

Energie-Grün-Dach – als Chance für eine lebenswerte Stadt

Workshop des 12. Winterthurer Bauseminars vom 27. September 2019

Beatrice Bosshard
Projektleiterin
Stadtgrün Winterthur

Andreas Dreisiebner
Vorstand Solarspar
Inhaber Gartenbau A777, Seuzach

Tobias Probst, Produktmanager
Wildblumen / Rasen / Begrünungen
fenaco, UFA-Samen, Winterthur



Energie-Grün-Dach – als Chance für eine lebenswerte Stadt

Vorzüge für die Klimaverbesserung

- Energiegewinnung und Extensivbegrünung in Kombination
- Förderung der Artenvielfalt, Lebensraum für Pflanzen, Insekten, Bienen, Wildbienen, Käfer, Spinnen, auch bodenbrütende Vögel, usw.
- Attraktive Dachaufsicht auf kräuterreiche Dächer
- Vernetzung von Lebensräumen, Trittsteinen
- Entlastung des Abwassersystems (etwa 50 % der Jahresniederschläge bleiben auf dem Dach gespeichert)
- Verzögerung der Hochwasserabflussspitze
- Rückbefeuchtung und Kühlung der urbanen Gebiete
- Luftverbesserung, Staub-, Schadstoff und CO₂-Bindung
- Verlängerung der Lebensdauer, Schonung der Dachhaut durch Temperatureausgleich, UV Schutz

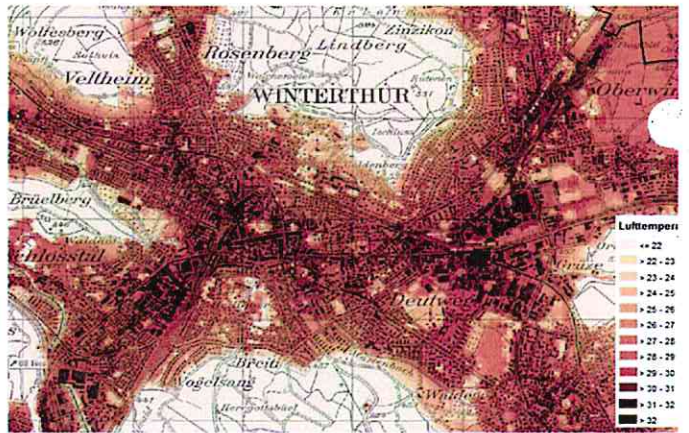


Gesetzliche Grundlagen

- Bau- und Zonenordnung Stadt Winterthur, Artikel 74a
- SIA- Norm 312 Begrünung von Dächern
- SIA- Norm 271 Abdichtung im Hochbau
- SFG Richtlinie für extensive Begrünung (Schweizerische Fachvereinigung für Gebäudebegrünung)

Herausforderungen für die Planung

- Planung mit Fachleuten, Systemabstimmung von Begrünung und Montagesystem für Solarpanels (frühzeitig in der Projektphase)
- Ausführung (Substratstärke, Substratmodellierung)
- Schattenwurf von Pflanzen verhindern
- Pflegemassnahmen (regelmässig 1 bis 2 Mal pro Jahr)



Stolpersteine vermeiden

- Dach ohne Gefälle oder fehlende Drainage
- Fehlende Aufständering der Solarpanels
- Schichtstärke und falsche Modellierung des Substrates
- Zusammensetzung Dachgartensubstrat, Körnigkeit, Feinanteil, Nährstoffe, wichtig für Begrünung
- Saatmischung: Vermeidung hochwachsender Pflanzen
- Vernachlässigen des Unterhalts verursacht Schäden durch Wurzeln von Baum-, Strauch- und Schilfwuchs



Energie-Grün-Dach – als Chance für eine lebenswerte Stadt

Flach aufgeständerte Solarpanels

Flach aufgeständerte, 15 Grad geneigte Solarpaneele funktionieren in Kombination mit einer extensiven Dachbegrünung nicht.

Das Hauptproblem sind Pflanzen, deren Blätter und Stängel Schatten werfen oder sogar auf die Solarpaneele hinaufwachsen.

Wir empfehlen deshalb für das Energie-Grün-Dach nur Aufständertungsarten, die an der tiefsten Stelle 25 cm über dem Substrat zu liegen kommen.



Fixierung der Solarpanels

Reine Südausrichtung

- Solarpanels meistens 30° geneigt
- Hoher Ertrag
- Ertragsmaximum am Mittag

Ost- Westausrichtung

- Ausgeglichener Ertrag, flacheres Tagesprofil
- Vorteilhaft bei hohem Eigenbedarf

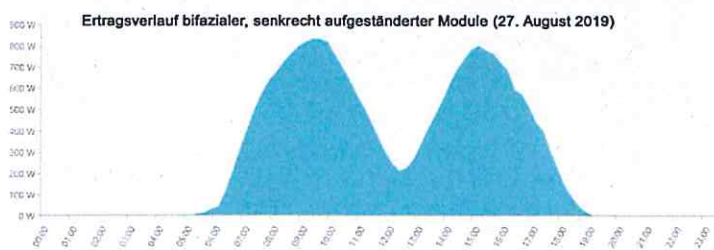
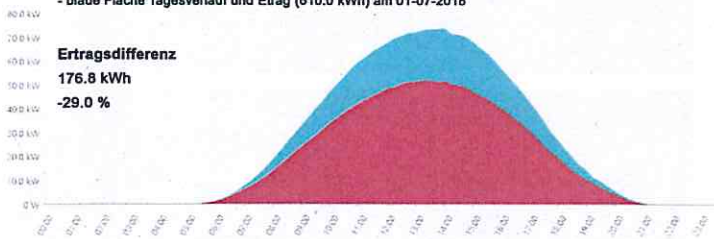
Senkrechte, bifaziale Solarzellen

- Ausrichtung grundsätzlich ost-west
- Ertrag optimal für den Tagesverbrauch
- **Mit idealer Ausrichtung und optimiertem Albedoeffekt durch silbrig laubige Pflanzen und hellem Substrat erreicht man auf gleicher Fläche höhere kWh Erträge als mit einer Flachaufständertung**



Ertragsverlauf

Ertragsverlauf vor und nach der Dachpflege (wegen schattenwerfenden Pflanzen)
- rote Fläche Tagesverlauf und Ertrag (433.20 kWh) am 20-06-2018
- blaue Fläche Tagesverlauf und Ertrag (610.0 kWh) am 01-07-2018



Energie-Grün-Dach – als Chance für eine lebenswerte Stadt

Substrataufbau

Von den Solarpanels wird Tau und Regenwasser auf das Substrat abgeleitet. Das heisst, die Pflanzen vor den Panels werden durch das abtropfende Wasser und der darin gelösten Nährstoffe im Wachstum begünstigt.

Deshalb muss die Schichtdicke der extensiven Dachsubstraten **vor den Panels auf 6 bis 7 cm reduziert werden. Zwischen und unter den Panels wird die Substrathöhe bis 13 cm erhöht.**

Wegen den Windlasten an Ecken und Rändern der Gebäude weicht man dort von dieser Regel ab und baut höhere Substratdicken bzw. -lasten ein.

Mischungen

Zur Begrünung extensiver Dächer sind einheimische Pflanzen und Ökotypen gefragt. Als Ersatz für überbaute Flächen soll der Natur und bedrohten Tierarten wieder Lebensraum gegeben werden. Bei dem Energie-Grün-Dach ist es jedoch wichtig, dass nur niedrig wachsende Arten verwendet werden. Das heisst, sogenannte Solarkräutermischungen.

- Solarkräutermischung mit niedrig wachsenden Arten. zum Beispiel UFA-Kräuter Solardach CH.
- Solarkräutermischung mit silberlaubigen Blättern. Durch den Albedoeffekt kann die Leistung der Solarpanels gesteigert werden. Derzeit sind dies Spezialmischungen oder Pflanzungen.

Saatzeit

Die besten Saatzeiten sind von Mitte März bis Ende Mai und von Anfang August bis Mitte September. Sommersaaten sollte man vermeiden; diese vertrocknen oft.

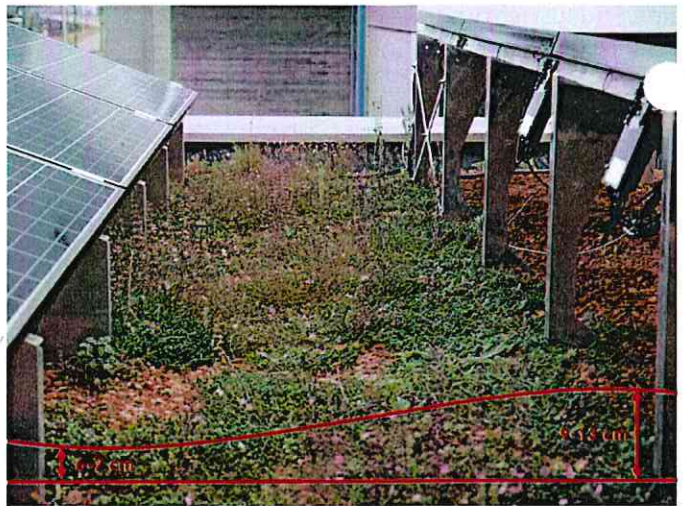
Wie funktioniert die extensive Begrünung?

Kräuter einer extensiven Begrünung leben nur ein oder wenige Jahre. In der Regel keimen und wachsen die Kräuter im ersten Jahr. Im zweiten Jahr blühen sie und bilden Samen. Danach sind die Pflanzen zu gross, verbrauchen zu viel Wasser und gehen wieder ein. Durch die neu keimenden Samen regeneriert und erhält sich die Begrünung über Jahre.

Pflege

Extensiv begrünte Dächer mit oder ohne Solarzellen müssen ein- bis zweimal pro Jahr kontrolliert werden.

- Dies hält Pflegekosten gering.
- Ungewollte oder schädliche Pflanzen können sich nicht weiter vermehren.
- Kleine Pflanzen lassen sich leichter ausreissen.
- Die Menge des abzuführenden Materials bleibt klein.
- Schattenwerfende Pflanzen, die den Ertrag der Solarpanels schmälern könnten, können sich nicht entfalten.
- Die Pflanzen mähen sollte man nur in Ausnahmefällen.



Wie bringt man Energie-Grün-Dächer zum Blühen

Extensiv begrünte Dächer, die mit Solarzellen ausgerüstet werden, gibt es schon seit etlichen Jahren. Der wirtschaftliche Druck den Strom möglichst günstig zu produzieren, führte dazu, dass Firmen die Tragkonstruktionen vereinfachten und die Bauherren pro Fläche eine möglichst grosse Anzahl Solarpanels installierten. Flache Solaranlagen mit 15 Grad geneigten Solarpanels südlich oder ost-westlich ausgerichtet, eroberten die Dächer. Sogar Dachflächen, auf denen Städte und Kommunen extensive Gründächer forderten, erhielten solche Anlagen.

Ertragseinbussen wegen dem Schattenwurf hochaufwachsender Pflanzen sowie hohe Kosten für die Pflege solcher Dächer liessen nicht lange auf sich warten. Das Energie-Grün-Dach geriet in Verruf. Zu Unrecht, wie die folgenden Ausführungen zeigen!

Was braucht es, für ertrag- und blütenreiche Energie-Grün-Dächer?

Der Erfolg beginnt bei der Planung. An die Auflagen für das begrünte Dach denken Planer oft erst, wenn diese eingefordert werden. Wünschenswert wäre es, wenn Bauherren aus Imagegründen oder aus Überzeugung an die Vorzüge des Gebäudegrüns dächten und das Gebäudegrün mit Pflanzen in ihre innovativen Planungen einfließen liessen.

Bei Energie-Grün-Dächern scheitert der Erfolg des Systems meistens an der Höhe der Aufständering. Für das Wachstum muss den Pflanzen zwischen dem Substrat und der Solarpanels ein Raum von mindestens 25 bis 30 cm gewährt werden. Auch Blütenstände niedriger Pflanzen brauchen diese Höhe. Das Licht, welches sich an den Solarpanels spiegelt, lässt Blütenstände niedriger Arten höher wachsen als auf freiem Gelände. Ebenfalls unterschätzt wird das abfliessende Tau- und Regenwasser der Panels, welches Blütenstaub mitnimmt und die darunterliegenden Arten mit Wasser und Nährstoffen versorgt. Um dieser Sachlage gerecht zu werden, müssen die Firmen das Substrat entsprechend modellieren. Da wo das Wasser der Solarpanels hinfliesst, wird die Schichtdicke dünner ausgebildet, weiter weg und unter den Solarpanels darf die Schichtdicke erhöht werden. Pflanzen, die weniger Wasser erhalten, können dann trotzdem gedeihen.

Aufständeringssysteme für Solarpanels, welche die Dachabdichtung nicht durchdringen, ruhen auf Kunststoffplatten, an denen die Unterkonstruktion der Solarpanels angebracht ist. Diese Platten werden durch das darauf liegende Substrat beschwert. Um die erhöhten Windlasten an Ecken und Kanten der Gebäude auffangen zu können, lassen sich Solarunterkonstruktionsplatten in diesen Bereichen mit mehr Substrat oder mit schwererem Substrat - wie zum Beispiel Kies - beschweren.

Mischungswahl

Für das Energie-Grün-Dach eignen sich nur dafür vorgesehene Dachkräutermischungen. Solche Mischungen setzen sich aus Arten zusammen, die klein bleiben und deren Blütenstände nicht zu hoch aufwachsen. Generell eignen sich dafür Sedumarten. Aber auch Thymian, Gamanderarten, Hufeisenklee, Sonnenröschen, Deutsches Filzkraut, Gemeine Kugelblume, kleine Glockenblumenarten u.a. bereichern Solargründachmischungen. Kultivierte man nur reine Sedumwüsten, dann bliebe der ökologische Wert solcher Anlagen bescheiden. Die Vielfalt des Lebensraums und unterschiedlicher Pflanzen locken eben Kleintiere an.

Ökologie

Gute Energie-Grün-Dächer können bezüglich Ökologie sogar besser sein, als gewöhnliche extensive Begrünungen. Dies zeigen Untersuchungen von Dr. Stephan Brenneisen, Leiter Forschungsgruppe Stadtökologie, an der ZHAW in Wädenswil. Was sind die Gründe dafür? Sonne, Schatten, unterschiedliche Substrathöhen, abtropfendes Regenwasser an Solarpanels, Verstecke, blühende und absterbende Pflanzen unterschiedlicher Arten. Die Vielfalt der Habitate und Flora machen es aus, dass sich unterschiedliche Kleinlebewesen auf dem Dach einfinden.



Pflege

Jedes extensiv begrünte Dach müssen Servicefachleute regelmässig kontrollieren und den Pflanzenbestand gegebenenfalls regulieren. Empfehlenswert sind mindestens ein bis zwei Pflegedurchgänge pro Jahr während der Vegetationszeit. Das Wachstum, die Vermehrung und die massenhafte Verbreitung unerwünschter Arten lassen sich so verhindern.

Schädlich für die Dachhaut sind vor allem rhizombildende Arten. Pflanzen dieser Gruppe gehören weder auf ein herkömmliches extensiv begrüntes Dach noch auf das Energie-Grün-Dach. Hoch aufwachsenden Arten darf man auf dem Energie-Grün-Dach wegen des Schattenwurfs nicht tolerieren. Was neben den ausgesäten Arten sonst noch auf dem Energie-Grün-Dach wachsen darf oder wie der Bestand zu pflegen ist, muss der Auftraggeber des Dachservice von Beginn an festlegen.

Fazit

Mit hoch aufgeständerten Solarpanels oder mit senkrechten, bifazialen Modulen lassen sich die städtebaulichen Vorzüge des Gründaches wie die Minderung des Hitzeinseleffekts, die Rückverdunstung des Regenwassers, die Abflussverzögerung des Dachwassers, die Staubbindung und das Schaffen von Lebensraum für Kleinlebewesen mit der solaren Energiegewinnung sinnvoll kombinieren. Wichtig ist dabei, dass planerische Schlüsselfaktoren eingehalten werden. Zu den Schlüsselfaktoren eines erfolgreichen Energie-Grün-Daches gehören: Hoch aufgeständerte Module, modellierte Substratflächen, passende artenreiche Mischungen für Energie-Grün-Dächer, regelmässige sowie kompetente Kontrolle und Pflege der Anlagen.

Autor: Tobias Probst, Produktmanager Wildblumen / Rasen / Begrünungen
UFA-Samen Winterthur



Checkliste	Dachbegrünungen und Solaranlagen	DokumenteignerIn
		tbe 11/2018

Rechtliche Vorgabe

Diese Vorgabe gilt für Neubau und Instandsetzung (auch ohne Baueingabe), sobald der Flachdachaufbau neu erstellt wird: **BZO Art. 11, Abs. 1** In allen Zonen ist der nicht als begehbare Terrasse genutzte Bereich eines Flachdachs ökologisch wertvoll zu begrünen, auch dort, wo Solaranlagen installiert sind. Die Pflicht, ökologisch wertvoll zu begrünen, besteht, soweit dies technisch und betrieblich möglich sowie wirtschaftlich tragbar ist.

Allgemeines

Die vorliegende Checkliste unterstützt Planende und Bauherrschaften und gibt Hinweise zur Kombination von ökologisch wertvollen Dachbegrünungen und Solaranlagen. Diese Kombination ist möglich bei fachgerechter Planung. Sie wird in der Stadt Zürich grundsätzlich angestrebt. Diese Checkliste macht keine Aussage zur Bewilligungspflicht der Solaranlage.

Synergieeffekte und Einschränkungen

- + Die Verschattung durch die Paneele mildert die extremen Standortbedingungen. In den schattigen und darum auch länger feuchten Bereichen unter den Solaranlagen entstehen interessante Mikrostandorte, die von weiteren Tieren und Pflanzen besiedelt werden können.
- + Einfachere Kontrolle / Reinigung dank aufgeständerten Modulen
- + Dachbegrünungen können als Auflast für lose verlegte Dachschichten eingesetzt werden, d.h. die Substratmasse kann Module auf dem Dach halten.
- Die Solaranlage muss der Begrünung Raum geben. Dies bedingt eine Aufständering, die mit einem grösseren Reihenabstand verbunden sein kann. Bei flachen Anlagen ist eine räumliche Aufteilung von Solaranlage und Dachbegrünung auf der Dachfläche notwendig.
- Die Begrünung darf nicht beliebig hoch werden. Die Wuchshöhe der Vegetation muss kontrolliert werden.

Was ist bei der Planung zu beachten?

Solaranlagen und Begrünung sind gemeinsam zu planen und bestimmte Grundsätze sind zu beachten, um zu einer guten Lösung zu gelangen. Sämtliche Angaben zur Substratdicke gelten für das verdichtete Substrat.

- Die Dicke bzw. die Wasserkapazität und der Nährstoffgehalt der Vegetationstragschicht und die Summe und Verteilung der Niederschläge über das Jahr definieren die Ausprägung der Vegetation. Schichtdicke, Oberflächenmodulation und Saatgut müssen mit Aufständering, Reihenabstand und Modulorientierung koordiniert werden.
- Um zu verhindern, dass die Vegetation zu hoch wächst und die Module beschattet, muss die Wasserkapazität der Substratschicht reduziert werden (auf ca. 13l/m²). Dies kann erreicht werden, indem ca. 50cm vor dem Modul die Substratschichtdicke auf ca. 5cm reduziert wird und ein guter Wasserabfluss gewährleistet ist. Mit der Einrichtung von Substrathügeln an geeigneten Stellen kann trotzdem eine gute Retentionsleistung erreicht werden.
- Der gleichen Absicht dient die Aufständering auf mindestens 30cm ab OK Substrat und die Verwendung einer auf die Solarnutzung ausgerichteten Saatmischung mit niedrigwüchsigen Pflanzen..
- Bei einem Reihenabstand von unter 50cm bzw. bei ungenügender Aufständering muss die Substratschicht durchgehend reduziert werden. Dies entspricht nicht einer ökologisch wertvollen Begrünung.
- Alternative: rein mineralische Substrate, kiesigen Unterboden oder Wandkies verwenden
- Aufgeständerte Anlagen werden vom Dachrand zurückversetzt, um freie Randzonen zu schaffen. Die Anlagen sind so vom Strassenraum und den umliegenden Gebäuden nicht einsehbar.
- Alternative: entsprechend höheren Dachrand ausbilden, was aber die Gebäudehöhe beeinflusst.
- Zur Verhinderung von Moosbildung sollten Module mit randlicher Einfassung steiler aufgestellt werden.

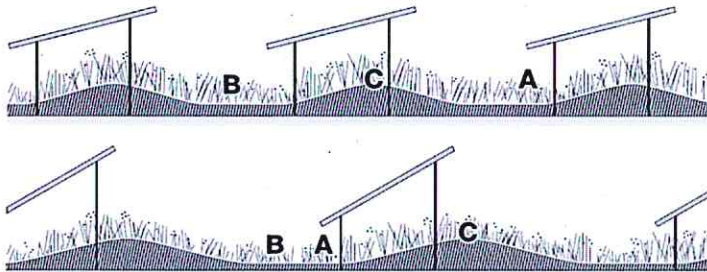
Aufgeständerte südorientierte Anlagen*

*Substrathügel überhöht



- A Aufständering an der tiefsten Stelle von mindestens 30cm über OK Substrat
- B Reduktion der Substratschicht bis 50cm vor dem Modul auf 5cm (ca. 13l/m² Wasserkapazität) zur Verhinderung von hochwüchsigen Pflanzen.
- C Anschliessende Erhöhung der Substratschicht unter dem nachfolgenden Modul auf 10cm

Bei Reihenabständen deutlich unter 50cm muss die Substratschicht durchgehend reduziert werden.



Bei höherer Aufständering (A > 30cm) kann die Substratschichtdicke erhöht werden, sofern die Statik das zulässt, ebenso bei steilerem Aufstellwinkel oder grösserem Reihenabstand:

- Abbildung oben: z.B. Aufständering A 50cm → Substratschichtdicke B 10cm und C 15cm
- Abbildung unten: z.B. Aufständering A 30cm, Substratschicht B 5cm und C 15cm

Aufgeständerte West – Ost orientierte Anlagen*

*Substrathügel überhöht

„Schmetterlingsaufstellung“



- A Aufständering an der tiefsten Stelle von mindestens 30cm über OK Substrat
- B Reduktion der Substratschicht an der tiefsten Stelle auf 5cm (ca. 13l/m² Wasserkapazität) zur Verhinderung von hochwüchsigen Pflanzen
- C Erhöhung zwischen den Modulen auf 10cm
- D Reihenabstand von mindestens 50cm

Diese Anordnung ist zu bevorzugen

- Grösserer Spielraum für die Vegetation bei geringerer Aufständering
- Gut zugänglich für Kontrolle / Pflege / Unterhalt

„Dachaufstellung“



- A Aufständering über dem Hügel von mindestens 60cm über OK Substrat
- B Reduktion der Substratschicht zwischen den Reihen auf 5cm (ca. 13l/m² Wasserkapazität) zur Verhinderung von hochwüchsigen Pflanzen
- C Erhöhung unterhalb der Module auf 10cm
- D Reihenabstand von mindestens 50cm

Diese Aufstellung ist für eine Kombination mit Begrünung ungünstig

- Die Aufständering muss für die Kombination mit erhöhten Substratbereichen unter den Modulen höher sein.
- Erhöhte Substratbereiche unter den Modulen sind durch die Beschattung wuchskräftig aber schlecht zugänglich.

Bei geringerer Aufständering bzw. bei geringerem Reihenabstand muss die Substratschicht durchgehend reduziert werden, z.B. auf 5cm, die Retentionswirkung verringert sich stark

Auch für aufgeständerte Solaranlagen kann es sinnvoll sein, sie auf eine Teilfläche des Daches zu konzentrieren: Umsetzung von Massnahmen zum ökologischen Ausgleich auf einem Teil der Dachfläche, Einsehbarkeit von oben oder von Terrassen aus, begehbare Dachbereiche, Warmwasserkollektoren mit geringerer Anlagengrösse etc.