

**Abwasserzweckverband der Gemeinden Liechtensteins**

**Genereller Entwässerungsplan  
Verbands - GEP (VGEP)**

**Zustandsbericht Versickerung  
der Gemeinde Triesen**

**Hydrogeologischer Bericht**

Bericht Nr. 1296-10

August 2007

---

**DR. RICCARDO BERNASCONI**  
BERATENDER GEOLOGE UND HYDROGEOLOGE • CH-7320 SARGANS, RHEinstrasse 5  
FON: 081/723 80 60, FAX: 081 723 85 70       E-mail: rbernasconi@hydrogeologie.ch

# Inhaltsverzeichnis

<b>1. Einführung</b>	<b>4</b>
1.1 Problemstellung und Auftrag	4
1.2 Durchgeführte Arbeiten	5
1.3 Verwendete Unterlagen	6
<b>2. Die Versickerung von Meteorwasser</b>	<b>8</b>
2.1 Grundsätzliche Überlegungen	8
2.2 Retentionsmassnahmen	9
2.3 Klassifikation des zu versickernden Wassers	11
2.4 Aspekte des qualitativen Grundwasserschutzes	14
2.5 Einschränkungen der Versickerungsmöglichkeiten bezüglich des Grundwasserschutzes	14
2.6 Bauliche und geotechnische Einschränkungen der Versickerungsmöglichkeiten	15
2.7 Technische Versickerungsmöglichkeiten	16
2.8 Wahl des geeigneten Versickerungstyps	18
<b>3. Vorgehen bei der Planung und Bewilligung von Versickerungen</b>	<b>19</b>
3.1 Planung von Versickerungsanlagen	19
3.2 Bewilligungspraxis	20
3.3 Bewilligungsgesuch für Versickerungsanlagen	21
<b>4. Empfehlung zur Nachführung der Versickerungskarte</b>	<b>22</b>
4.1 Bedarf zur Nachführung	22
4.2 Nachführung der Versickerungskarte	22
4.3 Erfassung der Versickerungsverhältnisse bei neuen Bodenaufschlüssen	22
<b>5. Örtliche Verhältnisse in der Gemeinde Triesenberg</b>	<b>24</b>
5.1 Geologische Verhältnisse	24
5.2 Hydrogeologische Verhältnisse	28
5.3 Beurteilung der Versickerungsmöglichkeiten in der Gemeinde Triesenberg	32

## **Figuren**

- 1 - Entscheidungsdiagramm zum Problemkreis Retention / Versickerung (Seite 10)**

## **Tabellen**

- 1 - Tabellarische Übersicht über die zweckmässige Ableitung bzw. Versickerung der verschiedenen Abwässer (Seite 12)**

## **Anhänge**

- 1 - Entscheidungsdiagramm zur Abklärung der Versickerungsmöglichkeiten und zur Wahl des geeigneten Versickerungstyps**
- 2 - Tabellarische Zusammenstellung der Zulässigkeit der Regenabwasser-versickerung im Fürstentum Liechtenstein**
- 3 - Tabellarische Zusammenstellung der Eignung der Versickerungstypen in Abhängigkeit der hydrogeologischen Verhältnisse**
- 4 - Versickerungsmöglichkeiten: Standard-Typen**
- 5 - Eingabeformular: Gesuch zur Versickerung von Regenwasser**
- 6 - Erfassungsformular der Versickerungsverhältnisse zur Nachführung der Versickerungskarte**

## **Beilage**

- GEP Triesen - Zustandsbericht Versickerung  
Versickerungskarte - 1 : 5'000

# 1. Einführung

## 1.1 Problemstellung und Auftrag

### 1.1.1 Generelle Zielsetzung des GEP

Grundlage für die Generelle Entwässerungsplanung ist Art. 7 des Gewässerschutzgesetzes vom 15. Mai 2003. Hiermit wird das Ziel verfolgt, den natürlichen Wasserkreislauf weitgehend aufrecht zu erhalten oder wiederherzustellen und die natürlichen Trinkwasservorkommen langfristig nach Menge und Güte zu schützen. Einerseits sollte dabei die Neubildung von Grundwasser sichergestellt und andererseits eine optimale Behandlung der anfallenden Abwässer gewährleistet werden. Generell sollten Abwassersysteme soweit als möglich von Meteorwasser entlastet werden, um die bei der Abwasserbehandlung unerwünschte Spitzenabflüsse und Verdünnungseffekte zu verringern. Ein zentrales Instrument zum Erreichen der genannten Ziele ist der Generelle Entwässerungsplan (GEP), der für jede Gemeinde erstellt wird.

### 1.1.2 Zielsetzung und Bestandteile des Zustandsberichts Versickerung

Der Zustandsbericht Versickerung ist eine wichtige Planungsgrundlage des GEP; sein Grundgedanke besteht darin, dass auf dem ganzen Gemeindegebiet soweit möglich und zulässig das gesamte nicht verschmutzte Abwasser versickert werden soll.

Der Zustandsbericht Versickerung besteht aus folgenden Dokumenten:

- Die **Versickerungskarte**, sie gibt einen Überblick der Versickerungsmöglichkeiten im Bauzonengebiet der jeweiligen Gemeinden.
- Der **Hydrogeologische Bericht**, er beschreibt die grundsätzlichen Aspekte der Versickerung von Meteorwasser, umschreibt die geologischen und hydrogeologischen Verhältnisse und erläutert die Versickerungskarten.

Der Zustandsbericht Versickerung dient einerseits dem Ingenieur als Grundlage für den Generellen Entwässerungsplan; andererseits soll er der Gemeinde zur Beurteilung und Bewilligung von Versickerungsanlagen dienen.

Im Auftrag der Gemeinde und des Abwasserzweckverbandes der Gemeinden Liechtensteins wurde der Zustandsbericht Versickerung nach einheitlichen Kriterien erstellt. Damit ist auch beim Vollzug eine homogene Beurteilung und eine einheitliche Bewilligungspraxis sichergestellt.

Folgendes Dokument bildet einen integrierenden Bestandteil des ZB Versickerung:

- Verdachtsflächenkataster FL: Auf Flächen mit Verdacht auf eine Belastung des Untergrunds darf nicht versickert werden, ohne zusätzliche Abklärungen über die mögliche Gefährdung des Grundwassers.

## 1.2 Durchgeführte Arbeiten

Der Zustandsbericht Versickerung wurde für die Gemeinde Triesen bereits im Jahre 2000 bearbeitet. Der vorliegende Bericht basiert auf diesen Grundlagen. Bezuglich der geologisch-hydrogeologischen Verhältnisse in Kapitel 5 ergeben sich keine wesentlichen Änderungen. Hingegen wurde der allgemeine Teil gesamthaft der aktuellen Version des Zustandsberichtes Versickerung des Verbands-GEP angepasst.

Für die Erstellung der Versickerungskarte und des Zustandsberichtes wurden im Jahre 2000 bereits alle bedeutenden Daten und Unterlagen wie geologische und hydrogeologische Berichte, sowie die vorhandenen geologischen und hydrogeologischen Karten zusammengetragen und ausgewertet. Zudem wurden damals gebietsweise ergänzende geophysikalischen Messungen mit dem RMT-Verfahren durchgeführt.

## 1.3 Verwendete Unterlagen

### **Gesetzliche Grundlagen und Richtlinien**

- [1] Gewässerschutzgesetz (GSchG) vom 15. Mai 2003 (LGBI. 2003 Nr. 159)
- [2] Verordnung zum Gewässerschutzgesetz (GSchV vom 17. Dezember 1996 (LGBI. 1997 Nr. 42))
- [3] Verordnung zum Schutze des Grundwassers vom 20. September 1988 (LGBI. 1988 Nr. 60)
- [4] Verordnung über die technische Gestaltung und Bemessung von Abwasseranlagen vom 18. Juni 1971 (LGBI. 1971 Nr. 34)
- [5] Verdachtsflächen des Fürstentums Liechtenstein (Stand Entwurf 2006)
- [6] Gewässerschutzkarte des Fürstentums Liechtenstein (Stand Entwurf 2006)
- [7] Zonenplan der Gemeinde Triesen

### **Fachverbände und andere fachspezifische Publikationen**

- [8] VSA (1992): Genereller Entwässerungsplan (GEP), Musterbuch.
- [9] VSA (2002): Regenwasserentsorgung. Richtlinie zur Versickerung, Retention und Ableitung von Niederschlagswasser in Siedlungsgebieten (inkl. Update 2004).
- [10] VSA und SSIV (2002): Planung und Erstellung von Anlagen für die Liegenschaftsentwässerung, Schweizer Norm SN 592 000.
- [11] BUWAL (2002): Gewässerschutz bei der Entwässerung von Verkehrswegen, Wegleitung, Vollzug Umwelt.
- [12] Baudepartement des Kt. St. Gallen, Amt für Umweltschutz (1997): Retention und Versickerung von Regenwasser im Liegenschaftsbereich, Planungsgrundlagen.
- [13] Baudepartement des Kt. St. Gallen, Amt für Umweltschutz (2006): Regenwasserentsorgung, Merkblatt zur Versickerung, Retention und Ableitung von Niederschlagswasser in Siedlungsgebieten. vgl. [www.afu.sg.ch](http://www.afu.sg.ch)
- [14] AWEL Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft Kt. Zürich, Website mit Informationen zu Versickerungen, vgl. [www.grundwasser.zh.ch](http://www.grundwasser.zh.ch)

### ***Geologische und hydrogeologische Unterlagen***

- [15] Allemann, F. et al. (1985): Geologische Karte des Fürstentums Liechtenstein, 1 : 25'000. Herausg.: Regierung des Fürstentums Liechtenstein.
- [16] Hydrogeologische Karte der Schweiz, Blatt Nr. 5, Toggenburg (1993), 1 : 100'000.
- [17] Wasser - Energie Luft, Heft 5 (Mai 1978): Der Grundwasserstrom des Alpenrheins, Sonderausgabe des Rheinverbandes.
- [18] Grundwasserhaushalt Alpenrhein, Grundwassermodellierung für den Abschnitt Landquart bis Bodensee (2000), TK Consult AG.
- [19] Diverse geologische und hydrogeologische Berichte aus dem Raum Triesen.

## 2. Die Versickerung von Meteorwasser

### 2.1 Grundsätzliche Überlegungen

Die Infiltration von Regen und Schneeschmelze durch die wasserungesättigten Bodenschichten stellt den natürlichen Vorgang zur Grundwasserneubildung dar.

Mit zunehmender Überbauung und Ausdehnung der Siedlungsgebiete wird der Untergrund immer mehr gegen einsickerndes Regenwasser versiegelt. Ein grosser Anteil des Regen- und Schneeschmelzwassers, welches früher natürlich im Untergrund versickerte, wird heute in Siedlungsgebieten in die Kanalisation oder in die Vorflut abgeführt. Diese Einleitung von Regenabwasser in die Kanalisation verhindert nicht nur die Grundwasserneubildung, sie hat auch hohe Abflussspitzen im Kanalsystem zur Folge. Bei Kanalisierungen mit Mischsystem führt dies dazu, dass die Regenüberläufe früh anspringen und Abwasser in die Vorfluter gelangt.

Die direkte Einleitung des Regenabwassers in die Fliessgewässer (z.B. bei Trennsystemen oder bei Kanalisationsoberläufen von Mischsystemen) verstärkt die Hochwasserspitzen in Oberflächengewässern. Da solche Hochwässer in Abhängigkeit des Ausmasses der Boden-Versiegelung im Einzugsgebiet überproportional zunehmen, vermögen die bestehenden Abflussprofile von Flüssen und Bächen die **wachsenden Hochwasserspitzen** oftmals nicht mehr abzuführen. Die Folge sind kostspielige Wasserbauprojekte, wie Ausbau der Abflussprofile, Bau von Retentionsbecken (Rückhaltebecken), usw. Aus diesen Gründen ist es erstrebenswert, dort wo es die Gegebenheiten zulassen, möglichst viel Regenabwasser am Ort des Niederschlags zurückzuhalten und versickern zu lassen.

Dem langfristigen Schutz der Grundwasserqualität ist dabei stets gebührend Rechnung zu tragen. Verschmutztes Meteorwasser oder Meteorwasser von Flächen mit einem hohen Verschmutzungs-Risiko darf nicht versickert werden. Generell sollte bei einer Versickerung eine möglichst naturnahe Grundwasserneubildung angestrebt werden. Die belebten Bodenschichten und die ungesättigte Zone über dem Grundwasserspiegel bilden einen guten natürlichen „Schutzfilter“ gegen allenfalls auftretende wassergefährdende Stoffe.

Deshalb sollte in allen Fällen zuerst ein flächenhaftes Verlaufenlassen und eine **flächige Versickerung** des Meteorwassers über die belebten Bodenschichten angestrebt werden, z.B. mittels durchlässiger Ausbildung von Plätzen. **Der Versiegelungsgrad von Bauparzellen ist daher generell so niedrig wie möglich zu halten. Die flächige Versickerung von Meteorwasser hat in diesem Sinne immer erste Priorität.** Falls dies die örtlichen Gegebenheiten, die Geologie des Untergrundes oder die Menge des anfallenden Wassers nicht zulassen, muss, in Abhängigkeit der hydrogeologischen Verhältnisse, die Erstellung einer **Versickerungsanlage** in Betracht gezogen

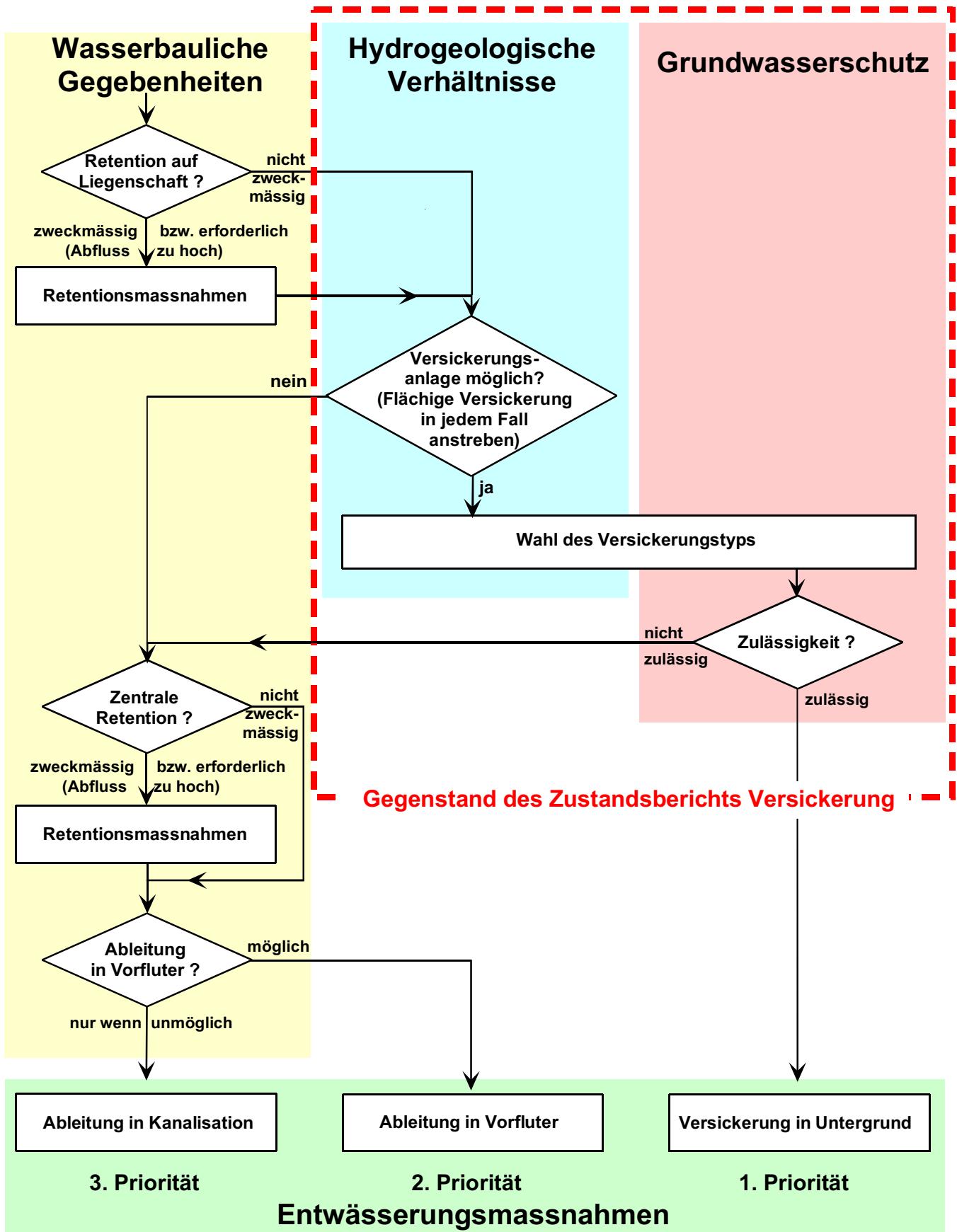
werden. Deren Typ wird durch die hydrogeologischen Verhältnisse am Projektstandort und die Anforderungen des qualitativen Grundwasserschutzes bestimmt.

Der im Rahmen des GEP der Gemeinde zu erstellende Zustandsbericht Versickerung bzw. die Versickerungskarte liefert die Grundlage zur Beurteilung der Versickerungsmöglichkeiten und der entsprechend auszuwählenden, geeigneten Versickerungsmethode. In der Figur 1 ist ein vereinfachtes Entscheidungsdiagramm zum Problemkreis der Retention und der Versickerung im Rahmen der Liegenschaftsentwässerung dargestellt.

## 2.2 Retentionsmassnahmen

Der unverzögerte Regenwasserabfluss im Siedlungsgebiet mit versiegelten Flächen erschwert einerseits die Versickerung, da dem Wasser zu wenig Zeit zur Verfügung steht, um in den Boden einzudringen, andererseits verschärft er die Hochwasserverhältnisse in Gewässer oder Kanalnetz. Ziel von Retentionsmassnahmen ist es deshalb, diese unerwünschten Auswirkungen zu verhindern, indem der Abfluss des Regenabwassers verzögert wird. Mit Retentionsmassnahmen kann – bei Kombination mit Versickerungsanlagen – die erforderliche Versickerungsleistung reduziert werden. Im Falle einer Einleitung in ein Gewässer werden möglichst natürliche Abflussverhältnisse angestrebt; bei einer Einleitung in die Kanalisation die Abflussspitzen entsprechend den vorhandenen Kapazitäten begrenzt.

Eine Retentionsanlage besteht im Wesentlichen aus einem Stauraum, einer Abflussregulierung und einem Notüberlauf. Die Möglichkeiten der Retentionsmassnahmen sind vielfältig und werden z.B. in der VSA-Richtlinie Regenwasserentsorgung [9] beschrieben. Grundsätzlich lassen sich Retentionsmassnahmen bereits auf Dachflächen (DachRetention) oder auf Straßen und Plätzen durchführen (Gräben, Speicherkanäle und Retentionsbecken mit gedrosseltem Abfluss).



**Figur 1:** Entscheidungsdiagramm zum Problemkreis Retention / Versickerung im Rahmen der Liegenschaftsentwässerung

## 2.3 Klassifikation des zu versickernden Wassers

### 2.3.1 Reinabwasser

Als sogenanntes Reinabwasser oder „Fremdwasser“ wird stetig fliessendes, nicht oder wenig belastetes Wasser bezeichnet; als Reinabwasser gilt z.B.:

- Überlaufwasser von Quellen, Reservoiren, Brunnen
- Rücklaufwasser aus Kühlanlagen, Klimaanlagen, Wärmepumpen
- Drainage- und Sickerwasser
- Bachwasser

In der Regel sind die genannten Wasser sauber. Zeitweise mässig verschmutzt kann Überlaufwasser von Brunnen, Leerlaufwasser von Reservoiren (bei Reinigung) oder Bachwasser sein. Rücklaufwasser von Kälte- oder Wärmeanlagen ist in der Regel mehr oder weniger thermisch verändert. Falls das Kühlwasser aus einem Kreislaufsystem mit Zusatzstoffen oder einem System mit Risiko von Verunreinigungen stammt, gilt es als Schmutzwasser und darf nicht versickert werden (vgl. Norm SN 592'000 und Tabelle 1).

Reinabwasser soll nicht in die Mischwasserkanalisation und nicht in eine Abwasserreinigungsanlage abgeleitet werden um die Abflussmengen in diesen Systemen nicht unnötig zu erhöhen. Es ist entweder im Untergrund zur Versickerung zu bringen oder in ein Oberflächengewässer einzuleiten. Ist ein Trennsystem vorhanden, so kann es in die Meteorwasserkanalisation abgeleitet werden (vgl. Tabelle 1).

### 2.3.2 Regenabwasser

Das von bebauten oder befestigten Flächen abfliessende Niederschlagswasser wird als Regenabwasser bezeichnet. Dessen Verschmutzungsgrad hängt im wesentlichen von der Art und der Nutzung (z.B. Industriezone) der entwässerten Fläche ab.

#### **Gesetzliche Vorgaben**

Das Regenabwasser gilt gemäss Gewässerschutzverordnung (GSchV) in der Regel als nicht verschmutztes Abwasser, wenn es:

- von **Dachflächen** stammt und wenn aufgrund der Beschaffenheit der Dachflächen nicht Stoffe ausgewaschen werden, die Gewässer verunreinigen können;
- von **Strassen und Plätzen innerhalb des Siedlungsgebietes** stammt, die nicht in erster Linie dem Umschlag, der Verarbeitung, der Lagerung oder dem Transport umweltgefährdender Stoffe dienen und wenn bei der Versickerung eine ausreichende Reinigungs- und Rückhaltewirkung durch den Untergrund gewährleistet ist;

- von **Strassen und Plätzen ausserhalb des Siedlungsgebietes** stammt und wenn bei der Versickerung eine ausreichende Reinigungs- und Rückhaltewirkung durch eine bewachsene oder eine andere vergleichbar wirkende Bodenschicht gewährleistet ist;
- von **Eisenbahnlinien** stammt und wenn langfristig sichergestellt ist, dass auf den Einsatz von Pflanzenbehandlungsmitteln verzichtet wird, und wenn bei der Versickerung eine ausreichende Reinigungs- und Rückhaltewirkung durch eine bewachsene Bodenschicht gewährleistet ist.

### **Richtlinien zur Umsetzung in der Praxis**

Die Norm SN 592'000 "Liegenschaftsentwässerung" gibt eine Übersicht über die verschiedenen Abwasserkategorien und die im Rahmen des GEP zulässigen resp. anzustrebenden Lösungen. Zur Veranschaulichung, welche Abwasser zur Versickerung gebracht werden können oder sollen, dient die *Tabelle 1* aus der SN 592'000 (überarbeitet).

<b>Abwasserart</b>	<b>Trennsystem</b>			<b>Mischsystem</b>		
	Ver-sickerung	Regen-wasser-kanal	Schmutz-wasser-kanal	Ver-sickerung	Rein-wasser-leitung	Misch-kanal
<b>Schmutzwasser:</b> - Häusliches Abwasser - Industrielles Abwasser - Kühlwasser aus Kreislauf-systemen	0 0 0	0 0 0	X X X	0 0 0	0 0 0	X X X
<b>Regenabwasser A):</b> - verschmutzt - nicht verschmutzt	0 1	0 2	X 0	0 1	0 2	X 3
<b>Abwasser von Umschlag-plätzen und Arbeitsflächen:</b>	Entwässerungskonzept nach SN 592000 B)					
<b>Reinabwasser:</b> - Brunnenwasser - Sickerwasser - Grund- und Quellwasser - Kühlwasser aus Durch-laufsystemen	1 C) 1 1 1 D)	2 C) 2 2 2 D)	0 C) 0 0 0	1 C) 1 1 1 D)	2 C) 2 2 2 D)	0 D) 0 0 0 D)

Legende: X Anschluss obligatorisch

0 Anschluss nicht gestattet

1 1. Priorität (anzustrebende Lösung)

2 2. Priorität (nur gestattet, wenn die Versickerung auf Grund der hydrogeologischen Verhältnisse, der Havarierisiken usw. nicht möglich ist)

3 3. Priorität (nur gestattet, wenn die 1. und 2. Priorität nicht möglich bzw. nicht zumutbar sind)

A) Die Zuordnung des Regenwassers zum verschmutzten bzw. nicht verschmutzten Abwasser erfolgt durch die zuständige Stelle unter Berücksichtigung der Bestimmungen der Gewässerschutzverordnung.

B) Betreffend wassergefährdende Flüssigkeiten  
vgl. «Verordnung über den Schutz der Gewässer vor wassergefährdenden Flüssigkeiten».

C) Bei Reinigung des Brunnens mit Einsatz von Chemikalien ist für das Reinigungs-wasser ein Anschluss an den Schmutzwasser- bzw. Mischkanal zu erstellen.

D) Nur bei kleinem Abwasseranfall und nur mit Bewilligung der zuständigen Stelle.

**Tabelle 1:** Übersicht über die Versickerung resp. Ableitung der verschiedenen Abwasserarten (gemäss SN 592'000); leicht überarbeitet

Gemäss den neuen Richtlinien der VSA [9] und in Anlehnung an das Merkblatt des Kt. St. Gallen [13] wird die Qualität des Regenabwassers je nach Lage und Art der zu entwässernden Fläche einer von **vier Belastungsklassen** zugeordnet (vgl. Tabelle im Anhang 2).

Die Belastung von **Dachwasser** ist in hohem Masse von der materialmässigen Zusammensetzung des Dachaufbaus resp. der Ablaufsysteme abhängig. Während das Dachwasser von Ziegeldächern und Gründächern ohne pestizidhaltige Materialien generell nur eine geringe Belastung aufweist, muss das von Dachflächen mit üblichen Anteilen an unbeschichteten Metallinstallationen (Kupfer, Zink, Zinn oder Blei) abfliessende Dachwasser bereits als «mittel» belastet eingestuft werden. Für Dächer mit erhöhten Anteilen an unbeschichteten Metallinstallationen ist die Belastung gar als «hoch» anzunehmen. Die Entwässerung grösserer solcher Flächen erfordert zum Schutz von Boden und Gewässer spezielle Massnahmen.

Grundsätzlich ist auch das Dachwasser von **Industrie- und Gewerbegebauten** dem nicht verschmutzten Abwasser zuzurechnen. Allerdings kann das Regenwasser in Industriegebieten stärker mit Schadstoffen aus der Luft belastet sein als in Wohngebieten. In solchen Fällen ist die Zulässigkeit der Versickerung des Regenwassers im Einzelfall zu prüfen. In Industrie- und Gewerbebezonen muss außerdem mit einem höheren Störfallrisiko gerechnet werden.

Beim Regenabwasser von **Parkplätzen** ist zwischen wenig frequentierten Parkplätzen für Personenwagen (geringe Verschmutzungsgefahr) und solchen für Lastwagen oder stark frequentierten öffentlichen Parkplätzen (stärkere Verschmutzungsgefahr) zu unterscheiden. Bei Regenabwasser von Umschlagplätzen und Lagerplätzen besteht je nach Nutzung häufig eine erhebliche Verschmutzungsgefahr (Havarierisiko, Einsatz umweltgefährdender Stoffe), so dass solches Abwasser grundsätzlich in die Misch- resp. Schmutzwasserkanalisation zu entsorgen ist.

Regenabwasser von **Strassen** kann in Abhängigkeit der Verkehrsart und -frequenz einen sehr uneinheitlichen Verschmutzungsgrad aufweisen (vgl. Wegleitung BUWAL [11]). Bei Rad-, Geh- und Flurwegen sowie Erschliessungsstrassen ist mit wenig verschmutztem Regenabwasser zu rechnen. Bei Gemeinde- und Quartierstrassen ist mit mässig verschmutztem, bei Landstrassen sowie Bahnanlagen mit starker verschmutztem Regenabwasser zu rechnen. Im gleichen Sinne nimmt auch die Gefahr von Unfällen mit wassergefährdenden Flüssigkeiten zu.

## 2.4 Aspekte des qualitativen Grundwasserschutzes

Die Zulässigkeit der Versickerung von Regenabwasser und die Art, wie das Wasser zur Versickerung gebracht werden darf, richtet sich in erster Linie nach Kriterien des qualitativen Grundwasserschutzes. Zur Beurteilung muss nebst dem Verschmutzungsgrad des Regenabwassers (vgl. Kapitel 2.3) die Schutzwürdigkeit des Grundwasservorkommens (**Gewässerschutzbereiche und Schutzzonen**) berücksichtigt werden.

Als weiterer Faktor ist gemäss VSA-Richtlinie auch die Empfindlichkeit des Grundwassers auf qualitative Gefährdungen durch versickerndes Regenabwasser (**Vulnerabilität**) zu berücksichtigen. Die Vulnerabilität des Grundwassers hängt weitgehend von der Art und Ausbildung des schützenden Ober- und Unterbodens ab: Bei einem gut ausgebildeten, nicht verdichten Bodenaufbau ist der Rückhalt von potentiellen Schadstoffen weitaus am besten; ist die Bodenschicht nur geringmächtig oder fehlt sie gänzlich, ist der Schadstoffrückhalt deutlich geringer und das darunterliegende Grundwasservorkommen einem grösseren Belastungsrisiko ausgesetzt. Auch die Ausbildung des Grundwasserleiters spielt eine gewisse Rolle für dessen Vulnerabilität: Grundwasservorkommen in geklüfteten oder verkarsteten Gesteinen weisen eine höhere Empfindlichkeit gegenüber Verschmutzungen auf als solche in Lockergesteinen. Letztere sind weniger empfindlich, da sie ein relativ gutes Rückhaltevermögen für Schadstoffe aufweisen.

Grundsätzlich gilt, je höher die potenzielle Belastung des Regenwassers resp. je schlechter die Qualität des zu versickernden Abwassers einzustufen ist, desto höhere Anforderungen sind an die Versickerungsanlage resp. die Reinigungswirkung des gewachsenen Bodens zu stellen. Je besser die Wasserqualität, desto grösser ist der Spielraum bei der Wahl des Typs für eine Versickerungsanlage.

## 2.5 Einschränkungen der Versickerungsmöglichkeiten bezüglich des Grundwasserschutzes

Bezüglich der verschiedenen **Gewässerschutzbereiche und Schutzzonen** gilt folgendes:

- In den Grundwasser-Schutzzonen S1 und S2 ist die Versickerung von Regenabwasser oder Reinabwasser prinzipiell untersagt.
- In der Grundwasser-Schutzone S3 darf höchstens gering bis mässig belastetes Regenabwasser zur Versickerung gebracht werden. Regenabwasser von Strassen und Vorplätzen, welche nicht dem öffentlichen Motorfahrzeugverkehr offenstehen, darf über die belebte Bodenschicht versickert werden. Abwasser von uneingeschränkt befahrbaren Strassen darf in der Zone S3 nicht versickert werden. Vorbehalten bleiben die Regle-

mente der einzelnen Grundwasserschutzzonen.

- Im Gewässerschutzbereich  $A_u$ , gemäss Gewässerschutzkarte [6] ist die Wahl der Versickerungsanlage eingeschränkt: Sickerschächte oder Sikkerstränge sind nur für wenig verschmutztes Regenabwasser von Dächern zulässig; für Versickerungen von stärker belastetem Abwasser von Straßen und Vorplätzen bestehen Einschränkungen bei der Wahl der Versickerungsanlage und den notwendigen begleitenden Massnahmen. Je nach Belastungsklasse des Abwassers sind Vorreinigungsmassnahmen vorzusehen. Für weiterführende Details sei auf die Literatur verwiesen (vgl. [9]).

Weitere Einschränkungen bestehen:

- bei Industrie- und Gewerbezonen (vgl. Kapitel 2.3.2).
- bei belasteten Standorten und Altlasten. Generell ist die Versickerung von Meteorwasser auf diesen Flächen nicht zulässig, da die Gefahr besteht, dass Schadstoffe ausgewaschen und ins Grundwasser oder den Vorfluter gelangen können. Besteht ein Verdacht auf eine mögliche Verschmutzung des Standorts, müssen vor der Bewilligung von Versickerungsvorhaben Abklärungen über die tatsächliche Bodenbelastung getroffen werden.

Bei der Realisierung einer Versickerung muss darauf geachtet werden, dass die Filterstrecke im ungesättigten Bereich des Untergrunds möglichst gross ist. Wenn immer möglich sollte die Versickerung über die intakte Bodenschicht erfolgen. **In jedem Fall muss die vertikale Versickerungsstrecke oberhalb des Grundwasserspiegels** auch bei hohen Grundwasserstand **mindestens 1 m betragen** und die Versickerungsanlage darf nicht eingestaut werden. In der Regel gilt der jährliche auftretende Hochwasserstand (HW) des Grundwasserspiegels als Bezugsniveau.

## 2.6 Bauliche und geotechnische Einschränkungen der Versickerungsmöglichkeiten

Grundsätzlich sollten Versickerungsanlagen wie andere Bauten mit ausreichendem Grenzabstand von der Parzellengrenze platziert werden. Dies gilt insbesondere in steilen Gebieten, wo eventuell mit Vernässungen bei Unterlieger-Parzellen gerechnet werden muss.

In Rutschgebieten sind die Versickerungsmöglichkeiten stark eingeschränkt. So werden z.B. durch eine verstärkte punktuelle Versickerung die Porenwasserdrücke lokal erhöht, was zu einer höheren Wahrscheinlichkeit für Rutschbewegungen führt. Aus diesem Grunde ist eine punktuelle, konzentrierte Versickerung von Meteorwasser über eine entsprechende Anlage (Schacht usw.) nicht zulässig. Es kann höchstens die flächige Versickerung von direkt auf der Fläche anfallendem Meteorwasser in Frage kommen, wie dies bereits im natürlichen Zustand erfolgt.

## 2.7 Technische Versickerungsmöglichkeiten

### 2.7.1 Allgemeines

Die Versickerung von Regenabwasser kann grundsätzlich entweder flächig durch die ungestörten Bodenschichten (**flächige Versickerung**) oder durch eine **Versickerungsanlage** erreicht werden. Bei letzterer handelt es sich um ein eigentliches Bauwerk, das periodisch kontrolliert und unterhalten werden muss. Je nach Anlagetyp wird eine mehr oder weniger punktuelle Abgabe des Wassers an den Untergrund erreicht, sowie ein Teil des Sickerweges durch die natürlichen Deckschichten kurzgeschlossen.

Die Möglichkeiten der Versickerung werden durch die lokalen hydrogeologischen Verhältnisse bestimmt (vgl. Versickerungskarte, Kapitel **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** und Anhang 3). Unter welchen Voraussetzungen eine Versickerungsanlage zulässig ist, wird durch folgende Faktoren bestimmt (vgl. Anhang 2):

- Die Herkunft resp. die Beschaffenheit des Regenabwassers,
- die Lage der Versickerungsstelle aus der Sicht des qualitativen Grundwasserschutzes.

Die wichtigsten und gängigsten Möglichkeiten von Versickerungstypen sind nachstehend, in der Reihenfolge ihrer Anwendungspriorität, kurz beschrieben und im Anhang 4 schematisch dargestellt. Schematische Darstellungen dieser Versickerungstypen sind auch der VSA-Richtlinie Regenwasserentsorgung [9] zu entnehmen.

### 2.7.2 Flächige Versickerung (Typ 1a im Anhang 4)

- Diffuse, **flächige Versickerung** über die bewachsene Bodenschicht (Humus). Im Vordergrund steht die durchlässige Ausbildung von Plätzen, z.B. mit Verbund- oder Rasengittersteinen, oder in Form von sogenannten Schotterrasen.
- Die Versickerung von Strassenabwasser „**über die Schulter**“, d.h. das seitliche Abfliessen von Strassenabwasser ins angrenzende Wiesland.

### 2.7.3 Versickerungsanlagen (vgl. Anhang 4)

- **Typ 1b:**  
Versickerung in künstlich angelegten **Versickerungsbecken** (humusierte Mulden, Versickerungsmulden), z.B. in Kombination mit Biotopen usw., oder in humusierten Versickerungsgräben über sickerfähigem Untergrund.
- **Typ 2:**  
Die Versickerung geschieht diffus innerhalb der Deckschichten; z.B. über einen überdeckten, künstlichen **Kieskörper** („Kiesfladen“).

- **Typ 3a:**

Im **Versickerungsschacht** wird direkt in die durchlässigen, sickerfähigen Schichten **über** dem Grundwasserspiegel versickert. Als Alternative kommt bei grossem Flurabstand des Grundwasserspiegels ein ausgefilterter, nicht rückspülbarer **Versickerungsbrunnen** in Frage.

- **Typ 3b:**

Versickerungsschacht mit **Versickerungsstrang**, d.h. überdeckter Versickerungsgraben mit Versickerungsrohr (Versickerungsgalerie) in der durchlässigen, sickerfähigen Schicht über dem Grundwasserspiegel. Eine unteife Variante bilden **Sickerdrainagen**, wo das Wasser über eine grosse Fläche verteilt direkt in die Bodenschichten verrieselt wird.

- **Typ 4:**

Im **Retentionsfilterbecken** erfolgt eine Sammlung des Regenabwassers und die Filtrierung über eine belebte Bodenschicht; in der **nachgeschalteten Versickerungsanlage** wird das Wasser versickert (vgl. Kapitel 2.7.5).

- **Typ 5:**

Der rückspülbare, ausgefilterte **Schluckbrunnen**, der bis unter den Grundwasserspiegel reicht ist **nur für Reinabwasser zulässig**.

## 2.7.4 Vorreinigung

Regenabwasser von Dächern, Vorplätzen oder Strassen ist in der Regel mit Schwebstoffen, Laub usw. beladen, welche zu einer Kolmatierung der Versickerungsanlagen führen können. Im Interesse des Gewässerschutzes und zur Erhaltung der Langlebigkeit von Versickerungen ist daher eine mechanische Vorreinigung mittels Schlammfang (SF) notwendig. Die Dimensionierung des Schlammfanges richtet sich nach der Norm SN 592 000. Die Grundlagen der Dimensionierung werden auch in der Wegleitung 1997 des Kt. St. Gallen [12] beschrieben. In der Praxis beträgt der Durchmesser für den Schlammfang bei einer kleinen abflussaktiven Fläche von maximal 150 m<sup>2</sup> mindestens 1.0 m.

## 2.7.5 Spezielle Anlagen zur Vorbehandlung

In Fällen, wo mit verschmutztem Regenabwasser oder mit einem erhöhten Störfall-Risiko zu rechnen ist oder die natürliche Reinigung im Untergrund ungenügend ist, muss das Regenabwasser vor der Einleitung in die Sickeranlage behandelt werden. Naturnahe **Behandlungsanlagen mit Bodenfilter**, sogenannte Retentions-Filterbecken (Typ 4 im Anhang 4) stehen im Vordergrund: Retention und Vorreinigung erfolgen in naturnahen abgedichteten und humusierten Mulden mit eingebauter Filterschicht. Abgedichtete Mulden-Rigolen-Systeme und horizontal oder vertikal durchflossene Bodenfilter sind weitere naturnahe Behandlungsanlagen, welche der Versickerungsanlage vorgeschaltet werden können. Sind solche naturnahe Behandlungsanlagen nicht realisierbar oder nicht geeignet, muss auf eine technische Vorbehandlung des Regenabwassers ausgewichen werden. Insbesondere sogenannte

**Adsorbersysteme**, welche selektiv für bestimmte Substanzen (z.B. Schwermetalle aus Dachabschwemmungen) gute Rückhalteeigenschaften haben, sind geeignet für die Reduktion der Schadstoffgehalte im Abwasser (vgl. VSA Richtlinie [9]).

### 2.7.6 Überläufe

Grundsätzlich sind Überläufe auf Terrainniveau, z.B. über die Entlüftungsanlage, und damit sichtbar anzutreffen. In besonderen Fällen ist auch ein Überlauf in eine Meteorwasserleitung oder in einen Vorfluter möglich, wobei aber auf die Rückstaugefahr hinzuweisen ist. **Überläufe in die Misch- oder Schmutzwasserkanalisation sind verboten.**

### 2.7.7 Wartung

Versickerungsanlagen müssen unterhalten, periodisch gewartet und gegebenenfalls gereinigt werden. Es ist deshalb wichtig, dass Versickerungsanlagen an permanent zugänglichen Orten erstellt werden. Verantwortlich für den Unterhalt ist der Grundeigentümer. Der Gemeinde obliegt die Kontrolle über die Wartungsarbeiten.

## 2.8 Wahl des geeigneten Versickerungstyps

Bei der Wahl des geeigneten Versickerungstyps müssen sowohl die Eignung aufgrund der hydrogeologischen Verhältnisse, wie auch die Zulässigkeit des Versickerungstyps berücksichtigt werden. Im Anhang 1 ist die grundsätzliche Vorgehensweise in einem Entscheidungsdiagramm dargestellt.

Im Interesse des optimalen Grundwasserschutzes geniessen die **flächigen Versickerungen** durch die belebten und bewachsenen Bodenschichten (Typ 1 im Anhang 4) Vorrang. Erste Priorität haben demzufolge flächige Versickerungen über aktive Bodenschichten oder über Versickerungsbecken ("humusierte Mulden"). Sie bieten die bessere Gewähr gegen Verschmutzung des Grundwassers als Versickerungsanlagen, welche die Filterwirkung des Oberbodens und der Deckschicht umgehen.

Ist der Belastungsgrad des zu versickernden Abwassers jedoch derart hoch, dass der natürliche Boden mit der Zeit durch die Ausfilterung mit Schadstoffen aufgeladen wird, ist von einer flächigen Versickerung abzusehen oder das Abwasser muss vorbehandelt werden, wenn dessen Belastungsgrad zu hoch ist oder die Filterwirkung der durchsickerten Strecke ungenügend ist (vgl. [9] und Anhang 2).

Oft verunmöglichen auch die örtlichen Gegebenheiten eine Realisierung einer flächigen Versickerung; in diesen Fällen muss auf eine **Versickerungsanlage** ausgewichen werden. Eine Retention kann erforderlich sein, wenn die Sickerleistung der vorgesehenen Versickerung nicht ausreichend ist.

### 3. Vorgehen bei der Planung und Bewilligung von Versickerungen

#### 3.1 Planung von Versickerungsanlagen

Der vorliegende Zustandsbericht Versickerung liefert die im Rahmen des GEP geforderten Planungsgrundlagen; er enthält weiter die Informationen und Hilfsmittel, welche dem Planer und der Gemeindebehörde die Konzipierung und die Bewilligung von Versickerungsvorhaben erleichtern sollte. Insbesondere das Entscheidungsdiagramm im Anhang 1 fasst die Randbedingungen und die Vorgehensweise zusammen. Die Versickerungskarten 1 : 5'000 und die Anhänge 2 bis 4 sowie die Tabelle 1 (vgl. Seite 12) dienen als Grundlage bei den Abklärungen der Versickerungsmöglichkeiten und bei der Auswahl des geeigneten Versickerungstyps.

Zum Vorgehen gibt es folgendes zu bemerken (vgl. Anhang 1):

- Generell besteht eine **Pflicht zur Versickerung**, ausser die Vorschriften des **Gewässerschutzes** resp. die **Gefahrenzonierung** untersagen jegliche Versickerung („Versickerung verboten“).
- Aus der Versickerungskarte und der Lage des Grundwasserspiegels lassen sich gemäss Anhang 3 die am Standort möglichen Versickerungstypen herleiten (Abklärung der **Eignung des Versickerungstyps**).
- Die Zulässigkeit der verschiedenen Versickerungstypen ist abhängig von der Belastungsklasse des Regenwassers und der Lage bezüglich der Gewässerschutzbereiche. Zudem können weitere Einschränkungen bei Industrie- und Gewerbezonen sowie Verdachtsflächen oder belasteten Standorten / Altlasten vorliegen (Abklärung der **Zulässigkeit des Versickerungstyps**).
- Bei der Realisierung geniessen die **flächigen Versickerungstypen** aus Gründen des qualitativen Gewässerschutzes Priorität (vgl. Kapitel 2.8).

Die Verantwortung zur korrekten **Dimensionierung** der Anlage obliegt dem Bauherrn. Entsprechende hydrogeologische Abklärungen wie Sickerversuche sind vorzeitig vorzusehen. Überläufe von Sickeranlagen in die Misch- und Schmutzwasser-Kanalisation sind nicht erlaubt.

### 3.2 Bewilligungspraxis

Das Bewilligungsverfahren ist im Kapitel VI des für alle Gemeinden rechtskräftigen Abwasserreglementes beschrieben.

Gemäss Gewässerschutzgesetz besteht grundsätzlich eine Pflicht zur Versickerung des Meteorwassers. Bei Neubauten ist die Meteorwasserversickerung Bestandteil des Kanalisationsplanes. Für bestehende Bauten kann die Meteorwasserversickerung von der Gemeindebehörde unter Auflage einer angemessenen Frist verlangt werden.

Das **Erstellen und Betreiben** von Versickerungsanlagen ist **bewilligungspflichtig**. Zuständig für die Erteilung der Bewilligung ist grundsätzlich die **Gemeinde**. In speziellen Fällen ist das **Amt für Umweltschutz** zuständige Bewilligungsbehörde; so bei Schluckbrunnen, die ins Grundwasser reichen, bei Anlagen in Industrie- und Gewerbezonen oder bei grossen Versickerungsanlagen (abflussaktive Fläche > 1'000 m<sup>2</sup>).

Gesuche für den Bau von Versickerungsanlagen werden durch die Bewilligungsbehörde nur in technischer und gewässerschutzrechtlicher Hinsicht geprüft und beurteilt. Zur Beurteilung der Frage, ob eine Versickerung aus hydrogeologischen Überlegungen überhaupt möglich und zweckmässig ist, dient der vorliegende Zustandsbericht Versickerung und die Versickerungskarte als generelle Grundlage. Die Planung und die Dimensionierung ist Sache des Bauherrn. In einigen Fällen, so bei schwierigen geologischen Verhältnissen oder aufwändigen Versickerungsanlagen ist der Bezug einer Fachperson (Hydrogeologe) angezeigt.

**Keine Bewilligungspflicht** besteht für Versickerungen, wenn

- keine Bauwerke erstellt werden (z.B. Dachspeier),
- oder die Deckschicht des Untergrundes nicht verletzt wird (in der Regel bei flächigen Versickerungen gemäss Typ 1a, vgl. Anhang 4).

Während der Bauausführung obliegt der kommunalen Baubehörde die Kontrolle über die korrekte Ausführung der Versickerungsanlage. Insbesondere ist darauf zu achten, dass kein Schmutzwasser und kein Regenwasser von Umschlag- oder Lagerplätzen an die Versickerungsanlage angeschlossen wird. Die fertiggestellte Anlage wird von der Gemeindebehörde abgenommen und im Abwasserkataster eingetragen.

Versickerungsanlagen sind wie alle Abwasseranlagen vom Eigentümer periodisch zu **kontrollieren** und zu **unterhalten**. Ältere sowie ohne Bewilligung erstellte Versickerungsanlagen sind, sofern sie dem Stande der Technik nicht entsprechen, zu **sanieren**. Können sie nicht saniert werden, sind sie fachgerecht stillzulegen.

### 3.3 Bewilligungsgesuch für Versickerungsanlagen

Mit dem Baubewilligungsgesuch sind auch die Angaben zur geplanten Art der Versickerung mitzuliefern. Diese werden in einem **Eingabeformular** (vgl. Anhang 5) eingereicht und umfassen folgende Punkte:

- Allgemeine Angaben zum Objekt
- Art und Grösse der zu entwässernden Fläche
- Gewässerschutzbereich
- Belastungsklasse des Regenwassers
- Flurabstand des Grundwasserspiegels (HW\*)  
\* jährlich wiederkehrender Hochwasserstand
- Beschreibung Bodenaufschluss / spezifische Sickerleistung (falls bekannt)
- vorgesehener Typ der Versickerungsanlage

Die Lage und Gestaltung der Versickerungsanlage, inkl. System der Vorreinigung sollten auf einem Situationsplan ersichtlich sein. Von Vorteil werden diese Angaben im **Entwässerung-/Kanalisationsplan** integriert. Falls vorhanden, sollten weitere hydrogeologische Unterlagen, z.B. Vorabklärungen mit Sickerversuchen mit dem Baugesuch eingereicht werden.

## **4. Empfehlung zur Nachführung der Versickerungskarte**

### **4.1 Bedarf zur Nachführung**

Die in diesem Bericht zusammengestellten Daten beruhen auf dem heutigen Stand der Kenntnisse. Die Versickerungskarte sollte in Zukunft periodisch auf Änderungen der Bauzonengrenze und der Gewässerschutzkarte (Gewässerschutzbereiche, Schutzonen usw.) sowie auf Änderungen der Gesetzgebung überprüft und wenn nötig angepasst werden. Erfahrungen aus den zukünftigen Bautätigkeiten werden möglicherweise Abweichungen der tatsächlichen Untergrundverhältnisse von den auf der Versickerungskarte dargestellten Verhältnissen aufzeigen und eine bessere Grenzziehung zwischen den Versickerungsbereichen ermöglichen. Der Bedarf zur Nachführung und Anpassung der Karte sollte deshalb etwa alle 5 bis 10 Jahre abgeklärt werden.

### **4.2 Nachführung der Versickerungskarte**

Zur laufenden Ergänzung der Datenbasis sollten die relevanten Informationen über Untergrundaufschlüsse wie Baugrubenaufschlüssen, Bohrungen, Sondierungen, Versickerungsanlagen usw. von der Gemeindebauverwaltung systematisch abgelegt werden. Die Nachführung und allfällige Anpassungen der Versickerungskarten sollten unbedingt auf einer gesamthaften Beurteilung aller zur Verfügung stehenden Informationen über die lokalen und regionalen Untergrund- und Grundwasserverhältnisse geschehen und ist von einen Hydrogeologen durchzuführen.

### **4.3 Erfassung der Versickerungsverhältnisse bei neuen Bodenaufschläßen**

Im Hinblick auf die zukünftige Nachführung der Versickerungskarte sollten im Rahmen der kommenden Baubewilligungsverfahren ergänzend zum Eingabeformular Informationen über den Bodenaufbau, die Bodenbeschaffenheit und insbesondere die Sickerfähigkeit des Untergrundes von den ausführenden Bauherren eingefordert oder vom Bauamt erhoben und auf einfache Weise archiviert werden. Beim Gesuch erfolgt in der Regel eine Beurteilung aufgrund der generellen Kenntnisse über das Projektgebiet. Die tatsächlichen Verhältnisse werden meist erst beim Bau der Anlage festgestellt und sollten daher im Erfassungsformular dokumentiert werden.

Zu den wichtigen Informationen gehören die Befund-Aufnahmen von Baugruben oder vom Aushub für Versickerungsanlagen, sowie Sondierschlitzte, Boh-

rungen usw. und Protokolle und Auswertungen von Sickerversuchen. Das im Anhang 6 beigelegte **Erfassungsformular** sollte die systematische Erfassung der relevanten Daten erleichtern und deren Qualität sicherstellen. Es umfasst folgende Informationen:

1. Informationen über das **Bauobjekt** und dessen **Standort**
2. Informationen über den **Typ** und die **Masse** des Bodenaufschlusses
3. Informationen über den **Bodenaufbau**:
 

Deckschichten:	feinkörnige, meist schlecht durchlässige Schicht unter der bewachsenen Bodenschicht
Sickerfähige Schicht:	Bodenschicht mit einer Durchlässigkeit, die genügend gross ist um eine Versickerung zu ermöglichen
4. Informationen über die **Sickerfähigkeit**:

Wenn Sickerversuche erfolgt sind, so sind die Ergebnisse aufzuführen oder beizulegen, sonst soll die Sickerfähigkeit qualitativ geschätzt werden:

gut:	Sickeranlage (z.B. Sickerschacht) ohne weiteres möglich
mässig gut:	Sickerfähigkeit beschränkt, Anlagen müssen gross dimensioniert werden
schlecht:	Versickerung nur möglich durch Einbau eines Sickerkörpers (z.B. „Kiesfladen“)
sehr schlecht:	keine Versickerungsanlage möglich

5. Informationen über die **Grundwasserverhältnisse**
6. Informationen über die erstellte **Versickerungsanlage**:  
Typ der Versickerung gemäss Terminologie Zustandsbericht Versickerung Anhang 4.
7. Informationen über **beigelegte Dokumente**
8. Bemerkungen

## 5. Örtliche Verhältnisse in der Gemeinde Triesen

### 5.1 Geologische Verhältnisse

#### 5.1.1 Geologische Übersicht

Das Siedlungsgebiet von Triesen verteilt sich auf den rechtsseitigen Teil des Rheintals und den unteren Bereich des Hangs von Triesenberg.

Der Felsuntergrund ist am Hang im Randbereich der Bauzone von Triesen zum Teil anstehend; er wird durch schiefrige Flyschgesteine aufgebaut, welche der oberen Kreide- und unteren Tertiärzeit zugeordnet werden. Unter der Talebene taucht der Fels steil in die Tiefe ab.

Die heutige Felsoberfläche wurde entscheidend geformt durch die Wirkung des Rheingletschers, indem er einen tiefen Taltrog ausgehobelt hat und das Tal im höchsten Stadium bis nahe an die Kammlinie zum Saminatal ausgefüllt hat.

Nach dem Rückzug der Gletscher wurde der Taltrog aufgefüllt; anfänglich durch die Ablagerungen eines „Ur-Bodensees“ und in jüngerer Zeit durch das Geschiebe des einstigen Rheinflusses. Dieser hatte sich mit seinen Nebenarmen und Stillwasserbereichen in der Vergangenheit über der ganzen Talebene ausgedehnt. Nach dem Gletscherrückzug entwickelte sich im Gebiet Triesen - Triesenberg eine tiefgründige Grossrutschung. Der Aufbau der Rutschmasse ist komplex; so weist sie z.B. im obersten Teil Sackungsmassen auf. Talseits folgen Blockströme und der Hauptteil der Rutschmasse, welche bis in den Talbereich von Triesen reicht.

Verschiedene Bäche haben aus der Talflanke sowie aus der Rutschmasse Material zum Teil wegerodiert und talwärts verfrachtet, wo sie einige deutlich erkennbare Schuttfächer aufgebaut haben. Die Schuttfächer mit Rüfenablagerungen, sowie die Hangschuttablagerungen am Fuss von Steilstufen können zu den jüngsten Ablagerungen gerechnet werden.

### **5.1.2 Untergrundaufbau**

Der Untergrund des Untersuchungsgebietes kann in folgende Einheiten unterteilt werden:

#### **Untergrundaufbau am Hang**

##### **Fels**

Der anstehende Fels tritt im Baugebiet nirgends direkt an die Oberfläche; er ist überdeckt von der Rutschmasse. An der Basis der Rutschung liegt schieferiger, toniger Flysch, der nur aus den Randgebieten von Triesen beim Reservoir Büchele und im „Underforst“ (Nordteil Gemeinde) bekannt ist.

##### **Moräne**

Moränenmaterial des Rheintalgletschers ist an der Talflanke anzutreffen. In der Regel sind Moränen als direkte Überdeckung des anstehenden Felsens an Vertiefungen und/oder Einbuchtungen der Felsoberfläche erhalten geblieben. Die kompakte Moräne besteht aus kiesig-sandigem Material mit vereinzelten Blöcken und Findlingen, die in einer dicht gelagerten, tonig-siltigen Grundmasse eingebettet sind (Typus Grundmoräne). An der Oberfläche ist die Moräne meistens aufgelockert, verschwemmt und z.T. mit Hangschutt vermischt.

Im Baugebiet tritt die Moräne nur randlich auf („Stotzighalda“); im zentralen Teil ist sie durch die Rutschmasse überfahren worden und durch jene überdeckt.

##### **Hangschutt / Gehängelehm**

Hangschuttablagerungen sind am Fuss der Steilstufen verbreitet. Ähnlich wie beim Bachschutt ist die Beschaffenheit hauptsächlich vom Ursprungsgestein bedingt. Innerhalb des Baugebiets liegen als Ausgangsmaterial nur Lockergesteine der Rutschmasse und untergeordnet Moränenmaterial vor. Daher sind die Hangschuttablagerungen am Fuss der „Stotzighalda“, im Oberdorf und am Hangfuss in der Ebene bei „Äuli“ – „Sand“ durchwegs feinkörnig und lehmig.

##### **Rutschmasse Triesenberg - Triesen**

Die Rutschmasse ist entstanden durch eine komplexe Abfolge von Rutschungen und Sackungen, die teilweise bis heute aktiv sind. Im Zentrum von Triesenberg beträgt die Mächtigkeit der Lockergesteinsmasse über 80 m, wobei heute nur etwa die oberste 15 bis 20 m mächtige Schicht Rutschbewegungen unterworfen ist.

Die Rutschmasse erstreckt sich über den gesamten steileren Hangbereich von Triesen von der „Poschkahalda“ im Süden gegen Norden über „St. Mertura“ – „Walcha“ – „Matschels“ und „Halda“ bis „Gletti“.

Entsprechend der Entstehungsgeschichte ist der innere Aufbau der Rutschmasse sehr vielfältig. Die Zusammensetzung der Lockergesteine ist gekennzeichnet durch eine schlechte Korngrößensorierung und einen geringen Rundungsgrad der Komponenten. Meistens ist eine tonig-siltige Grundmasse vorhanden, in der die gröberen Komponenten schwimmen. Feinkornreiche Ablagerungen sind in den Gebieten „Gossahalda“ – „Gerbi“ - „Runkels“ – „Walcha“ sowie bei „Haldasteiner“, „Matschels“ – „Mazora“ und bei „Gletti“ zu finden.

Ablagerungen mit vorwiegend sandig-kiesiger bis blockiger Zusammensetzung sind im Baugebiet von Triesen selten. Einzelne Züge mit gröberem, blockstrom-ähnlichem Material ziehen von „Langegerta“ talwärts über „Fanola“ nach „St. Mamerta“, vom Reservoir Büchele gegen das Oberdorf und von „Nasshaka“ gegen „St. Wolfgang“.

### **Schuttfächer**

Entlang der Talflanke sind mehrere Schuttfächer vorhanden, die durch die Ablagerungen der Seitenbäche aufgebaut worden sind. In der Regel handelt es sich dabei um Ablagerungen von Murgängen (Rüfen). Diese sind gekennzeichnet durch eine schlechte Sortierung, einen hohen Anteil an siltigem bis tonigem Material, gering oder nicht gerundeten Komponenten und einer chaotischen Struktur ohne deutliche Schichtungsmerkmale. Zum Teil ist eine Zonierung erkennbar: Am Ausgang des Bachs aus der Steilstufe, zuoberst auf dem Schuttfächer findet sich meist grobkörniges bis blockiges Material, gegen die Randbereiche nehmen die Feinkornanteile zu und die groben Komponenten schwimmen in der feinkörnigen Matrix. Im Detail wird die Zusammensetzung und die damit verbundenen hydrogeologischen Eigenschaften stark von der Art des vom Bach verfrachteten Ursprungsmaterials bestimmt.

Der ausgedehnte Schuttfächer der **Lawena-** und **Badtobelrüfe** im Südteil von Triesen ist bis zum Hangfuss nahe dem „Sägaweier“ durch Ablagerungen mit einem hohen Anteil an kiesigen und blockigen Komponenten aufgebaut und weist einen vergleichsweise geringen Feinkornanteil auf.

Der ebenfalls grosse Schuttfächer des **Schindelholzbachs** weist generell einen höheren Anteil der feinkörnigen Matrix auf. Nur im obersten, südlichsten Teil des Baugebiets („Garnis“ – Brücke der Lawenastrasse) ist der feinkörnige Anteil geringer. Das Baugebiet liegt auf dem nördlichen, heute nicht mehr aktiven Teil des Schuttfächers. Der heute noch aktive Teil liegt weiter südlich im Bereich wo der Bach heute fliesst.

Der **Räckholterabach** und der **Eichholzbach** haben beim Meierhof ebenfalls einen Schuttfächer mit vorwiegend feinkörnigen Ablagerungen aufgeschüttet. Der obere Teil des Schuttfächers beim Austritt des Eichholzbachs weist vermehrt grobes Material und einen geringeren Anteil der feinkörnigen Matrix auf.

Die verschiedenen kleinen Bäche welche das Gebiet von Wangerberg, „Letzana“, „Walcha“, „Matschels“ und „Gletti“ entwässern haben keine bedeutenden Schuttfächer aufgebaut, da sie eine zu geringe Wasserführung aufweisen

und zum Teil vergleichsweise jung sind. Einzig der **Teufibach** hat im obersten Dorfteil von Triesen einen kleinen Schuttfächer geschüttet, der mit dem Fächer des Schindelholzbachs verzahnt ist.

An ihrem Fuss sind die Schuttfächer des Schindelholzbachs und des Eichholzbachs mit den Rheinschottern seitlich verzahnt und bilden eine Übergangszone, wo die vorwiegend feinkörnigen, aus den Schuttfächern stammenden Ablagerungen zunehmend von den Kiessanden der Rheinschotter abgelöst werden (vgl. unten).

### **Untergrundaufbau in der Talebene**

#### **Rheinschotter**

Sie bestehen aus einer Abfolge von vorwiegend sauberen, sandigen Kiesen mit Steinen, welche als rinnenartige Ablagerungen der einstigen Wasserläufe abgelagert wurden. Zwischen den Rinnenfüllungen finden sich feinkörnigere Linsen mit siltigen Sanden und Kiesen. Im Bereich der Talmitte überwiegen die groben Kiessande und reichen bis in eine Tiefe von 20 m bis 30 m. Gegen den Talrand hin nimmt der Anteil an feinkörnigeren Partien generell zu und die Mächtigkeit der Schotter ab.

In der Tiefe nimmt der Sandanteil in den Schottern zu; darunter folgen im Bereich der Talmitte sehr feinkörnige Seebodenablagerungen. In den Randbereichen sind die Schotter zum Teil mit den Ablagerungen der Schuttfächer seitlich verzahnt (vgl. unten).

Die östliche Begrenzung der auskeilenden grobkörnigen Kiessande verläuft vom südlichen Dorfrand bis „Äuli“ sowie im Bereich „Riet“ bis „Galga“ etwa 100 m bis 200 m westlich des topographischen Hangfusses. Im Bereich von „Halda“ und im nördlichsten Teil des Baugebiets verläuft die Grenze nur etwa 30 m vom Hangfuss entfernt.

#### **Ablagerungen des Talrandes**

Entlang dem Hangfuss besteht ein Übergangsbereich, wo die Rheinschotter mit den zum Teil verschwemmten Ablagerungen des Hangs oder mit Hangschutt seitlich verzahnt sind. In der Regel ist das verschwemmte Material feinkörnig. In Aufschlüssen wie Bohrungen und Baugruben tritt oft eine wechselnde vertikale Abfolge der Ablagerungen der Ebene und des Hangfusses auf.

Diese seitlich mit den Schottern verzahnten Ablagerungen sind verbreitet entlang dem Streifen am Fuss der Schuttfäches des Schindelholzbachs am südlichen Dorfrand bis „Äuli“ und im Gebiet „Riet“.

### **Komatierungsschicht (Deckschicht)**

Es handelt sich um eine feinkörnige Oberflächenschicht aus siltig-sandigen Überschwemmungs sedimenten des einstigen wilden Rheins. Deren Mächtigkeit beträgt zwischen ca. 0.2 m und 3 m.

## **5.2 Hydrogeologische Verhältnisse**

### **5.2.1 Durchlässigkeit/Sickerfähigkeit der Bodenschichten**

Im folgenden werden die hydrogeologischen Eigenschaften der im Kapitel 5.1 beschriebenen Bodenschichten erläutert.

#### **Fels**

Im Fels findet die Wasserzirkulation wenn überhaupt nur entlang vorgegebener Trennflächen wie Schicht- und Kluftfugen statt, das eigentliche Gestein gilt als wasserundurchlässig. Die Flyschgesteine sind – ungeachtet des Klüftungsgrads – in der Regel sehr schlecht durchlässig und nur in geringem Masse wasserführend. Generell eignet sich der Felsuntergrund wegen der geringen und/oder sehr heterogenen Sickerfähigkeit nicht für die künstliche Versickerung von Meteorwasser

#### **Moräne**

Die kompakte Grundmoräne gilt generell als sehr schlecht wasserdurchlässig. Verschwemmtes oder aufgelockertes Moränenmaterial, wie es oberflächlich auftreten kann ist in der Regel mäßig-schlecht durchlässig ( $k \leq 10^{-5}$  m/s).

#### **Hangschutt / Gehängelehm**

Die Durchlässigkeit des Hangschutts hängt stark von der Art des Ursprungsgesteins ab. Ist er verlehmt oder mit verschwemmttem Material aus dem Rutschgebiet oder den Schuttfächern vermischt oder stammt er aus Flyschgestein, ist er nur mäßig bis schlecht wasserdurchlässig mit Durchlässigkeitsbeiwerten von weniger als  $1 \cdot 10^{-5}$  m/s.

#### **Rutschmasse Triesenberg - Triesen**

Der komplexe Aufbau der Rutschmasse bewirkt grosse Unterschiede in den zu erwartenden Durchlässigkeiten. In den Bereichen, wo eine feinkörnige Matrix vorherrscht ist mit sehr geringen Durchlässigkeiten zu rechnen. Dort sind die Böden meistens stark vernässt.

In den grobkörnigen Partien kann die Durchlässigkeit z.T. sehr gut sein; die Blockstrom-Zungen sind meistens auch wasserführend. Allerdings besteht dort, wo solche Zungen nach unten auslaufen oder von feinkörnigen, schlecht durchlässigen Schichten überlagert werden ein Hangwasserdruck, der sich in

Bodenvernässungen und Quellaustreten äussert wie z.B. im Gebiet „Fanola“ – „St. Mamerta“.

**Die künstliche Versickerung von Meteorwasser ist im Rutschgebiet aus Stabilitätsgründen nicht angebracht, unabhängig der oben beschriebenen Durchlässigkeiten (vgl. Kap. 5.3.3).**

### **Schuttfächer**

Aufgrund des heterogenen Aufbaus der Schuttfächer ist mit starken Schwankungen der Durchlässigkeit zu rechnen. Entsprechend der Korngrösse und dem Anteil der feinkörnigen Matrix in den Ablagerungen ist die Durchlässigkeit meist mässig bis gering. Nur im oberen Teil der Schuttfächer beim Meierhof und des Schindelholzbachs, sowie im Fächer der Lawena-/Badtobelrüfe sind Durchlässigkeitsbeiwerte von  $1.0$  bis  $5.0 \cdot 10^{-4}$  m/s zu erwarten; in den unteren Teilen der Schuttfächer betragen die Durchlässigkeitsbeiwerte weniger als  $1 \cdot 10^{-4}$  m/s.

### **Rheinschotter**

Die Rheinschotter bilden den Hauptgrundwasserträger der Region. Je nach Kornverteilung, Feinanteil und Lagerungsdichte haben die Schotter eine mässig gute bis sehr gute Durchlässigkeit. Allgemein nimmt die Durchlässigkeit ab vom heutigen Rheinlauf gegen den Talhang hin. Typische Rheinschotter weisen Durchlässigkeiten von durchschnittlich  $2.0$  bis  $4.0 \cdot 10^{-3}$  m/s auf; lokal ist jedoch mit starken Schwankungen zu rechnen. Während beispielsweise im grobkörnigen Rinnen Werte von bis über  $10^{-2}$  m/s gemessen werden, sind in den feinkörnigen, randlichen Partien oder in einzelnen Sandlinsen Durchlässigkeiten von  $10^{-4}$  m/s durchaus möglich. Analog zur Durchlässigkeit ist die Sickerfähigkeit der Rheinschotter mässig gut bis sehr gut. Die Eignung zur Versickerung ist allerdings dann eingeschränkt, wenn der Grundwasserspiegel hoch liegt und damit die Trockentiefe (Fluranstand) des Schotters gering ist.

### **Ablagerungen des Talrandes**

Das feinkörnige, meist verschwemmte Material am Hangfuss weist geringe Durchlässigkeiten mit Werten von weniger als  $10^{-5}$  bis  $10^{-4}$  m/s auf. Wo die Ablagerungen eine Mächtigkeit von mehreren Metern aufweisen, stauen sie das randlich diffus zufließende Grundwasser, so dass Vernässungen auftreten wie z.B. im Gebiet „Riet“.

### **Kolmatierungsschicht (Deckschicht)**

Diese Schicht ist in der Regel mässig bis schlecht durchlässig und bildet dadurch bei grossflächiger und gleichzeitig genügender Mächtigkeit einen Schutz für die darunterliegenden Rheinschotter. Ihre Durchlässigkeit liegt zwischen  $5.0 \cdot 10^{-6}$  und  $5.0 \cdot 10^{-5}$  m/s. Die Sickerfähigkeit dieser Schicht ist dementsprechend gering.

### 5.2.2 Grundwasservorkommen, Quellgebiete

Den Hauptgrundwasserträger des Untersuchungsgebietes bilden die Rheinschotter. Sie beherbergen ein Grundwasservorkommen, das nach Menge und Güte zur Nutzung geeignet ist und von seiner Grösse her von überregionaler Bedeutung ist. Dieses Vorkommen wird massgeblich durch die direkte Rheinfiltration gespiesen, die dank relativ weichem und sauerstoffreichem Infiltrat einen entscheidenden Beitrag zur guten Grundwasserbeschaffenheit leistet; die günstigsten qualitativen Grundwassereigenschaften sind dementsprechend nahe beim Rhein, in Abschnitten mit ausgeprägter Infiltration zu finden.

Die bedeutenderen Quellgebiete am Hang wie die Quellgruppe St. Mamerta – Hennawiliboda – Gütle und die Quellen Langegeerta liegen alle oberhalb des Baugebiets. Innerhalb des Baugebiets sind vor allem die zahlreichen vernässten Stellen im Gebiet der Rutschmasse zu erwähnen, welche zum Teil heute drainiert sind. Die Speisung der Quellen und Bodenvernässungen erfolgt aus den durchlässigeren Partien der Rutschmasse aus bergseitiger Richtung. In Gebieten, wo die Durchlässigkeit grossräumig schlecht ist, wie im Bereich „Runkels“ – „Gerbi“ ist die Vernässung zum Teil auch gegeben durch Wiederaustreten von nur unweit versickertem Niederschlagswasser.

### 5.2.3 Lage und Schwankungen des Grundwasserspiegels

Bezüglich Grundwasserstand bestehen im Untersuchungsgebiet sehr unterschiedliche Situationen, die vom jeweiligen Grundwasserleiter und insbesondere von der örtlichen Topographie abhängig sind. Gebiete, wo der Grundwasserspiegel untief liegt, sind auf der Versickerungskarte vermerkt, da dort die Wahl der möglichen Versickerungstypen wesentlich eingeschränkt ist.

In den Rheinschottern der Talebene ist allgemein ein relativ hoher Grundwasserspiegel festzustellen. Er darf in erster Annäherung als parallel zur Geländeoberfläche verlaufende Ebene in wenigen Meter Tiefe angenommen werden. Lage und Verhalten hängen praktisch ausschliesslich mit dem Rheinpegel zusammen. Der jährliche Tiefstand tritt bei niedrigem Rheinabfluss im Winter ein; der Hochstand ist in der Regel im Mai/Juni anlässlich der Schneeschmelze oder bei ausserordentlichen Niederschlägen am Alpennordhang zu beobachten. Die maximalen Schwankungsamplituden betragen dementsprechend nahe am Flussufer bis zu 3.0 m, zum Talrand hin werden sie allmählich bis auf ca. 1.0 m abgedämpft.

In Bezug auf die Beurteilung der Versickerungsmöglichkeiten ist **der jährlich auftretende Hochwasserstand des Grundwassers** (HW) von Bedeutung, d.h. ein Wasserstand der jährlich mehrmals, bzw. über mehrere Tage eintritt. Demgegenüber kann der Grundwasserhöchststand, der nur bei Spitzenabflüssen im Rhein stattfindet und in der Regel weniger als 1 Tag dauert, ca. 0.5 m höher liegen. Im ganzen Untersuchungsabschnitt liegt der Hochwasserstand des Grundwassers (HW) im Bereich der Talebene zwischen 1.0 und etwas mehr als 3.0 m unter OK Terrain; im rheinnahen Gebiet zwischen Sport-

platz - Gemeindehaus und der Gemeindegrenze zu Vaduz liegt der Grundwasserspiegel mit weniger als 1.5 m Flurabstand besonders hoch.

Im Übergangsbereich am Hangfuss können komplizierte Grundwasserverhältnisse angetroffen werden. So ist im Gebiet Riet in den gering durchlässigen Hangablagerungen bei Hochwasserstand mit einem Wasserspiegel zu rechnen, der nur wenige cm bis dm unter OK Terrain liegt.

Die Schuttfächer führen ebenfalls Grundwasser und entwässern meist gegen die Rheinalluvionen. Die Grundwasserspiegel liegen wegen der ansteigenden Topographie relativ tief. Der Grundwasserstand wird ausschliesslich von den lokalen Witterungsverhältnissen bestimmt und unterliegt in der Regel grossen Schwankungsamplituden.

Im Bereich der Rutschmasse sind die Grundwasserverhältnisse derart komplex, dass kein durchgehender Grundwasserspiegel ausgemacht werden kann. In Gebieten, die zu Vernässung neigen, ist das Grundwasser in sehr geringer Tiefe zu erwarten.

#### **5.2.4 Grundwasserfassungen und Quellfassungen**

Die Grundwasserfassung des Pumpwerks Hälos (Nr. 05.2.00) dient der öffentlichen Trinkwasserversorgung der Gemeinden Triesen und Balzers. Sie liegt ausserhalb der Siedlungsgebiete an der Gemeindegrenze zu Balzers. Weitere Grundwasserfassungen von öffentlichem Interesse sind auf Gebiet der Gemeinde Triesen nicht vorhanden. Ferner besteht auf dem Areal der Firma Swarovski eine Brauchwasserfassung.

In der Gemeinde Triesen bestehen mehrere Quellgruppen mit Fassungen oberhalb des Siedlungsgebietes. Zu erwähnen sind davon die nahe des Siedlungsgebietes liegenden Quellfassungen der öffentlichen Trinkwasserversorgung. Es sind dies die Quellfassungen St. Mamerta – Hennawiliboda – Gütle und die Quellfassungen Langegerta. Im Siedlungsgebiet von Triesen sind dagegen keine Quellfassungen von öffentlichem Interesse bekannt.

#### **5.2.5 Grundwasserschutzzonen und -areale**

Grundwasserschutzzonen sind im Siedlungsgebiet von Triesen keine vorhanden: Die Brauchwasserfassung der Firma Swarovski weist keine Schutzzonen auf; die Schutzzonen der genannten Quellfassungen befinden sich oberhalb des Siedlungsgebietes.

In der Talebene wurde südlich des Siedlungsgebietes das Grundwasserschutzareal "Im Damm – Gartneth – Undera Hälos" ausgeschieden. Das Schutzareal liegt zwischen Binnenkanal und Rhein und erstreckt sich in der Fortsetzung der Schutzzonen des Pumpwerks Hälos über Gartneth knapp bis an das Siedlungsgebiet von Triesen.

## 5.3 Beurteilung der Versickerungsmöglichkeiten in der Gemeinde Triesen

### 5.3.1 Zusammenfassung der Versickerungsmöglichkeiten

Entsprechend den heterogenen hydrogeologischen Verhältnissen sind die Voraussetzungen für die Versickerung in Triesen sehr unterschiedlich.

Die **Talebene** ist gekennzeichnet durch gute Versickerungsmöglichkeiten. Die sickerfähige Schicht liegt unter einer geringmächtigen Deckschicht und verfügt über eine gute Schluckfähigkeit. Eingeschränkt sind die Möglichkeiten allerdings durch einen hochliegenden Grundwasserspiegel, der nur untiefe Versickerungsanlagen ermöglicht. Zur Versickerung von grösseren Mengen von Meteorwasser kommen in diesen Gebieten daher nur grossflächigere Anlagen in Frage.

**Gegen den Talhang** hin nimmt die Schluckfähigkeit und die Mächtigkeit der sickerfähigen Schicht ab und die überdeckende Kolmatierungsschicht kann stellenweise über 3 m mächtig werden. Grössere Anlagen sind in diesem Bereich schwieriger zu realisieren, Versickerungen für kleinere Flächen (z.B. Einfamilienhäuser) sollten allerdings in der Regel möglich sein.

Am unmittelbaren **Hangfuß** sind die Versickerungsmöglichkeiten oft schlecht, da stellenweise keine sickerfähige Schicht vorhanden ist oder ein Hangwasserdruk besteht, der tiefe Versickerungsanlagen verunmöglich. Es sind daher vor allem flächige Versickerungen zu empfehlen.

Am **Hang** sind die Versickerungsmöglichkeiten meist schlecht, da die Sickerfähigkeit des Untergrundes – z.B. in den Schuttfächer – generell geringer ist als in der Talebene. Der grösste Teil der Gebiete der Schuttfächer ist daher der Kategorie mit schlechten Versickerungsmöglichkeiten zugeordnet. Die Realisierung von Versickerungsanlagen ist dort zusätzlich erschwert durch vorhandene Steine und Blöcke. In zwei Gebieten im „Pfarrslangacker“ ist die Sickerfähigkeit noch geringer, so dass sehr schlechte Versickerungsmöglichkeiten vorliegen. Dort kommen nur noch flächige Versickerungen in Frage.

In einzelnen Gebieten der Schuttfächer ist die Sickerfähigkeit des Untergrundes lokal etwas besser und die Versickerungsmöglichkeiten können als mäßig gut bezeichnet werden. So in oberen Bereichen der Schuttfächer beim Meierhof und beim Schindelholzbach ("Grossa Bongert und "Garnis"), sowie im Fächer der Lawena-/Badtobelrüfe. Die Realisierung von Versickerungsanlagen kann dort jedoch durch grobe Blöcke und Steine erschwert sein. Flächige und untiefe Versickerungen sollten allerdings in diesen Gebieten generell möglich sein.

**Im gesamten rutschgefährdeten Gebiet (Grossrutschung Triesenberg) ist die künstliche Versickerung von Meteorwasser aus Stabilitätsgründen unbedingt zu unterlassen.**

### 5.3.2 Erläuterungen zur Einteilung

Die Beurteilung der Versickerungsmöglichkeiten basiert grundsätzlich auf einer vierstufigen Einteilung des Gebiets nach der Schluckfähigkeit resp. Sickerleistung des Untergrundes:

- Versickerungsmöglichkeiten gut
- Versickerungsmöglichkeiten mässig gut
- Versickerungsmöglichkeiten schlecht
- Versickerungsmöglichkeiten sehr schlecht

Zusätzlich werden rutschgefährdete Gebiete ausgeschieden, bei welchen jegliche Versickerung zu unterlassen ist.

Ausgehend von den geologischen und hydrogeologischen Verhältnissen als Beurteilungsgrundlage (vgl. Kapitel 5.1 und 5.2) wurden die jeweiligen Flächen ausgeschieden und im Plan mit einer Farbsignatur dargestellt. Die für die Dimensionierung von Versickerungsanlagen relevante Grösse ist die **spezifische Sickerleistung (sS)**, welche die versickerbare Wassermenge pro Zeiteinheit und pro sickeraktiver Fläche als Mass angibt (Einheit: l/min pro  $m^2$ ). Da diese Grösse in den wenigsten Fällen bekannt ist, beruhen die im folgenden angegebenen Werte auf den z.T. aus geologischen Abklärungen bekannten Durchlässigkeitsbeiwerten (k-Wert in m/s).

Einschränkende Bedingungen ergeben sich durch Massnahmen für den qualitativen Grundwasserschutz. Die von solchen Einschränkungen betroffenen Gebiete sind auf der Versickerungskarte mit entsprechenden Signaturen verzeichnet.

Die Karte der Versickerungsmöglichkeiten sowie nachstehende Ausführungen gelten als generelle Planungsgrundlagen.

**Für die Detailprojektierung bzw. für die Dimensionierung von Einzelobjekten, insbesondere von grösseren Versickerungsanlagen, sind weiterführende objektbezogene Untersuchungen wie Baggerschlitte und Sickerversuche erforderlich.**

### 5.3.3 Versickerungsmöglichkeiten

#### **Versickerungsmöglichkeiten gut**

Gebiete mit dieser Bezeichnung weisen folgende Eigenschaften auf:

- Es liegt eine sickerfähige Schicht vor mit einer spezifischen Sickerleistung von mindestens 10 l/min pro  $m^2$  (entspricht ca. einem k-Wert  $\geq 3.0 \cdot 10^{-4}$  m/s);

- die sickerfähige Schicht ist genügend mächtig ausgebildet um das versickerte Wasser aufzunehmen und grossräumig abzuleiten;
- die Mächtigkeit der Deckschicht übersteigt 3-4 m nicht, d.h. die sickerfähige Schicht kann relativ einfach, im offenen Grabenbau erreicht werden.

Zu diesem Gebiet mit guten Versickerungsmöglichkeiten gehört der überwiegende Teil der Talebene zwischen dem Rhein und dem Hangfuss. In diesen Gebieten erlaubt die Sickerfähigkeit des Untergrundes grosse Wassermengen zu versickern und ist somit theoretisch geeignet für die Errichtung von zentralen Quartier-Versickerungsanlagen. Effektiv ergeben sich aber **Einschränkungen durch den hochliegenden Grundwasserspiegel**, der in der ganzen Talebene die Errichtung von tiefgründigen Anlagen wie Sickerschächten erschwert oder sogar ausschliesst (vgl. Tabelle in Anhang 3). Vorbehalten bei der Auswahl des Anlagetyps sind zudem die Einschränkungen bezüglich des qualitativen Grundwasserschutzes.

### **Versickerungsmöglichkeiten mässig gut**

In Gebieten mit dieser Bezeichnung ist die sickerfähige Schicht meist nur mässig gut durchlässig; zudem ist der Untergrund meist heterogen mit lokalen Unregelmässigkeiten der Sickerfähigkeit. Die spezifische Sickerleistung liegt im Mittel zwischen etwa 2 und 10 l/min pro m<sup>2</sup>.

Dieser Kategorie wurden die randlichen Bereiche der Talebene zugeordnet, wo einerseits die Mächtigkeit der sickerfähigen Schicht (Rheinschotter) abnimmt und andererseits die Sickerfähigkeit durch den gegen den Hang zunehmenden Feinkornanteil reduziert ist. Die obersten Bereiche des Schuttækters des Schindelholzbachs und beim Meierhof, sowie der Schuttækter der Lawena-/Badtobelrufe werden auch dieser Kategorie zugeordnet. Die zu erwartende Schluckfähigkeit ist dort mässig bis gut, allerdings ist der Bodenaufbau heterogen und es muss stellenweise mit feinkörnigen Zonen oder mit grobem Blockschutt gerechnet werden, was die Erstellung und den Betrieb von Versickerungsanlagen erschweren kann.

Im Normalfall sind in diesen Gebieten fast alle Anlagetypen möglich, insbesondere für die Entwässerung kleiner Flächen (z.B. Einfamilienhäuser). Voraussetzung ist die korrekte Bemessung der Versickerungsanlage. Grössere Anlagen sind in diesen Gebieten nur nach Abklärung der konkreten lokalen Verhältnisse zu realisieren. Insbesondere in den randlichen Bereichen der Talebene sind die Versickerungsmöglichkeiten durch den hochliegenden Grundwasserspiegel eingeschränkt (vgl. Tabelle in Anhang 3).

Vorbehalten bei der Auswahl des Anlagetyps sind immer die Einschränkungen bezüglich des qualitativen Grundwasserschutzes.

### ***Versickerungsmöglichkeiten schlecht***

In diesen Gebieten ist die sickerfähige Schicht oft nur gering durchlässig. Die spezifische Sickerleistung liegt dort im Mittel zwischen 0.5 und 2.0 l/min pro m<sup>2</sup> sickeraktiver Fläche.

Es handelt sich vorwiegend um gering durchlässige Abfolgen im Übergangsbereich am Hangfuss und auf dem Grossteil der Schuttfächer des Schindelholzbachs und beim Meierhof.

Diese Gebiete eignen sich in erster Linie für die flächige Versickerung, sowie für die dezentrale, grossflächige Versickerung mit gleichzeitig erhöhtem Retentionsvolumen (z.B. humusierte Mulden vgl. Tabelle in Anhang 3). Bei ausreichendem Flurabstand können unter Umständen auch Kieskörper und Versickerungsstränge in Frage kommen (Typ 2 und 3b gemäss Anhang 3).

### ***Versickerungsmöglichkeiten sehr schlecht***

Dieser Kategorie wurden Bereiche zugeordnet, die allgemein für Versickerungsanlagen ungeeignet sind, da im Untergrund keine oberflächennahe sickerfähigen Schichten vorhanden sind. Es kann höchstens die flächige Versickerung geprüft werden (Typ 1a gemäss Anhang 3 und 4), so für direkt auf die Fläche anfallendes Meteorwasser. Im Einzelfall können höchstens noch untiefe humusierte Mulden in Frage kommen. Dabei ist auf einen genügendem Flurabstand und eine ausreichende Dimensionierung zu achten. In den meisten Fällen sind eigentliche Versickerungsanlagen allerdings nicht sinnvoll.

Diese Kategorie trifft auf zwei kleine Bereiche auf dem Schuttfächer des Schindelholzbachs zu. Auf solchen Flächen sind die Eigentümer von der Pflicht zur Versickerung des gesamten Meteorwassers entbunden. Die Möglichkeiten der direkten, flächigen Versickerung von Meteorwasser sollten jedoch genutzt werden, z.B. mittels durchlässig gestalteten Umgebungsflächen.

### ***Rutschgefährdetes Gebiet, jegliche Versickerung verboten***

Diesem Gebiet ist das gesamte Rutschgebiet zugeordnet, sowie ein Teilbereich bei Poschkahalda, wo Hangdruck und Kriechbewegungen vorhanden sind.

Im genannten Rutschgebiet ist die Versickerung von Meteorwasser wann immer möglich zu unterbinden, um zu vermeiden, dass die Stabilität der Rutschmasse ungünstig beeinflusst werden könnte. In diesem Sinne ist alles auf befestigten Flächen (Dächer, Plätze, Straßen etc.) anfallende Meteorwasser abzuleiten, entweder in einen Vorfluter oder über die Hangentwässerungsleitungen. Allenfalls austretendes Hanggrundwasser ist aus den selben Überlegungen zu fassen und ebenso abzuleiten.

### 5.3.4 Einschränkungen der Versickerungsmöglichkeiten

#### ***Einschränkungen bezüglich des Grundwasserschutzes***

In den folgenden Gebieten gelten spezielle Einschränkungen bezüglich der Meteorwasserversickerung (vgl. Kapitel 2.5 und 2.6):

- Innerhalb des Gewässerschutzbereiches  $A_u$  gemäss Gewässerschutzkarte [6] werden generell höhere Anforderungen an die Qualität des zu versickernden Regenabwassers gestellt. In gewissen Fällen ist deshalb eine Vorbehandlung des Abwassers vorzusehen (vgl. Anhang 2).
- Die Zonen mit Industrie und Gewerbe, bei denen eine erhöhte Belastung des Regenabwassers zu erwarten ist und dementsprechend die Wahl der Versickerungsanlage eingeschränkt ist. Dabei kann das anfallende Regenabwasser gesondert behandelt werden je nach Typ der Flächen (z.B. Dächer, Vorplätze usw.) und der Art der Belastung auf den einzelnen Flächen (Abhängig von der Betriebsart und den Aktivitäten in der unmittelbaren Nachbarschaft).
- In Gebieten oder auf begrenzte Flächen, bei denen Belastungen oder Verunreinigungen des Untergrundes bekannt sind, besteht eine Verschmutzungsgefahr des Grundwassers (z.B. Altlastenflächen, Deponien und Friedhöfe); Versickerungen sind daher nicht zulässig. Für die Beurteilung ist auch der *Verdachtsflächenkataster* zu beachten. Auf den im Kataster verzeichneten, potentiell belasteten Standorten sind vor der Planung der Meteorwasserversickerung weitere Abklärungen über eine mögliche Gefährdung des Grundwassers durch eingeleitetes Meteorwasser nötig.

1296-10  
7. August 2007

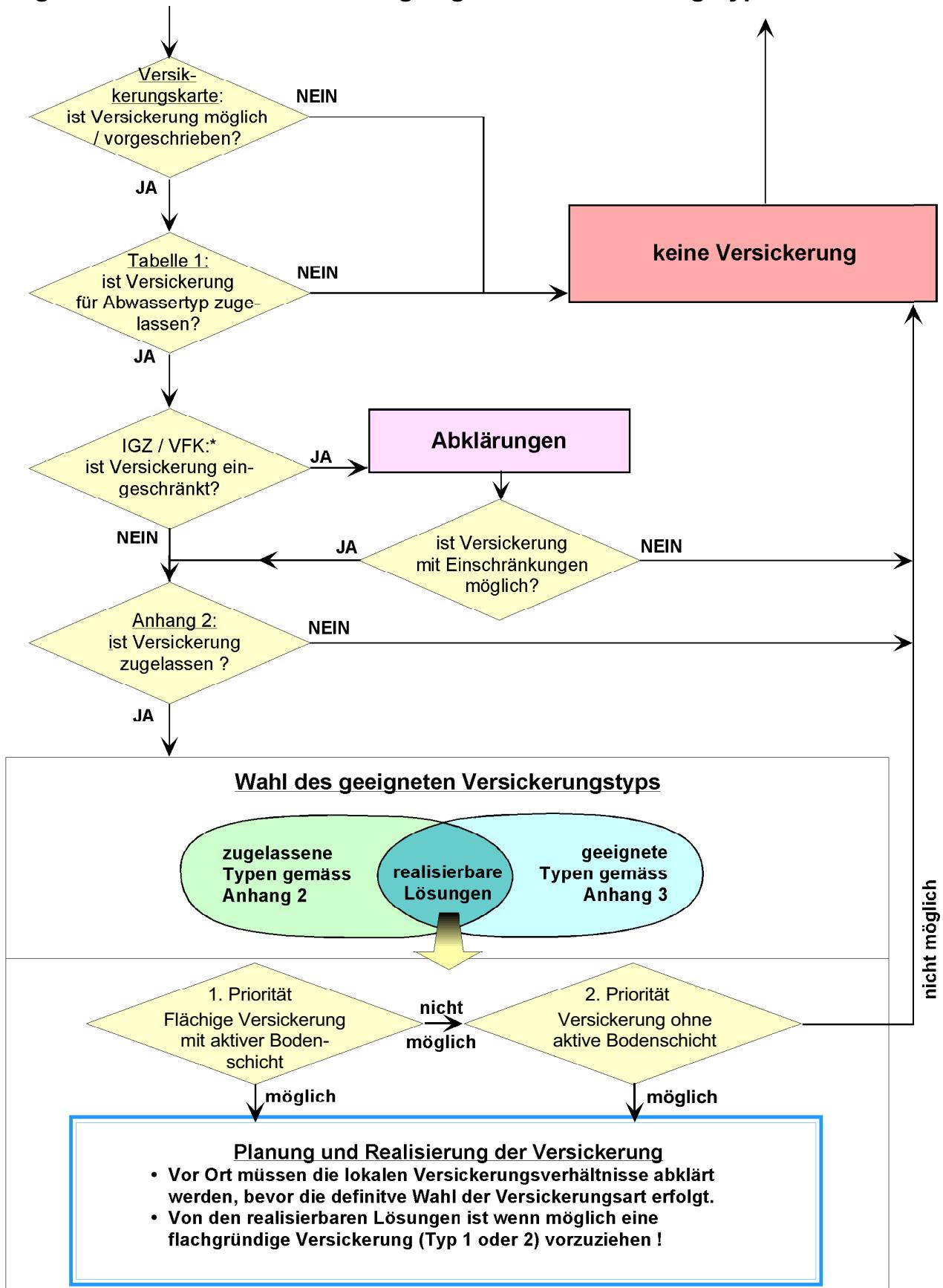
Sachbearbeiter:  
P. Bissig  
R. Bernasconi

Dr. Riccardo Bernasconi  
Beratender Geologe und Hydrogeologe

R. Bernasconi

## Anhang 1

### Entscheidungsdiagramm zur Abklärung der Versickerungsmöglichkeiten und zur Wahl des geeigneten Versickerungstyps



\* IGZ: Industrie- und Gewerbezone

VFK: Verdachtsflächenkataster / belastete Standorte / Altlasten

nicht möglich

**Tabellarische Zusammenstellung der Zulässigkeit der Regenwasserversickerung im Fürstentum Liechtenstein**

**Anhang 2**

Gewässer-schutz-bereiche / Zonen S	Art der zu entwässernden Fläche							
	Dachflächen				Platz- und Verkehrsflächen			
	Ziegeldächer, inerte Dachflächen und Gründächer <sup>1)</sup>	Dachflächen mit Metall (falls beschichtete Metalldächer → Belastungsklasse gering)		Dachflächen, auf welchen Reinigungsarbeiten mit Reinigungsmitteln durchgeführt werden	private, wenig frequentierte Plätze <sup>3)</sup> , Wege und Straßen <sup>5)</sup> , Lagerplätze ohne Havariерisiko <sup>4)</sup>	Arbeitsflächen, Umschlagplätze ohne Havariерisiko <sup>4)</sup> , stark frequentierte Parkplätze, wenig befahrene Verbindungsstrassen <sup>5)</sup>	stark befahrene Verbindungsstrassen, Hauptverkehrs- und Hochleistungsstrassen <sup>5)</sup>	Arbeitsflächen, Umschlag- und Lagerplätze mit Havariерisiko <sup>4)</sup>
	übliche Anteile an unbeschichteten Metallflächen <sup>2)</sup> $A_{Metall} > 50 \text{ m}^2$	erhöhte Anteile an unbeschichteten Metallflächen <sup>2)</sup> $A_{Metall} > 50 \text{ m}^2$						
	Belastungsklasse des Regenwassers							
	gering	mittel	hoch	Risiko	gering	mittel	hoch	Risiko
übrige Bereiche üB	B P	B P	B	–	B F P*	B F	B	–
Bereich A <sub>u</sub>	B P	B P	T	–	B F	B F*	B	–
Zone S3	B	B	–	–	– <sup>6)</sup>	–	–	–
Zonen S1 und S2, Areale	–	–	–	–	–	–	–	–

Index

- 1) Ziegeldächer und Dachflächen aus anderen inerten Materialien, Gründächer und Kiesklebedächer ohne pestizidhaltige Materialien, Dachterrassen (Flächen mit pestizidhaltigen Materialien dürfen nicht über eine Versickerung entwässert werden).
- 2) Unbeschichtete Metallflächen (Cu-, Zn-, Sn-, Cr-, Ni- oder Pb-haltige Installationen), falls  $A_{Metall} > 20 \text{ m}^2$  wird zum Schutz des Bodens oder der Filterschicht gemäss VSA eine Behandlung mit künstl. Adsorber empfohlen.
- 3) Hauszufahrten, Vorplätze, Terrassen, wenig frequentierte PW-Parkplätze, Geh-, Rad und Flurwege, Erschliessungsstrassen. Kein Einsatz von wassergefährdenden Stoffen (Reinigungsmittel, Autowäsche usw.).
- 4) Havarierisiko = Arbeit / Umschlag / Lagerung mit bzw. von speziell umweltgefährdenden Stoffen.
- 5) Bei Strassen kann die Belastungsklasse des Regenwassers gemäss Wegleitung BUWAL 2002 ermittelt werden.
- 6) Ausnahme: für Geh-, Rad- und Flurwege zulässig.

Erläuterung der Abkürzungen:

	Zulässigkeit der Versickerung	Art der Versickerung / Anlage	Typ
B	Versickerung über eine biologisch aktive <b>Bodenschicht</b> zulässig (Bodenaufbau: Oberboden mind. 20 cm, Unterboden mind. 30 cm). Abstand UK Versickerungsschicht zum jährlichen Grundwasser-Höchststand mind. 1 m.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Versickerung flächig über die Bodenschicht / "über die Schulter"</li> <li>• Mulden-Rigolen-System</li> <li>• Versickerungsbecken</li> <li>• Retentions-Filterbecken</li> </ul>	1a
	→ Diese Versickerungsart hat unter Berücksichtigung der Platzverhältnisse immer erste Priorität		
F	Versickerung <b>flächenförmig</b> am Ort des Anfalls über eine durchlässige Fläche zulässig. Abstand UK Versickerungsschicht zum jährlichen Grundwasser-Höchststand mind. 1 m.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Schotterterrassen, Verbund- oder Rasengittersteine, Kiesplatz, Drain-/Sickerasphalt</li> </ul>	1a
P	Versickerung <b>punktförmig</b> resp. in unterirdischer Anlage zulässig. Abstand UK Versickerungsschicht zum jährlichen Grundwasser-Höchststand mind. 1 m.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kieskörper</li> <li>• Versickerungsschacht</li> <li>• Versickerungsstrang</li> </ul>	2 3a 3b
T	Versickerung nur mit vorgeschalteter <b>technischer Massnahme</b> zum Rückhalt der Metalle zulässig (Adsorbersysteme).		
–	Versickerung nicht zulässig		
P* / F*	Zulässig in Ausnahmefällen, Absprache mit AfU erforderlich		

# Tabellarische Zusammenstellung der Eignung der Versickerungstypen in Abhängigkeit der hydrogeologischen Verhältnisse

Anhang 3

**B** Versickerung über aktive Bodenschicht, Typ B gemäss Tabelle der Zulässigkeit

**F** Versickerung über minimale Bodenschicht, Typ F gemäss Tabelle der Grundwasserressourcen bei öblichem Grundwasser-Höchststand (HW)

Gewässer bei Janowitz-Hochwasser (Hw)

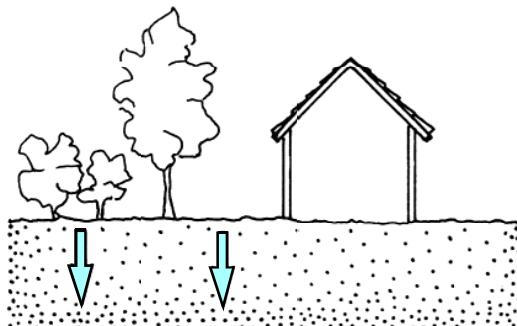
## Einschränkungen:

1: die bauliche Gestaltung der Vorschlüsse ist durch die Grundwirtschaftsprinzipien stark eingeschränkt

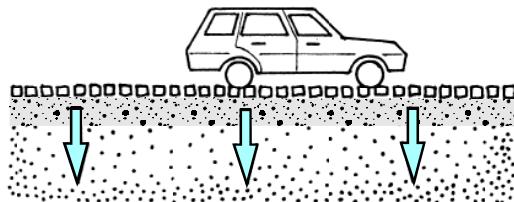
→ 02. technische Eignung durch Schluckfähigkeit eingeschränkt; nur in Einzelfällen geeignet, in der Regel

überdimensionierte Anlagen erforderlich  
o3: nur für Reinabwasser zulässig

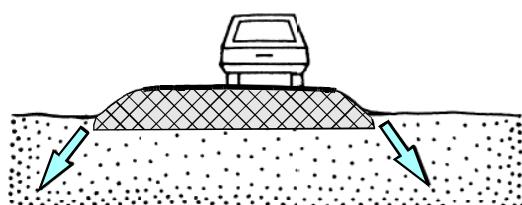
### Typ 1a: flächige Versickerung



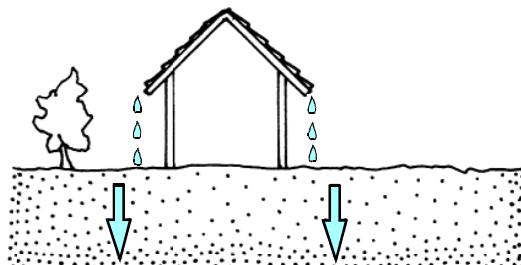
durchlässige Umgebung



durchlässiger Parkplatz

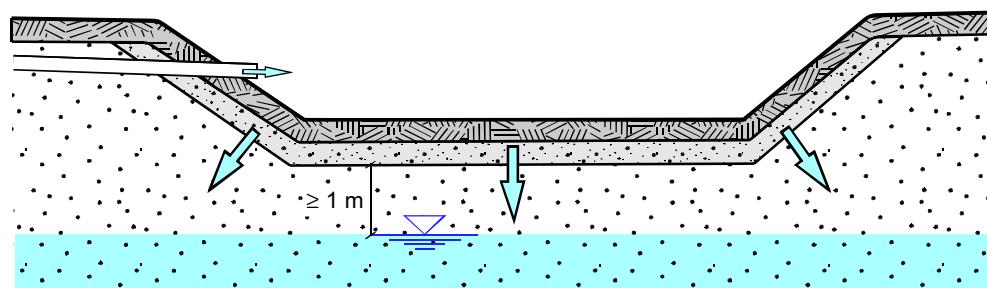


über die Schulter

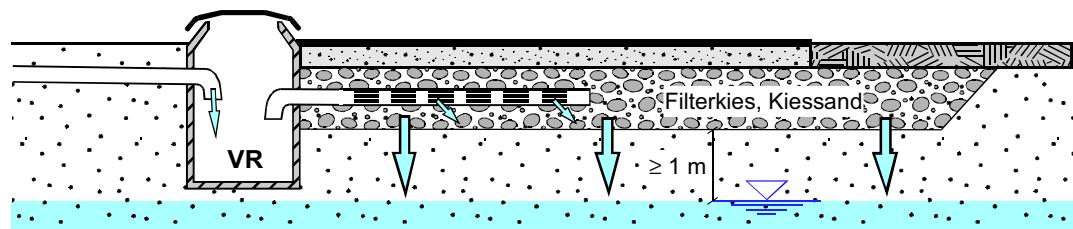


keine Dachrinne oder Speier

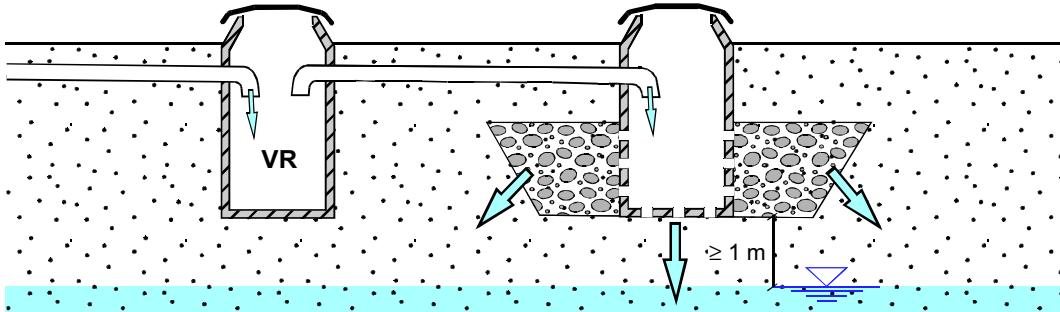
### Typ 1b: humusierte Mulde (Versickerungsbecken)



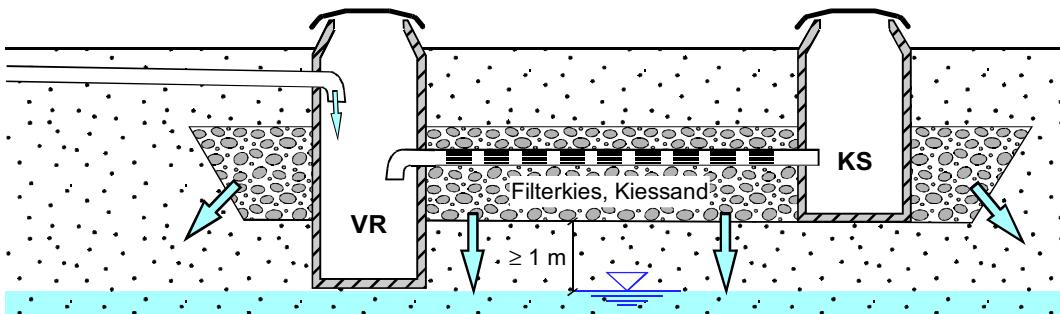
### Typ 2: Kieskörper



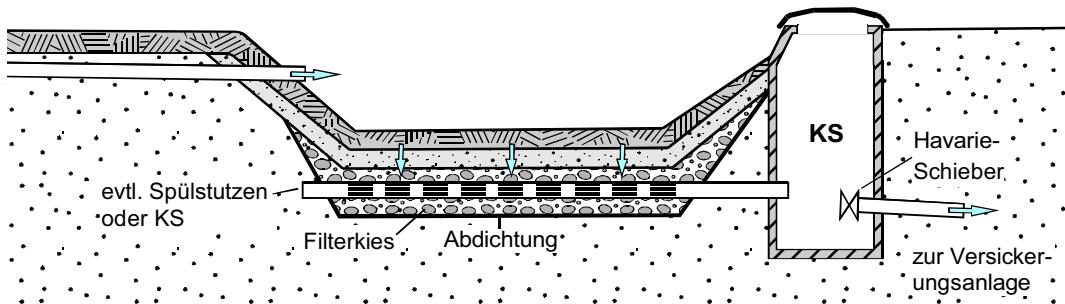
## **Typ 3a: Versickerungsschacht**



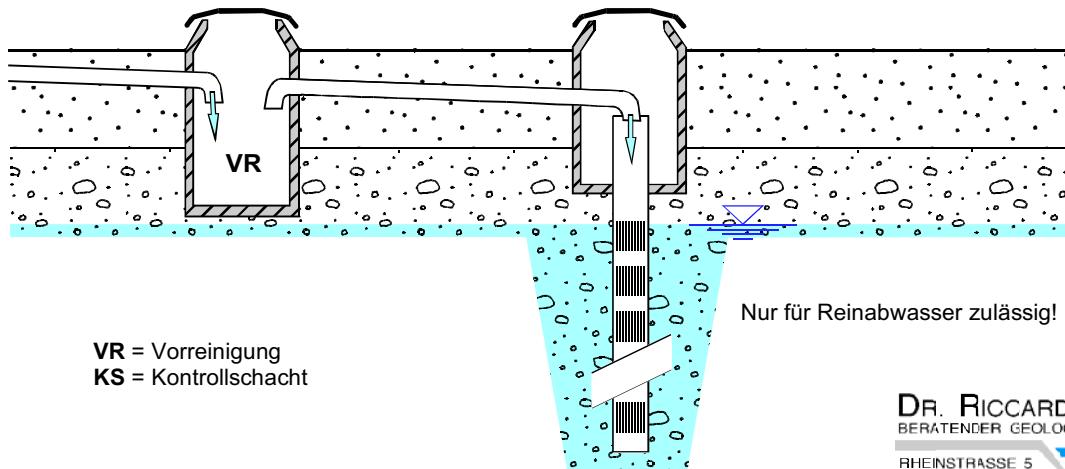
## **Typ 3b: Versickerungsstrang**



## Typ 4: Retentions-Filterbecken mit nachgeschalteter Versickerungsanlage



## **Typ 5: Schluckbrunnen**



**VR** = Vorreinigung  
**KS** = Kontrollschacht

Nur für Reinabwasser zulässig!

## Eingabeformular

### Gesuch zur Versickerung von Regenwasser

Eingang Gesuch \_\_\_\_\_  
Baugesuch Nr. \_\_\_\_\_

#### A) Allgemeine Angaben

##### Gemeinde

##### Gesuchsteller (Bauherrschaft)

Name \_\_\_\_\_  
Adresse \_\_\_\_\_  
Telefon \_\_\_\_\_  
Fax \_\_\_\_\_ E-Mail \_\_\_\_\_

##### Grundeigentümer sofern nicht mit Gesuchsteller identisch

Name \_\_\_\_\_  
Adresse \_\_\_\_\_

##### Projektverfasser

Name \_\_\_\_\_  
Adresse \_\_\_\_\_  
Telefon \_\_\_\_\_  
Fax \_\_\_\_\_ E-Mail \_\_\_\_\_

##### Hydrogeologische Beratung

Name \_\_\_\_\_  
Adresse \_\_\_\_\_  
Telefon \_\_\_\_\_  
Fax \_\_\_\_\_ E-Mail \_\_\_\_\_

##### Bauobjekt / Lage

Bauvorhaben \_\_\_\_\_  
Adresse \_\_\_\_\_  
Parzelle \_\_\_\_\_ Koordinaten \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_  
Belasteter Standort / Altlastenverdacht  Ja  Nein Gewässer-schutzbereich  Au  übrige Bereiche  Grundwasser-Schutzzone  
Industrie- u. Gewerbezone  Ja  Nein

#### B) Beschreibung Bodenaufschluss

neuer Aufschluss vom \_\_\_\_\_  
 bestehende Informationen

Type	<input type="checkbox"/> Sondierschlitz <input type="checkbox"/> Bohrung <input type="checkbox"/> Baugrube	Tiefe ab OK Terrain _____
feinkörnige Deckschicht	<input type="checkbox"/> nicht vorhanden	<input type="checkbox"/> vorhanden Mächtigkeit _____
sickerfähige Schicht	<input type="checkbox"/> nicht vorhanden	<input type="checkbox"/> vorhanden <input type="checkbox"/> vorw. sandig - kiesiges Material <input type="checkbox"/> sandig - kiesig mit feinkörniger Grundmasse <input type="checkbox"/> vorw. feinkörniges Material
Grundwasser	<input type="checkbox"/> nicht angetroffen	<input type="checkbox"/> angetroffen Tiefe ab OK Terrain _____
Sickerfähigkeit	<input type="checkbox"/> geschätzt <input type="checkbox"/> aus Sickerversuch	<input type="checkbox"/> gut <input type="checkbox"/> mässig Spez. Sickerleistung _____ I/(min × m <sup>2</sup> )

## Anhang 5

### C) Projektbeschrieb

<b>Anlage</b>	Versickerungszone gemäss Versickerungskarte des Zustandsberichtes Versickerung			
Zone	<input type="checkbox"/> blau (gut)	<input type="checkbox"/> grün (mässig gut)	<input type="checkbox"/> gelb (schlecht)	<input type="checkbox"/> braun (sehr schlecht)
Flurabstand Grundwasser	bei Hochwasserstand	<input type="checkbox"/> > 3.0 m	<input type="checkbox"/> 3.0 bis 1.5 m	<input type="checkbox"/> < 1.5 m
Typenwahl	gemäss Zustandbericht Versickerung			
	<input type="checkbox"/> Typ 1a flächige Versickerung	<input type="checkbox"/> Typ 1b humusierte Mulde		
	<input type="checkbox"/> Typ 2 Kieskörper			
	<input type="checkbox"/> Typ 3a Versickerungsschacht	<input type="checkbox"/> Typ 3b Versickerungsstrang		
	<input type="checkbox"/> Typ 4 Retentions-Filterbecken	<input type="checkbox"/> Typ 5 Schluckbrunnen		
	<input type="checkbox"/>			
Vorreinigung	<input type="checkbox"/> Ja			
	<input type="checkbox"/> Nein	Begründung:	-----	
Notüberlauf	<input type="checkbox"/> Ja	wohin:	-----	
	<input type="checkbox"/> Nein			
<i>Überläufe in die Misch- oder Schmutzwasserkanalisation sind verboten</i>				
<b>Herkunft des Wassers</b>	Belastungsklasse des Regenwassers gemäss Zustandbericht Versickerung			
Dachfläche	<input type="checkbox"/> gering	<input type="checkbox"/> mittel	<input type="checkbox"/> hoch	<input type="checkbox"/> Risiko
Platz- und Verkehrsflächen	<input type="checkbox"/> gering	<input type="checkbox"/> mittel	<input type="checkbox"/> hoch	<input type="checkbox"/> Risiko
<b>Dimensionierung</b>	Abflusswirksame Fläche	A	-----	m <sup>2</sup>
	Abflussbeiwert		-----	-
	Maximale Regenintensität <sup>1)</sup>	r	-----	l/(s × m <sup>2</sup> )
	Erforderliche Versickerungsleistung	S <sub>erf</sub>	-----	l/min
	Vorhandene spez. Versickerungsleistung	S <sub>vor</sub>	-----	l/(min × m <sup>2</sup> )
	Vorhandene Versickerungsfläche	A <sub>vers</sub>	-----	m <sup>2</sup>
	Erforderliches Retentionsvolumen		-----	m <sup>3</sup>
	<sup>1)</sup> in Rheintalebene $r_{10} \geq 0.035 \text{ l/s} \times \text{m}^2$	(Höhenabhängigkeit der Regenintensität beachten)		
<b>Beilagen</b>	in jedem Fall beizulegen:			
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Situation (Katasterkopie 1:500 oder 1:1'000) mit entwässerten Flächen und Standort der Versickerungsanlage</li> <li>• Entwässerungsplan mit Standort der Versickerungsanlage, Schlammsammler, Gefällsverhältnisse</li> </ul>			
	zusätzliche Beilagen			
	<input type="checkbox"/> Detailpläne (Grundriss/Schnitte) <input type="checkbox"/> Berichte / Berechnungen zur Versickerung <input type="checkbox"/> Bohrprofil / Sondierprofil <input type="checkbox"/>			
<b>Bemerkungen</b>	-----			

Ort und Datum ----- Unterschrift -----

## Erfassungsformular Versickerungsverhältnisse

Baugesuch Nr. \_\_\_\_\_

### A) Allgemeine Angaben

Gemeinde \_\_\_\_\_

Bauobjekt / Lage	Objekt _____
	Adresse _____
	Parzelle _____ Koordinaten _____ / _____

Aufnahme / Dokumentation	Name _____
	Adresse _____

### B) Beschreibung Bodenaufschluss

Aufschluss vom \_\_\_\_\_

<b>Typ und Masse</b>	<input type="checkbox"/> Aushub für Versickerungsanlage		Länge _____ m
	<input type="checkbox"/> Sondierschlitz		Breite _____ m
	<input type="checkbox"/> Bohrung		Endtiefe ab OK _____ m
	<input type="checkbox"/> Baugrube		Terrain _____ m
<b>feinkörnige Deckschicht</b>	<input type="checkbox"/> nicht vorhanden	<input type="checkbox"/> vorhanden	Mächtigkeit _____ m
<b>sickerfähige Schicht</b>	<input type="checkbox"/> nicht vorhanden	<input type="checkbox"/> vorhanden	<input type="checkbox"/> vorw. sandig - kiesiges Material <input type="checkbox"/> sandig - kiesig mit feinkörniger Grundmasse <input type="checkbox"/> vorw. feinkörniges Material
<b>Grundwasser</b>	<input type="checkbox"/> nicht angetroffen	<input type="checkbox"/> angetroffen	Tiefe ab OK _____ m
<b>Sickerfähigkeit</b>	<input type="checkbox"/> geschätzt	<input type="checkbox"/> gut	<input type="checkbox"/> mässig <input type="checkbox"/> schlecht
	<input type="checkbox"/> aus Sickerversuch		Spez. Sickerleistung _____ l/(min × m <sup>2</sup> )

### C) Angaben zur Versickerungsanlage

Anlage	<input type="checkbox"/> erstellt	
	<input type="checkbox"/> nicht erstellt	Begründung: _____

Typenwahl	gemäss Zustandbericht Versickerung	
	<input type="checkbox"/> Typ 1a flächige Versickerung	<input type="checkbox"/> Typ 1b humusierte Mulde
	<input type="checkbox"/> Typ 2 Kieskörper	
	<input type="checkbox"/> Typ 3a Versickerungsschacht	<input type="checkbox"/> Typ 3b Versickerungsstrang
	<input type="checkbox"/> Typ 4 Retentions-Filterbecken	<input type="checkbox"/> Typ 5 Schluckbrunnen
	<input type="checkbox"/> _____	

Beilagen	<input type="checkbox"/> Bohrprofil / Sondierprofil	
	<input type="checkbox"/> Sickerversuchsdaten	
	<input type="checkbox"/> _____	

Bemerkungen \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Ort und Datum \_\_\_\_\_ Unterschrift \_\_\_\_\_