cdot \frac{h}{l} \cdot F = k \cdot i \cdot F$$

$$(3) \quad k = \frac{Q}{i \cdot F}$$

Auf Grund der relativ **starken Temperaturabhängigkeit** kann sich der **k-Wert** in oberflächennahen Grundwasserleitern zeitlich ändern, so dass es zu **jahreszeitlich bedingten Schwankungen** kommen kann. Der k-Wert wird in der Regel in Metern pro Sekunde [m/s] angegeben und variiert für die verschiedenen Bodenarten (vgl. Tabelle 1).

Tabelle 1: Grössenordnungen des Durchlässigkeitsbeiwertes k [nach SN 592 000]:

Bodenart	k -Werte [m/s] für Wasser bei 20° C
Kies	1.0 bis 10^{-2}
Kies-Sand	10^{-2} bis 10^{-4}
Sand	10^{-4} bis 10^{-5}
tonige Sande, Feinsand	10^{-5} bis 10^{-8}

5.3 Qualität des zu versickernden Wassers

Gemäss dem Gewässerschutzgesetz (GSchG) darf **nur Reinabwasser** und **nicht verschmutztes Regenwasser** (d.h. Wasser, welches keine nachteiligen physikalischen, chemischen oder biologischen Veränderungen im Gewässer verursacht, in das es eingeleitet wird) **zur Versickerung gebracht werden**.

Dabei gelten für diese beiden Begriffe die folgenden Definitionen:

Reinabwasser: Darunter wird **stetig fliessendes sauberes Wasser** verstanden, welches nicht in die Mischwasserkanalisation und nicht in eine Abwasserreinigungsanlage abgeleitet werden darf. Es ist entweder im Untergrund zur Versickerung zu bringen oder in ein Oberflächengewässer einzuleiten (Überlaufwasser aus Quellen, Reservoiren, Brunnen, Klimaanlage und Wärmepumpen).

Regenabwasser: Das **von bebauten Flächen abfliessende Niederschlagswasser** wird gemäss SN 592 000 als Regenabwasser bezeichnet. Der Verschmutzungsgrad hängt von der Qualität des Niederschlagswassers und der Art und Lage der entwässerten Fläche ab.

Falls die **Bedingungen der Luftreinhalteverordnung (LRV)** erfüllt werden, gilt **Dachabwasser**, welches **bei Wohn- und Bürogebäuden** anfällt, als **wenig verschmutztes Regenabwasser**. Dachwasser aus Gebieten mit **Industrie- und Gewerbebauten** ist ebenfalls dem wenig verschmutzten Abwasser zuzurechnen. Allerdings kann in solchen Gebieten das Regenwasser stärker mit Schadstoffen aus der Luft belastet sein als in Wohngebieten (vgl. Tabelle 2).

Tabelle 2: Qualität von Regenwasser [aus Mottier & Boller, 1992]:

Parameter	Regen (Mittel)	Dach (Mittel)	Platz/Strasse (Mittel)
pH	5	6.5	7.2
Leitfähigkeit [$\mu\text{S}/\text{cm}$]	40	210	400
NH ₄ [mg/l]	0.9	2.3	2.4
NO ₃ [mg/l]	1.1	0.4	4.8
NO ₂ [mg/l]	0.05	0.3	0.48
PO ₄ [mg/l]	0.13	0.3	1
Cl [mg/l]	2.3	0.8	89
SO ₄ [mg/l]	3.5	5.6	35
Fe [$\mu\text{g}/\text{cm}$]	310	1236	5300
Mn [$\mu\text{g}/\text{cm}$]	46	-	131
Pb [$\mu\text{g}/\text{cm}$]	43	131	437
Cd [$\mu\text{g}/\text{cm}$]	1.6	0.64	5
Cr [$\mu\text{g}/\text{cm}$]	1.7	-	15
Cu [$\mu\text{g}/\text{cm}$]	11.6	201	89
Zn [$\mu\text{g}/\text{cm}$]	89	416	397
Ni [$\mu\text{g}/\text{cm}$]	5.5	-	

Regenwasser weist in der Regel einen **mittleren pH-Wert von 5.0** auf und ist somit als **leicht sauer** zu klassifizieren. Der pH-Wert von Dachwasser lässt sich allerdings **durch die Materialwahl der Dachfläche und deren Ableitungen beeinflussen**. Ziegeldächer und mit Zementsteinen bedeckte Dächer bewirken eine Erhöhung des pH-Wertes bis in den neutralen Bereich. Auf der andern Seite haben Metalldächer einen negativen Einfluss auf den pH-Wert. Der saure Regen vermag Schwermetalle aus den Dachflächen zu lösen wodurch die Metallflächen korrodieren und das Dachwasser zusätzlich mit Schwermetallen belastet.

6. AUSSCHEIDUNG DER VERSICKERUNGSSZONEN

6.1 Allgemeines

Die Ausscheidung der Versickerungszonen erfolgte auf Grund der anfangs September 2012 erstellten geologischen Kartierung und unter Berücksichtigung von Untersuchungen und Expertisen, welche unser Büro im untersuchten Gebiet durchgeführt hat. Das gesamte Gebiet der Gemeinde Kippel wurde in Zonen eingeteilt, welche auf der Versickerungskarte dargestellt sind.

Zonen, in denen das Versickern von Meteorwasser unproblematisch und die Versickerungsleistung (vgl. Tabelle 3) gut - sehr gut ist, konnten auf dem Gebiet der Gemeinde Kippel (innerhalb der Bauzonen) keine ausgeschieden werden.

Folgende Versickerungszonen gelten für die Bauzonen der Gemeinde Kippel:

- **A: Versickerungsmöglichkeit mässig - gut** (Zone A, Beilage 2):

Bachsutt, Gehängeschutt, Bergsturzaflagerungen,
Sickerfähige Schicht mässig - gut durchlässig,
Versickerungsleistung $S = 2 - 5 \text{ l/min m}^2$,
Vorliegende Deckschichten sind geringmächtig ($< 3 - 5 \text{ m}$).

- **B: Versickerungsmöglichkeit mässig** (Zone B, Beilage 2):

Moränenablagerungen,
Sickerfähige Schicht mässig durchlässig,
Versickerungsleistung ($S = 0.5 - 2 \text{ l/min m}^2$),
Vorliegende Deckschichten sind geringmächtig ($< 3 - 5 \text{ m}$).

- **C: Versickerungsmöglichkeit schlecht - nicht möglich** (Zone C, Beilage 2):

Anstehender oder nur geringmächtig mit quartären Sedimenten bedeckter Fels,
Sickerfähige Schicht sehr schlecht bis nicht versickerungsfähig,
Versickerungsleistung ($S < 0.5 \text{ l/min m}^2$).

- **D: Versickerung verboten** (Zone D, Beilage 2):

Quellschutzzonen S_1 und S_2 (Fassungsbereich und engere Schutzzone),
Aktive Rutsch- und Sackungsgebiete,
Deponien, Altlasten oder Altlastverdachtsfläche.

Tabelle 3: Veranschaulichung der spezifischen Sickerleistung.

Lockergesteinstyp	spezifische Sickerleistung S [l/min m ²]	Versickerungsleistung
Grobkies	> 100	ausgezeichnet
Feinkies, sandig	> 10	sehr gut
Sand, kiesig	5 - 10	gut
Humus	2 - 3	mässig -gut
Sand	0.5 - 5	mässig
Moräne, lehmiger Kies	0.5 - 2	mässig
Moräne, kiesiger Lehm	< 1	schlecht
Silt, Ton	< 10 ⁻²	sehr schlecht
Anstehender Fels	-	nicht möglich

Der generelle Entwässerungsplan stellt ein **grundlegendes Planungsinstrument** dar. Für die **Beurteilung von Einzelfällen** und vor allem aus Gründen der Dimensionierung der jeweiligen Versickerungsanlage sind **Sondierschlitz** und **Versickerungsversuche** zur Bestimmung des **Durchlässigkeitsbeiwertes k** und zur **Ermittlung der lokalen Sickerleistung dringend notwendig** und zum gegebenen Zeitpunkt **unbedingt vor Ort durch eine sachkundige Fachperson** durchzuführen.

Basierend auf der geologischen Kartierung wurden geologisch einheitliche Gebiete für sich betrachtet und werden nachfolgend kurz charakterisiert. Des Weiteren sind verschiedene Möglichkeiten der Versickerung untersucht worden und Lösungsvorschläge zur Meteorwasserversickerung aufgezeigt.

6.2 Zoneneinteilung und Lösungsvorschläge

6.2.1 Zone A: Bach-, Gehängeschutt und Bersturzmaterial

Die Bach- und Gehängeschuttablagerungen in der Gemeinde Kippel werden vorwiegend aus **gut wasserdurchlässigem Schutt, mit Steinen und Kies aufgebaut**. In grossen Bereichen ist eine relativ starke Durchmischung mit feinkörnigeren Bestandteilen (Sand und Silt) festzustellen, was dazu führt, dass eine Unterscheidung zwischen den glazigen entstandenen Sedimenten (Seiten- und Grundmoränen) und den Berg- und Felssturztablagerungen sehr schwierig ist.

Des Weiteren werden diese Bach- und Gehängeschuttablagerungen zudem grossflächig mit einer 0.5 – 1.0 Meter mächtigen **feinkörnigen Deckschicht** (siltiger Sand bis Feinsand mit wenig Kies und Steinen, teilweise Humus) überlagert.

Die Durchmischung mit dem feinkörnigeren, eher schlecht wasserdurchlässigen Moränenmaterial führt dazu, dass auch die gesamthaft betrachtete **Wasserdurchlässigkeit** dieser Ablagerungen **massiv verringert wird** und die **Versickerungsleistung stark abnimmt**.

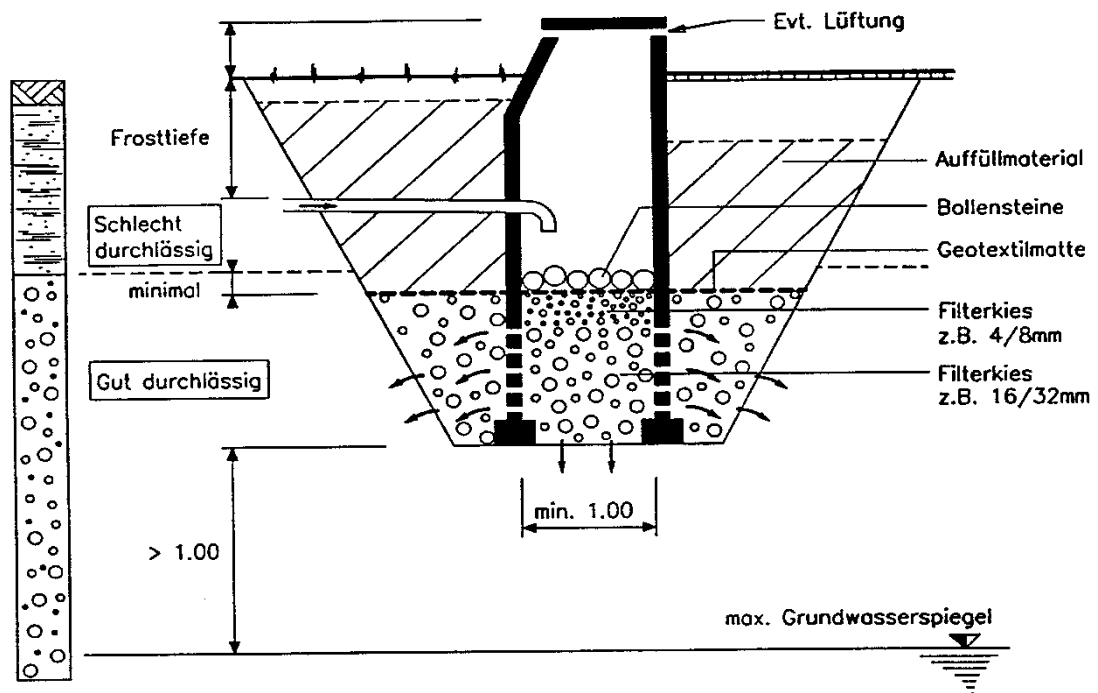
Allgemein ist zu vermerken, dass der **Bodenaufbau** in diesen Schuttfächern lokal **sehr heterogen** ist. Deshalb ist zu betonen, dass **bei einem Bauvorhaben unbedingt zusätzliche Abklärungen am Standort der geplanten Versickerungsanlage zu treffen sind**, um nicht in einen schlecht sickerfähigen feinkörnigen Bereich zu gelangen.

6.2.2 Lösungsvorschläge für die Zone A

Eine Versickerung von Meteorwasser in unterirdischen Versickerungsschächten oder Sickersträngen ist in diesen Gebieten mit Sicherheit eine sinnvolle und realisierbare Lösung.

Vor dem Einleiten in die Versickerungsanlage ist das Regenwasser in einen Schlammstammler zu leiten. Damit keine wassergefährdenden Flüssigkeiten irrtümlicherweise in die Versickerungsanlagen gelangen, sind sowohl Schlammstammler als auch die Versickerungsanlage selbst wie folgt zu sichern:

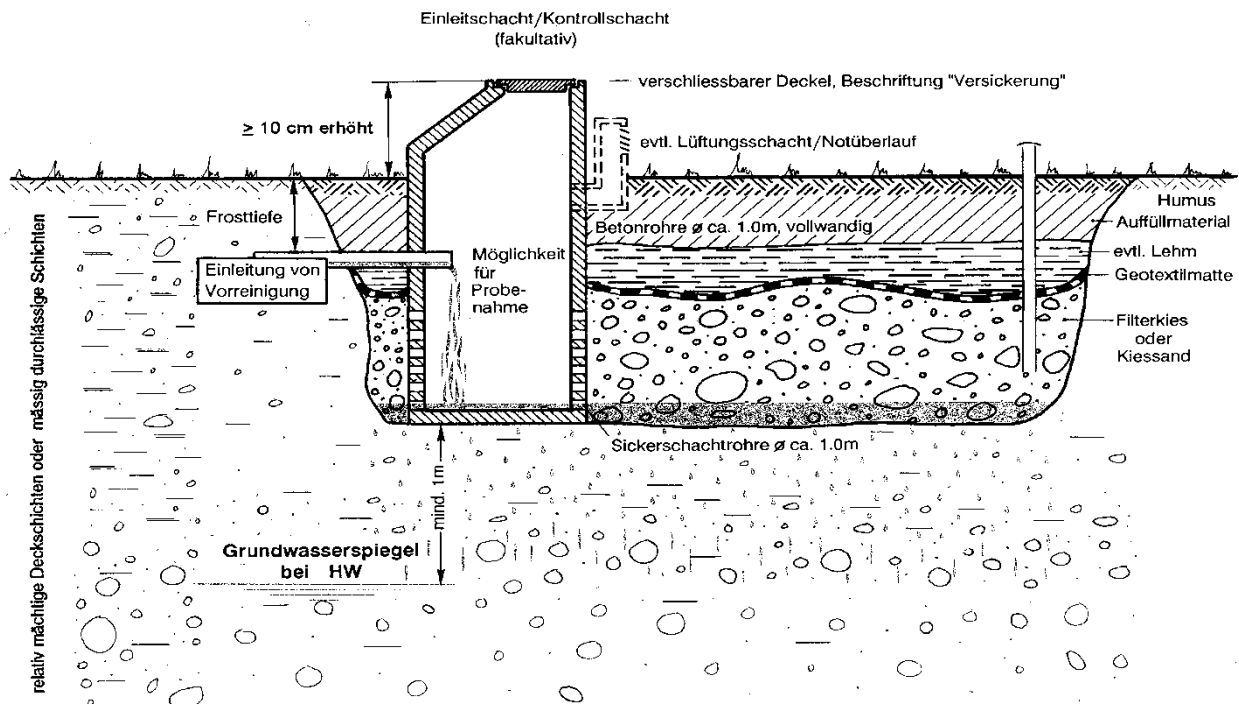
- Schächte über die Terrainkote ziehen und Schachtdeckel verschrauben.
- Kennzeichnung der Schachtdeckel.

Abbildung 2: Aufbau eines Versickerungsschachtes (aus SN 592 000)

Der **Versickerungsschacht** ist **bis in eine sickerfähige Schicht abzutiefen** und darf **keine Bodenplatte** aufweisen, so dass auch vertikal Wasser versickern kann. Bei schlechter Sickerfähigkeit des Bodens kann die Wirkung des Versickerungsschachtes durch folgende Massnahmen erhöht werden:

- Vergrößerung der wirksamen Filterfläche (Minstdurchmesser = 1 Meter),
- Kombination des Versickerungsschachtes mit horizontalen Versickerungsgräben,
- Vorschalten einer Retentionsanlage (z.B. Rückhaltung durch unterirdische Retentionsbecken oder kleine oberirdische Speicherseen),
- Kieskörper oder Kiesfladen. Es handelt sich hierbei um eine diffuse, oberflächennahe Versickerung durch einen gut durchlässigen, künstlich eingebrachten Kieskörper. Dieser weist eine grosse Versickerungsfläche mit hohem Retentionsvermögen auf. Diese Versickerungsmöglichkeit ist vor allem bei mässig - gut durchlässigem Untergrund geeignet. Dank einer gewissen Filterwirkung der schlecht durchlässigen Deckschichten sind niedrigere Anforderungen an die Qualität des zu versickernden Wassers zu stellen (vgl. Abbildung 3).

Abbildung 3: Aufbau eines Versickerungsschachtes mit Versickerung über einen künstlich eingebrachten Kieskörper (aus [9]).



Im Gebiet der Schuttfächer können zudem folgende Versickerungsmassnahmen in Betracht gezogen werden:

- Versickerung des anfallenden Regenwassers über die humusierte Bodenschicht,
- direkte Entwässerung von wenig befahrenen Strassen und Wegen über die Schulter,
- Parkplätze, Garageneinfahrten und kleine Wege mit Kies oder sickerfähigem Belag versehen,
- zentrale Versickerung in humusierten Mulden und offenen Zuleitungsrippen.

6.2.3 Zone B: Quartäre Sedimentbedeckung (Seiten- und Grundmoränen i.a.)

Bei den Seiten- und Grundmoränen, welche grosse Teile des Gebietes der Gemeinde Kippel bedecken, handelt es sich um **stark siltige Kiese, mit viel Sand und kantigen Steinen**. Auf Grund der **granulometrischen Zusammensetzung**, der **hohen Lagerungsdichte** und der **starken Verkittung** dieser glazigen gebildeten Sedimente ist mit einer **mässigen, lokal sogar eher geringen Versickerungsleistung** ($S = 0.5 - 2 \text{ l/min m}^2$), mit Tendenz gegen 0.5 l/min m^2 zu rechnen.

Diese Gebiete eignen sich eigentlich **nur bedingt** und ausdrücklich **nur nach standortabhängiger Überprüfung der Mächtigkeit der Lockergesteinsbedeckung** zur Meteorwasserversickerung. Mit

Hilfe von Baugrundüberprüfungen zur Erkundung der lokalen Mächtigkeit der Lockergesteinsschicht und Versickerungsversuchen zur Ermittlung der spezifischen Sickerleistung kann so vor Ort überprüft werden, wie und in welchem Rahmen eine geeignete Versickerungsanlage auszuführen ist.

Die aus Moränenmaterial bestehende Unterlage führt dazu, dass das aufgenommene Wasser schlecht abfließen kann, insbesondere bei der Schneeschmelze oder bei länger anhaltenden Niederschlagsereignissen und daher die Gestaltung von Versickerungsanlagen erschwert wird.

6.2.4 Lösungsvorschläge für die Zone B

Auf Grund der lokal deutlich verminderten Sickerleistung in den Gebieten mit einer eher mächtigen quartären Sedimentbedeckung muss das Ziel verfolgt werden, **das anfallende Regenwasser möglichst am Ort des Anfallens zurückzuhalten und den Spitzenabfluss zu drosseln**, d.h. zeitlich zu verzögern und mengenmässig zu begrenzen.

Falls es die Platzverhältnisse erlauben, kann das Regenwasser an der Oberfläche zurückgehalten werden. Dies ist zum Beispiel über den Einstau von Plätzen oder Dachflächen oder über sogenannte Staukanäle mit gedrosseltem Abfluss möglich. Auch kann das Wasser in Becken gesammelt und zur Bewässerung eingesetzt werden. Neben der Retention ist die Verdunstung des gespeicherten Regenwassers ein weiterer positiver Aspekt.

Zudem können, sofern der Bauherr den Mehraufwand und die Mehrkosten zu Gunsten einer naturnahen Ableitung des Wassers tragen will, verschiedene offene oder geschlossene, an der Oberfläche nicht sichtbare Lösungen diskutiert werden, wie zum Beispiel:

- **Die Erstellung von naturnahen und begrünten Sickermulden.** Hierfür eignen sich die weniger stark besiedelten Gebiete innerhalb der Gemeinde, in welchen stellenweise solche grösseren, ideal in das glazial geprägte Landschaftsbild passende und begrünte Sickermulden erstellt werden. Bei der Auswahl der Bepflanzung ist darauf zu achten, dass möglichst ortansässige Pflanzen gesät werden, welche auch in den wechselfeuchten Standorten gedeihen und auf Dauer überleben.
- **Die Möglichkeit anfallendes Regenwasser zu sammeln und wieder zu verwerten.** Eine Möglichkeit zur Wiederverwertung dieses natürlich anfallenden, sauberen Wassers ist zum Beispiel die Nutzung zur Berieselung von Grün- und Gartenflächen. Bei grösseren Überbauungen sind auch innovativere Lösungen wie die Wiederverwendung des Regenwassers in Toilettenspülungen durchaus in Betracht zu ziehen. Die Regenwassernutzung muss insbesondere in Gebieten in Betracht gezogen werden, wo aus hydrogeologischen Gründen eine Versickerung des Regenwassers weder oberflächlich noch in einfachen Versickerungsanlagen möglich ist.

- **Die Einleitung in ständig fließende Oberflächengewässer.** Sofern sich die betroffenen Gebiete ausserhalb der Einzugsgebiete oder der Schutzarealen der ausgeschiedenen Trinkwasserquellen befinden, die Nähe zu einem ständig fließenden Oberflächengewässer gegeben ist und dieses Gewässer erwiesenermassen keinen Zusammenhang mit den Trinkwasserquellen der Gemeinde aufweist, kann das anfallende Reinabwasser und Regenwasser auch in diese Oberflächengewässer eingeleitet werden. Bevor diese Möglichkeit allerdings ausgeführt werden kann, sind die lokalen Gegebenheiten und Begrenzungen auf Grund der ausgeschiedenen Schutzzonen durch eine sachkundige Fachperson zu überprüfen

6.2.5 Zone C: Anstehender oder teilweise nur geringmächtig bedeckter Fels

Da in diesen Gebieten die **quartäre Lockergesteinsbedeckung** (Mischsediment aus Moränenmaterial und Gehängeschutt) **äusserst geringmächtig ist** und das Altkristallin in grossen Bereichen direkt aufgeschlossen ist, ist **eine Versickerung von Meteorwasser weder möglich noch sinnvoll**. Zudem wird durch das Einleiten von zusätzlichem Meteorwasser in die geringmächtige Lockergesteinsschicht die **Gefahr für das Auftreten von oberflächennahen Hanginstabilitäten erhöht**, was wiederum dazu führen kann, dass in der bebauten Zone Schäden durch Murgänge oder Lockergesteinsrutschungen entstehen.

Die Ausscheidung dieser Zonen war auf dem Gebiet der Gemeinde Kippel teilweise sehr schwierig, da unter der quartären Deckschicht der Verlauf der Felsoberfläche ohne Erkundungen mittels Bagger-schlitzten, Rammsondierungen oder Bohrlöchern nur abgeschätzt werden kann. Um sich über die objektspezifischen Baugrundverhältnisse und Versickerungsmöglichkeiten im Klaren zu sein, empfehlen wir auch hier, unbedingt Baugrunduntersuchungen durch eine sachkundige Fachperson durchführen zu lassen.

6.2.6 Zone D: Versickerungsverbot

Im Bereich der Bauzone von Kippel sind keine Gebiete von Quellschutzzonen betroffen, in welchen **jegliche Versickerung von Meteorwasser nach der gültigen Gewässerschutzverordnung (GSchV) verboten ist**. Auch das Sackungsgebiet unterhalb *Martischbiel* befindet sich ausserhalb der Bauzone. Daher bestehen diesbezüglich **keine Nutzungskonflikte oder Probleme** zwischen der Quellschutzzonenbegrenzung und allfälligen Versickerungsanlagen.

7. ZUSAMMENFASSUNG

Aufgabe und Ziel dieses geologisch-hydrogeologischen Berichtes ist es, die **Versickerungsmöglichkeiten für Meteorwasser auf dem Gebiet der Gemeinde Kippel** (beschränkt auf die Bauzonen) aufzuzeigen. Auf Grund der durchgeführten geologischen Kartierung und unter Berücksichtigung früherer geologischer Untersuchungen und Expertisen von unserem Büro, sowie fachspezifischer Literatur wurde das Gebiet in verschiedene, geologisch ähnliche **Versickerungszonen** eingeteilt.

Basierend auf diesen Aufnahmen und Informationen konnten folgende vier Zonen unterschieden werden:

- Berg- und Felssturzgebiete (Zone A),
- Gebiete bedeckt mit quartärer Sedimentschicht (Zone B),
- Fels oder von geringmächtigem Gehängeschutt überdeckter Fels (Zone C),
- Quellschutzzonen (Zone D).

In den **Gebieten der Zone A** kann auf Grund der vorherrschenden geologischen Verhältnisse, der abgelagerten Sedimente und der approximativ geschätzten Versickerungsleistung ($S = 2-5 \text{ l/min pro m}^2$) **eine Meteorwasserversickerung** gemäss unseren Vorschlägen **in Betracht gezogen werden**.

Dies gilt auch für die moränenbedeckten **Gebiete der Zone B**, wobei hier ein Versickern von Niederschlagswasser auf Grund der relativ dicht gelagerten Moräne ungleich **schwieriger** sein wird, **jedoch nicht** zum Vornherein **gänzlich ausgeschlossen** werden kann, was sich auch in der approximativen Versickerungsleistung $S = 0.5-2 \text{ l/min pro m}^2$ zeigt.

In den **Gebieten mit anstehendem oder nur geringmächtig mit Lockermaterial überdecktem Gestein** (Zone C) ist das **Versickern von Niederschlagswasser schlecht oder gar nicht möglich**. Da der exakte Verlauf der Felsoberfläche ohne Sondierungen nicht vorhergesagt werden kann, empfehlen wir bei Bauvorhaben oder Umbauten vor Ort die notwendigen **Baugrunduntersuchungen vorzunehmen** damit eine geeignete Lösung ausgearbeitet werden kann.

Innerhalb der **Quellschutzzone S2** oder dem **Fassungsbereich S1** (Zone D) ist **jegliche Versickerung von Meteorwasser** nach der gültigen Gewässerschutzverordnung (GSchV) **verboten**.

Die im Rahmen dieser Arbeit erstellten Versickerungskarten stellen ein **generelles Planungsinstrument** dar. Für die **Beurteilung von Einzelfällen** und vor allem aus Gründen der Wahl und der Dimensionierung der jeweiligen Versickerungsanlage sind **dringend Sondierschlitze und Versickerungsversuche** zur Bestimmung des Durchlässigkeitsbeiwertes k und zur Ermittlung der spezifischen Sicker-

leistung dringend notwendig und zum gegebenen Zeitpunkt **vor Ort** durch eine sachkundige Person durchzuführen.

Für weitere Auskünfte stehen wir Ihnen gerne zur Verfügung.

A handwritten signature in blue ink, appearing to be 'H. H.' with a stylized flourish.A handwritten signature in blue ink, appearing to be 'P. aus' with a stylized flourish.