

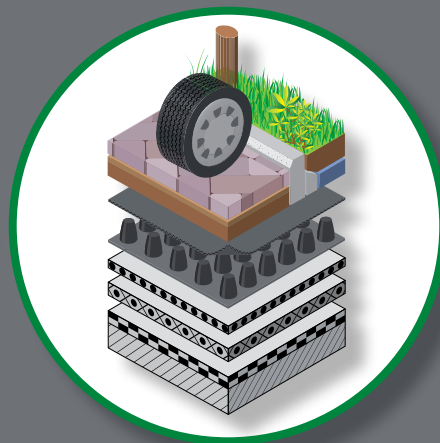
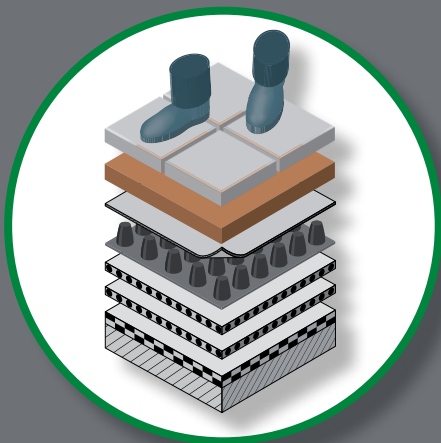
nophADRRAIN®

SMART GREEN ROOF SYSTEMS

0.4

Nophadrain Terrassen- und Parkdachsysteme

Planungs- und Ausführungshilfe für begeh- und befahrbaren Dachflächen





'Kruispleingarage - Centraal Station Rotterdam'



0 Allgemein

0	Allgemein	1
---	-----------	---

1 Planungsgrundlagen

1.1	Rechts- und Verwaltungsvorschriften	1
-----	-------------------------------------	---

- CE-Kennzeichnung von Drainagesystemen nach DIN EN 13252
- Eurocode 0: DIN EN 1990 „Grundlagen der Tragwerksplanung“ und Eurocode 1: DIN EN 1991 „Einwirkungen auf Tragwerke“
- DIN EN 1991-2 „Verkehrslasten auf Brücken“

1.2	Belastungsklassen	2
-----	-------------------	---

1.3	Dachkonstruktionen von Dächern und Decken mit Abdichtung	2
-----	--	---

- Einschaliges, nicht belüftetes Dach ohne Wärmedämmung – Warmdach
- Einschaliges, nicht belüftetes Dach mit Wärmedämmung – Warmdach
- Einschaliges, nicht belüftetes Dach mit Wärmedämmung – Umkehrdach
- Zweischaliges, be- und entlüftetes Dach mit / ohne Wärmedämmung – Kaltdach

1.4	Wärmedämmung	4
-----	--------------	---

1.5	Abdichtungen gegen nicht drückendes Wasser	5
-----	--	---

- Bitumen- und Polymerbitumenbahnen
- Kunststoff- und Elastomerbitumen
- Andere Abdichtungsarten
 - Flüssigabdichtungen
 - Gussasphalt
 - Deckenflächen aus Beton mit hohem Wassereindringwiderstand (WU-Beton)

1.6	An- und Abschlüsse	6
-----	--------------------	---

- Anschluss an Türaustritte
- Anschluss an Dachdurchdringungen
- Anschluss im Erdreich
- Anschluss an Fassaden

1.7	Gefälle der Dachkonstruktion	7
-----	------------------------------	---

1.8	Entwässerung	8
-----	--------------	---

- Innenentwässerung
- Punktentwässerung
- Linienentwässerung
- Außenentwässerung
- Fremdwasser

2 Funktionsschichten - Aufbau begehbare und befahrbare Dachflächen

2.1	Trennschicht	9
-----	--------------	---

2.2	Gleichschicht	9
-----	---------------	---

2.3	Schutzschicht	9
-----	---------------	---

2.4	Sickerschicht	10
-----	---------------	----

2.5	Filterschicht	10
-----	---------------	----

2.6	ND Drainagesysteme	11
-----	--------------------	----

- Dimensionierung ND Drainagesysteme

2.7	Tragschicht	12
-----	-------------	----

- Tragschicht im einschaligen Dach mit oder ohne Wärmedämmung
- Tragschicht beim Umkehrdach

2.8	Ausgleichsschicht	13
-----	-------------------	----

2.9	Bettung	13
-----	---------	----

2.10	Deckschicht	14
------	-------------	----

- Gefälle
- Pflaster- und Plattenbeläge
- Pflasterverbände
- Fugenfüllung

3 Begehbare und befahrbare Dachflächen in Kombination mit extensiven oder intensiven Begrünungen

3.1	Begehbare und befahrbare Dachflächen in Kombination mit extensiven oder intensiven Begrünungen	16
-----	--	----

4 Nophadrain Terrassen- und Parkdachsysteme

4.1	Terrasssystem - Belastungsklasse 1	17
-----	------------------------------------	----

Warmdach / Dach ohne Wärmedämmung / WU-Betondach

- a. Aufbau ohne Tragschicht
- b. Aufbau mit Tragschicht
- c. Aufbau mit Ausgleichsschicht
- d. Aufbau mit Rasenschutzzwebe

Umkehrdach

- a. Aufbau ohne Tragschicht
- b. Aufbau mit Ausgleichsschicht

4.2	Parkdachsystem-Pkw - Belastungsklasse 2	19
-----	---	----

Warmdach / Dach ohne Wärmedämmung / WU-Betondach

- a. Aufbau ohne Tragschicht
- b. Aufbau ohne Tragschicht mit großformatigen Betonplatten
- c. Aufbau mit Tragschicht
- d. Aufbau mit Rasenschutzzwebe

Umkehrdach

- a. Aufbau ohne Tragschicht
- b. Aufbau ohne Tragschicht mit großformatigen Betonplatten
- c. Aufbau mit Tragschicht

4.3	Parkdachsystem-Lkw - Belastungsklasse 3	22
-----	---	----

Warmdach / Dach ohne Wärmedämmung / WU-Betondach

- a. Aufbau ohne Tragschicht mit großformatigen Betonplatten
- b. Aufbau mit Tragschicht
- c. Aufbau mit Rasenschutzzwebe

Umkehrdach

- a. Aufbau ohne Tragschicht mit großformatigen Betonplatten
- b. Aufbau mit Tragschicht

Anlage A – Indexversuch:

Beurteilung der Schutzwirksamkeit von Schutzschichten

Anlage B – Performanceversuch:

Funktions- und Standfestigkeitsnachweis im Praxisversuch

Befahrbare Dachfläche - Belastungsklasse 2 in Kombination mit intensiven Begrünungen



0 Allgemein

Behörden und Planer werden durch die zunehmende Verdichtung der innerstädtischen Bebauung und den wachsenden Autoverkehr immer stärker zu einer „gestapelten Raumnutzung“ gezwungen, um die Nutzung des freien Raumes zu optimieren. So werden beispielsweise Tiefgaragen kombiniert mit darüberliegenden Büro- und Wohnräumen oder begehbare und befahrbare Verkehrsflächen in Verbindung mit intensiven Dachbegrünungen geplant. Durch eine ökologisch und ökonomisch geprägte Planung und Umsetzung kann so die Lebensqualität unserer Städte erhöht und ein harmonisches Gesamtbild geschaffen werden.

Um die erforderlichen Funktionen auf Dauer sicher zu stellen, müssen Architekten und Statiker allerdings bereits bei der Planung insbesondere die gewerkübergreifenden Anforderungen berücksichtigen. Dazu gehören z.B. die notwendige Konstruktionshöhe aller Funktionsschichten für Verkehrsflächen und intensive Begrünungen, die maximale Dachlast, die Art der Dachabdichtung, die Druckstabilität der Wärmedämmung sowie weitere bautechnische Voraussetzungen.

Bei der Planung von Verkehrsflächen auf Dächern und Decken ist besonders zu achten auf:

- das unterschiedliche konstruktive Verhalten der Unterkonstruktion – natürlicher Boden gegenüber einer Dachkonstruktion;
- die Dachabdichtung – Eignung für statische und dynamische Verkehrslasten;
- die Konstruktionsart des Daches bzw. der Decke – als Warmdach, Umkehrdach, Warmdach, Dach ohne Wärmedämmung / WU-Betondach usw.;
- die Druckstabilität der Wärmedämmung – unter Berücksichtigung der Belastungsklasse;
- die Art und Schichtdicke der mineralischen Schüttstoffe – Tragschicht, Bettung, Ausgleichsschicht;
- die Art der Deckschicht – Verlegeart sowie Form und Dicke von Pflaster, Platten, Klinker, usw.;
- die Verkehrsklassen – Art und Intensität der Nutzung durch Personen, Pkw, Lkw mit den zu berücksichtigenden Belastungen.

1 Planungsgrundlagen

1.1 Rechts- und Verwaltungsvorschriften

CE-Kennzeichnung von Drainagesystemen nach DIN EN 13252

Diese Europäische Norm (harmonisierte technische Spezifikation) legt die wesentlichen Merkmale von Geotextilien und geotextilverwandte Produkte, die in Drainanlagen verwendet werden, sowie die geeigneten Prüfverfahren zur Bestimmung dieser Merkmale fest. Durch den Hersteller wird eine Leistungserklärung aufgestellt in dem er die Verantwortung übernimmt für die Konformität des Bauprodukts mit der erklärten Leistung der wesentlichen Merkmalen sowie mit den Anforderungen der Bauproduktenverordnung. Er darf dann die CE-Kennzeichnung auf dem Produkt anbringen. Die Leistungserklärung wird in gedruckter oder elektronischer Weise dem Kunden zur Verfügung gestellt. Die Leistungserklärung ist von der Nophadrain Webseite herunterzuladen.

Der Anwendungsbereich der DIN EN 13252 „Geotextilien und geotextilverwandte Produkte – geforderte Eigenschaften für die Anwendung in Drainanlagen“ bezieht sich auf Drainanlagen ohne Spezifizierung oder Einschränkung. Sie gilt deshalb auch für den Einsatz auf genutzte Dachflächen, wie Dachbegrünungen und Verkehrsflächen auf Dächern. Drainanlagen sind alle Einrichtungen, die Niederschläge, Grundwasser und / oder eine andere Flüssigkeit in der Ebene eines Geotextils oder eines geotextilverwandten Produkts, sammeln und transportieren (DIN EN ISO 10318 „Geokunststoffe – Begriffe“). Unter dieser Norm fallen nicht nur Geotextilien (z.B. Filtervliese, Filtergewebe) sondern auch geotextilverwandte Produkte wie Geoverbundstoffe (z.B. Drainagesysteme, Drainageplatten) und Geospacers (z.B. Noppenmatten und Noppenplatten „Eierkartons“) – DIN EN ISO 10318.

Die ND Drainagesysteme sind alle CE-gekennzeichnet. Auf Grund dessen darf kein Mitgliedstaat die Bereitstellung auf dem Markt oder die Verwendung untersagen, noch behindern, wenn die erklärten Leistungen den Anforderungen für den Verwendungszweck im betreffenden Mitgliedstaat entsprechen.

Eurocode 0: DIN EN 1990 „Grundlagen der Tragwerksplanung“ und Eurocode 1: DIN EN 1991 „Einwirkungen auf Tragwerke“

Die Lasten auf Dächern werden bestimmt von:

- Der festen, ständigen Last infolge des Eigengewichts der Konstruktion.
- Der ständigen Last durch das Gewicht des Dachbegrünungsaufbaus / Aufbaus eines Belags.
- Den einwirkenden Lasten auf dem Dach durch zum Beispiel Instandhaltungsarbeiten oder Auto- und / Frachtverkehr.

Für Balkone, Galerien und Dachterrassen, wovon aufgrund ihrer Lage und Zugänglichkeit, davon ausgegangen wird, dass sich darauf nicht nur ausschließlich zum Zweck der Reparatur und Instandhaltung Menschen aufhalten können, kann die auf die Konstruktion einwirkende Last anhand der DIN EN 1991-1-1 berechnet werden.

Die DIN EN 1991-1-1 spezifiziert keine Belastungen durch Fahrzeuge auf Bauwerken oder Teilen davon, die sich unter der öffentlichen Straße befinden oder Teil davon ausmachen.

DIN EN 1991-2 „Verkehrslasten auf Brücken“

Für Dächer, die für Fahrzeuge zugänglich sein müssen, existieren keine spezifischen DIN-EN-Normen. In der DIN EN 1991-2 sind Achs- und Radlasten angegeben, die der Konstrukteur bei seinen Berechnungen verwenden kann. Der Verkehr auf Parkdächern unterscheidet sich in vielen Fällen nicht von dem auf der öffentlichen Straße. Jedoch liegen die Anzahl der Achsleisten und die Geschwindigkeiten deutlich niedriger, als wovon in den vorstehend genannten NEN-EN-Normen ausgegangen wird. Diese DIN-EN ohne Weiteres zur Anwendung zu bringen, führt zu Überdimensionierung der Konstruktion, mit beträchtlichen finanziellen Konsequenzen.

Es haben vorab, in einem Anforderungskatalog, klare Vereinbarungen hinsichtlich der Nutzung und der maximal zulässigen Last eines Terrassendachs / Parkdachs getroffen zu werden.

Darüber hinaus muss Klarheit über den Status des Bereichs bestehen, in dem die Nophadrain Systeme für nutzbare Dachflächen angewandt werden. Die Ausgangspunkte, die bei Konstruktion, Entwicklung und Bau zur Anwendung kamen, müssen bei der Nutzung / dem Betrieb unmissverständlich gewahrt bleiben. Dazu können Maßnahmen wie Verbotsschilder, Schranken und physische Barrieren zur Anwendung kommen. Diese Maßnahmen müssen garantieren, dass die maximal zulässige Last auf dem Terrassendach / Parkdach in der Praxis nicht überschritten wird. Der Konstrukteur macht anhand dieses funktionellen Anforderungskatalogs seine Festigkeitsberechnungen und hat die Ausgangspunkte für seine Berechnung gründlich zu unterbauen.

1.2 Belastungsklassen

Nachfolgend werden, entsprechend den „Empfehlungen zu Planung und Bau von Verkehrsflächen auf Bauwerke“ (Ausgabe 2005) der FLL-/ Bonn und den einschlägigen Normen und Regelwerken, Belastungsklasseneinteilungen zugrunde gelegt, bei denen nach der Nutzung unterschieden wird in:

Belastungsklasse	Verkehrsart	Nutzung	Nutzlast als gleichmäßig verteilte Flächenlast
1	Fußgänger – Fahrrad	Dachterrassen und begehbare Dachflächen	$q_k = 4,0 \text{ kN/m}^2$ (nach DIN 1055-3*)
2	Pkw bis 2,5 t	Verkehrs- und Parkflächen / Rampen für leichte Fahrzeuge mit zulässigem Gesamtgewicht bis 2,5 t = 25 kN	$q_k = 3,5\text{-}5,0 \text{ kN/m}^2$ (nach DIN 1055-3*)
3	Lkw über 2,5 t bis 16 t	Verkehrs- und Parkflächen für Fahrzeuge mit zulässigem Gesamtgewicht bis 16 t = 160 kN	$q_k = 8,9 \text{ kN/m}^2$ (nach DIN 1072**)

Tabelle 1. Belastungsklassen

1.3 Dachkonstruktion von Dächern und Decken mit Abdichtung

Die Dachkonstruktion muss den bauaufsichtlichen Zulassungen entsprechen und die statischen und dynamischen Lasten während der Herstellung und des Betriebes schadlos aufnehmen und ableiten können.

Folgende Konstruktionsarten werden bei genutzten Dächern und Decken unterschieden:

- Einschalige Bauweise als gedämmtes oder ungedämmtes Warmdach, mit oder ohne zusätzliche Abdichtung. Als Sonderformen der einschaligen Bauweise (Warmdächer) gelten:
 - WU-Betondach (mit integrierter Abdichtungsfunktion)
 - Umkehrdach
- Zweischalige Bauweise als Kaltdach, mit oder ohne Wärmedämmung auf der unteren Schale und einer Abdichtung auf der oberen Schale.

Die Nutzungsarten – Belastungsklasse 1, 2 oder 3 – richten sich nach den konstruktiven Verhältnissen, dem Abdichtungsaufbau einschließlich Schutzschichten und den im Aufbau verwendeten Werkstoffen.

Die konstruktiven Vorgaben der Anbieter von Konstruktionsystemen sind zu beachten. Der darauf aufzubringende Abdichtungsaufbau richtet sich nach der Werkstoffauswahl und den Vorgaben:

- der Abdichtungsnormen;
- den Fachregeln für Dächer mit Abdichtungen;
- den eventuellen europäischen Produktzulassungen;
- den eventuellen bauaufsichtlichen Zulassungen;
- den Hersteller-Verarbeitungsvorschriften.

Einschaliges, nicht belüftetes Dach ohne Wärmedämmung – Warmdach

Dachkonstruktionen ohne Wärmedämmung kommen bei Tiefgaragen, Parkdecks, Balkonen in der Regel oberhalb nicht geheizter Räume zum Einsatz. Sie werden mit oder ohne Abdichtung (WU-Betondach) ausgeführt. Normalerweise sind sie für die Belastungsklassen 1 bis 3, je nach statischer Auslegung aller Funktionsschichten, geeignet.

* ersetzt durch EC1, DIN EN 1991-1-1-1/(NA)

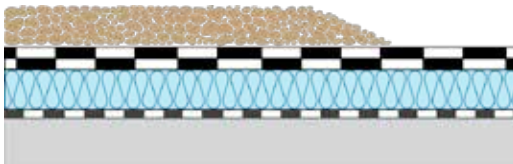
** ersetzt durch DIN-Fachbericht 101, aktuell ohne Ersatz

Einschaliges, nicht belüftetes Dach mit Wärmedämmung – Warmdach

Dachkonstruktionen mit Wärmedämmung kommen bei Tiefgaragen, Parkdecks, Balkonen in der Regel oberhalb nicht geheizter Räume zum Einsatz. Beim konventionellen Warmdach ist eine witterungsbeständige Dachabdichtung über der Wärmedämmschicht angeordnet. Normalerweise sind sie für die Belastungsklasse 1 und 2, je nach statischer Auslegung aller Funktionsschichten, geeignet.

Zweischaliges, be- und entlüftetes Dach mit/ohne Wärmedämmung – Kaltdach

Dachkonstruktion mit einer oberen und unteren Schale, wobei die Wärmedämmung auf der unteren Schale angeordnet werden kann. Der Dachraum zwischen oberer und unterer Schale wird von außen be- und entlüftet. Normalerweise nur für leichte Belastungen der Belastungsklasse 1, je nach statischer Auslegung aller Funktionsschichten, geeignet.

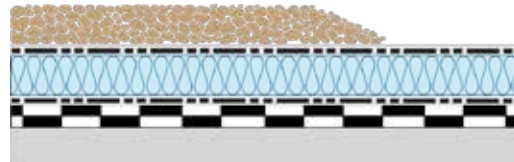


Konventionelles Warmdach

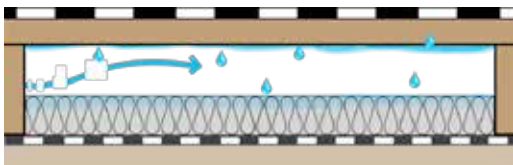
Einschaliges, nicht belüftetes Dach mit Wärmedämmung – Umkehdach

Dachkonstruktionen mit Wärmedämmung oberhalb der Abdichtung werden bei Tiefgaragen und Parkdecks, Dachterrassen oberhalb in der Regel geheizter Räume eingesetzt. Bei einem Umkehdach wird die Wärmedämmung über die Abdichtung verlegt. Hierbei sind bei nachfolgenden Funktions-

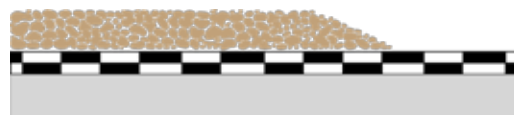
schichten des Verkehrsaufbaus die Dampfdiffusionsvorgänge zu beachten. Über der Dämmung muss eine Sickerschicht / Dampfdiffusionsausgleichsschicht und eine Filterschicht eingebaut werden, um die Dämmung vor Staunässe zu schützen. Normalerweise sind sie für die Belastungsklasse 1 bis 3, je nach statischer Auslegung aller Funktionsschichten, geeignet.



Umkehdach



Kaltdach



Warmdach - ohne Wärmedämmung

1.4 Wärmedämmungen

Zu beachten sind die wärmetechnischen Anforderungen der Energie-Einsparungs-Verordnung (EnEV), die Vorgaben der DIN 4108-2 „Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden – Teil 2: Mindestanforderungen an den Wärmeschutz“ sowie die speziellen Vorgaben aus bauaufsichtlichen Zulassungen. Bei Umkehrdächern wird z.B. in den bisherigen bauaufsichtlichen Zulassungen gefordert, dass eine dauerhafte Diffusionsoffenheit oberhalb der Wärmedämmung erhalten bleiben muss. Deshalb muss die Entwässerung sowohl auf der Abdichtungsebene als auch an der Oberfläche der Wärmedämmschicht und der Vegetationsschicht sichergestellt werden.

Die DIN 4108-10 „Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden – Teil 10: Anwendungsbezogene Anforderungen an Wärmedämmstoffe – Werkmäßig hergestellte Wärmedämmstoffe“ unterscheidet für das Anwendungsgebiet Decke, Dach zwei Arten der Außendämmung im Flachdach:

DAA = Außendämmung von Dach oder Decke, vor Bewitterung geschützt, Dämmung unter Abdichtungen.

DUK = Außendämmung des Daches, der Bewitterung ausgesetzt (Umkehrdach).

Für Dämmstoffe, die oberhalb der Abdichtung eingesetzt werden (z.B. Polystyrol-Extruderschaum, Anwendungstyp DUK beim UK-Dach), sind die bauaufsichtlichen Zulassungen zu beachten. Sind weitere Belastungen zu erwarten (z.B. biologisch, chemisch, UV-Licht), sind Schutzmaßnahmen vorzusehen.

Für den Einsatz unter begehbaren und befahrbaren Verkehrsflächen, sowie Intensivbegrünungen, sind nur Dämmstoffe geeignet, die mindestens dem Dämmstoffanwendungstyp „dh“ entsprechen. Bei zu erwartenden Setzungen des Dämmstoffes aufgrund der Auflast sind An-, Abschlüsse, Durchdringungen und Abläufe entsprechend auszuführen.

Wärmedämmstoff	dm*	dh*	ds*	dx*
Polystyrol - Hartschaum (EPS) nach DIN EN 13163 „Wärmedämmstoffe für Gebäude – Werkmäßig hergestellte Produkte aus expandiertem Polystyrol (EPS) – Spezifikation“	DAA	DAA	-	-
Polystyrol - Extruderschaum (XPS) nach DIN EN 13164 „Wärmedämmstoffe für Gebäude – Werkmäßig hergestellte Produkte aus extrudiertem Polystyrolschaum (XPS) – Spezifikation“	DAA DUK	DAA DUK	DAA DUK	DUK
Polyurethan - Hartschaum (PUR) nach DIN EN 13165 „Wärmedämmstoffe für Gebäude – Werkmäßig hergestellte Produkte aus Polyurethan-Hartschaum (PUR) – Spezifikation“	DAA	DAA	DAA	-
Schaumglas - Dämmstoffe (CG) nach DIN EN 13167 „Wärmedämmstoffe für Gebäude – Werkmäßig hergestellte Produkte aus Schaumglas (CG) – Spezifikation“	DAA	DAA	DAA	DAA

Tabelle 2. Wärmedämmstoffe, Druckbelastbarkeit, Typklassen und Typkurzzeichen nach DIN 4108-10 Auszug

* dm = mittlere Druckbelastbarkeit (nicht genutztes Dach, extensive Dachbegrünung)

dh = hohe Druckbelastbarkeit (Genutzte Dachflächen, Terrassen)

ds = sehr hohe Druckbelastbarkeit (Industrieböden, Parkdeck)

dx = extrem hohe Druckbelastbarkeit (hoch belastete Industrieböden, Parkdeck)

1.5 Abdichtungen gegen nicht drückendes Wasser

Nach DIN 18195 „Bauwerksabdichtungen“ sind genutzte Dachflächen, die nach den Anforderungen des Nutzbelages mit ausreichendem Gefälle ausgebildet werden müssen, nach Teil 5 als „Abdichtungen gegen nicht drückendes Wasser ...“ auszuführen. Darin werden Abdichtungen nach ihrem Schutzziel bzw. nach ihrer Aufgabe und Beanspruchung in „mäßig oder hoch beanspruchte Flächen“ unterschieden.

Zu den hoch beanspruchten Flächen zählen z.B.:

- Dachterrassen
- Parkdecks
- Hofkellerdecken
- Intensiv begrünte Flächen
- Erdüberschüttete Decken

Horizontalkräfte aus dem Fahrverkehr dürfen nicht auf die Abdichtungsebene abgeleitet werden. Es sind Trenn- und Gleitschichten vorzusehen. Die Abdichtung unter begrünten Flächen innerhalb von Verkehrsflächen muss durchwurzelungsfest gemäß den FLL-Dachbegrünungsrichtlinien (Ausgabe 2008) hergestellt werden.

Folgende Abdichtungen werden nach DIN 18195-5 „Abdichtungen gegen nicht drückendes Wasser ...“ eingesetzt.

Bitumen- und Polymerbitumenbahnen

- mindestens 2-lagig;
- bei Belastungsklasse 1 – Oberlage aus Polymerbitumen, bei Anforderung durchwurzelungsfest.

Kunststoff- und Elastomerbitumen

- i.d.R. einlagige, lose Verlegung, mit Einbau zwischen 2 Schutzlagen, bei Bitumenverträglichkeit kann die Verklebung auf einer Bitumenbahn erfolgen;

Andere Abdichtungsarten

In der Praxis werden auch Abdichtungsarten eingesetzt, die weder in DIN 18531 noch in DIN 18195 geregelt werden. Der Einsatz erfolgt auf der Basis einer produktbezogenen Europäischen Technischen Zulassungen (ETZ) oder von werkstoffspezifischen Normen und Vorschriften.

Beispielhaft wird auf folgende Möglichkeiten hingewiesen:

Flüssigabdichtungen

- Flüssigabdichtungen gelten als einlagige Abdichtung;
- Sie müssen vollflächig haftend und mindestens zweischichtig aufgetragen werden;
- Üblich sind mehrkomponentige Dichtstoffe auf der Basis von Reaktionsharzen;
- Es ist eine mittige Armierung durch Vliesstoffe erforderlich;
- Der Hersteller muss einen Eignungsnachweis durch eine Europäische Technische Zulassung (ETZ) nach ETAG 005 Leitlinie für die europäische technische Zulassung für flüssig aufzubringende Dachabdichtungen“ vorlegen.

Gussasphalt

- Der Betonuntergrund muss für die Abdichtung vorbereitet werden;
- Als Unterlage wird eine Bitumen-Schweißbahn mit hochliegende der Trägereinlage, metallkaschierte Bitumen-Schweißbahn oder Asphaltmastix aufgebracht;
- Darauf erfolgt eine Gussasphalt-Schicht in mindestens 25 mm Dicke;
- An- und Abschlüsse sind i.d.R. 2-lagig mit Bitumenbahnen gemäß DIN 18195 herzustellen.

Deckenflächen aus Beton mit hohem Wassereindringwiderstand (WU-Beton)

- Der Wassereindringwiderstand ist abhängig von der Qualität des Betons, der thermischen Situation an den Außenseiten, dem Baufeuchtezustand und der relativen Luftfeuchte.
- Die Anforderungen an Beton mit hohem Wassereindringwiderstand sind in DIN EN 206 „Beton – Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität“ und Eurocode 2: „Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken“ geregelt. Die Regelungen betreffen Wasserundurchlässigkeitsklassen, Konstruktionsanforderungen, Beanspruchungsarten und bauphysikalische Anforderungen an Bauwerke und Bauteile sowie die Expositionsklassen.
- Die DAfStb-Richtlinie „Wasserundurchlässige Bauwerke aus Beton“ ist zu beachten.
- Trennrissbildungen und Trennrissbreiten sind zu begrenzen. Gemäß Eurocode 2: „Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken“, DIN EN 1992-1-1 (/NA) und DIN EN 1992-3(/NA) sind die rechnerische Rissbreite von Trennrissen auf einen Wert von $< 0,2$ mm festzulegen, damit in Abhängigkeit von der Beanspruchungsart die Einhaltung des vereinbarten Wasserdurchtritts nicht überschritten wird.
- Aufgabe der Fugen ist die Verminderung hoher Zwangsspannungen (Bewegungsfugen) und Ermöglichung eines angemessenen Arbeitsablaufs (Arbeitsfugen).

1.6 An- und Abschlüsse

An- und Abschlüsse müssen in Abhängigkeit von Objekt, jeweiligen Details und den werkstoffspezifischen Besonderheiten sowie unter Beachtung der Dauerstandfestigkeit von z.B. Wärmedämmstoffen ausgebildet werden. Abdichtungen nach DIN 18531, DIN 18195 müssen auch bei An- und Abschlüssen den dort aufgeführten Vorgaben entsprechen. Andere Abdichtungen wie z.B. Flüssigkunststoffe sind gemäß Zulassungsvorgaben und Herstellerangaben auszubilden. Je nach Werkstoffart ist die „Fachregel für Dächer mit Abdichtungen“ bei der Planung und Ausführung zu beachten oder sinngemäß anzuwenden.

Die Abdichtung muss bis über Oberkante Belag hochgeführt werden:

- Anschlüsse (Abschlüsse nach DIN 18195) an aufgehenden Bauteilen / Fassaden
 - bis 5 ° Dachneigung (~ 8,8 %) - mindestens 15 cm
 - über 5 ° Dachneigung - mindestens 10 cm
- Abschlüsse an freien Dachrändern
 - bis 5 ° Dachneigung - mindestens 10 cm
 - über 5 ° Dachneigung - mindestens 5 cm

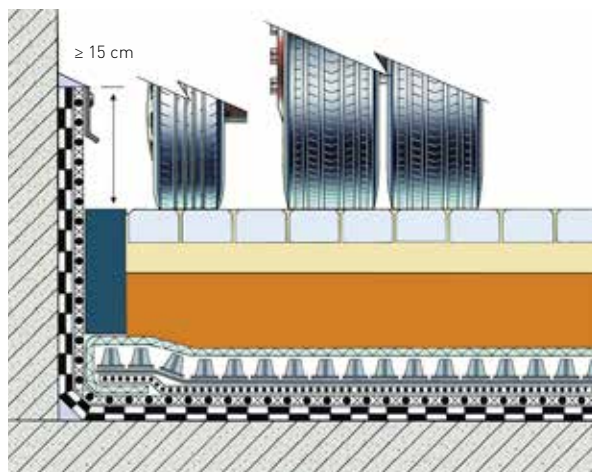
Als Oberkante Belag gilt die Oberfläche der Belagskonstruktion (z.B. die Oberfläche Deckschicht oder der Kiesschüttung).

Größere An- oder Abschlusshöhen können bei exponierten Lagen erforderlich werden, um Hinterläufigkeit zu verhindern, z.B. bei Schneematschbildung, Schlagregen, Winddruck oder Vereisung von Niederschlagswasser. An- und Abschlüsse sind zu verwahren und vor mechanischen Beschädigungen durch z.B. Vorhangbleche zu schützen.

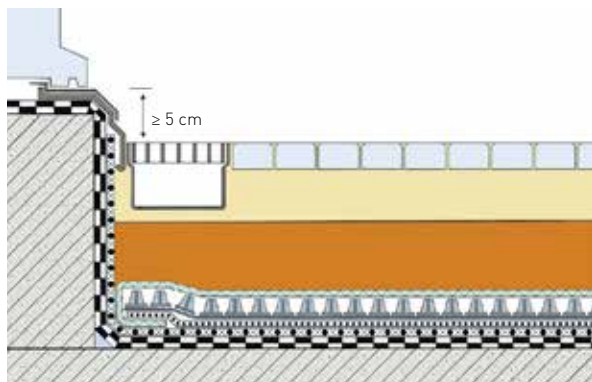
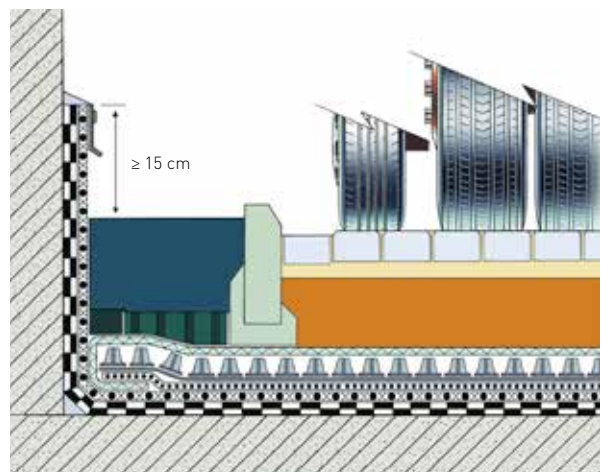
Anschluss an Türaustritte

Eine Verringerung der Aufkantungshöhe ist möglich, wenn ein einwandfreier Wasserablauf vor dem Abschlussbereich jederzeit sichergestellt ist. Hierbei muss die Abschlusshöhe mindestens 5 cm über Oberkante einer offenen Entwässerungsrinne betragen. Diese muss in die Drainageschicht oder in einen Ablauf entwässert werden. Die wirksame Öffnungsweite der Rinnenabdeckung muss das anfallende Wasser rückstaufrei durchlassen.

Barrierefreie Übergänge (≤ 5 cm) sind Sonderkonstruktionen, die von der Planung vorgegeben werden müssen. Dabei sind zusätzliche Maßnahmen erforderlich, z.B. beheizbare Entwässerungsrinnen, Spritzwasserschutz durch Überdachung, Türeindichtungen mit Flanschkonstruktion, Abdichtung des Innenraumes, Gefälleausbildung vom Anschluss zur Terrasse hin.



Detail 1. Fassade



Detail 2. Türtritt

Anschluss an Dachdurchdringungen

Anschlüsse an Durchdringungen und Einbauteile sind mit Manschetten, Klebeflanschen, Klemmflansch-Konstruktionen oder systemgerechten Flüssigabdichtungen herzustellen. Fundamente zur Verankerung von Bau- und Ausstattungselementen, z.B. Pergolen, Rankgitter, Leuchten, Bänke, müssen konstruktiv eingeplant werden. Bei nachträglichem Einbau müssen sie an aufliegenden und druckverteilenden Fundamentplatten oder Rasterfundamenten verankert werden. Weiterhin gelten die gleichen Grundsätze wie bei Anschlüssen an Fassaden.

Anschluss im Erdreich

Endet die über den Dachrand nach unten geführte Abdichtung im Erdreich, ist ein dauerhaft wasserdichter Anschluss an die Wandabdichtung erforderlich. Die Abdichtung ist mindestens 50 cm über die Deckenkante nach unten zu führen und ggf. an eine vorhandene Wandabdichtung anzuschließen. Eine evtl. Fuge zwischen Decke und Wand muss mindestens 20 cm überdeckt werden.

Anschluss an Fassaden

Bei Anschlüssen an Fassaden ist die Abdichtung 15 cm über Deckschicht hochzuführen und vor mechanischer Beschädigung durch z.B. Vorhangbleche zu schützen. Fassadenwasser ist über einen Spritzschutzstreifen aus z.B. Kies, Fassadenrinnen oder ausreichendes Oberflächengefälle der Deckschicht, abzuleiten.

1.7 Gefälle der Dachkonstruktion

Verkehrsflächen auf Bauwerken müssen zur Vermeidung von stehendem, bzw. stauendem Wasser innerhalb der Funktionsschichten in einem Gefälle ausgeführt werden.

Das Gefälle der Tragwerkskonstruktion / Dachabdichtung beträgt bei:

- Belastungsklasse 1: minimal 2,0 %
- Belastungsklasse 2 und 3: minimal 2,5 %

Das Gefälle kann unterhalb der Abdichtung hergestellt werden durch:

- die Tragwerkskonstruktion;
- einem Gefälleestrich;
- einer Gefälledämmung.

Zu beachten!

Kann stehendes Wasser aufgrund fehlender Gefälleausbildung auf der Abdichtung auftreten, so sind zusätzliche Maßnahmen hinsichtlich der Wasserableitung und Frostsicherheit des Schichtaufbaus erforderlich.

Mögliche Maßnahmen:

- Einbau eines Drainagesystems für die gefällelose Verlegung mit Angabe der entwässerbaren Länge durch ein Gutachten;
- Einbau einer Tragschicht ohne 0-Anteile;
- Einbau einer Bettung ohne 0-Anteile direkt auf den ND Drainagesystemen;
- Einsatz von Drainbeton / Drainmörtel.

Die ansetzbaren Maßnahmen sind objektbezogen zu prüfen.

Produkte:

ND 800 Drainagesystem

1.8 Entwässerung

Die Entwässerung der Dachflächen kann als Innen- oder Aussenentwässerung erfolgen. Die Entwässerungseinrichtungen müssen das anfallende Oberflächenwasser und Sickerwasser rückstaufrei ableiten, z.B. über innenliegende Entwässerungspunkte oder als Außenentwässerung über die Deckenfläche in das Erdreich.

Wasser muss aus folgenden Ebenen abgeleitet werden:

- 1. Entwässerungsebene = Abdichtung
- 2. Entwässerungsebene = Deckschicht
- 3. Entwässerungsebene = UK-Dach (Dämmstoffoberfläche)

Innenentwässerung

- Abläufe sind an den Tiefpunkten der Flächen anzuordnen.
- Entwässerungspunkte sollen in den Entwässerungsebenen übereinander angeordnet werden.
- Die Dimensionierung erfolgt gemäß DIN EN 12056-3 „Schwerkraftentwässerungsanlagen innerhalb von Gebäuden“ und DIN 1986-100 „Entwässerungsanlagen für Gebäude und Grundstücke“.
- Flächen mit innenliegender Entwässerung müssen auf jeden Fall einen Ablauf und einen Notablauf bzw. -überlauf enthalten. Zu Rändern, Aufbauten, Fugen ist ein Abstand von minimal 30 cm erforderlich.
- Um grobe Schmutzpartikel zurückzuhalten sollten entsprechende Schlammfangeinrichtungen (Grob / Fein) in die Entwässerungseinrichtungen eingeplant werden.
- Entwässerungseinrichtungen müssen kontrollierbar sein.

Punktentwässerung

- Punktlasten aus den Einlaufrosten und Schächten müssen flächig auf die Tragschicht oder Sickerschicht abgeleitet werden.
- Die Einlaufroste müssen der Belastungsklasse entsprechend ausgelegt werden und das anfallende Wasser aus der 2. Entwässerungsebene (Deckschicht) aufnehmen und ableiten können.
- Schächte und Rohrleitungen müssen das Wasser aus der 1. Entwässerungsebene (Abdichtung) und 3. Entwässerungsebene (Dämmung bei UK-Dächern) seitlich aufnehmen und in den Dachablauf abgeben können.
- Schmutzpartikel sind durch entsprechende Schlammfangeinrichtungen (Grob/Fein) zurückzuhalten (DIN 1221 „Schmutzfänger für Schachtabdeckungen“; DIN 4052 „Betonteile und Eimer für Straßenabläufe“).

Die Anforderungen an die Abdeckungen (DIN EN 124 „Aufsätze und Abdeckungen für Verkehrsflächen“) richten sich nach den Belastungsklassen:

- Belastungsklasse 1 = Abdeckung Klasse A
- Belastungsklasse 2 = Abdeckung Klasse B
- Belastungsklasse 3 = Abdeckung Klasse C/D

Linienentwässerung

- Fundamente der Entwässerungsrinnen dürfen den Wasserabfluss der Drainageschicht nicht stören.
- Entwässerungsrinnen sind über entsprechende Kontrollschächte an die Dachabläufe anzuschließen.
- Rinnen im angrenzenden Fassaden- / Türbereich können über gesonderte Deckenabläufe oder die Drainageschicht entwässert werden.
- Rinnenabdeckungen benötigen für einen rückstaufreien Durchlass des anfallenden Wassers wirksame Öffnungsweiten.

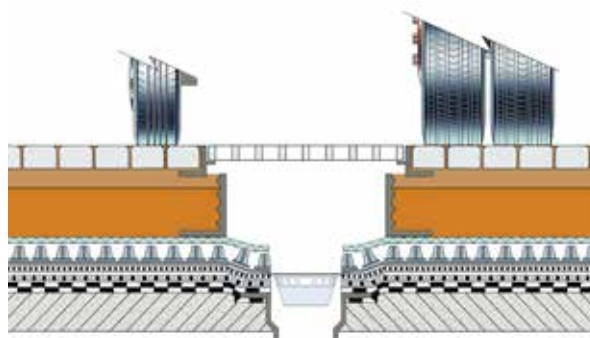
Es gilt DIN EN 1433 „Entwässerungsrinnen für Verkehrsflächen“.

Außenentwässerung

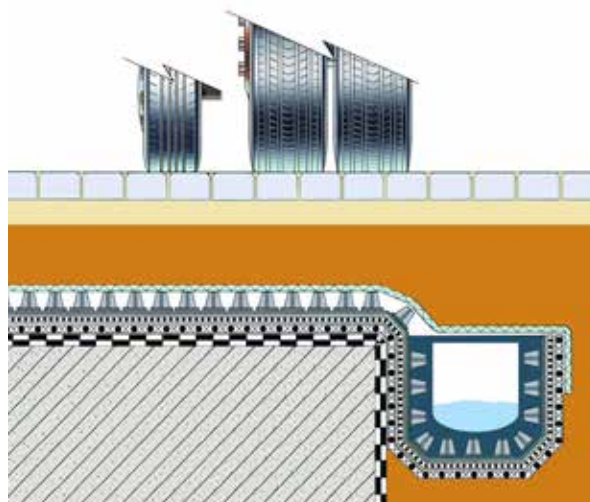
- Sickerwasser aus Dachflächen, das direkt in das angrenzende Erdreich entwässert werden soll, ist im Bereich der senkrechten Wand über eine Drainageschicht gemäß DIN 4095 „Baugrund; Drainung zum Schutz baulicher Anlagen; Planung, Bemessung und Ausführung“ abzuleiten.
- Die Dicke der Drainageschicht ist entsprechend der anfallenden Gesamtwassermenge zu dimensionieren.

Fremdwasser

Zusätzlich anfallendes Wasser aus angrenzenden Fassaden- oder Dachflächen kann von entsprechend dimensionierten Kiesstreifen oder Rinnen aufgenommen und entweder direkt über gesonderte Einläufe abgeführt oder in die Sickerschicht entwässert werden. Bei der Dimensionierung der Entwässerungseinrichtungen muss das zusätzlich anfallende Wasser ebenfalls berücksichtigt werden. Ansonsten sind diese Flächen getrennt zu entwässern.



Detail 3. Einlaufrost



Detail 4. Entwässerung über die Dachkante

2 Funktionsschichten - Aufbau begehbare und befahrbare Dachflächen

Bei dem Schichtenaufbau für Verkehrsflächen auf Dächer und Decken sind folgende Funktionsschichten zu unterscheiden:

- Trennschicht
- Gleitschicht
- Schutzschicht
- Sickerschicht
- Filterschicht
- Tragschicht
- Ausgleichsschicht
- Bettung
- Deckschicht

Die einzelnen Schichten müssen so aufeinander abgestimmt werden, dass die Funktionsfähigkeit des Gesamtsystems dauerhaft gewährleistet ist.

Insbesondere dürfen die Einzelschichten, z.B. bei kurzfristigen Belastungen, nicht durch unzulässige Federungen (z.B. durch strukturierte Gummigranulatmatten oder Gummimatten / -Platten) beansprucht werden. Im Normalfall hat jede Schicht eine bestimmte Funktion innerhalb des Gesamtaufbaus zu erfüllen.

Es ist aber ebenso möglich, dass:

- ein Produkt mehrere Funktionen innerhalb der Schichten übernehmen kann, z.B. eine Gleitlage zusätzlich auch die Funktion als
- Trenn- oder Schutzlage, oder eine Funktionsschicht aus mehreren Produkten besteht, wie z.B. bei der Gleitschicht, bei der eine Gleitmöglichkeit nur durch zwei nicht-klebende Oberflächen gleicher oder unterschiedlicher Produkte erreicht wird.

2.1 Trennschicht

Bei Unverträglichkeiten von Baustoffen oder Bauteilen müssen Trennlagen eingebaut werden.

Angewendet werden:

- Kunststofffolien
- Vliesstoffe

Der jeweilige Werkstoff muss vollflächig abgedeckt werden. Die ND Drainagesysteme sind je nach Typ mit werkseitig aufkaschierten Trenn- und Gleitfolien / -vliesen ausgestattet.

ND Produkte:

ND Drainagesysteme
ND TGF-20 Trenn- und Gleitfolie
ND TSF-100 Trenn- und Schutzfolie

2.2 Gleitschicht

Auf die Abdichtung dürfen keine Kräfte bzw. Bewegungen aus darüber liegenden Schichten übertragen werden. Um dies auszuschließen ist der Einbau einer Gleitschicht bestehend aus mindestens 2 Gleitlagen erforderlich. Gleitlagen können je nach Werkstoff auch weitere Funktionen übernehmen, z.B. als Schutz- und / oder Trennlage.

Es werden i.d.R. Kunststofffolien eingesetzt aus:

- PET (Polyethylenterephthalat)
- PP (Polypropylen)
- PE (Polyethylen)
- PS (Polystyrol)

Die Gleitschicht in dem Nophadrain Terrassensystem (Belastungsklasse 1) besteht aus der ND TGF-20 Trenn- und Gleitfolie und der Trenn- und Gleitfolie des jeweiligen ND Drainagesystems. In

diesem System übernimmt das ND Drainagesystem auch die Funktion der Schutzschicht. Je nach Reibwert der Abdichtung (Gleiteigenschaft) können die mit einer Trenn- und Gleitfolie ausgestatteten ND Drainagesysteme auch direkt auf der Abdichtung verlegt werden.

Im Nophadrain Parkdachsystem - Pkw und Parkdachsystem - Lkw (Belastungsklasse 2 und 3) besteht die Gleitschicht aus der ND TSF-100 Trenn- und Schutzfolie und der Trenn- und der Gleitfolie der ND Drainagesysteme.

ND Produkte:

ND Drainagesystem
ND TGF-20 Trenn- und Gleitfolie
ND TSF-100 Trenn- und Schutzfolie

2.3 Schutzschicht

Die Schutzschicht ist ein Schutz gegen mechanische und dynamische Beschädigung der Dachabdichtung und ggf. der zusätzlich aufgetragenen Wurzelschutzfolie. Schutzschichten sind gemäß DIN 18195-10 „Bauwerksabdichtungen; Schutzschichten und Schutzmaßnahmen“ auszuführen. Die hierbei zu verwendenden Stoffe sind in DIN 18195-2 „Bauwerksabdichtungen; Stoffe“ aufgeführt.

Bei leichten mechanischen Belastungen durch z.B. Verlegung von Betonplatten / -pflaster in Bettung oder Ausgleichsschicht (Belastungsklasse 1) gemäß DIN 18195, können auch Sickerschichten aus ND Drainagesystemen, die unmittelbar im Anschluss an das Verlegen der Dachabdichtung, des Durchwurzelungsschutzes oder der Trenn- und Gleitlage

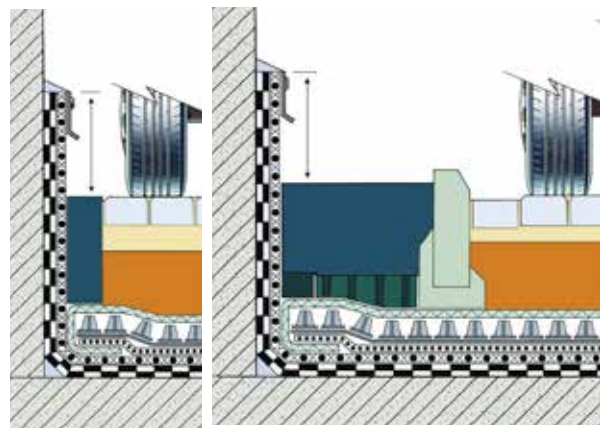
aufgebracht werden, die Schutzschichtfunktion übernehmen. Die Schutzschicht kann ggf. auch eine notwendige Trenn- und Gleitlagefunktion übernehmen.

Der Schutz der Abdichtung bei dünn-schichtigen Bauweisen der Belastungsklasse 1, kann durch das ND Drainagesystem direkt erbracht werden. Wird entsprechend den Vorgaben der DIN 18195-10 ein Nachweis / Prüfzeugnis über die Schutzfunktion gefordert, so kann der Nachweis durch die ND TSF-100 Trenn- und Schutzfolie nach DIN EN 13719 „Geotextilien und geotextilverwandte Produkte – Bestimmung der langfristigen Schutzwirksamkeit von Geotextilien im Kontakt mit geosynthetischen Dichtungsbahnen“ erbracht werden.

Werden bei Belastungsklasse 1 bis 3 zum Höhenausgleich Tragschichten aus Schotter z.B. HKS 0/22 bis 0/45 eingesetzt, so ist die ND TSF-100 Trenn- und Schutzfolie zu verwenden. Die Beurteilung der Schutzwirksamkeit von Schutzschichten auf begehbaren und befahrbaren Dachflächen (Belastungsklasse 1 bis 3) kann über Indexversuche (Einzelfunktion von Schichten) der einzelnen Produkte, oder über Performanceversuche (Funktions- und Standfestigkeitsnachweis im Praxisversuch) des gesamten Schichtenaufbaus erfolgen (Siehe Anlage A und B).

Die ND TSF-100 Trenn- und Schutzfolie kann bei einer Dämmung / Abdichtung mit einer größeren Grenzdehnung zur Lastverteilung / Lastaufnahme eingesetzt werden. Die Angaben sind vom Hersteller vorzugeben. Zum Schutz der Abdichtung im aufgehenden Bereichen ist bei Belastungsklasse 2 und 3 eine zusätzliche Dämpfungsschicht notwendig um dynamische Belastungen abzumindern. Je nach Untergrund, z.B. wärmegeämmte Fassaden, können z.B. Gummigranulatmatten oder XPS-Platten eingesetzt werden.

Produkte:
ND Drainagesysteme
ND TSF-100 Trenn- und Schutzfolie



Detail 5. Fassadenanschlüssen

2.4 Sickerschicht

Die Sickerschicht entlastet die Abdichtung vom hydrostatischen Druck des Wassers. Sie führt das Überschusswasser unter Tragschichten / Bettungen ab und verhindert somit den Aufbau von "stauer Nässe" und das Hochfrieren der Deckschicht im Winter. Anfallendes Überschusswasser aus der Tragschicht / Bettung muss durch das Filtervlies unmittelbar horizontal abgeleitet werden. Ein Rückstau oder Rückhalt in der Sickerschicht ist nicht zulässig. Die Funktionsfähigkeit ist gemäß DIN 4095 „Baugrund; Drainung zum Schutz baulicher Anlagen; Planung, Bemessung und Ausführung“ auf 50 Jahre auszulegen. In Abhängigkeit von dem Gefälle der Dachkonstruktion und der zu erwartenden Druckbelastung ist die Leistungsfähigkeit

der Sickerschicht als Ablauflänge in Meter anzugeben. Die Leistungsfähigkeit des ND Drainagesystems (max. zulässige Fließlänge) erhöht sich objektbezogen unter Berücksichtigung des über die Oberfläche (Deckschicht) abgeleitenden Wassers.

Sickerschichten aus Kunststoffmatten („Eierkartons“) oder -Platten, sogenannte Geospacers*, können ebenso wie Geoverbundstoffe, mit dem CE-Kennzeichnung nach DIN EN 13252 markiert sein. Siehe auch: Nophadrain Prospekt „Dimensionierung der Sickerschicht“

* Dreidimensionale polymere Struktur für die Schaffung eines Luftzwischenraums im Boden und / oder in einem anderen Stoff bei geotechnischen Anwendungen oder im Bauwesen (DIN EN ISO 10318).

2.5 Filterschicht

Filtervliese oder Filtergewebe werden für den Feinteilrückhalt aus Tragschichten oder Bettungsmaterialien eingesetzt. Die Sickerschicht muss vor dem Einschlämmen von Feinteilen dauerhaft geschützt werden. Die Porenöffnungsweite von Filtervliesen oder Filtergewebe ist auf die Körnungslinie des Schüttstoffes

abzustimmen. Beim Einsatz als Filterschicht unter Oberboden- / Unterboden-Gemischen müssen gesonderte Maßnahmen für den Feinteilrückhalt getroffen werden, z.B. Einsatz der ND WSM-50 Wasserspeichermatten. Filtervliese und Filtergewebe müssen CE-gekennzeichnet sein (DIN EN 13252).

Belastungsklasse*	Lastverteilende Tragschicht	Geotextilrobustheitsklasse (GRK)	Stempeldurchdruckkraft** kN
1	ohne	GRK 2	≥ 1,0
1	mit	GRK 3	≥ 1,5
2 und 3	mit / ohne	GRK 4	≥ 2,5

Tabelle 3. Geotextilrobustheitsklassen

* siehe Tabelle 1. Belastungsklassen

** DIN EN ISO 12236 „Geokunststoffe - Stempeldurchdruckversuch“

Zu beachten!

Filtervliese und Filtergewebe sind mit einer Überlappung von mindestens 10 cm zu verlegen. Sie sollen innerhalb einer Woche nach Einbau überschüttet werden und sind zwischenzeitlich gegen Windsog zu sichern. Filtervliese / -gewebe sind Bestandteil der ND Drainagesysteme. Durch einen speziellen Kleber sind

sie mit der Sickerschicht, der ND Noppenfolie, verbunden. Überlappungen von 10 cm sorgen dafür, dass keine Feinteile in die Sickerschicht einspülen können.

2.6 ND Drainagesysteme

Die Filterschicht, Sickerschicht und Gleitschicht (erste Gleitlage) werden von dem CE-gekennzeichneten ND Drainagesystem übernommen. Die Sickerschicht des ND Drainagesystems besteht aus einer geformten Kunststoff Noppenfolie mit einer Bauhöhe von ca. 13 mm bis 27 mm. Auf der Noppenseite ist ein Geotextil

aufkaschiert. Abhängig von der Anwendung kann die Sickerschicht diffusionsoffen (gelocht) sein und auf der Rückseite mit einer Gleitlage (Folie) oder einer diffusionsoffenen Trennlage (Geotextil) versehen werden.

Produkt	Belastungsklasse*	Dachkonstruktion		
		mit Wärmedämmung	ohne Wärmedämmung	Umkehrdach
ND 800	1	■	■	-
ND 200	1	■	■	-
ND 200s	1	-	-	■
ND 200sv	1	-	-	■
ND 200hsv	1	-	-	■
ND 220	1	■	■	-
ND 600	1 / 2	■	■	-
ND 600s	1 / 2	-	-	■
ND 600sv	1 / 2	-	-	■
ND 620	1 / 2	■	■	-
ND 600hdsv	2 / 3	-	-	■
ND 620hd	2 / 3	■	■	-

Tabelle 4. Anwendung ND Drainagesysteme

* siehe Tabelle 1. Belastungsklassen

Zusatzausstattung zur Basisversion: ND 200er – 600er Drainagesysteme:

.. 20 = Trenn- und Gleitfolie (1. Gleit- und Trennlage)

s = gelochte Noppenfolie (diffusionsoffenen Sickerschicht)

v = Trenn- und Gleitvlies (diffusionsoffen)

hd = hohe Druckstärke (9 % Verformung bei 1 MPa)

Dimensionierung ND Drainagesysteme

Bei Dachaufbauten mit einer Deckschicht wird ein Teil des Niederschlagswassers über die Oberfläche abgeleitet (q_o), die so genannte 2. Entwässerungsebene. Die Sickerschicht oberhalb der 1. Entwässerungsebene (Abdichtung), muss durch die Tragschicht eintretendes Wasser ($q_{a,s}$) aufnehmen und ohne Druck ableiten.

In Anlehnung an DIN 4095 „Baugrund; Dränung zum Schutz baulicher Anlagen; Planung, Bemessung und Ausführung“ und DIN 1986-100 können bei stationären Berechnungsverfahren

vereinfacht folgende Abflussspenden zu Grunde gelegt werden:

$$q_{a,s} = r - q_o$$

$q_{a,s}$ = Abflussspende $l/(s \times m^2)$ (Tabelle 5)

r = Berechnungsregenspende $l/(s \times m^2)$ entsprechend DIN EN 12056-3 und DIN 1986-100 oder örtlichen Vorgabe

q_o = Abfluss $l/(s \times m^2)$

Die Abflussspenden gelten für die Deckschicht bei einem Bemessungsregen von 15 Minuten und einem Zyklus von 10 Jahren $r_{15}^{0,1} = 0,03 l/(s \times m^2)$. In Abhängigkeit von örtlichen Regenspenden können sich höhere oder geringere Abflussspenden ergeben.

Deckschicht	$q_{a,s} (l/(s \times m^2))$
Betonsteinpflaster	0,01
Wassergebundene Fläche	0,015
Rasengittersteine auf durchlässigem Untergrund	0,03

Tabelle 5. Abflussspenden von Deckschichten in die Sickerschicht $q_{a,s}$

Die abzuführende Abflussspende des ND Drainagesystems in $l/(s \times m)$ wird nach folgendem Verfahren ermittelt:

$$\text{erf } q' = \frac{q_{a,s} \times A}{L_r} \text{ in } l/(s \times m)$$

erf q' = erforderliche Abflussspende $l/(s \times m)$ im Drainagesystem
 $q_{a,s}$ = Abflussspende $l/(s \times m^2)$ (Tabelle 5)
 A = wirksame Dachfläche m^2 ($L_r \times Br$)
 L_r = Traulänge m

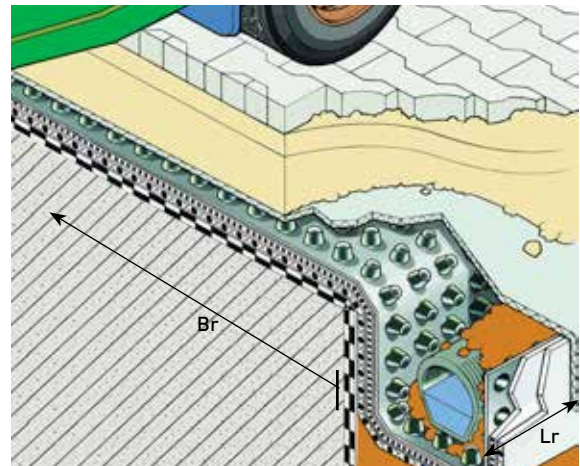


Bild 1. Wirksame Dachfläche in m^2
 Br = Dachtiefe von der Traufe bis zum First
 L_r = Traulänge

2.7 Tragschicht

Voraussetzung für eine funktionsfähige Tragschicht ist eine druckstabile Drainageschicht, die das Überschusswasser aus der Tragschicht horizontal ableitet. Die Tragschicht muss statische und dynamische Lasten aufnehmen und an die unteren Schichten abführen. Durch die lastverteilenden Eigenschaften einer entsprechend dimensionierten Tragschicht reduzieren sich die Lastbeanspruchungen der unteren Schichten wie z.B. Dämmung, Abdichtung, Drainageschicht. Eine Tragschicht kann zur Lastverteilung (Belastungsklasse 2 und 3) und / oder zur Gefälleausbildung der Deckschicht (Belastungsklasse 1 bis 3) eingesetzt werden.

Die Tragschicht ist je nach Belastungsklasse entsprechend zu verdichten:

Belastungsklasse*	Verformungsmodul statisch E_{v2} in MN/m^2
1	≥ 80
2	≥ 120
3	≥ 150

Tabelle 6. Verdichtung Tragschicht
 * siehe Tabelle 1. Belastungsklassen

Die Dicke der Tragschicht ist entsprechend der Belastungsklasse 1 bis 3, der zu erwartenden Verkehrsbelastung und des Tragverhaltens der unteren Funktionsschichten festzulegen. Es ist ein Nachweis erforderlich, dass die Statik und die Stoffeigenschaften der darunter liegenden Funktionsschichten eine Verdichtung mit dem geforderten Verformungsmodul zulassen.

Die Verdichtung ist durch einen statischen Plattendruckversuch nachzuweisen. Die Wahl des Verdichtungsgerätes ist vor der Ausführung mit dem Statiker / Architekten abzustimmen.

Tragschicht im einschaligen Dach mit / ohne Wärmedämmung

Die Tragschicht kann aus gebrochenem Material der Sieblinien 0/22, 0/32 oder 0/45 hergestellt werden. Bei innenliegender Entwässerung darf Kalkhydrat aus dem Verkehrsflächenaufbau nur in minimalem Umfang freigesetzt werden, um Kalkablagerungen an den Dachabläufen vorzubeugen.

Belastungsklasse*	Material	Körnung mm	Schichtdicke cm
1	Schotter	0/22	≥ 10
2	Schotter	0/32	≥ 15
3	Schotter	0/32 - 0/45	≥ 15

Tabelle 7. Tragschicht Warmdach
 * siehe Tabelle 1. Belastungsklassen

Tragschicht beim Umkehrdach

Die in der Zulassung enthaltenen Anforderungen zum Wasserdampfdiffusionsverhalten müssen beim Umkehrdach unbedingt beachtet werden. Aufgrund der geringen Verdichtungsmöglichkeit von nicht hydraulisch gebundenen Tragschichten ohne 0-Anteile sind die Tragschichtstärken objektbezogen zu erhöhen.

Im Einzelfall ist zu prüfen, ob bei Verwendung einer Wasserdampfdiffusionsausgleichsschicht wie bei den ND Drainagesystemen Typ: „s“ und „sv“, Tragschichten mit 0-Anteilen eingebaut werden können. Bei aussenliegender Entwässerung ist es auch möglich neben Einkornbetonplatten, Einkornbeton als Fertigbeton in entsprechender Schichtstärke einzubauen. Je nach Einbaustärke und Belastung ist diese Schicht in Einzelflächen unterzuteilen.

Belastungsklasse*	Material	Körnung mm	Schichtdicke cm
1	gebrochenes Material	2/22	≥ 10
2	Einkornbeton / Platten**	-	≥ 10
	Einkornbeton / Ortbeton**	-	≥ 10
	Schotter	2/32	≥ 15
	Schotter	0/32 **	≥ 15
3	Einkornbeton / Ortbeton**	-	≥ 10
	Schotter	0/32 - 0/45 **	≥ 15

Tabelle 8. Tragschicht Umkehrdach

* siehe Tabelle 1. Belastungsklassen

** Eignung ist durch den Hersteller nachzuweisen

2.8 Ausgleichsschicht

Bei begehbaren Dachflächen der Belastungsklasse 1 kann zur Gefällebildung bei dünn-schichtigen Aufbauten und zum Höhenausgleich eine Ausgleichsschicht eingebaut werden. Eine Ausgleichsschicht ist eine Kombination aus Bettung und Tragschicht. Die Deckschicht wird direkt in die Ausgleichsschicht verlegt. Das Fugenmaterial muss auf die Sieblinie abgestimmt werden. Aufgrund des hohen Hohlraumvolumens der Ausgleichsschicht ist ein mehrmaliges Nachsandern der Fugen erforderlich.

Mögliche Sieblinien für gebrochene oder ungebrochene Gesteinskörnungen sind:

- 2/8 mm*
- 3/9 mm*

Die Dicke der Schicht muss mindestens 5 cm und darf maximal 15 cm betragen. Die Ausgleichsschicht kann direkt auf die ND Drainagesysteme aufgebracht werden.

* Verwendung muss vereinbart werden

2.9 Bettung

Maßtoleranzen der Pflastersteine / Platten und die Unebenheiten der Tragschicht werden durch die Bettung ausgeglichen. Die Lagestabilität der Deckschicht wird maßgeblich durch eine funktionsfähige Bettung erreicht. Die auf die Deckschicht einwirkenden Kräfte werden über die Bettung auf die unterliegenden Schichten übertragen. Das Bettungsmaterial muss ausreichend wasser-durchlässig und gegenüber den unteren Schichten filterstabil sein. Aufgrund der geringeren Lagestabilität von Bettungen ohne 0-Anteile muss die Verwendung ausdrücklich vereinbart werden.

Mögliche Sieblinien für gebrochene oder ungebrochene Gesteinskörnungen sind:

- 0/4 mm
- 0/5 mm
- 0/8 mm
- 0/11 mm (Steindicke ab 12 cm und Bettungsdicke ab 4 cm)
- 1/3 mm*
- 2/5 mm*

Bettungen im Bereich von Umkehrdächern müssen grundsätzlich diffusionsoffen ausgebildet werden. Das Fugenmaterial muss auf diese Sieblinie abgestimmt werden. Falls erforderlich ist mehrfach nachzusanden, bis sich die Fuge stabilisiert hat und sich die Hohlräume im Fugenbereich der Bettung gefüllt haben.

Mögliche Sieblinien bei diffusionsoffener Bauweise (Umkehrdächern):

- 1/3 mm*
- 2/5 mm*

Die Dicke der Bettung muss im verdichteten Zustand 3 - 5 cm betragen. Bei Steindicken ab 12 cm sind Gesteinskörnungen der Sieblinie 0/11 mm in einer Stärke ab 4 cm zu verwenden. Je nach Belastungsklasse und Art der Deckschicht kann die Bettung auch direkt auf die ND Drainagesysteme aufgebracht werden.

* Verwendung muss vereinbart werden

2.10 Deckschicht

Für Verkehrsflächen auf Decken und Dächern ohne festen Bodenanschluss werden meistens keine geschlossenen Deckschichten aus z.B. Asphalt, Beton verwendet. Offene Deckschichten aus z.B. Betonsteinpflaster, Klinker, großformatige Betonplatten usw., die auf einer Bettung und Tragschicht verlegt werden, bieten neben technischen Vorteilen einen höheren gestalterischen Wert.

Die wichtigsten Gründe dafür sind:

- die einfache Zugänglichkeit der Dachkonstruktion und der Abdichtung
- die Kontinuität der Flächengestaltung im Übergang von erdgebundenen Verkehrsflächen zu denen auf Bauwerken
- ein harmonisches Straßen- und Umgebungsbild
- geringe Kosten in der Herstellung und Unterhaltung

Die Lebensdauer einer Deckschicht ist abhängig von der Aufnahme statischer und dynamischer (Verkehrs-) Lasten und von der Funktionsfähigkeit aller weiteren aufeinander abgestimmten Schichten. Die Dicke der Deckschicht ergibt sich aus der zu erwartenden Belastungsklasse, des zu verwendenden Materials, der Verlegeart und der Tragfähigkeit der unteren Schichten.

Gefälle

Das Eindringen von Niederschlagswasser in die Bettung und die Tragschicht muss so weit wie möglich verringert werden. Deshalb sollte das Wasser möglichst schon über die Oberfläche der Deckschicht, als 2. Entwässerungsebene, in Dachabläufe oder über die Dachkante abgeführt werden. Je geringer die Wasserdurchlässigkeit der Deckschicht, desto höher die hydraulische Leistungsfähigkeit (max. zulässige Fließlänge) der Sickerschicht.

In Abhängigkeit von der Art des Belages ist ein Mindestgefälle zu planen:

- Betonplatten – Natursteinplatten: 2,0 %
- Betonsteinpflaster – Klinkerbeläge: 2,5 %
- Natursteinpflaster: 3,0 %
- Asphalt 2,5: %
- versickerungsfähige Beläge: 1,0 %
- Betondeckschichten: 2,5 %
- Wasser- und hydraulisch gebundene Belag: 2,0 %

Ein Gefälle kann hergestellt werden durch:

- die Dachkonstruktion
- die Tragschicht
- die Ausgleichsschicht

Pflaster- und Plattenbeläge

Die Deckschicht kann aus vorgefertigten Pflastersteinen, z.B. Betonsteinpflaster, Klinker, Betonplatten, Natursteinpflaster / -platten und / oder großformatige Platten aus Beton bestehen. Je nach Art und Dicke der Fugenausbildung wird Oberflächenwasser an die unteren Funktionsschichten abgegeben.

Mosaikpflastersteine / Kleinpflastersteine

- Mosaikpflastersteine / Betonkleinpflastersteine / Klinker / Naturstein sind aufgrund ihrer geringen Einbindetiefe, Verbundwirkung und Maßhaltigkeit nur für die Belastungsklasse 1 geeignet.

Pflasterklinker im Verband

- Pflasterklinker können auf Verkehrsflächen der Belastungsklasse 1 eingesetzt werden.
- Ohne separate Tragschicht können Pflasterklinker bei Belastungsklasse 1 in eine Bettung oder Ausgleichsschicht direkt auf die ND Drainagesysteme verlegt werden. Die minimale Dicke des Pflasterklinker beträgt 4 cm.

Betonsteinpflaster im Verband

- Betonsteinpflaster werden i.d.R. auf Verkehrsflächen der Belastungsklasse 1 und 2 eingesetzt. Bei der Belastungsklasse 2 wird durch die Verlegung im Verband eine höhere Lagestabilität hinsichtlich der auftretenden dynamischen Kräfte erreicht.
- Ohne separate Tragschicht kann Betonsteinpflaster bei Belastungsklasse 1 und 2 in eine Bettung direkt auf die ND Drainagesysteme verlegt werden. Die Dicke des Betonsteinpflaster beträgt bei Belastungsklasse 1 minimal 4 cm und bei Belastungsklasse 2 minimal 8 cm.

Betonplatten

- Betonplatten werden i.d.R. auf Verkehrsflächen der Belastungsklasse 1 eingesetzt.
- Ohne separate Tragschicht können Betonplatten bei Belastungsklasse 1 in eine Bettung oder Ausgleichsschicht direkt auf das ND Drainagesystem verlegt werden.
- Die Dicke der Betonplatten beträgt bei Belastungsklasse 1 minimal 4 cm.

Rasenschutzzuben / Rasengittersteine

- Rasenschutzzuben oder Rasengittersteine können bei Belastungsklasse 1 bis 3 eingesetzt werden.
- Bei Belastungsklasse 2 und 3 sollten sie nur dann eingesetzt werden, wenn diese Flächen selten befahren werden, wie z.B. für Einstellplätze, reine Bedarfsflächen für die Feuerwehr.
- Das Niederschlagswasser wird zu annähernd 100 % in die weiteren Schichten abgegeben.
- Aufgrund des hohen Wassereintrages in die Tragschicht ist die Belastung durch Fahrverkehr eingeschränkt.

Betonsteinpflaster als Verbundsteinpflaster

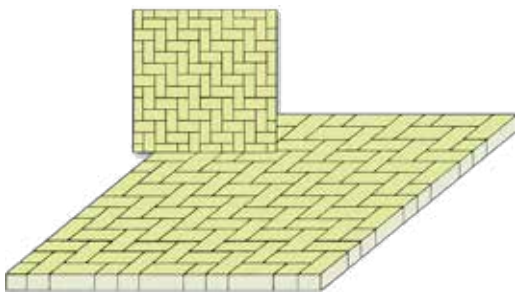
- Verbundsteinpflaster wird i.d.R. auf Verkehrsflächen der Belastungsklasse 1 bis 3 eingesetzt. Bei Verkehrsflächenbereichen der Belastungsklasse 2 und 3, in denen mit Scherkräften (z.B. Kurven) sowie Brems- und Beschleunigungskräften (z.B. Rampen) zu rechnen ist, werden die auftretenden Kräfte über das Verbundsteinpflaster besser aufgenommen und abgeleitet.
- Ohne separate Tragschicht kann Verbundsteinpflaster bei Belastungsklasse 1 und 2 in eine Bettung oder Ausgleichsschicht (Belastungsklasse 1) direkt auf das ND Drainagesystem verlegt werden. Bei Belastungsklasse 3 wird das Verbundsteinpflaster in eine Bettung auf einer lastverteilenden Tragschicht verlegt.
- Die Dicke des Verbundsteinpflasters beträgt bei:
 - Belastungsklasse 1 - minimal 6 cm
 - Belastungsklasse 2 - minimal 8 cm
 - Belastungsklasse 3 - minimal 10 cm

Betonfertigteilplatten

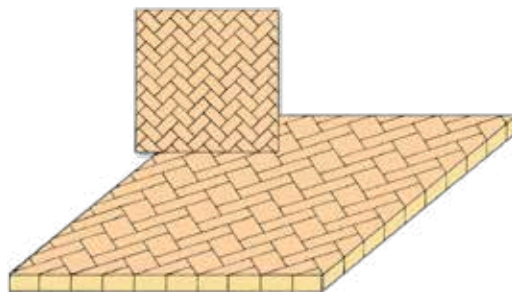
- Betonfertigteilplatten können bei entsprechender Eignung in Verkehrsflächen der Belastungsklasse 1 bis 3 eingesetzt werden.
- In Kurven, Rampen, An- und Zufahrten ermöglichen Betonfertigteilplatten eine bessere Verteilung der auftretenden Kräfte.
- Die Eignung der Betonfertigteilplatten muss vom Hersteller für die entsprechende Belastungsklasse nachgewiesen werden.
- Die Betonfertigteilplatten können bei entsprechender Dimensionierung in eine Bettung (Belastungsklasse 1 bis 3) oder Ausgleichsschicht (Belastungsklasse 1) direkt auf die ND Drainagesysteme verlegt werden.

Pflasterverbände

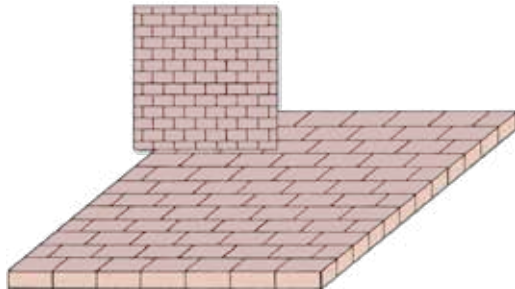
Die Lebensdauer von befahrbaren Deckschichten wird zu einem Großteil durch die Verlegeart des Pflastermaterials bestimmt. Anders als bei befahrbaren Deckschichten können begehbare Deckschichten der Belastungsklasse 1 in jedem Verband verlegt werden. Verbundsteinpflaster wird bei Belastungen der Belastungsklasse 2 und 3 eingesetzt.



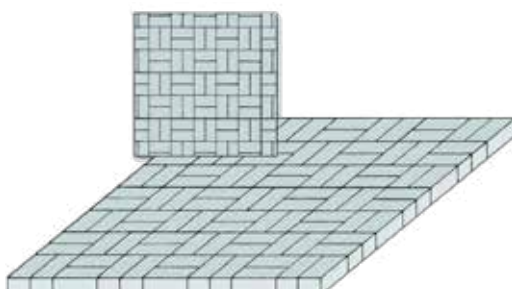
Fischgrät / rechteckig



Fischgrät / diagonal



Reihenverband



Blockverband

Bild 2. Beispiele verschiedener Verbände

Verband	Belastungsklasse*			
	1 mit / ohne Tragschicht	2 mit Tragschicht	2 ohne Tragschicht	3 mit Tragschicht
Reihenverband	■	–	–	–
Blockverband	■	■	–	–
Fischgrät / diagonal	■	■	■	–
Fischgrät / rechteckig	■	■	■	–
Verbundsteine	■	■	■	■

Tabelle 9. Verbände

Fugenfüllung

Bei begehbaren und befahrbaren Dachflächen wird die Verkehrslast, die über die Pflastersteine oder Betonplatten aufgenommen wird, erst dann flächig auf die nachfolgenden Schichten abgegeben, wenn die Fugenfüllung optimal hergestellt wurde. Die Fuge sorgt für einen hohen Reibungswiderstand (Rotationswiderstand), wodurch der größte Teil der Verkehrslasten von den anliegenden Steinen übernommen wird. Je schmaler die Fuge, je größer ist der Rotations- und Abriebwiderstand und umso lagestabiler ist die Deckschicht. Die Fugenbreite ist gemäß den Herstellerangaben des Betonstein- bzw. Klinkerlieferanten auszuführen.

Die Fugenfüllung und Fugenbreite sind auf das Bettungsmaterial abzustimmen. Gegenüber dem Bettungsmaterial muss das Fugenmaterial ausreichend filterstabil sein. Abschlämbare Bestandteile, < 0,063 mm Korndurchmesser, sollten im eingebauten Zustand nicht mehr als 5 Masse-% betragen.

Mögliche Sieblinien für gebrochene oder ungebrochene Gesteinskörnungen sind:

- 0/4 mm
- 0/5 mm
- 0/8 mm
- 0/11 mm (bei Fugen über 10 mm)

Mögliche Sieblinien bei diffusionsoffenen Bauweisen (Umkehrdächern):

- 1/3 mm

Bei einer offenen Deckschicht mit hohem Fugenanteil wird ca. 30 - 40 % des Niederschlagswassers über die Fugen in die Sickerschicht entwässert. Mit zunehmender Nutzungsdauer verringert sich jedoch die Durchlässigkeit der Fugen durch den Eintrag von Stäuben und Feinteilen. Dies ist bei der Bemessung der Sickerschicht und der Dachabläufe zu berücksichtigen.

Randeinfassung

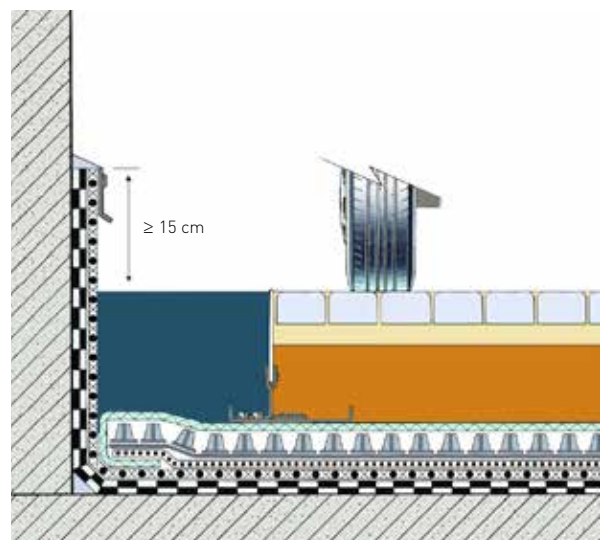
Um das Auseinanderdriften lose verlegter Deckschichtmaterialien zu verhindern, muss die Deckschicht mit einer Randeinfassung begrenzt werden. Durch die Randeinfassung kann die Deckschicht nicht seitlich ausbrechen oder absacken.

Die Art der Randeinfassung wird durch die Nutzung – begehbar und / oder befahrbar – bestimmt. Bord- und Einfassungssteine sind auf ein Fundament aus Beton mit Rückenstütze, mindestens C12 / 15 nach DIN EN 206 „Beton – Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität“, zu versetzen. Randeinfassungen sind auf der durchgehenden Drainageschicht oder der Tragschicht herzustellen.

Die Rückenstütze ist mindestens 15 cm dick auszuführen. Um der Versinterung von Dachabläufen bei innenliegenden Entwässerungen vorzubeugen, sollte die Oberfläche der Betonfundamente behandelt oder aus Beton C 20/25 hergestellt werden. Randeinfassungen dürfen nicht die horizontale Drainagekapazität der 1. oder 3. Entwässerungsebene negativ beeinflussen.

Eine Alternative zu Randeinfassungen aus Bord- und Randsteinen ist das ND GARDLINER® Randeinfassungssystem, das bei der Belastungsklasse 1 und 2 eingesetzt werden kann. Speziell abgewinkelte Fundamentschuhe aus Stahl ermöglichen eine einfache Montage des Stahlbandes.

Wenn die Deckschicht an die Baukonstruktion / Abdichtung angrenzend verlegt wird, ist diese durch eine Schutzschicht aus z.B. Gummigranulatmatten oder XPS-Platten vor mechanischen und dynamischen Schäden zu schützen.



Detail 6. Randeinfassung mit GARDLINER® Randeinfassungssystem

ND Produkte:

- ND GARDLINER® Stahl Fundamentschuh Dach
- ND GARDLINER® Stahl 100/4V Randeinfassungssystem
- ND GARDLINER® Stahl 150/4V Randeinfassungssystem
- ND GARDLINER® Stahl 200/4V Randeinfassungssystem

3 Begehbare und befahrbare Dachflächen in Kombination mit intensiven Begrünungen

Grundsätzlich sind alle Nophadrain Verkehrsflächenbauweisen mit intensiven Dachbegrünungen kombinierbar. Hierbei ist zu beachten, dass die Funktionalität der Verkehrsflächenbauweisen immer erhalten bleibt. Da eine Wasserspeicherung unter Verkehrsflächen (Belastungsklasse 1 bis 3) auszuschließen ist, kann diese, durch den Einsatz der ND WSM-50 Wasser-

speichermatten mit ca. 40 l/m² Wasserspeicher, dezentral innerhalb der Vegetationsflächen erfolgen. Die Kombination von Verkehrsflächen und Begrünungsflächen auf wasserspeichernden ND 4+1h, ND 5+1 oder ND 6+1 Drainagesystemen ist im Einzelfall bei der Belastungsklasse 1 möglich.

4 Nophadrain Terrassen- und Parkdachsysteme

Nophadrain Systeme für Verkehrsflächen auf Bauwerken entsprechen nachweislich dem neuesten "Stand der Technik" und berücksichtigen alle geforderten Nachweise zur Funktionsfähigkeit des Gesamtaufbaus.

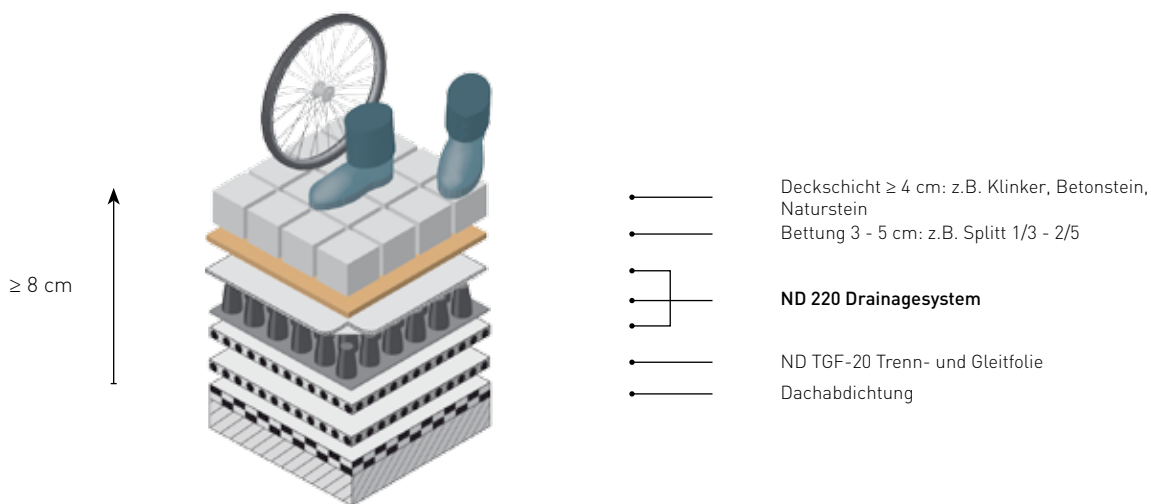
Aufgrund unserer Verantwortung gegenüber dem Bauherren, Planer und Ausführendem führen wir weitergehende Forschungsprojekte durch, deren Ziel es ist, ökonomisch sinnvolle Bauweisen zu entwickeln und zur Marktreife zu bringen.

4.1 Terrassensystem - Belastungsklasse 1

Warmdach / Dach ohne Wärmedämmung / WU-Betondach*

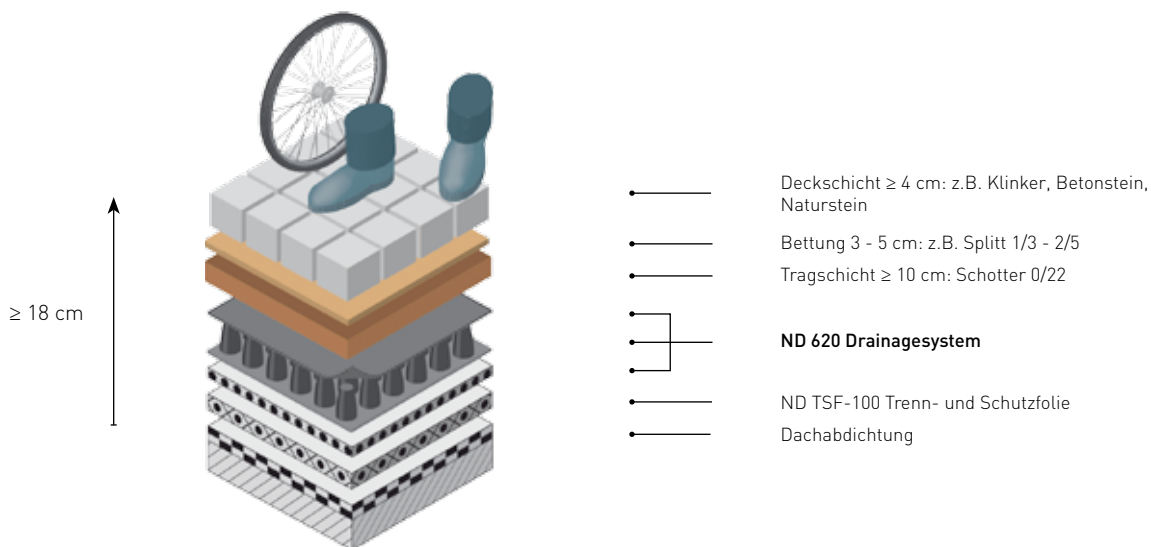
a. Aufbau ohne Tragschicht

Gefälle in der Dachkonstruktion



b. Aufbau mit Tragschicht

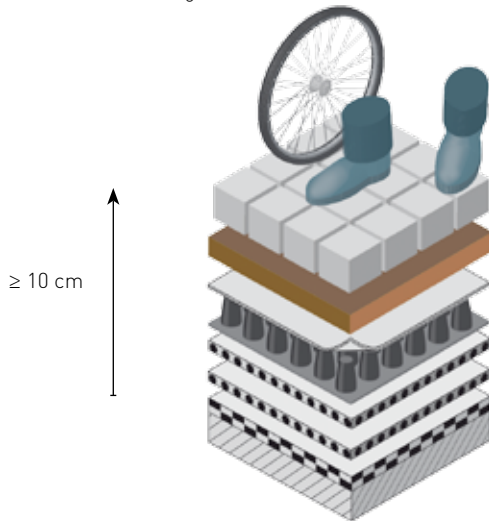
Gefälle in der Tragschicht und/oder in der Dachkonstruktion



** für Dächer mit druckstabiler Wärmedämmung

c. Aufbau mit Ausgleichsschicht

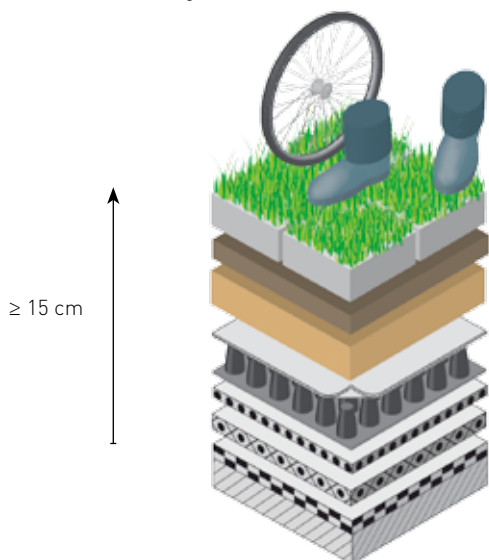
Gefälle in der Ausgleichsschicht und/oder in der Dachkonstruktion



- Deckschicht ≥ 4 cm: z.B. Klinker, Betonstein, Naturstein
- Ausgleichsschicht 5 - 15 cm: z.B. gebrochene Gesteinkörnungen 2/8 - 3/9
- **ND 220 Drainagesystem**
- ND TGF-20 Trenn- und Gleitfolie
- Dachabdichtung

d. Aufbau mit Rasenschutzwabe

Gefälle in der Ausgleichsschicht und/oder in der Dachkonstruktion

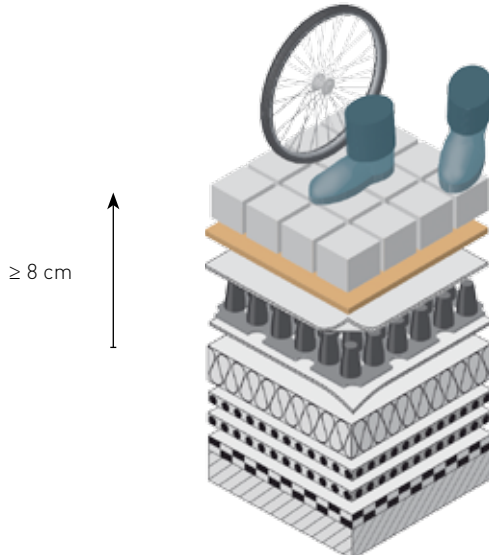


- Rasenschutzwabe ≥ 4 cm
- Bettung 5 cm: ND DGS-I Substrat Intensiv
- Ausgleichsschicht 5 - 15 cm: ND DGS-M Substrat Mineral
- **ND 220 Drainagesystem**
- ND TSF-100 Trenn- und Schutzfolie
- Dachabdichtung

Umkehrdach

a. Aufbau ohne Tragschicht

Gefälle in der Dachkonstruktion

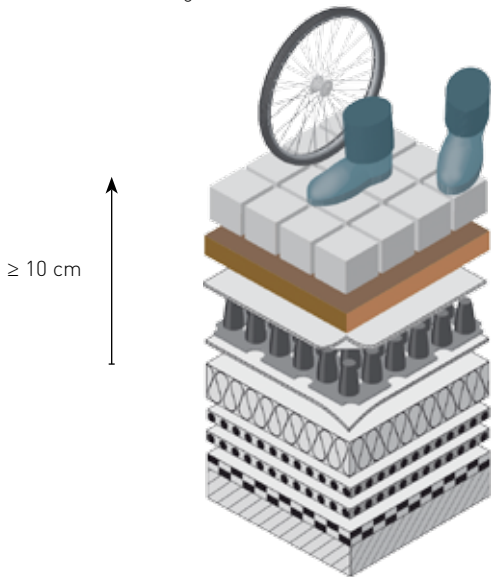


- Deckschicht ≥ 4 cm: z.B. Klinker, Betonstein, Naturstein
- Bettung 3 - 5 cm: z.B. Splitt 1/3 - 2/5
- **ND 200sv Drainagesystem**
- Wärmedämmung*
- ND TGF-20 Trenn- und Gleitfolie
- ND TGF-20 Trenn- und Gleitfolie
- Dachabdichtung

* Eignung ist durch den Hersteller nachzuweisen

b. Aufbau mit Ausgleichsschicht

Gefälle in der Ausgleichsschicht und/oder in der Dachkonstruktion



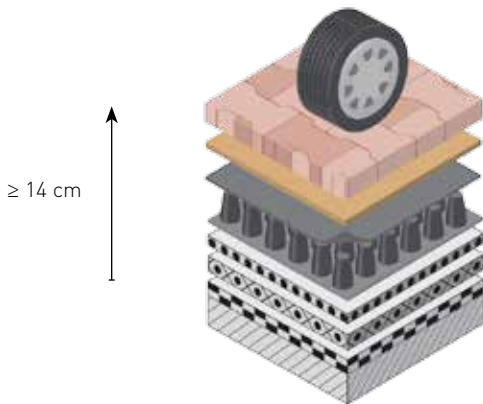
- Deckschicht ≥ 4 cm: z.B. Klinker, Betonstein, Naturstein
- Ausgleichsschicht 5 - 15 cm: z.B. gebrochene Gesteinkörnungen 2/8 - 3/9
- **ND 200sv Drainagesystem**
- Wärmedämmung*
- ND TGF-20 Trenn- und Gleitfolie
- ND TGF-20 Trenn- und Gleitfolie
- Dachabdichtung

4.2 Parkdachsystem-Pkw - Belastungsklasse 2

Warmdach / Dach ohne Wärmedämmung / WU-Betondach**

a. Aufbau ohne Tragschicht

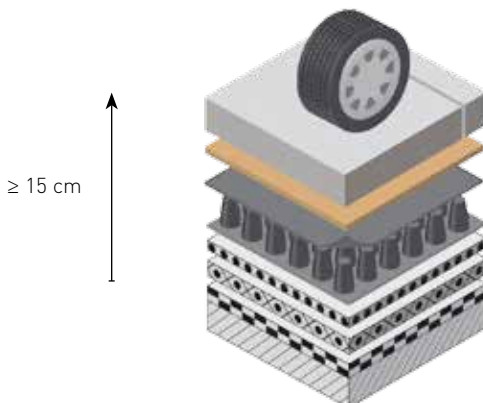
Gefälle in der Dachkonstruktion



- Verbundbetonsteinpflaster ≥ 10 cm, Verlegung im Verbund
- Bettung 3 - 5 cm: z.B. Splitt 1/3
- **ND 620hd Drainagesystem**
- ND TSF-100 Trenn- und Schutzfolie
- Dachabdichtung

b. Aufbau ohne Tragschicht mit großformatigen Betonplatten

Gefälle in der Dachkonstruktion



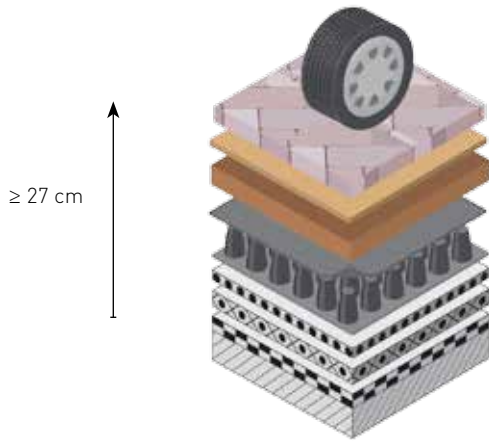
- großformatige Betonplatten ≥ 11 cm (75 cm x 75 cm)*
- Bettung 3 - 5 cm: z.B. Splitt 2/5
- **ND 620 Drainagesystem**
- ND TSF-100 Trenn- und Schutzfolie
- Dachabdichtung

* Eignung ist durch den Hersteller nachzuweisen

** für Dächer mit druckstabiler Wärmedämmung

c. Aufbau mit Tragschicht

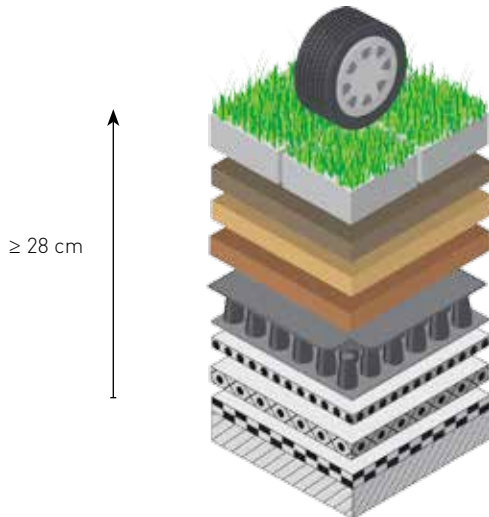
Gefälle in der Tragschicht und/oder Dachkonstruktion



- Betonsteinpflaster ≥ 8 cm, Verlegung im Fischgrätverband
- Bettung 3 - 5 mm: z.B. Splitt 1/3
- Tragschicht 15 cm: Schotter 0/32
- **ND 620 Drainagesystem**
- ND TSF-100 Trenn- und Schutzfolie
- Dachabdichtung

d. Aufbau mit Rasenschutzwabe

Gefälle in der Ausgleichsschicht und/oder in der Dachkonstruktion

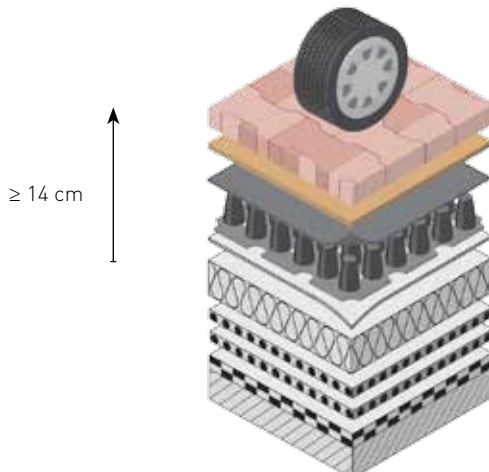


- Rasenschutzwabe ≥ 4 cm
- Bettung 5 cm: ND DGS-I Substrat Intensiv
- Ausgleichsschicht 3 - 5 cm: ND DGS-M Substrat Mineral
- Tragschicht 15 cm: Schotter 0/32
- **ND 620 Drainagesystem**
- ND TSF-100 Trenn- und Schutzfolie
- Dachabdichtung

Umkehrdach

a. Aufbau ohne Tragschicht

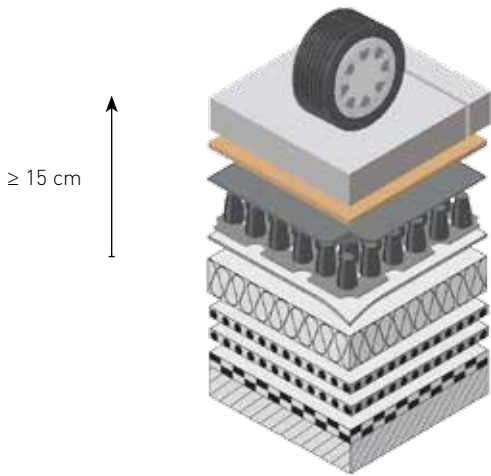
Gefälle in der Dachkonstruktion



- Verbundsteinpflaster ≥ 10 cm
- Bettung 3 - 5 cm: z.B. Splitt 1/3
- **ND 600hdsv Drainagesystem**
- Wärmedämmung*
- ND TGF-20 Trenn- und Gleitfolie
- ND TGF-20 Trenn- und Gleitfolie
- Dachabdichtung

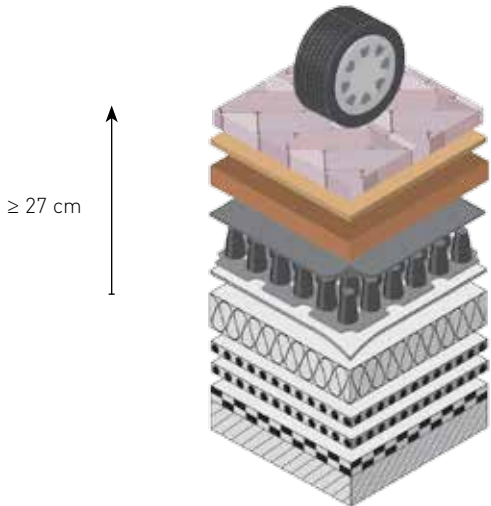
* Eignung ist durch den Hersteller nachzuweisen

b. Aufbau ohne Tragschicht mit großformatigen Betonplatten
 Gefälle in der Dachkonstruktion



- großformatige Betonplatten ≥ 11 cm
 (75 cm x 75 cm)*
- Bettung 3 - 5 cm: z.B. Splitt 2/5
- **ND 600sv Drainagesystem**
- Wärmedämmung*
- ND TGF-20 Trenn- und Gleitfolie
- ND TGF-20 Trenn- und Gleitfolie
- Dachabdichtung

c. Aufbau mit Tragschicht
 Gefälle in der Tragschicht und/oder in der Dachkonstruktion



- Betonsteinpflaster ≥ 8 cm, Verlegung im
 Fischgrätverband
- Bettung 3 - 5 cm: z.B. Splitt 1/3
- Tragschicht 15 cm: Schotter 0/32* - 2/32
- **ND 600sv Drainagesystem**
- Wärmedämmung*
- ND TGF-20 Trenn- und Gleitfolie
- ND TGF-20 Trenn- und Gleitfolie
- Dachabdichtung

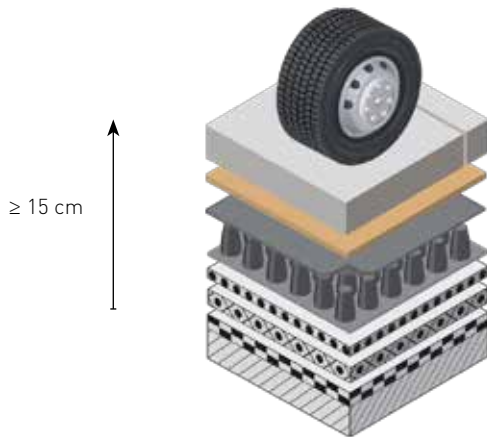
* Eignung ist durch den Hersteller nachzuweisen

4.3 Parkdachsystem-Lkw - Belastungsklasse 3

Warmdach / Dach ohne Wärmedämmung / WU-Betondach*

a. Aufbau ohne Tragschicht mit großformatigen Betonplatten

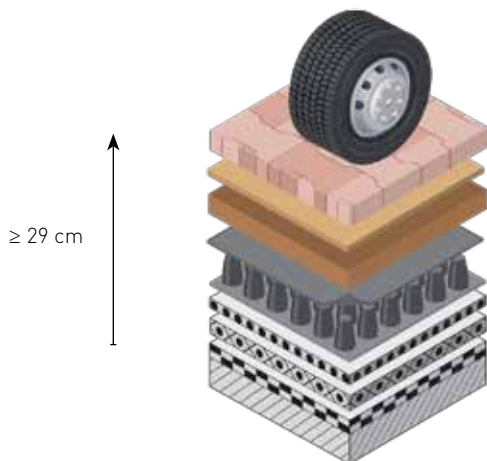
Gefälle in der Dachkonstruktion



- großformatige Betonplatten ≥ 11 cm (75 cm x 75 cm)**
- Bettung 3 - 5 cm: z.B. Splitt 2/5
- **ND 620hd Drainagesystem**
- ND TSF-100 Trenn- und Schutzfolie
- Dachabdichtung

b. Aufbau mit Tragschicht

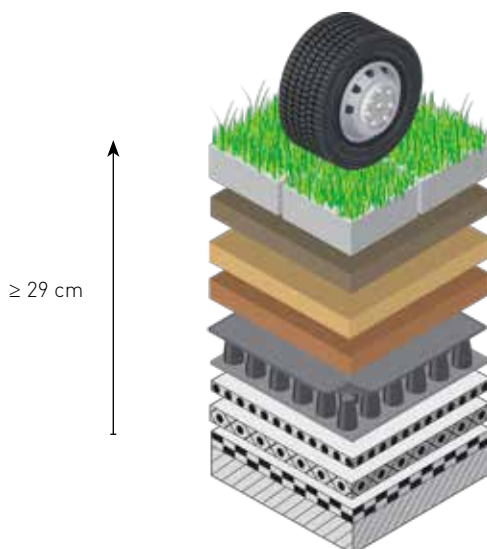
Gefälle in der Tragschicht und/oder in der Dachkonstruktion



- Verbundbetonsteinpflaster ≥ 10 cm, Verlegung im Verbund
- Bettung 3 - 5 cm: Splitt 1/3
- Tragschicht 15 cm: Schotter 0/32 - 0/45
- **ND 620hd Drainagesystem**
- ND TSF-100 Trenn- und Schutzfolie
- Dachabdichtung

c. Aufbau mit Rasenschutzwabe

Gefälle in der Ausgleichsschicht und/oder in der Dachkonstruktion



- Rasenschutzwabe ≥ 5 cm
- Bettung 5 cm: ND DGS-I Substrat Intensiv
- Ausgleichsschicht 3 - 5 cm: ND DGS-M Substrat Mineral
- Tragschicht 15 cm: Schotter 0/32
- **ND 620hd Drainagesystem**
- ND TSF-100 Trenn- und Schutzfolie
- Dachabdichtung

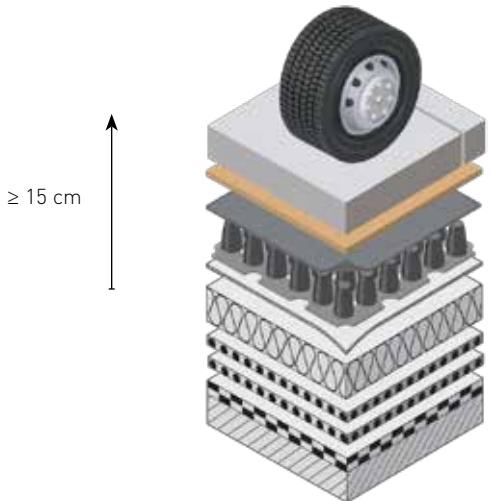
* Für Dächer mit druckstabiler Wärmedämmung

** Eignung ist durch den Hersteller nachzuweisen

Umkehrdach

a. Aufbau ohne Tragschicht mit großformatigen Betonplatten

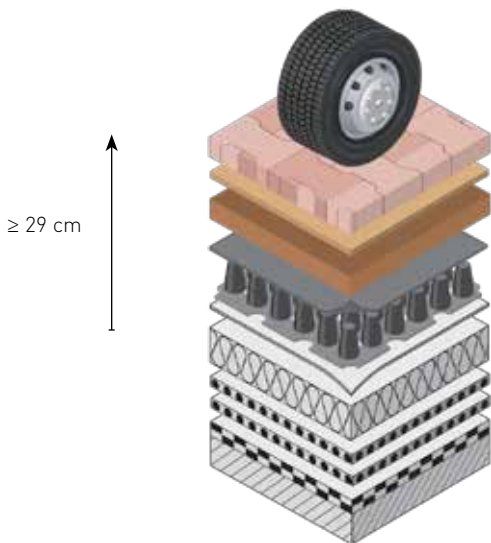
Gefälle in der Dachkonstruktion



- Großformatige Betonplatten ≥ 11 cm
(75 cm x 75 cm)*
- Bettung 3 - 5 cm: z.B. Splitt 2/5
- **ND 600hdsv Drainagesystem**
- Wärmedämmung*
- ND TGF-20 Trenn- und Gleitfolie
- ND TGF-20 Trenn- und Gleitfolie
- Dachabdichtung

b. Aufbau mit Tragschicht

Gefälle in der Tragschicht und/oder in der Dachkonstruktion



- Verbundbetonsteinpflaster ≥ 10 cm,
Verlegung im Verbund
- Bettung 3 - 5 cm: z.B. Splitt 1/3
- Tragschicht 15 cm: Schotter 0/32 - 2/32
- **ND 600hdsv Drainagesystem**
- Wärmedämmung*
- ND TGF-20 Trenn- und Gleitfolie
- ND TGF-20 Trenn- und Gleitfolie
- Dachabdichtung

* Eignung ist durch den Hersteller nachzuweisen

Anlage A - Indexversuch: Beurteilung der schutzwirksamkeit von Schutzschichten

Allgemein

Prüfung der Schutzwirksamkeit von Schutzschichten- / lagen in Anlehnung an die DIN EN 13719 „Geotextilien und geotextilverwandte Produkte – Bestimmung der langfristigen Schutzwirksamkeit von Geotextilien im Kontakt mit geosynthetischen Dichtungsbahnen“.

Aufbau der Prüfung

Bei den Versuchen wird auf einer verformbaren Elastomerunterlage von 20 mm Dicke und mit einer Härte Shore A 50 ein Bleiblech und darauf die Messprobe (Schutzlage) gelegt. Auf die Messprobe kommen bis zu einer Füllhöhe von 200 mm Stahlkugeln mit einem Durchmesser von 20 mm. Um die Langzeitbelastung der Schutzlage im Verkehrsflächenaufbau der Belastungsklassen 1 bis 3 zu simulieren, wird der Aufbau in einer servohydraulischen Prüfmaschine mit 200.000 Zyklen bei 2,3 Hz dynamisch unter der jeweiligen Auflast belastet.

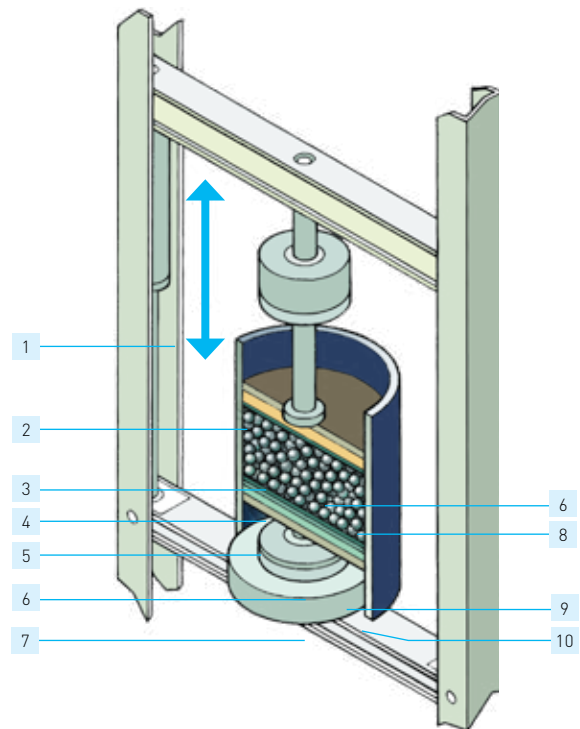
Auswertung

Nach dem Ende des Versuchs werden an der ausgebauten Bleibleche die 6 tiefsten Verformungen ausgemessen. Davon wird jeweils die kleinste und größte Verformung verworfen und aus den übrigen der Mittelwert in %-Dehnung gebildet.

Auf der Basis dieser Prüfung wird eine ausreichende Schutzwirkung für die Abdichtung immer dann als gegeben angesehen, wenn die ermittelte Dehnung des geprüften Werkstoffes geringer ist als die maximale Grenzdehnung des Abdichtungswerkstoffes. Dabei sind die Prüfwerte anzusetzen, die dem vorgesehenen Untergrund / Dämmstoff und der geplanten Beanspruchung bzw. Belastungsklasse entsprechen.

Prüfkräfte

Pro Material werden 3 Versuche mit unterschiedlichen Prüfkräften durchgeführt, die wie in Tabelle 10 aufgeführt, entsprechend den Belastungen gemäß der Richtlinie „Empfehlung zu Planung und Bau von Verkehrsflächen auf Bauwerken“ der FLL-gleichzusetzen sind



- | | |
|-----------------------------|-----------------------------|
| 1. Vertikale Druckzylinder | 6. Deck- und Bodenplatte |
| 2. Versuchszyylinder | 7. Kraftmessdose |
| 3. Trennendes Geotextil | 8. Sand |
| 4. Stahlkugeln, Ø 20 mm | 9. Bleiblech, d = 1,3 mm |
| 5. Messprobe, Schutzschicht | 10. Unterlage aus Vollgummi |

Bild 3. Prüfaufbau in Anlehnung an DIN EN 13719

Belastungsklasse	Nutzung	dynamische Belastung kN	Dehnung %
1	Dachterrassen und begehbare Dachflächen, sowie begrünte Dachflächen	8,2	1,01
2	Verkehrs- und Parkflächen/ Rampen für leichte Fahrzeuge mit zulässigem Gesamtgewicht bis 2,5 t = 25 kN	17,1	2,70
3	Verkehrs- und Parkflächen für Fahrzeuge mit zulässigem Gesamtgewicht bis 16 t =160 kN	43,7	7,91

Tabelle 10. Prüfkräfte (siehe Tabelle 1. Belastungsklassen)

Anlage B - Performanceversuch: Funktions- und Standfestigkeitsnachweis im Praxisversuch

Rollprüfstand

Der Aufbau des Überroll-Prüfstandes ist in Bild 4 zu entnehmen. Die gewünschte Achslast bzw. Radlast wird durch einen vertikalen, feststehenden Druckzylinder erzeugt. Durch Anpassung des Reifeninnendruckes an die vorgegebenen Radlasten können Belastungen der Belastungsklassen 2 und 3 simuliert werden. Über horizontale Druckzylinder wird weiter eine Seitenverschiebung von ca. 20 mm senkrecht zur Rollrichtung der Räder während der Überrollungen vorgenommen.

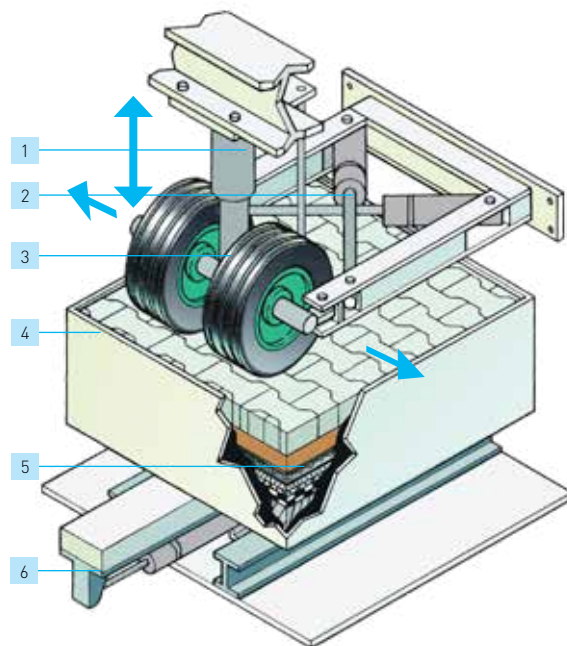
Der Überrollvorgang mit einer mittleren Fahrgeschwindigkeit von ca. 1 km/h wird durch die Verschiebung des Prüfkörpers, d.h. der Fahrbahn, unter der stehenden Achse erzeugt. Der Überrollweg zwischen den Umkehrpunkten des Prüfkörpers beträgt ca. 900 mm

Versuchskörper

In den Versuchsrahmen (Breite ca. 1.510 mm; Länge ca. 1.410 mm) der Prüfeinrichtung wird der Systemaufbau (Fahrbahnaufbau) eingebaut, worauf die Überrollung stattfindet. Zur Simulation größerer Fahrbahnflächen wird zwischen der Randeinfassung des Versuchstroges und dem Systemaufbau eine elastisch verformbare Gummigranulatmatte eingebaut.

Auswertung

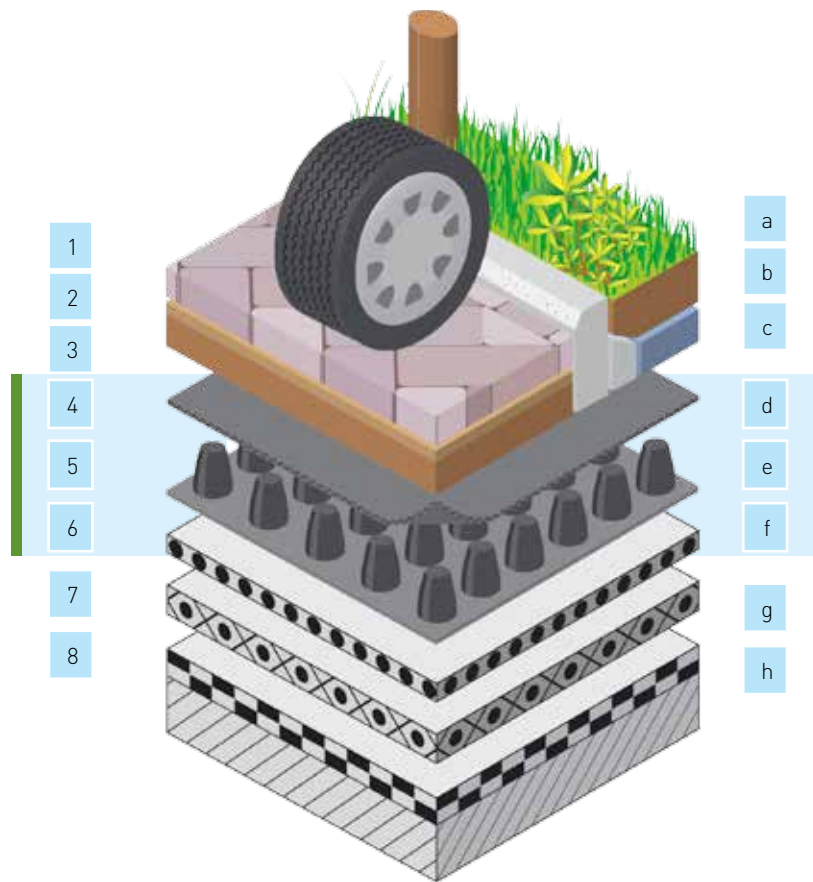
Während der Lastwechsel und nach Abschluss der Prüfung werden evtl. auftretende Einsenkungen innerhalb der Fahrflächen dokumentiert. Nach Ausbau des Pflasters und der Splittbettung wird die Oberfläche der Schottertragschicht auf Deformationen oder auffällige Veränderungen im Bereich der Rollspur überprüft. Die unter der Schottertragschicht eingebauten Lagen z.B. das Drainagesystem, Schutz- und Gleitschicht und Abdichtung werden auf Beschädigungen hin überprüft.



1. Verticale hydraulische cilinder
2. Horizontale Druckzylinder – Seitenverschiebung
3. Achse mit Reifen
4. Versuchsrahmen
5. Fahrbahnaufbau
6. Schiene für Längsverschiebung

Bild 4. Rollprüfstand

Befahrbare Dachfläche - Belastungsklasse 2 in Kombination mit intensiven Begrünungen



1	Deckenschicht	Betonsteinpflaster ≥ 8 cm, Verlegung im Fischgrätverband
2	Bettung	3 - 5 cm z.B. Splitt 1/3
3	Tragschicht	≥ 15 cm Schotter 0/32
4	Filterschicht	ND 620 Drainagesystem
5	Sickerschicht	
6	Gleitschicht	
7	Trenn-, Gleit- und Schutzschicht	ND TSF-100 Trenn- und Schutzfolie
8	Durchwurzelungs- schutzschicht	wurzelfeste Dachabdichtung**

a	Vegetationsschicht	Intensive Begrünung: Rasen, Stauden, Gehölze, Bäume
b	Vegetations- tragschicht	ND DGS-I Substrat Intensiv / Oberboden*
c	Wasserspeicher- schicht	ND WSM-50 Wasserspeicher- matte
d	Filterschicht	ND 620 Drainagesystem
e	Sickerschicht	
f	Gleitschicht	
g	Trenn- und Schutzschicht	ND TSF-100 Trenn- und Schutzfolie
h	Durchwurzelungs- schutzschicht	Wurzelfeste Dachabdichtung**

* Bei einem Schichtaufbau über 50 cm (35 cm beim Oberboden) wird ein ND DGS-M Substrat Mineralisch als Untersubstrat eingesetzt

** Optional ND WSB-80 Wurzelschutzfolie

Diese Informationen basieren auf unserem heutigen Kenntnisstand der begehbare und befahrbare dachflächen in Deutschland und sollen Anreiz geben, auch Ihre persönlichen Erfahrungen im Sinne von zu ergänzenden Erkenntnissen auf diesem Gebiet einfließen zu lassen. Nophadrain BV übernimmt keine Gewähr, Haftung oder sonstige Verantwortung für Aussagen im Rahmen dieser Informationen. Diese Veröffentlichung begründet keine Lizenz und beabsichtigt auch keine Verletzung von bestehenden gewerlichen Schutzrechten von Dritten. Hinweise auf den Geltungsbereich einzelner Normen und Richtlinien sind durch den Anwender eigenverantwortlich zu prüfen.

© Nophadrain 09.2016



Vertrieb Deutschland:

OBS Objekt-Begrünungs-
Systeme GmbH

Heinrich-Hertz-Straße 1a
D-59423 Unna
T +49(0)2303 25002 0
F +49(0)2303 25002 22
E info@obs.de
S www.obs24.de

Nophadrain GmbH

Besucher- und Postadresse
Oppenhoffallee 116
D-52066 Aachen
Deutschland

T +49(0) 241 95 50 91 71
F +49(0) 241 95 50 91 72
E info@nophadrain24.de

www.nophadrain24.de