

STUDIE

Regenwasserbewirtschaftungsbecken als Teil des nachhaltigen Regenwassermanagements in Wien

**mit Schwerpunkt
Umgang mit aus dem Winterdienst
belasteten Niederschlagswässern**

und

**Verdunstung als Bestandteil des
nachhaltigen Regenwassermanagements**

Verfasser:

DI Wolfgang Stundner

Zivilingenieur für Kulturtechnik und Wasserwirtschaft
Steinklammergasse 21, 1130 Wien

Wien, Dezember 2014

IM AUFTRAG

MA 22 - Umweltschutz
Dresdner Straße 45, 1200 Wien

INHALTSVERZEICHNIS

1	GRUNDLAGEN DER STUDIE	7
2	PROBLEMSTELLUNG UND ZIELSETZUNG	8
3	PARAMETER UND PRÄMISSEN.....	10
3.1	Niederschlagsdaten	10
3.2	Qualität Straßenwässer	10
3.3	Reinigung von Straßenwasser.....	13
3.3.1	Beispiele Bodenfiltermulden.....	16
3.3.2	Beispiele Bodenfilterbecken.....	20
3.4	Versickerung chloridhaltiger Straßenwässer	21
3.5	Einleitung chloridhaltiger Straßenwässer in Oberflächengewässer	25
3.6	Verdunstung.....	27
3.6.1	Verdunstung freier Wasserflächen (potentielle Verdunstung)	28
3.6.2	Verdunstung von Vegetation (reale Verdunstung)	32
3.6.3	Fallbeispiel Verdunstungsbeete Dresden.....	33
3.7	Bemessungsgrundlagen	35
4	LÖSUNGSANSÄTZE	36
4.1	Gemeinsame Behandlung von Sommer- und Winterwässern	37
4.1.1	Variante 1 Konventionelle Ableitung in Kanal (Ist-Zustand – Nullvariante)	37
4.1.2	Variante 2 Reinigung der Straßenwässer mittels Bodenfiltermulde	38
4.1.3	Variante 3 Reinigung der Straßenwässer mittels Bodenfilterbecken.....	39
4.2	Trennung von Sommer- und Winterwässern.....	40
4.2.1	Trennung mittels Schacht und Schieber.....	40
4.2.2	Trennung mittels Schwelle (oberflächennah oder im Schacht)	42
4.3	Getrennte Behandlung von Sommer- und Winterwässern	48
4.3.1	Variante 4 Versickerung Sommerwässer über Bodenfiltermulde	48
4.3.2	Variante 5 Versickerung Sommerwässer in Bodenfilterbecken.....	49
4.3.3	Variante 6 Evapotranspiration	50
4.3.4	Variante 7 Vollständige Verdunstung der Winterwässer	51
4.3.5	Variante 8 Winterwässer in Landschaftsteich mit Ganzjahresdrossel	52
4.3.6	Variante 9 Winterwässer in Landschaftsteich mit Sommerdrossel.....	53
4.4	Grobkostenschätzung zu den Varianten 4 und 6	54
4.4.1	Versickerung Sommerwässer über Bodenfiltermulde (Variante 4).....	54
4.4.2	Landschaftsteich (Variante 6).....	55
4.5	Fallbeispiele Retention und Versickerung Sommerstraßenwässer	56
4.5.1	Kopenhagen.....	60
4.5.2	Rotterdam	61
4.5.3	New York City	61
5	SCHLUSSFOLGERUNG, ERGEBNISSE UND EMPFEHLUNGEN.....	66
5.1	Allgemeine Schlussfolgerungen	66
5.2	Ergebnisse	66

5.3	Kurzfristige Empfehlungen.....	68
5.4	Langfristige Empfehlungen	68
6	QUELLENVERZEICHNIS	69

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1:	Schematische Darstellung einer Bodenfiltermulde [Quelle: Leitfaden zum Umgang mit Regenwasser in Siedlungsgebieten, Luxemburg, Kurzversion 2013, S. 6]	14
Abbildung 2:	Schemadarstellung Regelbauweise einer Bodenfiltermulde zwischen Parkstreifen [Quelle: Amt d. Vorarlberger LR, 2007, S. 20]	16
Abbildung 3:	Bodenfiltermulde zur offenen Retention und Versickerung PRE-Park, Kaiserslautern [Quelle: Leitfaden zum Umgang mit Regenwasser in Siedlungsgebieten Luxemburgs, Kurzversion 2013, S. 6]	17
Abbildung 4:	Schematische Darstellung einer Bodenfiltermulde zur Reinigung und Versickerung von Straßenwasser in New York [Quelle: NYC 2011, S. 27]	17
Abbildung 5:	Muldenrigolenversickerung [Quelle: Amt d. Vorarlberger LR, 2007, S. 17]	18
Abbildung 6:	Schematischer Aufbau einer Bodenfiltermulde zur Reinigung und Versickerung von Straßenwasser in New York [Quelle: grow NYC, o.J., S. 5]	19
Abbildung 7:	Röhricht bewachsene Versickerungsmulde [Quelle: Amt d. NÖ LR, 2010, S. 28]	20
Abbildung 8:	Versickerungsbecken [Quelle: Amt d. Vorarlberger LR, 2007, S. 18]	20
Abbildung 9:	Ausführungsbeispiel Versickerungsbecken zur Parkplatzentwässerung [Quelle: Amt d. Vorarlberger LR, 2007, S. 18]	20
Abbildung 10:	Chloridmengen im Grundwasser - Messstellen in Wien Liesing (2005-2013) [Quelle: eigene Erstellung, Datenquelle: Wasserinformationssystem Austria]	21
Abbildung 11:	typischer Aufschluss des Untersuchungsgebietes Liesing [Quelle: MA29-Baugrundkataster]	22
Abbildung 12:	Chloridmengen im Grundwasser - Messstellen in Wien Kagran (1998-2013) [Quelle: eigene Erstellung, Datenquelle: Wasserinformationssystem Austria]	23
Abbildung 13:	Grundwassergleichenplan HGW – Bereich Kagran [Quelle: Schnellstraße S1 – Einreichprojekt 2009]	24
Abbildung 14:	typischer Aufschluss des Untersuchungsgebietes Kagran [Quelle: MA29-Baugrundkataster]	25
Abbildung 15:	Chloridmengen in der Donau vor und nach Wien (2003-2014) [Quelle: eigene Erstellung, Datenquelle: Wasserinformationssystem Austria]	26
Abbildung 16:	Chloridmengen in der Donau vor und nach Wien -sortiert (2003-2014) [Quelle: eigene Erstellung, Datenquelle: Wasserinformationssystem Austria]	26
Abbildung 17:	Vergleich der potentiellen Verdunstung mehrerer Stationen (2004-2011) [Quelle: eigene Erstellung, Datenquelle: hydrografische Jahrbücher 2004 bis 2011]	29
Abbildung 18:	Vergleich potentielle Verdunstung und dem Niederschlag – Hohe Warte (2004-2011) [Quelle: eigene Erstellung, Datenquelle: hydrografische Jahrbücher 2004 bis 2011]	29
Abbildung 19:	Vergleich potentielle Verdunstung und dem Niederschlag – Neueßling (2004-2011) [Quelle: eigene Erstellung, Datenquelle: hydrografische Jahrbücher 2004 bis 2011]	30
Abbildung 20:	Vergleich potentielle Verdunstung und dem Niederschlag – Mauerbach (2004-2011) [Quelle: eigene Erstellung, Datenquelle: hydrografische Jahrbücher 2004 bis 2011]	30
Abbildung 21:	Vergleich potentielle Verdunstung und dem Niederschlag – Kagran (2004-2011) [Quelle: eigene Erstellung, Datenquelle: hydrografische Jahrbücher 2004 bis 2011]	31
Abbildung 22:	Vergleich potentielle Verdunstung und dem Niederschlag – Moosbrunn (2004-2011) [Quelle: eigene Erstellung, Datenquelle: hydrografische Jahrbücher 2004 bis 2011]	31
Abbildung 23:	reale Evapotranspiration (ETa) in mm/m ² des Weidenstrauch- und Gräser- Kräuter- Lysimeters sowie die reale Evaporation (Ea) des Lysimeters ohne Bewuchs - gesamter Untersuchungszeitraum (Deutsch- Wagram, März - Oktober 2010) [Quelle: Lukas, 2012, S. 90]	33
Abbildung 24:	Verdunstungsbeete auf Zisterne [Quelle: HTW Wissend 2012, S. 6]	34
Abbildung 25:	Verdunstungsleistung verschiedener Sumpfpflanzen in den Verdunstungsbeeten 2011 [Quelle: HTW Wissend 2012, S. 6]	34
Abbildung 26:	Systemzeichnung Variante 1	37
Abbildung 27:	Systemzeichnung Variante 2	38
Abbildung 28:	Systemzeichnung Variante 3	39

Abbildung 29:	Systemzeichnung Doppelstockmulde – oben: Bereich zwischen den Schächten (straßenbegleitend), unten: Schachtbereich (in regelmäßigen Abständen)	42
Abbildung 30:	Stundensummen für die Station Wien Kagran 2011- 2014 (Winterereignisse mit gelber Hinterlegung) [Quelle: eigene Erstellung, Datenquelle: MA45]	44
Abbildung 31:	Lufttemperatur und Niederschlag 01.-28.02.2013 [Quelle: ZAMG]	45
Abbildung 32:	Systemzeichnung Trennung durch Schwelle (Schnitt und Grundriss)	47
Abbildung 33:	Systemzeichnung Variante 4	48
Abbildung 34:	Systemzeichnung Variante 5	49
Abbildung 35:	Systemzeichnung Variante 6	50
Abbildung 36:	Systemzeichnung Variante 7	51
Abbildung 37:	Systemzeichnung Variante 8	53
Abbildung 38:	Systemzeichnung Variante 9	53
Abbildung 39:	Multifunktionales Retentionsbecken [Quelle: Bayerisches Landesamt f. Wasserwirtschaft, 2005,S. 15]	56
Abbildung 40:	Bodenfiltermulde mit Retentionsfunktion [Quelle: Bayerisches Landesamt f. Wasserwirtschaft, 2005,S. 23]	57
Abbildung 41:	Allee mit Bodenfiltermulde und Retentionskaskade [Quelle: Bayerisches Landesamt f. Wasserwirtschaft, 2005,S. 23]	57
Abbildung 42:	Naturnahe Versickerungsanlage [Quelle: Bayerisches Landesamt f. Wasserwirtschaft, 2005,S. 11]	58
Abbildung 43:	Retentions- und Versickerungsbecken im Kreisverkehr [Quelle: BUWAL 2000,S. 50]	58
Abbildung 44:	Bodenfiltermulde mit Einlaufgitter und Gehölzen [Quelle: eigene Erstellung]	59
Abbildung 45:	Masterplan Regenwassermanagement Kopenhagen [Quelle: Garten+Landschaft, November, 2014,S. 21]	60
Abbildung 46:	Benthemplein water square [Quelle: City of Rotterdam, 2013,S. 45]	61
Abbildung 47:	Bau einer Versickerungsmulde für Straßenwasser in Brooklyn [Quelle: NYC 2011, S. 10]	62
Abbildung 48:	Versickerungsmulde für Straßenwasser in New York City [Quelle: NYC 2011,S. 25]	63
Abbildung 49:	Retentionsteich mit anschließender Versickerungsmulde zur Entwässerung eines Busparkplatzes in Brooklyn [Quelle: NYC 2011,S. 31]	63
Abbildung 50:	Gestaltungsbeispiel Straßenwasser [Quelle: grow NYC, Präsentation,S. 22]	64
Abbildung 51:	Anlage eines Regengartens gespeist mit Straßenwasser [Quelle: grow NYC o.J. ,S. 4]	65

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1:	Niederschlagssummen (Sommerniederschlag vom 01.04 bis 31.10 und Winterniederschlag vom 01.11 bis 31.03) ausgewählter Niederschlagsmessstationen – gemittelte Werte der Jahresreihen von 2004 bis 2011	10
Tabelle 2:	Auswertung der Salzstreuemengen als Chlorid innerhalb der Streuperioden 2007-2008, 2008-2009, 2009-2010 und 2010/2011 [Quelle: BMVIT – Leitfaden Versickerung chloridbelasteter Straßenwässer, S. 17]	12
Tabelle 3:	Bemessungsregen Gitterpunkt 2765 – Kagran [Quelle: „ehyd.gv.at“ des Lebensministeriums]	35
Tabelle 4:	Flächenbedarf der Variante 1 und Variante 2	38
Tabelle 5:	Flächenbedarf der Variante 1 und Variante 3	39
Tabelle 6:	Flächenbedarf der Variante 1 und Variante 4	48
Tabelle 7:	Flächenbedarf der Variante 1 und Variante 5	49
Tabelle 8:	Flächenbedarf der Variante 1 und Variante 6	50
Tabelle 9:	Flächenbedarf der Variante 1 und Variante 7	51
Tabelle 10:	Flächenbedarf der Variante 1 und Variante 8	52
Tabelle 11:	Flächenbedarf der Variante 1 und Variante 9	53
Tabelle 12:	Kostenschätzung Variante 4	54
Tabelle 13:	Kostenschätzung Variante 6	55

Einleitung

In der Stadt Wien werden seit längerem nachhaltige Varianten zum Umgang mit Regenwasser diskutiert.

In den Diskussionen mit den verschiedenen Fachverwaltungen hat sich vor allem das Thema „Salz im Winterdienst“ als offene Fragestellung herausgestellt. Aus diesem Anlass sollen neue Lösungsansätze in einer Studie aufzeigen, welche Möglichkeiten für nachhaltiges Regenwassermanagement unter Beibehaltung der derzeitigen Winterdienstpraxis bestehen. Ebenso soll die Verdunstung als Bestandteil des nachhaltigen Regenwassermanagement betrachtet werden. Diese Betrachtung erfolgt auch im Hinblick einer gegebenenfalls erforderlichen Anpassung an die Auswirkungen des Klimawandels.

Die Stadt Wien sieht in Erfüllung der Wasserrahmenrichtlinie der EU, sowie der in Österreich gültigen Qualitätszielverordnungen ein „Nachhaltiges Regenwassermanagement“ zum Schutz der durch belastete Niederschlagswässer beeinträchtigen Vorfluter wie Grundwasser oder Oberflächengewässer vor. Mit der gegenständlichen Studie sollen auf Grundlage der bisherigen, durch die Stadt Wien angestellten Überlegungen mögliche Varianten zum Umgang (Rückhalt, Reinigung, Verdunstung, Ableitung, Versickerung) mit durch den Winterdienst chloridbelastetem Regenwasser erarbeitet werden.

Zur Behandlung und gegebenenfalls Retention der abzuleitenden Niederschlagswässer sollen auch technische Lösungen angedacht werden.

1 Grundlagen der Studie

Als wesentliche fachliche Grundlagen der gegenständlichen Studie sind die nachfolgenden im Auftrage der MA 22 und der MD-BD, Gruppe Tiefbau erstellten Unterlagen anzuführen, die sich bereits in umfangreicher Art und Weise mit dem Thema Regenwassermanagement (RWM) in Wien befassen.

Im Jahr 2010 wurde im Auftrag der MA 22 Umweltschutz von DI Grimm die Studie „Integratives Regenwassermanagement“ erarbeitet.

Die Studie fasst nationale und internationale Rahmenbedingungen zusammen, beschreibt kommunalpolitische Zielvorgaben, kommunale Programme, erörtert die fachlichen Grundlagen des Regenwassermanagements und geht auf die Gegebenheiten in Wien ein.

Im Rahmen der Veranstaltungsreihe „Ökologie in Bau und Planung“ fand im Mai 2012 die Tagung der Wiener Umweltschutzabteilung (MA 22) zum Thema „Ökologischer Umgang mit Regenwasser in der Stadt“ für Architektinnen und Architekten, Bautechnikerinnen und Bautechniker sowie Expertinnen und Experten aus betroffenen Fachabteilungen der Verwaltung statt. Die Vortragsunterlagen der Fachtagung und die Studie „Integratives Regenwassermanagement“ von DI Grimm sind im Internet verfügbar (www.wien.gv.at/umweltschutz/raum/regenwassermanagement.html).

Im Auftrag der MD-BD, Gruppe Tiefbau wurde im Juni 2014 die Studie „Straßenentwässerung und Regenwassermanagement der Stadt Wien“ von DI Pfannhauser (Ingenieurbüro Neukirchen ZT-GmbH) vorgelegt. Ziel jener Studie ist die Schaffung von

Grundlagen zur Erstellung eines verbindlichen Leitfadens für Wien zum Thema Straßenentwässerung und Regenwassermanagement. Die Studie führt bereits vorhandene Grundlagen zusammen, beschreibt die Grundlagen der Straßenentwässerung und der Verfahrenswahl und zeigt technische Lösungen auf, die dem Stand der Technik entsprechen.

2 Problemstellung und Zielsetzung

Ziel eines nachhaltigen, urbanen Regenwassermanagements ist es einen möglichst naturnahen Wasserkreislauf unter Wahrung von wirtschaftlichen und sicherheitstechnischen Aspekten zu ermöglichen. Die konventionelle „Entsorgung“ von Regenwasser als Abwasser im Mischwasserkanal entspricht nicht mehr den Ansprüchen an ein integratives, nachhaltiges Regenwassermanagement.

Die Stadt Wien entwickelt ein nachhaltiges Regenwassermanagement, das auch im Rahmen zukünftiger Stadterweiterungsprojekte und in der Bestandertüchtigung als abteilungsübergreifender Prozess in der Stadt Wien eine Rolle spielen wird. In Zukunft soll durch die Ausnutzung von stadtplanerischen, ökonomischen und ökologischen Synergieeffekten eines effektiven Regenwassermanagements ein Beitrag zu einer lebenswerteren Stadt erreicht werden.

Zum nachhaltigen Umgang mit Niederschlagswasser von Dachflächen und unversiegelten Freiflächen im privaten, halböffentlichen und öffentlichen Raum liegen bereits unterschiedliche Untersuchungen, Studien und Richtlinien und Leitfäden (siehe u.a. Kap. 2) vor. Regenwässer von Dachflächen und Grünflächen können auch im städtischen Umfeld als relativ unbelastet angesehen werden und zur Bewässerung verwendet, verdunstet oder über Humuskörper versickert werden.

Die gegenständliche Studie widmet sich dem nachhaltigen Umgang mit Straßenwässern, die als belastete Wässer angesehen werden müssen, sowie der Möglichkeit, die Verdunstung von Niederschlagswässern zu aktivieren.

Vor allem die aufgrund der Salzstreuung in der Winterperiode belasteten Straßenwässer stellen eine Herausforderung für Fachkreise dar. Manche Maßnahmen eines nachhaltigen Regenwassermanagements wie die Ableitung von Regenwasser über Versickerungsmulden, Grünstreifen etc. werden dadurch erschwert. Aufgabe dieser Studie war es, alternative Möglichkeiten aufzuzeigen und Lösungsvorschläge für nachhaltiges Regenwassermanagement zu entwickeln.

Der Wasserrechtliche Konsens der Hauptkläranlage Wien beinhaltet die Einleitung von Straßenwässern. Dies schließt auch die chloridbelasteten Winterwässer ein. Im Sinne eines nachhaltigen Regenwassermanagements ist eine Minderung der Einleitungsspitzen durch Starkregenereignisse, eine Schadstofffilterung am Entstehungsort und gegebenenfalls die Rückhaltung und Verdünnung von chloridbelasteten Wässern anzustreben.

Im nachfolgenden Kapitel werden die für die Lösungsansätze im Raum Wien in der gegenständlichen Studie herangezogenen Parameter und Prämissen angeführt und begründet. In Kapitel 5 werden unterschiedliche Lösungsansätze wie Verdunstung, Verdunstung in Kombination mit Versickerung, Verdunstung in Kombination mit Einleitung in Vorfluter (Gerinne oder Kanal) und Retention mit gedrosselter Ableitung behandelt.

Zwei Varianten werden einer vertiefenden Betrachtung unterzogen. Als räumliches Szenario wurden Stadtentwicklungsgebiete in Kagran und Liesing ausgewählt, aus deren Nahebereich die jeweiligen Kennwerte verwendet wurden.

3 Parameter und Prämissen

3.1 Niederschlagsdaten

Station	Winterniederschlag Nov. bis März [mm]	Sommerniederschlag Apr. bis Okt. [mm]	Verhältnis Winter-NS : Sommer-NS	Jahresniederschlag [mm]
Wien-Kagran	215	434	1:2	649
Wien-Hohe Warte	246	472	1:1.9	718
Wien-Mauerbach	326	592	1:1.8	918
Wien-Neueßling	197	433	1:2.2	630
Moosbrunn	156	444	1:2.8	600

Tabelle 1: Niederschlagssummen (Sommerniederschlag vom 01.04 bis 31.10 und Winterniederschlag vom 01.11 bis 31.03) ausgewählter Niederschlagsmessstationen – gemittelte Werte der Jahresreihen von 2004 bis 2011

[Quelle: eigene Erstellung, Datenquelle: hydrografische Jahrbücher 2004 bis 2011]

Stellvertretend für eine Regenmessstation in Liesing wurde die Messstation in Moosbrunn herangezogen, da sie hydrologisch den Gegebenheiten des Stadtentwicklungsgebietes in Liesing ähnelt.

Im Vergleich der Stationen Kagran und Moosbrunn zeigt sich, dass die Niederschlagswerte in Kagran eine höhere Jahresregensumme aufweisen. Die Dimensionierungen der unten beschriebenen Varianten beziehen sich auf Regendaten aus Kagran, da diese maßgeblich sind.

3.2 Qualität Straßenwässer

Zusammengefasst sind die Stoffe Blei (Pb), Cadmium (Cd), Chlorid (Cl), Chrom (Cr), Kupfer (Cu), Zink (Zn), Ammonium, Benzinzusätze, gelöste organische Kohlenstoffe (DOC), organische Herbizide und polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) als maßgebliche Schadstoffe im Straßenwasser zu finden. (vgl. BUWAL, 2002, S. 21)

Niederschlagswässer auf Verkehrsflächen werden aber nicht nur durch verkehrsbedingte sondern auch durch nicht verkehrsbedingte Schadstoffemission belastet. Ein Teil der Schadstofffrachten wird durch die Verkehrsmenge im betrachteten Straßenquerschnitt beeinflusst, andere Schadstoffe stehen in keinem, oder lediglich geringem Zusammenhang mit der Verkehrsmenge.

Ursachen derartiger Verschmutzungen sind beispielsweise:

Verkehrsbedingte Ursachen:

- Fahrbahnabrieb (Feinstoffe, organische Verbindungen)
- Reifenabrieb (Metalle – Zn, Cd, Pb, Kautschuk, Ruß)
- Abrieb von Bremsbelägen (Metalle (Cu), Feinstoffe)
- Tropfverluste (Schmierstoffe, Trübstoffe (org. Verb. (Kohlenwasserstoffe), Metalle (Pb, Zn, Ni)))
- Kraftstoffverbrennung (Verbrennungsrückstände – Kohlenwasserstoffe (Mineralöle), Metalle (Pb, Zn, Ni), Feinstoffe (Ruß))
- Korrosion, Verschleiß (Al, Cu, Fe, Co, Mn)
- Winterdienst (Streusalz, Splitt)

Nicht verkehrsbedingte Ursachen:

- org. Bestandteile und düngende Stoffe aus dem Straßenumfeld
- industrielle Emissionen
- Hausbrand
- Abfallstoffe aus der Sondernutzung von Verkehrsflächen
- Asphaltauswaschungen

Die Schadstoffe gelangen durch das Niederschlagswasser ins Entwässerungssystem der Straße. Um einen effektiven Gewässerschutz zu gewährleisten, ist vor allem zu vermeiden, dass die partikulär gebundenen Schadstoffe in Vorfluter gelangen.

Die Untersuchungen gemäß Gewässerzustandsüberwachungsverordnung zeigen hinsichtlich straßentypischer Schadstoffe an den untersuchten Messstellen keinen erkennbaren Einfluss auf die Grundwasserqualität (vgl. Pfannhauser 2014, S. 16).

Durch den Winterdienst kommt es zu Belastung von Straßenwasser durch Streusalz und Splitt.

„In Österreich kommt vornehmlich Natriumchlorid (NaCl) als Streusalz, Feuchtsalz oder Sole sowie Calciumchlorid (CaCl₂) als Salz, als Sole zur Befeuchtung von NaCl oder direkt als Sole zum Einsatz. Der Chloridanteil im Streumittel beträgt etwa 60 %.

Durch die Beimischung von CaCl₂ zu NaCl haftet das Streusalzgemisch besser auf Schnee und Fahrbahn und wird bei tiefen Temperaturen ab ca. -8 °C die geringe Wirkung von NaCl erhöht. Bei starkem Schneefall wird reines NaCl eingesetzt, da es sehr rasch auf den Schnee einwirkt.“

Einsatztemperaturen (ca.)	°C
Natriumchlorid Trockensalz	bis -12°
Natriumchlorid Sole	bis -15°
CaCl ₂ Sole	bis -18°

(Amt der NÖ LR – Leitfaden Chloridbelastete Straßenwässer, 2011 S. 13)

Im Rahmen der gegenständlichen Studie wird davon ausgegangen, dass in nächster Zukunft in Wien weiterhin hauptsächlich Streusalz im Winterdienst zum Einsatz kommt. Entsprechend den Angaben diverser Straßenerhalter wird von einem Einsatz von etwa 1,5 kg Streusalz pro m² und Jahr, vornehmlich Natriumchlorid (NaCl) ausgegangen. Als Nachweis für diese Annahme dient Tabelle 2 aus der bmvit Studie zur Versickerung von Straßenwässern des hochrangigen Straßennetzes.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Streuperiode p	2007-2008	2008-2009	2009-2010	2010-2011	Min 2007-2011	Max 2007-2011	MW 2007-2011	Max. abz. 10% Sprühverlust	Bemessungswert *)	
ABM/STP										
Frtl. Nr.										
ASG										
1	Imst	0,89	2,14	0,89	0,97	0,89	2,14	1,22	1,92	1,63
2	Vomp	0,98	1,63	1,23	1,25	0,98	1,63	1,27	1,46	1,24
3	Plon	1,77	3,14	1,98	2,46	1,77	3,14	2,34	2,83	2,40
4	St.Jakob	1,52	1,49	1,51	1,55	1,49	1,55	1,52	1,40	1,19
5	Hohenems	0,37	2,10	1,52	1,44	0,37	2,10	1,36	1,89	1,61
Region Nord										
6	Seewalchen	1,15	1,78	1,55	1,52	1,15	1,78	1,50	1,60	1,36
7	Ried i. Innkreis	0,61	1,05	1,68	1,67	0,61	1,68	1,25	1,51	1,29
8	Wels	1,24	1,40	1,68	2,00	1,24	2,00	1,58	1,80	1,53
9	Anselden	0,72	1,13	1,47	1,26	0,72	1,47	1,15	1,33	1,13
10	Ybbs	0,88	1,81	2,15	0,99	0,88	2,15	1,46	1,93	1,64
11	Haag	0,82	1,51	1,35	1,38	0,82	1,51	1,26	1,36	1,15
12	St. Pölten	1,31	2,05	2,16	1,21	1,21	2,16	1,68	1,95	1,66
Region Ost										
13	Schwechat	0,59	0,86	1,19	0,87	0,59	1,19	0,88	1,07	0,91
14	Kaisermühlen	0,77	1,53	1,54	1,22	0,77	1,54	1,26	1,39	1,18
15	Alland	2,33	4,90	3,81	1,96	1,96	4,90	3,25	4,41	3,75
16	Pressbaum	2,48	4,06	3,34	1,64	1,64	4,06	2,88	3,65	3,11
17	Oeynhausen	1,06	1,57	1,43	0,82	0,82	1,57	1,22	1,41	1,20
18	Stockerau	0,64	1,10	1,55	1,65	0,64	1,65	1,24	1,49	1,26
19	Parndorf	0,64	1,12	0,96	0,96	0,64	1,12	0,92	1,01	0,86
20	Inzersdorf	0,39	0,55	1,00	0,68	0,39	1,00	0,66	0,90	0,77
Region Süd Ost										
21	Warth	1,31	2,14	1,66	1,35	1,31	2,14	1,61	1,92	1,63
22	Allhau	0,89	1,70	1,95	1,65	0,89	1,95	1,55	1,76	1,49
23	Eisenstadt	0,49	1,00	0,83	0,77	0,49	1,00	0,77	0,90	0,76
24	Neutal	0,70	1,11	0,78	0,68	0,68	1,11	0,82	1,00	0,85
25	ABM Ilz	0,70	1,20	1,23	0,84	0,70	1,23	0,99	1,11	0,94
26	Graz Raaba	0,41	0,84	1,18	0,94	0,41	1,18	0,84	1,06	0,90
27	Unterswald	2,21	3,37	3,71	1,57	1,57	3,71	2,72	3,34	2,84
28	Lebring	0,26	1,37	1,51	0,77	0,26	1,51	0,98	1,36	1,15
29	Wolfsberg	0,93	2,28	1,78	1,08	0,93	2,28	1,52	2,05	1,74
Region Süd West										
30	St. Michael Lungau	1,43	2,45	0,15	1,44	0,15	2,45	1,37	2,21	1,88
31	Flachau	2,56	3,96	2,71	2,36	2,36	3,96	2,90	3,56	3,03
32	Golling	0,96	1,47	0,72	1,28	0,72	1,47	1,11	1,32	1,12
33	Salzburg-Liefering	0,93	1,50	1,30	1,30	0,93	1,50	1,26	1,35	1,15
34	ABM Klagenfurt	0,41	1,36	1,72	1,14	0,41	1,72	1,16	1,54	1,31
35	ABM Villach	0,81	2,45	2,18	1,58	0,81	2,45	1,76	2,21	1,88
36	STP Lieserhofen	0,55	1,76	1,08	1,07	0,55	1,76	1,11	1,58	1,34
Region Mitte										
37	ABM Ardnig	2,62	3,97	3,05	2,73	2,62	3,97	3,09	3,57	3,04
38	STP Kalwang	1,43	2,42	1,61	1,88	1,43	2,42	1,84	2,18	1,85
39	ABM Guggenbach	1,08	1,94	1,85	1,33	1,08	1,94	1,55	1,74	1,48
40	ABM Bruck/Mur	1,12	2,28	2,06	1,60	1,12	2,28	1,76	2,06	1,75
41	STP Knittelfeld	0,83	1,57	1,11	0,61	0,61	1,57	1,03	1,42	1,20
42	STP Mürzzuschlag	0,97	2,34	1,80	1,48	0,97	2,34	1,65	2,11	1,79

Tabelle 2: Auswertung der Salzstremengen als Chlorid innerhalb der Streuperioden 2007-2008, 2008-2009, 2009-2010 und 2010/2011 [Quelle: BMVIT – Leitfaden Versickerung chloridbelasteter Straßenwässer, S. 17]

Grundlage der vorstehenden Tabelle waren Angaben verschiedener Autobahnmeistereien zum Streubedarf in den vorangegangenen Jahren. Daraus wurden Bemessungswerte ermittelt, die Grundlage für die Beurteilung von Vorhabenswirkungen durch Chlorid bilden.

In der Studie Straßenentwässerung und Regenwassermanagement der Stadt Wien (Pfannhauser, 2014, S. 32) wird zum Winterdienst der Stadt Wien wie folgt ausgeführt:

Im Durchschnitt ist der Winterdienst der Stadt Wien an rund 90 Tagen im Jahr tätig, und bringt dabei pro Streutag im Schnitt ca. 11,4 g Streusalz pro Quadratmeter Straßenquerschnitt auf.

Es wird in dieser Studie somit von einer gerundeten Streumenge von ca. 1 kg Streusalz pro Jahr und m² ausgegangen. Angesichts der oftmals sehr intensiven Bestreuung der an die Fahrbahnen angrenzenden Gehsteige und der Berücksichtigung strengerer Winter mit größerem Streumiteleinsatz wird die in der gegenständlichen Studie getroffene Annahme von 1,5 kg pro Jahr und m² als realistisch erachtet.

Die eingesetzten Streumittel werden größtenteils über die Straßenentwässerung abtransportiert und gelangen verdünnt in den jeweiligen Vorfluter, teilweise gelangen sie über den Straßenrandbereich auf unversiegelte Flächen und versickern. Ein weiterer Teil des Salzes gelangt durch den Straßenverkehr über Spritzwasser in den Straßenrandbereich, wobei innerstädtisch ca. 5 bis 15 % der ausgebrachten Streumenge anzunehmen sind. (vgl. Streusalzmonitoring 2007-2011, Stadt Hamburg, S. 11)

Angesichts der Chloridbelastung der Straßenwässer aus dem Winterdienst ist deren Verwendung zur Bewässerung nicht möglich, weil die Pflanzenverträglichkeit nicht gewährleistet ist. Die Verwendung als Lösch- oder Brauchwasser ist nur bedingt möglich.

Im Hinblick auf Bewässerung und Pflanzenverträglichkeit für bestehende rechtmäßig geübte Nutzwasserbrunnen ist ebenso wie für Trinkwasserbrunnen eine mögliche Beeinträchtigung der Grundwasserentnahme durch den Chlorideintrag aus der Straßenentwässerung zu prüfen. Als Maßstab für die Festlegung eines Richtwertes für die zulässige Beeinflussung einer Nutzwasserentnahme durch Chlorid ist die Chloridverträglichkeit der Kulturpflanzen heranzuziehen. Generell kann gesagt werden, dass die Einhaltung eines Richtwertes von 200 mg/l Chlorid für den Schutz weniger salzempfindlicher landwirtschaftlicher Kulturen ausreichend ist. Bei salzempfindlichen Sonderkulturen wie z.B. Wein- und Obstbau können hingegen an ungünstigen Standorten bereits bei einer Chloridkonzentration von unter 100 - 150 mg/l Schäden an den Kulturpflanzen auftreten. Lt. ÖWAV Arbeitsbehelf 11 (ÖWAV, 2003) ist nur Bewässerungswasser mit einem Chloridgehalt unter 70 mg/l für nahezu alle Pflanzen geeignet. Bei Chloridgehalten zwischen 70 und 140 mg/l ist das Wasser für chloridverträgliche Pflanzen geeignet.

Hinsichtlich der Beeinträchtigung von Wald bzw. Waldböden ist festzustellen, dass durch Chlorideinträge die Produktionskraft des Waldbodens wesentlich geschwächt oder vernichtet werden kann, oder der Bewuchs einer flächenhaften Gefährdung ausgesetzt wird. Unter ungünstigen Bedingungen können bereits bei Chloridkonzentrationen von unter 100 mg/l im pflanzenverfügbaren Grund- oder Bodenwasser Schäden am Bewuchs auftreten.

Die Verwendung von gereinigten Sommerstraßenwässern zur Bewässerung der urbanen Vegetation ist möglich und trägt zu einem natürlicherem Wasserkreislauf und Ausnutzung des Verdunstungspotenzials bei.

3.3 Reinigung von Straßenwasser

Beim Umgang mit Niederschlagswasser sind aus fachlicher Sicht die entsprechenden Gesetze, Regelwerke, Verordnungen, Normen und Richtlinien zu beachten.

Jedenfalls maßgeblich für die Dimensionierung und technische Ausführung von Anlagen zur Reinigung von Straßenwässern sind die RVS 04.04.11 „Gewässerschutz an Straßen“ aus den Richtlinien und Vorschriften für das Straßenwesen der FSV, die ÖNORM B 2506 „Regenwasser-Sickeranlagen für Abläufe von Dachflächen und befes-

tigten Flächen“ und die DWA-A 138 „Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser“.

Die RVS wurde vornehmlich für Straßen mit einem jahresdurchschnittlichen täglichen Verkehr (JDTV) von über 15.000 Kfz/24h erstellt und ist für Autobahnen und Schnellstraßen in Österreich verbindlich anzuwenden. Laut RVS können einzelne Bestimmungen sinngemäß auch für Straßen mit JDTV bis 15.000 Kfz/24h angewendet werden.

Anwendungsbereich der ÖNORM B 2506 sind Dachflächen, befestigte Bodenflächen und Verkehrsflächen bis zu einer Verkehrsbelastung von 5000 DTV.

Geltungsbereich der DWA-A 138 sind Niederschlagsabflüsse, die auf durchlässig und undurchlässig befestigten Flächen anfallen. Dies betrifft somit auch Siedlungsflächen und Flächen des ruhenden und fahrenden Verkehrs.

Stand der Technik nach den genannten Richtlinien ist die Reinigung von Straßenwässern über einen natürlichen Bodenfilter. Dieser kann als breitflächige Böschung, als Bodenfiltermulde oder als Bodenfilterbecken ausgebildet sein.

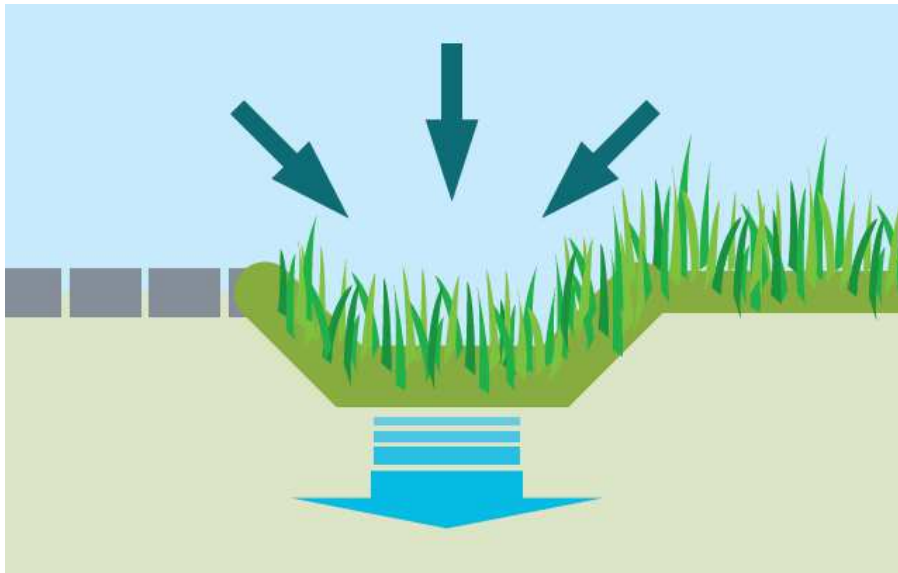


Abbildung 1: Schematische Darstellung einer Bodenfiltermulde [Quelle: Leitfaden zum Umgang mit Regenwasser in Siedlungsgebieten, Luxemburg, Kurzversion 2013, S. 6]

Abbildung 1 zeigt schematisch den Ablauf bei der Reinigung von Straßenwässern über einen natürlichen Bodenfilter. Das Straßenwasser fließt in die Bodenfiltermulde, die nicht länger als 24 Stunden eingestaut werden soll, um ein Verschlämmen der Humusschicht und damit eine Minderung der Filterwirkung dieser Schicht zu verhindern. Die Reinigungswirkung erfolgt beim Durchtritt durch die begrünte Bodenzone. Im Anschluss versickern die gereinigten Wässer in den Untergrund.

Bodenfilter ermöglichen den Rückhalt von organischen und anorganischen Schadstoffen. Die Reinigungswirkung basiert auf physikalisch-chemischen und mikrobiologischen Prozessen. In der ÖNORM B 2506 wird angeführt, dass Salze und Auftaumittel mit vertretbarem Aufwand nicht aus dem Oberflächenwasser entfernbar sind. (vgl. ÖNORM B 2506-2, S. 7)

Alternativ dazu kommen technischer Filter zur Anwendung, die in städtischen Bereichen mit höherer Verbauungsdichte ihre Anwendung finden, da ihr Platzbedarf geringer ist und diese auch in unterirdischen Bauwerken installiert werden können.

Zur Erlangung einer maßgeblichen Reinigungswirkung bei der Verwendung von natürlichen Bodenfiltern liegt eine Dimensionierung und ein Aufbau gemäß RVS 04.04.11 Gewässerschutz an Straßen auf der sicheren Seite, weil die RVS von starkem Verkehrsaufkommen und entsprechenden Mengen von straßentypischen Schadstoffen im Straßenwasser ausgeht. Daher werden nachfolgend Anforderungen der RVS exemplarisch angeführt.

Die Reinigungswirkung umfasst straßenspezifische Schadstoffe mit Ausnahme von Chlorid aus dem Winterdienst.

Die Beimischung von Kompost, Klärschlamm oder Torf zur Erreichung des Humusgehaltes ist nicht gestattet. Der Filterkörper kann extern in einer Mischanlage hergestellt werden. Der Filteraufbau in den Beckenanlagen sollte zweilagig hergestellt werden, auf den mindestens 20 cm starken mineralischen Filterkörper ist eine 20 cm starke Schicht aus humosem Oberboden aufzubringen.

Anschließend ist die Oberfläche ordnungsgemäß zu besämen, sodass eine geschlossene Grasdecke entsteht. Für die Erstbegrünung wird die Aussaat folgender Rasenmischung empfohlen:

Grasart	Gewichts%
• Wiesenrispe (<i>Poa pratensis</i>)	15
• Weißes Straußgras (<i>Agrostis stolonifera</i>)	20
• Rotschwingel (<i>Festuca rubra</i>)	35
• Schafschwingel (<i>Festuca ovina</i>)	20
• Raygras (<i>Lolium perenne</i>)	10

Die Bemessung der Bodenfilter in der zitierten RVS erfolgt vornehmlich für Straßen mit hohem Verkehrsaufkommen (JDTV > 15.000 Kfz/24h). Da eine derartige Verkehrsbelastung auf Straßen in Stadtentwicklungsgebieten nicht zu erwarten ist, ist ein begründetes Abweichen von der Richtlinie tolerierbar. Um ausreichende Reinigungswirkung zu gewährleisten sollte die Ermittlung der Versickerungsfläche (ergibt sich aus Niederschlagsmenge) und der Filteraufbau beibehalten werden. Denkbar ist hingegen die Änderung der Bepflanzung.

Gerade im Stadtgebiet stellt sich zur Bepflanzung beispielsweise die Frage, ob und wenn ja wie straßenbegleitende Gehölze in die Bodenfilterbereiche integriert werden können.

Im Regelfall sind Absetzbecken zur Sedimentation von Feinteilen erst ab Verkehrsbelastungen größer 15.000 Kfz/24h im JDTV vorzusehen.

Es ist zu erwarten, dass der natürliche Bodenfilter über viele Jahre hinweg seine Reinigungswirkung behält, als Pflege ist eine regelmäßige Mahd erforderlich. Problematisch ist jedoch der Filtereinbau in Bereichen, welche regelmäßig begangen und damit verdichtet werden. Ebenso führt eine Verschmutzung, wie sie im städtischen Bereich zu erwarten ist zu einer Minderung der Reinigungsleistung. Demgemäß sollte regelmäßig eine Beprobung der Sickerfähigkeit und der Reinigungswirkung (Vorschlag alle 5 Jahre) vorgenommen werden.

In einer Studie aus der Schweiz („wohin mit dem Regenwasser, Beispiele aus der Praxis“, BUWAL 2000, S54) wird zum Thema Betrieb und Unterhalt von Versickerungsanlagen angeführt, dass die Mulden zweimal pro Jahr gemäht werden und keine weiteren Arbeiten nötig sind. Betrieb und Unterhalt verteuern die im Straßenbereich ohnehin notwendigen Pflegearbeiten nicht wesentlich.

3.3.1 Beispiele Bodenfiltermulden

Bei der Verwendung von Bodenfiltermulden zur Reinigung von Straßenwasser, wird der natürliche Bodenfilter straßenbegleitend und daher langgestreckt angeordnet. Dies entspricht einer dezentralen Behandlung der Niederschlagswässer.

Nachfolgend werden Schemadarstellung und bereits umgesetzte Praxisbeispiele gezeigt, um die verschiedenen Ausgestaltungsmöglichkeiten bei der Verwendung natürlicher Bodenfilter zu verdeutlichen. Es wurde hierbei darauf geachtet jene Beispiele auszuwählen, die für Straßenwässer beziehungsweise Parkplatzflächen geplant wurden.

Abbildung 2 zeigt die Regelbauweise einer Bodenfiltermulde zur Entwässerung von Parkplatzflächen. Die Breite der Bodenfiltermulde beträgt 1,5 m bei einer Tiefe von etwa 0,3 m.

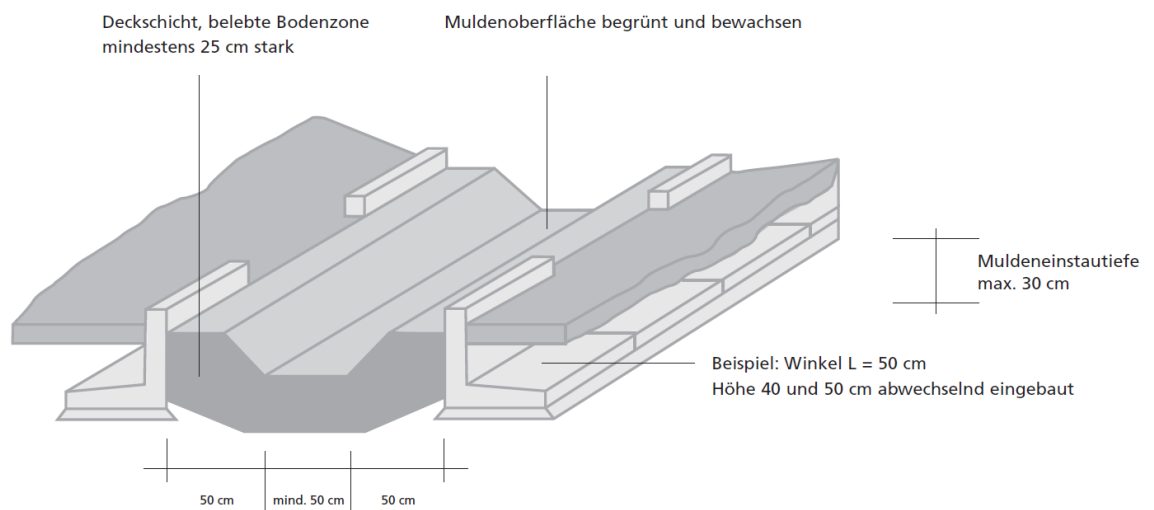


Abbildung 2: Schemadarstellung Regelbauweise einer Bodenfiltermulde zwischen Parkstreifen [Quelle: Amt d. Vorarlberger LR, 2007, S. 20]

Abbildung 3 zeigt eine Bodenfiltermulde als in Deutschland bereits in der Praxis umgesetzte Maßnahme zum nachhaltigen Regenwassermanagement.



Abbildung 3: Bodenfiltermulde zur offenen Retention und Versickerung PRE-Park, Kaiserslautern [Quelle: Leitfaden zum Umgang mit Regenwasser in Siedlungsgebieten Luxemburgs, Kurzversion 2013, S. 6]

In der Schemadarstellung der Stadt New York (Abbildung 4) wird ersichtlich, wie das Straßenwasser über eine Ausnehmung im Randstein zur Bodenfiltermulde geleitet werden kann.

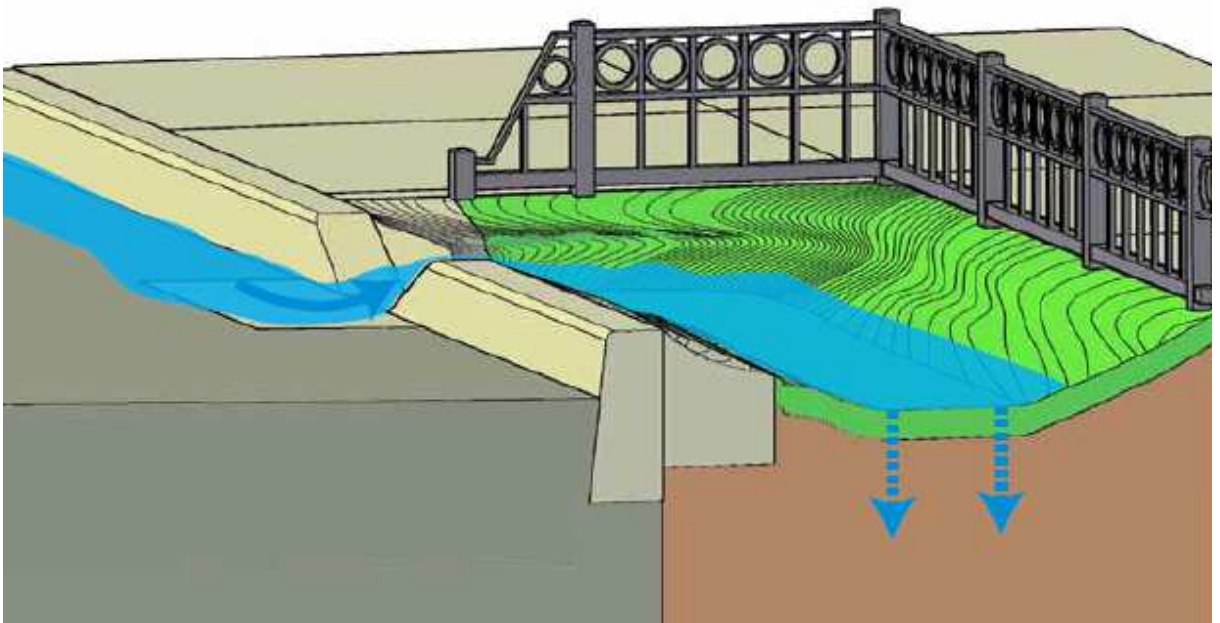


Abbildung 4: Schematische Darstellung einer Bodenfiltermulde zur Reinigung und Versickerung von Straßenwasser in New York [Quelle: NYC 2011, S. 27]

Von der Stadt New York wurden Regeldetails von Versickerungsmulden für Straßenwasser veröffentlicht. (vgl. NYC 2014)

Die praktische Umsetzung wird als Fallbeispiel New York City in Kapitel 4.5.3 beschrieben.

Die in Abbildung 5 dargestellte straßenbegleitende Muldenrigolenversickerung verfügt über einen Notüberlauf.

Die gereinigten Wässer werden über Versickerungsrigole unter den versiegelten Flächen versickert.

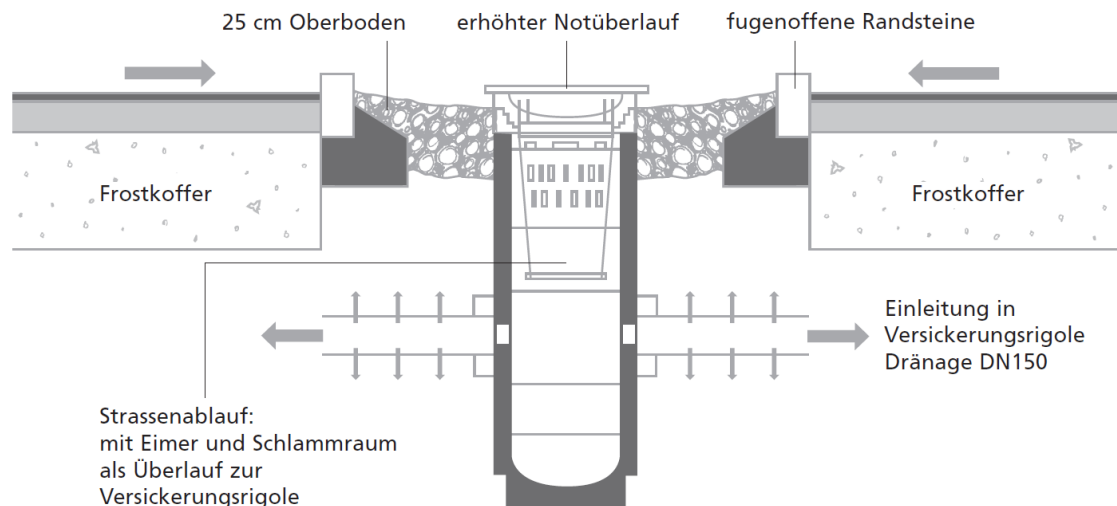


Abbildung 5: Muldenrigolenversickerung [Quelle: Amt d. Vorarlberger LR, 2007, S. 17]

Im Gegensatz zu den vorangehenden Beispielen wird in Abbildung 6 die Anlage einer Feuchtfläche mit entsprechender Bepflanzung dargestellt. Diese Ausführungsform überzeugt durch die ansprechenden Gestaltungsmöglichkeiten und eine Ausnutzung des Verdunstungspotentials, wobei sichergestellt sein muss, dass die Reinigungswirkung der Bodenzone mit Sumpfpflanzen für Straßenwässer ausreichend ist.

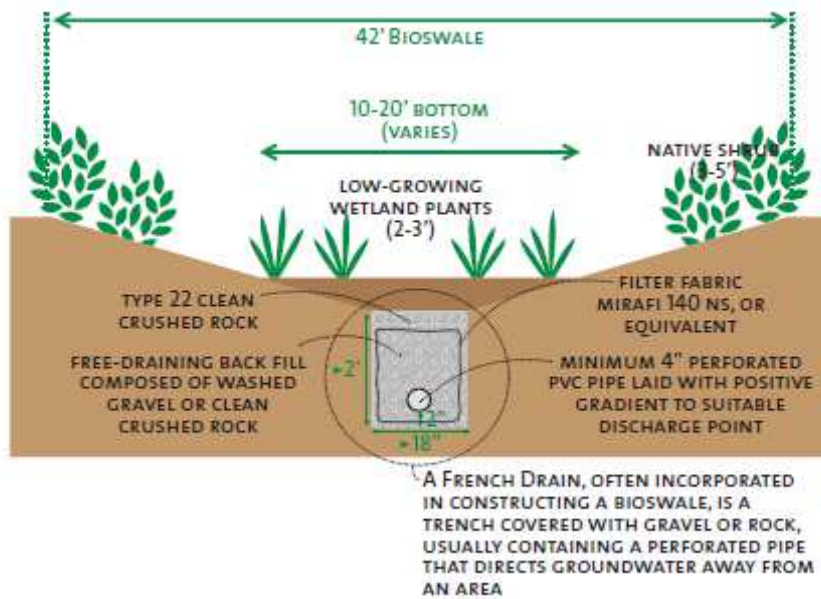


Abbildung 6: Schematischer Aufbau einer Bodenfiltermulde zur Reinigung und Versickerung von Straßenwasser in New York [Quelle: grow NYC, o.J., S. 5]

Abbildung 7 zeigt ein Praxisbeispiel zur Parkplatzflächenentwässerung, wobei die Bepflanzung der Versickerungsmulde mit Röhricht erfolgt ist und daher vom Regelfall einer gemähten Grasbepflanzung abweicht.



Abbildung 7: Röhricht bewachsene Versickerungsmulde [Quelle: Amt d. NÖ LR, 2010, S. 28]

3.3.2 Beispiele Bodenfilterbecken

Bei der Verwendung von Bodenfilterbecken zur Reinigung von Straßenwasser, wird der natürliche Bodenfilter punktuell und oftmals rechteckig angeordnet. Dies entspricht einer semizentralen Behandlung der Niederschlagswässer.

Abbildung 8 zeigt eine Regeldarstellung für ein Bodenfilterbecken. In Abbildung 9 wird ein Bodenfilterbecken als technisch gestaltetes Bauwerk gezeigt. Der in Abbildung 8 angegebene maximale Wasserstand kann überschritten werden, wenn der Nachweis erbracht wird, dass die Entleerungszeit des Beckens geringer als 24 Stunden ist und somit eine Verschlammung der Humusschicht durch längeren Einstau nicht zu besorgen ist.

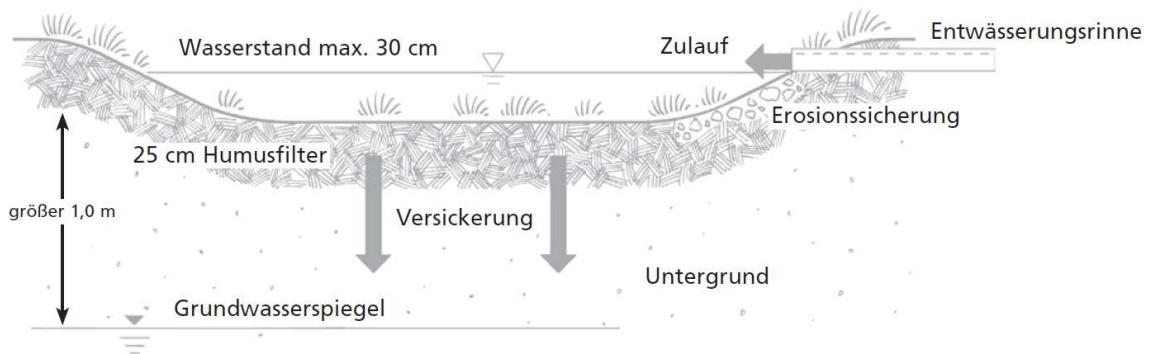


Abbildung 8: Versickerungsbecken [Quelle: Amt d. Vorarlberger LR, 2007, S. 18]



Abbildung 9: Ausführungsbeispiel Versickerungsbecken zur Parkplatzentwässerung [Quelle: Amt d. Vorarlberger LR, 2007, S. 18]

3.4 Versickerung chloridhaltiger Straßenwässer

Die Versickerung chloridbelasteter Winterstraßenwässer in einen Grundwasserkörper führt zur Beeinträchtigung der Grundwasserqualität. Inwieweit örtlich eine Versickerung zulässig ist, muss angesichts der lokalen Grundwassersituation projektspezifisch betrachtet und wasserrechtlich bewilligt werden.

Der Schwellenwert für Chlorid im Grundwasser liegt gemäß Anlage 1 der Qualitätszielverordnung Chemie Grundwasser bei 180 mg/l und der Ausgangspunkt für Trendumkehr bei 150 mg/l.

Liegt der Mittelwert der letzten drei Beobachtungsjahre an für den Grundwasserkörper relevanten Beobachtungspegeln über dem Schwellenwert, gilt die Messstelle als gefährdet. Die Grenzwerte für Chlorid werden in Wien eingehalten. Es zeigt sich jedoch ein ansteigender Trend der Chloridkonzentration im Grundwasser. (vgl. Pfannhauser 2014, S. 16).

Exemplarisch wurden für die gegenständliche Studie Messwerte von Messstellen im Nahebereich der beiden Stadtentwicklungsgebiete (Kagran und Liesing) herangezogen und hinsichtlich Chlorid in Abbildung 10 und Abbildung 12 grafisch ausgewertet.

Die Messproben zweier Messstationen in Liesing und vierer Messstationen in Kagran der Jahresmessreihen von 2005 bis 2013 (Liesing) bzw. 1998 bis 2013 (Kagran) wurden hierfür für jedes Berichtsjahr gemittelt.

Untersuchungsgebiet Liesing:

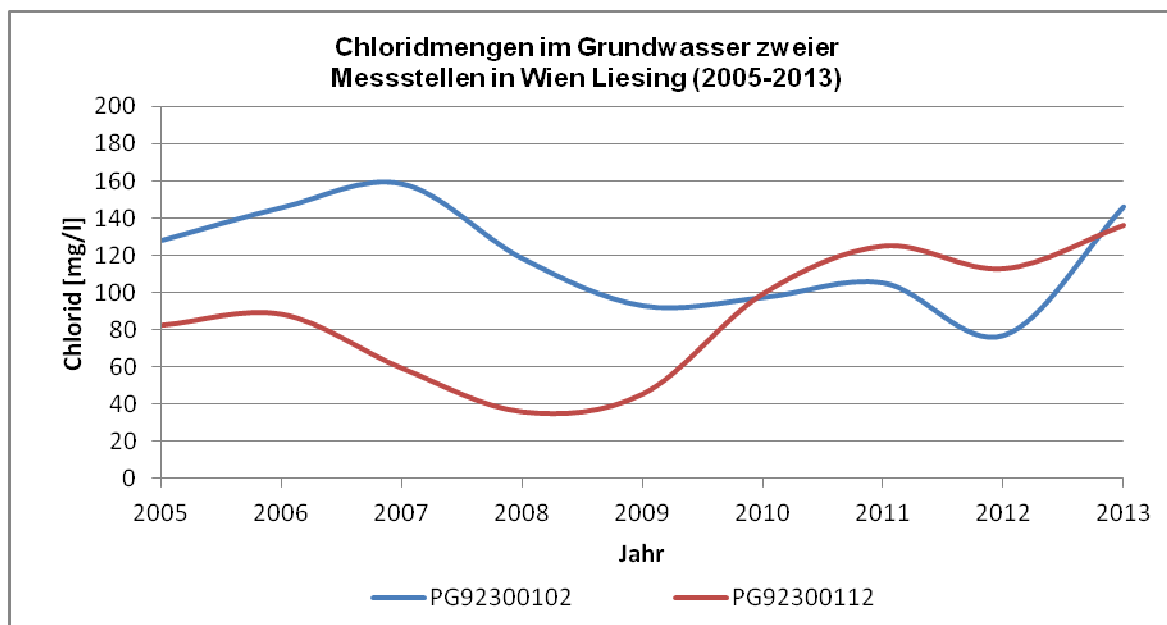


Abbildung 10: Chloridmengen im Grundwasser - Messstellen in Wien Liesing (2005-2013) [Quelle: eigene Erstellung, Datenquelle: Wasserinformationssystem Austria]

Das Untersuchungsgebiet in Liesing weist einen geringmächtigeren Grundwasserkörper (Kieskörper zwischen den schluffigen Grundwasserstauern) auf und daher von einer Versickerung von chloridhaltigen Straßenwässern abgesehen werden sollte. So liegen die Chloridbelastungen des Grundwasser hier temporär an einer Messstelle be-

reits über dem Ausgangspunkt für die Trendumkehr von 150 mg/l. Die geringe Mächtigkeit des Grundwassers beschränkt dessen Aufnahmekapazität an Chlorid, wobei es nicht zu Grenzwertüberschreitungen kommt.

Gemäß gültiger Qualitätszielverordnung Grundwasser Chemie ist für die Schadstoffbelastung von Grundwasserkörpern eine Trendlinie zur Konzentration für einen Schadstoff zu ermitteln. Zeigt diese einen signifikanten Anstieg und wird der in der Richtlinie festgelegte Ausgangspunkt für die Trendumkehr überschritten, so ist dieser Schadstoff verstärkt zu beobachten, der Landeshauptmann hat ggf. ein Maßnahmenggebiet zu bezeichnen und ggf. Maßnahmen zur Verhinderung oder Begrenzung des Eintrags des Schadstoffes zu setzen. Für die Ermittlung von Trends ist erforderlich, dass von mindestens zwei Drittel aller beobachteten Messstellen im Grundwasserkörper, jedenfalls aber von mindestens drei Messstellen, Messergebnisse vorliegen.

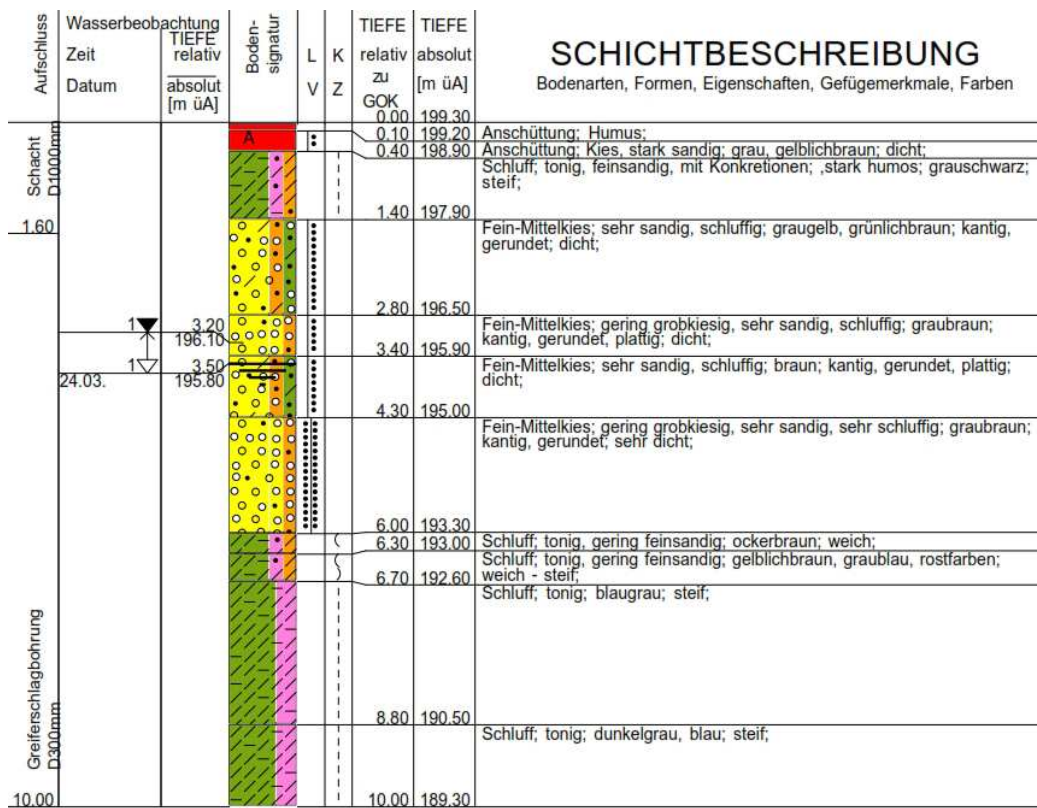


Abbildung 11: typischer Aufschluss des Untersuchungsgebietes Liesing [Quelle: MA29-Baugrunderkater]

Untersuchungsgebiet Kagran:

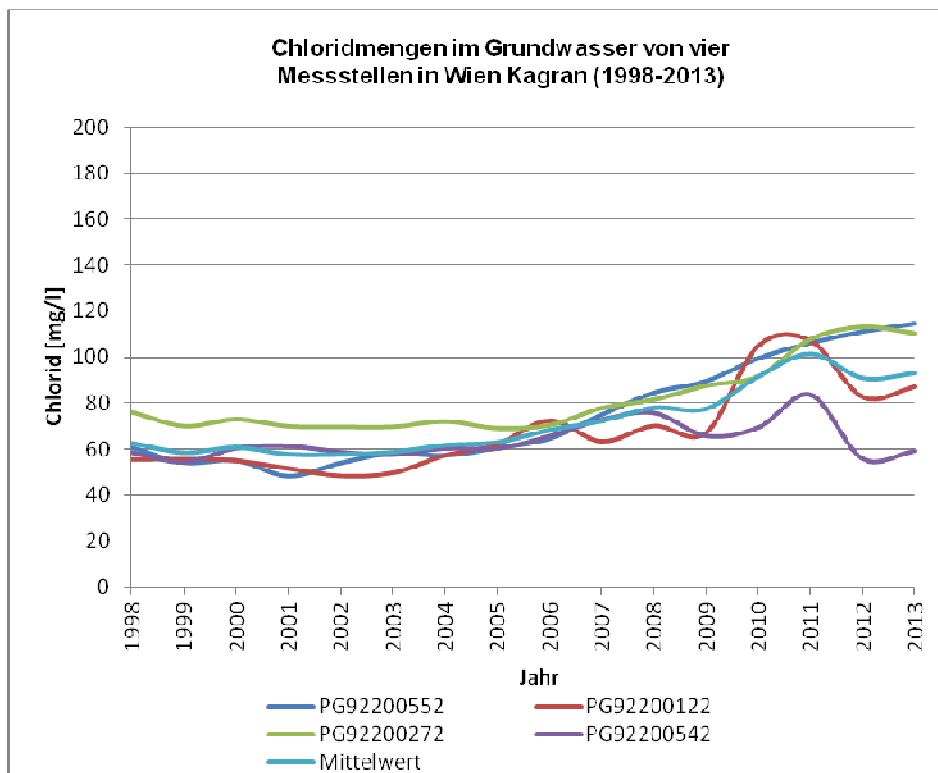


Abbildung 12: Chloridmengen im Grundwasser - Messstellen in Wien Kagran (1998-2013) [Quelle: eigene Erstellung, Datenquelle: Wasserinformationssystem Austria]

Das Untersuchungsgebiet in Kagran weist einen mächtigen Grundwasserkörper (Kieskörper zwischen den schluffigen Grundwasserstauern) auf, welcher die Versickerung von chloridhaltigen Straßenwässern zulassen würde. Da einerseits die Tendenz der Chloride im Grundwasser nördlich der Donau zunimmt und andererseits das Grundwasser in diesem Bereich in Richtung Marchfeld (vgl. Abbildung 13) strömt, sollte von einer erheblichen Versickerung der chloridbelasteten Straßenwässern im Untersuchungsgebiet Kagran abgesehen werden. Tatsache ist, dass ein erheblicher Anteil der aufgebrauchten Streumittel derzeit und auch zukünftig in das Grundwasser gelangt, so dass von gezielten Einleitungen abzusehen ist.

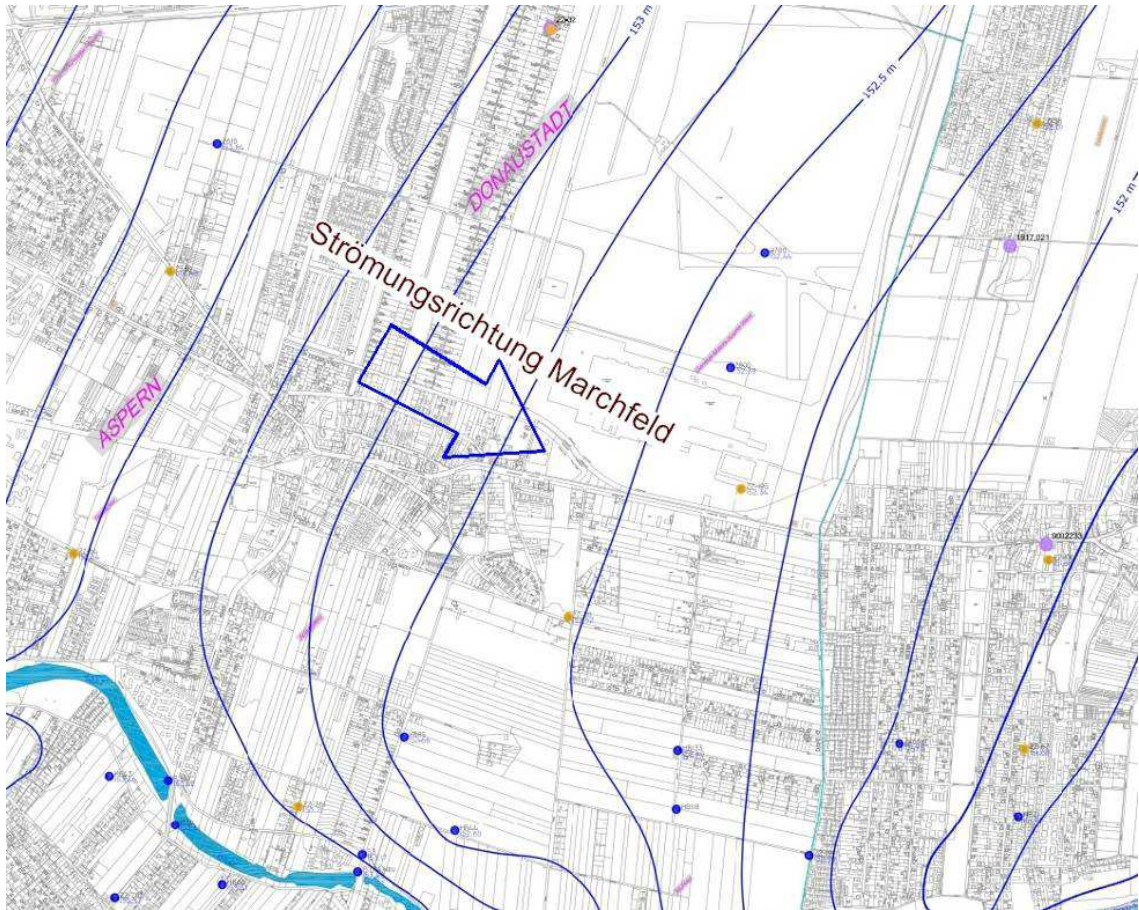


Abbildung 13: Grundwassergleichenplan HGW – Bereich Kagran [Quelle: Schnellstraße S1 – Einreichprojekt 2009]

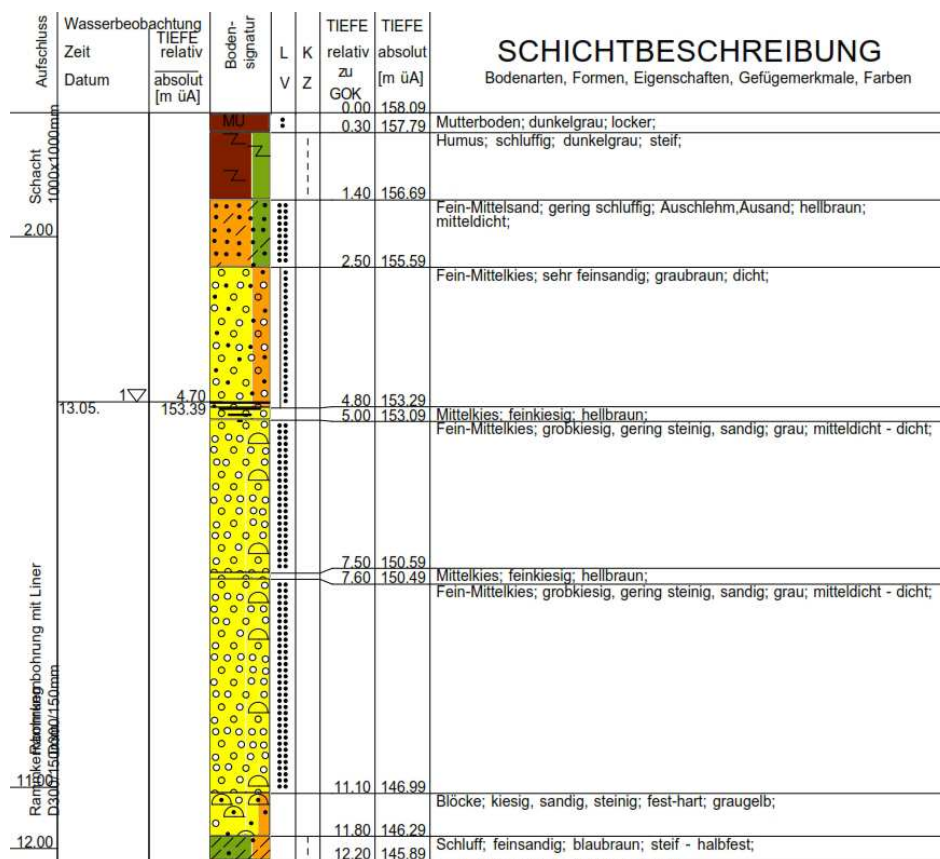


Abbildung 14: typischer Aufschluss des Untersuchungsgebietes Kagran [Quelle: MA29-Baugrundkataster]

3.5 Einleitung chloridhaltiger Straßenwässer in Oberflächengewässer

Für Oberflächengewässer gilt ein Schwellenwert für Chlorid von 150 mg/l gemäß Qualitätszielverordnung Ökologie Oberflächengewässer.

Exemplarisch wurden für die gegenständliche Studie Messwerte von Messstellen an der Donau vor und nach Wien herangezogen und hinsichtlich Chlorid in Abbildung 15 und Abbildung 16 grafisch ausgewertet.

Es zeigen sich deutlich erkennbare Winterspitzen, die jedoch deutlich unter dem Schwellenwert von 150 mg/l liegen. Die Werte bei der Station Wildungsmauer stromabwärts von Wien sind meistens etwas höher als bei der Station Oberloiben oberhalb der Stadt.

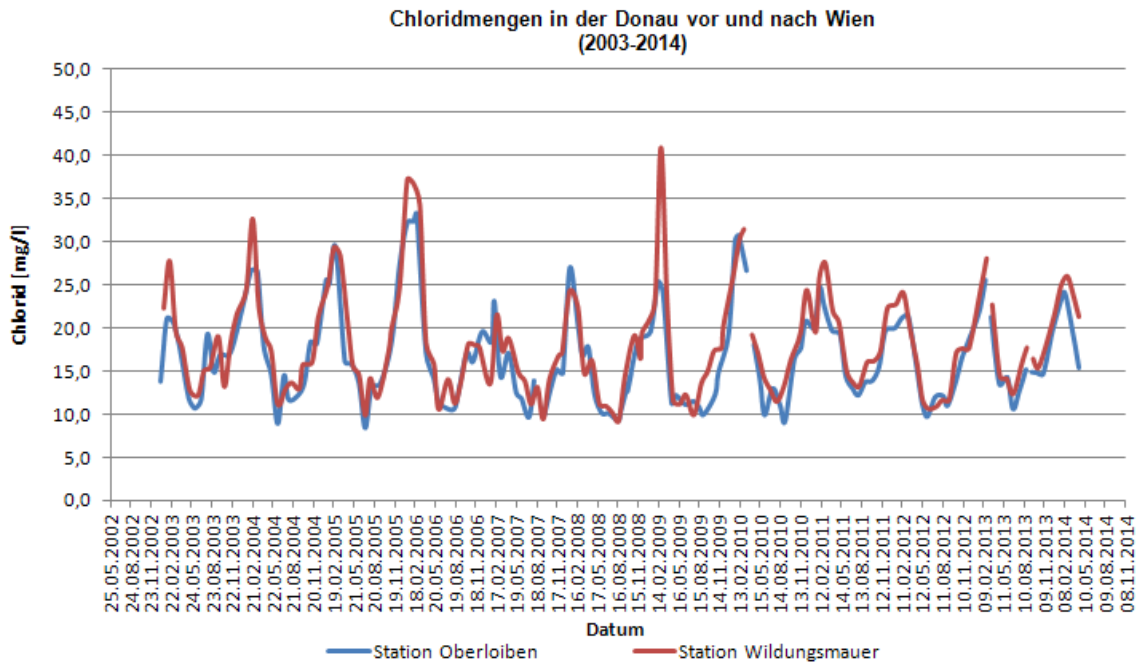


Abbildung 15: Chloridmengen in der Donau vor und nach Wien (2003-2014) [Quelle: eigene Erstellung, Datenquelle: Wasserinformationssystem Austria]

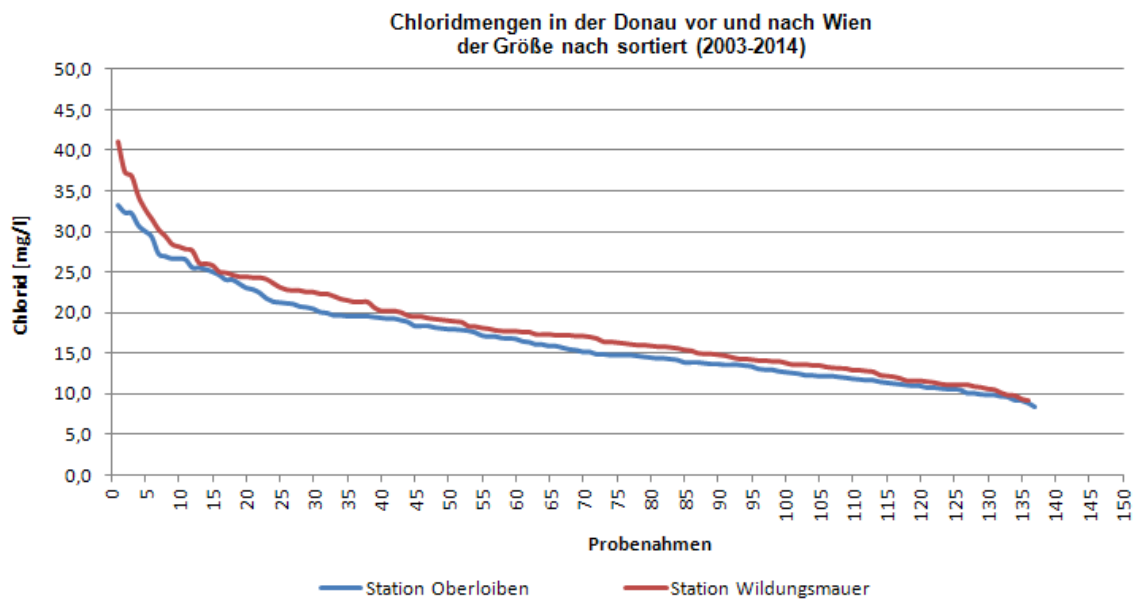


Abbildung 16: Chloridmengen in der Donau vor und nach Wien -sortiert (2003-2014) [Quelle: eigene Erstellung, Datenquelle: Wasserinformationssystem Austria]

3.6 Verdunstung

In Österreich herrscht humides Klima bei dem der Niederschlag im Jahresdurchschnitt meist die Verdunstung überwiegt.

Für den Zeitraum von 1961 bis 1990 weist die Wasserbilanz Österreichs einen mittleren Niederschlag von 1140-1170 mm/Jahr, eine Verdunstung von 510-520 mm/Jahr und einen Abfluss von 630-650 mm/Jahr aus. (vgl. Österreichischer Sachstandsbericht Klimawandel 2014, S. 413)

Eine Erhöhung jenes Anteils am Niederschlag der wieder verdunstet werden soll, wird im städtischen Bereich stets als positiv gesehen. Demgemäß ist es im Interesse der Nachhaltigkeit eine Erhöhung urbaner Verdunstungsraten mit möglichst geringem Flächenverbrauch zu erreichen.

Winterstraßenwässer können prinzipiell verdunstet werden, hinzuweisen ist lediglich darauf, dass Schadstoffe sowie das Chlorid im Wasser eines Verdunstungsbeckens verbleiben und sich mit zunehmender Verdunstung entsprechend im verbleibenden Wasser anreichern. Da in der kalten Jahreszeit keine maßgeblichen Verdunstungsprozesse stattfinden, müssten Winterwässer retendiert werden, um sie in der warmen Jahresperiode zu verdunsten.

Die Verregnung von ungereinigten Winterstraßenwässern wird kritisch betrachtet, weil es, wie auch generell bei Wässern direkt aus dem Straßenbereich stark befahrener Straßenzüge, hierbei zur Bildung von eventuell gesundheitsschädlichen Aerosolen kommen kann.

Bezüglich der Konzeption und Planung von Verdunstungs- und Retentionsbecken wird als Bewertungsmaßstab die Wiederherstellung eines möglichst natürlichen Wasserkreislaufes herangezogen.

Die Ansicht, dass durch Retentionsbecken für Winterstraßenwässer auch gleichzeitig wertvolle aquatische Lebensräume geschaffen werden können, muss kritisch beleuchtet werden. In Retentionsbecken kann es zur Anreicherung von Schadstoffen (z.B.: Chlorid, Schwermetalle, Abriebe, etc.) kommen. Gerade für die Gruppe der Amphibien können bedingt durch Schadstoffe direkte Beeinträchtigungen wie Vergiftungen und Verätzungen mit indirekten Auswirkungen auf den Reproduktionserfolg auftreten.

Dementgegen muss festgehalten werden, dass chloridbelastete Rückhaltebecken an Autobahnen und Schnellstraßen sehr wohl von Amphibien angenommen werden und dauerhafte Lebensräume darstellen. Die Annahme von chloridbelasteten Wässern (Salzlacken) durch Amphibien im Seewinkel wurde auch in einer Diplomarbeit an der Universität Wien behandelt. (vgl. Csarmann 2008)

Die Verdunstungsraten in Wien sind von unterschiedlichen räumlichen, zeitlichen und kleinklimatischen Faktoren abhängig und können laut Grimm auf kleinem Raum stark variieren. Die Bandbreite reicht von durch die Nähe des Wienerwalds geprägten, niederschlagsreichen Bereichen im Westen (Messstation Mauerbach) bis zu pannonisch geprägten Bereichen im Nordosten (Messstation Neu-Essling). Innerstädtisch werden in Wien keine Verdunstungsmessungen durchgeführt. (vgl. Grimm 2010, S. 55)

Im Hydrographischen Jahrbuch 2011 werden für die Monatssummen der Verdunstung für Kagran 689,5 mm, für Mauerbach 439,3 mm für Neueßling 390,7 mm und für Moosbrunn 761,0 mm angeführt. (vgl. BMLFUW, Hydrographischen Jahrbuch 2011 NL 131)

Dem Ziel der Erhöhung von innerstädtischen Verdunstungsraten wird durch Entwässerungsmaßnahmen wie flächige Versickerung, dauerbespannte Wasserflächen und offene Ableitungen entsprochen. Als Einzelmaßnahme hat die Verdunstung im Umgang mit Straßenwässern nur eine untergeordnete Rolle. (vgl. Grimm 2010, S. 78)

3.6.1 Verdunstung freier Wasserflächen (potentielle Verdunstung)

Als potentielle Verdunstung ist die maximal mögliche Verdunstungsrate zu verstehen. Über einer freien Wasseroberfläche erfolgt im Regelfall diese maximale Verdunstung, weil ausreichend Wasser zur Verdunstung vorhanden ist. (vgl. Hölting, Coldewey 2005, S. 14)

In Abbildung 17 wurden fünf Messstationen in Wien hinsichtlich der potentiellen Verdunstung verglichen, wobei die Abweichung zwischen Messstationen mit hoher potentieller Verdunstung (Kagran und Moosbrunn) zu jener mit niedrigen Verdunstungsraten (Mauerbach) sehr deutlich ausfällt. Grimm führt jedoch aus, dass die Station Kagran wegen der Lage zwischen Glashäusern nicht repräsentativ sei. (vgl. Grimm 2010, S. 55)

Zu den verwendeten Daten aus den hydrografischen Jahrbüchern von 2004 bis 2011 ist anzuführen, dass Messdaten zur Verdunstung als Monatssummen von April bis Oktober vorliegen. Vereinzelt wurden in manchen Jahren für einige Stationen auch Monatssummen für November veröffentlicht. Der Kurvenverlauf für März und November und im Bereich zwischen den Monatssummenwerten wurde grafisch interpoliert, wobei für Anfang März und Ende November eine Verdunstung von 0 mm angenommen wurde, da keine Daten zur Verfügung standen.

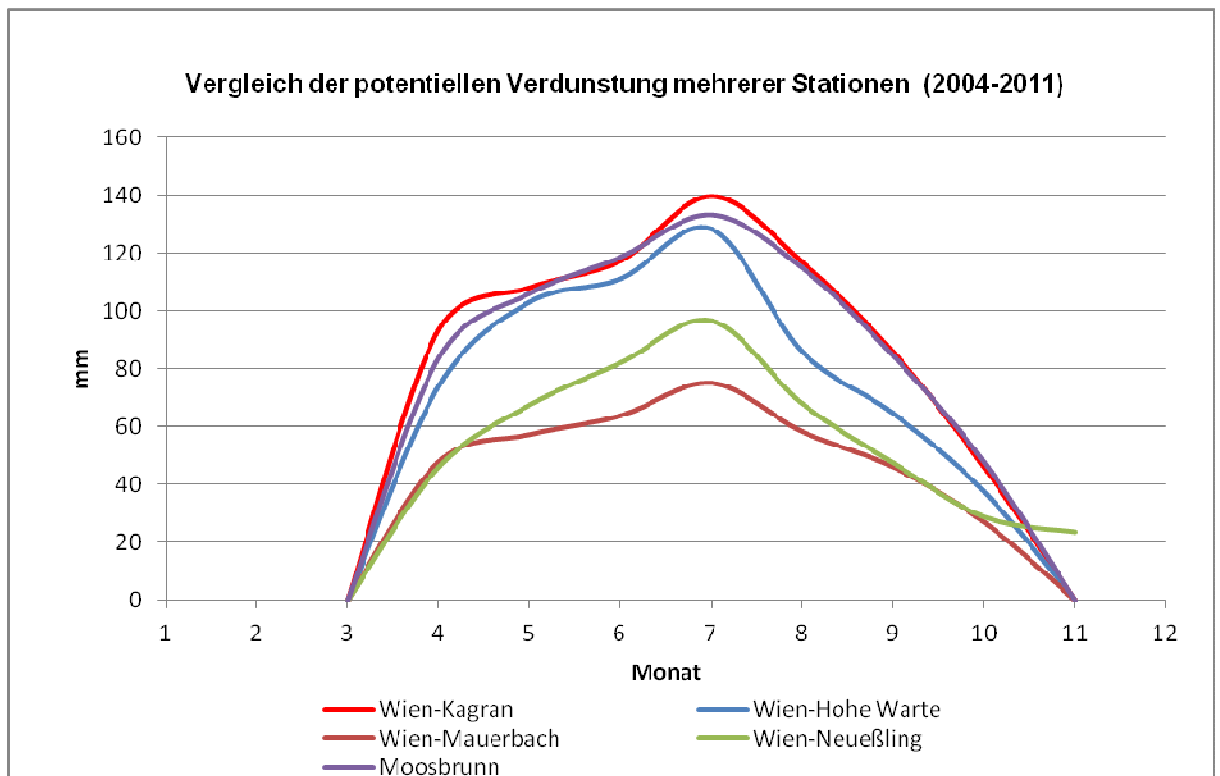


Abbildung 17: Vergleich der potentiellen Verdunstung mehrerer Stationen (2004-2011) [Quelle: eigene Erstellung, Datenquelle: hydrografische Jahrbücher 2004 bis 2011]

In Abbildung 17 ist für alle untersuchten Stationen ein eindeutiges Maximum der potentiellen Verdunstung im Hochsommer zu erkennen.

Die nachfolgenden Abbildungen zeigen das Verhältnis von Niederschlag zu potentieller Verdunstung verschiedener Messstellen in Wien im Zeitraum 2004 bis 2011.

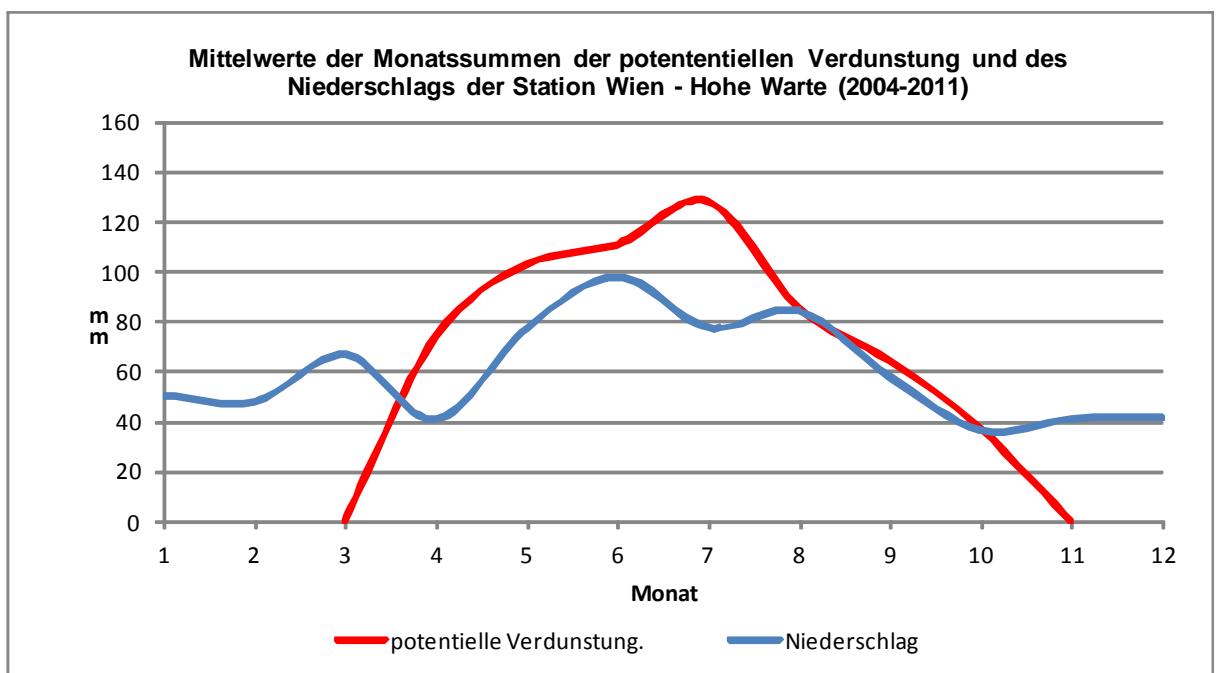


Abbildung 18: Vergleich potentielle Verdunstung und dem Niederschlag – Hohe Warte (2004-2011) [Quelle: eigene Erstellung, Datenquelle: hydrografische Jahrbücher 2004 bis 2011]

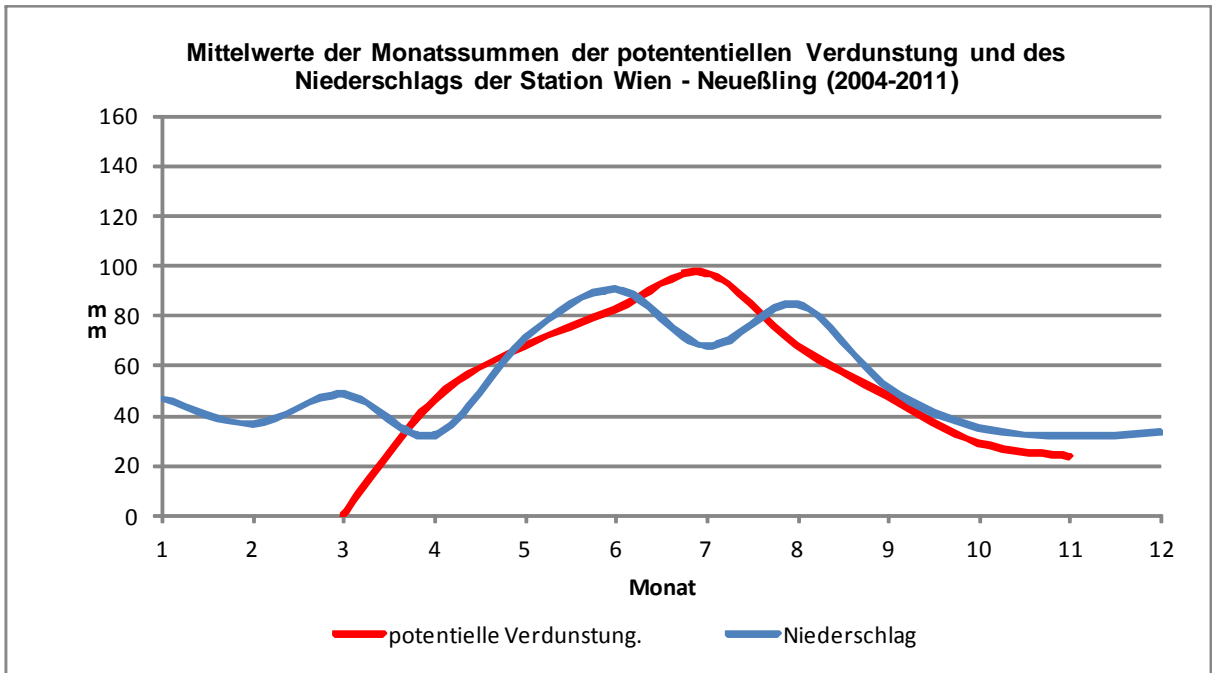


Abbildung 19: Vergleich potentielle Verdunstung und dem Niederschlag – Neueßling (2004-2011) [Quelle: eigene Erstellung, Datenquelle: hydrografische Jahrbücher 2004 bis 2011]

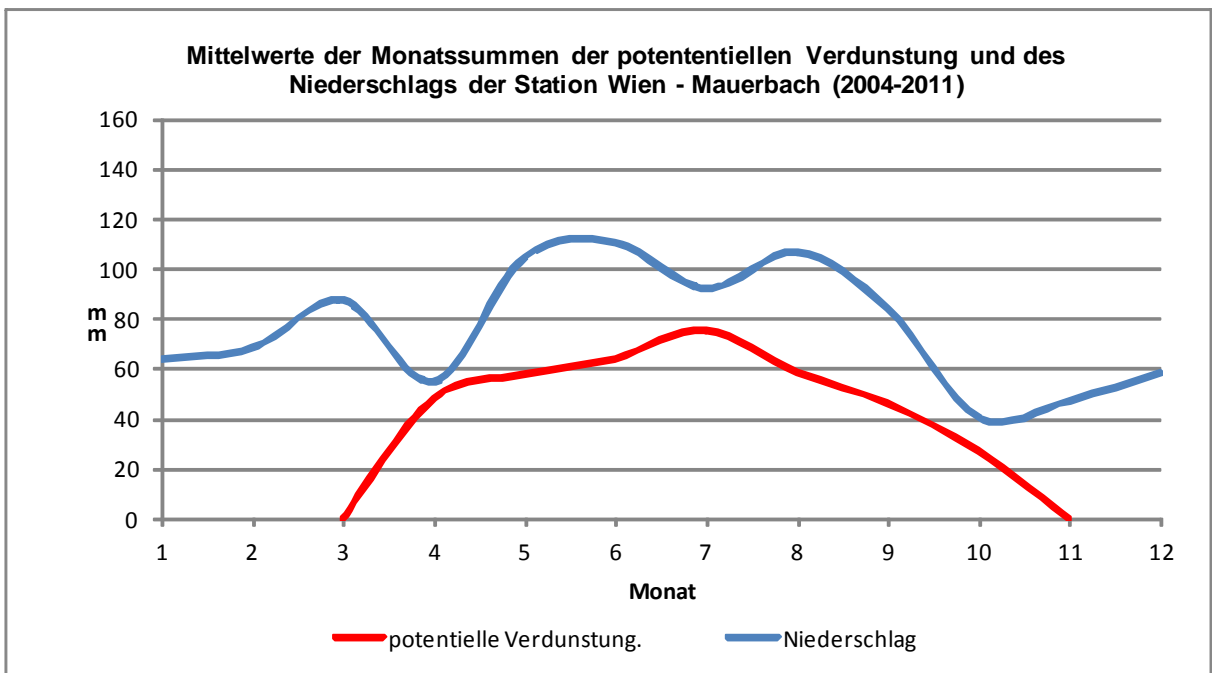


Abbildung 20: Vergleich potentielle Verdunstung und dem Niederschlag – Mauerbach (2004-2011) [Quelle: eigene Erstellung, Datenquelle: hydrografische Jahrbücher 2004 bis 2011]

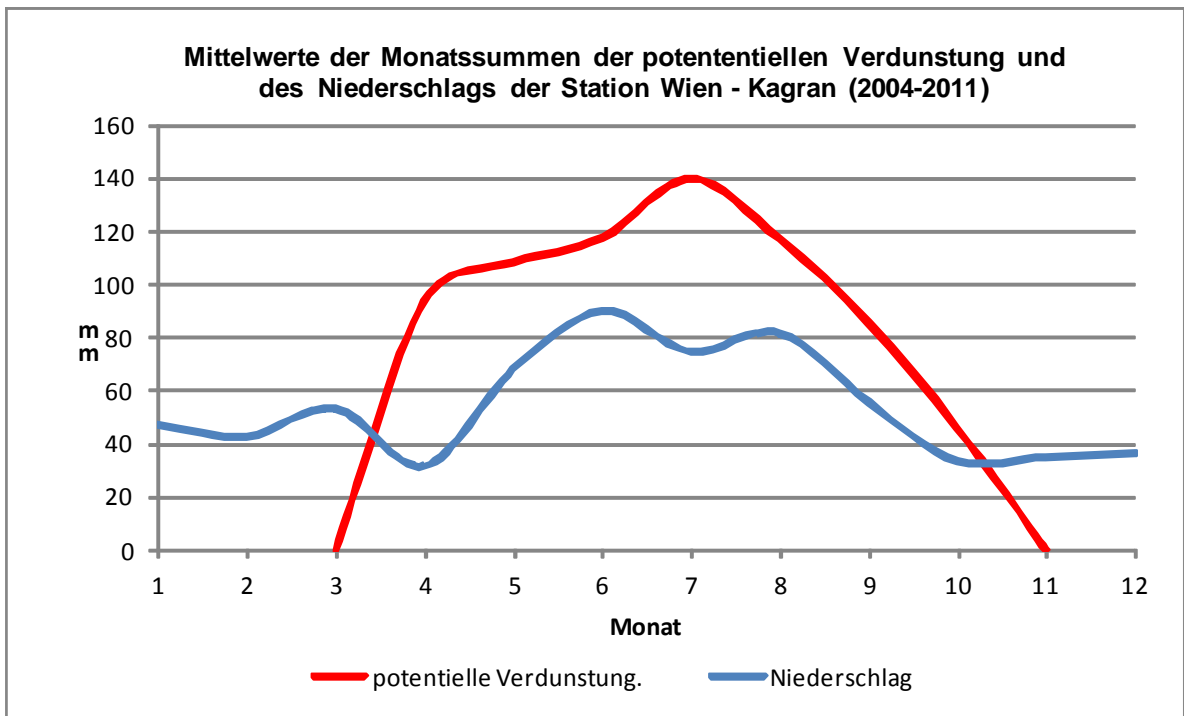


Abbildung 21: Vergleich potentielle Verdunstung und dem Niederschlag – Kagran (2004-2011)
 [Quelle: eigene Erstellung, Datenquelle: hydrografische Jahrbücher 2004 bis 2011]

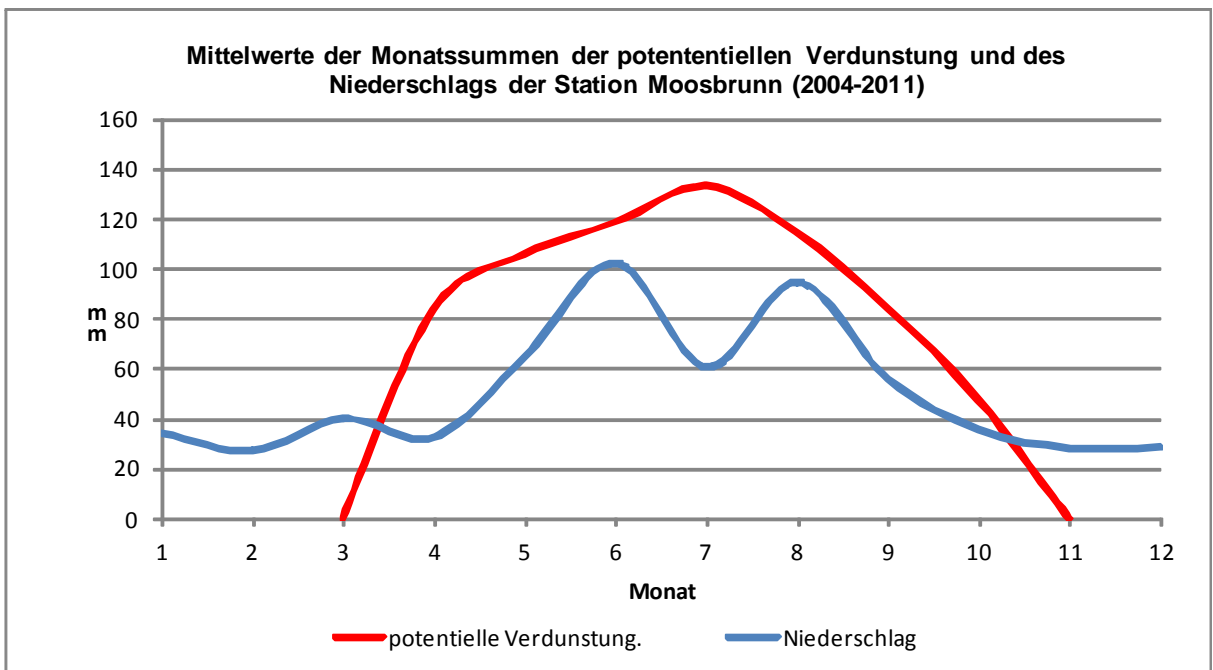


Abbildung 22: Vergleich potentielle Verdunstung und dem Niederschlag – Moosbrunn (2004-2011)
 [Quelle: eigene Erstellung, Datenquelle: hydrografische Jahrbücher 2004 bis 2011]

In der Studie „Integratives Regenwassermanagement“ führt Grimm aus, dass in Wien eine jährliche Verdunstung an der freien Wasserfläche von etwa 620 mm (potenzielle Verdunstung) und für Grünland bei etwa 510 mm angenommen werden kann und nennt als Quelle den Wasserwirtschaftsbericht 2008 der MA 45. (vgl. Grimm 2010, S. 55)

Eine erwartete Temperaturerhöhung in den nächsten Jahrzehnten gilt in der Klimaforschung als gut abgesichert. Durch diese Erhöhung wird auch das Verdunstungspotential tendenziell zunehmen. (vgl. Österreichischer Sachstandsbericht Klimawandel 2014, S. 611)

Wird bei der Angabe der potentiellen Verdunstung eine Verdunstung von einer freien Wasseroberfläche aus betrachtet, so berücksichtigt die Evapotranspiration Verdunstungsprozesse die über Boden und Pflanzen erfolgen.

3.6.2 Verdunstung von Vegetation (reale Verdunstung)

Die tatsächlich auftretende Verdunstung hängt wesentlich von der Energiezufuhr und dem aktuell vorhandenen Wasserdargebot ab. Die Evapotranspiration setzt sich aus der Evaporation (Bodenverdunstung) und der Transpiration (Verdunstung von Pflanzenoberflächen) zusammen. Die Evapotranspiration hängt maßgeblich von der Aufnahmefähigkeit der Atmosphäre, der Wasserdampfabgabe von Pflanzen abhängig von der Vegetationsart und von der Beschaffenheit des Bodens ab. Die Berechnung der Evapotranspirationsrate erweist sich als schwierig. Die realen Verdunstungswerte werden messtechnisch nur selten erfasst. Die reale Verdunstung kann in geschlossenen Systemen mittels Lysimeter als Restgröße aus der Differenz zwischen Niederschlag und Sickerwasserabfluss ermittelt werden. (vgl. Hölting, Coldewey 2005, S. 14ff)

In zwei Diplomarbeiten der Universität für Bodenkultur wurde von Michael Obrietan 2010 und darauf aufbauend von Bettina Lukas 2012 untersucht welche Auswirkung die unterschiedliche Bepflanzung von Dämmen auf die Bodenfeuchte hat. Die Versuche wurden mit jungen aus Steckhölzern gezogenen Weiden in Plastikregentonnen durchgeführt. In Abbildung 23 werden die Ergebnisse der realen Evapotranspiration für den Versuchsstandort Deutsch Wagram dargestellt. In der Jahressumme ergeben sich vergleichsweise hohe Verdunstungsraten von 695 mm für Weiden und 736,5 mm für Gräser und Kräuter. Dies kann durch die Versuchsanordnung und das Fehlen von oberflächlichem Abfluss begründet werden. Die Verdunstungsraten der Referenzfläche ohne Bewuchs bleiben deutlich zurück. Daraus kann abgeleitet werden, dass der Anteil der Transpiration durch Vegetation für die tatsächlichen Verdunstungsraten in dieser Versuchsanordnung maßgeblich ist. In den Monaten April, Mai und Juni konnten an der Referenzfläche ohne Bewuchs keine gültigen Werte gemessen werden. Die reale Verdunstung steigt stetig bis zum Höhepunkt im Juni und fällt anschließend wieder. Die potentielle Verdunstung zeigt einen ähnlichen Verlauf, wobei das Maximum ein Monat später im Juli auftritt.

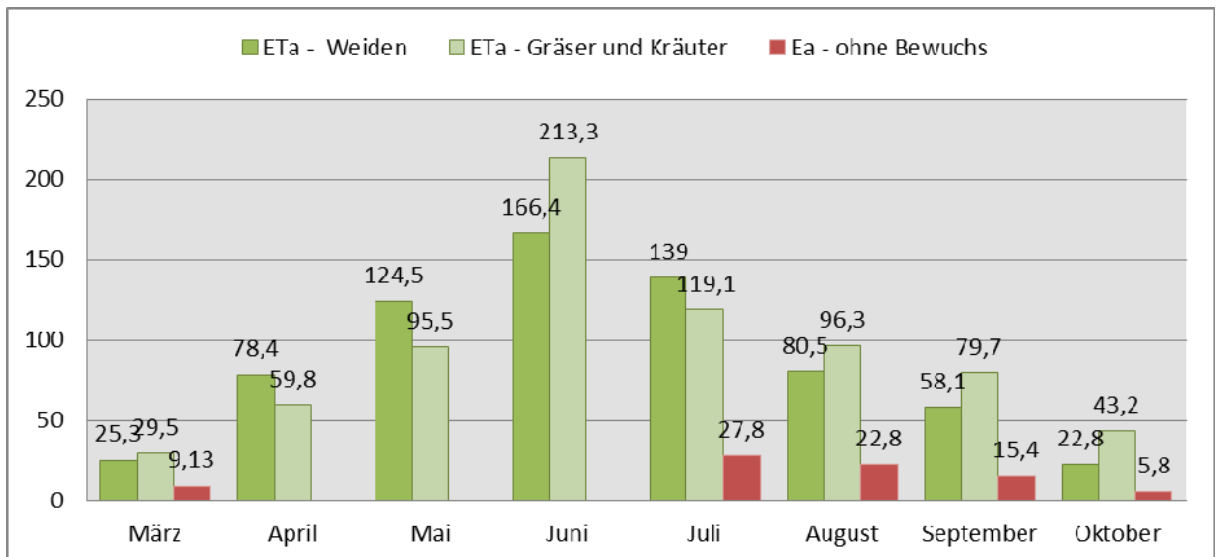


Abbildung 23: reale Evapotranspiration (ETa) in mm/m² des Weidenstrauch- und Gräser- Kräuter- Lysimeters sowie die reale Evaporation (Ea) des Lysimeters ohne Bewuchs - gesamter Untersuchungszeitraum (Deutsch- Wagram, März - Oktober 2010) [Quelle: Lukas, 2012, S. 90]

3.6.3 Fallbeispiel Verdunstungsbeete Dresden

Zunehmende Klimaextreme waren der Anlass, das Niederschlagswasser der versiegelten Fläche (ca. 10.000 m²) des Hochschulcampus Dresden-Pillnitz (Fakultät Landbau/Landespflege der HTW Dresden) nach ökologischem Vorbild klimawirksam zu verdunsten statt es wie in bisherigen Regenwasserbewirtschaftungskonzepten zu versickern. Praktisch erfolgt dies zum einen durch die Bewässerung der ca. 20.000 m² großen Grünflächen und zum anderen mit eigens hierzu entwickelten unterschiedlich bepflanzten Verdunstungsbeeten.

Bestehende Freiflächen wurden unter Beteiligung von Lehrenden und Studierenden in einen „Klimagarten“ umgewandelt. Er dient der Verbesserung des Mikroklimas und der Verwendung als Forschungsobjekt. Im Siedlungsbereich ist die Wasserverfügbarkeit für die Vegetation auch unter mitteleuropäischen Klimabedingungen in der wärmsten und damit potentiell verdunstungs-aktivsten Jahreszeit oft unzureichend gegeben. Die Verdunstungsraten bleiben unter den maximal möglichen Werten. Die klimaverbessernde Wirkung kommt bei fehlender Wasserverfügbarkeit nicht in vollem Umfang zum Tragen. Ein Projektelement war Pflanzen mit möglichst großer Verdunstungsleistung auszuwählen und in leicht handhabbaren Systemen anzuordnen. Seit 2007 wurden Verdunstungsversuche mit Sumpfpflanzen durchgeführt. (vgl. HTW Wissend 2012, S. 5)

Der jährliche Regenenertrag beträgt 3.200 m³. Die Einsparungen betragen bei alleiniger Betrachtung der Regenwassergebühr ca. 8.000 €/Jahr bzw. bei zusätzlicher Berücksichtigung der Trinkwasser- und Abwassergebühren ca. 20.000 €/Jahr, wobei nur ca. ca. 10.000 € an Materialkosten anfielen. (vgl. Siegl o.J.)

Abbildung 24 zeigt die Verdunstungsbeete. Regenwasser aus einer zur Zisterne umgebauten ehemaligen Absetzgrube dient der Bewässerung.



Abbildung 24: Verdunstungsbeete auf Zisterne [Quelle: HTW Wissend 2012, S. 6]

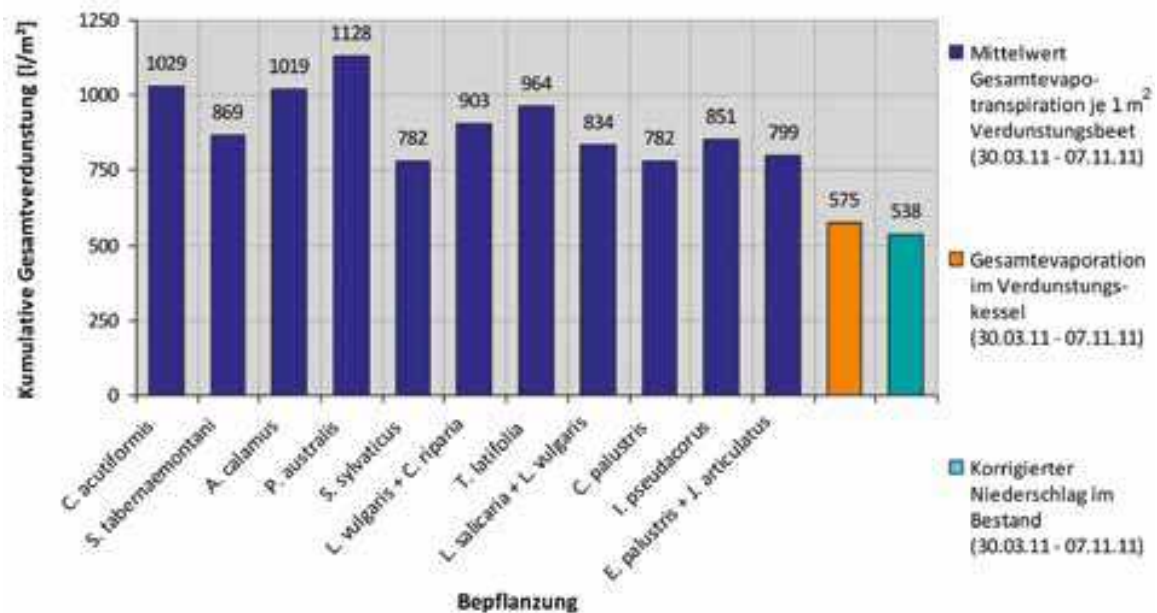


Abbildung 25: Verdunstungsleistung verschiedener Sumpfpflanzen in den Verdunstungsbeeten 2011 [Quelle: HTW Wissend 2012, S. 6]

Abbildung 25 stellt Ergebnisse der Verdunstungsversuche dar. Es zeigen sich die guten Eigenschaften von *Phragmites australis* (1128 l/m²) und *Carex acutiformis* (1029 l/m²). Mit der zwei- bis dreifachen Verdunstung des Niederschlags pro Flächeneinheit werden diese Arten als leistungsstark und gut kultivierbar angeführt. (vgl. HTW Wissend 2012, S. 6)

Die Gesamtevaporation im Verdunstungskessel beträgt 575 l/m² und die Niederschlagswerte 538 l/m² und liegen somit in der Bandbreite der entsprechenden Kenn-

zahlen für Wien (etwa 620 mm potenzielle Verdunstung). Somit können für den Raum Wien vergleichbare Verdunstungsraten ähnlicher Verdunstungsbeete erwartet werden.

Bedingt durch Interzeption und Transpiration auf niedrigem Niveau konnte im Winterhalbjahr 2011 festgestellt werden, dass mit *Carex acutiformis* bepflanzte Behälter 74 % mehr Wasser an die Atmosphäre abgaben als Rasen oder vegetationsfreier Boden. (vgl. Abschlussbericht Teilprojekt 3: Regenwasserbewirtschaftung Campus Pillnitz, S. 6)

3.7 Bemessungsgrundlagen

Die Berechnungen der folgenden Varianten erfolgten auf Basis der Messwerte und Bemessungsregenereignisse der Stationen in Kagran.

Minuten [min]	1-jährig	5-jährig	10-jährig
	[l/s.ha]		
5	206,7	363,4	430,1
10	130,0	235,0	281,7
15	98,9	184,5	220,0
20	81,7	151,7	182,5
30	62,8	115,6	138,9
45	47,4	87,4	104,5
60	38,9	71,4	85,6
90	29,5	52,8	63,2
120	24,3	43,1	51,1
180	18,3	31,9	37,8
240	15,1	25,8	30,6
360	12,0	20,2	23,8
540	9,5	15,7	18,3
720	8,0	13,0	15,2
1080	6,1	9,7	11,2
1440	4,9	7,8	9,1
2880	2,9	4,6	5,3
4320	2,1	3,3	3,8

Tabelle 3: Bemessungsregen Gitterpunkt 2765 – Kagran [Quelle: „ehyd.gv.at“ des Lebensministeriums] mit Jährlichkeit i.A. des Schutzziels

Die Bemessung der Mulden erfolgte entsprechend der ATV-DVWK- A138 „Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser“.

Als kf- Wert wurde eine für Versickerungs- und Bodenfiltermulden üblicher Wert $k_f = 10^{-5}$ m/s den Bemessungen zu Grunde gelegt.

Die Dimensionierung der Mehrzweckrohre der „Doppelstockprofile“, die in Kapitel 4.3.1 beschrieben werden, erfolgte anhand des Schluckvermögens der Rohre lt. den Herstellerangaben.

Die Dimensionierung der Rückhaltebecken erfolgte auf den 5-jährigen Dauerregen unter Berücksichtigung einer Drosselmenge von 1 l/s mit Ableitung in den öffentlichen Kanal.

Die Dimensionierung der Rückhalte-/Versickerungsbecken erfolgte auf den 5-jährigen Dauerregen unter Berücksichtigung einer Versickerungsmenge von $k_f=10^{-5}$ m/s.

Die Dimensionierung des Verdunstungsbeckens erfolgte entsprechend den Niederschlags- und Verdunstungsmesswerten der entsprechenden Messstellen des hydro-

grafischen Jahrbuches. Das Verdunstungsbecken wurde auf den Rückhalt der Winterwässer und Verdunstung der Wässer im Sommer unter Berücksichtigung des Jahresniederschlages, welcher auf das Becken fällt, bemessen. Unter Berücksichtigung der günstigsten Messwerte der Station Kagran (712 mm/m² Verdunstungsleistung¹) müsste die Beckenfläche eines reinen Verdunstungsbeckens dreimal so groß wie die darin zu entwässernde Straßenfläche sein.

4 Lösungsansätze

Bei der Erarbeitung von Lösungsansätzen wurden die unterschiedlichen Möglichkeiten hinsichtlich Reinigung, Rückhalt, Verdunstung, Versickerung und Ableitung zu möglichst zielführenden Varianten kombiniert. Bewertungsmaßstab ist die Wiederherstellung eines möglichst natürlichen Wasserkreislaufs, Umgang mit Winterstraßenwasser, niedriger Flächenverbrauch, geringe Bodenversiegelung, die Entlastung des öffentlichen Kanals und der Schutz des Grundwassers vor Chlorideintrag. Zur Vergleichbarkeit wurde als Berechnungsansatz für alle Varianten eine zu entwässernde Straßenfläche von 1000 m² herangezogen.

Die konventionelle Ableitung soll erst zum Einsatz kommen, wenn die Möglichkeiten der Vermeidung, Versickerung und Rückhaltung unter Ausnutzung des Verdunstungspotentials ausgeschöpft sind. Vermeidung bedeutet möglichst geringe Bodenversiegelung und die Förderung der Entsiegelung. Vor der Versickerung ist die Reinigung über einen bepflanzten Bodenfilter als Stand der Technik anzusehen.

In einer Schweizer Studie wird für Straßenwasser die Versickerung als 1. Priorität, die Einleitung in oberirdische Gewässer als 2. Priorität und die Einleitung in die öffentliche Kanalisation erst als letzte Möglichkeit (3. Priorität) genannt, wobei allenfalls Retentionsmaßnahmen vorzusehen sind. (vgl. BUWAL, 2002, S. 25f)

Im Zuge der Entwicklung von Lösungsansätzen wurde in Varianten mit gemeinsamer und getrennter Behandlung von Sommer- und Winterstraßenwässern unterschieden. Die gemeinsame Behandlung bietet jedoch auf Grund der Chloridbelastung kaum Spielraum für kreative und innovative Lösungsansätze. Als Fallbeispiel werden Lösungsansätze für die Versickerung von Straßenwasser in New York City beschrieben.

In Absprache mit dem Auftraggeber werden zwei ausgewählte Varianten vertiefend untersucht und nachfolgend dargestellt. Schwerpunkte sind die Trennung von Winter- und Sommerwässern und die Erhöhung urbaner Verdunstungsraten. Als Vergleichsvariante wird die konventionelle Ableitung im Sinne einer Nullvariante (keine Änderung zur Ist-Situation) herangezogen.

Für ein Klimaszenario mit zukünftigen vergleichsweise milden Wintern und einem etwaigen Entfall des Winterdienstes könnten Winter- und Sommerwässer gemeinsam behandelt werden. Da die konzipierten Versickerungsanlagen auf ein Sommerniederschlagsereignis dimensioniert sind, jedoch momentan in der Winterperiode ungenutzt bleiben, können diese auch schadlos etwaige zukünftige nicht chloridbelastete Winterwässer versickern. Retentionsbecken zur Verdünnung von Chloridfrachten wären nicht mehr erforderlich. Auf Trennung von Winter- und Sommerwässer dimensionierte Be-

¹ Durchschnitt der Messwerte für die potentielle Verdunstung in den Jahren 2004 bis 2011

cken und Landschaftsteiche müssten jedoch entweder vergrößert oder die Dimensionierung des Überlaufs und des Sickerkörpers bedarfsangepasst adaptiert werden. In einer Untersuchung zu Klimaszenarien im Raum Wien des Instituts für Meteorologie der Universität für Bodenkultur im Auftrag der Magistratsdirektion der Stadt Wien konnte für Starkregenereignisse kein signifikanter Trend ermittelt werden. Die saisonale Verlagerung von Niederschlägen und eine Zunahme der Niederschlagsintensität gelten jedoch als gut abgesichert. Aussagekräftige Niederschlagsszenarien für Wien sind aber deutlich schwieriger als Temperaturszenarien zu erstellen (vgl. Kromp-Kolb, Formayer, Clementschitsch, 2007, S. 5f, S. 26) In der gegenständlichen Studie erfolgt die Konzeption und Bemessung nach dem derzeitigen Stand der Technik.

4.1 Gemeinsame Behandlung von Sommer- und Winterwässern

4.1.1 Variante 1 Konventionelle Ableitung in Kanal (Ist-Zustand – Nullvariante)

Die Sammlung und Ableitung aller Straßenwässer über Einlaufgitter im öffentlichen Kanal wird heute im Großteil von Wien, vor allem in dichter verbauten Bereichen praktiziert. Aus wirtschaftlichen und räumlichen Gründen ist sie oft die einzige Möglichkeit der Straßenentwässerung.

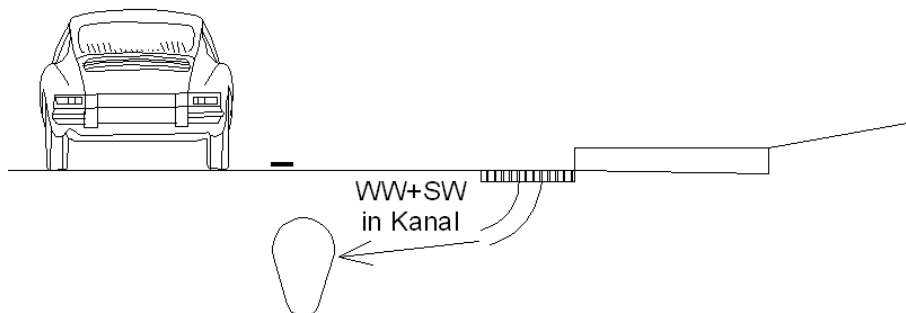


Abbildung 26: Systemzeichnung Variante 1

Die Systemzeichnung zur Variante 1 zeigt in schematischer Darstellung die konventionelle Straßenentwässerung. Die Straßenwässer werden über Einlaufgitter gefasst und über das Kanalsystem abgeleitet. Es erfolgt keine Trennung von Winter- und Sommerwässern.

Vorteile:

- geringer Platzbedarf, im innerstädtischen Bereich meist die einzig mögliche Variante
- technisch erprobte Lösung
- schadlose Ableitung der Straßenwässer

Nachteile:

- keine lokale Reinigung der Straßenwässer
- keine Entlastung des öffentlichen Kanalsystems

- kein Beitrag zu einem natürlicheren Wasserkreislauf, keine Ausnutzung des Verdunstungspotentials
- keine Dämpfung von Chloridabflussspitzen

4.1.2 Variante 2 Reinigung der Straßenwässer mittels Bodenfiltermulde

Die Reinigung der Sommer- und Winterwässer erfolgt in Variante 2 dezentral über eine den Straßenzug begleitende Bodenfiltermulde. Die gereinigten Wässer werden über das öffentliche Kanalsystem abgeleitet.

	Flächenbedarf (m ²)	
	1	2
Entwässerungsfläche Straße	1.000	1.000
Bodenfiltermulde		143
Summe Flächenbedarf	1.000	1.143

Tabelle 4: Flächenbedarf der Variante 1 und Variante 2

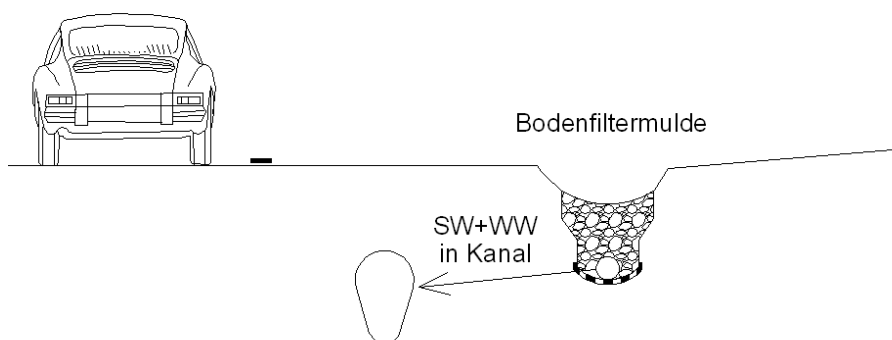


Abbildung 27: Systemzeichnung Variante 2

Vorteile:

- ganzjährige lokale Reinigung – Entlastung der Kläranlage in qualitativer Hinsicht
- technisch erprobte Lösung
- geringer Wartungsaufwand
- leicht gedrosselter Abfluss möglich – Retentionswirkung der Bodenfiltermulde

Nachteile:

- weiterhin Belastung der Kläranlage quantitativ
- kaum Ausnutzung des Verdunstungspotentials
- Wässer werden nicht regional in das Grundwasser rückgeführt
- Zusätzliche Bodenversiegelung

Der zusätzliche Flächenbedarf für die straßenbegleitende Bodenfiltermulde beträgt 143 m² und damit etwa 15 % der Straßenfläche. Die Breite der straßenbegleitenden Bodenfiltermulde beträgt etwa 1,30 m bei einer Tiefe von etwa 0,30 m. Da die Bodenfiltermulde dicht ausgeführt werden muss, um eine Versickerung chloridhaltiger Wässer zu verhindern, kommt es im Vergleich zur Nullvariante zu zusätzlicher Bodenversiegelung.

4.1.3 Variante 3 Reinigung der Straßenwässer mittels Bodenfilterbecken

Die Reinigung der Sommer- und Winterwässer erfolgt in Variante 3 semizentral über ein einziges Bodenfilterbecken im Straßennahbereich. Für das Bodenfilterbecken wurde für dieses Beispiel ein maximaler Wasserstand von etwa 0,9 m angenommen, woraus sich ein Flächenbedarf von 41 m² ergibt. Die Abmessungen, um auf die erforderlichen 41 m² zu kommen, betragen beispielsweise 4,6 m x 9 m. Die gereinigten Wässer werden über das öffentliche Kanalsystem abgeleitet.

	Flächenbedarf (m ²)	
	1	3
Entwässerungsfläche Straße	1.000	1.000
Bodenfilterbecken		41
Summe Flächenbedarf	1.000	1.041

Tabelle 5: Flächenbedarf der Variante 1 und Variante 3

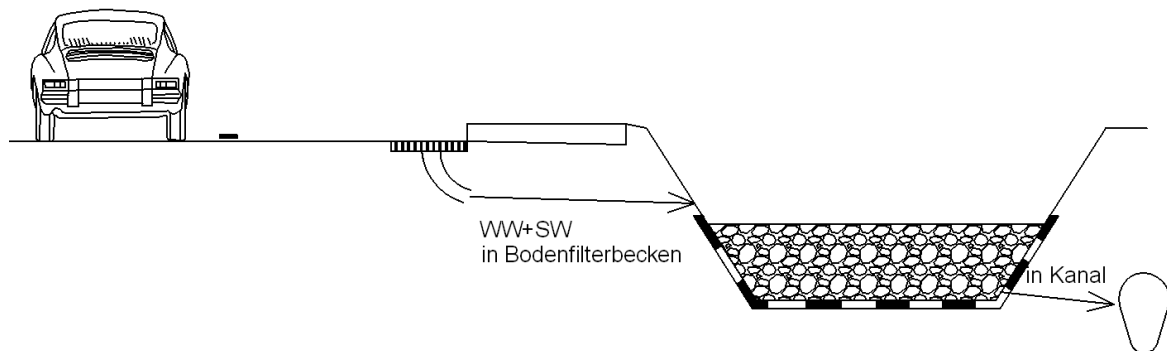


Abbildung 28: Systemzeichnung Variante 3

Vorteile:

- ganzjährige lokale Reinigung – Entlastung der Kläranlage in qualitativer Hinsicht
- durch gedrosselte Ableitung Retentionswirkung des Bodenfilterbeckens und damit Entlastung des Kanals (keine Abflussspitzen nach Starkregen)
- technisch erprobte Lösung

Nachteile:

- geringe Ausnutzung des Verdunstungspotentials

- technisches Bauwerk
- Wässer werden nicht regional in Grundwasserkörper rückgeführt

Der zusätzliche Flächenbedarf für das Bodenfilterbecken beträgt 41 m² und damit etwa 5 % der Straßenfläche. Da das Bodenfilterbecken dicht ausgeführt werden muss, um eine Versickerung chloridhaltiger Wässer zu verhindern, kommt es im Vergleich zur Nullvariante zu zusätzlicher Bodenversiegelung. Da das Bodenfilterbecken tiefer als die Bodenfiltermulde ausgeführt werden kann, hat die semizentrale Reinigung über ein Bodenfilterbecken mit etwa 5 % der Straßenfläche einen deutlich geringeren Flächenverbrauch als die dezentrale über eine Bodenfiltermulde mit etwa 15 % der Straßenfläche.

4.2 Trennung von Sommer- und Winterwässern

Im Rahmen der gegenständlichen Studie wird die Trennung von Sommer- und Winterwässern als wesentlicher Lösungsansatz erachtet. Die technische Lösung soll in der Errichtung, Wartung und im Betrieb so einfach wie möglich sein.

Im Rahmen der Besprechung am 5. Dezember wurde in der Diskussion mit Vertretern mehrerer Magistratsabteilungen festgestellt, dass eine Variante, bei welcher eine Trennung der Winter und der Sommerwässer bereits im Straßenbereich, oder im Nahbereich der Straße verfolgungswürdig ist, da sie den vielfach gegebenen örtlichen Verhältnissen insofern entspricht, als sie auch bei geringem Platzangebot im verbauten Gebiet Realisierungschancen hat. Dabei bietet sich einerseits eine technische Lösung mit der Installation eines Schiebers oder einer Klappe, welche zweimal jährlich betätigt werden muss, um so im Winterbetrieb (Vorschlag: 1. November bis 31. März) die mit Streumitteln belasteten Straßenwässer dem öffentlichen Kanal zuzuleiten. Im Sommerhalbjahr hingegen werden die Straßenwässer über eine belebte Bodenzone versickert und so dem örtlichen, natürlichen Wasserkreislauf wieder zugeführt. Ggf. wäre auch deren Ableitung in einen Vorfluter möglich, wobei auch hierbei vorab eine Reinigung über die belebte Bodenzone notwendig ist.

Die Trennung der Sommer- und Winterwässern kann entweder

- vor deren Einleitung in eine Versickerungsmulde bzw. ein Becken (Trennung bereits im Bereich der Einläufe) oder
- nach Durchtritt durch die belebte Bodenzone
- mittels Schacht und Schieber oder
- über eine Schwelle erfolgen.

Nachfolgend werden unterschiedliche Lösungsmöglichkeiten zur Trennung von Sommer- und Winterwässern beschrieben.

4.2.1 Trennung mittels Schacht und Schieber

Als Beispiel einer Trennung von Sommer- und Winterwässern nach Durchtritt der belebten Bodenzone und entsprechend unterschiedlicher Behandlung der Wässer ist in Abbildung 29 als Systemzeichnung eine „Doppelstockmulde“ dargestellt.

Bedingt durch das Gefälle der Straße fließen alle Straßenwässer zur Bodenfiltermulde. Die Reinigung der Straßenwässer erfolgt während des Durchtritts durch die begrünte Bodenzone im oberen Bereich der Doppelstockmulde. Der obere Bereich ist zum unteren durch eine Folie abgedichtet. Die gereinigten Straßenwässer werden über das Mehrzweckrohr bis zum nächstgelegenen Schachtbauwerk geführt. Je nach Schieberstellung fließt das Straßenwasser in den öffentlichen Kanal (Winter) oder in den unter der Bodenfiltermulde verlaufenden Versickerungskörper (Sommer).

Die Kombination einer straßenbegleitenden Doppelstockmulde und regelmäßig angeordneten Schachtbauwerken ermöglicht es daher die über die Bodenfiltermulde gereinigten Winterwässer mittels entsprechender Schieberstellung dem öffentlichen Kanal zuzuführen. Die Sommerwässer können bei offener Schieberstellung im Sommer nach erfolgter Reinigung in der Bodenfiltermulde über die untere Ebene dem Sickerkörper zugeführt werden und somit unmittelbar entlang der Straße wieder versickert werden. Für den Fall, dass der Sickerkörper verlegt ist und keine entsprechende lokale Versickerung im Sommer stattfinden kann, verhindert der höherliegende „Notüberlauf“ in den öffentlichen Kanal einen ungewollten Rückstau der Sommerwässer auf die Fahrbahn.

Der Aufbau der Schachanlage mittels zweier Einstiege ermöglicht die Reinigung bzw. Spülung sowohl des Mehrzweckrohres in der Bodenfiltermulde als auch des Sickerrohres im Sickerkörper. Die Sickerleitung wird im Schachtbereich verschwenkt, um eine bessere Zugänglichkeit und somit Reinigungsmöglichkeit im Schachtbereich zu ermöglichen.

Zusätzlich zu den Pflegemaßnahmen der begrünten Bodenfiltermulde muss einmal zu Beginn und einmal am Ende der Streuperiode die Schieberstellung verändert werden.

Im Rahmen dieser Lösungsmöglichkeit zur Trennung von Sommer- und Winterwässern wird der gesamte gereinigte Winterniederschlag in den öffentlichen Kanal abgeleitet und der gesamte gereinigte Sommerniederschlag einer lokalen Versickerung zugeführt.

Bei geringem Platzangebot für die Versickerungsmulden besteht die Möglichkeit Niederschlagswässer aus Starkregenereignissen über einen im Bereich der Mulde erhöht situierten Einlauf in den öffentlichen Kanal abzuführen. Damit wäre eine Erhöhung des Schutzniveaus angrenzender Flächen/Objekte gewährleistet.

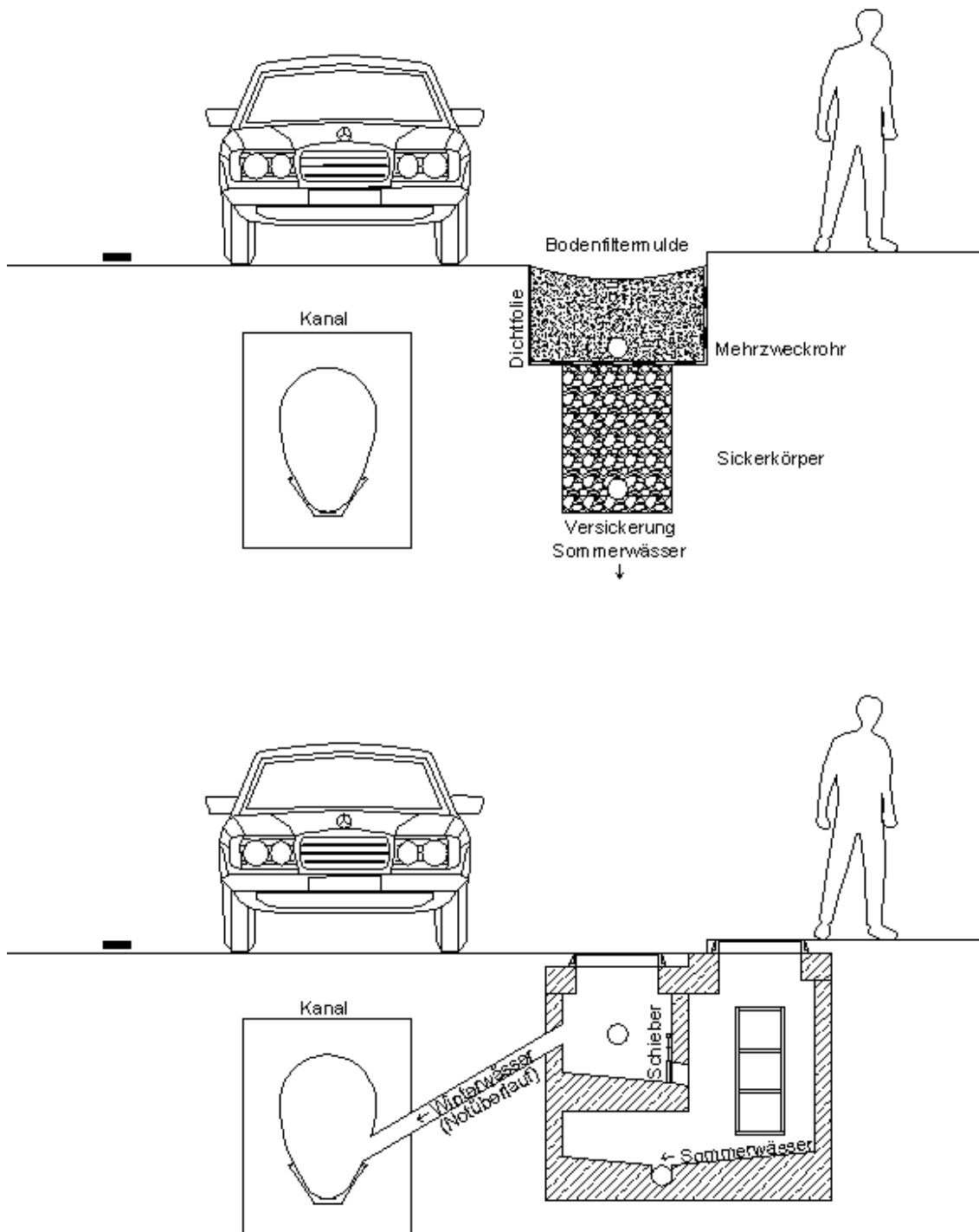


Abbildung 29: Systemzeichnung Doppelstockmulde – oben: Bereich zwischen den Schächten (straßenbegleitend), unten: Schachtbereich (in regelmäßigen Abständen)

4.2.2 Trennung mittels Schwelle (oberflächennah oder im Schacht)

Weiters wurde im Rahmen der o.a. Besprechung vor allem von den Vertretern der MA28 gewünscht, auch eine Lösungsvariante zu untersuchen, die ohne serviceaufwendigen Schieber auskommt. Dies könnte durch den Einbau einer Drossel im Verlauf

der Ableitung der Straßenwässer in den öffentlichen Kanal erfolgen, wobei jene an-dringenden Wassermengen, welche nicht über die Drossel in den Kanal gelangen, über eine belebte Bodenzone versickern. Grundgedanke dazu ist die Überlegung, dass die Abflüsse aus Winterniederschlägen meist deutlich geringer als aus Sommerereig-nissen sind und demgemäß bereits geringe Drosselmengen ausreichen, um die maß-geblichen Chloridmengen dem öffentlichen Kanal zuzuführen. Um dies zu verifizieren wurden von der MA45 Niederschlagswerte (Minutensummen) der letzten vier Jahre zur Verfügung gestellt (2014 ohne Dezember). Eine Analyse dieser Daten zeigt, dass im betrachteten Zeitraum ein Großteil der Starkregenereignisse auf den Sommerzeitraum fällt. Nachstehende Tabelle zeigt abfallend gereiht die maximalen Stundenwerte der letzten vier Jahre, wobei jene Ereignisse gelb hinterlegt sind, die in die Winterperiode fallen.

Hinzuweisen ist darauf, dass die zur Verfügung gestellte Datenreihe des Jahres 2013 Datenlücken vom 01.3.2013 bis 18.03.2013 und vom 04.04.2013 bis 25.07.2013 auf-weisen.

Datum	mm / Stunde	Datum	mm/Stunde	Datum	mm/Stunde	Datum	mm/Stunde
04.06.2011 18:59	20,40	25.07.2012 20:59	14,7	16.09.2013 21:59	11,61	30.07.2014 13:59	17,56
08.06.2011 18:59	19,70	08.07.2012 15:59	9,3	17.09.2013 00:59	7,77	23.08.2014 17:59	14,82
23.06.2011 17:59	11,60	25.07.2012 10:59	7,1	16.09.2013 22:59	6,89	13.07.2014 13:59	14,52
22.07.2011 12:59	10,90	04.07.2012 01:59	6,8	12.08.2013 22:59	5,54	22.07.2014 14:59	12,15
08.06.2011 13:59	8,80	20.07.2012 20:59	5,7	09.08.2013 22:59	5,39	11.07.2014 06:59	11,78
27.05.2011 19:59	7,30	08.06.2012 19:59	5,6	16.09.2013 20:59	4,85	30.07.2014 20:59	9,01
27.05.2011 13:59	6,00	19.07.2012 17:59	5,3	21.09.2013 11:59	4,21	01.10.2014 17:59	8,88
15.08.2011 15:59	5,40	10.06.2012 06:59	5,1	19.09.2013 03:59	4,20	13.09.2014 05:59	8,60
12.04.2011 13:59	5,40	22.05.2012 18:59	5,1	16.09.2013 23:59	4,03	22.10.2014 00:59	8,30
07.10.2011 05:59	5,00	06.07.2012 16:59	5	09.08.2013 21:59	4,02	23.08.2014 16:59	7,70
21.07.2011 05:59	4,60	03.07.2012 21:59	4,8	17.09.2013 04:59	3,92	27.07.2014 12:59	7,17
23.06.2011 19:59	4,40	10.06.2012 17:59	4,6	04.08.2013 21:59	3,70	13.09.2014 23:59	7,16
08.08.2011 11:59	4,10	04.06.2012 12:59	4,6	24.02.2013 23:59	3,60	11.05.2014 15:59	6,58
15.08.2011 16:59	3,90	24.06.2012 21:59	4,2	10.10.2013 21:59	3,58	24.05.2014 15:59	6,23
08.06.2011 12:59	3,90	04.06.2012 13:59	3,9	23.02.2013 08:59	3,50	13.09.2014 04:59	5,82
19.09.2011 18:59	3,80	26.07.2012 17:59	3,6	23.02.2013 06:59	3,40	15.07.2014 16:59	5,42
19.06.2011 01:59	3,80	25.07.2012 09:59	3,5	11.10.2013 15:59	3,30	22.09.2014 16:59	5,18
08.06.2011 00:59	3,70	20.06.2012 22:59	3,4	11.10.2013 16:59	3,21	11.07.2014 14:59	4,84
19.06.2011 00:59	3,60	21.01.2012 19:59	3,2	23.02.2013 07:59	3,20	11.05.2014 16:59	4,51
28.07.2011 12:59	3,30	13.09.2012 02:59	3,2	17.09.2013 01:59	3,04	18.11.2014 15:59	4,13
08.06.2011 17:59	3,20	21.07.2012 01:59	3,1	09.08.2013 23:59	2,98	11.05.2014 14:59	4,05
18.06.2011 20:59	2,90	25.07.2012 08:59	3,1	11.10.2013 01:59	2,94	01.10.2014 18:59	4,04
07.10.2011 09:59	2,80	20.01.2012 00:59	3,1	24.02.2013 02:59	2,90	11.09.2014 18:59	3,96
12.10.2011 19:59	2,80	20.07.2012 21:59	2,8	24.02.2013 01:59	2,80	30.06.2014 07:59	3,87
12.05.2011 21:59	2,60	12.09.2012 01:59	2,8	13.09.2013 17:59	2,74	16.05.2014 05:59	3,85
27.08.2011 19:59	2,50	05.08.2012 00:59	2,7	17.01.2013 12:59	2,70	12.02.2014 07:59	3,81
23.06.2011 18:59	2,50	23.12.2012 12:59	2,7	28.08.2013 01:59	2,70	11.07.2014 05:59	3,74
21.07.2011 04:59	2,50	25.07.2012 19:59	2,7	25.08.2013 16:59	2,60	11.07.2014 04:59	3,65
19.09.2011 20:59	2,50	09.07.2012 20:59	2,6	17.01.2013 10:59	2,50	01.09.2014 13:59	3,55
21.07.2011 06:59	2,20	26.08.2012 04:59	2,6	17.01.2013 11:59	2,50	15.07.2014 17:59	3,49
27.08.2011 20:59	2,20	31.08.2012 21:59	2,6	12.02.2013 09:59	2,50	21.08.2014 04:59	3,46
10.10.2011 17:59	2,10	23.12.2012 18:59	2,6	17.09.2013 03:59	2,50	16.05.2014 06:59	3,41
12.10.2011 20:59	2,10	12.09.2012 20:59	2,5	17.01.2013 05:59	2,30	18.11.2014 06:59	3,31
27.05.2011 18:59	2,10	12.10.2012 22:59	2,4	17.01.2013 09:59	2,30	11.05.2014 11:59	3,26
13.01.2011 07:59	2,00	13.07.2012 07:59	2,3	28.08.2013 02:59	2,17	08.04.2014 19:59	3,19
17.03.2011 17:59	2,00	21.01.2012 18:59	2,3	24.10.2013 06:59	2,12	13.09.2014 06:59	3,12
18.06.2011 21:59	2,00	21.01.2012 20:59	2,3	06.01.2013 11:59	2,10	01.09.2014 11:59	3,08
18.06.2011 22:59	2,00	23.12.2012 16:59	2,3	17.01.2013 04:59	2,00	13.08.2014 01:59	3,05
18.06.2011 23:59	2,00	12.09.2012 16:59	2,3	17.01.2013 13:59	2,00	12.02.2014 06:59	2,99
07.08.2011 18:59	1,90	04.07.2012 02:59	2,2	23.02.2013 05:59	2,00	07.05.2014 17:59	2,97
15.08.2011 17:59	1,90	13.09.2012 00:59	2,2	11.11.2013 01:59	1,98	21.08.2014 00:59	2,94
19.09.2011 19:59	1,90	16.10.2012 07:59	2,2	11.11.2013 02:59	1,97	11.09.2014 17:59	2,92
27.05.2011 20:59	1,90	23.12.2012 11:59	2,2	23.02.2013 09:59	1,90	30.07.2014 21:59	2,91
07.08.2011 16:59	1,90	23.12.2012 14:59	2,2	28.08.2013 03:59	1,84	01.09.2014 09:59	2,78
07.10.2011 04:59	1,90	23.12.2012 15:59	2,2	27.08.2013 11:59	1,84	01.09.2014 15:59	2,78
21.07.2011 03:59	1,80	30.03.2012 09:59	2,1	03.01.2013 13:59	1,80	30.06.2014 04:59	2,77
04.08.2011 04:59	1,80	13.09.2012 01:59	2,1	17.01.2013 06:59	1,80	17.10.2014 12:59	2,75
08.08.2011 10:59	1,80	29.10.2012 00:59	2,1	01.09.2013 09:59	1,75	13.09.2014 15:59	2,75
15.08.2011 18:59	1,80	15.12.2012 17:59	2,1	05.11.2013 05:59	1,70	17.10.2014 10:59	2,74
07.10.2011 06:59	1,80	31.03.2012 18:59	2	14.01.2013 09:59	1,70	21.08.2014 03:59	2,66
07.10.2011 10:59	1,80	20.04.2012 18:59	2	23.02.2013 04:59	1,70	01.12.2014 08:59	2,65
10.10.2011 16:59	1,80	21.07.2012 05:59	2	24.08.2013 07:59	1,64	11.09.2014 12:59	2,65
19.06.2011 14:59	1,80	25.07.2012 00:59	2	06.12.2013 09:59	1,61	18.11.2014 07:59	2,63
13.01.2011 05:59	1,70	31.08.2012 23:59	2	05.12.2013 23:59	1,52	02.05.2014 20:59	2,63
20.09.2011 01:59	1,70	01.09.2012 00:59	2	30.01.2013 04:59	1,50	01.09.2014 07:59	2,60
29.04.2011 16:59	1,70	01.09.2012 04:59	2	23.02.2013 03:59	1,50	23.08.2014 19:59	2,55
13.01.2011 06:59	1,60	23.12.2012 22:59	2	04.08.2013 20:59	1,47	11.05.2014 12:59	2,54
24.01.2011 03:59	1,60	06.05.2012 16:59	2	24.10.2013 05:59	1,46	14.04.2014 14:59	2,49
24.04.2011 19:59	1,60	21.01.2012 17:59	1,9	16.10.2013 03:59	1,45	30.06.2014 01:59	2,45
18.06.2011 18:59	1,60	03.07.2012 22:59	1,9	11.11.2013 00:59	1,45	12.09.2014 01:59	2,42
15.08.2011 19:59	1,60	23.12.2012 13:59	1,9	16.09.2013 19:59	1,43	31.08.2014 21:59	2,41
12.10.2011 17:59	1,60	13.07.2012 08:59	1,9	08.01.2013 11:59	1,40	30.08.2014 08:59	2,33
13.10.2011 00:59	1,60	25.06.2012 08:59	1,8	14.01.2013 08:59	1,40	19.04.2014 21:59	2,29
16.12.2011 14:59	1,60	21.07.2012 02:59	1,8	17.01.2013 08:59	1,40	22.07.2014 13:59	2,26
18.03.2011 00:59	1,50	01.09.2012 02:59	1,8	12.02.2013 02:59	1,40	30.08.2014 11:59	2,24
12.04.2011 14:59	1,50	20.06.2012 23:59	1,7	12.08.2013 23:59	1,39	15.07.2014 22:59	2,24
28.05.2011 07:59	1,50	24.01.2012 03:59	1,7	05.11.2013 04:59	1,34	11.09.2014 16:59	2,22
28.05.2011 10:59	1,50	24.01.2012 04:59	1,7	04.01.2013 23:59	1,30	30.06.2014 06:59	2,21
28.05.2011 11:59	1,50	01.09.2012 01:59	1,7	17.01.2013 07:59	1,30	13.09.2014 07:59	2,21
28.07.2011 18:59	1,50	12.09.2012 23:59	1,7	11.11.2013 04:59	1,29	07.05.2014 16:59	2,18
04.08.2011 03:59	1,50	27.10.2012 10:59	1,7	07.08.2013 01:59	1,25	30.06.2014 08:59	2,16
07.10.2011 08:59	1,50	23.12.2012 19:59	1,7	25.08.2013 17:59	1,22	15.04.2014 17:59	2,10
12.10.2011 18:59	1,50	10.06.2012 18:59	1,6	24.11.2013 04:59	1,21	01.09.2014 12:59	2,09
12.10.2011 22:59	1,50	10.07.2012 18:59	1,6	05.01.2013 01:59	1,20	16.05.2014 09:59	2,08

Abbildung 30: Stundensummen für die Station Wien Kagran 2011- 2014 (Winterereignisse mit gelber Hinterlegung) [Quelle: eigene Erstellung, Datenquelle: MA45]

Markant sind die Winterereignisse des Jahres 2013. Wie die nachstehende Übersicht der ZAMG zeigt, sind die hohen Niederschlagsmengen im Februar 2013 im Verlauf von

Minusgraden gefallen. Es ist daher zu erwarten, dass es im Zuge dieser Ereignisse zu massivem Einsatz von Streusalz kam.

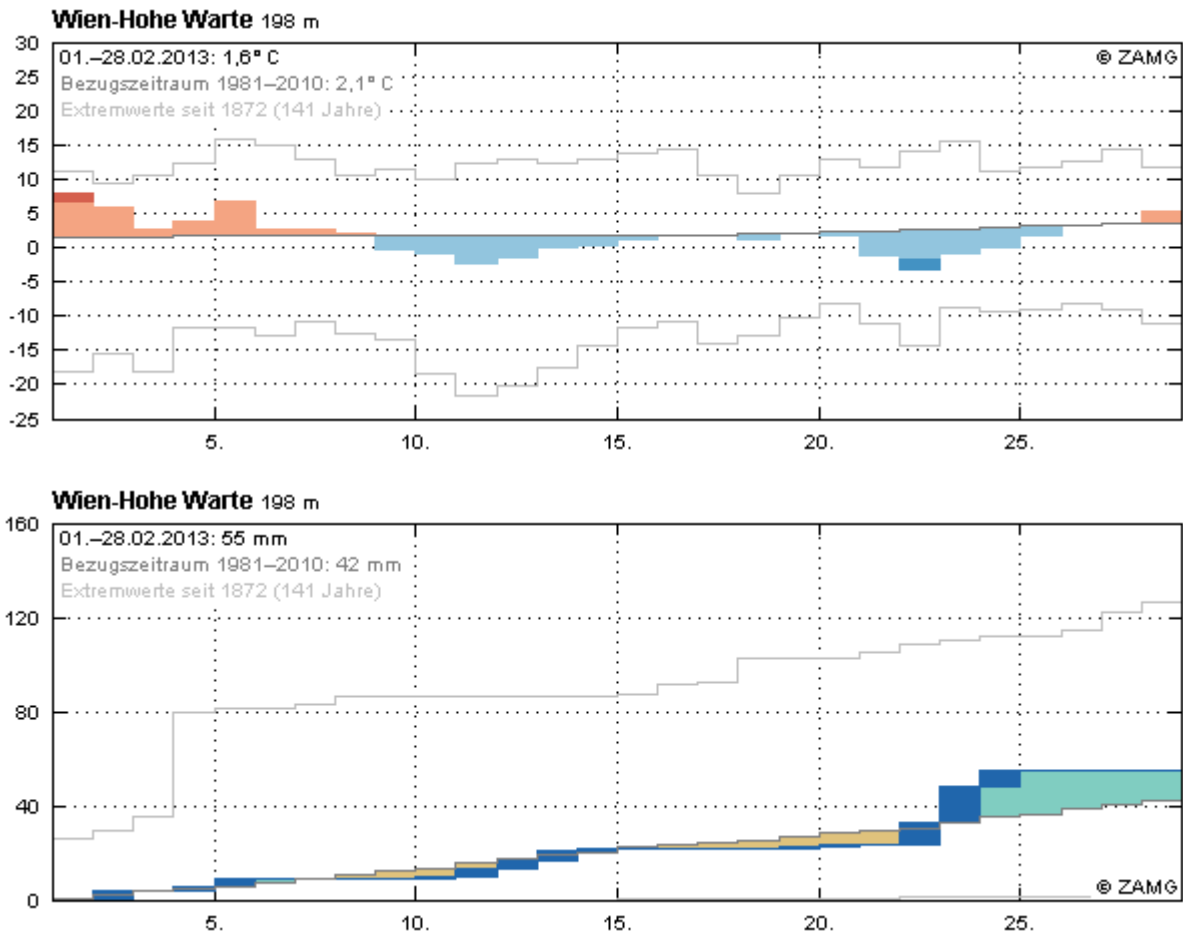


Abbildung 31: Lufttemperatur und Niederschlag 01.-28.02.2013 [Quelle: ZAMG]

In einem weiteren Bearbeitungsschritt wurde nun eine Variation der Drosselmengen unter folgenden Bedingungen vorgenommen:

- Straßenfläche: 500 m²
- Betrachtung der Abflüsse auf Minutenbasis (darauf aufbauend Stundenwerte)
- Den Auswertungen wurde das Jahr 2013 zugrunde gelegt, da es deutlich jenes Jahr mit den anteilmäßig meisten abflussstarken Ereignissen in der Winterperiode des Betrachtungszeitraumes war.

Die Berechnungen haben folgendes Ergebnis gezeigt.

Um die Niederschlagsereignisse im Februar 2013 gänzlich in den öffentlichen Kanal abzuleiten würde man eine Drosselmenge von etwa

- 0,8 l/s benötigen. Dies würde eine Ableitung von
- 170 m³ = 92 % der Jahresniederschlagsmenge in den öffentlichen Kanal bedingen. Lediglich
- 14 m³ = 8 % der Jahresniederschlagsmenge würde über den Überlauf einer Versickerung zugeführt.

Legt man hingegen eine Drosselmenge von

- 0,3 l/s fest, so würde es dabei noch immer zu einer Ableitung von

- 97 m³ = 53 % der Jahresniederschlagsmenge in den öffentlichen Kanal kommen und
- 88 m³ = 47 % der Jahresniederschlagsmenge würde über den Überlauf einer Versickerung zugeführt.

Anzumerken ist, dass bei dieser Drosselmenge etwa 2/3 des vorgenannten Niederschlagsereignisses vom 24.02.2013 zur Versickerung gelangen würde. Damit werden auch maßgebliche Mengen an mit Streumitteln belasteten Niederschlagswassern versickert. Inwieweit diese Maßnahme somit einem Verschlechterungsverbot hinsichtlich Grundwasserqualität entgegensteht, wäre im Detail zu klären.

Angesichts der kleinen Mengen ist die Auslegung einer permanenten Drossel schwierig, da ein laufendes Verklausen dieser Drossel durch Störstoffe (Blattwerk, Papier etc.) zu erwarten ist. Ein entsprechend hoher Wartungsaufwand ist daher zu erwarten.

Wird ein Retentionsraum der Drossel vorgelagert, so kann der Durchfluss der Drossel nochmals reduziert werden. So kann mit einem Volumen von etwa 200 bis 300 Liter die Drossel von 0,3 l/s auf etwa 0,2 l/s reduziert werden. Es muss diesbezüglich jedoch darauf hingewiesen werden, dass mit Vorschaltung eines Retentionsraums auch kurzfristige Niederschlagsspitzen in den öffentlichen Kanal gelangen, die bei Entfall des Retentionsraums in den Versickerungsbereich abgeleitet würden.

Erfolgt die Retention in einem Schacht, so wäre der Drossel das Retentionsvolumen vorzulagern. Erst bei Vollenfüllung dieses Raumes springt ein Überlauf an, der die weiteren ankommenden Niederschlagswässer der Versickerung zuleitet.

Erfolgt die Retention im Straßenbereich, so wäre der Einlaufschacht um etwa 5 cm gegenüber dem Straßenniveau abzusenken und der Bereich in einem Radius von etwa 3 m um den Einlaufschacht zu diesem abfallend auszuführen. Am Straßenrand könnte eine überströmbare Schwelle in der Höhe von etwa 5 cm errichtet werden über welche jene Niederschlagswässer, die nicht über die Drossel in öffentlichen Kanal gelangen, der Versickerung zugeführt werden (siehe dazu Abbildung 32). Auf die Vereisungsgefahr der Drosselfläche bei Frost ist hinzuweisen.

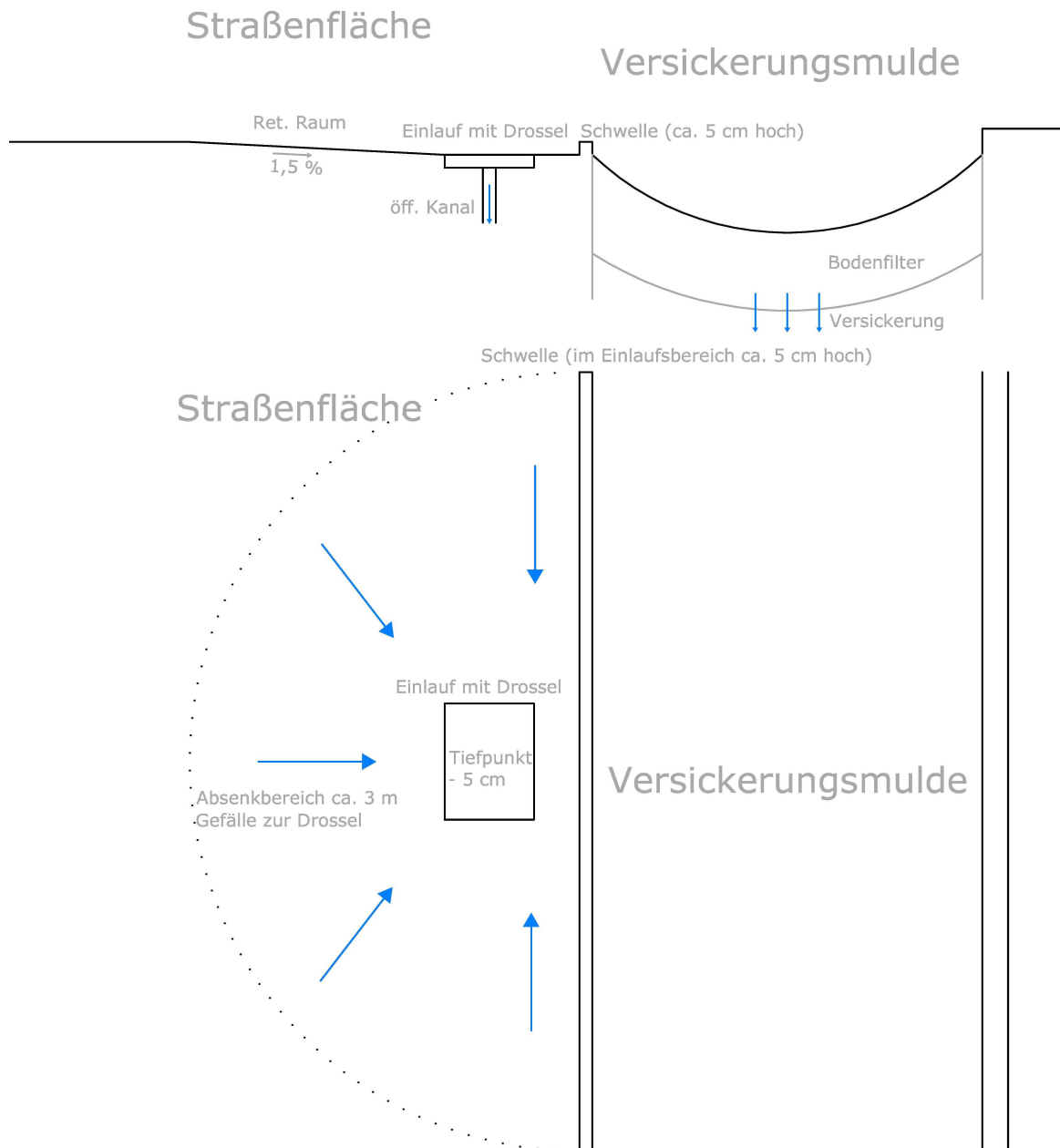


Abbildung 32: Systemzeichnung Trennung durch Schwelle (Schnitt und Grundriss)

Der Einbau einer permanenten Drossel, die den Abfluss der Niederschlagswässer aus einer Straßenfläche in den öffentlichen Kanal auf einen jahreskonstanten Wert bedingt, lässt eine unbefriedigende Trennung zwischen Sommer- und Winterwässern erwarten. Bei großzügiger Auslegung der Drosselmenge können die Straßenwässer im Winter in den öffentlichen Kanal abgeleitet werden, jedoch wird damit auch einen Großteil der Sommerwässer erfasst. Damit wird nur ein geringer Teil der Niederschlagswässer versickert oder verdunstet. Reduziert man hingegen die Drosselmenge, so kann der Anteil an zur Versickerung und zur Verdunstung gelangenden Straßenwässern erhöht werden. Dabei ist zu erwarten, dass damit ein nicht unmaßgeblicher Anteil der Winterniederschläge der Versickerung zugeführt wird. Inwieweit diese Tatsache einem Ver-

schlechterungsverbot der Grundwasserqualität entgegensteht, wäre im Detail zu klären. Dies ist nicht Gegenstand der vorliegenden Studie.

Ergänzend ist festzustellen, dass die kleine Dimensionierung der Drossel einen hohen Wartungsaufwand hinsichtlich Freihaltung vor Verkläunungen und Verlegungen erwarten lässt.

4.3 Getrennte Behandlung von Sommer- und Winterwässern

Erst die getrennten Behandlung von Sommer- und Winterwässern ermöglicht einen adäquaten Umgang mit den für Gestaltungsmaßnahmen problematischen Winterwässern und eröffnet dann die vielfältigen Gestaltungsmöglichkeiten mit den gereinigten Sommerwässern. Die gereinigten Sommerwässer können beispielsweise offen, über adaptierte Baumscheiben und Grünstreifen geleitet und abzüglich des Verdunstungsanteils versickert werden.

Im Gegensatz zur vorbeschriebenen permanenten Drossel hat die Installation einer jahreszeitlich abhängigen Ableitung in Form eines Schiebers oder einer Klappe den Vorteil, dass sämtlich Niederschlagswässer und damit alle mit Streumittel belasteten Wässer in der Winterperiode dem öffentlichen Kanal zugeleitet werden. Sommerwässer werden dagegen ausnahmslos der Versickerung und der Verdunstung zugeführt. Somit wird den Zielsetzungen der gegenständlichen Studie entsprochen. Den nachfolgend beschriebenen Varianten wird eine Trennung von Sommer- und Winterwässern mittels „Doppelstockmulde“ zu Grunde gelegt, die in Unterkapitel 4.2.1 beschrieben wird.

4.3.1 Variante 4 Versickerung Sommerwässer über Bodenfiltermulde

Die Reinigung der Straßenwässer erfolgt dezentral über Bodenfiltermulde. Winterwässer werden gesammelt und in den öffentlichen Kanal geleitet. Die Sommerwässer werden versickert.

	Flächenbedarf (m ²)	
	1	4
Entwässerungsfläche Straße	1.000	1.000
Bodenfiltermulde		143
Summe Flächenbedarf	1.000	1.143

Tabelle 6: Flächenbedarf der Variante 1 und Variante 4

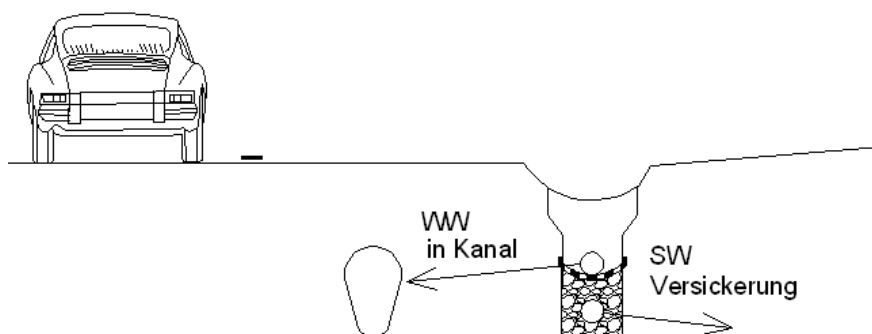


Abbildung 33: Systemzeichnung Variante 4

Vorteile:

- ganzjährige lokale Reinigung – Entlastung der Kläranlage in qualitativer Hinsicht
- Versickerung der Sommerwässer, damit Entlastung des öffentlichen Kanals und Einbringung der Sommer-Niederschlagswässer in das Grundwasser
- Minderung der Abflussspitzen nach Starkregen durch Retentionsfiltermulde

Nachteile:

- nur geringe Ausnutzung des Verdunstungspotentials
- keine Dämpfung von Chloridabflussspitzen

4.3.2 Variante 5 Versickerung Sommerwässer in Bodenfilterbecken

Variante 5 geht von der Ableitung der Winterwässer in den öffentlichen Kanal aus, die Sommerwässer werden semizentral in einem Bodenfilterbecken versickert.

	Flächenbedarf (m ²)	
	1	5
Entwässerungsfläche Straße	1.000	1.000
Bodenfilterbecken		41
Summe Flächenbedarf	1.000	1.041

Tabelle 7: Flächenbedarf der Variante 1 und Variante 5

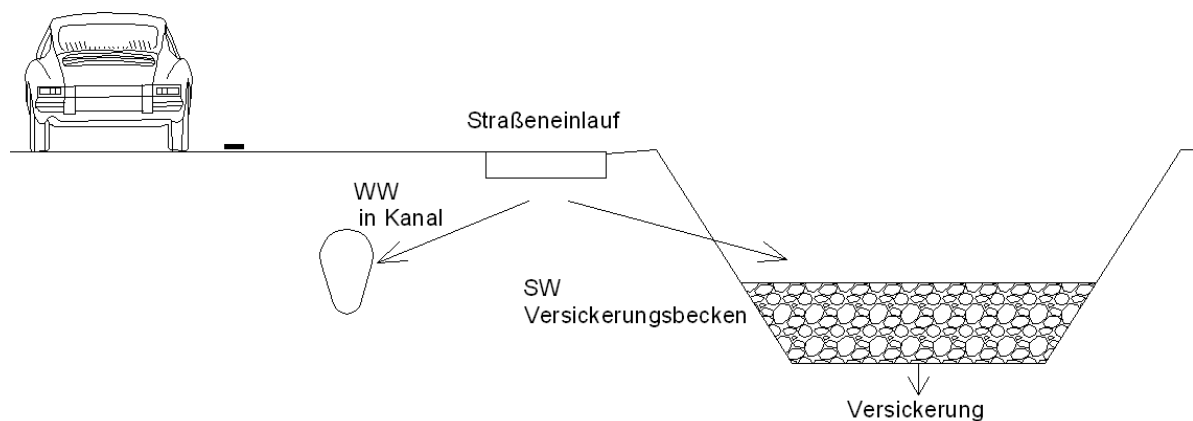


Abbildung 34: Systemzeichnung Variante 5

Vorteile:

- lokale Reinigung der Sommerwässer
- Versickerung der Sommerwässer, damit Entlastung des öffentlichen Kanals und Einbringung der Sommer-Niederschlagswässer in das Grundwasser
- Keine zusätzliche Bodenversiegelung

Nachteile:

- technisches Bauwerk
- keine Dämpfung von Chloridabflussspitzen

4.3.3 Variante 6 Evapotranspiration

Variante 6 entstand aus der Überlegung heraus Sommerwässer in einem Landschaftsteich zu sammeln, zu verdunsten und überlaufendes Wasser zu versickern. Da es sich um gereinigte Sommerstraßenwässer handelt, ist als Alternative zum Landschaftsteich die Herstellung weidenbepflanzter Sammelbecken und die Anlage von bewässerten Verdunstungsbeeten zur Ausnutzung des Evapotranspirationspotenzials ebenfalls möglich.

In Variante 6 erfolgt die Reinigung der Straßenwässer über eine Bodenfiltermulde und die Sammlung der Sommerstraßenwässer in einem Landschaftsteich (Annahme 1000 m²) mit anschließender Versickerung.

	Flächenbedarf (m ²)	
	1	6
Entwässerungsfläche Straße	1.000	1.000
Bodenfiltermulde		143
Landschaftsteich		1.000
Summe Flächenbedarf	1.000	2.143

Tabelle 8: Flächenbedarf der Variante 1 und Variante 6

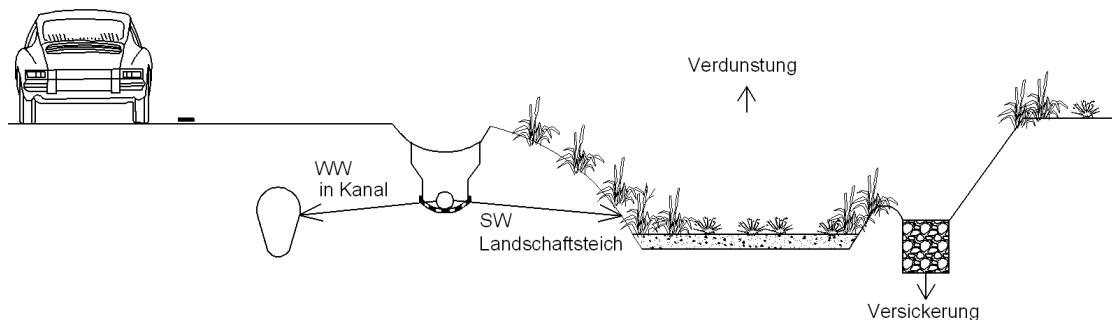


Abbildung 35: Systemzeichnung Variante 6

Vorteile:

- ganzjährige lokale Reinigung – Entlastung der Kläranlage in qualitativer Hinsicht
- Versickerung der Sommerwässer, damit Entlastung des öffentlichen Kanals und Einbringung der Sommer-Niederschlagswässer in das Grundwasser
- Ausnutzung des Verdunstungspotenzials (etwa 1/3 der Straßenwässer verdunstet)
- Minderung der Abflussspitzen nach Starkregen durch Retentionsfiltermulde
- Freiraumplanerische Gestaltung ist möglich

Nachteile:

- Bodenversiegelung im Bereich der Filtermulde und im gedichteten Teichbereich
- keine Dämpfung von Chloridabflussspitzen

Alternativen:

Unterirdische Retention mit bepflanzttem Bodenbereich zur Ausnutzung der Evapotranspiration. Die Bepflanzung kann mit Weiden oder Schilfrohr (*Phragmites australis*) erfolgen.

Sammlung der gereinigten Sommerwässer und Zuleitung zu Verdunstungsbeeten, wie im gezeigten Fallbeispiel der HTW Dresden.

4.3.4 Variante 7 Vollständige Verdunstung der Winterwässer

Exemplarisch wird in Variante 7 die vollständige Verdunstung des gesammelten chloridbelasteten Winterniederschlags angestrebt und dargestellt. Im Herbst bleibt dann das Streusalz beziehungsweise die Streusalzsohle im Becken zurück und muss gesondert behandelt werden (Entsorgung oder Wiederverwendung).

Winter- und Sommerwässer werden in der Bodenfiltermulde gereinigt. Die Sommerwässer werden versickert. Die Winterwässer werden in einem Verdunstungsbecken gesammelt und verdunsten in der warmen Jahreszeit.

	Flächenbedarf (m ²)	
	1	7
Entwässerungsfläche Straße	1.000	1.000
Bodenfiltermulde		143
Verdunstungsbecken		3.000
Summe Flächenbedarf	1.000	4.143

Tabelle 9: Flächenbedarf der Variante 1 und Variante 7

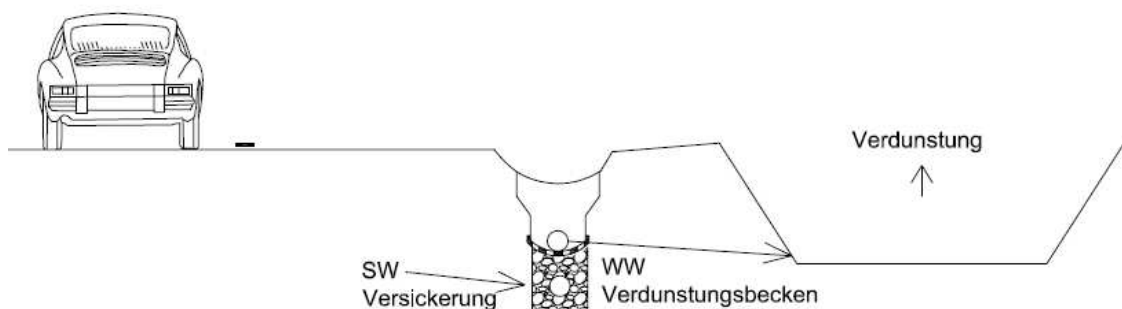


Abbildung 36: Systemzeichnung Variante 7

Vorteile:

- ganzjährige Vorreinigung – Entlastung der Kläranlage in qualitativer Hinsicht
- Ausnutzung des Verdunstungspotenzials
- Chlorid wird rückgehalten – Entlastung von Grundwasser, Kläranlage und Vorfluter

Nachteile:

- Unverhältnismäßig hoher Flächenverbrauch
- Unverhältnismäßig hohe Bodenversiegelung durch das abgedichtete Verdunstungsbecken

Die Dimensionierung des Verdunstungsbeckens erfolgte entsprechend den Niederschlags- und Verdunstungsmesswerten der entsprechenden Messstellen des hydrografischen Jahrbuches. Das Verdunstungsbecken wurde auf den Rückhalt der Winterwässer und Verdunstung der Wässer im Sommer unter Berücksichtigung des Jahresniederschlags, der auf das Becken fällt, bemessen. Selbst unter Berücksichtigung der günstigsten Messwerte der Station Kagran müsste die Beckenfläche eines reinen Verdunstungsbeckens dreimal so groß wie die darin zu entwässernde Straßenfläche sein.

Auf Grund des hohen Flächenbedarfs von 300 % der Straßenfläche allein für das Verdunstungsbecken stellt Variante 7 im Regelfall keine ausführbare Lösungsvariante dar.

4.3.5 Variante 8 Winterwässer in Landschaftsteich mit Ganzjahresdrossel

In Variante 8 erfolgt die Sammlung der Winterwässer in einem Rückhaltebecken/Landschaftsteich (chloridbelastet) und deren gedrosselte Ableitung während des gesamten Jahres. Die Sommerstraßenwässer werden versickert. Durch die gedrosselte Ableitung der Winterstraßenwässer werden die Chloridabflussspitzen gedämpft.

Die Variante bedingt entweder einen großen Teich mit geringen Wasserspiegelschwankungen oder einen kleineren Teich mit großen Wasserspiegelschwankungen und erfordert eine entsprechende Topografie des Projektgebietes.

Variante 8 (Sommerwässer in öffentlichen Kanal, auch Versickerung möglich)

	Flächenbedarf (m ²)	
	1	8
Entwässerungsfläche Straße	1.000	1.000
Bodenfiltermulde		143
Rückhaltebecken		100
Summe Flächenbedarf	1.000	1.243

Tabelle 10: Flächenbedarf der Variante 1 und Variante 8

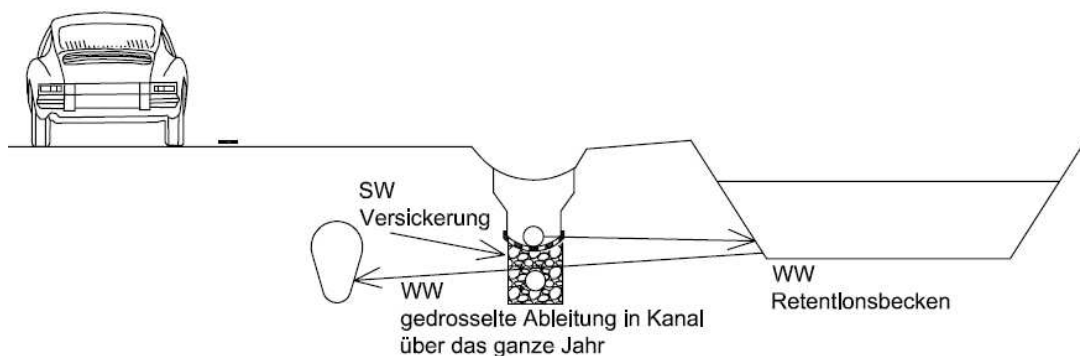


Abbildung 37: Systemzeichnung Variante 8

Vorteile:

- ganzjährige Vorreinigung – Entlastung der Kläranlage in qualitativer Hinsicht
- Erhöhung der urbanen Verdunstungsraten
- Chlorid wird rückgehalten – Dämpfung der Chloridabflussspitzen

Nachteile:

- Bodenversiegelung im Bereich des Retentionsbeckens

4.3.6 Variante 9 Winterwässer in Landschaftsteich mit Sommerdrossel

In Variante 9 erfolgt die Sammlung der Winterwässer in einem Rückhaltebecken/Landschaftsteich (chloridbelastet) und deren Ableitung im Sommer. Die Sommerstraßenwässer werden versickert. Durch die gedrosselte Ableitung der Winterstraßenwässer werden die Chloridabflussspitzen gedämpft.

	Flächenbedarf (m ²)	
	1	9
Entwässerungsfläche Straße	1.000	1.000
Bodenfiltermulde		143
Rückhaltebecken		330
Summe Flächenbedarf	1.000	1.473

Tabelle 11: Flächenbedarf der Variante 1 und Variante 9

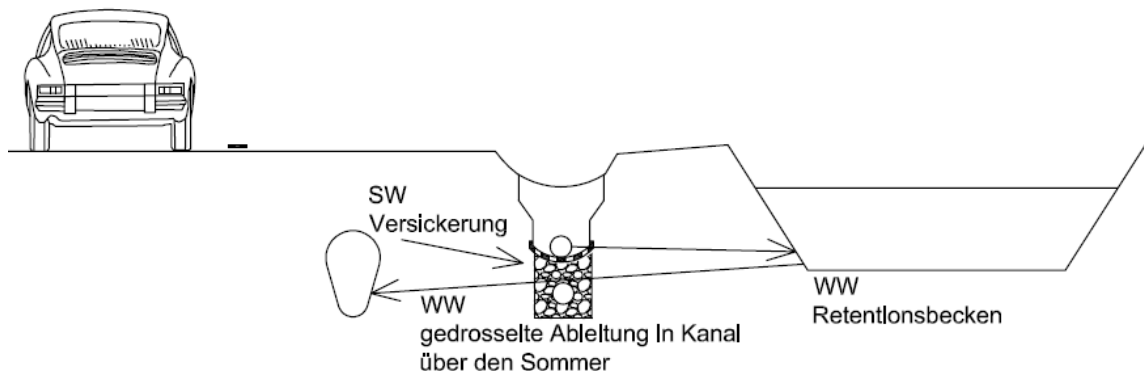


Abbildung 38: Systemzeichnung Variante 9

Vorteile:

- ganzjährige Vorreinigung – Entlastung der Kläranlage in qualitativer Hinsicht
- Erhöhung der urbanen Verdunstungsraten
- Chlorid wird rückgehalten – Dämpfung der Chloridabflussspitzen

Nachteile:

- Bodenversiegelung im Bereich des Retentionsbeckens

4.4 Grobkostenschätzung zu den Varianten 4 und 6

Unter Berücksichtigung der Zielsetzungen der gegenständlichen Studie wurden in Abstimmung mit dem Auftraggeber für die Grobkostenschätzung zwei Varianten ausgewählt. Einerseits wird mit Variante 4 (Doppelstockmulde und Schachtbauwerk mit Schieber zur Trennung) eine Lösung betrachtet, die angesichts ihres geringen Platzbedarfs in dichter verbautem Gebiet realisierbar ist, andererseits wird mit Variante 6 (Landschaftsteich) eine Lösung betrachtet, die mit der Schaffung eines Landschaftsteichs das Ortsbild positiv beeinflusst und unter Ausnutzung des Verdunstungspotenzials zu einer Erhöhung der Lebensqualität eines Wohnviertels beiträgt.

4.4.1 Versickerung Sommerwässer über Bodenfiltermulde (Variante 4)

Doppelstockmulde und Schachtbauwerk mit Schieber zur Trennung

Sammel/Versickerungsmulde Doppelstockprofil

	<i>Menge</i>		<i>EP</i>	<i>PP</i>
Aushub	350 m ³	€	20,00	€ 7.000,00
Verfuhr und Entsorgung	350 m ³	€	15,00	€ 5.250,00
Pölzung	500 m ²	€	60,00	€ 30.000,00
Foliendichtung (Kautschuk)	400 m ²	€	20,00	€ 8.000,00
Bodenfiltermaterial	65 m ³	€	30,00	€ 1.950,00
Drainschotter	80 m ³	€	60,00	€ 4.800,00
Drainrohr	200 lfm	€	30,00	€ 6.000,00
Bepflanzung Ansaat	150 m ²	€	5,00	€ 750,00
Schacht lt. Darstellung	2 PA	€	10.000,00	€ 20.000,00
Zwischensumme Versickerungsmulde				€ 83.750,00
Summe Baumaßnahmen				€ 83.750,00
Unvorhergesehenes 20%				€ 16.750,00
Schätzkosten Variante 4 exkl. USt				€ 100.500,00

Tabelle 12: Kostenschätzung Variante 4

Hinsichtlich des Aufwandes zum Betrieb der Filtermulde ist festzustellen, dass die Pflege der Mulde durch jene Dienststelle der Gemeinde Wien erfolgen sollte, die für die Betreuung der Grünflächen im Straßenbereich zuständig ist. Damit wird eine regelmäßige Säuberung und Mahd (2x jährlich) gewährleistet. Ein Aufwand von etwa 10 Stunden pro Jahr ist anzunehmen. Zusätzlich sind die Schächte zweimal pro Jahr durch Wienkanal zu kontrollieren und zu säubern. Diese Arbeiten sollten mit der zweimal jährlich erforderlichen Betätigung des Schiebers (Umschaltung Sommer/Winterbetrieb) vorgenommen werden. Dazu ist ein Aufwand von jeweils einer Stunde pro Schacht zu kalkulieren (2 Schächte à 2 Arbeitseinsätze = 4 Stunden pro Jahr).

Der Kostenschätzung wurde ein Schachtabstand von 50 m zugrunde gelegt. Dieser Schachtabstand ergibt sich aus den Forderungen von Wienkanal für Schachtabstände bei kleinen Rohrkanälen. Damit ist eine ausreichende Wartungsmöglichkeit der Dränrohrleitungen zu erwarten, auch gewährleistet die Überleitung der über den Bodenfilter gereinigten Straßenwässer in den darunter situierten Versickerungsbereich im Abstand von 50m eine konstante Dotierung der Sickerbereiche.

4.4.2 Landschaftsteich (Variante 6)

Dichte Bodenfiltermulde und gedichteter Landschaftsteich zur Unterstützung der Evapotranspiration mit Bepflanzung und Versickerungskörper als Überlauf.

Variante Landschaftsteich mit anschließender Versickerung

Teichfläche 1000m²

	Menge		EP	PP
Aushub	2500	m ³	€ 15,00	€ 37.500,00
Verfuhr und Entsorgung	2500	m ³	€ 15,00	€ 37.500,00
Sauberkeitsschicht	1000	m ²	€ 20,00	€ 20.000,00
Foliendichtung (Kautschuk)	1000	m ²	€ 20,00	€ 20.000,00
Kies/Schotter	200	m ³	€ 60,00	€ 12.000,00
Überfallkante	20	lfm	€ 200,00	€ 4.000,00
Versickerungsmulde	20	lfm	€ 150,00	€ 3.000,00
Bepflanzung (Schilf)	250	m ²	€ 20,00	€ 5.000,00
Bepflanzung (Ufer)	300	m ²	€ 20,00	€ 6.000,00
Einlaufschacht	1	PA	€ 2.500,00	€ 2.500,00
Zulauf	20	lfm	€ 200,00	€ 4.000,00
Kontrollschacht	1	PA	€ 2.500,00	€ 2.500,00

Zwischensumme Landschaftsteich + Versickerung **€ 154.000,00**

Vorgeschaltete Reinigungsmulde Sommerwässer

Es wird davon ausgegangen, dass im Kontrollschacht die Ableitung der Winterwässer mittels Schieber in den öffentlichen Kanal vorgenommen wird, oder eine derartige Trennung bereits im Bereich der Straßeneinläufe erfolgt.

	Menge		EP	PP
Aushub	225	m ³	€ 20,00	€ 4.500,00
Verfuhr und Entsorgung	225	m ³	€ 15,00	€ 3.375,00
Sauberkeitsschicht	150	m ²	€ 20,00	€ 3.000,00
Pölung	300	m ²	€ 60,00	€ 18.000,00
Foliendichtung (Kautschuk)	400	m ²	€ 20,00	€ 8.000,00
Bodenfiltermaterial	65	m ³	€ 30,00	€ 1.950,00
Drainschotter	80	m ³	€ 60,00	€ 4.800,00
Drainrohr	100	lfm	€ 30,00	€ 3.000,00
Bepflanzung Ansaat	150	m ²	€ 5,00	€ 750,00
Kontrollschacht	1	PA	€ 2.500,00	€ 2.500,00

Zwischensumme Versickerungsmulde **€ 49.875,00**

Summe Baumaßnahmen **€ 203.875,00**

Unvorhergesehenes 20% **€ 40.775,00**

Schätzkosten Variante 6 exkl. USt **€ 244.650,00**

Tabelle 13: Kostenschätzung Variante 6

Hinsichtlich des Aufwandes zum Betrieb der Filtermulde wird auf die Aussagen zu Variante 4 verwiesen. Der Landschaftsteich ist prinzipiell so konzipiert, dass eine regelmäßige, jährliche Pflege, abgesehen der laufenden Säuberung der Uferbereiche, nicht erforderlich ist. Jedoch ist der Teich etwa alle 5 Jahre zu säubern (Absaugen der eingetragenen Stoffe, Rückschnitt des Schilfs, Pflege des Sickerbereichs etc.). Dazu ist ein Arbeitsaufwand von etwa einer Woche anzusetzen, wobei die Räumung der Bereiche mit freier Wasserflächen mittels Teichsauger vorzunehmen ist. Das Schilf kann im Winter bei zugefrorenem Teich rückgeschnitten werden.

4.5 Fallbeispiele Retention und Versickerung Sommerstraßenwässer

Zahlreiche Fallbeispiele für die Behandlung von Niederschlagswässern finden sich in den Studien von DI Grimm und der Studie von DI Pfannhauser. Weiters wird auf die im Auftrag der MA22 von DI Grimm erstellte Beispielsammlung verwiesen. (vgl. Grimm 2010, Pfannhauser 2014)

Für die gegenständliche Studie wurden weitere Fallbeispiele gesucht, die speziell zur Behandlung von Straßenwässern im urbanen Raum geplant und errichtet wurden. Maßgebliche Planungskriterien sind dabei Multifunktionalität und ansprechende Gestaltung. Beispiele zum Thema Streumittel aus dem Winterdienst mit Trennung von Winter- und Sommerwässern wurden nicht gefunden.

Die gezeigten Maßnahmen sind unter der Voraussetzung der Trennung von Winter- und Sommerwässern auch in Wien realisierbar. Als Einzelfallmaßnahme an ausgewählten Standorten in Wien können die gezeigten Beispiele zu Versuchszwecken ab sofort geplant und umgesetzt werden.



Abbildung 39: Multifunktionales Retentionsbecken [Quelle: Bayerisches Landesamt f. Wasserwirtschaft, 2005,S. 15]

Ein Beispiel für die Multifunktionalität von Retentionsbecken wird in Abbildung 39 dargestellt. Die Nutzung als Freiraum und Retentionsfläche trägt der urbanen Flächenknappheit Rechnung.



Abbildung 40: Bodenfiltermulde mit Retentionsfunktion [Quelle: Bayerisches Landesamt f. Wasserwirtschaft, 2005,S. 23]

Abbildung 40 zeigt die Verwendung von Bodenfiltermulden mit Retentionsfunktion und Straßenbäumen und stellt einen vergleichbaren Lösungsansatz wie in Variante 4 beschrieben dar.



Abbildung 41: Allee mit Bodenfiltermulde und Retentionskaskade [Quelle: Bayerisches Landesamt f. Wasserwirtschaft, 2005,S. 23]

Abbildung 41 zeigt ein Beispiel mit geringem Verkehrsaufkommen. Es erfolgte die optisch ansprechende Kombination von Bäumen, Filtermulde und Betonmauern mit Retentionswirkung.



Abbildung 42: Naturnahe Versickerungsanlage [Quelle: Bayerisches Landesamt f. Wasserwirtschaft, 2005,S. 11]

Abbildung 42 dient als Beispiel einer naturnahen Ausgestaltung von Versickerungsanlagen, das als ökologische Ausgleichsfläche errichtet wurde. Zusätzlich zur Versickerung von gereinigtem Niederschlagswasser wird durch die Ausbildung als Feuchtfläche ein Lebensraum für Pflanzen und Tiere geschaffen.



Abbildung 43: Retentions- und Versickerungsbecken im Kreisverkehr [Quelle: BUWAL 2000,S. 50]

Abbildung 43 zeigt die Nutzung einer Restfläche als Retentions- und Versickerungsbekken für Straßenwässer an der Umfahrung Wiedlisbach (Schweiz). Die Anlage ist humusiert, um ausreichenden Grundwasserschutz zu gewährleisten und es wurden Bäume gepflanzt, die viel Wasser aufnehmen. Die angeschlossene Straßenfläche beträgt etwa 2000 m².

Gerade im Stadtgebiet stellt sich zur Bepflanzung der Bodenfilter die Frage, ob und wenn ja wie straßenbegleitende Gehölze in die Bodenfilterbereiche integriert werden können.



Abbildung 44: Bodenfiltermulde mit Einlaufgitter und Gehölzen [Quelle: eigene Erstellung]

Ein Praxisbeispiel aus Innsbruck (Abbildung 44) zeigt die Kombination einer Bodenfiltermulde mit Versickerung, Einlaufgittern ins öffentliche Kanalsystem und gut entwickelten Straßenbäumen als Allee. Die unbefestigten Gehsteige sind zur Bodenfiltermulde hin geneigt.

4.5.1 Kopenhagen

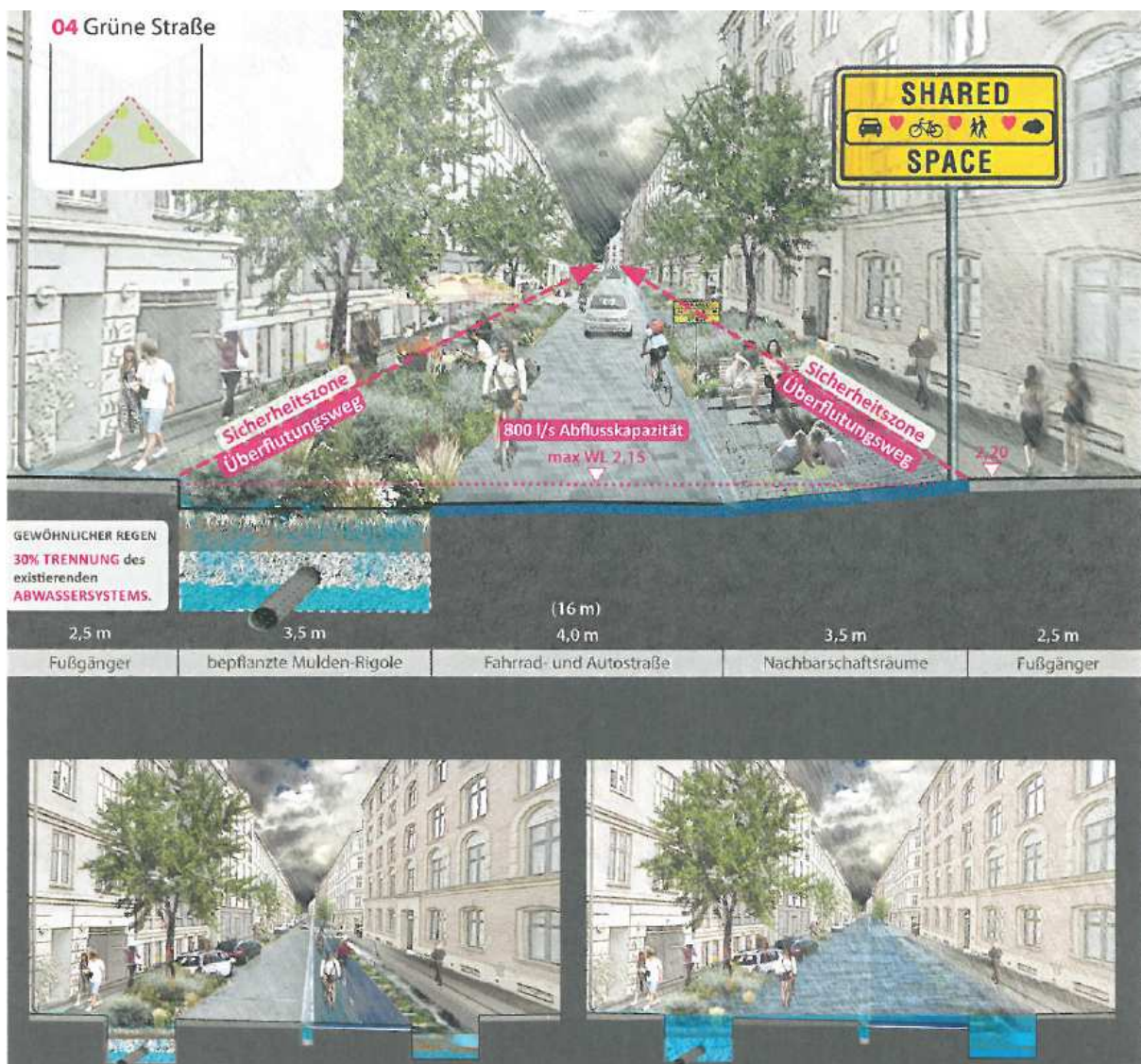


Abbildung 45: Masterplan Regenwassermanagement Kopenhagen [Quelle: Garten+Landschaft, November, 2014, S. 21]

Für Kopenhagen wurde auf Grund des schweren Hochwasserereignisses von 2012 ein Überflutungsmasterplan erstellt, der auf ein 100-jährliches Ereignis ausgelegt ist. Das Team Atelier Dreiseitl und Ramboll war für 8 von 12 gefährdeten Stadtgebieten zuständig. Kernelemente sind die Dezentralisierung und die Interpretation der Stadt als ganzheitliches Wassersystem. In Abbildung 45 wird exemplarisch die „grüne Straße“ mit verschiedenen Nutzungszonen als Teil des Gesamtkonzepts dargestellt. Je nach Regenereignis kommt es zuerst zum Einstau der Nachbarschaftsräume und in weiterer Folge auch zum Einstau der Verkehrsfläche, wobei eine Sicherheitszone für Fußgänger immer zur Verfügung steht. (vgl. Garten+Landschaft, 11/2014, S. 17ff)

4.5.2 Rotterdam



Abbildung 46: Benthemplein water square [Quelle: City of Rotterdam, 2013, S. 45]

Der „Bethemplein water square“ hat eine Rückhaltekapazität von 1.800 m³ Regenwasser und wurde Ende 2013 als weltweit erster „Wasserplatz“ in dieser Größenordnung fertiggestellt. Die Gestaltung erfolgte durch das Rotterdamer Architekturbüro De Urbanisten. Maßgeblich für den Planungsprozess waren ein multifunktionaler Lösungsansatz und die Öffentlichkeitsbeteiligung. Das Regenwasser wird über Einlaufgitter und Rohrleitungen in drei Becken geleitet, wobei die zwei kleineren bei jedem Regenereignis benetzt werden. Das größte Becken wird nur bei Starkregenereignissen zur Retention verwendet. Bei Trockenheit wird der Platz als urbaner Freiraum genutzt. (vgl. City of Rotterdam, 2013, S. 44)

4.5.3 New York City

Die Stadt New York hat sich zum Ziel gesetzt im Rahmen des Green Infrastructure Programms den Umgang mit Regenwasser zu adaptieren, um Geld zu sparen, bestehende Systeme zu entlasten und einen natürlicheren Wasserkreislauf zu fördern. Einige der als Pilotversuch gesetzten Maßnahmen betreffen den Umgang mit Straßenwasser. Die Maßnahmen werden nach Umsetzung mit einem Monitoringprogramm begleitet. (vgl. NYC 2012) Ausführungen zum Winterdienst wurden in den zitierten Berichten nicht gefunden. Auffällig ist jedenfalls auch die Verwendung von Gehölzen, Gräsern und Stauden zur Bepflanzung der Versickerungsmulden.



Abbildung 47: Bau einer Versickerungsmulde für Straßenwasser in Brooklyn [Quelle: NYC 2011, S. 10]

Abbildung 47 zeigt die Errichtung einer Versickerungsmulde für Straßenwasser in Brooklyn. Straßenwasser werden über Einlaufschlitze in den bepflanzten Bodenbereich geleitet und versickert. Straßenbäume werden in regelmäßigen Abständen in die Versickerungsmulde integriert. Abbildung 48 zeigt eine fertiggestellte Versickerungsmulde (Streetside Infiltration Swale) als Maßnahme des Green Infrastructure Programms. Der Einlauf wurde als abgesenkter Randstein ausgeführt, da Einlaufschlitze an anderen Standorten oftmals durch Abfall verstopft waren. Die Versickerungsmulden sind mittels Notüberlaufs an die Kanalisation angeschlossen. (vgl. NYC 2011, S. 26)



Abbildung 48: Versickerungsmulde für Straßenwasser in New York City [Quelle: NYC 2011, S. 25]



Abbildung 49: Retentionsteich mit anschließender Versickerungsmulde zur Entwässerung eines Busparkplatzes in Brooklyn [Quelle: NYC 2011, S. 31]

Abbildung 49 zeigt einen mit Sumpfpflanzen bepflanzten Retentionsteich der als Überlauf an eine nachgeschaltete Versickerungsmulde angeschlossen ist. Die angeschlossene Fläche beträgt 2.689,54 m². Der Retentionsteich hat eine Fläche von 157,90 m²

und die Versickerungsmulde eine Fläche von 83,60 m². Die Abdichtung des Teiches ist derart erfolgt, dass ein Wasserstand von zumindest 30 cm gewährleistet ist. Das Objekt ist mit einer solarbetriebenen Pumpe zur Wasserversorgung der Sumpfpflanzen in Trockenperioden ausgestattet und wird durch ein Monitoringprogramm regelmäßig überwacht. Zusätzlich wurden Messungen der Evapotranspiration durchgeführt um in zukünftigen Projekten möglichst geeignete Gehölze einsetzen zu können. (vgl. NYC 2011, S. 31, S. 34)



Abbildung 50: Gestaltungsbispiel Straßenwasser [Quelle: grow NYC, Präsentation,S. 22]

Abbildung 50 zeigt eine Gestaltungsmöglichkeit zur Rückhaltung und Versickerung von Straßenwasser mit geringem Flächenverbrauch.



Abbildung 51: Anlage eines Regengartens gespeist mit Straßenwasser [Quelle: grow NYC o.J. ,S. 4]

Abbildung 51 zeigt einen „Regengarten“ auf einer Zwickelfläche zwischen Straße und Gehsteig. Das Straßenwasser wird direkt zur bepflanzten Fläche geleitet.

5 Schlussfolgerung, Ergebnisse und Empfehlungen

5.1 Allgemeine Schlussfolgerungen

- RWM ist Teil einer nachhaltigen Siedlungsentwicklung und erfüllt wesentliche Zielsetzungen einer Umweltmusterstadt der Zukunft (vgl. Grimm 2010, S. 81).
- Finanzierung über Kostenersparnis im Vergleich mit konventioneller Entwässerung ist möglich. (vgl. Pfannhauser 2014, S. 166).
- Jede Lösung ist eine Einzelfalllösung (vgl. Pfannhauser 2014, S. 155).
- Integratives RWM ist bereits Stand der Technik und kann in Wien umgesetzt werden.
- Straßenwässer sollen möglichst kleinräumig in den natürlichen Wasserkreislauf rückgeführt werden. Eine dem Stand der Technik entsprechende Reinigung der Straßenwässer ist vorzusehen.
- Durch den Winterdienst mit Chlorid belastete Straßenwässer sind ordnungsgemäß abzuleiten. Deren Versickerung ist nur möglich, wenn damit keine maßgebliche Beeinträchtigung des Grundwasser gewährleistet werden kann.
- Auch eine geringfügige Erhöhung der Verdunstung ist wertvoll.
- Nachhaltiges RWM in Wien erfordert ein interdisziplinäres Miteinander der Akteure.

5.2 Ergebnisse

Mit der gegenständlichen Studie wurden Varianten erarbeitet, die eine Reinigung der Straßenwässer mit möglichst nachhaltiger Rückführung dieser Wässer in den natürlichen Wasserkreislauf gewährleisten. Da in Wien vielerorts natürliche Vorfluter nicht zur Verfügung stehen und die Kanalkapazitäten tlw. limitiert sind, ist die Versickerung dieser Wässer unter Ausnutzung des Verdunstungspotentials vorzusehen. Überlegungen zur Verdunstungsleistung in Wien lagen aus diesem Grund im besonderen Fokus dieser Studie. Nicht versickern sollen jene Straßenwässer, welche mit Streusalz aus dem Winterdienst belastet sind (Winterwässer), da eine Entfernung der Chloride aus der Sole mit wirtschaftlichen Mitteln nicht möglich ist. Chloridabflussspitzen können durch Sammlung der Winterwässer in Rückhaltebecken mit gedrosselter Ableitung gedämpft werden.

Die Reinigung der Straßenwässer sollte über einen Humusfilter erfolgen. In der belebten Bodenzone wird der maßgebliche Anteil an straßenspezifischen Schadstoffen zurückgehalten. Dieser Humusfilter kann in Form von Mulden oder Beckenanlagen im Nahbereich der Straßen situiert werden. Vertiefend betrachtet wurden Varianten, die eine Trennung von Winter- und Sommerstraßenwässer vorsehen. Hierzu wurde einerseits die Trennung in einem Schachtbauwerk mittels Schieber und andererseits die Trennung durch eine Schwelle (permanente Drossel) betrachtet. Diese Trennung mittels permanenter Drossel lässt bei zu großer Dimensionierung eine weitgehende Ableitung der Sommerniederschläge in den öffentlichen Kanal erwarten, bei zu kleiner Di-

mensionierung erfolgt im Winterhalbjahr ein oftmaliges Anspringen des Überlaufs, wodurch chloridbelastete Straßenwässer in die nachgeschaltete Versickerungseinheit gelangen. Vorteilhaft ist bei dieser Variante, dass im Vergleich zur anschließend dargestellten Lösung mittels Schiebersteuerung keine zweimal jährliche Schiebermanipulation erfolgen muss. Als Nachteile sind der Wartungsaufwand der Drossel, wie auch bei einer Drossel mit geringem Durchfluss ein mangelnder Grundwasserschutz zu nennen. Hinsichtlich der Drosselbemessung muss darauf geachtet werden, dass bei einer Drossel mit großem Durchfluss die Wirksamkeit der Anlage gering ist (geringer Versickerungs- und Verdunstungsanteil der Sommerwässer).

Die Trennung mittels Schachtbauwerk und Schieber wird somit favorisiert und ermöglicht Lösungsvarianten unter Berücksichtigung der Zielsetzungen Winterstraßenwässer über den öffentlichen Kanal abzuleiten und gereinigte Sommerstraßenwässer zu versickern und zu verdunsten. Der Flächenbedarf für ein derartiges nachhaltiges Regenwassermanagement für Straßenwässer beträgt etwa 5 bis 15 % der Straßenfläche für eine Reinigung über Bodenfilter und gegebenenfalls anschließender Versickerung. Bodenfilterbecken, die tiefer ausgeführt werden können, sind deutlich flächensparender als straßenbegleitende Bodenfiltermulden. Umfangreichere Maßnahmen wie längerfristige Retention und damit Ausnutzung des Verdunstungspotenzials sind ab einer Flächenverfügbarkeit von 125 % der Straßenfläche möglich. Die dargestellten Fallbeispiele der HTW Dresden zeigen, dass mit Schilfrohr oder Sumpf-Seggen bepflanzte und ständig automatisch bewässerte Verdunstungsbeete besonders hohe Verdunstungsraten möglich machen. Für eine entsprechende Umsetzung in Wien kann der Flächenverbrauch mit etwa 55 % der Straßenfläche abgeschätzt werden, wenn die Speicherung des zur Bewässerung erforderlichen Straßenwassers unterirdisch erfolgt. Bei vollständiger Verdunstung der Sommerstraßenwässer und des Niederschlags auf die bepflanzte Fläche steigt der Flächenverbrauch auf etwa 105 % der Straßenfläche.

Weiters wurde die vollständige Verdunstung von retendierten Winterwässern betrachtet. Diese ist auf Grund des hohen Flächenverbrauchs derartiger Becken sowie in den meisten Jahren zu geringer Verdunstungsraten im Verhältnis zum Niederschlag nicht realisierbar.

Im Sinne einer integrativen Gesamtlösung muss bei der Entscheidung auch beachtet werden, wie die benötigten Flächen im Bestand genutzt werden und welche Evapotranspirationswerte bereits vorliegen. Ob größere abgedichtete Becken Teil eines nachhaltigen Regenwassermanagements sein können, muss kritisch betrachtet werden, weil diese zur weiteren Bodenversiegelung beitragen.

Zwei Varianten wurden einer Grobkostenschätzung unterzogen. Mit Variante 4 (Doppelstockmulde und Schachtbauwerk mit Schieber zur Trennung) wurde eine Lösung kostenmäßig betrachtet, die angesichts ihres geringen Platzbedarfs in dichter verbautem Gebiet realisierbar ist und deren Kosten etwa €100,00 je m² zu entwässernder Straßenfläche betragen. Variante 6 beinhaltet einen Landschaftsteich, der das Ortsbild positiv beeinflusst und unter Ausnutzung des Verdunstungspotenzials zu einer Erhöhung der Lebensqualität eines Wohnviertels beiträgt. Die Kosten dafür belaufen sich auf ca. €250,00 je m² zu entwässernder Straßenfläche. Hingewiesen muss darauf werden, dass die Kosten einer derartigen Maßnahme angesichts örtlicher Rahmenbedingungen stark variieren können.

5.3 Kurzfristige Empfehlungen

- Maßnahme Versickerungsmulden mit Bodenfilter für Sommerwässer anhand der gezeigten Fallbeispiele in Wien umsetzen und mit Monitoring begleiten.
- Bewässerte Verdunstungsbeete anhand der Beispiele aus Dresden in Wien umsetzen und mit Monitoring begleiten.
- Prüfung des Potenzials für nachhaltiges RWM bei Bestandertüchtigungen im Straßenbau.
- Prüfung des Potenzials für nachhaltiges RWM bei Straßenneubau in Wien, vor allem Integration entsprechender Anlagen in Konzepte für Stadtentwicklungsgebiete.
- Interdisziplinäre Abstimmung der zuständigen Magistratsabteilungen (Straßenbau/-erhaltung, Abwasser, Grünflächen, Umweltschutz, Stadtentwicklung etc.) zur Umsetzung kurz-, mittel- und langfristiger Konzepte und Empfehlungen zu einem nachhaltigen RWM. Dabei Abklärung von technischen, rechtlichen und organisatorischen Fragestellungen. Ggf. Einrichtung eines RWM Koordinators.

5.4 Langfristige Empfehlungen

- Integratives RWM als interdisziplinärer Bestandteil zukünftiger Masterpläne.
- Berücksichtigung RWM in Flächenwidmung und Bauordnung.
- Erstellung von Potenzialkarten zur Versickerung von Straßenwässern unter Berücksichtigung Hydrogeologie, GW-Flurabstand, Chloridbelastung, Bodentyp, Kanalsystem, Verkehrszahlen, Flächenneigung, Klima, Mikroklima.
- Verzahnung von öffentlichen und privaten Freiflächen zur Gewährleistung eines optimierten Überflutungsschutzes (vgl. Pfannhauser 2014, S. 166).
- Ausweisung von Vorranggebieten für nachhaltiges RWM.
- Aufzeigen des Zusammenhangs zwischen nachhaltigem RWM und der Reduzierung von städtischer Hitzeentwicklung in vor allem dichter verbauten Gebieten.

6 Quellenverzeichnis

- ASFINAG, UVE S1 Wiener Außenring Schnellstraße, Schwechat – Süßenbrunn, Einreichprojekt 2009
- Abschlussbericht Teilprojekt 3: Regenwasserbewirtschaftung Campus Pillnitz, <http://www.unigestalten.de/component/unigestalten/item/618.html>, Abschlussbericht 8.12.11.doc, abgerufen am 19.09.2014
- Amt der Niederösterreichischen Landesregierung, Gruppe Wasser, Naturnahe Oberflächenentwässerung für Siedlungsgebiete, Leitfaden für die Planung, St. Pölten, 2010
- Amt der NÖ Landesregierung, Abteilung WA2 – Wasserwirtschaft, Chloridbelastete Straßenwässer, Auswirkungen auf Vorflutgewässer, Entscheidungsgrundlage für Sachverständige und Planer, Arbeitsbehelf, St. Pölten 2011
- Amt der Vorarlberger Landesregierung, Abteilung Wasserwirtschaft, Oberflächenentwässerung, Leitfaden zum Umgang mit Niederschlagswässern aus Gewerbe-, Industrie- und Verkehrsflächen, Bregenz, 2007
- BMLFUW, Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Hydrographisches Jahrbuch von Österreich, Wien 2011
- BMVIT, Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie, Gruppe Straße, Leitfaden Versickerung chloridbelasteter Straßenwässer, Wien 2011
- BUWAL - Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Abteilung Gewässerschutz und Fischerei, Sektion Abwasser und Landwirtschaft, Wegleitung – Gewässerschutz bei der Entwässerung von Verkehrswegen, Bern, 2002
- BUWAL - Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Abteilung Gewässerschutz und Fischerei, Sektion Restwasser und Wasserversorgung, Wohin mit dem Regenwasser? – Beispiele aus der Praxis, Bern, 2000
- Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft, Behörde im Geschäftsbereich des Bayerischen Staatsministeriums für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz, Naturnahe Entwässerung von Verkehrsflächen in Siedlungen – Erlaubnisfrei in Bayern, München, 2005
- CSARMANN, Eva, Ökologie von Amphibien in ausgewählten Lacken des Seewinkels, Diplomarbeit, Universität Wien, Fakultät für Lebenswissenschaften, Wien, 2008
- City of Rotterdam, Connecting Delta Cities, Resilient cities and climate adaption strategies, Rotterdam, 2013
- DWA-A 138, Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser, DWA Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall, Hennef, 2005
- Ehyd, ehyd.gv.at
- GRIMM, Karl, DI, Ingenieurkonsulent für Landschaftsplanung und -pflege, Integratives Regenwassermanagement, im Auftrag der MA 22, Wien 2010
- Garten+Landschaft, Zeitschrift für Landschaftsarchitektur, Ausgabe November: Wassermanagement, Berlin, November 2014

- Grow NYC, Green Infrastructure, Präsentation, o.J., <http://www.grownyc.org/openspace/green-infrastructure-toolkit/download> , abgerufen am 19.09.2014
- Grow NYC, Green Infrastructure techniques, o.J.
- HTW Wissend – Magazin der Hochschule für Technik und Wirtschaft Dresden, 20.JG., Nr.1, Dresden 2012
- HÖLTING, Bernward, COLDEWEY, Wilhelm, Hydrogeologie, Einführung in die Allgemeine und Angewandte Hydrogeologie, 6. Auflage, Elsevier, München, 2005
- KROMP-KOLB, FORMAYER, CLEMENTSCHITSCH, Auswirkungen des Klimawandels auf Wien unter besonderer Berücksichtigung von Klimaszenarien, Institut für Meteorologie, Universität für Bodenkultur, im Auftrag der Magistratsdirektion der Stadt Wien - Klimaschutzkoordination, Wien 2007
- LUKAS, Bettina, Untersuchungen zum Einfluss von Weidensträuchern auf den Bodenwasserhaushalt eines Hochwasserschutzdammes anhand von Lysimeterversuchen, Diplomarbeit an der Universität für Bodenkultur, Institut für Ingenieurbiologie und Landschaftsbau, Wien 2012
- Leitfaden zum Umgang mit Regenwasser in Siedlungsgebieten Luxemburgs, Ministère de l'intérieur et à la grande région, Administration de la gestion de l'eau, Luxemburg, o.J.
- Leitfaden zum Umgang mit Regenwasser in Siedlungsgebieten Luxemburgs, Überarbeitete Auflage Kurzversion 2013, Ministère de l'intérieur et à la grande région, Administration de la gestion de l'eau, Luxemburg, 2013
- MA22 - Magistrat der Stadt Wien, Wiener Umweltschutzabteilung, Regenwassermanagement, nachhaltiger Umgang mit wertvollem Regenwasser, Wien, 2013
- NYC, Green Infrastructure Plan, 2011 Update, NYC Environmental Protection, Michael R. Bloomberg (Mayor), Carter Strickland (Commissioner), New York City, 2011
- NYC, Green Infrastructure Plan, 2012 Green Infrastructure Pilot Monitoring Report, NYC Environmental Protection, Michael R. Bloomberg (Mayor), Carter Strickland (Commissioner), New York City, 2012
- NYC, Standards for green infrastructure, City of New York, Department Environmental Protection, Office of green infrastructure, Updated 29.08.2014, New York City, 2014
- OBRIJETAN, Michael, Gehölzstrukturen an Hochwasserschutzdämmen, Einfluss von Bewuchs auf den Bodenwasserhaushalt anhand von Lysimeterversuchen, Diplomarbeit an der Universität für Bodenkultur, Institut für Ingenieurbiologie und Landschaftsbau, Wien 2010
- PFANNHAUSER, Gernot, DI, IB Neukirchen ZT GmbH, Straßenentwässerung und Regenwassermanagement der Stadt Wien, im Auftrag der MD-BD, Gruppe Tiefbau, Wien 30.06.2014
- QZV Chemie GW – Qualitätszielverordnung Chemie Grundwasser, Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft über den guten chemischen Zustand des Grundwassers, BGBl. II Nr. 98/2010

- QZV Ökologie OG – Qualitätszielverordnung Ökologie Oberflächengewässer, Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft über die Festlegung des ökologischen Zustandes für Oberflächengewässer, BGBl. II Nr. 99/2010
- RVS 04.04.11, Gewässerschutz an Straßen, FSV, Wien, 2011
- SIEGL, Ankea, Regenwasser klimawirksam verdunsten, <http://www.unigestalten.de/component/unigestalten/item/618.html>, o.J., abgerufen am 19.09.2014
- Streusalzmonitoring 2007-2011, Bericht, Hamburg, U21 Bodenschutz/Altlasten, Hamburg, 2012
- Wasserinformationssystem Austria, wisa.bmlfuw.gv.at
- ÖNORM B 2506-1, Regenwasser-Sickeranlagen für Abläufe von Dachflächen und befestigten Flächen - Anwendung, hydraulische Bemessung, Bau und Betrieb, Österreichisches Normungsinstitut, Wien, 2013
- ÖNORM B 2506-2, Regenwasser-Sickeranlagen für Abläufe von Dachflächen und befestigten Flächen - Teil 2: Qualitative Anforderungen an das zu versickernde Regenwasser sowie Anforderungen an Bemessung, Bau und Betrieb von Reinigungsanlagen, Österreichisches Normungsinstitut, Wien, 2012
- Österreichischer Sachstandsbericht Klimawandel 2014, Austrian Panel on Climate Change (APCC), Österreichische Akademie der Wissenschaften, Wien, 2014
- ZAMG – Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, www.zamg.ac.at