

# Planungshilfe

# SCHWAMMSTADT IM STRASSENRAUM



Umgang mit Platz- und Strassenabwasser bei der  
Anwendung von Pflanzsubstraten

## Autoren

Michael Burkhardt, OST – Ostschweizer Fachhochschule, Rapperswil  
Beatrice Kulli, Andrea Saluz\*, ZHAW– Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften, Wädenswil,  
Grün Stadt Zürich\*

14. Oktober 2022

## Blau-grüne Gestaltungselemente

Ein hoher Anteil von versickerungsfähigen, begrünten Flächen im urbanen Raum wirkt gegen Oberflächenabfluss, kühlt durch Evapotranspiration, erhöht die Aufenthaltsqualität für die Bevölkerung und fördert die Biodiversität.

Deshalb ist Niederschlagsabwasser von Platz- und Verkehrsflächen über blau-grüne Gestaltungselemente<sup>1</sup> abzuleiten, die diese Funktionen erfüllen. Schadstoffe im Niederschlagsabwasser dürfen aber nicht ins Grundwasser gelangen.

## Herausforderung durch Belastungen

Durch Verkehr, Infrastruktur und Flächenunterhalt können verschiedenste Stoffe ins Platz- und Strassenabwasser gelangen:

- **Partikuläre Stoffe (GUS):** *Pneumabrieb, Pflanzenreste, Korrosionsprodukte etc.; Rückhalt durch Filtration.*
- **Schwermetalle:** *Kupfer, Zink, Cadmium etc.; Rückhalt durch Filtration und Adsorption.*
- **Organische Spurenstoffe:** *Antioxidantien, Vulkanisationsbeschleuniger etc.; Rückhalt durch Adsorption und Abbau.*
- **Kohlenwasserstoffe:** *Mineralöle, Polyzyklische Aromaten etc.; Rückhalt durch Adsorption und Abbau.*
- **Tausalz:** *Rückhalt von Natrium/Kalium durch Adsorption, kein Rückhalt von Chlorid.*

Mit einer guten Planung lässt sich der Schutz des Grundwassers gewährleisten.

## Abgrenzung dieser Planungshilfe

Das vorliegende Dokument gibt Empfehlungen zur Planung und Ausführung von Gestaltungselementen, bei denen Substrate eingesetzt werden. Dazu zählen Pflanzgruben wie Baumrigolen oder Pflanzbeete. Die Planungshilfe bezieht sich auf Platz- und Strassenabwasser der Belastungsklassen «gering» bis «hoch» gemäss Definition VSA<sup>2</sup>. Bei hoher Belastung sind immer weitere Abklärungen erforderlich. Im Kanton Zürich sind im Gewässerschutzbereich Au auch für die mittlere Belastungsklasse Abklärungen zu treffen. Hierzu gibt das Merkblatt lediglich Hinweise.

Werden die Planungsgrundsätze eingehalten, ist nach heutigem Kenntnisstand der Grundwasserschutz ausreichend berücksichtigt und ein hochwertiger Pflanzenstandort möglich<sup>3,4</sup>.

## Anwendung der Planungshilfe

Die Planungshilfe gliedert sich in neun Schritte. Bei spezifischen Fragen sind entsprechende Fachdokumente und -spezialisten beizuziehen.

### 1. Welche Herkunftsflächen sind abgeschlossen?

Die Herkunftsflächen bestimmen die stoffliche Belastung im Niederschlagsabwasser. Herkunftsflächen im Verkehrswegebereich sind primär folgende:

- *Strassen (durchschnittlicher täglicher Verkehr)*
- *Geh- und Radwege, Hauszufahrten, Vorplätze, Parkplätze mit Fahrzeugwechsel und Nutzung*

Bei mehreren Herkunftsflächen bestimmt die dominierende Belastung die Zuordnung in die drei Belastungsklassen «gering», «mittel» und «hoch» und den Behandlungsbedarf gemäss VSA. Hintergrundinformationen finden sich auf Seite 6.

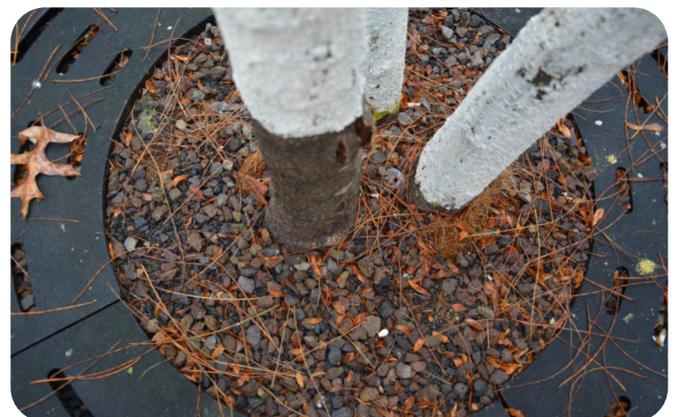
Auf Flächen mit höherer Belastung können emissionsmindernde Massnahmen dazu führen, dass sich diese zur Belastung «gering» verändern. Zu beachten ist, dass sich die Nutzung auf den Flächen verändern kann, somit auch die Belastungsklasse.

### 2. Sind Belastungen vermeidbar?

Durch Massnahmen lassen sich Belastungen in Platz- und Strassenabwasser vermeiden oder vermindern:

- *Verkehr beruhigen (reduzieren, verlangsamen)*
- *Strassenreinigung intensivieren (Kehrichtdienst)*
- *Reduzierter oder differenzierter Winterdienst.*

Die Umsetzbarkeit der Massnahmen ist zu prüfen.



*Baumrigole mit Pflanzsubstrat in verkehrsberuhigter Strasse bei geringer Belastung des Strassenabwassers. ©Burkhardt*

<sup>1</sup> Fischer, L. et al. (2021): *Wegleitung Hitzeminderung bei Strassenprojekten. Metron Zürich AG im Auftrag der Baudirektion des Kanton Zürich*

<sup>2</sup> VSA (2019): *Abwasserbewirtschaftung bei Regenwetter. Verband Schweizer Abwasser- und Gewässerschutzfachleute VSA, Glattbrugg*

<sup>3</sup> Burkhardt, M., Kulli, B., Saluz, A. (2022): *Neue Herausforderungen bei der Strassenentwässerung – Recherche zum Stand des Wissens. Im Auftrag des Tiefbauamts Kanton Zürich und Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft. OST & ZHAW, Rapperswil & Wädenswil*

<sup>4</sup> Burkhardt, M., Kulli, B., Saluz, A. (2022): *Schwammstadt im Strassenraum - Herausforderungen und Lösungen für blau-grüne Massnahmen. Aqua und Gas, 10:16-29f*

### 3. Ist die Versickerung zulässig?

Die Prüfung der Zulässigkeit, Niederschlagsabwasser von Platz- und Strassenflächen zu versickern, soll Grundwasser vor unerwünschten Verschmutzungen schützen. Im Kanton Zürich ist folgendes zulässig:

- *Gewässerschutzbereich Au: gering, mittel und hoch belastet mit Bodenpassage oder Adsorber*
- *Gewässerschutzbereich üB: gering und mittel belastet ohne Bodenpassage, hoch belastet mit Bodenpassage oder Adsorber*
- *Schutzzone S3: gering belastet mit Bodenpassage*

Einzuhalten ist ein Flurabstand zwischen 10-jährlichem Hochwasserspiegel und Pflanzgrubensohle von  $\geq 1.0$  m. Die Grundwasserspiegel sind im kantonalen GIS-Browser ersichtlich oder können bei Gewässerschutzfachstellen nachgefragt werden.



Versickerung mit Pflanzsubstrat, in die Platzabwasser mit geringer Belastung geleitet wird. ©Saluz

### 4. Ersetzt ein Substrat die Bodenpassage?

Die Bodenpassage soll belastetes Platz- und Strassenabwasser reinigen. Typischerweise wird über  $\geq 30$  cm Boden versickert, davon  $> 20$  cm Oberboden<sup>5</sup>. Dies ist eine Minimalanforderung. Im Kanton Zürich ist für eine mittlere Belastungsklasse im Gewässerschutzbereich Au folgender Mindestaufbau gefordert<sup>6</sup>:

- *Oberboden:  $\geq 10$  cm bei fein- und  $\geq 20$  cm bei grobkörnigem Untergrund*
- *Unterboden:  $\geq 20$  cm bei fein- und  $\geq 30$  cm bei grobkörnigem Untergrund*

Möglich ist auch einschichtiger Oberboden  $< 50$  cm.

Ein nicht überbaubares Pflanzsubstrat in Anlehnung an die FLL-Rezeptur<sup>7</sup> ersetzt die Funktionen der Bodenpassage insoweit, dass gering belastetes Niederschlagsabwasser versickert werden kann, ohne dass eine Grundwasserbelastung auftritt.

Bei höher belastetem Niederschlagsabwasser muss nach heutigem Wissensstand entweder ein Nachweis verlangt werden, dass das Pflanzsubstrat die erwartete Belastung entfernen kann, oder es ist zusätzlich ein Adsorbersubstrat mit Nachweis einzusetzen<sup>8</sup>.

### 5. Handelt es sich um eine Anlage?

Das Verhältnis von Entwässerungs- zu Versickerungsfläche  $A_F/A_V$  beeinflusst, ob eine bewilligungspflichtige Anlage vorliegt.

#### Kleine Anschlussfläche – Versickerung

Versickerungen mit einem Verhältnis  $A_F/A_V < 5$  sind nicht bewilligungspflichtig, weil das Niederschlagsabwasser am Ort des Anfalls versickert. Dazu zählen:

- *Pflanzgruben mit kleiner Anschlussfläche*
- *Rasenflächen, Wiesen, Schulter, Böschung*
- *Durchlässige Beläge wie Rasengittersteine*
- *Sicker-/Verbundsteine, Schotterrasen, nicht befestigte Wege, Ruderalflächen*

So können bis zu  $30 \text{ m}^2$  Anschlussfläche über  $6 \text{ m}^2$  Baumscheibe ohne Bewilligungspflicht entwässern.

#### Grosse Anschlussfläche - Anlage

Versickerungsanlagen mit einem Verhältnis  $A_F/A_V > 5$  sind bewilligungspflichtige Anlagen:

- *Pflanzgruben mit grosser Anschlussfläche*
- *Versickerungsbecken, Kieskörper*
- *Versickerungsschacht, -strang*

Grosse Anschlussflächen sind vorteilhaft, weil Tausalz beschleunigt ausgewaschen und die Wasserversorgung von Bäumen verbessert werden.

<sup>5</sup> VSA (2019): Abwasserbewirtschaftung bei Regenwetter. Verband Schweizer Abwasser- und Gewässerschutzfachleute VSA, Glattbrugg

<sup>6</sup> AWEL (2018): Gewässerschutz an Strassen, Strassenentwässerung Teil 2 - Richtlinie Projektierung und Ausführung von Gewässerschutzmassnahmen. TBA und AWEL, Zürich

<sup>7</sup> FLL (2010): Empfehlungen für Baumpflanzungen – Teil 2: Standortvorbereitung für Neupflanzungen; Pflanzgruben und Wurzelraumerweiterung, Bauweisen und Substrate. FLL Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e. V., Bonn

<sup>8</sup> VSA (2019): Merkblatt – VSA Leistungsprüfung für Behandlungsanlagen. Verband Schweizer Abwasser- und Gewässerschutzfachleute VSA, Glattbrugg

## 6. Welche Pflanzsubstrate sind auszuwählen?

Pflanzsubstrate in Versickerungen und Anlagen sollen folgende Funktionen erfüllen:

- *Hohe Luft- und Wasserleitfähigkeit*
- *Hoher Wasserrückhalt (Retention)*
- *Viel Wurzelraum (Lenkung)*

### Grundlegende Substratanforderungen

Nicht überbaubares Substrat dient als primärer Wurzelraum und überbaubares der Wurzelraumerweiterung. Für nicht überbaubare Substrate werden folgende Grundanforderungen empfohlen:

- *Schlämmkorn (< 0.05 mm): 5 - 15 % Ton, 15 - 25 % Ton- und Schlufffraktion*
- *Siebfraktion (> 0.05 mm): > 60 %, mit > 30 % Sandanteil und > 10 % Grobfraktion (> 2 mm)*
- *Organische Substanz: 2 - 4 %*

Damit sind hohe Feldkapazität (> 30 %) und gutes Bindungsvermögen für Nährstoffe sichergestellt.



Mineralisches Pflanzsubstrat mit Ziegelschrot und roher Pflanzenkohle. ©Burkhardt

### Optionen zur Substratoptimierung

Folgende Optimierungen können die Standorteigenschaften nachweislich verbessern (Anhang):

- *Pflanzenkohle: > 5 %, in Qualität EBC-Agro-Bio, roh oder konditioniert, Einbau eingemischt, lagenweise oder eingeschlämmt.*
- *Grobabschlag: Gesteine für hohe Tragfähigkeit.*

So zeichnet sich die Stockholm-Rezeptur, ein überbaubares Substrat, durch hohe Tragfähigkeit, hohe Sickerleistung und Durchwurzelbarkeit aus (Seite 8).

## 7. Was ist bei Gestaltungselementen zu beachten?

Bei der Auswahl blau-grüner Gestaltungselemente sind solche mit hoher Verdunstungs- und Retentionsleistung zu bevorzugen<sup>9</sup>.

Alle Gestaltungselemente sind für Niederschlagsabwasser mit geringer Belastung geeignet.

Bei Anlagen sind die Retentionsvolumen auf die Jährlichkeiten gemäss VSA auszulegen. Im Kanton Zürich wird die Auslegung in der Regel auf 1-Jährlichkeit vorgenommen.

### Bauweise von Pflanzgruben

Die Grösse einer Pflanzgrube ist an den Erfordernissen der Bepflanzung auszurichten. Faustregel: Maximaler Durchmesser der Baumkrone entspricht dem Wurzelraum. Eine Pflanzgrube mit nicht überbaubarem Substrat, welches lagenweise und lose einzubauen ist, sollte wie folgt geplant werden:

- *Grösse: > 24 m<sup>3</sup> (6 - 9 m<sup>3</sup> Wasservorrat)*
- *Direkter Wurzelraum: > 3 m<sup>3</sup>*
- *Baumscheibe: > 6 m<sup>2</sup>, offen oder teildurchlässig*
- *Tiefe: > 1.5 m Grube*

Weitere Hinweise für Pflanzgrubenbauweisen bietet die FLL<sup>10</sup>.

Beim Einbau von Substrat, maximal bei erdfechter Konsistenz, sind folgende Ziele zu erreichen:

- *Lagerungsdichte: 1.4 - 1.6 g/cm<sup>3</sup>*
- *Sickerleistung:  $S_{spez} > 30 \text{ l/m}^2 \text{ h}$*



Labortest zur Bestimmung des Stoffrückhalts von Pflanz- und Adsorbersubstraten. ©Burkhardt

<sup>9</sup> Fischer, L. et al. (2021): Wegleitung Hitzeminderung bei Strassenprojekten. Metron Zürich AG im Auftrag der Baudirektion des Kanton Zürich

<sup>10</sup> FLL (2010): Empfehlungen für Baumpflanzungen – Teil 2: Standortvorbereitung für Neupflanzungen; Pflanzgruben und Wurzelraumerweiterung, Bauweisen und Substrate. FLL Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e. V., Bonn

Die allfällige Anschlussfläche und Oberfläche der Pflanzgrube sind so anzulegen, dass das Niederschlagsabwasser der Baumscheibe zufliesst.

Das Niederschlagsabwasser kann punktuell oder allseitig zur Baumscheibe geleitet werden. Auch Unterirdische Zuleitungen in den Wurzelraum sind möglich. Mit Mulch (z.B. abdeckende Schicht Hartgesteinsplitt 8/16) lässt sich der Aufprall des Regens, und damit die Verschlämmung der Oberfläche, vermeiden.

### Mittel und hoch belastetes Niederschlagsabwasser

Bei mittel und hoch belastetem Niederschlagsabwasser sind nach heutigem Wissensstand ein Pflanzsubstrat mit nachgewiesenen Schadstoffrückhalt, ein Adsorbenssubstrat oder eine Anlage zur Behandlung, oder eine Bodenpassage erforderlich.

Für Behandlungssysteme ist festzulegen, welche Schadstoffe zu entfernen sind, und entsprechend der Anforderung geprüfte Systeme auszuwählen<sup>11</sup>. Die Standzeit der Substrate sollte > 10 Jahre umfassen.

## 8. Was sind geeignete Kontrollparameter?

Mit einfachen Parametern lassen sich die Substrateigenschaften vor Ort kontrollieren und Aussagen zum Wasserhaushalt, der Stoffbindung etc. herleiten:

- *Korngrößen: Beschreibung gemäss Fingerprobe und visuellem Eindruck*
- *Lagerungsdichte: Ausrollbarkeit (Plastizität) oder Messung mit Penetrometer*
- *Spezifische Sickerleistung: Doppelring-Infiltrometer (gemäss Norm)*



Adsorberrinne zur Behandlung von Strassenabwasser und Baumriegoie mit Pflanzsubstrat zur Versickerung. ©Funke Kunststoffe

## 9. Was ist die richtige Bepflanzung?

Die Auswahl der standortgerechten Bepflanzung mit Stauden, Sträuchern und Bäumen ist insbesondere unter Berücksichtigung vom Wasserhaushalt (feucht, trocken) und der Widerstandsfähigkeit gegen Tausalz (< 100 mg/kg Chlorid) vorzunehmen:

- *Fläche AF/AV < 5: Trocken, salztolerante Pflanzen erforderlich bei versiegelten Anschlussflächen*
- *Anlage AF/AV > 5: Feucht, Salztoleranz nicht relevant, weil Salz ausgewaschen wird*



Feuchter Standort mit hoher Salzlaster und mittlere Belastung durch Wege- und Strassenabwasser. ©Heinrich

Bäume, Sträucher und Stauden sind standortangepasst zu wählen (Hintergrundinformationen, Seite 6). Mit Pflanzenkohle, Belüftungsmassnahmen und gering verdichtetem Substrat lässt sich die Wurzelrichtung lenken. So treten die genetischen Grundtypen in den Hintergrund und es lassen sich Schäden an der Infrastruktur vermeiden.

### Impressum

Michael Burkhardt, OST – Ostschweizer Fachhochschule, Rapperswil  
Beatrice Kullli, Andrea Saluz, ZHAW – Zürcher Hochschule für Angewandte  
Wissenschaften, Wädenswil  
Kontakt: michael.burkhardt@ost.ch

<sup>11</sup> VSA (2019): Merkblatt – VSA Leistungsprüfung für Behandlungsanlagen. Verband Schweizer Abwasser- und Gewässerschutzfachleute VSA, Glattbrugg

## Hintergrundinformationen

### Belastungen im Niederschlagswasser

Die Belastungsklasse im Platz- und Strassenabwasser wird durch die Herkunftsflächen abgeschätzt<sup>12</sup>. Bei Strassenabwasser steigt die Belastung durch den Anteil des Schwerverkehrs und das Verkehrsverhalten, wie Brems- und Beschleunigungsverhalten an Kreuzungen. Sollten belastete Abflüsse von weiteren Herkunftsflächen, wie Dächern und Fassaden, mit Platz- und Strassenabwasser vermischt werden, gilt die höhere Belastungsstufe für die Behandlungsanforderung.

#### Belastungsklasse gering

- Strassen < 5'000 Fahrzeuge pro Tag
- Geh-, Radwege, Hauszufahrten, Vorplätze, Parkplätze mit wenigen Fahrzeugwechsell und geringer Nutzung, z.B. private Parkplätze, reservierte Besucherparkplätze in Wohnüberbauungen, Firmenparkplätze für Angestellte

#### Belastungsklasse mittel

- Strassen 5'000 bis 14'000 Fahrzeuge pro Tag
- Haus-, Vor-, Parkplätze mit mittleren Fahrzeugwechsell und Nutzung
- Urbane Platzflächen mit vielen Festen, häufigem Publikumsverkehr, aber wenig motorisiertem Verkehr, z.B. Marktplätze, Plätze
- Umschlag- und Lagerplätze

#### Belastungsklasse hoch

- Strassen > 14'000 Fahrzeuge pro Tag
- Haus- und Vorplätze mit häufigen Fahrzeugwechsell und intensiver Nutzung
- Parkplätze mit häufigen Fahrzeugwechsell, z.B. bei Einkaufszentren, Sport-/Freizeitanlagen, Bahnhöfen, Spitälern
- Urbane Platzflächen mit vielen Festen, häufigem Publikumsverkehr, und motorisiertem Verkehr, z.B. Marktplätze, Plätze

### Substratqualität

In der Schweiz darf nur über nicht verschmutztes Material versickert werden. Substrate können aber die stofflichen Anforderungen überschreiten, z.B. beim Einsatz von RC-Material, belastetem Boden oder ungeeigneter Komposte. Deshalb sind Qualitätsnachweise für die Materialien einzufordern. Vorteilhaft wäre, wassermobilisierbare Schadstoffe im Eluattest nachweisen zu lassen, weil vor allem diese für den Grundwasserschutz relevant sind.

### Wasserhaushalt

Die Porengrössen - unterteilt in Fein-, Mittel- und Grobporen - lassen sich aus einer Druckentwässerungskurve oder aus Korngrösse und Lagerungsdichte herleiten.

- *Feinporen (< 0.2  $\mu\text{m}$ , pF 4.2): Halten das Wasser so stark fest, dass das Wasser den Pflanzen nicht zur Verfügung steht, aber einen kapillaren Wasseranstieg ermöglicht. Mit zunehmenden Tonanteil nimmt der Anteil Feinporen zu. Pflanzsubstrate mit Einzelkorngefüge haben wenig Feinporen und daher kaum Kapillarwirkung.*
- *Mittelporen (0.2 – 50  $\mu\text{m}$ , pF 1.8 - 4.2): Halten das Wasser gegen die Schwerkraft und geben es Pflanzen wieder ab (nutzbare Feldkapazität). Je höher der Anteil Schluff und organische Substanz, desto höher der Anteil Mittelporen. Substrate sind eher arm an Mittelporen. Pflanzenkohle, Blähton / -schiefer und Kompost erhöhen den Anteil.*
- *Grobporen (> 50  $\mu\text{m}$ , pF < 1.8): Führen das Wasser schnell ab. Die Grobporen sind für die Luftversorgung der Wurzeln (Luftkapazität), die schnelle Infiltration und spezifische Sickerleistung ( $S_{\text{spez}}$ ) verantwortlich. In Substraten liegt ein hoher Anteil Grobporen vor.*



Strukturell bedingter Makroporenfluss im Boden, mit Farbtracer eingefärbt. ©Kulli

### Präferenzialer Fluss

Präferenzialer Fluss tritt kleinräumig in Makroporen auf, wenn folgende Voraussetzungen erfüllt sind:

- *Konnektive Makroporen (geogen, biogen)*
- *Hohe Niederschlagsintensität (Wassermenge)*
- *Inhomogene Infiltration*

<sup>12</sup> VSA (2019): Abwasserbewirtschaftung bei Regenwetter. Verband Schweizer Abwasser- und Gewässerschutzfachleute VSA, Glattbrugg

Im Boden steigt die Anzahl Makroporen mit dem Alter des Bodens (Bodenbildung). Alte Pfahlwurzeln oder Regenwurmgänge verursachen biogene Makroporen. Mit der Grösse der Anschlussfläche steigt die Häufigkeit von Wassereinstau und die Wahrscheinlichkeit von präferenziellem Fluss.

Wenn ein hoher Anteil an organischer Substanz vorliegt (Humus, Kompost, Torf etc.), kann bei Trockenheit die Hydrophobie des organischen Materials den präferenziellen Fluss begünstigen.

Bemerkenswert ist, dass der Stofftransport nahezu unabhängig von den Stoffeigenschaften erfolgt, der Massenaustrag aber eher klein ist ( $< 1\%$ ).

Durch sandreiches Substrat, Einzelkorngefüge, flachwurzelnende Bepflanzung, eine geringe Anschlussfläche, Wurzellenkung und Mulchen lässt sich präferenzieller Fluss reduzieren.

Präferenzielles Fließen ist bei Substraten eher nicht zu erwarten, weil durchgängige Makroporen und strukturelle Instabilitäten meist fehlen. Ob trotzdem präferenzielle Fließwege zu einer messbaren Grundwasserbelastung führen, ist noch zu klären.

### Schadstoffrückhalt

Partikuläre Schadstoffe werden mechanisch gefiltert und selbst bei grober Körnung (1 - 5 mm) gut zurückgehalten. Gelöste Schadstoffe brauchen Adsorptionsmöglichkeiten an den Oberflächen der Ton-, Humusfraktion oder Eisenoxiden. Mit steigendem Tonanteil nehmen Aggregation und Sekundärporen zu. Grobkörnigere mineralische Materialien mit Einzelkorngefüge binden gelöste Schadstoffe schlecht.

Die Fähigkeit von Substraten, Kationen zu binden, wird mit der Kationenaustauschkapazität (KAK) beschrieben. Bei hoher KAK werden gelöste Schwermetalle und Nährstoffe gut zurückgehalten.

### Tausalz

Pflanzenschädigendes Chlorid bindet nicht am Substrat und wird schnell ausgewaschen. Natrium wirkt nur im massiven Überschuss auf Aggregate dispergierend oder kann den Stoffwechsel beeinflussen. Tritt genügend Sickerwasser auf, vor allem im Spätwinter, ist keine dauerhafte Schädigung der Vegetation zu erwarten, bzw. andere Standortfaktoren können überwiegen (Trockenheit, Luftmangel).

### Pflanzenkohle

Durch Pflanzenkohle lassen sich die Wasserhaltekapazität (FK) erhöhen und Aufwuchsfläche für Mikroorganismen bereitstellen. Eine hochwertige Pflanzenkohle, beispielsweise kompostiert, dient als Nährstoffdepot und unterstützt in der Initialphase die mikrobielle Aktivität. Als Mindestanforderung für die Qualität gilt EBC-Agro, besser EBC-AgroBio.

Der pH-Wert roher Pflanzenkohle (ca. pH 9) geht durch das Sickerwasser rasch zurück und hat keinen signifikanten Einfluss auf das Pflanzenwachstum, die Mobilisierung von Schwermetallen oder Grundwasserqualität.

Pflanzenkohle kann nach heutigem Wissensstand langfristig keine gelösten Schadstoffe adsorbieren. Diese Eigenschaft ist im Substrat nur durch granuliert Aktivkohle zu erzielen.



Lagenweiser Einbau von kompostierter Pflanzenkohle. ©Saluz

### Stabilität und Tragfähigkeit

Bei mechanischer Belastung ist grobkörniges Material einsetzbar. Der Anteil und die Grösse kann über die Anforderungen der FLL-Grundrezepturen hinausgehen. Die maximale Verdichtung sollte für nicht überbaubares Substrat  $M_E \leq 45 \text{ MN/m}^2$  und für überbaubares  $M_E 45 - 60 \text{ MN/m}^2$  unter der Tragschicht betragen. Der Einbau sollte mindestens zwei Lagen umfassen.

Organisches Material, das leicht abbaubar ist wie Kompost oder Torf, kann zu Setzungen führen. Schlecht abbaubares Material wie Pflanzenkohle verändert sich über die Zeit nicht.

## Stockholmer Substrat

Im richtungsweisenden Stockholmer Substrat bedingt das Grobmaterial (85 %, 100/150 mm Gestein) eine sehr hohe Wasser-/Luftdurchlässigkeit, Durchwurzelbarkeit und Tragfähigkeit. Die kompostierte Pflanzenkohle (15 %) dient der Wasser-/Nährstoffspeicherung und filtert eingetragene Partikel (GUS) heraus. Der Einbau erfolgt mit einer Unterlage reiner Pflanzenkohle, gefolgt von Grobmaterial mit eingeschlammter kompostierter Pflanzenkohle und einer kiesigen Trag-/Belüftungsschicht (32/90).



Hohe Tragfähigkeit und Durchlässigkeit mit Gestein. ©Burkhardt

## Bepflanzungskonzept

Die standortgerechten Pflanzvorschläge beziehen Bäume, Sträucher und Stauden ein (erarbeitet mit A. Heinrich, ZHAW). Die Typologie, im Bericht umfassend dargestellt<sup>13</sup>, berücksichtigt die Feuchte (trocken, feucht) und die Tausalzverträglichkeit (geringe Salzlast < 100 mg/kg, hohe Salzlast ≥ 100 mg/kg Chlorid).

Für das Bepflanzungskonzept sollten Arten mit Biodiversitätsindex 3 oder höher gewählt werden<sup>14</sup>.

Der Beizug einer Fachperson wird empfohlen.

### Impressum

Michael Burkhardt, OST – Ostschweizer Fachhochschule, Rapperswil  
Beatrice Kulli, Andrea Saluz, ZHAW – Zürcher Hochschule für Angewandte  
Wissenschaften, Wädenswil  
Kontakt: michael.burkhardt@ost.ch

## Pflanzenliste

### 1) Trocken, hohe Salzlast

Vorbild Steppenheide (mager, salztolerant)

#### Baumarten

*Acer campestre*\*  
*Quercus cerris*  
*Quercus frainetto*\* Eu unveredelt

#### Stauden in offenen Bereichen

*Anemone sylvestris*\*  
*Anthericum ramosum*\*  
*Aster linosyris*\*  
*Ceratostigma plumbaginoides*  
*Geranium sanguineum*\*  
*Hieracium pilosella*\*  
*Ononis repens*\*  
*Salvia nemorosa*\*

### 2) Trocken, geringe Salzlast

Vorbild reife Steppenheide (mager)

#### Baumarten

*Alnus x spaethii*  
*Acer platanoides*\* (kein Salz!)  
*Fraxinus angustifolia*\* Eu unveredelt  
*Maclura pomifera*

#### Stauden in offenen Bereichen

*Aristolochia clematitis*\* A  
*Buglossoides purpureoaeurula*\*  
*Clematis recta*\*  
*Euphorbia cyparissias*\*  
*Salvia nemorosa*\*  
*Scabiosa ochroleuca*\* Eu

### 3.) Feucht, hohe Salzlast

Vorbild Wiesen (nährstoffreich, Salze auswaschend)

#### Baumarten

*Alnus incana*  
*Ulmus Resista-Gruppe* unveredelt  
*Salix alba*\* „Liempde“  
*Populus alba*

#### Stauden in offenen Bereichen

*Crambe maritima*\* Eu  
*Filipendula ulmaria*\*  
*Hemerocallis fulva* `Kwanso`  
*Hieracium aurantiacum*\*  
*Lathyrus sylvestris*\*  
*Lysimachia nummularia*\*  
*Lysimachia punctata*\* Eu  
*Lythrum salicaria*\*  
*Succisia pratensis*\*

### 4) Feucht, geringe Salzlast

Vorbild Wiesen (nährstoffreich, Salze auswaschend)

#### Baumarten

*Carpinus betulus* ‚Frans Fontaine‘ (nicht zu exponiert)  
*Ulmus Resista-Gruppe* unveredelt  
*Salix alba*\* ‚Liempde‘  
*Quercus robur*\*

#### Stauden in offenen Bereichen

*Crambe maritima*\* Eu  
*Eupatorium cannabinum*\*  
*Filipendula ulmaria*\*  
*Hemerocallis citrina*  
*Hieracium aurantiacum*\*  
*Lathyrus pratensis*  
*Lathyrus sylvestris*\*  
*Lysimachia nummularia*\*  
*Lythrum salicaria*\*  
*Succisia pratensis*\*

\*: heimisch

A: Archeophyt, gilt als heimisch (etabliert)

Eu: Europäische Art

<sup>13</sup> Burkhardt, M., Kulli, B., Saluz, A. (2022): Neue Herausforderungen bei der Strassenentwässerung – Recherche zum Stand des Wissens. Im Auftrag des Tiefbauamts Kanton Zürich und Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft. OST & ZHAW, Rapperswil & Wädenswil

<sup>14</sup> Gloor, S., Göldi Hofbauer, M. (2018): Der ökologische Wert von Stadtbäumen bezüglich der Biodiversität. Jahrbuch der Baumpflege, 22:33–48