

Prüfbericht

Bestimmung der Abflusskennzahl/des Abflussbeiwertes gemäß FLL-Dachbegrünungsrichtlinien (2018)

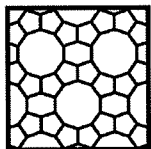
Auftraggeber: Secalflor GmbH, Büro Oranienburg
Schulstr. 4
16515 Oranienburg

Aufbauvariante: Schutzvlies 300 g
2 Lagen Secalflor-Panel (abgesandet, Stöße versetzt), bzw.
1 Lage Secalflor-Panel (abgesandet, Stöße versetzt)
Sedummix-Vegetationsmatte 2 cm

Prüfbericht-Nr.: PG-2023-0015

vom: 01.05.2023

Verfasser:



Dr. Upmeier
Sachverständigenbüro

Diplom-Geologe Dr. rer. nat. Martin Upmeier

von der Landwirtschaftskammer Rheinland-Pfalz öffentlich bestellter und vereidigter
Sachverständiger im Bereich Gartenbau für:

- Garten und Landschaftsbau – Herstellung und Unterhaltung, Teilbereich Schwimm- und Badeteiche
- Dach- und Bauwerksbegrünung
- Qualität von Erden und Substraten

Auf der Lay 17

D-53547 Dattenberg

Tel.: +49 / 2644 / 808038

Fax: +49 / 2644 / 808039

E-Mail: info@sv-upmeier.de

Inhaltsverzeichnis

1	Ziel der Untersuchungen	3
2	Messgerät	3
3	Versuchsanordnung, Versuchsdurchführung	4
4	Ergebnisse	6
5	Schlussfolgerungen	9
6	Verwendete Literatur	9
7	Anhang (Quelle: FLL-Dachbegrünungsrichtlinien (2018))	10

Der Prüfbericht umfasst 11 Seiten.

Der Prüfbericht wurde in 2-facher Ausfertigung erstellt, dem Auftraggeber digital übermittelt und zusätzlich eine Ausfertigung für die Handakte des Unterzeichners angefertigt.

1 Ziel der Untersuchungen

Bei dem vorliegenden Versuch handelt es sich um ein Verfahren zur Bestimmung des Abflussbeiwertes für Systemaufbauten bei Dachbegrünungen. Der Abflussbeiwert C ist in der Hydrologie das Verhältnis von Abflussmenge zu Niederschlagsmenge für eine bestimmte Zeiteinheit. Der Abflussbeiwert beschreibt somit, welcher prozentuale Anteil des Niederschlags zum Abfluss gelangt. Die Werte schwanken zwischen $C=1$ (abgedichtete Fläche, vollständiger Abfluss) und $C=0$ (infiltrationsfähige Fläche, bei der theoretisch jedes Niederschlagsereignis versickern kann). Abflussbeiwerte dienen u.a. zur Berechnung des Regenwasserabflusses.

2 Messgerät

Die Messungen wurden auf einem Messtisch (Abb. 1) gemäß Anlage B.4 der FLL-Dachbegrünungsrichtlinien (2018) durchgeführt (siehe auch Kap. 7 dieses Prüfberichtes). Der Messtisch hat Abmessungen von 5 m Länge, 1 m Breite und 0,5 m Höhe. Das Entwässerungsgefälle des Tisches ist stufenlos von 0-17 % verstellbar. Der Tisch ist mit einer beschieferten bituminösen Wurzelschutzbahn abgedichtet.



Abb. 1: Messgerät zur Abflussbestimmung

Die Wasserversorgung erfolgt aus einem IBC-Container, aus dem über eine KSB-Kreiselpumpe mit gleichbleibendem Druck Wasser gefördert wird. Die aufzubringende Wassermenge wird über ein Feinmanometer genau eingestellt und kann über eine geeichte Feinwasseruhr (Genauigkeit 0,1 l) abgelesen werden. Die Simulation des Niederschlags erfolgt mittels handelsüblicher Gardena-Nebeldüsen, die gleichmäßig auf einer Beregnungseinheit ca. 80 cm oberhalb des eigentlichen Messtisches angeordnet sind.

Das abfließende Wasser läuft in einen Auffangbehälter, dessen Gewicht über eine Plattformwaage (Kern IOC 300K-3 in Kombination mit Software Balance Connection 4) mit einer Genauigkeit von 10 g minütlich ermittelt wird. Die Messwerterfassung erfolgt über 24 Stunden.

3 Versuchsanordnung, Versuchsdurchführung

Auftragsgemäß war folgender Aufbau zu prüfen (von unten nach oben):

- Schutzvlies 300 g (weiß)
- 2 Lagen Secalflor-Panel (abgesandet, Stöße versetzt) (Versuch 1), bzw.
1 Lage Secalflor-Panel (abgesandet, Stöße versetzt)
- Sedummix-Vegetationsmatte 2 cm

Gemäß der Versuchsbeschreibung in den FLL-Dachbegrünungsrichtlinien (2018) wird eine definierte Regenspende von 300 l/(s·ha) für einen Zeitraum von 15 Minuten aufgebracht. Dies entspricht einer Wassermenge von 27 l/m² in 15 Minuten (bzw. für den Messtisch insgesamt einer Wassermenge von 135 l in 15 Minuten).

Das Entwässerungsgefälle des Versuchstisches wurde auf 2 % eingestellt und entspricht damit den Versuchsvorgaben in der FLL-Dachbegrünungsrichtlinie (2018).

Vor dem ersten Messzyklus wurde der Aufbau über mehrere Tage gewässert, damit die trocken angelieferten und eingebauten Panels sich mit Wasser sättigen konnten.

24 Stunden vor einer Messung erfolgt eine Wassersättigung des gesamten Systemaufbaus mit einer Regenspende von 300 l/(s·ha) für mindestens 15 Minuten. Die Vorsättigung wird erst beendet, wenn es zu einem gleichmäßigen Wasserablauf aus dem Versuchstisch kommt. Nach Beendigung der Vorsättigung erfolgt methodenbedingt eine Abtropfzeit bis zur ersten Messung von 24 Stunden. Die Messung wurde dreimal wiederholt, der gesamte Messzyklus dauerte somit 96 Stunden.

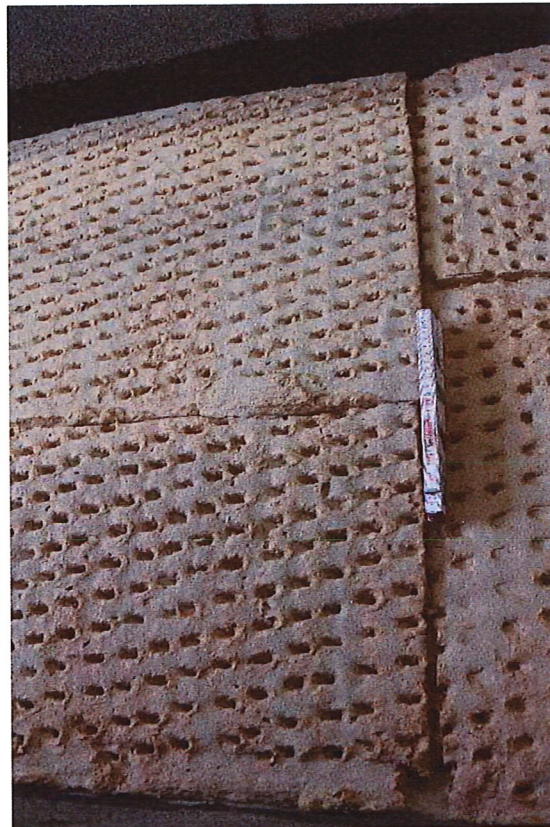


Abb. 2: Secalfor-Panel auf Schutzvlies 300 g (links) und abgesandete erste Lage (rechts)



Abb. 3: Secalfor-Panel vollflächig verlegt (links) und vollständiger Systemaufbau mit Vegetationsmatte (rechts)

4 Ergebnisse

Zunächst wurden für den eingesetzten Sand die Kornverteilungskurve ermittelt (Abb. 4).

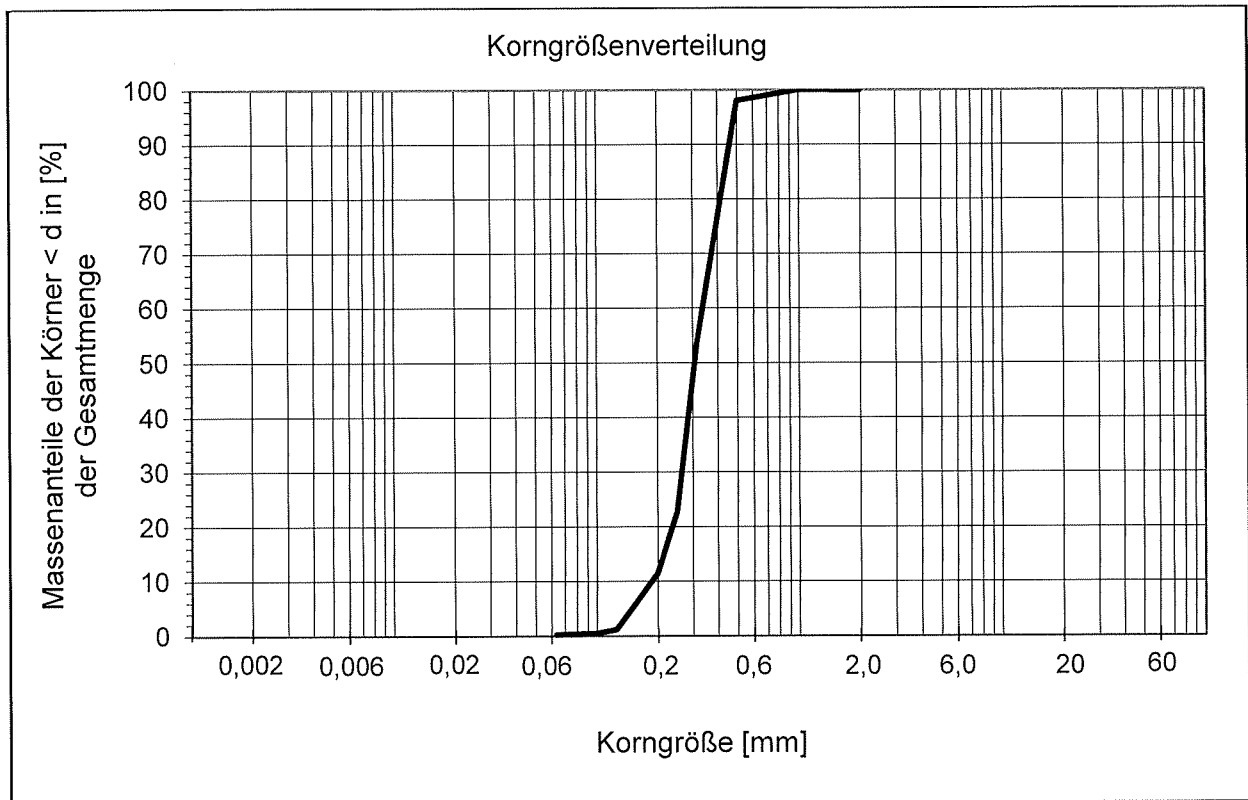


Abb. 4: Kornverteilungskurve Sand

Für die Ermittlung des Abflussbeiwertes wurden aus den Messergebnissen der drei Einzelversuche die Mittelwerte berechnet. Die gemittelten Abflusskurven für den Zeitraum bis 60 Minuten nach Niederschlagsbeginn sind in Abb. 5 und Abb. 7, die gemittelten Abflusskurven für den Zeitraum bis 24 Stunden in Abb. 6 und Abb. 8 dargestellt. Im Mittel sind bei dem Versuch mit 1 Lage Secalfor-Panel nach 15 Minuten 73,6 l von den zugegebenen 135 l abgelaufen, dies entspricht einem Abfluss von 55%. Bei 2 Lagen Secalfor-Panel sind nach 15 Minuten 22,1 l von den zugegebenen 135 l abgelaufen, dies entspricht einem Abfluss von 16%.

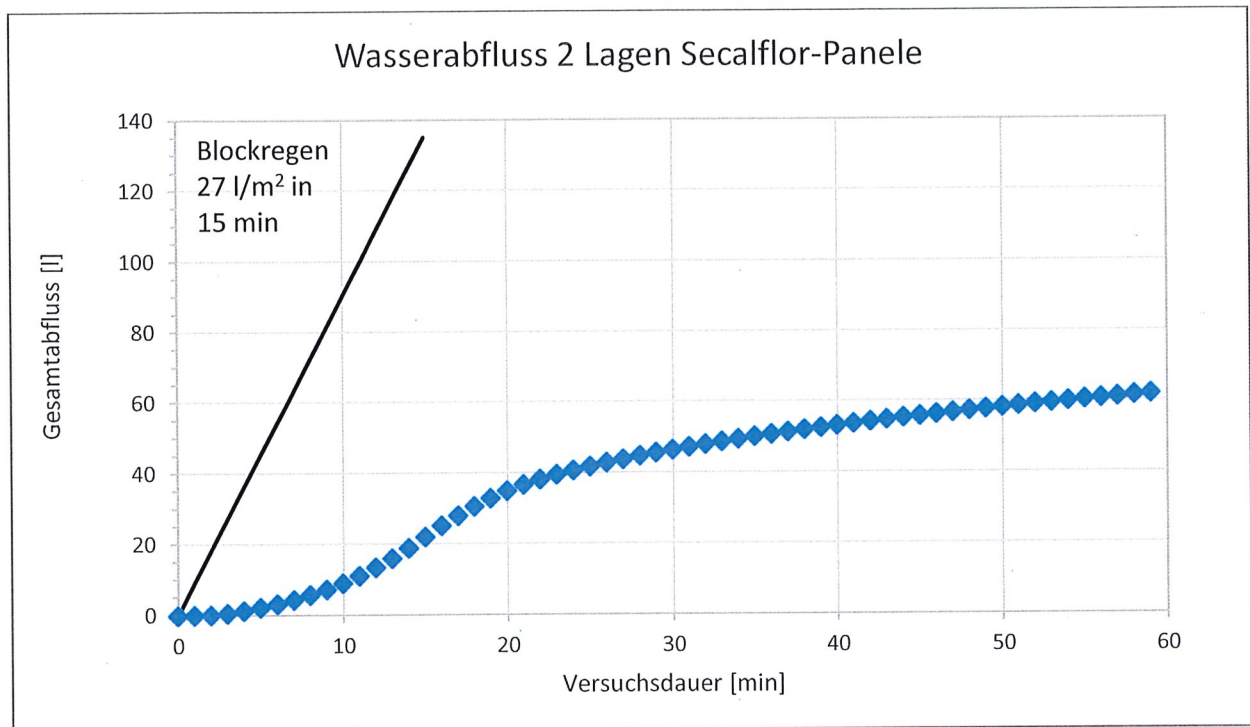


Abb. 5: Zeitlicher Verlauf des Wasserabflusses in 60 Minuten bei Einbau von 2 Lagen Panele

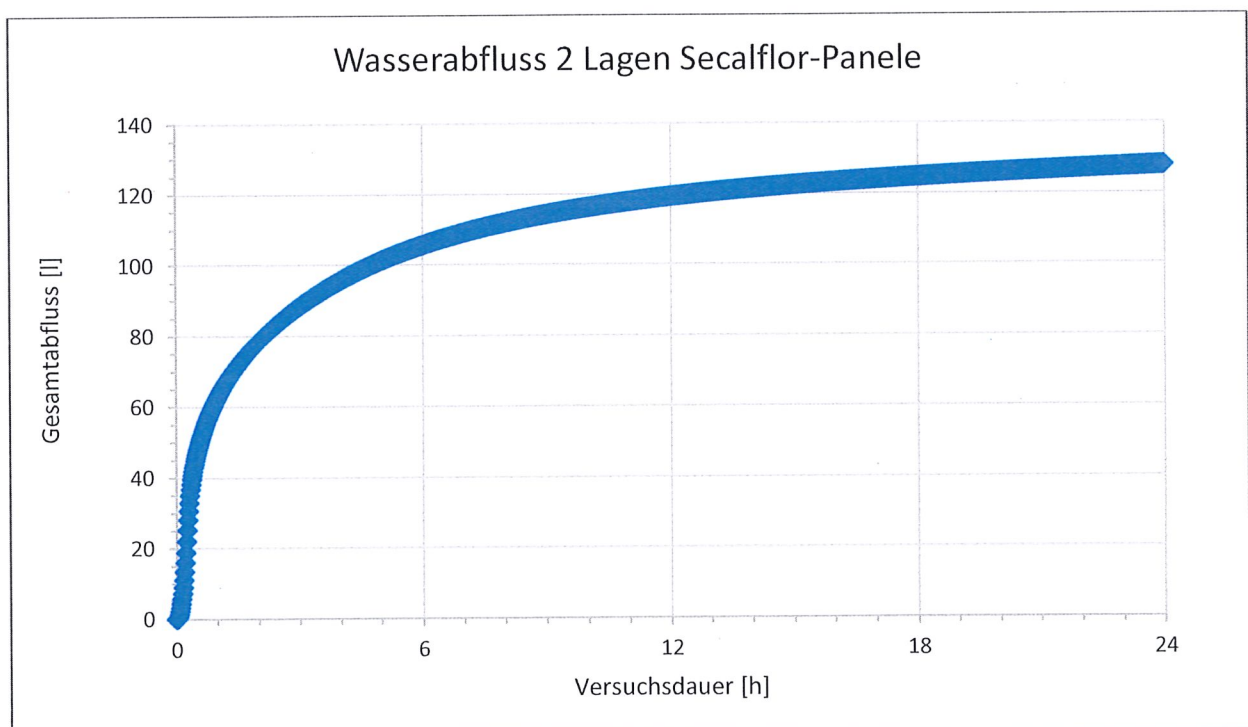


Abb. 6: Zeitlicher Verlauf des Wasserabflusses in 24 Stunden bei Einbau von 2 Lagen Panele

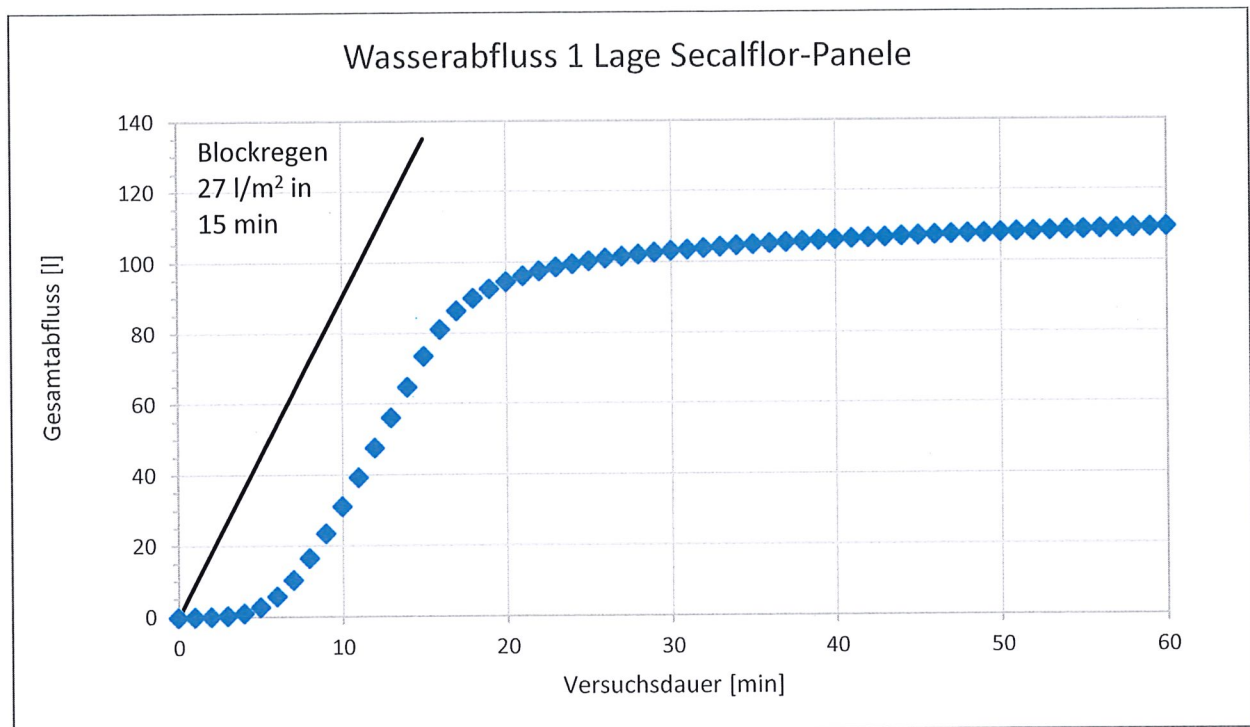


Abb. 7: Zeitlicher Verlauf des Wasserabflusses in 60 Minuten bei Einbau von 1 Lage Panels

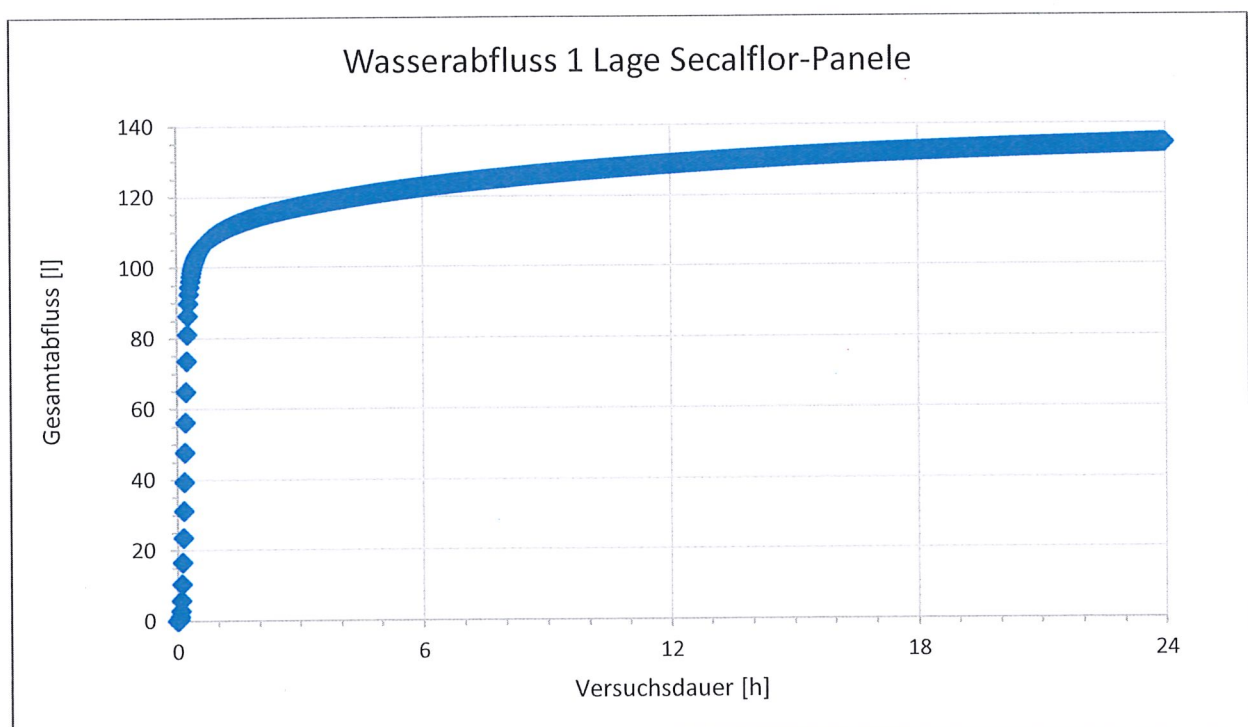


Abb. 8: Zeitlicher Verlauf des Wasserabflusses in 24 Stunden bei Einbau von 1 Lage Panels

Der berechnete Abflussbeiwerte sind in Tab. 1 angegeben. Da sich Vegetation und Durchwurzelung abflussverzögernd auswirken, wird bei unbegrünt Bauweisen üblicherweise gemäß den Vorgaben der FLL-Dachbegrünungsrichtlinie dieser Effekt dahingehend

berücksichtigt, dass von dem jeweiligen Messergebnis 0,05 Einheiten abgezogen werden. Diese Korrektur wird im vorliegenden Fall wegen der Vegetationsmatte nicht vorgenommen.

Tab. 1: Abflusskennzahl bzw. Abflussbeiwert für den Versuchsaufbau Secalflo (Schutzvlies 300 g (weiß), 1 bzw. 2 Lagen Secalflo-Panel (abgesandet, Stöße versetzt), Sedummix-Vegetationsmatte 2 cm) bei einem Gefälle von 2% und einer Regenspende von 300 l/(s·ha) über 15 Minuten

Aufbau	Abflussbeiwert C
1 Lage Secalflo-Panele	0,55
2 Lagen Secalflo-Panele	0,16

5 Schlussfolgerungen

Unter den in den FLL-Dachbegrünungsrichtlinien (2018) festgelegten Versuchsbedingungen konnte für den Versuchsaufbau

- Schutzvlies 300 g (weiß)
- 2 Lagen Secalflopanel (abgesandet, Stöße versetzt), bzw.
1 Lage Secalflopanel (abgesandet, Stöße versetzt)
- Sedummix-Vegetationsmatte 2 cm

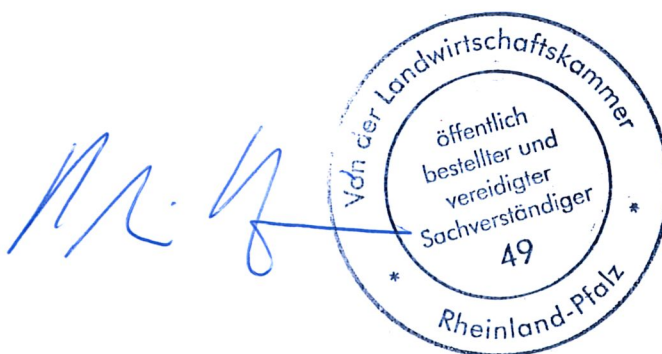
ein Abflussbeiwert von 0,16 bei einem Einbau von 2 Lagen Secalflo-Panele und von 0,55 bei einem Einbau von 1 Lage Secalflo-Panele ermittelt werden. Der deutlich höhere Wert bei der dünn-schichtigen Bauweise ergibt sich aus einem teilweisen oberflächlichen Wasserabfluss während der Versuchsdurchführung.

6 Verwendete Literatur

FLL - Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e.V. (2018): Richtlinien für die Planung, Bau und Instandhaltung von Dachbegrünungen (Dachbegrünungsrichtlinie); 150 S.; Bonn (Eigenverlag).

Dattenberg, 01.05.2023

Dr. Martin Upmeier



7 Anhang (Quelle: FLL-Dachbegrünungsrichtlinien (2018))

Anlage B.4: Bestimmung des Abflussbeiwertes C_s /des Abflussbeiwertes C /der Abflusskennzahl C (Spitzenabflussbeiwert)

B.4.1 Prinzip

Ermittlung des Abflussbeiwertes C_s /des Abflussbeiwertes C /der Abflusskennzahl C (Spitzenabflussbeiwert) – alle nachfolgend vereinfachend als C_s bezeichnet – durch Bestimmung des Wasserabflusses aus dem Schichtaufbau einer Dachbegrünung mit 2 % Entwässerungsgefälle bei einem 15-minütigen Blockregen von

$r_{(15)} = 300 \text{ l / (s x ha)} \triangleq 27 \text{ l/m}^2$ nach vorlaufender aufbausättigender Beregnung und 24-stündigem abtropfen lassen.

B.4.2 Geräte

- Wind- und regengeschützte Halle zum Aufstellen der Versuchseinrichtung;
- Messtische von 5 m Länge und 1 m Breite, mit seitlicher Aufkantung entsprechend der Aufbaudicke der zu untersuchenden Dachbegrünungsbauweise, Siebgitter von rd. 3 mm Maschenweite am Ablaufende, in Stufen verstellbarem Gefälle, wasserundurchlässiger Abdichtung, Auffangrinne oder Ablauftrichter am Gefälleende mit Ablaufstutzen;
- Beregnungseinrichtung bestehend aus einem Düsenrohr mit möglichst gleichmäßiger Verteilung des Blockregens, Anbringung ca. 60 – 80 cm über dem zu untersuchenden Schichtaufbau, allseitiger Folienschutz zum Vermeiden von Tropfenabdrift, gegebenenfalls Druckminderer in der Zuleitung zur Feinregulierung der Regenmenge, Durchflussmesser oder Feinmesswasseruhr zum Erfassen der Regenmenge in Abhängigkeit von der Zeit über Stoppuhr oder elektronisch;
- Messeinrichtung zum Erfassen der abfließenden Wassermenge in Abhängigkeit von der Zeit:
 - visuell
 - über Auffangbehälter mit Wasserstandsanzeiger oder
 - über kalibrierte Auffangbehälter oder
 - über Feinmesswasseruhrenund Erfassen der Zeiten mit Stoppuhr;
 - elektronisch
 - durch Wägung oder
 - über Feinmesswasseruhrund Erfassen von Menge und Zeit mit Datalogger.

B.4.3 Durchführung

Die Abflussbeiwerte/Abflusskennzahlen werden an unbegrüntem Bauweisen untersucht, es sei denn es handelt sich um Bauweisen, die nur vorbegrünt herstellbar sind:

Einstellung eines Gefälles von 2 % an der Versuchseinrichtung. Einbau des zu untersuchenden Schichtaufbaues der Dachbegrünung im feuchten Zustand.

Aufbausättigendes Beregnen bis ein gleichmäßiger Wasserabfluss über 10 Minuten eingehalten wird. Überprüfen, dass keine Abdrift der Beregnung erfolgt. Während eines Zeitraumes von 24 Stunden abtropfen lassen, so dass annähernd der Zustand der maximalen Wasserkapazität eingestellt ist. Aufbringen des Blockregens von 27 l/m² in 15 Minuten in möglichst gleichmäßiger Intensität. Erfassen des Wasserabflusses während des Beregnungszeitraumes in Abhängigkeit vom zeitlichen Verlauf.

Die Messung ist im zeitlichen Abstand von je 24 Stunden 3mal zu wiederholen.

B.4.4 Berechnung

Der Abflussbeiwert/ die Abflusskennzahl berechnen zu:

$$C_s = \frac{\text{Wasserabfluss in Liter in 15 Minuten}}{\text{Regenmenge in Liter in 15 Minuten}}$$

Die Vegetation und Durchwurzelung wirken sich Abfluss verzögernd aus, so dass hierfür 0,05 Einheiten angerechnet und vom Messergebnis abgezogen werden. Bei Bauweisen, die nur vorbegrünt herstellbar sind, z. B. mit Vegetationsmatten, entfällt die zusätzliche Anrechnung.

Das Ergebnis gilt bis 5° Dachneigung.

Für größere Dachneigungen sollten die Messungen bei 5°, 10° und 15° erfolgen, damit eine Interpolation möglich ist. Bei Dachneigungen größer 15° sind ggf. Einzelprüfungen notwendig.