Anlage 15 zur Vorlage 079/2023

Forschungsgesellschaft
Landschaftsentwicklung
Landschaftsbau e.V.

– Dachbegrünungsrichtlinien –

Richtlinien für Planung, Bau und Instandhaltung von Dachbegrünungen

Ausgabe 2018

Bei der Erstellung dieser Richtlinien haben folgende Verbände mitgewirkt:

Arbeitsgemeinschaft Sachverständige Gartenbau – Landschaftsbau– Sportplatzbau e.V. (AGS)
Hanauer Straße 409, D-63075 Offenbach
Tel. +49 (0) 69 838324-0, Fax: +49 (0) 69 868057
E-Mail: info@ag-sachverstaendige.de, Homepage: www.ag-sachverstaendige.de

Bund Deutscher Landschaftsarchitekten e. V. (bdla)
Köpenicker Straße 48/49, D-10179 Berlin
Tel. +49 (0) 30 / 278715-0, Fax: +49 (0) 30 / 278715-55
E-Mail: info@bdla.de, Homepage: www.bdla.de

Bundesverband Garten-, Landschafts- und Sportplatzbau e. V. (BGL)
Alexander-von-Humboldt-Straße 4, D-53604 Bad Honnef
Tel.: +49 (0) 2224 / 7707-0, Fax: +49 (0) 2224 / 7707-77
E-Mail: webmaster@galabau.de, Homepage: www.galabau.de

Deutscher Dachgärtner Verband e.V. (DDV)
Postfach 2025, D-72610 Nürtingen
Tel.: +49 (0) 7022 / 301378, Fax: +49 (0) 7022 / 301379
E-Mail: contact@dachgaertnerverband.de, Homepage: www.dachgaertnerverband.de

Deutsche Gartenamtsleiterkonferenz (GALK$^{e.V.}$)
Geschäftsstelle der GALK
Adam-Riese-Straße 25, D-60327 Frankfurt am Main
Tel.: +49 (0) 069 / 212 – 30304
E-Mail: geschaeftsstelle@galk.de, Homepage: www.galk.de

Europäischer Fachverband für Erosionsschutz und Begrünung e. V. (EFEB)
Vor der Lake 14, D-57392 Schmallenberg
Tel.: +49 (0) 29 72 - 9 62 06 – 0, Fax: +49 (0) 29 72 - 9 62 06 - 19
E-Mail: info@efeb.org, Homepage: www.efeb.org

Fachvereinigung Bauwerksbegrünung e. V. (FBB)
Kanalstraße 2, D-66130 Saarbrücken
Tel.: +49 (0) 681 / 9880-570, Fax: +49 (0) 681/9880-572
E-Mail: info@fbb.de, Homepage: www.gebaeudegruen.info

Gütegemeinschaft Substrate für Pflanzen e. V. (GGS)
Wunstorfer Landstrasse 8, D-30453 Hannover
Tel.: +49 (0) 511 / 48189388, Fax: +49 (0) 511 / 4818287
E-Mail: info@substrate-ev.org, Homepage: www.substrate-ev.org

Industrieverband Bitumen-Dach- und Dichtungsbahnen e.V. (vdd)
Mainzer Landstraße 55, 60329, D-Frankfurt am Main
Tel.: 069/2556-1315, Fax: 069/2556-1602
E-Mail: info@derdichtebau.de, Homepage: www.derdichtebau.de

Verband der Begrünungs-System Hersteller e. V. (VBSH)
Heinrich-Hertz-Straße 1a, D-59423 Unna
Tel.: +49 (0) 2303 / 25002-0, Fax: +49 (0) 2303 / 25002-33
E-Mail: info@vbsh-ev.de, Homepage: www.vbsh-ev.de

Zentralverband Gartenbau (ZVG) e. V.
Claire-Waldoff-Straße 7, D-10117 Berlin
Tel.: +49 (0) 30 / 2000 65-19, Fax: +49 (0) 30 / 2000 65-21
E-Mail: info@g-net.de, Homepage: www.g-net.de

Zentralverband des Deutschen Dachdeckerhandwerks e. V. (ZVDH)
Fachverband Dach-, Wand- und Abdichtungstechnik
Fritz-Reuter-Str. 1, D-50968 Köln, Postfach 51 10 67, 50946 Köln
Tel.: +49 (0)221 3980 38–0, Fax: +49 (0)221 398038–99
E-Mail: zvdh@dachdecker.de, Homepage: www.dachdecker.org

Diese Abrufversion ist Ihre persönliche Version. Das Weiterleiten dieser Datei, oder einzelner Auszüge, an Dritte ist nur mit ausdrücklicher Zustimmung der FLL gestattet!

FLL – Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e. V.

– Dachbegrünungsrichtlinien –

Richtlinien für Planung, Bau und Instandhaltung von Dachbegrünungen

Ausgabe 2018

Aus der Arbeit des RWA und AK „Dachbegrünungen“

mit

Untersuchungsmethoden für Vegetationssubstrate und Dränschichtschüttstoffe bei Dachbegrünungen

Ausgabe 2018

und

Verfahren zur Untersuchung der Wurzelfestigkeit von Bahnen und Beschichtungen für Dachbegrünungen

Ausgabe 1999, mit redaktionellen Änderungen 2002, 2008 sowie

Ergänzungsvermerk zu „Anforderungen zur Umschreibung/Verlängerung von Prüfzeugnissen“
(Ende 2016 vom FLL-Präsidium beschlossen und in Kraft gesetzt)

Benutzerhinweise

Technische Regeln der FLL stehen jedem zur Anwendung frei. Eine Anwendungspflicht kann sich aus Rechts- oder Verwaltungsvorschriften, Verträgen oder aus sonstigen Rechtsgrundlagen ergeben.

FLL-Regelwerke sind Ergebnis ehrenamtlicher technisch-wissenschaftlicher Gemeinschaftsarbeit. Durch die Grundsätze und Regeln, die bei ihrer Erstellung angewandt werden, sind sie als fachgerecht anzusehen.

FLL-Regelwerke sind eine wichtige Erkenntnisquelle für fachgerechtes Verhalten im Normalfall. Jedoch können sie nicht alle möglichen Sonderfälle erfassen, in denen weitergehende oder einschränkende Maßnahmen geboten sein können. Dennoch bilden sie einen Maßstab für einwandfreies technisches Verhalten. Dieser Maßstab ist auch im Rahmen der Rechtsordnung von Bedeutung.

FLL-Regelwerke sollen sich als „anerkannte Regeln der Technik“ etablieren.

Durch die Anwendung von FLL-Regelwerken entzieht sich niemand der Verantwortung für eigenes Handeln. Jeder handelt insoweit auf eigene Gefahr.

Jeder, der in einem FLL-Regelwerk einen Fehler oder eine Missdeutung entdeckt, die zu einer falschen Anwendung führen kann, wird gebeten, dies der FLL unverzüglich mitzuteilen, damit etwaige Mängel beseitigt werden können. Modale Hilfsverben (z. B. soll, sollte, muss) und deren Aussagefähigkeit sind für ein eindeutiges Verständnis des Regelwerkes von besonderer Bedeutung. Hinweise nennt DIN 820 „Normungsarbeit“.

Diese Abrufversion ist Ihre persönliche Version. Das Weiterleiten dieser Datei, oder einzelner Auszüge, an Dritte ist nur mit ausdrücklicher Zustimmung der FLL gestattet!

– Dachbegrünungsrichtlinien –
Richtlinien für Planung, Bau und Instandhaltung von Dachbegrünungen

Herausgeber:
Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e. V. (FLL)
Friedensplatz 4, 53111 Bonn
Tel.: 0228/965010-0, Fax: 0228/965010-20
E-Mail: info@fll.de, Homepage: www.fll.de

Bearbeitung durch den Regelwerksausschuss (RWA) „Dachbegrünungen“:
Prof. Gilbert Lösken (RWA-Leiter), Hannover
Wolfgang Ansel (Deutscher Dachgärtner Verband e. V.), Nürtingen
Tobias Backhaus (Zentralverband des Deutschen Dachdeckerhandwerks e. V.), Köln
Prof. Dr. Yvonne-Christin Bartel, Höxter
Dr. Hanna Bornholdt (Deutsche Gartenamtsleiterkonferenz), Hamburg
Peter Bott (Verband der Begrünungs-Systemhersteller e. V.), Bühl
Dr. Michael Henze (Bundesverband Garten-Landschafts- und Sportplatzbau e. V), Bad Honnef
Jakob Hokema (Zentralverband Gartenbau e. V.), Schwäbisch-Gmünd/Lindach
Prof. Dr. Manfred Köhler, Neubrandenburg
Bernd W. Krupka, Bad Pyrmont
Dr. Gunter Mann (Fachvereinigung Bauwerksbegrünung e. V.), Saarbrücken
Marko Münster (Arbeitsgemeinschaft Sachverständige für Gartenbau, Landschaftsbau, Sportplatzbau e. V.), Berglen
Holger Neisser (Europäischer Fachverband für Erosionsschutz und Begrünung e.V.), Schmallenberg
Prof. Dr. Stephan Roth-Kleyer, Geisenheim
Stefan Ruttensperger (Industrieverband Bitumen-, Dach- und Dichtungsbahnen e. V.), Stuttgart
Dieter Schenk, Nürtingen
Daniel Sprenger (Bund Deutscher Landschaftsarchitekten e. V.), Berlin
Dr. Martin Upmeier (Gütegemeinschaft Substrate für Pflanzen e. V.), Hannover
Daniel Westerholt, Hannover

Unter Mitwirkung des Arbeitskreises „Dachbegrünung”
Roland Appl, Nürtingen
Rainer Bohlen, Ladbergen
Jochen Boich, Wuppertal
Markus Boley, Brühl
Dr. Rainer Henseleit , Frankfurt/Main
Dr. Michael Marrett-Foßen, Hamburg
Ralph Klein, Rodenbach
Peter König, Kretz
Peter Küsters, Krauchenwies-Göggingen
Prof. Dr. Nicole Pfoser, Darmstadt
Dr. Christian Schade, Groß Ippener
Nicole Vogt, Saarbrücken
Holger Zühlke, Unna

Beratende Mitwirkung:
Anette Sixter, Geisenheim

Ansprechpartner in der Geschäftsstelle sowie Text- und Umschlagsgestaltung:
Christian Schulze-Ardey, Landschaftsarchitekt AK NW, FLL, Bonn

Skizzen/Abbildungen: Prof. Dr. Yvonne-Christin Bartel, Martin Jauch (†)

Titelbild/Einzelbilder: Dr. Gunter Mann, Saarbrücken und Dieter Schenk, Nürtingen

Alle Rechte vorbehalten.
Nachdruck nur in vollständiger Fassung mit ausdrücklicher Genehmigung des Herausgebers.
Vertrieb durch den Herausgeber.
Gedruckt auf chlorfrei gebleichtem Papier.

6. Ausgabe, 2.000 Exemplare, Bonn, 2018

Frühere Ausgaben: Grundsätze für Dachbegrünungen 1982, 1984
ab 1990 Richtlinien für Dachbegrünungen: 1990, 1992, 1995, 2002, 2008

Diese Abrufversion ist Ihre persönliche Version. Das Weiterleiten dieser Datei, oder einzelner Auszüge, an Dritte ist nur mit ausdrücklicher Zustimmung der FLL gestattet!

Inhaltsverzeichnis

Abbildungs- und Tabellenverzeichnis 9
Vorwort 11
1 Geltungsbereich, Zweck 12
1.1 Geltungsbereich 12
1.2 Zweck 12
2 Normative Verweisungen 13
3 Begriffe 17
4 Rechtliche Rahmenbedingungen 20
4.1 Bauplanungsrecht 20
4.2 Bauordnungsrecht 20
4.3 Denkmalschutz 20
4.4 Naturschutz 20
4.5 Abwasserrecht 20
5 Begrünungsarten und Vegetationsformen 21
5.1 Begrünungsarten 21
5.1.1 Allgemeines 21
5.1.2 Intensivbegrünungen 21
5.1.3 Einfache Intensivbegrünungen 21
5.1.4 Extensivbegrünungen 22
5.2 Vegetationsformen 22
5.2.1 Allgemeines 22
5.2.2 Vegetationsformen von Intensivbegrünungen 23
5.2.2.1 Nutzgärten 23
5.2.2.2 Rasenbegrünungen 23
5.2.3 Vegetationsformen von Einfachen Intensivbegrünungen 23
5.2.4 Vegetationsformen von Extensivbegrünungen 24
5.3 Ermittlung der Standortbedingungen für die Vegetation 24
5.3.1 Allgemeines 24
5.3.2 Klimatische und witterungsbedingte Faktoren 24
5.3.3 Bauwerksspezifische Faktoren 24
5.3.4 Pflanzenspezifische Faktoren 25
6 Funktionen und Wirkungen 26
6.1 Allgemeines 26
6.2 Städtebaulich-freiraumplanerische Funktionen und Wirkungen 26
6.3 Ökologische Funktionen und Wirkungen 27
6.4 Schützende und ökonomische Funktionen und Wirkungen 27

Diese Abrufversion ist Ihre persönliche Version. Das Weiterleiten dieser Datei, oder einzelner Auszüge, an Dritte ist nur mit ausdrücklicher Zustimmung der FLL gestattet!

7 Anforderungen an Bauwerk und Baustoffe 28
7.1 Planungsvoraussetzungen 28
7.2 Art der Nutzung/Benutzbarkeit 28
7.3 Dachneigung/-gefälle 29
7.4 Dachbauweisen und Begrünbarkeit 30
7.4.1 Dächer mit Abdichtungen 30
7.4.2 Dächer und Decken aus Beton mit hohem Wassereindringwiderstand („WU-Beton“) 31
7.4.3 Dächer mit Deckungen 31
7.5 Wasserdampfdiffusionsverhalten 31
7.6 Lastannahmen 31
7.7 Absturzsicherung 32
7.8 Entwässerung 32
7.9 Bewässerung 34
7.10 Stoffe 34
7.11 Umweltverträglichkeit 34
7.12 Pflanzenverträglichkeit/phytotoxische Unbedenklichkeit 34
8 Bautechnische Erfordernisse 35
8.1 Allgemeines 35
8.2 Durchwurzelungsschutz 35
8.2.1 Stoffe 35
8.2.2 Anforderungen 36
8.2.3 Ausführung 36
8.3 Schutz der Dachabdichtung/des Durchwurzelungsschutzes vor Beschädigungen 37
8.3.1 Stoffe 37
8.3.2 Anforderungen 37
8.3.3 Ausführung 38
8.4 Schutz vor Versinterungen 38
8.5 Entwässerungseinrichtungen 39
8.5.1 Arten 39
8.5.2 Anforderungen 39
8.5.3 Ausführung 39
8.5.3.1 Dachabläufe in Vegetationsflächen 39
8.5.3.2 Dachabläufe außerhalb von Vegetationsflächen 40
8.5.3.3 Notüberläufe 40
8.5.3.4 Entwässerung bei geneigten Dächern 40
8.6 An- und Abschlüsse 41
8.6.1 Arten 41
8.6.2 Anforderungen 41
8.6.2.1 Anschlusshöhen 41

Diese Abrufversion ist Ihre persönliche Version. Das Weiterleiten dieser Datei, oder einzelner Auszüge, an Dritte ist nur mit ausdrücklicher Zustimmung der FLL gestattet!

8.6.2.2 Randstreifen ... 42
8.6.3 Ausführung ... 42
8.6.3.1 Anschlüsse an aufgehenden Bauteilen ... 42
8.6.3.2 Anschlüsse an Türen bei barrierefreien Übergängen ... 43
8.6.3.3 Dachrandabschlüsse ... 43
8.7 Schutz bei Emissionen ... 43
8.8 Windsogsicherung ... 44
8.9 Vorbeugender Brandschutz ... 44
8.10 Sicherungen gegen Materialverlagerung auf Flach- und Schrägdächern ... 46
8.10.1 Arten ... 46
8.10.1.1 Oberflächenerosion ... 46
8.10.1.2 Abrutschen von Schichten an einer Schichtgrenze ... 47
8.10.1.3 Schüttstoffverlagerung beim Entstehen des Schüttwinkels ... 47
8.10.2 Stoffeigenschaften ... 48
8.10.3 Herstellung ... 49
8.11 Einfassungen ... 51
8.11.1 Arten ... 51
8.11.2 Anforderungen ... 51
8.11.3 Ausführung ... 51
8.12 Begehbare Oberflächenbeläge ... 51
8.12.1 Arten ... 51
8.12.2 Anforderungen ... 52
8.12.3 Ausführung ... 52
8.13 Ausstattungselemente ... 52
8.13.1 Arten ... 52
8.13.2 Anforderungen ... 52
8.13.3 Ausführung ... 53
8.14 Solaranlagen ... 53
9 Anforderungen an den Aufbau von Vegetationsflächen ... 55
9.1 Funktionsschichten ... 55
9.2 Bauweisen, Aufbaudicken ... 55
9.2.1 Bauweisen ... 55
9.2.2 Aufbaudicken ... 56
9.3 Wasserrückhaltung ... 57
9.3.1 Allgemeines ... 57
9.3.2 Maximale Wasserkapazität ... 58
9.3.3 Wasserdurchlässigkeit ... 58
9.3.4 Abflussbeiwert C_s /Abflussbeiwert *C*/ Abflusskennzahl *C* ... 58
9.3.5 Zusätzliche Retentionsleistung ... 59
9.3.6 Jahresabflussbeiwert ... 60

Diese Abrufversion ist Ihre persönliche Version. Das Weiterleiten dieser Datei, oder einzelner Auszüge, an Dritte ist nur mit ausdrücklicher Zustimmung der FLL gestattet!

9.4 Wasserbevorratung und Zusatzbewässerung ... 61
9.4.1 Wasserbevorratung ... 61
9.4.2 Zusatzbewässerung ... 61
9.5 Artenvielfalt begrünter Dächer ... 62
9.5.1 Stoffe/Herstellung ... 62
9.5.2 Ausführung ... 63
9.5.3 Pflege ... 63
10 Dränschicht ... 64
10.1 Stoffgruppen und Stoffarten ... 64
10.2 Anforderungen ... 65
10.2.1 Korngrößenverteilung ... 65
10.2.2 Witterungsbeständigkeit ... 66
10.2.3 Struktur- und Lagerungsstabilität ... 66
10.2.4 Stauchungsverhalten ... 66
10.2.5 Wasserdurchlässigkeit ... 66
10.2.6 Wasserspeicherfähigkeit/maximale Wasserkapazität ... 67
10.2.7 pH-Wert ... 67
10.2.8 Carbonatgehalt ... 68
10.2.9 Salzgehalt ... 68
10.3 Herstellung ... 68
11 Filterschicht ... 69
11.1 Stoffgruppen und Stoffarten ... 69
11.2 Anforderungen ... 69
11.2.1 Flächengewicht ... 69
11.2.2 Robustheit gegenüber mechanischer Beanspruchung ... 69
11.2.3 Mechanische Filterwirksamkeit/Öffnungsweite ... 70
11.2.4 Durchwurzelbarkeit ... 70
11.2.5 Witterungsbeständigkeit ... 70
11.2.6 Beständigkeit gegen Mikroorganismen ... 70
11.2.7 Beständigkeit gegen chemische Einflüsse ... 70
11.2.8 Reibungsbeiwert, Dehnbarkeit und Zugfestigkeit ... 70
11.3 Herstellung ... 71
12 Vegetationstragschicht ... 72
12.1 Stoffgruppen und Stoffarten ... 72
12.2 Anforderungen ... 73
12.2.1 Einteilung der Substrate für die Begrünungsarten ... 74
12.2.2 Korngrößenverteilung ... 75
12.2.3 Gehalt an organischer Substanz ... 80
12.2.4 Witterungsbeständigkeit ... 80

Diese Abrufversion ist Ihre persönliche Version. Das Weiterleiten dieser Datei, oder einzelner Auszüge, an Dritte ist nur mit ausdrücklicher Zustimmung der FLL gestattet!

12.2.5 Struktur- und Lagerungsstabilität von Böden und Schüttstoffen ... 81
12.2.6 Stauchungsverhalten bei Substratplatten ... 81
12.2.7 Wasserdurchlässigkeit ... 81
12.2.8 Wasserspeicherfähigkeit/maximale Wasserkapazität ... 82
12.2.9 Luftkapazität ... 82
12.2.10 pH-Wert ... 82
12.2.11 Salzgehalt ... 83
12.2.12 Nährstoffgehalt ... 83
12.2.13 Adsorptionskapazität ... 84
12.2.14 Gehalt an keimfähigen Samen und regenerationsfähigen Pflanzenteilen ... 84
12.2.15 Fremdstoffe ... 84
12.3 Herstellung ... 84
13 Anforderungen an Saatgut, Pflanzen und Vegetation ... 85
13.1 Anzucht- und Handelsgruppen ... 85
13.2 Anforderungen ... 85
13.2.1 Saatgut ... 85
13.2.2 Sprossteile ... 85
13.2.3 Stauden ... 86
13.2.4 Zwiebelpflanzen ... 86
13.2.5 Gehölze ... 86
13.2.6 Fertigrasen ... 87
13.2.7 Vegetationsmatten ... 87
14 Pflanz- und Saatarbeiten ... 88
14.1 Begrünungsverfahren ... 88
14.2 Ausführung ... 89
14.3 Sicherung der Standfestigkeit von Gehölzen ... 89
14.3.1 Anforderungen ... 89
14.3.2 Verspannungen ... 89
14.3.3 Verankern an Stützgestellen ... 90
14.4 Erosionsschutz ... 90
14.5 Fertigstellung ... 90
14.6 Anwuchserfolg ... 91
15 Instandhaltungsleistungen zur Entwicklung und Unterhaltung von Vegetation (Entwicklungs- und Unterhaltungspflege), Wartungsarbeiten ... 92
15.1 Allgemeines ... 92
15.2 Intensivbegrünungen ... 92
15.3 Extensivbegrünungen ... 94
15.4 Wartungsarbeiten ... 95

Diese Abrufversion ist Ihre persönliche Version. Das Weiterleiten dieser Datei, oder einzelner Auszüge, an Dritte ist nur mit ausdrücklicher Zustimmung der FLL gestattet!

16 Abnahme, Mängelansprüche 96
16.1 Abnahme 96
16.2 Mängelansprüche 96
17 Prüfungen 97
17.1 Prüf- und Untersuchungsberichte 97
17.2 Gliederung von Prüf- und Untersuchungsberichten 97
Bezugsquellen 111

Anhang A: Orientierungswerte für Lastannahmen und Wasserspeicherung 113

Anhang B: Untersuchungsmethoden für Vegetationssubstrate und Dränschichtschüttstoffe bei Dachbegrünungen 118

Anhang C: Verfahren zur Untersuchung der Wurzelfestigkeit von Bahnen und Beschichtungen für Dachbegrünungen 133

Diese Abrufversion ist Ihre persönliche Version. Das Weiterleiten dieser Datei, oder einzelner Auszüge, an Dritte ist nur mit ausdrücklicher Zustimmung der FLL gestattet!

Abbildungs- und Tabellenverzeichnis

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Schematische Darstellung von Oberflächenerosion, Abrutschen und Entstehen des Schüttwinkels 46

Abbildung 2: Oberflächenausbildung des Substrates in Abhängigkeit von Schüttwinkel, Dachneigung und bei Einbau von Schubschwellen 47

Abbildung 3: Korngrößenverteilungsbereich für einschichtige Intensivsubstrate (außer Rasenbegrünung) 76

Abbildung 4: Korngrößenverteilungsbereich für mehrschichtige Intensivsubstrate (außer Rasenbegrünung) 77

Abbildung 5: Korngrößenverteilungsbereich für einschichtige Rasensubstrate 78

Abbildung 6: Korngrößenverteilungsbereich für mehrschichtige Rasensubstrate 78

Abbildung 7: Korngrößenverteilungsbereich für einschichtige Extensivsubstrate 79

Abbildung 8: Korngrößenverteilungsbereich für mehrschichtige Extensivsubstrate 80

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Beispielhafte Gegenüberstellung der Werte von Prozent Gefälle und Grad Neigung 29

Tabelle 2: Maßnahmen zur Sicherung gegen Materialverlagerung auf Flach- und Schrägdächern in Abhängigkeit von der Dachneigung 50

Tabelle 3: Aufbaudicken bei verschiedenen Begrünungsarten und Vegetationsformen 57

Tabelle 4: Anhaltswerte für die prozentuale jährliche Wasserrückhaltung und den Jahresabflussbeiwert bei Dachbegrünungen in Abhängigkeit von der Aufbaudicke aus Schüttstoffen 60

Tabelle 5: Begrenzung des Gehalts an abschlämmbaren Teilen (d ≤ 0,063 mm) bei Substraten unterschiedlicher Begrünungsarten 75

Tabelle 6: Übersicht Korngrößenverteilungsbereiche 75

Tabelle 7: Koordinaten des Korngrößenverteilungsbereichs für Intensivsubstrate (außer Rasenbegrünung) 76

Tabelle 8: Koordinaten des Korngrößenverteilungsbereichs für Rasensubstrate 77

Tabelle 9: Koordinaten des Korngrößenverteilungsbereichs für Extensivsubstrate 79

Tabelle 10: Gehalt an organischer Substanz 80

Tabelle 11: Wasserdurchlässigkeit von Vegetationssubstraten 81

Diese Abrufversion ist Ihre persönliche Version. Das Weiterleiten dieser Datei, oder einzelner Auszüge, an Dritte ist nur mit ausdrücklicher Zustimmung der FLL gestattet!

Tabelle 12: Umrechnungstabelle zur Wasserdurchlässigkeit der Vegetationstragschicht ...82

Tabelle 13: Wasserkapazität von Vegetationssubstraten ...82

Tabelle 14: Nährstoffgehalte in Vegetationssubstraten für Intensiv- und Extensivbegrünungen, Untersuchungsmethoden (Bestimmung nach VDLUFA) ...83

Tabelle 15: Nachweis der Eigenschaften von Stoffen für Dränschichten im Rahmen von Eignungs- und Kontrollprüfungen ...98

Tabelle 16: Nachweis der Eigenschaften von Vegetationssubstraten im Rahmen von Eignungs- und Kontrollprüfungen ...99

Tabelle 17: Anforderungen an die vegetationstechnischen Eigenschaften von Schüttstoffen für Dränschichten ...100

Tabelle 18: Anforderungen an die vegetationstechnischen Eigenschaften von Vegetationssubstraten für mehrschichtige Intensivbegrünungen (außer Rasenbegrünung) ...101

Tabelle 19: Anforderungen an die vegetationstechnischen Eigenschaften von Vegetationssubstraten für mehrschichtige Extensivbegrünungen ...103

Tabelle 20: Anforderungen an die vegetationstechnischen Eigenschaften von Vegetationssubstraten für einschichtige Intensiv- und Extensivbegrünungen (außer Rasenbegrünung) ...105

Tabelle 21: Anforderungen an die vegetationstechnischen Eigenschaften von Vegetationssubstraten für Rasenbegrünungen für mehrschichtige Bauweisen ...107

Tabelle 22: Anforderungen an die vegetationstechnischen Eigenschaften von Vegetationssubstraten für Rasenbegrünungen für einschichtige Bauweisen ...109

Tabelle 23: Lastannahmen und Wasserspeicherung von Schüttstoffen, Matten und Platten für Dränschichten sowie für Schutzschichten bei maximaler Wasserkapazität ...113

Tabelle 24: Lastannahmen und Wasserspeicherung von Vegetationstragschichten bei maximaler Wasserkapazität ...115

Tabelle 25: Lastannahmen und Wasserspeicherung von Substratplatten, Vegetationsmatten und Wasserspeicherschichten bei maximaler Wasserkapazität ...116

Tabelle 26: Lastannahmen der Vegetationsformen ...117

Tabelle 27: Übersicht zu Untersuchungsmethoden für Vegetationssubstrate und für Dränschichtschüttstoffe bei Dachbegrünungen ...120

Diese Abrufversion ist Ihre persönliche Version. Das Weiterleiten dieser Datei, oder einzelner Auszüge, an Dritte ist nur mit ausdrücklicher Zustimmung der FLL gestattet!

Vorwort

Die FLL-„Dachbegrünungsrichtlinien – Richtlinien für die Planung, Ausführung und Pflege von Dachbegrünungen“ sind aus den 1982 erstmals erschienenen „Grundsätzen für Dachbegrünungen“ entstanden und wurden seit 1990 mehrfach überarbeitet. Sie sind als Maßstab setzendes Regelwerk der Dachbegrünung in Deutschland anerkannt. Im Ausland werden die FLL-Dachbegrünungsrichtlinien mit großer Akzeptanz zur Kenntnis genommen und dienen in einigen Nachbarländern als Grundlage für die Entwicklung eigener Regelwerke.

Die FLL hat im Regelwerksausschuss (RWA) Dachbegrünung die bislang gültige Ausgabe 2008 überarbeitet. Als wesentliche Änderung wurde das Thema ‚Sicherungen gegen Materialverlagerung auf Flach- und Schrägdächern‘ grundlegend überarbeitet. Erstmalig werden nun die unterschiedlichen Formen der Materialverlagerung, wie Oberflächenerosion, Abrutschen und das sich Einstellen eines Schüttwinkels differenziert betrachtet. Diesen drei beschriebenen Arten der Materialverlagerungen werden entsprechende Sicherungsmaßnahmen zugeordnet. Darüber hinaus sind Themen ergänzt worden, die sich durch technische Entwicklungen und neue Fragestellungen ergeben haben. Rasenbegrünungen wurden als Vegetationsform mit eigenen Anforderungsprofilen für Rasensubstrate neu aufgenommen. Ebenso neu wird das Thema Artenvielfalt begrünter Dächer und Biodiversität behandelt, denn einen besseren Schutz der Tier- und Pflanzenwelt als auf Dächern wird man im städtischen Raum kaum erreichen können.

Schließlich wurden die Hinweise zu den benachbarten Gewerken der Dach- und Bauwerksabdichtung aufgrund der umfangreichen und grundlegenden Veränderungen von DIN 18195, DIN 18531, DIN 18532 und DIN 18533 angepasst.

„Bauwerksbegrünungen haben Einfluss auf das Klima in Städten. Diese umweltwirksamen und stadtklimatischen Effekte von Dach- und Fassadenbegrünung sind bislang wenig bekannt. Deshalb wird der Bund diese Effekte der Fassaden- und Dachbegrünung in den innerstädtischen Quartieren analysieren und einen Leitfaden für Bauherren, Eigentümer und Pächter über die Möglichkeiten der Bauwerksbegrünung entwickeln.“, so heißt es im ‚Weißbuch Stadtgrün‘ des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit.

Für diese und weitere Bestrebungen zur Erhöhung des Anteils grüner Infrastrukturen im urbanen Raum sind die FLL-Dachbegrünungsrichtlinien ein wichtiges Instrument bei der baulichen Umsetzung dieser Ziele.

Den Mitgliedern des Regelwerksausschusses (RWA) und des Arbeitskreises (AK) „Dachbegrünung“ sei herzlich gedankt, ohne deren großes ehrenamtliches Engagement eine Fortschreibung und Weiterentwicklung von Standards zur Begrünung von Dächern nicht möglich gewesen wäre.

Bonn, im Februar 2018

Dr. Karl-Heinz Kerstjens
Präsident der FLL

Prof. Gilbert Lösken
Leiter des RWA und AK Dachbegrünung

Diese Abrufversion ist Ihre persönliche Version. Das Weiterleiten dieser Datei, oder einzelner Auszüge, an Dritte ist nur mit ausdrücklicher Zustimmung der FLL gestattet!

1 Geltungsbereich, Zweck

1.1 Geltungsbereich

Die „Richtlinien für die Planung, Ausführung und Pflege von Dachbegrünungen – Dachbegrünungsrichtlinien“ gelten für Intensivbegrünungen, Einfache Intensivbegrünungen und Extensivbegrünungen auf Dächern und Decken, z. B. Dachterrassen, Hallendächer, Tiefgaragen und andere Bauwerksdecken mit i. d. R. bis 2 m Überdeckung (Abschnitt 9.2.2, Tabelle 3).

Werden – ggf. für Teilflächen – an den vorgesehenen Aufbau oder die Vegetationstragschicht andere Anforderungen gestellt, ist zu prüfen, ob hierfür von einzelnen Regelungen dieser Richtlinie abgewichen werden soll, z. B. wenn

- bei größeren Schichtdicken nach den Grundsätzen des Landschaftsbaus gemäß DIN 18915 oder nach den Grundsätzen des Erdbaus gemäß ATV DIN 18300 zu arbeiten ist;
- bei Rasensportplätzen oder anderen belastbaren Rasenflächen für die Vegetationstragschicht die DIN 18035-4 gelten soll;
- im Einzelfall bei Baumpflanzungen für die Vegetationstragschicht die FLL-„Empfehlungen für Baumpflanzungen – Teil 2: Standortvorbereitungen für Neupflanzungen“ gelten sollen;
- andere Begrünungsarten, Vegetationsformen oder Nutzungen vorgesehen sind (z. B. bepflanzte Wasseranlagen, Sumpfpflanzendächer, Nutzflächen für Wiesen, Obst, Gemüse, nachwachsende Rohstoffe und dergl.) und hierzu die Bauweise sowie Stoffe und Bauteile auf die jeweiligen Gegebenheiten und Begrünungsziele abgestimmt werden müssen.
- bei Retentionsdächern das Wasser zur Drosselung des Abflusses im Begrünungsaufbau, ggf. auch in einer zusätzlichen Schicht angestaut und temporär gespeichert werden soll. Der Abfluss erfolgt dabei abweichend von der üblichen Entwässerung unter definierten Bedingungen.

Zu Verkehrsflächen auf Bauwerken siehe FLL-„Empfehlungen zu Planung und Bau von Verkehrsflächen auf Bauwerken“.

1.2 Zweck

Die Begrünung von Bauwerken ist eine der Möglichkeiten zur ökologischen, funktionalen und gestalterischen Verbesserung des Wohn- und Arbeitsumfeldes. Dies bezieht sich sowohl auf Intensivbegrünungen als auch auf Einfache Intensivbegrünungen und Extensivbegrünungen und umfasst Bauweisen sowie Baustoffe und die Pflanzenverwendung.

Zweck der Richtlinie ist es, allgemein gültige Grundsätze und Anforderungen für die Planung, Ausführung und Unterhaltung darzustellen, die dem derzeitigen Stand der Erkenntnisse entsprechen und den Stand der Technik wiedergeben. Sie beziehen sich auf die Objektebene mit ergänzenden Planungs- und Baugrundlagen und haben ihren Schwerpunkt in den bau- und vegetationstechnischen Anforderungen. Sie richten sich an die Fachleute aller beteiligten Fachbereiche und Gewerke.

Diese Abrufversion ist Ihre persönliche Version. Das Weiterleiten dieser Datei, oder einzelner Auszüge, an Dritte ist nur mit ausdrücklicher Zustimmung der FLL gestattet!

2 Normative Verweisungen

Die in diesem Abschnitt aufgeführten Dokumente enthalten Festlegungen, die für die Anwendung dieser Richtlinien erforderlich sind.
Bei datierten Verweisen gilt die genannte Ausgabe, bei undatierten Verweisen gilt die aktuelle Ausgabe des genannten Dokuments.

GESETZE, VERORDNUNGEN O. Ä.

- Düngegesetz (DüngG) vom 9. Januar 2009 (BGBl. I S. 54, 136), zuletzt geändert durch Art. 2 des Gesetzes vom 31. Juli 2009 (BGBl. I S. 2539).
- Verordnung über das Inverkehrbringen von Düngemitteln, Bodenhilfsstoffen, Kultursubstraten und Pflanzenhilfsmitteln (Düngemittelverordnung – DüMV) vom 16. Dezember 2008 (BGBl. I S. 2524), zuletzt geändert durch Art. 1 der Verordnung vom 14. Dezember 2009 (BGBl. I S. 3905).

Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen – VOB

Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen – ATV:

- DIN 18299 Allgemeine Regelungen für Bauarbeiten jeder Art.
- DIN 18300 Erdarbeiten.
- DIN 18320 Landschaftsbauarbeiten.

DEUTSCHES INSTITUT FÜR NORMUNG E. V. (DIN):

DIN-Normen:

DIN 1986-30	Entwässerungsanlagen für Gebäude und Grundstücke – Teil 30: Instandhaltung
DIN 1986-100	Entwässerungsanlagen für Gebäude und Grundstücke – Teil 100: Zusätzliche Bestimmungen zu DIN EN 752 und DIN EN 12056
DIN 4045	Abwassertechnik – Grundbegriffe
DIN 4102-4	Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen; Zusammenstellung und Anwendung klassifizierter Baustoffe, Bauteile und Sonderbauteile
DIN 4102-7	Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen – Teil 7: Bedachungen; Begriffe, Anforderungen und Prüfungen
DIN 4426	Einrichtungen zur Instandhaltung baulicher Anlagen – Sicherheitstechnische Anforderungen an Arbeitsplätze und Verkehrswege - Planung und Ausführung
DIN 18035-4	Sportplätze; Rasenflächen
DIN 18040-1	Barrierefreies Bauen - Planungsgrundlagen – Teil 1: Öffentlich zugängliche Gebäude
DIN 18040-2	Barrierefreies Bauen - Planungsgrundlagen – Teil 2: Wohnungen
DIN 18040-3	Barrierefreies Bauen - Planungsgrundlagen – Teil 3: Öffentlicher Verkehrs- und Freiraum
DIN 18195	Begriffe

Diese Abrufversion ist Ihre persönliche Version. Das Weiterleiten dieser Datei, oder einzelner Auszüge, an Dritte ist nur mit ausdrücklicher Zustimmung der FLL gestattet!

DIN 18531-1	Abdichtung von Dächern sowie von Balkonen, Loggien und Laubengängen – Teil 1: Nicht genutzte und genutzte Dächer - Anforderungen, Planungs- und Ausführungsgrundsätze
DIN 18531-2	Abdichtung von Dächer sowie von Balkonen, Loggien und Laubengängen – Teil 2: Nicht genutzte und genutzte Dächer-Stoffe
DIN 18531-3	Abdichtung von Dächern sowie von Balkonen, Loggien und Laubengängen – Teil 3: Nicht genutzte und genutzte Dächer- Auswahl, Ausführung und Details
DIN 18532-1	Abdichtung von befahrbaren Verkehrsflächen aus Beton – Teil 1: Anforderungen, Planungs- und Ausführungsgrundsätze
DIN 18533-1	Abdichtung von erdberührten Bauteilen – Teil 1: Anforderungen, Planungs- und Ausführungsgrundsätze
DIN 18915	Vegetationstechnik im Landschaftsbau – Bodenarbeiten
DIN 18916	Vegetationstechnik im Landschaftsbau – Pflanzen und Pflanzarbeiten
DIN 18917	Vegetationstechnik im Landschaftsbau – Rasen und Saatarbeiten
DIN 18918	Vegetationstechnik im Landschaftsbau – Ingenieurbiologische Sicherungsbauweisen – Sicherungen durch Ansaaten, Bepflanzungen, Bauweisen mit lebenden und nicht lebenden Stoffen und Bauteilen, kombinierte Bauweisen
DIN 18919	Vegetationstechnik im Landschaftsbau – Instandhaltungsleistungen für die Entwicklung und Unterhaltung von Vegetation (Entwicklungs- und Unterhaltungspflege)

DIN EN-Normen:

DIN EN 1717	Schutz des Trinkwassers vor Verunreinigungen in Trinkwasser-Installationen und allgemeine Anforderungen an Sicherungseinrichtungen zur Verhütung von Trinkwasserverunreinigungen durch Rückfließen
DIN EN 1990	Eurocode: Grundlagen der Tragwerksplanung; Deutsche Fassung EN 1990:2002 + A1:2005 + A1:2005/AC:2010
DIN EN 1991-1-1	Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke – Teil 1-1: Allgemeine Einwirkungen auf Tragwerke - Wichten, Eigengewicht und Nutzlasten im Hochbau; Deutsche Fassung EN 1991-1-1:2002 + AC:2009
DIN EN 1991-1-2	Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke – Teil 1-2: Allgemeine Einwirkungen - Brandeinwirkungen auf Tragwerke; Deutsche Fassung EN 1991-1-2:2002 + AC:2009
DIN EN 1991-1-3	Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke – Teil 1-3: Allgemeine Einwirkungen, Schneelasten; Deutsche Fassung EN 1991-1-3:2003 + AC:2009
DIN EN 1991-1-4	Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke – Teil 1-4: Allgemeine Einwirkungen, Windlasten; Deutsche Fassung EN 1991-1-4:2005 + A1:2010 + AC:2010
DIN EN 12056-3	Schwerkraftentwässerungsanlagen innerhalb von Gebäuden – Teil 3: Dachentwässerung, Planung und Bemessung
DIN EN 15026	Wärme- und feuchtetechnisches Verhalten von Bauteilen und Bauelementen - Bewertung der Feuchteübertragung durch numerische Simulation; Deutsche Fassung EN 15026:2007

Diese Abrufversion ist Ihre persönliche Version. Das Weiterleiten dieser Datei, oder einzelner Auszüge, an Dritte ist nur mit ausdrücklicher Zustimmung der FLL gestattet!

DIN EN ISO-Normen:

DIN EN ISO 12958	Geotextilien und geotextilverwandte Produkte - Bestimmung des Wasserableitvermögens in der Ebene (ISO 12958:2010); Deutsche Fassung EN ISO 12958:2010
DIN EN ISO 17892-4	Geotechnische Erkundung und Untersuchung – Laborversuche an Bodenproben – Teil 4: Bestimmung der Korngrößenverteilung (ISO 17892-4:2016); Deutsche Fassung EN ISO 17892-4:2016
DIN EN ISO 25619-2	Geokunststoffe - Bestimmung des Druckverhaltens – Teil 2: Bestimmung des Kurzzeit-Druckverhaltens (ISO 25619-2:2015); Deutsche Fassung EN ISO 25619-2:2015

REGELWERKE, RICHTLINIEN, MERKBLÄTTER

BUNDESFACHABTEILUNG BAUWERKSABDICHTUNG IM HAUPTVERBAND DER DEUTSCHEN BAUINDUSTRIE (HDB)

- Technische Regeln für die Planung und Ausführung von Abdichtungen gegen von außen drückendes Wasser – BWA-Richtlinien für Bauwerksabdichtungen

DEUTSCHE GESETZLICHE UNFALLVERSICHERUNG E.V. – DGUV

- DGUV Vorschrift 38 mit BGV/GUV-V C22 DA
- DGUV Informationen 201-056

DEUTSCHES INSTITUT FÜR GÜTESICHERUNG UND KENNZEICHNUNG E.V. RAL (GÜTEGEMEINSCHAFT SUBSTRATE FÜR PFLANZENBAU E.V.

- Güte- und Prüfbestimmungen Dachsubstrate, Gütesicherung RAL–GZ 253

DEUTSCHER DACHGÄRTNER VERBAND E.V. DDV

- DDV-Leitfaden Sicherer Gewerkeübergang

FACHVEREINIGUNG BAUWERKSBEGRÜNUNG E.V. – FBB

- Wurzelfeste Bahnen und Beschichtungen, Prüfungen nach dem FLL-Verfahren
- Pflanzenarten mit starkem Rhizom-Wachstum, wie Bambus und Schilf

FORSCHUNGSGESELLSCHAFT FÜR STRAßEN– UND VERKEHRSWESEN FGSV

- M Geok E – Merkblatt über die Anwendung von Geokunststoffen im Erdbau des Straßenbaues

FORSCHUNGSGESELLSCHAFT LANDSCHAFTSENTWICKLUNG LANDSCHAFTSBAU E.V. – FLL

- Bewässerungsrichtlinien – Richtlinien für die Planung, Installation und Instandhaltung von Bewässerungsanlagen in Vegetationsflächen
- Bewertung von Dachbegrünungen; Empfehlungen zur Bewertung in der Bauleitplanung, bei der Baugenehmigung und bei der Bauabnahme
- Empfehlungen für Baumpflanzungen
  - Teil 1: Planung, Pflanzarbeiten, Pflege
  - Teil 2: Standortvorbereitungen für Neupflanzungen; Pflanzgruben und Wurzelraumerweiterung Bauweisen und Substrate
- Empfehlungen für Begrünungen mit gebietseigenem Saatgut
- Empfehlungen zu Planung und Bau von Verkehrsflächen auf Bauwerken
- Empfehlungen zur Versickerung und Wasserrückhaltung
- Gütebestimmungen für Baumschulpflanzen
- Gütebestimmungen für Stauden
- Hinweise zur Pflege und Wartung von begrünten Dächern

Diese Abrufversion ist Ihre persönliche Version. Das Weiterleiten dieser Datei, oder einzelner Auszüge, an Dritte ist nur mit ausdrücklicher Zustimmung der FLL gestattet!

- Leitfaden „Gebäude, Begrünung, Energie – Potenziale und Wechselwirkungen (Forschungsbericht, 2014)
- Regel-Saatgut-Mischungen Rasen – RSM
- TL Fertigrasen – Technische Lieferbedingungen für Rasensoden aus Anzuchtbeständen

HAUPTVERBAND DER GEWERBLICHEN BERUFSGENOSSENSCHAFTEN – HVBG

- Unfallverhütungsvorschriften Bauarbeiten BG-Vorschriften C 22 VBG 37
- Durchführungsanweisungen Bauarbeiten BGW C 22 DA

SOZIALVERSICHERUNG FÜR LANDWIRTSCHAFT, FORSTEN UND GARTENBAU – SVLFG

- Unfallverhütungsvorschrift Gartenbau, Obstbau und Parkanlagen, VSG 4.2

ZENTRALVERBAND DES DEUTSCHEN DACHDECKERHANDWERKS – FACHVERBAND DACH–, WAND– UND ABDICHTUNGSTECHNIK E.V. UND HAUPTVERBAND DER DEUTSCHEN BAUINDUSTRIE E.V. BUNDESFACHABTEILUNG BAUWERKSABDICHTUNG

- Fachregel für Abdichtungen – Flachdachrichtlinie

Diese Abrufversion ist Ihre persönliche Version. Das Weiterleiten dieser Datei, oder einzelner Auszüge, an Dritte ist nur mit ausdrücklicher Zustimmung der FLL gestattet!

3 Begriffe

Abflussbeiwerte
Abflussbeiwerte werden bei Berechnungen von Niederschlagsabflüssen verwendet um das unterschiedliche, von der Beschaffenheit der Dachflächen abhängige Abflussverhalten, zu berücksichtigen. Durch die Abflussbeiwerte werden die zum Abfluss kommenden prozentualen Anteile von Regenmengen einer bestimmten Zeiteinheit ermittelt.

Spitzenabflussbeiwerte
Spitzenabflussbeiwerte C_s nach DIN 1986-100 für die Berechnung der abflusswirksamen Fläche zur Bemessung von Dachabläufen und Leitungsquerschnitten und Überflutungsnachweisen. Sie geben das Verhältnis einer Bemessungsregenspende zum Regenwasserabfluss innerhalb der Zeitdauer der Regenspende wieder.

Jahresabflussbeiwert
Jahresabflussbeiwerte Ψ_a sind Kennwerte zur Beurteilung des tatsächlichen Wasserrückhalts durch eine Dachbegrünung im jahreszeitlichen Ablauf bei freier Bewitterung, als Maß des Jahresretentionsvermögens.

Mittlere Abflussbeiwerte
Mittlere Abflussbeiwerte C_m nach DIN 1986-100 für die Berechnung des Volumens von Niederschlagswasserrückhalteräumen.

Abrutschen
oder Gleiten beschreibt eine Massenbewegung (Schichten des Begrünungsaufbaus) entlang einer Schichtgrenze. Es setzt ein, wenn die abwärts gerichteten Kräfte auf einer Ebene die Reibung an der Schichtgrenze überschreiten. Mit zunehmender Neigung einer Fläche vergrößern sich die abwärts gerichteten Kräfte und damit die Gefahr des Abrutschens.

Begrünungsarten
Zur groben Unterscheidung verschiedener Dachbegrünungen werden drei Begrünungsarten mit unterschiedlicher Nutzung und unterschiedlichem Aufwand in Herstellung und Pflege unterschieden:

Intensivbegrünungen
In der Regel genutzte und höherwertig gestaltete Gartenflächen auf dem Dach mit höherem Aufwand in Herstellung und Pflege.

Einfache Intensivbegrünungen
Genutzte oder nicht genutzte, meist einfach gestaltete Grünflächen auf dem Dach mit geringerem Aufwand in Herstellung und Pflege.

Extensivbegrünungen
In der Regel nicht genutzte naturnahe Grünflächen auf dem Dach mit niedrigem Aufwand in Herstellung und Pflege.

Dränschicht
Die Dränschicht (siehe Abschnitt 10) nimmt aufgrund ihres Hohlraumvolumens überschüssiges Wasser auf und führt es den Dachabläufen zu. Bei entsprechender stofflicher Ausbildung dient sie gleichzeitig der Wasserspeicherung, vergrößert den durchwurzelbaren Raum und übernimmt Schutzfunktion für den darunter liegenden Aufbau.

Diese Abrufversion ist Ihre persönliche Version. Das Weiterleiten dieser Datei, oder einzelner Auszüge, an Dritte ist nur mit ausdrücklicher Zustimmung der FLL gestattet!

Durchwurzelungsschutz
Der Durchwurzelungsschutz muss Beschädigungen der Dachabdichtung durch ein- oder durchdringende Pflanzenwurzeln und ggf. Rhizome dauerhaft verhindern (siehe Abschnitt 8.2 und Anhang C).

Entwicklungspflege
⇨ Pflegephasen

Fertigstellungspflege
⇨ Pflegephasen

Filterschicht
Die Filterschicht (siehe Abschnitt 11) verhindert, dass feinere Boden- und Substratteile aus der Vegetationstragschicht in die Dränschicht eingeschlämmt werden und die Wasserdurchlässigkeit dieser Schicht beeinträchtigen.

Gleitlage
Eine Gleitlage unterbindet eine nicht erwünschte Kraftübertragung benachbarter Stoffe untereinander und verringert die Reibkräfte zwischen zwei Schichten.

Maximale Wasserkapazität
beschreibt die Menge Wasser die ein wassergesättigter Stoff nach zweistündigem Abtropfen hält.

Oberflächenerosion
ist ein Partikeltransport entlang einer Substrat- oder Bodenoberfläche in Folge der Einwirkung von z. B. Wind, Wasser oder Eis.

Pflegephasen
DIN 18916, DIN 18917 und DIN 18919 unterscheiden folgende Pflegephasen:

Leistungen zur Fertigstellung (Fertigstellungspflege)	Zum Erreichen eines Anwuchserfolges sind nach der Pflanzung Leistungen zur Fertigstellung (Fertigstellungspflege) erforderlich. Diese haben zum Ziel einen Zustand zu erreichen, der bei anschließenden Leistungen zur Instandhaltung nach DIN 18919 die gesicherte Weiterentwicklung ermöglicht. (nach DIN 18916 Vegetationstechnik im Landschaftsbau; Pflanzen und Pflanzarbeiten).
Instandhaltungsleistungen zur Entwicklung (Entwicklungspflege)	Leistungen zur Erzielung eines funktionsfähigen Zustandes. Sie schließen an die Leistungen zur Fertigstellung (Fertigstellungspflege) nach DIN 18916, DIN 18917 an. Die Dauer bis zum Erreichen des funktionsfähigen Zustandes ist abhängig von der Art der Vegetation und den Standortverhältnissen. Sie beträgt z. B. bei Rasen einige Wochen und kann z. B. bei Bäumen bis zu 15 Jahre andauern. (nach DIN 18919 Instandhaltungsleistungen für die Entwicklung und Unterhaltung von Vegetation (Entwicklungs- und Unterhaltungspflege)).
Instandhaltungsleistungen zur Unterhaltung (Unterhaltungspflege)	Leistungen zur Erhaltung des funktionsfähigen Zustandes. Diese Leistungen schließen an die Instandhaltungsleistungen zur Entwicklung an. (nach DIN 18919 Instandhaltungsleistungen für die Entwicklung und Unterhaltung von Vegetation (Entwicklungs- und Unterhaltungspflege)).

Diese Abrufversion ist Ihre persönliche Version. Das Weiterleiten dieser Datei, oder einzelner Auszüge, an Dritte ist nur mit ausdrücklicher Zustimmung der FLL gestattet!

Schutzlage/Schutzschicht
Schutzlage/Schutzschicht und Schutzmaßnahmen dienen dem Schutz der Dachabdichtung und/oder des Durchwurzelungsschutz.

Schutzlage
dauerhafter Schutz einer Abdichtungsschicht aus bahnenförmigen Stoffen gegen mechanische und/oder thermische und/oder chemische Einwirkung.

Schutzmaßnahme
temporärer Schutz einer Abdichtungsschicht während der Bauphase

Schutzschicht
dauerhafter, ggf. auch lastverteilender Schutz einer Abdichtungsschicht gegen mechanische und/oder thermische und/oder chemische Einwirkung (siehe Abschnitt 8.3).

Schüttstoffverlagerung beim Entstehen des Schüttwinkels
tritt bei künstlich aufgeschütteten oder eingebauten Materialien z. B. Dachbegrünungssubstraten auf. Hierbei stellt sich langfristig der natürliche Schüttwinkel des Materials ein. Es kann zu einer Massenbewegung kommen, bei der die Scherfuge durch den Schüttstoff verläuft. In diesem Fall überschreitet die auftretende Scherkraft im Schüttstoff den inneren Reibungswinkel des Materials.

Substrat
aus miteinander vermischten Stoffen oder aus aufbereiteten Böden nach definierten Anforderungen hergestellter Bodenersatz als Vegetationsstandort.

Trennlage
Eine Trennlage bewirkt die Trennung von Stoffen, die chemisch miteinander nicht verträglich sind.

Unterhaltungspflege
⇨ Pflegephasen

Vegetationstragschicht
Die Vegetationstragschicht (siehe Abschnitt 12) bildet die Grundlage für das Pflanzenwachstum und muss intensiv durchwurzelbar sein.

Wurzelbereich / Durchwurzelbarer Bereich
Bereich der Dachbegrünung der i. d. R. durchwurzelt wird. Er umfasst sowohl die Vegetationstragschicht, als auch den Bereich der Dränschicht.

Diese Abrufversion ist Ihre persönliche Version. Das Weiterleiten dieser Datei, oder einzelner Auszüge, an Dritte ist nur mit ausdrücklicher Zustimmung der FLL gestattet!

4 Rechtliche Rahmenbedingungen

Die Begrünung von Dächern bedarf in der Regel keiner gesonderten Genehmigung. Rechtliche Anforderungen, die sich aus dem jeweiligen Landes- oder Kommunalrecht ergeben, sind zu prüfen.

4.1 Bauplanungsrecht

In dem für das Grundstück geltenden Bebauungsplan (B-Plan) können aus städtebaulichen, klimatischen, naturschutzfachlichen oder wasserwirtschaftlichen Gründen konkrete Festsetzungen hinsichtlich der Ausführung und Gestaltung von Dachflächen enthalten sein. Diese können Mindeststandards für begrünte Dächer z. B. hinsichtlich Substratauftrag, Vegetationstyp, Freiraumnutzung oder Regenwasserspeicherung enthalten. Bei Festsetzung von z. B. Dachbegrünungen und erneuerbarer Energiegewinnung ist ggf. die Vorrangigkeit vorzugeben bzw. eine Kompatibilität zu fordern.

4.2 Bauordnungsrecht

Die jeweils geltende Landesbauordnung gibt vor, ob für die Errichtung eines Gründaches eine Baugenehmigung erforderlich ist.

- Bei einer nachträglichen Dachbegrünung (ohne eigenständige Nutzung) kann i. d. R. davon ausgegangen werden, dass ein Gründach - als Teil der Dacheindeckung - keiner Baugenehmigung bedarf. Sollte jedoch eine Befreiung oder Ausnahme vom B-Plan erforderlich sein, wäre hierfür eine gesonderte Abweichungsentscheidung bei der zuständigen Bauaufsichtsbehörde zu beantragen. Im Übrigen sind auch bei verfahrensfreien Gründächern die öffentlich-rechtlichen Vorschriften bei der Errichtung und Unterhaltung vom Bauherrn einzuhalten.
- Sind auf einem begrünten Dach eigenständige Nutzungen wie z. B. Aufenthaltsbereiche oder Anlagen zur Energiegewinnung beabsichtigt, dürfte i. d. R. eine Baugenehmigung erforderlich sein. Dabei sind länder-, kommunal- oder nachbarschaftsrechtliche Regelungen zu berücksichtigen. Welche Bauvorlagen (Grundriss, Baubeschreibung etc.) einzureichen sind, wird durch die zur Bauordnung erlassenen Bauvorlagenverordnungen bestimmt. Soweit erforderlich, sind Nachweise zur Tragfähigkeit, zur Verkehrssicherheit und zum Brandschutz zu führen, um eine sichere Nutzung zu gewährleisten.
- Einige Städte und Kommunen haben Satzungen bzw. Verordnungen erlassen, die die Begrünung baulicher Anlagen aus baugestalterischen oder ökologischen Gründen regeln.

4.3 Denkmalschutz

Bei baulichen Anlagen, die in die Denkmalliste eingetragen sind, ist im Einzelfall eine denkmalschutzrechtliche Genehmigung erforderlich.

4.4 Naturschutz

Dachbegrünungen, die nach §15 des Bundesnaturschutzgesetzes (BNatSchG) als Kompensation oder Minimierung von Eingriffen in Natur und Landschaft festgesetzt sind, unterliegen einem besonderen Schutzstatus. Hier bedürfen bauliche und instandhaltungsbedingte Veränderungen der naturschutzrechtlichen Genehmigung.

4.5 Abwasserrecht

Für die eingesetzten Materialien gelten die baurechtlichen Qualitätsstandards sowie länderspezifische abwasserrechtliche Anforderungen hinsichtlich der Indirekt- und Direkteinleitung von Dach- und Dränagewasser.

Diese Abrufversion ist Ihre persönliche Version. Das Weiterleiten dieser Datei, oder einzelner Auszüge, an Dritte ist nur mit ausdrücklicher Zustimmung der FLL gestattet!

5 Begrünungsarten und Vegetationsformen

5.1 Begrünungsarten

5.1.1 Allgemeines

Bei Dachbegrünungen sind in Abhängigkeit von der Nutzung, den bautechnischen Gegebenheiten und der Bauweise drei Begrünungsarten zu unterscheiden, die die Pflanzenauswahl und den Vegetationsaspekt entscheidend bestimmen:

- Intensivbegrünungen;
- Einfache Intensivbegrünungen;
- Extensivbegrünungen.

Jede Begrünungsart umfasst eine Vielzahl von Ausbildungsformen der Vegetation mit fließenden Übergängen und standortabhängigen Differenzierungen, die dynamischen Veränderungen unterliegen. Unter Berücksichtigung von Erkenntnissen aus Pflanzenverwendung und Vegetationskunde können die drei Begrünungsarten durch nachfolgende Unterscheidungskriterien voneinander abgegrenzt werden.

5.1.2 Intensivbegrünungen

Intensivbegrünungen können aus Stauden, Gräsern, Blumenzwiebeln, Sommerblumen und Gehölzen, im Einzelfall auch Bäumen, sowie Rasenflächen bestehen. Sie können flächig, höhendifferenziert oder punktuell ausgebildet sein. In den Möglichkeiten der Nutzungs- und Gestaltungsvielfalt sind sie bei entsprechender Ausstattung mit bodengebundenen Freiräumen vergleichbar.

Die verwendeten Pflanzen stellen hohe Ansprüche an den Schichtaufbau.

Diese Begrünungsart ist nur durch eine intensive Pflege, vor allem eine regelmäßige Wasser- und Nährstoffversorgung, dauerhaft zu erhalten.

5.1.3 Einfache Intensivbegrünungen

Einfache Intensivbegrünungen sind i. d. R. als bodendeckende Begrünungen mit Gräsern, Stauden und Gehölzen ausgebildet. Die Nutzungs- und Gestaltungsvielfalt ist im Vergleich zu Intensivbegrünungen eingeschränkt.

Die verwendeten Pflanzen stellen geringere Ansprüche an den Schichtaufbau sowie an die Wasser- und Nährstoffversorgung.

Der Herstellungsaufwand ist niedriger als bei Intensivbegrünungen. Pflegemaßnahmen sind in reduziertem Umfang erforderlich. Je nach vorgesehenem Begrünungsziel kann Fremdvegetation, z. B. bodendeckende Kräuter und Moose, toleriert werden.

Diese Abrufversion ist Ihre persönliche Version. Das Weiterleiten dieser Datei, oder einzelner Auszüge, an Dritte ist nur mit ausdrücklicher Zustimmung der FLL gestattet!

5.1.4 Extensivbegrünungen

Extensivbegrünungen sind naturnah gestaltete Vegetationsformen, die sich weitgehend selbst erhalten und weiterentwickeln.

Es werden Pflanzen mit besonderer Anpassung an die extremen Standortbedingungen und hoher Regenerationsfähigkeit verwendet. Die Pflanzen sollten dem mitteleuropäischen Florenraum entstammen bzw. eingebürgert sein.

Ziel bei den Extensivbegrünungen kann es sein, die Vegetationsentwicklung gegenüber einer spontanen Selbstbegrünung verkürzt zu initiieren und mit Hilfe der natürlichen Vegetationsdynamik dauerhafte Bestände zu etablieren.

Die weitgehend geschlossenen flächigen Vegetationsbestände werden aus Moosen, Sukkulenten, Kräutern und Gräsern gebildet und können durch Zwiebel- und Knollenpflanzen ergänzt werden. Die Vegetation unterliegt der natürlichen Bestandsumbildung, wobei sich auch andere Pflanzenarten ansiedeln können. Soll eine bestimmte Vegetation erhalten werden, z. B. ein vorgegebenes Vegetationsbild mit regelmäßiger flächendeckender Blüte von Kräutern und Sukkulenten oder die Zielvegetation als Ausgleichsmaßnahme anerkannt und erhalten werden, kann eine geringe aber gezielte, regelmäßige Nährstoffversorgung und angepasste Pflege erforderlich sein.

Insbesondere wenn die Vegetation auf geneigten Dächern den Erosionsschutz sicherstellen soll, kann eine witterungsabhängige Wasserversorgung erforderlich werden.

Der Aufwand bei der Herstellung und Unterhaltung von Extensivbegrünungen ist i. d. R. geringer als bei den Formen der Intensivbegrünung. Die erforderlichen Pflegemaßnahmen richten sich u. a. nach dem Begrünungsziel, den regionalen klimatischen Bedingungen und der Bauweise.

5.2 Vegetationsformen

5.2.1 Allgemeines

Bei der Pflanzenverwendung reicht die Spanne unter gestalterischen, ökologischen und funktionalen Gesichtspunkten von der Verwendung gärtnerischer Zuchtformen bei Intensivbegrünungen bis zu einer an natürliche Pflanzengesellschaften angelehnten Ansiedlung von Wildpflanzen bei Extensivbegrünungen, die Biotopcharakter haben.

Die nachfolgende Unterscheidung der Vegetationsformen kann bei der Vielzahl der Möglichkeiten nur exemplarisch sein und orientiert sich an den bestandsbildenden Pflanzengruppen. Objektbezogen können sich auf Teilflächen aufgrund abweichender Standortbedingungen unterschiedliche Vegetationsaspekte herausbilden.

Die angestrebte Zielvegetation ist im Leistungsverzeichnis eindeutig zu beschreiben und vorzugeben. Dies bezieht sich auch auf Maßnahmen zu ihrer Erhaltung und auf mögliche Veränderungen in Bezug zu den Standortbedingungen. Standortgerechte Fremdvegetation von Kräutern und Moosen ist tolerierbar, sofern sie nicht verdrängend wirken und bestimmenden Gestaltungs- oder Nutzungsabsichten nicht entgegen steht.

Diese Abrufversion ist Ihre persönliche Version. Das Weiterleiten dieser Datei, oder einzelner Auszüge, an Dritte ist nur mit ausdrücklicher Zustimmung der FLL gestattet!

5.2.2 Vegetationsformen von Intensivbegrünungen

Intensivbegrünungen beinhalten die nahezu uneingeschränkte Pflanzen- und Gestaltungsvielfalt in der Freiraumplanung, die jegliche Vegetationsform zulässt.

Einschränkungen bestehen objektabhängig in der Verwendung von größer werdenden Bäumen und strauchartigen Großgehölzen. Sie können sich aufgrund der besonderen Standortbedingungen auch auf Arten anderer Vegetationsgruppen erstrecken.

5.2.2.1 Nutzgärten

Eine Sonderform der intensiven Dachbegrünung sind Nutzgärten. Der Hauptunterschied zu einer typischen intensiven Dachbegrünung ist die Möglichkeit einer regelmäßigen Neubepflanzung auch durch Laien. Baulich sind die Dach-Nutzgärten so anzulegen, dass durch das Gärtnern keine Schäden an den Bauteilen der Dachkonstruktion, wie etwa der darunterliegenden Dachhaut entstehen können. Die bepflanzbaren Flächen sind so anzulegen, dass die Sicherheit der Gartennutzer bei der Gartenarbeit gewährleistet ist (z. B. Absturzsicherung).

5.2.2.2 Rasenbegrünungen

Rasenflächen für Spiel, Sport und Repräsentationszwecke sind eine besondere Form der Intensivbegrünung. Voraussetzung für eine funktionierende Anlage ist eine Klärung der Standortverhältnisse wie zum Beispiel Licht (Reflektion von Glasfassaden, Schatten), Wind (Erosion, Austrocknung) und Niederschlagverhältnisse (Fremdwasser, Regenschatten) und deren Einbeziehung in die Planung.

Aufgrund des hohen Wasserbedarfs und der vergleichsweise geringen Wurzeltiefe ist bei Rasenbegrünungen eine fest installierte Bewässerungseinrichtung zu empfehlen.

Rasenbegrünungen sind intensiv zu pflegen. Vor allem die Mahd sowie die Wasser- und Nährstoffversorgung haben regelmäßig zu erfolgen, um die Begrünung dauerhaft zu erhalten. Zu geringe Pflege kann fehlenden Aufwuchs oder eine Bestandsumbildung zur Folge haben.

5.2.3 Vegetationsformen von Einfachen Intensivbegrünungen

Bei Einfachen Intensivbegrünungen, die auch den Übergang von Intensivbegrünungen zu Extensivbegrünungen bilden, können zur Charakterisierung folgende Hauptvegetationsformen unterschieden werden:

- Gras-Kraut-Begrünungen;
- Wildstauden-Gehölz-Begrünungen;
- Gehölz-Stauden-Begrünungen;
- Gehölz-Begrünungen.

Diese Abrufversion ist Ihre persönliche Version. Das Weiterleiten dieser Datei, oder einzelner Auszüge, an Dritte ist nur mit ausdrücklicher Zustimmung der FLL gestattet!

5.2.4 Vegetationsformen von Extensivbegrünungen

Bei Extensivbegrünungen können zur Charakterisierung folgende Hauptvegetationsformen unterschieden werden:

- Moos-Sedum-Begrünungen;
- Sedum-Moos-Kraut-Begrünungen;
- Sedum-Kraut-Gras-Begrünungen;
- Gras-Kraut-Begrünungen.

Bei der Beurteilung und Einstufung der Vegetationsformen sind auch die Vegetationsaspekte in der allgemeinen Vegetationsruhe zu berücksichtigen. Einzelne Pflanzengruppen, insbesondere Moose, können dabei zeitweise und partiell Bestand bildend sein.

5.3 Ermittlung der Standortbedingungen für die Vegetation

5.3.1 Allgemeines

Die Ermittlung der Standortbedingungen für die Vegetation ist eine wesentliche Voraussetzung, um den dauerhaften Erfolg einer Dachbegrünung zu gewährleisten.

Bei den Standortbedingungen kann unterschieden werden in:

- klimatische und witterungsbedingte Faktoren;
- bauwerksspezifische Faktoren;
- pflanzenspezifische Faktoren.

5.3.2 Klimatische und witterungsbedingte Faktoren

Es sind zu berücksichtigen:

- die regionalen Klimaverhältnisse;
- das örtliche Kleinklima;
- die Menge und jahreszeitliche Verteilung der Niederschläge;
- die mittlere Sonnenscheindauer;
- das Auftreten von Trockenperioden;
- das Auftreten von Frostperioden mit und ohne Schneebedeckung;
- die Hauptwindrichtung.

5.3.3 Bauwerksspezifische Faktoren

Es sind zu berücksichtigen:

- die Sonnen-, Schatten- und Wechsellicht-Bereiche;
- das Ablenken von Niederschlägen durch das Bauwerk;
- die Wirkung von Abluftemissionen;
- die Windströmungsverhältnisse;

Diese Abrufversion ist Ihre persönliche Version. Das Weiterleiten dieser Datei, oder einzelner Auszüge, an Dritte ist nur mit ausdrücklicher Zustimmung der FLL gestattet!

- die Exposition der Dachflächen;
- die Belastung durch reflektierende Fassaden und Bauteile;
- die zusätzliche Wasserbelastung aus angrenzenden Bauteilen;
- das Gefälle bzw. die Neigung der Dachflächen und deren Längenausdehnung;
- die Lastannahmen und die daraus resultierende Dicke des Schichtaufbaues;
- zusätzliche technische Aufbauten, z. B. Klimageräte, Sendeanlagen, Solaranlagen;
- Pfützenbildung auf der Dachfläche.

5.3.4 Pflanzenspezifische Faktoren

Bei Intensivbegrünungen sind zu beachten:

- die eingeschränkte Winterfestigkeit einzelner Arten, insbesondere immergrüner Pflanzen und bei geringen Aufbaudicken;
- die Windfestigkeit von Stauden und Gehölzen in windexponierten Lagen;
- die Empfindlichkeit einzelner Arten gegen Rückstrahlung und Wärmestau;
- die Empfindlichkeit jeder Vegetation gegen chemisch belastete Abluft, Warm- und Kaltluftemissionen;
- die Ausläuferbildung verschiedener Arten und Sorten;
- bei Gräsern mit aggressivem Rhizomwachstum, z. B. Bambusarten, sind der Wurzelschutz und sonstige Bauteile zusätzlich gegen Ein- und Durchdringung zu schützen;
- der Wuchsdruck unterirdischer Pflanzenteile (Wurzeln und Rhizome) gegen Bauteile;
- das Durchwachsen von Veredlungsunterlagen;
- die Konkurrenzschwäche verschiedener Arten und Sorten bei geringen Aufbaudicken.

Bei Extensivbegrünungen sind zu beachten:

- der Einfluss von Windeinwirkung und Intensität der Sonneneinstrahlung auf den Wasserhaushalt;
- die Ansprüche von Pflanzen der Trockenstandorte an den Lufthaushalt im Schichtaufbau;
- die Empfindlichkeit auch dieser Vegetationsformen gegen chemisch belastete Abluft, Warm- und Kaltluftemissionen;
- die Umbildung zu Vegetationsformen wechselfeuchter oder dauerfeuchter Standorte bei Schattenlagen oder in vernässten Bereichen, z. B. bei Dachgefälle < 2 %;
- die Konkurrenzschwäche verschiedener Sorten und Arten gegenüber einwandernden Arten aus der Umgebungsflora;
- die zeitweise oder dauerhafte Bestandsumbildung durch Moosarten aus jahreszeitlichen Gründen oder der Konkurrenzschwäche angesiedelter Kräuter, Gräser oder Sukkulenten;
- die Möglichkeit verstärkt auftretenden Fremdbewuchses durch einwandernde Arten der Umgebungsflora. Dies bezieht sich auf Gehölze, z. B. Pappeln, Weiden, Birken, wie auch Kräuter und Gräserarten. Dies ist bei Maßnahmen für die Pflege- und Unterhaltung schon während der Planung zu beachten;
- bei stärker geneigten Dächern die unterschiedlichen Vegetationsausbildungen auf sonnigen- und absonnigen Teilflächen sowie im Firstbereich und an der Traufe.

Diese Abrufversion ist Ihre persönliche Version. Das Weiterleiten dieser Datei, oder einzelner Auszüge, an Dritte ist nur mit ausdrücklicher Zustimmung der FLL gestattet!

6 Funktionen und Wirkungen

6.1 Allgemeines

Begrünte Dächer erfüllen vielfältige ineinandergreifende Funktionen und Wirkungen, die sich

- städtebaulichen und freiraumplanerischen,
- ökologischen,
- schützenden und ökonomischen

Schwerpunkten zuordnen lassen.

Sie können situationsbezogen in unterschiedlicher Weise und Gewichtung auftreten. Eine Aufgliederung nach den wesentlichen Aspekten ist daher nicht frei von Überschneidungen und kann nur exemplarisch sein, wobei die Abfolge keine Wertung beinhaltet.

Die Funktionen und Wirkungen werden im Rahmen von Umweltverträglichkeitsprüfungen und Eingriffsregelungen zur Bewertung von Baumaßnahmen herangezogen, wobei in den einzelnen Kommunen und Bundesländern eine unterschiedliche Vorgehensweise und Gewichtung erfolgt. Um die angestrebten Funktionen und Wirkungen zu gewährleisten, empfiehlt sich bei entsprechenden Auflagen die Festsetzung von Mindeststandards, bezogen auf Aufbau und Dicke der Schichten sowie der Vegetationsform (siehe auch FLL-„Bewertung von Dachbegrünungen“).

6.2 Städtebaulich-freiraumplanerische Funktionen und Wirkungen

- Schaffung zusätzlicher Grünflächen und Freiräume auf der gleichen Grundstücksfläche ohne zusätzliche Grunderwerbskosten;
- Erhaltung und Rückgewinnung von Grünflächen und Freiräumen als Kompensationsmaßnahme an Standorten, die durch Bebauung oder Versiegelung beansprucht werden;
- Verbesserung des Stadt- und Landschaftsbildes durch vermehrtes Einbringen von Pflanzen, Grünelementen und Grünflächen als akzentuierende, gliedernde und raumbildende Gestaltungselemente;
- Verbesserung des Wohn- und Arbeitsumfeldes durch Zuordnung von erlebbaren und benutzbaren privaten und öffentlichen Freiräumen zum unmittelbaren Wohn- und Arbeitsbereich des Menschen;
- Verbesserung des naturhaften Erlebens einsehbarer Dachflächen im Nahbereich durch Pflanzen, Grünelemente und Grünflächen im Vergleich zu frei bewitterten oder bekiesten Dachflächen.

Diese Abrufversion ist Ihre persönliche Version. Das Weiterleiten dieser Datei, oder einzelner Auszüge, an Dritte ist nur mit ausdrücklicher Zustimmung der FLL gestattet!

6.3 Ökologische Funktionen und Wirkungen

- Berücksichtigung von Belangen der Grünplanung, der Landschaftspflege und des Naturschutzes im Siedlungsbereich und in der freien Landschaft;
- Schaffung von Bezugsflächen und artenreichen Lebensräumen für die verdrängte Flora und Fauna im Siedlungsbereich;
- Verzögerung des Abflusses und Rückhaltung von Niederschlagswasser sowie Wiedereinbringen in den natürlichen Kreislauf durch Evaporation und Transpiration;
- Verbesserung des Kleinklimas durch Ausgleich von Temperaturextremen, Verminderung der Rückstrahlungsintensität auf benachbarte Bereiche, Erhöhung der Luftfeuchtigkeit und Verbesserung der Staubbindung im Vergleich zu einer frei bewitterten oder bekiesten Dachabdichtung.

6.4 Schützende und ökonomische Funktionen und Wirkungen

- Verringerung der physikalischen, chemischen und biologischen Beanspruchung des Dachaufbaues und insbesondere der Dachabdichtung durch Ausgleich von Temperaturextremen, Abhalten von UV-Strahlen und Immissionen sowie Verhinderung von Blasenbildungen und Verkrustungen;
- Einschränkung der Gefahr von äußeren mechanischen Beschädigungen der Dachabdichtung und Verminderung des Windsogeinflusses;
- Schutz gegen Flugfeuer und strahlende Wärme;
- Verbesserung der Tritt- und Luftschalldämmung;
- Verbesserung des winterlichen und insbesondere des sommerlichen Wärmeschutzes;
- Verringerung des Abflussbeiwertes bei der Grundstücksentwässerung;
- Rückhaltung von Niederschlagswasser;
- Entlastung der Stadtentwässerung;
- Retentionsraum für die Siedlungswasserwirtschaft;
- Wertsteigerung der Immobilie durch eine repräsentative Bauwerksbegrünung;
- Imagegewinn für den Eigentümer und Nutzer des Gebäudes durch sichtbar nachhaltiges und verantwortliches Handeln.

Diese Abrufversion ist Ihre persönliche Version. Das Weiterleiten dieser Datei, oder einzelner Auszüge, an Dritte ist nur mit ausdrücklicher Zustimmung der FLL gestattet!

7 Anforderungen an Bauwerk und Baustoffe

7.1 Planungsvoraussetzungen

Die Eigenschaften des Bauwerkes und der Dachflächen sind im Rahmen der Planung in bau- und vegetationstechnischer Hinsicht festzustellen und zu bewerten. Daraus können sich weitere spezielle Anforderungen an die Ausbildung des Bauwerkes und die Dachbegrünung sowie auch die Nichteignung für bestimmte Begrünungsarten oder Vegetationsformen ergeben.

Bei der Planung des Dachbegrünungsaufbaus sind Gebäudeanforderungen, die seitens der Hochbauplanung vorgegeben werden, zu beachten. Dies gilt insbesondere für die tragende Dach-/Deckenkonstruktion und die dämm- und dichtungstechnischen Schichtenaufbauten einschließlich eines ggf. erforderlichen Schutzes.

Die Leistungsgrenze der Planung zwischen Hochbau- und Grünplanung ist frühzeitig festzulegen. Diese liegt im Regelfall bei der Oberkante der Schutzlage.

Die Leistungsgrenze der Ausführung zwischen Abdichtung und Dachbegrünung ist durch die Planung festzulegen und durch das Leistungsverzeichnis eindeutig abzugrenzen. Die Leistungsgrenze liegt z. B. oberhalb der Abdichtung oder oberhalb der Schutzlage.

Die Eignung der abgedichteten Dachfläche (Statik, Druckfestigkeit, Bauphysik, Wasserdichtigkeit, Wurzel-/ Rhizomfestigkeit) für die vorgesehene Dachbegrünung und Nutzung ist dem Ausführenden gegenüber seitens des Auftraggebers durch Nachweis der Abnahme zu bestätigen.

Vom Ersteller der Dachbegrünung ist das Gewerk Abdichtung, einschließlich der regelgerechten An- und Abschlusshöhen, vor dem Ausführungsbeginn durch Inaugenscheinnahme zu prüfen. Bei offensichtlichen Mängeln oder kritischen Bereichen ist der Auftraggeber zu informieren und das weitere Vorgehen abzustimmen.

7.2 Art der Nutzung/Benutzbarkeit

Bei der Nutzung ist zwischen bautechnischen Gesichtspunkten, die Dachkonstruktion betreffend, und der Benutzbarkeit durch Menschen zu unterscheiden. Bautechnische Gesichtspunkte zur Nutzung werden in DIN EN 1991-1-1, DIN 18195, DIN 18531, DIN 18532, DIN 18533 und in der ZVDH/HDB-„Fachregel für Abdichtungen – Flachdachrichtlinie“ vorgegeben.

Die Benutzbarkeit von begrünten Dächern durch Menschen beschränkt sich im Wesentlichen auf die zum Aufenthalt vorgesehenen und entsprechend befestigten Wege- und Terrassenflächen. Die großflächige Benutzung der Dachbegrünung ist nur bei entsprechend belastbaren Rasenflächen möglich. Auf die Regelwerke zum barrierefreien Bauen, DIN 18040-1, DIN 18040-2 und DIN 18040-3 wird hingewiesen.

Die vorgesehene Nutzung ist dem Bauingenieur für die statische Berechnung mitzuteilen, um die Ermittlung der Nutzlasten in Abhängigkeit von den Nutzungskategorien nach DIN EN 1991-1-1 zu ermöglichen. Bei Nutzungsänderungen der Dachbegrünung ist insbesondere die sich ändernde Nutzlast zu beachten, die beispielsweise auf Terrassen mit ausschließlicher Nutzung durch Personen größer sein kann als in Bereichen mit Fahrzeugverkehr.

Bei der Nutzung für den Aufenthalt von Personen sind Umwehrungen zum Schutz gegen Absturz erforderlich.

Diese Abrufversion ist Ihre persönliche Version. Das Weiterleiten dieser Datei, oder einzelner Auszüge, an Dritte ist nur mit ausdrücklicher Zustimmung der FLL gestattet!

7.3 Dachneigung/-gefälle

Im Hinblick auf die bau- und vegetationstechnischen Anforderungen der Begrünungsarten sind die Dachneigungen (Grad) bzw. das Dachgefälle (Prozent) zu beachten.

Für Extensivbegrünungen und Einfache Intensivbegrünungen sollen Dächer mit einem geplanten Gefälle von mindestens 2 % der Regelfall sein. Eine geregelte Entwässerung entspricht den grundsätzlichen Bedürfnissen der Vegetation von Extensivbegrünungen.

Flachdächer und Teilbereiche wie Traufen und Kehlen ohne oder mit zu geringer Gefälleausbildung (< 2 %) können ganz- oder teilflächig einen nicht beabsichtigten Wasseranstau aufweisen, der für Extensivbegrünungen problematisch sein kann. Es ist mit Pflanzenausfällen und Vegetationsumbildungen sowie verstärkter Ansiedlung von Fremdvegetation (z. B. Gehölzsämlingen) zu rechnen.

Die Wirksamkeit von größeren Schichtdicken oder zusätzlichen Dränschichten ist bei stehendem Wasser begrenzt. Dadurch können die Auswirkungen von Staunässe und erhöhtem Wasserangebot auf die Vegetationsentwicklung nicht so beeinflusst werden, als ob ein ausreichendes Dachgefälle vorhanden wäre.

Begrenzte Abhilfe kann dadurch erreicht werden, dass stehendes Wasser für Pflanzen weitestgehend unzugänglich gemacht wird. Dies kann z. B. durch den Einbau einer Wasser verdrängenden oder Abstand haltenden Schicht (z. B. Dämmelemente evtl. in Kombination mit Dränplatten) erreicht werden. Die Bereiche mit stehendem Wasser und die zu erwartende Wasserhöhe sind bei Dächern mit zu geringem Gefälle vor dem Aufbau der Dachbegrünung zu ermitteln, um die entsprechenden Maßnahmen festlegen zu können. Sind diese Maßnahmen im Einzelfall nicht Erfolg versprechend, so ist zu prüfen, ob eine Vegetationsumbildung toleriert werden soll oder ob von vorne herein eine andere, an die zu erwartenden Standortverhältnisse mit erhöhtem Wasserangebot angepasste, Vegetationsansiedlung vorzusehen ist. Bei Intensivbegrünungen mit Anstaubewässerung sind die Dächer ohne Gefälle auszubilden oder Anstauschwellen vorzusehen.

Tabelle 1: Beispielhafte Gegenüberstellung der Werte von Prozent Gefälle und Grad Neigung

Nr.	1		2	
1	**Gefälle in Prozent entspricht Neigung in Grad**		**Neigung in Grad entspricht Gefälle in Prozent**	
2	1%	≙ 0,6°	1°	≙ 1,7%
3	2%	≙ 1,1°	2°	≙ 3,5%
4	3%	≙ 1,7°	3°	≙ 5,2%
4	5%	≙ 2,9°	5°	≙ 8,8%
4	7%	≙ 4,0°	7°	≙ 12,3%
5	9%	≙ 5,1°	9°	≙ 15,8%
6	10%	≙ 5,7°	10°	≙ 17,6%
7	15%	≙ 8,5°	15°	≙ 26,8%
8	20%	≙ 11,3°	20°	≙ 36,4%
9	30%	≙ 16,7°	25°	≙ 46,6%
10	40%	≙ 21,8°	30°	≙ 57,7%
11	60%	≙ 31,0°	35°	≙ 70,0%
12	80%	≙ 38,7°	40°	≙ 83,9%
13	100%	≙ 45,0°	45°	≙ 100,0%

Diese Abrufversion ist Ihre persönliche Version. Das Weiterleiten dieser Datei, oder einzelner Auszüge, an Dritte ist nur mit ausdrücklicher Zustimmung der FLL gestattet!

Mit zunehmendem Gefälle erfolgt eine schnellere Wasserabführung. Ab einer Dachneigung von 5° (ca. 8,8% Gefälle) sollte dies durch einen Schichtaufbau mit höherem Wasserspeichervermögen und geringerer Dränleistung oder durch eine Vegetationsform mit geringerem Wasserbedarf ausgeglichen werden.

Mit zunehmender Dachneigung sind besondere Maßnahmen gegen Materialverlagerung zu beachten (siehe auch Abschnitt 8.10). Bei Dächern mit einer Dachneigung von mehr als 45° sollte von einer Begrünung aufgrund der damit verbundenen bautechnischen und vegetationstechnischen Problematik abgesehen werden.

7.4 Dachbauweisen und Begrünbarkeit

Je nach Dachbauweise sind unterschiedliche konstruktive und bauphysikalische Bedingungen für die Begrünung zu beachten, die sich auf die Eignung und Wirkungsweise aller Schichten und Stoffe im Dachaufbau beziehen. Im Einzelnen sei auf die ZVDH/HDB-„ Fachregel für Abdichtungen – Flachdachrichtlinie“, sowie auf die „BWA-Richtlinien für Bauwerksabdichtungen; Technische Regeln für die Planung und Ausführung von Abdichtungen gegen von außen drückendes Wasser“ verwiesen.

7.4.1 Dächer mit Abdichtungen

Nicht belüftetes Dach ohne Wärmedämmung
Möglich sind alle Begrünungsarten und Vegetationsformen, insbesondere auch solche mit höheren Lastannahmen. Bei Bauwerken, an deren Dachdecken unterseitig Minus-Temperaturen auftreten können, sind Frostschäden an der Vegetation nicht auszuschließen.

Nicht belüftetes Dach mit Wärmedämmung
Möglich sind alle Begrünungsarten und Vegetationsformen, insbesondere auch solche mit höheren Lastannahmen. Die Druckbelastbarkeit des Wärmedämmstoffes ist auf die Lasten des Begrünungsaufbaus einschließlich der Last der Vegetation abzustimmen.

Nicht belüftetes Dach mit Wärmedämmung auf Leichtkonstruktionen
Begrünbar i. d. R. nur mit geringen Lastannahmen. Vorhandene Dächer können unter Umständen wegen der zu geringen Lastreserve nicht begrünt werden.

Nicht belüftetes Dach in Holzbauweise mit Vollsparrendämmung
Gemäß Flachdachrichtlinie gelten Dächer in Holzbauweise mit Vollsparrendämmung ohne Hinterlüftung der Abdichtungslage als schadensträchtig. Derartige Flachdächer sollten aus bauphysikalischen Gründen nicht begrünt werden.

Belüftetes Dach mit Wärmedämmung
Die i. d. R. geringe Tragfähigkeit der oberen Schale ist zu beachten. Die bauphysikalischen Vorgänge können durch den Kühleffekt einer Dachbegrünung beeinflusst werden. Die Auswirkungen sind im Einzelfall zu überprüfen.

Umkehrdach
Bei der Begrünung von Umkehrdächern und entsprechenden Sonderformen mit Wärmedämmung oberhalb der Dachabdichtung sind die Dampfdiffusionsvorgänge zu beachten. Inwieweit Ausgleichs- und diffusionsoffene Zwischenschichten erforderlich sind, ist objektbezogen festzulegen. Insbesondere bei Dachsanierungen können zusätzliche Maßnahmen erforderlich werden.

Diese Abrufversion ist Ihre persönliche Version. Das Weiterleiten dieser Datei, oder einzelner Auszüge, an Dritte ist nur mit ausdrücklicher Zustimmung der FLL gestattet!

7.4.2 Dächer und Decken aus Beton mit hohem Wassereindringwiderstand („WU-Beton“)

Dachdecke aus „WU-Beton“ ohne oder mit unterseitiger Wärmedämmung
Möglich sind alle Begrünungsarten und Vegetationsformen. Die Notwendigkeit eines zusätzlichen flächigen Durchwurzelungsschutzes der Betonfläche besteht i. d. R. nicht (siehe auch Abschnitt 8.2.1).

Dachdecke aus „WU-Beton“ mit oberseitiger Wärmedämmung
Begrünbar wie beim Umkehrdach angeführt.

7.4.3 Dächer mit Deckungen

Die derzeit eingesetzten Bauweisen und Stoffe für Dächer mit Deckungen sind i. d. R. für eine Begrünung nicht geeignet. Bei entsprechenden bautechnischen Vorgaben besteht die Möglichkeit, auch solche Dächer zu begrünen, ggf. sind Sondermaßnahmen, z. B. wasserdichte Unterdächer, erforderlich.

7.5 Wasserdampfdiffusionsverhalten

Bei Dachkonstruktionen, die begrünt werden sollen, müssen die bauphysikalischen Gegebenheiten bereits bei der Planung geprüft werden. Dies gilt für neu herzustellende aber besonders auch für vorhandene Dächer. Dabei ist das Wasserdampfdiffusionsverhalten in Abhängigkeit von der jeweiligen Raumnutzung zu beachten.

Zum Nachweis der feuchtetechnischen Funktionstüchtigkeit sind hygrothermische Berechnungen z. B. nach DIN EN 15026 (dynamische Berechnungsverfahren) erforderlich.

7.6 Lastannahmen

Die statischen Voraussetzungen, also die Lastannahmen, sind ein begrenzendes Auswahlkriterium zur Bestimmung von Art und Ausbildung einer Begrünung.

Der Aufbau mit all seinen Schichten bei maximaler Wasserkapazität einschließlich der Flächenlast der Vegetation ist als Bestandteil der ständigen Einwirkung einzustufen. Die Last von im Anstauverfahren gespeichertem Wasser ist zusätzlich in Ansatz zu bringen. Die Punktlasten von Großsträuchern, Bäumen und konstruktiven Bauelementen, z. B. Pergolen, Wasserbecken, Randelementen, sind gesondert zu ermitteln und entsprechend zu berücksichtigen (siehe auch Anhang A).

Die ausreichende Druckfestigkeit der Wärmedämmung in Verbindung mit der Dachabdichtung muss insbesondere bei der Herstellung der Begrünung und der Anordnung von Punktlasten beachtet werden.

Bei der Herstellung des Schichtaufbaues ist eine Überschreitung der zulässigen Lastannahme durch Zwischenlagerung von Stoffen auszuschließen.

Wenn die Schichten der Begrünung als Auflast zur Windsogsicherung des darunter liegenden Dachaufbaues dienen sollen, ist Abschnitt 8.8 zu beachten.

Diese Abrufversion ist Ihre persönliche Version. Das Weiterleiten dieser Datei, oder einzelner Auszüge, an Dritte ist nur mit ausdrücklicher Zustimmung der FLL gestattet!

Ändert sich die Nutzung einer Dachfläche z. B. durch Nachrüstungen von zusätzlichen Pflanzgefäßen oder Anlagen zur Energiegewinnung erhöht sich die Dachlast und bedarf einer gesonderten statischen Überprüfung.

Ein erneuter statischer Nachweis ist auch erforderlich, wenn bisher nicht für den Aufenthalt von Personen vorgesehene Dächer zukünftig für den Aufenthalt von Personen umgenutzt werden.

7.7 Absturzsicherung

Bei der Gebäudeplanung und Ausschreibung sind die sich aus den Unfallverhütungsvorschriften ergebenden Anforderungen zu berücksichtigen. Dies betrifft insbesondere die Absturzsicherung bei Ausführungs-, Pflege- und Wartungsarbeiten auf Bauwerken und die Durchsturzsicherung von Bauteilen (z. B. Lichtkuppeln). Entsprechende Vorgaben enthalten die Baustellenverordnung (BaustellV), die DIN 4426, die DGUV Vorschrift 38 mit BGV/GUV-V C22 DA, die DGUV Informationen 201-056, sowie die Unfallverhütungsvorschrift der Sozialversicherung für Landwirtschaft, Forsten und Gartenbau (Gartenbau-Berufsgenossenschaft) VSG 4.2.

Geeignete Schutzmaßnahmen können z. B. Absperrungen, Anschlagmöglichkeiten für Anseilschutz, dauerhafte Aufstiegshilfen mit Absturzsicherung und Einstiegsmöglichkeiten sein. Es sind ausschließlich geprüfte Produkte bzw. Systeme zu verwenden. Die Verantwortung für die Schutzmaßnahmen liegt beim Bauherrn und seinem damit beauftragten Planer bzw. Sicherheitskoordinator und Sicherheitsbeauftragten.

Bei Ausführungsarbeiten ist in der Regel eine Absturzsicherung in Form von Umwehrungen auf dem Dach bzw. einem Fassadengerüst notwendig. Besonders zu beachten ist die Abstimmung der verschiedenen Gewerke, so dass beispielsweise temporäre Sicherungsgerüste erst nach Fertigstellung der Dachbegrünung abgebaut werden.

Für Pflege- und Wartungsarbeiten ist meist eine persönliche Schutzausrüstung gegen Absturz (PSAgA) ausreichend und es sind bauseits entsprechende Anschlageinrichtungen vorzusehen. Für den Einbau auf einer bereits fertig gestellten Dachabdichtung empfiehlt sich das Anbringen der Anschlagpunkte ohne Durchdringung der Dachhaut, z. B. mittels Befestigung an tragenden aufgehenden Bauteilen oder durch Auflast gehaltene Sicherungssysteme.

7.8 Entwässerung

Die Planung der Entwässerung ist entsprechend DIN EN 12056–3 und DIN 1986–100 vorzunehmen. Bei Dachbegrünungen ist durch die Planung sicherzustellen, dass begrünte und nicht begrünte Teilflächen einwandfrei entwässert werden können. Fremdwasser wie z B. Fassadenwasser oder Wasser aus anderen Dachflächen ist gesondert zu berücksichtigen.

Die Entwässerung muss sowohl durch den Schichtaufbau als auch auf der Oberfläche sichergestellt sein. Um das Überschusswasser der gesamten Dachfläche sicher und geregelt abzuführen, ist bei der Planung der Entwässerung die Lage der Ablaufstellen in Abhängigkeit von den unterschiedlichen Flächenausbildungen festzulegen. Dabei lassen sich folgende Situationen unterscheiden:

Diese Abrufversion ist Ihre persönliche Version. Das Weiterleiten dieser Datei, oder einzelner Auszüge, an Dritte ist nur mit ausdrücklicher Zustimmung der FLL gestattet!

1. **Ablaufstellen innerhalb der Vegetationsfläche**

   Bei Randbegrenzungen ist sicherzustellen, dass die außerhalb liegenden Bereiche durch die Randbegrenzungen oder unter diesen hindurch sicher entwässert werden;

2. **Ablaufstellen außerhalb der Vegetationsfläche**

   Bei Randbegrenzungen ist sicherzustellen, dass die Vegetationsfläche durch die Randbegrenzungen oder unter diesen hindurch nach außen hin sicher entwässert werden;

3. **Getrennte Entwässerung von begrünten und vegetationsfreien Flächen**

   Alle entwässerungstechnisch voneinander getrennten Teilflächen müssen über einen eigenen Ablauf und Notüberlauf entwässert werden;

4. **Entwässerung bei Kehldächern**

   Werden bei Kehldächern zwei zueinander geneigte Dachflächen über eine Ablaufrinne oder einen Ablauf entwässert, ist bei der Bemessung die entwässerungstechnisch wirksame Gesamtfläche beider Teilflächen zu beachten;

5. **Entwässerung über die Dach-Traufe**

   Werden (geneigte) Dächer über den Dachrand entwässert ist auf eine ausreichende Dimensionierung der vorgehängten Rinnen zu achten um deren überlaufen zu vermeiden. Die Notentwässerung erfolgt durch Überlaufen der Rinne. Erfolgt die Entwässerung am Dachrand innenliegend über Rinne und Ablauf so ist die Aufkantung am Dachrand so hoch auszubilden das es beim Bemessungsregen nicht zum Überlaufen kommt. Die Notentwässerung erfolgt durch Überlaufen des Dachrandes wenn sichergestellt ist, dass dies unschädlich ist, andernfalls ist ein Notüberlauf (z. B. Speier) vorzusehen.

Dachflächen mit nach innen abgeführter Entwässerung müssen unabhängig von der Größe der Dachfläche mindestens einen Ablauf und mindestens einen Notüberlauf haben. Abläufe und Notüberläufe müssen nach DIN EN 12056-3 und DIN 1986-100 bemessen werden.

Bei der Bemessung von Entwässerungseinrichtungen nach DIN EN 12056-3 und DIN 1986-100 können die in Abschnitt 9.3.4 aufgeführten Abflussbeiwerte angesetzt werden.

Bei der Dachentwässerung mit Druckströmung sind im Zusammenhang mit Dachbegrünungen folgende Aspekte von besonderer Bedeutung:

- bei kleinen begrünten Dachflächen ist zu prüfen, ob der anfallende Regenwasserabfluss ausreichend ist, um die Selbstreinigungskraft des Druckentwässerungssystems zu gewährleisten;
- in einem Druckentwässerungssystem soll der Abfluss an allen Abläufen annähernd gleich sein und daher ist der Anschluss von Dachflächen mit unterschiedlicher Abflussverzögerung zu vermeiden. So sollten z. B. Flächen mit Intensivbegrünungen, Extensivbegrünungen, bekieste Dächer und unbekieste Dächer nicht an einen Entwässerungsstrang angeschlossen werden. Dies betrifft nicht die Kombination unterschiedlicher Flächenausbildungen innerhalb eines Entwässerungsfeldes (z. B. Intensivbegrünung und Extensivbegrünung, Begrünung und Kiesflächen) wenn bei allen Ablaufstellen eines Entwässerungsstranges die zugeordneten prozentualen Flächenanteile annähernd gleich sind und einen vergleichbaren Abfluss ergeben;
- Begrünungen mit flächigem Wasseranstau in der Dränschicht sollten mit einem separaten Freispiegelsystem entwässert werden, da das Abflussverhalten nur schwer abzuschätzen ist und gegenwärtig keine genauen Aussagen zu den Auswirkungen auf die Dachentwässerung mit Druckströmung möglich sind;
- die regelmäßige Wartung des Entwässerungssystems gemäß DIN 1986–30 ist sicherzustellen.

Diese Abrufversion ist Ihre persönliche Version. Das Weiterleiten dieser Datei, oder einzelner Auszüge, an Dritte ist nur mit ausdrücklicher Zustimmung der FLL gestattet!

Im Einzelfall ist zu prüfen, ob Überschusswasser versickert oder einer Wasserrückhaltung zugeführt werden soll. Hinweise dazu siehe FLL-„Empfehlungen für Versickerung und Wasserrückhaltung“.

7.9 Bewässerung

Für die Bewässerung ist mindestens ein Wasseranschluss auf dem Dach vorzusehen, der durch technische Vorrüstung oder Wartung gegen Frosteinwirkung geschützt ist.

Die Dimensionierung und Anzahl der Zuleitungen und Anschlüsse sowie der erforderliche Wasserdruck für die Bewässerung sind abhängig von der örtlichen Lage, den baulichen Gegebenheiten, Größe und Grundriss des Objektes sowie der angestrebten Vegetationsform und bei der Planung zu berücksichtigen. Die Vorgaben nach DIN EN 1717 sind zu beachten. Für die Planung von Bewässerungsanlagen siehe auch FLL-Bewässerungsrichtlinien – Richtlinien für die Planung, Installation und Instandhaltung von Bewässerungsanlagen in Vegetationsflächen.

7.10 Stoffe

Gemäß ATV DIN 18299 müssen Stoffe und Bauteile für den jeweiligen Verwendungszweck geeignet und aufeinander abgestimmt sein.

Bei Stoffen für den Dach- und Begrünungsaufbau gilt dies insbesondere auch hinsichtlich ihrer gegenseitigen chemischen Verträglichkeit. Die Stoffhersteller geben i. d. R. entsprechende Verwendungseinschränkungen bekannt.

Bei Stoffunverträglichkeit ist die Stoffauswahl zu überprüfen oder eine Trennlage vorzusehen.

7.11 Umweltverträglichkeit

Die eingesetzten Stoffe dürfen z. B. weder durch Auswaschung noch durch Entweichen von gasförmigen Stoffen umweltbelastende Wirkungen auslösen. Die die Schadstoffbelastung und die Umweltverträglichkeit betreffenden Gesetze und Verordnungen des Bundes und der Länder sowie örtliche Regelungen sind zu beachten. Bei der Auswahl der Stoffe sollte die Wiederverwendung bzw. Entsorgung berücksichtigt werden.

Nach Düngegesetz (DüngG) und Düngemittelverordnung (DüMV - Verordnung über das Inverkehrbringen von Düngemitteln, Bodenhilfsstoffen, Kultursubstraten und Pflanzenhilfsmitteln) sind Substrate für Dachbegrünungen als Kultursubstrate einzustufen. Die Vorgaben der DüMV zu Schadstoffgrenzwerten und zur Deklaration der Inhaltsstoffe sind zu beachten.

Andere Regelwerke, z. B. LAGA M20 (Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Abfällen, Merkblatt 20, Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Abfall) oder Bundesbodenschutzverordnung (BBodSchV) sind für die Beurteilung von Substraten nicht geeignet , da deren Geltungsbereich nicht im Bereich der Vegetationstechnik, sondern beim Abfallrecht bzw. beim Bodenschutz liegen.

7.12 Pflanzenverträglichkeit/phytotoxische Unbedenklichkeit

Die Stoffe dürfen keine pflanzenschädigenden Bestandteile enthalten. Bei Verdacht auf phytotoxische Eigenschaften ist ein Keimpflanzentest und/oder ein Test auf pflanzenschädigende gasförmige Stoffe durchzuführen.

Diese Abrufversion ist Ihre persönliche Version. Das Weiterleiten dieser Datei, oder einzelner Auszüge, an Dritte ist nur mit ausdrücklicher Zustimmung der FLL gestattet!

8 Bautechnische Erfordernisse

8.1 Allgemeines

Die bautechnischen Erfordernisse in Verbindung mit Dachbegrünungen beziehen sich insbesondere auf:

- die Absturzsicherung (siehe Abschnitt 7.7);
- den Durchwurzelungsschutz (siehe Abschnitt 8.2);
- den Schutz der Dachabdichtung/des Durchwurzelungsschutzes vor Beschädigungen (siehe Abschnitt 8.3);
- den Schutz vor Versinterung (siehe Abschnitt 8.4);
- die Entwässerungseinrichtungen (siehe Abschnitt 8.5);
- die An- und Abschlüsse (siehe Abschnitt 8.6);
- den Schutz bei Emissionen (siehe Abschnitt 8.7);
- die Windsogsicherung (siehe Abschnitt 8.8);
- den vorbeugenden Brandschutz (siehe Abschnitt 8.9);
- die Sicherungen gegen Materialverlagerung (siehe Abschnitt 8.10);
- die Einfassungen (siehe Abschnitt 8.11);
- die begehbaren Oberflächenbeläge (siehe Abschnitt 8.12);
- die Ausstattungselemente (siehe Abschnitt 8.13);
- die Installation von Solaranlagen (siehe Abschnitt 8.14);
- die Vorrichtungen für Gehölzverankerungen (siehe Abschnitt 14.3).

8.2 Durchwurzelungsschutz

8.2.1 Stoffe

Der Durchwurzelungsschutz kann i. d. R. erfolgen durch:

- Bahnen;
- ganzflächige Beschichtungen/Flüssigabdichtungen.

Konstruktionsbedingt sind Decken aus Beton mit hohem Wassereindringwiderstand (WU-Beton) und geschweißte Metallwannen wurzelfest. Bewegungsfugen in Decken aus WU-Beton sind gesondert wurzelfest auszubilden.

Der Durchwurzelungsschutz kann durch eine zusätzliche Wurzelschutzschicht oberhalb der Dachabdichtung oder bei entsprechender Eignung durch die Dachabdichtung selbst erfolgen, sofern die Anforderungen nach Abschnitt 8.2.2 erfüllt werden.

Diese Abrufversion ist Ihre persönliche Version. Das Weiterleiten dieser Datei, oder einzelner Auszüge, an Dritte ist nur mit ausdrücklicher Zustimmung der FLL gestattet!

8.2.2 Anforderungen

Ein funktionsgerechter Durchwurzelungsschutz ist sowohl bei Intensiven als auch bei Extensiven Dachbegrünungen erforderlich, um Beschädigungen der Abdichtung durch ein- oder durchdringende Pflanzenwurzeln dauerhaft zu verhindern.

Der Nachweis der Durchwurzelungsfestigkeit ist nach dem FLL-„Verfahren zur Untersuchung der Wurzelfestigkeit von Bahnen und Beschichtungen für Dachbegrünungen“ (siehe Anhang C) zu führen.

Die Verwendung von Pflanzen mit starkem Rhizomwachstum ist bei der Planung kritisch zu prüfen. Bei entsprechenden Bambus- und Chinaschilf-Arten z. B. sind über den Durchwurzelungsschutz hinausgehende bauliche Vorkehrungen zu treffen und besondere Pflegemaßnahmen vorzusehen.

8.2.3 Ausführung

Aus abdichtungstechnischer Sicht sollte die Abdichtung einer Dachfläche, die in Teilflächen gegliedert ist, in ihrer Gesamtheit durchwurzelungsfest ausgebildet werden.

An- und Abschlüsse, Dachdurchdringungen und Fugen müssen durchwurzelungsfest ausgebildet werden.

Eine in der Fläche durchwurzelungsfeste Bahn bietet nur Durchwurzelungsschutz, wenn ein materialgerechtes Fügen der Nähte erfolgt. In Abhängigkeit von werkstofftechnischen Eigenschaften kann eine zusätzliche Versiegelung der Nahtfugen entsprechend den Herstellerangaben erforderlich sein, um z. B. bei gewebeverstärkten Bahnen eventuell vorhandene Kapillaren zu schließen.

Bei der Verlegung von gesonderten Wurzelschutzbahnen ist bei rauer Oberflächenbeschaffenheit der Dachabdichtung eine Schutzlage zur Verhinderung mechanischer Beschädigungen der Wurzelschutzbahn erforderlich. Nicht UV-beständige Abdichtungen/Wurzelschutzbahnen müssen in frei bewitterten Bereichen geschützt werden. Während des Bauablaufes darf der Durchwurzelungsschutz nicht beschädigt werden. Bei Bauunterbrechung ist als vorübergehender Schutz eine Schutzmaßnahme gemäß DIN 18531 bzw. ZVDH/HDB-„Fachregel für Abdichtungen – Flachdachrichtlinie“ vorzusehen.

Die Ausbildung von An- und Abschlüssen ist entsprechend der ZVDH/HDB-„ Fachregel für Abdichtungen – Flachdachrichtlinie“ bzw. nach DIN 18531 vorzunehmen. Dies gilt entsprechend für zusätzlich zur Dachabdichtung verlegte Wurzelschutzbahnen/-schichten. In abgegrenzten Teilflächen verlegte Wurzelschutzbahnen/-schichten sind im oberen Abschlussbereich mechanisch zu befestigen und ggf. gegen äußere Einflüsse zu schützen.

Bewegungsfugen sind im Bedarfsfall entsprechend DIN 18531-3, DIN 18532-1 und 18533-1 von Dachbegrünungen freizuhalten und zugänglich auszubilden.

Bei flächigem Wasseranstau (siehe Abschnitt 9.4) kann bei nicht durchwurzelungsfester Dachabdichtung der Durchwurzelungsschutz zugleich die Wasseranstauwanne bilden. Bei durchwurzelungsfester Dachabdichtung sollte eine Wasseranstauwanne gesondert ausgebildet werden.

Auf Dächern mit mehr als 10° Dachneigung ist eine durchwurzelungsfeste Dachabdichtung der Verlegung einer gesonderten Wurzelschutzbahn vorzuziehen, um die Anzahl der möglichen Gleitebenen gering zu halten. Sollte eine gesonderte Verlegung erforderlich werden, ist die Lagesicherheit sicher zu stellen.

Diese Abrufversion ist Ihre persönliche Version. Das Weiterleiten dieser Datei, oder einzelner Auszüge, an Dritte ist nur mit ausdrücklicher Zustimmung der FLL gestattet!

8.3 Schutz der Dachabdichtung/des Durchwurzelungsschutzes vor Beschädigungen

Schutzmaßnahmen, Schutzlagen, Schutzschichten dienen dem Schutz der Dachabdichtung/des Durchwurzelungsschutzes gegenüber Beschädigungen.

8.3.1 Stoffe

Schutzlagen können bei Dachbegrünungen z. B. bestehen aus:

- Vliese aus synthetischen Fasern;
- Kunststoffbahnen;
- Kunststoffgranulatmatten oder -bahnen;
- Dränmatten und -platten;
- Dämmplatten (z. B. bei Umkehrdächern).

Schutzschichten bei hoher Beanspruchung, z. B. durch Befahren der Flächen während der Bauphase, können z. B. bestehen aus:

- Beton;
- Gussasphalt.

8.3.2 Anforderungen

Schutzschichten und Schutzlagen sind in Dimensionierung und Festigkeit der Dämmung/Abdichtung sowie der Beanspruchung und Nutzung anzupassen.

Bei Dachbegrünungen gelten in Anlehnung und Ergänzung zu DIN 18531-1 und 2 bzw. ZVDH/HDB Flachdachrichtlinie folgende Mindestanforderungen für Schutzlagen:

- Vliese aus synthetischen Fasern (Geotextilien): Flächengewicht mindestens 300 g/m² und 2 mm dick;

  Ergänzend dazu müssen Vliese mindestens die Geotextilrobustheitsklasse (GRK) 2, gemäß „Merkblatt über die Anwendung von Geokunststoffen im Erdbau des Straßenbaus“ aufweisen. Bei zu erwartender höherer Belastung durch Herstellung und Nutzung kann eine höhere GRK erforderlich werden.

  Für Produkte mit geringerer Dicke bzw. niedrigerem Flächengewicht ist ggf. ihre Funktionsfähigkeit nachzuweisen.
- Bautenschutzmatten und -platten aus Gummigranulat: Nenndicke 6 mm;
- Bautenschutzmatten und -platten aus Kunststoffgranulat: Nenndicke 4 mm.

Weiter ist zu beachten:

- Stoffe für Schutzlagen und Schutzschichten müssen untereinander und mit der Bauwerksabdichtung verträglich und gegen die auf sie einwirkenden Beanspruchungen mechanischer, thermischer und chemischer Art widerstandsfähig sein;
- Stoffe müssen gegen die Beanspruchung durch die im Begrünungsaufbau vorkommenden Stoffe und Mikroorganismen für die vorgegebene Nutzungsdauer verrottungsbeständig sein. Herstellerangaben sind zu beachten;

Diese Abrufversion ist Ihre persönliche Version. Das Weiterleiten dieser Datei, oder einzelner Auszüge, an Dritte ist nur mit ausdrücklicher Zustimmung der FLL gestattet!

- Schutzlagen und Schutzschichten dürfen durch schädigende Fremdstoffe nicht in ihrer Funktion beeinträchtigt werden;
- Schutzlagen und Schutzschichten dürfen keine metallischen Fremdstoffe aus der Produktion enthalten.

8.3.3 Ausführung

Beim Herstellen von Schutzlagen/-schichten darf die Abdichtung und die Wurzelschutzbahn nicht beschädigt werden; Verunreinigungen auf der Abdichtung sind vorher zu entfernen.

Bei lose verlegten und überlappten Schutzlagen/-schichten muss sichergestellt werden, dass eine Überlappung von mindestens 10 cm erreicht wird. Werden Werkstoffe auf Stoß verlegt, ist ein zusätzlicher Rieselschutz notwendig.

Sofern das sofortige Überdecken der Produkte nicht möglich ist, ist deren Witterungsbeständigkeit unter Berücksichtigung der Herstellerangaben zu beachten.

Schutzlagen und -schichten müssen je nach Werkstoffart unmittelbar nach der Ausbringung gesichert werden.

Die bei Schutzschichten aus Beton, Zementestrich oder Gussasphalt zusätzlich auftretenden Lasten sind zu beachten.

Bei Einbau von zementgebundenen Schutzschichten und/oder fehlender Nachbehandlung besteht die Gefahr des Herauslösens von Carbonaten und der Versinterung von Entwässerungseinrichtungen (siehe Abschnitt 8.4).

Bei Schutzschichten aus Gussasphalt ist die Temperatur- und Stoffverträglichkeit zu beachten.

An aufgehenden Bauteilen, Dachrändern und Durchdringungen muss die Schutzlage hochgeführt werden, um auch an diesen Stellen die Abdichtung zu schützen. Dabei wird die Schutzlage bis kurz unter die Oberkante des Baustoffs geführt, der im Randbereich eingebaut wird. Die Abdichtung oberhalb ist durch gesonderte Maßnahmen z. B. Schutzbleche zu schützen.

Schutzlagen bzw. Schutzschichten sind auf Flächen und an aufgehenden Bauteilen so zu verlegen bzw. einzubauen, dass Schüttgüter nicht in darunter liegende Lagen/Schichten eindringen können, z. B. durch:

- Fixierung der Überlappung;
- Verbreiterung der Mindestüberlappung;
- Einbau der Schüttgüter in Richtung der Überlappung;
- Einhaltung eines Mindestabstandes zu Rändern bei pneumatischer Förderung.

8.4 Schutz vor Versinterungen

Schadensfälle durch Versinterungen von Entwässerungseinrichtungen sind i. d. R. nicht auf den Schichtaufbau von Dachbegrünungen zurückzuführen. Auch die Verwendung von kalkreichen Vegetationstragschichten, z. B. bestehend aus Substraten mit Anteilen von mit Mörtel versetztem Recycling-Ziegelbruch, Travertin, Dolomit oder kalkreichen Komposten führt nachweislich nicht zur Versinterung von Entwässerungseinrichtungen. Ursache von Schadensfällen war meist das Herauslösen von Carbonaten aus Beton- oder Zementestrich-Schutzschichten und in Einzelfällen aus Mörtel- oder Magerbeton-Bettungen von Einfassungen, Belägen oder Ausstattungselementen.

Diese Abrufversion ist Ihre persönliche Version. Das Weiterleiten dieser Datei, oder einzelner Auszüge, an Dritte ist nur mit ausdrücklicher Zustimmung der FLL gestattet!

Der Einbau von kalkhaltigen Schüttstoffen, z. B. Betonrecyclat oder Kalkschotter, in Dränschichten, Rand-/Sicherheitsstreifen oder aus gestalterischen Aspekten, die zur Versinterung der Entwässerungseinrichtungen führen können, ist unzulässig.

Werden Schutzschichten aus Beton oder Zementestrich eingesetzt, ist ihre Oberfläche so dicht auszubilden oder zu behandeln, dass nur geringe Mengen an Carbonaten herausgelöst werden können, die nicht zu Versinterungen führen.

Bei Einfassungen (siehe Abschnitt 11), begehbaren Oberflächenbelägen (siehe Abschnitt 8.12) und Ausstattungselementen (siehe Abschnitt 8.13), die in Mörtel gesetzt werden, ist durch die Art oder die Oberflächenbehandlung des Mörtels auszuschließen, dass Carbonate in größerem Umfang gelöst werden können.

Ist der regelgerechte Einbau von Beton, Zementestrich oder Mörtel objektbezogen nicht möglich, so ist die Oberfläche zum Schutz gegen das Herauslösen von Carbonaten durch Anstrich oder Abdecken bzw. Einschließen mit Folien vor Wasser zu schützen.

8.5 Entwässerungseinrichtungen

8.5.1 Arten

Zu Entwässerungseinrichtungen gehören:

- Dachabläufe;
- innen liegende Entwässerungsrinnen;
- Rinnen vor Türen;
- Dachrinnen;
- Wasserspeier;
- Notüberläufe.

8.5.2 Anforderungen

Die Entwässerungseinrichtungen müssen sowohl Überschusswasser aus der Dränschicht als auch Oberflächenwasser von der Vegetationstragschicht aufnehmen und ableiten. Von angrenzenden Fassaden und befestigten Flächen ablaufendes Wasser ist so abzuleiten, dass der vegetationstechnische Schichtaufbau nicht beeinträchtigt wird.

Bei Druckentwässerung ist bereits bei der Planung im Einzelfall zu prüfen, inwieweit sie unter den Bedingungen einer Dachbegrünung funktionsfähig ist (siehe Abschnitt 7.8).

Dachabläufe und Notüberläufe sind von der Begrünung und von einer Überschüttung, z. B. mit Kies, freizuhalten und jederzeit zugänglich auszubilden. Dachrinnen dürfen nicht überwachsen und in ihrer Funktion beeinträchtigt werden.

8.5.3 Ausführung

8.5.3.1 Dachabläufe in Vegetationsflächen

Liegen Dachabläufe innerhalb von Vegetationsflächen, sollte zum Schutz vor Verunreinigungen und einwachsenden Pflanzen sowie zur Kontrolle ein Kontrollschacht eingebaut werden.

Diese Abrufversion ist Ihre persönliche Version. Das Weiterleiten dieser Datei, oder einzelner Auszüge, an Dritte ist nur mit ausdrücklicher Zustimmung der FLL gestattet!

Dachabläufe können durch Kies- und/oder Platteneinfassungen geschützt und dadurch optisch markiert werden. Kontrollschächte dürfen die Entwässerung nicht behindern.

Erfolgt eine Wasserbevorratung durch Anstau in der Dränschicht, müssen Kontrollschächte verwendet werden, um den Dachablauf mit eingebautem Anstauregler zu schützen.

8.5.3.2 Dachabläufe außerhalb von Vegetationsflächen

Dachabläufe außerhalb von Vegetationsflächen liegen i. d. R. frei in einem Kiesstreifen. Zum Schutz vor Verunreinigungen sind sie mit einem Filtersieb zu versehen, dessen Öffnungen auf die Korngröße des umgebenden Kieses abgestimmt sind. Abläufe in begehbaren Flächen sind mit einem herausnehmbaren Gitterrost zu versehen, der mit der Belagsoberfläche abschließt.

8.5.3.3 Notüberläufe

Durch den Schichtaufbau der Dachbegrünung und durch z. B. Randeinfassungen darf der Zufluss zu den Notabläufen nicht behindert werden. Der Nahbereich von Notüberläufen ist so zu gestalten, dass das Wasser ungehindert abfließen kann und eine Sichtkontrolle jederzeit möglich ist. Er ist von Bewuchs frei zu halten.

8.5.3.4 Entwässerung bei geneigten Dächern

Die Entwässerung von geneigten Dächern erfolgt über Kiesstreifen ohne und mit eingebetteten Dränrohren oder über Außen- oder Innendachrinnen oder Wasserspeier. Es ist zwischen der Traufentwässerung und der Kehldachentwässerung zu unterscheiden.

Im Traufbereich ist bei stärker geneigten Dächern mit erhöhtem Oberflächenabfluss zu rechnen. Dieser ist bei der Dimensionierung der Dränung und der Ausbildung der Dachtraufe zu berücksichtigen. Im Traufbereich ist stark wachsende, überhängende Vegetation zu vermeiden.

Bei der Kehldachentwässerung ist die Dimensionierung der Dränung besonders zu beachten, da zwei Dachflächen über die Kehle zu entwässern sind.

Diese Abrufversion ist Ihre persönliche Version. Das Weiterleiten dieser Datei, oder einzelner Auszüge, an Dritte ist nur mit ausdrücklicher Zustimmung der FLL gestattet!

8.6 An- und Abschlüsse

8.6.1 Arten

Bei An- und Abschlüssen werden nach Örtlichkeit unterschieden:

- aufgehende Bauteile;
- Türen;
- barrierefreie Übergänge;
- Dachdurchdringungen;
- Dachränder.

Bei An- und Abschlüssen von Dächern mit Dachbegrünungen sind neben den abdichtungstechnischen Aspekten, die angrenzenden Bereiche (Rand-/Sicherheitsstreifen, Begrünungsaufbau, Beläge) zu beachten.

8.6.2 Anforderungen

An- und Abschlüsse können in Abhängigkeit vom Objekt, vom jeweiligen Detail und von den werkstoffspezifischen Besonderheiten auf unterschiedliche Weise ausgebildet werden. In den ZVDH/HDB-„ Fachregel für Abdichtungen – Flachdachrichtlinie“ und weiteren abdichtungstechnischen Regelwerken sind technische Detaillösungen dargestellt

8.6.2.1 Anschlusshöhen

Dachabdichtung/Durchwurzelungsschutz sind bei An- und Abschlüssen entsprechend der ZVDH/HDB-„ Fachregel für Abdichtungen – Flachdachrichtlinie“, der DIN 18531-1 und DIN 18531-3 hoch zu führen, dauerhaft zu verwahren und vor Beschädigung zu schützen.

Die Mindesthöhen für das Hochführen von Dachabdichtung/Durchwurzelungsschutz über Oberkante Belag, z. B. Kiesschüttung, Platten, Vegetationstragschicht, soll betragen:

bei Anschlüssen an aufgehenden Bauteilen

- bis 5° Dachneigung mindestens 15 cm;
- über 5° Dachneigung mindestens 10 cm;

bei Abschlüssen an freien Dachrändern

- bis 5° Dachneigung 10 cm;
- über 5° Dachneigung 5 cm.

In schneereichen Gebieten ist ggf. eine größere Anschlusshöhe erforderlich.

Diese Abrufversion ist Ihre persönliche Version. Das Weiterleiten dieser Datei, oder einzelner Auszüge, an Dritte ist nur mit ausdrücklicher Zustimmung der FLL gestattet!

8.6.2.2 Randstreifen

Bei Dachbegrünungen ist i. d. R. ein weitgehend vegetationsfreier Randstreifen, z. B. aus Kies, Schotter oder Platten, als Abstand zwischen den An- und Abschlüssen und der Vegetationsfläche auszubilden. Der Randstreifen dient der visuellen Kontrolle der Abdichtung, des Dachrandes und aufgehender Bauteile.

Der Randstreifen kann als Sicherheitstreifen gegen Windsog ausgebildet werden wobei die Breite, die Flächenlast und die Verwehsicherheit durch die Planung vorzugeben ist (Abschnitt 8.8).

Soll der Randstreifen die Funktion als Sicherheitsstreifen für den vorbeugenden Brandschutz übernehmen ist er entsprechend den Vorgaben von DIN 4102-4 (Abschnitt 8.9) auszubilden.

Werden Schüttstoffe verwendet, sollten diese, sofern nicht anders vorgegeben, der Körnung 16/22 bis 16/32 entsprechen. Sie dürfen dabei Körner ≤ 8 mm höchstens 5% Massenanteile haben, < 0,063 mm höchstens 3 % Massenanteile. Bei Schüttstoffen aus überwiegend Rundkorn (z. B. Flusskies) stellen Anteile an Bruchkorn keinen Mangel dar.

8.6.3 Ausführung

8.6.3.1 Anschlüsse an aufgehenden Bauteilen

Bei Anschlüssen an Fassaden und aufgehenden Bauteilen dient der Randstreifen als Sicherheitsabstand und Spritzschutz. Er muss für Kontrolle, Wartung und Pflegearbeiten begehbar sein. Durch den Abstand wird verhindert, dass Pflanzen den Abdichtungsanschluss hinterwandern und, dass die Pflanzen durch an der Fassade herablaufendes Wasser oder Tropfenfall in ihrer Entwicklung beeinträchtigt werden. Muss der Streifen zur Fassadenreinigung genutzt werden, ist er entsprechend breiter auszubilden.

Dachabdichtung/Durchwurzelungsschutz sind, entsprechend den unter Abschnitt 8.6.2.1 aufgeführten Anforderungen, über die Oberfläche von Randstreifen, Vegetationsflächen und begehbaren Belägen hoch zu führen.

Werden Vegetationsflächen mit Abstand zur Fassade angelegt, lassen sich verschiedene Ausbildungsmöglichkeiten unterscheiden:

- durchgehende Dränschicht und ggf. Filterschicht unter Vegetationstragschicht und Randstreifen;
- Begrünungsaufbau und Randstreifen nebeneinander ohne Einfassung oder durch Einfassungen, z. B. Lochbleche, getrennt.
- Abgrenzung und getrennte Entwässerung von Vegetationstragschicht und Randstreifen;
- Einbau von Entwässerungsrinnen anstelle des Randstreifens.

Diese Abrufversion ist Ihre persönliche Version. Das Weiterleiten dieser Datei, oder einzelner Auszüge, an Dritte ist nur mit ausdrücklicher Zustimmung der FLL gestattet!

8.6.3.2 Anschlüsse an Türen bei barrierefreien Übergängen

Bei barrierefreien Übergängen an Terrassentüren sind geringere Anschlusshöhen erforderlich und bedürfen besonderer Maßnahmen, um das Eindringen von Wasser bzw. das Hinterlaufen der Dachabdichtung zu verhindern.

Grundvoraussetzung ist der einwandfreie Wasserablauf im unmittelbaren Türbereich.

Weitergehende Hinweise gemäß ZVDH/HDB Flachdachrichtlinie sind:

> *„Barrierefreie Übergänge erfordern abdichtungstechnische Sonderlösungen, die zwischen Planer, Türhersteller und Ausführenden abzustimmen sind. Die Abdichtung allein kann die Dichtheit am Türanschluss nicht sicherstellen*
>
> *Deshalb sind zusätzliche Maßnahmen, z. B.*
>
> - *rinnenförmiger Entwässerungsrost oder eine vergleichbare Konstruktion, ggf. beheizbar, mit unmittelbarem Anschluss an die Entwässerung,*
> - *Gefälle der wasserführenden Ebenen vom Übergang zur Fläche,*
> - *Schlagregen- und Spritzwasserschutz durch Überdachung,*
> - *Türrahmen mit Flanschkonstruktion,*
> - *Türen mit spezieller Abdichtungsfunktion,*
> - *zusätzliche Abdichtung im Innenraum mit gesonderter Entwässerung,*
> - *ggf. auch in Kombination erforderlich.“*

8.6.3.3 Dachrandabschlüsse

Bei niedriger Attika oder höherem Schichtaufbau für die Begrünung ist die Vegetationsfläche zurückzusetzen und mit einer Randeinfassung abzugrenzen, um die vorgegebenen Anschlusshöhen (siehe Abschnitt 8.6.2.1) einzuhalten. Die Entwässerung von Vegetationsfläche und Dachrand ist dabei sicherzustellen. Entsprechendes gilt für Dachränder mit vorgehängten Dachrinnen.

Endet die über den Dachrand nach unten geführte Abdichtung im Erdreich, ist ein dauerhaft wasserdichter und ggf. durchwurzelungsfester Anschluss an die Wandabdichtung erforderlich. Die Abdichtung ist nach ZVDH/HDB-„ Fachregel für Abdichtungen – Flachdachrichtlinie“ mindestens 20 cm unter der Fuge zwischen Decke und Wänden nach unten zu führen und ggf. an eine vorhandene Wandabdichtung anzuschließen.

8.7 Schutz bei Emissionen

Bei Entlüftungs- und Klimaanlagen ist durch das Austreten von Warm- und Kaltluft und durch das Auftreten von Luftströmungen mit Frost- und Trockenschäden an Pflanzen zu rechnen. Aus Kaminen und Abzügen austretende Abgase, z. B. SO_2, können direkte Schäden an der Vegetation, insbesondere an winter- und immergrünen Pflanzen, verursachen. Im Einwirkungsbereich von Warmluft, Luftströmungen und Abgasen ist deshalb besonders sorgfältig zu prüfen, ob und ggf. welche Vegetation geeignet ist.

Diese Abrufversion ist Ihre persönliche Version. Das Weiterleiten dieser Datei, oder einzelner Auszüge, an Dritte ist nur mit ausdrücklicher Zustimmung der FLL gestattet!

8.8 Windsogsicherung

Durch Windeinwirkung werden Bauwerke mit Druck-, Sog- und Reibungskräften belastet, deren Intensität von der Anströmrichtung des Windes sowie der Form und der Höhe des Gebäudes abhängig ist. Die im Dachbereich auftretenden Windlasten können am Dachaufbau sowohl während der Bauausführung als auch im fertig gestellten Zustand Schäden verursachen. Für Dachabdichtungen und die zum Dachaufbau gehörenden Schichten sind bereits bei der Planung von Dächern die entsprechenden Maßnahmen zum Schutz gegen Abheben durch Windlasten festzulegen.

Nach DIN EN 1991-1-4 werden Dachflächen entsprechend ihrer unterschiedlich starken Beanspruchung durch Wind in unterschiedliche Bereiche eingeteilt. Insbesondere die First-, Eck-, und Randbereiche sind höheren Belastungen ausgesetzt. Sie sind durch entsprechende Maßnahmen zu sichern.

Werden Dachabdichtung und Durchwurzelungsschutz lose verlegt, sind sie gegenüber abhebenden Windkräften durch den Schichtaufbau der Dachbegrünung zu sichern. In Rand- und Eckbereichen sind z. B. Kiesschüttungen auszuführen, bei höheren Belastungen Plattenbeläge. Während der Bauausführung sind vorübergehende Sicherungsmaßnahmen erforderlich.

Während bei Dachbegrünungen im allgemeinen angestrebt wird, die Last und die Höhe des Schichtaufbaues möglichst gering zu halten, kann es zur Sicherung der besonders gefährdeten Rand- und Eckbereiche erforderlich sein, dort die Schichtdicken zu erhöhen und Stoffe mit höherem Eigengewicht zu verwenden. Maßgeblich ist hier die Last des Schichtaufbaues in trockenem Zustand. Gegebenenfalls muss die Sicherung der Rand- und Eckbereiche in Kombination mit z. B. Kiesschüttungen, Rasengittersteinen oder Plattenbelägen erfolgen.

Die zur Sicherung notwendige Auflast kann nach DIN EN 1991-1-4 und in Verbindung mit den entsprechenden Teilsicherheitsbeiwerten nach DIN EN 1990 berechnet werden. Angaben zur Sicherung von Dachabdichtungen gegen Abheben durch Windkräfte sind auch der ZVDH/HDB-„ Fachregel für Abdichtungen – Flachdachrichtlinie“ zu entnehmen.

Diese auf die reine Auflast bezogenen Vorgaben für Kies oder Betonplatten berücksichtigen nicht, dass bei Dachbegrünungen zusätzliche positive Faktoren wirksam sind:

- die Rauigkeit des Vegetationsbestandes;
- die Last der Restfeuchte im Schichtaufbau;
- die Last des Vegetationsbestandes;
- die großflächige, wurzelverzahnende Festlegung des gesamten Schichtaufbau im Vergleich zur Einzelkornlagerung einer Kiesschicht;
- die Winddurchlässigkeit der Vegetationstragschicht, die zu einem Druckausgleich zwischen Oberseite und Unterseite der Schicht und somit zu einer Lastreduzierung führt.

Bei der Bemessung nach DIN EN 1991-1-4 kann mit dem aerodynamischen Beiwert für den Außendruck c_{pe} 10 gerechnet werden.

8.9 Vorbeugender Brandschutz

Hinsichtlich des vorbeugenden Brandschutzes bestehen in den Landesbauordnungen die Anforderungen an Dächer, dass sie gegen eine Brandbeanspruchung von außen durch Flugfeuer und strahlende Wärme ausreichend lang widerstandsfähig sein müssen („Harte Bedachung“) (MBO § 32 (1)), andernfalls sind eine Reihe von Auflagen, insbesondere größere Abstände zu benachbarten Gebäuden, einzuhalten (MBO § 32 (2)).

Diese Abrufversion ist Ihre persönliche Version. Das Weiterleiten dieser Datei, oder einzelner Auszüge, an Dritte ist nur mit ausdrücklicher Zustimmung der FLL gestattet!

In DIN 4102 Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen – Teil 4: Zusammenstellung und Anwendung klassifizierter Baustoffe, Bauteile und Sonderbauteile werden begrünte Dächer als „Gegen Flugfeuer und strahlende Wärme widerstandsfähige Bedachungen“ eingestuft wenn sie folgende Eigenschaften aufweisen:

> *„ (1) Intensive Dachbegrünungen gelten als Bedachungen, die gegen Flugfeuer und strahlende Wärme widerstandsfähig sind.*
>
> *(2) Extensive Dachbegrünungen sind widerstandsfähig gegen Flugfeuer und strahlende Wärme, wenn sie folgende Eigenschaften aufweisen:*
>
> - *mineralisch bestimmte Vegetationsschicht mit max. 20 % (Massenanteil) organischer Bestandteile;*
> - *Vegetationstragschicht mit einer Schichtdicke ≥ 30 mm*
> - *Gebäudeabschlusswände, Brandwände oder Wände, die anstelle von Brandwänden zulässig sind, müssen in Abständen von höchstens 40 m mindestens 0,3 m über das Dach, bezogen auf Oberkante Vegetationstragschicht, geführt werden. Sofern diese Wände nicht über Dach geführt sind, genügt auch eine 0,3 m hohe Aufkantung aus nichtbrennbaren Baustoffen oder ein 1 m breiter Streifen aus massiven Platten oder Grobkies;*
> - *ein Abstandsstreifen aus massiven Platten oder Grobkies von ≥ 0,5 m Breite ist gegenüber Öffnungen in der Dachfläche (Lichtkuppeln, Dachfenster) oder aufgehenden Wänden mit Fenstern auszubilden, wenn sich deren Brüstung ≤ 0,8 m oberhalb der Vegetationstragschicht befindet;*
> - *bei aneinandergereihten, giebelständigen Gebäuden muss im Bereich der Traufe ein in der Horizontalen gemessener, mindestens 1 m breiter Streifen unbegrünt bleiben und mit Oberflächenschutz aus nichtbrennbaren Baustoffen versehen sein.“ (DIN 4102-4 2016, Abs. 11.4.7, S. 197).*

Darüber hinaus sind in der Bauphase und während der Nutzung allgemeine Regeln des vorbeugenden Brandschutzes zu beachten, wie z. B.:

- Bauphase;
  - geordnete Baustellenverhältnisse;
  - keine Lagerung bzw. rasche Entsorgung von Verpackungsmaterial;
  - Mengen- und Zeit begrenzte Lagerung von Baustoffen nach Baufortschritt;
  - dezentrale Lagerung von Baustoffen wie Dichtungsbahnen und Vliesen;
  - achtsamer Umgang mit offenem Feuer und anderen Hitzequellen (z. B.: Gasbrenner und Heißluftschweißgeräte zum Verlegen von Dichtungsbahnen, Trennschneider).
- Nutzung
  - Erhaltung des definierten Zustandes „Harte Bedachung“ durch entsprechende Pflege und Wartung (z. B. Wässern, entfernen von vertrockneten Pflanzenteilen, freihalten der Abstandstreifen von Vegetation)
  - bei Nutzungsänderung für den definierten Zustand „Harte Bedachung“ ggf. erforderliche Anpassungen vornehmen
  - keine Bekämpfung von unerwünschter Vegetation mittels Hitzegeräten (z. B. Gasbrennern, Heißluftgeräten, Infrarotgeräten)
  - achtsamer Umgang mit offenem Feuer und anderen Hitzequellen (z. B.: Gartengrill, Lagerfeuer, Heizstrahler)

Diese Abrufversion ist Ihre persönliche Version. Das Weiterleiten dieser Datei, oder einzelner Auszüge, an Dritte ist nur mit ausdrücklicher Zustimmung der FLL gestattet!

8.10 Sicherungen gegen Materialverlagerung auf Flach- und Schrägdächern

8.10.1 Arten

Grundsätzlich sind bei Dachbegrünungen drei Formen der Materialverlagerung zu unterscheiden, für die zum Teil unterschiedliche Sicherungsmaßnahmen vorzusehen sind. Hierzu zählen:

- Oberflächenerosion (siehe Abschnitt 8.10.1.1);
- Abrutschen von Schichten an einer Schichtgrenze (siehe Abschnitt 8.10.1.2);
- Materialverlagerung beim Entstehen des Schüttwinkels von Schüttstoffen (siehe Abschnitt 8.10.1.3).

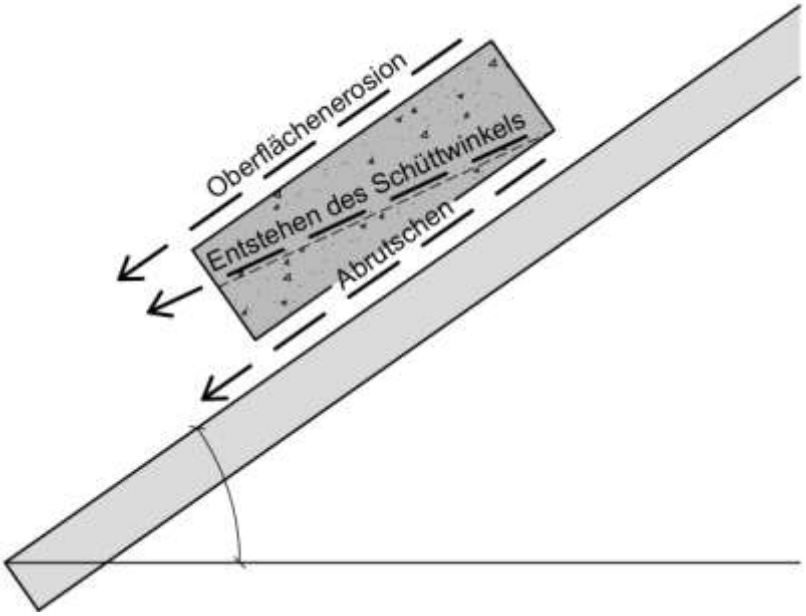


Abbildung 1: Schematische Darstellung von Oberflächenerosion, Abrutschen und Entstehen des Schüttwinkels

Bereits ab 0° Dachneigung können je nach Exposition Maßnahmen gegen Oberflächenerosion erforderlich sein. Maßnahmen gegen das Abrutschen können je nach Konstruktion bzw. Bauweise ab 10° erforderlich werden. Gegen das Entstehen des Schüttwinkels können in Abhängigkeit vom Substrat Maßnahmen erforderlich sein.

8.10.1.1 Oberflächenerosion

Oberflächenerosion kann sowohl auf geneigten als auch auf flachen Dächern auftreten. Insbesondere während der Herstellung der Dachbegrünung besteht durch Wind- und Wasserangriff eine Gefährdung für die Vegetationstragschicht, die Sprossen sowie das Saatgut. Der Zeitraum einer Gefährdung wird verkürzt durch das Einbringen der Begrünung in einer für die Vegetationsentwicklung günstigen Jahreszeit.

Solange der Schichtaufbau noch nicht durch die Wurzeln des Vegetationsbestandes festgelegt ist, besteht für Vegetationstragschicht, Pflanzen und Saatgut eine Gefährdung durch Wasser- und Windeinwirkung.

Um Schäden entgegenzuwirken, sind erforderlichenfalls

Diese Abrufversion ist Ihre persönliche Version. Das Weiterleiten dieser Datei, oder einzelner Auszüge, an Dritte ist nur mit ausdrücklicher Zustimmung der FLL gestattet!

- besondere Anforderungen an den Schichtaufbau (Materialauswahl, Splitt aus Hartgestein als Mulchschicht);
- vorübergehende wirksame Maßnahmen (Erosionsschutzgewebe, Bodenfestiger, Feucht halten);
- sowie besondere Maßnahmen für extreme Standorte (Nassansaat, Vegetationsmatten)

vorzusehen, die zum Teil kombiniert werden können (siehe Abschnitte 8.10.2 und 8.10.3).

Die Erosionsgefährdung von Substraten durch Wind ist nicht nach der Windgeschwindigkeit, sondern anhand der stoffbezogenen Verwehungsgeschwindigkeit zu beurteilen.

Bei Steildachbegrünungen in sonnenexponierter Lage kann zur Sicherung des Erosionsschutzes durch die Begrünung neben einer Nährstoffversorgung auch zeitweise eine Bewässerung notwendig sein.

8.10.1.2 Abrutschen von Schichten an einer Schichtgrenze

Die Gefahr des Abrutschens des Begrünungsaufbaus oder einzelner Schichten besteht bei geneigten Dächern an jeder Schichtgrenze und ist abhängig von der Reibung zwischen den Materialien. Sicherungsmaßnahmen können je nach Konstruktion bzw. Bauweise ab einer Neigung von 10° erforderlich werden. Optimierungsmöglichkeiten bestehen in der Reduzierung der Anzahl der Schichten oder Verwendung von Verbundelementen (z. B. Dränelementen mit verklebten Schutzvliesen).

Zur Sicherung gegen Abrutschen können folgende Maßnahmen vorgesehen werden:

- Erhöhung der Reibung durch Abstimmung der Materialien aufeinander;
- konstruktive Abstützung an der Traufe;
- konstruktive Aufhängung am First;
- konstruktive Abtragung in der Dachfläche (z. B. durch Schubschwellen).

8.10.1.3 Schüttstoffverlagerung beim Entstehen des Schüttwinkels

Schüttstoffverlagerung tritt auf, wenn sich beim Einbau oder langfristig der natürliche Schüttwinkel des Materials einstellt. Auf geneigten Dächern ist dies problematisch, wenn der maximale Schüttwinkel kleiner als die Dachneigung ist (vgl. Abb.: 2).

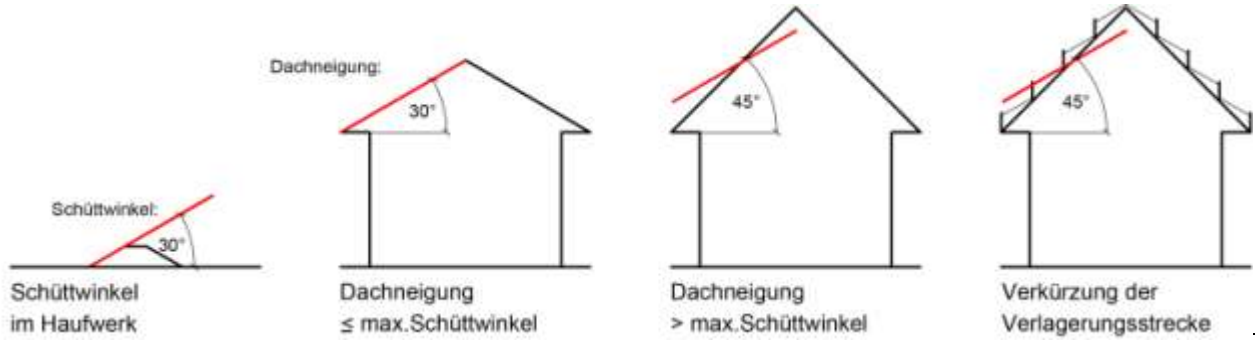


Abbildung 2: Oberflächenausbildung des Substrates in Abhängigkeit von Schüttwinkel, Dachneigung und bei Einbau von Schubschwellen

Anmerkung: Zur Gegenüberstellung von % Gefälle zu ° Neigung siehe Tabelle 1.

Diese Abrufversion ist Ihre persönliche Version. Das Weiterleiten dieser Datei, oder einzelner Auszüge, an Dritte ist nur mit ausdrücklicher Zustimmung der FLL gestattet!

Die sich daraus ergebende mögliche Oberflächenneigung ist abhängig vom Substrat und kann nicht durch Maßnahmen gegen Abrutschen beeinflusst werden. Mit lagerungsstabilen Substraten können ohne zusätzliche Maßnahmen Oberflächenneigungen bis 30° erreicht werden (siehe Abbildung 2).

Zur Vermeidung der Schüttstoffverlagerung oberhalb des maximalen Schüttwinkels sind folgende Maßnahmen möglich:

- Erhöhung der Scherfestigkeit im Schüttstoff (z. B. pflanzenverträgliche Kleber, Fasern oder Vegetation);
- Verkürzung der Verlagerungsstrecken (z. B. Raster-, Kammer- oder Wabensysteme);
- Bündelung der Schüttstoffe in (z. B. Gitterkästen, Textiltaschen, Kassetten);
- oberflächliche Abdeckung (z. B. durch gewebeverstärkte Vegetationsmatten).

Alternativ können schüttstofffreie Bauweisen eingesetzt werden.

8.10.2 Stoffeigenschaften

Zum Schutz gegen Oberflächenerosion insbesondere als Windsogsicherung sowohl auf flachen als auch auf geneigten Dächern können lagerungsstabile Vegetationssubstrate mit höheren Einzelkorngewichten (Korngröße/Dichte) auch im trockenen Zustand verwendet werden. Die weitergehende Lagerungsstabilität (gegen Oberflächenerosion und das Entstehen des Schüttwinkels) ist zu erreichen durch verzahnend lagernde Kornformen im Fein- und Mittelkiesbereich sowie geringen Anteilen an abschlämmbaren Teilen und an organischer Substanz.

Flächige Materialien sind in ihren Reibungseigenschaften aufeinander abzustimmen.

Konstruktive Maßnahmen gleich welcher Form, wie z. B. statisch wirksam verbundene Geflechtmatten, Schwellen, Gitterprofile, Noppenplatten, Gewebe und deren Befestigungsmittel, müssen dauerhaft und witterungsbeständig sein. Sie dürfen die Vegetationsentwicklung nicht behindern. Verrottbare Materialien (z. B. Holz) sind als dauerhafte Sicherung auszuschließen.

Bei Verwendung von Geotextilien oder geotextilen Verbundstoffen ist die Zugfestigkeit der Stoffe und ggf. deren Befestigungsmittel auf den statischen Lastfall auszulegen. Dabei ist auch die Schneelast zu berücksichtigen.

Erosionsschutzgewebe müssen bis zum Ende der Fertigstellungspflege funktionsfähig bleiben.

Pflanzenarten und Vegetations- und Anzuchtformen sollen standortgerecht sein sowie eine schnelle und dauerhafte Flächendeckung ermöglichen.

Diese Abrufversion ist Ihre persönliche Version. Das Weiterleiten dieser Datei, oder einzelner Auszüge, an Dritte ist nur mit ausdrücklicher Zustimmung der FLL gestattet!

8.10.3 Herstellung

Auf allen Dachflächen, unabhängig von der Neigung, können bis zur Durchwurzelung des Schichtaufbaus zum Schutz gegen Wasser- und Winderosion Maßnahmen erforderlich werden. Hier können vorkultivierte Vegetationsmatten, dichte Bepflanzung, Erosionsschutzgewebe, Nassansaaten, Sprossen-Ansaaten in Kombination mit Mulch und Kleber zum Einsatz kommen. Im Fall einer zu befürchtenden Winderosion ist es ferner möglich das Vegetationssubstrat während der Fertigstellungspflege ständig feucht zu halten.

Bei (wind)erosionsgefährdeten Substraten sollte an Dachrändern und auf besonders verwehgefährdeten Teilflächen die Begrünung mit Vegetationsmatten oder Rasengittersteinen erfolgen.

Bei Dachflächen mit einer Neigung über 3° können gemäß DIN 18531-3 und der ZVDH/HDB-Fachregel für Abdichtungen - Flachdachrichtlinie zusätzliche Maßnahmen wie z.B. Verklebung der Dachabdichtung, Einbau von Stützkonstruktionen und mechanische Befestigung notwendig werden, die ein Abgleiten des Schichtenpakets verhindern.

Zur Reduzierung der Gleitebenen ist auf Dächern mit mehr als 10° Dachneigung eine durchwurzelungsfeste Abdichtung einer getrennten Dachabdichtung und Wurzelschutzbahn vorzuziehen. Kann dies in Ausnahmefällen nicht gewährleistet werden, ist die Lagesicherheit des Durchwurzelungsschutzes sicherzustellen und nachzuweisen.

Ab einer Dachneigung von 10° werden Sicherungsmaßnahmen gegen Abrutschen erforderlich. Diese Maßnahmen können in der einfachsten Ausführung darin bestehen, dass Dränelemente, sofern diese in Bahnen ausgeführt werden und zugfest sind, über den First gelegt oder daran befestigt werden. Ist die Konstruktion in sich biegesteif, können die Dränelemente an der Traufe abgestützt werden. Es ist sicher zu stellen, dass der First bzw. die Traufe daraus resultierende Lasten aufnehmen können und die erforderliche Befestigung kraftschlüssig erfolgt. Lose verlegte Filtervliese oberhalb von Dränelementen sind ab dieser Neigung zu vermeiden.

Bei Dächern mit einer Neigung ab 20° sollte zur Reduzierung der Anzahl der Gleitebenen auf Bauweisen mit lose verlegten Filtervliesen grundsätzlich verzichtet werden, d. h. diese Dächer können in Einschichtbauweise oder mit Dränelementen ohne Filtervlies ausgeführt werden.

Ferner muss ab dieser Dachneigung auch der Erosionsschutz unmittelbar und unabhängig von der Exposition sichergestellt werden.

Bei Dächern ab 30° Neigung besteht sowohl die Gefahr des Abrutschens als auch einer Schüttstoffverlagerung. Für die Maßnahmen gegen das Abrutschen ist ab dieser Neigung eine gesonderte statische Berechnung erforderlich. Die Lastabtragung auf konstruktive Sicherungselemente, Traufbohlen und sonstige Dacheinbauten ist nachzuweisen. Hersteller von konstruktiven Sicherungselementen sollen entsprechende statische Berechnungen bzw. Rechenwerte bereitstellen. Die spannungsfreie Lage der Sicherung gegenüber der Dachabdichtung/dem Durchwurzelungsschutz ist zu beachten.

Gegen Schüttstoffverlagerung können ab Neigungen von 30° Maßnahmen gemäß Absatz 8.10.1.3 zum Einsatz kommen. Erfolgt keine dieser Sicherungsmaßnahmen muss der Bauherr über die Möglichkeit der Verlagerung informiert werden.

Von Dachbegrünungen auf Dächern mit einer Neigung von mehr als 45° sollte aufgrund der zunehmenden Gefahr des Abrutschens und der Schüttstoffverlagerung abgesehen werden.

Diese Abrufversion ist Ihre persönliche Version. Das Weiterleiten dieser Datei, oder einzelner Auszüge, an Dritte ist nur mit ausdrücklicher Zustimmung der FLL gestattet!

Tabelle 2: **Maßnahmen zur Sicherung gegen Materialverlagerung auf Flach- und Schrägdächern in Abhängigkeit von der Dachneigung**

Nr.	1	2				
1	**Mögliche Maßnahme**	**Dachneigung**				
		≥ 0°	**≥ 3°**	**≥ 10°**	**≥ 20°**	**30-45°**
2	**Maßnahmen gegen Oberflächenerosion ab 0° Neigung**					
3	Vorübergehende Maßnahmen zum Schutz gegen Wasser- und Winderosion bis zur Vegetationsabnahme möglich	X	X	X	X	X
4	Begrünung mit Vegetationsmatten oder Rasengittersteinen an verwehungsgefährdeten Teilflächen	X	X	X	X	X
5	**Maßnahmen zur Fixierung der Abdichtung ab 3° Neigung**					
6	Fixierung der Dachabdichtung gemäß DIN 18531-3 und der Fachregel für Abdichtungen (ZVDH/HDB)		X	X	X	X
7	**Maßnahmen gegen Abrutschen ab 10° Neigung**					
8	Verwendung von durchwurzelungsfesten Dachabdichtungen (keine getrennte Verlegung des Durchwurzelungsschutzes)			X	X	X
9	Sicherungsmaßnahmen gegen Abrutschen			X	X	X
10	Verzicht auf lose verlegte Filtervliese oberhalb von Dränelementen			X	X	X
11	Umgehende Maßnahmen des Erosionsschutzes (Vegetationsmatten, Nassansaat mit Kleber, Erosionsschutzgewebe)				X	X
12	Verzicht auf lose verlegte Filtervliese bei allen Bauweisen				X	X
13	Sicherung gegen Abrutschen mit statischem Nachweis					X
14	**Maßnahmen gegen Oberflächenerosion ab 30° Neigung**					
15	Maßnahmen gegen Schüttstoffverlagerung empfohlen					X

Diese Abrufversion ist Ihre persönliche Version. Das Weiterleiten dieser Datei, oder einzelner Auszüge, an Dritte ist nur mit ausdrücklicher Zustimmung der FLL gestattet!

8.11 Einfassungen

8.11.1 Arten

Einfassungen können bestehen aus:

- aufgehenden Teilen am Bauwerk;
- örtlich hergestellten Bauteilen, z. B. aus, Holz, Klinker, Ortbeton;
- vorgefertigten Bauelementen, z. B. aus Beton, Faserzement, Holz, Kunststoff, Leichtbeton, Metall, Steinzeug.

8.11.2 Anforderungen

Einfassungen müssen standsicher sein. Es darf kein Kantendruck auf die Dachabdichtung/Wurzelschutzschicht auftreten. Die Druckverteilung bei den Punktlasten und die Druckfestigkeit des Wärmedämmstoffes sind zu beachten.

8.11.3 Ausführung

Der Einbau von örtlich herzustellenden Bauteilen oder vorgefertigten Bauelementen kann entweder auf einer Schutzlage und/oder auf Gleitlagen unmittelbar auf der Dachabdichtung/Wurzelschutzschicht oder über einer durchgehenden Dränschicht erfolgen. Bei chemischer Stoffunverträglichkeit kann auch eine gesonderte Trennlage erforderlich werden, sofern diese Aufgabe nicht bereits von der Schutzlage/Gleitlage erfüllt wird.

Um Ausschwemmungen zu vermeiden, sind vorgefertigte Bauelemente in kunststoffvergüteten Mörtel oder in Feinsplitt zu setzen. Dabei ist Abschnitt 8.4 zu beachten. In Abhängigkeit von der Anordnung der Dachabläufe und bei gemeinsamer Entwässerung von Vegetationsflächen und befestigten Flächen sind an der Unterkante von Einfassungen Wasserdurchlässe vorzusehen, sofern nicht eine gesonderte Entwässerung der Teilflächen erfolgt.

8.12 Begehbare Oberflächenbeläge

Anmerkung:
Zu Gehwegen und Fahrwegen für gummibereifte Fahrzeuge siehe FLL-„Empfehlungen zu Planung und Bau von Verkehrsflächen auf Bauwerken“ – vgl. auch Abschnitt 1.1.

8.12.1 Arten

Begehbare Oberflächenbeläge können hergestellt werden als:

- in Feinsplitt verlegte Beläge, z. B. Platten aus Beton oder Naturstein, Pflaster aus Klinker, Beton- oder Naturstein;
- gestelzte Beläge, z. B. Platten oder Holzroste.

Die Entwässerung der Oberflächenbeläge kann erfolgen durch:

- Oberflächengefälle zu den Dachabläufen;
- Fugenversickerung in eine durchgehende Dränschicht;
- Fugenabfluss zwischen aufgestelzten Bodenbelägen.

Diese Abrufversion ist Ihre persönliche Version. Das Weiterleiten dieser Datei, oder einzelner Auszüge, an Dritte ist nur mit ausdrücklicher Zustimmung der FLL gestattet!

8.12.2 Anforderungen

Oberflächenbeläge müssen standsicher und spannungsfrei ausgeführt werden. Durch eventuell auftretenden Kantendruck dürfen Dachabdichtung/Durchwurzelungsschutz nicht in ihrer Funktion beeinträchtigt werden. Die Punktlast ist bei gestelzten Belägen auf den Untergrund abzustimmen.

Schmalfugig in Feinsplitt gesetzte Beläge sind mit einem ausreichenden Oberflächengefälle zu verlegen.

Wegen der Gefahr des Auftretens von Ausblühungen, Rissbildungen, Frosthebungen und Versinterungen sollten in Mörtel verlegte Beläge nur in Ausnahmefällen eingesetzt werden – siehe Abschnitt 8.4.

8.12.3 Ausführung

In Feinsplitt verlegte Beläge sind auf der Filterschicht über einer durchgehenden Dränschicht oder unmittelbar in dränfähige Baustoffe zu verlegen.

Bei gestelzten Belägen ist in Abhängigkeit von der Ausbildung der Stelzlager eine druckverteilende Schicht erforderlich. Dränschichten von Vegetationsflächen können in oder durch den Stelzraum entwässert werden.

Bei Bewässerung der Vegetationsflächen durch Wasseranstau ist zwischen Vegetationsflächen und großflächigen Belägen eine Trennung vorzunehmen. Die Dicke der Dränschicht aus Schüttstoffen unter lose verlegten Belägen soll $\geq$ 6 cm sein.

8.13 Ausstattungselemente

8.13.1 Arten

Ausstattungselemente sind z. B.:

- Rankgerüste;
- Pergolen;
- Leuchten;
- Becken.

Bei der Anordnung und Ausbildung von Ausstattungselementen handelt es sich um objektspezifische Detaillösungen, die konstruktiv, statisch und bauphysikalisch gesondert zu lösen sind.

8.13.2 Anforderungen

Ausstattungselemente müssen standsicher ausgebildet, lastverteilend gelagert und erforderlichenfalls verankert werden. Die spannungsfreie Lagerung auf der Unterlage ist von besonderer Bedeutung. Die auftretenden Punkt- und/oder Flächenlasten sowie die Windlasten sind zu berücksichtigen.

Diese Abrufversion ist Ihre persönliche Version. Das Weiterleiten dieser Datei, oder einzelner Auszüge, an Dritte ist nur mit ausdrücklicher Zustimmung der FLL gestattet!

8.13.3 Ausführung

Die Befestigung von Ausstattungselementen kann erfolgen durch:

- lastverteilende Verankerung am Dach mit konstruktiver Vorrüstung oder
- flächige oder fachwerkartige Fundamentausbildung (siehe Abschnitt 8.4).

Die konstruktive Vorrüstung ist bei aus der Abdichtungsebene herausgehobenen Fundamenten möglich. Neben den statischen Anforderungen sind die Vorgaben an die Ausbildung von Dachdurchdringungen zu beachten (siehe Abschnitt 8.6).

Die konstruktive Nachrüstung sollte die Ausnahme sein. Dabei dürfen Dachabdichtung/Durchwurzelungsschutz sowie Wärmedämmschicht mit Dampfsperre nicht durchbrochen werden. Die Ausbildung von flächigen oder fachwerkartigen Fundamenten erfordert das Aufbringen einer Gleit- und einer Schutzschicht über den darunter liegenden Schichten des Dachaufbaues. Die Dimensionierung ist abhängig von der Art des Ausstattungselementes und der Einwirkung.

Die nachträgliche Herstellung von Dachdurchdringungen zur Verankerung von Bauteilen, die für die Dachflächennutzung vorgesehen werden, ist möglichst zu vermeiden. Werden Fundamente zur Verankerung nicht konstruktiv eingeplant, ist zu prüfen, ob Bau- und Ausstattungselemente, z. B. Pergolen, Rankgitter, Leuchten und Bänke, an aufliegenden und druckverteilenden Fundamentplatten oder Rasterfundamenten verankert werden können.

8.14 Solaranlagen

Solaranlagen sind Photovoltaik-Anlagen zur Stromerzeugung oder Solarthermie-Anlagen zur Erzeugung von Wärmeenergie.

Dachbegrünungen und Solaranlagen können, insbesondere auf Flachdächern, kombiniert werden. Synergie-Effekte können sich bei der Stromerzeugung ergeben, weil die niedrige Oberflächentemperatur der Begrünung im Vergleich zu frei bewitterten oder bekiesten Dächern zu einer geringeren Aufheizung der Photovoltaik-Module und damit zu einem erhöhten Wirkungsgrad führt.

Einschränkungen bei der Kombination von Solaranlagen und Dachbegrünungen kann es z. B. durch Verschattung der Begrünung bei flach und dicht beieinander liegenden Solarmodulreihen geben. Hierbei ist planerisch zu prüfen ob es sinnvoller ist der Dachbegrünung und der Solaranlage getrennte Dachflächen zuzuweisen.

Bei Planung von Photovoltaik-Anlagen ist darauf zu achten, dass die Module nicht durch die Vegetation verschattet werden. Hierfür ist auf einen ausreichenden Abstand der Unterkante der Module zum Substrat in Abhängigkeit von der Vegetationshöhe zu achten. Der Mindestabstand bei einer niedrigwüchsigen Extensivbegrünung sollte 20 cm betragen und kann, in Abhängigkeit von der geplanten Vegetation, höher sein.

Solaranlagen können mit oder ohne Durchdringung der Dachhaut befestigt werden. Sollen sie ohne Durchdringung der Dachhaut montiert werden, kann das Gewicht des Dachbegrünungs-Aufbaus als Auflast zur Befestigung dienen. Statische Erfordernisse bezüglich der Windlasten als auch der Gebäudekonstruktion sind zu beachten.

Da Solaranlagen und die Dachbegrünung regelmäßiger Wartung und Pflege bedürfen sind Wartungswege und Absturzsicherungen vorsehen (siehe Abschnitt 7.7). Es ist auf einen ausreichend Abstand zum Dachrand und einem Abstand der Modulreihen untereinander zu achten. Kabel und weitere zur Solaranlage gehörende Bauteile sind so zu montieren, dass Wartung und Pflege (z. B. Pflanzenschnitt) problemlos möglich sind.

Diese Abrufversion ist Ihre persönliche Version. Das Weiterleiten dieser Datei, oder einzelner Auszüge, an Dritte ist nur mit ausdrücklicher Zustimmung der FLL gestattet!

Durch die Solaranlagen entstehen auf dem Dach aufgrund unterschiedlicher Sonneneinstrahlung und Feuchtigkeitsverhältnisse wechselnde Standortbedingungen. Diese können auch zu einer Erhöhung der Artenvielfalt von Flora und Fauna beitragen (siehe Abschnitt 9.5).

Um ausreichenden Lichteinfall, auch von diffusem Licht, zu erhalten, ist der Abstand der Modulreihen untereinander, die Modultiefe, die Höhenlage der Module oder die Transparenz der Modulreihen auf die Vegetation abzustimmen.

Bezüglich der Feuchteverhältnisse erzeugen Solaranlagen einerseits einen Regenschatten für die darunterliegende Vegetationsfläche, andererseits fließt an der Vorderkante der Module das Niederschlagswasser ab und die erhöhte Wassermenge führt zu einem feuchteren Standort. Hierdurch kommt es zu einem stärkeren Pflanzenwachstum und kann einen erhöhten Pflegeaufwand zur Folge haben.

Das Wasser sollte daher zur Wasserversorgung der unter den Modulen im Regenschatten befindlichen Vegetation geleitet werden.

Diese Abrufversion ist Ihre persönliche Version. Das Weiterleiten dieser Datei, oder einzelner Auszüge, an Dritte ist nur mit ausdrücklicher Zustimmung der FLL gestattet!

9 Anforderungen an den Aufbau von Vegetationsflächen

9.1 Funktionsschichten

Es werden folgende Funktionsschichten unterschieden:

- Vegetationstragschicht;
- Filterschicht;
- Dränschicht;
- Schutzlage;
- Durchwurzelungsschutz;
- Trennlage;
- Gleitlage.

9.2 Bauweisen, Aufbaudicken

9.2.1 Bauweisen

Der Aufbau von Vegetationsflächen besteht i. d. R. aus mehreren Funktionsschichten mit stoff- und bauartspezifischen Unterschieden in der Anordnung, die in ihrer Wirkungsweise aufeinander abzustimmen sind.

In Abhängigkeit von ihrer stofflichen Ausbildung können einzelne Schichten mehrere Funktionen übernehmen.

Es werden folgende Bauweisen unterschieden:

- mehrschichtige Bauweisen, bestehend aus getrennt ausgebildeter Drän-, Filter- und Vegetationstragschicht oder aus einer Drän- und Vegetationstragschicht, von denen durch die stoffliche Zusammensetzung die Filterfunktion mit übernommen wird;
- einschichtige Bauweisen, bestehend aus einer Vegetationstragschicht mit Drän- und Filterfunktionen.

Bei allen Bauweisen sind ein Durchwurzelungsschutz und ein ausreichender Schutz der Dachabdichtung/des Durchwurzelungsschutzes erforderlich.

Diese Abrufversion ist Ihre persönliche Version. Das Weiterleiten dieser Datei, oder einzelner Auszüge, an Dritte ist nur mit ausdrücklicher Zustimmung der FLL gestattet!

9.2.2 Aufbaudicken

Die Dicke des Schichtaufbaues ist abhängig von:

- der Dachbauweise;
- der angestrebten Begrünungsart und Vegetationsform;
- der angestrebten floristisch- faunistischen Artenvielfalt des Lebensraums;
- der Stoffart der Schichten.

In Tabelle 3 sind die Aufbaudicken der verschiedenen Begrünungsarten angegeben.

Bei der Bemessung des Schichtaufbaus sind zu berücksichtigen:

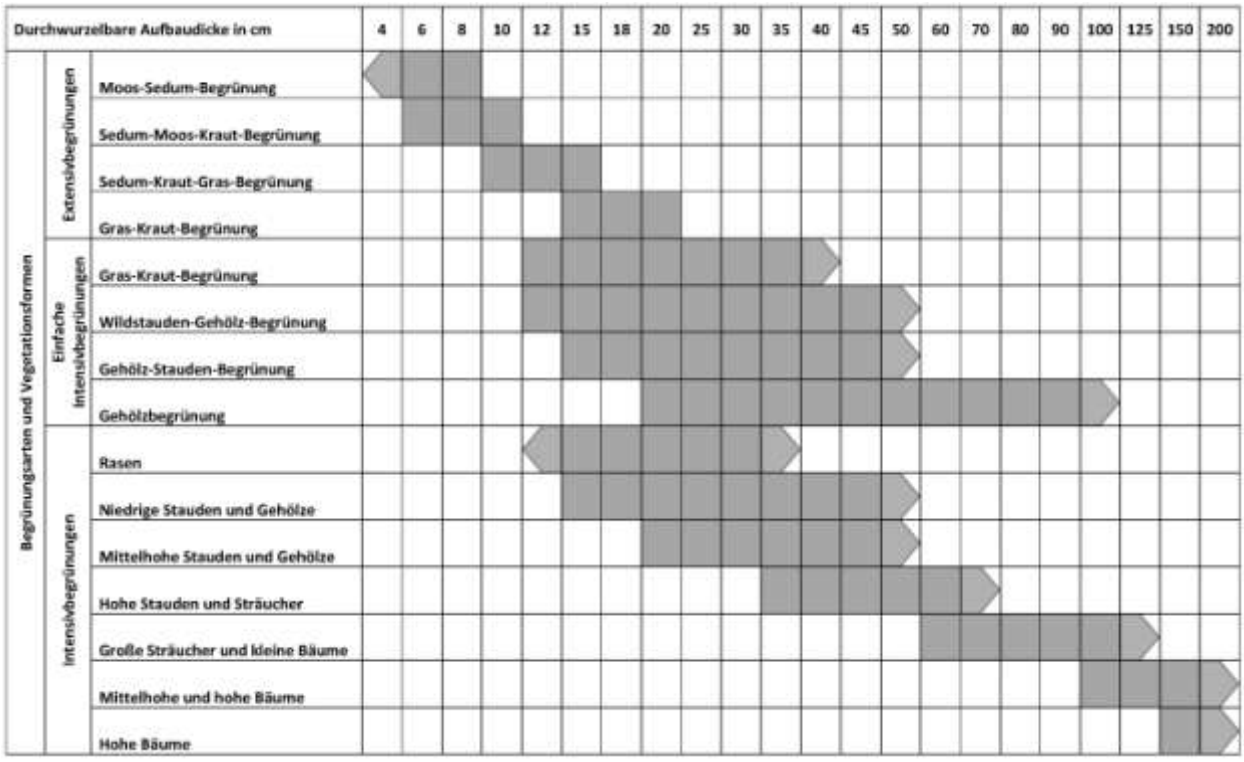
- die Ansprüche der Vegetation;
- die Eigenschaften der verwendeten Stoffe;
- die Dachneigung;
- die Exposition der Dachfläche;
- die regionalen klimatischen Verhältnisse;
- die objektbezogenen Standortbedingungen;
- die baustoffspezifischen Flächenlasten;
- die angestrebte Wasserrückhaltung;
- die ökologische Qualität unter dem Aspekt der Biodiversität.

Darüber hinaus ist bei der Bemessung der Funktionsschichten zu beachten, dass

- mit zunehmender Dicke der Vegetationstragschicht eine Differenzierung im Gehalt an organischer Substanz vorzunehmen ist;
- einschichtige Bauweisen aus Schüttstoffen mindestens eine Dicke von 8 cm haben sollten;
- zur Vermeidung von Staunässe bei niedrigen Schichtdicken auf ein ausreichendes Gefälle geachtet werden soll (siehe Abschnitt 7.3);
- bei der Bemessung der Dränschicht auch ungünstige Entwässerungsbedingungen, z. B. zu geringes Dachgefälle, Gegengefälle, Unebenheiten auf der Dachoberfläche und zu weite Abstände der Dachabläufe, zu berücksichtigen sind;
- sich die Bemessung der Dränschicht bei größeren Aufbaudicken, über die entwässerungstechnischen Anforderungen hinausgehend, an der vegetationstechnisch erwünschten Vergrößerung des durchwurzelbaren Volumens und einer hohen Luftführung orientieren sollte;
- sich Sonderbauweisen an den grundsätzlichen bau- und vegetationstechnischen Anforderungen orientieren müssen.

Diese Abrufversion ist Ihre persönliche Version. Das Weiterleiten dieser Datei, oder einzelner Auszüge, an Dritte ist nur mit ausdrücklicher Zustimmung der FLL gestattet!

Tabelle 3: Aufbaudicken bei verschiedenen Begrünungsarten und Vegetationsformen



[1] Die regionalen klimatischen Verhältnisse und die objektspezifischen Gegebenheiten, die sich teilweise erheblich voneinander unterscheiden, erfordern eine geringere oder höhere Bemessung der Aufbaudicken innerhalb der dargestellten Spannbreiten.

9.3 Wasserrückhaltung

9.3.1 Allgemeines

Die Verringerung des Wasserabflusses aus Niederschlägen, die pflanzenverfügbare Speicherung des zurückgehaltenen Niederschlagswassers und die Verzögerung des Abflusses von Überschusswasser sind wesentliche Wirkungen von Dachbegrünungen. Sie sind aus ökologischer, entwässerungstechnischer und ökonomischer Sicht von Bedeutung.

Zur Kennzeichnung dieser Wirkung werden folgende Kenngrößen herangezogen:

- maximale Wasserkapazität;
- Wasserdurchlässigkeit;
- Abflussbeiwert, Abflussverzögerung;
- Zusätzliche Retentionsleistung;
- Jahresabflussbeiwert.

Diese Abrufversion ist Ihre persönliche Version. Das Weiterleiten dieser Datei, oder einzelner Auszüge, an Dritte ist nur mit ausdrücklicher Zustimmung der FLL gestattet!

9.3.2 Maximale Wasserkapazität

Die maximale Wasserkapazität dient der Bestimmung der Wasserspeicherfähigkeit der im Schichtaufbau eingesetzten Stoffe im verdichteten Zustand. Die maximale Wasserkapazität gibt den Wassergehalt eines Stoffes nach vorlaufender Wassersättigung und anschließendem zweistündigem abtropfen lassen an. Sie wird zur Kennzeichnung der vegetationstechnischen Eigenschaften herangezogen (siehe Abschnitte 10.2.6 und 12.2.8).

9.3.3 Wasserdurchlässigkeit

Die Wasserdurchlässigkeit mod. K_f der im Schichtaufbau eingesetzten Stoffe, die den Durchfluss in der Längen- und Zeiteinheit im verdichteten und wassergesättigten Zustand angibt, (siehe Abschnitte 10.2.5 und 12.2.7).

9.3.4 Abflussbeiwert C_s /Abflussbeiwert *C*/ Abflusskennzahl *C*

In DIN EN 12056–3 werden die Begriffe Abflussbeiwert *C* und Abflusskennzahl *C* synonym verwendet. In DIN 1986-100 wird hierfür der Begriff Abflussbeiwert C_s (alte Bezeichnung *C* oder Ψ) verwendet. Die drei unterschiedlichen Begriffe ergeben sich aus unterschiedlichen Ausgabedaten der Normen und es handelt sich dabei um den Spitzenabflussbeiwert für den nachfolgend nur der aktuelle Begriff Abflussbeiwert C_s gemäß DIN 1986-100 (Ausgabe 12-2016) verwendet wird. Für die Volumenbemessung von Regenrückhalteräumen wurde in DIN 1986-100 darüber hinaus der mittlere Abflussbeiwert C_m aufgenommen.

Der Abflussbeiwert C_s fließt als dimensionsloser Parameter in die Berechnung des Regenwasserabflusses (l/s) ein.

Bei der Bemessung der Dachentwässerung ist für Dachbegrünungen als Abflussbeiwert C_s das Verhältnis der Regenabflussspende zur Regenspende eines Blockregens zugrunde zu legen (siehe auch Anlage B.4 im Anhang B).

Für Dachbegrünungen können folgende Orientierungswerte als Abflussbeiwerte C_s je nach Dicke des Schichtaufbaus aus Schüttstoffen und abhängig von der Dachneigung angesetzt werden, wobei bei Verwendung von Dränschichten mit hoher Entwässerungsleistung die tatsächlichen Abflussbeiwerte abweichen können und in der Regel deutlich höher liegen:

Dachneigung bis 5°		Dachneigung größer 5°
bei > 50 cm Aufbaudicke	C_s = 0,1	——
bei > 25 – 50 cm Aufbaudicke	C_s = 0,2	——
bei > 15 – 25 cm Aufbaudicke	C_s = 0,3	——
bei > 10 – 15 cm Aufbaudicke	C_s = 0,4	C_s = 0,5
bei > 6 – 10 cm Aufbaudicke	C_s = 0,5	C_s = 0,6
bei > 4 – 6 cm Aufbaudicke	C_s = 0,6	C_s = 0,7
bei > 2 – 4 cm Aufbaudicke	C_s = 0,7	C_s = 0,8

Durch Prüfung können standort- und/oder produktspezifische Werte nachgewiesen werden. In Abhängigkeit von örtlichen Regenspenden können sich höhere oder geringere Abflussbeiwerte ergeben.

Diese Abrufversion ist Ihre persönliche Version. Das Weiterleiten dieser Datei, oder einzelner Auszüge, an Dritte ist nur mit ausdrücklicher Zustimmung der FLL gestattet!

Die Abflussbeiwerte die nach dem im Anhang beschriebenen Verfahren (siehe auch Anlage B.4 im Anhang B) ermittelt werden, werden an unbegrünten Bauweisen untersucht und gelten für den Schichtaufbau bei einem 15-minütigen Bemessungsregen von $r_{(15)}$ = 300 l/(s x ha) nach vorangehender Wassersättigung und vierundzwanzigstündigem abtropfen lassen. Die Vegetation und Durchwurzelung wirken sich Abfluss verzögernd aus, so dass hierfür 0,05 Einheiten angerechnet und vom Messergebnis abgezogen werden. Bei Bauweisen, die nur vorbegrünt herstellbar sind, z. B. mit Vegetationsmatten, entfällt die zusätzliche Anrechnung.

Die mit dem Verfahren zur "Bestimmung des Abflussbeiwertes C_s / des Abflussbeiwertes C / der Abflusskennzahl C (Spitzenabflussbeiwert)" ermittelten Werte dienen vornehmlich der Berechnung von Abläufen und Rohrweiten für die Grundstücksentwässerung gemäß DIN 1986–100.

Alternativ zu den zuvor beschriebenen Verfahren können standort- und/oder produktspezifische Werte durch in der Siedlungswasserwirtschaft gebräuchliche Simulationsverfahren ermittelt werden. Die Werte der Simulationsverfahren ermöglichen darüber hinaus die Berechnung von Rohrleitungsnetzen im Aufgabenbereich der Siedlungswasserwirtschaft.

9.3.5 Zusätzliche Retentionsleistung

Zur Entlastung von Kanalisation und Vorflutern, ggf. auch von Kläranlagen kann es im Sinne der Siedlungswasserwirtschaft sinnvoll sein, die begrünten Dachflächen über das übliche Maß hinaus als Retentionsraum zu nutzen. Bei diesen „Retentionsdächern" wird das Wasser im Begrünungsaufbau, ggf. auch in einer zusätzlichen Schicht angestaut und temporär gespeichert. Der Abfluss erfolgt unter definierten Bedingungen im Volumen gedrosselt und/oder mit zeitlicher Verzögerung.

Bei Planung und Bau eines solchen Retentionsdaches ist auf Folgendes zu achten:

- ein solches Retentionsdach stellt eine geplante Abweichung von der üblichen Entwässerung dar, darauf ist planerisch hinzuweisen;
- das zurückgehaltene Wasser darf zu keiner dauerhaften Vernässung der Dachbegrünung führen;
- die Funktionsfähigkeit der Entwässerungseinrichtungen oberhalb des gewünschten Einstauvolumens sowie der Notentwässerung ist zu erhalten;
- sofern der Anstau auf der Dachabdichtung stattfinden soll, ist ein gefälleloses Dach sinnvoll;
- die maximale Wassermenge ist zusätzlich zur Last des Schichtaufbaus bei maximaler Wasserkapazität, statisch zu berücksichtigen;
- gewünschtes Einstauvolumen, maximal zulässige Wassermenge pro Zeiteinheit sowie der Zeitraum, nach dem das Einstauvolumen wieder zur Verfügung stehen muss, sind planerisch festzulegen;
- die Abdichtung muss für den jeweiligen Belastungsfall geeignet sein.

Diese Abrufversion ist Ihre persönliche Version. Das Weiterleiten dieser Datei, oder einzelner Auszüge, an Dritte ist nur mit ausdrücklicher Zustimmung der FLL gestattet!

9.3.6 Jahresabflussbeiwert

Die prozentuale Wasserrückhaltung als eigentliche Retention wird als Differenz aus der Menge der gefallenen Niederschläge und der abgeflossenen Wassermenge im jährlichen Durchschnitt ermittelt. In Umkehrung ergibt sich daraus nach DIN 4045 der Jahresabflussbeiwert Ψ_a, als das Verhältnis der jährlichen Regenabflusssumme zum jährlichen Regenvolumen. In Abwassersatzungen mit gesplitteten Gebühren wird dieser auch als Versiegelungsfaktor ausgewiesen.

Die jährliche Wasserrückhaltung ist sowohl von der Art der Bauweise als auch von der Aufbaudicke abhängig. Die stoffspezifische Wasserspeicherfähigkeit einerseits und die Wasserdurchlässigkeit andererseits sind zu berücksichtigen. Unterschiede zwischen den Aufbaudicken und Bauweisen treten bei sommerlicher Witterung deutlicher hervor; sie werden bei kühler Witterung zunehmend ausgeglichener und sind bei winterlicher Witterung nahezu gleich. Obgleich in der Sommerperiode der höhere Anteil des Jahresniederschlages fällt, ist hier die Wasserrückhaltung wesentlich höher, während bei winterlicher Witterung mit dem geringeren Niederschlagsanteil, aber auch der geringeren Evaporation (Verdunstung) des Schichtaufbaues und der geringsten Transpiration der Pflanzen, der Wasserabfluss am höchsten ist.

In der nachfolgenden Tabelle sind Anhaltswerte für die prozentuale jährliche Wasserrückhaltung zusammengestellt. Im Hinblick auf die Berücksichtigung in Abwassersatzungen mit gesplitteten Gebühren wird gleichzeitig der Jahresabflussbeiwert/Versiegelungsfaktor ausgewiesen.

Tabelle 4: Anhaltswerte für die prozentuale jährliche Wasserrückhaltung und den Jahresabflussbeiwert bei Dachbegrünungen in Abhängigkeit von der Aufbaudicke aus Schüttstoffen[1)]

Nr.	1	2	3	4
1	**Begrünungsart**	**Aufbaudicke in cm**	**Wasserrückhaltung im Jahresmittel in %**	**Jahresabflussbeiwert Ψ_a/ Versiegelungsfaktor**
2	**Extensivbegrünungen**	2 – 4 > 4 – 6 > 6 – 10 > 10 – 15 > 15 – 20	40 45 50 55 60	0,60 0,55 0,50 0,45 0,40
3	**Intensivbegrünungen**	15 – 25 > 25 – 50 > 50	60 70 ≥ 90	0,40 0,30 ≤ 0,10

[1)] Die Angaben beziehen sich auf Standorte mit 650 – 800 mm Jahresniederschlag und jeweils mehrjährigen Ermittlungen. In Regionen mit geringeren Jahresniederschlägen ist die Wasserrückhaltung höher und in Regionen mit höheren Jahresniederschlägen entsprechend geringer.

Diese Abrufversion ist Ihre persönliche Version. Das Weiterleiten dieser Datei, oder einzelner Auszüge, an Dritte ist nur mit ausdrücklicher Zustimmung der FLL gestattet!

9.4 Wasserbevorratung und Zusatzbewässerung

9.4.1 Wasserbevorratung

Die Vegetationsentwicklung auf begrünten Dächern wird wesentlich von der Wasserversorgung beeinflusst und begrenzt. Wenn aus statischen Gründen und ökonomischen Zwängen die Lastannahmen und Aufbaudicken möglichst gering gehalten werden sind der Speicherraum und damit der Wasservorrat erheblich reduziert.

Die Wasserbevorratung kann in verschiedenen Schichten und auf unterschiedliche Art und Weise erfolgen. Je nach Ausbildung und Anordnung in den einzelnen Schichten sind folgende Arten der Wasserbevorratung zu unterscheiden:

- in der Vegetationstragschicht durch Verwendung wasserspeichernder Stoffe in den Vegetationssubstraten und ggf. zusätzlich in Wasserspeicherplatten oder -matten;
- in der Vegetationstragschicht und zusätzlich in der Dränschicht durch Verwendung von kornabgestuften, offenporigen Schüttstoffen oder von vorgefertigten dränenden Wasserspeicherplatten;
- in der Vegetationstragschicht und zusätzlich in der Dränschicht durch flächigen Anstau in Schüttstoffen oder unter speziellen Dränplatten oder partiellen Anstau in Dränprofilplatten
- und ggf. zusätzlich in wasserspeichernden Schutzschichten und Schutzlagen.

Die gleichzeitige Wasserbevorratung in den Vegetationstragschicht- und Dränschichtstoffen lässt sich bei allen Begrünungsarten einsetzen. Der gesamte Schichtaufbau ist intensiv durchwurzelbarer Raum und steht für die Wasserspeicherung zur Verfügung.

Bei Intensivbegrünungen ist die Kombination von Wasserspeicherung in der Vegetationstragschicht mit Wasseranstau in der Dränschicht eine zweckmäßige Form der Wasserbevorratung.

Bei Einfachen Intensivbegrünungen mit dünnschichtiger Bauweise ist ein Wasseranstau in der Dränschicht nur sinnvoll, wenn in niederschlagsarmen Perioden eine zusätzliche Bewässerung erfolgt, um Trockenschäden an der Vegetation zu vermeiden.

Bei Extensivbegrünungen sind mit einer Anstaubewässerung aus pflanzenphysiologischer Sicht Nachteile verbunden (siehe auch Abschnitt 7.3).

9.4.2 Zusatzbewässerung

Die Nutzung des kostenlosen und frei verfügbaren Niederschlagswassers bildet die Grundlage der Wasserversorgung in Dachbegrünungen, um die Notwendigkeit einer Zusatzbewässerung zu minimieren und die Niederschläge unmittelbar in den natürlichen Wasserkreislauf wieder einzubringen. Eine Zusatzbewässerung ist bei Intensivbegrünungen im Bedarfsfall regelmäßig erforderlich und kann bei Extensivbegrünungen während der Fertigstellungspflege erforderlich werden. Bei stärker geneigten Dächern sollte die Möglichkeit einer Zusatzbewässerung vorgesehen werden, um in extremen Trockenperioden Pflanzenausfälle und damit Ansatzpunkte für Erosion zu vermeiden.

Diese Abrufversion ist Ihre persönliche Version. Das Weiterleiten dieser Datei, oder einzelner Auszüge, an Dritte ist nur mit ausdrücklicher Zustimmung der FLL gestattet!

Die Zusatzbewässerung kann erfolgen mit:

- Schlauch;
- Schlauch und Regner;
- Sprühschlauch;
- Tropfschlauch;
- Beregnungsanlage;
- Bewässerungsautomatik bei Wasseranstau.

Die Bewässerung mit Regnern, Sprühschläuchen oder Tropfschläuchen kann manuell oder über Zeitschaltuhr erfolgen. Eck- und Randbereiche, die vom Regner nicht erfasst werden, sowie Teilbereiche, die durch Überdachung, Strahlablenkung oder Windabdrift nicht ausreichend bewässert werden, müssen mittels Schlauch nachgewässert werden.

Die Bewässerung mit oberirdisch oder unterirdisch installierten Beregnungsanlagen kann manuell, über Zeitschaltuhr oder vollautomatisch gesteuert werden. Die Leitungen müssen korrosionsbeständig und frostsicher, bzw. vollständig entleerbar sein, um Beschädigungen durch Frosteinwirkung auszuschließen.

Die Bewässerung über Wasseranstau kann mit einem halb- oder vollautomatisch geregelten Wasserzulauf ausgelegt werden. Das Niederschlagswasser wird durch Anstau in der Dränschicht gespeichert und ist in seiner Menge von Art und Dicke der Dränschicht abhängig. Um Vernässungen der Vegetationstragschicht auszuschließen ist zwischen Höchstwasserstand und Filterschicht ein Mindestabstand von 2 cm einzuhalten und ggf. stoffabhängig größer auszubilden. Während der Vegetationsruhe im Winterhalbjahr sollte der Wasserstand an den verstellbaren Staureglern in den Dachabläufen niedriger eingestellt oder das Wasser ganz abgelassen werden.

9.5 Artenvielfalt begrünter Dächer

Zu den wichtigen ökologischen Funktionen der Dachbegrünung gehört die Schaffung von Bezugsflächen und Lebensräumen für Flora und Fauna. Eine hohe Artenvielfalt begrünter Dächer leistet dabei nicht nur einen wesentlichen Beitrag, um die negativen Folgen von Bebauung und Versiegelung für die Naturschutzgüter Fauna und Vegetation zu kompensieren. Verschiedene wissenschaftliche Untersuchungen belegen, dass artenreiche Dachbegrünungen mit unterschiedlichen Vegetationsformen auch positive Auswirkungen auf andere ökologische Funktionen und Wirkungen haben, wie beispielsweise Regenwasserrückhalt und Abflussverzögerung, Kühlungseffekte und Schadstofffilterung. Die Entwicklung der Artenvielfalt auf begrünten Dächern hängt sehr stark davon ab, wie die Vegetationsflächen aufgebaut sind, die den Pflanzen und Tieren angeboten werden. Durch verschiedene Gestaltungsmaßnahmen und die Berücksichtigung grundlegender Biodiversitätsprinzipien kann ein Mosaik unterschiedlicher Lebensräume geschaffen werden.

9.5.1 Stoffe/Herstellung

Die höchste faunistische Artenvielfalt ist bei Dachbegrünungen mit hoher Strukturvielfalt wie beispielswiese bei Extensivbegrünungen mit Anhügelungen und Gehölzvegetation und einfachen Intensivbegrünungen zu verzeichnen. Aber auch bei genutzten Intensivbegrünungen lassen sich gezielt Aspekte der Artenvielfalt integrieren. Auch das Biotop einer einzelnen, besonders schützenswerten Tierart kann auf der Dachfläche nachgebaut werden, wenn weitere Aspekte wie z. B. Flächengröße, räumliche Nähe zur Zielart und Biotopvernetzung berücksichtigt werden. Darüber hinaus sollte geprüft werden, ob eine Anbindung der Dachfläche an das Umland möglich ist (z. B. über Fassadenbegrünung, fugenreiche Bruchsteinmauern, Gabionen oder Anböschungen).

Diese Abrufversion ist Ihre persönliche Version. Das Weiterleiten dieser Datei, oder einzelner Auszüge, an Dritte ist nur mit ausdrücklicher Zustimmung der FLL gestattet!

9.5.2 Ausführung

Soll eine Dachbegrünung als Ausgleichs- oder Minderungsmaßnahme eingesetzt werden, um den Eingriff in die Naturschutzgüter zu minimieren, so sind folgende Bausteine der Biodiversität anzuwenden:

- Auswahl eines Substrates bzw. verschiedener Substrate, mit denen das gewünschte Begrünungsziel bzw. der gewünschte Lebensraum erreicht werden kann;
- Modulation der Substratoberfläche mit wechselnder Höhenlage;
- Schaffung kleinerer, vegetationsfreier Areale (z. B. in Form von Sand- oder Lehm-Linsen, Grobkiesbeeten oder Schotterflächen);
- Schaffung von frostfreien Rückzugsbereichen für Bodentiere durch Substratanhügelungen, Gehölzpflanzungen bzw. höhere Pflanzbeete.

Je nach Grad der vorgesehenen Anrechnung der Dachbegrünung für Ausgleich oder Minderung (siehe Abschnitt 4) kann darüber hinaus planerisch die Verwendung von gebietseigenem Pflanzenmaterial (siehe Abschnitt 13.2.1), das für die jeweiligen Standortbedingungen geeignet ist, vorgeschrieben werden.

Weitere ergänzende Bausteine sind:

- Einbeziehung von Futterpflanzen für Insekten und Vögel in das Bepflanzungskonzept;
- Einbringung von Totholz (Haufen aus Ästen, Wurzelstöcken, Baumscheiben);
- Einsatz von windsicheren Nisthilfen für Vögel und Insekten;
- Platzierung von Wasserelementen, ggf. mit entsprechender Flora (z. B. Wassertränken, kleine Teiche).

Die Biodiversitäts-Bausteine können sowohl im Neubau als auch bei der ökologischen Aufwertung einer bereits vorhandenen Dachbegrünung eingesetzt werden. Für ihre Zusammenstellung ist ein detaillierter Plan, ggf. unter Einbeziehung von Biologen, zu erstellen. In Abhängigkeit von der örtlichen Tier- / Pflanzenwelt und den Naturschutzzielen am jeweiligen Standort kann es angebracht sein weitere Maßnahmen einzubinden. Die oben genannten Maßnahmen stellen deshalb keine abschließende Liste dar.

9.5.3 Pflege

Zum Erhalt der Artenvielfalt ist die Funktionsfähigkeit der erstellten Biodiversitätsbausteine und Lebensräume regelmäßig zu überprüfen und ggf. zu pflegen. Die Pflegevereinbarungen (siehe Abschnitt 15) müssen deshalb Hinweise auf die geschaffenen Lebensräume und deren Erhalt beinhalten.

Diese Abrufversion ist Ihre persönliche Version. Das Weiterleiten dieser Datei, oder einzelner Auszüge, an Dritte ist nur mit ausdrücklicher Zustimmung der FLL gestattet!

10 Dränschicht

10.1 Stoffgruppen und Stoffarten

Zur Herstellung der Dränschichten werden folgende Stoffgruppen und Stoffarten unterschieden:

- Schüttstoffe
  - Kies, Splitt;
  - Lava, Bims;
  - Blähton gebrochen und ungebrochen;
  - Blähschiefer gebrochen und ungebrochen;
- Recycling-Schüttstoffe
  - Tonziegel, gebrochen;
  - Industrieschlacke;
  - Schaumglas;
- Dränmatten
  - Strukturvliesmatten;
  - Kunststoff-Noppenmatten;
  - Fadengeflechtmatten;
  - Schaumstoff-Flockenmatten;
- Dränplatten
  - Kautschuk-Noppenplatten;
  - Profilplatten aus Hartkunststoff;
  - Profilplatten aus Schaumkunststoff;
- Drän- und Substratplatten
  - Platten aus modifiziertem Schaumstoff.

Die Stoffwahl und Dimensionierung der Schicht ist abhängig von bautechnischen Erfordernissen, vegetationstechnischen Zielsetzungen und gegebenenfalls zusätzlich zu erfüllenden Funktionen.

Verfügen einzelne Produkte, z. B. Dränplatten, aufgrund einer allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung über einen anerkannten Rechenwert des Wärmedurchlasswiderstandes, können Dachbegrünungen mit anrechenbarer Wärmedämmwirkung gebaut werden.

Die bautechnischen Erfordernisse beziehen sich auf:

- die dränende Funktion;
- die Lastannahme;
- die schützende Funktion.

Diese Abrufversion ist Ihre persönliche Version. Das Weiterleiten dieser Datei, oder einzelner Auszüge, an Dritte ist nur mit ausdrücklicher Zustimmung der FLL gestattet!

Die vegetationstechnischen Zielsetzungen beziehen sich auf:

- die Vermeidung von Staunässe;
- die Wasserbevorratung durch Wasserspeicherung oder Wasseranstau;
- die Vergrößerung der durchwurzelbaren Schichtdicke;
- die angestrebte Begrünungsart und Vegetationsform.

10.2 Anforderungen

In Abhängigkeit von der jeweiligen Stoffgruppe sind bei Dränschichten die folgenden Eigenschaften zu beachten:

- Anforderungen an Stoffe (siehe Abschnitt 7.10);
- Umweltverträglichkeit (siehe Abschnitt 7.11);
- Pflanzenverträglichkeit/phytotoxische Unbedenklichkeit (siehe Abschnitt 7.12);
- Brandverhalten (siehe Abschnitt 8.9);
- Korngrößenverteilung (siehe Abschnitt 10.2.1);
- Witterungsbeständigkeit (siehe Abschnitt 10.2.2);
- Struktur– und Lagerungsstabilität (siehe Abschnitt 10.2.3);
- Stauchungsverhalten (siehe Abschnitt 10.2.4);
- Wasserdurchlässigkeit (siehe Abschnitt 10.2.5);
- Wasserspeicherfähigkeit/maximale Wasserkapazität (siehe Abschnitt 10.2.6);
- pH-Wert (siehe Abschnitt 10.2.7);
- Salzgehalt (siehe Abschnitt 10.2.9).

Die Anforderungen an Schüttstoffe für Dränschichten beziehen sich in der Regel auf den Zustand nach definierter Laborverdichtung.

Die unterschiedlichen Eigenschaften der Stoffe erfordern eine standort- und objektbezogene Beurteilung ihrer Eignung.

Art und Umfang von Eignungs- und Kontrollprüfungen werden in Abschnitt 17 für den Regelfall vorgegeben. Zu Untersuchungsmethoden siehe Anhang B.

Als Arbeitshilfe für Prüfungen enthält Tabelle 15 eine Zusammenstellung über wichtige Anforderungen an die vegetationstechnischen Eigenschaften von Schüttstoffen für Dränschichten.

10.2.1 Korngrößenverteilung

In Schüttstoffen darf der Anteil an Bestandteilen d < 0,063 mm höchstens 10 % Massenanteil betragen.

Die Kornverteilung richtet sich nach den Schichtdicken und soll in folgenden Bereichen liegen:

- bei Schichtdicken von 4 – 10 cm zwischen 2/8 mm und 2/12 mm;
- bei Schichtdicken von > 10 – 20 cm zwischen 4/8 mm und 8/16 mm;
- bei Schichtdicken von > 20 cm zwischen 4/8 mm und 16/32 mm.

Diese Abrufversion ist Ihre persönliche Version. Das Weiterleiten dieser Datei, oder einzelner Auszüge, an Dritte ist nur mit ausdrücklicher Zustimmung der FLL gestattet!

10.2.2 Witterungsbeständigkeit

Die Witterungsbeständigkeit der Stoffe ist vom Hersteller zuzusichern. Die Anforderungen an die Frostbeständigkeit von Zuschlagstoffen für Beton oder von Baustoffen aus Naturstein beziehen sich auf statisch und/oder dynamisch hoch beanspruchte Baustoffe und Bauteile. Sie können zur vegetationstechnischen Beurteilung von Stoffen für Dachbegrünungen nur eingeschränkt herangezogen werden.

Die Vorgaben der Hersteller zur Witterungsbeständigkeit von Dränmatten und Dränplatten aus Kunststoffen sind zu beachten.

10.2.3 Struktur- und Lagerungsstabilität

Die Stoffe müssen eine ausreichende Struktur- und Formbeständigkeit sowie Lagerungsstabilität während der Bauausführung und für die Folgezeit aufweisen. Sie dürfen keinen wesentlichen Setzungen durch die Eigenlast des Aufbaues, durch Wassereinfluss oder durch Pflege- und Nutzungsbelastungen unterliegen.

Dränmatten und Dränplatten aus Kunststoffen müssen gegen die Beanspruchung durch die im Begrünungsaufbau vorkommenden Stoffe und Mikroorganismen für die vorgegebene Nutzungsdauer verrottungsbeständig sein. Herstellerangaben sind zu beachten.

Bei Schüttstoffen wird die Lagerungsstabilität entscheidend durch die Kornform mitbestimmt. Für Dränschichten mit Dicken zwischen 4 und 10 cm ist daher die Verwendung gebrochener Körnungen vorzugeben und bei Schichtdicken > 10 cm anzustreben.

10.2.4 Stauchungsverhalten

Die Stauchung von Dränmatten und Dränplatten aus Kunststoffen unter Auflast im eingebauten Zustand darf die Funktionsfähigkeit (z. B. Wasserdurchlässigkeit) nicht beeinträchtigen. Zur Stauchung von Substratplatten siehe Abschnitt 12.2.6)

10.2.5 Wasserdurchlässigkeit

Die Stoffe müssen eine hohe Wasserdurchlässigkeit zur zügigen Abführung des Überschusswassers in die Dachabläufe aufweisen.

Die vertikale Wasserdurchlässigkeit für Schüttstoffe, ermittelt als Wasserinfiltrationsrate mod. K_f nach dem in Anhang B, Anlage B.3 dargestellten Verfahren, soll für Dränschichten mod. $K_f \geq 0{,}3$ cm/s $\triangleq$ 180 mm/min betragen. Für Entwässerungsteilflächen bis 400 m², einem abflusswirksamen Gefälle ab 2 % und maximal 15 m Fließlänge zum Dachablauf sind Dränschichten aus Schüttstoffen ab 4 cm Dicke ausreichend leistungsfähig. Bei abweichenden Flächen ist ein Einzelnachweis zu führen.

Bei Dachbegrünungen mit geringer Dicke des Schichtaufbaues ist zu berücksichtigen, dass bei selten auftretenden Niederschlagsereignissen mit hohen Regenspenden die Abführung von Niederschlagswasser zum Teil auch an der Oberfläche erfolgen kann und kein Mangel ist, soweit keine Oberflächenerosion stattfindet.

Diese Abrufversion ist Ihre persönliche Version. Das Weiterleiten dieser Datei, oder einzelner Auszüge, an Dritte ist nur mit ausdrücklicher Zustimmung der FLL gestattet!

Die Abflussleistung der Dränschicht ist nach folgendem Verfahren zu ermitteln:

$$q' = \frac{A \times C_s \times q}{b} \quad in \quad l/(s \times m)$$

Darin bedeuten:

q´ = Abflussspende in l/(s x m) in der Dränschicht

A = zu entwässernde Fläche in m^2

C_s = Spitzenabflussbeiwert/Abflussbeiwert/Abflusskennzahl (siehe Abschnitt 9.3.4)

q = Bemessungsregenspende in l/(s x m^2)

entsprechend DIN EN 12056–3, DIN 1986–100 oder örtlicher Vorgabe

b = rechnerische Ablaufbreite in m

Die Leistungsfähigkeit des Dränschichtstoffes in Abhängigkeit vom Gefälle und von der Schichtdicke ist vom Hersteller durch Angabe der Abflussspende in l/(s x m) nachzuweisen.

Diese Werte sind in Abhängigkeit von der Druckbelastung anzugeben. Bei mineralischen Schüttstoffen ist eine sich durch mechanische, physikalische oder chemische Einflüsse ergebende Kornzerkleinerung zu berücksichtigen.

10.2.6 Wasserspeicherfähigkeit/maximale Wasserkapazität

Bei Dränschichten aus Schüttstoffen sind aus vegetationstechnischer Sicht offenporige und wasseraufnehmende mineralische Stoffe einzusetzen, wenn eine höhere Wasserspeicherfähigkeit angestrebt wird.

Bei Bauweisen mit Anstaubewässerung sind Schüttstoffe oder formstabile Elemente mit einem großen wasseraufnehmenden Hohlraumvolumen zu verwenden. Bauweise und Stoffe müssen den Wasseranstieg gewährleisten. Um Vernässungen der Vegetationstragschicht zu verhindern und eine einwandfreie Abführung des Überschusswassers sicher zu stellen, muss ein ausreichendes wasserfreies Hohlraumvolumen über der maximalen Wasseranstauhöhe vorhanden sein.

10.2.7 pH-Wert

Bei Dränschichten aus Schüttstoffen ist der pH-Wert im Zusammenhang mit den Ansprüchen der Vegetation und den Eigenschaften der Vegetationstragschicht zu beachten. Somit ist bei der Dränschicht annähernd der gleiche pH-Wert wie bei der Vegetationstragschicht anzustreben und soll nicht mehr als 1,5 Einheiten von dem der Vegetationstragschicht (siehe Abschnitt 12.2.10) abweichen.

Der pH-Wert soll für Intensiv- und Extensivbegrünungen zwischen 6,0 und 8,5 liegen.

Bei Vegetationsformen, die saure Bodenverhältnisse bevorzugen, z. B. Moorbeetpflanzen, ist der erforderliche niedrigere pH-Wert vorzugeben.

Diese Abrufversion ist Ihre persönliche Version. Das Weiterleiten dieser Datei, oder einzelner Auszüge, an Dritte ist nur mit ausdrücklicher Zustimmung der FLL gestattet!

10.2.8 Carbonatgehalt

Der Carbonatgehalt in Dränschichten und Vegetationstragschichten wird nicht mehr als Beurteilungskriterien herangezogen (siehe Abschnitt 8.4).

Die Verwendung von Betonrecycling und Kalkschotter für Dränschichten ist unzulässig (siehe Abschnitt 8.4).

10.2.9 Salzgehalt

In Schüttstoffen sowie in Drän- und Substratplatten darf der Gehalt an löslichen Salzen im Wasserauszug aus pflanzenphysiologischer Sicht

- für Intensivbegrünungen 2,5 g/l,
- für Extensivbegrünungen 3,5 g/l

nicht überschreiten.

Wird bei der Bestimmung im Wasserextrakt der Grenzwert überschritten, ist ergänzend die Bestimmung des Salzgehaltes im Auszug mit gesättigter Gipslösung zur Beurteilung heranzuziehen und sollte die Werte

- für Intensivbegrünungen 1,5 g/l,
- für Extensivbegrünungen 2,5 g/l

nicht überschreiten.

Im Hinblick auf die mögliche Umweltbelastung durch das Auswaschen von Salzen sollte unabhängig von der Begrünungsart ein möglichst niedriger Salzgehalt angestrebt werden.

10.3 Herstellung

Die Stoffe sind unter Berücksichtigung des Dachgefälles, der vorliegenden Dachunebenheiten und der bauweisenspezifischen Anforderungen an die Oberflächenlage ebenflächig einzubauen. Die Abweichung von der Ebenheit soll bei einer Messstrecke von 4 m folgende Stichmaße nicht überschreiten:

- bei Schichtdicken bis 10 cm 1,0 cm;
- bei Schichtdicken von > 10 – 20 cm 1,5 cm;
- bei Schichtdicken von > 20 cm 2,0 cm.

Die vorgegebene Mindestschichtdicke muss an allen Punkten eingehalten werden. Durch den Einbau der folgenden Schichten darf die Funktionsfähigkeit nicht beeinträchtigt werden. Bei Verwendung von Dränmatten und Dränplatten ist die Ebenflächigkeit abhängig von Art und Ausmaß der Dachunebenheiten. Bei einem Dachgefälle < 2 % sind die Unebenheiten durch geeignete Maßnahmen auszugleichen, z. B. dickere Dränschicht. Dränmatten und Dränplatten sind so zu verlegen bzw. einzubauen, dass Schüttgüter nicht in darunter liegende Lagen/Schichten eindringen können. Bei Schüttstoffen mit scharfkantigen und spitz zulaufenden Kornformen und bei Dränplatten aus Hartkunststoff mit Kantendruck können höhere mechanische Beanspruchungen von Dachabdichtung/Durchwurzelungsschutz auftreten, die eine entsprechende Schutzschicht/Schutzlage erfordern (siehe Abschnitt 8.3).

Diese Abrufversion ist Ihre persönliche Version. Das Weiterleiten dieser Datei, oder einzelner Auszüge, an Dritte ist nur mit ausdrücklicher Zustimmung der FLL gestattet!

11 Filterschicht

11.1 Stoffgruppen und Stoffarten

Als Filterschicht werden bei Dachbegrünungen Geotextilien in Form von Vliesstoffen oder Geweben eingesetzt. Die Filterschicht wird entweder in einem gesonderten Arbeitsgang auf der Dränschicht verlegt oder sie ist Bestandteil werkgefertigter Dränmatten.

Vliesstoffe bestehen aus gerichteten oder wirr abgelegten Fasern beliebiger Länge. Die Faserverfestigung kann nach mechanischen oder thermischen Verfahren oder in Kombinationen derselben erfolgen.

Vliesstoffe müssen detektorgeprüft sein, um den Verbleib von abgebrochenen Nadeln im Vlies auszuschließen.

11.2 Anforderungen

In Anlehnung an das FGSV-„Merkblatt über die Anwendung von Geokunststoffen im Erdbau des Straßenbaues“ sind die nachfolgenden Eigenschaften zu beachten:

- Umweltverträglichkeit (siehe Abschnitte 7.11);
- Pflanzenverträglichkeit/phytotoxische Unbedenklichkeit (siehe Abschnitt 7.12);
- Brandverhalten (siehe Abschnitt 8.9);
- Flächengewicht (siehe Abschnitt 11.2.1);
- Robustheit gegenüber mechanischer Beanspruchung (siehe Abschnitt 11.2.2);
- mechanische Filterwirksamkeit/Öffnungsweite (siehe Abschnitt 11.2.3);
- Durchwurzelbarkeit (siehe Abschnitt 11.2.4);
- Witterungsbeständigkeit (siehe Abschnitt 11.2.5);
- Beständigkeit gegen Mikroorganismen (siehe Abschnitt 11.2.6);
- Beständigkeit gegen chemische Einflüsse (siehe Abschnitt 11.2.7);
- Zugfestigkeit, Dehnbarkeit, Reibungsbeiwert (siehe Abschnitt 11.2.8).

11.2.1 Flächengewicht

Das Flächengewicht soll mindestens 100 g/m^2 betragen. In der Regel liegt es zwischen 100 – 200 g/m^2 bei Vegetationstragschichten bis 25 cm Dicke. Bei größeren Schichtdicken und bei stärker geneigten Dächern können aufgrund der Anforderungen an den Durchdrückwiderstand bzw. an die Zugfestigkeit und die Dehnbarkeit stoff- und strukturabhängig höhere Flächengewichte erforderlich sein.

11.2.2 Robustheit gegenüber mechanischer Beanspruchung

Wenn keine wesentlichen mechanischen Beanspruchungen während der Bauausführung, z. B. durch Befahren mit Baumaschinen oder durch spätere Folgebelastungen, zu erwarten sind, ist bei Vliesstoffen i. d. R. die Geotextilrobustheitsklasse (GRK) 1 mit einer Stempeldurchdrückkraft ≥ 0,5 kN ausreichend.

Diese Abrufversion ist Ihre persönliche Version. Das Weiterleiten dieser Datei, oder einzelner Auszüge, an Dritte ist nur mit ausdrücklicher Zustimmung der FLL gestattet!

11.2.3 Mechanische Filterwirksamkeit/Öffnungsweite

Die mechanische Filterwirksamkeit eines Vliesstoffes wird nach dem FGSV-„Merkblatt über die Anwendung von Geokunststoffen im Erdbau des Straßenbaues“ durch die wirksame Öffnungsweite O_{90} charakterisiert: „Die wirksame Öffnungsweite O_{90} kennzeichnet den Durchmesser der Kornfraktion eines Einheitsprüfbodens, von der 90 % durch das Geotextil zurückgehalten und 10 % hindurch gelassen werden“.

Bei Dachbegrünungen sind bedingt durch die Dicke und Zusammensetzung der Vegetationstragschicht (siehe Tabelle 3 und Abschnitt 12.2.2) i. d. R. Vliesstoffe mit einer wirksamen Öffnungsweite von 0,06 mm ≤ gew. O_{90} < 0,2 mm ausreichend.

11.2.4 Durchwurzelbarkeit

Vliesstoffe/Gewebe müssen durchwurzelbar sein. Die Durchwurzelung der Dränschicht darf insbesondere bei Extensivbegrünungen nicht behindert werden, da diese bei geringer Gesamtdicke des Schichtaufbaus als Wurzelraum dient.

11.2.5 Witterungsbeständigkeit

Gemäß FGSV-„Merkblatt über die Anwendung von Geokunststoffen im Erdbau des Straßenbaues“ sind freiliegende Vliesstoffe/Gewebe nicht witterungsbeständig. Die Herstellerangaben zur höchstzulässigen Freiliegedauer sind zu beachten.

11.2.6 Beständigkeit gegen Mikroorganismen

Entsprechend dem FGSV-„Merkblatt über die Anwendung von Geokunststoffen im Erdbau des Straßenbaues“ ist die Beständigkeit gegen mikrobiologische Angriffe nach DIN EN 12225 durch Einlagerung in Humusboden zu prüfen.

11.2.7 Beständigkeit gegen chemische Einflüsse

Der Nachweis zur Beständigkeit ist vom Produkthersteller zu führen. In der Regel ist die Dauerhaftigkeit des Produktes für die vorgegebene Nutzungsdauer nachzuweisen.

11.2.8 Reibungsbeiwert, Dehnbarkeit und Zugfestigkeit

Anforderungen an diese Eigenschaften sind im Bedarfsfall objektspezifisch, z. B. bei geneigten Dächern, für die vorgesehene Bauweise vorzugeben und nachzuweisen.

Diese Abrufversion ist Ihre persönliche Version. Das Weiterleiten dieser Datei, oder einzelner Auszüge, an Dritte ist nur mit ausdrücklicher Zustimmung der FLL gestattet!

11.3 Herstellung

Vliesstoffe/Gewebe für Filterschichten müssen mit mindestens 10 cm Überlappung der Bahnen verlegt werden. Sie sind an Rändern so hoch zu führen, dass ein Eintrag von Substrat in die Dränschicht vermieden wird und sie nicht der Witterung ausgesetzt oder zu sehen sind.

Beim Einbau soll umgehend nach dem Verlegen der Vliesstoffe/Gewebe die Überschüttung mit dem Vegetationssubstrat erfolgen. Wenn dies nicht möglich ist, sollte die Freiliegedauer kurz sein und die vom Hersteller angegebene höchstzulässige Freiliegedauer möglichst nicht ausgenutzt werden.

Freiliegende Vliesstoffe/Gewebe sind zwischenzeitlich gegen Windsog zu sichern.

Vlieskaschierte Dränmatten, die an Dachrändern oder aufgehenden Bauteilen hoch geführt werden, sind dauerhaft vor Witterungseinflüssen zu schützen.

Ist eine Bewässerung durch Wasseranstau vorgesehen, darf auch durch die Bauausführung das wasserfreie Hohlraumvolumen in der Dränschicht an keiner Stelle verringert werden. Die Filterschicht darf die Oberfläche des maximalen Wasseranstaus nicht berühren.

Diese Abrufversion ist Ihre persönliche Version. Das Weiterleiten dieser Datei, oder einzelner Auszüge, an Dritte ist nur mit ausdrücklicher Zustimmung der FLL gestattet!

12 Vegetationstragschicht

Die Vegetationstragschicht bildet die Grundlage für das Pflanzenwachstum und muss intensiv durchwurzelbar sein. Dazu bedarf es bestimmter physikalischer, chemischer und biologischer Eigenschaften. Die Vegetationstragschicht muss strukturstabil sein, einsickerndes Wasser pflanzenverfügbar speichern und lediglich Überschusswasser abgeben. Auch bei maximaler Wasserkapazität muss sie ein für die jeweilige Vegetationsform ausreichendes Luftvolumen aufweisen.

12.1 Stoffgruppen und Stoffarten

Bei der Ausbildung der Vegetationstragschicht wird in Abhängigkeit von der stofflichen Zusammensetzung und der Herstellung der Schicht sowie in Verbindung mit den Begrünungsarten und Vegetationsformen zwischen folgenden Stoffgruppen und Stoffarten für Vegetationssubstrate unterschieden:

- Schüttstoffe
  - verbesserte Ober- und/oder Unterböden;
  - mineralische Schüttstoffe
    - mit oder ohne organischer Substanz;
- Substratplatten
  - aus modifizierten Schaumstoffen;
  - aus Mineralfasern;
- Wasserspeicherschichten
  - aus Vliesen;
  - aus Matten;
  - aus Platten;
- Vegetationsmatten
  - mit mineralisch/organischen Schüttstoffgemischen
    - mit dauerhafter oder verrottbarer Trägereinlage;
    - mit statisch wirksamer Trägereinlage.

Die Stoffwahl und die Dimensionierung der Schicht sind insbesondere abhängig von bautechnischen Erfordernissen und vegetationstechnischen Zielsetzungen.

Die bautechnischen Erfordernisse beziehen sich auf:

- die dränende Funktion;
- die Lastannahme;
- die schützende Funktion.

Die vegetationstechnischen Zielsetzungen beziehen sich auf:

- die Ansprüche der angestrebten Begrünungsart und Vegetationsform;
- das dauerhafte Sicherstellen der Funktionen;
- das Begrenzen des Aufwandes für Entwicklungs- und Unterhaltungspflege.

Diese Abrufversion ist Ihre persönliche Version. Das Weiterleiten dieser Datei, oder einzelner Auszüge, an Dritte ist nur mit ausdrücklicher Zustimmung der FLL gestattet!

Werden für die Vegetationstragschicht Substrate oder Böden nach anderen als den hier vorgegebenen Anforderungen (z. B. für Landschaftsbau, Erdarbeiten, Sportplatzbau oder Baumpflanzungen − siehe Abschnitt 1.1) verwendet, ist ggf. durch den Einbau einer Zwischenschicht mit gestufter Korngrößenverteilung bzw. durch andere Maßnahmen sicherzustellen, dass es nicht zur Vernässung durch Kapillarbruch kommt.

Ab etwa 35 cm Vegetationstragschichtdicke ist zur Vermeidung von Sackung, Vernässung und Fäulnis der Gehalt an organischer Substanz zu reduzieren oder bei der Ausbildung der Vegetationstragschicht zwischen einem Obersubstrat und einem Untersubstrat mit geringen organischen Bestandteilen zu unterscheiden sowie für die untere Schicht eine geringere Wasserkapazität vorzugeben.

Bei Verwendung der Einschichtigen Bauweise für Intensivbegrünungen ist die geringere Wasser- und Nährstoffspeicherfähigkeit der Substrate zu beachten. Entweder sind Pflanzen mit geringerem Wasser- und Nährstoffbedarf zu verwenden oder die höheren Ansprüche der Pflanzen an die Wasser- und Nährstoffversorgung sind durch Pflegemaßnahmen auszugleichen.

Bei Verwendung der Einschichtigen Bauweise für Rasenflächen für Spiel, Sport und Repräsentationzwecke sollte die Begrünung mit Fertigrasen erfolgen, bei mehrschichtiger Bauweise ist Ansaat möglich.

Bei extrem dünnschichtigen Bauweisen können Vegetationsmatten zugleich die Vegetationstragschicht bilden. Werden sie auf einer Substratschicht verlegt, sind sie als Begrünungsverfahren (siehe Abschnitt 14.1) einzuordnen.

Substrate für Vegetationsmatten entsprechen der Gruppe der mineralischen Schüttstoffe mit geringem Anteil an organischer Substanz. Sie weichen in der stofflichen Zusammensetzung und Korngrößenverteilung von den als Schicht eingebauten Gemischen ab.

12.2 Anforderungen

In Abhängigkeit von der Begrünungsart und der jeweiligen Stoffgruppe sind bei Vegetationstragschichten die folgenden Eigenschaften zu beachten:

- Umweltverträglichkeit (siehe Abschnitt 7.11);
- Pflanzenverträglichkeit/phytotoxische Unbedenklichkeit (siehe Abschnitt 7.12);
- Brandverhalten (siehe Abschnitt 8.9);
- Korngrößenverteilung (siehe Abschnitt 12.2.2);
- Gehalt an organischer Substanz (siehe Abschnitt 12.2.3);
- Witterungsbeständigkeit (siehe Abschnitt 12.2.4);
- Struktur- und Lagerungsstabilität von Böden und Schüttstoffen (siehe Abschnitt 12.2.5);
- Stauchungsverhalten von Substratplatten (siehe Abschnitt 12.2.6);
- Wasserdurchlässigkeit (siehe Abschnitt 12.2.7);
- Wasserspeicherfähigkeit/maximale Wasserkapazität (siehe Abschnitt 12.2.8);
- Luftkapazität (siehe Abschnitt 12.2.9);
- pH-Wert (siehe Abschnitt 12.2.10);
- Salzgehalt (siehe Abschnitt 12.2.11);
- Nährstoffgehalt (siehe Abschnitt 12.2.12);

Diese Abrufversion ist Ihre persönliche Version. Das Weiterleiten dieser Datei, oder einzelner Auszüge, an Dritte ist nur mit ausdrücklicher Zustimmung der FLL gestattet!

- Adsorptionskapazität (siehe Abschnitt 12.2.13);
- keimfähige Samen/regenerationsfähige Pflanzenteile (siehe Abschnitt 12.2.14);
- Anteil an Fremdstoffen (siehe Abschnitt 12.2.15).

Das Gesamtporenvolumen ist keine Kenngröße, sondern wird zur Ermittlung der Luftkapazität bei maximaler Wasserkapazität und bei pF 1,8 herangezogen.

Die Menge des pflanzenverfügbaren Wassers kann näherungsweise aus der maximalen Wasserkapazität abzüglich eines Anteils von rd. 10-15 Vol.–% für das in den Feinporen bei pF > 4,2 gebundene Wasser ermittelt werden.

Die Anforderungen an Vegetationssubstrate beziehen sich i. d. R. auf den Zustand bei definierter Laborverdichtung.

Art und Umfang von Eignungs- und Kontrollprüfungen werden in Kapitel 17 für den Regelfall vorgegeben. Zu Untersuchungsmethoden siehe Anhang B.

Als Arbeitshilfe für Prüfungen enthalten die Tabellen 18-22 eine nach Begrünungsarten und Bauweisen differenzierte Zusammenstellung über wichtige Anforderungen an die vegetationstechnischen Eigenschaften von Vegetationssubstraten.

12.2.1 Einteilung der Substrate für die Begrünungsarten

Durch Verwendung von Einschichtbauweisen auch für Intensivbegrünungen und die Aufnahme einer gesonderten Rasen-Bauweise wird bei den Anforderungen an Substrate folgende Einteilung vorgenommen (siehe auch Tabelle 5).

- Intensivbegrünung
  - Begrünung außer Rasen
    - einschichtige Bauweise
    - mehrschichtige Bauweise
  - Rasenbegrünung
    - einschichtige Bauweise
    - mehrschichtige Bauweise
- Extensivbegrünung
    - einschichtige Bauweise
    - mehrschichtige Bauweise

Diese Abrufversion ist Ihre persönliche Version. Das Weiterleiten dieser Datei, oder einzelner Auszüge, an Dritte ist nur mit ausdrücklicher Zustimmung der FLL gestattet!

12.2.2 Korngrößenverteilung [1)]

In Vegetationssubstraten soll der Gehalt an abschlämmbaren Teilen (d ≤ 0,063 mm) im eingebauten Zustand die Werte aus Tabelle 5 nicht überschreiten:

Tabelle 5: Begrenzung des Gehalts an abschlämmbaren Teilen (d ≤ 0,063 mm) bei Substraten unterschiedlicher Begrünungsarten [1)]

Nr.	1				2	
1	Intensivbegrünung				Extensivbegrünung	
2	Begrünung außer Rasen		Rasenbegrünung			
3	Einschicht	Mehrschicht	Einschicht	Mehrschicht	Einschicht	Mehrschicht
4	≤ 10	≤ 20	≤ 10	≤ 20	≤ 10	≤ 15
	jeweils in % Massenanteile				jeweils in % Massenanteile	

[1)] Die Substratanforderungen für Intensivbegrünung oder Extensivbegrünung in Einschichtbauweise sind mit Ausnahme der Rasenbegrünung identisch.

Das Größtkorn sollte bei Begrünungen auf Flachdächern abhängig von der Dicke der Vegetationstragschicht

- bis 10 cm d = 12,5 mm,
- über 10 cm d = 16 mm
- und bei Rasenbegrünung unabhängig von der Dicke d = 8 mm

nicht überschreiten.

Als Hilfe für die Wahl einer geeigneten Korngrößenverteilung dienen die in nachfolgend aufgelisteten Abbildungen dargestellten Korngrößenverteilungsbereiche

Tabelle 6: Übersicht Korngrößenverteilungsbereiche [1)]

Nr.	1				2	
1	Intensivbegrünung				Extensivbegrünung	
2	Begrünung außer Rasen		Rasenbegrünung			
3	Einschicht	Mehrschicht	Einschicht	Mehrschicht	Einschicht	Mehrschicht
4	s. Abb. 3	s. Abb. 4	s. Abb. 5	s. Abb. 6	s. Abb. 7	s. Abb. 8

[1)] Die entsprechenden Koordinaten sind in den Tabellen 7 - 9 vorgegeben.

Diese Abrufversion ist Ihre persönliche Version. Das Weiterleiten dieser Datei, oder einzelner Auszüge, an Dritte ist nur mit ausdrücklicher Zustimmung der FLL gestattet!

Tabelle 7: Koordinaten des Korngrößenverteilungsbereichs für Intensivsubstrate (außer Rasenbegrünung)

Nr.	1	2			
1	Korngröße in mm	Koordinaten für die Grenzkurven für Intensivsubstrate (außer Rasenbegrünung)			
		Einschichtige Bauweise		Mehrschichtige Bauweise	
		Linke Grenzkurve	rechte Grenzkurve	linke Grenzkurve	rechte Grenzkurve
2	0,06	10	-	20	0
	0,2	15	-	36	10
	0,6	25	-	70	21
	1,0	33	-	100	28
	2,0	50	0	-	40
	4,0	80	25	-	58
	6,3	100	43	-	72
	10,0	-	69	-	92
	12,5	-	80	-	100
	16,0	-	100	-	-

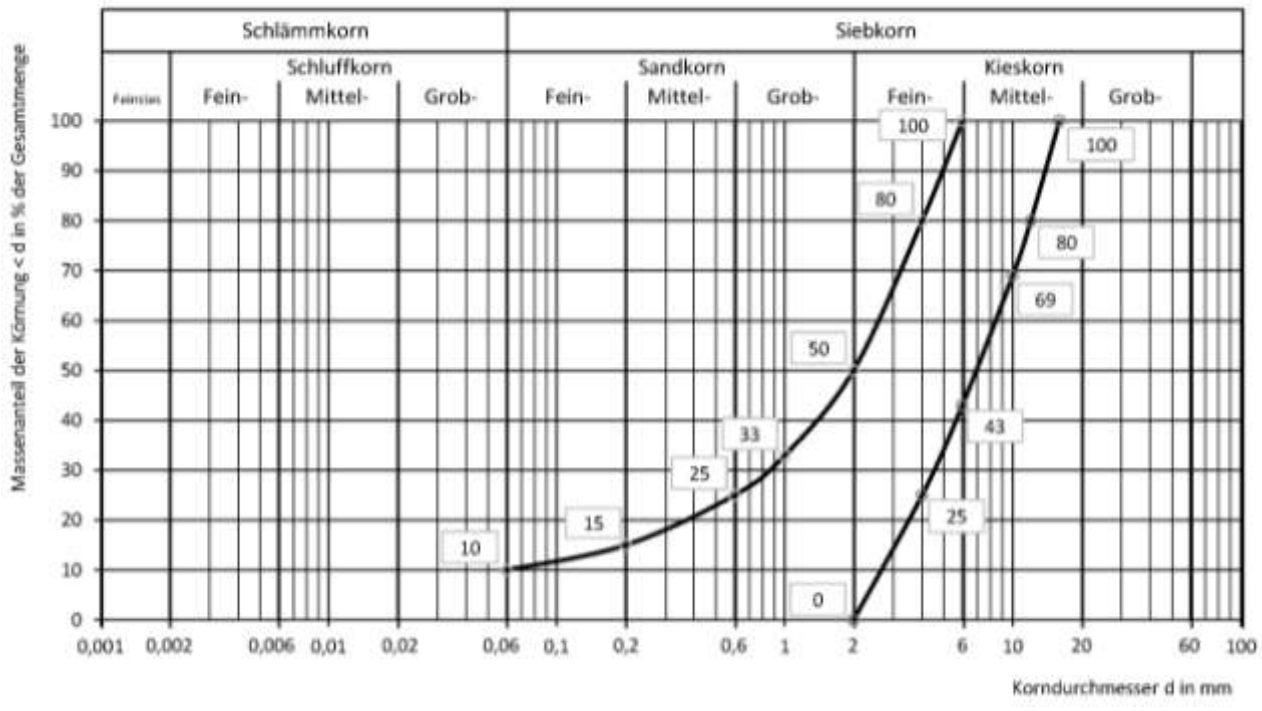


Abbildung 3: Korngrößenverteilungsbereich für einschichtige Intensivsubstrate (außer Rasenbegrünung)

Anmerkung: Bei dem dargestellten Korngrößenverteilungsbereich handelt es sich um eine Orientierungshilfe. Für die Beurteilung sind ausschließlich die funktionellen Anforderungen dieser Richtlinie maßgebend.

Diese Abrufversion ist Ihre persönliche Version. Das Weiterleiten dieser Datei, oder einzelner Auszüge, an Dritte ist nur mit ausdrücklicher Zustimmung der FLL gestattet!

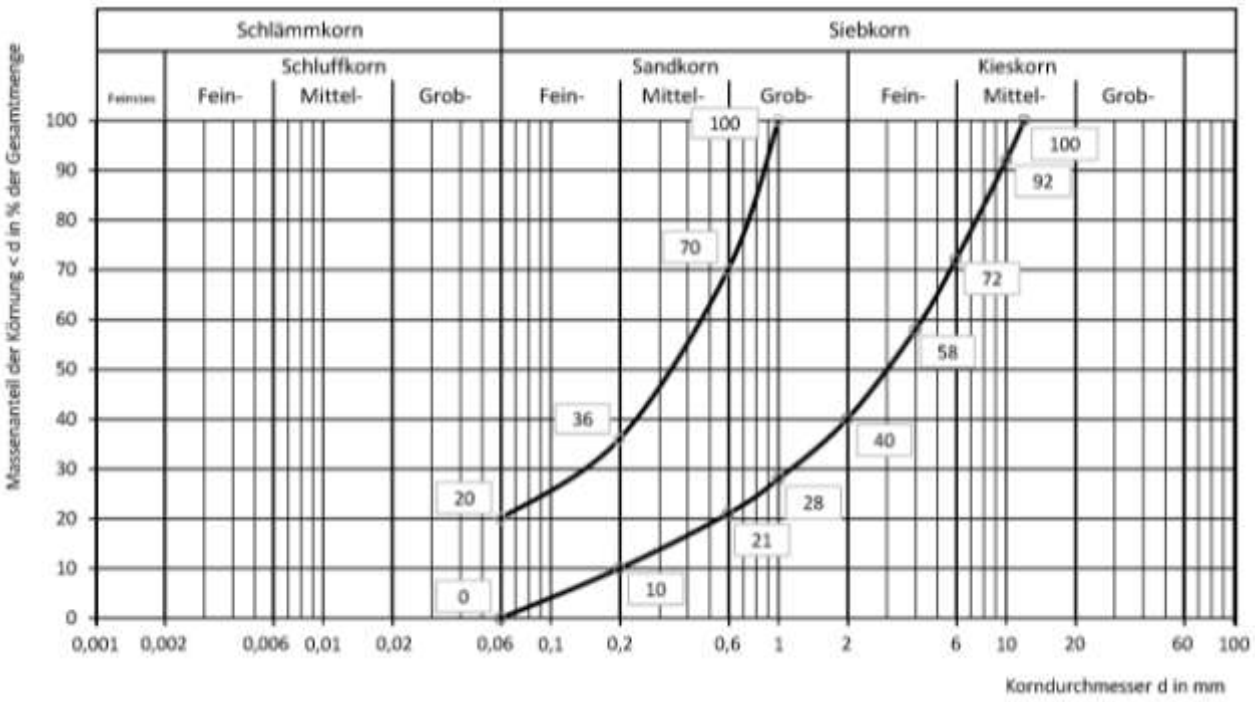


Abbildung 4: Korngrößenverteilungsbereich für mehrschichtige Intensivsubstrate (außer Rasenbegrünung)

Anmerkung: Bei dem dargestellten Korngrößenverteilungsbereich handelt es sich um eine Orientierungshilfe. Für die Beurteilung sind ausschließlich die funktionellen Anforderungen dieser Richtlinie maßgebend.

Tabelle 8: Koordinaten des Korngrößenverteilungsbereichs für Rasensubstrate

Nr.	1	2			
1	Korngröße in mm	Koordinaten für die Grenzkurven für Rasensubstrate			
		Einschichtige Bauweise		Mehrschichtige Bauweise	
		Linke Grenzkurve	rechte Grenzkurve	linke Grenzkurve	rechte Grenzkurve
2	0,06	10	-	20	0
	0,2	15	-	45	15
	0,6	25	0	80	35
	1,0	33	11	100	47
	2,0	60	35	-	62
	4,0	100	70	-	82
	6,3		90	-	95
	8,0	-	100	-	100
	10,0	-	-	-	-
	12,5	-	-	-	-
	16,0	-	-	-	-

Diese Abrufversion ist Ihre persönliche Version. Das Weiterleiten dieser Datei, oder einzelner Auszüge, an Dritte ist nur mit ausdrücklicher Zustimmung der FLL gestattet!

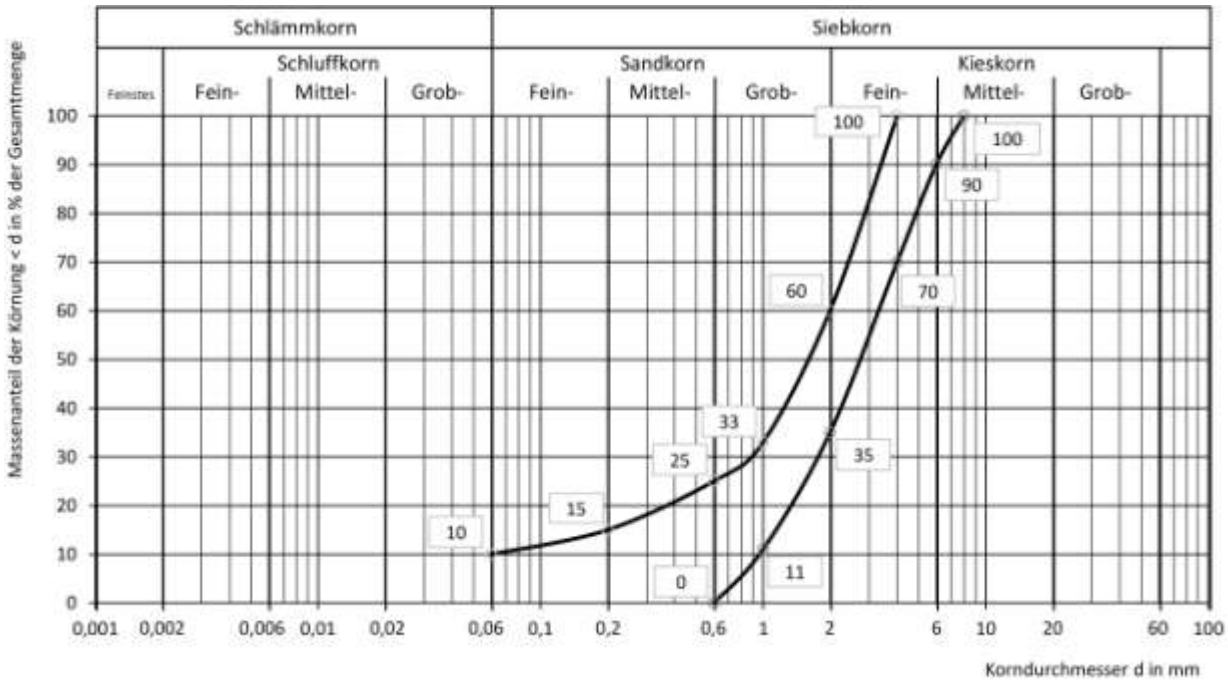


Abbildung 5: Korngrößenverteilungsbereich für einschichtige Rasensubstrate

Anmerkung: Bei dem dargestellten Korngrößenverteilungsbereich handelt es sich um eine Orientierungshilfe. Für die Beurteilung sind ausschließlich die funktionellen Anforderungen dieser Richtlinie maßgebend.

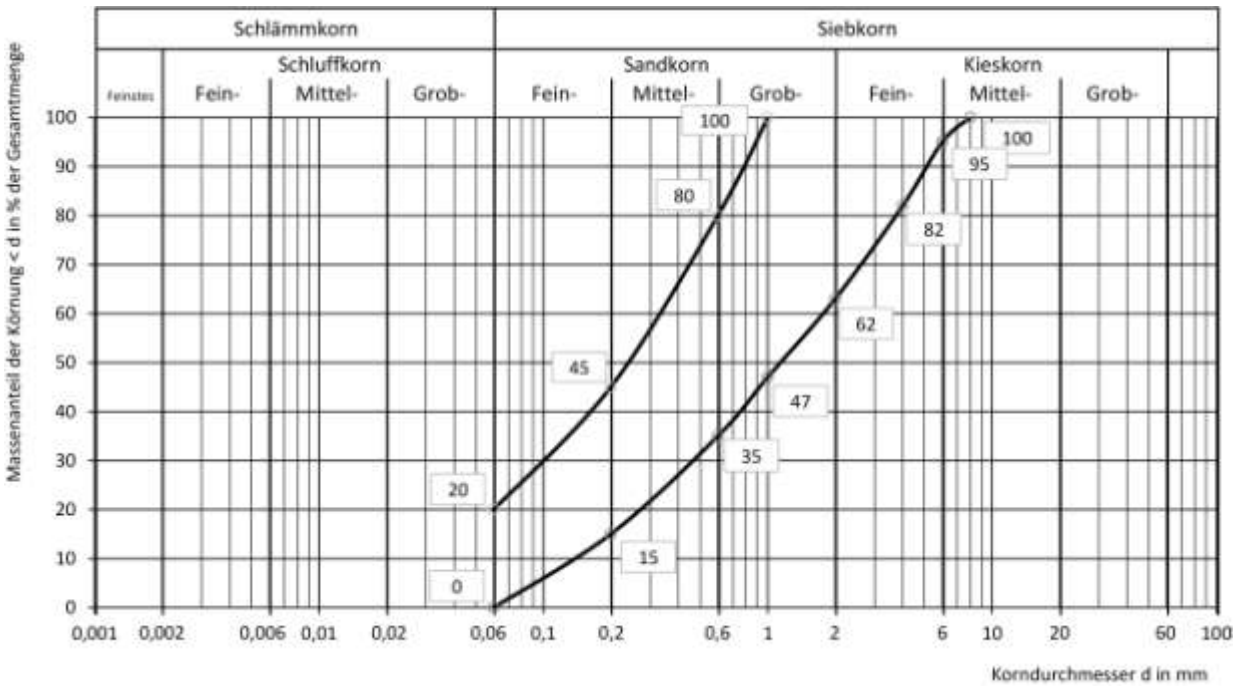


Abbildung 6: Korngrößenverteilungsbereich für mehrschichtige Rasensubstrate

Anmerkung: Bei dem dargestellten Korngrößenverteilungsbereich handelt es sich um eine Orientierungshilfe. Für die Beurteilung sind ausschließlich die funktionellen Anforderungen dieser Richtlinie maßgebend.

Diese Abrufversion ist Ihre persönliche Version. Das Weiterleiten dieser Datei, oder einzelner Auszüge, an Dritte ist nur mit ausdrücklicher Zustimmung der FLL gestattet!

Tabelle 9: Koordinaten des Korngrößenverteilungsbereichs für Extensivsubstrate

Nr.	1	2			
1	Korngröße in mm	Koordinaten für die Grenzkurven für Extensivsubstrate			
		Einschichtige Bauweise		Mehrschichtige Bauweise	
		Linke Grenzkurve	rechte Grenzkurve	linke Grenzkurve	rechte Grenzkurve
2	0,06	10	-	15	-
	0,2	15	-	30	-
	0,6	25	-	50	0
	1,0	33	-	62	11
	2,0	50	0	80	30
	4,0	80	25	100	50
	6,3	100	43	-	63
	10,0	-	69	-	81
	12,5	-	80	-	88
	16,0	-	100	-	100

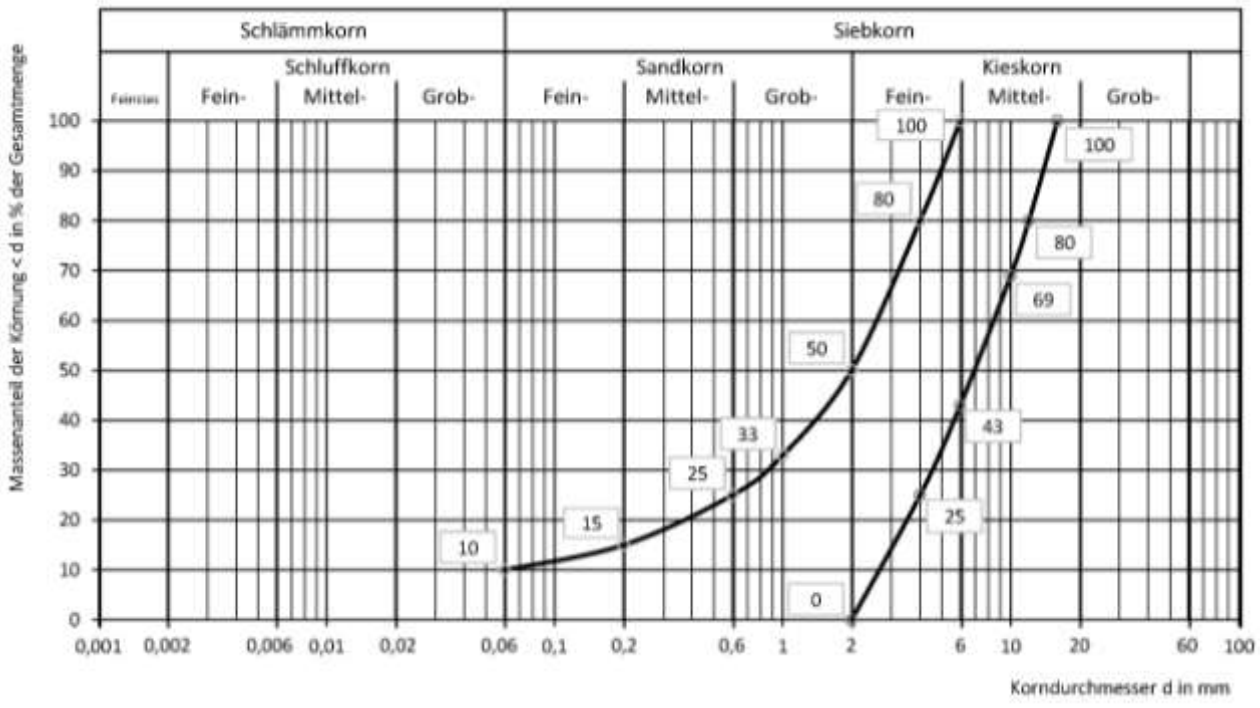


Abbildung 7: Korngrößenverteilungsbereich für einschichtige Extensivsubstrate

Anmerkung: Bei dem dargestellten Korngrößenverteilungsbereich handelt es sich um eine Orientierungshilfe. Für die Beurteilung sind ausschließlich die funktionellen Anforderungen dieser Richtlinie maßgebend.

Diese Abrufversion ist Ihre persönliche Version. Das Weiterleiten dieser Datei, oder einzelner Auszüge, an Dritte ist nur mit ausdrücklicher Zustimmung der FLL gestattet!

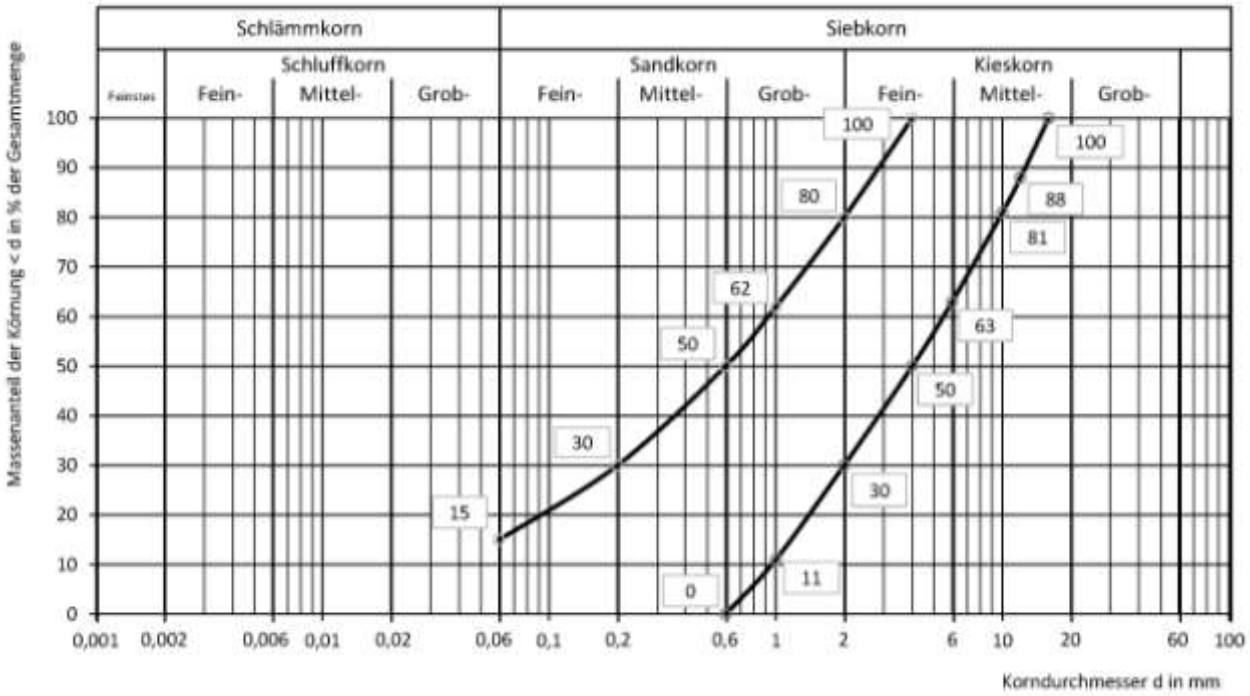


Abbildung 8: Korngrößenverteilungsbereich für mehrschichtige Extensivsubstrate

Anmerkung: Bei dem dargestellten Korngrößenverteilungsbereich handelt es sich um eine Orientierungshilfe. Für die Beurteilung sind ausschließlich die funktionellen Anforderungen dieser Richtlinie maßgebend.

12.2.3 Gehalt an organischer Substanz

Der Gehalt an organischer Substanz in Vegetationssubstraten sollte den nachfolgenden Werten entsprechen:

Tabelle 10: Gehalt an organischer Substanz

Nr.	1				2	
1	Intensivbegrünung				Extensivbegrünung	
2	Begrünung außer Rasen		Rasenbegrünung			
3	Einschicht	Mehrschicht	Ein-schicht	Mehrschicht	Einschicht	Mehrschicht
4	≤ 40 g/l	≤ 90 g/l	≤ 40 g/l	≤ 65 g/l	≤ 40 g/l	≤ 65 g/l

Besondere Vegetationsformen, z. B. Moorbeetpflanzen, können einen höheren Anteil an organischer Substanz erfordern.

12.2.4 Witterungsbeständigkeit

Die Witterungsbeständigkeit der mineralischen Gerüstbaustoffe ist vom Hersteller zuzusichern. Die Anforderungen an die Frostbeständigkeit von Zuschlagstoffen für Beton oder von Baustoffen aus Naturstein beziehen sich auf statisch und/oder dynamisch hoch beanspruchte Baustoffe und Bauteile. Sie können zur vegetationstechnischen Beurteilung von Stoffen für Vegetationstragschichten nur eingeschränkt herangezogen werden.

Diese Abrufversion ist Ihre persönliche Version. Das Weiterleiten dieser Datei, oder einzelner Auszüge, an Dritte ist nur mit ausdrücklicher Zustimmung der FLL gestattet!

12.2.5 Struktur- und Lagerungsstabilität von Böden und Schüttstoffen

Vegetationssubstrate aus Böden und Schüttstoffen müssen eine ausreichende Struktur- und Lagerungsstabilität aufweisen. Diese wird im Wesentlichen durch die Korngrößenverteilung und die Kornform bestimmt. Es sind daher als gerüstbildende Stoffe gebrochene Körnungen einzusetzen. Dies gilt insbesondere für Extensivbegrünungen.

Das Ausmaß der Setzungen durch Eigenlast des Aufbaues, Wassereinfluss, Umsetzungsprozesse oder Pflegebelastungen darf innerhalb der Verjährungsfrist für Mängelansprüche

- bei Schichtdicken bis 50 cm nicht mehr als 10 % der Nenndicke,
- bei Schichtdicken von mehr als 50 cm im Mittel nicht mehr als 5 cm

betragen.

12.2.6 Stauchungsverhalten bei Substratplatten

Die Stauchung von Substratplatten unter Auflast im eingebauten Zustand darf langfristig

- bei 30 – 50 mm Plattendicke nicht mehr als 20 % der Nenndicke,
- bei > 50 mm Plattendicke nicht mehr als 10 mm

betragen.

12.2.7 Wasserdurchlässigkeit

Die Wasserdurchlässigkeit von Vegetationssubstraten ist auf die vorgesehene Dränschichtbauweise abzustimmen. Sie wird als Wasserinfiltrationsrate mod. K_f ermittelt und soll für Substrate im verdichteten Zustand bzw. für Substrat-/Wasserspeicherplatten im Einbauzustand folgende Werte betragen:

Tabelle 11: Wasserdurchlässigkeit von Vegetationssubstraten

Nr.	1				2	
1	Intensivbegrünung				Extensivbegrünung	
2	Begrünung außer Rasen		Rasenbegrünung			
3	Einschicht	Mehrschicht	Einschicht	Mehrschicht	Einschicht	Mehrschicht
4	60 – 400 mm/min	0,3 – 30 mm/min	60 – 200 mm/min	0,6 – 70 mm/min	60 – 400 mm/min	0,6 – 70 mm/min

Wegen der unterschiedlichen Bezugsgrößen/Einheiten in den Untersuchungsberichten werden in Tabelle 12 die Mindestwerte der Wasserdurchlässigkeit gegenübergestellt. Der Wert l/m²/h dient lediglich zur Veranschaulichung der Größenordnung und darf nicht für weitere Berechnungen zu Grunde gelegt werden.

Diese Abrufversion ist Ihre persönliche Version. Das Weiterleiten dieser Datei, oder einzelner Auszüge, an Dritte ist nur mit ausdrücklicher Zustimmung der FLL gestattet!

Tabelle 12: Umrechnungstabelle zur Wasserdurchlässigkeit der Vegetationstragschicht

Nr.	1	2				3	
1	Einheit	Intensivbegrünung				Extensivbegrünung	
		Begrünung außer Rasen		Rasenbegrünung			
		Einschicht	Mehr-schicht	Einschicht	Mehr-schicht	Einschicht	Mehr-schicht
2	mm/min	60	0,3	60	0,6	60	0,6
3	cm/s	0,1	0,0005	0,1	0,001	0,1	0,001
4	m/s	0,001	0,000005	0,001	0,00001	0,001	0,00001
5	m/s	1,00E-03	5,00E-06	1,00E-03	1,00E-05	1,00E-03	1,00E-05
6	~ l/m^2/h	3600	18	3600	36	3600	36

12.2.8 Wasserspeicherfähigkeit/maximale Wasserkapazität

Die maximale Wasserkapazität von Vegetationssubstraten, als Kenngröße für die Wasserspeicherfähigkeit, soll im verdichteten bzw. eingebauten Zustand folgende Werte aufweisen und, um Vernässungen zu vermeiden, den Wert von 65 Vol.–% nicht überschreiten (siehe Tabelle 13):

Tabelle 13: Wasserkapazität von Vegetationssubstraten

Nr.	1				2	
1	Intensivbegrünung				Extensivbegrünung	
2	Begrünung außer Rasen		Rasenbegrünung			
3	Einschicht	Mehrschicht	Einschicht	Mehr-schicht	Einschicht	Mehrschicht
4	≥ 30 Vol.–% ≤ 65 Vol.–%	≥ 45 Vol.–% ≤ 65 Vol.–%	≥ 30 Vol.–% ≤ 65 Vol.–%	≥ 35 Vol.–% ≤ 65 Vol.–%	≥ 20 Vol.–% ≤ 65 Vol.–%	≥ 35 Vol.–% ≤ 65 Vol.–%

12.2.9 Luftkapazität

Die Luftkapazität von Vegetationssubstraten soll bei maximaler Wasserkapazität 10 Vol.–% nicht unterschreiten.

Liegt der ermittelte Wert darunter, ist ergänzend die Luftkapazität bei pF 1,8 zur Beurteilung heranzuziehen. Sie soll bei pF 1,8 (Anteil an weiten Grobporen) ≥ 20 Vol.–% betragen.

12.2.10 pH-Wert

Bei der Vegetationstragschicht ist der pH-Wert im Zusammenhang mit den Ansprüchen der Vegetation zu beachten. Er soll zwischen 6,0 und 8,5 und bei Rasensubstraten zwischen 5,5 und 7,5 liegen.

Unter Berücksichtigung der Ansprüche der Vegetation ist einem Absinken des pH-Wertes im Substrat nach dem Einbau unter den jeweils zulässigen Bereich, z. B. durch Zugabe von Dolomit- oder Travertinsplitt, vorzubeugen.

Bei Vegetationsformen, die saure Bodenverhältnisse bevorzugen, z. B. Moorbeetpflanzen, ist der erforderliche niedrigere pH-Wert vorzugeben.

Diese Abrufversion ist Ihre persönliche Version. Das Weiterleiten dieser Datei, oder einzelner Auszüge, an Dritte ist nur mit ausdrücklicher Zustimmung der FLL gestattet!

12.2.11 Salzgehalt

In Vegetationssubstraten darf der Gehalt an löslichen Salzen im Wasserauszug aus pflanzenphysiologischer Sicht

- für Intensivbegrünungen 2,5 g/l,
- für Extensivbegrünungen 3,5 g/l

nicht überschreiten.

Wird bei der Bestimmung im Wasserextrakt der Grenzwert überschritten, ist ergänzend die Bestimmung des Salzgehaltes im Auszug mit gesättigter Gipslösung zur Beurteilung heranzuziehen und sollte die Werte

- für Intensivbegrünungen 1,5 g/l
- für Extensivbegrünungen 2,5 g/l

nicht überschreiten.

Im Hinblick auf die mögliche Umweltbelastung durch Auswaschen von Salzen sollte unabhängig von der Begrünungsart ein möglichst geringer Salzgehalt angestrebt werden.

Bei Intensivbegrünungen mit salzempfindlichen Pflanzen, z. B. Moorbeetpflanzen, darf der Salzgehalt nicht größer als 1,0 g/l sein.

12.2.12 Nährstoffgehalt

Die Nährstoffgehalte in Vegetationssubstraten sollen möglichst gering gehalten werden und die in Tabelle 6 dargestellten Werte nicht überschreiten. Von höheren Nährstoffbevorratungen ist im Hinblick auf mögliche Umweltbelastungen durch Auswaschung in der Zeit zwischen Einbau und Begrünung abzusehen. Eine ggf. erforderliche ergänzende Nährstoffversorgung durch Düngung sollte erst nach der Begrünung oder bei Leistungen zur Fertigstellung (Fertigstellungspflege) mit geeigneten Düngemitteln (siehe Abschnitt 14.5) vorgenommen werden. Im Rahmen von Instandhaltungsleistungen zur Entwicklung und Unterhaltung von Vegetation (Entwicklungs- und Unterhaltungspflege) können bei Bedarf weitere Nährstoffgaben erforderlich werden.

Es wird darauf hingewiesen, dass gemäß Düngegesetz (DüngG) und Düngemittelverordnung (DüMV) Vegetationssubstrate zu deklarieren sind (siehe Abschnitt 7.11).

Tabelle 14: Nährstoffgehalte in Vegetationssubstraten für Intensiv- und Extensivbegrünungen, Untersuchungsmethoden (Bestimmung nach VDLUFA)

Nr.	1	2		3		4		5	
1	**Nährstoff**	**N**		**P_2O_5**		**K_2O**		**Mg**	
2	**Untersuchungs-methode**	$CaCl_2$	CAT	CAL	CAT	CAL	CAT	$CaCl_2$	CAT
3	**Nährstoffe in mg/l**	≤ 80	≤ 80	≤ 200	≤ 50	≤ 700	≤ 500	≤ 200	≤ 200

Diese Abrufversion ist Ihre persönliche Version. Das Weiterleiten dieser Datei, oder einzelner Auszüge, an Dritte ist nur mit ausdrücklicher Zustimmung der FLL gestattet!

12.2.13 Adsorptionskapazität

Für die Adsorptionskapazität von Vegetationssubstraten wird kein Wert vorgegeben. Er kann unter Angabe der Analysenmethode deklariert werden.

12.2.14 Gehalt an keimfähigen Samen und regenerationsfähigen Pflanzenteilen

Die Ausgangsstoffe für die Vegetationssubstrate sollen keine lebenden Pflanzen oder regenerationsfähigen Pflanzenteile, insbesondere von Wurzelunkräutern, enthalten. Bei Verwendung von Böden in Vegetationssubstraten ist es zweckmäßig, Unterboden anstelle von Oberboden zu verwenden, um auch das Einbringen von keimfähigen Samen möglichst zu vermeiden.

Es ist notwendig, die Ausgangsstoffe bereits bei der Gewinnung und Aufbereitung und die Vegetationssubstrate bei der Herstellung und Zwischenlagerung vor dem Eintrag von Samen zu schützen.

12.2.15 Fremdstoffe

Der Anteil an auslesbaren Fremdstoffen über 6 mm Durchmesser (gemessen wird der kleinste Durchmesser), z. B. aus Wand- und Bodenfliesen, Glas, Keramik, soll 0,3 % Massenanteil nicht überschreiten, der Anteil an Metallen und Kunststoffen soll unter 0,1 % Massenanteil liegen. Bei Kunststoffen darf darüber hinaus die Flächensumme pro Liter Substrat nicht mehr als 10 cm^2 betragen.

12.3 Herstellung

Die Vegetationstragschicht ist i. d. R. oberflächenparallel zu den darunter liegenden Schichten einzubauen, sofern nicht Bodenmodellierungen vorgesehen werden. Die vorgegebene Mindestschichtdicke muss an allen Punkten eingehalten werden.

Vegetationstragschichten aus Böden und Schüttstoffen sind im erdfeuchten Zustand einzubauen.

Durch Andrücken ist die stoffspezifische Einbaudichte herzustellen. Eine mögliche Anfangssackung ist bei der Bemessung der Einbauhöhe zu berücksichtigen. Dabei ist ATV DIN 18320 zu beachten, wonach Vegetationstragschichten im gesetzten Zustand zur Zeit der Abnahme an den Auftragsstellen zu ermitteln sind.

Substratplatten und Wasserspeicherschichten sind vor Durchnässung zu schützen und im liefertrockenen Zustand zu verlegen.

Im Bedarfsfall ist die Vegetationstragschicht durch ständiges Bewässern feucht zu halten, um Austrocknungen der Oberfläche und Windverwehung auszuschließen. Bei längerem Abstand zwischen Einbau und Einbringen der Begrünung können zusätzliche Maßnahmen zum Erosionsschutz erforderlich werden (siehe 8.10.1.1). Stauden- und Gehölzflächen können nach dem Pflanzen durch mulchendes Andecken mit geeigneten Stoffen geschützt werden. Durch das verwendete Mulchmaterial darf die Funktion der Vegetationstragschicht in Bezug auf den Wasser- und Lufthaushalt nicht beeinträchtigt werden.

Die für die Korngrößenverteilung vorgegebenen Werte (siehe Abschnitt 12.2.2) gelten für den eingebauten Zustand. Werden Substrate auf das Dach geblasen, können sich je nach Ausgangsstoff Veränderungen in der Korngrößenverteilung ergeben. Diesem Umstand kann in begrenztem Umfang durch die Zugabe höherer Anteile an größeren Körnungen bei der Substratherstellung entgegen gewirkt werden.

Diese Abrufversion ist Ihre persönliche Version. Das Weiterleiten dieser Datei, oder einzelner Auszüge, an Dritte ist nur mit ausdrücklicher Zustimmung der FLL gestattet!

13 Anforderungen an Saatgut, Pflanzen und Vegetation

13.1 Anzucht- und Handelsgruppen

Es wird zwischen den nachfolgenden Anzucht- und Handelsgruppen unterschieden:

- Saatgut;
- Sprossteile;
- Stauden;
- Zwiebelpflanzen;
- Gehölze;
- Fertigrasen;
- Vegetationsmatten.

13.2 Anforderungen

13.2.1 Saatgut

Saatgut von Gräsern muss DIN 18917 und damit den FLL-„Regel-Saatgut-Mischungen Rasen - RSM Rasen“ entsprechen.

Saatgut von Kräutern muss DIN 18917 bzw. den FLL-„Regel-Saatgut-Mischungen Rasen - RSM Rasen“ entsprechen.

Für Intensivbegrünungen ist zur Herstellung von Rasenflächen für Spiel, Sport und Repräsentationzwecke die Regel-Saatgut-Mischung entsprechender Eignung z. B. 2.2 Gebrauchsrasen-Trockenlagen, 2.3 Gebrauchsrasen Spielrasen oder 5.1 Parkplatzrasen nach der jeweils gültigen RSM Rasen einzusetzen. Bei „Einfachen Intensivbegrünungen“ können abweichende Zusammensetzungen der Saatgutmischungen erforderlich sein.

Für Extensivbegrünungen mit Gras-Kraut-Vegetation kann die Regel-Saatgut-Mischung RSM Rasen 6.1 Extensive Dachbegrünung oder RSM Rasen 7.2 Landschaftsrasen-Trockenlagen verwendet werden. Für andere Vegetationsformen sind standort- und objektbezogene Zusammensetzungen für Aussaaten oder Zusaaten vorzugeben.

Für Dachbegrünungen nach Vorgabe des Naturschutzes (siehe Abschnitt 4.4) oder als Beitrag zur Artenvielfalt (siehe Abschnitt 9.5) können die FLL-„Empfehlungen für Begrünungen mit gebietseigenem Saatgut“ herangezogen werden.

Die „Hinweise für die Ausschreibung von Saatgut nach RSM Rasen oder nach Begrünungen mit gebietseigenem Saatgut“ (Beiblatt zur FLL-„Regel-Saatgut-Mischungen Rasen - RSM Rasen“) sind zu berücksichtigen.

13.2.2 Sprossteile

Für Sprossteile von Sedumarten gelten die Anforderungen der FLL-„Gütebestimmungen für Stauden“.

Diese Abrufversion ist Ihre persönliche Version. Das Weiterleiten dieser Datei, oder einzelner Auszüge, an Dritte ist nur mit ausdrücklicher Zustimmung der FLL gestattet!

13.2.3 Stauden

Stauden müssen DIN 18916 und damit den FLL-„Gütebestimmungen für Stauden“ entsprechen.

Bei Dachbegrünungen ist ergänzend zu beachten, dass die Ballenhöhe auf die Dicke der Vegetationstragschicht abgestimmt sein muss. Stauden, die in bindigen Böden oder humosen Substraten angezogen wurden, sind für Dachbegrünungen wegen der Gefahr des Hochfrierens der Ballen nicht geeignet.

Pflanzen müssen kräftig entwickelt, nur mäßig mit Stickstoff gedüngt und ausreichend abgehärtet sein. Sie dürfen nicht direkt aus einer Unterglaskultur kommen.

Bei Wildstauden ist der Nachweis zu erbringen, dass sie aus einer Anzuchtkultur stammen und nicht am Naturstandort entnommen wurden.

13.2.4 Zwiebelpflanzen

Bei Blumenzwiebeln gelten die üblichen Handelsklassifizierungen. Erforderlichenfalls ist der Nachweis zu erbringen, dass sie aus einer Anzuchtkultur stammen und nicht am Naturstandort entnommen wurden.

Bei Blumenzwiebeln für Extensivbegrünungen, die als Pflanzware angezogen werden, sind Klein- oder Flachballen zu bevorzugen. Die Anzucht soll in Substraten erfolgen, die überwiegend aus mineralischen Stoffen bestehen.

13.2.5 Gehölze

Gehölze müssen DIN 18916 und damit den FLL-„Gütebestimmungen für Baumschulpflanzen“ entsprechen.

Bei Dachbegrünungen sollten vorzugsweise wurzelechte Gehölze verwendet werden. Bei geringerer Dicke der Vegetationstragschicht ist die Verwendung von Pflanzen mit Flachballen vorzusehen. Die Anzuchtsubstrate von Topf-, Container- und Flachballenpflanzen sollten überwiegend aus mineralischen Stoffen bestehen; ausgenommen sind Substrate für spezielle Humuswurzler. Solitärpflanzen, die auf bindigem Boden angezogen wurden, sind für Dachbegrünungen i. d. R. nicht geeignet.

Die Ballen müssen frei von Fremdvegetation, insbesondere von rhizom- und ausläuferbildenden Arten, sein.

Für Extensivbegrünungen sollten Jungpflanzen verwendet werden.

Bei Dachbegrünungen sind Anbauverträge mit Abstimmung von Substratart, Ballenhöhe und Kulturführung zu empfehlen.

Diese Abrufversion ist Ihre persönliche Version. Das Weiterleiten dieser Datei, oder einzelner Auszüge, an Dritte ist nur mit ausdrücklicher Zustimmung der FLL gestattet!

13.2.6 Fertigrasen

Für Fertigrasen gelten die Anforderungen nach DIN 18917 und nach den FLL-„TL Fertigrasen – Technische Lieferbedingungen für Rasensoden aus Anzuchtbeständen“.

Fertigrasen für Dachbegrünungen muss auf einem schwach bis mittel humosen Sandboden angezogen sein.

Landschaftsrasen kann bei einfachen Intensivbegrünungen auf trockenheitsgefährdeten Standorten und bei Extensivbegrünungen mit ausreichender Schichtdicke und entsprechender Eignung nach FLL-„Regel-Saatgut-Mischungen Rasen - RSM Rasen“ verwendet werden. Die Kräuterzusaat entsprechend den RSM Rasen ist ohne Anteil an Leguminosen möglich. Kleearten dürfen im Fertigrasen nicht vorhanden sein.

13.2.7 Vegetationsmatten

Vegetationsmatten müssen für Anzucht, Transport, Verlegung und Verwendungszweck aus geeigneten Trägereinlagen bestehen. Auf Standorten, auf denen die Vegetationsmatten auf Zug beansprucht werden, sollen die Anforderungen an die Trägereinlagen vorgegeben werden. Vliesunterlagen müssen ihre Funktion bis zur hebefesten Durchwurzelung der Vegetationstragschicht erfüllen. Bezüglich der Substrate zum Verfüllen von Vegetationsmatten (siehe Abschnitt 12.1).

Vegetationsmatten müssen gleichmäßig dick ausgebildet sein und eine hohlraumfreie Verlegung ermöglichen.

Die Vegetation muss durch Kulturmaßnahmen ausreichend abgehärtet sein. Die Vegetationsmatten dürfen nicht direkt aus einer Unterglaskultur kommen. Abgehärtete Pflanzen sind an einer artgerechten Ausbildung der Sprosse und an kurzen Internodien zu erkennen.

Die gewünschte Vegetationsform (siehe Abschnitt 5.2.4) ist in entsprechender Verteilung auf Moose, Sukkulenten, Gräser, Kräuter und Zwiebelpflanzen vorzugeben.

Der Gesamtdeckungsgrad soll vor der Verwendung in projektiver Ermittlung mindestens 75 % betragen. Dabei ist ein Fremdbesatz mit einem Deckungsanteil von höchstens 20 % zulässig.

Durch Gewinnung, Transport und Verlegung darf der Verlust an Füllsubstrat nicht mehr als 3 % der Gesamtfläche umfassen. Eine Teilfläche ohne Füllsubstrat darf nicht größer als 30 cm^2 sein. Je m^2 Vegetationsmatte dürfen nicht mehr als 10 Teilflächen dieser Größe auftreten. Eine größere Anzahl kleinerer Teilflächen ist zulässig, darf aber in der Summe den Deckungsanteil von 3 % nicht überschreiten.

Diese Abrufversion ist Ihre persönliche Version. Das Weiterleiten dieser Datei, oder einzelner Auszüge, an Dritte ist nur mit ausdrücklicher Zustimmung der FLL gestattet!

14 Pflanz- und Saatarbeiten

14.1 Begrünungsverfahren

Die Begrünungsverfahren müssen den biologischen Besonderheiten

- der einzelnen Pflanzenarten,
- der verschiedenen Vegetationsformen,
- dem qualitativen Begrünungsziel

gerecht werden. Die Verfahren können modifiziert und teilweise miteinander kombiniert werden.

Es lassen sich folgende Möglichkeiten der Vegetationsansiedlung unterscheiden:

- Trockenansaaten
  - ohne Klebefixierung;
  - mit Klebefixierung;
- Nassansaaten
  - ohne Sprossteile;
  - in Kombination mit Ausbringen von Sprossen
- Ausstreuen von Pflanzenteilen
  - Sprossen;
  - Rosetten;
- Andecken von vorkultivierten Vegetationsmatten mit
  - verrottbaren Trägereinlagen;
  - dauerhaften Trägereinlagen;
  - dauerhaft statisch wirksamen Trägereinlagen;
- Andecken von Fertigrasen
  - ohne Armierung;
  - mit Armierung;
- Pflanzung
  - von Einzelpflanzen;
  - mit vorkultivierten Pflanzelementen.

Diese Abrufversion ist Ihre persönliche Version. Das Weiterleiten dieser Datei, oder einzelner Auszüge, an Dritte ist nur mit ausdrücklicher Zustimmung der FLL gestattet!

14.2 Ausführung

Für die Ausführung ist je nach Art des Begrünungsverfahrens DIN 18916, DIN 18917 oder DIN 18918 zu beachten.

Es werden folgende Regelmengen empfohlen bei:

- Trockenansaaten 3000 – 5000 Korn/m²;
- Nassansaaten
  - ohne Sprossteile 3000 – 5000 Korn/m²;
  - mit Sprossteilen 1500 – 3000 Korn/m² sowie 30 g/m², mindestens jedoch 50 St. Sprossen in mindestens 4 Arten;
- Ausstreuen von Sprossen 60 g/m², mindestens jedoch 100 St. Sprossen in mindestens 4 Arten;
- Pflanzung mindestens 16 St./m² bei einem Topfinhalt von 50 cm^3. Bei kleineren Topfgrößen ist die Anzahl entsprechend zu erhöhen.

14.3 Sicherung der Standfestigkeit von Gehölzen

14.3.1 Anforderungen

Die Sicherung der Standfestigkeit größerer Gehölze kann durch

- Verspannungen und
- Verankerungen

erfolgen.

Sicherungsmaßnahmen durch Verspannen und Verankern dienen der vorübergehenden Sicherung der Standfestigkeit der Gehölze. Dabei wird davon ausgegangen, dass die vorgegebenen Mindestschichtdicken nicht unterschritten werden und ein ausreichend durchwurzelbares Substratvolumen vorhanden ist.

Während der Funktionsdauer von Verankerungen und Verspannungen müssen die Gehölze regelmäßig auf Einschnürungen, Druck- und Scheuerstellen überprüft werden.

14.3.2 Verspannungen

Draht- und Seilverspannungen sollen mit Nachspannvorrichtungen versehen sein. Sie können befestigt werden:

- mit Gewindeankern unmittelbar am Bauwerk oberhalb der Abdichtung. Dabei ist der Anschluss abschraubbar auszubilden;
- bei entsprechenden konstruktiven und statischen Voraussetzungen an Bauelementen, z. B. Randeinfassungen, Mauern, großformatigen Bodenplatten;
- an in den Schichtaufbau eingelassene Bauelemente, z. B. Bodenplatten, Gittermatten. Dabei darf die zulässige Belastbarkeit der tragenden Bauteile und/oder der Wärmedämmung und Dachabdichtung nicht überschritten werden. Die Verspannung zu den Bauelementen sollte einen Winkel von 60° nicht überschreiten.

Diese Abrufversion ist Ihre persönliche Version. Das Weiterleiten dieser Datei, oder einzelner Auszüge, an Dritte ist nur mit ausdrücklicher Zustimmung der FLL gestattet!

14.3.3 Verankern an Stützgestellen

Viereck- oder Dreieckstützgestelle sind zur Verankerung von Bäumen geeignet. Sie sind aus Stahlrohr mit korrosionsbeständigem Oberflächenschutz auszubilden. Die einzelnen Stützen müssen mit lastverteilenden Auflageplatten versehen werden.

14.4 Erosionsschutz

Dachbegrünungen sind bis zur vollständigen Vegetationsdeckung erosionsgefährdet. Zu Maßnahmen siehe Abschnitt 8.10.

14.5 Fertigstellung

Zur Erreichung des Anwuchserfolges sind Leistungen zur Fertigstellung (Fertigstellungspflege) in DIN 18916 und DIN 18917 definiert und in den beschriebenen Anforderungen und Leistungen auf Intensivbegrünungen übertragbar. Für Extensivbegrünungen und partiell auch für Einfache Intensivbegrünungen sind Differenzierungen der Leistungen und Anforderungen erforderlich. In Abhängigkeit von Witterungsverlauf und Vegetationsentwicklung sind Pflegemaßnahmen objektbezogen vorzugeben und durchzuführen. Dies können sein:

- Bewässerung;
- Startdüngung;
- Folgedüngung;
- Entfernen von unerwünschtem Fremdaufwuchs;
- Flächenschnitt;
- Nachwalzen bei Frosthebung;
- Nacharbeiten von Fugen bei Vegetationsmatten;
- Gehölzrückschnitt;
- Nachsaat;
- Nachpflanzung;
- Schädlingsbekämpfung;
- Freihalten der technischen Einrichtungen von Bewuchs;
- Freihalten von Rand-/Sicherheitsstreifen und Bodenbelägen von Laub und funktionsbeeinträchtigendem Bewuchs.

In den Vertragsbedingungen sind

- das Pflegeziel,
- die zu vergütenden Einzelleistungen in Bezug auf Art, Umfang, Gesamtdauer und Jahreszeit,
- der Anwuchserfolg für die gewünschte Vegetationsform

im Einzelnen zu beschreiben.

Diese Abrufversion ist Ihre persönliche Version. Das Weiterleiten dieser Datei, oder einzelner Auszüge, an Dritte ist nur mit ausdrücklicher Zustimmung der FLL gestattet!

Eine zusätzliche Düngung soll in Abhängigkeit von der Nährstoffbevorratung des Substrates und dem angestrebten Begrünungsziel erfolgen. Im Rahmen der Start- bzw. Folgedüngung empfehlen sich Nährstoffgaben mit Langzeitdünger, z. B. mit einem umhüllten NPK-Depotdünger für

- Intensivbegrünungen von 8 g N/m^2 (Reinstickstoff), Rasenbegrünungen nach Bedarf
- Extensivbegrünungen von 5 g N/m^2 (Reinstickstoff).

Zu hohe Anteile vorhandener und/oder verdrängend wirkender Fremdvegetation können durch Tiefschnitt und Entfernen des Schnittgutes eingegrenzt werden. Herbizidanwendung ist nicht zulässig.

14.6 Anwuchserfolg

Für Intensivbegrünungen ist der Anwuchserfolg entsprechend DIN 18916 bzw. DIN 18917 festzustellen.

Für Extensivbegrünungen gelten ergänzend bzw. abweichend von DIN 18916 und DIN 18917 folgende Kriterien für den Anwuchserfolg:

- Durch Ansaat und Ausstreuen von Sedumsprossen hergestellte Begrünungen sollen einen möglichst gleichmäßigen Bestand bilden, der im nicht geschnittenen Zustand mindestens 60 % projektive Bodendeckung aufweisen muss. Sedumsprossen müssen zu mindestens 75 % der vereinbarten Arten vorhanden und angewachsen sein. Der Bestand bei Ansaaten soll zu mindestens 60 % aus Arten der Saatgutmischung bestehen. Der artgemäße jahreszeitliche Zustand der Pflanzen ist bei der Ermittlung des Deckungsgrades zu berücksichtigen. Ammen- und Fremdvegetation zählen nicht zum geforderten Deckungsgrad, nehmen sie mehr als eine 20 %-anteilige Deckung ein, ist der Anwuchserfolg noch nicht erreicht.
- Vegetationsmatten müssen fest und nicht abhebbar eingewurzelt sein. Der verlangte Artenbestand und dessen anteiliger Deckungsgrad müssen vorhanden sein. Die Gesamtdeckung muss mindestens 80 % betragen. Der artgemäße jahreszeitliche Zustand der Pflanzen ist bei der Ermittlung des Deckungsgrades zu berücksichtigen. Der Anteil sichtbarer Fugen darf nicht mehr als 10 % des Gesamtfugenanteils betragen.
- Bei der Auszählung von Flächenpflanzungen mit Pflanzen aus Töpfen oder Topfplatten werden Ausfälle bis zu 5 % der Gesamtstückzahl nicht berücksichtigt, wenn trotz Ausfall einzelner Pflanzen ein geschlossener Eindruck entsteht. Die Pflanzen müssen ein artgerechtes Wachstum zeigen und mit Substrat der Vegetationstragschicht verwurzelt sein.
- Werden Begrünungen mit Pflanzen aus Topfplatten ausgeschrieben und soll der abnahmefähige Zustand über den Deckungsgrad ermittelt werden, so ist dieser objektbezogen zu vereinbaren und sollte ebenfalls 60 % betragen.
- Auf die Abhängigkeit von Deckungsgrad, Dauer der Leistungen zur Fertigstellung (Fertigstellungspflege) und Stückzahl der pro Quadratmeter gepflanzten Miniballenpflanzen wird hingewiesen.
- Eine durch übermäßige Düngung und Wässerung mastige und damit verweichlichte Vegetation ist nicht abnahmefähig.

Diese Abrufversion ist Ihre persönliche Version. Das Weiterleiten dieser Datei, oder einzelner Auszüge, an Dritte ist nur mit ausdrücklicher Zustimmung der FLL gestattet!

15 Instandhaltungsleistungen zur Entwicklung und Unterhaltung von Vegetation (Entwicklungs- und Unterhaltungspflege), Wartungsarbeiten

15.1 Allgemeines

Die Instandhaltungsleistungen zur Entwicklung und Unterhaltung von Vegetation (Entwicklungs- und Unterhaltungspflege) sind in DIN 18919 definiert, mit Einzelmaßnahmen für bodengebundene Begrünungen beschrieben und sinngemäß auf Intensivbegrünungen zu übertragen.

Für Extensivbegrünungen und partiell auch für Einfache Intensivbegrünungen sind Pflegeziele und Einzelmaßnahmen abgestimmt auf das Begrünungsverfahren, die Vegetationsform, die Artenvielfalt bzw. den geschaffenen Lebensraum sowie den Entwicklungszustand und die Entwicklungsrichtung objektbezogen festzulegen. Die notwendigen abdichtungstechnischen Kontrollen bleiben davon unberührt.

Die Bandbreite der Begrünungsziele bewegt sich zwischen ästhetisch-ornamentalen Anlagen einerseits und ökologisch optimierten Begrünungen anderseits. Durch die einsetzende Eigenentwicklung verwischen diese klaren Bilder über die Jahre. Auch das kann gewollt sein. Anderenfalls sind geeignete Unterhaltungsarbeiten vorzusehen. Im Nachfolgenden werden in Frage kommende Leistungen aufgeführt. Auswahl, Art und Umfang hiervon sind durch fachkundige Personen objektbezogen festzulegen.

Pflegeverträge unter Fachaufsicht mit Festlegung einer langfristigen Konzeption durch den planenden und überwachenden Landschaftsarchitekten und/oder ausführenden Unternehmer sind sowohl für Intensivbegrünungen als auch für Extensivbegrünungen auch über die Verjährungsfrist für Mängelansprüche hinaus nachdrücklich zu empfehlen.

In den Vertragsbedingungen sind die zu vergütenden Einzelleistungen in Bezug auf Art, Umfang, Zeitpunkt und Gesamtdauer nach Flächen (m^2) (z. B. Vegetationsflächen, Rand-/ Sicherheitsstreifen, Beläge), Anzahl (Stück) oder Längenmaß (m) (z. B. Be- und Entwässerungseinrichtungen) im Einzelnen zu beschreiben, bzw. sie sind nach Erfordernis zu vereinbaren.

Bei Arbeiten auf Dächern mit einer Absturzhöhe von mehr als 2 m sind Absturzsicherungen erforderlich und die diesbezüglichen Unfallverhütungsvorschriften zu beachten (siehe Abschnitt 7.7).

Bei Fassadenreinigungen sind Vegetation und Schichtaufbau vor dem Eintrag von schädigenden Stoffen zu schützen.

15.2 Intensivbegrünungen

Bei Pflanzflächen von Intensiv- und Einfachen Intensivbegrünungen können insbesondere folgende Leistungen erforderlich werden:

- Lockern und säubern der Pflanzflächen;
- Entfernen von unerwünschtem Aufwuchs, insbesondere Gehölzkeimlinge;
- Entfernen von Unrat;
- Düngen;

Diese Abrufversion ist Ihre persönliche Version. Das Weiterleiten dieser Datei, oder einzelner Auszüge, an Dritte ist nur mit ausdrücklicher Zustimmung der FLL gestattet!

- Wässern;
- Pflanzenschutz;
- Schnittarbeiten;
- Mulchen;
- Laub entfernen;
- Winterschutzmaßnahmen;
- Nachrichten von Verankerungen;
- Entfernen von nicht mehr erforderlichen Verankerungen;
- Kontrolle und Funktionsprüfung der Bewässerungsanlagen;
- Kontrolle der Entwässerungseinrichtungen;
- Freihalten von Rand- und Sicherheitsstreifen sowie von Platten- und anderen Belägen von unerwünschtem Aufwuchs.

In der Regel können 4 bis 8 Pflegegänge pro Jahr erforderlich werden.

Bei Rasenflächen und Gras-Kraut-Begrünungen (wiesenähnliche Flächen) können insbesondere folgende Leistungen erforderlich werden:

- Mähen;
- Entfernen des Mähgutes;
- Entfernen von Unrat;
- Düngen;
- Wässern;
- Pflanzenschutz;
- Laub entfernen;
- Nachsaat;
- Kontrolle und Funktionsprüfung der Bewässerungsanlagen;
- Kontrolle der Entwässerungseinrichtungen;
- Freihalten von Rand- und Sicherheitsstreifen sowie Platten- und anderen Belägen von unerwünschtem Aufwuchs.

In der Regel können bei Gras-Kraut-Begrünungen (wiesenähnlichen Flächen) 2 bis 4 Pflegegänge pro Jahr erforderlich werden.

Rasenflächen für Spiel, Sport und Repräsentationzwecke sind intensiv zu pflegen. Vor allem die Wasser- und Nährstoffversorgung haben regelmäßig zu erfolgen, um die Begrünung dauerhaft zu erhalten. Zu geringe Pflege kann sich in fehlendem Aufwuchs oder in Bestandsumbildung ausdrücken.

Zusätzlich können bei Rasenflächen erforderlich werden:

- Vertikutieren;
- Aerifizieren;
- Besanden;

Wöchentliche Pflegegänge in der Vegetationsperiode sind bei Rasenflächen für Spiel, Sport und Repräsentationzwecke die Regel.

Diese Abrufversion ist Ihre persönliche Version. Das Weiterleiten dieser Datei, oder einzelner Auszüge, an Dritte ist nur mit ausdrücklicher Zustimmung der FLL gestattet!

15.3 Extensivbegrünungen

Nach den Leistungen zur Fertigstellung (Fertigstellungspflege) setzt die natürliche Entwicklungsdynamik in der Vegetationsausbildung bei extensiven Dachbegrünungen ein. Diese kann durch steuernde Pflegeeingriffe, z. B. Schnittmaßnahmen oder Entfernen einzelner Pflanzen, nur begrenzt beeinflusst werden. Einwandernde, hochaufwachsende, verdrängende Pflanzenarten, z. B. einige Leguminosen (Fabaceae), sollten in einem frühen Stadium entfernt werden.

Die Instandhaltungsleistungen zur Entwicklung von Vegetation (Entwicklungspflege) für Extensivbegrünungen erfolgen nach den Leistungen zur Fertigstellung (Fertigstellungspflege) für einen begrenzten Zeitraum, bis eine projektive Bodendeckung von ca. 90 % erreicht ist. Dieser kann sich in Abhängigkeit von Begrünungsverfahren und Entwicklungszustand über zwei Jahre erstrecken. Insbesondere bei Vegetationssubstraten für einschichtige Bauweisen und stärker geneigten Dachflächen ist für diesen Zeitraum die Nährstoffversorgung sicherzustellen.

Um festzustellen, welche Instandhaltungsleistungen zur Unterhaltung von Vegetation (Unterhaltungspflege) erforderlich sind, reichen im Regelfall ein bis zwei Kontrollgänge jährlich.

Es können 2-4 Pflegegänge pro Jahr erforderlich werden.

Bei Extensivbegrünungen können insbesondere folgende Leistungen erforderlich werden:

- Versorgung mit Nährstoffen;
- Bewässerung stärker geneigter sonnenexponierter Dachflächen;
- Entfernen von Gehölzsämlingen und anderem unerwünschtem Aufwuchs;
- Rückschnitt zur Abmagerung;
- Nachsaat bei größeren Fehlstellen mit Saatgut oder Sprossenteilen von Sedumarten;
- Nachpflanzen bei größeren Fehlstellen;
- Nachfüllen von Substrat bei Erosionen;
- Pflanzenschutz;
- Freihalten der technischen Einrichtungen von Bewuchs;
- Freihalten der Rand-/Sicherheitsstreifen und Bodenbeläge von Laub und funktionsbeeinträchtigendem Bewuchs.

Rand-/Sicherheitsstreifen aus Kies sowie Pflaster- und Plattenfugen können sich von selbst begrünen. Niedrigwüchsige Pflanzen, z. B. Moose, Sedum und polsterartig wachsende Kräuter und Stauden, sollten toleriert werden. Unerwünschter Spontanaufwuchs, insbesondere bei vegetationsfrei zu haltenden Brandschutzstreifen, ist durch regelmäßige Instandhaltung zu beseitigen, die nach Art, Umfang und Häufigkeit zu vereinbaren ist.

Bei Extensivbegrünungen kann sich die Versorgung mit Nährstoffen i. d. R. auf die zeitlich begrenzten Instandhaltungsleistungen zur Entwicklung beschränken. Es empfiehlt sich eine Gabe eines umhüllten NPK-Langzeitdüngers auf der Basis von 5 g N/m^2 und Jahr.

Bei nährstoffarmem Aufbau, z. B. einschichtigen und dünnschichtigen Bauweisen, kann es weitergehend notwendig sein, im Abstand von einigen Jahren eine Erhaltungsdüngung vorzunehmen, um den angestrebten Vegetations- und Blühaspekt zu erhalten.

Diese Abrufversion ist Ihre persönliche Version. Das Weiterleiten dieser Datei, oder einzelner Auszüge, an Dritte ist nur mit ausdrücklicher Zustimmung der FLL gestattet!

15.4 Wartungsarbeiten

In Verbindung mit den Arbeitsgängen der Instandhaltungsleistungen zur Entwicklung und Unterhaltung von Vegetation (Entwicklungs- und Unterhaltungspflege) sind die technischen Einrichtungen zu warten. Dabei sind insbesondere zu beachten:

- die Funktionsfähigkeit der Dachabläufe und der in Kontrollschächten untergebrachten technischen Einrichtungen für Ent- und/oder Bewässerung;
- die Beseitigung von Verunreinigungen und Ablagerungen in Kontrollschächten, an Versenkregnern und bei Dachabläufen, sowie Entwässerungsrinnen;
- die Standfestigkeit von Einfassungen, Oberflächenbefestigungen und sonstigen Bauteilen;
- Kontrolle von Einrichtungen zur Schubsicherung bei stärker geneigten Dächern.

Funktionsbeeinträchtigende Einlagerungen in Kiesstreifen, an An- und Abschlüssen sowie in Kiesschüttungen an technischen Einrichtungen sind in mehrjährigen Abständen zu entfernen.

Diese Abrufversion ist Ihre persönliche Version. Das Weiterleiten dieser Datei, oder einzelner Auszüge, an Dritte ist nur mit ausdrücklicher Zustimmung der FLL gestattet!

16 Abnahme, Mängelansprüche

16.1 Abnahme

Die Abnahme der Dachbegrünung erfolgt i. d. R. wenn der Anwuchserfolg erreicht ist.

Die angesäte oder angepflanzte Vegetation sollte vor der Abnahme eine Ruheperiode und, sofern witterungsbedingt möglich, eine Trocken- oder Frostphase überdauert haben. Der abnahmefähige Zustand wird i. d. R. innerhalb von 12 - 15 Monaten erreicht.

Ergänzend zu bzw. abweichend von ATV DIN 18320 werden bei Ansaaten bzw. dem Ausbringen von Sprossen Aussparungen unter 2,5 m² Einzelfläche nicht abgezogen.

Die Übermessungsregel, wonach Aussparungen unter 100 m² nicht abgezogen werden, gilt nicht für Ansaaten auf Dächern und Decken.

Als in sich abgeschlossene Teile der Leistung, die gemäß § 12 Nr. 2 VOB/B auf Verlangen besonders abzunehmen sind, gelten:

- die Fertigstellung der Dachabdichtung, sofern der Auftrag sowohl die Dachabdichtung als auch die Dachbegrünung umfasst;
- die Fertigstellung des Aufbaus der Vegetationsflächen, wenn die Pflanz- oder Ansaatarbeiten nicht im Anschluss daran ausgeführt werden können.

16.2 Mängelansprüche

Es wird empfohlen folgende Verjährungsfristen für Mängelansprüche zu vereinbaren:

- für die Herstellung des Schichtaufbaus und der technischen Einrichtungen — 4 Jahre;
- für die Herstellung der Vegetation, sofern der Auftragnehmer, der die Dachbegrünung hergestellt hat, mit der Entwicklungspflege beauftragt wurde — 2 Jahre.

Treten nach der Abnahme im Zeitraum der Verjährungsfrist für Mängelansprüche Mängel auf (z. B. Pflanzenausfälle), so kann der Auftragnehmer nur dann in Anspruch genommen werden, wenn die Mängel auf mangelhafte Leistungen des Auftragnehmers zurückzuführen sind.

Diese Abrufversion ist Ihre persönliche Version. Das Weiterleiten dieser Datei, oder einzelner Auszüge, an Dritte ist nur mit ausdrücklicher Zustimmung der FLL gestattet!

17 Prüfungen

Hinsichtlich der Art der Prüfungen ist zwischen

- Eignungsprüfungen und
- Kontrollprüfungen

zu unterscheiden.

Die Eigenschaften von Stoffen sind

- für Dränschichten durch die in Tabelle 15 und
- für Vegetationstragschichten durch die in Tabelle 16

aufgeführten Eignungs- und Kontrollprüfungen nachzuweisen.

Die Notwendigkeit der Eigenüberwachung durch den Hersteller bleibt davon unberührt.

17.1 Prüf- und Untersuchungsberichte

In Prüf- und Untersuchungsberichten von Eignungs- und Kontrollprüfungen für Dränschicht-Schüttstoffe und für Vegetationssubstrate sind die Untersuchungsergebnisse den Kennwerten in Form der Tabellen 17-22 gegenüber zu stellen und zu beurteilen. Objektbezogen vorgegebene Abweichungen von den Regelwerten sind dabei zu berücksichtigen. In den Berichten ist die stoffliche Zusammensetzung anzugeben. Die Ergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die angegebene Produktionsstätte.

Die Gültigkeitsdauer von Prüf- und Untersuchungsberichten beträgt für:

- Vegetationssubstrate und Dränschicht-Schüttstoffe 3 Jahre; auf Anforderung ist die jährliche Eigenüberwachung nachzuweisen;
- den Abflussbeiwert/die Abflusskennzahl 5 Jahre mit Verlängerungsmöglichkeit um 5 Jahre bei Nachweis gleicher stofflicher Zusammensetzung und Bauweise;
- die Durchwurzelungsfestigkeit 10 Jahre mit maximal zweimaliger Verlängerungsmöglichkeit in Zeitabschnitten von 5 Jahren bei eidesstattlicher Zusicherung gleich gebliebener Zusammensetzung, Herstellungsverfahren und Fügetechnik
  (siehe Anhang C, Abschnitt 9).

17.2 Gliederung von Prüf- und Untersuchungsberichten

Untersuchungsberichte sind in folgender Weise zu gliedern:

- **Durchführung**
  Angabe von Auftraggeber und/oder Hersteller, Art der Entnahme und Probenmengen, Produktionsstätte (ggf. verschlüsselt), Liefer- und Untersuchungstermin sowie stoffliche Zusammensetzung nach Angabe des Herstellers und visueller/manueller Überprüfung.
- **Methoden**
  Kurzangabe der verwendeten Untersuchungsmethoden.
- **Ergebnisse**
  Darstellung des Mittelwertes in Tabellenform.
- **Beurteilung**
  Verbale Ansprache unter Verwendung der Anforderungsprofile in den Tabellen 17-22 und der Korngrößenverteilungsbereiche in den Abbildungen 3-8.

Diese Abrufversion ist Ihre persönliche Version. Das Weiterleiten dieser Datei, oder einzelner Auszüge, an Dritte ist nur mit ausdrücklicher Zustimmung der FLL gestattet!

Tabelle 15: Nachweis der Eigenschaften von Stoffen für Dränschichten im Rahmen von Eignungs- und Kontrollprüfungen

Nr.	1	2		3	
1	Eigenschaften	Mineralische Schüttstoffe		Synthetische Matten oder Bahnen	
		Eignungs-prüfung	Kontroll-prüfung	Eignungs-prüfung	Kontroll-prüfung
2	Feststellung der Rohdichte (trocken/max. WKap.)	N	N	–	–
3	Feststellung der Lastannahme (trocken/max. WKap.)	–	–	N	N
4	Korngrößenverteilung	N	N	–	–
5	Witterungsbeständigkeit	Z	–	N	–
6	Struktur- und Lagerungsstabilität	Z	–	–	–
7	Stauchungsverhalten	–	–	N	–
8	Wasserdurchlässigkeit	N	–	N	–
9	Wasserspeicherfähigkeit/ maximale Wasserkapazität	N	–	N	–
10	pH-Wert	N	N	–	–
11	Salzgehalt	N	N	N*)	–
12	Pflanzenverträglichkeit/ phytotoxische Unbedenklichkeit	Z/N*)	–	Z/N*)	–
13	Umweltverträglichkeit	Z/N*)	–	Z/N*)	–
14	Brandverhalten	–	–	N*)	–
15	Stoffbeständigkeit	–	–	N*)	–

N = Nachweis erforderlich

Z = Zusicherung aufgrund langjähriger Erfahrung und/oder Eigenüberwachung

*) = Im Bedarfsfall aufgrund stoffspezifischer Eigenschaften durch Prüfzeugnis aufgrund geltender Normen und Richtlinien nachzuweisen

Diese Abrufversion ist Ihre persönliche Version. Das Weiterleiten dieser Datei, oder einzelner Auszüge, an Dritte ist nur mit ausdrücklicher Zustimmung der FLL gestattet!

Tabelle 16: Nachweis der Eigenschaften von Vegetationssubstraten im Rahmen von Eignungs- und Kontrollprüfungen

Nr.	1	2		3		4	
1	Eigenschaften	Intensivbegrünungen		Extensivbegrünungen		Einschichtbauweisen für Intensiv- und Extensivbegrünungen	
		Eignungsprüfung	Kontrollprüfung	Eignungsprüfung	Kontrollprüfung	Eignungsprüfung	Kontrollprüfung
2	Feststellung der Rohdichte/ Lastannahme (trocken/max. WKap.)	N	N	N	N	N	N
3	Korngrößenverteilung	N	N	N	N	N	N
4	Gehalt an organischer Substanz	N	N	N	N	N*)	N*)
5	Witterungsbeständigkeit	Z	–	Z	–	Z	–
6	Struktur- und Lagerungsstabilität von Schüttstoffen	Z	–	Z	–	Z	–
7	Stauchungsverhalten von Matten	Z/N*)	–	Z/N*)	–	Z/N*)	–
8	und Platten						
9	Wasserdurchlässigkeit	N	N*)	N	N*)	N	–
10	Wasserspeicherfähigkeit/maximale Wasserkapazität	N	N*)	N	N*)	N	–
11	Luftkapazität	N	–	N	–	N	–
12	pH-Wert	N	N	N	N	N	N
13	Salzgehalt	N	N	N	N	N	N
14	Nährstoffgehalt	N	N*)	N	N*)	N*)	N*)
15	keimfähige Samen/ regenerationsfähige Pflanzenteile	Z	–	Z	–	Z	–
16	Pflanzenverträglichkeit	Z/N*)	–	Z/N*)	–	Z/N*)	–
17	Umweltverträglichkeit	Z/N*)	–	Z/N*)	–	Z/N*)	–
18	Brandverhalten	–	–	N*)	–	N*)	–
19	Fremdstoffe	N	N	N	N	N	N

N = Nachweis erforderlich

Z = Zusicherung aufgrund langjähriger Erfahrung und/oder Eigenüberwachung

*) = Im Bedarfsfall aufgrund stoffspezifischer Eigenschaften durch Prüfzeugnis aufgrund geltender Normen und Richtlinien nachzuweisen

Diese Abrufversion ist Ihre persönliche Version. Das Weiterleiten dieser Datei, oder einzelner Auszüge, an Dritte ist nur mit ausdrücklicher Zustimmung der FLL gestattet!

Tabelle 17: Anforderungen an die vegetationstechnischen Eigenschaften von Schüttstoffen für Dränschichten

(Alle Werte sind auf den Zustand bei definierter Laborverdichtung bezogen)

Nr.	1	2		3
1	Eigenschaften	Anforderungen		Ergebnis
		Einheit	Kennwert	
2	**Korngrößenverteilung**			
3	– Anteil an abschlämmbaren Teilen, (d ≤ 0,063mm)	% Massenanteil	≤ 10	
4	**Rohdichte (Volumengewicht)** [1)]			
5	– in trockenem Zustand	g/cm^3	–	
6	– bei max. Wasserkapazität	g/cm^3	–	
7	**Wasser-/Lufthaushalt**			
8	– Gesamtporenvolumen [2)]	Vol.–%	–	
9	– maximale Wasserkapazität	Vol.–%	–	
10	– Wasserdurchlässigkeit mod. K_f	mm/min	≥ 180	
11	– maximale Abflussspende [2)]	l/(s x m)	–	
12	**pH-Wert, Salzgehalt**			
13	– pH-Wert (in $CaCl_2$)		6,0 – 8,5	
14	– Salzgehalt (Wasserextrakt) [3)]			
15	– für Extensivbegrünungen	g/l	≤ 3,5	
16	– für Intensivbegrünungen	g/l	≤ 2,5	
17	– Salzgehalt (Gipsextrakt) [4)]			
18	– für Extensivbegrünungen	g/l	≤ 2,5	
19	– für Intensivbegrünungen	g/l	≤ 1,5	

1) Keine Anforderung

2) Gesonderter Nachweis, falls erforderlich

3) Ein möglichst niedriger Wert ist anzustreben

4) Im Bedarfsfall nachzuweisen

Diese Abrufversion ist Ihre persönliche Version. Das Weiterleiten dieser Datei, oder einzelner Auszüge, an Dritte ist nur mit ausdrücklicher Zustimmung der FLL gestattet!

Tabelle 18: Anforderungen an die vegetationstechnischen Eigenschaften von Vegetationssubstraten für mehrschichtige Intensivbegrünungen (außer Rasenbegrünung)

(Alle Werte sind auf den Zustand bei definierter Laborverdichtung bezogen)

Nr.	1	2		3
1	Eigenschaften	Anforderungen		Ergebnis
		Einheit	Kennwert	
2	**Korngrößenverteilung** [1)]			
3	– Anteil an abschlämmbaren Teilen ($d \leq 0{,}063$mm)	% Massenanteil	≤ 20	
4	– Anteil an Fein-/Mittelkies (d > 4mm)	% Massenanteil	≤ 40	
5	**Rohdichte (Volumengewicht)** [2)]			
6	– in trockenem Zustand	g/cm^3	–	
7	– bei max. Wasserkapazität	g/cm^3	–	
8	**Wasser-/Lufthaushalt**			
9	– Gesamtporenvolumen [2)]	Vol.–%	–	
10	– maximale Wasserkapazität	Vol.–%	45 – 65	
11	– Luftkapazität bei maximaler Wasserkapazität	Vol.–%	≥ 10	
12	– Luftkapazität bei pF 1,8	Vol.–%	≥ 20	
13	– Wasserdurchlässigkeit mod. K_f	mm/min	0,3 – 30,0	
14	**pH-Wert, Salzgehalt**			
15	– pH-Wert (in $CaCl_2$)		6,0 – 8,5	
16	– Salzgehalt (Wasserextrakt) [3)]	g/l	≤ 2,5	
17	– Salzgehalt (Gipsextrakt) [4)]	g/l	≤ 1,5	
18	**Organische Substanz**			
19	– Gehalt an organischer Substanz	g/l	≤ 90	
20	**Nährstoffe** [5)]			
21	– Pflanzenverfügbare Nährstoffe			
22	– Stickstoff (N) (in $CaCl_2$)	mg/l	≤ 80	
23	– Phosphor (P_2O_5) (in CAL)	mg/l	≤ 200	
24	– Kalium (K_2O) (in CAL)	mg/l	≤ 700	
25	– Magnesium (Mg) (in $CaCl_2$)	mg/l	≤ 200	
26	– Pflanzenverfügbare Nährstoffe (in CAT)			
27	– Stickstoff (N)	mg/l	≤ 80	
28	– Phosphor (P_2O_5)	mg/l	≤ 50	
29	– Kalium (K_2O)	mg/l	≤ 500	
30	– Magnesium (Mg)	mg/l	≤ 200	

Diese Abrufversion ist Ihre persönliche Version. Das Weiterleiten dieser Datei, oder einzelner Auszüge, an Dritte ist nur mit ausdrücklicher Zustimmung der FLL gestattet!

(Fortsetzung Tabelle 18)

Nr.	1	2		3
1	Eigenschaften	Anforderungen		Ergebnis
		Einheit	Kennwert	
31	**Fremdstoffe**			
32	– Durchmesser > 6 mm			
33	– Fliesen, Glas, Keramik und dgl.	% Massenanteil	≤ 0,3	
34	– Metalle, Kunststoffe	% Massenanteil	≤ 0,1	
35	– Flächensumme bei Kunststoffen	cm²/l	≤ 10	

[1] Die Körnungskurve ist in den vorgegebenen Korngrößenverteilungsbereich nach Abbildung 4 (siehe Abschnitt 12.2.2) einzutragen

[2] Keine Anforderung

[3] Ein möglichst niedriger Wert ist anzustreben

[4] Im Bedarfsfall nachzuweisen

[5] Entweder in CAL/Calciumchlorid oder CAT

Diese Abrufversion ist Ihre persönliche Version. Das Weiterleiten dieser Datei, oder einzelner Auszüge, an Dritte ist nur mit ausdrücklicher Zustimmung der FLL gestattet!

Tabelle 19: Anforderungen an die vegetationstechnischen Eigenschaften von Vegetationssubstraten für mehrschichtige Extensivbegrünungen

(Alle Werte sind auf den Zustand bei definierter Laborverdichtung bezogen)

Nr.	1	2		3
1	Eigenschaften	Anforderungen		Ergebnis
		Einheit	Kennwert	
2	**Korngrößenverteilung** [1)]			
3	– Anteil an abschlämmbaren Teilen (d ≤ 0,063 mm)	% Massenanteil	≤ 15	
4	– Anteil an Fein-/Mittelkies (d > 4 mm)	% Massenanteil	≤ 50	
5	**Rohdichte (Volumengewicht)** [2)]			
6	– in trockenem Zustand	g/cm^3	–	
7	– bei max. Wasserkapazität	g/cm^3	–	
8	**Wasser-/Lufthaushalt**			
9	– Gesamtporenvolumen [2)]	Vol.–%	–	
10	– maximale Wasserkapazität	Vol.–%	35 – 65	
11	– Luftkapazität bei maximaler Wasserkapazität	Vol.–%	≥ 10	
12	– Luftkapazität bei pF 1,8	Vol.–%	≥ 20	
13	– Wasserdurchlässigkeit mod. K_f	mm/min	0,6 – 70	
14	**pH-Wert, Salzgehalt**			
15	– pH-Wert (in $CaCl_2$)		6,0 – 8,5	
16	– Salzgehalt (Wasserextrakt) [3)]	g/l	≤ 3,5	
17	– Salzgehalt (Gipsextrakt) [4)]	g/l	≤ 2,5	
18	**Organische Substanz**			
19	– Gehalt an organischer Substanz	g/l	≤ 65	
20	**Nährstoffe** [5)]			
21	– Pflanzenverfügbare Nährstoffe			
22	– Stickstoff (N) (in $CaCl_2$)	mg/l	≤ 80	
23	– Phosphor (P_2O_5) (in CAL)	mg/l	≤ 200	
24	– Kalium (K_2O) (in CAL)	mg/l	≤ 700	
25	– Magnesium (Mg) (in $CaCl_2$)	mg/l	≤ 200	
26	– Pflanzenverfügbare Nährstoffe (in CAT)			
27	– Stickstoff (N)	mg/l	≤ 80	
28	– Phosphor (P_2O_5)	mg/l	≤ 50	
29	– Kalium (K_2O)	mg/l	≤ 500	
30	– Magnesium (Mg)	mg/l	≤ 200	

Diese Abrufversion ist Ihre persönliche Version. Das Weiterleiten dieser Datei, oder einzelner Auszüge, an Dritte ist nur mit ausdrücklicher Zustimmung der FLL gestattet!

(Fortsetzung Tabelle 19)

Nr.	1	2		3
1	Eigenschaften	Anforderungen		Ergebnis
		Einheit	Kennwert	
31	**Fremdstoffe**			
32	– Durchmesser > 6 mm			
33	– Fliesen, Glas, Keramik und dgl.	% Massenanteil	≤ 0,3	
34	– Metalle, Kunststoffe	% Massenanteil	≤ 0,1	
35	– Flächensumme bei Kunststoffen	cm²/l	≤ 10	

[1] Die Körnungskurve ist in den vorgegebenen Korngrößenverteilungsbereich nach Abbildung 8 (siehe Abschnitt 12.2.2) einzutragen

[2] Keine Anforderung

[3] Ein möglichst niedriger Wert ist anzustreben

[4] Im Bedarfsfall nachzuweisen

[5] Entweder in CAL/Calciumchlorid oder CAT

Diese Abrufversion ist Ihre persönliche Version. Das Weiterleiten dieser Datei, oder einzelner Auszüge, an Dritte ist nur mit ausdrücklicher Zustimmung der FLL gestattet!

Tabelle 20: Anforderungen an die vegetationstechnischen Eigenschaften von Vegetationssubstraten für einschichtige Intensiv- und Extensivbegrünungen (außer Rasenbegrünung)

(Alle Werte sind auf den Zustand bei definierter Laborverdichtung bezogen)

Nr.	1	2		3
1	Eigenschaften	Anforderungen		Ergebnis
		Einheit	Kennwert	
2	**Korngrößenverteilung** [1)]			
3	– Anteil an abschlämmbaren Teilen (d ≤ 0,063 mm)	% Massenanteil	≤ 10	
4	– Anteil an Fein-/Mittelkies (d > 4 mm)	% Massenanteil	≤ 75	
5	**Rohdichte (Volumengewicht)** [2)]			
6	– in trockenem Zustand	g/cm^3	–	
7	– bei max. Wasserkapazität	g/cm^3	–	
8	**Wasser–/Lufthaushalt**			
9	– Gesamtporenvolumen [2)]	Vol.–%	–	
10	– maximale Wasserkapazität			
11	– Intensivbegrünungen	Vol.–%	30 – 65	
12	– Extensivbegrünungen	Vol.–%	20 – 65	
13	– Luftkapazität bei maximaler Wasserkapazität	Vol.–%	≥ 10	
14	– Wasserdurchlässigkeit mod. K_f	mm/min	60 – 400	
15	**pH-Wert, Salzgehalt**			
16	– pH-Wert (in $CaCl_2$)		6,0 – 8,5	
17	– Intensivbegrünungen			
18	– Salzgehalt (Wasserextrakt) [3)]	g/l	≤ 2,5	
19	– Salzgehalt (Gipsextrakt) [4)]	g/l	≤ 1,5	
20	– Extensivbegrünungen			
21	– Salzgehalt (Wasserextrakt) [3)]	g/l	≤ 3,5	
22	– Salzgehalt (Gipsextrakt) [4)]	g/l	≤ 2,5	
23	**Organische Substanz**			
24	– Gehalt an organischer Substanz	g/l	≤ 40	
25	**Nährstoffe** [5)]			
26	– Pflanzenverfügbare Nährstoffe			
27	– Stickstoff (N) (in $CaCl_2$)	mg/l	≤ 80	
28	– Phosphor (P_2O_5) (in CAL)	mg/l	≤ 200	
29	– Kalium (K_2O) (in CAL)	mg/l	≤ 700	
30	– Magnesium (Mg) (in $CaCl_2$)	mg/l	≤ 200	

Diese Abrufversion ist Ihre persönliche Version. Das Weiterleiten dieser Datei, oder einzelner Auszüge, an Dritte ist nur mit ausdrücklicher Zustimmung der FLL gestattet!

(Fortsetzung Tabelle 20)

Nr.	1	2		3
1	Eigenschaften	Anforderungen		Ergebnis
		Einheit	Kennwert	
31	**Nährstoffe** [5]			
32	– Pflanzenverfügbare Nährstoffe (in CAT)			
34	– Stickstoff (N)	mg/l	≤ 80	
35	– Phosphor (P_2O_5)	mg/l	≤ 50	
36	– Kalium (K_2O)	mg/l	≤ 500	
37	– Magnesium (Mg)	mg/l	≤ 200	
38	**Fremdstoffe**			
39	– Durchmesser > 6 mm			
40	– Fliesen, Glas, Keramik und dgl.	% Massenanteil	≤ 0,3	
41	– Metalle, Kunststoffe	% Massenanteil	≤ 0,1	
42	– Flächensumme bei Kunststoffen	cm²/l	≤ 10	

[1] Die Körnungskurve ist in den vorgegebenen Korngrößenverteilungsbereichen gemäß Abbildungen 3 und 7 (siehe Abschnitt 12.2.2) einzutragen

[2] Keine Anforderung

[3] Ein möglichst niedriger Wert ist anzustreben

[4] Im Bedarfsfall nachzuweisen

[5] Entweder in CAL/Calciumchlorid oder CAT

Diese Abrufversion ist Ihre persönliche Version. Das Weiterleiten dieser Datei, oder einzelner Auszüge, an Dritte ist nur mit ausdrücklicher Zustimmung der FLL gestattet!

Tabelle 21: Anforderungen an die vegetationstechnischen Eigenschaften von Vegetationssubstraten für Rasenbegrünungen für mehrschichtige Bauweisen

(Alle Werte sind auf den Zustand bei definierter Laborverdichtung bezogen)

Nr.	1	2		3
1	Eigenschaften	Anforderungen		Ergebnis
		Einheit	Kennwert	
2	**Korngrößenverteilung** [1)]			
3	– Anteil an abschlämmbaren Teilen (d ≤ 0,063 mm)	% Massenanteil	≤ 20	
4	- Anteil an Fein-/Mittelkies (d > 4 mm)	% Massenanteil	≤ 18	
5	**Rohdichte (Volumengewicht)** [2)]			
6	– in trockenem Zustand	g/cm^3	–	
7	– bei max. Wasserkapazität	g/cm^3	–	
8	**Wasser–/Lufthaushalt**			
9	– Gesamtporenvolumen [2)]	Vol.–%	–	
10	– maximale Wasserkapazität	Vol.–%	35 – 65	
11	– Luftkapazität bei maximaler Wasserkapazität	Vol.–%	≥ 10	
12	– Luftkapazität bei pF 1,8	Vol.–%	≥ 20	
13	– Wasserdurchlässigkeit mod. K_f	mm/min	0,6 – 70	
14	**pH–Wert, Salzgehalt**			
15	– pH–Wert (in $CaCl_2$)		5,5 – 7,5	
16	– Salzgehalt (Wasserextrakt) [3)]	g/l	≤ 1,5	
17	– Salzgehalt (Gipsextrakt) [4)]	g/l	≤ 1,0	
18	**Organische Substanz**			
19	– Gehalt an organischer Substanz	g/l	≤ 65	
20	**Nährstoffe** [5)]			
21	– Pflanzenverfügbare Nährstoffe			
22	– Stickstoff (N) (in $CaCl_2$)	mg/l	≤ 80	
23	– Phosphor (P_2O_5) (in CAL)	mg/l	≤ 200	
24	– Kalium (K_2O) (in CAL)	mg/l	≤ 700	
25	– Magnesium (Mg) (in $CaCl_2$)	mg/l	≤ 200	
26	– Pflanzenverfügbare Nährstoffe (in CAT)			
27	– Stickstoff (N)	mg/l	≤ 80	
28	– Phosphor (P_2O_5)	mg/l	≤ 50	
29	– Kalium (K_2O)	mg/l	≤ 500	
30	– Magnesium (Mg)	mg/l	≤ 200	

Diese Abrufversion ist Ihre persönliche Version. Das Weiterleiten dieser Datei, oder einzelner Auszüge, an Dritte ist nur mit ausdrücklicher Zustimmung der FLL gestattet!

(Fortsetzung Tabelle 21)

Nr.	1	2		3
1	Eigenschaften	Anforderungen		Ergebnis
		Einheit	Kennwert	
31	**Fremdstoffe**			
32	– Durchmesser > 6 mm			
33	– Fliesen, Glas, Keramik und dgl.	% Massenanteil	≤ 0,3	
34	– Metalle, Kunststoffe	% Massenanteil	≤ 0,1	
35	– Flächensumme bei Kunststoffen	cm²/l	≤ 10	

[1] Die Körnungskurve ist in den vorgegebenen Korngrößenverteilungsbereich nach Abbildung 6 (siehe Abschnitt 12.2.2) einzutragen

[2] Keine Anforderung

[3] Ein möglichst niedriger Wert ist anzustreben

[4] Im Bedarfsfall nachzuweisen

[5] Entweder in CAL/Calciumchlorid oder CAT

Diese Abrufversion ist Ihre persönliche Version. Das Weiterleiten dieser Datei, oder einzelner Auszüge, an Dritte ist nur mit ausdrücklicher Zustimmung der FLL gestattet!

Tabelle 22: Anforderungen an die vegetationstechnischen Eigenschaften von Vegetationssubstraten für Rasenbegrünungen für einschichtige Bauweisen[6]

(Alle Werte sind auf den Zustand bei definierter Laborverdichtung bezogen)

Nr.	1	2		3
1	Eigenschaften	Anforderungen		Ergebnis
		Einheit	Kennwert	
2	**Korngrößenverteilung** [1)]			
3	– Anteil an abschlämmbaren Teilen (d ≤ 0,063 mm)	% Massenanteil	≤ 10	
4	- Anteil an Fein-/Mittelkies (d > 4 mm)	% Massenanteil	≤ 30	
5	**Rohdichte (Volumengewicht)** [2)]			
6	– in trockenem Zustand	g/cm^3	–	
7	– bei max. Wasserkapazität	g/cm^3	–	
8	**Wasser–/Lufthaushalt**			
9	– Gesamtporenvolumen [2)]	Vol.–%	–	
10	– maximale Wasserkapazität	Vol.–%	30 – 65	
11	– Luftkapazität bei maximaler Wasserkapazität	Vol.–%	≥ 10	
12	– Luftkapazität bei pF 1,8	Vol.–%	≥ 20	
13	– Wasserdurchlässigkeit mod. K_f	mm/min	60 – 200	
14	**pH–Wert, Salzgehalt**			
15	– pH–Wert (in $CaCl_2$)		5,5 – 7,5	
16	– Salzgehalt (Wasserextrakt) [3)]	g/l	≤ 1,5	
17	– Salzgehalt (Gipsextrakt) [4)]	g/l	≤ 1,0	
18	**Organische Substanz**			
19	– Gehalt an organischer Substanz	g/l	≤ 40	
20	**Nährstoffe** [5)]			
21	– Pflanzenverfügbare Nährstoffe			
22	– Stickstoff (N) (in $CaCl_2$)	mg/l	≤ 80	
23	– Phosphor (P_2O_5) (in CAL)	mg/l	≤ 200	
24	– Kalium (K_2O) (in CAL)	mg/l	≤ 700	
25	– Magnesium (Mg) (in $CaCl_2$)	mg/l	≤ 200	
26	– Pflanzenverfügbare Nährstoffe (in CAT)			
27	– Stickstoff (N)	mg/l	≤ 80	
28	– Phosphor (P_2O_5)	mg/l	≤ 50	
29	– Kalium (K_2O)	mg/l	≤ 500	
30	– Magnesium (Mg)	mg/l	≤ 200	

Diese Abrufversion ist Ihre persönliche Version. Das Weiterleiten dieser Datei, oder einzelner Auszüge, an Dritte ist nur mit ausdrücklicher Zustimmung der FLL gestattet!

(Fortsetzung Tabelle 22)

Nr.	1	2		3
1	Eigenschaften	Anforderungen		Ergebnis
		Einheit	Kennwert	
31	**Fremdstoffe**			
32	– Durchmesser > 6 mm			
33	– Fliesen, Glas, Keramik und dgl.	% Massenanteil	≤ 0,3	
34	– Metalle, Kunststoffe	% Massenanteil	≤ 0,1	
35	– Flächensumme bei Kunststoffen	cm²/l	≤ 10	

[1] Die Körnungskurve ist in den vorgegebenen Korngrößenverteilungsbereich nach Abbildung 5 (siehe Abschnitt 12.2.2) einzutragen

[2] Keine Anforderung

[3] Ein möglichst niedriger Wert ist anzustreben

[4] Im Bedarfsfall nachzuweisen

[5] Entweder in CAL/Calciumchlorid oder CAT

[6] empfohlen in Kombination mit Fertigrasen

Diese Abrufversion ist Ihre persönliche Version. Das Weiterleiten dieser Datei, oder einzelner Auszüge, an Dritte ist nur mit ausdrücklicher Zustimmung der FLL gestattet!

Bezugsquellen

BEUTH VERLAG GMBH
Burggrafenstr. 6, D-10787 Berlin
Tel.: 030/26010, Fax: 030/26011260
E-Mail: info@beuth.de,
Homepage: www.beuth.de

BUNDESFACHABTEILUNG BAUWERKSABDICHTUNG IM HAUPTVERBAND DER DEUTSCHEN BAUINDUSTRIE E. V. (HDB)
Kurfürstenstraße 129, 10785 Berlin
Tel.: 030/21286-0, Fax: 030/21286-240
E-Mail: info@bauindustrie.de,
Homepage: www.bauindustrie.de

DEUTSCHER DACHGÄRTNER VERBAND E. V. (DDV)
Geschäftsstelle Postfach 2025, 72610 Nürtingen
Tel.: 07022/301378, Fax 07022/301379
E-Mail: contact@dachgaertnerverband.de,
Homepage: www.dachgaertnerverband.de

DEUTSCHE GESETZLICHE UNFALLVERSICHERUNG E.V. (DGUV)
Glinkastraße 40, 10117 Berlin
Tel.: 030 288763800 (Zentrale), FAX: 030 288763808
E-Mail: info@dguv.de;
Homepage: www.dguv.de

DEUTSCHES INSTITUT FÜR GÜTESICHERUNG UND KENNZEICHNUNG E. V. (RAL)
Siegburger Straße 39, 53757 Sankt Augustin
Tel.: 02241/1605-0, Fax: 02241/1605-11
E-Mail: RAL-Institut@RAL.de,
Homepage: www.ral.de

FACHVEREINIGUNG BAUWERKSBEGRÜNUNG E. V.
Kanalstraße 2, D-66130 Saarbrücken
Tel.: 0681 / 98 80 570, Fax: 0681 / 98 80 572
E-Mail: info@fbb.de,
Homepages: www.fbb.de, www.gebaudebegruenung.info

FORSCHUNGSGESELLSCHAFT LANDSCHAFTSENTWICKLUNG LANDSCHAFTSBAU E. V. (FLL)
Friedensplatz 4, D-53111 Bonn
Tel.: 0228/965010-0, Fax: 0228/965010-20
E-Mail: info@fll.de,
Homepage: www.fll.de

FORSCHUNGSGESELLSCHAFT FÜR STRAßEN UND VERKEHRSWESEN E. V. (FGSV)
Wesselinger Str. 17, D-50999 Köln
Tel.: 02236/384630, Fax: 02236/384640
E-Mail: info@fgsv-verlag.de,
Homepage: www.fgsv-verlag.de

Diese Abrufversion ist Ihre persönliche Version. Das Weiterleiten dieser Datei, oder einzelner Auszüge, an Dritte ist nur mit ausdrücklicher Zustimmung der FLL gestattet!

SOZIALVERSICHERUNG FÜR LANDWIRTSCHAFT, FORSTEN UND GARTENBAU – SVLFG (GARTENBAU–BERUFSGENOSSENSCHAFT)

Frankfurter Straße 126, 34121 Kassel

Tel.: 0561 928-0, Fax: 0561 9359-217

E-Mail: poststelle@svlfg.de,
Homepage: www.svlfg.de

VERBAND DEUTSCHER LANDWIRTSCHAFTLICHER UNTERSUCHUNGS- UND FORSCHUNGSANSTALTEN (VDLUFA)

c/o LUFA Speyer

Obere Langgasse 40, 67346 Speyer

Tel.: 06232-136-121, Fax: 06232-136-122

E-mail: info@vdlufa,
Homepage: www.vdlufa.de

ZENTRALVERBAND DES DEUTSCHEN DACHDECKERHANDWERKS E. V. (ZVDH)

- Fachverband Dach-, Wand- und Abdichtungstechnik -
Fritz-Reuter-Str. 1, 50968 Köln

Tel.: 0221/398038-0, Fax: 0221/398038-99

E-Mail: zvdh@dachdecker.de,
Homepage: www.dachdecker.org

Diese Abrufversion ist Ihre persönliche Version. Das Weiterleiten dieser Datei, oder einzelner Auszüge, an Dritte ist nur mit ausdrücklicher Zustimmung der FLL gestattet!

Anhang A:
Orientierungswerte für Lastannahmen und Wasserspeicherung

Die in den nachfolgenden Tabellen angeführten Werte sind Orientierungswerte für die Lastannahme und Wasserspeicherung. Für Planung und Ausführung sind die produktspezifischen Parameter der Hersteller heranzuziehen.

Die für die statische Berechnung erforderlichen Lastannahmen in kN/m² ergeben sich vereinfachend durch Dividieren der angegebenen Flächenlast in kg/m² durch 100.

Tabelle 23: Lastannahmen und Wasserspeicherung von Schüttstoffen, Matten und Platten für Dränschichten sowie für Schutzschichten bei maximaler Wasserkapazität

1	2	3		4
Stoffgruppe/ Stoffart	**Körnung in mm**	**Lastannahmen je 1 cm Schichtdicke**		**Mittlere Wasserspeicherung je 1 cm Schichtdicke in l/m²**
		in KN/ m²	**in kg/ m²**	
Mineralische Schüttstoffe				
Lava	2/8 – 2/12	0,12 – 0,14	12,0 – 14,0	2,6
Lava	4/8 – 4/12	0,11 – 0,12	11,0 – 12,0	2,0
Lava	8/12 – 8/16	0,10 – 0,14	10,0 – 14,0	1,5
Bims	2/8 – 2/12	0,08 – 0,10	8,0 – 10,0	3,8
Bims	8/16 – 8/20	0,11 – 0,12	11,0 – 12,0	2,7
Blähton gebrochen	2/8 – 2/10	0,05 – 0,07	5,0 – 7,0	2,4
Blähton gebrochen	4/8 – 4/10	0,06 – 0,08	6,0 – 8,0	2,5
Blähton ungebrochen	4/8	0,06 – 0,08	6,0 – 8,0	1,4
Blähton ungebrochen	8/16	0,05 – 0,07	5,0 – 7,0	1,0
Blähschiefer gebrochen	2/8 – 2/10	0,08 – 0,10	8,0 – 10,0	2,3
Blähschiefer gebrochen	4/8 – 4/10	0,07 – 0,08	7,0 – 8,0	1,3
Mauerziegelsplitt	4/8	0,12 – 0,14	12,0 – 14,0	2,3
Recyc. Ziegelsplitt	4/8	0,13 – 0,15	13,0 – 15,0	2,3
Dachziegelsplitt	4/8	0,13 – 0,15	13,0 – 15,0	1,1
Basaltsplitt	2/8	0,15 – 0,17	15,0 – 17,0	0,7
Dolomitsplitt	5/8	0,15 – 0,16	15,0 – 16,0	0,7
Granitsplitt	5/8	0,14 – 0,15	14,0 – 15,0	2,0
Tuffsplitt	2/8 – 2/12	0,11 – 0,12	11,0 – 12,0	2,6
Kies	2/8	0,16 – 0,17	16,0 – 17,0	0,9
Kies	8/16	0,16 – 0,18	16,0 – 18,0	0,8
Kies	16/32	0,16 – 0,18	16,0 – 18,0	0,6

Diese Abrufversion ist Ihre persönliche Version. Das Weiterleiten dieser Datei, oder einzelner Auszüge, an Dritte ist nur mit ausdrücklicher Zustimmung der FLL gestattet!

(Fortsetzung Tabelle 23)

1	2	3		4
Stoffgruppe/ Stoffart	**Schicht-dicke in cm**	**Lastannahmen je 1 cm Schichtdicke**		**Mittlere Wasserspeicherung der Gesamtschicht in l/m²**
		in KN/ m²	**in kg/ m²**	
Dränmatten				
Strukturvliesmatten	1,0	0,050 – 0,070	5,0 – 7,0	5,0
Kunststoffnoppenmatten	1,2	0,019 – 0,021	1,9 – 2,1	0,4
Fadengeflechtmatten	1,5	0,008 – 0,019	0,8 – 1,9	0,4
Fadengeflechtmatten	2,2	0,022 – 0,023	2,2 – 2,3	1,2
Dränplatten				
Hartkunststoff-Profilplatten	2,5	0,040 – 0,050	4,0 – 5,0	3,1
Hartkunststoff-Profilplatten	4,0	0,060 – 0,070	6,0 – 7,0	4,4
Hartkunststoff-Profilmatten	6,0	0,025 – 0,260	2,5 – 26,0	24,5
Schaumstoff-Profilplatten	5,0	0,020 – 0,030	2,0 – 3,0	2,1
Schaumstoff-Profilplatten	7,5	0,030 – 0,040	3,0 – 4,0	2,0
Dämmstoff-Profilplatten	6,5	0,040 – 0,050	4,0 – 5,0	3,0
Dämmstoff-Profilplatten	12,0	0,050 – 0,060	5,0 – 6,0	3,0
Drän- und Substratplatten				
Modifizierter Schaumstoff	3,6	0,050 – 0,060	5,0 – 6,0	18,6
Schutzschichten				
Schutzvliese 300 g/m²	0,3	0,025 – 0,035	2,5 – 3,5	2,7
Schutzvliese 500 g/m²	0,5	0,050 – 0,060	5,0 – 6,0	4,5
Schutzvliese 800 g/m²	0,8	0,065 – 0,075	6,5 – 7,5	5,9
Schutzplatten mit Poren	1,0	0,180 – 0,190	18,0 – 19,0	1,1
Schutzplatten mit Noppen	2,0	0,110 – 0,130	11,0 – 13,0	0,5

Diese Abrufversion ist Ihre persönliche Version. Das Weiterleiten dieser Datei, oder einzelner Auszüge, an Dritte ist nur mit ausdrücklicher Zustimmung der FLL gestattet!

Tabelle 24: Lastannahmen und Wasserspeicherung von Vegetationstragschichten bei maximaler Wasserkapazität

1	2		3
Substratgruppe Substratart	**Lastannahme je 1 cm Schichtdicke**		**Mittlere Wasserspeicherung je 1 cm Schicht-dicke in l/m²**
	in KN/ m²	**in kg/ m²**	
Substrate für Intensivbegrünungen			
Boden/Mineralstoff-Gemische	0,16 – 0,19	16,0 – 19,0	3,0
Boden/Schaumstoff-Gemische	0,13 – 0,15	13,0 – 15,0	2,5
Boden/org.Substanz-Gemische	0,15 – 0,17	15,0 – 17,0	3,5
Torf/Mineralstoff-Gemische	0,11 – 0,12	11,0 – 12,0	7,5
Kompost/Mineralstoff-Gemische	0,11 – 0,13	11,0 – 13,0	6,5
Substrate für Extensivbegrünungen			
Lava-Gemische	0,145 – 0,165	14,5 – 16,5	4,4
Lava/Bims-Gemische	0,125 – 0,130	12,5 – 13,0	4,2
Lava/Bims/Dolomit-Gemische	0,145 – 0,165	14,5 – 16,5	3,9
Lava/Bims/Tuff-Gemische	0,145 – 0,165	14,5 – 16,5	4,7
Sand/Lava-Gemische	0,160 – 0,175	16,0 – 17,5	5,0
Blähton-Gemische	0,100 – 0,130	10,0 – 13,0	4,9
Blähschiefer-Gemische	0,110 – 0,130	11,0 – 13,0	4,9
Ziegel-Gemische	0,130 – 0,160	13,0 – 16,0	3,9
Schieferschlacke-Gemische	0,140 – 0,150	14,0 – 15,0	4,2
Haldenschlacke-Gemische	0,140 – 0,150	14,0 – 15,0	3,1
Substratgruppe Substratart	**Lastannahme je 1 cm Schichtdicke**		**Mittlere Wasserspeicherung je 1 cm Schicht-dicke in l/m²**
	in KN/ m²	**in kg/ m²**	
Substrate Einschichtbauweisen von Intensivbegrünungen und Extensivbegrünungen			
Lava-Gemische	0,115 – 0,135	11,5 – 13,5	1,7
Bims-Gemische	0,075 – 0,095	7,5 – 9,5	3,5
Lava/Bims-Gemische	0,120 – 0,130	12,0 – 13,0	2,6
Lava/Bims/Tuff-Gemische	0,130 – 0,150	13,0 – 15,0	2,8
Blähton-Gemische	0,060 – 0,070	6,0 – 7,0	2,3
Blähschiefer-Gemische	0,080 – 0,100	8,0 – 10,0	2,3
Leichtmineral/Bims-Gemische	0,085 – 0,100	8,5 – 10,0	3,3
Leichtton-Granulat	0,080 – 0,085	8,0 – 8,5	4,1
Ziegel-Gemische	0,115 – 0,135	11,5 – 13,5	2,4
Schieferschlacke-Gemische	0,115 – 0,135	11,5 – 13,5	4,0
Haldenschlacke-Gemische	0,130 – 0,150	13,0 – 15,0	2,5

Diese Abrufversion ist Ihre persönliche Version. Das Weiterleiten dieser Datei, oder einzelner Auszüge, an Dritte ist nur mit ausdrücklicher Zustimmung der FLL gestattet!

Tabelle 25: Lastannahmen und Wasserspeicherung von Substratplatten, Vegetationsmatten und Wasserspeicherschichten bei maximaler Wasserkapazität.

1	2	3		4
Substratgruppe Substratart	**Schichtdicke in cm**	**Lastannahme der Gesamtschicht**		**Mittlere Wasserspeicherung der Gesamtschicht in l/m²**
		in KN/ m²	**in kg/ m²**	
Substratplatten				
Platten aus mod. Schaumstoff	3,0	0,23 – 0,25	23,0 – 25,0	18,6
Platten aus Verbundschaumstoff	5,0	0,31 – 0,33	31,0 – 33,0	31,9
Platten aus Mineralwolle	6,0	0,65 – 0,68	65,0 – 68,0	35,0
Vegetationsmatten[1)]				
Fadengeflechtmatten	2,0	0,280 – 0,300	28,0 – 30,0	13,5
Fadengeflecht/Vlies-Matten	3,0	0,370 – 0,395	37,0 – 39,5	17,4
Naturfasermatten	2,0	0,210 – 0,230	21,0 – 23,0	11,0
Vliesstoffmatten	3,0	0,260 – 0,280	26,0 – 28,0	24,1
Dachsoden	2,5	0,380 – 0,420	38,0 – 42,0	16,3
Samenmatten				
Samenverbundmatte	3,0	0,27 – 0,28	27,0 – 28,0	26,0
Wasserspeicherschichten				
Speichervliese 1200 g/m²	1,0	0,095 – 0,105	9,5 – 10,5	9,0
Speichervliese 1600 g/m²	2,0	0,160 – 0,170	16,0 – 17,0	15,1
Mineralwollmatten	2,5	0,230 – 0,250	23,0 – 25,0	23,4
Mineralwollmatten	5,0	0,420 – 0,440	42,0 – 44,0	40,0
Verbundschaumstoff-Platten	2,0	0,150 – 0,160	15,0 – 16,0	12,8

[1)] Einschließlich der Vegetation

Diese Abrufversion ist Ihre persönliche Version. Das Weiterleiten dieser Datei, oder einzelner Auszüge, an Dritte ist nur mit ausdrücklicher Zustimmung der FLL gestattet!

Tabelle 26: Lastannahmen der Vegetationsformen

1	2	
Vegetationsform	**Lastannahme**	
	in KN/ m²	in kg/ m^2
Extensivbegrünungen		
Moos-Sedum-Begrünungen	0,10	10
Sedum-Moos-Kraut-Begrünungen	0,10	10
Sedum-Kraut-Gras-Begrünungen	0,10	10
Gras-Kraut-Begrünungen (Trockenrasen)	0,10	10
Einfache Intensivbegrünungen		
Gras-Kraut-Begrünungen (Grasdach, Magerwiese)	0,15	15
Wildstauden-Gehölz-Begrünungen	0,10	10
Gehölz-Stauden-Begrünungen	0,15	15
Gehölz-Begrünungen (bis 150 cm hoch)	0,20	20
Intensivbegrünungen		
Rasen	0,05	5
Niedrige Stauden und Gehölze	0,10	10
Stauden und Sträucher bis 150 cm Höhe	0,20	20
Sträucher bis 3 m Höhe	0,30	30
Große Sträucher [1)] bis 6 m Höhe	0,40	40
Kleine Bäume [1)] bis 10 m Höhe	0,60	60
Bäume [1)] bis 15 m Höhe	1,50	150

[1)] Angaben bezogen auf die Fläche der Kronentraufe

Diese Abrufversion ist Ihre persönliche Version. Das Weiterleiten dieser Datei, oder einzelner Auszüge, an Dritte ist nur mit ausdrücklicher Zustimmung der FLL gestattet!

Anhang B: Untersuchungsmethoden für Vegetationssubstrate und Dränschichtschüttstoffe bei Dachbegrünungen

Zur Bestimmung der Eigenschaften/Kenngrößen sind die in der nachfolgenden Zusammenstellung aufgeführten vereinbarten (VDLUFA), genormten (DIN, DIN EN, ISO) oder modifizierten und beschriebenen Methoden anzuwenden. Sofern im Einzelfall methodische Abweichungen vorgenommen werden, sind diese in den Untersuchungsberichten eindeutig anzugeben und die Abweichungen in der Vergleichbarkeit der Ergebnisse zu erläutern.

Die Methoden zur Bestimmung bodenphysikalischer Eigenschaften in den bisher erschienenen DIN EN können nur partiell herangezogen werden, da sie für die Untersuchung gärtnerischer Kultursubstrate entwickelt wurden und auf die Untersuchung mineralischer Stoffe nicht anwendbar sind.

Für die Umweltverträglichkeit der eingesetzten Stoffe werden keine Methoden und Werte vorgegeben. Der VDLUFA gibt für die einzelnen Parameter Methoden vor, die im Bedarfsfall heranzuziehen sind. Die RAL-Gütesicherung – GZ 250/6 gibt für Substrate und Dränschichtschüttstoffe zu einzelnen Parametern Kennwerte vor. Die gemessenen Werte können unter Angabe der Analysenmethode deklariert werden.

Probenahme
Wenn Probennahmen durch den Auftraggeber gefordert werden, sollten sie in folgender Weise durchgeführt werden:

- Probenahme im nicht eingebauten Zustand

Die Probenahme für Eignungs- und Kontrolluntersuchungen im nicht eingebauten Zustand orientiert sich an den Vorgaben der RAL-GZ 250/6, Ziffer 1.1.4.1.3.1, Probenahme in der Produktionsstätte. Sie kann sich bei visuell und manuell festgestellten Abweichungen von der Ausschreibung auch auf einzelne Produktion- bzw. Lieferchargen auf der Baustelle erstrecken.

- Probenahme im eingebautem Zustand

Für Eignungs- und Kontrollprüfungen im eingebauten Zustand werden ebenfalls Mischproben hergestellt. Eine Mischprobe besteht aus 15 Einzelproben, die repräsentativ verteilt auf der zu untersuchenden Fläche zu entnehmen sind.

Bei visuell und manuell festgestellter Homogenität des Substrates/Schüttstoffes ist die Entnahme einer Mischprobe ausreichend.

Wird die Entmischung des Substrates/Schüttstoffes als Folge unterschiedlicher Lieferchargen oder der Aufbringtechnik festgestellt, so ist für jede Teilfläche eine Mischprobe zu entnehmen.

Diese Abrufversion ist Ihre persönliche Version. Das Weiterleiten dieser Datei, oder einzelner Auszüge, an Dritte ist nur mit ausdrücklicher Zustimmung der FLL gestattet!

Bei einer repräsentativen Untersuchung der gesamten begrünten Fläche in Hinblick auf die Homogenität des Substrates/Schüttstoffes sind in Abhängigkeit von der Flächengröße in repräsentativer Verteilung an Mischproben zu entnehmen:

- bis 500 m² = 1 Mischprobe;
- von > 500 m^2 bis ≤ 1000 m^2 = 2 Mischproben;
- von je weiteren 1000 m^2 = je 1 Mischprobe.

Die Anordnung der Probeentnahmestellen ist in einem Lageplan zu kennzeichnen.

Erfolgt die Probenahme im begrünten Zustand, so sind die Vegetationsdecke einschließlich einer bereits gebildeten Mulchauflage und die oberen 2-3 cm der Vegetationstragschicht zu entfernen. Die Entnahme der Einzelproben soll die gesamte verbleibende Dicke der einzelnen Aufbauschicht umfassen.

Die Einzelproben sind sorgfältig zu vermischen. Aus dieser Mischung sind mindestens 10 Liter bei eingeschränktem Analyseumfang und 25 Liter bei Vollanalyse in einem geschlossenen Behälter zur Untersuchung zu geben. Der Probebehälter ist mit Inhaltsdeklaration, Anschrift des Absenders, Ort der Probenentnahme, Angabe der Produktionsstätte/des Herstellers und Absendedatum zu kennzeichnen.

Diese Abrufversion ist Ihre persönliche Version. Das Weiterleiten dieser Datei, oder einzelner Auszüge, an Dritte ist nur mit ausdrücklicher Zustimmung der FLL gestattet!

Tabelle 27: Übersicht zu Untersuchungsmethoden für Vegetationssubstrate und für Dränschichtschüttstoffe bei Dachbegrünungen

Eigenschaft Kenngröße	Bezeichnung der Methode	Anmerkungen/Hinweise
Korngrößenverteilung [% Massenanteil]	DIN EN ISO 17892-4 Geotechnische Erkundung und Untersuchung – Laborversuche an Bodenproben – Teil 4: Bestimmung der Korngrößenverteilung (ISO 17892-4:2016); Deutsche Fassung EN ISO 17892-4:2016	An der Fraktion d > 2 mm ist zu kontrollieren, ob Tonkrümel enthalten sind. Ist dies der Fall, ist die Probe einzuweichen, der Ton abzuschlämmen und der Fraktion d < 2 mm hinzuzufügen. Die Siebung erfolgt nach Veraschung der Probe nach DIN EN 13039. Bei der Untersuchung wird der Normsiebsatz um Siebe der Maschenweite 12,5 mm und 16,0 mm und bei Rasensubstraten um ein Sieb mit 8,0 mm Maschenweite ergänzt.
Rohdichte **(Volumengewicht)** – frisch, feucht ρf – trocken ρt – bei maximaler Wasserkapazität ρwk [g/cm³ u. g/Liter] (siehe Anlage B.1 zum Anhang B)	Bestimmung in Zylindern von 15 cm Ø und bei rund 10 cm Probenhöhe im verdichteten Zustand	In Anlehnung an DIN 18127 Baugrund Proctorversuch und an die Bestimmung der Wasserdurchlässigkeit nach DIN 18035 Sportplätze; Teil 4 Rasenflächen; in der älteren Ausgabe vom Oktober 1974.
Wassergehalt [% Massenanteil u. Vol.–%]	VDLUFA C 1.1.1 Bestimmung des Wassergehaltes von Bodenproben mittels Gravimetrie (Trockenschrankmethode)	
Maximale Wasserkapazität WK_{max} [Vol.–%] (siehe Anlage B.2 zum Anhang B)	Bestimmung in Zylindern von 15 cm Ø und bei rund 10 cm Probenhöhe im verdichteten Zustand	s. Rohdichte
Wasserdurchlässigkeit mod. K_f [mm/min] (siehe Anlage B.3 zum Anhang B)	Bestimmung in Zylindern von 15 cm Ø und bei rund 10 cm Probenhöhe im verdichteten Zustand und bei maximaler Wasserkapazität	s. Rohdichte
Horizontale Wasserdurchlässigkeit [l/s x m]	ISO 12958 Bestimmung des Wasserableitvermögens in der Ebene	Gilt für Geokunststoffe. Bestimmung erfolgt sinngemäß.

Diese Abrufversion ist Ihre persönliche Version. Das Weiterleiten dieser Datei, oder einzelner Auszüge, an Dritte ist nur mit ausdrücklicher Zustimmung der FLL gestattet!

(Fortsetzung Tabelle 27)

Eigenschaft Kenngröße	Bezeichnung der Methode	Anmerkungen/Hinweise
Gesamtporenvolumen GPV [Vol.–%]	VDLUFA C 4.2 Bestimmung des Porenanteils in Böden	Die Bestimmung kann bei Substraten, die organisch-synthetische Schaumstoffe enthalten oder aus diesen bestehen, nicht angewendet werden.
Wasserbindung bei pF 1,8	VDLUFA C 4.3.1 Ermittlung der Porengrößenverteilung von Böden im Unterdruckverfahren VDLUFA C 4.3.2 Ermittlung der Porengrößenverteilung von Böden im Überdruckverfahren	Zur Bestimmung der Luftkapazität in Substraten.
[Vol.–%]	DIN EN ISO 11274 Bodenbeschaffenheit – Bestimmung des Wasserrückhaltevermögens - Laboratoriumsverfahren	Die Bestimmung ist nach den Methoden 5 und 7 üblich.
Luftkapazität – bei WK_{max} – bei pF 1,8 [Vol. %]	Differenz aus dem Gesamtporenvolumen und dem Wassergehalt bei maximaler Wasserkapazität Differenz aus dem Gesamtporenvolumen und dem Wassergehalt bei pF 1,8	Die Bestimmung ist ergänzend durchzuführen, wenn die Luftkapazität bei maximaler Wasserkapazität den vorgegebenen Mindestwert unterschreitet.
pH-Wert	VDLUFA A 5.1.1 Bestimmung des pH-Wertes (in CaCl2) DIN EN 13037 Bodenverbesserungsmittel und Kultursubstrate – Bestimmung des pH-Wertes	Probemenge s. Fußnote 1 Für die Bestimmung des pH-Wertes nach DIN EN 13037 liegen noch keine Erfahrungswerte vor, sodass noch keine Anforderungen angegeben werden können.

1) Für die Bestimmung des pH−Wertes, des Salzgehaltes und der löslichen Nährstoffe ist aufgrund der Grobkörnigkeit bezogen auf die Probeneinwaagen der VDLUFA Vorschriften und DIN EN Methoden die dreifache Einwaagemenge an ungesiebtem und ungemahlenem Material vorzunehmen.

Diese Abrufversion ist Ihre persönliche Version. Das Weiterleiten dieser Datei, oder einzelner Auszüge, an Dritte ist nur mit ausdrücklicher Zustimmung der FLL gestattet!

(Fortsetzung Tabelle 27)

Eigenschaft Kenngröße	Bezeichnung der Methode	Anmerkungen/Hinweise
Salzgehalt [g/Liter]	VDLUFA A 10.1.1 Bestimmung des Salzgehaltes in Böden, gärtnerischen Erden und Substraten	Umrechnung in mg/100g Substrat entsprechend der bei VDLUFA bzw. Messgeräte-Hersteller vorgegebenen Vorgehensweise. Bestimmung der Rohdichte (trocken) im verdichteten Zustand entsprechend der in Anlage B.1 zum Anhang B dargestellten Methode und Ermittlung des Salzgehaltes durch weitere Umrechnung als KCl in g/Liter. Probemenge s. pH-Wert (Fußnote 1)
	VDLUFA A 13.4.2 Bestimmung des Salzgehaltes in gartenbaulich genutzten Böden, gärtnerischen Erden und Substraten im Auszug mit gesättigter Gipslösung (s. auch A 10.1.2)	Die Bestimmung ist ergänzend durchzuführen, wenn der Salzgehalt bei der Bestimmung nach VDLUFA A 10.1.1 den vorgegebenen Höchstwert überschreitet.
	DIN EN 13038 Bodenverbesserungsmittel und Kultursubstrate - Bestimmung der elektrischen Leitfähigkeit	Für die Bestimmung der Leitfähigkeit nach DIN EN 13038 liegen keine Erfahrungswerte vor, sodass noch keine Anforderungen angegeben werden können.
Gehalt an organischer Substanz [g/Liter]	DIN EN 13039 Bodenverbesserungsmittel und Kultursubstrate - Bestimmung des Gehaltes an organischer Substanz und Asche;	Für die Bestimmung ist aufgrund der Grobkörnigkeit bezogen auf die Probeneinwaagen der DIN EN Methode mind. die zehnfache Einwaagemenge an ungesiebtem und ungemahlenem Material vorzunehmen. Hinweis: Fehlbestimmung bei bestimmten mineralischen Komponenten möglich, die beim Glühen an Masse verlieren.
Adsorptionskapazität [mmol/Z/Liter]	ÖNORM L 1086–1 Chemische Bodenuntersuchungen - Bestimmung der austauschbaren Kationen und der effektiven Kationen-Austauschkapazität (KAKeff) durch Extraktion mit Bariumchlorid-Lösung	Von der Bestimmung der austauschbaren Kationen (Ca, Mg, K, Na) ist in diesem Fall abzusehen und stattdessen durch Rücktausch die Menge der sorbierten Ba-Ionen zu ermitteln, die der Austauschkapazität entsprechen. Umrechnung von mmol/Z/100 g in mmol/Z/Liter mit der Rohdichte im trockenen und verdichteten Zustand.

Diese Abrufversion ist Ihre persönliche Version. Das Weiterleiten dieser Datei, oder einzelner Auszüge, an Dritte ist nur mit ausdrücklicher Zustimmung der FLL gestattet!

(Fortsetzung Tabelle 27)

Eigenschaft Kenngröße	Bezeichnung der Methode	Anmerkungen/Hinweise
Nährstoffe	DIN EN 13651	Für die Bestimmung der Nährstoffe nach DIN EN 13651 liegen keine Erfahrungswerte vor, sodass noch keine Anforderungen angegeben werden können.
Stickstoff **N** [mg/Liter]	VDLUFA A 6.1.3.1 Bestimmung des löslichen mineralischen Stickstoffs (Nitrat- und Ammoniumstickstoff durch gemeinsame Destillation) VDLUFA A 13.1.1 Bestimmung von Haupt- und Spuren-Nährstoffen in Kultursubstraten im Kalziumchlorid/DTPA-Auszug (CAT-Methode)	Probemenge s. pH-Wert (Fußnote 1)
Phosphor **P_2O_5** [mg/Liter]	VDLUFA A 6.2.1.1 Bestimmung von Phosphor und Kalium im Calcium–Acetat–Lactat (CAL) – Auszug VDLUFA A 13.1.1 Bestimmung von Haupt- und Spuren-Nährstoffen in Kultursubstraten im Kalziumchlorid/DTPA-Auszug (CAT-Methode)	Probemenge s. pH-Wert (Fußnote 1)
Kalium **K_2O** [mg/Liter]	VDLUFA A 6.2.1.1 Bestimmung von Phosphor und Kalium im Calcium–Acetat–Lactat (CAL) – Auszug VDLUFA A 13.1.1 Bestimmung von Haupt- und Spuren-Nährstoffen in Kultursubstraten im Kalziumchlorid/DTPA-Auszug (CAT-Methode)	Probemenge s. pH-Wert (Fußnote 1)
Magnesium **Mg** [mg/Liter]	VDLUFA A 6.2.4.1 Bestimmung des pflanzenverfügbaren Magnesiums im Calciumchlorid–Auszug ($CaCl_2$–Auszug) VDLUFA A 13.1.1 Bestimmung von Haupt- und Spuren-Nährstoffen in Kultursubstraten im Kalziumchlorid/DTPA–Auszug (CAT-Methode)	Probemenge s. pH-Wert (Fußnote 1)

Diese Abrufversion ist Ihre persönliche Version. Das Weiterleiten dieser Datei, oder einzelner Auszüge, an Dritte ist nur mit ausdrücklicher Zustimmung der FLL gestattet!

(Fortsetzung Tabelle 27)

Eigenschaft Kenngröße	Bezeichnung der Methode	Anmerkungen/Hinweise
Keimpflanzentest	VDLUFA A 10.2.1 Nachweis von nicht flüchtigen pflanzenschädigenden Stoffen	
Weckglastest	VDLUFA A 10.2.2 Nachweis von gasförmigen pflanzenschädigenden Stoffen	Die Bestimmung ist bei Verdacht ergänzend zum Keimpflanzentest durchzuführen.
Fremdstoffe **Fremdstoffgehalt** **Flächensumme**	Methodenbuch Bundesgütegemeinschaft Kompost, Kapitel II, C 1: Bestimmung des Fremdstoffgehaltes Kapitel II, C 3: Flächensumme der Fremdstoffe	
Abflussbeiwert C_s/ **Abflussbeiwert *C*/** **Abflusskennzahl *C*** **(Spitzenabflussbeiwert)** (siehe Anlage B.4 zum Anhang B)	Ermittlung des Abflussbeiwertes / der Abflusskennzahl durch Bestimmung des Wasserabflusses bei einem Blockregen von $r_{(15)}$ = 300 l / (s x ha) nach vorlaufender aufbausättigender Beregnung	Der Abflussbeiwert /die Abflusskennzahl ist der Quotient aus der Abflussmenge und der Regenmenge während des Blockregens. In der Regel erfolgt die Bestimmung im unbegrünten Zustand einer Bauweise. Bestimmungen im begrünten Zustand sind gesondert zu kennzeichnen.
Jährliche Wasserrückhaltung [%] (siehe Anlage B.5 zum Anhang B)	Ermittlung der jährlichen Wasserrückhaltung durch Erfassen der Niederschlagsmenge und Wasserabflussmenge	Die jährliche Wasserrückhaltung ist die Differenz aus der Niederschlags- und Wasserabflussmenge ausgedrückt in % bezogen auf die Niederschlagsmenge.

Diese Abrufversion ist Ihre persönliche Version. Das Weiterleiten dieser Datei, oder einzelner Auszüge, an Dritte ist nur mit ausdrücklicher Zustimmung der FLL gestattet!

Anlagen zum Anhang B: Prüfbestimmungen

Für mineralstoffreiche Substrate und mineralische Schüttstoffe für Vegetationstragschichten und Dränschichten bei Dachbegrünungen im einbaufertigen Zustand mit Korngrößen in der Regel bis d = 16 mm und in Einzelfällen bis d = 32 mm werden nachfolgend die Bestimmungsmethoden B.1 Bestimmung der Rohdichte (des Volumengewichts), B.2 Bestimmung der maximalen Wasserkapazität und B.3 Bestimmung der Wasserdurchlässigkeit für die genannten Parameter vorgegeben.

Anlage B.1: Bestimmung der Rohdichte (des Volumengewichts)

B.1.1 Prinzip

Standardisiertes Verdichten von 2100-2500 ml Lockervolumen der frisch/feuchten Stoffe in definierten zylindrischen Gefäßen. Errechnen der Rohdichte aus dem Volumen der verdichteten Probe und der Rohdichte feucht, der Rohdichte bei maximaler Wasserkapazität und der Rohdichte trocken nach Trocknung bei 105° C.

B.1.2 Geräte

- Zylindrische Gefäße aus Kunststoff, Innendurchmesser 150 mm, Höhe 165 mm, mit definiertem Lochboden:

  Radienabstand der Lochung: 15°
  Kreisabstand der Lochung: 10 mm
  Lochdurchmesser: 5 mm

  Anzahl der Löcher:
  Mitte 1 x 1 = 1
  90°–Teilung: 4 x 7 = 28
  30°/60°–Teilung: 8 x 6 = 48
  15°/45°/75°–Teilung: 12 x 4 = 48
  125

- Siebgewebe, Maschenweite 0,6 mm, Durchmesser 148 mm;
- Stahlplatte, Dicke 7 mm, Durchmesser 148 mm (Proctorversuch DIN 18127);
- Proctorhammer, 4,5 kg Fallgewicht, Fallhöhe 450 mm (Proctorversuch DIN 18127);
- Trockenschüsseln aus Kunststoff, beständig bis 150° C, Durchmesser rd. 30 cm;
- Trockenschrank;
- Waage, Messunsicherheit 0,1 g.

B.1.3 Durchführung

Einen frisch/feuchten Zustand von 10 – 15 % Massenanteil Wassergehalt nach visueller/manueller Einschätzung einstellen, den Wassergehalt bestimmen und zur Kennzeichnung als Prüfwassergehalt angeben. Bei Wasserzugabe ist die Probe vor der Weiterarbeit mindestens 3 h unter Luftabschluss zur gleichmäßigen Durchfeuchtung stehen zu lassen.

Diese Abrufversion ist Ihre persönliche Version. Das Weiterleiten dieser Datei, oder einzelner Auszüge, an Dritte ist nur mit ausdrücklicher Zustimmung der FLL gestattet!

Das Gewicht des zylindrischen Gefäßes mit eingelegtem Siebgewebe feststellen. Den zu untersuchenden Stoff im frisch/feuchten Zustand in einer Schicht von 120 bis 140 mm Höhe in das zylindrische Gefäß einfüllen, dessen Lochboden mit dem Siebgewebe abgedeckt ist.

Die Einfüllhöhe orientiert sich an der zu erreichenden Probenhöhe im verdichteten Zustand von rd. 100 mm. Den eingefüllten Stoff über die aufgelegte Stahlplatte mit 6 Schlägen des Proctorhammers verdichten. Die Probenhöhe im verdichteten Zustand durch vierfache Überkreuzmessung vom oberen Zylinderrand bis zur Probenoberfläche und Subtraktion von der Zylinderinnenhöhe ermitteln und das Probenvolumen zu π x r^2 x h berechnen. Das Gewicht des Gefäßes mit Probe feststellen und das Probengewicht durch Subtraktion des Gefäßgewichtes mit eingelegtem Siebgewebe berechnen.

Die Bestimmung der Rohdichte bei maximaler Wasserkapazität im Anschluss an die Bestimmung der maximalen Wasserkapazität (siehe Anlage B.3) vornehmen. Die Probenhöhe zur Berücksichtigung eventueller Quellung kontrollieren. Probenvolumen und das Probengewicht, wie vorangehend beschrieben, feststellen. Zur Bestimmung der Rohdichte im trockenen Zustand Probe nach der Bestimmung der Rohdichte bei maximaler Wasserkapazität und der Bestimmung der Wasserdurchlässigkeit in Trockenschüsseln mit bekanntem Eigengewicht geben und bei 105° C trocknen. Gewicht der Schüssel mit Probe feststellen und Gewicht der trockenen Probe durch Subtraktion des Schüsselgewichtes berechnen.

B.1.4 Berechnung

Die Rohdichte feucht (ρ_f) berechnen zu:

$$\rho_f = \frac{m_f}{V} \text{ [g/cm}^3\text{]}$$

m_f = Masse (Gewicht) in feuchtem Zustand in g

V = Volumen in verdichtetem Zustand in cm^3

Die Rohdichte bei maximaler Wasserkapazität (ρ_{wk}) berechnen zu:

$$\rho_{wk} = \frac{m_{wk}}{V \text{ oder } V_{wk}} \text{ [g/cm}^3\text{]}$$

m_{wk} = Masse (Gewicht) bei maximaler Wasserkapazität in g

V_{wk} = korrigiertes Volumen bei Quellung

Die Rohdichte trocken (ρ_t) berechnen zu:

$$\rho_t = \frac{m_t}{V} \text{ [g/cm}^3\text{]}$$

m_t = Masse (Gewicht) in trockenem Zustand

Die Bestimmung ist mit 3 Parallelen in der vorgegebenen Abfolge an den gleichen Proben durchzuführen und das Ergebnis jeweils als Mittelwert anzugeben.

Diese Abrufversion ist Ihre persönliche Version. Das Weiterleiten dieser Datei, oder einzelner Auszüge, an Dritte ist nur mit ausdrücklicher Zustimmung der FLL gestattet!

Anlage B.2: Bestimmung der maximalen Wasserkapazität

B.2.1 Prinzip

Wasseraufnahme der Stoffe im verdichteten Zustand in zylindrischen Gefäßen (siehe Anlage B.2) nach 24-stündiger Überstausättigung und 2–stündigem abtropfen lassen.

B.2.2 Geräte

siehe Anlage B.2;

- Kunststoffwannen zur Überstausättigung, mindestens 200 mm hoch;
- Abstandhalter, rd. 10 mm hoch, um Wasserzutritt durch Lochboden zu ermöglichen;
- Filtervliese, Durchmesser 148 mm, zum Abdecken der Probenoberfläche;
- Siebgewebe, Maschenweite 0,6 mm, Durchmesser 148 mm, zum Abdecken der Probenoberfläche;
- Betonpflasterstein 100 x 100 mm, zum Beschweren der Probenoberfläche;
- Kunststoffwannen zum Abtropfen lassen mit aufgelegten Dränplatten aus verklebten Schaumstoffkugeln, mindestens 50 mm dick.

B.2.3 Durchführung

Die Oberfläche der in zylindrischen Gefäßen verdichteten Stoffe (siehe Anlage B 1.3) mit Filtervlies und Siebgewebe abdecken und mit Steinen beschweren, um ein Aufschwemmen zu verhindern. Gefäße in Kunststoffwannen stellen und langsam Wasser einfüllen bis rd. 10 mm unter Probenoberfläche. Nach Durchfeuchtung der Probenoberfläche weiter auffüllen bis auf 10 mm Überstauhöhe. Bei Bedarf Wasser nachfüllen, so dass die Überstauhöhe eingehalten wird. Nach 24–stündiger Überstausättigung Gefäße herausnehmen, auf Dränplatten über Kunststoffwannen stellen und 2 Stunden abtropfen lassen. Anschließend Gefäße abtrocknen, Abdeckung von der Probenoberfläche nehmen und Gewicht von Gefäß mit der Probe feststellen. Gewicht der Probe durch Subtraktion des bekannten Zylindergewichts (siehe Anlage B 1.3) berechnen. Das Volumen der Probe kontrollieren (siehe Anlage B 1.3). Anschließend nach Bestimmung der Wasserdurchlässigkeit (siehe Anlage B 3), wie unter Anlage B 1.3 beschrieben, Probe bei 105° C trocknen und Gewicht feststellen.

Der Wassergehalt in g/cm^3 der verdichteten Probe ergibt sich aus der Differenz der Masse (des Gewichts) bei maximaler Wasserkapazität und der Masse (des Gewichts) im trockenen Zustand.

B.2.4 Berechnung

Die maximale Wasserkapazität (WK_{max}) berechnen zu:

$$WK_{max} = \frac{(m_{wk} - m_t) \times 100}{V \text{ oder } V_{wk}} \text{ [Vol.–%]}$$

m_{wk} = Masse (Gewicht) bei maximaler Wasserkapazität in g

m_t = Masse (Gewicht) in trockenem Zustand in g

Das Ergebnis ist als Mittelwert der 3 Parallelen anzugeben.

Diese Abrufversion ist Ihre persönliche Version. Das Weiterleiten dieser Datei, oder einzelner Auszüge, an Dritte ist nur mit ausdrücklicher Zustimmung der FLL gestattet!

Anlage B.3: Bestimmung der Wasserdurchlässigkeit

B.3.1 Prinzip

Die Wasserdurchlässigkeit wird als Wasserinfiltrationsrate/Wasserschluckwert (mod. K_f) bestimmt. Ermittelt wird der Wasserschluckwert (mod. K_f) der Stoffe im verdichteten Zustand in zylindrischen Gefäßen (siehe Anlage B 1) und im Zustand der maximalen Wasserkapazität über Absinken eines überstauenden Wasserstandes in der Zeiteinheit.

B.3.2 Geräte

siehe Anlagen B 1.2 und B 2.2;

- Messspitzenringe: Ring aus Draht, Durchmesser etwa 40 mm, an dem senkrecht zu seiner Ebene zwei Messspitzen befestigt sind, Länge der Messspitzen 45 mm und 35 mm.

B.3.3 Durchführung

Im Anschluss an die Bestimmung der maximalen Wasserkapazität die Probenoberfläche mit Siebgewebe abdecken, Messspitzenring aufsetzen und sorgfältig von oben Wasser in den Zylinder füllen, so dass ein Überstau von 10 – 20 mm entsteht. Mit dem Absinken des Wasserstandes kontinuierlich Wasser hinzugeben, so dass der Überstau erhalten bleibt. Die eigentliche Messung beginnen, sobald gleichmäßig Wasser aus dem Lochboden austritt. Wasser bis über die Messspitze auffüllen. Absinken des Wasserspiegels verfolgen und Zeit für das Absinken des Wasserstandes von der oberen bis zur unteren Messspitze, d.h. von 45 mm auf 35 mm, messen.

Die Bestimmung kann an den 3 Parallelen (siehe Anlage B 1) durchgeführt werden; die Messung ist jeweils 3mal zu wiederholen.

B.3.4 Berechnung

Die Wasserdurchlässigkeit (mod. K_f) berechnen zu:

$$\text{mod. } K_f = \frac{1}{t} \times \frac{h}{h + 4{,}0} \text{ [cm/s]}$$

h = Höhe des verdichteten Prüfgutes in cm (siehe Anlage B 1.3)

t = Zeit für das Absinken des Wasserspiegels von 45 mm auf 35 mm in s

Das Ergebnis ist als Mittelwert aller Messungen anzugeben und in mm/min umzurechnen.

Diese Abrufversion ist Ihre persönliche Version. Das Weiterleiten dieser Datei, oder einzelner Auszüge, an Dritte ist nur mit ausdrücklicher Zustimmung der FLL gestattet!

Anlage B.4: Bestimmung des Abflussbeiwertes C_s/des Abflussbeiwertes *C*/der Abflusskennzahl *C* (Spitzenabflussbeiwert)

B.4.1 Prinzip

Ermittlung des Abflussbeiwertes C_s/des Abflussbeiwertes *C*/der Abflusskennzahl *C* (Spitzenabflussbeiwert) – alle nachfolgend vereinfachend als C_s bezeichnet – durch Bestimmung des Wasserabflusses aus dem Schichtaufbau einer Dachbegrünung mit 2 % Entwässerungsgefälle bei einem 15-minütigen Blockregen von
$r_{(15)}$ = 300 l / (s x ha) ≙ 27 l/m² nach vorlaufender aufbausättigender Beregnung und 24-stündigem abtropfen lassen.

B.4.2 Geräte

- Wind- und regengeschützte Halle zum Aufstellen der Versuchseinrichtung;
- Messtische von 5 m Länge und 1 m Breite, mit seitlicher Aufkantung entsprechend der Aufbaudicke der zu untersuchenden Dachbegrünungsbauweise, Siebgitter von rd. 3 mm Maschenweite am Ablaufende, in Stufen verstellbarem Gefälle, wasserundurchlässiger Abdichtung, Auffangrinne oder Ablauftrichter am Gefälleende mit Ablaufstutzen;
- Beregnungseinrichtung bestehend aus einem Düsenrohr mit möglichst gleichmäßiger Verteilung des Blockregens, Anbringung ca. 60 – 80 cm über dem zu untersuchenden Schichtaufbau, allseitiger Folienschutz zum Vermeiden von Tropfenabdrift, gegebenenfalls Druckminderer in der Zuleitung zur Feinregulierung der Regenmenge, Durchflussmesser oder Feinmesswasseruhr zum Erfassen der Regenmenge in Abhängigkeit von der Zeit über Stoppuhr oder elektronisch;
- Messeinrichtung zum Erfassen der abfließenden Wassermenge in Abhängigkeit von der Zeit:
  - visuell
    - über Auffangbehälter mit Wasserstandsanzeiger oder
    - über kalibrierte Auffangbehälter oder
    - über Feinmesswasseruhren

    und Erfassen der Zeiten mit Stoppuhr;
  - elektronisch
    - durch Wägung oder
    - über Feinmesswasseruhr

    und Erfassen von Menge und Zeit mit Datalogger.

Diese Abrufversion ist Ihre persönliche Version. Das Weiterleiten dieser Datei, oder einzelner Auszüge, an Dritte ist nur mit ausdrücklicher Zustimmung der FLL gestattet!

B.4.3 Durchführung

Die Abflussbeiwerte/Abflusskennzahlen werden an unbegrünten Bauweisen untersucht, es sei denn es handelt sich um Bauweisen, die nur vorbegrünt herstellbar sind:

Einstellung eines Gefälles von 2 % an der Versuchseinrichtung. Einbau des zu untersuchenden Schichtaufbaues der Dachbegrünung im feuchten Zustand.

Aufbausättigendes Beregnen bis ein gleichmäßiger Wasserabfluss über 10 Minuten eingehalten wird. Überprüfen, dass keine Abdrift der Beregnung erfolgt. Während eines Zeitraumes von 24 Stunden abtropfen lassen, so dass annähernd der Zustand der maximalen Wasserkapazität eingestellt ist. Aufbringen des Blockregens von 27 l/m² in 15 Minuten in möglichst gleichmäßiger Intensität. Erfassen des Wasserabflusses während des Beregnungszeitraumes in Abhängigkeit vom zeitlichen Verlauf.

Die Messung ist im zeitlichen Abstand von je 24 Stunden 3mal zu wiederholen.

B.4.4 Berechnung

Der Abflussbeiwert/ die Abflusskennzahl berechnen zu:

$$C_s = \frac{\text{Wasserabfluss in Liter in 15 Minuten}}{\text{Regenmenge in Liter in 15 Minuten}}$$

Die Vegetation und Durchwurzelung wirken sich Abfluss verzögernd aus, so dass hierfür 0,05 Einheiten angerechnet und vom Messergebnis abgezogen werden. Bei Bauweisen, die nur vorbegrünt herstellbar sind, z. B. mit Vegetationsmatten, entfällt die zusätzliche Anrechnung.

Das Ergebnis gilt bis 5° Dachneigung.

Für größere Dachneigungen sollten die Messungen bei 5°, 10° und 15 ° erfolgen, damit eine Interpolation möglich ist. Bei Dachneigungen größer 15° sind ggf. Einzelprüfungen notwendig.

Diese Abrufversion ist Ihre persönliche Version. Das Weiterleiten dieser Datei, oder einzelner Auszüge, an Dritte ist nur mit ausdrücklicher Zustimmung der FLL gestattet!

Anlage B.5: Bestimmung der jährlichen Wasserrückhaltung

B.5.1 Prinzip

Ermittlung der jährlichen Wasserrückhaltung durch Bestimmung des Wasserabflusses an dem Schichtaufbau einer Dachbegrünungsbauweise bei 2 % Entwässerungsgefälle.

B.5.2 Geräte

- Standort im Freiland ohne Beeinträchtigung durch Schattenwurf zum Aufstellen der Versuchseinrichtung auf Dachflächen oder Messtischen;
- Messstation zur Erfassung der Niederschläge und gegebenenfalls weiterer Klimadaten;
- Parzellen von mindestens 2 x 2 m = 4 m^2, mit seitlicher Aufkantung und Parzellentrennung entsprechend der Aufbaudicke der zu untersuchenden Dachbegrünungs-Bauweise, wasserundurchlässiger Abdichtung, mittigem Wasserablauf am Gefälleende mit Anschlussstutzen.
- Messeinrichtung zum Erfassen der abfließenden Wassermenge
  - visuell
    - über Abflussbehälter mit rd. 100 Liter Inhalt und Wasserstandsanzeiger oder
    - über Feinmesswasseruhren oder
    - über Durchflussmesser;
  - elektronisch
    - über Schwimmer und Sensor oder
    - über Feinmesswasseruhren oder
    - über Kippwaagen oder
    - über Durchflussmesser

    und Erfassen der Abflussmengen über Datalogger.
- Messeinrichtung zum Erfassen der Niederschlagsmenge und gegebenenfalls weiterer Kennwerte, sofern keine Messstation auf dem Versuchsfeld vorhanden ist.

B.5.3 Durchführung

Der zu untersuchende Schichtaufbau ist auf dem Messtisch in dreifacher Wiederholung anzuordnen. Die Messungen sind über einen Zeitraum von 4 Jahren durchzuführen, um einen repräsentativen Mittelwert zu erhalten. Entsprechend der Fragestellung kann der Wasserabfluss täglich zum gleichen Termin visuell abgelesen werden oder er wird elektronisch in Zeitintervallen von z. B. einer Minute für weitergehende Auswertungen erfasst. In Abhängigkeit von der eingesetzten Messmethode kann es notwendig sein, das Erfassen des Wasserabflusses in Frostperioden zu unterbrechen. Dies ist bei der Auswertung der Niederschlagsmessungen zu berücksichtigen.

Diese Abrufversion ist Ihre persönliche Version. Das Weiterleiten dieser Datei, oder einzelner Auszüge, an Dritte ist nur mit ausdrücklicher Zustimmung der FLL gestattet!

B.5.4 Berechnung

Die jährliche prozentuale Wasserrückhaltung berechnen zu Niederschlagsmenge in Liter abzüglich Abflussmenge in Liter = Wasserrückhaltung in Liter

$$\frac{\text{Wasserrückhaltung in Liter x 100}}{\text{Niederschlagsmenge in Liter}} = \text{Vol.\%}$$

Das Ergebnis ist als Mittelwert der drei Wiederholungen anzugeben.

Für weitergehende Auswertungen kann die Berechnung auch für unterschiedliche Witterungsperioden erfolgen.

Diese Abrufversion ist Ihre persönliche Version. Das Weiterleiten dieser Datei, oder einzelner Auszüge, an Dritte ist nur mit ausdrücklicher Zustimmung der FLL gestattet!

Anhang C:
Verfahren zur Untersuchung der Wurzelfestigkeit von Bahnen und Beschichtungen für Dachbegrünungen[1]

Ausgabe 1999, mit redaktionellen Änderungen 2002, 2008 sowie

Ergänzungsvermerk zu „Anforderungen zur Umschreibung/Verlängerung von Prüfzeugnissen“
(Ende 2016 vom FLL-Präsidium beschlossen und in Kraft gesetzt, siehe Abschnitt 9)

Einführung

Um vegetationsbedingte Bauschäden durch Dachbegrünungen auszuschließen, wurde 1984 von einer Arbeitsgruppe der Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e.V. (FLL) ein „Verfahren zur Untersuchung der Durchwurzelungsfestigkeit von Wurzelschutzbahnen“ ausgearbeitet, das auf die Beanspruchung der Bahnen durch Pflanzenwurzeln ausgerichtet ist. Das Verfahren beruht im Wesentlichen auf Erfahrungen und Erkenntnissen von mehrjährigen Versuchen mit unterschiedlichen Dichtungsbahnen und verschiedenen Pflanzenarten, die am Institut für Bodenkunde und Pflanzenernährung, FH Weihenstephan, von 1975 bis 1980 durchgeführt wurden.

Das FLL-Verfahren wurde 1992, 1995 und letztmalig 1999 überarbeitet. Redaktionelle Änderungen sind 2008 erfolgt. 2016 waren Anpassungen auf Basis neuer Anforderungskriterien der FLL für die Umschreibung und die Verlängerung von Prüfzeugnissen erforderlich (s. 9).

Es besitzt einen hohen Stellenwert bei Herstellern, Planern und ausführenden Betrieben, was sich u. a. durch die große Anzahl der bereits abgeschlossenen und der noch laufenden Untersuchungen dokumentieren lässt.

Die FLL beschloss 1993, das bisherige Verfahren mit einer Untersuchungsdauer von 4 Jahren erneut zu überprüfen, mit dem Ziel, die Versuchsdauer auf 2 Jahre zu reduzieren, ohne die beabsichtigt strengen Maßstäbe des bisherigen Tests aufzuweichen.

Nach Versuchen am Institut für Bodenkunde und Pflanzenernährung, FH Weihenstephan, ist es schließlich gelungen, diese Vorgaben zu vereinbaren: Die 2-Jahres-Prüfung findet in einem klimagesteuerten Gewächshaus statt, wobei die verwendeten Pflanzenarten bei entsprechenden Temperatur- und Lichtverhältnissen das ganze Jahr über im Wachstum begriffen sind. Somit wird eine effektive Wachstumsperiode von 24 Monaten erzielt, die von ähnlicher Dauer ist wie beim 4-Jahrestest, wenn man hierbei die jährliche, mehrmonatige Ruhephase der Vegetation unter Freilandbedingungen berücksichtigt. Beide Prüfungen gelten als gleichwertig und sind in der vorliegenden Neufassung des Verfahrens gemeinsam beschrieben.

Im Zuge inhaltlicher Veränderungen erfolgte auch eine formale Neugestaltung, die das Verfahren besser verständlich machen und den Prüfinstitutionen die Bewertung der vorgefundenen Ergebnisse erleichtern soll.

[1] Arbeitskreis „Dachbegrünung“ der FLL, Arbeitsgruppe „Durchwurzelungsschutz“: Prof. Dr. P. Fischer, Freising-Weihenstephan (Leitung); Dipl.-Ing. R. Bohlen, Ladbergen; R. Klein, Wächtersbach-Neudorf; Prof. Dr. H.-J. Liesecke, Hannover; Prof. Dipl.-Ing. G. Lösken, Hannover; Dipl.-Ing. P. Siegert, Tornesch; Dipl.-Ing. W. Tebart, München; Dipl.-Ing. R. Walter, Stuttgart

Diese Abrufversion ist Ihre persönliche Version. Das Weiterleiten dieser Datei, oder einzelner Auszüge, an Dritte ist nur mit ausdrücklicher Zustimmung der FLL gestattet!

1 Geltungsbereich

Das Verfahren gilt für die Bestimmung des Widerstandes gegen Ein- und Durchdringungen von Wurzeln und Rhizomen der verwendeten Testpflanzen bei

- Wurzelschutzbahnen,
- Dach- und Dichtungsbahnen,
- Beschichtungen im Flüssigauftrag

für alle Ausbildungsformen der Dachbegrünung (Intensivbegrünung, Einfache Intensivbegrünung, Extensivbegrünung).

Das Verfahren beinhaltet die Prüfung von Produkten inklusive die dazugehörigen Fügetechniken. Es ist somit nur zulässig für die Prüfung einzelner Bahnen bzw. Beschichtungen. Die Untersuchung eines Dachabdichtungssystems, d.h. eines aus mehreren Lagen zusammengefügten Aufbaus der Dachabdichtung ist nicht möglich.

Aus versuchstechnischen Gründen kann es bei Beschichtungen im Flüssigauftrag erforderlich sein, unter der Beschichtung eine gesonderte Lage einzubauen. Dies ist gestattet, sofern der Hersteller eindeutig erklärt, dass die Wurzelfestigkeit einzig durch die zuoberst aufgetragene Beschichtung bewirkt wird.

Eine Kaschierung, d.h. eine gesonderte Lage auf der zu prüfenden Bahn bzw. Beschichtung ist in jedem Fall ausgeschlossen.

Das Ergebnis der geprüften Bahn bzw. Beschichtung ist nicht übertragbar auf den Ein– und Durchdringungswiderstand gegen Pflanzen mit starkem Rhizomwachstum (z. B. Bambus- und Chinaschilf-Arten). Bei Verwendung derartiger Pflanzenarten sind über den befundenen Ein- und Durchdringungsschutz hinausgehende bauliche Vorkehrungen zu treffen und besondere Pflegemaßnahmen vorzusehen.

Das Verfahren beinhaltet keine Bewertungen bezüglich der Umweltverträglichkeit der geprüften Produkte.

Aus dem FLL-Verfahren zur Untersuchung der Wurzelfestigkeit von Bahnen und Beschichtungen für Dachbegrünungen ging die Europäische Norm DIN EN 13948 „Abdichtungsbahnen - Bitumen-, Kunststoff- und Elastomerbahnen für Dachabdichtungen - Bestimmung des Widerstandes gegen Wurzelpenetration“ hervor.

Trotz weitgehend identischer Inhalte beider Verfahren zeigen sich z. T. wesentliche Unterschiede:

- Das FLL-Verfahren umfasst 8 anstelle von 6 Prüfgefäßen für jedes zu prüfende Produkt und ist somit umfangreicher.
- Das FLL-Verfahren berücksichtigt rhizombildende Quecke als zweite Testpflanzenart neben Feuerdorn, während DIN EN 13948 die Verwendung nur einer Testpflanzenart (Feuerdorn) festlegt. Folglich können gemäß DIN EN 13948 bei der Auswertung der geprüften Produkte nur Wurzeleindringungen und -durchdringungen berücksichtigt werden und nicht - wie beim FLL-Verfahren ergänzend - ein- und durchgedrungene Rhizome.

Das FLL-Verfahren beinhaltet alle relevanten Elemente der Europäischen Norm DIN EN 13948, geht über deren Anforderungen hinaus und wird daher in der Fachwelt als höherwertig angesehen. Aus fachlicher Sicht kann somit eine gemäß dem FLL-Verfahren geprüfte wurzelfeste Bahn auch als wurzelfest nach DIN EN 13948 bezeichnet werden.

Diese Abrufversion ist Ihre persönliche Version. Das Weiterleiten dieser Datei, oder einzelner Auszüge, an Dritte ist nur mit ausdrücklicher Zustimmung der FLL gestattet!

2 Definitionen

Für die Anwendung dieses Verfahrens gelten folgende Definitionen:

2.1 Versuchsgefäße

Speziell für die Untersuchung ausgestattete Gefäße mit Mindestmaßen, die mit der zu prüfenden Bahn oder Beschichtung (Prüfgefäße) bzw. mit einem Vlies (Kontrollgefäße) bestückt werden.

2.2 Feuchtigkeitsschicht

Die Feuchtigkeitsschicht besteht aus grobkörnigem mineralischem Material, das unterhalb der zu prüfenden Bahn bzw. Beschichtung angeordnet ist. Sie wird ständig feucht gehalten und ermöglicht dadurch ein Weiterwachsen von durch die Bahn bzw. Beschichtung gedrungenen Wurzeln und Rhizomen bis zum transparenten Gefäßboden und somit ein frühzeitiges Erkennen von Durchdringungen.

2.3 Schutzlage

Mit der Bahn bzw. Beschichtung stoffverträgliches Vlies, das direkt unter dem zu prüfenden Material auf die Feuchtigkeitsschicht gelegt wird, um eine gleichmäßige Druckverteilung zu erreichen.

2.4 Vegetationstragschicht

Einheitliches, jederzeit und an allen Untersuchungsorten gleichartig verfügbares, bzw. herstellbares Kultursubstrat (Stoffgemisch). Es ist strukturstabilisiert, weist einen günstigen Wasser-/Lufthaushalt sowie eine schwache Grunddüngung auf und begünstigt somit eine optimale Wurzelentwicklung der Testpflanzen. Die Vegetationstragschicht steht in unmittelbarem Kontakt zu der zu untersuchenden Bahn.

2.5 Testpflanzenarten

2.5.1 Für die 2-Jahres-Prüfung

- *Pyracantha coccinea* ‘Orange Charmer’, Feuerdorn, ein Ziergehölz, das unter den vorgegebenen Gewächshausbedingungen ganzjährig ein für den Test geeignetes Wurzelwachstum aufweist und
- *Agropyron repens*, Quecke, ein heimisches Gras mit schwachwachsenden Rhizomen, dessen Ansiedelung auf begrünten Dächern kaum zu vermeiden ist und unter den Prüfbedingungen ebenfalls über das ganze Jahr hinweg ausreichend wächst.

2.5.2 Für die 4-Jahres-Prüfung

- *Alnus incana*, Grauerle, ein Wildgehölz, das unter den vorgegebenen Freilandbedingungen während der Vegetationsperiode ein für den Test geeignetes Wurzelwachstum aufweist und
- A*gropyron repens*, Quecke.

Diese Abrufversion ist Ihre persönliche Version. Das Weiterleiten dieser Datei, oder einzelner Auszüge, an Dritte ist nur mit ausdrücklicher Zustimmung der FLL gestattet!

2.6 Ausreichende Wuchsleistung der Testpflanzen

Die Gehölze (Feuerdorn bzw. Erle) in den Prüfgefäßen müssen während der gesamten Versuchsdauer im Mittel mindestens 80 % der durchschnittlichen Wuchsleistung (Höhe, Stammdurchmesser) der Pflanzen in den Kontrollgefäßen aufweisen. Hierdurch kann ggf. eine Beeinträchtigung der Testpflanzen durch von der Bahn bzw. Beschichtung abgegebene, pflanzenschädigende Stoffe erfasst werden.

Die Ausbreitung der Quecke an der Substratoberfläche wird visuell bewertet (bonitiert, s. 2.7). Hierbei müssen die Pflanzen in den Prüfgefäßen ab der ersten Zwischenauswertung (s. 7.1) während der gesamten Versuchsdauer im Durchschnitt mindestens eine mittlere Bestandsdichte aufweisen (s. 2.7).

2.7 Bonitur des Queckenbestands

Bei der visuellen Bewertung werden der Bestandsdichte des Quecken-Aufwuchses Zahlen zugeordnet. Hierbei ist folgende Einteilung vorzunehmen:

1 = kaum Quecke vorhanden	(rund 0 – 20 % der Fläche bedeckt)
2 = schütterer Bestand	(rund 20 – 40 % der Fläche bedeckt)
3 = mittlerer Bestand	(rund 40 – 60 % der Fläche bedeckt)
4 = dichter Bestand	(rund 60 – 80 % der Fläche bedeckt)
5 = sehr dichter Quecken–Bestand	(rund 80 – 100 % der Fläche bedeckt)

2.8 Gleichwertige Fügetechniken

Es ist zulässig in der Prüfung unterschiedliche Fügetechniken zu kombinieren, sofern diese ausnahmslos stoffhomogene Nahtverbindungen zum Ziel haben (z. B. Quellschweißung – mit einem Lösungsmittel, das sich verflüchtigt – und Warmgasschweißung). Derartige Nahtverbindungen werden als gleichwertig angesehen.

Im Gegensatz dazu gelten Kombinationen von klebfreien Verbindungen und Verbindungen mit Klebemasse oder von Verbindungen mit 2 unterschiedlichen Klebmassen als nicht gleichwertig.

2.9 Wurzeleindringung

In die Fläche oder in die Nähte einer geprüften Bahn bzw. Beschichtung eingewachsene Wurzeln, wobei sich die unterirdischen Pflanzenteile aktiv Hohlräume geschaffen und die Bahn bzw. Beschichtung somit beschädigt haben.

Nicht als Wurzeleindringung zu werten, aber im Prüfbericht aufzuführen sind:

- in bereits vorhandene Poren einer Bahn bzw. Beschichtung (Fläche oder Naht bzw. Arbeitsunterbrechungsfuge) eingewachsene Wurzeln (d.h. keine Beschädigung). Um hierbei eine eindeutige Bewertung zu gewährleisten, ist eine Betrachtung der entsprechenden Bahn bzw. Schichtabschnitte unter dem Mikroskop erforderlich;
- in die Fläche oder Naht bzw. Arbeitsunterbrechungsfuge ≤ 5 mm eingewachsene Wurzeln bei Bahnen und Beschichtungen, die radizide Wirkstoffe (Wurzelhemmer) enthalten, da hierbei die wurzelhemmende Wirkung erst nach dem Eindringen der Wurzeln entfaltet werden kann. Um eine derartige Bewertung zu ermöglichen, sind solche Bahnen bzw. Beschichtungen vom Hersteller zu Versuchsbeginn eindeutig als „radizidhaltig“ zu definieren;

Diese Abrufversion ist Ihre persönliche Version. Das Weiterleiten dieser Datei, oder einzelner Auszüge, an Dritte ist nur mit ausdrücklicher Zustimmung der FLL gestattet!

- eingewachsene Wurzeln in die Fläche bei Produkten, die sich aus mehreren Schichten zusammensetzen (z. B. Bitumenbahn mit Kupferbandeinlage oder Kunststoff- und Elastomerbahnen mit Einlage oder Verstärkung), wenn die Schicht, welche den Ein- und Durchdringungsschutz übernimmt, dabei nicht beschädigt wird. Um eine derartige Bewertung zu ermöglichen, ist diese Schicht vom Hersteller zu Versuchsbeginn eindeutig festzulegen;
- in Nahtversiegelungen eingedrungene Wurzeln (ohne Beschädigung der Naht).

2.10 Wurzeldurchdringung

In der Fläche oder in den Nähten einer geprüften Bahn bzw. Beschichtung durchgewachsene Wurzeln, welche bereits in der Bahn bzw. Beschichtung vorhandene Poren genutzt oder aktiv Hohlräume geschaffen haben.

2.11 Testat „wurzelfest“

Eine Bahn bzw. Beschichtung gilt als wurzelfest, wenn in allen Prüfgefäßen nach Ablauf der Versuchsdauer keine Wurzeleindringungen gemäß Abschnitt 2.9 sowie keine Wurzeldurchdringungen gemäß Abschnitt 2.10 festzustellen sind. Voraussetzung ist zudem, dass die im Test verwendeten Gehölze in den Prüfgefäßen im gesamten Versuchsverlauf eine ausreichende Wuchsleistung gemäß Abschnitt 2.6 erbracht haben.

2.12 Quecken–Rhizome

Da bei der Auswertung zwischen Wurzeln und Rhizomen differenziert wird, ist eine zuverlässige Bestimmung dieser unterirdischen Pflanzenorgane unerlässlich.

Hierbei kann man sich an folgenden Angaben orientieren:

- die sich in der Vegetationstragschicht ausbreitenden Queckenrhizome (unterirdische Sprossausläufer) weisen eine gleichmäßige Dicke von ca. 2 mm und eine geringe Verzweigung auf. Sie gliedern sich in einzelne Abschnitte, begrenzt durch Knoten, an denen unscheinbare, den Stängel umhüllende Blättchen sowie dünne Wurzeln angeordnet sind. Zwischen den Knoten sind die Quecken-Rhizome hohl (s. Abb. 1);
- im Gegensatz dazu haben Wurzeln von Feuerdorn eine stark unterschiedliche Dicke und sind stark verzweigt. Sie tragen zudem nie Blätter und sind nicht hohl.

Falls das Prüfinstitut nicht eindeutig zwischen Rhizomen und Wurzeln differenzieren kann, ist fachlicher Rat einzuholen.

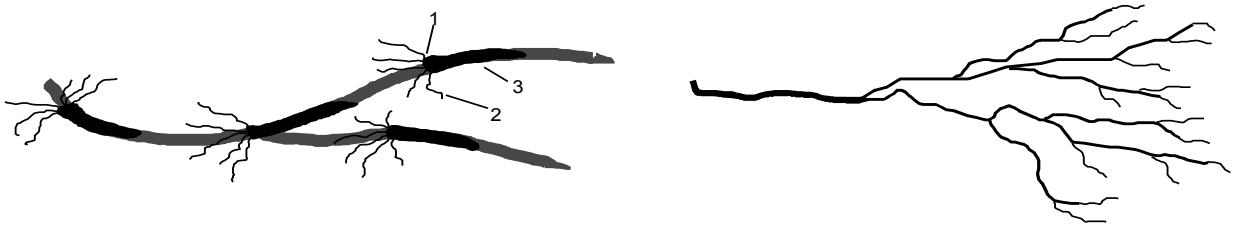


Abb. 1: Schematische Darstellung eines Quecken–Rhizoms (links) mit Knoten (1), Wurzeln (2) und Blättern (3) im Vergleich zu einer Feuerdorn–Wurzel (rechts)

2.13 Bewertung von Quecken-Rhizomen

In die Bahn bzw. Beschichtung (Fläche oder Naht) ein- und durchgewachsene Quecken-Rhizome werden festgestellt und im Prüfbericht aufgeführt, jedoch im Hinblick auf die Wurzelfestigkeit nicht gewertet. Lässt sich keine Beschädigung des Produkts durch Rhizome erkennen, wird dies jedoch im Prüfbericht ausdrücklich vermerkt (s. 2.14).

Diese Abrufversion ist Ihre persönliche Version. Das Weiterleiten dieser Datei, oder einzelner Auszüge, an Dritte ist nur mit ausdrücklicher Zustimmung der FLL gestattet!

2.14 Testat „rhizomfest gegen Quecken“

Eine Bahn bzw. Beschichtung gilt als fest gegen Quecken-Rhizome, wenn in allen Prüfgefäßen nach Ablauf der Versuchsdauer – analog zu den Wurzeleindringungen (s. 2.9) und Wurzeldurchdringungen (s. 2.10) – keine Rhizomeindringungen sowie keine Rhizomdurchdringungen festzustellen sind.

Voraussetzung ist zudem, dass die Quecke in den Prüfgefäßen im gesamten Versuchsverlauf eine ausreichende Wuchsleistung erbracht hat (s. 2.6).

2.15 Gegebenheiten für einen vorzeitigen Abbruch der Prüfung

Bei erkennbaren Durchdringungen von Wurzeln oder Rhizomen bei der zu prüfenden Bahn bzw. Beschichtung im Zuge von Auswertungen während der Prüfung (s. 7.1) ist der Auftraggeber der Untersuchung zu unterrichten. Der Versuch wird abgebrochen, wenn die Durchdringungen von Wurzeln bewirkt wurden. Bei durchgedrungenen Rhizomen kann die Prüfung in Absprache mit dem Auftraggeber fortgesetzt werden.

Fallen im Versuchsverlauf mehr als 25 % der Gehölze aus, ist der Versuch neu anzulegen, d.h. es ist eine Neubepflanzung vorzunehmen, wobei auch die Vegetationstragschicht durch eine neue Mischung zu ersetzen ist. Der Versuchsbeginn ist entsprechend neu zu datieren.

Gleichermaßen ist zu verfahren, wenn im Versuchsverlauf keine ausreichende Wuchsleistung der Testpflanzen erzielt wird (s. 2.6).

3 Kurzbeschreibung des Verfahrens

In einem Gefäßversuch mit standardisierten Bedingungen wird der Durchdringungswiderstand von Wurzelschutz- sowie Dach- und Dichtungsbahnen bzw. Beschichtungen gegenüber auf sie einwirkende Wurzeln und Rhizome der Testpflanzenarten untersucht.

Bei der Prüfung mit 4–jähriger Dauer erfolgt dies unter Freilandbedingungen, wobei Erle und Quecke als Testpflanzen verwendet werden. Die 2–jährige Prüfung wird in einem klimagesteuerten Gewächshaus unter Verwendung von Feuerdorn und Quecke durchgeführt.

Die zu untersuchende Bahn bzw. Beschichtung, die mehrere Nahtstellen bzw. eine Arbeitsunterbrechungsfuge aufweisen muss, wird in 8 Prüfgefäße eingebaut. Weitere 3 Gefäße gehen ohne Bahn bzw. Beschichtung in den Versuch. Sie dienen als Kontrolle für das Pflanzenwachstum.

In die so behandelten Gefäße wird eine dünne Vegetationstragschicht eingefüllt. Mit einer dichten Bepflanzung, einer maßvollen Düngung und einer zurückhaltenden Bewässerung soll der gewünschte hohe Wurzeldruck erzeugt werden.

Zu Versuchsende wird die Vegetationstragschicht entnommen und die Bahn bzw. Beschichtung im Hinblick auf ein– und durchgedrungene Wurzeln bzw. Rhizome überprüft.

Rückstellproben der untersuchten Bahn bzw. Beschichtung werden beim Prüfinstitut gelagert.

Diese Abrufversion ist Ihre persönliche Version. Das Weiterleiten dieser Datei, oder einzelner Auszüge, an Dritte ist nur mit ausdrücklicher Zustimmung der FLL gestattet!

4 Versuchseinrichtungen und -material

4.1 Standort für die Durchführung

4.1.1 Bei der 4-Jahres-Prüfung

Es ist eine Halle vorzusehen, die mit einer transparenten Dachdeckung ausgerüstet, ansonsten allseitig offen ist.

Hierdurch werden annähernd Freilandbedingungen geschaffen, wobei aber Niederschlag, der zu Staunässe in den abflussfreien Gefäßen führen könnte, abgehalten wird.

Zulässig als Standort ist auch ein unbeheiztes Gewächshaus, sofern es über ausreichende Lüftungsmöglichkeiten verfügt und eine Frosteinwirkung ermöglicht.

4.1.2 Bei der 2-Jahres-Prüfung

Es ist ein Gewächshaus vorzusehen, das mit einer regelbaren Heizung und Lüftung ausgestattet ist. Die Heizung ist so einzustellen, dass die Innentemperatur tagsüber bei (18 ± 3)°C und während der Nacht bei (16 ± 3)°C liegt. Ab einer Innentemperatur von (22 ± 3)°C ist das Gewächshaus zu lüften. Eine anhaltende Innentemperatur > 35 °C ist zu vermeiden.

Die natürlichen Lichtverhältnisse im mitteleuropäischen Raum stellen bei den angegebenen Temperaturen ein günstiges Wachstum der Testpflanzen im gesamten Jahresgang sicher. Eine Schattierung der Pflanzen im Sommer oder eine künstliche Belichtung im Winter sind nicht erforderlich.

Der Flächenbedarf pro Gefäß (800 x 800 mm) unter Einhaltung des geforderten Mindestabstands gemäß Abschnitt 6.1 liegt – je nach Anordnung der Gefäße – bei rund 1,5 bis 2 m².

4.2 Versuchsgefäße

Die Versuchsgefäße müssen ein Innenmaß von mindestens 800 x 800 x 250 mm aufweisen. Unter Berücksichtigung einbautechnischer Erfordernisse kann es notwendig sein, größere Prüfgefäße einzusetzen.

Die Versuchsgefäße sind mit einem durchsichtigen Boden (z. B. Acrylglas) zu versehen, um durchgewachsene Wurzeln auch während des Versuchs ohne Störung der Vegetationstragschicht erkennen zu können. Der Boden ist zu verdunkeln (z. B. mit lichtundurchlässiger Folie), um einem Algenwuchs in der Feuchtigkeitsschicht vorzubeugen. Der durchsichtige Gefäßboden ist zweckmäßigerweise als Einsatz mit einer 20 mm hohen Aufkantung auszubilden, um die Feuchtigkeitsschicht ausreichend mit Wasser versorgen zu können. Die Wasserzufuhr in die Feuchtigkeitsschicht erfolgt über ein mit der Aufkantung des Einsatzbodens abschließendes, schräg nach oben gerichtetes Einfüllrohr (∅ ca. 35 mm), das außenseitig an den Gefäßen angebracht ist (s. Abb. 2).

Diese Abrufversion ist Ihre persönliche Version. Das Weiterleiten dieser Datei, oder einzelner Auszüge, an Dritte ist nur mit ausdrücklicher Zustimmung der FLL gestattet!

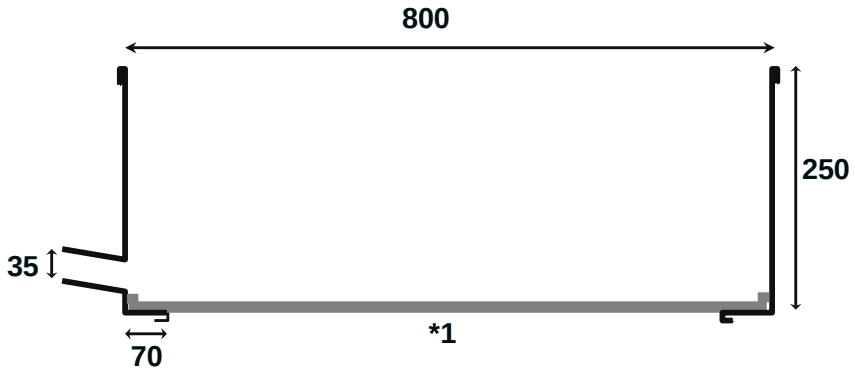


Abb. 2: Aufbau der Versuchsgefäße (Mindestmaße, Angaben in mm, *1 = transparenter Boden mit Aufkantung)

Für jede zu untersuchende Bahn bzw. Beschichtung sind 8 Prüfgefäße erforderlich. Zusätzlich sind pro Versuchslauf – unabhängig von der Anzahl der zu prüfenden Bahnen bzw. Beschichtungen – 3 Kontrollgefäße (ohne Bahn bzw. Beschichtung) vorzusehen.

4.3 Feuchtigkeitsschicht

Diese Schicht besteht aus Blähschiefer oder Blähton (Körnung 8 – 16 mm), der über die in Tab. 1 angegebene Qualität verfügen muss. Um keinen eigenen Analysenaufwand betreiben zu müssen, ist es sinnvoll, nur Produkte einzusetzen, die einer ständigen Qualitätskontrolle im Hinblick auf die genannten Richtwerte unterliegen, wodurch der Hersteller die erforderlichen Eigenschaften zusichern kann.

Bei der geforderten Schichtdicke von (50 ± 5) mm (s. 6.1) beträgt der Materialbedarf rund 32 l je Versuchsgefäß (800 x 800 mm).

4.4 Schutzvlies

Es ist ein Vlies aus synthetischen Fasern mit einem Gewicht von ca. 200 g/m^2 zu verwenden. Die Stoffverträglichkeit des Vlieses mit der zu prüfenden Bahn bzw. Schicht muss sichergestellt sein. Der Materialbedarf beträgt 0,64 m² je Versuchsgefäß (800 x 800 mm).

4.5 Zu prüfende Bahn bzw. Beschichtung

Die Bahn bzw. Beschichtung ist gemäß Abschnitt 6.1 einzubauen bzw. aufzutragen. Pro Gefäß mit den Mindestmaßen (800 x 800 x 250 mm) ergibt sich (abzüglich der 50 mm starken Feuchtigkeitsschicht) rechnerisch eine zu bedeckende Fläche von rund 1,3 m² (ohne Überlappung).

4.6 Vegetationssubstrat

Das Substrat besteht aus:

- 70 Vol.–% wenig zersetztem Hochmoortorf und
- 30 Vol.–% Blähton oder Blähschiefer (Körnung 8 – 16 mm), der über die in Tab. 17 angegebene Qualität verfügen muss. Wie unter Abschnitt 4.3 beschrieben, ist es sinnvoll nur qualitätsgeprüfte Produkte einzusetzen.

Durch Zugabe von kohlensaurem Kalk ist das Substrat auf einem pH-Wert ($CaCl_2$) zwischen 5,5 und 6,5 einzustellen (s. 4.7).

Diese Abrufversion ist Ihre persönliche Version. Das Weiterleiten dieser Datei, oder einzelner Auszüge, an Dritte ist nur mit ausdrücklicher Zustimmung der FLL gestattet!

Die gemäß Abschnitt 4.8 definierte Grunddüngung wird der Vegetationstragschicht vor dem Einfüllen homogen zugemischt.

Der Substratbedarf beträgt beim 4-Jahres-Test bei der geforderten Schichtdicke von (150 ± 10) mm rund 96 l je Versuchsgefäß (800 x 800 mm), beim 2-Jahres-Test (unter Berücksichtigung der Substratzufuhr mittels Topfballen der Pflanzen) rund 88 l je Versuchsgefäß (800 x 800 mm).

Tab. 1: Erforderliche Qualität von Blähton/Blähschiefer. Bestimmung im Wasserauszug des gemahlenen Materials mit demineralisiertem Wasser im Verhältnis 1:10 (Gew./Vol.)

Lösliche Salze (berechnet als KCl)	< 0,25 g/100 g
CaO	< 120 mg/100 g
Na_2O	< 15 mg/100 g
Mg	< 15 mg/100 g
Cl^-	< 10 mg/100 g
F^-	< 1,2 mg/100 g

4.7 pH–Einstellung

Bei der Vegetationstragschicht können unterschiedliche Mengen an kohlensaurem Kalk erforderlich sein, um einen gewünschten pH-Wert von 5,5 – 6,5 einzustellen.

Die erforderliche Menge lässt sich mit folgender Vorgehensweise bestimmen:

- 5 Proben der gut gemischten Vegetationstragschicht zu je 1 l entnehmen;
- die Proben mit Leitungswasser anfeuchten;
- den einzelnen Proben unterschiedliche Mengen (4, 5, 6, 7 bzw. 8 g) kohlensauren Kalk zumischen;
- Proben in Kunststoffbeutel geben, verschließen und beschriften;
- Proben im Beutel ca. 3 Tage bei Zimmertemperatur lagern;
- Proben an ein Untersuchungslabor senden, das nach den VDLUFA-Verbandsmethoden arbeitet, und eine pH-Analyse in $CaCl_2$ anfordern;
- Kalkmenge, die zu dem gewünschten pH-Wert in der Probe von 1 l geführt hat, auf das gesamte Volumen der Vegetationstragschicht hochrechnen.

4.8 Düngemittel

Als Grunddüngung ist ein Mehrnährstoffdünger mit ca. 15% N, 10% P_2O_5, 15% K_2O, 2 % MgO und weniger als 0,5 % Cl sowie ein Spurennährstoffdünger mit Eisen (Fe), Kupfer (Cu), Molybdän (Mo), Mangan (Mn), Bor (B) und Zink (Zn) vorzusehen. Pro Gefäß (800 x 800 mm) werden 30 g Mehrnährstoffdünger appliziert. Der Spurennährstoffdünger wird in der vom Hersteller für Substrate empfohlenen Menge verwendet.

Bei der Nachdüngung ist ein langsam wirkender, umhüllter Mehrnährstoffdünger mit ca. 15 % N, 10 % P_2O_5, 15 % K_2O und einer Wirkungsdauer von 6 – 8 Monaten aufzustreuen. Der Düngemittelbedarf liegt pro Gabe bei 30 g/Gefäß (800 x 800 mm).

Diese Abrufversion ist Ihre persönliche Version. Das Weiterleiten dieser Datei, oder einzelner Auszüge, an Dritte ist nur mit ausdrücklicher Zustimmung der FLL gestattet!

4.9 Tensiometer

Zur Kontrolle der Bewässerung der Vegetationstragschicht ist pro Gefäß ein Tensiometer mit einem Messbereich von 0 – 600 hPa einzusetzen.

4.10 Versuchspflanzen

Bei der 4–Jahres–Prüfung sind als Versuchspflanzen folgende 2 Arten in den angegebenen Qualitäten einzusetzen:

- *Alnus incana* – Grauerle, 2-jährig verpflanzter Sämling, Höhe 60 – 100 cm und
- A*gropyron repens* – Quecke, Saatgut.

Bei der 2–Jahres–Prüfung sind als Versuchspflanzen folgende 2 Arten in den angegebenen Qualitäten einzusetzen:

- *Pyracantha coccinea* 'Orange Charmer' – Feuerdorn, im 2–Liter–Container, Höhe 60 – 80 cm und
- *Agropyron repens* – Quecke, Saatgut.

Je Versuchsgefäß von 800 x 800 mm sind 4 Gehölze (Erle, Feuerdorn) sowie 2 g Saatgut von Quecke vorzusehen.

Rechnerisch ergibt sich somit eine Pflanzdichte von 6,25 Gehölzen/m² und 3,13 g Saatgut/m². Werden größere Versuchsgefäße verwendet, ist durch Erhöhung der Pflanzenzahl bzw. Saatgutmenge mindestens die oben genannte Pflanzdichte zu erzielen.

Beim Zukauf der Gehölze ist auf eine gleichmäßige Pflanzenqualität zu achten.

4.11 Gießwasser

Das Gießwasser muss die in Tab. 2 angegebene Mindestqualität aufweisen. Die Wasserqualität ist beim zuständigen Wasserwerk zu erfragen. Wird einer der in Tab. 2 angegebenen Werte überschritten, ist das Gießwasser mit vollentsalztem Wasser oder mit Regenwasser entsprechend zu verschneiden.

Tab. 2: Mindestqualität des Gießwassers

Leitfähigkeit	<	1000	µS/cm
Summe Erdalkalien	<	5,4	mmol/l
Säurekapazität (bis pH 4,3)	<	7,2	mmol/l
Chlorid	<	150	mg Cl/l
Natrium	<	150	mg Na/l
Nitrat	≤	50	mg NO_3/l

5 Probenahme und Angaben des Herstellers

Von der Bahn bzw. Beschichtung ist vom Prüfinstitut vor und nach der Untersuchung eine Rückstellprobe zu nehmen. Das entnommene Teilstück muss zumindest eine Nahtstelle pro Fügetechnik bzw. eine Arbeitsunterbrechungsfuge enthalten und eine Fläche von mindestens 0,5 m² aufweisen. Die Rückstellprobe ist bei Temperaturen über 5°C und unter 25°C trocken und dunkel beim Prüfinstitut zu lagern. Die Dauer der Lagerung muss mindestens der Gültig-

Diese Abrufversion ist Ihre persönliche Version. Das Weiterleiten dieser Datei, oder einzelner Auszüge, an Dritte ist nur mit ausdrücklicher Zustimmung der FLL gestattet!

keitsdauer des Prüfberichts entsprechen (s. 8). Stoffliche Unverträglichkeiten sind bei der Lagerung zu beachten.

Um das getestete Produkt eindeutig identifizieren zu können, sind vom Hersteller zu Beginn der Untersuchung folgende Angaben einzufordern: Produktnamen, Anwendungsbereich, Werkstoffbezeichnung, Stoffnormen, Dicke (ohne Kaschierung), Ausrüstung/Aufbau, Lieferform, Herstelltechnik, Prüfzeugnisse, Herstellungsjahr, Einbautechnik am Untersuchungsort (Überlappung, angewandte Fügetechniken, Fügemittel, Art der Nahtversiegelung, Abdeckstreifen über Nähten, gesonderte Eck- und Winkelverbindungen), Zusatz von Bioziden (z. B. Wurzelhemmstoffe) mit Angaben zur Konzentration.

Ergänzend hierzu ist beim Prüfinstitut ein Produktdatenblatt der zu prüfenden Bahn bzw. Beschichtung zu hinterlegen.

Zudem ist bei Produkten, die sich aus mehreren Schichten zusammensetzen (z. B. Bitumenbahn mit Kupferbandeinlage oder Kunststoff- und Elastomerbahnen mit Einlage/Verstärkung), vom Hersteller zu Versuchsbeginn eindeutig festzulegen, welche Schicht den Ein- und Durchdringungsschutz übernimmt.

6 Prüfbedingungen

6.1 Vorbereitung und Installation der 8 Prüfgefäße

In den Gefäßen ist folgender Schichtaufbau vorgesehen (von unten nach oben): Feuchtigkeitsschicht, Schutzlage, zu prüfende Bahn bzw. Beschichtung, Vegetationstragschicht, Bepflanzung.

Direkt über dem transparenten Gefäßboden wird als unterste Schicht die Feuchtigkeitsschicht in einer Dicke von (50 ± 5) mm angebracht.

Die Schutzlage wird in den der Gefäßgrundfläche entsprechenden Maßen zugeschnitten und direkt auf die Feuchtigkeitsschicht gelegt. Auf die Schutzlage wird die zu prüfende Bahn bzw. Beschichtung wie in Abschnitt 6.1.1 und 6.1.2 beschrieben eingebaut.

Nach dem Einbau der zu prüfenden Bahn bzw. Beschichtung wird das Vegetationssubstrat festlagernd in einer Schichtdicke von (150 ± 10) mm eingefüllt. Dies entspricht bei Gefäßen von 800 x 800 mm einem Substratvolumen von 96 l (4-Jahres-Test) bzw. 88 l (2-Jahres-Test) (s. 4.6).

Pro Versuchsgefäß von 800 x 800 mm sind bei der 4-Jahres-Prüfung 4 *Alnus incana* (Grauerle), bei der 2-Jahres-Prüfung 4 *Pyracantha coccinea* (Feuerdorn) gleichmäßig über die vorhandene Fläche verteilt zu pflanzen (s. Abb. 3). Zusätzlich werden bei beiden Prüfungen pro Gefäß 2 g Saatgut von *Agropyron repens* (Quecke) gleichmäßig auf der Vegetationstragschicht ausgesät.

Bei ggf. erforderlichen größeren Versuchsgefäßen muss die Pflanzenzahl so erhöht werden, dass mindestens die gleiche Pflanzendichte erreicht wird (s. 4.10).

Die Keramikzelle des Tensiometers muss in der Vegetationstragschicht unmittelbar über der Bahn bzw. Beschichtung platziert werden, damit die Messung im untersten Bereich des Wurzelraums erfolgen kann. Das Tensiometer ist in gleichmäßigem Abstand zu den Pflanzen anzuordnen (s. Abb. 3).

Die Gefäße werden zweckmäßigerweise auf Gestellen platziert, um in periodischen Abständen Durchwurzelungskontrollen zu ermöglichen. Zwischen den Gefäßen ist allseitig ein Mindestabstand von 0,4 m zu gewährleisten. Die Gefäße sind nach Zufallsverteilung anzuordnen.

Diese Abrufversion ist Ihre persönliche Version. Das Weiterleiten dieser Datei, oder einzelner Auszüge, an Dritte ist nur mit ausdrücklicher Zustimmung der FLL gestattet!

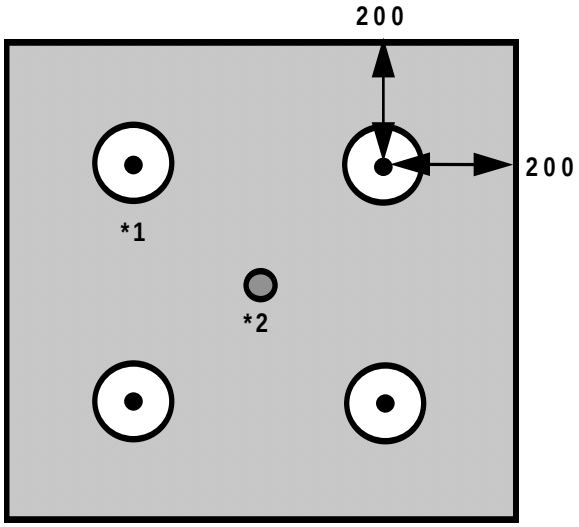


Abb. 3: Anordnung der Gehölze (*1) und des Tensiometers (*2) in der Vegetationstragschicht bei einem Gefäß von 800 x 800 mm (Maße in mm)

6.1.1 Einbau von zu prüfenden Wurzelschutz-, Dach- und Dichtungsbahnen

Aus der zu untersuchenden Bahn werden Teile herausgeschnitten und am Untersuchungsort in der Verantwortung des Auftraggebers der Untersuchung fachtechnisch in die Gefäße eingebaut und verbunden. Hierbei sind 4 Wand-Ecknähte, 2 Boden-Ecknähte und 1 mittig verlaufende T-Naht auszuführen (s. Abb. 7). Es ist dabei zulässig unterschiedliche Fügetechniken anzuwenden, sofern diese gleichwertig sind (s. 2.8).

An den Wänden ist die Bahn bis zur Gefäßkante hochzuziehen.

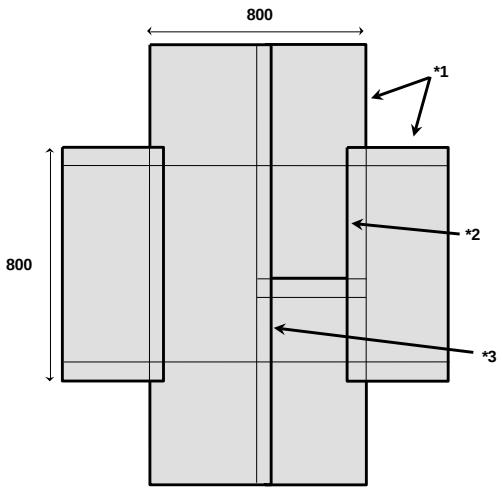


Abb. 4: Anordnung der Nähte (*1 = Wand-Ecknaht, *2 = Boden-Ecknaht, *3 = T-Naht) in der zu untersuchenden Bahn (Maße in mm)

Diese Abrufversion ist Ihre persönliche Version. Das Weiterleiten dieser Datei, oder einzelner Auszüge, an Dritte ist nur mit ausdrücklicher Zustimmung der FLL gestattet!

6.1.2 Einbau von zu prüfenden Beschichtungen im Flüssigauftrag

Die Beschichtungen im Flüssigauftrag werden ebenfalls am Untersuchungsort in der Verantwortung des Auftraggebers der Untersuchung fachtechnisch in die Gefäße eingebaut. Die Beschichtung muss in 2 Arbeitsschritten erfolgen, wobei in der Mitte des Gefäßes eine durchgehende Arbeitsunterbrechungsfuge anzuordnen ist. Der Zeitabstand zwischen den beiden Arbeitsschritten muss mindestens 12 Stunden betragen.

An den Wänden ist die Beschichtung bis zur Gefäßkante hochzuziehen.

6.2 Vorbereitung und Installation der 3 Kontrollgefäße

Die Vorbereitung und Installation der Kontrollgefäße erfolgt wie unter Abschnitt 6.1 beschrieben, jedoch wird keine zu prüfende Bahn bzw. Beschichtung eingebaut, d.h. über der Schutzlage schließt sich unmittelbar die Vegetationstragschicht an.

6.3 Pflege der Pflanzen während der Wachstumszeit

Die Substratfeuchte ist entsprechend dem Bedarf der Pflanzen durch Gießen von oben auf die Vegetationstragschicht einzustellen. Die Feuchte (Saugspannung) ist mit Hilfe des Tensiometers zu kontrollieren.

Um ein gutes Keimen des Saatguts bzw. Anwachsen der Gehölze sicherzustellen, erfolgt in den ersten 8 Wochen nach der Begrünung eine Bewässerung, sobald die Saugspannung einen Wert von –100 hPa unterschreitet. Im weiteren Versuchsverlauf wird erst dann bewässert, wenn die Saugspannung auf einen Wert zwischen –300 und –400 hPa absinkt. Die Wassergaben sind so zu bemessen, dass eine Saugspannung im Substrat von nahe 0 hPa erzielt wird. Es ist darauf zu achten, dass die gesamte Vegetationstragschicht (incl. Randbereiche) gleichmäßig befeuchtet wird. Ein anhaltender Wasserüberschuss (Staunässe) im unteren Bereich der Vegetationstragschicht ist zu vermeiden. Um eine Beschädigung der Tensiometer zu vermeiden, sind diese bei der 4-Jahres-Prüfung mit Eintritt der ersten Frostperiode zu entfernen. Die Bewässerung während der Vegetationsruhe ist dem sehr geringen Wasserbedarf der Pflanzen anzupassen. Nach den letzten Frösten im Frühjahr sind die Tensiometer wieder an gleicher Stelle einzusetzen. Die Bewässerung erfolgt fortan wie oben beschrieben.

Die Feuchtigkeitsschicht ist durch Gießen über das Einfüllrohr am Gefäß ständig feucht zu halten.

Die Nachdüngung erfolgt bei der 2-Jahres-Prüfung im halbjährlichen Abstand mit einem Düngemittel und in einer Aufwandmenge wie in Abschnitt 4.8 beschrieben. Die erste Gabe wird 3 Monate nach der Bepflanzung appliziert. Bei der 4-Jahres-Prüfung wird einmal jährlich im März oder April nachgedüngt.

Gegebenenfalls aufkommender Fremdwuchs und abgestorbene Pflanzenteile auf der Oberfläche der Vegetationstragschicht sind zu entfernen.

Abgestorbene Gehölze (Feuerdorn bzw. Erle) sind zu ersetzen. Um das sich entwickelnde Wurzelwerk der verbleibenden Pflanzen nicht erheblich zu stören, ist dies jedoch nur während der ersten 3 Monate im 2-Jahres-Test bzw. während der ersten 6 Monate im 4-Jahres-Test gestattet. Fallen im Versuchsverlauf mehr als 25 % der Gehölze aus, ist der Versuch neu anzulegen (s. 2.15).

Diese Abrufversion ist Ihre persönliche Version. Das Weiterleiten dieser Datei, oder einzelner Auszüge, an Dritte ist nur mit ausdrücklicher Zustimmung der FLL gestattet!

Ein ggf. erforderlicher Rückschnitt der Gehölze (Feuerdorn bzw. Erle) in der Höhe ist so vorzunehmen, dass eine Wuchshöhe von (150 ± 10) cm verbleibt. Die Schnittmaßnahmen sind bei den Prüf– und Kontrollgefäßen am gleichen Tag durchzuführen.

Im Bereich der Wege zwischen den Gefäßen kann ein Rückschnitt behindernder Seitentriebe vorgenommen werden.

Ein lückenhafter Queckenbestand (< 40 % der Fläche bedeckt) ist durch eine bis zu 2–malige Nachsaat in den ersten 3 Monaten (2–Jahres–Test) bzw. 6 Monaten (4–Jahres–Test) aufzubessern.

Um ein Lagern der Quecke zu vermeiden sind die Halme, wenn sie eine Wuchshöhe von ca. 20 cm erreicht haben, auf ca. 5 cm Länge zurück zu schneiden.

Bei starkem Schädlingsbefall der Pflanzen bzw. Auftreten von bestandsgefährdenden Pflanzenkrankheiten sind geeignete Pflanzenschutzmaßnahmen durchzuführen.

7 Auswertungen

7.1 Auswertungen während des Versuchs

Im 2-Jahres-Test wie auch im 4-Jahres-Test ist im Abstand von sechs Monaten der transparente Gefäßboden aller 8 Prüfgefäße von unten bezüglich sichtbarer Wurzeln und Rhizome (d.h. einer erfolgten Durchdringung) zu überprüfen.

Bei erkennbaren Durchdringungen in den Prüfgefäßen ist der Auftraggeber der Untersuchung zu unterrichten. Der Versuch kann abgebrochen werden (s. 2.15).

Darüber hinaus dürfen während des Versuchs keine Zwischenergebnisse in schriftlicher Form weitergegeben werden.

Halbjährlich (2-Jahres-Test) bzw. jährlich (4-Jahres-Test) ist bei allen Prüf- und Kontrollgefäßen die Wüchsigkeit der Gehölze (Feuerdorn bzw. Erle) durch Erfassen der Höhe und des Stammdurchmessers in 20 cm Höhe festzuhalten. Ebenso wird die Ausbreitung der Quecke an der Substratoberfläche bonitiert (s. 2.7). Die durchschnittliche Wuchsleistung der Pflanzen in den Prüfgefäßen ist zu ermitteln und dem Ergebnis der Kontrollgefäße gegenüberzustellen. Wird gemäß Abschnitt 2.6 keine ausreichende Wuchsleistung erzielt, ist der Versuch neu anzulegen (s. 2.15).

Auftretende Pflanzenschäden, z. B. Blattdeformationen oder Blattverfärbungen, sind gesondert zu erfassen.

7.2 Auswertungen zu Versuchsende

Der Zeitpunkt der anstehenden Endauswertung ist dem Auftraggeber der Untersuchung mitzuteilen, um ihm eine Teilnahme zu ermöglichen.

Die Wuchsleistung der Pflanzen ist abschließend, wie in Abschnitt 7.1 angeführt, zu erfassen.

Bei allen Prüfgefäßen wird zu Versuchsende die Vegetationstragschicht entnommen und die Bahn bzw. Beschichtung im Hinblick auf ein– und durchgedrungene Wurzeln bzw. Rhizome überprüft. Gemäß Abschnitt 2.9, 2.10 und 2.12 werden ein– und durchgedrungene Wurzeln bzw. Rhizome bei der geprüften Bahn bzw. Beschichtung in absoluten Zahlen erfasst.

Diese Abrufversion ist Ihre persönliche Version. Das Weiterleiten dieser Datei, oder einzelner Auszüge, an Dritte ist nur mit ausdrücklicher Zustimmung der FLL gestattet!

Dies erfolgt getrennt für folgende Bereiche

- bei Wurzelschutz–, Dach– und Dichtungsbahnen:
  - die Fläche und
  - die Nähte;
- bei Beschichtungen im Flüssigauftrag:
  - die Fläche und ggf.
  - die Arbeitsunterbrechungsfuge, falls diese erkennbar ist.

Wenn mehr als 50 in die Fläche einer Bahn bzw. Beschichtung eingedrungene Wurzeln bzw. Rhizome pro Gefäß festgestellt werden, erfolgt die Auswertung dieser Eindringungen – abweichend vom oben genannten – lediglich an einem Teilstück des untersuchten Materials. Die Auswertung muss sich dabei auf mindestens 0,2 m^2 (rund 20 % der mit Substrat bedeckten Bahn bzw. Beschichtung) erstrecken und in dem in Abb. 5 aufgezeigten Bereich durchgeführt werden.

Bei Eindringungen von Wurzeln bzw. Rhizomen in den Überlappungsbereich von Nähten ist die maximale Eindringtiefe festzuhalten.

Ein- und durchgedrungene Wurzeln bzw. Rhizome sind beispielhaft fotografisch zu belegen.

Von der untersuchten Bahn bzw. Beschichtung sind Rückstellproben zu entnehmen, die das Ergebnis der Untersuchung in etwa widerspiegeln. Die Proben sind gemäß Abschnitt 5 zu lagern.

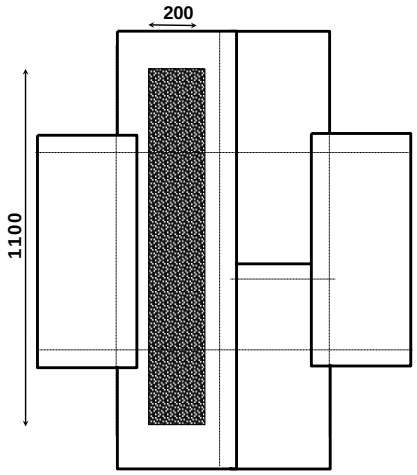


Abb. 5: Bereich der Auswertung von Eindringungen in die Fläche einer untersuchten Bahn bzw. Beschichtung bei > 50 Eindringungen/Gefäß (Maße in mm)

Diese Abrufversion ist Ihre persönliche Version. Das Weiterleiten dieser Datei, oder einzelner Auszüge, an Dritte ist nur mit ausdrücklicher Zustimmung der FLL gestattet!

8 Prüfbericht

Während der Prüfung dürfen keine Zwischenergebnisse schriftlich bekannt gegeben werden.

Nach Beendigung des Versuchs ist von der jeweiligen Prüfinstitution ein vollständiger Prüfbericht in doppelter Ausführung (je 1 Exemplar für das Prüfinstitut und den Auftraggeber) zu erstellen, jedoch nur, wenn sich die Bahn bzw. Beschichtung gemäß Abschnitt 2.11 als wurzelfest erwiesen hat. Firmen und Produkte, die ohne Erfolg an der Untersuchung teilgenommen haben, erhalten keinen Prüfbericht sondern lediglich eine schriftliche Mitteilung mit der begründeten Feststellung, dass sich die Bahn bzw. Beschichtung als nicht wurzelfest nach FLL erwiesen hat.

Der Bericht darf nur in ungekürzter Form verwendet werden.

Der Bericht muss folgende Daten enthalten:

- Angaben des Herstellers zur untersuchten Bahn in Übereinstimmung mit Abschnitt 5;
- detaillierte Angaben über die Vorbereitung der Prüfgefäße gemäß Abschnitt 6 (oder ein Hinweis, dass die Durchführung der Prüfung entsprechend den Vorgaben der FLL–Richtlinien erfolgte, wobei die der Prüfung zugrunde gelegte Richtlinien im Anhang beizulegen sind);
- alle Ergebnisse der Auswertungen in Übereinstimmung mit Abschnitt 7;
- eine zusammenfassende Bewertung der untersuchten Bahn gemäß Abschnitt 2.11 und 2.13.

Der Bericht muss zudem folgende Formulierungen enthalten:

- „Der Prüfbericht umfasst ..... Seiten und darf nur in ungekürzter Form verwendet werden“;
- „Die Untersuchungsergebnisse sind gebunden an die im Prüfbericht entsprechend den Anforderungen aufgeführten Kenndaten und Stoffeigenschaften der geprüften Bahn bzw. Beschichtung und die bei der Prüfung angewandten, gleichwertigen Fügetechniken“ (s. Abschnitt 2.11). Der Prüfbericht gilt ausschließlich für die untersuchte Bahn bzw. Beschichtung, eine Übertragung des Prüfberichts auf andere Bahnen bzw. Beschichtung ist nicht statthaft.";
- „Rückstellproben der untersuchten Bahn bzw. Beschichtung werden beim Prüfinstitut gelagert“;
- „Der Prüfbericht wurde am ..... erstellt und hat grundsätzlich eine Gültigkeitsdauer von 10 Jahren.

Diese Abrufversion ist Ihre persönliche Version. Das Weiterleiten dieser Datei, oder einzelner Auszüge, an Dritte ist nur mit ausdrücklicher Zustimmung der FLL gestattet!

9 Umschreibung/Verlängerung von Prüfzeugnissen

Für die Umschreibung oder die Verlängerung von Prüfzeugnissen gelten die nachfolgenden Anforderungen:

1. Grundsätzlich sind Umschreibungen oder Verlängerungen von Prüfzeugnissen nur möglich, wenn identische Bahnen vorliegen; akzeptabel sind auch folgende Änderungen:
   - Beschieferungen und Besandungen;
   - Dickere Bahn als geprüfte Bahn.

2. Nicht identische und damit nicht testierfähige Bahnen liegen insbesondere bei folgenden Modifikationen/Veränderungen vor:
   - Änderung des Handelsnamens/des Warenzeichens des geprüften Produktes;
   - Änderung von Aufkaschierungen (z. B. von Vliesen, Folien usw.);
   - Änderung von Farbpigmenten;
   - Änderungen in der Fertigungstechnik, z. B. Änderungen beim Kalandrieren oder Extrudieren;
   - Änderung von Talkumierungen;
   - Unterschiede im Werkstoff der Trägereinlagen;
   - Verwendung von anderen Zuschlagstoffen (geänderte Rezeptur);
   - Veränderte Zusatzmittel (z. B. Rezepturänderung bei Preventol).

3. Kaschierungen bzw. aufkaschierte Schichten

   Sofern möglich und in der Praxis üblich, müssen aufkaschierte Schichten vor Beginn der Prüfung entfernt werden; es sei denn, ein Randbereich ohne Kaschierung gewährleistet eine fachgerechte Fügetechnik oder die Kaschierung gehört als wesentlicher Bestandteil zum Wurzelschutz des Produkts.

   (Kaschierungen sind z. B. Folien, die nur zum Transport und zum leichteren Abrollen der Bahnen gedacht sind. Dünne Folien, die praktisch nicht lösbar sind und beim Fügen aufgrund der Fügetechnik schmelzen, müssen nicht entfernt werden).

4. Geltungsbereich von Testaten

   Mit den Untersuchungsberichten werden die Prüfergebnisse bei der jeweiligen Untersuchungsstelle bescheinigt. Darüber hinaus gehende Testate für die Ausführung in bestimmten Situationen auf der Baustelle können von den Untersuchungsstellen nicht gegeben werden. Hintergrund sind z. B. häufig verwendete Brandschutzmittel auf der Baustelle.

5. Verlängerungen von Prüfzeugnissen; Intervalle

   Alle Prüfzeugnisse werden zunächst für die Laufzeit von 10 Jahren erstellt.

   Wenn die Bahnen identisch sind, können Prüfzeugnisse maximal zweimal für die Laufzeit von jeweils 5 Jahren verlängert werden Die Bescheinigung erfolgt nicht mit unterschiedlichen Gültigkeitsdauern (z. B. 10, 15, 20 Jahre …) sondern nach dem Prinzip: „10 + 5 + 5 Jahre).

Diese Abrufversion ist Ihre persönliche Version. Das Weiterleiten dieser Datei, oder einzelner Auszüge, an Dritte ist nur mit ausdrücklicher Zustimmung der FLL gestattet!

10 Zuständigkeit

Der Auftraggeber ist zuständig für:

- Beschaffung und Einbau der Schutzlage (s. 2.3 und 6.1) und der zu prüfenden Bahn bzw. Beschichtung (s. 6.1),
- Abgabe einer Materialprobe (s. 5) und
- Angaben zur geprüften Bahn bzw. Beschichtung (s. 5).

Das Prüfinstitut hat folgende Leistungen zu erbringen:

- Bereitstellen einer geeigneten Fläche zur Versuchsdurchführung (s. 4.1);
- Entnahme und Lagerung einer Materialprobe (s. 5);
- Beschaffen bzw. Zusammenstellung und Einbau der Feuchtigkeitsschicht und der Vegetationstragschicht (s. 4.3, 4.6, 6.1 und 6.2);
- Beschaffen und Einbau der Tensiometer (s. 4.9, 6.1 und 6.2);
- Beschaffen der Versuchspflanzen bzw. des Saatgutes und Begrünung der Gefäße (s. 4.10, 6.1 und 6.2);
- Pflege der Pflanzen während der Wachstumszeit (s. 6.3);
- Durchführen der Auswertung (s. 7);
- Erstellen des Prüfberichts (s. 8).

Das Beschaffen der Versuchsgefäße (s. 4.2) kann vom Auftraggeber wie auch vom Prüfinstitut übernommen werden. Die Zuständigkeiten sind in einem Vertrag zwischen dem Auftraggeber und dem Prüfinstitut festzuhalten. Hierin ist auch die Übernahme der bei der Prüfung entstehenden Kosten durch den Auftraggeber zu regeln.

Gesamtverzeichnis der Veröffentlichungen

Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e.V.	**Friedensplatz 4 53111 Bonn**	**Tel: 0228/96 50 10-0 Fax: 0228/96 50 10-20**	**info@fll.de www.fll.de**

Die Schriftenreihe der FLL umfasst vielfältige Regelwerke und Veröffentlichungen zur Planung, Herstellung, Entwicklung und Pflege der Landschaft und Freianlagen.
Sie richten sich insbesondere an

- Öffentliche und private Auftraggeber,
- Landschafts-, Hochbau- und Innenarchitekten,
- Produktionsgartenbaubetriebe (Baumschulen, Stauden-, Zierpflanzen- und Saatgutzüchter),
- Landschaftsgärtner und Ausführende von landschaftsgärtnerischen Bau- und Pflegearbeiten,
- Produkthersteller
- Sachverständige für die genannten Bereiche.

FLL-Regelwerke

FLL-Regelwerke ergänzen einschlägige DIN - Normen und die Allgemeinen Technischen Vertragsbedingungen (ATV) der Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen (VOB), Teil C. Sie enthalten Regelungen zu Anforderungen an Stoffe, Bauteile, Pflanzen und Pflanzenteile sowie für Ausführung und vertragsrechtliche Regelungen bei Landschaftsbau- und Pflegearbeiten. Die Regelungen sind **neutral,** also unabhängig von Produkten oder Systemen. Von der Wissenschaft als theoretisch richtig anerkannt, haben sie sich in der Praxis bewährt. Sie sind damit als **anerkannte Regeln der Technik** zu werten und enthalten wichtige Ausführungen zum **Handelsbrauch** und der **gewerblichen Verkehrssitte**.
Verschiedene Regelwerke werden durch ausdrückliche Aufführung in DIN-Fachnormen Bestandteil von Verträgen (z.B. DIN 18915 ff. Landschaftsbau-Fachnormen, DIN 18035 Sportplatzbau-Fachnorm, etc.). Darüber hinaus werden FLL-Regelwerke zum Bestandteil von VOB-, VOL- und Werkverträgen als anerkannte Regeln der Technik sowie als formulierter Handelsbrauch oder gewerbliche Verkehrssitte. (PDF-Katalog mit ausführlichen Inhaltsangaben zum Download ca. 4MB)

Arbeitsgremien

Für die Bearbeitung der FLL-Regelwerke gelten Grundsätze der DIN-Normungsarbeit: Mitarbeit der betroffenen Kreise, z.B. Auftraggeber, Landschaftsarchitekten, Landschaftsgärtnern, Produzenten von Stoffen, Bauteilen, Pflanzen und Pflanzenteilen, Wissenschaftler; bei Bedarf werden Sonderfachleute hinzugezogen. Gegenwärtig werden in 60 Gremien Regelwerke und andere Empfehlungen bearbeitet.

Forschung

Die FLL fördert die Forschung in den Bereichen Landschaftsarchitektur, Landschaftsentwicklung und **Landschaftsbau. Dazu engagiert sie sich bei Organisation und Koordinierung von Forschungsthemen** und fördert Dissertationen, Masterarbeiten durch finanzielle Leistungen.

Mitgliedschaft

Die FLL benötigt eine breite Basis von Mitgliedern, die ihre Ziele unterstützen. Sollten Sie Interesse an der Arbeit der FLL und einer aktiven Mitarbeit in einem Arbeitsgremium haben, informieren wir Sie gern.
Mitglieder erhalten **30 % Rabatt** bei Broschüren (Ausnahme: MLV/MZW, Schadensfallsammlung) und 25 % bei Seminaren. Die **Gemeinnützigkeit der FLL** wird jährlich bestätigt; alle finanziellen Zuwendungen sind **steuerlich absetzbar**.

Bitte beachten Sie unsere allgemeinen Bestellhinweise!

FLL – Arbeit für die Landschaft (Stand: Januar 2018, Preisänderungen vorbehalten)

Art. Nr.	Bäume und Gehölze	€
102 110 01	**Baumkontrollrichtlinien**, Richtlinien für Regelkontrollen zur Überprüfung der Verkehrssicherheit von Bäumen, 2010	30,00
102 313 01	**Baumuntersuchungsrichtlinien**, Richtlinien für eingehende Untersuchungen zur Überprüfung der Verkehrssicherheit von Bäumen, 2013	20,00
103 713 01	**Sparpaket Baumkontrollrichtlinien + Baumuntersuchungsrichtlinien**, 2013 ***Sparpreis***	43,00
100 215 01	Empfehlungen für **Baumpflanzungen**, **Teil 1:** Planung, Pflanzarbeiten, Pflege, 2015	27,50
102 210 01	Empfehlungen für **Baumpflanzungen**, **Teil 2:** Standortvorbereitungen für Neupflanzungen, 2010	27,50
100 615 01	**Sparpaket** Empfehlungen für **Baumpflanzungen**, **Teil 1 +Teil 2**, 2015/2010 ***Sparpreis***	44,00
102 411 01	**TP-BUS-Verticillium-** Techn. Prüfbestimm. zur Untersuchung v. Böden u. Substraten auf *Verticillium dahliae*, 2011	33,00
101 417 01	**ZTV-Baumpflege** - Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Baumpflege, 2017	35,00
Download	**ZTV Baum-StB 04**, ZTV und Richtlinien für Baumpflegearbeiten im Straßenbau, 2004	16,50
101 605 01	**ZTV-Großbaumverpflanzung**, Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für das Verpflanzen von Großbäumen und Großsträuchern, 2005	13,00
Download	Fachbericht zur **Pflege von Jungbäumen und Sträuchern**, 2008	11,00
104 117 01	**FLL-Verkehrssicherheitstage 2017 Teil 1: Bäume** (Tagungsband)	29,00
104 217 01	**FLL-Verkehrssicherheitstage 2017 Teil 2: Spielplätze/Spielgeräte** (Tagungsband)	20,00
104 317 01	**Sparpaket FLL-Verkehrssicherheitstage 2017 (Teil 1 + Teil 2)**	43,00
Hinweis	**FLL-Verkehrssicherheitstage 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016** *(einzeln erhältlich)*	

Art. Nr.	Bauwerksbegrünung	€
120 118 01	**Dachbegrünungsrichtlinien,** Richtlinien für Planung, Bau und Instandhaltung von **Dachbegrünungen**, 2018	35,00
160 102 01	Hinweise zur **Pflege** und Wartung **von begrünten Dächern**, 2002	11,00
120 218 01	**Fassadenbegrünungsrichtlinien**, Richtlinien für die Planung, Ausführung und Pflege von Wand- und Fassadenbegrünungen, 2018	35,00
120 311 01	**Innenraumbegrünungsrichtlinien**, Richtlinien für die Planung, Ausführung und Pflege von Innenraumbegrünungen, 2011	33,00
120 513 01	Leitfaden **Gebäude Begrünung Energie** (Forschungsbericht), 2014	34,50
120 615 01	**Wandgebundene Begrünungen** (Forschungsbericht), 2015	34,50

Art. Nr.	Biotoppflege/Biotopentwicklung	€
130 292 01	Tagungsband: **Stützung u. Initiierung von Biotopen** durch landschaftsbauliche Maßnahmen, 1992	11,00
130 495 01	Tagungsband: **Biotoppflege im besiedelten Bereich**, 1995	11,00

Art. Nr.	Gewässer/Entwässerung	€
140 105 01	Empfehlungen von **Abdichtungssystemen für Gewässer** im GaLaBau, 2005 inkl. „Verfahren zur Bestimmung der **Rhizomfestigkeit v. Gewässerabdichtungen**", 2008	30,00
140 206 01	Tagungsband: **Abdichtungen von Gewässern** und Nutzungen von Dachflächen im GaLaBau, 2006	16,50
140 305 01	Empfehlungen zur **Versickerung und Wasserrückhaltung**, 2005	27,50
140 507 01	Empfehlungen für Planung, Bau, Pflege und Betrieb von **Pflanzenkläranlagen**, 2008	27,50
141 111 01	Richtlinien für **Freibäder mit biologischer Wasseraufbereitung** (Schwimmteiche), ohne Berechnungsprogramm, 2011	33,00
141 112 01	Richtlinien für **Freibäder mit biologischer Wasseraufbereitung** (Schwimmteiche), **mit Berechnungsprogramm**, 2011	169,00
140 717 01	**Schwimmteichrichtlinien**, Richtlinien für Planung, Bau und Instandhaltung von **privaten Schwimm- und Badeteichen**, 2017	35,00

Art. Nr.	Kalkulation/Abrechnung/Ökonomie	€
230 113 01	**Kostenplanung** nach DIN 276 (incl. Excel-Tabellen auf CD-ROM), 2013	33,00
110 406 01	Empfehlungen für die **Abrechnung von Bauvorhaben** im GaLaBau, 2006	22,00
211 108 01	**Besondere Leistungen, Nebenleistungen**, **DIN 18915 bis DIN 18920**, 2008	22,00
230 218 01	**Musterbauvertrag** – Bauvertrag für Unternehmen des Garten-, Landschafts- und Sportplatzbaus zur Verwendung gegenüber privaten Auftraggebern, 2018	27,50
110 610 03	CD-ROM **MLV Pflege- und Instandhaltungsarbeiten + MZW**, 2010	235,62
230 316 03	CD-ROM **MLV + MZW Freianlagen**, 2016	235,62

Art. Nr.	Schadensfälle	€
110 316 01	**FLL-Schadensfallsammlung** GaLaBau 2016, (2000-2016 incl. 1.-4. Ergänzung)	165,00
110 216 01	**4. Ergänzung** zur Schadensfallsammlung GaLaBau, 2016	34,00

Art. Nr.	Kompost/Dünger/Abfall	€
150 316 01	Qualitätsanforderungen und **Anwendungsempfehlungen für organische Mulchstoffe und Komposte** – Garten- und Landschaftsbau, 2016	30,00
Download	Fachbericht für die **Entsorgung von Abfällen** im GaLaBau, 2005	11,00

Bitte beachten Sie unsere allgemeinen Bestellhinweise!

FLL – Arbeit für die Landschaft (Stand: Januar 2018, Preisänderungen vorbehalten)

Art. Nr.	Pflege von Grün	€
160 415 01	**Bewässerungsrichtlinien** - Richtlinien für die Planung, Installation und Instandhaltung von Bewässerungsanlagen in Vegetationsflächen, 2015	33,00
160 509 01	**Freiflächenmanagement** - Empfehlungen für die Planung, Vergabe und Durchführung von Leistungen für das Management von Freianlagen, 2009 (inkl. OK FREI, 2016)	33,00
Download	**Objektartenkatalog** Freianlagen (OK FREI 2016) inklusive Anlage **„Übersicht zur Signaturenbibliothek - Flächeninhalte"**, 2016	30,00
Download	SK FREI **Signaturenbibliothek-QGIS**, inklusive Anlage **„Übersicht zur Signaturenbibliothek - Flächeninhalte"** 2016	520,00
Download	SK FREI **Signaturenbibliothek-ArcGIS**, inklusive Anlage **„Übersicht zur Signaturenbibliothek - Flächeninhalte"** 2016	520,00
160 116 01	Fachbericht **„Winterdienst"**, 2016	22,00
160 716 01	**Bildqualitätskatalog** Freianlagen (BK FREI), 2016	115,00
160 614 01	Fachbericht Staudenverwendung im öffentlichen Grün – **Staudenmischpflanzungen für trockene Freiflächen**, 2014	27,50
160 306 01	Fachbericht: **Pflege historischer Gärten - Teil 1:** Pflanzen u. Vegetationsflächen, 2006	22,00
190 298 01	Empfehlungen zur **Begrünung von Problemflächen**, 1998 - ***Sonderpreis***	10,00

Art. Nr.	Produktion/Gütebestimmungen	€
170 104 01	Gütebestimmungen für **Baumschulpflanzen**, 2004	9,00
170 215 01	Gütebestimmungen für **Stauden**, 2015	9,00
170 514 01	Empfehlungen für **Begrünungen mit gebietseigenem Saatgut**, 2014	27,50
170 318 01	Regel - Saatgut - Mischungen Rasen, **RSM Rasen 2018** *(Jährliches Abo möglich)*	17,50
170 616 01	**TL Fertigrasen**, Technische Lieferbedingungen f. Rasensoden aus Anzuchtbeständen, 2016	30,00

Art. Nr.	Spiel/Sport	€
180 816 01	Empfehlungen für Planung, Bau und Instandhaltung von **Skate- und Bikeanlagen**, 2016	30,00
180 714 01	**Sportplatzpflegerichtlinien** – Richtlinien für die Pflege und Nutzung von Sportanlagen im Freien; Planungsgrundsätze, 2014	33,00
180 614 01	**Reitplatzempfehlungen** – Empfehlungen für Planung, Bau und Instandhaltung von Reitplätzen, 2014	27,50
180 308 01	**Golfplatzbaurichtlinie**, Richtlinie für den Bau von Golfplätzen, 2008	33,00
180 507 01	Fachbericht **Golfanlagen als Teil der Kulturlandschaft**, Planung u. Genehmigung, 2007	24,00
180 109 01	Richtlinie **Golfplatzbau +** Fachbericht **Golf- Kulturlandschaft**, ***Doppelpack-Sparpreis***	48,00

Art. Nr.	Sonderthemen der Freiraumplanung	€
211 412 01	Empfehlungen für Planung, Bau und Instandhaltung der **Übergangsbereiche von Freiflächen zu Gebäuden**, 2012	27,50
211 211 01	Fachbericht **Garten und Therapie**, 2011 ***Sonderpreis***	10,00
210 707 01	Fachbericht **Licht im Freiraum**, 2007	25,00

Art. Nr.	Wegebau/Mauerbau	€
200 812 01	Empfehlungen für Planung, Bau und Instandhaltung von **Trockenmauern aus Naturstein**, 2012	27,50
201 012 01	Empfehlungen für Planung, Bau und Instandhaltung von **Gabionen**, 2012	27,50
201 112 01	Empfehlungen **Trockenmauern** und Empfehlungen **Gabionen**, ***Doppelpack-Sparpreis***	44,00
Download	Richtlinie für die Planung, Ausführung und Unterhaltung von **begrünbaren Flächenbefestigungen**, 2008	33,00
200 507 01	Fachbericht zu Planung, Bau u. Instandhaltung von **Wassergebundenen Wegen**, 2007	22,00
201 213 01	**ZTV-Wegebau –** Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen für den Bau von Wegen und Plätzen außerhalb von Flächen des Straßenverkehrs, 2013	25,00

Art. Nr.	Friedhof/Bestattung	€
211 008 01	Fachbericht **Aktuelle Trauerkultur** - Begriffsbestimmungen u. religiöse Herleitung, 2008	22,00
Download	**MLV Friedhofsrahmenpflege**, 1997 (Scan)	16,50

Art. Nr.	Pflanzenkrankheiten/Schädlinge	€
211 807 01	**Kiefernholznematode**, Faltblatt (JKI/FLL/GALK), 2014	0,60
210 615 01	**Netzwanzen an Heidekrautgewächsen**, Faltblatt (JKI/FLL/GALK), 2015	0,60
Hinweis	Darüber hinaus sind **diverse weitere Faltblätter über den Online-Shop** erhältlich	0,60

Art. Nr.	English publications/Englische Veröffentlichungen	€
Download	**Green roof guidelines**, 2009	33,00
Hinweis	Darüber hinaus sind **weitere englischsprachige Veröffentlichungen über den OnlineShop** erhältlich	

Bitte beachten Sie unsere allgemeinen Bestellhinweise!

Allgemeine Bestellhinweise (Stand: Januar 2018)

- Bestellungen schriftlich, per Fax, E-Mail oder direkt über den Onlineshop (www.fll.de)
- Angebot der meisten Broschüren alternativ auch als Download
- Veröffentlichungen, die nur als Download (pdf-Dateiabruf) angeboten werden, können nur über den FLL-Onlineshop bestellt und heruntergeladen werden.
- Mitglieder erhalten einen Rabatt von 30 % auf FLL-Veröffentlichungen.
- Sonderkonditionen bei Sammelbestellungen von Studenten. Bei Einzelbestellungen erhalten Studenten auf den Normalpreis 20 % Rabatt, bei einer Sammelbestellung (ab 10 Bestellungen) gelten die Sonderpreise. (Namensliste bitte beifügen)
- Alle Preise sind als Bruttopreise angegeben und beinhalten 7 % MWSt.
- Wir berechnen eine Versandkostenpauschale von 3,75 € bei Broschürenbestellungen
- bei Auslandsbestellungen von Broschüren zzgl. 5,00 € Auslandspauschale
- Bitte geben Sie bei EU-Bestellungen die UID-Nummer direkt an.

Bestellung

Mitgliedsnummer _____

Firma _____

_____

Name _____

Straße, Nr. _____

PLZ, Ort _____

Telefon/Fax _____

E-Mail _____

UID-Nummer _____
(bei Bestellungen aus dem Ausland)

Art.-Nr.	Kurztitel	Anzahl	Einzelpreis

☐ Ich bestelle den **FLL-Jahresbericht**, 2014/2015 (kostenlos)
☐ Bitte senden Sie mir Informationen zur **FLL-Mitgliedschaft**
☐ Ich abonniere den **FLL-Newsletter**, um mich über Aktuelles aus der Gremienarbeit sowie zu neuen/überarbeiteten Publikationen zu informieren (kostenlos)

Bitte beachten Sie unsere allgemeinen Bestellhinweise!

Systematik der FLL-Veröffentlichungen:

Vertragsunterlagen:
Zur vertraglichen Vereinbarung zwischen Auftraggeber und Auftragnehmer:

- Technische Prüfvorschriften (TP);
- Technische Lieferbedingungen (TL);
- Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen (ZTV).

Vertragsunterlagen enthalten vertragliche Bestimmungen und müssen im Einzelfall zwischen Auftraggeber und Auftragnehmer vereinbart werden. ZTV ergänzen die Allgemeinen Technischen Vertragsbedingungen (ATV) und entsprechen in Art und Rang Zusätzlichen Technischen Vertragsbedingungen im Sinne von § 1 Abs. (2) Nr. 4. VOB/B. Auf TP und TL kann in anderen Vertragsbedingungen und Regelwerken Bezug genommen werden.

Richtlinien:
Hinweise für Planung, Bau und Instandhaltung.

Diese sollen die allgemein anerkannten Regeln der Technik abbilden. Unter dem Begriff „allgemein anerkannte Regeln der Technik“ sind Bauweisen und Ausführungen zu verstehen, die in der Theorie bestätigt sind, von der überwiegenden Mehrheit der Praktiker angewendet werden und sich in der Praxis dauerhaft bewährt haben.

Empfehlungen:
Hinweise für Planung, Bau und Instandhaltung.

Diese stellen den Stand der Technik dar. Sie sollen sich in der Praxis bewähren, damit sich allgemein anerkannten Regeln der Technik daraus entwickeln. Sie stellen eine Vorstufe zu den Richtlinien dar. Unter dem Begriff „Stand der Technik“ sind derzeitige technische Möglichkeiten zu verstehen, deren dauerhafte Erprobung in der Praxis noch nicht erfolgt ist.

Fachberichte:
Hinweise für Planung, Bau und Instandhaltung.

Fachberichte sollen der Information von Auftraggebern, Planern, Ausführungsbetrieben und anderen interessierten Kreisen dienen. Sie können als Ratgeber und Anleitung für fachgerechtes Handeln genutzt werden.

Sonstige informative Publikationen
Außerdem veröffentlicht die FLL Arbeitsergebnisse (z. B. von Forschungsvorhaben, Veranstaltungen) in Form von Forschungsberichten, Tagungsbänden, CD-ROM und Flyern.

Die FLL-„Dachbegrünungsrichtlinien – Richtlinien für Planung, Bau und Instandhaltung von Dachbegrünungen“ sind aus den 1982 erstmals erschienenen „Grundsätzen für Dachbegrünungen“ entstanden und wurden seit 1990 mehrfach überarbeitet. Sie sind als Maßstab setzendes Regelwerk der Dachbegrünung in Deutschland anerkannt. Im Ausland werden die FLL-Dachbegrünungsrichtlinien mit großer Akzeptanz zur Kenntnis genommen und dienen in einigen Nachbarländern als Grundlage für die Entwicklung eigener Regelwerke.

Als wesentliche Änderung gegenüber der Ausgabe 2008 wurde das Thema ‚Sicherungen gegen Materialverlagerung auf Flach- und Schrägdächern‘ grundlegend überarbeitet. Erstmalig werden nun die unterschiedlichen Formen der Materialverlagerung, wie Oberflächenerosion, Abrutschen und das sich Einstellen eines Schüttwinkels differenziert betrachtet. Diesen drei beschriebenen Arten der Materialverlagerungen werden entsprechende Sicherungsmaßnahmen zugeordnet. Darüber hinaus sind Themen ergänzt worden, die sich durch technische Entwicklungen und neue Fragestellungen ergeben haben. Rasenbegrünungen wurden als Vegetationsform mit eigenen Anforderungsprofilen für Rasensubstrate neu aufgenommen. Ebenso neu wird das Thema Artenvielfalt begrünter Dächer und Biodiversität behandelt, denn einen besseren Schutz der Tier- und Pflanzenwelt als auf Dächern wird man im städtischen Raum kaum erreichen können. Schließlich wurden die Hinweise zu den benachbarten Gewerken der Dach- und Bauwerksabdichtung aufgrund der umfangreichen und grundlegenden Veränderungen von DIN 18195, DIN 18531, DIN 18532 und DIN 18533 angepasst.

Richtlinien für Planung, Bau und Instandhaltung von Dachbegrünungen, Ausgabe 2018

Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e.V. (FLL), www.fll.de
- Regelwerksgeber der „Grünen Branche“ - Gründung 1975 - anerkannte Gemeinnützigkeit

Die FLL stellt in ca. 65 interdisziplinär besetzten Arbeitsgremien Vertragsunterlagen, Richtlinien, Empfehlungen und Fachberichte für die „Grüne Branche“ auf, schreibt diese fort und veröffentlicht sie in einer eigenen Schriftenreihe. Über die Formulierung konkreter Anforderungen trägt die FLL zu Qualitätssicherung im Sinne der Nachhaltigkeit bei. Die Mitarbeit von ca. 600 Fachleuten (Wissenschaftler, Vertreter von Kommunen, Planungsbüros, Ausführungsbetrieben, Herstellerfirmen, Sachverständige etc.) erfolgt ehrenamtlich. Die FLL engagiert sich darüber hinaus bei der Mitgestaltung von zukunftsweisenden Projekten und Aktionen für die „Grüne Branche“. Die FLL zählt zurzeit 33 Berufs- und Fachverbände zu ihren Mitgliedern - davon 4 internationale - und übernimmt für ca. 33.000 Mitglieder für ihre Fachthemen aus den Bereichen Landschaftsarchitektur, Landschaftsentwicklung und Landschaftsbau eine Rolle als Diskussionsforum.

FLL-Publikationen sind streng produktneutral, entsprechen den Grundsätzen des Deutschen Instituts für Normung (DIN) und genießen daher im Normenwerk des Bauwesens eine hohe Akzeptanz. Sie geben den Stand der Technik wieder und sollen sich als Regeln der Technik einführen.

Aufgrund der frühzeitigen Einbindung der betroffenen Fachkreise sowie eines öffentlichen Einspruchverfahrens besteht für FLL-Publikationen die widerlegbare Vermutung, dass es sich um anerkannte Regeln der Technik im Sinne der Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen (VOB) handelt, wenn sie sich in der Praxis bewährt haben. Zahlreiche FLL-Publikationen bzw. dort genannte Verfahren werden durch ausdrückliche Verweise in den so genannten Landschaftsbau-Fachnormen (DIN 18915 bis 18920) Bestandteil von Verträgen. Bei öffentlichen Ausschreibungen geschieht dies automatisch.

Die Inhalte der FLL-Regelwerke werden in speziellen Fortbildungsveranstaltungen einer breiten Öffentlichkeit vorgestellt und nahe gebracht.

Forschungsprojekte koordiniert und fördert die FLL zu Themen mit angrenzendem Bezug zu ihren Publikationen.

FLL-Publikationen können im Online-Shop unter www.fll.de/shop als Broschüre oder als Download bestellt werden.