

Bedeutung und Weiterentwicklung der Regelwerke der FLL

**Significance and further development of the
guidelines by the FLL**

Prof. Dr.-Ing. Yvonne-Christin Bartel

Weltkongress Gebäudegrün WGIC 2017 – Berlin – 20.06.2017

Herzlich Willkommen!

Gliederung

- Bedeutung der Regelwerke
 - Verbindlichkeit nach VOB
 - Abflussbeiwertermittlung
 - Wurzelfestigkeit von Bahnen und Beschichtungen
 - Lastannahmen an Bauwerken
- Weiterentwicklung der Regelwerke
 - Fassadenbegrünungsrichtlinie
(Lastannahmen und Wandgebundene Begrünung)
 - Dachbegrünungsrichtlinie (Solaranlagen, Retentionsdächer, Biodiversität, Rasensubstrate, Änderungen zur Schrägdachbegrünung)
- Fazit



Bedeutung der Regelwerke

Verbindlichkeit der FLL-Regelwerke

Gemäß VOB, DIN 18320 Punkt 2.1 gilt für Pflanzarbeiten DIN 18916 und somit:

„6.11 Pflanzarbeiten an Sonderstandorten

- Für Dachbegrünungsarbeiten gilt die „Richtlinie für Planung, Ausführung und Pflege von Dachbegrünungen“.
- Für Fassadenbegrünungsarbeiten gilt die „Richtlinie für Planung, Ausführung und Pflege von Fassadenbegrünungen“.
- Für Innenraumbegrünungsarbeiten gilt die „Richtlinie für Planung, Ausführung und Pflege von Innenraumbegrünungen“.
- Für Baumpflanzungen mit besonderen Anforderungen an den Standort, insbesondere im besiedelten Bereich und an Straßen gelten [...].“

(DIN 18916, 2016, S. 12)

Bedeutung der Regelwerke

Abflussbeiwertermittlungen

DIN 1986-100, 2016:

Nr.	Art der Fläche Die Abflussbeiwerte beziehen sich ausschließlich auf Flächen, die potentiell einen Abfluss zum Entwässerungssystem haben.	Spitzen- abflussbeiwert C_s	Mittlerer Abflussbeiwert C_m Berechnung von V_{RRR}	Abflussbeiwert C	Jahres- abflussbeiwert ψ_a
1	Wasserundurchlässige Flächen, z. B. Dachflächen [...] <ul style="list-style-type: none"> – Begrünte Dachflächen ^a <ul style="list-style-type: none"> – Extensivbegrünung (> 5°) 0,7 – Intensivbegrünung, ab 30 cm Aufbaudicke (≤ 5°) 0,2 – Extensivbegrünung, ab 10 cm Aufbaudicke (≤ 5°) 0,4 – Extensivbegrünung, unter 10 cm Aufbaudicke (≤ 5°) 0,5 [...]			0,8 – 0,5 0,2 – 0,1 0,4 – 0,3 0,7 – 0,5	- 0,3 – ≤ 0,1 0,45 – 0,4 0,6 – 0,5
2	Teildurchlässige und schwach ableitende Flächen, [...]				
3	Parkanlagen, Rasenflächen, Gärten [...]				
^a Siehe auch [7] für die Planung, Ausführung und Pflege von Dachbegrünungen, die dort genannten Werte sind C_s -Werte [...]		(verändert nach DIN 1986-100, 2016, S. 61)		(FLL, 2008, S. 41ff)	



Bedeutung der Regelwerke

Abflussbeiwertermittlungen

Abflussbeiwertmessung C



(Bartel, Hannover 2009)

Jahresabflussbeiwertmessung Ψ_a



(Bartel, Hannover 2009)

Bedeutung der Regelwerke

Wurzelfestigkeit von Bahnen und Beschichtungen

DIN EN 13948, 2008:

„**Einleitung** [...] Diese Norm basiert auf einem Verfahren, das von der Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau (<http://www.f-l-l.de/english.html>), Bonn, Deutschland entwickelt wurde.“



Nr.	Untersuchungsbedingungen	DIN EN 13948 (2008)	FLL (2008)
1	Prüfgefäß – Größe – Anzahl Kontrollgefäße (Anzahl)	800 mm x 800 mm x 250 mm 6 Stück 2 Stück	800 mm x 800 mm x 250 mm 8 Stück 3 Stück
2	Bepflanzung – Art – Anzahl – Qualität	Pyracantha coccinea 4 Stück (je 800 mm x 800 mm) 2 l Gefäß, h = (70 ± 10) cm	Pyracantha coccinea 4 Stück (je 800 mm x 800 mm) 2 l Gefäß, h = 60 – 80 cm + 2 g Saatgut <i>Agropyron repens</i>
3	Klimaregelung – tagsüber – nachts	(18 ± 2)° (16 ± 2)°	(18 ± 3)° (16 ± 3)°
4	Wachstumsdauer	2 Jahre (DIN EN 13948, 2008, S. 6)	2 Jahre (FLL, 2008, S. 102ff)

Bedeutung der Regelwerke

Wurzelfestigkeit von Bahnen und Beschichtungen

Vorbereitung und Durchführung der Untersuchung zur Wurzelfestigkeit



(Bartel, Geisenheim 2015)



(Bartel, Geisenheim 2015)

Bedeutung der Regelwerke

Lastannahmen an Bauwerken

DIN EN 1991-1-1 (Einwirkungen auf Tragwerke – Teil 1-1: Allgemeine Einwirkungen auf Tragwerke - Wichten, Eigengewicht und Nutzlasten im Hochbau)

gibt Flächenlasten unterschiedlicher Stoffe an und wird ergänzt durch die Angaben der FLL:

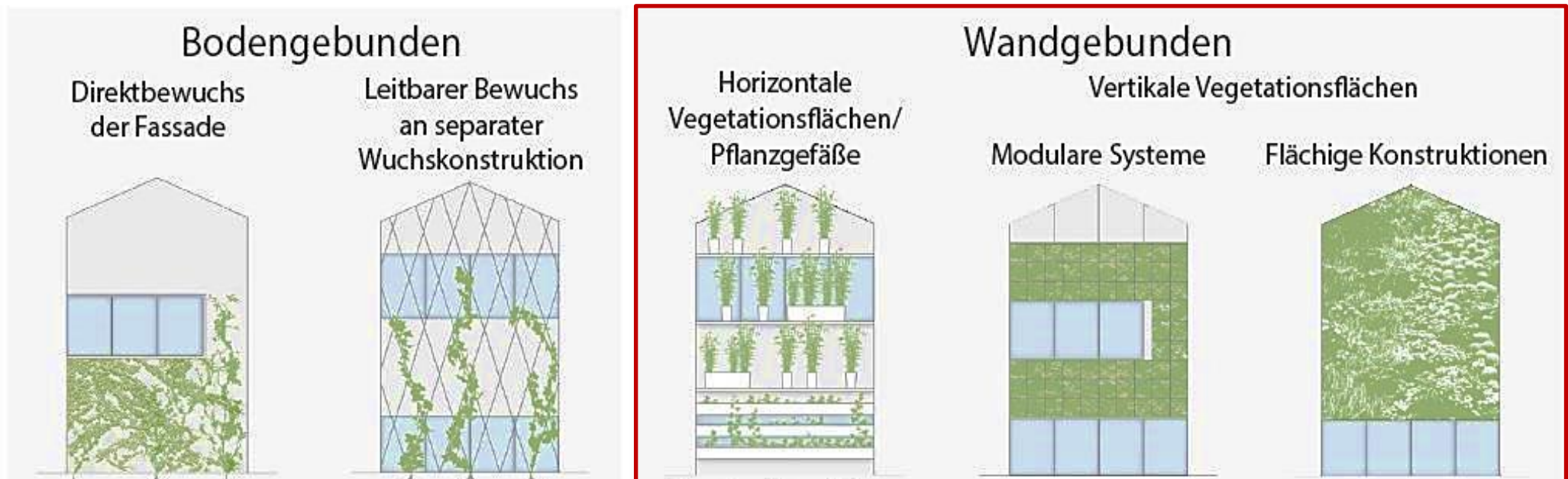


Zeile	Gegenstand z.B.: Tabelle NA-A.19 – Flächenl. V. losen Stoffen	DIN EN 1991-1-1/NA (2010) Flächenlast je cm Dicke kN/m ² /cm	FLL (2008) Flächenlast je cm kN/m ² /cm
1	Bims Kies, geschüttet	0,07	0,08 – 0,12
2	Blähglimmer, geschüttet	0,02	–
3	Blähperlite	0,01	–
4	Blähschiefer und Blähton, geschüttet	0,15	0,05 – 0,08
		(verändert nach: DIN EN 1991-1-1/NA, 2010, S. 18)	(FLL, 2008, S. 84ff)
	Mineralische Schüttstoffe	–	FLL, 2008, S. 84
	Dränmatten, Dränplatten, Drän- und Substratplatten	–	FLL, 2008, S. 84
	Lastannahmen [...] von Vegetationstragschichten	–	FLL, 2008, S. 85
	Lastannahmen der Vegetationsformen	–	FLL, 2008, S. 87

Weiterentwicklung der Regelwerke

Überarbeitung der Fassadenbegrünungsrichtlinie

- Aktualisierung der Konstruktionsformen von Außenwänden und Ergänzung neuer Bauweisen wie Luftkollektorfassaden und Wärmespeichermassivwände mit transparenten Wärmedämmungen.
- Entscheidungshilfe zur Auswahl der geeigneten Begrünung

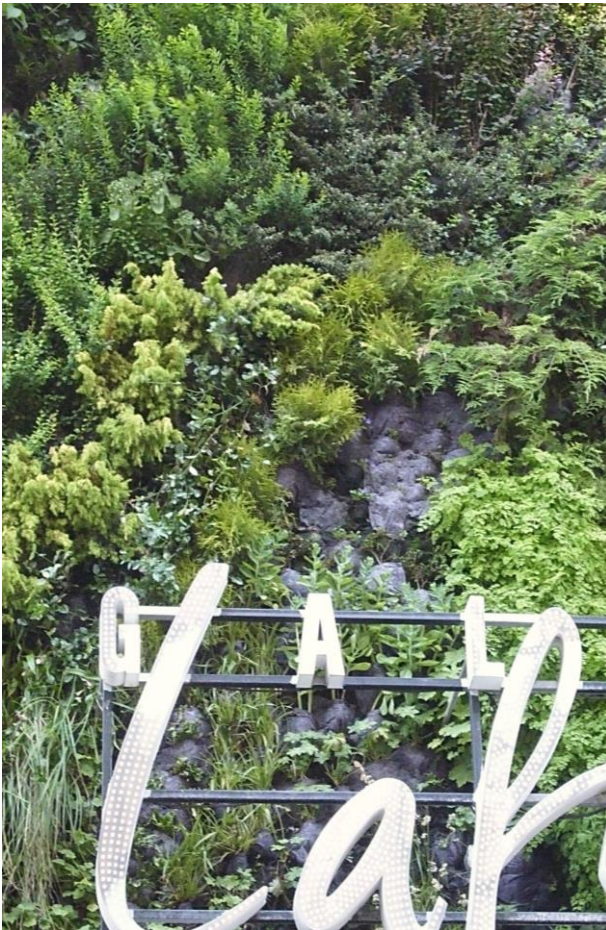


(FLL, 2014, S. 39)

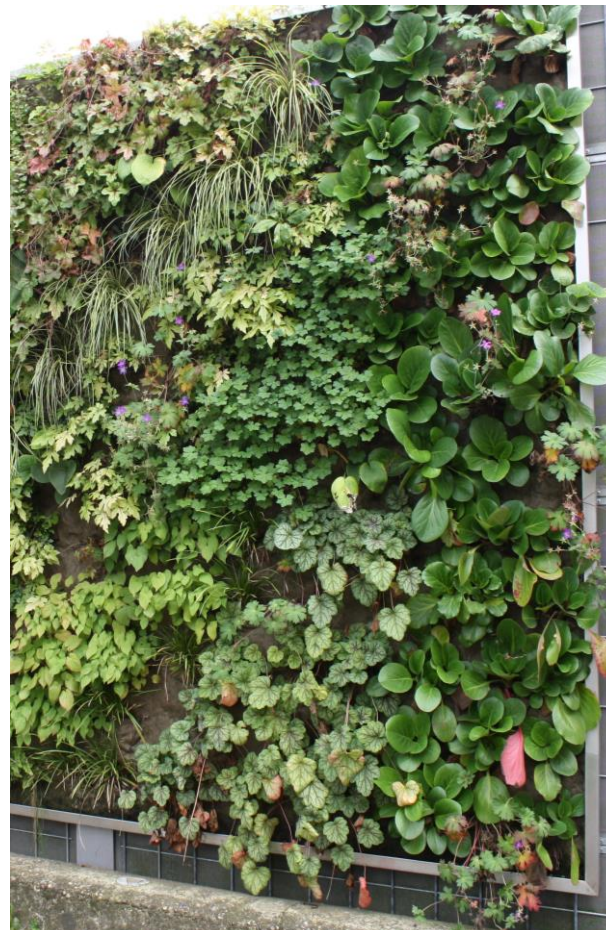
Weiterentwicklung der Regelwerke

Überarbeitung der Fassadenbegrünungsrichtlinie

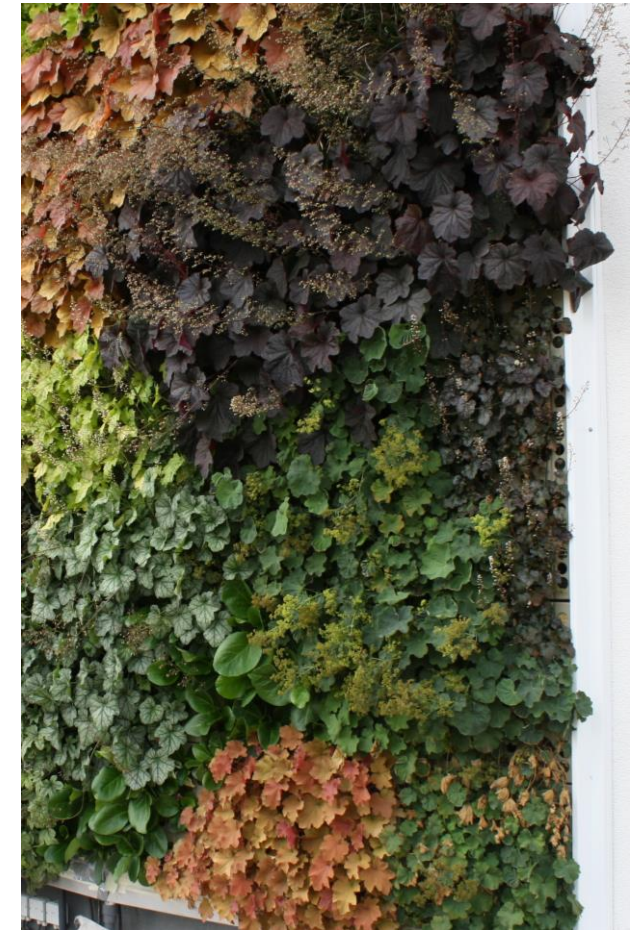
- Aufnahme der Wandgebundenen Begrünungen in die Richtlinie



(Bartel, Berlin 2010)



(Bartel, Frankfurt 2013)



(Bartel, Nürtingen 2014)

Weiterentwicklung der Regelwerke

Überarbeitung der Fassadenbegrünungsrichtlinie

- Ergänzung zur Gewichtsabschätzung von Kletterpflanzen



(Bartel, Zürich 2013)



(Bartel, Berlin 2014)

Weiterentwicklung der Regelwerke

Überarbeitung der Fassadenbegrünungsrichtlinie

- Strategien zur Schadensvermeidung
- Formblatt zur Pflege und Wartung
- Checkliste für die Planung von Fassadenbegrünungen
- Checkliste „Empfehlung von Handlungsschritten zu Planung, Ausführung und Instandhaltung von Fassadenbegrünungen“

Weiterentwicklung der Regelwerke

Überarbeitung der Dachbegrünungsrichtlinie

- zu Solaranlagen



(DACH+GRÜN, 03/2013, S. 1)

- zu Retentionsdächern



(König, W. K., 2016, S. 18)

- zu Biodiversität



(Rösler, I., 2013, S. 9)

Weiterentwicklung der Regelwerke

Überarbeitung der Dachbegrünungsrichtlinie

- Aufnahme der Rasenbegrünung als Vegetationsform



(Bartel, Pforzheim, 05.07.2012)

Weiterentwicklung der Regelwerke

Überarbeitung der Dachbegrünungsrichtlinie

- Änderungen zur Schrägdachbegrünung hinsichtlich der Lagesicherheit



(Bartel, Düsseldorf, 05.09.2010)



(Bartel, Hannover, 08.05.2010)

Weiterentwicklung der Regelwerke

Änderungen zur Schrägdachbegrünung

Formale Änderungen in der Gliederung:

- Zusammenführung der Kapitel „**alt 6.10**“ und „**alt 14**“
- Differenzierung aller Texte in „**Anforderungen**“ und „**Ausführung**“

Inhaltliche Änderung ist die Unterteilung der Materialverlagerung in drei Arten

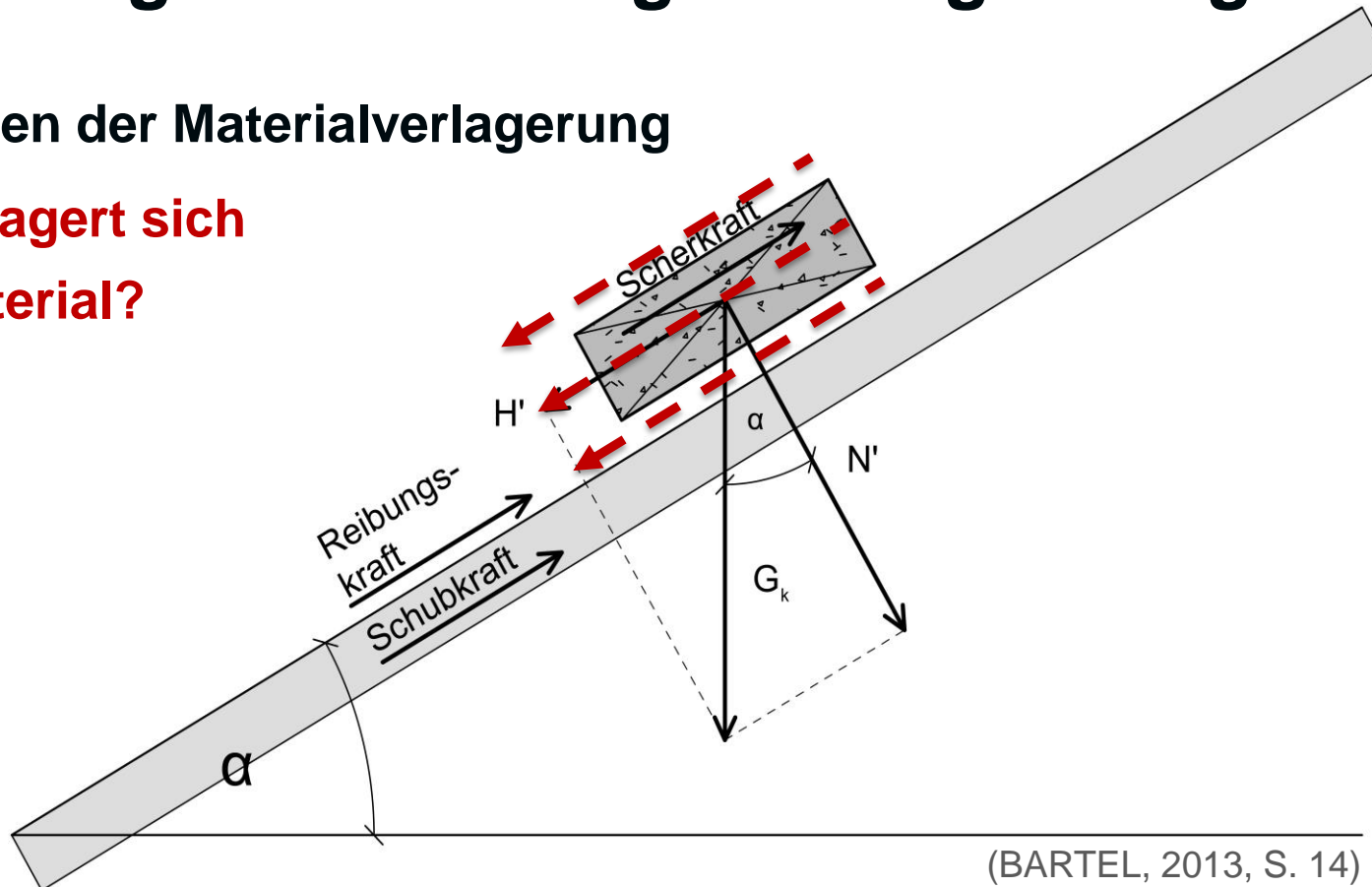
- Oberflächenerosion (alt 14)
- Abrutschen
- Entstehen des Schüttwinkels

Weiterentwicklung der Regelwerke

Änderungen zur Schrägdachbegrünung

Drei Arten der Materialverlagerung

Wo verlagert sich
das Material?

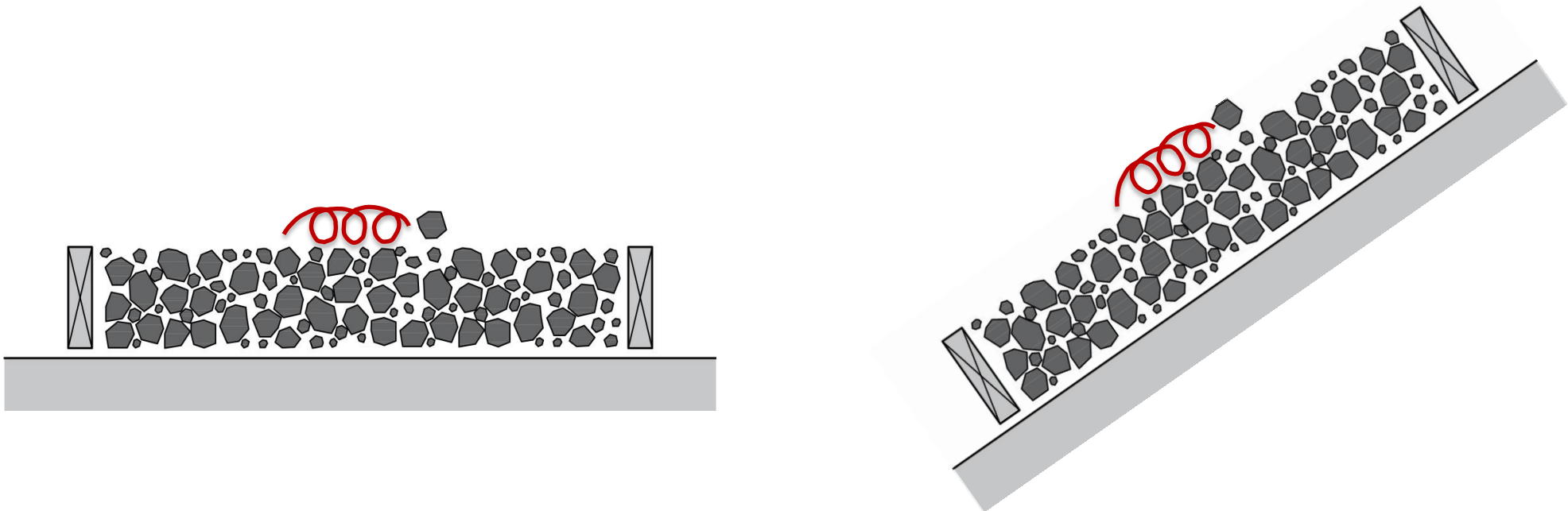


An einer der Schichtgrenze, im Schüttstoff oder an der Oberfläche?

Weiterentwicklung der Regelwerke

Änderungen zur Schrägdachbegrünung

Oberflächenerosion (an der Oberfläche)



Sie ist abhängig vom Transportmedium (Luft oder Wasser) und der Korngröße.
Auf geneigten Flächen geht es hierbei „bergab“.

Weiterentwicklung der Regelwerke

Änderungen zur Schrägdachbegrünung

Maßnahmen gegen Oberflächenerosion:

(Aus der Auflage 2008 bekannt, jedoch in das Kapitel 8.10 vorgezogen)

- **besondere Anforderungen an den Schichtaufbau**
 - lagerungsstabile Substrate [= Materialwahl]
 - Splitt aus Hartgestein als Mulch [= Mulchen]
 - Wahl der Pflanzenart und Anzuchtsform

- **vorübergehende wirksame Maßnahmen**
 - Erosionsschutzgewebe bis Ende der Fertigstellungspflege [= Erosionsschutzgewebe]
 - Aufbringen von Bodenverfestiger [= Bodenverfestiger]
 - das ständige Feuchthalten während der Fertigstellungspflege [= Feuchthalten]

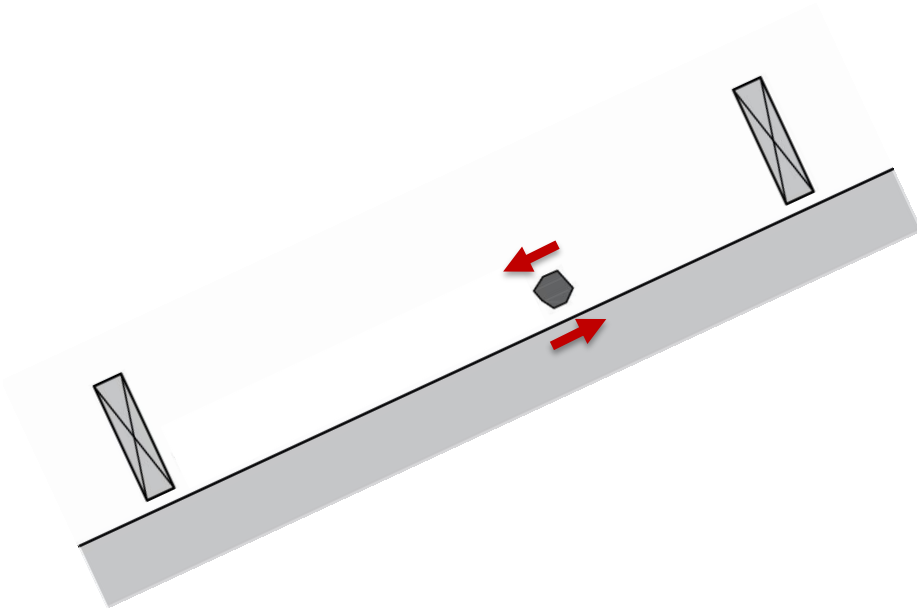
- **besondere Maßnahmen für extreme Standorte**
 - Einsatz der Nassansaat [= Nassansaat]
 - Andecken von vorkultivierten Vegetationsmatten [= Vegetationsmatten]

(vgl. FLL 2008. S.74 („alt 14“ Erosionsschutz))

Weiterentwicklung der Regelwerke

Änderungen zur Schrägdachbegrünung

Abrutschen / Reibung (an der Schichtgrenze)

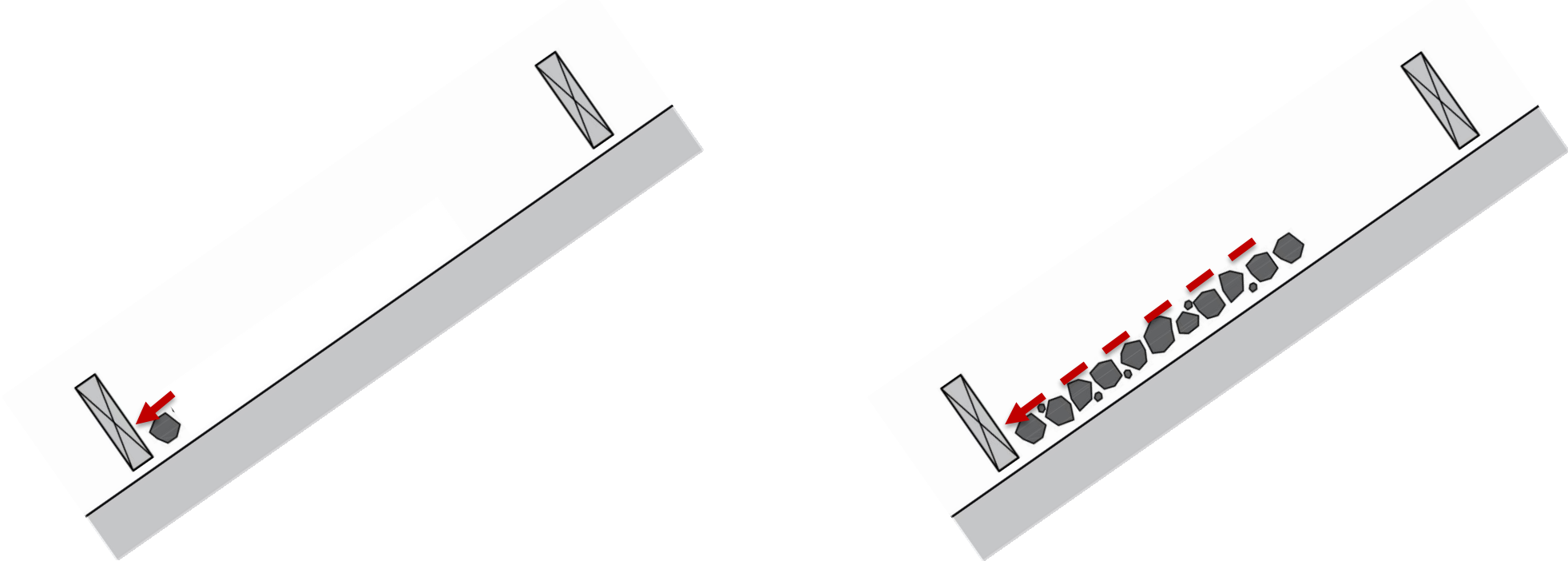


Ein Objekt auf einer geneigten Fläche bleibt auf dieser Fläche liegen solange die **Reibung** größer als die Hangabtriebskraft ist, d.h. auf der geneigten Fläche wirkt immer Reibung.

Weiterentwicklung der Regelwerke

Änderungen zur Schrägdachbegrünung

Abrutschen / Reibung (an der Schichtgrenze)



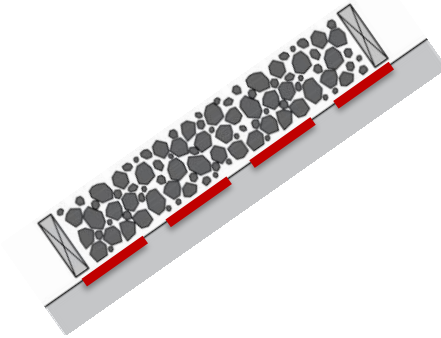
Erst wenn die Neigung der Fläche so groß ist, dass diese Objekt abrutscht setzt die Wirkung eines Widerlagers (beispielsweise einer Schwelle) ein. Dies gilt auch wenn sich mehrere Objekte gegen einander abstützen.

Weiterentwicklung der Regelwerke

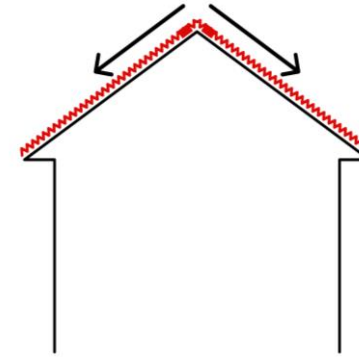
Änderungen zur Schrägdachbegrünung

Maßnahmen gegen Abrutschen (an der Schichtgrenze):

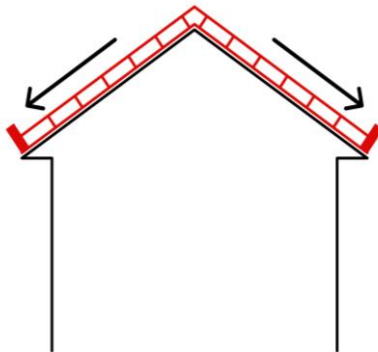
- Erhöhung der Reibung



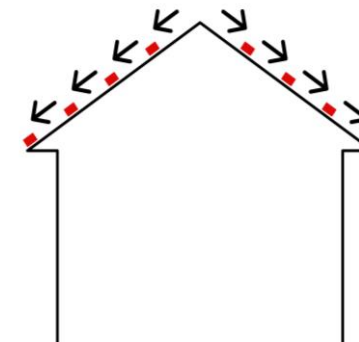
- Aufhängung am First



- Abstützung an der Traufe



- Abtragung in der Dachfläche



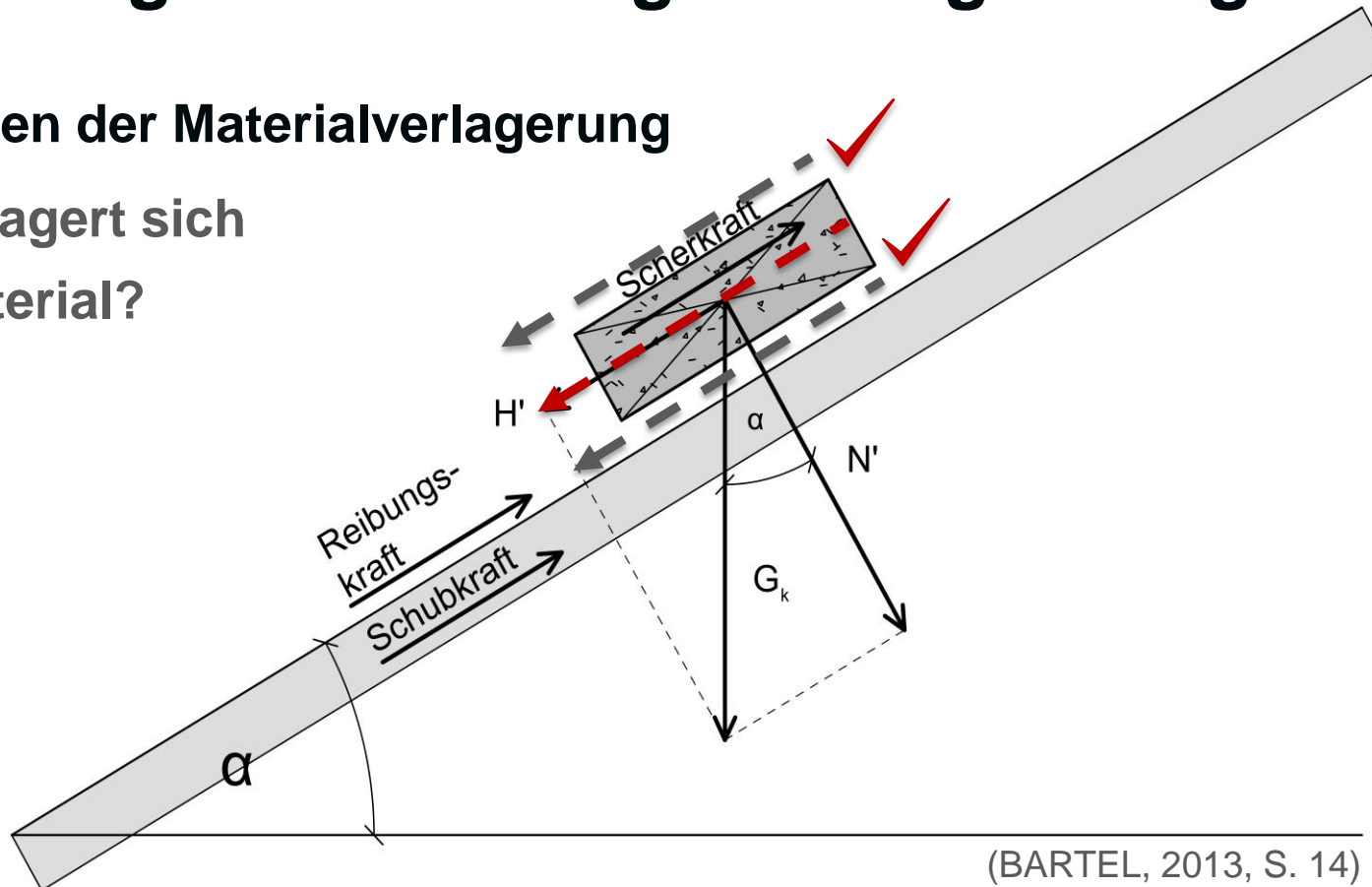
(BARTEL, 2013, S. 51)

Weiterentwicklung der Regelwerke

Änderungen zur Schrägdachbegrünung

Drei Arten der Materialverlagerung

Wo verlagert sich
das Material?

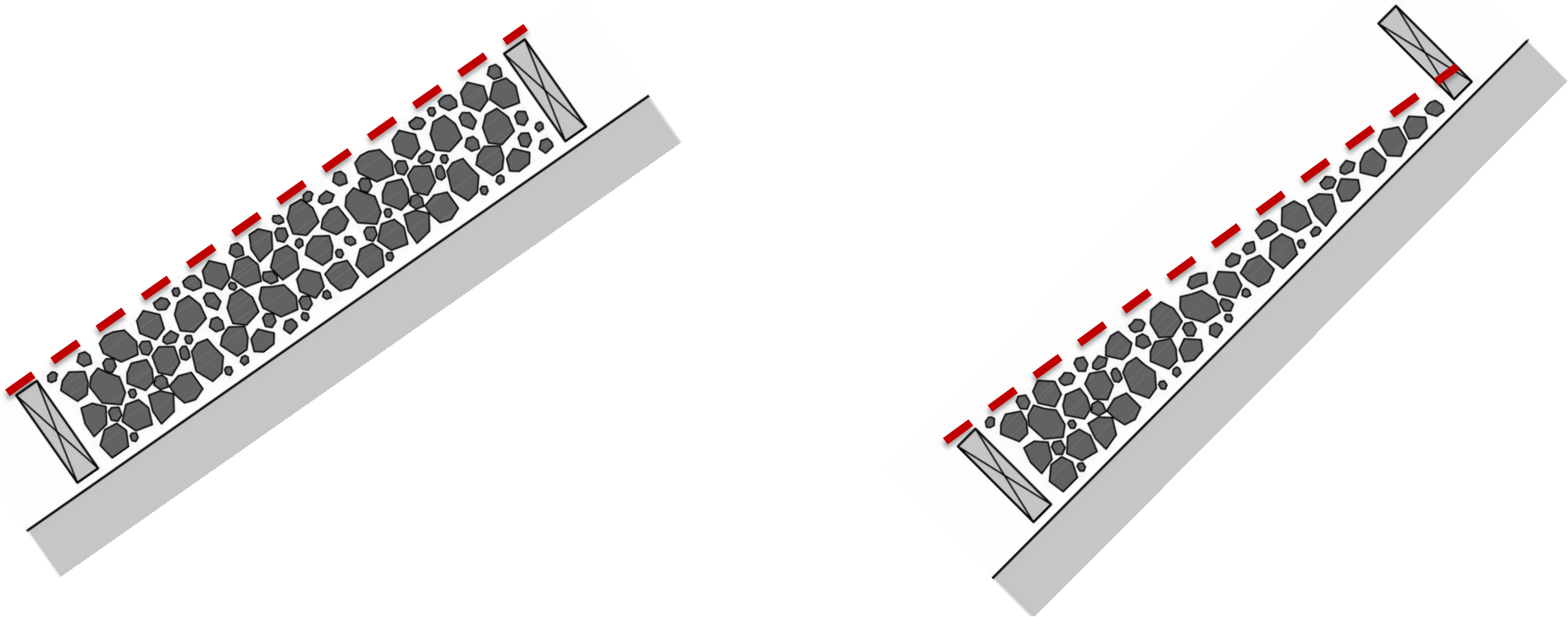


An einer der Schichtgrenze, im Schüttstoff oder an der Oberfläche?

Weiterentwicklung der Regelwerke

Änderungen zur Schrägdachbegrünung

Materialverlagerung beim Entstehen des Schüttwinkels (im Schüttstoff)



Ähnlich wie Objekte auf einer geneigten Fläche liegen Schüttstoffe bis zu einer gewissen Neigung stabil. Dies beruht auf der **inneren Reibung** und der **Kohäsion**.

Weiterentwicklung der Regelwerke

Änderungen zur Schrägdachbegrünung

Materialverlagerung beim Entstehen des Schüttwinkels (im Schüttstoff)

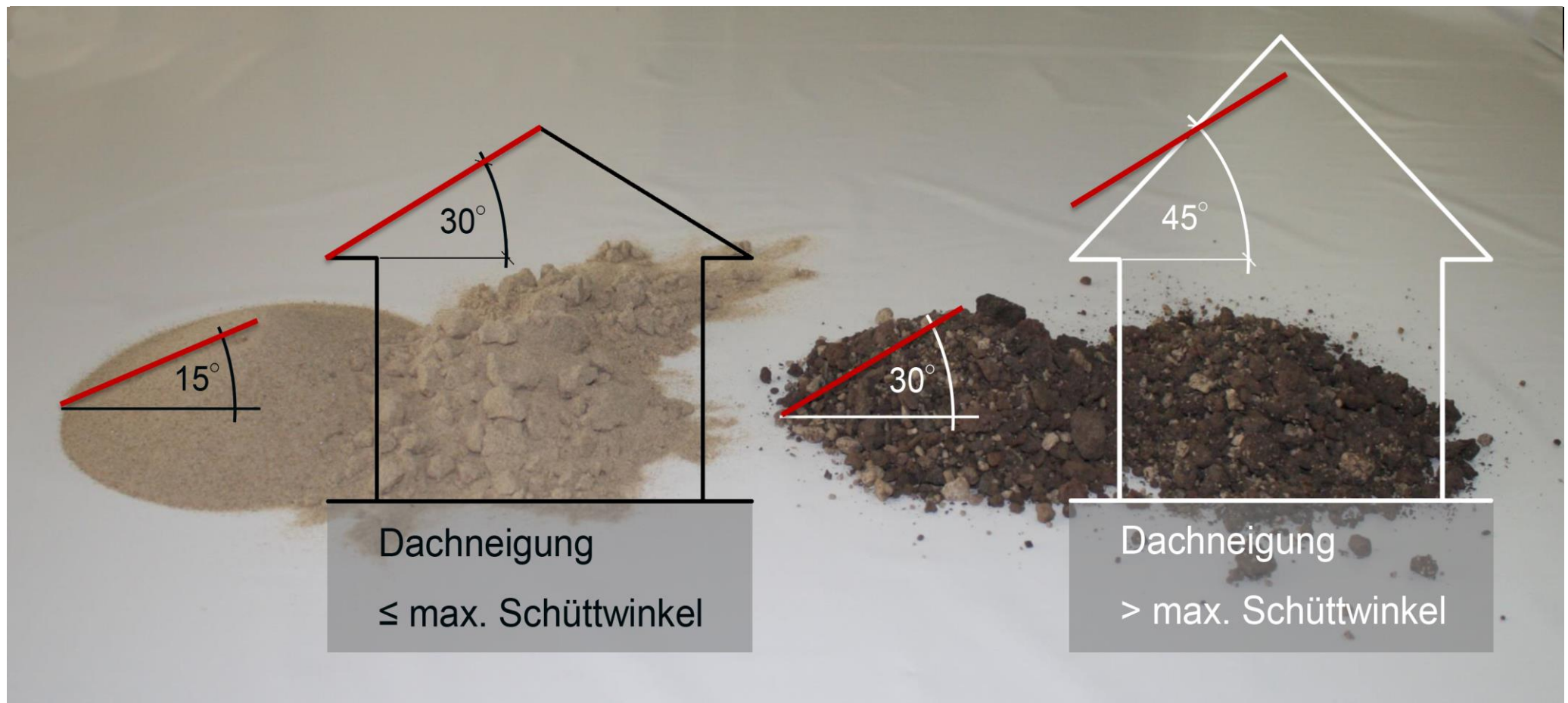


Substrate werden feucht eingebaut sind aber auf dem Dach der Trocknung und erneuter Bewitterung ausgesetzt.

Weiterentwicklung der Regelwerke

Änderungen zur Schrägdachbegrünung

Materialverlagerung beim Entstehen des Schüttwinkels (im Schüttstoff)

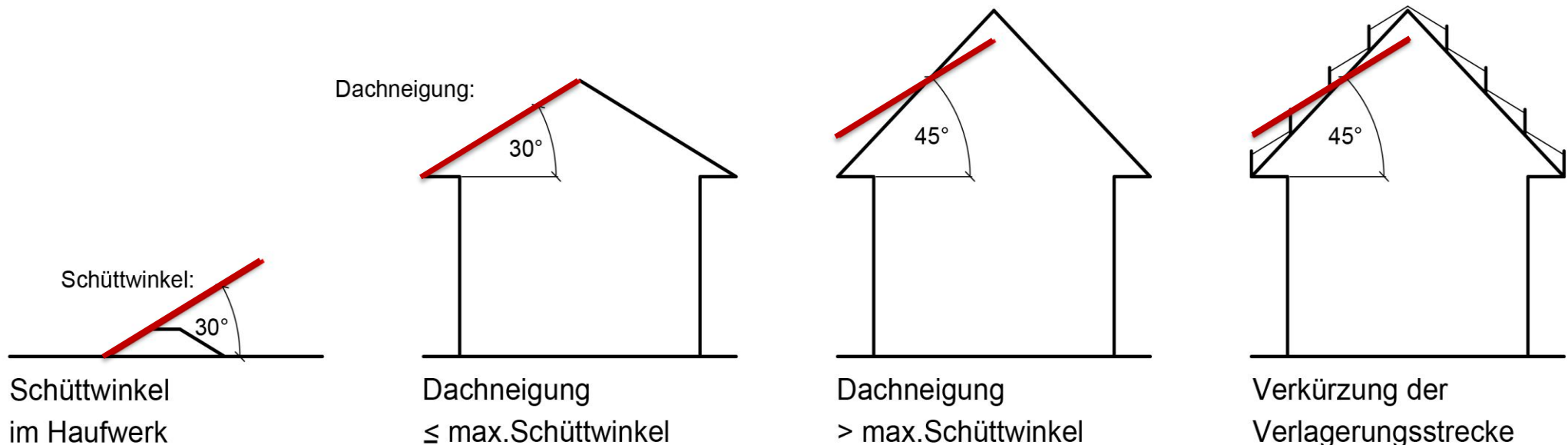


➔ Diese Form der Verlagerung entspricht nicht der Oberflächenerosion!

Weiterentwicklung der Regelwerke

Änderungen zur Schrägdachbegrünung

Materialverlagerung beim Entstehen des Schüttwinkels (im Schüttstoff)



In der Versuchsanlage konnten für Substrate mögliche Schüttwinkel nachgewiesen werden.

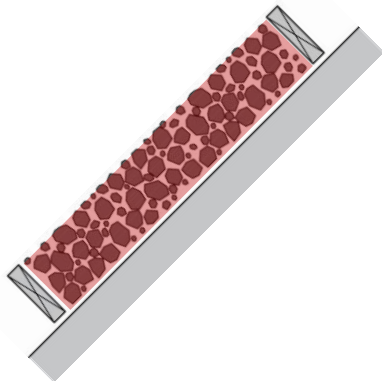
➡ Diese lagen zwischen 29° und 39° . (BARTEL, 2013, S. 197)

Weiterentwicklung der Regelwerke

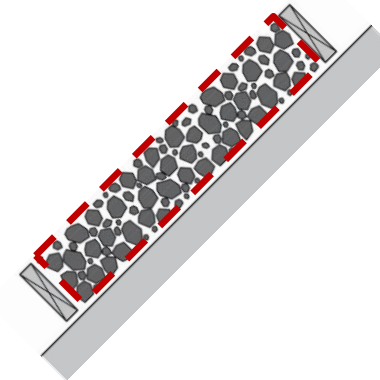
Änderungen zur Schrägdachbegrünung

Maßnahmen gegen Materialverlagerung beim Entstehen des Schüttwinkels:

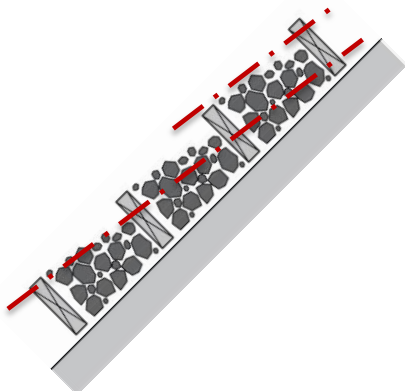
- Erhöhung der Scherfestigkeit



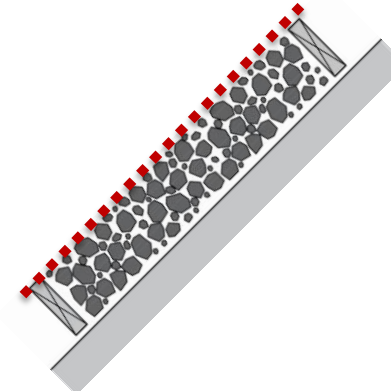
- Bündelung des Schüttstoffs



- Verkürzung der Verlagerungsstrecke



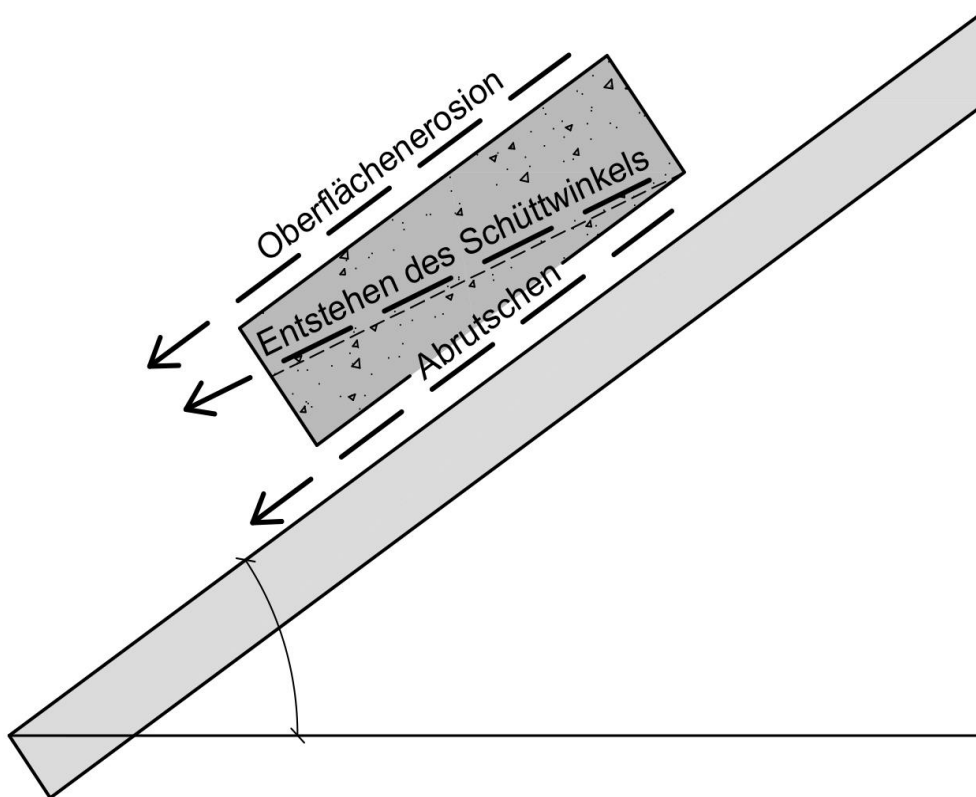
- oberflächliche Abdeckung



Weiterentwicklung der Regelwerke

Fazit

Die Art der Materialverlagerung ändert sich mit der Dachneigung



- Oberflächenerosion
ab 0°
- Abrutschen
ab 10° (abhängig von den Materialien)
- Entstehen des Schüttwinkels
ab 30° (abhängig vom Substrat)

➔ In Abhängigkeit von der Neigung werden unterschiedliche Maßnahmen erforderlich.

Fazit

...

- Bei den Richtlinien der FLL handelt es sich um etablierte Regelwerke, die über die grüne Branche hinaus in Deutschland und im Ausland Anerkennung finden.
- Insbesondere die Dachbegrünungsrichtlinie hat in Bezug auf Nachweisbarkeit der ökologischen Bedeutung der Begrünung einen hohen Stellenwert.
- Offene Forschungsthemen werden auch weiterhin untersucht und eine stetige Weiterentwicklung des Stands der Technik vorangetrieben
- ... und in den Regelwerken der Fachöffentlichkeit zugänglich gemacht.

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!



Quellen (1/2) – Normen, Richtlinien, Leitfäden, Bücher, etc.

BARTEL, Y.-CHR.: *Die Lagesicherheit von Schrägdachbegrünungen – Untersuchung der Auswirkung der Dachneigung und der Eigenschaften der verwendeten Stoffe*. Hamburg : Verlag Dr. Kovač, 2013

DIN – Deutsches Institut für Normung e. V. (Hrsg.): *DIN 1986-100 Entwässerungsanlagen für Gebäude und Grundstücke – Teil 100*. Berlin : Beuth, 2016

DIN – Deutsches Institut für Normung e. V. (Hrsg.): *DIN 18320 VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen – Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) - Landschaftsbauarbeiten*. Berlin : Beuth, 2016

DIN – Deutsches Institut für Normung e. V. (Hrsg.): *DIN 18916 Vegetationstechnik im Landschaftsbau – Pflanzen und Pflanzarbeiten*. Berlin : Beuth, 2016

DIN – Deutsches Institut für Normung e. V. (Hrsg.): *DIN EN 1991-1-1 Eurocode 1 – Einwirkungen auf Tragwerke – Teil 1-1: Allgemeine Einwirkungen auf Tragwerke – Wichten, Eigengewicht und Nutzlasten im Hochbau*. Berlin : Beuth, 2010

DIN – Deutsches Institut für Normung e. V. (Hrsg.): *DIN EN 13948 Abdichtungsbahnen – Bitumen-, Kunststoff- und Elastomerbahnen für Dachabdichtungen – Bestimmung des Widerstandes gegen Wurzelpenetration*. Berlin : Beuth, 2008

Quellen (2/2) – Normen, Richtlinien, Leitfäden, Büchern, etc.

FLL – Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e. V. (Hrsg.): *Richtlinie für die Planung, Ausführung und Pflege von Dachbegrünungen – Dachbegrünungsrichtlinie* –. Bonn : FLL, 2017

FLL – Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e. V. (Hrsg.): *Richtlinie für die Planung, Ausführung und Pflege von Fassadenbegrünungen mit Kletterpflanzen*. Bonn : FLL, 2000

FLL – Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e. V. (Hrsg.): *Gebäude Begrünung Energie – Potenziale und Wechselwirkungen*. Bonn : FLL, 2014

KÖNIG, K.W.: *Regenwassermanagement – Verknüpfung von Natur und Technik*. In: Gebäude Grün 1/2016, Seite 17 – 19. Stuttgart : Verlag Dieter A. Kuberski GmbH, 2016

OPTIGRÜN international AG.: *Titelfoto*. In: Dach + Grün 3/2013, Seite 1. Stuttgart : Verlag Dieter A. Kuberski GmbH, 2013

RÖSLER, I.: *Über den Dächern von Frankfurt – Tierisch gut: Bruthabitat für Möwen*. In: Dach + Grün 1/2013, Seite 6 – 11. Stuttgart : Verlag Dieter A. Kuberski GmbH, 2013