

Klima- und umweltfreundliches innovatives Gebäudegrün



Prof. Dr. E. Hietel (e.hietel@th-bingen.de)

Dipl.-Biol. Ben Warnecke, B.Sc. Jan Wustmann, Prof. Dr. C. Lorenz-Haas,
Prof. Dr. O. Panferov, Prof. Dr. M. Pudlik, Prof. Dr. U. Rößner

Inhalt

- Situation
- Unsere Thesen
- Forschungsprojekt extensives Dachgrün
- Forschungsprojekt semi-intensives Dachgrün (Effin-Grün)
- Interdisziplinäres Forschungsteam
- Ergebnisse
- Fazit und Ausblick

Situation Dachgrün

- Begrünung von derzeit jährlich 8 Mio. m² (Kolb 2016) bis 14 Mio. m² (Mann 2017) - entsprechend ca. 5 bis 10 % der neu errichteten Dachflächen bundesweit
- Davon werden ca. 83 % der Dächer extensiv und ca. 17 % intensiv begrünt (Mann 2017).
- Extensive Dachbegrünungen weisen einen ca. 5-15 cm hohen Schichtaufbau des Substrates auf, die Dachlast beträgt nur 80 -230 kg/m², trockenresistente Vegetation, geringer Pflegeaufwand, geringe Kosten



Unsere Thesen zu Dachgrün

- Extensives Dachgrün ist ein extremer Trockenstandort, dessen Klima- und Umweltfreundlichkeit in Zeiten des Klimawandels optimiert werden sollte → Entwicklung von **semi-intensivem Dachgrün**
- Dafür ist eine ganzheitliche Betrachtung der Klima- und Umweltsynergieeffekte in einem **interdisziplinären Ansatz** erforderlich
- Die Forderungen zur Optimierung müssen durch **exakte Messungen** belegt werden

Forschungsprojekt extensives Dachgrün

Interdisziplinäre Untersuchungen zu **extensiven Dachbegrünungen** an der TH Bingen seit 2014

Messungen: automatische Wetterstationen (T, RF, WR, WG, GS), Wärmebildkamera, Zählung und Bestimmung Arthropoden, Beregnungsversuche



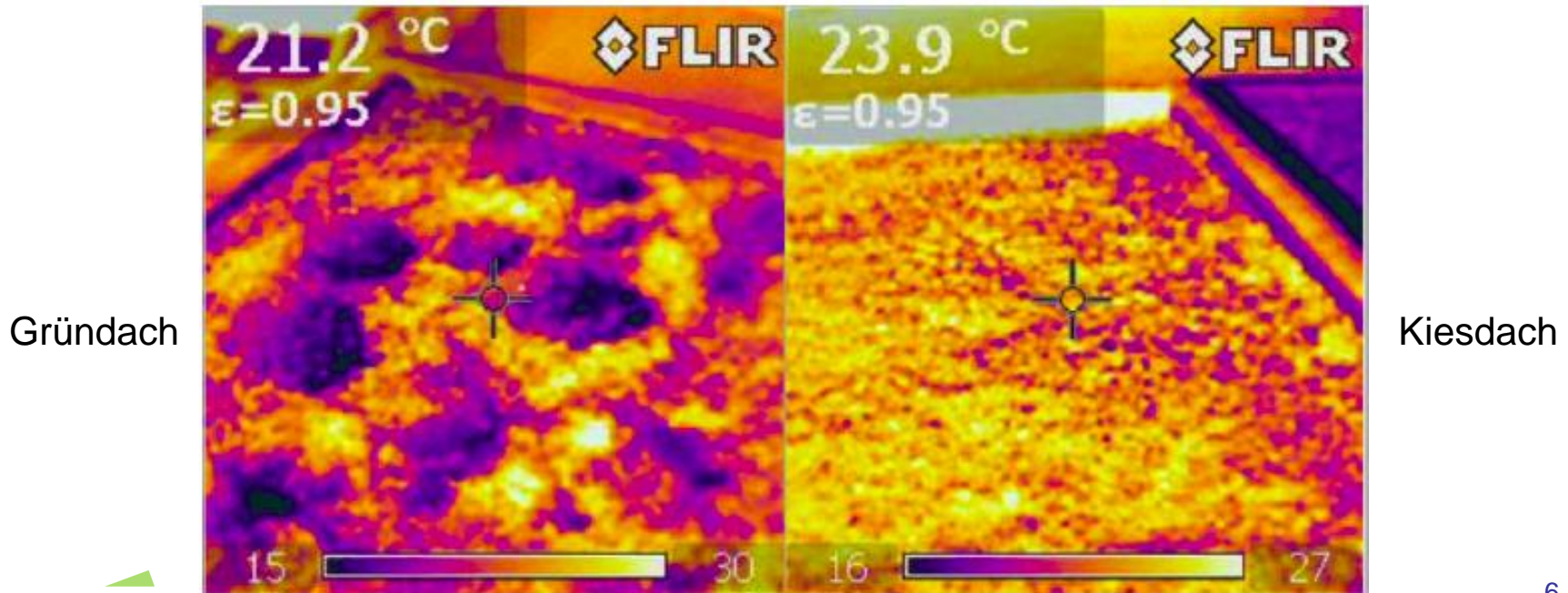
Extensiv begrünte Dächer:
Systemerde ca. 9 cm, Begrünung v.a. mit Sedum, Anlage: 2011



Kiesdächer:
Bitumen-Dachpappe und 3 - 5 cm Kiesschicht

Eingeschränkte Wirksamkeit bei Klimaanpassung

- Keine statistisch signifikanten Auswirkungen von extensivem Dachgrün auf Temperatur und Luftfeuchte im Vergleich zu Kiesdach
- Verwendung von überwiegend CAM-Pflanzen (z.B. Sedum), diese stellen die Transpiration in Hitze- / Trockenperioden ein
- Keine Evaporation aus dem dann ausgetrockneten, dünn-schichtigen Substrat
- Geringer Bedeckungsgrad mit starken Aufheizungseffekten an unbegrüntem Stellen (Albedo)



Eingeschränkte Wirksamkeit bei Biodiversität:

- Extensive Gründächer stellen im Vergleich zu Kiesdächern einen Lebensraum dar (größere Abundanzen, mehr Arten), aber:
- zu wenige Pflanzenarten (monokulturelle Anlagen) und Verwendung gebietsfremder Arten (z.B. *Phedimus spurius* als invasive Art) – Verdrängung heimischer Arten
- Extreme mikroklimatische Unterschiede führen zu größerer Streuung der Arthropoden-Abundanzen im Vergleich zu Kiesdächern
- Für die Biodiversität bedeutsam sind flächiger Bedeckungsgrad und Strukturreichtum, die bei den extensiven Dachbegrünungen oft fehlen



Eingeschränkte Wirksamkeit bei Wasserrückhalt:

- Dünnschichtiges extensives Dachgrün leistet einen Beitrag zum Rückhalt abhängig von der Substratdicke, Vegetationsschicht hat kaum Einfluss (3%)
- Hohe Wirksamkeit des Substrates insbes. bei sehr trockenem Zustand ($C = 0,3$), bei wiederholtem Regenereignis in kurzer Reihenfolge starke Abnahme ($C = 0,7$)

$$C = \frac{\text{abfließende Wassermenge}}{\text{Niederschlagsmenge}}$$



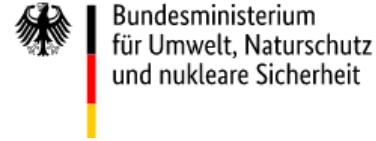
Dach mit extensiver Begrünung



Kiesdach

Forschungsprojekt semi-intensives Dachgrün

Seit 2019 bis 2022: **Effizientes Innovatives Gebäudegrün** – ein klima- und umweltfreundliches, semi-intensives System (Effin-Grün) (DAS Förderung von Klimaanpassungsmaßnahmen)



Ziele:

- **Klimaanpassung:** Entwicklung einer kühlenden semi-intensiven Dachbegrünung mit Bewässerung
- **Umsetzung** mit geringem technischem und finanziellem Aufwand
- **Nachrüstung** von bestehenden extensiven Gründächern möglich (keine flächige Erhöhung der Substratmächtigkeit, kein aufwändiger Einbau von technischen Lösungen, z.B. Retentionsdächer mit Dränelementen aus Kunststoff)



- **Nachhaltigkeit:** automatische Bewässerung ohne fossile Energiequellen (Einsatz PV) und ohne Verbrauch von Trinkwasser
- **Positive Umweltsynergien:** möglichst große Effizienz im Hinblick auf Klimaschutz (Minderung THG-Emissionen), Biodiversität, Regenrückhalt, Gebäudeenergie und Feinstaubbindung
- Nachweis der Effizienz von semi-intensivem Dachgrün auf der Basis von **statistisch fundierten Messergebnissen:**
 - Automatische Wetterstationen
 - Messung THG-Flüsse CO_2 , H_2O , N_2O , CH_4 (Bodenhauben, Laser-Gas-Analystoren)
 - Simulation Starkregenereignisse mit Beregnungsanlage, Bewässerung mit perforierten Schläuchen (ober- und unterirdisch)
 - Messung Qualität Abflusswasser
 - Simulation der Energieflüsse im Bauwerk (Heiz- und Kühlbedarfe im Jahresablauf)
 - Erfassung der Arthropoden als Indikatorarten
 - Pflanzenbonituren
 - Messung von Feinstaub an Pflanzen (Partikeldetektionssoftware RADIUS)



Das Projekt Effin-Grün: Interdisziplinäres Forschungsteam

An der TH Bingen:

- Prof. Dr. Elke Hietel (Biodiversität, Pflanzenmanagement)
- Prof. Dr. Oleg Panferov (Klima)
- Prof. Dr. Ute Rößner (Wasser)
- Prof. Dr. Martin Pudlik (Energiemanagement, -technik)
- Prof. Dr. Cornelia Lorenz-Haas (Statistik)
- Projektmitarbeiter: Dipl.-Biol. Benjamin Warnecke, B.Sc. Jan Wustmann
- Studentische Mitarbeiter: Ingmar Blonzen, Simon Jonas, Caroline Kratzer, Claudio Lenz, Tanja Reichling, Gerald Theis u.v.a.

In Kooperation mit bzw. unterstützt von:

- Uni Mainz Dr. Klemens Seelos (Luftqualität, Feinstaub)
- Stadt Mainz Joachim Kelker (Grün- und Umweltamt)
- Stadt Bingen Jürgen Inboden (Gartenamt)
- BBSR Dr. Bernhard Fischer (Referat Bauen und Umwelt)
- ZINCo GmbH Ralf Walker (Leiter Forschungsabteilung), Kompetenzzentrum Gebäudebegrünung und Stadtklima e.V.
- Bundesverband Gebäudegrün e.V. Dr. Gunter Mann
- Hochschule Kaiserslautern Dr. Michael Lakatos (Funktionelle Biodiversität, Kryptogamen)

Ergebnisse Technische Umsetzung (Bewässerung, energieeffiziente Steuerung)

- Nachrüstung mit Bewässerungsschläuchen ist möglich
- Membranpumpen mit Siebfilter sind preiswerte und robuste Lösungen
- Steuerung mittels programmiertem Mikrocontroller ist preiswert und kann ein smarterer Gebäudebestandteil sein
- Energieversorgung durch Photovoltaik ist durch die Korrelation von Wasserbedarf und Sonneneinstrahlung vielversprechend
- Einsatz von modularen Tanks mit standardisierten Armaturen ermöglicht flexible Lösungen

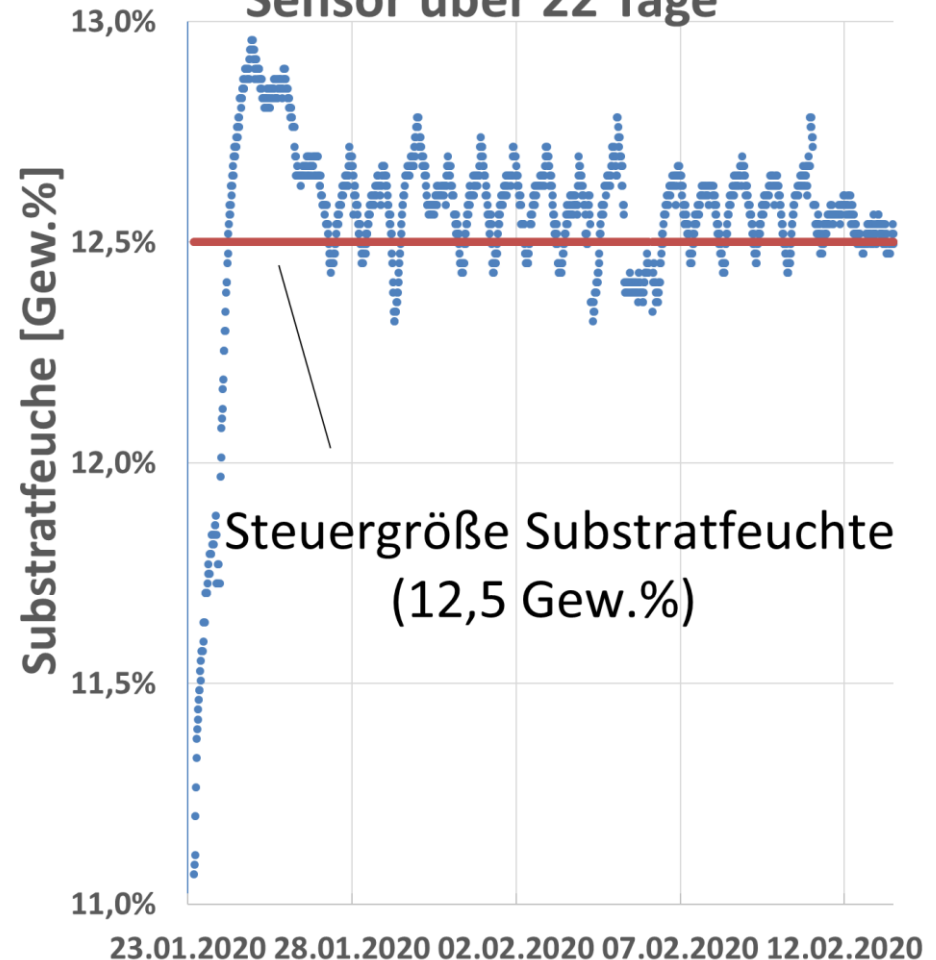


Sensorgesteuerte Bewässerung

- Nach Aufnahme einer Kalibrierfunktion für einen günstigen kapazitiven Sensor (~2€) konnte Substrat eines Gründachmodells auf die angestrebte Feuchte ($\pm 0,5\%$) eingestellt werden
- Schonenderer Umgang mit der Ressource Wasser als bei Einsatz einer Zeitschaltuhr möglich

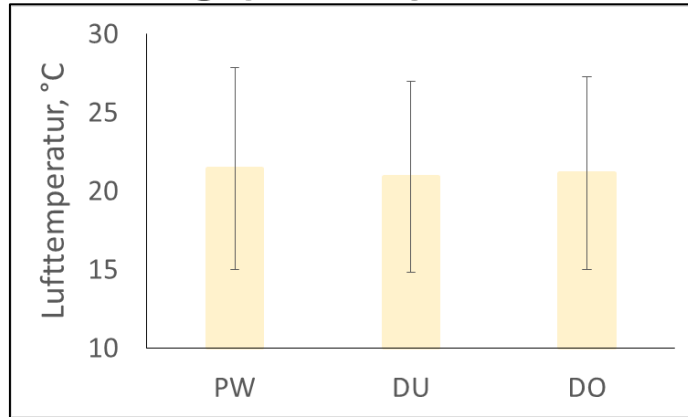
Substratfeuchteverlauf bei Steuerung durch kapazitiven

Sensor über 22 Tage



Ergebnisse Klimaanpassung

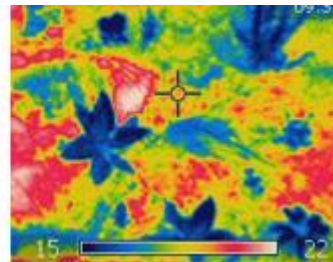
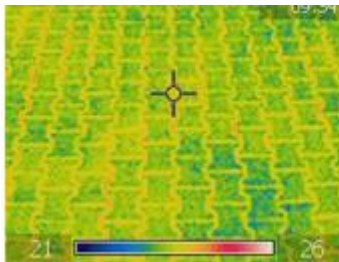
Sommer



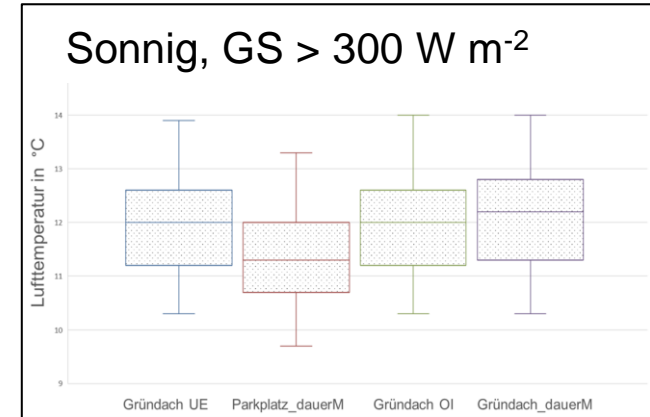
Dachbegrünung unterirdisch, ca. 0,3°C kühler (sign, 0,05)

Parkplatz

Begrünung



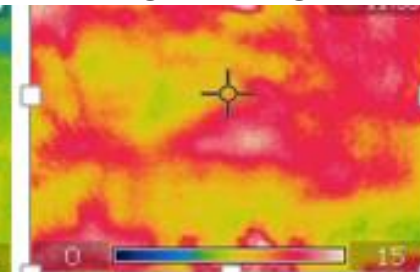
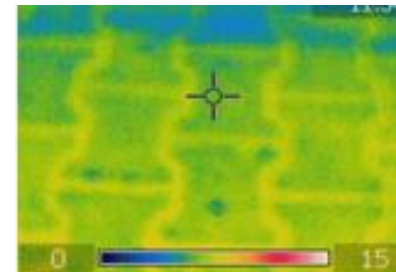
Winter



Dachbegrünung, Ca. 0,5°C wärmer (sign, 0,05)

Parkplatz

Begrünung



Kühlende Wirkung im Sommer, wärmende Wirkung im Winter

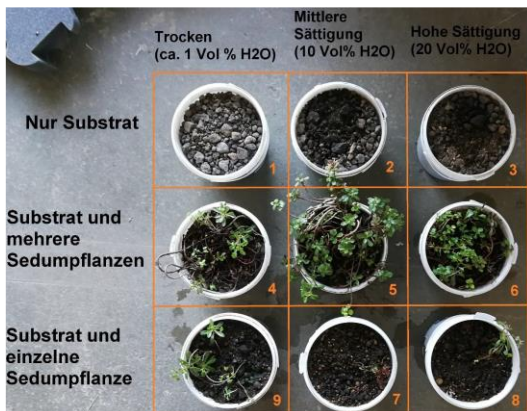
Ergebnisse Klimaschutz

Messungen von Treibhausgasaustausch (CO_2 , H_2O , CH_4) zwischen Begrünungspflanzen, Substrat und der Atmosphäre.

Geräte: Gas-Analysatoren Li-Cor 8100 (Survey Chamber, Clear Chamber) und UGGA Los Gator Research



Geplant: unterschiedliche Pflanzenarten, inkl. Sedum und Substrat (Optigrün, Zinco)



Ergebnisse Sedum: THG Austausch unter verschiedenen Bedingungen (Temperatur, Bodenfeuchte, Globalstrahlung)

Substrat CO_2 -Quelle bis $0,9 \text{ ppm}/(\text{s} \cdot \text{m}^2)$,
 CH_4 -Senke bis $-1,8 \cdot 10^{-4} \text{ ppm}/(\text{s} \cdot \text{m}^2)$

Sedum: CO_2 -Senke bis $-600 \text{ ppm}/(\text{s} \cdot \text{m}^2)$,
 CH_4 -Quelle bis $0,15 \text{ ppm}/(\text{s} \cdot \text{m}^2)$

Optimale Bedingungen: T zw. $27\text{-}32^\circ\text{C}$, RF:58% - 78% 15

Ergebnisse Biodiversität

- Bonitur: Die Bewässerung fördert deutlich Wüchsigkeit (Höhe, Vitalität) und Deckungsgrad der Vegetation, Förderung von Gräsern und Kräutern im Gegensatz zu Sukkulente (Sedum)
- Zur Erfüllung aller interdisziplinären Anforderungen sind artenreiche Mischpflanzungen erforderlich. Problem: im Handel heimische Arten nicht erhältlich bzw. nicht autochthon, oft nur Sorten erhältlich
- Untersuchung von Alternativen:
 - Wildsamenmischungen aus Herkunftsgebiet (Versuche zu Keimungspotenzial bei bestimmter Wassergabe)
 - Untersuchungen zu Mahdgutübertragung von Spenderflächen (Spenderflächenkataster Trockenbiotope)
- Lassen sich artenreiche, effiziente Pflanzengemeinschaften sukzessiv aus Extensivbegrünungen entwickeln oder sind Initialpflanzungen bzw. –ansaat erforderlich?
- Werden dadurch die Abundanzen und die Artenvielfalt bei Arthropoden gefördert?



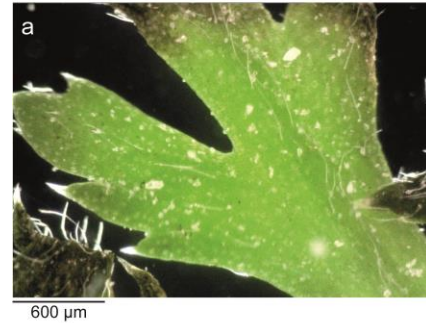
Ergebnisse Feinstaubbindung

- Für die Untersuchung der Feinstaubbindung von Pflanzen werden zwei Ansätze verfolgt: Labor- und Freiflächenversuche

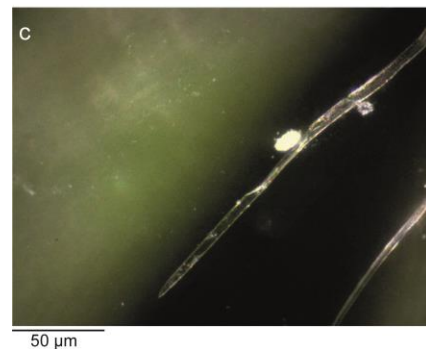


Windkanal mit Testpflanze (Schafgarbe)
variable Parameter: Windstärke;
Staubmenge & -zusammensetzung

Messung: Staubmessung auf Glas-
trägern vor, hinter und auf dem
Blattwerk mittels Bildverarbeitung
und Feinstaubsensoren.

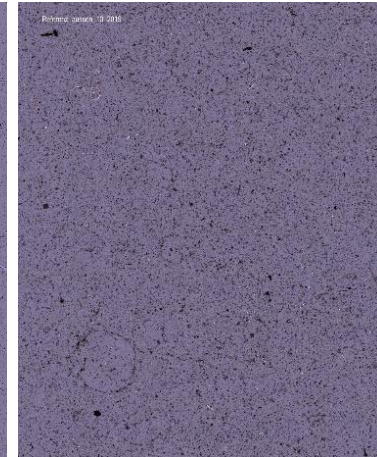
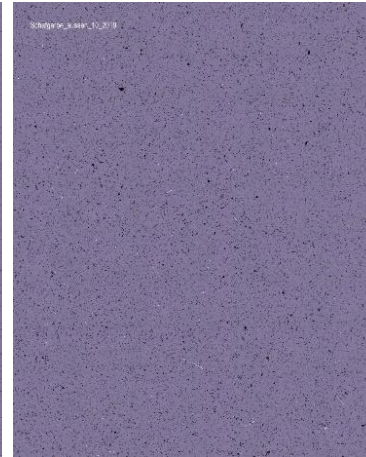
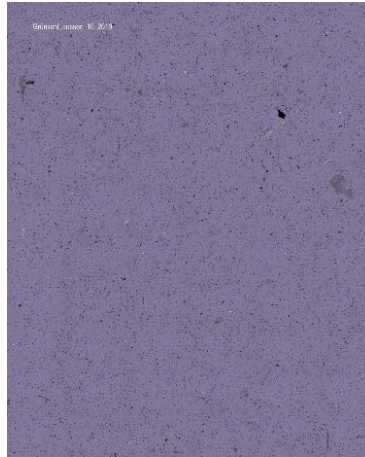


Blatt der Schafgarbe
nach Bestäubung
(Bild a) und nach
Abspülung der
Partikel durch
simulierten Nieder-
schlag (Bild b)



700fach-Aufnahme
Eines Blatthärchens
mit anhaftendem
Staubkorn

Ergebnisse Feinstaubbindung



Feldversuch Uni Mainz: Staubfänger,
Feinstaubsensor und Stromversorgung

Mikroskopaufnahmen (von links)
Grünkohl, Schafgarbe, unbepflanzt

- Ausgeprägte Staubfilterwirkung der Vegetation (Reduktion Staubmenge: Partikeldichte um Faktor 4, Veränderung Staubzusammensetzung: Abnahme der mittleren Partikelgröße;
- Vermutung: größerer Blattflächenindex führt zu stärkerer Reduktion von Partikeldichte insgesamt und von Partikeln geringer Größe. Zusätzlich wird die Zusammensetzung des Staubs verändert (qualitatives Filterpotential)

Fazit und Ausblick

- Umfassende Untersuchungen werden in 2020 und 2021 fortgesetzt
- Erste vielversprechende Ergebnisse für die Klima- und Umweltwirksamkeit von semi-intensivem Dachgrün
- Öffentlichkeitsarbeit und Hilfestellung für Umsetzung unbedingt erforderlich: Leitfäden, Demoanlagen, Zielgruppen: Kommunen, Privatpersonen

