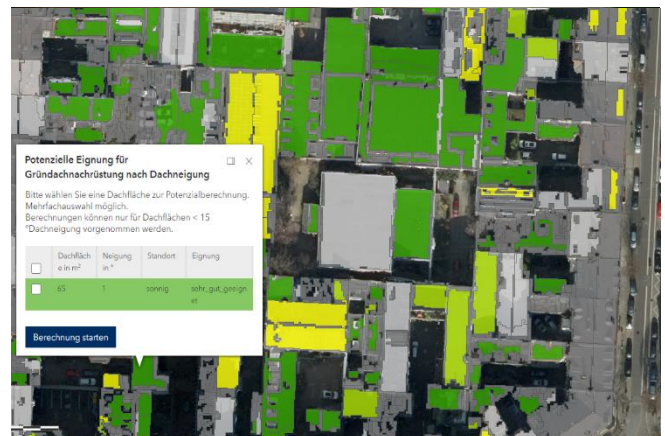


Methodik – Papier zum Handlungsfeld Planung und Bau: Gründachkataster NRW

Grundlagen

Mit dem Gründachkataster NRW liegt ein umfangreicher Datensatz über die möglichen Gründachpotenziale für ganz NRW vor. Anhand von Dachflächenanalysen über die generelle Eignung einer Dachfläche, oder genauer, einer Dachteilfläche, für eine Nachrüstung mit einer Dachbegrünung, können zahlreiche Basisinformationen sowie konkret berechnete Umweltleistungen und ungefähre Kosten dargestellt werden. Dies gilt sowohl für einzelne Dachteilflächen eines Gebäudes als auch für alle geeigneten Dachteilflächen eines Gebäudes. Unter den Basisinformationen können folgende Werte zu den ausgesuchten Dachteilflächen ausgegeben werden:



Das Gründachkataster NRW (©Klimaatlas, LANUV NRW).

- Ausgewählte Dachfläche
- Neigung
- Jährlicher Niederschlag in Ihrer Kommune
- Thermische Belastungssituation (aus der Klimaanalyse)
- Standort (für Pflanzliste)
- Herkunftsgebiet für Regiosaatgut (inkl. Information zum Ausgangssubstrat)

Nach einer Abfrage, welche Substratstärke (10 cm, 20 cm oder 30 cm) verwendet werden soll, liefert die Flächenberechnung Gründachpotenzial direkte Informationen zu den ausgewählten Dachteilflächen über Parameter wie:

- Gewicht in wassergesättigtem Zustand
- Retentionspotenzial bei Starkregen
- Potenzieller jährlicher Niederschlagsrückhalt
- Mittlere Verdunstungskühlleistung pro Jahr
- Jährliches Einsparungspotenzial Niederschlagsgebühr (über Eingabefeld)
- CO₂-Bindungspotenzial
- Feinstaubbindung

Danach liefert die Flächenberechnung basierend auf Expertenschätzungen ungefähre Kostenberechnungen. Einmal nur für das Material und einmal für das Material inklusive Einbau.

Zum Schluss wird abgefragt, ob eine aufgeständerte Photovoltaik-Anlage ebenfalls geplant ist, welche eine hervorragende Kombinationsmöglichkeit mit einem Gründach darstellt, weil Gründächer durch ihre Kühlkapazitäten Solarzellen effektiver arbeiten lassen. Hier wird via Link direkt auf das externe **Solarkataster NRW** verwiesen, wo eine eigene Photovoltaik-Ertragsberechnung für die gleiche Dachfläche gemacht werden kann.

Mit Hilfe der Informationen aus den Berechnungen für die Dachteilflächen in der Auswahl können qualifizierte Größenordnungen zu den Gründachpotenzialen für jedes Haus ermittelt und für weitere Planungen verwendet werden.

Datenbasis und Kartenerstellung

Bei der Analyse der Gründachpotenziale wurden insgesamt über 50 Mio. Dachteilflächen von ca. 11,3 Mio. Gebäuden betrachtet. Die Potenzialanalyse bezieht sich dabei auf die Standortfaktoren Neigung und Ausrichtung. Die Berechnung dieser Faktoren erfolgte über ein digitales Oberflächenmodell (DOM), welches Open Data zur Verfügung steht. Für die generelle Erfassung der Gebäude diente der offizielle Datensatz der sogenannten Hausumringe, die ebenfalls als Open Data frei verfügbar sind.

Bautechnische Faktoren wie der Zustand und die Statik des Daches bzw. Gebäudes können auf dieser Datengrundlage nicht erfasst werden. Sie müssen im Einzelnen durch ein Fachunternehmen gesondert geprüft werden. Bei Kiesdächern sollten bautechnisch die statischen Gegebenheiten für ein Gründach mit 10 cm Substratstärke gegeben sein, weil dies vom Gewicht her identisch ist. Jedoch sollte auch hier zur Sicherheit fachlicher Rat eingeholt werden. Plan eingefasste Dachfenster werden bei der Laserscanmethode nicht erfasst und sind dementsprechend in der Berechnung nicht berücksichtigt.

Datenbasis

Digitales Oberflächenmodell (DOM)

Grundlage der Potenzialanalyse sind die Laserscanrohdatenpunkte des first- und only pulse, die im Auftrag der Bezirksregierung Köln, Geobasis NRW, zu verschiedenen Befliegungszeitpunkten für ganz NRW aufgenommen wurden. Diese Daten sind als **Open Data bei Geobasis NRW frei verfügbar**. Die Befliegungsanforderungen an die Laserscandatenerfassung wurden von der Bezirksregierung Köln mit im Mittel 4 Pkt/m² formuliert. Die jüngsten Daten stammen aus dem Jahr 2019 und liegen in den Regionen um Münster und Bielefeld sowie Minden-Lübbecke vor. Die ältesten Daten stammen aus dem Jahr 2013 und umfassen das Gebiet nördlich von und um Recklinghausen. Abbildung 1 stellt die räumliche Verteilung der unterschiedlichen Befliegungsdaten für die Erstellung des DOMs in NRW dar.

Zur Umsetzung der Analyse wurde NRW in 5 Teilgebiete aufgeteilt. An den Grenzen der Teilgebiete wurde jeweils eine Pufferzone eingerichtet, um teilgebietsübergreifende Verschattungen zu berücksichtigen. Die Pufferzone wurde berechnet, indem der maximale Höhenunterschied im jeweiligen Teilgebiet berechnet wurde und dann je 200 m Höhenunterschied ein Puffer von 1.000 m angesetzt wurde.

Hausumringe

Zur Lokalisierung der Gebäude wurden die Hausumringdaten aus dem Liegenschaftskataster mit Stand Juni 2020 verwendet. Die Hausumringdaten sind ebenfalls **als Open Data frei verfügbar**. Die Hausumringe geben die Gebäudeaußenmauern des Hauses an. Dachüberstände werden nicht berücksichtigt.

Globalstrahlung

Zur Identifizierung von besonders überschatteten Dachteilflächen dient der Rasterdatensatz der mittleren jährlichen Globalstrahlung in kWh/m²/a des Zeitraumes 1981-2010, errechnet aus den monatlichen Rasterdatensätzen zur Globalstrahlung, die **frei verfügbar als Open Data beim DWD** zu finden sind.

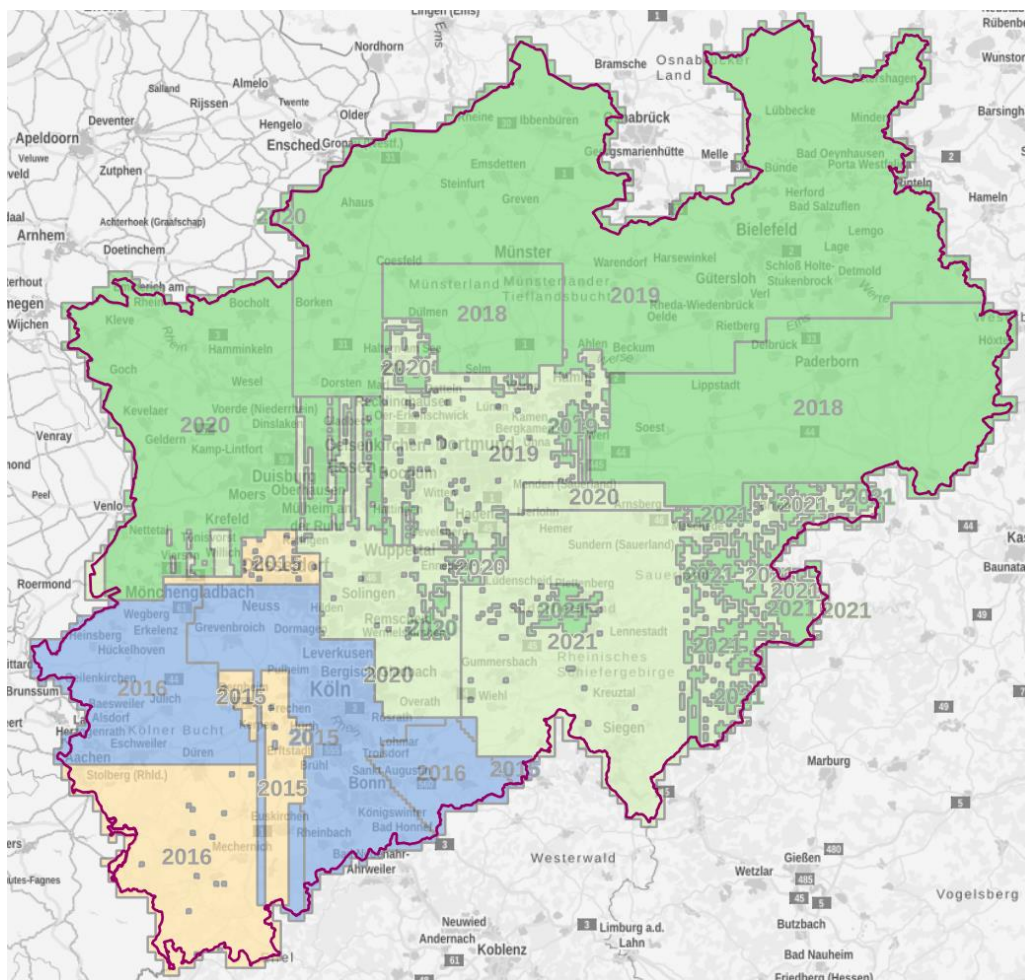


Abbildung 1: Befliegungsjahr der Laserscandaten in Nordrhein-Westfalen. Datenquelle: Geobasis NRW, Bezirksregierung Köln. Kartengrundlage: Land NRW (2021) Datenlizenz Deutschland – Namensnennung – Version 2.0.

Kartenerstellung

Die Analyse zur Berechnung des Dachbegrünungspotenzials lief weitestgehend vollautomatisch ab. Jede Dachfläche wird unter Berücksichtigung der Dachstruktur in Dachteilflächen zerlegt und das Gründachpotenzial für jede Teilfläche berechnet und ausgegeben.

Grundlagendatenkontrolle und -aufbereitung

Vor dem Start der Analyse wurden die Grundlagendaten einer umfassenden Kontrolle unterzogen. Zur Ermittlung der geeigneten Flächen für eine Dachbegrünung wurden ein dreidimensionales Oberflächenmodell (DOM05), das aus den Laserscanrohdaten abgeleitet wurde, und die Gebäudeumringe der ALKIS-Daten verwendet. Die Daten wurden u.a. auf Vollständigkeit und

insbesondere die Gebäudeumringe auf Überlappungen in den Geometrien geprüft. (Da jedoch beide Datengrundlagen erstens unterschiedliche Aufnahme- und Erstellungszeiträume haben und bei über 11 Mio. Gebäuden einzelne Datenlücken zwangsläufig nicht ausgeschlossen werden können, kann es passieren, dass es Lücken im Gründachkataster NRW gibt.)

Ableitung der Dachteilflächen

Auf Grundlage des dreidimensionalen Oberflächenmodells (DOM05) wurden die für eine Dachbegrünung geeigneten Potenzialflächen durch eine Segmentierung abgeleitet. Die Analyse berücksichtigte neben der Neigung und Ausrichtung alle in den Grundlagendaten erfassten Strukturen wie Schornsteine, Gauben und Antennen sowie Geländestrukturen wie Vegetation und Topografie.

Die Zerlegung der Dachflächen in homogene Teilflächen wurde über einen eigens entwickelten Algorithmus umgesetzt, der an das Segmentierungsverfahren „region growing“ angelehnt ist und in (Ludwig 2016) genauer beschrieben wird. Als Ergebnis dieses Verfahrensschrittes lagen homogene Teilflächen vor, die jeweils über eine einheitliche Neigung und Ausrichtung verfügen und damit gleichermaßen für eine Dachbegrünung nutzbar sind. Störelemente wurden dabei ausfindig gemacht und separiert. Anhand der in diesem Verfahrensschritt ermittelten Neigung und Ausrichtung der Potenzialflächen wurde die geforderte Dachflächenklassifikation zur Eignung und Exposition vorgenommen, die im Folgenden dargestellt wird. Zunächst wird in Abbildung 2 ein Beispiel des von (Ludwig 2016) entwickelten Segmentierungsverfahrens dargestellt, welches hier zum Einsatz kam.

Selektion geeigneter Dachteilflächen

Basierend auf den segmentierten Dachteilflächen konnte nun die Klassifikation nach Eignung der Dachteilflächen für eine Gründachnachschrägung erfolgen. Für die Eignung der Dachteilflächen wurden folgende 5 Kategorien der Dachneigung in ° verwendet:

- sehr gut geeignet: 0°-5° Dachneigung
- gut geeignet: > 5°-10° Dachneigung
- noch geeignet: > 10°-15° Dachneigung
- bedingt geeignet: > 15°-35° Dachneigung
- ungeeignet: > 35° Dachneigung

Zuordnung der Expositionsklasse

Anhand der Neigung und Ausrichtung der Dachteilflächen wurde für alle geeigneten Flächen eine Analyse der Expositionsklasse durchgeführt. Eine erste Klassifikation erfolgte nachfolgenden Kriterien:

- Neigung 0° bis 15° -> sonnig
- Neigung 15° bis 35° und Ausrichtung 90° bis 270°-> sonnig
- Neigung 15° bis 35° und Ausrichtung 1° bis 90° und 270° bis 360° -> halbschattig



Abbildung 2: Beispiel Segmentierungsergebnis zur Dachflächenklassifikation (IP SYSCON 2020).

Um zu prüfen, ob diese Einordnung durch äußere Einflüsse, wie die Verschattung durch Bäume oder Nachbargebäude beeinflusst wird, wurde im Zuge von Einstrahlungsanalysen über die solare Einstrahlung (Globalstrahlung) der prozentuale Anteil der Verschattung errechnet. Die Verschattungsintensität ist maßgeblich für die empfohlene Pflanzenverwendung. Über Ganzjahreseinstrahlungsanalysen, berechnet über den Sonnenstand über den Tag und das Jahr, unter detaillierter Berücksichtigung von Strahlungsminderungen durch räumlich und zeitlich wechselnde Verschattungseffekte durch Gebäude, Gelände und Vegetation, ist es möglich, die solare Einstrahlung genau zu ermitteln. Zur Berechnung der Verschattung auf Dachflächen wurde die Einstrahlungsanalyse einmal ohne Berücksichtigung von Verschattungsquellen und einmal mit Berücksichtigung der Verschattungsquellen durchgeführt und abschließend die Differenz daraus errechnet. In der Analyse ohne Berücksichtigung der verschattungsverursachenden Strukturen wurde die Einstrahlung nur abhängig von der Neigung und der Ausrichtung eines jeden Pixels berücksichtigt, nicht aber der Schattenwurf des Schornsteins, Baumes oder benachbarten, höheren Hauses. Diese differenzierte Betrachtung ermöglicht die Identifizierung von Schattenwurf durch Bäume oder höhere Gebäude.

Das Ergebnis lieferte einen prozentualen Abschattungsanteil pro 0,25 m² Zelle.

Folgende Einstrahlungsinformationen wurden dazu errechnet:

1. Jahressumme der Globalstrahlung ohne Berücksichtigung der Verschattungsquellen in kWh/m²/a
2. Jahressumme der Globalstrahlung mit Berücksichtigung der Verschattungsquellen in kWh/m²/a
3. Prozentuale Differenz aus 1 und 2.

Anhand der prozentualen Differenz aus 1 und 2 wurden die abgeleiteten Potenzialflächen auf ihre Verschattung hin überprüft. Wenn innerhalb einer Dachteilfläche ein starker Gradient der Verschattung von mehr als 40 % ermittelt wurde, wurde die Potenzialfläche geteilt und dieser Bereich als „verschattet“ ausgewiesen. Ab einer Mindestgröße von 9 Pixeln (2,25 m²) wurde dieser verschattete Bereich von dem Rest der Fläche getrennt und separat ausgewiesen. Die Fläche wird dann jeweils eine Expositionsklasse heruntergestuft. So wird eine vormals sonnige Fläche als halbschattig und eine halbschattige Fläche als schattig ausgewiesen. Sobald eine Fläche als schattig ausgewiesen wird, ist dieser Dachteilflächenbereich als nicht mehr für ein Gründach geeignet klassifiziert und fällt aus der Potenzialberechnung raus. In den folgenden Abbildungen 3 und 4 wird die Verschattungsanalyse beispielhaft dargestellt.

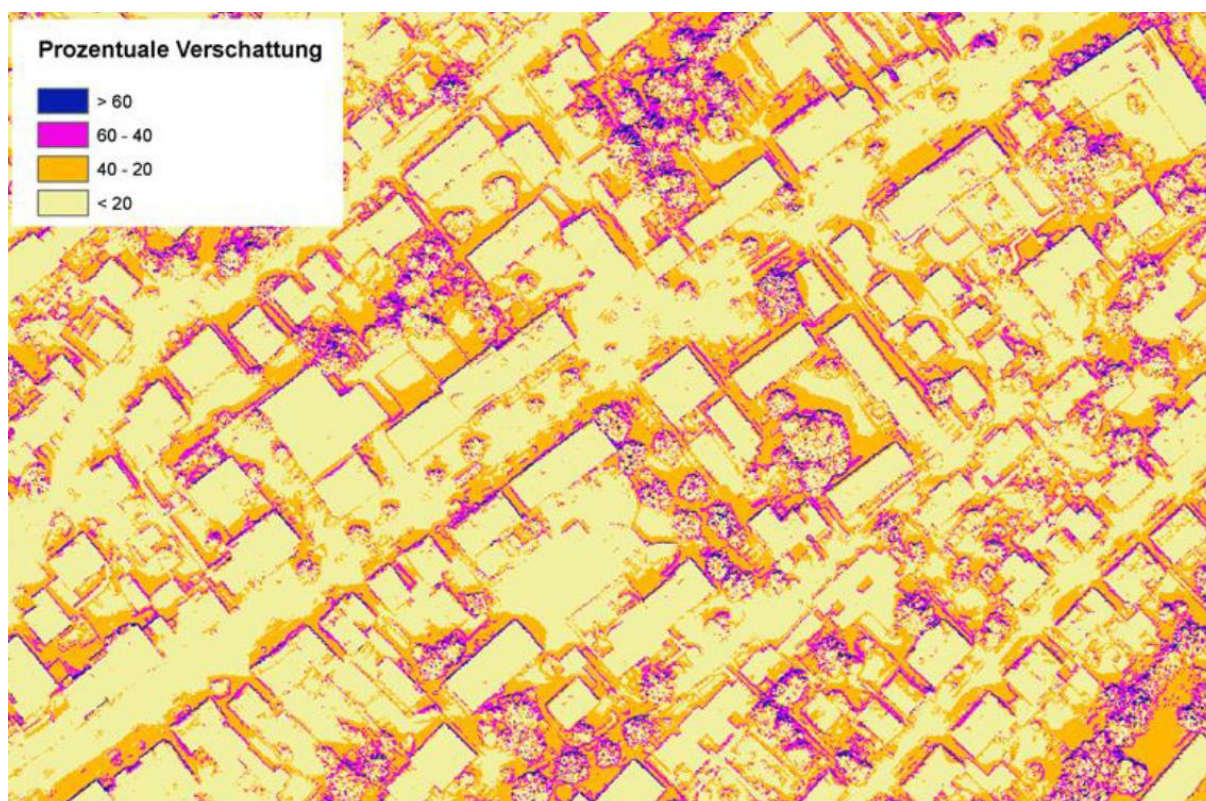


Abbildung 3: Prozentuale Verschattung anhand Globalstrahlungsdaten (IP SYSCON 2020).



Abbildung 4: Klassifizierung der Verschattungssituation (IP SYSCON 2020)

Berechnungen anhand der klassifizierten Gründachpotenzialflächen

Nachdem mit Hilfe der bisherigen Schritte die gesamte Klassifikation aller verfügbaren Dachteilflächen von NRW abgeschlossen war, konnten anhand der Klassifikation die Basisparameter, die Potenziale und ungefähren Kosten berechnet werden. Die einzelnen Parameter und wie sie berechnet wurden, wird im Folgenden dargestellt.

Basisparameter

Hier kommen zunächst alle Berechnungsergebnisse zusammen, die alleine abhängig von der Dachfläche, der Dachneigung und Exposition sowie den allgemeinen Umgebungsbedingungen sind.

Dachfläche (in m²):

Hier wird die exakte 3D Dachteilfläche der aktuellen Dachteilflächenauswahl eines Gebäudes angezeigt. Anhand dieser Fläche können zahlreiche weitere Potenzialberechnungen erbracht werden. Die Dachflächen stammen direkt aus der automatisierten Dachflächenklassifizierung.

Neigung (in °):

Hier wird die jeweilige exakte Neigung der selektierten Dachteilfläche angezeigt. Sind mehrere Dachteilflächen selektiert, werden „von bis“ Angaben der Dachneigungen angezeigt. Mit dieser Angabe kann die Einordnung in die Eignungskategorien transparent nachvollzogen werden.

Eignung (siehe Legende):

Hier erfolgt die direkte Einordnung der Eignung entsprechend der oben dargestellten Kategorien bzw. bis hin zur Kategorie „noch geeignet: > 10°-15° Dachneigung“, weil nur bis zu dieser Dachneigung noch gerade seriöse Potenzialberechnungen möglich sind. Bei mehrfacher Selektion werden auch hier „von bis“ Angaben der jeweiligen Kategorien angezeigt.

Jährlicher Niederschlag in Ihrer Kommune (in mm/a):

Hier wird die für die aktuelle Klimanormalperiode 1991-2020 berechnete mittlere jährliche Niederschlagsmenge in mm/a für jede Kommune dargestellt. Die hier vorliegende mittlere Niederschlagsmenge liefert den Ausgangswert zur Berechnung der jährlichen Niederschlagsrückhaltmenge der ausgewählten Dachteilflächen abhängig von der gewählten Substratstärke. Datenquelle: **DWD open data Server**

Thermische Belastungssituation:

Anhand der **Klimaanalyse** ist es möglich, für jede selektierte Dachteilfläche eine Aussage darüber zu treffen, wie hoch die nächtliche thermische Belastungssituation in einer Modell-Sommernacht ist. Basierend auf der modellierten „Urbanen Wärmeinsel (UHI)“ im Siedlungsraum können Aussagen darüber getroffen werden, wie belastend eine Temperatur empfunden wird. Gerade in den Innenstädten ist diese oft deutlich erhöht. Nächtliche Wärmebelastung wird als am negativsten für die Gesundheit angesehen, da eine erholsame Nachtruhe besonders wichtig für den Organismus ist. Es existieren vier Klassen zur thermischen Belastungssituation:

- Keine nächtliche Überwärmung: $UHI \leq 17 \text{ °C}$
- Schwache nächtliche Überwärmung: $UHI > 17$ bis $18,5 \text{ °C}$
- Mäßige nächtliche Überwärmung: $UHI > 18,5$ bis 20 °C
- Starke nächtliche Überwärmung: $UHI > 20 \text{ °C}$

Mit Hilfe der hier gelieferten Information können besonders von nächtlicher Überwärmung betroffene Immobilien identifiziert werden und eine nachträgliche Dachbegrünung gegebenenfalls besonders gefördert werden.

Standort:

Hier wird das Ergebnis der Dachteilflächenklassifikation nach Neigung, Exposition und der Verschattungsanalyse dargestellt. Der Standort gibt darüber Auskunft, ob für die nachträgliche Dachbegrünung eine **Pflanzliste** (siehe Abschnitt „Pflanzlisten klassisch für Dachbegrünungen“) für einen vollen sonnigen Standort oder für einen halbschattigen Standort bereitgestellt werden soll. Wie aus der Beschreibung zur Expositionsanalyse bekannt, gibt es nur die Kategorien „sonnig“ oder „halbschattig“. Standort mit vollem Schatten wurden in der Verschattungsanalyse als „nicht geeignet“ in der Eignung der letzten Kategorie zugeschlagen und fallen aus der Potenzialberechnung raus. Die Pflanzlisten geben sehr gute Informationen über geeignete Pflanzen, zur Bepflanzung selbst bis hin zur Pflege. Heimische Arten jenseits klassischer „Sedum-Wüsten-Bepflanzungen“ sind hier besonders zu empfehlen.

Herkunftsgebiet für Regiosaatgut:

Zusätzlich zum Standort, der wichtig ist für die Auswahl der geeigneten Pflanzliste, soll die räumliche Einteilung nach den Herkunftsgebieten für **Regiosaatgut** (siehe Abschnitt „Regiosaatgut“) plus Empfehlung Ausgangssubstrat für eine möglichst naturnahe Gründachbepflanzung mit heimischen beziehungsweise regional typischen Kräutern und anderen Pflanzen sensibilisieren. Durch die zum Teil sehr großen Potenzialflächen gerade bei Gewerbegebieten ließen sich hier sehr wertvolle Ersatzbiotope auf ansonsten versiegeltem Grund schaffen, die zusätzlich zu den positiven Wirkungen eines Gründachs hinzukommen.

Potenzialberechnungen ausgewählter Dachflächen

Ab hier kommen zusätzlich zu den anhand der Dachteilflächen lieferbaren Informationen Berechnungsergebnisse hinzu, die auch abhängig von der möglichen Substratstärke einer nachträglichen Dachbegrünung ist.

Auswahl potenzielle Substratstärke:

Basierend auf den in anderen Gründachkatastern (z.B. Gründachkataster des **Regionalverbandes Ruhr**, Gründachkataster **Marburg** oder dem Gründachkataster **Wilhelmshaven**) üblichen angenommenen Substratstärken von **10 cm (extensives Gründach)**, **20 cm (einfache Intensivbegrünung)** und **30 cm (intensive Dachbegrünung)** werden die folgenden Potenzialberechnungen durchgeführt. In der Lebenswirklichkeit wird die nachträgliche Dachbegrünung mit 10 cm Substratstärke aller Voraussicht nach die wahrscheinlichste Variante sein, weil Kosten und Ansprüche an die statische Tragfähigkeit am niedrigsten sind. Sollte es sich bei den selektierten Dachteilflächen um Kiesdächer handeln, so ist das Gewicht der Kiesauflage nahezu identisch zum Gewicht einer extensiven Dachbegrünung im wassergesättigten Zustand. Dies bedeutet, dass Kiesdächer ohne größere statische Anpassungen in extensive Gründächer umgewandelt werden können, zur Sicherheit sollte dennoch eine Expertenprüfung erfolgen.

Gewicht in wassergesättigtem Zustand (in kg/m²):

Die hier verwendeten Werte entstammen aus der Expertenschätzung zu den Kosten einer Gründachnachsrüstung. Diese Werte sind auch in zahlreichen Publikationen (Pfoser et al. 2014) und einschlägigen Internetquellen wieder zu finden. Natürlich handelt es sich hier um grobe Richtwerte, die sich je nach individueller Ausführung unterscheiden können.

- Für ein extensives Gründach (10 cm) wird ein Gewicht von ca. 130 kg/m² veranschlagt,
- für eine einfache Intensivbegrünung (20 cm) wird ein Gewicht von ca. ab 280 kg/m² veranschlagt und
- für ein intensives Gründach (30cm) ein Gewicht von ca. ab 420 kg/m² veranschlagt.

Retentionspotenzial bei Starkregen (in l/h):

Das klassische Retentionspotenzial bei Starkregen stellt nach (Pfoser et al. 2014) die Menge an Niederschlag dar, welches bei einem standardisiertem, 15-minütigem Blockregen von ca. 27 l/m² von der Dachteilfläche nach 24 Stunden abgelaufen ist. Für das Gründachkataster NRW wurde allerdings der Schwellenwert von 40 l/h pro m² (DWD-Schwellenwert für Starkregen Stufe 4) angewendet (IP SYSCON 2020). Die Retentionsleistung unterscheidet sich nicht nur aufgrund der angenommenen Substratstärke, sondern auch aufgrund der angenommenen Dachneigung. Je steiler eine Dachfläche, desto geringer das Retentionsvermögen. Im Folgenden wird die Retentionsleistung vom angenommenen Niederschlag dargestellt:

Dicke Substratschicht	Neigung bis 5 °	Neigung > 5 ° ≤ 15 °	Neigung > 15 °
10 cm	50 %	40 %	Nicht zu empfehlen
20 cm	65 %	50 %	Nicht zu empfehlen
30 cm	80 %	60 %	Nicht zu empfehlen

Potenzieller jährlicher Niederschlagsrückhalt (in m³/a):

Anhand der verfügbaren Dachteilflächen, dem mittleren jährlichen Niederschlag in der Kommune und Werten zum sogenannten Jahresabflussbeiwert (FLL 2018) wurden, je nach Substratstärke, die jährlichen Mengen an zurückgehaltenem Niederschlag berechnet.

Für 10 cm Substratstärke wird ein Niederschlagsrückhalt von 50 % des Jahresniederschlags angenommen, für 20 cm 60 % und für 30 cm 70 % der Jahresniederschlagssumme an Niederschlagsrückhalt angenommen. Die Menge an Niederschlag, die nicht abfließt und vom Gründach theoretisch zurückgehalten werden kann, kühlt effektiv durch Verdunstungsenergie die Dachfläche und somit die Umgebung.

Niederschlagsgebühr ihrer Kommune (in €/m² versiegelter Fläche):

Hier kann die lokale Niederschlagsgebühr eingegeben werden, um im nächsten Berechnungsfeld die mögliche eingesparte Niederschlagsgebühr für versiegelte Grundstücksflächen zu berechnen. Da die Gebühren lokal unterschiedlich sind, können die Nutzerinnen und Nutzer ihre lokalen Werte eingeben.

Jährliches Einsparungspotenzial Niederschlagsgebühr (in €):

Angenommen, es gibt eine Regelung zur Niederschlagsgebühr seitens des lokalen Abwasserverbandes oder Entwässerungsbetriebes, so wird für ein Gründach pro m² ein Nachlass von in der Regel 50 % gegeben. Dieser Wert ist sehr häufig, kann aber je nach Kommune abweichen.

Jährliche Verdunstungskühlleistung (in kWh):

Die jährliche Menge an zurückgehaltenem Niederschlagswasser pro selektierte Dachteilfläche stellt die Grundlage für die Berechnung der Verdunstungskühlleistung dar. Basierend auf den Gesetzen der Thermodynamik wird für die Verdunstung von einem m³ Wasser bei beispielsweise 30 °C eine Energiemenge von 680 kWh benötigt. Diese Verdampfungsenthalpie, nachzuschlagen in jeder **Wasserdampftabelle**, ist je nach Dachfläche sehr groß. Für das Gründachkataster NRW wurde die Verdampfungsenthalpie bei der aktuellen mittleren Jahrestemperatur von NRW, 10,0 °C in der

Klimanormalperiode 1991-2020, von 688 kWh pauschal verwendet. Die Verdunstungskühlleistung ist gerade bei Gutachten zur Kühlleistung von Böden ein gängiges Maß und einfach zu berechnen. Eine Berechnung in Kelvin ist dagegen nur mit aufwendigen Modellierungen möglich.

CO₂-Bindungspotenzial (in kg/a):

Basierend auf einer Studie von (Herfort et al. 2012) zum CO₂-Bindungspotenzial von Gründächern wurde je nach Dachteilfläche und angenommener Substratdicke ein empirischer Wert für die Berechnung des CO₂-Bindungspotentials verwendet. Die empirischen CO₂-Bindungswerte sind wie folgt gestaffelt:

- 10 cm Substratdicke: 0,8 kg/m²a
- 20 cm Substratdicke: 0,9 kg/m²a
- 30 cm Substratdicke: 1,0 kg/m²a

Feinstaubbindung (in g/a):

Die Fähigkeit von Gründächern, schädlichen Feinstaub bis zu einer Größe von PM10 zu absorbieren, wurde unter anderem von (Gorbachevskaya und Herfort 2012) untersucht. Aus dieser Studie stammen auch die empirischen Werte zur Feinstaubbindung von 1,4 g pro m² und Jahr. Im Gegensatz zu den bisherigen Potenzialberechnungen existiert hier keine Differenzierung nach Substratstärke.

Geschätzte Kosten

Die Kostenkalkulationen stammen von Experten im Umfeld des Bundesverbandes **GebäudeGrün e.V. (BuGG)** und geben, je nach Substratdicke und gestaffelt nach Flächenklassen der jeweils selektierten Dachteilflächen, möglichst branchengenaue Kostenschätzungen für Material und Material plus Arbeitskosten bei der nachträglichen Dachbegrünung. Die Größenstaffelung geht über fünf Flächenklassen, von > 10-100 m² im privaten Bereich bis hin zu > 5.000 m² für große Gewerbehallen. Dabei gehen die Kosten pro m² runter, je größer die nachzurüstende Dachfläche ist, weil man mit anderen logistischen Voraussetzungen und Mengen arbeiten kann. Für jede potenzielle Dachteilfläche muss eine bestimmte Menge an Kontrollschächten mitberücksichtigt werden. Hier wurde je nach Flächenklasse die Mindestmenge an notwendigen Kontrollschächten und Substratstärke kalkuliert. Zum Schluss erfolgt eine Kostenkalkulation pro laufendem Meter für die bei 10 cm und 20 cm Substratstärke notwendigen Abschluss-Kiesleisten. Hier wurde auf einen Gesamtwert pro selektierte Dachfläche verzichtet, weil die berechneten Potenzial-Dachteilflächen deutlich weniger gradlinig sind als die Hausumringgrenzen.

Ist eine Kombination mit einer Photovoltaikanlage geplant?

Gründächer und Photovoltaikanlagen schließen sich nicht aus, im Gegenteil, ein gegenseitiger Nutzen ist möglich. Gerade auch bei Flachdächern bietet sich eine Kombination aus Gründach und aufgeständerter Photovoltaikanlage an. Die Dachbegrünung kühlt effektiv die Photovoltaik-Module, was eine Steigerung der Effizienz (Pfoser et al. 2014) nach sich zieht. Bei der Planung einer Photovoltaikanlage ist darauf zu achten, dass die Module nicht durch Vegetation überschattet werden und gleichzeitig die Vegetation noch völlig von Sonne und Regen abschirmen. Ein Mindestabstand von 20 cm zu einer beispielsweise niedrigwüchsigen Extensivbegrünung sollte gegeben sein. Prinzipiell können Photovoltaikmodule alleine durch das Gewicht des Dachbegrünungsaufbaus gesichert werden (FLL 2018), jedoch sollten ausführende Fachunternehmen immer auch den Windsog mit einkalkulieren. Durch den Einsatz von Photovoltaik-Modulen entstehen unterschiedlichere Standortbedingungen auf kleinem Raum, was sich auf die Biodiversität positiv auswirken kann. Unter oder hinter den Modulen gibt es einen Regenschatten, während vor den Modulen mehr Regen abfließt. Das Regelwerk zur Dachbegrünung (FLL 2018) empfiehlt, das sich vorne ansammelnde Wasser weiter nach hinten in den Regenschatten abzuleiten. Sollte eine Photovoltaik-Anlage zusätzlich zur Gründachnachschrägung geplant sein, was nur zu empfehlen ist, so kann dies in den entsprechenden Auswahlfeldern Ja/Nein angeklickt werden. Bei einem Ja ändert sich automatisch der **Standortparameter** (siehe Abschnitt Basisparameter) von sonnig in halbschattig und die Pflanzliste wird entsprechend angepasst.

Solarpotenzial berechnen:

Über dieses Feld gelangt man direkt über einen externen Link zum **Solarkataster NRW** mit dem gleichen Bildausschnitt wie im Gründachkataster NRW. So kann das gleiche Dach selektiert und der Ertragsrechner für Photovoltaik gestartet werden.

Welche Vorteile hat ein Gründach noch?

Gründächer haben neben den bereits hier im Gründachkataster NRW berechenbaren Vorteilen wie z.B. der Niederschlagsretention und allgemeinen Kühlleistung noch zahlreiche weitere positive Eigenschaften. Im Vergleich zu Bitumen, aber auch zu Kiesdächern, heizt sich die Dachoberfläche deutlich geringer auf, wenn sie begrünt wird. Dies hilft dabei, das Gebäudeinnere kühler zu halten. Der Temperaturunterschied eines Bitumendachs kann bis zu 50 Grad (Kelvin) an einem Sommertag (24 Stunden-Verlauf) betragen, während bei einem Gründach diese Temperaturamplitude bei gerade einmal 10 - 20 Grad (K) liegt (Pfoser et al. 2014; Pfoser et al. 2018). Was sich nicht stark aufwärmt, heizt auch die Umgebung deutlich weniger stark auf und trägt zu einem gesunden Klima auch im Quartier (siehe das Werkzeug **Hitzangepasste Quartiersplanung** des LANUV) bei. Es gibt Berechnungsbeispiele (Pfoser et al. 2014), die belegen, dass ein 1.000 m² großes Gründach effektiv an 283 kWh/a an Kühlenergie bei der Gebäudekühlung einsparen kann. Gegenüber einem Bitumendach liegt die Einsparung bei 883 kWh/a für 1.000 m² Dachfläche. Bei aktuellen Strompreisen (ca. 0,32 €/kWh) summiert sich die Einsparung auf über 90 €/a gegenüber einem Kiesdach und auf über 280 €/a gegenüber einem Bitumendach. Wenn man bedenkt, dass klassische

Klimaanlagen die Außenluft mit ihrer Abwärme weiter aufheizen, spricht noch mehr für eine Dachbegrünung.

Durch die erheblich verringerte Temperaturamplitude bei einem Gründach werden alle Dichtungen und sonstigen exponierten Dachteile effektiv geschützt. Auch weitere schädliche Einflüsse wie UV-Beanspruchung und Hagelschlag werden durch Gründächer besser abgeschirmt. Dadurch halten Gründächer in der Regel 10-20 Jahre (Pfoser et al. 2018) länger als konventionelle Flachdachkonstruktionen. Über lange Sicht kosten Gründächer, vor allem, wenn Sie gefördert werden, nicht wirklich mehr als ein konventionelles Dach. Eine ausführliche Abhandlung zur Kostenkalkulation mit dem Beispiel Hamburg liefern Dickhaut et al. (2017). Gründächer halten auch wärmer als konventionelle Dächer. Je nach Substratdicke steigert sich die Dämmwirkung um 3-10 %, dies entspricht einer zusätzlichen klassischen Dämmschicht von bis zu 1,6 cm (Pfoser et al. 2018). Studien zufolge können Gründächer zu einer Reduktion des Lärmdurchgangs von 5 bis 46 dB(A) durch Schallabsorption und Schalldiffusion, abhängig von Frequenz und Gründacheigenschaften, verwirklicht werden (Pfoser et al. 2018).

Je nach Substratdicke und Bepflanzung können Dachbegrünung wertvolle sekundäre Habitate für die einheimische Fauna darstellen. Zahlreiche Studien belegen, dass mit Hilfe von Gründächern ein wertvoller Beitrag zur Biodiversität geleistet werden kann, besonders im Vergleich zu sonstigen versiegelten Flächen (vgl. Mann 1998, 1999b, 1999a, 2015). Auch ergeben sich mit Hilfe von Dachbegrünungen Möglichkeiten, auch Dachflächen in begrenztem Maß als Ausgleichsflächen im Städtebau zu verwenden (Polzin 2017). Hier sollen die Ausführung zu **Regiosaatgut** (siehe Abschnitt „Regiosaatgut“) als zusätzliche Anregung für möglichst naturnahe Dachbegrünungsformen nützlich sein.

Wo finde ich geeignete Fachfirmen?

Kleinere Dachflächen wie zum Beispiel mit Kies bedeckte Garagendächer können sicherlich in Eigenregie unter zur Hilfenahme geeigneter Materialien und mit etwas „Einlesen“ in die Materie selbst angelegt werden, sofern man das Gewicht des Kiesdaches nicht überschreitet und die Tragfähigkeit sorgfältig prüft. Für größere Umrüstungen bestehender Dachteilflächen sollten unbedingt von den einschlägigen Verbänden zertifizierte Fachunternehmen beauftragt werden, die über eine ausreichende Erfahrung für nachträgliche Dachbegrünungen verfügen. Für die Fachbetriebssuche sei auf die Suchmaschinen des Verbandes **GaLaBau NRW** e.V. sowie des **Bundesverbandes GebäudeGrün** e.V. (BuGG) verwiesen. Hier lassen sich geeignete Fachunternehmen für die eigene Umfeldsuche am einfachsten finden.

Pflanzlisten klassisch für Dachbegrünungen

Pflanzlisten für verschiedene Standorte der Firma Klärle GmbH, entwickelt für das **Gründachkataster Marburg**:

Pflanzliste 1 - Sonniger und trockener Standort, für Dachaufbau bis 10 cm

Pflanzliste 2 - Halbschattiger Standort, für Dachaufbau bis 10 cm

Pflanzliste 3 - Sonniger Standort, für Dachaufbau bis 20 cm

Pflanzliste 4 - Halbschattiger Standort, für Dachaufbau bis 20 cm

Pflanzliste 5 - Sonniger Standort, für Dachaufbau bis 30 cm

Pflanzliste 6 - Halbschattiger Standort, für Dachaufbau bis 30 cm

Regiosaatgut

Regiosaatgut – was ist das?

Regiosaatgut ist Saatgut von Biotypen, das innerhalb der Grenzen eines festgelegten Gebietes, dem Ursprungsgebiet, gewonnen, vermehrt und ausgebracht wird, ohne dass es dabei züchterisch verändert wurde (Hiller und Hacker 2001). Die naturschutzfachlichen und praxisrelevanten Mindestanforderungen des Regiosaatgutes entsprechen den Vorgaben des Regiosaatgut- und Regiopflanzgutkonzeptes nach (Prasse et al. 2010).

Das Regiosaatgut-Konzept wurde in einem von der Bundesstiftung Umwelt (DBU) geförderten Forschungsprojekt an der Leibniz-Universität in Hannover entwickelt. Über dieses Forschungsprojekt liefert eine eigene **Homepage** weitere Informationen, ebenso wie die Publikation zu Regiosaatgut von der Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e.V. (Molder 2014), die hier hauptsächlich als Quelle dient. Ferner heißt es auf der **Projekt-Homepage** (Prasse 2010) der Leibniz-Universität:

„Im Zuge von Kompensations- und Gestaltungsmaßnahmen werden in Deutschland jährlich viele Millionen Pflanzen durch Ansaaten und Pflanzungen in die Landschaft ausgebracht. Solche Maßnahmen können mit negativen Einflüssen auf die inner- und zwischenartliche Diversität der Landschaft verbunden sein, da im Rahmen dieser Maßnahmen gebietsfremde Pflanzen sowie vom Menschen selektierte Kulturformen auch einheimischer Arten in großer Zahl Verwendung finden. Dieses Vorgehen steht im Widerspruch zu den Vorgaben des Bundesnaturschutzgesetzes und der von der Bundesrepublik Deutschland unterzeichneten internationalen Abkommen, wie z.B. dem Übereinkommen über die Biologische Vielfalt. Das Regiosaatgut- und Regiopflanzgut-Konzept wurde entwickelt, um den Einsatz von Wildpflanzenarten in ihrer gesamten genetischen Vielfalt zu fördern. Der Absicht nach handelt es sich um einen Kompromiss zwischen der derzeitigen Praxis der Pflanzenverwendung und der aus Sicht des Natur- und Artenschutzes wünschenswerten Verwendung von kleinräumiger gewonnenem Wildpflanzenmaterial.“

Diese Aussage unterstreicht die Wertigkeit von Gründächern, die mit derart gebietseigenem Saatgut angesät werden.

Einteilung in Ursprungsgebiete (UG) für Regiosaatgut für das Gründachkataster NRW

Im Rahmen der Erstellung des Konzeptes für Regiosaatgut wurde eine Gliederung Deutschlands in 22 Ursprungsgebiete erarbeitet, die sich anhand von Klimaparametern, den bodenbildenden Ausgangsgesteinen und den Bodenregionen samt Bodengroßlandschaften unterscheiden lassen (Molder 2014). Das Gebiet von Nordrhein-Westfalen teilt sich in fünf der 22 Ursprungsgebiete auf:

1. UG 01 Nordwestdeutsches Tiefland
2. UG 02 Westdeutsches Tiefland mit Unterem Weserbergland
3. UG 06 Oberes Weser- und Leinebergland mit Harz
4. UG 07 Rheinisches Bergland
5. UG 21 Hessisches Bergland

In der folgenden Abbildung werden die Ursprungsgebiete für Regiosaatgut, die in NRW anzutreffen sind, als Karte dargestellt.

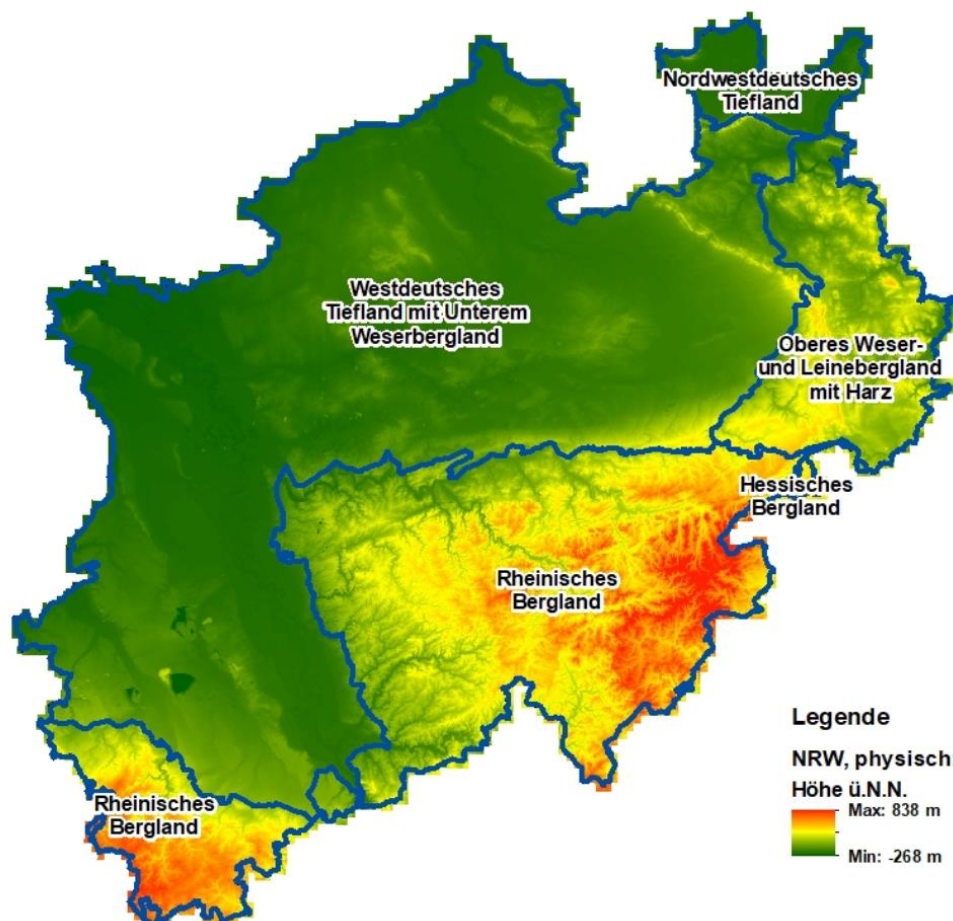


Abbildung 5: Verteilung der Ursprungsgebiete für Regiosaatgut auf NRW. Datenquelle: Universität Hannover, nach (Schmithüsen und Meynen 1962). Kartengrundlage: Land NRW (2021) Datenlizenz Deutschland – Namensnennung – Version 2.0.

Für jede Dachfläche im Gründachkataster NRW wurde eine räumliche Zuordnung zu dem jeweiligen Ursprungsgebiet durchgeführt, so dass bei der Dachflächenauswertung direkt das passende Ursprungsgebiet angezeigt wird. Basierend auf dem jeweiligen Ursprungsgebiet gibt es jeweils eigene Regiosaatgut-Mischungen. **Diese Regiosaatgut-Mischungen sind aber eigentlich für den Außenbereich konzipiert, nicht für Dachbegrünungen. Der Hinweis auf die Regiosaatgut-Mischungen kann zu Zeit lediglich als Ergänzung der Pflanzlisten zum Gründachkataster NRW gesehen werden, weil sich hier noch kein auf Gründächer spezialisierter Regiosaatgut-Markt etabliert hat. Auch sind die klassischen Mischungen darauf ausgelegt, dass zweimal im Jahr eine Maht erfolgen muss, was für ein Gründach doch eher unpraktisch wirkt.**

Für kleinere Dachflächen, die in eine Gräser/Kräuter – Begrünung umgewandelt werden sollen, bieten die einschlägigen Saatguthersteller spezielle Saatgutmischungen für Innenstadtbereiche an, die es auch in kleineren Mengen gibt. Über mögliche Bezugsquellen kann sich auf der Seite des **Verbandes deutscher Wildsamens- und Wildpflanzenproduzenten e. V.** (VWW) oder beim **Bundesverband Deutscher Pflanzzüchter e. V.** (BDP) informieren.

Für größere Dachflächen lohnt sich eine weitere Diversifizierung und fachgerechte Anpassung der Regiosaatgut-Mischungen, je nach Substratdicke und ggf. Ausgangsgestein für die Bodenbildung in der unmittelbaren Umgebung. Laut (Molder 2014) gibt es für jedes Ursprungsgebiet verschiedene Standortvarianten, die je nach Wasserangebot und zum Teil nach dem pH-Wert des Bodensubstrats unterschiedlich sind. Für die Dachbegrünung ab 20 cm Substrattiefe kommt grundsätzlich eine Kräuter- und Leguminosen-Auswahl gemäß der offiziellen Mischung (Molder 2014) **Trocken-/Magerrasen** für trockene bis mäßig trockene Standorte als Anregung in Betracht, die jeweils in **mager, sauer** und **mager, basisch**, je nach Ausgangsgestein unterschieden werden können, sofern es entsprechende Gründachsubstrate gibt. Hier müsste mit der ausführenden Firma beratschlagt werden. Dort wo das Ausgangsgestein kalkhaltig ist, sollte eine Artenauswahl **mager, basisch** genommen werden. In den anderen Fällen sollte eine Artenauswahl **mager, sauer** verwendet werden. Hierzu liefert das Berechnungsfenster zusätzliche Informationen. Entgegen der für Außenbereiche zusammengestellten Artenlisten der FLL (Molder 2014) müssten aber für Gründächer ab 20 cm Substratstärke deutlich weniger Gräser und zusätzlich heimische Sedumsprossen verwendet werden. Letztendlich ist eine Beratung über eine möglichst naturnahe Dachbegrünung durch eine Fachfirma hier am hilfreichsten. Für die Fachbetriebssuche sei auf die Suchmaschinen des Verbandes **GaLaBau NRW** e.V. sowie des **Bundesverbandes GebäudeGrün** e.V. (BuGG) verwiesen. Beschreibungen zur genauen Ansaat, wenn selbst durchgeführt, liefern die Saatgutlieferanten in der Regel selbst.

Literaturverzeichnis

Dickhaut, Wolfgang; Vignola, Gionatan; Harseim, Lisa; Bornholdt, Hanna; Jan, Bart Jan; Hliwa, Marie-Thérèse (2017): Hamburgs Gründächer. Eine Ökonomische Bewertung. Hg. v. Freie und Hansestadt Hamburg, Behörde für Umwelt und Energie (NUE). HafenCity Universität Hamburg, Fachgebiet Umweltgerechte Stadt- und Infrastrukturplanung. Hamburg, zuletzt geprüft am 11.04.2021.

FLL (2018): Dachbegrünungsrichtlinien. Richtlinien für Planung, Bau und Instandhaltung von Dachbegrünungen. 6. Aufl. Hg. v. Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e. V. (FLL). FLL. Bonn.

Gorbachevskaya, Olga; Herfort, Susanne (2012): Feinstaubbindungsvermögen der für Bauwerksbegrünung typischen Pflanzen. Bericht. Unter Mitarbeit von Susanne Herfort und Olga Gorbachevskaya. Hg. v. IASP -FBB. Institut für Agrar- und Stadtökologische Projekte. Berlin, zuletzt geprüft am 22.07.2019.

Herfort, Susanne; Tschuikowa, Steffi; Ibañez, Andrés (2012): CO₂-Bindungsvermögen der für die Bauwerksbegrünung typischen Pflanzen. Bericht. Unter Mitarbeit von Susanne Herfort, Steffi Tschuikowa und Andrés Ibañez. Hg. v. IASP - FBB. Institut für Agrar- und Stadtökologische Projekte. Berlin, zuletzt geprüft am 22.07.2019.

Hiller, A.; Hacker, E. (2001): Ingenieurbiologie und die Vermeidung von Florenverfälschungen- Lösungsansätze zur Entwicklung von Regiosaatgut. In: Mitteilungen der Gesellschaft für Ingenieurbiologie e.V. (18), S. 16–42.

IP SYSCON (2020): Abschlussdokumentation Standortanalyse und Potenzialberechnung für Gründachanlagen für das Bundesland Nordrhein-Westfalen. Unter Mitarbeit von Dorothea Ludwig und Anja Tegeler. Unveröffentlicht, zuletzt geprüft am 09.04.2021.

Ludwig, Dorothea (2016): Methodenentwicklung zur GIS-gestützten Standortanalyse von Solaranlagen auf Grundlage hochauflösender Laserscandaten. Osnabrück, Universität; Mathematik/Informatik, Fachbereich; Institut für Geoinformatik. Osnabrück, zuletzt geprüft am 08.04.2021.

Mann, Gunter (1998): Vorkommen und Bedeutung von Bodentieren /Makrofauna) auf begrüntem Dächern in Abhängigkeit von der Vegetationsform. Dissertation. Eberhard-Karls-Universität, Tübingen. Fakultät für Biologie.

Mann, Gunter (1999a): Begrünte Dächer als Lebensraum - Teil 1: Ergebnisse ökologisch-faunistischer Untersuchungen. In: Stadt und Grün 3/99, S. 194–199, zuletzt geprüft am 11.04.2021.

Mann, Gunter (1999b): Begrünte Dächer als Lebensraum - Teil 2: Ergebnisse und Schlussfolgerungen ökologischer Untersuchungen. In: Stadt und Grün 5/99, S. 328–333, zuletzt geprüft am 11.04.2021.

Mann, Gunter (2015): Begrünte Dächer als Ausgleichsflächen. Trittstreinbiotope und Biotopvernetzungen. In: Stadt und Grün 12/15, S. 45–50, zuletzt geprüft am 11.04.2021.

Molder, Frank (Hg.) (2014): Empfehlungen für Begrünungen mit gebietseigenem Saatgut. Regiosaatgut: Regiosaatgut-Mischungen, RSM Regio; Naturraumtreues Saatgut: Übertrag von Mähgut, Druschgut, Saatgut, Vegetationssoden, Oberboden. Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau. Ausg. Mai 2014. Bonn: Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau.

Pfoser, Nicole; Dierks, Frank; parc. architektur+freiraum (2018): Dachbegrünung - Leitfaden zur Planung. Unter Mitarbeit von Hanna Bornholdt, Renate Hensel, Siegfried Krauß und Norbert B. Niemann. Hg. v. Freie und Hansestadt Hamburg, Behörde für Umwelt und Energie (NUE). Freie und Hansestadt Hamburg. Hamburg, zuletzt geprüft am 28.08.2019.

Pfoser, Nicole; Jenner, Nathalie; Henrich, Johanna; Heusinger, Jannik; Weber, Stephan (2014): Gebäude Begrünung Energie. Potenziale und Wechselwirkungen. 1. Ausg. Bonn: Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau FLL (FLL-Schriftenreihe Forschungsvorhaben, 2014,01).

Polzin, Nils (2017): Dachbegrünungen als Ausgleichsmaßnahme für einen Eingriff in Natur und Landschaft. Masterthesis. Hg. v. HafenCity Universität Hamburg, Fachgebiet Umweltgerechte Stadt- und Infrastrukturplanung. Hamburg, zuletzt geprüft am 11.04.2021.

Prasse, Rüdiger (2010): Einführung - Regiosaat- und Regiopflanzgut-Konzept. Leibniz Universität Hannover, Institut für Umweltplanung. Online verfügbar unter regionalisierte-pflanzenproduktion.de, zuletzt aktualisiert am 18.02.2021, zuletzt geprüft am 31.03.2021.

Prasse, Rüdiger; Kunzmann, Dierk; Schröder, Roland (2010): Entwicklung und praktische Umsetzung naturschutzfachlicher Mindestanforderungen an einen Herkunftsnachweis für gebietseigenes Wildpflanzensaatgut krautiger Pflanzen. DBU Abschlussbericht. LU Hannover, Institut für Umweltplanung. Hannover, zuletzt geprüft am 31.03.2021.

Schmithüsen, Josef; Meynen, Emil (1962): Handbuch der naturräumlichen Gliederung Deutschlands. Bad Godesberg: Bundesanst. für Landeskunde u. Raumforschung.