

LEITFADEN

GeRI - GESTALTUNG RESILIENTER INFRASTRUKTUREN

Baustein 1.5.3

Machbarkeitsstudie zur wassersensiblen
Gestaltung der Oberschule in Naunhof

01. Einleitung.....	04
02. Gestaltungselemente der blau-grünen Infrastruktur.....	09
02.1 Dachbegrünungen.....	10
02.2 Fassadenbegrünung.....	14
02.3 sonstige Elemente der Vertikalbegrünung.....	18
02.4 Vitale Baumstandorte (Bestandsbäume).....	22
02.5 Baumrigole.....	26
02.6 Tiefbeet.....	30
02.7 Versickerungsmulde.....	34
02.8 Sickerfähiger Flächenbelag.....	38
02.9 Regenwassermanagement.....	42
03. Anwendungsbeispiele an der Oberschule Naunhof.....	46
03.1 Übersichtskarte Maßnahmen Oberschule Naunhof.....	48
03.2 Teilbereich 1 - Vorplatz Eingangsbereich Parkplatz.....	50
03.3 Teilbereich 2 - Vorplatz Ost.....	52
03.4 Teilbereich 3 - Schulhof.....	54
03.5 Teilbereich 4 - Sportflächen Turnhalle.....	58
03.6 Zusammenfassung Oberschule Naunhof.....	60
04. Abbildungs- und Literaturverzeichnis/ Anhang.....	62

INHALTSVERZEICHNIS



Der Klimawandel und die zunehmende Urbanisierung stellen unsere gebaute Umwelt vor erhebliche Herausforderungen, insbesondere in Bezug auf das Management von Wasser. Starkregenereignisse und längere Trockenperioden verlangen nach innovativen und widerstandsfähigen Infrastrukturen, die nicht nur auf extreme Wetterbedingungen reagieren, sondern auch proaktiv zur Ressourcenschonung und Klimaanpassung beitragen. Resiliente Infrastruktur verbindet technische Lösungen mit ökologischen und gestalterischen Ansätzen, um Lebensräume nachhaltiger, funktionaler und widerstandsfähiger zu machen.

Ein zentraler Bestandteil dieser Ansätze ist die wassersensible Gestaltung, die darauf abzielt, den natürlichen Wasserkreislauf in urbanen Räumen nachzuahmen. Statt Regenwasser schnell abzuleiten, wird es vor Ort zurückgehalten, versickert oder wiederverwendet. Elemente wie begrünte Dächer, Regenwasserspeicher, versickerungsfähige Beläge und Pflanzflächen tragen dazu bei, Überflutungen zu vermeiden und die Wasserqualität zu verbessern. Gleichzeitig fördern sie die Verdunstung, reduzieren die städtische Wärmebelastung und schaffen grüne Erholungsräume.

Dieser Leitfaden widmet sich der Gestaltung resilienter Infrastrukturen mit einem besonderen Fokus auf Wassersensibilität. Am Beispiel der Oberschule Naunhof wird eine Machbarkeitsstudie präsentiert, die konkrete Maßnahmen aufzeigt, wie wassersensible Planung in Bildungsstätten umgesetzt werden kann. Ziel ist es, nachhaltige und praxisorientierte Lösungen vorzustellen, die Regenwasser effizient nutzen, Überflutungen vorbeugen und die Integration von Grünflächen fördern. Diese Ansätze sollen nicht nur zur funktionalen Verbesserung der Schulumgebung beitragen, sondern auch als Bildungsinstrument für Schüler dienen, indem sie Umweltbewusstsein und Verantwortung fördern.

Mit diesem Leitfaden möchten wir Entscheidungsträger, Planer und die Schulgemeinschaft inspirieren, resiliente Konzepte zu verstehen und umzusetzen, um eine nachhaltige und zukunftsfähige Infrastruktur zu schaffen. Im Kapitel 3 wird die Anwendung der verschiedenen Gestaltungselemente der blau-grünen Infrastruktur auf die Oberschule Naunhof untersucht. Dabei werden die spezifischen Möglichkeiten und Potenziale der Integration von Maßnahmen wie Fassaden- und Dachbegrünungen, Regenwassermanagement und Versickerungssystemen analysiert. Ziel ist es, die Eignung und Umsetzbarkeit dieser Elemente im Kontext der schulischen Infrastruktur zu prüfen und nachhaltige Lösungsansätze zu entwickeln.

EINLEITUNG

01

BLAU-GRÜNE BAUSTEINE

Gebäudebezogen

- Dachbegrünung – Retentionsdach/Schwammdach
Schulhaus, Sporthalle
Extensives/intensive Gründach für Nebengebäude/Unterstände/Bushaltestelle
- Fassadenbegrünung (inkl. Betrachtung nachträglicher Ergänzung)
als vorgehängtes Rankelement, ggf. über lineare Pflanzgefäße je Etage im Bereich der Fensterfassade Süd
als bodengebundenes System (mit Rankelement) an den Giebelseiten West und Ost

Fachbezogene Akteure:

Architekt, Statik, Technische Gebäudeausstattung, zuständige Wasserbehörde im Rahmen des Grundstücksentwässerungsantrages, kommunaler Abwasserbetrieb, ggf. Denkmalschutzbehörde

Freianlagenbezogen

- Pergola/ Rankanlage
Schulhof Durchgang Sporthalle, neu als Aufenthaltsbereiche
- Hydrologische Optimierung vorhandener und neuer Baumstandorte
Vor allem im Bereich des Parkplatzes
- Baumrigole mit und ohne Speicher
Parkplatz
- Tiefbeet
Parkplatz, Vorbereich Schule, Nebenflächen die nicht bespielt werden



Abb. 01: Versickerungsmulde Fertiggras



Abb. 02: Baumrigole



Abb. 03: bepflanzte Versickerungsmulde
© Angelika Eppel-Hotz

- Versickerungsmulde
Vorbereich Schule, Parkplatz
Rückwärtige Schulhofflächen, die nicht unmittelbar bespielt werden (müssen)
- Versickerungsfähige Flächenbeläge (auch in Form von multifunktionalen Rückhalteflächen z.B. zur Verbindung von Aufenthalts- und Rückhaltefunktion in Verbindung mit Versickerungsfunktion)
Schulhof
- Regenwassernutzung: Zisterne/Rückhaltebecken
Schulhof

Fachbezogene Akteure: Je nach Standort Grün-, Verkehrs- und Tiefbauamt; Amt für Umweltschutz hinsichtlich Baumschutz, Bodenschutz und Altlasten, hier auch Baugrundgutachter; zuständige Wasserbehörde hinsichtlich Genehmigungsfähigkeit bei Einordnung als wasserwirtschaftliche Anlage, ggf. Statik (Pergola), ggf. Denkmalschutzbehörde

GESTALTUNGSELEMENTE
DER BLAU-GRÜNEN
INFRASTRUKTUR

02

02.1 DACHBEGRÜNUNGEN

Funktionsweise

Dachbegrünungen sind ein wichtiger Bestandteil nachhaltiger Bauweisen und dienen dazu, ungenutzte Dachflächen in grüne, funktionale Räume zu verwandeln. Sie leisten einen wesentlichen Beitrag zur Klimaanpassung, indem sie Regenwasser speichern, die Umgebungstemperatur regulieren und den urbanen Wärmeinsel-Effekt verringern. Zudem bieten sie Lebensraum für Pflanzen und Tiere, filtern Schadstoffe aus der Luft und verbessern die Gebäudeisolierung.

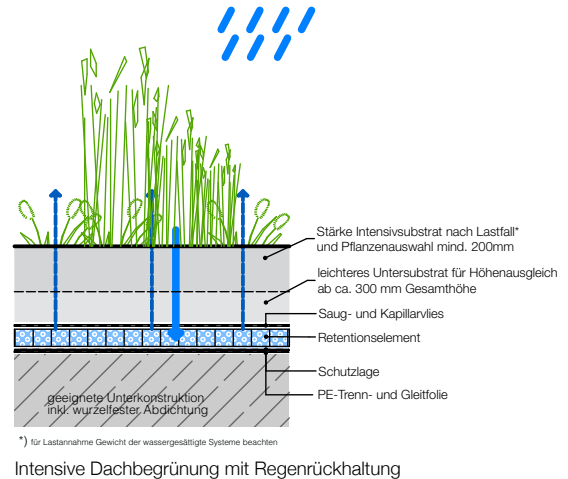
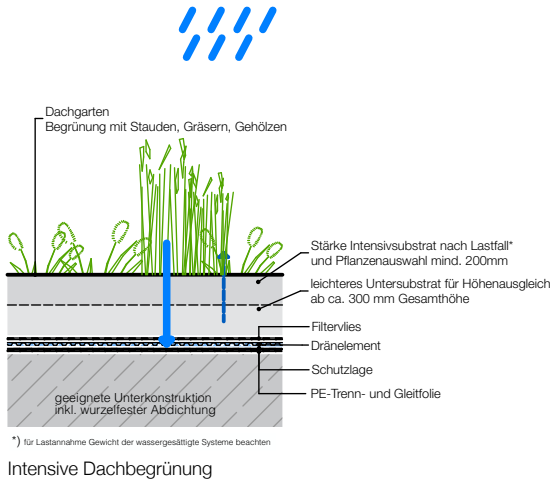
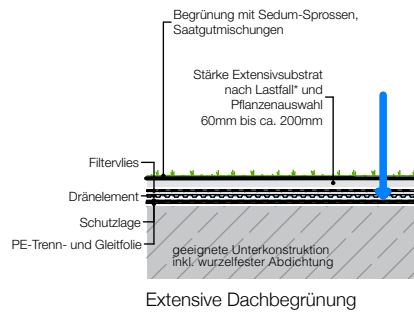
Die grundlegende Funktionsweise einer Dachbegrünung besteht aus einem mehrschichtigen Aufbau, der Schutz, Funktionalität und Pflanzennährstoffe gewährleistet. Typischerweise besteht dieser Aufbau aus einer Wurzelschutzfolie, einer Drän- und Wasserspeicherschicht, einem Substrat sowie der Vegetationsschicht. Ergänzende Komponenten wie Filtervliese und Bewässerungssysteme optimieren die Leistungsfähigkeit der Dachbegrünung. Je nach Art der Begrünung und Funktionalität wird zwischen extensiver, intensiver Begrünung und Retentionsdächern unterschieden.

Extensive Dachbegrünung

Die extensive Begrünung ist die pflegeleichtere und kostengünstigere Variante. Sie ist für Dächer mit geringer Tragfähigkeit geeignet, da die Substratschicht flach ist (ca. 6–15 cm) und die Bepflanzung meist aus robusten und genügsamen Pflanzen wie Sedum, Moosen und Gräsern besteht. Diese Begrünungsform benötigt wenig Pflege und keine zusätzliche Bewässerung, da die Pflanzen auf natürliche Regenwasserzufuhr angewiesen sind. Extensive Dächer dienen hauptsächlich der ökologischen Aufwertung und der Verbesserung des Mikroklimas.

Intensive Dachbegrünung

Im Gegensatz dazu bietet die intensive Dachbegrünung deutlich mehr Gestaltungsmöglichkeiten und erinnert an einen Garten auf dem Dach. Sie erfordert eine dickere Substratschicht (20–100 cm oder mehr), die eine vielfältige Bepflanzung mit Sträuchern, Bäumen, Rasenflächen und Blumen ermöglicht. Intensive Begrünungen sind jedoch auch schwerer und benötigen eine höhere Tragfähigkeit der Dachkonstruktion sowie regelmäßige Pflege, wie Bewässerung, Düngung und Rückschnitt. Sie bieten zusätzlichen Aufenthaltsraum und tragen erheblich zur Lebensqualität bei, sind aber kostenintensiver in der Anlage und Wartung.



Schematische Schnittdarstellung mit regelgerechter Ausführung

Retentionsdach

Retentionsdächer sind eine spezielle Form der Dachbegrünung, die vor allem auf die Steuerung und Verzögerung des Regenwasserabflusses ausgelegt ist. Sie kombinieren die Vorteile extensiver oder intensiver Begrünung mit einer speziellen Dränschicht, die größere Mengen Regenwasser zwischenspeichert und kontrolliert in die Kanalisation abgibt. Dadurch werden urbane Überflutungen reduziert und die Kanalnetze entlastet. Retentionsdächer können sowohl mit extensiver als auch intensiver Bepflanzung kombiniert werden und leisten einen wertvollen Beitrag zur Wasserwirtschaft in urbanen Gebieten.

Die Wahl der Dachbegrünungsart hängt von den baulichen Voraussetzungen, der gewünschten Nutzung sowie den ökologischen und gestalterischen Zielen ab. Alle Varianten tragen jedoch dazu bei, Städte grüner und lebenswerter zu gestalten.

Rahmenbedingungen/Hinweise

1. Statik des Gebäudes

- Tragfähigkeit der Konstruktion: Vor der Planung muss überprüft werden, ob die Dachkonstruktion die zusätzliche Last der Begrünung tragen kann (Substrat, Vegetation, Wasser, Schnee).
- Lastannahmen: Bei extensiver Begrünung liegt die Zusatzlast oft zwischen 60–150 kg/m², bei intensiver Begrünung kann sie mehrere hundert Kilogramm pro Quadratmeter betragen.

2. Abdichtung und Schutz

- Wurzelschutz: Eine wurzelfeste Abdichtung oder eine zusätzliche wurzelschutzfähige Folie ist notwendig, um das Eindringen von Wurzeln in die Dachhaut zu verhindern.
- Drainageschicht: Diese sorgt für den Abfluss überschüssigen Wassers und schützt die Abdichtung.
- Trenn- und Schutzlagen: Sie schützen die Dachabdichtung vor mechanischen Beschädigungen.

3. Entwässerung

- Sicherstellung des Wasserabflusses: Notwendigkeit von funktionierenden Dachgullys, Notüberläufen und Gefälle.
- Regenspeicherfähigkeit: Eine Begrünung kann Niederschlag bis zu einem bestimmten Maß speichern, wodurch das Entwässerungssystem entlastet wird.
- Regelung in Bauvorschriften: Einhaltung der geltenden Normen, wie z. B. DIN 1986-100 oder DIN EN 12056.

4. Vegetation

- Pflanzenauswahl: Abhängig von der Art der Begrünung:
 - Extensive Begrünung: Anspruchslose Pflanzen (Moose, Sedum, Gräser).
 - Intensive Begrünung: Vielfältige Vegetation möglich, von Blumen bis zu kleinen Bäumen.
- Klimatische Bedingungen: Berücksichtigung von Standort, Lichtverhältnissen, Windbelastung und regionalem Klima.

5. Substrataufbau

- Schichtaufbau: Substratschichten müssen passend zum Pflanzentyp gewählt werden, um Nährstoff- und Wasserbedarf zu decken.
- Substratgewicht: Geringes Gewicht bei extensiven Begrünungen, stärkere Substrate für intensive Nutzung.

6. Pflege und Wartung

- Zugang: Geplante Zugänglichkeit für regelmäßige Wartungsarbeiten.
- Pflegebedarf:
 - Extensive Begrünung: Geringer Pflegeaufwand (1–2 Kontrollen jährlich).
 - Intensive Begrünung: Regelmäßige Pflege wie bei Gartenflächen.

7. Normen und Richtlinien

- DIN-Normen:
 - DIN 18531: Abdichtungen von Dächern und Balkonen.
 - DIN 4095: Planung von Dränagen.
- FLL-Richtlinien: "Richtlinien für die Planung, Ausführung und Pflege von Dachbegrünungen" der Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e.V. (FLL).
- Regionale Vorschriften: Lokale Bauvorschriften und mögliche Förderprogramme beachten.

8. Umwelt- und Klimaschutz

- Ökologische Vorteile: Verbesserung der Luftqualität, Förderung der Biodiversität, Reduktion von Wärmeinseln in Städten.
- Förderungen: In vielen Städten und Ländern werden Dachbegrünungen durch Förderprogramme unterstützt.

9. Brandschutz

- Feuerbeständigkeit: Berücksichtigung von Brandgefahren; mögliche Trennung durch Brandschutzstreifen aus Kies oder anderen nicht brennbaren Materialien.
- Brandschutzkonzepte: Abstimmung mit der zuständigen Behörde.

10. Kostenübersicht Dachbegrünung mit Pflegegängen

- Extensive Dachbegrünung
Installation: 40 – 80 €/m²
Pflegekosten: 1 – 3 €/m² jährlich

Pflegegänge (2x jährlich): Entfernung von Unkraut und Fremdbewuchs, Kontrolle der Vegetation und Nachsaat bei Bedarf, Inspektion der Drainage und Entwässerungssysteme

- Intensive Dachbegrünung
Installation: ab 100 €/m²
Pflegekosten: ab 5 €/m² jährlich
Pflegegänge (4–6x jährlich): Rasenmähen, Rückschnitt von Pflanzen und Gehölzen, Düngung und Nachpflanzungen, Bewässerung (je nach Witterung), Kontrolle und Reinigung der Drainage und Entwässerungssysteme
- Retentionsdach
Installation: 60 – 100 €/m² (bei extensivem Aufbau), 120 – 200 €/m² (bei intensivem Aufbau)
Pflegekosten: Entsprechend der jeweiligen Begrünungsart (extensiv/intensiv)
Pflegegänge: Extensive Begrünung: 2x jährlich (siehe oben), Intensive Begrünung: 4–6x jährlich (siehe oben), Überprüfung der Speicherkapazität und Funktionsfähigkeit des Retentionssystems, Kontrolle der Wasserabflussregulierung und gegebenenfalls Reinigung der Speicherelemente.

Dachbegrünung - Gestalterischer Aspekt / Wert für die Schulfreianlagen als Aufenthalts-, Spiel-, Erholungsort:

Dachbegrünungen bieten für Schulfreianlagen zahlreiche gestalterische und wertvolle Aspekte, die den Raum als Aufenthalts-, Spiel- und Erholungsort bereichern. Sie schaffen nicht nur visuell ansprechende, grüne Oasen, sondern tragen auch zur Verbesserung des Mikroklimas bei, was gerade in urbanen Umgebungen von großer Bedeutung ist. Durch die Begrünung werden die Temperaturen auf dem Dach gesenkt und die Luftfeuchtigkeit reguliert, was für eine angenehme Atmosphäre sorgt und eine ideale Grundlage für erholsame Pausen im Freien bietet.

Die vielfältige Bepflanzung von Dachflächen kann zudem für eine große Artenvielfalt sorgen und damit die Biodiversität fördern. SchülerInnen und Schülergruppen können in naturnahen Bereichen lernen, mit Pflanzen und Tieren in Kontakt treten und so ein Bewusstsein für ökologische Zusammenhänge entwickeln. Diese Bildungsaspekte bieten einen Mehrwert für die Schulfreianlagen und fördern das Umweltbewusstsein der Kinder und Jugendlichen.

Ein weiterer gestalterischer Vorteil von Dachbegrünungen ist ihre Funktion als ruhige, grüne Rückzugsorte. Die sanfte Begrünung und das beruhigende Grün wirken entspannend und laden

dazu ein, sich in den Pausen auszuruhen oder kreativ zu betätigen. Sie bieten eine perfekte Ergänzung zu harten, offenen Flächen und schaffen durch ihre Struktur einen visuellen und funktionalen Kontrast. Darüber hinaus können die begrünten Dächer als Erholungsräume genutzt werden, die die Lebensqualität der Schulfreianlagen erhöhen.

Zusätzlich bieten Dachbegrünungen einen praktischen Nutzen, indem sie das Regenwassermanagement unterstützen und so zur Reduzierung von Starkregenereignissen und Überflutungen beitragen. Durch diese nachhaltigen Elemente wird die Schule als moderner, umweltbewusster Ort wahrgenommen, der die Werte der Nachhaltigkeit und Ressourcenschonung fördert.

Insgesamt haben Dachbegrünungen für Schulfreianlagen nicht nur ästhetische Vorteile, sondern leisten auch einen wichtigen Beitrag zur Förderung des Wohlbefindens, der ökologischen Bildung und der Nachhaltigkeit. Sie bieten vielseitige Nutzungsmöglichkeiten und tragen dazu bei, das Außengelände der Schule als wertvollen, multifunktionalen Raum für SchülerInnen und Lehrkräfte zu gestalten.

02.2 FASSADENBEGRÜNUNG

Funktionsweise

Fassadenbegrünungen sind nachhaltige und ästhetische Gestaltungselemente, die eine Fassade mit Pflanzen bedecken und dabei zahlreiche ökologische und bauliche Vorteile bieten. Sie verbessern das Mikroklima, reduzieren die Umgebungstemperatur durch Verdunstungskühlung, filtern Schadstoffe aus der Luft und bieten Lebensraum für Tiere und Insekten. Gleichzeitig schützen sie die Gebäudefassade vor Witterungseinflüssen, reduzieren den Energiebedarf durch Dämmung und tragen zur Reduktion des urbanen Wärmeinsel-Effekts bei. Die Funktionsweise beruht auf der Anpflanzung von Kletter- oder Rankpflanzen, die entweder direkt auf der Fassade wachsen oder mithilfe von unterstützenden Strukturen geführt werden. Dabei wird zwischen zwei grundlegenden Systemen unterschieden: wandgebundene und bodengebundene Fassadenbegrünungen.

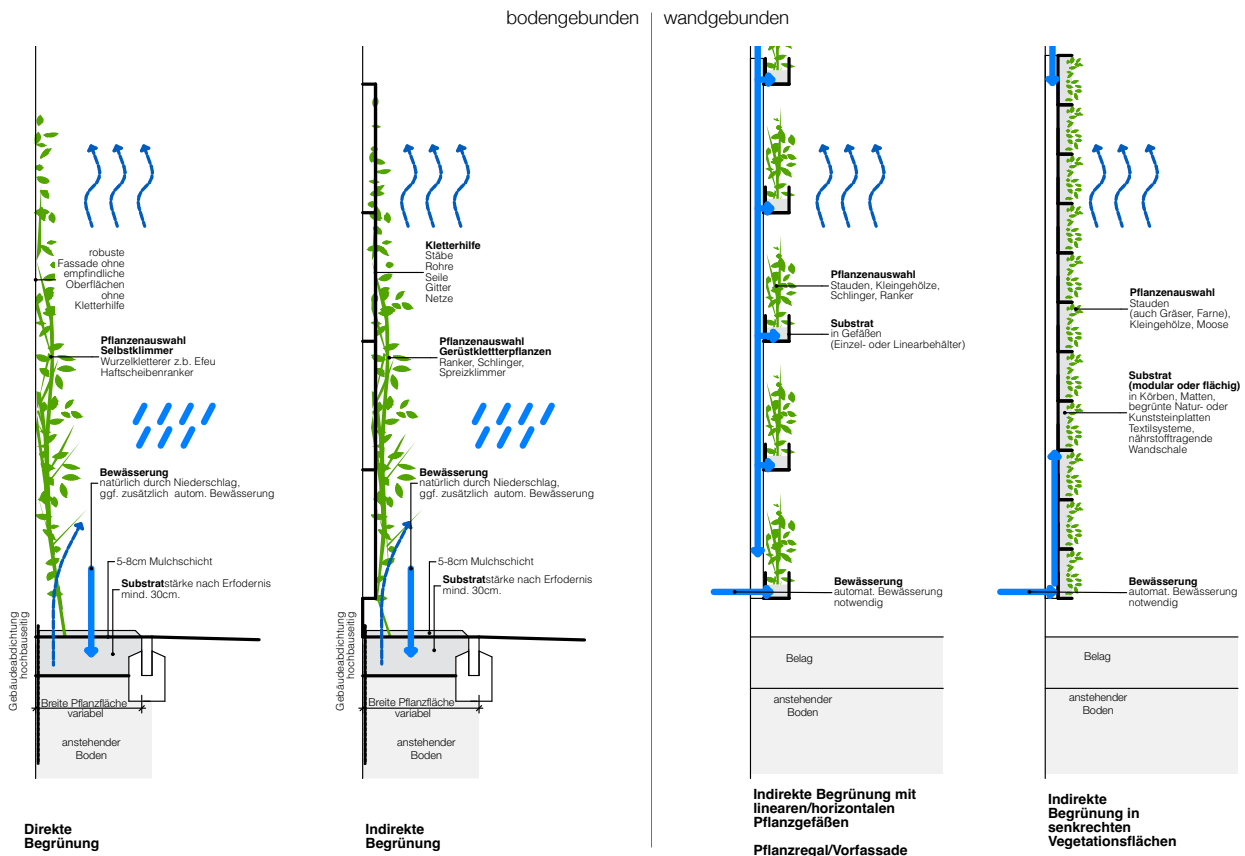
Wandgebundene Fassadenbegrünung

Wandgebundene Systeme zeichnen sich dadurch aus, dass sie unabhängig vom natürlichen Boden arbeiten. Sie verwenden modulare Systeme wie Pflanzkästen, vertikale Matten oder Substrattaschen, die direkt an der Fassade befestigt werden. Diese Systeme sind ideal für urbane Räume, in denen keine direkte Bodenbindung möglich ist. Die Pflanzen erhalten ihre Nährstoffe und das benötigte Wasser über integrierte Bewässerungs- und Nährstoffsysteme. Wandgebundene Begrünungen bieten eine große Gestaltungsvielfalt, sind aber meist kostenintensiver in der Installation und Wartung.

Bodengebundene Fassadenbegrünung

Im Gegensatz dazu bezieht die bodengebundene Fassadenbegrünung ihre Nährstoffe und Wasser direkt aus dem Boden. Dabei wachsen die Pflanzen vom Fuß der Fassade nach oben, entweder selbsthaftend wie bei Efeu oder durch Unterstützung von Rankhilfen. Diese Form der Begrünung ist kostengünstiger und wartungsärmer, erfordert jedoch ausreichend Platz für Pflanzgruben im Boden. Sie ist besonders geeignet für langlebige und robuste Pflanzenarten, die ohne regelmäßige Pflege auskommen.

Die Wahl zwischen den beiden Systemen hängt von den baulichen Gegebenheiten, den gewünschten gestalterischen Effekten sowie dem Pflegeaufwand ab. Beide Formen tragen auf ihre Weise dazu bei, Gebäude nachhaltig aufzuwerten und die Umwelt positiv zu beeinflussen.



Schematische Schnittdarstellung mit regelgerechter Ausführung

Rahmenbedingungen/Hinweise

1. Statik und Tragfähigkeit

- Die Tragfähigkeit der Gebäudewand muss für das zusätzliche Gewicht der Begrünung sowie Wind- und Schneelasten ausgelegt sein.
- Eine Prüfung durch einen Statiker ist erforderlich, insbesondere bei der Verwendung von modularen Systemen oder Rankhilfen.

2. Abdichtung und Feuchtigkeitsschutz

- Eine fachgerechte Dämmung und Abdichtung der Wand ist essenziell, um Feuchtigkeitsschäden zu vermeiden.
- Ein Abstandssystem bei indirekter Begrünung gewährleistet die Hinterlüftung der Fassade.

3. Vegetationssysteme

- Direkte Begrünung (z. B. Selbstklimmer wie Efeu) benötigt robuste Fassaden ohne empfindliche Oberflächen.
- Indirekte Begrünung verwendet Rankhilfen oder modulare Systeme, die flexibel und wartungsfreundlich gestaltet werden können.

4. Auswahl der Pflanzen

- Pflanzen müssen an Standortbedingungen wie Licht, Wind, Klima und Feuchtigkeit angepasst sein.
- Pflegeintensität und Wachstumsverhalten sollten in die Planung einfließen, um Überwucherung oder Schäden zu vermeiden.

5. Bewässerung und Pflege

- Eine automatische Bewässerung und Düngung ist bei intensiven Systemen sinnvoll.
- Der Zugang für Wartungsarbeiten und Rückschnitte muss gewährleistet sein.

6. Einhaltung von Normen und Richtlinien

- DIN 18915: Regelungen zu Bodenarbeiten, insbesondere für das Substratmanagement.
- DIN 18916: Anforderungen an Pflanzenverwendung und Pflanzensubstrate.
- DIN 18917: Vorgaben zur Pflege von Begrünungen.
- FLL-Richtlinien für Fassadenbegrünung: Umfassende technische und gestalterische Vorgaben, z. B. zur Planung, Auswahl von Pflanzen und Materialien sowie zur Pflege.

7. Brandschutz

- Brandschutzmaßnahmen müssen in die Planung integriert werden, z. B. durch Trennung der Begrünung in Brandabschnitte oder Verwendung nicht brennbarer Rankhilfen.
- Die Begrünung darf Fluchtwege oder Rettungsfenster nicht behindern.

8. Umwelt- und Förderprogramme

- Fassadenbegrünungen können durch kommunale Förderprogramme unterstützt werden, die nachhaltige Bauweisen fördern.
- Umweltauflagen, z. B. zur Biodiversität oder Wasserwirtschaft, sollten geprüft und eingehalten werden.

9. Kosten

- Bodengebundene Begrünung
Installation: 60 - 120 €/m²
Pflegekosten: 5 – 15 €/m² jährlich
- Wandgebundene Begrünung
Installation: 500–1.000 €/m²
Pflegekosten: 20–50 €/m² jährlich

Fassadenbegrünung - Gestalterischer Aspekt / Wert für die Schulfreianlagen als Aufenthalts-, Spiel-, Erholungsort:

Fassadenbegrünungen bereichern Schulfreianlagen durch ihre vielseitigen gestalterischen und funktionalen Werte. Sie schaffen lebendige, grüne Flächen, die das Schulgelände optisch aufwerten und eine einladende, natürliche Atmosphäre erzeugen. Die Begrünung bietet abwechslungsreiche Farb- und Strukturspiele, die sich im Wechsel der Jahreszeiten verändern und damit die Umgebung dynamisch gestalten. Sie kann als sichtbarer Ausdruck von Nachhaltigkeit dienen und das ökologische Profil der Schule unterstreichen.

Fassadenbegrünungen tragen zur Verbesserung des Mikroklimas bei, indem sie Schatten spenden, die Umgebung kühlen und die Luftqualität verbessern. Damit fördern sie ein angenehmes Umfeld für Erholung und Aufenthalt. Gleichzeitig dienen sie als natürliche Trennelemente, die Spiel- und Erholungsbereiche strukturieren und geschützte Rückzugsorte schaffen. Ihre Nähe zur Natur steigert das Wohlbefinden und lädt zur Interaktion ein, sei es durch Beobachtung von Pflanzen oder der Pflege im Rahmen von Schulprojekten.

Durch die Förderung von Biodiversität und die Bereitstellung von Lebensräumen für Insekten und Vögel wird zudem der ökologische Wert des Schulgeländes gesteigert. Fassadenbegrünungen sind somit nicht nur ästhetische Gestaltungselemente, sondern auch funktionale und lehrreiche Bausteine, die Aufenthaltsqualität, Umweltbewusstsein und soziale Interaktion fördern.

02.3 SONSTIGE ELEMENTE VERTIKALBEGRÜNUNG

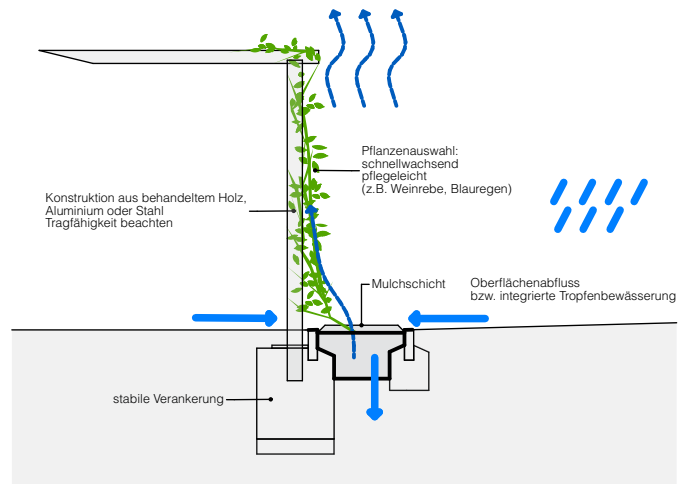
Funktionsweise

Sonstige Vertikalbegrünungen, abseits der klassischen Fassadenbegrünung, umfassen Begrünungselemente wie freistehende Rankgerüste, grüne Wände oder Pflanzenstrukturen an Zäunen, Pergolen und Spalieren. Diese Systeme ermöglichen es, auch dort vertikales Grün zu schaffen, wo keine direkte Verbindung zu Gebäuden besteht. Rankgerüste und freistehende Strukturen bieten Kletterpflanzen wie Efeu, Clematis oder Wildem Wein Halt, während modulare Pflanzenwände oft mit integrierten Substrat- und Bewässerungssystemen ausgestattet sind, um eine autonome Begrünung zu gewährleisten.

Diese Formen der Vertikalbegrünung tragen zur Verbesserung des Mikroklimas bei, da sie Schatten spenden, die Luftfeuchtigkeit erhöhen und durch Verdunstungskühlung die Umgebungstemperatur senken. Zudem filtern die Pflanzen Feinstaub und Schadstoffe aus der Luft und tragen zur optischen Aufwertung des urbanen Raums bei.

Pflanzungen und insbesondere Baumpflanzungen ergänzen diese Vorteile auf horizontaler Ebene und haben eine herausragende ökologische Bedeutung. Bäume bieten nicht nur Schatten und reduzieren den Hitzeeintrag, sondern sie speichern auch CO₂, produzieren Sauerstoff und fördern die Biodiversität, indem sie Lebensräume für Vögel, Insekten und andere Tiere schaffen. Tief wurzelnde Bäume stabilisieren den Boden, verbessern die Versickerung von Regenwasser und verringern das Risiko von Erosion.

In Kombination entfalten Vertikalbegrünungen und Baumpflanzungen eine synergetische Wirkung, die zur Klimaanpassung, zur Steigerung der Lebensqualität und zur Schaffung eines nachhaltigen urbanen Umfelds beiträgt.



Schematische Schnittdarstellung mit regelgerechter Ausführung

Rahmenbedingungen/Hinweise

1. Arten sonstiger vertikaler Begrünungen

- Freistehende Begrünungselemente (z. B. begrünte Mauern, Rankgerüste)
- Begrünte Pergolen oder Laubengänge
- Grüne Wände im Innenbereich (z. B. Pflanzenwände in Gebäuden)

2. Technische Rahmenbedingungen

- Tragfähigkeit:
 - Statische Belastbarkeit des Trägersystems prüfen.
 - Korrosionsgeschützte und langlebige Materialien verwenden.
- Bewässerungssysteme:
 - Integrierte Tropfbewässerung oder automatische Systeme einsetzen.
 - Regenwassernutzung für nachhaltige Versorgung.
- Substrat:
 - Leichte, nährstoffreiche Substrate verwenden.
 - Ausreichende Substrathöhe für Wurzeln sicherstellen.
- Pflanzenauswahl:
 - Standortangepasste Pflanzen (Licht, Wind, Feuchtigkeit) wählen.
 - Robuste, pflegeleichte Pflanzen wie Efeu oder Kletterrosen bevorzugen.

3. Ökologische und funktionale Aspekte

- Verbesserung des Mikroklimas (Luftqualität, Luftfeuchtigkeit).
- Reduktion von Lärm durch schallabsorbierende Begrünungselemente.
- Ästhetische Aufwertung von Innen- und Außenräumen.

4. Pflege und Wartung

- Regelmäßige Kontrolle des Trägersystems und der Pflanzen.
- Rückschnitt zur Begrenzung von Wildwuchs.
- Nachdüngung und angepasste Wasserzufuhr sicherstellen.

5. Rechtliche Hinweise

- Genehmigungen für freistehende oder größere Systeme im öffentlichen Raum prüfen.
- Einhaltung von Bauvorschriften (Abstände, Windlasten, Brandschutz) sicherstellen.

Vertikalbegrünung - Gestalterischer Aspekt / Wert für die Schulfreianlagen als Aufenthalts-, Spiel-, Erholungsort:

Eine Pergola mit Begrünung bereichert Schulfreianlagen durch ihre vielseitigen gestalterischen und funktionalen Werte. Sie schafft einen natürlichen, schattigen Aufenthaltsbereich, der SchülerInnen Schutz vor Sonne und Regen bietet und gleichzeitig eine angenehme, einladende Atmosphäre schafft. Die grüne Überdachung integriert die Natur in den Schulalltag und sorgt durch wechselnde Blüten- und Blattfarben für optische Abwechslung und eine beruhigende Wirkung.

Die Pergola dient zudem als strukturierendes Element, das verschiedene Bereiche wie Spiel-, Erholungs- und Lernzonen visuell und funktional voneinander abgrenzt. Sie kann als Treffpunkt oder Rückzugsort genutzt werden, fördert soziale Interaktionen und lädt zum Verweilen ein. Gleichzeitig trägt die Begrünung zur Verbesserung des Mikroklimas bei, indem sie Schatten spendet, die Luftqualität verbessert und Feuchtigkeit verdunstet.

Durch die Förderung der Biodiversität bietet die Pergola Lebensräume für Vögel und Insekten und stärkt das ökologische Profil der Schulfreianlage. Sie verbindet Ästhetik, Funktionalität und Nachhaltigkeit zu einem vielseitigen Gestaltungselement, das SchülerInnen eine naturnahe und inspirierende Umgebung für Erholung, Bewegung und gemeinsame Aktivitäten bietet.

02.4 VITALE BAUMSTANDORTE

Funktionsweise

Vitale Baumstandorte dienen nicht nur als ästhetisches Element, sondern auch zur Verbesserung des städtischen Mikroklimas und der Wasserbewirtschaftung. Sie beinhalten:

Tiefgründige Bodenaufbereitung

Ziel: Förderung eines gesunden Wurzelwachstums und langfristige Baumgesundheit.

Vorgehen: Verwendung von speziellen Substraten und tief durchlässigen Schichten, die sowohl Nährstoffe bereitstellen als auch die Wasseraufnahme fördern.

Regenwassermanagement

Regenwasser wird direkt in die Baumstandorte geleitet. Dies reduziert:

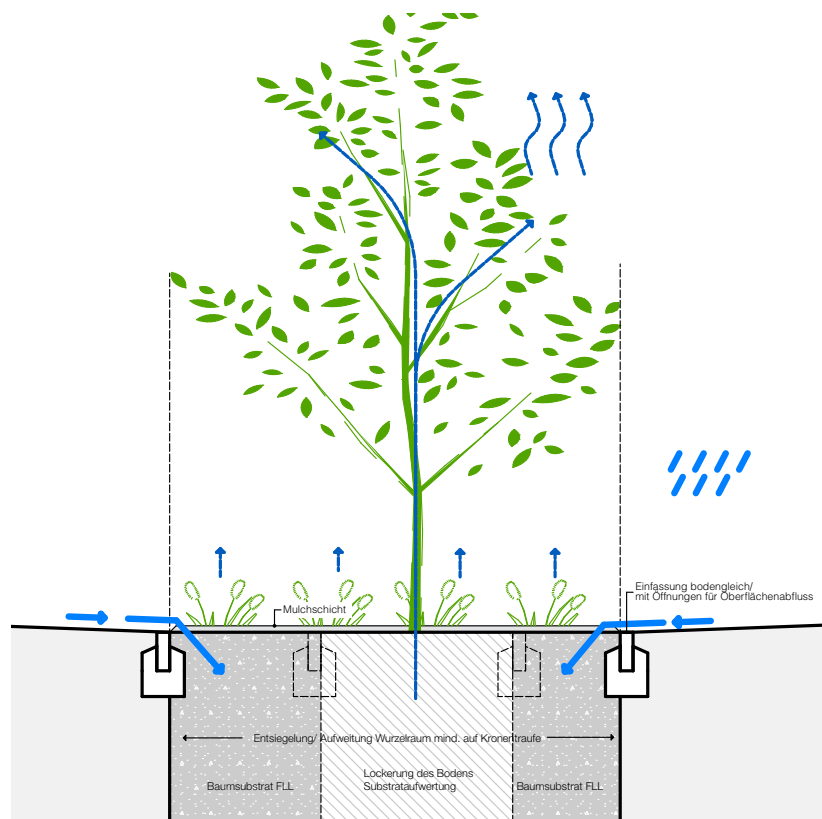
Oberflächenabfluss: Das Wasser wird aufgenommen und im Boden gespeichert.

Hitzeinseln: Verdunstung des gespeicherten Wassers kühlt die Umgebung.

Synergie mit Infrastruktur

Durchlässige Beläge (z. B. Pflastersteine) lassen Wasser zum Baumstandort gelangen.

Technologische Integration: Sensoren können den Feuchtigkeitsgehalt überwachen.



Schematische Schnittdarstellung mit regelgerechter Ausführung

Rahmenbedingungen/Hinweise

Bestandsbäume sind ein wertvolles Element im urbanen und landschaftlichen Kontext, da sie durch ihre Größe, ihr Alter und ihre ökologische Bedeutung wesentlich zur Klimaregulierung, Biodiversität und ästhetischen Aufwertung von Flächen beitragen. Um die Vitalität dieser Bäume zu erhalten, sind spezifische Rahmenbedingungen und Maßnahmen erforderlich, die auf die Erhaltung des Wurzelraums, die Bodenqualität und den Schutz vor mechanischen Einwirkungen abzielen.

1. Schutz des Wurzelraums

- **Wurzelraumgröße:** Der Wurzelraum sollte mindestens die Kronentraufe abdecken, idealerweise aber auch darüber hinaus reichen, um den Baum ausreichend mit Wasser, Luft und Nährstoffen zu versorgen.
- **Bodenverdichtung vermeiden:** Jegliche Verdichtungen im Wurzelraum (durch Bauarbeiten, Fahrzeuge oder hohe Fußgängerfrequenz) sollten verhindert werden, da sie die Sauerstoffversorgung der Wurzeln beeinträchtigen und das Wachstum einschränken.
- **Schutz während Baumaßnahmen:** Der Wurzelbereich sollte während Bauarbeiten durch Absperrungen oder Matten geschützt werden. Tiefgründige Eingriffe im Bereich des Wurzelraums sind zu vermeiden.

2. Bodenqualität und Nährstoffversorgung

- Lockerung des Bodens: Verdichtete Böden können durch gezielte Maßnahmen wie Luftinjektionen oder den Einsatz von Wurzelbelüftungssystemen aufgelockert werden.
- Substrataufwertung: Bestehende Böden können mit speziellen Baumsubstraten angereichert werden, die Wasser speichern und die Nährstoffversorgung verbessern.
- Bewässerung: Besonders in Trockenperioden muss eine gezielte Bewässerung erfolgen, um Trockenstress zu vermeiden. Der Einsatz von Tropfbewässerungssystemen kann effizient sein.
- Mulchen: Das Aufbringen von Mulch im Wurzelbereich schützt den Boden vor Austrocknung, erhöht die Humusbildung und fördert das Bodenleben.

3. Schutz vor mechanischen Einflüssen

- Bodenschutzbeläge: In hochfrequentierten Bereichen können wasser- und luftdurchlässige Schutzbeläge (z. B. Gitterroste, Schotterrasen) eingesetzt werden, um den Boden zu entlasten und Wurzelschäden zu vermeiden.
- Vermeidung von Anprallschäden: Stämme und Kronen sollten durch Barrieren oder Schutzmaßnahmen vor mechanischen Schäden, etwa durch Fahrzeuge, geschützt werden.

4. Wasser- und Regenmanagement

- Versickerung gewährleisten: Oberflächenversiegelungen im Wurzelbereich sollten minimiert werden, um die Wasseraufnahme zu ermöglichen. Wo nötig, sollten durchlässige Beläge oder Entsiegelungsmaßnahmen umgesetzt werden.
- Rigolensysteme: Für zusätzliche Wasserversorgung können Rigolensysteme eingesetzt werden, die Regenwasser sammeln und langsam an den Wurzelbereich abgeben.

5. Erhalt und Pflege des Baumbestands

- Regelmäßige Kontrollen: Der Zustand der Bestandsbäume sollte regelmäßig von Fachleuten geprüft werden. Schäden an Stamm, Wurzeln oder Kronen müssen frühzeitig erkannt und behandelt werden.
- Baumschnitt: Totholzentfernung und fachgerechter Schnitt fördern die Sicherheit und Vitalität der Bäume. Dabei sollte der Eingriff minimal sein, um den Baum nicht zu schwächen.
- Schadensprävention: Chemische Belastungen (z. B. durch Streusalz oder Bodenverunreinigungen) sollten vermieden werden, um das Baumwachstum nicht zu gefährden.

6. Integration in die Umgebung

- Anpassung an Nutzungen: Bestandsbäume sollten so in die Gestaltung integriert werden, dass ihr Wurzelraum und ihre Kronen ausreichend Platz haben. Baumaßnahmen und neue Nutzungen (z. B. Wege, Spielplätze) sollten auf die Bedürfnisse der Bäume abgestimmt werden.
- Kompensation von Verlusten: Falls unvermeidbare Eingriffe zum Verlust von Bestandsbäumen führen, sollten Ersatzpflanzungen an geeigneten Standorten vorgenommen werden.

7. Gesetzliche Vorgaben und Schutzbestimmungen

- Baumschutzverordnungen: In vielen Kommunen sind Bestandsbäume durch Baumschutzverordnungen geschützt. Eingriffe oder Fällungen sind nur mit behördlicher Genehmigung erlaubt.
- Umweltgutachten: Bei größeren Bauvorhaben sollte ein Baumgutachten erstellt werden, um den Zustand der Bäume zu bewerten und geeignete Schutzmaßnahmen zu planen.

8. Kosten

- Maßnahmen zur Erhaltung und Pflege
Baumpflege (jährlich): 50–200 € pro Baum (abhängig von Baumgröße und Pflegeaufwand),
Regelmäßige Inspektionen, Schnittmaßnahmen und Schadensprävention
Bodenpflege und Belüftung: ab 200 € pro Baum (bei speziellen Bodenbelüftungsmaßnahmen oder Entwässerungssystemen)
- Baumverpflanzung
Kosten für Verpflanzung: ab 8.000 € pro Baum (abhängig von Baumgröße und Standort)
- Tiefenlockerung und Wurzelpflege
Wurzelpflege (einschließlich Wurzelbelüftung und -lockerung): ab 500 € pro Baum (je nach Technik und Umfang der Behandlung)
- Zusatzmaßnahmen für den Standort
Bodenverbesserung (Substrat- oder Nährstoffanreicherung): 50–150 € pro Baum (einmalig)

Diese Kosten variieren je nach Baumart, Standortbedingungen und dem benötigten Pflegeaufwand.

Vitale Baumstandorte - Gestalterischer Aspekt / Wert für die Schulfreianlagen als Aufenthalts-, Spiel-, Erholungsort:

Vitale Baumstandorte mit Bestandsbäumen bereichern Schulfreianlagen durch vielfältige gestalterische und funktionale Werte und tragen entscheidend zur Qualität als Aufenthalts-, Spiel- und Erholungsort bei. Die natürliche Präsenz großer, alter Bäume schafft eine einladende Atmosphäre, die sowohl SchülerInnen als auch Lehrkräfte zum Verweilen anregt. Durch ihre ausladenden Kronen bieten Bestandsbäume wertvollen Schatten, der gerade in den heißen Sommermonaten kühle, geschützte Bereiche schafft und so die Aufenthaltsqualität deutlich erhöht. Diese schattigen Zonen eignen sich besonders für ruhige Aktivitäten wie Lesen, Lernen oder entspannte Gespräche während der Pausen.

Gestalterisch dienen Bestandsbäume als zentrale Ankerpunkte in der räumlichen Struktur von Schulhöfen. Sie definieren und gliedern Freiflächen, schaffen Orientierung und können als natürliche Markierungspunkte genutzt werden. Gruppen von Bäumen oder Alleen erzeugen Räume mit klaren Grenzen und laden dazu ein, diese als Treffpunkte oder Rückzugsorte zu nutzen. Durch ihre Größe und ihren ästhetischen Wert verleihen sie Schulhöfen eine unverwechselbare Identität und fördern die Verbindung der SchülerInnen zur Natur.

Für den Spielbereich sind Bestandsbäume von unschätzbarem Wert, da sie vielseitige Möglichkeiten für naturnahes Spielen bieten. Ihre Wurzeln, Stämme und die Umgebung regen zu kreativen Spielideen an, sei es Verstecken, Klettern oder das Bauen kleiner Verstecke. Gleichzeitig schaffen sie eine Verbindung zur Natur, die die Fantasie anregt und den Kindern wertvolle Naturerfahrungen ermöglicht. Ihr Laub, ihre

Früchte oder Rinde können als natürliche Materialien in das Spiel integriert werden und fördern so spielerisches Lernen und die Sensibilität für die Umwelt.

Auch für die Erholung sind Bestandsbäume essenziell. Ihre Präsenz wirkt beruhigend und fördert die mentale Regeneration in einem oft hektischen Schulalltag. Die natürliche Umgebung, die sie schaffen, kann Stress reduzieren und die Konzentrationsfähigkeit steigern. Dies gilt nicht nur für SchülerInnen, sondern auch für Lehrkräfte, die solche Orte für kurze Pausen oder ruhige Arbeitsphasen nutzen können.

Darüber hinaus bieten Bestandsbäume ökologische und pädagogische Mehrwerte. Sie unterstützen die Biodiversität, indem sie Lebensräume für Vögel, Insekten und andere Tiere schaffen, was den SchülerInnen spannende Naturbeobachtungen ermöglicht. Als gewachsene Bestandteile der Umgebung erzählen sie Geschichten über den Ort und die Zeit und können so in den Bildungsalltag integriert werden, etwa im Rahmen von Biologieunterricht oder Umweltprojekten.

Zusammenfassend tragen vitale Baumstandorte in Schulfreianlagen nicht nur zur ästhetischen und funktionalen Gestaltung bei, sondern fördern auch die Verbindung zur Natur, die Kreativität und das Wohlbefinden der Schüler*innen. Sie schaffen eine harmonische Balance zwischen aktiver Nutzung, Erholung und ökologischer Nachhaltigkeit, die Schulhöfe zu lebendigen, lebenswerten Orten macht.

02.5 BAUMRIGOLEN

Funktionsweise

Baumrigolen (unterirdische Systeme zur Speicherung und Verteilung von Wasser) sind eine zentrale Komponente in der blau-grünen Infrastruktur.

Aufbau von Baumrigolen

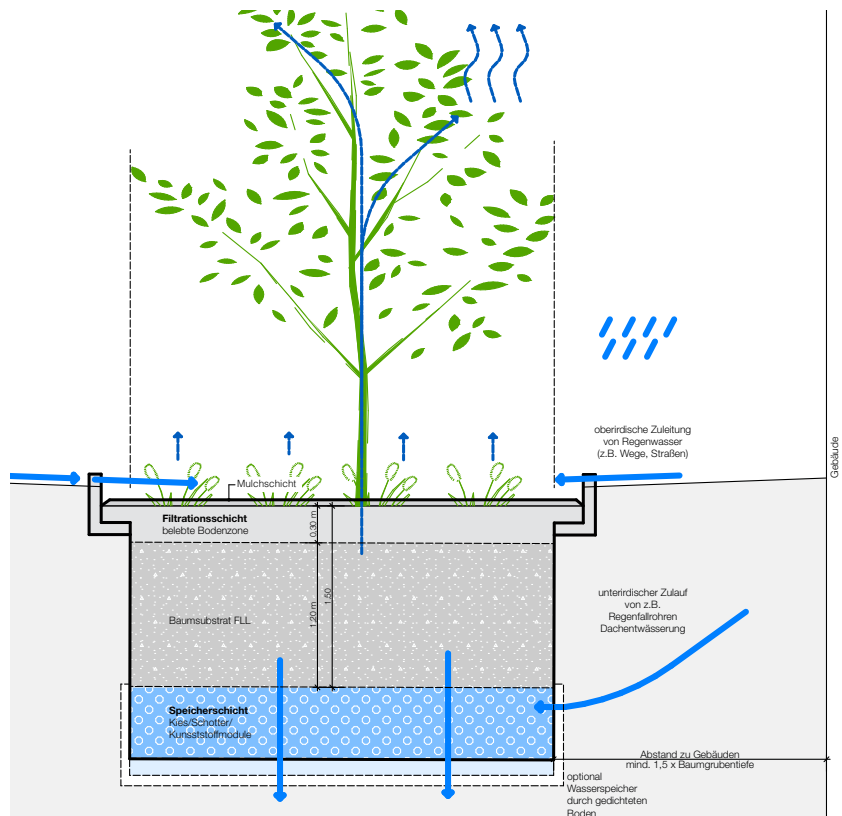
- Speicherkammern: Unterirdische Hohlräume oder Rigolen aus speziellem Material (z. B. Schotter oder Kunststoffmodule), die Regenwasser speichern.
- Filtrationsschichten: Entfernen Schadstoffe und verbessern die Wasserqualität.
- Verbundsysteme: Rigolen sind mit anderen grünen Infrastrukturen verbunden, wie z. B. begrünten Dächern oder Entwässerungsgräben.

Funktionen

- Regenwasserspeicherung: Überschüssiges Wasser wird bei Starkregen aufgefangen und langsam abgegeben.
- Grundwasseranreicherung: Versickerung des gespeicherten Wassers fördert das natürliche Grundwasser.
- Baumbewässerung: Rigolen leiten Wasser gezielt zu den Baumstandorten, auch in Trockenperioden

Vorteile

- Reduzierung des städtischen Hochwasserrisikos.
- Verbesserung der Luftqualität durch verstärkte Baumverdunstung.
- Nachhaltige und kosteneffiziente Wasserbewirtschaftung.



Schematische Schnittdarstellung mit regelgerechter Ausführung

Rahmenbedingungen/Hinweise

Baumrigolen sind essenzielle Bausteine im urbanen Grünmanagement, die sowohl zur Vitalität von Stadtbäumen als auch zur nachhaltigen Wasserbewirtschaftung beitragen. Um Baumrigolen erfolgreich zu planen und umzusetzen, müssen spezifische Rahmenbedingungen und Planungsrichtlinien beachtet werden.

1. Standortbedingungen

- Bodenverhältnisse: Der Boden am Standort sollte durchlässig sein, um das versickernde Regenwasser aufzunehmen. In Bereichen mit schwerem Boden ist eine zusätzliche Drainageschicht notwendig.
- Platzbedarf: Der verfügbare Platz bestimmt die Größe der Rigolen. In beengten Verhältnissen können modulare oder schmale Rigolensysteme eingesetzt werden.
- Umgebungseinflüsse: Belastungen durch Verkehr, Bebauung oder unterirdische Leitungen müssen bei der Platzierung berücksichtigt werden. Wurzelschutzbarrieren können Schäden an der Infrastruktur verhindern.

2. Dimensionierung

- Rigolengröße: Die Rigole sollte genügend Kapazität bieten, um Starkregenereignisse aufzunehmen. Die Dimensionierung erfolgt basierend auf Niederschlagsmengen und Abflussfaktoren der umgebenden Flächen.
- Wurzelraum: Ein ausreichendes Volumen für das Wurzelwachstum ist erforderlich, um die Vitalität des Baumes langfristig zu gewährleisten.

3. Technische Ausführung

- Materialwahl: Baumrigolen werden häufig mit Schotter, Kies oder speziellen Kunststoffmodulen gefüllt, die eine hohe Wasserdurchlässigkeit gewährleisten und zugleich statische Belastungen tragen können.
- Schichtenaufbau: Die Rigolen sollten mit Filterschichten ausgestattet sein, um Sedimente und Schadstoffe aus dem gesammelten Regenwasser zu filtern.

- **Wasserspeicher:** Bei Trockenheit sollte das gespeicherte Wasser kontrolliert an die Baumwurzeln abgegeben werden können.

4. Regenwassermanagement

- **Oberflächenentwässerung:** Regenwasser von umliegenden Flächen (z. B. Straßen oder Gehwege) sollte gezielt in die Rigolen geleitet werden. Hierzu können durchlässige Beläge oder Rinnen eingesetzt werden.
- **Versickerung und Grundwasseranreicherung:** Rigolen fördern die Versickerung und unterstützen die natürliche Grundwasserbildung. Sie sollten so konzipiert sein, dass überschüssiges Wasser nicht oberflächlich abfließt.

5. Pflege und Wartung

- **Kontrollen:** Regelmäßige Überprüfungen sind notwendig, um Verstopfungen oder Sedimentablagerungen zu beseitigen. Inspektionsschächte erleichtern den Zugang zu den Rigolen.
- **Bewässerung:** In Trockenperioden kann es erforderlich sein, zusätzlich Wasser in die Rigolen einzuleiten, um die Baumgesundheit zu erhalten.
- **Erhalt der Funktionsfähigkeit:** Beschädigungen der Rigolen durch Wurzeln, Fahrzeuge oder bauliche Maßnahmen sollten vermieden und zeitnah repariert werden.

6. Gesetzliche und planerische Rahmenbedingungen

- **Vorgaben zur Versickerung:** Die Planung von Rigolen muss den gesetzlichen Anforderungen an die Regenwasserbewirtschaftung und den Bodenschutz entsprechen.
- **Abstimmung mit Infrastruktur:** Rigolen müssen in die Gesamtplanung der urbanen Infrastruktur integriert und auf bestehende Leitungspläne abgestimmt werden.
- **Förderprogramme:** In vielen Regionen gibt es finanzielle Förderungen für Maßnahmen zur nachhaltigen Regenwasserbewirtschaftung und Begrünung.

7. Kosten

- **Installation von Baumrigolen**
Einfaches Rigolensystem (nur Erdarbeiten, Basismaterial): ab 800 €/m³ Speichervolumen
Komplexere Rigolensysteme (mit Drainage, Belüftung, spezieller Substratschicht): ab 1000 €/m³ Speichervolumen
- **Wartung und Pflege**
Regelmäßige Wartung und Inspektionen: 50–150 € jährlich pro Baum (abhängig vom Systemaufbau und Pflegeaufwand)
Zusätzliche Bodenpflege (z.B. Wurzelpflege oder Substratauffrischung): 50–100 € jährlich
- **Langfristige Anpassungen**
Erweiterung oder Reparatur von Rigolensystemen: 150–400 € (je nach Umfang und Notwendigkeit von Reparaturen oder Erweiterungen)

Die Kosten für Baumrigolen variieren je nach Baumgröße, den verwendeten Materialien und der Komplexität des Systems. Bei großen Projekten oder städtischen Baumpflanzungen können diese Kosten steigen.

Baumrigolen - Gestalterischer Aspekt / Wert für die Schulfreianlagen als Aufenthalts-, Spiel-, Erholungsort:

Baumrigolen in Schulfreianlagen erfüllen nicht nur technische Funktionen zur Regenwasserbewirtschaftung, sondern besitzen auch vielfältige gestalterische und soziale Werte, die die Aufenthalts-, Spiel- und Erholungsqualität dieser Räume nachhaltig steigern. Ihre Integration ermöglicht die Pflanzung von gesunden, vitalen Bäumen auch in stark genutzten oder versiegelten Bereichen, wodurch grüne und schattenspendende Bereiche entstehen, die das Mikroklima verbessern und zum Verweilen einladen. Schatten ist gerade auf Schulhöfen ein zentraler Aspekt, da er vor Überhitzung schützt und angenehme Aufenthaltszonen schafft, insbesondere in den wärmeren Monaten.

Gestalterisch strukturieren Baumrigolen Freiflächen, indem sie durch Baumreihen, grüne Inseln oder in die Pflasterflächen integrierte Baumscheiben visuelle Akzente setzen. Sie können als Orientierungselemente dienen, die den Schulhof gliedern und verschiedene Nutzungsbereiche wie Spiel-, Bewegungs- oder Ruhezonen voneinander abgrenzen, ohne dabei den offenen Charakter der Fläche einzuschränken. Die Kombination aus urbanem Design und naturnaher Gestaltung schafft eine Atmosphäre, die sowohl funktional als auch ästhetisch ansprechend ist.

Im Spielbereich können Baumrigolen gezielt als integrative Elemente gestaltet werden. Sie bieten nicht nur Möglichkeiten für kreatives Spielen, wie Verstecken oder Balancieren entlang der erhöhten Einfassungen, sondern lassen sich auch mit

Sitzgelegenheiten, Bewegungsflächen oder naturnahen Spielgeräten kombinieren. Durch den Einsatz von durchlässigen Belägen, die das Regenwasser zum Wurzelraum führen, bleibt der Boden trocken und sicher nutzbar, während gleichzeitig ein Beitrag zur ökologischen Wasserbewirtschaftung geleistet wird.

Auch für die Erholung und Entspannung sind Baumrigolen von großer Bedeutung. Sie schaffen naturnahe Rückzugsorte, die den Schulalltag auflockern und Schülerinnen die Möglichkeit bieten, sich in Pausen oder Freistunden zu entspannen. Durch das Zusammenspiel von begrünten und befestigten Bereichen entsteht eine ausgewogene Gestaltung, die eine harmonische Verbindung zwischen Natur und urbanem Raum darstellt. Gleichzeitig fördern sie durch die Präsenz von Bäumen eine stärkere Verbindung zur Natur, was positive Effekte auf das Wohlbefinden und die Konzentrationsfähigkeit der Schülerinnen haben kann.

Darüber hinaus tragen Baumrigolen zur Vermittlung von Nachhaltigkeit bei. Sie sind sichtbare Beispiele für innovative, umweltfreundliche Gestaltungselemente und können den Schüler*innen den Umgang mit natürlichen Ressourcen wie Wasser und Grünflächen anschaulich näherbringen. Durch ihre Funktion, Regenwasser zu sammeln, zu speichern und an die Bäume abzugeben, machen sie ökologische Kreisläufe direkt erfahrbar. Dies kann in den Bildungsalltag integriert werden und das Umweltbewusstsein der Kinder fördern.

02.6 TIEFBEET

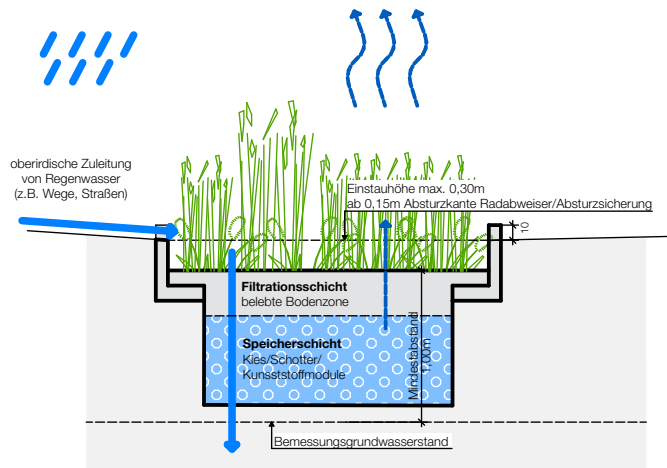
Funktionsweise

Ein Tiefbeet ist eine in den Boden eingelassene Variante des Hochbeets, das durch seine spezielle Schichtung und den Einsatz natürlicher Prozesse optimale Bedingungen für das Pflanzenwachstum schafft. Der Aufbau eines Tiefbeets basiert auf einem Mehrschichtsystem, das verschiedene Materialien wie Äste, Laub, Kompost und Pflanzerde umfasst. Jede dieser Schichten hat eine spezifische Funktion: Die Drainageschicht sorgt für eine gute Belüftung und verhindert Staunässe, während die organischen Schichten Nährstoffe freisetzen und die Fruchtbarkeit des Bodens verbessern. Die oberste Erdschicht bietet den Pflanzen einen idealen Wachstumsraum.

Ein zentraler Mechanismus ist die Verrottung des organischen Materials in den unteren Schichten. Mikroorganismen zersetzen Laub, Grasschnitt und Kompost, wodurch wertvolle Nährstoffe wie Stickstoff und Phosphor freigesetzt werden. Diese Nährstoffe gelangen in die obere Schicht und stehen den Pflanzen langfristig zur Verfügung. Gleichzeitig wird durch den Verrottungsprozess Wärme erzeugt, was die Bodentemperatur erhöht und ein früheres Pflanzenwachstum im Frühjahr ermöglicht.

Die besondere Schichtung des Tiefbeets verbessert zudem die Bodenstruktur. Der Aufbau verhindert eine Verdichtung des Bodens, fördert die Durchlässigkeit und sorgt für eine optimale Sauerstoffversorgung der Wurzeln. Der Wasserhaushalt wird ebenfalls positiv beeinflusst, da die Schichten überschüssiges Wasser ableiten und gleichzeitig Feuchtigkeit speichern, um sie gleichmäßig an die Pflanzen abzugeben.

Die Kombination aus Nährstofffreisetzung, Wärmeentwicklung, guter Belüftung und Feuchtigkeitsregulierung macht das Tiefbeet zu einer effizienten und nachhaltigen Anbaumethode. Es ist über mehrere Jahre hinweg nutzbar, da die Nährstoffversorgung durch das Auffüllen von Kompost erneuert werden kann. Die Ertragssteigerung im Vergleich zu herkömmlichen Beeten ist ein weiterer Vorteil, der das Tiefbeet zu einer wertvollen Bereicherung für jeden Garten macht.



Schematische Schnittdarstellung mit regelgerechter Ausführung

Rahmenbedingungen/Hinweise

1. Planung und Gestaltung

- Tiefbeete müssen so platziert werden, dass sie effektiv Wasser speichern und langsam abgeben.
- Tiefe von mindestens 60–80 cm für ausreichend Speicherplatz und Wurzel ausbreitung.
- Integration in das Entwässerungskonzept der gesamten Freianlage.

2. Technische Rahmenbedingungen

- Speicherfunktion: Verwendung von wasserspeichernden Substraten (z. B. Granulat oder spezielle Speicherstoffe).
- Entwässerungssystem: Drainageschichten aus Kies, Schotter oder Drainagerohren zur Verbesserung der Wasserzirkulation.
- Pflanzenauswahl: Auswahl von Pflanzen, die mit wechselnden Wasserständen umgehen können (z. B. Stauden oder Gräser).

3. Ökologische und funktionale Aspekte

- Wasserrückhaltung: Speicherung von Regenwasser zur Entlastung der Kanalisation bei Starkregenereignissen.
- Mikroklima: Verbesserung der Luftfeuchtigkeit und Förderung eines positiven Mikroklimas.
- Biodiversität: Förderung von Lebensräumen für Insekten, Vögel und andere Tiere.

4. Pflege und Wartung

- Regelmäßige Kontrolle der Entwässerung und Substratschichten.
- Rückschnitt und Pflege der Pflanzen, besonders bei Nutzpflanzen.

- Überprüfung und gegebenenfalls Nachfüllung der wasserspeichernden Schichten.

5. Rechtliche und bauliche Hinweise

- Möglicherweise sind Genehmigungen erforderlich, insbesondere bei größeren Systemen oder wasserrechtlichen Aspekten.
- Einhaltung der baurechtlichen Vorgaben bezüglich Abstandsflächen, Entwässerung und Sicherheit.

6. . Normen und Richtlinien

- DIN-Normen
DIN 1986-100: Entwässerung von Grundstücken.
DIN EN 752: Planung von Entwässerungssystemen.
DIN 18533: Abdichtung erdberührter Bauwerke.
- DWA-Richtlinien
DWA-A 138: Planung von Versickerungsanlagen
DWA-M 153: Behandlung von Regenwasser.
DWA-A 117: Bemessung von Versickerungsanlagen.
- Weitere Richtlinien
LAWA-Arbeitsblätter: Empfehlungen zur Regenwasserbewirtschaftung.
BauGB: Allgemeine bauliche Anforderungen.
WHG: Regelung zur Entwässerung und Wasserrückhaltung.

7. Kosten

- Planungskosten: ca. 10-20 % der Gesamtbaukosten
- Materialkosten: Substrate und Drainage: ca. 30–80 €/m², Wasserspeichernde Materialien: ca. 40–100 €/m³, Beeteinfassungen: ab 20 €/m².
- Bau- und Installationskosten: Tiefbeetaufbau und Drainage: ca. 20–80 €/m², Drainagerohre und Kies: ca. 20–50 €/m²
- Pflanzenkosten: ca. 5–20 € pro Pflanze
- Pflege und Wartung: Jährliche Pflegekosten: 10–30 €/m² (Einsatz von Dünger, Unkrautbekämpfung, ggf. Nachpflanzung)
- Zusätzliche Maßnahmen: Bewässerungssysteme (optional): 50–150 €/m² (abhängig vom Systemaufbau)

Die Kosten für Tiefbeete variieren je nach Größe, Art der Bepflanzung und den gewählten Materialien. Einfache Varianten sind kostengünstiger, während aufwendigere Designs mit speziellen Drainagesystemen und dauerhaften Materialien höhere Investitionen erfordern.

Tiefbeete - Gestalterischer Aspekt / Wert für die Schulfreianlagen als Aufenthalts-, Spiel-, Erholungsort:

Tiefbeete bieten in Schulfreianlagen eine Vielzahl von gestalterischen Aspekten und Werten, die den Außenbereich zu einem attraktiven und vielseitigen Aufenthalts-, Spiel- und Erholungsort machen. Durch ihre tieferliegende Gestaltung und die oft naturnahe Bepflanzung fügen sie sich harmonisch in die Umgebung ein und schaffen Räume, die gleichzeitig funktional, ästhetisch und ökologisch wertvoll sind.

Optisch bereichern Tiefbeete das Schulgelände durch ihre Gestaltung mit unterschiedlichen Vegetationsebenen. Durch die Kombination aus niedrigen Pflanzen, Stauden, Sträuchern und eventuell sogar kleinen Bäumen entsteht eine lebendige und abwechslungsreiche Landschaft, die je nach Jahreszeit ihr Erscheinungsbild verändert. Diese Dynamik macht die Freianlagen nicht nur visuell ansprechend, sondern auch zu einem Ort, der die Sinne anspricht und Kinder und Jugendliche dazu einlädt, die Natur hautnah zu erleben.

Darüber hinaus bieten Tiefbeete vielseitige Nutzungsmöglichkeiten. Sie können mit Sitzbereichen oder Stegen ergänzt werden, die SchülerInnen als Rückzugs- oder Begegnungsorte dienen. Gleichzeitig fördern sie durch ihre Struktur Bewegung und Erkundung, indem sie beispielsweise als Teil von Spiel- und Kletterlandschaften genutzt werden. Ihre räumliche Tiefe lädt zu Entdeckungen ein, sei es beim Beobachten von Pflanzen, Insekten oder anderen Lebewesen, die in diesen Beeten ihren Lebensraum finden.

Ein weiterer wichtiger Wert von Tiefbeeten liegt in ihrem Beitrag zur ökologischen und pädagogischen Aufwertung der Schulfreianlagen. Sie können gezielt gestaltet werden, um Artenvielfalt zu fördern, indem heimische und insektenfreundliche Pflanzen integriert werden. Damit bieten sie Lebensräume für Tiere und sensibilisieren die SchülerInnen für Themen wie Biodiversität und Nachhaltigkeit. Als Teil von Umweltbildungsprojekten können Tiefbeete auch genutzt werden, um Wissen über Pflanzen, den Wasserhaushalt und ökologische Zusammenhänge zu vermitteln.

Zusätzlich tragen Tiefbeete zur Verbesserung des Mikroklimas auf dem Schulgelände bei. Durch ihre Bepflanzung und die erhöhte Verdunstung sorgen sie für eine natürliche Kühlung, verbessern die Luftqualität und schaffen ein angenehmeres Umfeld, besonders an heißen Tagen. Diese klimatische Wirkung steigert die Aufenthaltsqualität und macht die Freiflächen zu einem einladenden Ort für Spiel, Lernen und Entspannung.

Insgesamt verbinden Tiefbeete in Schulfreianlagen gestalterische Vielfalt mit ökologischer Funktion und sozialen Nutzungsmöglichkeiten. Sie schaffen Räume, die Kinder und Jugendliche aktiv einbeziehen, zum Verweilen einladen und gleichzeitig die Natur und ihre Prozesse erlebbar machen.

02.7 VERSICKERUNGSMULDE

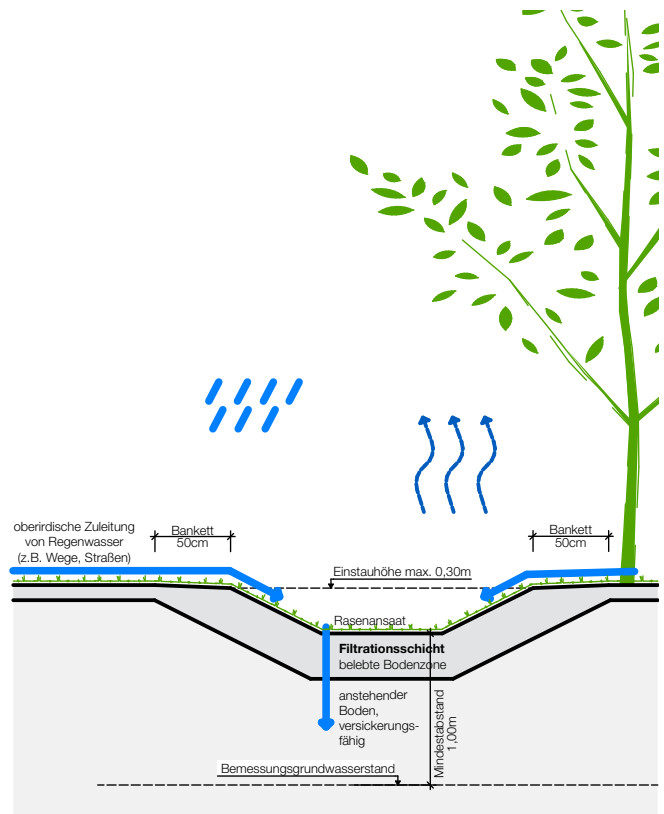
Funktionsweise

Versickerungsmulden sind flache, mit Vegetation bedeckte Mulden, die gezielt dafür angelegt werden, Regenwasser von befestigten oder teilversiegelten Flächen wie Straßen, Wegen oder Dächern aufzunehmen und vor Ort in den Boden versickern zu lassen. Ihre Funktionsweise basiert auf der natürlichen Rückführung des Wassers in den Boden und kombiniert dabei hydrologische, ökologische und technische Prinzipien.

Das Regenwasser wird durch natürliche Gefälle oder gezielte Ableitung in die Mulde geleitet, wo es zunächst gesammelt und gleichmäßig verteilt wird. Die Mulde dient dabei als temporärer Wasserspeicher, der das Wasser langsam in den Untergrund leitet. Durch die flache Neigung und die bepflanzte Oberfläche wird das Wasser gezielt entschleunigt, was die Versickerung verbessert und gleichzeitig Erosion verhindert. Eine wichtige Rolle spielen dabei die unterschiedlichen Schichten des Muldenaufbaus: Die oberste Schicht besteht aus durchlässigem Boden oder einem speziellen Substrat, das nicht nur die Wasseraufnahme begünstigt, sondern auch Schadstoffe aus dem Regenwasser filtert. Darunterliegende, durchlässige Bodenschichten oder Drainageschichten ermöglichen eine schnelle Versickerung und tragen zur Neubildung von Grundwasser bei.

Ein zusätzlicher Vorteil ist die natürliche Reinigung des Wassers. Die in der Mulde eingesetzten Pflanzen und Mikroorganismen tragen zur biologischen Filterung von Schadstoffen wie Ölen, Schwermetallen oder Nährstoffen bei, bevor das Wasser in den Boden gelangt. Dadurch verbessert sich die Wasserqualität, was insbesondere in urbanen Gebieten wichtig ist.

Insgesamt erfüllen Versickerungsmulden mehrere Funktionen: Sie verhindern Überschwemmungen, entlasten die Kanalisation, fördern die Grundwasserneubildung und unterstützen die natürliche Reinigung des Regenwassers. Gleichzeitig tragen sie durch ihre Gestaltung und Bepflanzung zur ökologischen und ästhetischen Aufwertung von Freiflächen bei, indem sie Lebensräume für Tiere und Pflanzen schaffen und das Mikroklima verbessern.



Schematische Schnittdarstellung mit regelgerechter Ausführung

Rahmenbedingungen/Hinweise

1. Standortwahl:

- Die Versickerungsmulde sollte in einem gut durchlässigen Bodenbereich angelegt werden. Der Boden muss in der Lage sein, das Wasser schnell aufzunehmen.
- Vermeidung von Bereichen, in denen sich Grundwasser- oder Hangwasserstau befinden, um Verunreinigungen oder negative Auswirkungen auf das Grundwasser zu vermeiden.
- Minimierung der Versiegelung in unmittelbarer Nähe, um die Wirkung der Mulde nicht zu beeinträchtigen.

2. Größe und Gestaltung:

- Die Größe der Mulde sollte so dimensioniert werden, dass sie das anfallende Niederschlagswasser bei einem entsprechenden Regenereignis (z. B. ein 10-minütiges Starkregenereignis) aufnehmen kann.
- Gestaltung der Mulde mit einer flachen, gleichmäßigen Neigung, sodass das Wasser gleichmäßig versickern kann. Eine Mulde sollte in der Regel eine Tiefe von 0,5 bis 1,0 Meter und eine Breite von mindestens 1 bis 3 Metern aufweisen.
- Die Mulde sollte über einen ausreichenden Überlauf verfügen, um bei starkem Regen überschüssiges Wasser abzuleiten.

3. Bodenbeschaffenheit:

- Der Boden muss eine ausreichende Durchlässigkeit aufweisen (mindestens 0,1 cm/s), um eine effektive Versickerung zu gewährleisten. Ggf. kann eine Bodenuntersuchung erforderlich sein, um die Durchlässigkeit des Bodens zu überprüfen.

4. Wasserqualität:

- Vor der Versickerung ist darauf zu achten, dass das Wasser keine Schadstoffe enthält. In städtischen Gebieten sollten zusätzliche Maßnahmen zur Filtration von Schadstoffen (z. B. durch die Auswahl geeigneter Pflanzensubstrate) berücksichtigt werden.

5. *Pflege und Wartung:*

- Regelmäßige Kontrolle auf Verstopfungen durch Laub oder Schmutz. Die Mulde sollte regelmäßig gereinigt werden, um ihre Funktionsfähigkeit zu erhalten.
- Bei Bedarf muss die Mulde nachgefüllt oder der Boden ergänzt werden, falls die Versickerungseigenschaften nachlassen.

6. *DIN-Normen für Versickerungsmulden und DWA-Richtlinien für Versickerungsmulden*

- DIN 1986-100: Anforderungen für Entwässerung und Versickerung auf Grundstücken.
- DIN EN 752: Planung und Betrieb von Entwässerungssystemen außerhalb von Gebäuden.
- DIN 18533: Abdichtung von erdberührten Bauteilen gegen Wasser.
- DWA-A 138: Planung, Bau und Betrieb von Versickerungsanlagen.
- DWA-M 153: Behandlung von Regenwasser vor der Versickerung.
- DWA-A 117: Bemessung von Rückhalte- und Speicheranlage

7. *Kosten:*

- Installation von Versickerungsmulden
Einfache Versickerungsmulde (nur Erdarbeiten und einfache Bepflanzung): 30–60 € pro Quadratmeter
Komplexe Versickerungsmulden (mit Drainageschicht, spezieller Bepflanzung und Filterschicht): 60–150 €/m²
- Materialien
Drainageschicht (z.B. Schotter, Kies): 20–40 €/m²
Filtervlies und Substrat (je nach Muldenaufbau): 10–30 €/m²
Pflanzen für die Mulde (Bepflanzung): 10–50 €/m² (abhängig von Pflanzenart und Dichte)
- Wartung und Pflege
Jährliche Pflegekosten: 5–15 €/m² (Entfernung von Unkraut, Überprüfung der Funktionalität, ggf. Nachpflanzung)
Reinigung und Wartung des Systems (Inspektion und eventuelle Reparatur der Drainage): 50–150 € jährlich (je nach Größe und Zustand der Mulde)

Die Kosten für Versickerungsmulden variieren je nach Komplexität und Materialien. Einfache Mulden mit geringerem Pflegeaufwand sind günstiger, während aufwendigere Systeme, die eine ausgeklügelte Drainage und Bepflanzung beinhalten, höhere Kosten verursachen.

Versickerungsmulden - Gestalterischer Aspekt / Wert für die Schulfreianlagen als Aufenthalts-, Spiel-, Erholungsort:

Der konkrete Wert der Versickerungsmulde ergibt sich zum einen aus der für den Menschen ästhetisch ansprechenden Bepflanzung und daraus resultierend auch und vor allem aus der Erhöhung der Standortattraktivität für verschiedene Insektenarten wie bspw. Wildbienen und Schwebfliegen. Nach aktuellen Untersuchungen ist für Versickerungsmulden eine artenreiche Bepflanzung, welche mit den wechselfeuchten bzw. wechselfrockenen Standortbedingungen zurechtkommt zu empfehlen. Dabei ist die Verdunstungs- und Versickerungsleistung der Anlagen deutlich höher gegenüber den bisher üblichen Rasenmulden.

Versickerungsmulden können in Schulfreianlagen sowohl gestalterisch als auch funktional bereichernd wirken und den Außenbereich als Aufenthalts-, Spiel- und Erholungsort nachhaltig verbessern. Durch ihre naturnahe Gestaltung und gezielte Bepflanzung mit Gräsern, Stauden oder Sträuchern fügen sie sich harmonisch in die Umgebung ein und schaffen eine ansprechende, visuell abwechslungsreiche Landschaft. Saisonale Veränderungen in der Bepflanzung und die Dynamik wasserführender Mulden nach Regenfällen verleihen dem Schulgelände eine lebendige und zugleich beruhigende Atmosphäre.

Darüber hinaus tragen Versickerungsmulden erheblich zur ökologischen Aufwertung der Schulfreiflächen bei. Sie bieten Lebensräume für eine Vielzahl von Tieren, wie Insekten, Vögel oder Amphibien, und fördern die Biodiversität. Gleichzeitig verbessern sie das Mikroklima, indem sie durch Verdunstung kühlen, die Luftfeuchtigkeit erhöhen und Temperaturspitzen abmildern, was insbesondere in den Sommermonaten eine angenehme Umgebung schafft.

Neben ästhetischen und ökologischen Vorteilen haben Versickerungsmulden auch einen hohen pädagogischen Wert. Sie ermöglichen es den SchülerInnen, den natürlichen Wasserkreislauf und die Funktion von Regenwasserversickerungssystemen hautnah zu erleben und besser zu verstehen. Solche Mulden können als Lernorte dienen, an denen Umweltbildung praktisch vermittelt wird. In Kombination mit gestalterischen Elementen wie Sitzmöglichkeiten oder Spielbereichen können Versickerungsmulden zu kreativen Freiräumen werden, die nicht nur zum Entspannen, sondern auch zur Interaktion und spielerischen Auseinandersetzung mit der Natur einladen. So verbinden sie technische Funktionalität mit ästhetischer und pädagogischer Mehrwertschaffung.

02.8 SICKERFÄHIGER FLÄCHENBELAG

Funktionsweise

Sickerfähige Flächenbeläge sind speziell entwickelte Bodenbeläge, die Regenwasser vor Ort versickern lassen, anstatt es abzuleiten. Sie fördern die natürliche Rückführung des Wassers in den Boden und tragen dazu bei, die Kanalisation zu entlasten, Überschwemmungen zu vermeiden und die Grundwasserneubildung zu unterstützen. Die Funktionsweise dieser Beläge basiert auf einer Kombination von durchlässigem Material, strukturierter Bauweise und unterirdischen Schichten, die das Wasser aufnehmen, speichern und ableiten.

Durchlässige Deckschicht

Die oberste Schicht eines sickerfähigen Flächenbelags besteht aus wasserdurchlässigen Materialien wie porösem Beton, offenporigem Asphalt, Pflastersteinen mit Fugen oder Schotterrasen. Diese Materialien ermöglichen es, dass Regenwasser direkt in den Belag eindringt, anstatt auf der Oberfläche abzufließen. Dabei wird das Wasser gleichmäßig verteilt, wodurch die Versickerung begünstigt und Erosion vermieden wird.

Drainage- und Speicherschichten

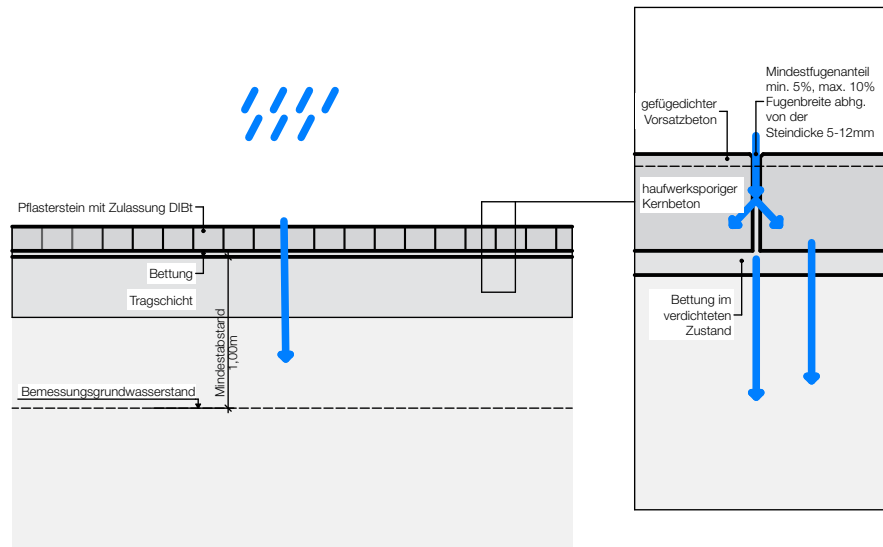
Unter der Deckschicht befinden sich in der Regel mehrere tragfähige und durchlässige Schichten aus Kies oder Schotter. Diese Schichten dienen sowohl als Drainage- als auch als temporäre Speicherebene. Das eindringende Wasser wird in diesen Schichten gesammelt und zwischengespeichert, bevor es kontrolliert in den Untergrund abgegeben wird. Die Porenräume des Materials sorgen für eine schnelle Aufnahme und gleichmäßige Verteilung des Wassers.

Filtration und Schadstoffrückhaltung

Während das Wasser durch die verschiedenen Schichten sickert, werden Schwebstoffe, Nährstoffe und Schadstoffe wie Schwermetalle gefiltert und im Material zurückgehalten. Dieser natürliche Reinigungsprozess verbessert die Qualität des Wassers, bevor es in den Boden oder das Grundwasser gelangt.

Untergrund und Versickerung

Der Untergrund unter den sickerfähigen Belägen muss ausreichend durchlässig sein, um das Wasser in den Boden leiten zu können. Bodenuntersuchungen klären, ob eine direkte Versickerung möglich ist oder ob



Schematische Schnittdarstellung mit regelgerechter Ausführung

zusätzliche Drainagesysteme erforderlich sind. In einigen Fällen wird das Wasser über eine angeschlossene Rigole oder ein Versickerungsbecken in den Untergrund weitergeleitet.

Ergänzende Funktionen

- Reduktion von Oberflächenwasser: Durch die direkte Versickerung wird die Entstehung von Oberflächenwasser minimiert, was die Kanalisation entlastet und Überschwemmungen vorbeugt.
- Mikroklimatische Vorteile: Sickerfähige Flächenbeläge fördern die Verdunstung und kühlen dadurch die Umgebung.
- Flexibilität der Anwendung: Sie können in verschiedenen Bereichen eingesetzt werden, z. B. auf Gehwegen, Parkplätzen, Schulhöfen und Einfahrten.

Pflege und Wartung

Damit die Funktionsfähigkeit erhalten bleibt, müssen sickerfähige Flächenbeläge regelmäßig gereinigt werden. Dies beinhaltet das Entfernen von Schmutz, Laub und feinem Sediment, das die Poren oder Fugen verstopfen könnte. Eine gut geplante Pflege verlängert die Lebensdauer und Effizienz des Belags. Insgesamt leisten sickerfähige Flächenbeläge einen wichtigen Beitrag zu nachhaltigem Regenwassermanagement, indem sie technische, ökologische und ästhetische Aspekte miteinander verbinden. Sie fördern die Wasserrückhaltung vor Ort und tragen gleichzeitig zur Lebensqualität und Klimaanpassung in urbanen Räumen bei.

Rahmenbedingungen/Hinweise

Sickerfähige Flächenbeläge sind wichtige Bestandteile eines nachhaltigen Regenwassermanagements und müssen sorgfältig geplant, gebaut und gewartet werden, um ihre Funktionalität und Langlebigkeit zu gewährleisten. Die folgenden Rahmenbedingungen und Hinweise helfen bei der erfolgreichen Umsetzung und dem Betrieb solcher Beläge.

1. Technische Anforderungen

- Bodenbeschaffenheit:
Die Durchlässigkeit des Untergrunds ist entscheidend. Ein Versickerungsbeiwert k_f zwischen 10 – 3 m/s

10–3m/s und 10 – m/s 10–6m/s ist in der Regel für eine ausreichende Versickerung geeignet. Nicht durchlässige Böden wie Ton oder stark verdichteter Untergrund erfordern zusätzliche Drainagesysteme.

- Aufbau der Schichten:
Deckschicht: Durchlässige Materialien wie Rasengittersteine, wasserdurchlässiger Beton, Pflaster mit offenen Fugen oder Schotter. / Tragschicht: Kies- oder Schotterschichten mit hoher Porosität zur Speicherung und Weiterleitung des Wassers. / Filter- oder Trennschicht: Geotextilien können verwendet werden, um das Eindringen von Feinteilen zu verhindern.
- Ableitung und Rückhaltung: In Fällen, in denen die vollständige Versickerung nicht möglich ist, sollten Rückhaltesysteme wie Rigolen oder Retentionsbecken ergänzt werden.

2. Normen und Richtlinien

- DIN-Normen:
DIN 18533: Anforderungen an Abdichtungen für erdberührte Bauteile.
DIN 1986-100: Planung und Ausführung von Entwässerungsanlagen.
DIN EN 12616: Anforderungen an wasserdurchlässige Pflastersteine und Flächenbeläge.
- DWA-Regeln:
DWA-A 138: Planung, Bau und Betrieb von Versickerungsanlagen.
DWA-M 153: Umgang mit Regenwasser in Siedlungsgebieten.
- Wasserrechtliche Vorgaben:
Die Versickerung von Regenwasser ist häufig genehmigungspflichtig. Es gelten die Vorgaben des Wasserhaushaltsgesetzes (WHG) und der jeweiligen Landeswassergesetze.

3. Planungshinweise

- Niederschlagsmengen und -verteilung:
Die Dimensionierung der Beläge muss auf die regionalen Regenmengen und Starkregenereignisse ausgelegt sein. Starkregenereignisse (z. B. mit einem 5- oder 30-jährigen Wiederkehrintervall) sollten berücksichtigt werden
- Verkehrsbelastung:
Die Tragfähigkeit des Belags muss an die zu erwartenden Verkehrsbelastungen angepasst sein (z. B. Fußgängerbereiche, leichte Fahrzeuge oder Schwerlastverkehr).
- Neigung und Entwässerung:
Eine leichte Neigung des Belags (2–3 %) unterstützt den Wasserabfluss in Richtung der Versickerungsbereiche, ohne dass Oberflächenwasser stehen bleibt.
-

4. Pflege und Wartung

- Regelmäßige Reinigung: Das Entfernen von Laub, Feinsedimenten und Verunreinigungen verhindert das Verstopfen der Fugen oder Poren. Hochdruckreinigung oder spezielle Maschinen können eingesetzt werden, um die Durchlässigkeit wiederherzustellen.
- Kontrolle der Schichten: Die Trag- und Drainageschichten sollten regelmäßig auf Verstopfungen überprüft werden. Filtervliese und Schotterschichten können bei Bedarf erneuert oder gespült werden.
- Langzeitpflege: Eine fachgerechte Pflege verlängert die Lebensdauer der Beläge und sichert deren Funktionalität über Jahrzehnte hinweg.

5. Ökologische und gestalterische Aspekte

- Ökologische Aufwertung:
Durch die Integration sickertfähiger Flächenbeläge können urbane Hitzeinseln reduziert und die Grundwasserneubildung gefördert werden. Begrünte Varianten wie Schotterrassen oder Rasengittersteine bieten zusätzlichen Lebensraum für Flora und Fauna.
- Gestalterische Vielfalt:
Sickertfähige Beläge lassen sich in unterschiedlichen Farben, Formen und Materialien gestalten, um ästhetisch ansprechende und funktionale Flächen zu schaffen.

6. Wirtschaftliche Überlegungen

- Kosten-Nutzen-Abwägung:
Sickertfähige Beläge sind in der Anschaffung oft teurer als konventionelle Beläge, bieten jedoch langfristige Vorteile durch Einsparungen bei Entwässerungsgebühren und geringere Kanalisationserfordernisse

- Fördermöglichkeiten:
In vielen Regionen gibt es Förderprogramme für die Umsetzung nachhaltiger Regenwassermanagementsysteme, die auch sickerfähige Beläge einschließen.

7. Grenzen der Anwendung

- Verschmutzung des Wassers: In stark verschmutzten Bereichen, wie Tankstellen oder Industriestandorten, ist eine direkte Versickerung ungeeignet. Vorbehandlungsanlagen wie Ölabscheider oder Filter sind erforderlich.
- Bodenverdichtung: Verdichtete oder wasserundurchlässige Böden können die Effizienz von sickerfähigen Belägen beeinträchtigen. Hier sind alternative Lösungen wie Rigolen oder Speicherbecken notwendig.

8. Kosten

- Installation von sickerfähigen Flächenbelägen inkl. Unterbau
Einfache sickerfähige Beläge (z.B. Rasengittersteine, Schotterrasen): 60–90 €/m²
Pflastersteine mit sickerfähigem Fugenmaterial (z.B. wasserdurchl. Pflastersteine o. Platten): 90–130 €/m²
Komplexe sickerfähige Beläge (z.B. spez. Bodenbeläge mit Drainageschicht u. Filtermaterialien): 120–180 €/m²
- Wartung und Pflege
Jährliche Pflegekosten: 1–5 €/m² (Reinigung der Fugen, Entfernung von Unkraut, Kontrolle der Funktionalität)

Die Kosten für sickerfähige Flächenbeläge hängen stark vom verwendeten Material und der Komplexität des Systems ab. Einfachere Systeme wie Rasengittersteine sind kostengünstiger, während hochspezialisierte Pflastersteine oder Platten mit speziellen Drainageschichten und Substraten höhere Kosten verursachen können.

Sickerfähige Beläge - Gestalterischer Aspekt / Wert für die Schulfreianlagen als Aufenthalts-, Spiel-, Erholungsort:

Sickerfähige Flächenbeläge bereichern Schulfreianlagen durch ihre vielfältigen gestalterischen Aspekte und Werte, die sowohl funktionale als auch ästhetische und ökologische Vorteile bieten. Diese Beläge verbinden nachhaltiges Regenwassermanagement mit der Schaffung von ansprechenden und multifunktionalen Aufenthalts-, Spiel- und Erholungsbereichen, die den Anforderungen eines modernen Schulgeländes gerecht werden. Optisch fügen sich sickerfähige Flächenbeläge harmonisch in die Gestaltung der Schulfreiflächen ein. Sie sind in einer Vielzahl von Materialien, Farben und Formen verfügbar, was eine kreative und ortsspezifische Gestaltung ermöglicht. So können Wege, Plätze oder Spielflächen ästhetisch ansprechend gestaltet werden, während gleichzeitig ihre ökologische Funktion gewahrt bleibt. Die Offenheit und Struktur dieser Beläge verleihen den Flächen eine natürliche, aufgelockerte Wirkung, die sich positiv auf das Erscheinungsbild des Schulgeländes auswirkt.

Ein wesentlicher gestalterischer Wert liegt in der Integration von sickerfähigen Belägen in Spiel- und Bewegungsbereiche. Durch die Wahl geeigneter Materialien, wie Rasengittersteinen, Schotterrasen oder wasserdurchlässigen Pflastersteinen, entstehen robuste und gleichzeitig umweltfreundliche Spielflächen. Diese bieten nicht nur Raum für Bewegung und Interaktion, sondern laden auch dazu ein, Wasserprozesse bewusst wahrzunehmen. Kinder und Jugendliche können beispielsweise beobachten, wie Regenwasser versickert, was ihre Wahrnehmung für natürliche Kreisläufe schärft und spielerisches Lernen fördert.

Auch die Aufenthaltsqualität wird durch sickerfähige Flächenbeläge gesteigert. Durch ihre Fähigkeit, Wasser vor Ort zu speichern und zu verdunsten, tragen sie zu einem angenehmen Mikroklima bei. Dies ist besonders an heißen Tagen von Vorteil, da sie die Umgebung durch Verdunstungseffekte abkühlen und so eine willkommene Erfrischung bieten. Solche Flächen können auch mit Sitzgelegenheiten, Bepflanzungen oder schattenspendenden Strukturen kombiniert werden, um attraktive Erholungsorte zu schaffen, die Schüler:innen zum Verweilen und Entspannen einladen.

Ein weiterer Wert von sickerfähigen Flächenbelägen liegt in ihrem ökologischen Beitrag zur Biodiversität. Begrünte Varianten, wie Rasengittersteine oder Schotterrasen, bieten Lebensraum für Pflanzen und kleine Tiere, wodurch die Artenvielfalt auf dem Schulgelände gefördert wird. Gleichzeitig leisten sie durch die Grundwasserneubildung und die Verringerung von Oberflächenwasser einen wichtigen Beitrag zur nachhaltigen Wassernutzung.

Insgesamt vereinen sickerfähige Flächenbeläge in Schulfreianlagen praktische, ästhetische und ökologische Funktionen. Sie schaffen nicht nur nutzbare und ansprechende Räume, sondern vermitteln auch wichtige Werte im Umgang mit der Natur und ihrer Ressource Wasser. Diese Beläge tragen dazu bei, das Schulgelände als Ort des Lernens, der Bewegung und der Erholung ganzheitlich zu bereichern.

Funktionsweise

Regenwassermanagement umfasst eine Vielzahl von Ansätzen und Technologien, um Niederschlagswasser nachhaltig zu nutzen und effektiv zu steuern. Ein zentraler Bestandteil ist die gezielte Anwendung von Systemen wie Rigolen, Versickerungsanlagen und Zisternen, die sowohl technische als auch ökologische Ziele verfolgen. Diese Systeme spielen eine Schlüsselrolle, um Regenwasser vor Ort zurückzuhalten, zu nutzen oder in den natürlichen Wasserkreislauf zurückzuführen.

Rigolen: Speicher- und Versickerungssysteme unter der Oberfläche

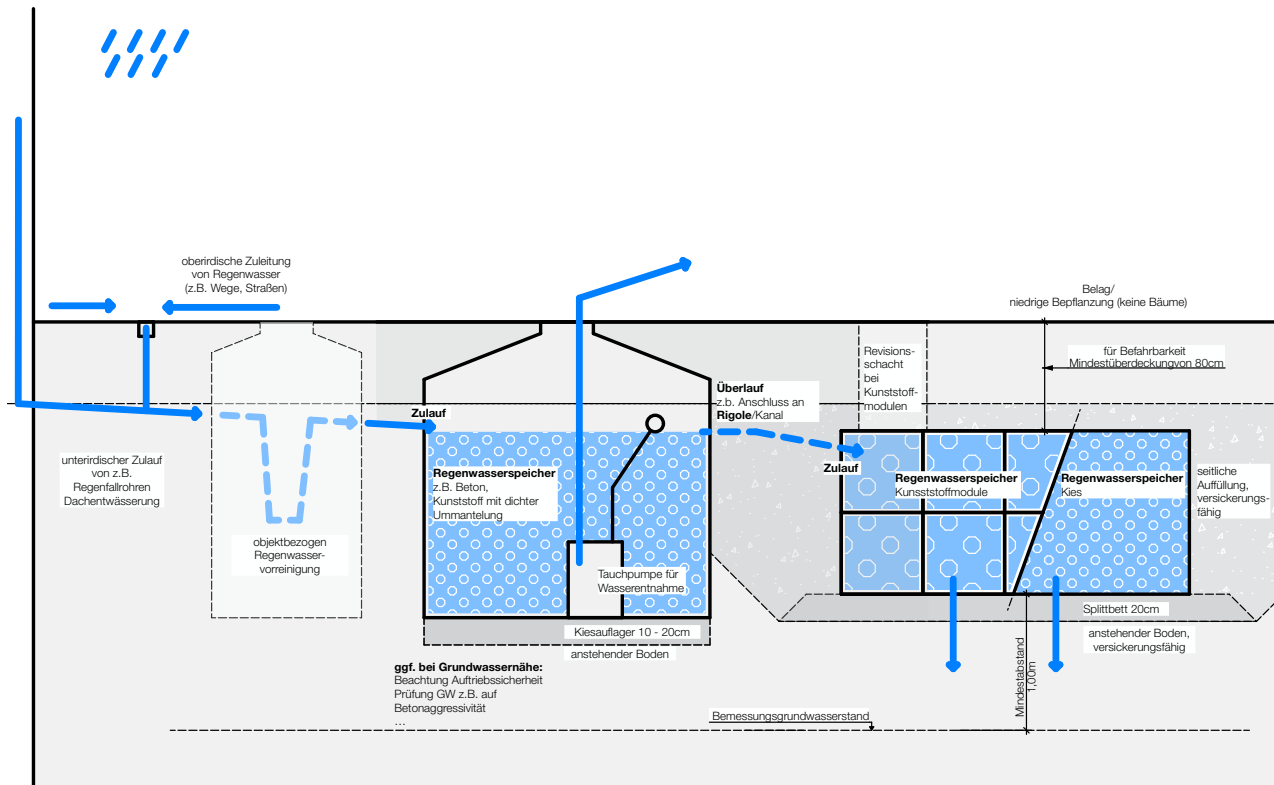
Rigolen sind unterirdische Speicher- und Versickerungssysteme, die speziell für die Aufnahme und kontrollierte Abgabe von Regenwasser entwickelt wurden. Sie bestehen meist aus Kies- oder Schotterschichten, die das Wasser zwischenspeichern und langsam an den umliegenden Boden abgeben. Rigolen eignen sich besonders für stark versiegelte Flächen wie Parkplätze, Straßen oder dicht bebaute städtische Gebiete, wo die direkte Versickerung an der Oberfläche nicht möglich ist.

Das Funktionsprinzip einer Rigole ist einfach und effizient: Regenwasser wird über Zulaufleitungen in das Rigolensystem geleitet. Dort wird es zunächst zwischengespeichert, um es anschließend entweder direkt in den Boden versickern zu lassen oder bei Bedarf über ein Rohrleitungssystem kontrolliert abzuleiten. Neben der Entlastung von Kanalisation und der Vermeidung von Überschwemmungen tragen Rigolen zur Grundwasserneubildung bei und verbessern die Wasserrückhaltefähigkeit des Bodens.

Versickerungsanlagen: Natürliche und technische Systeme zur Regenwasseraufnahme

Versickerungsanlagen wie Mulden, Rigolen oder kombinierte Mulden-Rigolen-Systeme fördern die direkte Einleitung von Regenwasser in den Boden. Solche Anlagen sind darauf ausgelegt, den natürlichen Wasserkreislauf zu unterstützen und die Versickerungsfähigkeit des Bodens zu nutzen. Sie bestehen in der Regel aus einer durchlässigen Bodenschicht, die das Wasser aufnimmt, und einem Untergrund mit ausreichender Drainagekapazität, der das Wasser weiterleitet.

Versickerungsmulden, eine der häufigsten Formen, kombinieren einfache Gestaltung mit effektiver Funktionalität. Sie fangen das Regenwasser auf, verteilen es gleichmäßig und ermöglichen eine langsame Versickerung. Dabei tragen sie gleichzeitig zur Filterung von Schadstoffen bei, da Mikroorganismen im Boden organische und anorganische Partikel abbauen. Solche Systeme sind besonders in Schulfreianlagen, Wohnquartieren oder öffentlichen Grünflächen beliebt, da sie sowohl ökologisch als auch ästhetisch integriert werden können.



Schematische Schnittdarstellung mit regelgerechter Ausführung

Zisternen: Regenwasserspeicherung für spätere Nutzung

Zisternen sind Regenwasserspeicher, die das Wasser für eine spätere Verwendung zurückhalten. Sie sind oberirdisch oder unterirdisch installierbare Tanks, die an Dachentwässerungssysteme angeschlossen werden, um Niederschläge gezielt aufzufangen. Das gespeicherte Wasser kann beispielsweise zur Gartenbewässerung, zur Nutzung in sanitären Anlagen oder für Reinigungszwecke verwendet werden. Neben der reinen Speicherung bieten moderne Zisternen auch die Möglichkeit, Wasser gezielt abzuleiten, falls der Tank gefüllt ist. Durch den Einsatz von Filtern wird das Regenwasser gereinigt, bevor es in den Tank gelangt, sodass es für eine Vielzahl von Anwendungen geeignet ist. In urbanen Gebieten spielen Zisternen eine wesentliche Rolle, um die Spitzenbelastung von Kanalisationen bei Starkregen zu verringern und Wasserressourcen zu schonen.

Zusammenspiel der Systeme im Regenwassermanagement

Rigolen, Versickerungsanlagen und Zisternen sind keine isolierten Lösungen, sondern können als integrale Bestandteile eines umfassenden Regenwassermanagements kombiniert werden. Während Zisternen das Wasser speichern und einer Wiederverwendung zuführen, sorgen Rigolen und Versickerungsanlagen dafür, dass überschüssiges Wasser vor Ort in den Boden infiltriert wird. Gemeinsam tragen diese Systeme dazu bei, die Belastung der städtischen Kanalisation zu reduzieren, die Grundwasserneubildung zu fördern und den Umgang mit Wasserressourcen nachhaltiger zu gestalten.

Durch diese Kombination technischer und naturnaher Ansätze wird das Regenwassermanagement nicht nur funktional, sondern auch zu einem ästhetischen und ökologischen Mehrwert für urbane und ländliche Räume.

Rahmenbedingungen/Hinweise

1. Technische Rahmenbedingungen

- **Bodenbeschaffenheit:** Die Durchlässigkeit des Bodens ist entscheidend für die Planung von Versickerungs- und Retentionsanlagen. Bodenuntersuchungen (z. B. gemäß DIN 19682) klären die Versickerungsfähigkeit und mögliche Schadstoffmobilisierung.
- **Niederschlagsmengen:** Regionale Regenmuster und Starkregenereignisse müssen bei der Dimensionierung von Regenwassermanagement-Systemen berücksichtigt werden. Dabei sind Szenarien für Starkregen (z. B. Wiederkehrintervalle) zu modellieren.

- **Hydraulische Leistungsfähigkeit:** Die Kapazitäten der Systeme, einschließlich Ableitungen, Rückhalt und Versickerung, müssen auf die Regenmengen abgestimmt sein, um Überflutungen zu vermeiden.
- **Systemkompatibilität:** Die Systeme sollten modular und erweiterbar gestaltet sein, um zukünftige Anforderungen und klimatische Veränderungen berücksichtigen zu können.

2. Rechtliche und normative Vorgaben

- **DIN-Normen**
DIN 1986-100: Entwässerung von Gebäuden und Grundstücken.
DIN EN 12056: Schwerkraftentwässerung innerhalb von Gebäuden.
DIN EN 752: Entwässerungssysteme außerhalb von Gebäuden.
DIN 18533: Abdichtung gegen Wasser.
- **DWA-Regelwerke**
DWA-A 138: Versickerung von Niederschlagswasser.
DWA-M 153: Regenwasserbehandlung.
DWA-A 117: Bemessung von Regenrückhaltebecken.
- **Gesetze**
Wasserhaushaltsgesetz (WHG): § 55 – Niederschlagswasserbeseitigung.
Baugesetzbuch (BauGB): Integration in Bebauungspläne.
Landeswassergesetze: Regionale Vorgaben.
Abwasserverordnungen (AbwV): Regeln zur Regenwasserbehandlung.
- **Sonstiges**
LAWA-Arbeitsblätter: Empfehlungen für Niederschlagswasserbewirtschaftung.
Kommunale Satzungen: Lokale Anforderungen beachten.
KfW-Förderprogramme: Anforderungen für förderfähige Maßnahmen.

3. Ökologische Anforderungen

- **Wasserqualität:** Das Regenwasser sollte möglichst schadstofffrei sein, bevor es in den Boden oder ein Gewässer geleitet wird. Bei Verschmutzungen sind Vorbehandlungsmaßnahmen wie Filter- oder Sedimentationsanlagen notwendig.
- **Förderung der Biodiversität:** Regenwassermanagement kann ökologisch wertvolle Lebensräume schaffen. Bepflanzte Mulden, Retentionsbecken und Regenwassergärten bieten Lebensräume für Tiere und Pflanzen.
- **Mikroklimatische Verbesserung:** Begrünte Elemente wie Mulden und Retentionsflächen tragen durch Verdunstung und Beschattung zur Verbesserung des Mikroklimas bei.

4. Gestalterische Aspekte

- **Integration in die Umgebung:** Systeme des Regenwassermanagements sollten optisch und funktional in die Landschafts- oder Freiraumgestaltung eingebettet werden.
- **Nutzung für Bildung und Erholung:** Regenwasseranlagen können pädagogisch genutzt werden, indem sie beispielsweise mit Informationstafeln ergänzt oder in Spielbereiche integriert werden.
- **Saisonale Dynamik:** Die gestalterische Planung sollte die jahreszeitlichen Veränderungen der Vegetation und Wasserführung berücksichtigen, um attraktive und abwechslungsreiche Flächen zu schaffen.

5. Wirtschaftliche Überlegungen

- **Kosten-Nutzen-Verhältnis:** Regenwassermanagementsysteme sollten langfristig wirtschaftlich tragfähig sein, einschließlich Investitions-, Wartungs- und Betriebskosten.
- **Förderprogramme:** In vielen Regionen stehen finanzielle Unterstützungen für Maßnahmen des Regenwassermanagements zur Verfügung, etwa durch Klimaschutzprogramme oder Wasserwirtschaftsförderung.

6. Hinweise zur Umsetzung

- **Frühzeitige Planung:** Die Integration des Regenwassermanagements sollte bereits in frühen Planungsphasen erfolgen, um technische und gestalterische Lösungen optimal aufeinander abzustimmen.
- **Interdisziplinäre Zusammenarbeit:** Die Planung sollte in enger Abstimmung zwischen Ingenieur:innen, Landschaftsarchitekt:innen, Ökolog:innen und Behörden erfolgen.
- **Wartung und Pflege:** Regelmäßige Kontrollen und Wartungen sind essenziell, um die Funktionalität der Anlagen sicherzustellen. Dazu gehören die Reinigung von Einläufen, die Pflege der Vegetation und die Kontrolle der Durchlässigkeit.

7. Kosten

- Rigolen

Installation von Rigolen (inkl. Erdarbeiten, Drainagesystem und Material): 300-800 €/m³ Speichervolumen
Komplexere Rigolensysteme (mit integrierten Substratschichten und speziellen Systemen für

Wasserrückhaltung): ab 600 €/m³ Speichervolumen

Wartungskosten: ab 500 € jährlich pro Rigole (Inspektionen, Reinigung, Nachfüllen von Substraten, ggf. Reparaturen)

- Zisternen (Regenwasserspeicher)

Kunststoffzisterne (kleinere Volumen, bis 5.000 Liter): ab 5.000 € pro Zisterne (inkl. Installation)

Betonzisterne (größere Volumen, ab 5.000 bis 10.000 Liter): ab 15.000 € pro Zisterne (inkl. Installation)

Zusatzkosten für Pumpensysteme (falls benötigt): ab 500 € (je nach Komplexität des Systems)

Wartungskosten: ab 350 € jährlich pro Zisterne (Reinigung, Kontrolle des Filtersystems, Inspektion des Behälters)

Die Kosten für die verschiedenen Komponenten des Regenwassermanagement variieren stark je nach Größe, Systemkomplexität und gewähltem Material. Rigolen und Versickerungsanlagen bieten eine kostengünstige Lösung für die Regenwasserversickerung, während größere Zisternen zur Speicherung von Regenwasser für die spätere Nutzung (z.B. Bewässerung) höhere Investitionen erfordern. Alle Systeme benötigen regelmäßige Wartung, um eine dauerhafte Funktionsfähigkeit zu gewährleisten.

Regenwassermanagement - Gestalterischer Aspekt / Wert für die Schulfreianlagen als Aufenthalts-, Spiel-, Erholungsort:

Regenwassermanagement bietet in Schulfreianlagen weit mehr als nur technische Lösungen zur Wasserbewirtschaftung. Es schafft Räume, die durch ihre gestalterische Vielfalt und Funktionalität das Schulgelände als Aufenthalts-, Spiel- und Erholungsort bereichern. Durch die Integration von Elementen wie Versickerungsmulden, Retentionsflächen, Zisternen und bepflanzten Regenwassergärten entstehen naturnahe Bereiche, die eine ansprechende und abwechslungsreiche Gestaltung ermöglichen. Diese Flächen fördern nicht nur die Aufenthaltsqualität, sondern auch die Interaktion der SchülerInnen mit ihrer Umgebung.

Die visuelle und räumliche Gestaltung des Regenwassermanagements bietet zahlreiche Möglichkeiten, Freiräume kreativ zu nutzen. Mulden, die mit heimischen Pflanzen gestaltet sind, erzeugen lebendige Landschaften, die sich saisonal verändern und das Schulgelände optisch aufwerten. Wasserführende Flächen nach Regenfällen schaffen besondere Erlebnisse, da sie dynamische Prozesse sichtbar machen und dadurch eine direkte Verbindung zur Natur herstellen. Gleichzeitig bieten strukturierte Freiflächen, die das Regenwasser ableiten oder speichern, durch ihre multifunktionale Gestaltung auch Raum für spielerische Aktivitäten. Kinder und Jugendliche können das Wasser beobachten,

spielerisch interagieren oder die Flächen für Bewegungsspiele nutzen.

Darüber hinaus trägt Regenwassermanagement zur Verbesserung des Mikroklimas auf dem Schulgelände bei. Begrünte Flächen und Verdunstungsprozesse kühlen die Umgebung, filtern Schadstoffe aus der Luft und schaffen eine angenehme Atmosphäre, die sich positiv auf das Wohlbefinden und die Konzentrationsfähigkeit der SchülerInnen auswirkt. Solche Anlagen sind nicht nur funktional, sondern fördern auch die ökologische Bildung. Sie laden dazu ein, die Funktionsweise von Wasserkreisläufen und nachhaltiger Bewirtschaftung zu verstehen. Dies schafft einen wichtigen pädagogischen Mehrwert und sensibilisiert die SchülerInnen für den verantwortungsvollen Umgang mit natürlichen Ressourcen.

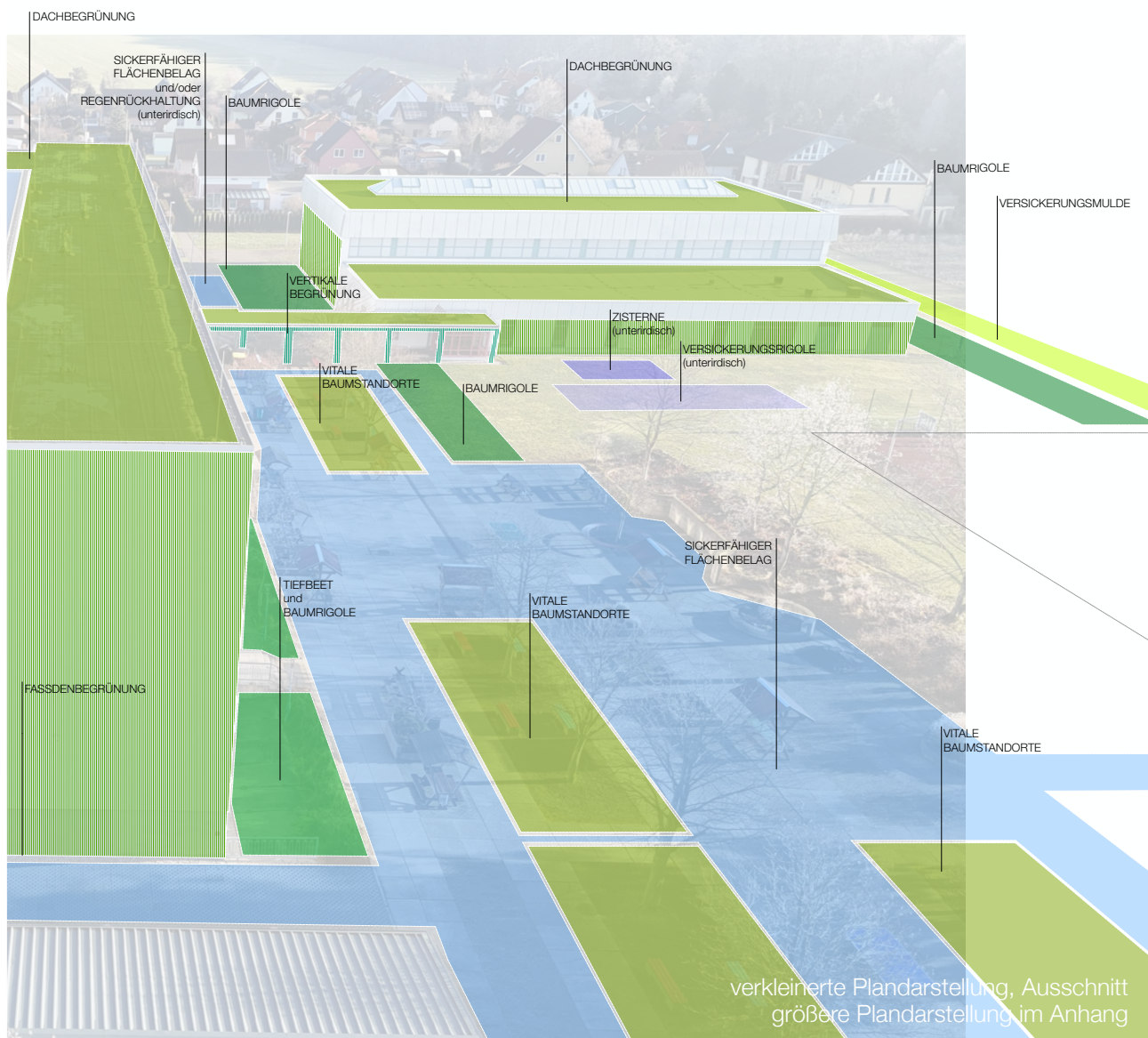
Insgesamt vereint Regenwassermanagement gestalterische, ökologische und soziale Aspekte, die Schulfreianlagen zu attraktiven, lebendigen Orten machen. Sie fördern die Naturverbundenheit, schaffen Erholungsräume und tragen dazu bei, das Schulgelände zu einem lebenswerten Umfeld zu entwickeln, das Bildung, Erholung und Interaktion miteinander verbindet.

In diesem Kapitel werden die in Kapitel 2 vorgestellten Gestaltungselemente der blau-grünen Infrastruktur auf ihre praktische Anwendbarkeit überprüft. Am Beispiel der Oberschule Naunhof wird gezeigt, wie die Elemente gezielt in die Schulgeländegestaltung integriert werden können, um sowohl ökologische als auch funktionale Vorteile zu erzielen. Durch die Anwendung der Prinzipien der Regenwassernutzung, der Begrünung und der Schaffung von Freiflächen wird nicht nur das Mikroklima verbessert, sondern auch eine nachhaltige Nutzung von Ressourcen ermöglicht. Ziel ist es, aufzuzeigen, wie eine ganzheitliche Planung und die Auswahl geeigneter Gestaltungselemente zur Schaffung eines klimaresilienten, lernfördernden Umfelds beitragen können.

ANWENDUNGSBEISPIELE
AN DER OBERSCHULE NAUNHOF

03

03.1
ÜBERSICHTSKARTE
MASSNAHMEN
OBERSCHULE
NAUNHOF



03.2 TEILBEREICH 1 VORPLATZ EINGANGSBEREICH PARKPLATZ

Der Vorplatz der Oberschule Naunhof wird zu einem einladenden und multifunktionalen Raum mit Schwerpunkt auf Nachhaltigkeit und Aufenthaltsqualität gestaltet. Die Maßnahmen konzentrieren sich auf die Begrünung und das Regenwassermanagement, um einen Beitrag zur blau-grünen Infrastruktur zu leisten:

1. Dachbegrünung der Haltestelle

Die Bushaltestelle am Eingangsbereich wird mit einer extensiven Dachbegrünung ausgestattet. Diese Maßnahme reduziert die Hitzeentwicklung im Sommer, bindet Feinstaub und trägt zur Retention von Regenwasser bei. Gleichzeitig verbessert sie die Aufenthaltsqualität für wartende Schülerinnen und Besucherinnen.

2. Tiefbeete im Parkplatzbereich

Im Parkplatzbereich werden Tiefbeete integriert, die mit einheimischen, trockenheitsresistenten Pflanzen bestückt sind. Diese Beete dienen nicht nur als optische Aufwertung, sondern auch als Versickerungsflächen für Regenwasser. Überschüssiges Niederschlagswasser wird so lokal aufgenommen und gefiltert, wodurch die Versiegelung des Bodens reduziert und die Kanalisation entlastet wird.

3. Vertikale Begrünung

Die Fassaden des Eingangsbereichs und ausgewählter Gebäude werden durch vertikale Begrünung ergänzt. Kletterpflanzen wie Wilder Wein oder Efeu sorgen für natürliche Beschattung, verbessern das Mikroklima und bieten Lebensräume für Insekten und Vögel.

Mit diesen Maßnahmen wird der Vorplatz der Oberschule Naunhof nicht nur funktionaler, sondern auch ökologisch wertvoller gestaltet. Das Zusammenspiel aus Begrünung und Regenwassermanagement unterstreicht den Beitrag der Schule zur Förderung der blau-grünen Infrastruktur.



03.3 TEILBEREICH 2 VORPLATZ OST

Die Spielfläche östlich des Schulgebäudes, die zugleich als Feuerwehraufstellfläche dient, wird durch gezielte Maßnahmen der blau-grünen Infrastruktur in eine multifunktionale und ökologische Fläche umgewandelt. Dabei kommen folgende Gestaltungselemente zum Einsatz:

1. Sickerfähiger Flächenbelag

Der Flächenbelag wird mit Materialien ausgeführt, die das Eindringen von Niederschlagswasser in den Untergrund ermöglichen. Dabei kommen beispielsweise wasserdurchlässige Pflastersteine oder Rasengittersteine zum Einsatz, die robust genug sind, um den Anforderungen einer Feuerwehraufstellfläche standzuhalten. Diese Maßnahme reduziert die Versiegelung, verhindert große Wasseransammlungen bei Starkregen und unterstützt die natürliche Versickerung.

2. Unterirdische Regenrückhaltung oder Versickerung (Rigole)

Unterhalb der Spielfläche wird eine Rigole integriert, die überschüssiges Regenwasser auffängt und speichert. Diese unterirdische Struktur – bestehend aus Kies, Schotter oder vorgefertigten Modulen – ermöglicht die zeitverzögerte Abgabe des Wassers an den Boden. Dies verhindert Oberflächenabflüsse und sorgt dafür, dass die Grundwasserneubildung gefördert wird. Gleichzeitig wird die Kanalisation entlastet, da weniger Regenwasser in die öffentlichen Systeme gelangt.

3. Vitaler Baumstandort für Bestandsbäume

Die vorhandenen Bestandsbäume auf der Spielfläche werden durch gezielte Maßnahmen langfristig vital erhalten. Dazu gehört die Sicherstellung einer ausreichenden Regenwasserversorgung durch die Neugestaltung der Fläche, die das anfallende Wasser gezielt zu den Bäumen leitet. Der Boden um die Bestandsbäume wird belüftet und aufgelockert, um die Wurzeln mit genügend Sauerstoff zu versorgen. Zudem wird der Bodenaufbau mit durchwurzelbaren Substraten verbessert, um das natürliche Wachstum der Bäume zu fördern. Diese Maßnahmen schützen die Bestandsbäume und sichern ihre wichtige Funktion als Schattenspende, Klimaausgleich und Lebensraum für Tiere.

4. Tiefbeete und Versickerungsmulden

In die Fläche werden bepflanzte Tiefbeete und flachere Versickerungsmulden integriert, die das Regenwasser auffangen und zurückhalten. Diese Mulden sind so gestaltet, dass sie temporär Wasser speichern können und eine gezielte Versickerung in den Boden ermöglichen. Sie sind mit trockenheitsresistenten, einheimischen Pflanzen ausgestattet, die das Wasser aufnehmen und verdunsten. Dadurch verbessern sie das Mikroklima, wirken temperaturnausgleichend und leisten einen wichtigen Beitrag zur Förderung der Artenvielfalt.

Die Kombination dieser vier Maßnahmen macht die Spielfläche zu einem vielseitigen Raum, der funktionale Anforderungen als Feuerwehraufstellfläche erfüllt und gleichzeitig einen nachhaltigen Beitrag zur blau-grünen Infrastruktur leistet.



03.4 TEILBEREICH 3 SCHULHOF

Der Schulhof der Oberschule Naunhof wird durch verschiedene Maßnahmen der blau-grünen Infrastruktur nachhaltig und funktional aufgewertet. Ziel ist es, eine angenehme Lern- und Aufenthaltsatmosphäre zu schaffen, die gleichzeitig umweltfreundlich und klimafreundlich ist. Die folgenden Gestaltungselemente werden umgesetzt:

1. Dachbegrünung des Schulgebäudes

Das Schulgebäude erhält eine extensive Dachbegrünung, die zur Verbesserung des Mikroklimas beiträgt. Sie hilft, die Wärmeentwicklung im Sommer zu reduzieren und Feinstaub zu binden. Zudem wird Regenwasser durch die Begrünung zurückgehalten und langsam an den Boden abgegeben, was zur Entlastung des städtischen Entwässerungssystems beiträgt.

2. Fassadenbegrünung (Teilbereiche)

An ausgewählten Fassaden des Schulgebäudes werden Kletterpflanzen wie Efeu oder Wilder Wein angebracht. Diese vertikale Begrünung sorgt nicht nur für eine optische Aufwertung, sondern wirkt auch klimaregulierend, indem sie die Wärmeaufnahme der Fassade reduziert und die Gebäudehülle isoliert. Zudem trägt sie zur Verbesserung der Luftqualität bei und bietet Lebensräume für Vögel und Insekten.

3. Vitale Baumstandorte (Bestandsbäume)

Die vorhandenen Bestandsbäume auf dem Schulhof werden durch gezielte Pflegemaßnahmen erhalten. Der Boden um die Bäume wird aufgelockert und mit durchwurzelbarem Substrat versehen, um eine bessere Wasserversorgung und Luftzirkulation für die Wurzeln zu gewährleisten. Diese Pflege erhöht die Lebensqualität der Bäume und stärkt ihre Rolle als Schattenspender und Klimaregulierer.

4. Baumrigolen (Neupflanzungen)

Für neue Baumstandorte werden spezielle Baumrigolen angelegt. Diese unterirdischen Strukturen bestehen aus durchwurzelbarem Substrat und ermöglichen es den neuen Bäumen, auf gesunde Weise zu wachsen, indem sie mit Regenwasser versorgt werden. Die Baumrigolen fördern das nachhaltige Wachstum und sichern die

langfristige Vitalität der Bäume, die wiederum das Mikroklima verbessern und zur Biodiversität auf dem Schulhof beitragen.

5. Zisterne für Regenwasser von Dachflächen der Turnhalle

Die Turnhalle erhält eine Zisterne zur Sammlung von Regenwasser, das von den Dachflächen abfließt. Dieses gesammelte Wasser wird für die Bewässerung der Grünflächen auf dem Gelände genutzt. Durch die Regenwassernutzung wird der Bedarf an Trinkwasser reduziert und die Nachhaltigkeit des Schulgeländes gefördert.



6. Tiefbeete

Tiefbeete mit einheimischen, trockenheitsresistenten Pflanzen werden im Schulhofbereich integriert. Diese Beete sind nicht nur ästhetisch ansprechend, sondern auch funktional, da sie das Regenwasser aufnehmen und zur Verdunstung beitragen. Gleichzeitig fördern die Pflanzen die Artenvielfalt und bieten Lebensräume für Insekten.

7. Sickerfähiger Flächenbelag

Auf dem gesamten Schulhof werden sickerfähige Materialien für den Belag verwendet, wie wasserdurchlässige Pflastersteine oder Rasengittersteine. Diese Materialien ermöglichen es dem Regenwasser, direkt in den Boden zu versickern, wodurch Oberflächenabflüsse minimiert und die Kanalisation entlastet werden. Diese Maßnahme trägt zur Wiederherstellung des natürlichen Wasserkreislaufs bei und reduziert lokale Überschwemmungsrisiken.



8. Vertikale Begrünung am bestehenden Unterstand

Der bestehende Unterstand auf dem Schulhof wird mit einer vertikalen Begrünung versehen. Kletterpflanzen wie Efeu oder Wilder Wein winden sich an den Wänden des Unterstands empor und sorgen so für eine lebendige Optik. Diese Begrünung trägt zur Reduzierung der Umgebungstemperatur bei, bietet Schatten und verbessert das Mikroklima für die dort verweilenden SchülerInnen.

Durch die Integration dieser Gestaltungselemente wird der Schulhof zu einem grünen, nachhaltigen Ort, der den Bedürfnissen der Schulgemeinschaft gerecht wird und gleichzeitig einen positiven Beitrag zur Umwelt leistet.



03.5 TEILBEREICH 4 SPORTFLÄCHEN TURNHALLE

Die Sportflächen und die Turnhalle der Oberschule Naunhof werden durch verschiedene Elemente der blau-grünen Infrastruktur ökologisch aufgewertet. Die Maßnahmen tragen dazu bei, den Wasserhaushalt zu regulieren, das Mikroklima zu verbessern und die Biodiversität zu fördern, während sie gleichzeitig die funktionalen Anforderungen für den Schulbetrieb erfüllen:

1. Dachbegrünung der Turnhalle

Die Turnhalle wird mit einer extensiven Dachbegrünung ausgestattet. Diese Maßnahme trägt zur Verbesserung des Klimas auf dem Schulgelände bei, indem sie Hitzeinseln reduziert, Feinstaub bindet und die Regenwasserrückhaltung fördert. Die Dachbegrünung hilft außerdem, das Regenwasser zu speichern und langsam in den Boden abzugeben, was zu einer Entlastung der Kanalisation führt.

2. Fassadenbegrünung an der Turnhalle

An der Fassade der Turnhalle wird vertikale Begrünung angebracht, um die Außenwand mit Kletterpflanzen wie Efeu oder Wilder Wein zu begrünen. Diese Begrünung schützt vor direkter Sonneneinstrahlung, reduziert den Energieverbrauch für Klimatisierung und trägt zur Verbesserung des Mikroklimas bei. Zudem schafft sie wertvolle Lebensräume für Insekten und Vögel.

3. Baumrigole südlich der Turnhalle

Auf der südlichen Seite der Turnhalle wird eine Baumrigole eingerichtet, die neue Bäume mit ausreichend Wasser und Nährstoffen versorgt. Die Rigole besteht aus durchwurzelbarem Substrat und speichert Regenwasser, das den Bäumen über ein spezielles Bewässerungssystem zugutekommt. So wird nicht nur das Wachstum der Bäume unterstützt, sondern gleichzeitig das Regenwasser nachhaltig genutzt.

4. Versickerungsmulde für den Sportplatz

Der Sportplatz wird durch eine Versickerungsmulde ergänzt, die überschüssiges Regenwasser aufnimmt und langsam in den Boden versickern lässt. Diese Maßnahme reduziert den Oberflächenabfluss und trägt dazu bei, die Belastung des städtischen Entwässerungssystems zu verringern. Die Mulde ist mit Pflanzen ausgestattet, die die Verdunstung unterstützen und somit das Mikroklima auf dem Sportgelände verbessern.

5. Baumrigolen im Umfeld der Sportflächen

Weitere Baumrigolen werden im Umfeld der Sportflächen angelegt, um zusätzliche Bäume zu pflanzen. Diese Rigolen sorgen dafür, dass die Bäume ausreichend mit Wasser versorgt werden, und fördern gleichzeitig eine gute Bodenbelüftung. So können neue Bäume gesund und vital wachsen und einen positiven Beitrag zum Mikroklima und zur Biodiversität auf dem Sportgelände leisten.

Diese Maßnahmen machen die Sportflächen und die Turnhalle der Oberschule Naunhof nicht nur funktional, sondern auch zu einem nachhaltigen Bestandteil der blau-grünen Infrastruktur. Sie tragen dazu bei, den Wasserhaushalt zu regulieren, das Stadtklima zu verbessern und einen Lebensraum für Pflanzen und Tiere zu schaffen.



Die in den Teilbereichen 1 bis 4 vorgestellten Maßnahmen zur blau-grünen Infrastruktur bieten eine umfassende konzeptionelle Grundlage für die nachhaltige und funktionale Gestaltung des Schulgeländes der Oberschule Naunhof. Diese Maßnahmen wurden gezielt ausgewählt, um nicht nur den ökologischen Anforderungen gerecht zu werden, sondern auch die Aufenthaltsqualität und die Nutzbarkeit der Außenflächen für die Schulgemeinschaft zu verbessern.

Im Vorplatz und Eingangsbereich (Teilbereich 1) wird durch den Einsatz von sickerfähigem Flächenbelag, Tiefbeeten und vertikaler Begrünung eine effektive Regenwasserversickerung ermöglicht, während gleichzeitig der optische Eindruck und das Mikroklima optimiert werden. Auch die geplante Dachbegrünung der Haltestelle trägt zur Verbesserung des urbanen Klimas bei.

Für die Spielfläche östlich des Schulgebäudes (Teilbereich 2) wurden gezielte Maßnahmen zur Förderung der Biodiversität und des natürlichen Wasserhaushalts entwickelt. Dies umfasst unter anderem Baumrigolen zur Bewässerung von Neupflanzungen, Versickerungsmulden zur Rückhaltung von Regenwasser und die Förderung der Vitalität der Bestandsbäume durch speziell angelegte Baumstandorte. Diese Elemente tragen nicht nur zur Wasserversickerung bei, sondern bieten auch wichtigen Lebensraum für Pflanzen und Tiere.

Der Schulhof (Teilbereich 3) ist ein weiterer zentraler Bereich, der durch Maßnahmen wie Dachbegrünung des Schulgebäudes, Fassadenbegrünung, Tiefbeete und Vitalisierungsmaßnahmen für Bestandsbäume eine hohe Aufenthaltsqualität bietet. Die vorgesehenen Baumrigolen für Neupflanzungen sorgen zudem für die langfristige Entwicklung eines grünen, schattenspendenden Umfelds, das zur Verbesserung des Mikroklimas beiträgt und gleichzeitig das Regenwasser effektiv versickern lässt.

Im Bereich der Sportflächen und Turnhalle (Teilbereich 4) werden ebenfalls Maßnahmen zur Regenwassernutzung und Begrünung umgesetzt. Hier sind insbesondere die Dachbegrünung der Turnhalle, die Fassadenbegrünung sowie die Verwendung von Baumrigolen und Versickerungsmulden hervorzuheben, die sowohl ökologische Vorteile bieten als auch das Sportumfeld für die SchülerInnen bereichern. Die Integration von Regenwasserspeichern zur Bewässerung und nachhaltigen Nutzung der Dachflächen rundet die Maßnahmen ab und sorgt für eine langfristige Ressourcenschonung.

03.6 ZUSAMMENFASSUNG OBERSCHULE NAUNHOF

Es ist jedoch zu betonen, dass die beschriebenen Gestaltungselemente bisher auf einer konzeptionellen Ebene entwickelt wurden und noch nicht die endgültige Planung und Ausführung darstellen. Für eine detaillierte Freianlagenplanung sind zusätzliche, spezifische Informationen erforderlich, die für die präzise Umsetzung notwendig sind. Hierzu zählen insbesondere die Statik der Gebäude, um die Tragfähigkeit für Maßnahmen wie Dachbegrünung und Fassadenbegrünung zu prüfen, sowie ein Baugrundgutachten, das Aufschluss über die Beschaffenheit des Bodens gibt und die geeigneten Verfahren für die Versickerung und das Pflanzenwachstum bestimmt. Darüber hinaus ist ein Vermesserplan erforderlich, der die genauen Gegebenheiten vor Ort dokumentiert, um eine passgenaue Planung der Gestaltungselemente zu ermöglichen. Erst mit diesen technischen Daten können die geplanten Maßnahmen im Detail ausgearbeitet und erfolgreich umgesetzt werden.

Abbildungsnachweise:

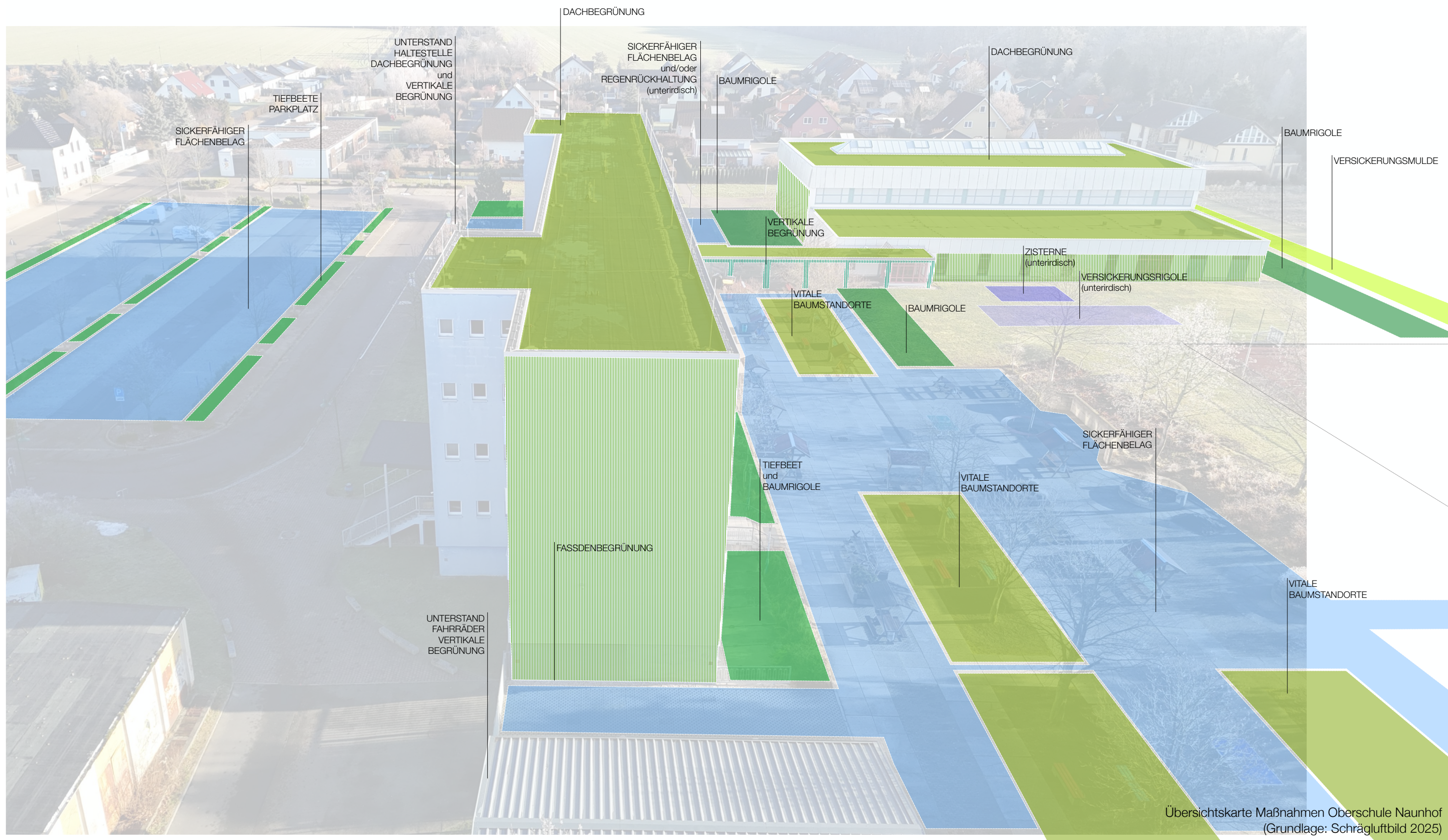
Abb. 03: Angelika Eppel-Hotz, Institut für Stadtgrün und Landschaftsbau, LWG Veitshöchheim

Literaturverzeichnis:

- BlueGreenStreets (Hrsg.) (2022): BlueGreenStreets Toolbox – Teil B. Multifunktionale Straßenraumgestaltung urbaner Quartiere, März 2022, Hamburg. Erstellt im Rahmen der BMBF-Fördermaßnahme „Ressourceneffiziente Stadtquartiere für die Zukunft“ (RES:Z).
- Ludwig, Ferdinand; Well, Friederike; Moseler, Eva-Maria; Eisenberg, Bernd; Deffner, Jutta; Drautz, Silke; Elnagdy, Mohamed Tarek; Friedrich, Renate; Jaworski, Till; Meyer, Sebastian; Minke, Ralf; Morandi, Carlo; Müller, Hans; Narvaéz Vallejo, Alejandra ; Richter, Philipp; Schwarz-von Raumer, Hans-Georg; Steger, Lotta; Steinmetz, Heidrun; Wasielewski, Stephan; Winker, Martina (2021): Integrierte Planung blau-grüner Infrastrukturen. Ein Leitfaden. Hg. v. Ferdinand Ludwig, Friederike Well, Eva-Maria Moseler und Bernd Eisenberg. München.
- Prof. Dr. Nicole Pfoser, A. M. (kein Datum). Dachbegrünung - Leitfaden zur Planung. Hamburg: Freie und Hansestadt Hamburg, Behörde für Umwelt und Energie (BUE).
- Pfoser, N. (2016): Fassade und Pflanze. Potenziale einer neuen Fassadengestaltung, Technische Universität Darmstadt (Dissertation)
- Freie und Hansestadt Hamburg, Behörde für Umwelt und Energie. (2017). Dachbegrünung - Leitfaden zur Planung. Hamburg: Behörde für Umwelt und Energie.
- FLL-Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung, Landschaftsbau e. V. (2018). Dachbegrünungsrichtlinie - Richtlinien für Planung, Bau und Instandhaltung von Dachbegrünungen. Bonn: FLL-Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung, Landschaftsbau e. V.
- Philipp Krausch (2021). Potenzialanalyse für ein nachhaltiges Regenwassermanagement im Bestand des Kerncampus der TU Dresden unter besonderer Beachtung von Dachbegrünungen und Vegetationsflächen

ABBILDUNGS- UND LITERATURVERZEICHNIS /
ANHANG

04



Das Vorhaben „Gestaltung Resilienter Infrastrukturen“ wird innerhalb des Programms *Region gestalten* des Bundesministeriums für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen in Zusammenarbeit mit dem Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung gefördert.

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wohnen, Stadtentwicklung
und Bauwesen

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



Bundesinstitut
für Bau-, Stadt- und
Raumforschung

im Bundesamt für Bauwesen
und Raumordnung



Region gestalten

