

Argumentationshilfe zur Förderung von Dachbegrünung

Kassel documenta Stadt



Argumentationshilfe zur Förderung von Dachbegrünung

August 2018

Impressum

Diese Broschüre entstand im Rahmen des Projektes Steigerung urbaner Klimaanpassungskapazitäten durch Wissenschaft-Praxis-Kooperationen (KliWiPraKo).

Herausgeber:

Magistrat der Stadt Kassel
- Dezernat Stadtentwicklung, Bauen und Umwelt

Redaktion:

Steffen Benz, Kompetenzzentrum für Klimaschutz und Klimaanpassung der Universität Kassel
Christian Henschke, Kompetenzzentrum für Klimaschutz und Klimaanpassung der Universität Kassel
Thomas Pischzan, Kompetenzzentrum für Klimaschutz und Klimaanpassung der Universität Kassel
Michaela Ruhr-Lotze, Stadt Kassel, Umwelt- und Gartenamt, Abteilung Umweltplanung

Bildnachweise:

Titelbild, Bild 1: Warsaw University Library M. Budzynski, Z. Badowski
Bild 2: HÜBNER GmbH & Co.KG
Bild 3: Michaela Ruhr-Lotze
Bild 4, 5, 6: Plansecur

Gestaltung:

Christopher Casper, Kompetenzzentrum für Klimaschutz und Klimaanpassung der Universität Kassel

Stand:

August 2018

Vorwort

Dachbegrünung in der Stadt Kassel

Grüne Infrastrukturen erhöhen unsere Lebensqualität. Durch den voranschreitenden Klimawandel und die zunehmende bauliche Verdichtung unserer Stadt gewinnt das Grün in Kassel immer mehr an Bedeutung.

Dachbegrünungen sind dabei ein Baustein, um in verdichteten und überwärmten Bereichen in Kassel weitere Grünflächen zu entwickeln. Sie bieten zahlreiche Vorteile sowohl für Eigentümer als auch für die Allgemeinheit.

Die vorliegende Argumentationshilfe zur Förderung von Dachbegrünung soll Ihnen als Fachplaner oder Architekt helfen, fachlich fundierte Entscheidungen zur Dachgestaltung zu treffen.

Ich würde mich freuen wenn die Handreichung dazu beiträgt, Kassel grüner zu machen.

Ihr

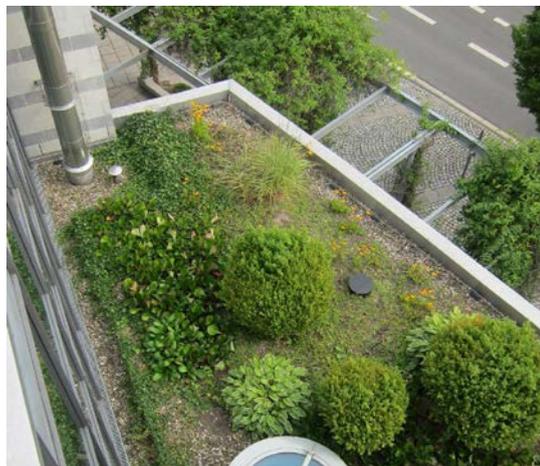


Christof Nolda
Stadtbaurat der Stadt Kassel

Argumentationshilfe zur Förderung von Dachbegrünung

Die Begrünung von Dächern ist weder bei öffentlichen Liegenschaften noch bei privaten Investoren selbstverständlich. Dies spiegelt sich bei Sanierungen, bei Neubauten und im Umsetzungsdefizit von grünordnerischen Bauplanungsvorgaben wieder. Folglich ist es wichtig, Eigentümer und Investoren über die Möglichkeiten der Dachbegrünung zu informieren und von den Vorteilen sowie dem Nutzen zu überzeugen.

Dazu sollen der folgende Überblick über Dachbegrünungssysteme sowie die folgende Gegenüberstellung von Bedenken gegenüber Dachbegrünungen auf der einen Seite und Lösungen und Vorteile auf der anderen Seite beitragen.



Dachbegrünung: Systeme im Überblick

Extensivbegrünung

Direktbegrünung



Moose, Flechten

Direkt begrünte Ziegelsteinplatten mit begrünungsfördernder Oberflächenplastizität

Textilsystem



Moose

Kunstfaser-Matte

Textil-Substrat-System



Stauden (u.a. Sedum, Gräser, Kräuter), Kleingehölze, Moose

Organische Fasermatte auf Substratschicht

Substratschüttung 5-15 cm



Stauden (u.a. Sedum, Gräser, Kräuter), Kleingehölze, Moose

Aufbau mit einer in der Höhe variablen Substratmischung (5-15 cm)

Intensivbegrünung

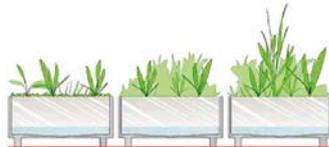
Substratschüttung > 15 cm



Rasen, Stauden (u.a. Sedum, Gräser, Kräuter, Zwiebel- und Knollengewächse), Gehölze (bedingt Bäume - Substrataufbau > 80 cm)

Aufbau mit einer in der Höhe variablen Substratmischung > 15 cm

Pflanzgefäße



Stauden (u.a. auch Gräser, Farne, bedingt Zwiebel- und Knollengewächse), Gehölze (bedingt Bäume), Moose

Substrat in Gefäßen (Einzel- oder Linearbehälter)

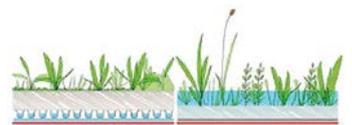
Modulare Systeme



Stauden (u.a. Sedum, auch Gräser und Farne), Kleingehölze, Moose

Substrat in Element-Einheiten aus Körben/Kassetten
Matten-Systeme
Substrat tragende Rinnensysteme

Retentionsdach



Stauden (u.a. Sedum, Gräser, Kräuter), Kleingehölze, bedingt Moose

Regulierte Wasserführung auf Substrat
Regulierte Wasserführung in Substrat
Regulierte Wasserführung unter Substrat

Nach Pfoser et. al. (2013): Gebäude Begrünung Energie Potenziale und Wechselwirkungen, S. 72 f.

Ist Dachbegrünung zu teuer?

Richtig ist: Die Herstellungs- und Pflegekosten von extensiven Gründächern sind höher als die konventioneller Dächer ohne entsprechende Schutzschicht. Aber Gründächer bringen Kostenvorteile mit sich, die die erhöhten Herstellungs- und Pflegekosten (bei extensiver Ausführung) ausgleichen oder sogar übersteigen können:

- Einsparung von Energiekosten durch (zusätzliche) Wärme/Kälte­dämmwirkung
- Verlängerung der Dachabdichtungslebensdauer
- Ermöglichung eines erhöhten Mietpreisniveaus/Wertsteigerung des Objektes
- Öffentliche Fördergelder der KfW sowie gegebenenfalls des Landes Hessen
- Einsparung von Niederschlagswassergebühren in Höhe von 50 %
- Steigerung des Ertrags von Photovoltaikanlagen durch die Kühlungswirkung

Dass extensive Dachbegrünungen keine wesentlichen Mehrkosten verursachen, zeigen auch folgende Beispiele aus der Praxis:

Dachbegrünungen im geförderten Wohnungsbau

Die Münchener Wohnungsbaugesellschaft (GEWOFAG) verfügt über rund 37.000 Wohnungen und investiert in den Jahren 2017–2021 1.293 Mio. €. Von den Gebäuden der GEWOFAG sind rund 20 % begrünt. Eine Auswertung aktueller Bauprojekte kam hier zu dem Ergebnis, dass den vielfältigen positiven Wirkungen von Gründächern nur sehr geringfügige, **nicht signifikante Mehrkosten** für die Herstellung (ca. 0,17 % der Projektgesamtkosten) und die Pflege (0,5 €/m² und Jahr) gegenüberstehen, die zudem durch verschiedene kurz- und langfristige Kostenersparnisse noch weiter marginalisiert werden.

Hamburgs Gründächer – Eine ökonomische Bewertung

Es wurde eine Analyse der Investitions- und Unterhaltungskosten von neun unterschiedlichen Gebäuden in Hamburg durchgeführt und der ökonomische Nutzen und die Wirkung von Dachbegrünungen erhoben. Ergebnis: Das extensive Gründach hat über 40 Jahre betrachtet ähnliche bzw. leicht niedrigere Kosten im Vergleich zu einem Bitumendach.

Die **Intensive Dachbegrünung** ist die aufwendigste, pflegeintensivste und teuerste Form der Dachbegrünung, sie bietet allerdings je nach Gestaltung auch deutlich mehr Vorteile (Bsp. Kühlung/Verdunstungsleistung, Wasserrückhalt, Artenvielfalt, etc.). Bei intensiven Dachbegrünungen entscheiden individuelle Vorgaben über die Höhe der Mehrkosten in Bau und Pflege sowie über die monetären Vorteile wie zum Beispiel durch zusätzliche (vermietbare) Nutzflächen in Form eines Dachgartens oder durch geringere Freiflächen und mehr Baurecht. Mehr Baurecht (z. B. zusätzliche Geschosse oder Baufläche) kann durch eine bessere Verhandlungsbasis im Rahmen eines Bebauungsplanverfahrens erreicht werden. Folglich können keine generellen Kosten-Nutzen-Aussagen getroffen werden. Gleichwohl kann festgestellt werden, dass bei frühzeitiger und sorgfältiger Planung intensive Dachbegrünungen trotz der hohen Herstellungskosten neben den Wohlfahrtswirkungen auch wirtschaftliche Vorteile mit sich bringen können.

Quellen: ^{1 2 3}

Bietet Dachbegrünung Vorteile?

Richtig ist: Dachbegrünungen bieten zahlreiche Vorteile sowohl für den Eigentümer als auch für die Allgemeinheit. Alle folgend benannten Vorteile verstärken sich durch eine fachgerechte Bepflanzung und eine zunehmende Aufbaustärke des Substrates. Für den Eigentümer ergeben sich Vorteile insbesondere durch längere Haltbarkeit, Regenwasserrückhalt, energetische Einsparungen und neuen Nutzungsraum. Die Allgemeinheit profitiert durch die Verbesserung des Mikroklimas, der Biodiversität sowie durch die Lärminderung, die Feinstaubaufnahme und die CO₂-Bindung.

Haltbarkeit

Die Vegetationsschicht schützt die Dachabdichtung vor Witterungseinflüssen, UV-Strahlung, Windsog, Temperaturschwankungen und mechanischen Beschädigungen. Somit halten begrünte Dächer 40 Jahre und damit etwa doppelt so lange wie Dächer mit freibewitterten Dachabdichtungen.

Quellen: ^{4 5 6 7}

Regenwasserrückhalt

Je nach Ausführung der Dachbegrünung werden 40-90 % der Niederschläge auf dem Dach zurückgehalten und verdunstet. Damit wird die Kanal- und Kläranlageninfrastruktur entlastet, weshalb eine Halbierung der Niederschlagswassergebühren erfolgt. Bei Starkregenereignissen kann das begrünte Dach den Abfluss des Wassers verzögern und damit einen wichtigen Beitrag zur Minimierung von Überflutungsschäden leisten. Einen größeren Beitrag hierzu leisten Retentionsdächer, welche für eine möglichst starke Abflussverzögerung konstruiert sind. Entsprechend ihrer Drainageschicht verfügen sie über hohe Wasserspeicherkapazitäten.

Quellen: ^{8 9 10 11}

Energetische Einsparungen

Durch die Vegetation wird die Temperatur des Gebäudes reguliert. Zudem fungiert die Substratschicht und Begrünung als zusätzliche Dämmschicht. So können im Winter Heizkosten gespart werden. Im Sommer schützt das begrünte Dach das Innere des Gebäudes vor Hitze, schafft dadurch einen höheren raumklimatischen Komfort und spart Klimatisierungskosten ein.

Quellen: ^{12 13 14}

Zusätzlicher Nutzungsraum

Begehbare Dachgärten schaffen neue zusätzliche (ggf. vermietbare) Freiflächen für unterschiedliche Nutzungen. In jedem Falle erfährt die Immobilie durch begehbare Gründächer eine erhebliche Wert- und Attraktivitätssteigerung sowohl im privaten, öffentlichen als auch gewerblichen Nutzungsbereich.

Quelle: ¹⁵

Verbesserung Mikroklima

Unbegrünte Dächer wandeln ca. 95 % der ankommenden Strahlung in Wärme um. Zudem dringt die Wärme ebenfalls in das Gebäude selbst ein. Eine extensive Dachbegrünung hingegen wandelt ca. 58 % der Strahlungsbilanz in Verdunstungskälte um. Dadurch wird die Umgebungstemperatur entsprechend gesenkt, mit positivem Effekt auf das städtische Mikroklima.

Quelle: ¹⁶

Biodiversität

In stark versiegelten städtischen Bereichen leistet die Dachbegrünung einen wesentlichen Beitrag zum Erhalt der Biodiversität. Vor allem ab einer Substrathöhe von 15 cm wird der Tier- und Pflanzenwelt ein qualitativ hochwertiger Lebensraum zur Verfügung gestellt.

Quelle: ¹⁷

Lärmminderung

Begrünte Dächer können eine Luftschalldämmung von 5 dB bis 46 dB erreichen. Die Schalldämmung erhöht sich mit der Aufbaudicke bzw. Substrathöhe. Für die Lärmbelastung in der Umgebung des begrünten Daches wirkt die Pflanzendecke ebenfalls dämpfend.

Quellen: ^{18 19 20}

Feinstaubaufnahme

Ein extensiv begrüntes Dach kann Berechnungen zufolge zwischen 1,4–9,8 g/m² Feinstaub pro Jahr aufnehmen. Weitere Studien haben gezeigt, dass 19 m² begrünte Dachfläche bis zu 190 g Feinstaub pro Jahr aufnimmt. Die Rate der Feinstaubdeposition kann sich auf den begrünten Dächern um 10 bis 20 % gegenüber einem Schotterdach erhöhen. Zudem können Moose organische Bestandteile gebundener Feinstäube verstoffwechseln.

Quelle: ²¹

CO₂-Bindung

Extensive Dachbegrünungen mit optimaler Pflanzensammensetzung können bis zu 1,2 kg/m² CO₂ pro Jahr aufnehmen. Vor allem die Moos-Sedum-Vegetation ist hierbei besonders effektiv. Intensiv begrünte Dächer können sogar bis zu 2,9 kg/m² CO₂ pro Jahr aufnehmen.

Quelle: ²²

Muss Dachbegrünung aufwendig gepflegt werden?

Richtig ist: Extensive Dachbegrünungen benötigen nach der Entwicklungspflege ein bis drei Pflegegänge pro Jahr (ähnlich wie Kiesdächer).

Die Kosten für die Unterhaltungspflege von extensiv begrünten Dächern variieren zwischen 0,50 €/m² und 2,00 €/m². Die Pflegekosten bei nicht begrünten Flachdächern belaufen sich ca. auf die Hälfte.

Der Pflegeaufwand von intensiv begrünten Dächern ist mit der Gartenpflege vergleichbar und deshalb wesentlich teurer als bei nicht begrünten oder extensiv begrünten Dächern.

Quellen: ^{23 24 25 26 27 28}

Verursacht Dachbegrünung aufwendige Sanierungen?

Richtig ist: Dachbegrünung schützt die Dachabdichtung vor mechanischer Beschädigung sowie vor Witterungseinflüssen und verlängert die Lebensdauer der Dachabdichtung.

Der Dachbegrünung wird häufig nachgesagt, sie verursache Wasserschäden. Ist nach den einschlägigen DIN-Normen ein Dach fachgerecht abgedichtet, kann eine nachfolgende Dachbegrünung, die ihrerseits fachgerecht ausgeführt wurde und gepflegt wird, keine Undichtigkeiten erzeugen. Im Gegenteil: Die Dachbegrünung schützt die Dach-

abdichtung vor mechanischer Beschädigung und vor Witterungseinflüssen, z. B. Hagel, UV-Strahlung und großen Temperaturgegensätzen (mögliche Folge: Leckagen durch Temperaturschock). Deshalb hält ein begrüntes Dach in etwa doppelt so lange wie Dächer mit frei bewitterten Dachabdichtungen.

Quelle: ²⁹

Sind Dachbegrünungen mit Brandschutzvorgaben vereinbar?

Richtig ist: Sowohl intensiv als auch extensiv begrünte Dächer entsprechen bei richtiger Ausführung den brandschutztechnischen Vorschriften.

Bedachungen müssen gegen eine Brandbeanspruchung von außen durch Flugfeuer und strahlende Wärme ausreichend lang widerstandsfähig sein (Harte Bedachung). Gepflegte Dachgärten mit intensiver Begrünung gelten als so genannte Harte Bedachung und bieten Schutz vor Flugfeuer und

strahlender Wärme. Dies gilt auch für

Dächer mit extensiver Begrünung, wenn bei Substratzusammensetzung und der Anlage vegetationsfreier Schutzstreifen die Regeln der Technik, Richtlinien und Normen (z. B. DIN 4102-7, Schutzstreifen, mineralisch bestimmte Vegetationsschicht, Schichtdicke mindestens 3 cm) berücksichtigt werden.

Quellen: ³⁰ ³¹ ³² ³³

Erfordern Dachbegrünungen eine bestimmte Tragfähigkeit des Daches?

Richtig ist: Für nahezu jedes Dach gibt es ein geeignetes Begrünungssystem.

Vor allem im Bestand und bei Sanierungen ist wesentlich für die Entscheidung, welche Dachkonstruktion vorliegt und wie hoch die Tragfähigkeit des Daches ist. Als Faustregel gilt, dass ein Kiesdach mit einer etwa fünf Zentimeter dicken Kiesschicht einfach durch eine Extensivbegrünung ersetzt werden kann. Bei Dächern mit einer geringen Tragfähigkeit können sog. Textilsysteme oder Textil-Substrat-Systeme zum Einsatz kommen, die sich im Bereich von 20–60 kg/m² bewegen. Bei Textilsystemen handelt es sich um eine „leichte“ Begrünungsart mit einer mit Moosen

begrünter Kunstfasermatte. Das Textilsystem benötigt nur wenig Pflege und muss nur selten gewartet werden. Es eignet sich für Flach- bis Steildachflächen. Vorkultivierte Moosmatten werden direkt auf die Dachabdichtung geklebt. Bei Textil-Substrat-Systemen befindet sich unter einer organischen Fasermatte noch eine Substratschicht. Diese ermöglicht ein größeres Pflanzenspektrum, also Sukkulente, Kleingehölze und Moose. Der Einsatz der Moosmatten erfolgt insbesondere bei Dächern im Industrie- und Gewerbebau.

Quellen: ³⁴ ³⁵ ³⁶ ³⁷

Schließen sich Dachbegrünung und Photovoltaik-Anlagen auf derselben Dachfläche aus?

Richtig ist: Photovoltaik-Anlagen sind gut mit einer Dachbegrünung kombinierbar. Fachgerecht umgesetzt erhöht sich die Leistung der Anlage sogar.

Ein fachgerecht begrüntes und gut gepflegtes Flachdach erhöht die Effizienz der Photovoltaikanlage. Eine Dachoberfläche, die mit geeignetem Substrat, angepasster Substratdicke und den richtigen Pflanzen (niedrig wachsende Arten ohne Blütenstände bzw. mit kurzen Blütenständen) begrünt ist, weist deutlich niedrigere Temperaturen auf und vermindert damit die Umgebungstemperatur der Solarmodule, was den höheren Leistungseffekt erzeugt.

Zusätzliche Synergieeffekte ergeben sich durch aufgeständerte Auflast-PV-Systeme, die mit der Auflast des Substrats beschwert werden. Dadurch kann erstens eine Dachdurchdringung vermieden und zweitens eine gleichmäßige Lastverteilung erreicht werden. Auf dem Markt sind solche Systeme bereits

als Komplettlösungen (PV-Unterkonstruktion mit Flachdachbegrünungssystem) verfügbar. Nachteile drohen nur bei nicht fachgerechter Ausführung und unterlassener Pflege. So können bestimmte Pflanzen zu hoch wachsen und eine Verschattung der Module zur Folge haben. Je nach Pflanzenart kann außerdem eine verstärkte Verschmutzung der Solarmodule auftreten. Beides reduziert die Beleuchtungsintensität und damit den Ertrag der gesamten Solaranlage. Diese kann durch entsprechende Planung bzw. Maßnahmen (Aufständigung der PV-Anlage, Gestaltung der Substratsicht und des Substrattyps insbesondere im Traufbereich der Solaranlage, geeignete Pflanzenwahl) vermieden werden.

Quellen: ³⁸ ³⁹ ⁴⁰ ⁴¹ ⁴² ⁴³

Quellenverzeichnis

1. Dickhaut aus dem Jahr 2017, Hamburgs Gründächer, eine ökonomische Bewertung.
2. Feller aus dem Jahr 2017, Kosten- und Nutzenbetrachtung von Dachbegrünungen im geförderten Wohnungsbau, Beschluss des Ausschusses für Stadtplanung und Bauordnung der Stadt München vom 08.07.2015.
3. Green City eingetragener Verein, Vorteile der Gebäudebegrünung, Übersicht für die Münchner Stadtgesellschaft aus dem Jahr 2015.
4. Nutzungsdauer von Bauteilen für Lebenszyklusanalysen nach Bewertungssystem Nachhaltiges Bauen.
5. Freie Hansestadt Hamburg, Behörde für Umwelt und Energie aus dem Jahr 2015, Gründachbroschüre Seite 14.
6. Green City eingetragener Verein aus dem Jahr 2015, Praxisratgeber Gebäudebegrünung. Empfehlungskatalog für Eigentümer und Interessierte in München Seite 26.
7. Pfoser aus dem Jahr 2013 Gebäude Begrünung Energie, Potenziale und Wechselwirkungen, Seite 106.
8. Freie Hansestadt Hamburg, Behörde für Umwelt und Energie aus dem Jahr 2015 Gründachbroschüre, Seite 13.
9. Überflutungs- und Hitzevorsorge durch die Stadtentwicklung, Strategien und Maßnahmen zum Regenwassermanagement gegen urbane Sturzfluten und überhitzte Städte, Seite 37.
10. Praxisbeispiel für Retentionsdach: Deutschland-Zentrale des japanischen Konzerns Mitsubishi Electric Europe in Ratingen, Dachbau Magazin, Seite 7 bis 8 aus dem Jahr 2016.
11. Freie Hansestadt Hamburg, Behörde für Umwelt und Energie aus dem Jahr 2015 Gründachbroschüre, Seite 29.
12. Fachvereinigung Bauwerksbegrünung aus dem Jahr 2015, C O 2 Bindungsvermögen der für die Bauwerksbegrünung typischen Pflanzen, Seite 13.
13. Pfoser aus dem Jahr 2013 Gebäude Begrünung Energie, Potenziale und Wechselwirkungen, Seite 104.
14. Zentrum für Umweltbewusstes Bauen aus dem Jahr 2009. Ermittlung des Wärmedämmverhaltens von Gründächern Seite 18.
15. Green City eingetragener Verein aus dem Jahr 2015, Vorteile der Gebäudebegrünung, Übersicht für die Münchner Stadtgesellschaft aus dem Jahr 2015.
16. Pfoser aus dem Jahr 2013 Gebäude Begrünung Energie, Potenziale und Wechselwirkungen, Seite 112 und 178.
17. Green City eingetragener Verein aus dem Jahr 2015, Vorteile der Gebäudebegrünung, Übersicht für die Münchner Stadtgesellschaft Seite 13.
18. Dürr, aus dem Jahr 1994, Dachbegrünung. Ein ökologischer Ausgleich. Umweltwirkungen, Recht, Förderung, Bauverlag, Wiesbaden und Berlin.
19. Connelly und Hodgson aus dem Jahr 2011): Laboratory experimental investigation of the acoustical characteristics of vegetated roofs. The Journal of the Acoustical Society of America Page 129.
20. Yang und Choi aus dem Jahr 2012. Acoustic effects of green roof systems on a low-profiled structure at street level. Building and Environment Seite 44 bis 55.
21. Fachvereinigung Bauwerksbegrünung aus dem Jahr 2012, Feinstaubbindungsvermögen der für Bauwerksbegrünung typischen Pflanzen, Seite 28.
22. Fachvereinigung Bauwerksbegrünung aus dem Jahr 2012, C O 2 Bindungsvermögen der für die Bauwerksbegrünung typischen Pflanzen, Seite 33.
23. Freie Hansestadt Hamburg, Behörde für Umwelt und Energie aus dem Jahr 2015, Gründachbroschüre Seite 31.
24. Optigrün aus dem Jahr 2017, Pflege- und Wartungsanleitung von extensiver und intensiver Dachbegrünung.
25. Infoportal Gründach und Pflege
26. Green City eingetragener Verein aus dem Jahr 2015, Praxisratgeber Gebäudebegrünung. Empfehlungskatalog für Eigentümer und Interessierte in München. Seite 30.
27. Fachmagazin Dach und Wand aus dem Jahr 2011, Wartung und Instandhaltung von Flachdächern.
28. Dickhaut, aus dem Jahr 2017, Hamburgs Gründächer – Eine ökonomische Bewertung, Seite 16.
29. Nutzungsdauern von Bauteilen für Lebenszyklusanalysen nach Bewertungssystem Nachhaltiges Bauen aus dem Jahr 2017.
30. Paragraph 35 Hessische Bauordnung gültig ab 07.07.2018 für Dächer.
31. Bauministerkonferenz, ARGEBAU aus dem Jahr 1989, Mustererlass der ARGEBAU „Brandverhalten begrünter Dächer“.
32. Gesamtverband der deutschen Versicherungswirtschaft aus dem Jahr 2001, Brandschutzmaßnahmen für Dächer, Merkblatt für die Planung und Ausführung.
33. Institut für Bauen mit nachwachsenden Rohstoffen der Fachhochschule Lübeck aus dem Jahr 2014, Gutachten zum Thema Brandverhalten von Dachbegrünungen.
34. Pfoser aus dem Jahr 2013, Gebäude Begrünung Energie, Potenziale und Wechselwirkungen, Seite 64.
35. Green City eingetragener Verein aus dem Jahr 2015, Praxisratgeber Gebäudebegrünung – Empfehlungskatalog für Eigentümer und Interessierte in München.
36. Firma Bott aus dem Jahr 2016, Produktkatalog.
37. Niedersächsische Rasenkulturen NIRA GmbH & Co. KG.
38. Bundesbaublatt online aus dem Jahr 2010 Gebäudemanagement, Gründach und Solar, Energetisch sinnvolle Ergänzung. Bundesbaublatt online, aus dem Jahr 2017 Sonderteil Dach, Photovoltaik Sonnenstrom vom grünen Schuldach.
39. ZinCo aus dem Jahr 2013, Planungshilfe Solarenergie und Dachbegrünung.
40. Köhler aus dem Jahr 2007, Interaction between PV-Systems and extensive green roofs.
41. Hui und Chan aus dem Jahr 2011, Integration of green roof and solar photovoltaic systems.
42. Pfoser aus dem Jahr 2013, Gebäude Begrünung Energie Potenziale und Wechselwirkungen, Seite 122.
43. Stadt Basel Herausgeber Naturschutz auf Dachbegrünungen in Verbindung mit Solaranlagen.

