

Gemeinde Emmen

Genereller Entwässerungsplan (GEP)

ZUSTANDSBERICHT VERSICKERUNG

August 1999

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
1. AUFTRAG	6
2. VERWENDETE UNTERLAGEN	6
2.1 GRUNDLAGEN	6
2.2 PUBLIKATIONEN / KARTEN	7
2.3 GUTACHTEN UND BERICHTE (→ANHANG)	7
 TEIL A: ALLGEMEINE ERLÄUTERUNGEN	 8
3. GRUNDSÄTZLICHES ZUR VERSICKERUNG VON METEORWASSER	8
3.1 EINLEITUNG	8
3.2 GRUNDSÄTZLICHE ÜBERLEGUNGEN	9
3.3 RECHTLICHE GRUNDLAGEN, NORMEN UND RICHTLINIEN	13
3.3.1 Umweltschutz und Gewässerschutzgesetzgebung	13
3.3.2 Baurecht	14
3.3.3 Privatrecht	15
3.3.4 Richtlinien	15
3.4 KLASSIFIKATION DES ZU VERSICKERNDEN WASSERS	18
3.5 ASPEKTE DES QUALITATIVEN GRUNDWASSERSCHUTZES	20
 4. VORGEHEN BEI DER REALISIERUNG VON VERSICKERUNGS- UND RETENTIONSMASSNAHMEN	 23
4.1 GRUNDSÄTZE	23
4.2 PRIORITÄTEN BEI DER ABWASSERENTSORGUNG	24
4.3 ZULÄSSIGKEIT VON METEORWASSERVERSICKERUNGEN	25

5. DIMENSIONIERUNG VON VERSICKERUNGS- UND RETENTIONSANLAGEN	28
5.1 GRUNDSÄTZE	28
5.2 BEMESSUNGEN	29
5.2.1 Anfallende Wassermenge	29
5.2.2 Leistung einer Versickerungsanlage	29
6. VERSICKERUNG	31
6.1 KONSTRUKTIONSGRUNDSÄTZE	31
6.2 VORREINIGUNG	32
6.3 TYP F: FLÄCHIGE VERSICKERUNG	33
6.4 VERSICKERUNGSANLAGEN	34
6.4.1 Typ H: Versickerung über die belebte Humusschicht	34
6.4.2 Typ K: Versickerung direkt in die sickerfähige Schicht	36
6.4.2.1 Kiespackung	36
6.4.2.2 Versickerungsschacht	37
6.4.2.3 Versickerungsstrang	38
6.4.2.4 Versickerungsbrunnen	40
7. RETENTION	41
7.1 EINLEITUNG	41
7.2 RETENTIONSMASSNAHMEN AUF BERECHNETEN FLÄCHEN	42
7.2.1 Massnahmen bei Bauten	42
7.2.2 Retentionsbecken	43
7.2.3 Staukanäle	44
8. UNTERHALT	45
9. BEWILLIGUNGSPRAXIS	45

TEIL B: VERSICKERUNGSMÖGLICHKEITEN	47
10. GEOLOGISCH-HYDROGEOLOGISCHE VERHÄLTNISSE	47
10.1 GRUNDLAGEN	47
10.2 GEOLOGISCHE ÜBERSICHT	47
10.3 GEOLOGISCHE DETAILBESCHREIBUNG	49
10.3.1 Deckschicht	49
10.3.2 Verlandungs- und Überschwemmungssedimente	49
10.3.3 Junge Bachablagerungen	50
10.3.4 Schotter	50
10.3.5 Seeablagerungen	50
10.3.6 Moränenablagerungen	51
10.3.7 Molassefels	51
10.4 SICKERLEISTUNGEN	52
10.5 GRUNDWASSERVORKOMMEN	53
10.5.1 Grundwasser im Schotter	53
10.5.2 Grundwasser im Moränenmaterial	53
10.6 GRUNDWASSERSPIEGEL	54
10.7 GRUND- UND BRAUCHWASSERFASSUNGEN	55
11. FLÄCHEN MIT EINGESCHRÄNKTEN VERSICKERUNGSMÖGLICHKEITEN	56
11.1 GEWÄSSERSCHUTZBEREICHE, GRUNDWASSERSCHUTZAREALE UND GRUNDWASSERSCHUTZZONEN	56
11.2 AUFSCHÜTTUNGEN UND ALTLASTENVERDACHTSFLÄCHEN	58
11.3 INDUSTRIE- UND GEWERBEZONEN	58
11.4 FRIEDHÖFE	59
12. BEURTEILUNG DER VERSICKERUNGSMÖGLICHKEITEN	59
12.1 GEBIET EMMENWEID - EMMENFELD - HASLIFELD	59
12.2 NORDWESTLICHES GEMEINDEGEBIET	60
12.3 KONSEQUENZEN	60
12.4 ZUSAMMENFASSENDE ÜBERSICHT	61
13. VERSICKERUNGSKARTE	63

ANHANG: - Verwendete Gutachten und Berichte

BEILAGEN:

- Versickerungskarte 1 : 5'000
- Merkblatt "Versickerung und Retention im Liegenschaftsbereich",
Amt für Umweltschutz Luzern, November 1998
- Liste der Versickerungsanlagen

1. AUFTRAG

Im Rahmen des generellen Entwässerungsplans (GEP) hat uns die Gemeinde Emmen am 11. September 1997 beauftragt, den Zustandsbericht "Versickerung" samt zugehöriger Versickerungskarte zu erstellen.

Als Grundlagen hierfür dienen einerseits unser Angebot vom 14.04.1997, andererseits das VSA-Musterbuch vom 08.01.1992 und die Kantonalen Richtlinien vom August 1995, nach deren Vorgaben die vorliegende Versickerungskarte mit Erläuterungen ausgearbeitet wurde.

2. VERWENDETE UNTERLAGEN

Der vorliegende Bericht und die beiliegende Versickerungskarte der Gemeinde Emmen stützen sich im wesentlichen auf folgende Unterlagen:

2.1 GRUNDLAGEN

- Genereller Entwässerungsplan (GEP), Musterbuch.
Verband Schweizerischer Abwasserfachleute (VSA), 1992
- Richtlinien Versickerung und Retention im Liegenschaftsbereich.
Amt für Umweltschutz des Kantons Luzern, August 1995
- Merkblatt Versickerung und Retention im Liegenschaftsbereich.
Amt für Umweltschutz des Kantons Luzern, November 1998
- Bau- und Zonenreglement der Gemeinde Emmen vom 04. Juni 1996.
- Musterlegende Versickerungskarte.
Amt für Umweltschutz des Kantons Luzern, 27. März 1995 (ergänzt 1. April 1998)
- Hinweise zum Inhalt einzelner GEP-Kapitel.
Amt für Umweltschutz des Kantons Luzern, Juli 1998

2.2 PUBLIKATIONEN / KARTEN

- Geologischer Atlas der Schweiz, 1:25'000, Atlasblatt Nr. 18, Beromünster-Hochdorf-Sempach-Eschenbach,
Schweiz. Geologische Kommission, 1945
- Grundwasserkarte des Kantons Luzern, 1:50'000,
Amt für Umweltschutz, Dezember 1997
- Gewässerschutzkarte des Kantons Luzern, 1:25'000,
Blätter 1130 Hochdorf und 1150 Luzern,
Amt für Umweltschutz, 1998
- Wasserversorgungsatlas, 1:25'000, Blatt 1130 Hochdorf, 1988
- Hydrogeologische Karte der Schweiz, 1:100'000, Blatt Bözberg-Beromünster,
Schweiz. geotechnische Kommission, 1972
- Geotechnische Karte der Schweiz, 1:200'000, Blatt Luzern-Zürich-St.Gallen-Chur (Nr. 2),
Schweiz. geotechnische Kommission, 1963
- Eiszeitalter, Band 2, Die jüngste Erdgeschichte der Schweiz und ihrer Nachbargebiete,
R. Hantke, 1980
- Geomorphologie im mittelländischen Reussgletschergebiet,
Inaugural-Dissertation, Ulrich F. Läubli, 1983

2.3 GUTACHTEN UND BERICHTE (→Anhang)

TEIL A: ALLGEMEINE ERLÄUTERUNGEN

3. GRUNDSÄTZLICHES ZUR VERSICKERUNG VON METEORWASSER *)

3.1 EINLEITUNG

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 Regenwasser in die Kanalisation vermindert nicht nur die **Grundwasserneubildung**, sondern hat auch hohe **Abflussspitzen im Kanalisationsnetz** zur Folge. Beim Mischsystem führt dies dazu, dass die Regenüberläufe früh anspringen und Abwasser in die Vorflut gelangt.

Die direkte Einleitung des Regenwassers in die Fliessgewässer, z.B. bei Trennsystemen oder bei Kanalisationsüberläufen von Mischsystemen, verstärkt die **Hochwasserspitzen in Oberflächengewässern**. Da solche Hochwässer in Abhängigkeit des Versiegelungsanteils des Einzugsgebietes 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) etc. Aus diesen Gründen ist es erstrebenswert, möglichst viel Regenwasser am Ort des Niederschlags zurückzuhalten und versickern zu lassen.

Die nachfolgenden Kapitel enthalten neben allgemeinen Angaben zur Versickerungsproblematik, bestehenden rechtlichen Grundlagen, Normen und Richtlinien, Klassifikationsmodellen des zu versickernden Wassers und Aspekten des qualitativen Grundwasserschutzes, auch konkrete Beispiele gängiger Versickerungssysteme und Hinweise zur Bewilligungspraxis im Kanton Luzern. Das Ziel ist dabei nicht die abschliessende Behandlung der einzelnen Themenbereiche sondern die Zusammenstellung der wesentlichen Grundlagen mit entsprechenden Querverweisen auf weiterführende Literatur.

*) Die Kapitelgestaltung und Formulierungen wurden teilweise den unter Kapitel 2.1 erwähnten Grundlagen entnommen.

3.2 GRUNDSÄTZLICHE ÜBERLEGUNGEN

Der Problembereich Versickerung/Retention im Rahmen der Liegenschaftsentwässerung darf nicht nur unter einem Einzelfaktor betrachtet werden. Es müssen sowohl wasserbauliche Überlegungen als auch Überlegungen des quantitativen und des qualitativen Gewässerschutzes berücksichtigt und gegeneinander abgewogen werden.

Die **bisherige Entwässerungsphilosophie**, alles Abwasser möglichst vollständig zu sammeln und abzuleiten, führte mit der zunehmenden Ausdehnung der Siedlungsflächen zu den folgenden negativen Auswirkungen:

- Hydraulische Überlastung der Kanalisationen und Abwasserreinigungsanlagen.
- Häufiges Überlaufen der Entlastungen für das Mischabwasser und damit Einleiten von Schmutzstoffen in die Gewässer.
- Verdünnen des Schmutzabwassers mit Bach-, Drainage- oder Sickerwasser (Reinabwasser), was die Reinigungsleistung der Abwasserreinigungsanlage (ARA) vermindert und zusätzliche Betriebskosten verursacht.
- Vermehrte und erhöhte Hochwasserspitzen in Fließgewässern.
- Verminderung der Grundwasserneubildung infolge Bodenversiegelung und direktem Ableiten des Dach- und Platzwassers. Geringerer Austritt von Grundwasser in die Oberflächengewässer bei Trockenzeiten und damit ein vermehrtes Austrocknen derselben.

Die **neue Entwässerungsphilosophie** zielt darauf ab, diese nachteiligen Auswirkungen möglichst zu vermeiden. Für die Siedlungsentwässerung ergeben sich damit folgende Ziele:

- Möglichst naturnahe und gewässerschonende Entwässerung der Baugebiete, möglichst geringe Versiegelung von Flächen.
- Gezielte Abtrennung des ständig fließenden, unverschmutzten Abwassers (Reinabwasser) vom Schmutzwasser und Einspeisung in den natürlichen Wasserkreislauf.
- Sicherstellung der natürlichen Grundwasserneubildung durch das Versickernlassen von unverschmutztem Dach- und Platzwasser unter Erhaltung der Grundwasserqualität.
- Reduktion der Abflussspitzen in Kanalisationen und Fließgewässern durch Rückhalt und dosiertes Ableiten des Regenabwassers.

Um die genannten Ziele zu erreichen, stehen in der Siedlungsentwässerung zwei Massnahmen im Vordergrund:

Versickerung	und	Retention
---------------------	------------	------------------

Unter **Versickerung** wird ein langsames Infiltrieren des Wassers in den Untergrund verstanden. Dies kann über den gewachsenen Boden oder mittels Versickerungsanlagen erreicht werden.

In den meisten Fällen ist zuerst ein flächenhaftes Verlaufenlassen und eine **flächenförmige, diffuse Versickerung** des Meteorwassers über die belebten Bodenschichten anzustreben. Sofern 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.

Als **Retention** wird der Rückhalt des anfallenden Wassers und dessen dosiertes Ableiten bezeichnet. Dadurch können die lokalen Hochwasserspitzen gebrochen werden, was wasserbaulich und kanalisationstechnisch zu geringeren Durchflussquerschnitten führt. Andererseits ist eine genügend grosse Retention in vielen Fällen Voraussetzung, dass das Meteorwasser überhaupt in einer Anlage versickert werden kann.

Abbildung 1 veranschaulicht die genannten Zusammenhänge sowie die Änderungen in der Entwässerungsphilosophie. In Abbildung 2 sind die wichtigsten Prinzipien der Retention und der Versickerung dargestellt.

Abbildung 1: Gegenüberstellung der bisherigen und der neuen Entwässerungsphilosophie

Aus "Versickerung und Retention im Liegenschaftsbereich", Richtlinien AfU Luzern, 1995

Abbildung 2: Die wichtigsten Prinzipien der Retention und der Versickerung.
Aus "Die Versickerung von Regenabwasser auf der Liegenschaft",
AGW Zürich, 1996

3.3 RECHTLICHE GRUNDLAGEN, NORMEN UND RICHTLINIEN

Für die Versickerung von Regenwasser sind heute zusammenfassend die folgenden Gesetze und Richtlinien massgebend:

3.3.1 Umweltschutz- und Gewässerschutzgesetzgebung

Bund:

- Bundesgesetz über den Umweltschutz vom 7. Okt. 1983 (Stand 10. Juni 1997);
Art. 2: "Verursacherprinzip"
- Bundesgesetz über den Schutz der Gewässer vom 24. Januar 1991
(Stand 21. Oktober 1997);
Art. 7, Absatz 2:
"Nicht verschmutztes Abwasser ist nach den Anordnungen der kantonalen Behörden versickern zu lassen. Erlauben die örtlichen Verhältnisse dies nicht, so kann es mit Bewilligung der kantonalen Behörde in ein oberirdisches Gewässer eingeleitet werden. Dabei sind nach Möglichkeit Rückhaltemassnahmen zu treffen, damit das Wasser bei grossem Anfall gleichmässig abfliessen kann".
Art. 12, Absatz 3:
"Nicht verschmutztes Abwasser, das stetig anfällt, darf weder direkt noch indirekt einer zentralen Abwasserreinigungsanlage zugeleitet werden".
- Gewässerschutzverordnung (GSchV) vom 28. Oktober 1998 (Stand 15. Dezember 1998);
Art. 5: Kommunale Entwässerungsplanung
Absatz 2c: "Der GEP jeder Gemeinde legt u.a. diejenigen Gebiete fest, in denen nicht verschmutztes Abwasser versickern zu lassen ist".
Art. 8: Versickerung
Absatz 1: "Versickerung von verschmutztem Abwasser ist verboten".
Art. 11: Trennung des Abwassers
"Die Inhaber von Gebäuden müssen (....) dafür sorgen, dass das Niederschlagswasser und das stetig anfallende nicht verschmutzte Abwasser (....) getrennt vom verschmutzten Abwasser abgeleitet werden".
Anhang 2: Anforderungen an die Wasserqualität.
- Luftreinhalte-Verordnung (LRV) vom 16. Dezember 1985 (Stand 1. Januar 1997).

Kanton:

- Einführungsgesetz zum eidg. Gewässerschutzgesetz vom 27. Januar 1997:
§ 9: "Bewilligung von Einleitungen in Gewässer"
§ 10: "Bewilligung für das Versickernlassen"
- Vollzugsverordnung zum Einführungsgesetz zum Bundesgesetz über den Schutz der Gewässer (Kantonale Gewässerschutzverordnung) vom 23. September 1997:
§ 13: "Versickernlassen von Abwasser"
- Gesetz über Nutzung des Grundwassers vom 14. Sept. 1965:
"Grundwasserschutz, Grundwassernutzung"

3.3.2 Baurecht

Bund:

- Bundesgesetz über die Raumplanung vom 22. Juni 1979:
"Schutz der natürlichen Lebensgrundlage Wasser, Erschliessung"

Kanton:

- Planungs- und Baugesetz vom 7. März 1989:
"Nutzungsplanung, Bebauungs- und Gestaltungspläne, Versiegelungsanteil, Rückhalt und Versickerung, Grenzabstände"
- Wasserbaugesetz (WBG) vom 30. Jan. 1979:
"Bauten und Anlagen (z.B. Leitungen) im Unterabstand zum Gewässer, Inanspruchnahme eines öffentlichen Gewässers"

Gemeinde:

- Zonenplan, Bau- und Zonenreglement der Gemeinde:
"Gestaltung von Flächen für Wasserrückhalt und Versickerung"

3.3.3 Privatrecht

- Obligationenrecht:
"Haftung des Werkeigentümers für fehlerhaft hergestellte oder mangelhaft unterhaltene Anlagen"
- Zivilgesetzbuch:
"Haftung des Inhabers der elterlichen Gewalt bei mangelnder Beaufsichtigung von minderjährigen Kindern (z.B. bei Weiheranlagen)"

3.3.4 Richtlinien

In diesem Zusammenhang sind folgende **Richtlinien, Normen und Empfehlungen** zu beachten:

- Genereller Entwässerungsplan (GEP), Musterbuch.
Verband Schweizerischer Abwasserfachleute (VSA), 1992
- Richtlinien Versickerung und Retention im Liegenschaftsbereich.
Amt für Umweltschutz des Kantons Luzern, August 1995
- Merkblatt Versickerung und Retention im Liegenschaftsbereich.
Amt für Umweltschutz des Kantons Luzern, November 1994
- Schweizer Norm SN 592 000: Planung und Erstellung von Anlagen für die Liegenschaftsentwässerung.
VSA und SSIV, 1993
- Merkblatt Entwässerung von Grundstücken.
Amt für Umweltschutz des Kantons Luzern, 1994
- SIA-Norm 271: Flachdächer, Ausgabe 1976
- Versickerung von Dachwasser. M. Boller und H. Böni.
Gas Wasser Abwasser, Heft 7/1985
- Retention und Versickerung im GKP.
K. Fehr, AGW Zürich, 1986
- VSA, Verbandsbericht Nr. 370: Planung und Ausführung von Versickerungsanlagen.
H. Fischer, AGW Zürich, 1988
- VSA, Verbandsbericht Nr. 371: Erfahrungen bei der Realisierung von Versickerungsanlagen. F. Hirsiger, Amt für Umweltschutz Luzern, 1988

- VSA, Verbandsbericht Nr. 372: Versickerung von Meteorwasser und Abwasser.
M. Boller, EAWAG Dübendorf, 1988
- VSA, Verbandsbericht Nr. 424: Die Retentionsfilteranlage mit Versickerung für Strassenabwasser in Rafz. K. Fehr, 1990
- VSA, Verbandsbericht Nr. 445: Qualitative Aspekte der Meteorwasserversickerung.
M. Grottker, 1991
- VSA, Verbandsbericht Nr. 446: Hydrogeologische Beurteilung der Meteorwasserversickerung. P. Haldimann, 1991
- VSA, Verbandsbericht Nr. 447: Hydraulische Aspekte der dezentralen Dachwasserversickerung. Ch. Eicher, 1991
- VSA, Verbandsbericht Nr. 448: Dachwasserversickerung aus der Sicht einer Gewässerschutzfachstelle. H. Rey, 1991
- VSA, Verbandsbericht Nr. 449: Versickerung von Dachwasser über humusierte Mulden.
E. Hoehn und K. Wächter, 1991
- VSA, Verbandsbericht Nr. 455: Versickerung von Regenabwasser - Umsetzung der neuen Gesetzesbestimmung zum Vollzug. P. Michel (BUWAL), 1991
- Planung und Erstellung von Anlagen für die Liegenschaftsentwässerung.
Schweizer Norm SN 592 000, VSA 1990
- Grundwasserschutz: Was ist Fremdwasser?
Informationsdienst des kantonalen AfU St. Gallen, Heft 2/1990
- Weisungen für die Bewilligung, die Erstellung und den Unterhalt von Versickerungsanlagen. AGW Zürich, 1990
- Erläuterungen zu Versickerungsanlagen.
Baudepartement des Kantons Aargau, Abteilung Umweltschutz, 1991
- Die Versickerung von Regenabwasser auf der Liegenschaft.
Planungsgrundlagen und Beispiele. AGW Zürich, 1996
- Künstliche Meteorwasser-Versickerung (aus der Sicht des Grundwasserschutzes).
Schweizerische Gruppe der Hydrogeologen
Schweizer Ingenieur und Architekt, Heft 37/1991

Abbildung 3: Entwässerungsschemen, aus "Entwässerung von Grundstücken", Merkblatt AfU Luzern, 1994

3.4 KLASSIFIKATION DES ZU VERSICKERNDEN WASSERS

Grundsätzlich darf nur **Reinabwasser** (Fremdwasser) sowie **nicht oder wenig verschmutztes Meteor-Abwasser** zur Versickerung gebracht werden.

Reinabwasser (Fremdwasser)

Als Reinabwasser oder Fremdwasser wird stetig fliessendes "sauberes" Wasser bezeichnet, welches nicht in die Mischwasserkanalisation und nicht in eine Abwasserreinigungsanlage abgeleitet werden soll. Es ist entweder in ein Oberflächengewässer einzuleiten oder im Untergrund zur Versickerung zu bringen.

Als Reinabwasser gilt z.B.:

- Überlaufwasser von Quellen, Reservoirien, Brunnen
- Rücklaufwasser aus Kühlanlagen, Klimaanlage, Wärmepumpen
- Drainage- und Sickerwasser
- Bachwasser
- durch undichte Kanäle eindringendes Grundwasser

In der Regel sind die genannten Wässer sauber. Zeitweise leicht verschmutzt kann Überlaufwasser von Brunnen, Leerlaufwasser von Reservoirien (bei Reinigung) oder das Bachwasser sein. Rücklaufwasser von Kälte- oder Wärmeanlagen ist in der Regel mehr oder weniger thermisch verändert.

Bei permanent anfallendem **Sickerwasser** sollen nach Möglichkeit anstelle von Sickerleitungen nur wasserdichte Untergeschosse erlaubt werden, sodass keine dauernde Ableitung von Wasser stattfindet.

Reinabwasser darf weder direkt noch indirekt einer ARA zugeleitet werden. Es ist versickern zu lassen oder in ein Oberflächengewässer einzuleiten.

Meteor-Abwasser (Regenabwasser, Schneeschmelzwasser)

Das von bebauten oder befestigten Flächen abfliessende Niederschlagswasser wird als Meteor-Abwasser bezeichnet. Der Verschmutzungsgrad von Meteor-Abwasser hängt im wesentlichen von der Art und Lage der entwässerten Fläche ab. Dachwasser, welches bei reinen Wohn- und Bürogebäuden anfällt, ist als wenig verschmutztes Meteor-Abwasser zu betrachten. Dachwasser von Industrie- und Gewerbebauten ist ebenfalls dem wenig verschmutzten Abwasser zuzurechnen, wobei aber vorausgesetzt werden muss, dass bei den Betrieben im Umfeld der Bauten die Vorschriften der Luftreinhalteverordnung (LRV) erfüllt sind. Ganz allgemein kann das Meteor-Abwasser in Industriegebieten stärker mit Schadstoffen aus der Luft belastet sein als in Wohngebieten. Zudem muss hier mit einem höheren Störfall-Risiko gerechnet werden.

Abwasser von unbefahrenen Flächen sowie von **Zufahrten und Parkplätzen bei Wohnbauten** ist in der Regel wenig belastet und kann dem nicht verschmutzten Abwasser zugeordnet werden.

Dachwasser sowie Platzwasser von nicht oder wenig befahrenen Flächen ist versickern zu lassen oder unter Rückhaltemassnahmen in ein Oberflächengewässer einzuleiten.

Platzwasser von Zufahrten und Parkplätzen sowie von Umschlagplätzen von Industrie- und Gewerbegebäuden kann je nach Situation stark belastet sein (Störfälle) und stellt damit unter Umständen ein hohes Gefährdungspotential für ein Gewässer dar.

Bei Zufahrten und Parkplätzen ist zudem zwischen Personenwagen und Lastwagen zu unterscheiden. In Gebieten mit Grundwasservorkommen werden diesbezüglich erhöhte Anforderungen gestellt.

Meteor-Abwasser von Strassen kann in Abhängigkeit der Verkehrsart und -frequenz einen sehr uneinheitlichen Verschmutzungsgrad aufweisen. Bei Rad-, Geh- und Flurwegen sowie Forststrassen ist mit wenig verschmutztem, bei Gemeinde- und Quartierstrassen mit leicht verschmutztem, und bei Kantons- und Nationalstrassen sowie bei Bahnanlagen mit stärker verschmutztem Meteor-Abwasser zu rechnen. Entsprechend nimmt auch die Gefahr von Unfällen mit wassergefährdenden Flüssigkeiten zu.

Platzwasser von stark befahrenen Flächen sowie von Umschlagplätzen ist je nach Anforderungen des Grundwasserschutzes und je nach zulässigem Versickerungs-Typ der Versickerung oder dem Schmutzabwasserkanal zuzuführen.

Platzwasser von Flächen mit Umschlag wassergefährdender Stoffe ist dem Schmutzabwasser zuzuordnen und muss der ARA zugeführt werden.

3.5 ASPEKTE DES QUALITATIVEN GRUNDWASSERSCHUTZES

Die Zulässigkeit der Versickerung von Reinabwasser und Meteor-Abwasser und die Art, wie das Wasser zur Versickerung gebracht werden darf, richtet sich in erster Linie nach Kriterien des qualitativen Grundwasserschutzes. Das Versickernlassen von nicht verschmutztem Abwasser darf zu keiner Grundwasserverschmutzung führen. Für das zur Versickerung zugelassene unverschmutzte Abwasser sind daher die unten aufgeführten Grundsätze zu beachten. Sie führen zusammengefasst zur Wahl der geeignetsten Entwässerungsart gemäss Kapitel 4.

An die **Beurteilung des für die Versickerung zulässigen Abwassers** sind hohe Anforderungen zu stellen:

- Die **Qualität** des anfallenden Abwassers ist zu beurteilen, und das **Risiko einer Verschmutzung** in Störfällen ist abzuschätzen.
- **Erhöhte Risiken** erfordern **erhöhte Schutzmassnahmen** zur Verhinderung von Grundwasserverschmutzungen; allenfalls ist auf eine Versickerung zu verzichten.

Der qualitativen Beeinträchtigung des Grundwassers kann mit der **Art der Versickerung** begegnet werden (siehe 4.2):

- Als **Versickerungs-Typ F** werden **flächige** Versickerungen mittels Rasengittersteinen, Schotterrasen und Entwässerungen 'über die Schulter' bezeichnet. Sie entsprechen dem natürlichen Infiltrationsvorgang von Regenwasser in den Boden und sind daher generell zu bevorzugen.

- Zum **Versickerungs-Typ H** werden Anlagen mit Versickerung über die belebte **Humus-schicht** wie Versickerungsbecken oder -gräben gezählt. Mit dem Humusfilter wird eine gute Reinigungsleistung von allfällig leicht mit Schmutzstoffen belastetem Abwasser erzielt. Der Sickerweg entspricht etwa demjenigen im natürlich gewachsenen Boden. Zudem lassen oberirdisch angelegte Anlagen eine einfache optische Kontrolle des zur Versickerung gelangenden Abwassers und der Funktionstüchtigkeit der Anlage zu.
- Als **Versickerungs-Typ K** werden unterirdische Anlagen wie Versickerungsschacht oder -strang und **Kiespackung** bezeichnet. Das anfallende Wasser wird mehrheitlich direkt in der sickerfähigen Kies-Sand-Schicht zur Versickerung gebracht. Dieser Versickerungs-Typ ist daher aus Gründen des Grundwasserschutzes nur bedingt zulässig. Die Tiefe der Anlage hat sich am Übergang der undurchlässigen Deckschicht zum sickerfähigen Untergrund zu orientieren. Die vertikale Sickerstrecke zwischen Anlagesohle und maximalem Grundwasserspiegel (HW_5 - HW_{10}) muss mindestens 1 Meter betragen. Sie hat aus ungestörtem Untergrund zu bestehen oder ist als Filterschicht aufzubauen. Versickerungsbrunnen mit dem Schachtfundament unter dem maximalen Grundwasserspiegel sind nicht zugelassen.

Bei der Planung des Anlagestandortes sind die **Nutzungs- und Schutzansprüche bezüglich Grundwasser** zu berücksichtigen (siehe 4.3). Gewässerschutzbereichskarten und Pläne von Grundwasserschutzzonen um Trinkwasserfassungen geben darüber Auskunft.

- **Grundwasserschutzzonen** oder **-areale (Zone S)** sind Flächen mit bestehender oder zukünftig vorgesehener Trinkwassernutzung. Eine Versickerung ist nur beschränkt möglich und im Einzelfall mit dem Amt für Umweltschutz abzuklären. Generell hat die Nutzung von Grundwasser zu Trinkwasserzwecken gegenüber anderen Nutzungsansprüchen Vorrang.
- **Gewässerschutzbereiche A1** sind Gebiete mit Grundwasservorkommen, wo der Grundwasserspiegel nahe unter Terrain liegt. Hier werden erhöhte Anforderungen an die Qualität des zur Versickerung gelangenden Abwassers sowie an den Versickerungs-Typ gestellt.
- **Gewässerschutzbereiche A2** sind Gebiete mit nutzbarem Grundwasser, die mit einer mächtigen Deckschicht gut geschützt sind, sowie durchlässige Randgebiete von Grundwasservorkommen. Es sind je nach Lage der Versickerungsanlage erhöhte Anforderungen an den Versickerungs-Typ zu stellen.

- **Gewässerschutzbereiche B** sind Gebiete ohne nutzbares Grundwasservorkommen. Die zweckmässigste Art der Versickerung wird vom Aufbau des Untergrundes mitbestimmt, wobei auch hier die Prioritäten gemäss Kapitel 4.2 gelten.
- In jedem Fall müssen beim Standort der geplanten Anlage eventuelle **Vorbelastungen des Untergrundes** durch Auffüllungen und Altlasten vorgängig abgeklärt werden.

Der Ersteller und Betreiber einer Versickerungsanlage hat gegenüber einer Entwässerung mittels Ableitung des Regenabwassers eine erhöhte **Eigenverantwortung** zu übernehmen. Diese muss durch eine sorgfältige Planung und Realisierung der Anlage sowie durch regelmässige Wartung und Kontrolle wahrgenommen werden.

Die Überlegungen zum Grundwasserschutz führen zu den im Kapitel 4 aufgeführten Entscheidungskriterien über die Zulässigkeit des Versickernlassens von nicht verschmutztem Abwasser. Es sind dies:

- **Art der Versickerung (Typ F, H, K).**
- **Herkunft und Belastung des Abwassers.**
- **Anlagestandort in bezug zu Trinkwasserfassungen (Grundwasserschutzzonen) und zu Grundwasservorkommen (Gewässerschutzbereiche).**

Eine optimale Siedlungsentwässerung kann bereits in der Nutzungsplanung geregelt werden. Ausser im Gewässerschutzgesetz sind auch im Bundesgesetz über die Raumplanung sowie im Planungs- und Baugesetz Massnahmen für die Versickerung und den Wasserückhalt vorgesehen. Wir verweisen hiezu auf das Kapitel 2.4 in den Richtlinien des AfU des Kt. Luzern.

4. VORGEHEN BEI DER REALISIERUNG VON VERSICKERUNGS- UND RETENTIONSMASSNAHMEN

4.1 GRUNDSÄTZE

- **Priorität hat der Grundwasserschutz.** Die Entwässerungsart bzw. der Versickerungstyp mit dem besten Grundwasserschutz ist zu wählen.
- Wo eine **Versickerung auf der Parzelle** nicht möglich oder unzweckmässig ist, soll eine Versickerung über eine kollektive Anlage geprüft werden.
- Eine **Ableitung in ein Gewässer** ist dann vorzusehen, wenn eine **Versickerung nicht möglich** ist. Dabei müssen Retentionsmassnahmen geprüft werden.
- Wo sich eine Retention auf der Parzelle selber als unmöglich erweist, ist die Möglichkeit einer **kollektiven Retentionsanlage** zu prüfen.
- Eine **Einleitung** des nicht verschmutzten Abwassers in die **Mischabwasserkanalisation** kommt dann in Frage, wenn alle anderen Entsorgungsarten nicht möglich oder unzweckmässig sind. **In keinem Fall ist die Einleitung von Reinabwasser gestattet.**
- Bei der Planung über grössere Gebiete kann eine Kombination von verschiedenen Versickerungstypen sowie von Versickerung und Retention möglich und zweckmässig sein.
- Wo aus zwingenden Gründen eine Versickerung gänzlich auszuschliessen ist, beschränken sich die erforderlichen Nachweise auf diejenigen einer zweckmässigen Retention.

Spezialfälle:

- Alle Spezialfälle, wie Versickerungssysteme für Quartiere (kollektive Anlagen) etc., sind mit dem Amt für Umweltschutz zu besprechen.

4.2 PRIORITÄTEN BEI DER ABWASSERENTSORGUNG

1. Versickerungen des **Typs F** (Versickerung entspricht der natürlichen Versickerung von Regenwasser)
2. Versickerungsanlagen des **Typs H** (guter Reinigungseffekt, einfache optische Kontrolle des eingeleiteten Wassers und der Funktionstüchtigkeit der Anlage)
3. Versickerungsanlagen des **Typs K**
4. **Kollektive Versickerungsanlagen** (Typ F, Typ H, Typ K) statt Einzelanlagen
5. **Rückhaltemassnahmen** auf Einzelparzellen (Flächeneinstau, Dachretention usw.)
6. **Rückhaltemassnahmen** in kollektiven Anlagen (Flächeneinstau, Fangkanäle, Staukanäle, Becken usw.).

4.3 ZULÄSSIGKEIT VON METEORWASSERVERSICKERUNGEN

Die Zulässigkeit von Meteorwasserversickerungen wird vom kantonalen AfU Luzern nach folgendem Schema beurteilt:

		Grundwasser (GW)-Schutzzone, Gewässerschutz (GS)-Bereiche			
Herkunft des Wassers	Typen	Zone S Grund- und Quellwasserschutzzone	GS-Bereich A1 Flurabstand des max. GW-Spiegels weniger als 2 m unter Terrain	GS-Bereich A2 Flurabstand des max. GW-Spiegels mehr als 2 m u.T., Einzugsgebiete von Grundwasservorkommen	GS-Bereich B Gebiete ohne nutzbare Grundwasservorkommen, ausserhalb deren Einzugsgebiete
<ul style="list-style-type: none"> Dachwasser Reinabwasser (Sicker-, Quell-, Brunnen-, Bachwasser) 	F	±	+	+	+
	H	±	+	+	+
	K	-	-	(+)	(+)
<ul style="list-style-type: none"> Unbefahrene Flächen Zufahrten und Parkplätze für Wohnbauten 	F	±	+	+	+
	H	±	+	+	+
	K	-	-	-	(+)
<ul style="list-style-type: none"> Zufahrten, Park- und Umschlagplätze von Industrie- und Gewerbebauten übrige Flächen 	F	-	±	+	+
	H	-	±	±	±
	K	-	-	-	±

- nicht zugelassen

+ zugelassen

(+) erst in 2. Priorität zugelassen, falls H nicht realisierbar

± Rücksprache mit dem Amt für Umweltschutz erforderlich

Tabelle 1: Zulässigkeit der Versickerung von Meteorwasser

(Vorbehaltlich der Versickerungsmöglichkeiten je nach geologischen Verhältnissen).

Aus "Versickerung und Retention im Liegenschaftsbereich", Richtlinien AfU Luzern, 1995, verändert

GRUNDWASSERSCHUTZZONEN / GEWÄSSERSCHUTZBEREICHE

Zone S:	Grund- und Quellwasserschutzzone und Grundwasserschutzzone
GS-Bereich A1:	Flurabstand des max. GW-Spiegels weniger als 2 Meter unter Terrain
GS-Bereich A2:	Flurabstand des max. GW-Spiegels mehr als 2 Meter unter Terrain, Einzugsgebiete von Grundwasservorkommen
GS-Bereich B:	Gebiete ohne nutzbare Grundwasservorkommen, ausserhalb deren Einzugsgebiete

TYPEN VON VERSICKERUNGSANLAGEN:

F	Als Versickerungstyp F werden flächige Versickerungen (Rasengittersteine, Schotterrasen, Entwässerungen "über die Schulter") bezeichnet.
H	Zum Versickerungstyp H werden Anlagen mit Versickerung über die belebte Humusschicht (Versickerungsbecken oder -gräben) gezählt.
K	Als Versickerungstyp K werden unterirdische Anlagen (Versickerungsschacht oder -strang, Kiespackungen) bezeichnet.

Die **Tabelle 1** zeigt in der Horizontalachse die Lage der Versickerungsstelle bezüglich Grundwasserschutzzonen und Gewässerschutzbereichen. In der Vertikalachse sind verschiedene Abwässer nach ihrer Herkunft aufgelistet, wobei der potentielle Verschmutzungsgrad der Wässer in der Liste **von oben nach unten** zunimmt. Je schlechter die Qualität des zu versickernden Wassers einzustufen ist, desto höhere Anforderungen sind an die Versickerungsanlage resp. die Reinigungswirkung des gewachsenen Bodens zu stellen. Je besser die Wasserqualität ist, desto freier gestaltet sich die Wahl der Versickerungsart bzw. des Anlagentyps.

Aus der Tabelle geht hervor, dass die Meteorwasserversickerung in der **Schutzzone S** stark eingeschränkt ist; in jedem Fall ist eine **Rücksprache** mit dem Amt für Umweltschutz erforderlich. Mit wachsender Entfernung von einer Schutzzone und vor allem im Gewässerschutzbereich Zone B, besteht für die Wahl des geeigneten Versickerungssystems ein zunehmend grösserer Spielraum. Dieser wird allerdings durch die vielfach schlechtere Durchlässigkeit des Untergrundes wieder eingeschränkt.

Unzulässig sind Versickerungen jeglicher Art im Bereich von aufgefüllten ehemaligen Kiesgruben, Deponie- und anderen Altlasten-Verdachtsflächen, da wegen der meist unbekannten Zusammensetzung des Auffüllmaterials die Gefahr besteht, dass durch die Versickerung Schadstoffe mobilisiert und ins Grundwasser eingetragen werden können.

5. DIMENSIONIERUNG VON VERSICKERUNGS- UND RETENTIONSANLAGEN

5.1 GRUNDSÄTZE

Die Dimensionierung einer Versickerungsanlage richtet sich in erster Linie nach dem **Wasseranfall bei Starkregen**, welcher seinerseits von der Art und Grösse der zu entwässernden Fläche abhängig ist. Einen massgebenden Einfluss auf die in einer Versickerungsanlage anfallende Wassermenge hat auch die Kapazität der auf der Liegenschaft vorgeschalteten Retentionsmassnahmen. Diese dämpfen Hochwasserspitzen, verringern die kurzfristig anfallende Wassermenge und bewirken, dass eine Versickerungsanlage kleiner dimensioniert werden kann. Zudem gilt es zu unterscheiden zwischen Anlagen im Bereich der Liegenschaftsentwässerung (gemäss Norm SN 592'000), bei denen man mit Vereinfachungen rechnen kann, und grösseren Anlagen, welche im Rahmen eines Entwässerungsprojektes zu realisieren sind und deren Grundlagen unter anderem im Generellen Entwässerungsplan (GEP) erarbeitet werden müssen. Bei solchen Anlagen wird empfohlen, die entsprechende **Fachliteratur** zu konsultieren und **Fachleute** zu Rate zu ziehen.

Die Verantwortung für die Bemessung und Ausführung einer Versickerungs- und Retentionsanlage liegt beim Bauherrn bzw. dem projektierenden Ingenieur / Hydrogeologen.

Generell sind die Anlagen nach folgenden Kriterien zu bemessen:

- **Eintretenswahrscheinlichkeit des massgebenden Niederschlagsereignisses.**
- **Lokale hydrogeologische Verhältnisse.**
- **Tolerierbares Schadenausmass beim Überlaufen der Anlage.**

5.2 BEMESSUNGEN

5.2.1 Anfallende Wassermenge

Der Regen ist die massgebende Grösse für die Dimensionierung von Entwässerungsanlagen. Das **Reinabwasser** (Kap. 3.4) spielt meist keine grosse Rolle, da die Mengen oft klein sind und/oder der Zufluss recht genau abschätzbar ist. Je nach Komplexität der Aufgabenstellung kommen für die Berechnung zur Anwendung:

- **vereinfachende Pauschalannahmen**
- **Regenintensitätskurven**
- **Diagramme für Speicherberechnungen**
- Modellregen
- Einzelregen-Ganglinien
- Regenserien

In der **Richtlinie des AfU Luzern** (Kapitel 5) wird ausführlich auf die drei ersten Berechnungsarten eingegangen, wie sie für Entwässerungsprobleme im Liegenschaftsbereich angewendet werden können. Weitere Berechnungsbeispiele sind in der entsprechenden Fachliteratur zu finden. Bei grossen Retentionsanlagen sowie bei erhöhtem Risiko müssen Simulationsprogramme eingesetzt werden, bei denen Modellregen, Einzelregen-Ganglinien und Regenserien zum Einsatz kommen.

5.2.2 Leistung einer Versickerungsanlage

Die **Leistung einer Versickerungsanlage** setzt sich zusammen aus dem anlagespezifischen Retentionsvolumen und deren Schluckvermögen. Das anlagespezifische Retentionsvolumen wird bestimmt durch Typ, Grösse und Bauart der Anlage (bei einer Anlage des Typs F nur durch das Schluckvermögen). Das Schluckvermögen ist abhängig von der spezifischen Sickerleistung der sickerfähigen Schicht und der durch die Anlage erschlossenen sickeraktiven Oberfläche.

Die folgenden **hydrogeologischen** Parameter haben einen Einfluss auf die Leistung einer Versickerungsanlage und sind deshalb für die Dimensionierung massgebend:

- Die **spezifische Sickerleistung** ist direkt abhängig von der Durchlässigkeit der sickertfähigen Schicht. Sie bestimmt, wie gross die versickerungswirksame Fläche in einer Anlage sein muss, damit die gewünschte Wassermenge versickern kann. Je grösser die spezifische Sickerleistung ist, desto kleiner kann die versickerungswirksame Fläche gewählt werden. Zur Bestimmung der spezifischen Sickerleistung des Untergrundes empfiehlt sich die Durchführung von Sickerversuchen in einem oder mehreren Probelöchern unter Beizug eines Hydrogeologen.
- Die **Tiefe der sickertfähigen Schicht** resp. die Mächtigkeit der darüberliegenden Deckschichten bestimmt die minimale Tiefe einer Versickerungsanlage, welche in der Regel direkt die sickertfähige Schicht (z.B. Schotter) erschliesst. Die maximale Tiefe einer Anlage wird einerseits durch die Baumethode (Grabentiefe), andererseits durch die **Lage des Grundwasserspiegels** vorgegeben: Die Sohle der Anlage muss mindestens 1 m über dem höchsten Grundwasserspiegel (HW) liegen, da die vertikale Sickerstrecke im ungesättigten Material aus Überlegungen des qualitativen Grundwasserschutzes mindestens 1 m betragen und die Versickerungsanlage nicht eingestaut werden soll.

Das **anlagespezifische Retentionsvolumen** ist bestimmt durch Typ, Grösse und Bauart der Anlage. Dieses ist derart festzulegen, dass das Volumen wie ein **Puffer** wirkt und den Spitzenabfluss über eine sinnvolle Zeitdauer, während der das Wasser versickern oder abfliessen kann, zurückhält. Welches Volumen hierbei notwendig ist, hängt von den jeweiligen lokalen Verhältnissen ab. Aufgrund der Funktionsart weist ein Pufferspeicher ein höheres **Betriebsrisiko** auf als eine Ableitung bestimmter Kapazität. Wenn der Speicher bei extremen Ereignissen oder bei einer Überlagerung von Starkregen voll gefüllt wird, ergibt sich ein Überlaufen der Anlage. Im Notfall ist daher ein kontrolliertes Überlaufen zu gewährleisten, das den Anforderungen und Sicherheitsansprüchen des Betreibers genügt. Entscheidend ist das **tolerierbare Schadenausmass** beim Überlaufen der Anlage.

6. VERSICKERUNG

6.1 KONSTRUKTIONSGRUNDSÄTZE

Die konstruktiven Anforderungen an die Versickerungsanlagen ergeben sich aus drei Hauptkriterien. Wir fassen die wichtigsten Grundsätze aus der Fachliteratur (siehe auch Kapitel 6 der Richtlinien des AfU Luzern) wie folgt zusammen:

Funktionsfähigkeit und Dauerhaftigkeit

- Die flächige Versickerung (Typ F) und Versickerung über eine belebte Humusschicht (Typ H) sind dem Versickern in unterirdischen Anlagen (Typ K) vorzuziehen.
- Der Bau von Versickerungsanlagen erfordert grosse Sorgfalt und Fachwissen. Derartige Anlagen sind von Fachleuten zu dimensionieren und der Bau muss zumindest von Sachkundigen begleitet werden.

Betrieb und Unterhalt

- Abdeckungen, Schliessvorrichtungen, Schachtbauwerke, unterhaltsintensive Anlageteile o.ä. sind so zu gestalten, dass eine Kontrolle bzw. ein Unterhalt jederzeit möglich ist.
- Wir empfehlen, für Versickerungsbauwerke ein Pflichtenheft zu erstellen, worin Zuständigkeiten sowie Kontroll- und Unterhaltsarbeiten klar geregelt sind.

Sicherheit

- Dem passiven Überschwemmungsschutz bei ausserordentlichen Niederschlagsereignissen oder bei Funktionsstörungen in der Versickerungsanlage ist schon bei der Erstellung der Anlage Beachtung zu schenken.
- Es ist vorzusehen, dass die im Störfall zu bedienenden Anlageteile jederzeit zugänglich sind.
- Durch konstruktive Massnahmen ist sicherzustellen, dass kein Lösch-, Havarie- oder Schmutzwasser in die Anlage gelangen kann (Randabschlüsse zu Versickerungsbecken oder Versickerungsgräben).
- In den Versickerungs-Typen H und K darf nur ausreichend vorgereinigtes Wasser (Schlammsammler) zur Versickerung gebracht werden.

6.2 VORREINIGUNG

Regenwässer von Dächern und Vorplätzen sind stets mit Geschwemmsel wie Blätter, Pflanzenreste, Staub, Feinanteilen humusierter Dachflächen etc., beladen. Diese Wasserinhaltsstoffe bewirken - gelangen sie ungehindert direkt in die Versickerungsanlage - eine stetige Abnahme der Sickerleistung infolge Abdeckung der Filteroberfläche und/oder Verfüllen des Filterporenraumes durch eingeschwemmte Feinanteile. Verstopfte Filterstrecken in Sickeranlagen lassen sich in beschränktem Mass durch Spülen, vollständig aber im allgemeinen nur durch Aushub und Materialersatz beheben, wobei letzteres oft nicht möglich oder zumindest sehr aufwendig ist.

Neben diesen rein sickerleistungsbezogenen Aspekten ist auch der qualitative Grundwasserschutz nicht zu vergessen. Die in Form von Staub auf Dächern und Plätzen abgelagerten und später wieder abgeschwemmten Feinanteile können je nach Jahreszeit (Heizperioden) und Emissionen in der Nachbarschaft deutlich mit Schadstoffen belastet sein. Es ist deshalb bestmöglich zu verhindern, dass diese Feinanteile einerseits direkt in das Grundwasser gelangen und andererseits in der Filterschicht der Sickeranlage eingelagert werden, was infolge der temporären Durchspülung dieser Schicht zur stetigen Auschwemmung von Schadstoffen führen kann.

Vor der Einleitung in eine Versickerungsanlage ist das Meteorwasser über eine **Vorreinigung** zu leiten. Eine besonders gute Vorreinigung allfällig belasteter Wässer lässt sich z.B. mit einem vertikal oder horizontal durchflossenen, bewachsenen oder unbewachsenen Kiesfilter erzielen. Als **Mindestmassnahme** ist ein der Versickerungsanlage vorgeschaltetes Absetzbecken oder ein Schlammsammler mit Tauchbogen-Ableitung in die Versickerungsanlage erforderlich (Ausnahme: Typ F). Die Vorreinigung verhindert die rasche Kolmatierung des Versickerungssystems durch Laub, Schlamm etc. In Fällen, wo mit verschmutztem Regenwasser oder mit einem erhöhten Störfall-Risiko zu rechnen ist, sind sogenannte **Retentions-Filterbecken** zu empfehlen (Retention und Vorreinigung in abgedichteten humusierten Mulden mit eingebauter Filterschicht und nachgeschalteter Versickerungsanlage, siehe auch Punkt 7.3)

6.3 TYP F: FLÄCHIGE VERSICKERUNG

Abbildung 4: Flächige Versickerung

- Prinzip:**
- Diffuse, flächenförmige Versickerung über die belebte Bodenschicht (Filterwirkung).
 - Im Vordergrund steht die durchlässige Gestaltung von Plätzen, z.B. mit Verbund- oder Rasengittersteinen, oder in Form von sogenanntem Schotterterrassen, sowie das seitliche Abfließen von Strassenabwasser im angrenzenden Wiesland (Versickerung über die Schulter).
- Vorteile:**
- Einfacher Unterhalt (evtl. periodisches Aufrauen).
 - Kann in die Landschaft eingepasst und begrünt werden.
 - Gute Filterwirkung der belebten Bodenschicht, d.h. relativ geringe qualitative Anforderungen an das zu versickernde Wasser.
- Nachteile:**
- Meist nur bei mässig bis gut durchlässigem Untergrund geeignet.

6.4 VERSICKERUNGSANLAGEN

Für den Bau von Versickerungsanlagen bieten sich in Abhängigkeit der jeweiligen geologischen und hydrogeologischen Verhältnisse, der Beschaffenheit des zu versickernden Wassers und der Anforderungen des qualitativen Grundwasserschutzes verschiedene Möglichkeiten an. Zahlreiche Beispiele sind in der einschlägigen Literatur ausführlich beschrieben (Pkt. 3.3.4). Die gebräuchlichsten Anlagen zur **aktiven** Versickerung von nicht oder wenig verschmutztem Meteor-Abwasser, welche in der Gemeinde Emmen zur Ausführung kommen könnten, werden nachstehend vorgestellt:

6.4.1 Typ H: Versickerung über die belebte Humusschicht

- Prinzip:**
- Diffuse, flächenförmige Versickerung über die belebte Bodenschicht in einer künstlich angelegten, humusierten Mulde.
 - Perkolative Infiltration entweder über die feinkörnige Deckschicht (zusätzliche Filterwirkung) oder direkt in die sickerfähige Schicht.
 - Im Lockergesteinsbereich grundsätzlich überall möglich, vorzugsweise jedoch in gut durchlässigem Untergrund.
- Vorteile:**
- Einfacher Unterhalt (z.B. Ausbaggern, Aufrauen der Beckensohle).
 - Geringe Anforderungen an die Schwebestofffracht des Wassers.
 - Kann in die Landschaft eingepasst und begrünt werden.
 - Grosses Retentionsvolumen.
 - Gute Filterwirkung der belebten Bodenschicht, d.h. relativ geringe qualitative Anforderungen an das zu versickernde Wasser.
- Nachteile:**
- Grosser Platzbedarf.
 - Wegen periodischer Überflutung nur für Graswirtschaft oder als Streuland nutzbar. Keine Düngung zulässig.
- Varianten:**
- Dauerstau als Biotop
 - Bepflanzung
 - Mit Überlauf in einen anderen Typ von Versickerungsanlage, sofern die hydrogeologischen Voraussetzungen hierfür erfüllt sind.
 - In Kombination mit einer Rigolenversickerung möglich.

Abbildung 5: Versickerungsbecken (humusierte Mulde)

Abbildung 6: Rigolenversickerung

6.4.2 Typ K: Versickerung direkt in die sickerefähige Schicht

6.4.2.1 Kiespackung

- Prinzip:**
- Diffuse, oberflächennahe Versickerung über einen gut durchlässigen, künstlich eingebrachten und abgeschirmten Kieskörper ("Kiesfladen") mit grosser aktiver Versickerungsfläche.
 - Perkulative Infiltration über die feinkörnigen Deckschichten.
 - Vor allem bei mässig bis gut durchlässigem Untergrund oder bei nur geringmächtiger Ausbildung sickerefähiger Schichten geeignet (z.B. fluvioglazial verschwemmte Moräne).
- Vorteile:**
- Verschiedene Anlageformen sind möglich; linienförmig, fladenförmig, abgewinkelt etc.
 - gute Retentionswirkung
- Nachteile:**
- Keine Unterhaltungsmöglichkeiten der Kiespackung
 - Nur für schwebstofffreies Wasser geeignet, **Vorreinigung unerlässlich.**
- Varianten:**
- Mit vorgeschaltetem Biotop und Schlammfänger.
 - Mit Notüberlauf an die Terrainoberfläche oder in eine humusierte Mulde.

Abbildung 7: Kiespackung mit diffuser, oberflächennaher Versickerung

6.4.2.2 Versickerungsschacht

- Prinzip:**
- Konzentrierte, punktförmige Versickerung mittels Sickerschacht und künstlich eingebrachter Filterschichten.
 - Perkolative Infiltration direkt in die sickerefähige Schicht, unter Ausschluss einer Passage durch feinkörnige Deckschichten.
 - Vor allem bei gut durchlässigem Untergrund bzw. bei geringem Flurabstand der sickerefähigen Schicht geeignet.
- Vorteile:**
- Sehr geringer Platzbedarf, geeignet für Einzelobjekte.
 - Kostengünstige Erstellung.
 - Filterschicht problemlos regenerier- bzw. auswechselbar.
- Nachteile:**
- Aufwendig oder sogar unmöglich bei grosser Überdeckung (> 3 - 4 m) der sickerefähigen Schicht
 - Geringes Retentionsvermögen
 - Da die Versickerung direkt in die sickerefähige, grundwasserführende Schicht erfolgt, sind an die Qualität des eingeleiteten Wassers höhere Anforderungen zu stellen.
- Varianten:**
- Mit vorgeschaltetem Retentions-Filterbecken oder Biotop (mit Schlamm-sammler)
 - Erweiterungsmöglichkeiten mit Versickerungsstrang.
 - Mit Notüberlauf an die Terrainoberfläche oder in eine humusierte Mulde.

Abbildung 8: Versickerungsschacht

6.4.2.3 Versickerungsstrang

- Prinzip:**
- Linienförmige Versickerung mittels Sickerrohr und künstlich eingebrachter Filterschichten im überdeckten Graben.
 - Perkulative Infiltration direkt in die sickerfähige Schicht, unter Ausschluss einer Passage durch feinkörnige Deckschichten.
 - Vor allem bei gut durchlässigem Untergrund bzw. bei geringem Flurabstand der sickerfähigen Schicht geeignet.
- Vorteile:**
- Geringer Platzbedarf im Endausbau
 - Relativ hohes Retentionsvermögen
 - Vom Kontrollschacht aus können nach Bedarf weitere Sickerstränge erstellt werden.

- Nachteile:**
- Vergleichsweise aufwendige Erstellung.
 - Nur möglich bei geringmächtigen Deckschichten (< 3 - 4 m).
 - Kaum Unterhaltungsmöglichkeiten
 - Bei Verstopfung nicht regenerierbar.
 - Da die Versickerung direkt in die sickertfähige, grundwasserführende Schicht erfolgt, sind an die Qualität des eingeleiteten Wassers höhere Anforderungen zu stellen.
- Varianten:**
- Mit vorgeschaltetem Retentions-Filterbecken oder Biotop (mit Schlamm-sammler).
 - Mit Notüberlauf an die Terrainoberfläche oder in eine humusierte Mulde.
 - Kombination von Versickerungsstrang und Versickerungsschacht.

Abbildung 9: Versickerungsstrang

6.4.2.4 Versickerungsbrunnen

Ausgefilterte Vertikalbohrungen in sickerfähigen Schichten über dem Grundwasserspiegel können nicht rückgespült werden und sind daher für die Versickerung von Meteor-Abwasser wegen der darin enthaltenen Schwebstoffe nicht geeignet. Infolge Kolmatierung des Brunnenfilters werden derart konzipierte Versickerungsanlagen erfahrungsgemäss bereits nach wenigen Betriebsjahren weitgehend wirkungslos. Bei Versickerungsbrunnen, die unter den Grundwasserspiegel hinabreichen, besteht zwar die Möglichkeit der Rückspülung (Entschlammung), diese Versickerungsart ist jedoch nur für **Reinabwasser** zulässig (Grundwasser-Wärmepumpen).

7. RETENTION

7.1 EINLEITUNG

Oftmals fällt Regenwasser während kurzer Zeit in grösseren Mengen (Starkregen) an und die Leistung einer Versickerungsanlage reicht in den meisten Fällen nicht aus, die anfallende Wassermenge sofort zur Versickerung zu bringen. Deshalb muss je nach entwässerter Fläche und Versickerungsleistung der Anlage ein genügend grosses **Retentionsvolumen zur Abflussverzögerung** geschaffen werden. Dies kann beispielsweise in Form eines vorgeschalteten Rückhaltebeckens, Gartenweiher, einer Geländemulde, eines unterirdischen Körpers oder eines Flachdaches mit Einstaumöglichkeit geschehen. Je nach Bauart einer Versickerungsanlage darf auch dieser selbst ein gewisses Retentionsvermögen beigemessen werden.

Wichtig sind folgende Gesichtspunkte:

- Abflussverzögerungen über mehrere Tage erhöhen den Trockenwetterabfluss in Fließgewässern.
- Abflussverzögerungen über mehrere Stunden können eine Reduktion der Hochwasserspitzen in Kanalisation und Fließgewässern bewirken.
- Bei Versickerungsanlagen ist in den meisten Fällen ein genügendes Retentionsvolumen unerlässlich, damit die zufließende Wassermenge versickern kann.
- Abflussverzögernde Massnahmen sind in erster Linie auf den berechneten Flächen selbst vorzunehmen und erst in zweiter Priorität in Retentionsanlagen.
- Natürliche Rückhalteräume wie Geländemulden sind allfälligen Kunstbauten vorzuziehen.
- In gewissen Fällen kann auf eine Retention verzichtet werden, beispielsweise wenn das unverschmutzte Abwasser direkt in einen See eingeleitet wird, oder ein entsprechender Nachweis im Generellen Entwässerungsplan oder in einem genehmigten Wasserbauprojekt gemacht wird.

7.2 RETENTIONSMASSNAHMEN AUF BERECHNETEN FLÄCHEN

7.2.1 Massnahmen bei Bauten

Flach- und Schrägdächer, erdüberdeckte Unterniveau-Bauten

Durch die Humusierung und Bepflanzung von Dächern und die Ausbildung von Einstau-becken auf Flachdächern wird Wasser zwischengespeichert. Durch Speicherung und na-türliche Verdunstung wird der Abfluss gedrosselt und die maximale Abflussmenge reduziert. Dabei sind zahlreiche Varianten denkbar. Es wird empfohlen, Notüberläufe vor-zusehen.

Parkplätze

Befestigte Park-, Hof-, Lagerplätze u. ä. können bei einem leichten Gefälle mittels Abfluss-drosselung eingestaut werden. Bei Starkregen entsteht ein kurzfristiger Einstau von weni-gen Zentimetern, der die Abflussspitzen bricht. Auch in diesem Fall sind Notüberläufe vor-zusehen.

Brauchwasserspeicherung

Das Regenabwasser wird in einem Speicherbecken aufgefangen und zwischengespei-chert. Das Wasser kann je nach Bedarf für verschiedene Zwecke verwendet werden, bei-spielsweise zur Bewässerung von Gartenanlagen, als Löschwasserreserve etc.. Dieses System ist vor allem an Orten geeignet, wo grössere Mengen Wasser benötigt werden, das keinen hohen Qualitätsanforderungen zu genügen hat. Meist ist zumindest eine mechani-sche Vorreinigung unumgänglich, weil sich sonst Schwebestoffablagerungen absetzen oder Algenbildungen in den Zisternen auftreten. Notüberläufe sind gleichfalls vorzusehen.

7.2.2 Retentions-Becken

Bei einem **Retentions-Sickerbecken** wird in einer gegen unten abgedichteten Geländemulde (z.B. Biotop) das Wasser kurzfristig zurückgehalten und mit einem gedrosselten Abfluss verzögert abgeleitet. Die Sohlenabdichtung garantiert einen minimalen Wasserstand in einem Biotop; bei höheren Wasserständen ist eine Versickerung über die Böschungen möglich. Empfohlen wird dieses System zur Abflussverzögerung von sauberem Regenwasser in Gebieten mit ausreichenden Platzverhältnissen.

Ein **Retentions-Filterbecken** ist gegenüber dem Untergrund vollständig abgedichtet. Das eingeleitete Wasser fliesst durch eine belebte Bodenschicht, bevor es bereits vorgereinigt beispielsweise in eine Versickerungsanlage oder einen Vorfluter geleitet werden darf. Bei einem grossen Wasseranfall wird das Becken erst eingestaut, bevor die Filterschicht in Funktion tritt. Das erlaubt in Gebieten mit erhöhtem Störfallrisiko gute Interventionsmöglichkeiten. Bei ausreichenden Platzverhältnissen kann ein grosses Retentionsvolumen erreicht werden.

Abbildung 10: Retentions-Filterbecken

7.2.3 Staukanäle

Durch einen grosskalibriden Staukanal wird ein Speichervolumen geschaffen, an dessen Ende ein gedrosselter Abfluss erfolgt. Dadurch wird die maximale Abflussmenge reduziert. Geeignet ist dieses System beispielsweise in dicht überbauten Gebieten, wo kein Platz für oberflächige Retentionsmassnahmen besteht und die Versickerungsmöglichkeiten gering sind. Vorgeschaltet an die Einleitung in die Misch- oder Meteorwasserkanalisation (evtl. Versickerungsanlage) reduzieren Staukanäle den maximalen Abfluss sehr effektiv. Als Nachteil sind die höheren Investitionskosten und der erforderliche Unterhalt zu erwähnen.

Abbildung 11: Staukanal

8. UNTERHALT

Versickerungssysteme müssen periodisch auf ihre Funktionstüchtigkeit überprüft und unterhalten werden. **Verantwortlich** für den Unterhalt der Anlagen ist, sofern nicht ausdrücklich anders geregelt, der Anlagenbesitzer. Wir empfehlen, für Versickerungsbauwerke ein **Pflichtenheft** zu erstellen, worin Zuständigkeiten und Kontroll- und Unterhaltsarbeiten klar geregelt sind. Der Unterhalt von grossen und/oder komplexen Versickerungsanlagen erfordert Fachkenntnisse, Sorgfalt und zweckdienliche Gerätschaften, weshalb er von Fachleuten ausgeführt werden sollte. Für Unterhalt und Kontrolle ist die Versickerungsanlage jederzeit gut zugänglich zu halten (Störfall, Brand, Unfall u. ä.).

9. BEWILLIGUNGSPRAXIS

Das Erstellen und Betreiben von Versickerungsanlagen ist **bewilligungspflichtig**. Gemäss eidgenössischem Gewässerschutzgesetz sind die Kantone, im vorliegenden Fall das Amt für Umweltschutz des Kantons Luzern, zuständig für die Erteilung sämtlicher Bewilligungen (siehe auch Tabelle 1, "Zulässigkeit der Versickerung von Meteorwasser").

Gesuche für den Bau von Versickerungsanlagen werden durch das Amt für Umweltschutz (AfU) sowohl in **technischer** als auch in **gewässerschutzrechtlicher** Hinsicht geprüft, soweit diese Kompetenz nicht an die Gemeinde übertragen wurde. Die heute gültige Regelung kann dem Merkblatt "Versickerung und Retention im Liegenschaftsbereich" vom November 1998 des AfU entnommen werden. Zur Beurteilung der Frage, ob eine Versickerung aus hydrogeologischen Überlegungen überhaupt möglich und zweckmässig ist, dient die Versickerungskarte des GEP als generelle Grundlage. Die Entscheidungs-Schemata bezüglich Projektierungsablauf und Bewilligungsverfahren sind in Kapitel 10 der Richtlinien "Versickerung und Retention im Liegenschaftsbereich" des AfU festgehalten.

Keine Bewilligungspflicht besteht für Versickerungs- bzw. Rückhaltemassnahmen, wenn:

- keine Bauwerke erstellt werden (z. B. Dachspeicher)
- die Deckschicht des Untergrundes nicht verletzt wird (Typ F) und die Umgebung nicht negativ beeinflusst wird.

Ältere oder ohne Bewilligung erstellte Versickerungsanlagen sind, sofern sie dem Stand der Technik nicht entsprechen, zu sanieren. Können sie nicht saniert werden, sind sie stillzulegen.

Während der **Bauausführung** obliegt dem Amt für Umweltschutz in Zusammenarbeit mit der Gemeinde und allenfalls zugezogenen Fachleuten die Kontrolle über die korrekte Ausführung der Versickerungsanlage. Insbesondere ist darauf zu achten, dass die Sicherheitsvorkehrungen zum Schutz des Grundwassers eingehalten werden. Die fertiggestellte Anlage sollte von einem Vertreter des Amtes für Umweltschutz oder der Gemeinde abgenommen und im **Abwasserkataster** eingetragen werden.

Das **Einleiten von Wasser in Oberflächengewässer** sowie Bauten und Anlagen in deren Unterabstand sind nach § 32 ff des Wasserbaugesetzes vom **Baudepartement** bewilligen zu lassen. Das Amt für Umweltschutz prüft die Aspekte des Gewässerschutzes und stellt zu Handen des Baudepartementes einen Antrag.

Das Gesuch ist beim Tiefbauamt des Kantons Luzern, Abteilung Baugesuche, einzureichen.

TEIL B: VERSICKERUNGSMÖGLICHKEITEN

10. GEOLOGISCH-HYDROGEOLOGISCHE VERHÄLTNISSE

10.1 GRUNDLAGEN

Die zur Beurteilung auf dem Gebiet der Gemeinde Emmen vorhandenen Unterlagen sind sehr zahlreich und vermitteln dementsprechend einen recht guten Kenntnisstand der geologischen Verhältnisse (vgl. Kap. 2, Teil A).

Neben dem geologischen Atlasblatt 1 : 25'000 und der hydrogeologischen Karte 1 : 100'000, welche das Gemeindegebiet vollständig abdecken, bilden eine namhafte Anzahl von geotechnischen und hydrogeologischen Baugrundgutachten die eigentliche Grundlage zur Beurteilung der Versickerungsmöglichkeiten.

Die Standorte mit konkreten Detailinformationen sind in der Versickerungskarte (Beilage) mit einer entsprechenden Signatur markiert. Dies soll dem Benutzer von Karte und Erläuterungsbericht zeigen, in welchen Bereichen die hydrogeologische Beurteilung auf konkrete Sondierergebnisse abgestützt ist, und wo sie demgegenüber nur auf einer bestmöglichen Interpretation der Verhältnisse beruht.

10.2 GEOLOGISCHE ÜBERSICHT

Das Gemeindegebiet von Emmen lässt sich morphologisch und geologisch entlang einer Trennlinie "Emmenweid-Herdschwand-Rüeggisingen-Waldibrücke" generell zweiteilen. Im mehrheitlich hügeligen Nordwesten wird der Molassefels meistens von unterschiedlich mächtigen Moränenablagerungen überdeckt, welche in Form von verwitterter Moräne auch die oberste Bodenschicht bilden. In den zahlreichen Senken zwischen den Moränenhügeln haben sich nach der letzten Eiszeit an vielen Stellen kleinere Seen und Moore gebildet, welche heute verlandet sind oder künstlich trockengelegt wurden und lehmig-torfige Ablagerungen zur Folge hatten.

In der Talsohle der Kleinen Emme und vor allem der Reuss liegen über der Molasse und der Moräne feinkörnige Seeablagerungen, welche ihrerseits von recht mächtigen Niederterrassenschottern überlagert werden. Diese Schotter reichen teilweise bis knapp unter die Geländeoberfläche, werden aber vor allem am nordwestlichen Talrand auch von lehmigen

Überschwemmungssedimenten bedeckt. Hier befinden sich an einzelnen Stellen auch Schuttfächer kleinerer Seitenbäche.

Der Schichtaufbau im Gemeindegebiet von Emmen kann demnach in Abhängigkeit der topographischen Lage grob zweigeteilt werden. Dabei sind folgende Schichtprofile zu erwarten (von oben nach unten):

Nordwestliches Gemeindegebiet

(nordwestlich einer Linie Emmenweid-Herdschwand-Rüeggisingen-Waldibrücke):

- Deckschicht
- Verlandungssedimente (lokal)
- junge Bachablagerungen (lokal)
- Moränenablagerungen
- Molassefels

Gebiet Emmenweid-Emmenfeld-Haslifeld

- Deckschicht
- Verlandungs- und Überschwemmungssedimente (lokal)
- Schotter, grundwasserführend
- Seeablagerungen
- Grundmoräne
- Molassefels

Obige Schichtmodelle werden durch eine Vielzahl von Aufschlüssen belegt. Trotzdem sind sie als stark vereinfachte und generalisierte Angaben zu betrachten, die örtlich stark von der Realität abweichen können.

10.3 GEOLOGISCHE DETAILBESCHREIBUNG

10.3.1 Deckschicht

Die Zusammensetzung der Deckschicht ist meist recht heterogen. Der "gewachsene" Anteil besteht überwiegend aus humosem, lehmig-sandigem, z.T. leicht kiesigem Material, das als Verwitterungsprodukt der jeweils darunterliegenden Schichten entstanden ist. Daneben können lokal begrenzte Aufschüttungen von Aushubmaterial und/oder Bauschutt vorkommen, welche nicht im Altlastenkataster verzeichnet sind. Die Mächtigkeit der natürlichen Deckschicht ist im Bereich des Reusstales gering und erreicht selten Mächtigkeiten von über 2 bis 3 m. Gegen den linken Talrand nimmt sie im allgemeinen zu.

Für die Beurteilung der Versickerungsmöglichkeiten hat die Deckschicht insofern eine besondere Bedeutung, als sie bei den Versickerungs-Typen F und meist auch H den massgebenden Wert für die spezifische Sickerleistung (S) liefert. Die Durchlässigkeit und damit auch das Schluckvermögen dieser obersten Schicht ist generell gering. Sie ist dementsprechend für eine konzentrierte Meteorwasserversickerung schlecht geeignet. Bei ausreichenden Platzverhältnissen ist aber eine grossflächig-diffuse Versickerung (Typ F) - mit Ausnahme von örtlichen, altlastbedingten Einschränkungen - meist problemlos möglich.

10.3.2 Verlandungs- und Überschwemmungssedimente

Im nordwestlichen Gemeindegebiet existieren zwischen den Molasse- und Moränenhügeln zahlreiche kleinere abflusslose Senken, in denen sich nacheiszeitlich Seen und Tümpel gebildet haben. Diese sind heute meist verlandet und weisen torfig-lehmige Ablagerungen auf.

Dieselben Ablagerungen finden sich im Gebiet Gersag/Herdschwand-Mooshüsli. Hier stehen sie im Zusammenhang mit dem alten Lauf der Kleinen Emme, welcher sich über diesen Weg ins Emmenfeld ergoss. Die Korrektur der Emme in die Reuss erfolgte bereits im 8. Jahrhundert.

Lithologisch handelt es sich bei all diesen Ablagerungen um Sedimente mit hohem Ton-/Siltanteil und mit organischen Beimengungen wie Torf und Holzresten. Sie weisen ein äusserst geringes Schluckvermögen auf und eignen sich nicht für Meteorwasserversickerungen.

10.3.3 Junge Bachablagerungen

Vor allem am nordwestlichen Rand des Reusstales haben nacheiszeitlich einige kleine Bachgerinne ihre kiesig-sandige Schuttfracht fächerförmig abgelagert und zur Bildung junger Alluvialböden beigetragen. Insbesondere zu erwähnen ist der Schuttfächer bei Mittler Hüslen (Rotbach/Spirbächli).

Im allgemeinen weisen diese jungen, alluvialen Ablagerungen eine, ihrer Heterogenität wegen, lediglich mässige bis schlechte Durchlässigkeit auf. Ihre Ausdehnung beschränkt sich hauptsächlich auf einen schmalen Saum entlang des Rotbachs bis zum oben erwähnten Schuttfächer bei Mittler Hüslen.

10.3.4 Schotter

Das vielfältige Wechselspiel von Gletschervorstössen und -rückzügen während und gegen Ende der letzten Eiszeit hat dazu geführt, dass vielerorts zum Teil recht mächtige Schotterkomplexe abgelagert wurden. Der Schotterkomplex im Reusstal und im Tal der Kleinen Emme wurde zum Schluss der letzten Eiszeit abgelagert. Es handelt sich dabei um Niederterrassenschotter, die vorwiegend aus sauberem bis leicht siltigem Kies bestehen. Bei den meisten Aufschlüssen zeigte sich, dass die obersten Schotterschichten relativ grobkörnig und sandarm sind. Mit zunehmender Tiefe nimmt die Korngrösse des Kieses im allgemeinen ab und der Sandgehalt wird grösser. Stellenweise wurden eigentliche Sandlinsen aufgeschlossen.

Die Mächtigkeit des Schotters variiert zwischen 5 bis 20 m (z.B. im Bereich Emmenfeld). Die Oberfläche des Schotterkomplexes ist eine mehr oder weniger ebene Fläche, die entsprechend dem Talgefälle geneigt ist. Die Schotteruntergrenze zeigt hingegen einen wesentlich unruhigeren, z.T. rinnenartigen Verlauf.

Der Reusschotter ist stark grundwasserführend. Seine Durchlässigkeit kann als gross bis sehr gross bezeichnet werden. Dementsprechend besitzen diese Fluvioglazialschotter ein gutes Schluckvermögen.

10.3.5 Seeablagerungen

Die Schotter des Reusstales werden von feinkörnigen Seebodensedimenten unterlagert. Es handelt sich dabei um feingeschichtete siltige Feinsande und tonig-feinsandige Silte. Generell lässt sich eine mehr oder weniger kontinuierliche Verfeinerung der Korngrössen

gegen unten beobachten. Die Mächtigkeit beträgt zwischen ca. 10 und 20 m. Grössere Mächtigkeiten wurden bisher nicht nachgewiesen, sind aber denkbar. Die Seeablagerungen weisen eine ausgesprochen geringe Durchlässigkeit auf. Aus diesem Grund, sowie wegen der mächtigen Schotterüberlagerung, sind die Seeablagerungen für Fragestellungen im Zusammenhang mit einer Meteorwasserversickerung nicht relevant.

10.3.6 Moränenablagerungen

Die letzteiszeitlichen Moränenablagerungen dominieren an den Talflanken des nordwestlichen Gemeindegebietes nicht nur das Landschaftsbild, sondern auch den geologischen Schichtaufbau. Im Bereich der Talböden überlagern diese glazialen Sedimente als kompakte Grundmoräne den Molassefels. Ihre Mächtigkeit variiert sehr stark und kann von einigen wenigen Metern bis zu mehr als 15 m betragen. Vielerorts fehlen sie auch gänzlich. Die Moränenablagerungen bestehen überwiegend aus kompakten, im obersten Bereich leicht angewitterten (tonigen) Silt-/Sand-/Kies-Gemengen mit wechselndem Gehalt an Steinen und Blöcken. Der hohe Feinkornanteil und die hohe Lagerungsdichte bewirken in der Regel eine geringe bis sehr geringe Durchlässigkeit. Das Zusammenwirken dieser schlechten Durchlässigkeit mit der grossflächigen Ausdehnung dieser Ablagerungen hat zur Folge, dass für einen Grossteil des nordwestlichen Gemeindegebietes (Talflanken) eine konzentrierte Meteorwasserversickerung stark erschwert oder gar verunmöglicht wird.

10.3.7 Molassefels

Sämtliche im Gemeindegebiet Emmen anstehenden oder von Lockergesteinen überdeckten Felsformationen bestehen aus Sandsteinen und Mergeln der Oberen Süsswassermolasse. Die Molasseschichten weisen, mit Ausnahme von nicht vorhersehbaren Kluft Hohlräumen, im allgemeinen kein nennenswertes Schluckvermögen auf. Sie kommen deshalb als Versickerungsmedium selber nicht in Betracht. Überall dort, wo der Molassefels schon in geringer Tiefe oder an der Geländeoberfläche ansteht, ist die Versickerung von grösseren Wassermengen praktisch unmöglich. Dies ist namentlich in Gebieten auf einer Linie Neuhof-Listrig-Sprengi-Benzwil-Rotterswil der Fall. Vereinzelt taucht der Molassefels auch in den Gebieten Gerliswil, Herdschwand und Rüeggisingen auf.

10.4 SICKERLEISTUNGEN

Unter Ziffer 10.3 wurde jeweils kurz auf die Durchlässigkeitsverhältnisse und das Schluckvermögen der einzelnen geologischen Formationen hingewiesen. Der besseren Übersicht halber fassen wir diese qualitativen Aussagen unter Angabe eines Richtwertes für die spezifische Sickerleistung S wie folgt zusammen:

Deckschicht/Aufschüttung: Mehrheitlich schlechte Durchlässigkeit und entsprechend geringe spezifische Sickerleistung. Beschränkte Versickerungsmöglichkeiten (nur Versickerungsanlagen Typ F und H).
 $S \leq 0.5 \text{ l/min} \cdot \text{m}^2$

Verlandungs- und Überschwemmungssedimente: Sehr schlechte Durchlässigkeit, sehr geringe spezifische Sickerleistung. Keine Versickerungsmöglichkeiten, bestenfalls oberflächliches Verlaufenlassen.
 $S \ll 0.5 \text{ l/min} \cdot \text{m}^2$

Junge Bachablagerungen: Wechselhafte, lokal mässig gute Durchlässigkeit; mittlere spezifische Sickerleistung. Versickerungsmöglichkeiten wegen der beschränkten Gebietsausdehnung und dem hochliegenden Grundwasserspiegel eingeschränkt (Versickerungsanlagen Typ F, H und K möglich, Wahl vom Flurabstand des Grundwasserspiegels abhängig).
 $S \approx 2 - 10 \text{ l/min} \cdot \text{m}^2$

Schotter: Überwiegend gute, zum Teil auch sehr gute Durchlässigkeit. Gute Versickerungsmöglichkeiten (Typ F, H und K). Stellenweise hoher Grundwasserspiegel.
 $S \geq 10 \text{ l/min} \cdot \text{m}^2$

Moränenablagerungen: In der Regel schlechte Durchlässigkeit mit generell geringer spezifischer Sickerleistung. Beschränkte Versickerungsmöglichkeiten (nur Anlagen des Typs F und H, örtlich eventuell auch K möglich).
 $S \leq 1 \text{ l/min} \cdot \text{m}^2$, örtlich ev. $S \approx 1 - 3 \text{ l/min} \cdot \text{m}^2$

Molassefels:

Im allgemeinen sehr schlechte Durchlässigkeit, bisweilen sogar undurchlässig. Praktisch ohne Sickerleistung, keine Versickerungsmöglichkeiten.

Wir weisen an dieser Stelle nochmals mit Nachdruck daraufhin, dass geschätzte Durchlässigkeitswerte und/oder spezifische Sickerleistungen für die Dimensionierung von Versickerungsanlagen nicht geeignet sind. Diese können allenfalls für generelle Machbarkeitsabklärungen herangezogen werden. Als Dimensionierungsgrundlage ist aber in jedem Fall ein Pump- oder Sickerversuch vor Ort mit Bestimmung der effektiven Kennwerte notwendig.

10.5 GRUNDWASSERVORKOMMEN

10.5.1 Grundwasser im Schotter

Im Luzernischen Reusstal befindet sich das wohl wasserwirtschaftlich wichtigste Grundwasservorkommen der Region. Der Emmen- und Reuss-Schotter bildet einen sehr ergiebigen Grundwasserleiter, der vielerorts auf seiner gesamten Mächtigkeit von 10 - 15 m gesättigt ist. Im Gebiet Emmenweid liegt er ohne Zwischenschichten direkt über dem Molassefels. Im Reusstal hingegen wirken als Grundwasserstauer die praktisch undurchlässigen Seeablagerungen sowie die Grundmoräne.

Das Grundwasser fliesst mit einem Gefälle von rund 2‰ im allgemeinen parallel zur Talachse. Entlang der Reuss zeigt die Strömungsrichtung etwas landwärts. Die Grundwasserneubildung erfolgt zu 70 bis 85% durch Flusswasserinfiltration. Daneben spielen auch der Zufluss von Hangwasser und die Versickerung von Niederschlagswasser eine gewisse Rolle.

10.5.2 Grundwasser im Moränenmaterial

Durch den heterogenen Aufbau der Moränendecke ergeben sich innerhalb dieser Ablagerungen einzelne, lokal begrenzte Grundwasservorkommen. Das einsickernde Meteorwasser wird noch innerhalb des Moränenmaterials von lehmreichen Schichten zu sogenannten "schwebenden Grundwasseransammlungen" gestaut, bis diese unterirdisch überlaufen und das Wasser in den tiefer gelegenen Schotter einsickert. Die Existenz derartiger kleiner Grundwasservorkommen wird durch ehemalige Sodbrunnen und einzelne kleine Quellen belegt. Diese werden höchstens privat genutzt und sind nicht von öffentlichem Interesse.

Im Hinblick auf allfällige privatrechtliche Ansprüche (z.B. negative Beeinflussung der Wasserqualität durch eine Meteorwasser-Versickerungsanlage) sind sie im Einzelfall aber durchaus zu beachten.

10.6 GRUNDWASSERSPIEGEL

Kennzeichnend für das gesamte Grundwasservorkommen in den Talböden ist der eher geringe Flurabstand, d.h. die Distanz zwischen Terrainoberfläche und Grundwasserspiegel. Beträgt der Flurabstand bei der Emmenweid noch über 5 m, so nimmt dieser talwärts kontinuierlich ab und liegt beim Schiltwald noch bei knapp 2 m. In der Nähe der Reuss ist insbesondere bei Hochwasser der Kleinen Emme mit einem kurzfristigen Ansteigen des Grundwasserspiegels bis knapp unter die Terrainoberfläche zu rechnen. Der Schwankungsbereich des Grundwasserspiegels nimmt offenbar talwärts ab. Im Gebiet Stichermette liegt der Schwankungsbereich bei rund 3 m, hingegen erreicht er im Schiltwald nur noch ca. 2 m.

Die folgende Tabelle gibt einen Überblick über die Extremstände in einigen Messstellen (Angaben in m ü.M.):

Messstelle (Zeitraum)	Maximalstand (Datum)	Minimalstand (Datum)	maximale Jahresamplitude [m] (Jahr)
PW 6, Filtec, Marienkirche (1980 - 1996)	429.98 (06.06.86)	427.16 (15.02.93)	2.32 (1984)
PW Stichermette (1980 - 1995)	426.00 (05.06.86)	422.95 (17.04.84)	2.70 (1986)
Täschlerhüsli LHG 6539 (1989 - 1996)	418.06 (11.07.93)	416.62 (14.02.90)	0.97 (1995)

Die Talflanken nordwestlich des Reusstales sind mit ihren schlecht durchlässigen Moränenablagerungen durch ein niederschlagsabhängiges Wasserregime charakterisiert. Ein zusammenhängender Grundwasserspiegel existiert hier nicht. Es sind je nach Wasserdarbot bis knapp unter OK Gelände ansteigende örtliche Hang- bzw. Schichtwasserspiegel zu erwarten, welche die ohnehin praktisch nicht vorhandenen Versickerungsmöglichkeiten zusätzlich einschränken.

10.7 GRUND- UND BRAUCHWASSERFASSUNGEN

Der ergiebige Grundwasserträger im Reusstal wird sowohl von der Gemeindewasserversorgung Emmen als auch von einigen Privaten intensiv zu Trink- und Brauchwasserzwecken genutzt. Die folgende Tabelle gibt eine Übersicht über die Entnahmemengen der wichtigsten Grundwasserpumpwerke auf dem Gemeindegebiet Emmen.

Bezeichnung Wasserversorgung (WV), Pumpwerk (PW)	Entnahmemenge [l/min]		Code
	konzessioniert	im Mittel 1989 - 1991	
PW Schwanderhof / Filtec AG	13'110	4'079	EM 209
PW Marienkirche / Filtec AG	3'600	126	EM 210
PW II Viscosuisse / Filtec AG	4'800	559	EM 212
PW V Viscosuisse / Filtec AG	3'840	1'093	EM 215
PW Sticher matt / WV Emmen	7'200	2'117	EM 102
PW Rathausen / CKW Rathausen	3'360	427	EM 206
GWF Eidg. Flugzeugwerk	15'000	248	EM 220 bis 226
PW Hasli / WV Emmen und Zentral- schweiz. Milchverband	1'320	551	EM 100
PW Schiltwald / WV Emmen	15'000	3'619	EM 103

Tabelle 2: Angaben zu den wichtigsten Grundwasserpumpwerken

(Mittlere Entnahmemenge > 50 l/min).

Aus "Grundwasservorkommen im Reusstal und Rontal",
Amt für Umweltschutz, 1997, verändert

Mit den bestehenden Grundwasserfassungen beliefert die Gemeindewasserversorgung Emmen auch die Gemeinde Rothenburg und versorgt somit über 30'000 Personen. Zudem bestehen Netzverbunde mit der Stadt Luzern und Littau. Zusätzlich ist durch das neue Reservoir "Rippertschwand" ein überregionaler Verbund mit der Wasserversorgung Neuenkirch und jener von Sempach (Seewasserwerk) in der Subregion Sempachersee möglich.

Der wichtigste Nutzer von Grundwasser für Brauchwasserzwecke ist die Rhone-Poulenc Filtec AG (Textilbetrieb, ehem. Viscose SA). Daneben bestehen zahlreiche kleinere Brauchwasserfassungen Privater, 4 Grundwasserwärmepumpen sowie einige private Quel-

len und Sodbrunnen. Die Ausscheidung von Grundwasserschutzzonen ist für diese privaten Anlagen gesetzlich nicht vorgeschrieben, so dass in deren Einzugsgebiet auch kein generelles Verbot für Versickerungsanlagen besteht. Wie bereits unter Ziffer 10.5.2 erwähnt, sind aber die privatrechtlichen Aspekte im Einzelfall zu berücksichtigen.

11. FLÄCHEN MIT EINGESCHRÄNKTEN VERSICKERUNGSMÖGLICHKEITEN

11.1 GEWÄSSERSCHUTZBEREICHE, GRUNDWASSERSCHUTZAREALE UND GRUNDWASSERSCHUTZZONEN

Die Prüfung der Zulässigkeit von Meteorwasser-Versickerungen erfolgt anhand der unter Ziffer 4.3 tabellarisch zusammengestellten Entscheidungskriterien, d.h. einerseits nach der Art und Herkunft des zu versickernden Meteorwassers und andererseits nach den Schutzanforderungen des Grundwassers (Nutzbarkeit, Bedeutung etc.). Als nutzbar sind zumindest die Grundwasservorkommen im Gewässerschutzbereich A und in den Grundwasserschutzzonen S1 - S3 zu betrachten, wobei letztere als um Grössenordnungen empfindlicher einzustufen sind.

Die Dimensionierung der Grundwasserschutzzone S (Gebiete mit Fassungschutz) basiert auf der Elimination von Bakterien und Viren. Sie reicht für den Abbau allfällig im Meteorwasser vorhandener persistenter Schadstoffe kaum aus. In der Zone S3 ist eine konzentrierte Versickerung von Meteorwasser in unterirdische Anlagen (Typ K) generell verboten. Möglich ist hier die diffuse, flächenhafte Versickerung (Typ F) und die Versickerung über die belebte Bodenschicht (Typ H).

Auf dem Gemeindegebiet Emmen sind zwei grosse Grundwasserschutzzonen ausgeschieden. Es handelt sich um die Gebiete im Schiltwald und im Emmenfeld, nördlich der bestehenden Grundwasserfassung Stichermatt. Diese Areale sind für die künftige Nutzung des Grundwasservorkommens von Bedeutung. Bezüglich Versickerungsmöglichkeiten in diesen Arealen gilt grundsätzlich dasselbe wie für die Schutzzone S3. Eine Rücksprache mit dem Amt für Umweltschutz ist in jedem Fall erforderlich.

Um die Grundwasserfassungen Schiltwald und Stichermatt der Gemeindewasserversorgung Emmen existieren die üblichen Schutzzonen S1 - S3, die rechtsgültig ausgeschieden sind. Sie sind in der Versickerungskarte entsprechend eingezeichnet. Hier gilt, mit oben erwähnten Ausnahmen, ein Versickerungsverbot. Es gelten zudem die Nutzungsein-

schränkungen und Massnahmen, die in den Vorschriften zu den genehmigten Schutzzonen festgelegt sind.

Für die öffentliche Grundwasserfassung Emmenweid besteht lediglich eine provisorisch ausgeschiedene Schutzzone. Eine rechtsgültige Schutzzonenausscheidung ist hier nicht möglich, da die Fassung im bebauten Industriegebiet liegt. Sie wird denn auch nur noch "auf Zusehen hin" betrieben.

Das gesamte Emmen- und Reusstal befindet sich im Gewässerschutzbereich A, was gewisse Einschränkungen bei der Wahl der Versickerungsanlage zur Folge hat (vgl. Tab. 1, Kap. 4.3).

Ein Teil dieser Gebiete fällt zudem in den Gewässerschutzbereich A1, sind also Gebiete mit Grundwasservorkommen nahe der Oberfläche (Flurabstand des maximalen Grundwasserspiegels ≤ 2 m unter Terrain). Hier sind unterirdische Versickerungsanlagen (Typ K) grundsätzlich nicht zugelassen.

In der Nähe der Reuss gilt es zu beachten, dass infolge von Hochwasser der Kleinen Emme der Grundwasserspiegel kurzfristig beträchtlich ansteigen kann. Bei der Planung von Versickerungsanlagen in diesem Bereich sind dazu nähere Abklärungen nötig.

Die Gebiete ausserhalb der grossen Talböden gehören dem Gewässerschutzbereich B an ("Übrige Gebiete" nach neuer Gewässerschutzverordnung). Sie sind bezüglich Grundwasserschutz weniger sensibel.

In der beiliegenden Versickerungskarte werden die verschiedenen Gewässerschutzbereiche (mit Unterteilung A1/A2) ausgeschieden. Dabei handelt es sich um eine relativ grobe Interpretation aufgrund der bekannten, regionalen, maximalen Grundwasserstände. Der Grenzverlauf ist also keinesfalls parzellengenau; eine Verifizierung der hydrogeologischen Verhältnisse ist vor allem im Übergangsbereich A1/A2 angezeigt.

Es sei an dieser Stelle erwähnt, dass im Zuge der neuen Gewässerschutzverordnung (GSchV) vom 28. Oktober 1998 die Einteilung der Gewässerschutzbereiche geändert hat. Da die Umsetzung dieser neuen Verordnung aber sehr zeitintensiv ist und diesbezüglich beim Kanton noch keine konkreten Richtlinien vorhanden sind, haben wir für den vorliegenden Fall nach Absprache mit dem Amt für Umweltschutz die bestehende Einteilung angewendet. Wir weisen darauf hin, dass sämtliche Richtlinien und Planungsgrundlagen zum Thema Meteorwasserversickerung zumindest mittelfristig weiterhin auf der alten Einteilung beruhen.

Im Bereich der privaten Grund- und Quellwasserfassungen sind die Einschränkungen weniger streng, da es sich dabei nicht um öffentliche Güter handelt. Hier ist insbesondere zu beachten, dass ein neues Bauwerk, als auch eine Versickerungsanlage, die bestehenden Anlagen nicht beeinträchtigen darf.

11.2 AUFSCHÜTTUNGEN UND ALTLASTENVERDACHTSFLÄCHEN

Im Bereich von Aufschüttungen und Altlasten-Verdachtsflächen (dazu zählen Ablagerungen von Abfällen, Betriebs- und Unfallstandorte, wo Verunreinigungen des Untergrundes vermutet werden) kann bei einer Versickerung die Gefahr von Schadstoffausschwemmungen bestehen. Bei diesen Objekten ist, trotz des speziellen Gefahrenbereiches, nach Möglichkeit eine Versickerung vorzusehen. Die Bauherrschaft hat daher vorgängig mittels Detailuntersuchungen (in der Regel durch einen Spezialisten) abzuklären, ob aus Gründen des Gewässerschutzes eine Versickerung realisiert werden kann bzw. ob eine Versickerung ohne Kontakt mit Schadstoffen mittels baulichen Massnahmen zu realisieren ist.

Die Objekte, welche unter diese Abklärungspflicht fallen, richten sich nach dem aktuellen Stand des Katasters zu den Altlasten-Verdachtsflächen und werden durch die Gemeinde Emmen (Bauamt) bezeichnet.

11.3 INDUSTRIE- UND GEWERBEZONEN

Industrie- und Gewerbezone sind in versickerungstechnischer Hinsicht besonders sensibel, da erfahrungsgemäss von praktisch allen Betrieben eine potentielle Gefährdung des Grundwassers ausgehen kann. Dieses Gefährdungspotential begründet sich vor allem in der Herstellung, Lagerung und im Umschlag von wassergefährdenden Flüssigkeiten. Bei geplanten Versickerungsanlagen in Industrie- und Gewerbezone ist neben der Störfallproblematik und der örtlichen Luftbelastung auch die Altlastproblematik bezüglich früherer und heutiger Nutzung zu beurteilen. Dabei kann auf die im Zuge der Erstellung des Verdachtsflächenkatasters erworbenen Kenntnisse zurückgegriffen werden. Bei der Planung von Versickerungsanlagen in diesen Gebieten sollte deshalb sowohl mit der Gemeinde (Bauamt) als auch mit dem AfU Rücksprache genommen werden.

11.4 FRIEDHÖFE

Auf den Friedhofarealen ist darauf zu achten, dass das Terrain möglichst wenig versiegelt wird und das Wasser flächig auf natürlichem Weg versickern kann. Direkt auf den Friedhofarealen ist eine aktive Meteorwasserversickerung verboten.

12. BEURTEILUNG DER VERSICKERUNGSMÖGLICHKEITEN

12.1 GEBIET EMMENWEID - EMMENFELD - HASLIFELD

Die Versickerungsmöglichkeiten im Bereich der Talböden können als mässig gut bis gut beurteilt werden. Die Einteilung in die Kategorie "mässig gut" beruht auf der Tatsache, dass vor allem im nordwestlichen Bereich des Talbodens eine praktisch undurchlässige Schicht von Alluviallehm den Schotter überdeckt. Hier ist für die Beurteilung der Versickerungsmöglichkeit die Mächtigkeit dieser Lehmschicht das entscheidende Kriterium. Ob die sickerfähige Schicht mit einer Versickerungsanlage erreicht werden kann, muss im Einzelfall abgeklärt werden. Die Grenztiefe bezüglich Verhältnismässigkeit und Machbarkeit einer Versickerungsanlage kann mit ca. 4 bis 5 m beziffert werden. Da die oberflächlichen Schottererschichten ein verringertes Schluckvermögen aufweisen, sollte in jedem Fall die spezifische Sickerleistung mit einem Sickerversuch verifiziert werden.

Der südöstliche Talboden weist eine geringe Überdeckung auf. Hier steht der durchlässige Schotter bereits wenige Meter unter der Geländeoberfläche an, weshalb die Versickerungsmöglichkeiten hier als mindestens "gut" beurteilt werden können ($S \geq 10 \text{ l/min} \cdot \text{m}^2$).

Das Hauptproblem aus versickerungstechnischer Sicht bildet der hochliegende Grundwasserspiegel. Der Reuss-Schotter ist in der Regel bis zu seiner Obergrenze wassergesättigt. Jedes Versickerungsbauwerk muss aber in diesen durchlässigen Grundwasserleiter hineinreichen. Dem steht die kantonale Richtlinie "Versickerung und Retention im Liegenschaftsbereich" gegenüber, welche verlangt, dass bei Versickerungsanlagen die Unterkante des Bauwerkes mindestens 1 m über dem maximalen Grundwasserspiegel liegen muss. Diese Auflage dient dem qualitativen Schutz des Grundwassers (Filterwirkung des natürlichen durchsickerten Materials). Damit sind im südöstlichen Talboden (Gewässerschutzbereich A1) eigentlich nur Versickerungsanlagen der Typen F (flächige Versickerungen) und H (Versickerung über belebte Humusschicht) zulässig. Ob in Ausnahmefällen auch Anlagen des Typs K (Kiespackungen) realisiert werden können ist beim AfU abzuklären.

12.2 NORDWESTLICHES GEMEINDEGEBIET

(Nordwestlich einer Linie Emmenweid-Herdschwand-Rüeggisingen-Waldibrücke)

In diesem Gebiet wird die für Versickerungsfragen relevante Schicht vielfach durch Moränenablagerungen aufgebaut. Prinzipiell eignen sich diese Schichten nicht oder nur schlecht für eine konzentrierte Meteorwasserversickerung, weshalb eine Einteilung in die Kategorie "schlechte Versickerungsmöglichkeiten" erfolgte. Lokal können allerdings sandig-kiesige Einlagerungen vorhanden sein, die ein wesentlich besseres Schluckvermögen aufweisen als die Moränenablagerungen selbst. Dies ist namentlich im Bereich der verschiedenen Fliessgewässer (Bachablagerungen) und vereinzelt auch innerhalb der Moräne selber der Fall. Allerdings werden in der Nähe der Oberflächengewässer die Versickerungsmöglichkeiten unter Umständen durch den hochliegenden Grundwasserspiegel wiederum eingeschränkt (Einhaltung des minimalen Abstandes der Anlagesohle von 1 m zum maximalen Grundwasserspiegel).

Die praktisch undurchlässigen Gebiete mit Verlandungssedimenten sowie dem anstehenden Molassefels kommen für eine aktive Meteorwasserversickerung nicht in Frage. Wünschenswert ist trotzdem die flächenhaft-diffuse Versickerung (Typ F). Die Realisierbarkeit hängt jedoch stark von den standortspezifischen Untergrundverhältnissen und von nachbarrechtlichen Aspekten ab. Als Alternative zur Versickerung kommt allenfalls das Sammeln des Meteorwassers in natürlichen Entwässerungsrinnen oder in einer Meteorwasserkanalisation in Frage. Vor dem Einleiten in ein Fliessgewässer müssen Retentionsmassnahmen getroffen werden. Zudem muss zur Bewilligung eines solchen Vorhabens der Qualitätsnachweis gemäss Anhang 2 (Artikel 1) der neuen Gewässerschutzverordnung vom 28. Oktober 1998 (Stand 15. Dezember 1998) erbracht werden.

12.3 KONSEQUENZEN

Aufgrund der beschriebenen geologischen und/oder gewässerschutztechnischen Probleme bei der Versickerung von Meteorwasser sind grundsätzlich bei allen Bauvorhaben nebst einer Versickerung auch Retentionsmassnahmen (vgl. Kap. 7) oder eine bestmögliche Verringerung des Meteorwasseranfalls anzustreben. Funktionierende Retentionen wirken sich durch die Abflussverzögerung entlastend auf das Kanalisationssystem und die Fliessgewässer aus. Oft kann damit auch gleich eine vorreinigende Wirkung erzielt werden und zudem wird durch die Verdunstung (falls möglich) ein Teil des Wassers wieder dem natürlichen Kreislauf zugeführt.

Es kommen folgende, zum Teil bewilligungspflichtige Massnahmen in Betracht:

- Jegliche weitere Versiegelung des Bodens ist womöglich zu vermeiden.
- Plätze und Parkfelder sind möglichst wasserdurchlässig zu gestalten.
- Dächer sind möglichst zu begrünen und mit Einstaubecken oder -flächen zu versehen.
- Bei Kanalisationsneubauten und -reparaturen sind allenfalls Staukanäle vorzusehen.
- Die Brauchwasserspeicherung (Waschwasser, Löschwasserreserve etc.) soll empfohlen und gefördert werden.
- Bei wenig belasteten Flächen und Plätzen soll die Möglichkeit des temporären Einstaus geschaffen werden.
- Bei ausreichenden Platzverhältnissen sind Retentionsbecken (z.B. Biotope) zu erstellen.

Mit diesen Massnahmen werden auch einige der eigentlichen Ursachen angegangen, welche letztendlich zur heutigen Forderung der Versickerung des Meteorwassers geführt haben.

12.4 ZUSAMMENFASSENDE ÜBERSICHT

Die grundsätzlich günstigen Versickerungsbedingungen in den grossen Talböden auf dem Gemeindegebiet Emmen werden dadurch erschwert, dass die sickerfähige Schotterdecke bei hohen Grundwasserständen vielerorts wassergesättigt ist. Dadurch ergeben sich oft Konflikte mit dem vom Kanton geforderten Mindestabstand von 1 m zwischen Anlagensohle und maximalem Grundwasserstand.

Die nordwestlichen Talflanken liegen meist im Bereich von Moränenablagerungen oder von anstehendem Molassefels. Wegen der generell schlechten Durchlässigkeit dieser Schichten ergeben sich hier Probleme für eine konzentrierte Meteorwasserversickerung.

Versickerungsanlagen des Typs K (Kiespackung) bedürfen deshalb überall einer gründlichen Abklärung der örtlichen Situation. Vielerorts möglich hingegen sind flächenhaft-diffuse Versickerungen (Typ F) und Versickerungsanlagen über die belebte Bodenschicht (Typ H), sowie der jeweiligen Situation angepasste Abwandlungen/Kombinationen dieser Typen. Besondere Priorität ist in dieser Situation Retentionsmassnahmen und der Vermeidung von Meteorwasseranfall beizumessen.

Um den Zielsetzungen des GEP beziehungsweise dem Bundesgesetz über den Schutz der Gewässer vom 24. Januar 1991 (Stand 24. Dezember 1998) Genüge zu tun, empfehlen wir generell folgende flankierende Massnahmen:

- Alle **Baubewilligungsgesuche** sind auf Massnahmen zur Vermeidung der Ableitung von unverschmutztem Meteorwasser im Sinne des Gewässerschutzgesetzes zu überprüfen.
- Die **Versiegelung** des Untergrundes ist auf ein **Minimum** zu beschränken. Wo immer zulässig, ist eine flächig-diffuse Versickerung zu ermöglichen.
- Es müssen **Retentionsmassnahmen** (Dachretention, Staukanal, temporärer Einstau von Parkflächen, vorgeschaltete Biotope o.ä.) zur Drosselung und dosierten Ableitung des Meteorwassers eingesetzt werden. Damit können lokale Hochwasserspitzen bei Einleitung in den Vorfluter oder die Meteorkanalisation gebrochen werden. Auch bei Versickerungsanlagen ist eine genügend grosse Retention in vielen Fällen eine Voraussetzung für deren Funktionstüchtigkeit, insbesondere bei relativ geringen Sickerleistungen des Untergrundes.
- **Sickerleitungen**, welche den Grund- oder Hangwasserspiegel permanent absenken, sind nur in Ausnahmefällen zulässig. Damit wird vermieden, dass dem Untergrund unverschmutztes Wasser entnommen wird, das anschliessend rückversickert oder abgeleitet werden muss.

13. VERSICKERUNGSKARTE

Die beiliegende Versickerungskarte 1 : 5'000 gibt einen generellen Überblick über die Durchlässigkeit des Untergrundes und die daraus resultierenden Versickerungsmöglichkeiten auf dem Gebiet der Gemeinde Emmen; sie stellt damit eine wichtige Entscheidungsgrundlage für die Planung im Rahmen des GEP und die Bewilligungspraxis von Bauten dar. Sie widerspiegelt gewisse Grundzüge, Strukturen und charakteristische Eigenschaften des Untergrundes, welche aber nur den Aspekt Versickerung berücksichtigen. Weitere geologische und geotechnische Charakteristika werden bewusst "unterschlagen"; sie würden den Umfang dieses Berichtes sprengen.

Abschliessend ist festzuhalten, dass diese Karte nur orientierenden Charakter hat. Für die Dimensionierung von Versickerungsanlagen und den Nachweis der Realisierbarkeit müssen die notwendigen Grundlagen wie spezifische Sickerleistung, örtlicher Grundwasserspiegel etc. mit Hilfe eines Sicker Versuches ermittelt werden. Die Karte gibt lediglich an, wo solche Abklärungen zweckmässig und erfolgversprechend sind.

BK Grundbauberatung AG

D. Bieri

R. Affentranger

Die Sachbearbeiter:

D. Bieri, dipl. phil II, Geologe

M. Manser, dipl. natw. ETH, Geologe

R. Affentranger, dipl. Ing. HTL, Geotechnik-Ingenieur

Buchrain, im August 1999 Bi/al/im

ANHANG

Verwendete Gutachten und Berichte

VERWENDETE GUTACHTEN UND BERICHTE (chronologisch)

- Gutachten in Sachen Flugzeughallen 1, 3 und 4 in Emmen, Bericht 51, Dr. L. Bendel, Luzern, 1941
- Baugrunduntersuchungen auf der Parz. 217, Viscose SA, Emmenbrücke, Bericht 94, Dr. L. Bendel, Luzern, 1947
- Gutachten betreffend Bodenbeschaffenheit für den projektierten Schulhaus- und Turnhallenbau in der Gemeinde Emmen, Berichte 130 und 131, Dr. L. Bendel, Luzern, 1947
- Grundwasseruntersuchungen in Emmen, Bericht 307, Dr. L. Bendel, Luzern, 1947
- Sondierbohrung im Reusszopf, Wasserversorgung Littau, Bericht 485, Ingenieurbüro M. Wegenstein, Zürich, 1947
- Zusammenfassung der bisherigen Grundwasseruntersuchungen in Emmen, Bericht 484, Dr. L. Bendel, Luzern, 1949
- Gutachten betreffend neue Grundwasserfassung im Emmenfeld, Bericht 483, Dr. L. Bendel, Luzern, 1951
- Gutachten betreffend Baugrundverhältnisse für die Neubauten der Firma Krauer, Emmenbrücke, Bericht 306, Dr. L. Bendel, Luzern, 1952
- Versickerung von gebrauchtem Wasser im Areal der Viscose, Bericht 487, Dr. L. Bendel, Luzern, 1953
- Gutachten betreffend Baugrunduntersuch in der Emmenweid, Bericht 523, Dr. L. Bendel, Luzern, 1955
- Bericht betreffend Baugrunduntersuch in der Emmenweid, Bericht 451, Dr. L. Bendel, Luzern, 1956
- Gutachten betreffend Baugrunduntersuch für das projektierte Schulhaus Ryffig, Gerliswil, Bericht 467, Dr. L. Bendel, Luzern, 1957

- Aktennotizen betreffend Emmenhalle, von Moos'sche Eisenwerke, Bericht 628, Dr. L. Bendel, Luzern, 1958
- Gutachten betreffend Baugrunduntersuch für die projektierte Verlängerung der Kranbahn, Emmenweid, Bericht 581, Dr. L. Bendel, Luzern, 1959
- Bericht betreffend Wasserbeschaffung Bleicherbrunnen, Viscose SA, Emmenbrücke, Bericht 303, Dr. L. Bendel, Luzern 1961
- Bericht betreffend Baugrunduntersuch bei der Drahtzug-Spedition der von Moos'schen Eisenwerke, Emmenbrücke, Bericht 728, Dr. L. Bendel, Luzern, 1961
- Bericht betreffend Baugrunduntersuch im Haslifeld, Emmen, Bericht 746, Dr. L. Bendel, Luzern, 1961
- Expertise über den Standort der Kläranlage, Abwasserreinigung Luzern und Umgebung, 66-07 Prof. A. Hörler, Dr. H. Jäckli, Dr. K. Wuhrmann, Zürich, 1966
- Geotechnische Untersuchung für das Detailprojekt Schweizerische Nationalstrasse N2, Teilstrecke Emmen-Luzern, Bericht 1600/18, Geotechnisches Büro Dr. A. von Moos, Zürich, 1967
- Baugrunduntersuchung Siedlung Benziwil im Heubächlital, 68-55 Dr. H. Bendel GmbH, Luzern, 1968
- Baugrunduntersuchungen Abwasserreinigungsanlage Buholz, Gebr. Mengis AG, Luzern, 1969
- Generelle geologische und geotechnische Untersuchung Sanierung Seetalbahn, Abschnitt Adligen - Waldibrücke - Eschenbach, Bericht Nr. 2418 Geotechnisches Büro Dr. A. von Moos, Zürich, 1971
- Bericht betreffend Baugrunduntersuchungen für die Verbindungsstrasse Benziwil, 72-28, Dr. H. Bendel GmbH, Luzern, 1972

- Bericht betreffend Baugrunduntersuchung für die Kanalisation Schooswaldstrasse, Emmenbrücke, 72-84,
Dr. H. Bendel GmbH, Luzern, 1972
- Bericht betreffend Grundwasserzoneneinteilung Überbauung Benziwil, 73-68,
Dr. H. Bendel GmbH, Luzern, 1973
- Bericht betreffend Erschliessungsstrasse Benziwil, 73-104,
Dr. H. Bendel GmbH, Luzern, 1974
- Baugrunduntersuchungen Hallenneubau Tarag AG, Emmen, 74-59,
Dr. H. Bendel GmbH, Luzern, 1974
- Bericht betreffend Baugrunduntersuchung für das Sporthaus Viscose, 77-58,
Dr. H. Bendel GmbH, Luzern, 1974
- Bericht betreffend Baugrunduntersuchung für das neue Bürogebäude der Josef Meyer AG in Emmen, 89-222/73-157
Dr. H. Bendel GmbH, Luzern, 1974
- Bericht betreffend hydrogeologische Untersuchungen Sanierung Meteorwasser Feldmatt, Emmen, 76-29,
Dr. H. Bendel GmbH, Luzern, 1976
- Hydrogeologische Untersuchungen für die Ausscheidung von Grundwasserschutzarealen im Luzernischen Reusstal, 78-70,
Dr. H. Jäckli, Zürich, 1977
- Hydrogeologisches Gutachten zur Ausscheidung von Gewässerschutzzonen für die Grundwasserfassungen der Viscosuisse AG, 78-170,
Dr. H. Bendel GmbH, Luzern, 1979
- Bericht betreffend Baugrunduntersuchung für den Neubau Gerliswilstrasse 35, Emmenbrücke, 79-63,
Dr. H. Bendel GmbH, Luzern, 1979
- Bericht betreffend Baugrunduntersuchung für die zentrale Tankanlage Emmen, EMD-Betriebe, 79-85,
Dr. H. Bendel GmbH, Luzern, 1981

- Bericht betreffend Baugrunduntersuchung für den Neubau Glüherei, Emmenweid, 80-241,
Dr. H. Bendel GmbH, Luzern, 1981
- Hydrogeologisches Gutachten zur Ausscheidung von Schutzzonen um die Grundwasserfassung Schwanderhof, 80-41,
Dr. H. Bendel GmbH, Luzern, 1981
- Geotechnisches Gutachten Rapiert Ausbildungsbauten, Emmen, 81-542,
Grundbauberatung Dr. Bendel AG, Luzern, 1981
- Bericht betreffend Baugrunduntersuchung für das Kühlerpodest 82 in der Emmenweid, 81-560,
Grundbauberatung Dr. Bendel AG, Luzern, 1981
- Geotechnisches Gutachten betreffend Ariane-Halle der Eidg. Flugzeugwerke Emmen, 81-539
Grundbauberatung Dr. Bendel AG, Luzern, 1981
- Hydrogeologisches Gutachten zur Ausscheidung von Schutzzonen um die Grundwasserfassungen der Viscosuisse SA in Emmenbrücke, 81-551,
Grundbauberatung Dr. Bendel AG, Luzern, 1982
- Geotechnisches Gutachten betreffend Neubau Drahtzentrale Emmen/Than, 82-522,
Grundbauberatung Dr. Bendel AG, Luzern, 1982
- Geotechnischer Bericht betreffend Aushub- und Bauschuttdeponie im Schluchenmoos, Emmen, 82-539,
Grundbauberatung Dr. Bendel AG, Luzern, 1982
- Baugrunduntersuchungen Liegenschaft Schachenweg 10, Emmenbrücke, 83-511,
Grundbauberatung Dr. Bendel AG, Luzern, 1983
- Geotechnisches Gutachten betreffend Baumarkt- und Hobbycenter in Emmen, 86-86,
Grundbauberatung Dr. Bendel AG, Luzern, 1983
- Geotechnisches Gutachten betreffend Sanierung Seetalbahn, Linienverlegung Abschnitt Adligen - Neuhüsern, 87-19,
Grundbauberatung Dr. Bendel AG, Luzern, 1984

- Geotechnisches Gutachten betreffend Wohnüberbauung Heubächli, Emmenbrücke, 84-521,
Grundbauberatung Dr. Bendel AG, Luzern, 1984
- Baugrunduntersuchung Schweizerische Nationalstrasse N2, Abschnitt Emmen-Luzern, Lärmschutzdämme Gersag-Reuss, Bericht Nr. 4062,
Dr. von Moos AG, Zürich, 1984
- Geotechnisches Gutachten betreffend Pachtgut Mittler Hüslén, Emmen, 84-561,
Grundbauberatung Dr. Bendel AG, Luzern, 1985
- Baugrunduntersuchungen Überbauung Untere Wiese, Emmenbrücke, 85-04,
Grundbauberatung Dr. Bendel AG, Luzern, 1985
- Geotechnisches Gutachten betreffend Sanierung Seetalbahn, Hüslén-Tunnel, 87-19,
Grundbauberatung Dr. Bendel AG, Luzern, 1987
- Geotechnisches Gutachten betreffend Erweiterung Halle 4 Ariane, Eidg. Flugzeugwerke, Emmen, 88-40,
Grundbauberatung Dr. Bendel AG, Luzern, 1988
- Geotechnischer Ergänzungsbericht betreffend Flugversuchsgebäude Emmen VP 4, 89-250,
BK Grundbauberatung AG, Buchrain, 1989
- Geotechnisches Gutachten betreffend Wohnüberbauung Benziwil, Viscose-Stiftung, Emmenbrücke, 90-226
BK Grundbauberatung AG, Buchrain, 1990
- Geotechnisches Gutachten Neubau Feuerwehrgebäude und Kesselhaus Flugzeugwerke Emmen, 91-227,
BK Grundbauberatung AG, Buchrain, 1991
- Geotechnisches Gutachten Neubau Heizzentrale, Flugzeugwerke Emmen, 90-322,
BK Grundbauberatung AG, Buchrain, 1991
- Geotechnisches Gutachten, Wohnüberbauung Wehri, Emmen, 91-205,
BK Grundbauberatung AG, Buchrain, 1991

- Geotechnisches Gutachten betreffend Sondierungen für die Schlammverbrennungsanlage ARA Buholz,
R. Mengis + H.G. Lorenz AG, Luzern, 1991
- Geotechnisches Gutachten Gewerbegebäude Arealstrasse, Wandeler Metallbau, Emmenbrücke, 92-225,
BK Grundbauberatung AG, Buchrain, 1992
- Geotechnisches Gutachten Überbauung Sonnenplatz, Emmenbrücke, 92-2392, 97-244
R. Mengis + H.G. Lorenz AG, Luzern, 1992
- Geotechnischer Bericht Korrektur Rüeggisingerstrasse Los 3, Hangrutsch "Gambon", Emmen, 94-229,
BK Grundbauberatung AG, Buchrain, 1994
- Geotechnische Stellungnahme Schulzentrum Erlen, Emmen, 94-237
BK Grundbauberatung AG, Buchrain, 1994
- Baugrundsondierungen Sanierung Seetalbahn, Bereich A Adligen - Mittler Hüslén, 89-206/95
BK Grundbauberatung AG, Buchrain, 1996
- Grundwasservorkommen im Reusstal und Rontal, Schlussbericht der Untersuchungsperiode 1989 - 1997
Amt für Umweltschutz, Luzern, 1997
- Hydrogeologischer Bericht zur Ausscheidung der Schutzzone für das Grundwasserpumpwerk Schiltwald,
Dr. Peter Angehrn AG, Weggis, 1997
- Geotechnisches Gutachten FLZ-Einstell- und Bereitstellungshalle Flugplatz Emmen, 97-219,
BK Grundbauberatung AG, Buchrain, 1997
- Geologische Aufnahmen EFH Meschenmoser, Erlenmatte, Emmenbrücke, 97-223,
BK Grundbauberatung AG, Buchrain, 1997
- Aktennotiz Neubau EFH Hermann Rast, Weiherstrasse, Emmenbrücke, 97-233,
BK Grundbauberatung AG, Buchrain, 1997

- Geotechnischer Ergänzungsbericht Neubau Einstell- und Bereitstellungshalle Flugplatz Emmen, 97-219,
BK Grundbauberatung AG, Buchrain, 1998
- Hydrogeologisches Gutachten Versickerungsanlage Hallenbad "Mooshüsli", Emmen, 98-235,
BK Grundbauberatung AG, Buchrain, 1998
- Versickerung von Meteorwasser, Wohnhaus mit Restaurant, Mooshüslistr. 28, Emmen, Mengis + Lorenz AG, Luzern, 1998
- Geotechnisch-hydrogeologischer Grundlagenbericht ARA 2010 Region Luzern, 98-234, BK Grundbauberatung AG, 1999