

**Gemeinde Triesenberg**

**Genereller Entwässerungsplan  
GEP**

**Zustandsbericht Versickerung**

**Hydrogeologischer Bericht**

2121-B02

Juni 2007  
rev. September 2020

---

**DR. BERNASCONI AG**

BERATENDE GEOLOGEN UND HYDROGEOLOGEN 7320 SARGANS, RAGAZERSTRASSE 29

TEL 081 723 80 60, FAX 081 723 85 70

info@ / [www.hydrogeologie.ch](http://www.hydrogeologie.ch)



# Inhaltsverzeichnis

<b>1. Einführung</b>	<b>4</b>
1.1 Problemstellung und Auftrag	4
1.2 Durchgeführte Arbeiten	5
1.3 Revision 2020	5
1.4 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	27
5.3 Beurteilung der Versickerungsmöglichkeiten in der Gemeinde Triesenberg	30

## **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 Triesenberg - Zustandsbericht Versickerung  
Versickerungskarte - 1 : 5'000

## **Revisionen**

- Revision 1, Aktualisierung Kap. 5: Örtliche Verhältnisse in der Gemeinde Triesenberg, September 2020

# 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:

- Kataster belasteter Standorte 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**

Für die Erstellung der Versickerungskarte und des Zustandsberichtes wurden alle bedeutenden Daten und Unterlagen wie ältere geologische und hydrogeologische Berichte, sowie die vorhandenen geologischen und hydrogeologischen Karten zusammengetragen und ausgewertet. Von Bedeutung waren insbesondere die umfangreichen Untersuchungen und Berichte, die uns über das Rutschgebiet von Triesenberg zur Verfügung standen.

## **1.3 Revision 2020**

Die vorliegende Revision 2020 des Berichts und der Karte nimmt Bezug auf die aktualisierten Grundlagen der Gefahrenkartierung zu Rutschungsprozessen [14], [18], [19] und Erhebungen zum Hangwasseranfall [21]. Auf dieser Basis erfolgte eine Überarbeitung der Versickerungskarte und des Zustandsberichtes betreffend der Rutschgebiete (Kapitel 5).

## 1.4 Verwendete Unterlagen

### ***Gesetzliche Grundlagen und Richtlinien***

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

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

- [7] VSA (1992): Genereller Entwässerungsplan (GEP), Musterbuch.
- [8] VSA (2002): Regenwasserentsorgung. Richtlinie zur Versickerung, Retention und Ableitung von Niederschlagswasser in Siedlungsgebieten (inkl. Update 2004).
- [9] VSA und SSIV (2002): Planung und Erstellung von Anlagen für die Liegenschaftsentwässerung, Schweizer Norm SN 592 000.
- [10] BUWAL (2002): Gewässerschutz bei der Entwässerung von Verkehrswegen, Wegleitung, Vollzug Umwelt.
- [11] Baudepartement des Kt. St. Gallen, Amt für Umweltschutz (1997): Retention und Versickerung von Regenwasser im Liegenschaftsbereich, Planungsgrundlagen.
- [12] 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)
- [13] 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)
- [14] ABS Amt für Bevölkerungsschutz FL: Rutschgebiet Triesenberg – Triesen, Entwässerung in Rutschgebieten – Empfehlung zu Entwässerungsmassnahmen für Hangwasser und Drainagen, Schreiben Dr. Bernasconi AG, 12.6.2017.

***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] Dr. Riccardo Bernasconi (2002): Hangsanierung Triesenberg, Hydrogeologische Untersuchungen, Messdaten 1999 – 2001. Bericht Nr. 1124-B03.
- [18] Geotest AG (2015): Gefahrenkarten Triesen / Triesenberg, Permanente Rutschungen und grosse spontane Rutschungen, 1 : 5'000
- [19] Geotest AG (2016): Gefahrenkarten Triesen / Triesenberg, Hangmuren und kleine spontane Rutschungen, 1 : 5'000
- [20] Diverse weitere geologische und hydrogeologische Berichte aus dem Raum Triesenberg.
- [21] Quellkataster Triesenberg, Sprenger & Steiner, Stand 2017.

## 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 vermindert nicht nur die Grundwasserneubildung, sie hat auch hohe Abflussspitzen im Kanalisationsnetz zur Folge. Bei Kanalisationen 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 Kanalisationsüberläufen von Mischsystemen) verstärkt die Hochwasserspitzen in Oberflächengewässern. Da solche Hochwasser 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

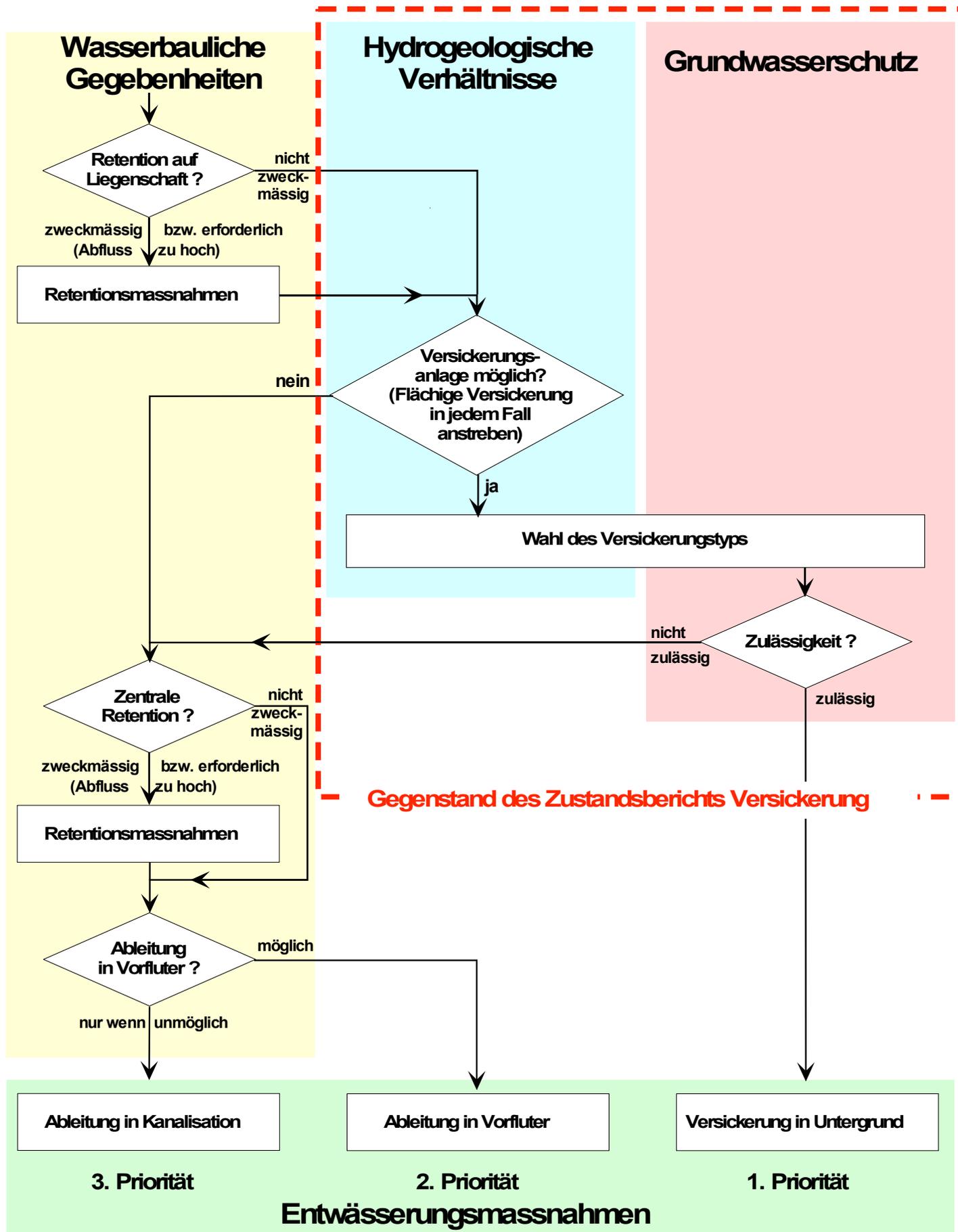
werden. Deren Typ wird durch die hydrogeologischen Verhältnisse am Projektstandort und die Anforderungen des qualitativen Grundwasserschutzes bestimmt.

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 [8] beschrieben. Grundsätzlich lassen sich Retentionsmassnahmen bereits auf Dachflächen (Dachretention) oder auf Strassen und Plätzen durchführen (Gräben, Speicherkanäle und Retentionsbecken mit gedrosselem 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, Klimaanlage, 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 Wärmeeinrichtungen 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 Rückhaltungswirkung durch den Untergrund gewährleistet ist;

- von **Strassen und Plätzen ausserhalb des Siedlungsgebietes** stammt und wenn bei der Versickerung eine ausreichende Reinigungs- und Rückhaltungswirkung 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 Rückhaltungswirkung 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 Abwässer zur Versickerung gebracht werden können oder sollen, dient die *Tabelle 1* aus der SN 592'000 (überarbeitet).

Abwasserart	Trennsystem			Mischsystem		
	Versickerung	Regenwasserkanal	Schmutzwasserkanal	Versickerung	Reinwasserleitung	Mischkanal
<b>Schmutzwasser:</b> - Häusliches Abwasser - Industrielles Abwasser - Kühlwasser aus Kreislaufsystemen	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 Umschlagplätzen und Arbeitsflächen:</b>	Entwässerungskonzept nach SN 592000 B)					
<b>Reinabwasser:</b> - Brunnenwasser - Sickerwasser - Grund- und Quellwasser - Kühlwasser aus Durchlaufsystemen	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 Reinigungswasser 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 [8] und in Anlehnung an das Merkblatt des Kt. St. Gallen [12] 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 Gewerbebauten** 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 [10]). 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 stärker 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 verdichteten 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. Letzere 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-Schutzzone 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 Reglemente

der einzelnen Grundwasserschutzzonen.

- Im Gewässerschutzbereich  $A_u$ , gemäss Gewässerschutzkarte [6] ist die Wahl der Versickerungsanlage eingeschränkt: Sickerschächte oder Sickerstränge 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. [8]).

Weitere Einschränkungen bestehen:

- bei Industrie- und Gewerbebezonen (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 Versickerungstrecke oberhalb des Grundwasserspiegels** auch bei hohem 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 Anlagentyp 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 5.2 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 [8] 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** (humusierete 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 Versickerungsrrohr (Versickerungsgalerie) in der durchlässigen, sickerfähigen Schicht über dem Grundwasserspiegel. Eine untiefe 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 [11] 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 [8]).

### 2.7.6 Überläufe

Grundsätzlich sind Überläufe auf Terrainniveau, z.B. über die Entlüftungsanlage, und damit sichtbar anzuordnen. 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 ("humusierete 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. [8] 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 Gewerbebezonen 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 Versickerungsversuche 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 Gewerbezonon 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 Beizug 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 **saniieren**. 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 Versickerungsversuchen 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, Schutzzonen 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 einem Hydrologen durchzuführen.

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

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 Sondierschlitze, Boh-

rungen usw. und Protokolle und Auswertungen von Versickerungsversuchen. Das im Anhang 6 beigelegte **Erfassungsf formular** 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 Versickerungsversuche 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 Triesenberg

### 5.1 Geologische Verhältnisse

#### 5.1.1 Geologische Übersicht

Die Gemeinde Triesenberg besteht aus dem rheintalseitigen Ortsteil und den beiden Ortsteilen Steg und Malbun. Der rheintalseitige Ortsteil wird in der Folge Triesenberg genannt. Er besteht aus mehreren Siedlungsgebieten, welche am Hang auf leicht geneigten Terrassen in einer Höhe von 700 – 1500 m ü.M. liegen.

Der Hauptteil der Siedlungsgebiete von **Triesenberg** befindet sich innerhalb einer grossen Hangrutschung. Das Rutschgebiet ist geprägt von treppenartig angeordneten Geländeterrassen, sowie von Geländerinnen und Buckeln. Die Rutschmasse ist komplex aufgebaut, dank diversen Untersuchungen und einer geophysikalischen Kartierung ist der Aufbau recht gut bekannt. Es lassen sich in der Rutschmasse ein Bereich mit Sackungsmassen im obersten Teil, sowie Bereiche mit Blockströmen und sogenanntem "Gemischtem Schutt" unterscheiden. Ausserhalb des Rutschgebietes treten Hangschuttablagerungen und Moränenablagerungen auf.

Der Felsuntergrund ist nur ausserhalb des Rutschgebietes aufgeschlossen und besteht aus Gesteinen des Penninikums (Triesen-Flysch, Falknis-Decke und Aroser Zone) sowie aus Gesteinen des Oberostalpins (Lechtal-Decke).

Der Ortsteil **Steg** liegt auf einer Höhe von rund 1300 m ü.M. am Zusammenfluss des Malbuner Bachs und der Samina. Der Malbuner Bach hat beim Austritt unterhalb der Talverengung an zwei Stellen ältere Moränenwälle durchbrochen und so einen zweigeteilten Bachschuttkegel abgelagert. Zwischen den beiden Schuttablagerungen befindet sich im Dorf Steg eine Geländeerhöhung, welche ein Relikt eines Moränenwalls darstellt. Die Moränenablagerungen werden als eiszeitliche Ablagerungen der Lokalglotcher (Samina- und Ilglotcher) gedeutet.

Der Fels ist auf beiden Talseiten aufgeschlossen, im Siedlungsgebiet von Steg jedoch durch Lockergesteine überdeckt. Er besteht aus triassischen Gesteinen des Oberostalpins (Lechtal-Decke). Unterhalb der Felswände sind Hangschuttablagerungen resp. Trockenschuttkegel vorhanden. Ein solcher Trockenschuttkegel reicht im Nordteil von Steg bis ins Siedlungsgebiet.

Das Siedlungsgebiet von **Malbun** befindet sich vorwiegend auf dem kleinen Talboden eines weiten Talkessels Malbun auf einer Höhe von 1600 – 1700 m ü.M. Der Malbuner Bach hat dort keinen Bachschuttkegel abgelagert. Unmittelbar nordwestlich des Dorfes sind dagegen Bachschutt- und Rüfeschuttablagerungen vorhanden, welche aus dem Seitental "Schlucher" stammen. Der

grösste Teil des Untergrundes von Malbun wird durch Moränenablagerungen aufgebaut. Diese werden als eiszeitliche Ablagerungen der Lokalgletscher gedeutet.

Der Fels ist im Talkessel von Malbun erst in höheren Lagen aufgeschlossen. Er besteht wie in Steg aus triassischen Gesteinen des Oberostalpins (Lechtal-Decke).

### **5.1.2 Untergrundaufbau**

Der Untergrund des Untersuchungsgebietes kann in folgende Einheiten unterteilt werden:

#### ***Fels***

In den Siedlungsgebieten von Steg und Malbun sind keine Felsaufschlüsse vorhanden. In Triesenberg ist der Fels mit Ausnahme einer kleinen Zone in Masescha ebenfalls von recht mächtigen Lockergesteinen überdeckt und ist für die Versickerung von Meteorwasser nicht relevant. Nur am Rande des Siedlungsgebietes bei Masescha sind triassische Gesteine (Raibler-Schichten) anstehend oder unter geringmächtiger Moränenbedeckung vorhanden.

#### ***Moräne***

In Triesenberg ist Moränenmaterial des Rheintalgletschers an der Talflanke anzutreffen. In Gebieten ausserhalb der Rutschmasse sind Moränen als direkte Überdeckung des Felsuntergrundes, insbesondere bei Einbuchtungen der Felsoberfläche erhalten geblieben. So z.B. im Gebiet Rotaboda.

In Steg sind die Moränenablagerungen durch Moränenwälle charakterisiert. Diese sind Seitenmoränen des ehemaligen Lokalgletschers und ziehen von Klein Steg in Richtung NNW durch das Dorf Steg nach Gross Steg.

Im Malbun treten im gesamten Talkessel Moränenablagerungen auf. Diese können als Grundmoränen des ehemaligen Lokalgletschers gedeutet werden.

Das Moränenmaterial besteht in der Regel aus sandig-kiesigem Material mit vereinzelt Blöcken und Findlingen, die in einer tonig-siltigen Grundmasse eingebettet sind (Typus Grundmoräne). An der Oberfläche ist die Moräne häufig aufgelockert oder verschwemmt. In Moränenwällen können erfahrungsgemäss auch sandig-kiesige Zonen mit wenig Feinanteil auftreten.

#### ***Schuttkegel***

Die Gebiete Steg und Malbun weisen Bachschuttkegel auf. In Steg geht der Schuttkegel vom Malbuner Bach aus und teilt sich in zwei Kegel seitlich des heutigen Bachlaufs. In Malbun sind nordwestlich des Dorfes Bachschutt- und

Rüfeschuttablagerungen vorhanden, welche aus dem Seitental "Schlucher" stammen.

Schuttkegel sind in der Regel durch eine schlechte Sortierung gekennzeichnet und weisen häufig auch einen recht hohen Anteil an siltigem bis tonigem Material auf. Insbesondere am Hangfuss können Lagen auftreten, wo die groben Komponenten in der feinkörnigen Matrix schwimmen. Im oberen Teil des Schuttkegels, ausgangs des Baches aus der Steilstufe, findet sich eher grobkörniges bis blockiges Material.

In Steg reichen auch Ablagerungen eines Trockenschuttkegels knapp in das nördlichste Siedlungsgebiet. Dort kann mit eher sandig-kiesigem Schutt aus Kalksteinen und eher wenig Feinanteil gerechnet werden.

### ***Gehängeschutt***

Gehängeschuttablagerungen tangieren die Siedlungsgebiete von Triesenberg und Steg. In Triesenberg tritt Gehängeschutt in erhöhten Lagen unter Felsstufen, so im Gebiet Gaflei auf. Die Beschaffenheit des Gehängeschutts ist jeweils vom Ursprungsgestein abhängig. Da die darüberliegende Felsstufe dort hauptsächlich aus Dolomitgesteinen besteht, liegt vorwiegend kiesiger Gehängeschutt vor, der vermutlich z.T. mit Moränenmaterial vermischt ist.

In Steg ist am Fusse der Felswand "Bergleköpf" Gehängeschutt vorhanden. Dieser Schutt besteht vorwiegend aus Kalksteinen und ist dementsprechend eher kiesig ausgebildet.

### ***Rutschmasse Triesenberg***

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 des in Bewegung befindlichen Lockergesteinsspakets rund 70 – 80 m.

Entsprechend der Entstehungsgeschichte ist der innere Aufbau der Rutschmasse sehr vielfältig. Die Zusammensetzung der Lockergesteine ist gekennzeichnet durch eine schlechte Korngrössensortierung und einen geringen Rundungsgrad der Komponenten. Häufig ist eine tonig-siltige Grundmasse vorhanden, in der die gröberen Komponenten schwimmen oder es liegen Mischungen zwischen überwiegend groben Gesteinskomponenten und tonig-siltiger Grundmasse vor (sogenannter Mischschutt). Eine unterschiedliche Zusammensetzung besteht in blockstromartigen Teilen der Rutschmasse; diese weisen vorwiegend grobkörnige Komponenten auf (Sand, Kies, Steine und Blöcke) und enthalten im Gegensatz zum Mischschutt relativ geringe Feinanteile (sogenannter Blockschutt). Im Siedlungsgebiet bestehen nennenswerte Zonen mit dominierend Blockschuttmaterial bei Lavadina und Steinord sowie zwischen Rütelti, Täscherloch und Sportplatz.

Innerhalb der Rutschmasse bestehen Gebiete mit konkreter Rutschgefährdung: Diese entsprechen im Wesentlichen den blauen und roten Gefahrenzo-

nen. Im Detail handelt es sich um Gebiete mit mittlerer bis erheblicher Gefährdung bezüglich Hangmuren und Spontanrutschungen resp. permanenter Rutschungen.

## 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 in der Regel nur entlang vorgegebener Trennflächen wie Schicht- und Kluffugen statt, das eigentliche Gestein gilt als wasserundurchlässig. In Kalkgesteinen sowie anderen verkarstungsfähigen Gesteinen wie Rauhwaacke und Gips (Trias) können lokal Karstsysteme entwickelt sein, welche zu einer sehr heterogenen Wasserzirkulation entlang von Hohlräumen und Klüften im Fels führen. 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 und Seitenmoränenwälle sind in der Regel mässig-schlecht durchlässig ( $k \leq 10^{-5}$  m/s). Insgesamt ist die Sickerfähigkeit der Moräne in Triesenberg, Steg und Malbun als schlecht zu beurteilen.

#### **Schuttkegel**

Aufgrund des heterogenen Aufbaus der Schuttkegel ist mit starken Schwankungen der Durchlässigkeit zu rechnen. Zonen oder Schichten mit grobkörnigen Komponenten und wenig Feinanteil können durchaus hohe Durchlässigkeiten von  $10^{-3}$  m/s aufweisen. Solche Zonen sind hauptsächlich in den oberen Teilen der Schuttkegel zu erwarten. In feinkörnigeren Schichten, insbesondere am Fuss der Schuttkegel betragen die Durchlässigkeitsbeiwerte meist weniger als  $10^{-4}$  m/s. Im Mittel dürften in den Schuttkegeln eher mässig gute Durchlässigkeiten von  $1 \cdot 10^{-4}$  bis  $1 \cdot 10^{-3}$  m/s vorherrschen. Die Sickerfähigkeit ist dementsprechend als mässig gut mit starken lokalen Schwankungen zu bezeichnen.

### **Gehängeschutt**

Die Durchlässigkeit des Gehängeschutts hängt stark von der Art des Ursprungsgesteins ab. Ist er verlehmt oder mit verschwemmtem Material aus tonigem Flyschgestein vermischt, ist er nur mässig bis schlecht wasserdurchlässig mit Durchlässigkeitsbeiwerten von weniger als  $10^{-5}$  m/s. Beim Gehängeschutt von Triesenberg im Gebiet Gaflei und Fusse der Felswand "Bergleköpf" in Steg ist ein wenig verlehmt, kiesiger Gehängeschutt zu erwarten, welcher Durchlässigkeiten von mehr als  $1 \cdot 10^{-4}$  m/s aufweisen dürfte.

### **Rutschmasse Triesenberg**

Der komplexe Aufbau der Rutschmasse bewirkt grosse Unterschiede in den zu erwartenden Durchlässigkeiten. In den Bereichen mit Mischschuttmaterial, herrscht eine feinkörnige Matrix vor und es ist mit sehr geringen Durchlässigkeiten zu rechnen. Dort sind die Böden meistens stark vernässt; gebietsweise besteht auch ein Hangwasserdruck.

In den Bereichen mit Blockschuttmaterial sind vorwiegend grobkörnige Komponenten (Sand, Kies, Steine und Blöcke) mit wenig Feinanteilen zu erwarten. Bei feinkornarmen Schichten sind die Durchlässigkeiten dementsprechend hoch und das Material ist mässig gut bis gut sickertfähig. In zungenartig verlaufenden Blockschutttablagerungen kann eine Wasserführung vorhanden sein. Allerdings besteht dort, wo solche Zungen nach unten auslaufen oder von feinkörnigen, schlecht durchlässigen Schichten überlagert werden ein Hangwasserdruck, der sich in Bodenvernässungen und Quellaustritten äussert.

In Gebieten mit konkreter Rutschgefährdung sowie Hangwasserdruck gilt als Grundsatz kein Meteorwasser durch konzentrierte Versickerung einzubringen, sondern Hangwasser zu fassen und abzuleiten.

## **5.2.2 Grundwasservorkommen, Quellgebiete**

Im Gebiet der Gemeinde Triesenberg sind keine grösseren Grundwasservorkommen von Bedeutung vorhanden; dagegen bestehen diverse Quellgebiete.

Im rheintalseitigen Hang von **Triesenberg** bestehen zahlreiche Quellen und Quellgruppen. Diese liegen vorwiegend im Rutschgebiet; z.T. bestehen auch Quellen ausserhalb des Rutschgebietes, welche aus Moränenablagerungen entspringen. Neben den eigentlichen Quellgebieten bestehen in der Rutschmasse von Triesenberg auch Zonen mit Hangwasserdruck oder temporärem Hangwasseranfall.

Im Gebiet von **Steg** ist das Quellgebiet "In den Rietern" von Bedeutung, welches nördlich von Gross Steg liegt. Dort treten in den Moränenablagerungen beidseits des Einschnittes der Samina mehrere ertragreiche Quellen auf. Die Quellen entspringen an der schotterreichen Basis der Moräne über einer stauenden Lehmschicht, welche nahezu horizontal verläuft.

Im Talboden von **Malbun** sind keine bedeutende Quellen bekannt. In höheren Lagen bestehen vereinzelte Quellen, welche aus den Moränenablagerungen oder aus Gehängeschutt entspringen. Unterhalb des Siedlungsgebietes im Talverlauf des Malbuner Baches befinden sich die Quellen "Schneeflucht". Diese entspringen am Fusse von Bachschuttablagerungen.

### **5.2.3 Lage und Schwankungen des Grundwasserspiegels**

Die Lage und das Verhalten des Grundwasserspiegels variiert in Abhängigkeit der jeweiligen Grundwasserleiter und der örtlichen Topographie. Im Untersuchungsgebiet fehlen eigentliche Grundwasservorkommen.

In der Rutschmasse Triesenberg, in Moränenablagerungen und im Gehängeschutt ist der Grundwasserspiegel resp. Hangwasserspiegel uneinheitlich. Je nach topografischer Lage und Durchlässigkeit des Untergrundes liegen geringe oder grosse Flurabstände vor. Geringe Flurabstände sind über schlecht durchlässigen, stauenden Zonen und am Fuss von steilen Hängen zu erwarten. Zudem wird der Hangwasserspiegel stark durch die Witterungsverhältnisse bestimmt. Dies führt dazu, dass der Hangwasserspiegel zeitlich grosse Schwankungen aufweist.

Die Schuttkegel von Steg und Malbun führen ebenfalls Grundwasser und entwässern gegen die Taleinschnitte. Die Grundwasserspiegel sind dort nicht im Detail bekannt. In Zonen wo sandig-kiesiger Bachschutt mit wenig Feinanteil vorliegt und der Fuss des Kegels entwässert wird, dürfte der Flurabstand meist ausreichend gross sein. Der Grundwasserstand wird von den lokalen Witterungsverhältnissen bestimmt und unterliegt in der Regel grossen Schwankungsamplituden.

### **5.2.4 Grundwasserfassungen und Quellfassungen**

Grundwasserfassungen von öffentlichem Interesse sind auf Gebiet der Gemeinde Triesenberg keine vorhanden. Die nahe des Siedlungsgebietes liegenden Quellfassungen der öffentlichen Trinkwasserversorgung (mit Schutz-zonen) werden im folgenden erwähnt:

In Triesenberg sind dies die Quellfassungen Balischguad, Bim Brunna und Bleika. Zudem liegen einige Quellgruppen von Triesen am Hang unterhalb von Triesenberg in geringer Distanz zur Gemeindegrenze.

Die Quellfassungen Rieter in Steg dienen der öffentlichen Trinkwasserversorgung. Sie liegen rund 500 m nördlich des Siedlungsgebietes.

In Malbun bestehen keine öffentlichen Quellfassungen in der unmittelbaren Umgebung des Siedlungsgebietes. Die Quellfassungen "Schneeflucht" gehö-

ren der Wasserversorgung der Gemeinde Vaduz und liegen in Richtung Steg rund 600 m vom Siedlungsgebiet entfernt.

### 5.2.5 Grundwasserschutzzonen

Die Schutzzonen der Quellfassungen Balischguad, Bim Brunna und Bleika befinden sich ausserhalb des Siedlungsgebietes hangseits des Dorfgebiets von Triesenberg. Die Schutzzonen S3 der Quellgruppen von Triesen reichen von unten bis in das Gebiet Triesenberg und tangieren lokal bei Leitawis das Siedlungsgebiet im Südwestteil von Triesenberg.

Die Schutzzonen S2 und S3 der Quellfassungen Riern reichen von Norden in das Siedlungsgebiet von Steg. Die Schutzzone S3 endet knapp nördlich des Ortszentrums.

In Malbun tangiert die Schutzzone S3 der Quellfassungen "Schneeflucht" knapp den nordwestlichen Teil des Siedlungsgebietes.

## 5.3 Beurteilung der Versickerungsmöglichkeiten in der Gemeinde Triesenberg

### 5.3.1 Zusammenfassung der Versickerungsmöglichkeiten

Entsprechend den heterogenen hydrogeologischen Verhältnissen sind die Voraussetzungen für die Versickerung sehr unterschiedlich. Im Gebiet von **Triesenberg** ist auf Flächen mit konkreter Rutschgefährdung oder Hangwasseranfall die konzentrierte Versickerung von Meteorwasser verboten, um die Stabilität des Untergrundes nicht ungünstig zu beeinflussen. Daneben können auch im Rutschgebiet – auf Flächen ohne die genannten ungünstigen Faktoren – die Versickerungsmöglichkeiten unter Berücksichtigung der lokalen Sickerverhältnisse genutzt werden. In den entsprechenden Gebieten sind die Versickerungsmöglichkeiten im Rutschgebiet von Triesenberg nur mässig gut bis schlecht. In Zonen mit Blockschuttmaterial können bei ausreichenden Sickerleistungen verschiedene Anlagentypen vorgesehen werden. Die Gebiete mit Moränenablagerungen oder Gehängeschutt eignen sich für die flächige Versickerung und bei ausreichendem Flurabstand auch für Versickerungsanlagen (vgl. Kapitel 5.3.3 und Tabelle in Anhang 3).

In **Steg** sind mässig gute bis schlechte Versickerungsmöglichkeiten vorhanden. Insbesondere in den Gebieten, welche auf dem Schuttfächer liegen sind mässig gute Versickerungsmöglichkeiten zu erwarten und es lassen sich verschiedene Versickerungsanlagentypen realisieren.

Dagegen sind in **Malbun** die Versickerungsmöglichkeiten im Talboden meist schlecht, in Hanglagen sogar sehr schlecht. Nur im Nordwestteil des Siedlungsgebietes liegen auf dem Bachschuttkegel mässig gute Versickerungsmöglichkeiten vor.

### 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

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<sup>2</sup>). Da diese Grösse in den wenigsten Fällen bereits 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 Baggerschlitz- und Versickerungsversuche erforderlich.**

### 5.3.3 Versickerungsmöglichkeiten

#### ***Versickerungsmöglichkeiten gut***

Diese Kategorie fehlt im Untersuchungsgebiet, da in der Gemeinde Triesenberg in keinem Gebiet genügend mächtige und sickerfähige Schichten vorhanden sind.

### ***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>.

Zu diesem Gebiet gehören die Siedlungsgebiete auf den Schuttkegeln (Steg und Malbun). Die Mächtigkeit der sickerfähigen Schicht ist im Bereich der Schuttfächer meist genügend gross und erlaubt verschiedene Versickerungsanlagen.

In Triesenberg sind Siedlungsgebiete bei Lavadina und Steinord sowie zwischen Rütelti, Täscherloch und Sportplatz dieser Kategorie zugeordnet. Dort werden in Blockschuttmaterial generell mindestens mässig gute Sickerleistungen erwartet. Da der Untergrund lokal heterogen ist, müssen die effektiven Standortverhältnisse **fallweise** in Absprache mit dem Baubüro Triesenberg durch Versickerungsversuche geprüft werden.

Im Normalfall sind in diesen Gebieten fast alle Anlagentypen möglich, insbesondere für die Entwässerung kleiner Flächen (z.B. Einfamilienhäuser). Voraussetzung ist die korrekte Bemessung der Versickerungsanlage und die Berücksichtigung des Grundwasserspiegels (vgl. Tabelle in Anhang 3). Grössere Anlagen sind in diesem Bereich nur nach Abklärung der konkreten lokalen Verhältnisse zu realisieren.

Vorbehalten bei der Auswahl des Anlagentyps 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. Ein Versickerungsversuch zur Abklärung der Sickerleistung ist **zwingend notwendig**.

Es handelt sich um Gebiete mit Moränenablagerungen und Gehängeschutt in Triesenberg, Steg und Malbun. Dieser Kategorie wurden zudem die Siedlungsgebiete bei Sütigerwis und Wangerbärg zugeordnet (Rutschmasse von Triesenberg).

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 auch Kieskörper und Versickerungsstränge in Frage kommen (Typ 2 und 3b gemäss Anhang 3).

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

Dieser Kategorie wurden Gebiete zugeordnet, die allgemein für Versickerungsanlagen ungeeignet sind, da im Untergrund keine oberflächennahen 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 un tiefe 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 Gebiete in Malbun zu. Es handelt sich um Zonen mit untiefem Felsuntergrund oder erhöhter Hangneigung in schlecht durchlässigem Moränenmaterial. 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***

Im Gebiet der Grossrutschung von Triesenberg muss grundsätzliche eine Abwägung zwischen dem generellen Versickerungsgebot des GEP (gemäss Kap. 2.1) und der Rutschgefährdung und Hangstabilität erfolgen. Wo gemäss Gefahrenkarte konkrete Gefährdungen bestehen, darf die Stabilität des Untergrundes nicht ungünstig beeinflusst werden durch die Versickerung von Meteorwasser. Bezüglich der Entwässerungsmassnahmen in Rutschgebieten gelten die Weisungen des Amtes für Bevölkerungsschutz.

Ein Grossteil des Gebiets der Rutschmasse von Triesenberg ist für die konzentrierte Versickerung von Meteorwasser nicht geeignet, da gemäss Gefahrenkarte eine mittlere bis erhebliche Gefährdung für Rutschprozesse besteht (vgl. Kap. 5.2.1) oder Hinweise auf Hangwasseranfall vorliegen. Auch Gebiete mit hoher Hangneigung sind dieser Zone zugeordnet. In solchen Gebieten ist zu vermeiden, dass die Stabilität des Untergrundes ungünstig beeinflusst wird, und daher ist eine konzentrierte Versickerung von Meteorwasser verboten. In diesem Sinne ist alles auf befestigten Flächen (Dächer, Plätze, Strassen etc.) anfallende Meteorwasser abzuleiten, entweder in einen Vorfluter oder über die Entwässerungsleitungen (vgl. Weisungen ABS). Dabei sind allfällige Retentionsvorschriften / -massnahmen zu berücksichtigen.

Ausserhalb der oben beschriebenen Gebiete mit konkreter Rutschgefährdung oder Hangwasseranfall bestehen innerhalb der Grossrutschung von Triesenberg Bereiche mit zulässiger Versickerung (vgl. Beschreibung Kategorie Versickerungsmöglichkeiten schlecht und mässig gut).

### 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):

- In den Grundwasser-Schutzzonen S1 und S2 und in Grundwasser-schutzarealen sind Versickerungsanlagen verboten.
- In der Grundwasser-Schutzzone S3 ist die Wahl der Versickerungsanlagen eingeschränkt (vgl. Anhang 2).
- Innerhalb des Gewässerschutzbereiches A<sub>u</sub> 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).
- 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 sind folgende Grundlagen zu beachten:
  - Kataster der belasteten Standorte (noch nicht öffentlich, Amt für Umwelt)
  - Flächen, welche die Anforderungen an sauberes Aushubmaterial nicht erfüllen (nicht öffentlich, Amt für Umwelt).
- 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.

1296-09, 6. Juni 2007, rev. 9. Juli 2007  
2121-B02, Revision 1: 14. September 2020

Sachbearbeiter:  
P. Bissig  
M. Manser

Dr. Bernasconi AG



Kaspar Papritz, Geschäftsführer

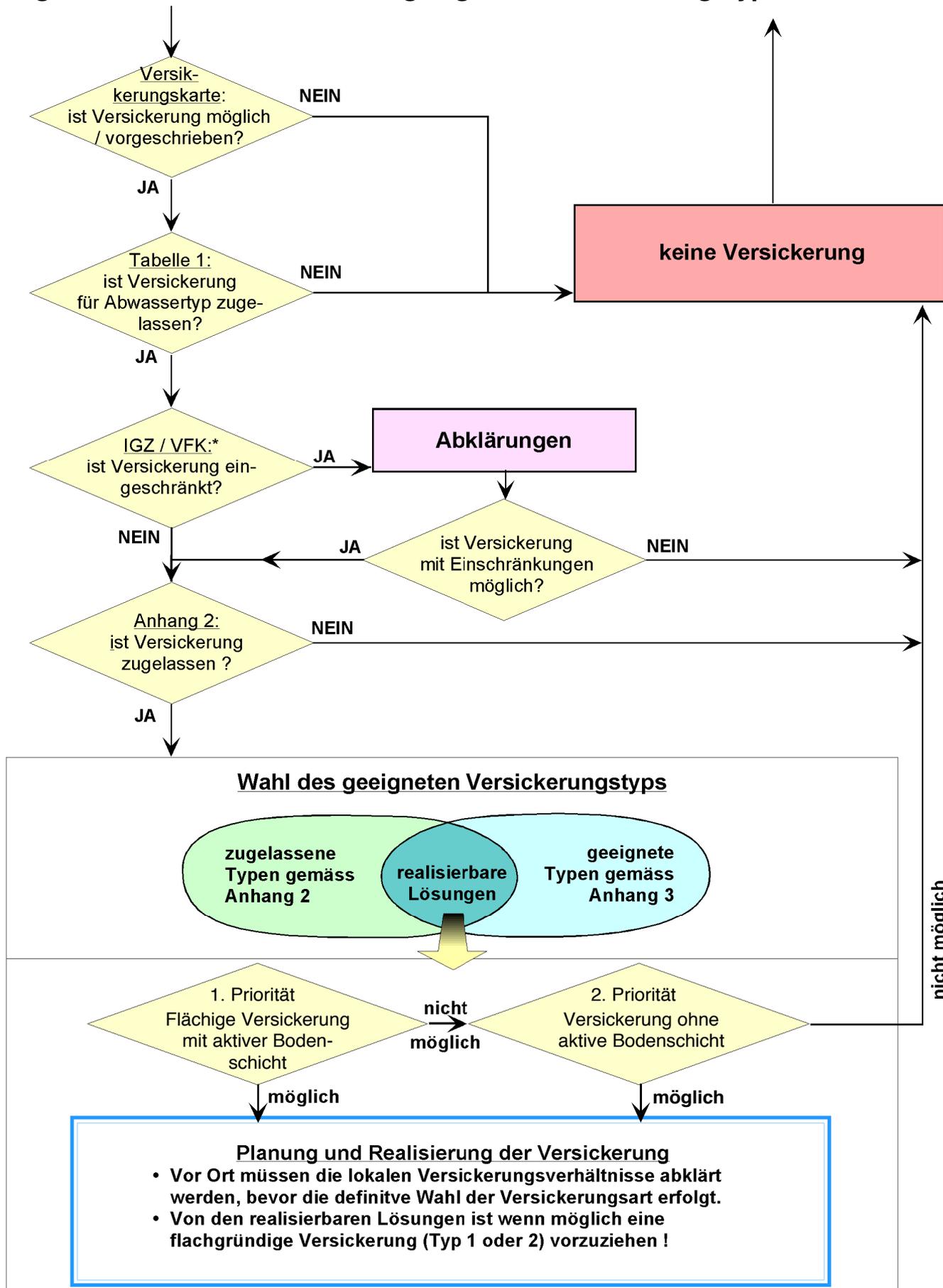


Pius Bissig, Sachbearbeiter / PaK

**Genereller Entwässerungsplan  
GEP**

**Anhänge**

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



\* IGZ: Industrie- und Gewerbezone  
VFK: Verdachtsflächenkataster / belastete Standorte / Altlasten

# 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 Havarierisiko <sup>4)</sup>	Arbeitsflächen, Umschlagplätze ohne Havarierisiko <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 Havarierisiko <sup>4)</sup>
		übliche Anteile an unbeschichteten Metallflächen <sup>2)</sup>	erhöhte Anteile an unbeschichteten Metallflächen <sup>2)</sup> $A_{\text{Metall}} > 50 \text{ m}^2$					
Belastungsklasse des Regenwassers								
gering	mittel	hoch	Risiko	gering	mittel	hoch	Risiko	
übrige Bereiche üB	<b>B</b> P	<b>B</b> P	B	–	<b>B</b> F P*	<b>B</b> F	B	–
Bereich A <sub>u</sub>	<b>B</b> P	<b>B</b> P	T	–	<b>B</b> F	<b>B</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  $A_{\text{Metall}} > 20 \text{ m}^2$  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>• Schotterrassen, 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		

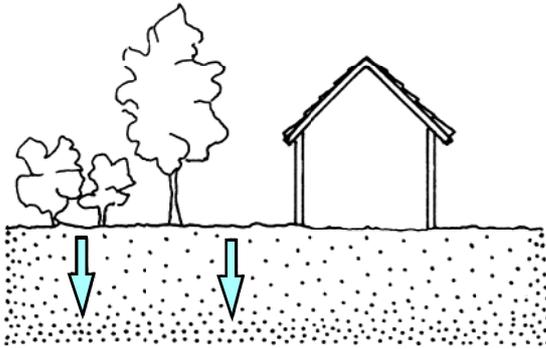
		Anlage - Typ (vgl. Anhang 4)							
		1 a		1 b	2	3 a	3 b	4	5
		B	F	B	-	-	-	B	-
Versickerungsmöglichkeiten gemäss Versickerungskarte	Lage GWSP*	flächige Versickerung ("über die Schulter")	flächige Versickerung (z.B. Rasen- gittersteine)	humusierete Mulde	Kieskörper "Kiesfladen"	Versickerungs- schacht	Versickerungs- strang	Retentions- Filterbecken + Versicke- rungsanlage 2a, 3a oder 3b	Schluck- brunnen
<b>sehr schlecht</b>		+	+	+ / - (b2)	-	-	-	-	-
<b>schlecht</b>	< 1.5 m	+	+	b1, b2	-	-	-	-	-
	1.5 - 3 m	+	+	b2	b1, b2	-	-	b1, b2	-
	≥ 3 m	+	+	b2	b2	-	b2	b2	-
<b>mässig gut</b>	< 1.5 m	+	+	b1	-	-	-	-	b2, b3
	1.5 - 3 m	+	+	+	b1	b1, b2	b1, b2	b1	b3
	≥ 3 m	+	+	+	+	b2	b2	b2	b3
<b>gut</b>	< 1.5 m	+	+	b1	-	-	-	-	b2, b3
	1.5 - 3 m	+	+	+	+	b1	b1	b1	b3
	≥ 3 m	+	+	+	+	+	+	+	b3

- B** Versickerung über aktive Bodenschicht, Typ B gemäss Tabelle der Zulässigkeit
- F** Versickerung über minimale Bodenschicht, Typ F gemäss Tabelle der Zulässigkeit
- \* Grundwasserspiegel bei jährlichem Grundwasser-Höchststand (HW)

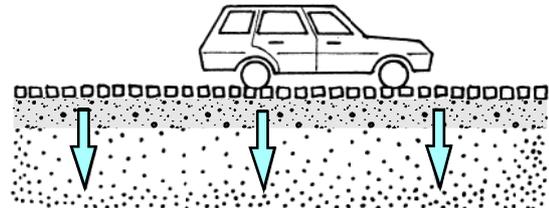
**Einschränkungen:**

- b1: die bauliche Gestaltung der Versickerungsanlage ist durch die Lage des Grundwasserspiegels stark eingeschränkt
- b2: technische Eignung durch Schluckfähigkeit eingeschränkt; nur in Einzelfällen geeignet, in der Regel überdimensionierte Anlagen erforderlich
- b3: nur für Reinabwasser zulässig

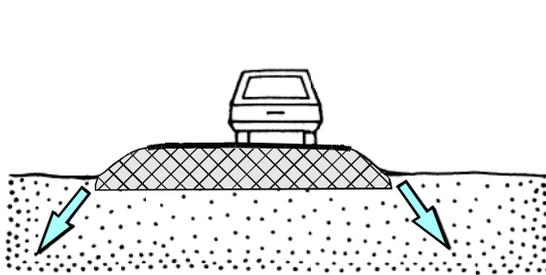
### Typ 1a: flächige Versickerung



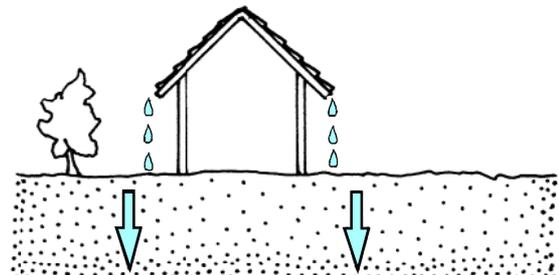
durchlässige Umgebung



durchlässiger Parkplatz

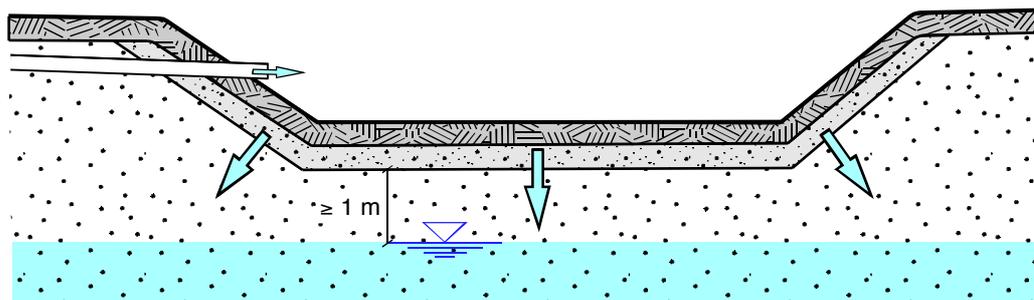


über die Schulter

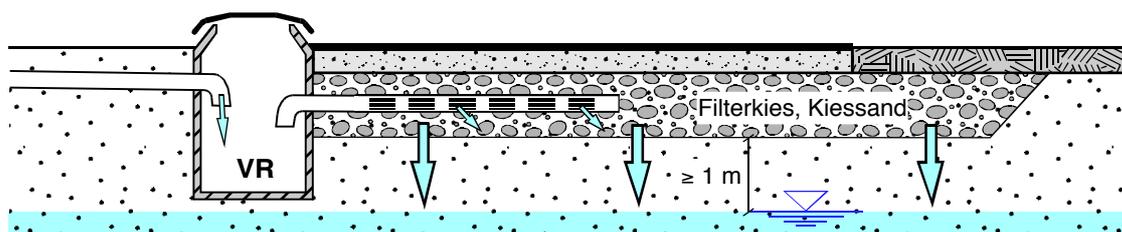


keine Dachrinne oder Speier

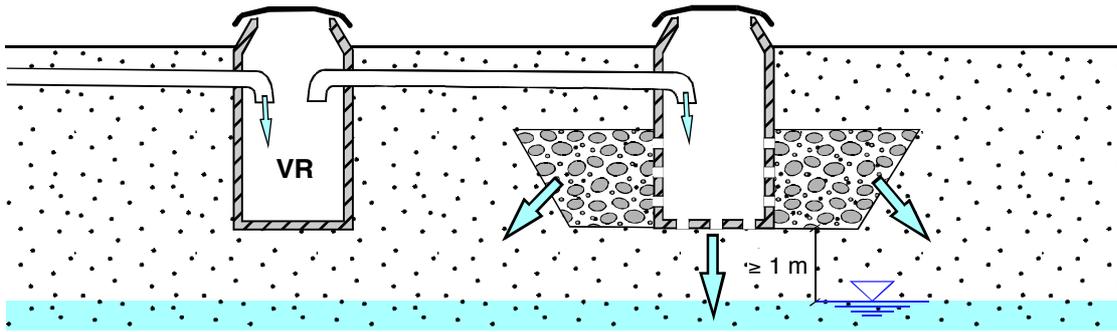
### Typ 1b: humusierte Mulde (Versickerungsbecken)



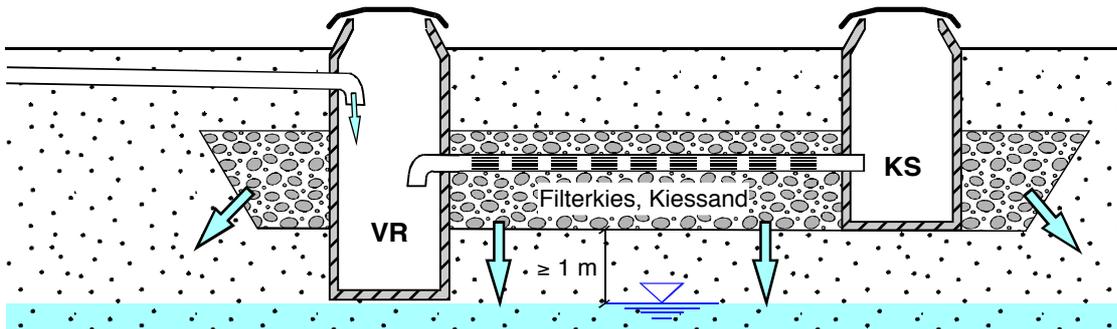
### Typ 2: Kieskörper



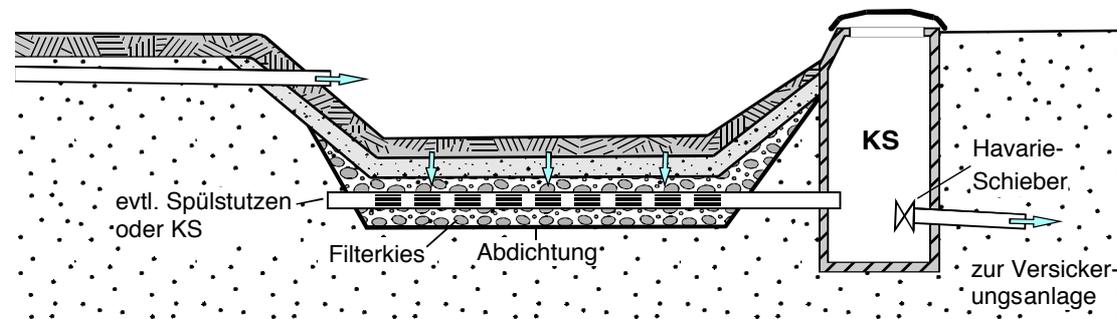
### Typ 3a: Versickerungsschacht



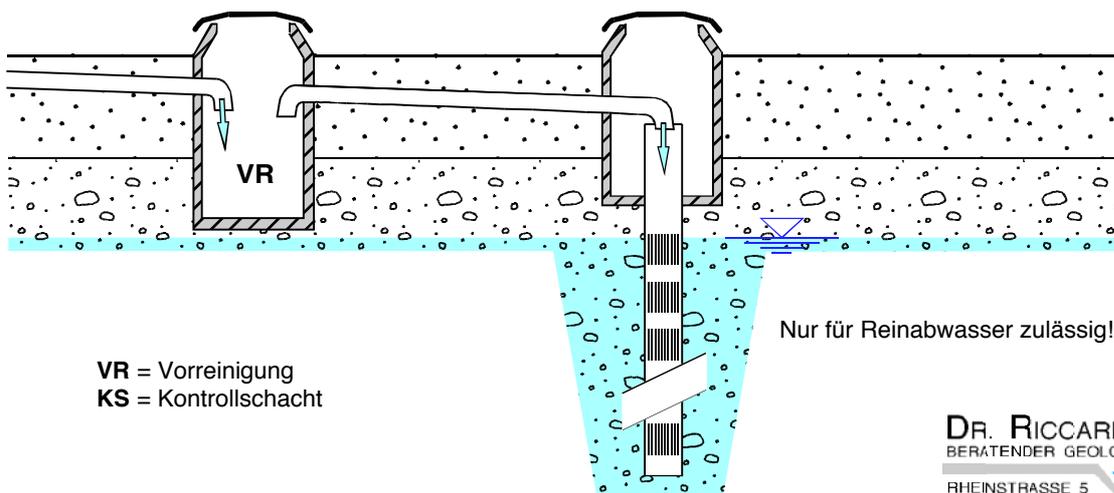
### Typ 3b: Versickerungsstrang



### Typ 4: Retentions-Filterbecken mit nachgeschalteter Versickerungsanlage



### Typ 5: Schluckbrunnen



VR = Vorreinigung  
KS = Kontrollschacht

# Eingabeformular Gesuch zur Versickerung von Regenwasser

Eingang Gesuch .....  
Baugesuch Nr. ....

## A) Allgemeine Angaben

**Gemeinde** .....

**Gesuchsteller (Bauherrschaft)**

Name .....

Adresse .....

Telefon .....

Fax ..... E-Mail .....

**Grundeigentümer** Name .....

sofern nicht mit  
Gesuchsteller identisch 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

**Typ**  Sondierschlitz  Bohrung  Baugrube

**feinkörnige Deckschicht**  nicht vorhanden  vorhanden

**sickerfähige Schicht**  nicht vorhanden  vorhanden

**Grundwasser**  nicht angetroffen  angetroffen

**Sickerfähigkeit**  geschätzt  gut  mässig  schlecht

aus Sickerversuch

Tiefe ab OK Terrain .....

Mächtigkeit .....

vorw. sandig - kiesiges Material

sandig - kiesig mit feinkörniger Grundmasse

vorw. feinkörniges Material

Tiefe ab OK Terrain .....

Spez. Sickerleistung ..... l/(min × m<sup>2</sup>)

**C) Projektbeschreibung**

**Anlage** Versickerungszone gemäss Versickerungskarte des Zustandsberichtes Versickerung

Zone  blau (gut)  grün (mässig gut)  gelb (schlecht)  braun (sehr schlecht)

Flurabstand bei Hochwasserstand  > 3.0 m  3.0 bis 1.5 m  < 1.5 m

Grundwasser

Typenwahl *gemäss Zustandsbericht Versickerung*

Typ 1a flächige Versickerung  Typ 1b humusierte Mulde

Typ 2 Kieskörper

Typ 3a Versickerungsschacht  Typ 3b Versickerungsstrang

Typ 4 Retentions-Filterbecken  Typ 5 Schluckbrunnen

.....

Vorreinigung  Ja  Nein Begründung: .....

Notüberlauf  Ja wohin: .....  Nein

*Überläufe in die Misch- oder Schmutzwasserkanalisation sind verboten*

**Herkunft des Wassers** Belastungsklasse des Regenwassers *gemäss Zustandsbericht Versickerung*

Dachfläche  gering  mittel  hoch  Risiko

Platz- und Verkehrsflächen  gering  mittel  hoch  Risiko

**Dimensionierung**

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)

**Beilagen** in jedem Fall beizulegen:

- Situation (Katasterkopie 1:500 oder 1:1'000) mit entwässerten Flächen und Standort der Versickerungsanlage
- Entwässerungsplan mit Standort der Versickerungsanlage, Schlammsammler, Gefällsverhältnisse

zusätzliche Beilagen

Detailpläne (Grundriss/Schnitte)

Berichte / Berechnungen zur Versickerung

Bohrprofil / Sondierprofil

.....

**Bemerkungen** .....

.....

Ort und Datum ..... Unterschrift .....

# Erfassungsformular

## Versickerungsverhältnisse

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

### A) Allgemeine Angaben

<b>Gemeinde</b>	_____
<b>Bauobjekt / Lage</b>	Objekt _____ Adresse _____ Parzelle _____ Koordinaten _____ / _____
<b>Aufnahme / Dokumentation</b>	Name _____ Adresse _____

### B) Beschreibung Bodenaufschluss

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

<b>Typ und Masse</b>	<input type="checkbox"/> Aushub für Versickerungsanlage <input type="checkbox"/> Sondierschlitz <input type="checkbox"/> Bohrung <input type="checkbox"/> Baugrube	Länge _____ m Breite _____ m Endtiefe ab OK 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 Terrain _____ m
<b>Sickerfähigkeit</b>	<input type="checkbox"/> geschätzt <input type="checkbox"/> gut <input type="checkbox"/> aus Sickersuch	<input type="checkbox"/> mässig <input type="checkbox"/> schlecht Spez. Sickerleistung _____ l/(min × m <sup>2</sup> )

### C) Angaben zur Versickerungsanlage

<b>Anlage</b>	<input type="checkbox"/> erstellt <input type="checkbox"/> nicht erstellt      Begründung: _____
<b>Typenwahl</b>	<i>gemäss Zustandbericht Versickerung</i> <input type="checkbox"/> Typ 1a flächige Versickerung <input type="checkbox"/> Typ 1b humusierete 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"/> _____
<b>Beilagen</b>	<input type="checkbox"/> Bohrprofil / Sondierprofil <input type="checkbox"/> Sickersuchdaten <input type="checkbox"/> _____
<b>Bemerkungen</b>	_____ _____
<b>Ort und Datum</b>	_____ <b>Unterschrift</b> _____