

Klima- und Naturschutz: Hand in Hand

Ein Handbuch für Kommunen, Regionen, Klimaschutzbeauftragte,
Energie-, Stadt- und Landschaftsplanungsbüros

Herausgegeben von Stefan Heiland



Heft 3

Photovoltaik-Dachanlagen

Klima- und Naturschutz: auch auf dem Dach

Bernd Demuth

mit einem Beitrag von Jochen Schumacher

Klima- und Naturschutz: Hand in Hand

Ein Handbuch für Kommunen, Regionen, Klimaschutzbeauftragte,
Energie-, Stadt- und Landschaftsplanungsbüros

Herausgegeben von Stefan Heiland

Heft 3

Photovoltaik-Dachanlagen

Klima- und Naturschutz: auch auf dem Dach

Bernd Demuth

mit einem Beitrag von Jochen Schumacher

Titelbild: Photovoltaik-Anlagen auf Flach- und leicht geneigten Dächern (Foto: Elektro Prinzbach)

Adressen der Autoren:

Dr. Bernd Demuth Technische Universität Berlin
Fachgebiet Landschaftsplanung und Landschaftsentwicklung
EB 5, Straße des 17. Juni 145, 10623 Berlin
www.landschaft.tu-berlin.de

Jochen Schumacher Institut für Naturschutz und Naturschutzrecht Tübingen
Ursrainer Ring 81, 72076 Tübingen

Illustrationen: Darja Süßbier

Satz und Gestaltung: Katharina Fiedler
Maria Magdalena Meyer

Fachbetreuung im BfN:

Florian Mayer Fachgebiet II 4.1 „Landschaftsplanung, räumliche Planung und Siedlungsbereich“
Jens Schiller

Kathrin Ammermann Fachgebiet II 4.3 „Naturschutz und erneuerbare Energien“
Karl-Liebknecht-Str. 143, 04277 Leipzig
E-Mail: florian.mayer@bfn.de
jens.schiller@bfn.de
kathrin.ammermann@bfn.de

Gefördert durch das Bundesamt für Naturschutz mit Mitteln des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU) im Rahmen des F+E-Vorhabens „Modellhafte Erarbeitung regionaler und örtlicher Energiekonzepte unter den Gesichtspunkten von Naturschutz und Landschaftspflege“ (FKZ: 3515 82 3100).

Diese Veröffentlichung wird aufgenommen in die Literaturdatenbank „DNL-online“ (www.dnl-online.de).
Das Handbuch ist nicht im Buchhandel erhältlich. Eine barrierefreie PDF-Version dieser Ausgabe kann unter <http://www.bfn.de> heruntergeladen werden.

Institutioneller Herausgeber: Bundesamt für Naturschutz
Konstantinstr. 110
53179 Bonn
URL: www.bfn.de

Herausgeber: Prof. Dr. Stefan Heiland

Der institutionelle Herausgeber übernimmt keine Gewähr für die Richtigkeit, die Genauigkeit und Vollständigkeit der Angaben sowie für die Beachtung privater Rechte Dritter. Die in den Beiträgen geäußerten Ansichten und Meinungen müssen nicht mit denen des institutionellen Herausgebers übereinstimmen.

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des institutionellen Herausgebers unzulässig und strafbar.

Nachdruck, auch in Auszügen, nur mit Genehmigung des BfN.

Druck: Druck Pruskil GmbH, Gaimersheim

ISBN 978-3-9821029-3-1

Berlin 2019 (Bearbeitungsstand: Juni 2018)

Inhaltsverzeichnis

I Leitfaden	5
1 Grundlagen	5
2 Auswirkungen von PV-Dachanlagen auf Naturschutzbelange	6
3 PV-Dachanlagen naturverträglich planen und bauen	7
4 Aus der Praxis	10
5 Auch zu beachten: rechtliche Anforderungen	11
Checkliste	13
II Weitere Informationen	14
1 Technische Besonderheiten von PV-Dachanlagen	14
2 Naturschutzbelange beachten	19
Literatur	21

Warum dieses Heft?

Photovoltaik-Dachanlagen kommt eine große Bedeutung für die Gewinnung erneuerbarer Energien zu. Bereits jetzt wird der größte Teil des Solarstroms auf Dachflächen produziert. Die Installation von PV-Dachanlagen sollte vor allem deshalb forciert werden, da sie – anders als im Freiland – nicht mit anderen Nutzungen um Fläche konkurriert. Es werden weder landwirtschaftliche noch naturschutzfachlich wertvolle Flächen benötigt. Dachflächen bieten mit Ritzen und kleinen Öffnungen jedoch auch wichtige Rückzugsräume für wildlebende und streng geschützte Tierarten. Durch die Installation von PV-Dachanlagen können daher Nistgelegenheiten entfernt oder die Zugänge zu ihnen versperrt werden. Durch frühzeitige Berücksichtigung gebäudebewohnender Tierarten und ihrer Lebensräume bei der Planung von PV-Dachanlagen sowie den Einbau von Nisthilfen, lassen sich Klima- und Naturschutz in vielen Fällen jedoch problemlos vereinbaren. Auf Flachdächern können PV-Anlagen vielfach auch mit einer extensiven Dachbegrünung kombiniert werden. Durch deren Kühlungseffekt bleibt die Oberflächentemperatur der Anlagen geringer, was sich positiv auf deren Wirkungsgrad auswirkt.

I Leitfaden

1 Grundlagen

Unter Solaranlagen werden technische Anlagen zur Umwandlung von Sonnenenergie in eine andere Energieform verstanden. Man unterscheidet zwischen Photovoltaik-Anlagen (PV), die Strom produzieren, und thermischen Solaranlagen, die Wärme (i. d. R. Warmwasser) liefern. Beide Anlagentypen können entweder auf oder an Gebäuden sowie auf der freien Fläche installiert werden.

Etwa drei Viertel der PV-Leistung in Deutschland wird auf Gebäuden und anderen baulichen Anlagen produziert, der größte Teil davon auf Dachflächen (ZSW 2014: 2). PV-Dachanlagen eignen sich für alle Gebäude mit geneigten Dächern und Flachdächern, die keine oder nur eine geringe Beschattung aufweisen. Auch ist die Anbringung von PV-Anlagen an der Fassade möglich. Sie können sowohl auf die Fassade montiert als auch in die Fassade integriert werden. Solche Anlagen stellen zurzeit allerdings noch ein Nischenprodukt dar (siehe Teil II, Kap. 1).

PV-Dachanlagen fallen unter das Baurecht. Die Vorschriften der Landesbauordnungen sind zwar nicht einheitlich, jedoch sind sie in der Regel genehmigungsfrei – Ausnahmen bestehen z. B. bei denkmalgeschützten Gebäuden.

Neben der Erneuerung von Fenstern und der Fassadendämmung (siehe Heft 2) zählt die Installation von PV-Dachanlagen zu den häufigsten energetischen Modernisierungsmaßnahmen an Gebäuden. Dächer bieten mit einer Vielzahl an Nischen und Ritzen wichtige Rückzugsräume für wildlebende und geschützte Arten nach Bundesnaturschutzgesetz (§§ 7, 39 u. 44; BfN 2016: 21) (siehe Heft 10, Kap. 6.3). Beispiele sind Zwergfledermaus, Kleine Bartfledermaus, Mauersegler und Mehlschwalbe – sie alle nutzen Dächer und Traufbereiche als Nist-, Brut-, Rast- und Schlafplätze (Abb. 3.1).

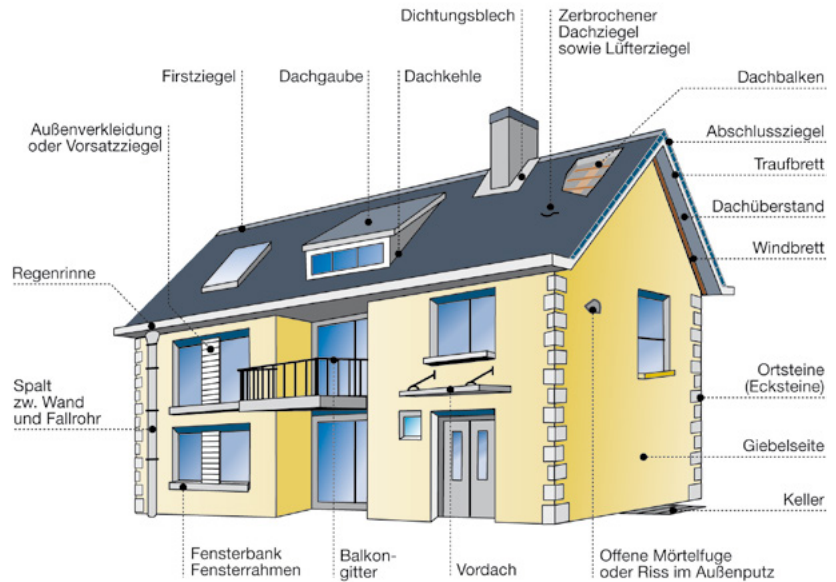


Abb. 3.1: Nist- und Schlafplätze von Vögeln, Fledermäusen und Insekten an Gebäuden – ein großer Teil befindet sich im Dachbereich (Zeichnung: Darja Süßbier, verändert nach: Bat Conservation Trust 2012: 3)

2 Auswirkungen von PV-Dachanlagen auf Naturschutzbelange

Bei Installationen von PV-Dachanlagen werden vorhandene Nistgelegenheiten häufig entweder entfernt oder die Zugänge versperrt bzw. verschlossen. Sofern während der Bauarbeiten Gerüste aufgestellt und Netze gespannt werden, versperren diese vielen Arten den Zugang bzw. Anflug zu ihren Nestern, selbst wenn diese durch die Arbeiten selbst nicht betroffen sind. Dies kann während der Brutpflege zum Verlust von Jungtieren führen.

Die Installation von Solaranlagen wirkt sich auf gebäudebewohnende Arten ähnlich aus, wie Maßnahmen zur Wärmedämmung von Fassaden (siehe Heft 2). Auch sie führen häufig zum Verlust von (Teil-)Lebensräumen. Betroffen sind insbesondere (BfN 2016: 4–12):

- nahezu alle Fledermausarten
- die Vogelarten Mauersegler (*Apus apus*), Mehlschwalbe (*Delichon urbica*), Hausrotschwanz (*Phoenicurus ochruros*), Haussperling (*Passer domesticus*)
- sowie Insekten (insb. Wespen und Hornissen)

3 PV-Dachanlagen naturverträglich planen und bauen

Wenn HauseigentümerInnen eine PV-Dachanlage planen, sollten sie frühestmöglich prüfen, ob gebäudebewohnende Arten vorkommen. Im Idealfall sollte die Überprüfung 1 Jahr bzw. 1 Fortpflanzungssaison vor Baubeginn stattfinden. Sofern für die Installation der Dachanlage ein Gerüst aufgestellt werden muss, ist zusätzlich zum Dach auch die einzurüstende Fassade zu untersuchen.

Wenn im Rahmen der Sanierungs-/Bauarbeiten ArchitektInnen oder BauingenieurInnen beauftragt werden, müssen diese in den Leistungsphasen 1 (Grundlagenermittlung) und 2 (Vorplanung) der HOAI (Honorarordnung für Architekten und Ingenieure) eine Ortsbesichtigung sowie eine Klärung der wesentlichen Zusammenhänge, Vorgaben und Bedingungen durchführen (HOAI 2013, Anlage 10). Hierzu gehört auch eine überschlägige Prüfung, ob am Gebäude geschützte Arten vorkommen, und ggf. die Einleitung von erforderlichen Maßnahmen. Aber auch ohne Planungsbeauftragung müssen HauseigentümerInnen den Artenschutz im Vorfeld berücksichtigen. Bei Verdacht auf Besiedlung des Gebäudes ist die zuständige Naturschutzbehörde zu informieren und ein Fachgutachten zu beauftragen (NABU 2014: 14).

Folgende Punkte sollten bei der Planung und Installation einer PV-Dachanlage berücksichtigt werden:

- **Brut- und Nistzeiten beachten:** Wenn im Vorfeld gebäudebewohnende Arten festgestellt wurden, hilft es, die Brut- und Aufzuchtzeiten zu beachten, um einen passenden Zeitpunkt für die Durchführung der Arbeiten auszuwählen (Abb. 3.2). Der Kalender dient jedoch nur der groben zeitlichen Orientierung, da Zugverhalten und Brutzeiten der einzelnen Arten, in Abhängigkeit von der jeweiligen Region und den vorherrschenden Witterungsbedingungen, variieren können. Weitere Hinweise zum zeitlichen Vorgehen siehe Heft 2, Teil I, Tab. 2.1.
- **Geeignete Ersatzquartiere schaffen:** Im Fachhandel werden Ersatzquartiere (z. B. Nistkästen) für unterschiedliche Vogelarten und Fledermäuse angeboten, die an der Fassade, im Dachbereich oder am Dachüberstand bzw. im Traufbereich angebracht werden können (siehe Teil II, Kap. 2, Anbieter von Fledermausdachziegeln; siehe Heft 2, Teil II, Kap. 5, Bezugsquellen von Nisthilfen).

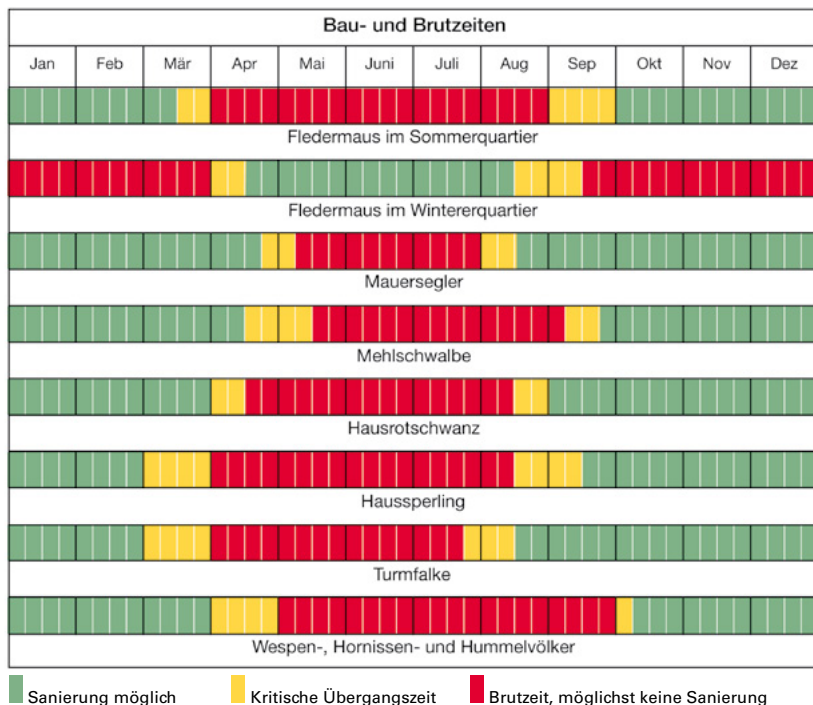


Abb. 3.2: Bau- und Brutzeitkalender. Die Zeitangaben können je nach Region und vorherrschenden Witterungsbedingungen variieren (Zeichnung: Darja Süßbier, verändert nach Landesbund für Vogelschutz, Kreisgruppe München, o. J.; Angaben zu Wespen-, Hornissen- und Hummelvölkern ergänzt)

Wenn die Umsiedlung eines Nestes von Wespen, Bienen, Hornissen und Hummeln aus besonders wichtigen Gründen notwendig ist, dann darf dies nur durch fachkundige Personen durchgeführt werden. Dazu muss vorab eine Genehmigung bei der zuständigen Naturschutzbehörde eingeholt werden (siehe Kap. 5).

- **Auf giftige Holzschutzmittel verzichten:** Falls die Sanierung des Dachstuhls in nicht ausgebauten Dachgeschossen erforderlich ist, sollte dabei auf die Verwendung giftiger Holzschutzmittel verzichtet werden, insbesondere wenn dort Fledermausquartiere anzutreffen sind. Eine Alternative sind fledermausverträgliche Holzschutzmittel (siehe Teil II, Kap. 2, Listen fledermausverträglicher Holzschutzmittel).

Vorteile einer naturverträglich installierten PV-Dachanlage

Durch die frühzeitige Berücksichtigung von Artenschutzbelangen können Lebensräume seltener, gefährdeter oder geschützter Arten erhalten werden. Darüber hinaus können sogar neue Lebensräume entstehen, wenn auf Flachdächern die Installation von PV-Dachanlagen mit einer Dachbegrünung kombiniert wird. In diesem Fall ergeben sich folgende Synergieeffekte:

- Begrünte Flachdächer haben im Sommer eine niedrigere Temperatur als unbegrünte. Deshalb heizen sich die PV-Module auf begrünten weniger auf, wodurch sie eine höhere Energieausbeute erzielen als PV-Module auf unbegrünten Dächern.
- Durch die Anlage begrünter Flachdächer entstehen für flugfähige Insekten Trittsteinbiotope. Bei blütenbestäubenden Insekten konnte in Untersuchungen eine erhöhte Individuenzahl einzelner Arten sowie eine höhere Vielfalt an Insektenarten festgestellt werden.
- Die Rückhaltekapazität von Niederschlägen sowie die Verzögerung der Abflussspitzen durch Dachbegrünung werden durch eine Kombination mit PV-Anlagen nicht beeinträchtigt.
- Die Auflast des Dachbegrünungssubstrates kann als Verankerung der PV-Anlage genutzt werden – dadurch werden Schäden an der Dachabdichtung vermieden.

Informationen zu allen wichtigen Fragen rund um das Thema „Dachbegrünung“ sind auf der Internetseite des Bundesverbandes GebäudeGrün e.V. erhältlich. Hierzu zählen Praxistipps für die Planung und Ausführung sowie eine bundesweite Liste mit Fachbetrieben für Dachbegrünung (siehe <https://www.gebaeudegruen.info/gruen/dachbegrue-nung/>).

4 Aus der Praxis

Weimar – PV-Dachanlage auf einem denkmalgeschützten Gebäude

2013 erwarb die Heyge-Stiftung das ehemalige Staatsbankgebäude im Zentrum vom Weimar, das sich nach langem Leerstand in einem stark renovierungsbedürftigen Zustand befand. Die Sanierungsarbeiten an dem unter Denkmalschutz stehenden Gebäude begannen im Herbst 2014 und beinhalteten auch die Errichtung einer PV-Dachanlage sowie eine extensive Dachbegrünung.

Vorgehen

Die Art der Aufstellung, das Erscheinungsbild und der Standort der PV-Module wurden im Zuge der Baugenehmigung in enger Abstimmung mit der Denkmalschutzbehörde geplant. Sie machte zur Auflage, dass die PV-Anlage nicht oder nur unwesentlich vom öffentlichen Raum aus sichtbar sein darf. Zur Erfüllung dieser Auflage erfolgte von verschiedenen Standorten rund um das Gebäude eine Analyse der Sichtbeziehungen mit dem Ziel, die PV-Module im „nicht-sichtbaren“ Bereich aufzustellen.

Win-win-Situation

Die extensive Dachbegrünung erfolgte mit einer Gesamtaufbauhöhe von 13 cm und einem Wasserspeichervermögen von 44 l/m². Nach Fertigstellung wurden in Kooperation mit dem Landesverband Thüringer Imker auf dem Dach zwei Bienenstöcke aufgestellt.



Abb. 3.2: Haus der Heyge-Stiftung in Weimar. Ein gelungenes Beispiel für die Kombination von PV-Dachanlage und Dachbegrünung sowie der Aufstellung von zwei Bienenstöcken
(Fotos: Heyge-Stiftung, Matthias Golle, Bernd Müller)

5 Auch zu beachten: rechtliche Anforderungen

(Beitrag J. Schumacher)

Aus naturschutzrechtlicher Sicht sind bei PV-Dachanlagen insbesondere die Anforderungen des allgemeinen Artenschutzes (§ 39 BNatSchG) und des besonderen Artenschutzes (§ 44 BNatSchG) zu beachten (siehe Heft 10, Kap. 6.2, 6.3 und 6.4).

Hausfassaden und Dachstühle werden von gebäudebewohnenden Arten als Fortpflanzungs- und Ruhestätten genutzt. Bei der energetischen Gebäudesanierung kann es zu einer Konfliktlage mit den artenschutzrechtlichen Bestimmungen des BNatSchG kommen, wenn von der Sanierung besonders oder streng geschützte Arten betroffen sind. Für diese Arten sind die Regelungen über die Zugriffsverbote des § 44 Abs. 1 BNatSchG einzuhalten (siehe Heft 10, Kap. 6.3.1). Zu den streng geschützten Arten zählen alle heimischen Fledermausarten; ihnen artenschutzrechtlich gleichgestellt sind alle europäischen Vogelarten, von denen z. B. Mauersegler, Mehlschwalben und Turmfalken, aber auch Gartenrotschwanz und Haussperling an Gebäuden vorkommen können. An hohen Gebäuden oder in offenen Scheunen oder Ställen können u. a. auch Rauchschwalben oder Schleiereulen nisten. Zu den besonders geschützten Arten, die von energetischen Gebäudesanierungen betroffen sein können, zählen z. B. der Siebenschläfer, Hornissen sowie alle heimischen Wildbienen und Hummeln.

Für alle besonders geschützten Arten (hierzu zählen auch die „streng geschützten Arten“) besteht ein generelles Tötungs-, Fang- und Verletzungsverbot, das sich auch auf alle Entwicklungsformen (z. B. Eier) erstreckt. Auch Störungen, die zur Folge haben, dass Eier bzw. Jungtiere absterben, weil etwa die Aufzucht behindert oder aufgegeben wird, fallen unter den Verbotstatbestand. Daher sollten entsprechende Arbeiten unbedingt außerhalb der Reproduktionszeit durchgeführt werden, wenn die zu sanierenden Gebäude Brutvorkommen von Vögeln oder Wochentuben von Fledermäusen aufweisen.

Fortpflanzungs- und Ruhestätten der besonders geschützten Arten dürfen nicht entfernt bzw. unzugänglich gemacht, beschädigt oder zerstört werden. Bei standorttreuen Vogelarten wie Mauerseglern oder Mehlschwalben, die ihre Nester regelmäßig wiederbenutzen, sind diese auch außerhalb der Brutzeit geschützt. Auch Fledermausquartiere sind ganzjährig von diesem Verbot umfasst.

Während der Fortpflanzungs-, Aufzucht-, Mauser-, Überwinterungs- und Wanderungszeiten ist es zudem verboten, streng geschützte Arten und alle europäischen Vogelarten „erheblich zu stören“. Eine solche erhebliche Störung liegt vor, wenn sich durch die Störung der Erhaltungszustand der lokalen Population einer Art verschlechtert. Als störungsempfindliche Arten sind z. B. Fledermäuse auf störungsfreie Quartiere angewiesen. Eine Störung in ihren Winterquartieren kann dazu führen, dass die Tiere (wiederholt) aus ihrer Winterruhe aufwachen, was mit dem Verbrauch wertvoller Fettreserven verbunden ist und bei zu hohen Energieverlusten zum Tode führen kann. Auch in den Wochenstuben von Fledermäusen sind alle erheblichen Störungen verboten.

Bei der Durchführung der Sanierungsarbeiten sind Störungen nicht auszuschließen. Da zudem regelmäßig an der Fassade befindliche Nester entfernt sowie bestehende Hohlräume an Dächern und Fassaden und Zugänge zu Dachböden verschlossen werden, ist vorab zu prüfen, ob bzw. welche besonders oder streng geschützten Arten von den Sanierungsmaßnahmen betroffen sein könnten und um wie viele Tiere bzw. Fortpflanzungs- und Ruhestätten es sich handelt. Wird bei der Durchführung der Sanierungsmaßnahmen gegen die Zugriffsverbote des § 44 Abs. 1 BNatSchG verstoßen, so stellt dies eine Ordnungswidrigkeit nach § 69 Abs. 2 BNatSchG dar.

Von den oben genannten Verboten kann unter den Voraussetzungen des § 45 Abs. 7 BNatSchG von der zuständigen Landesbehörde eine Ausnahme erteilt werden. Sind diese Voraussetzungen nicht gegeben, was bei energetischen Sanierungen zumeist der Fall ist, besteht nach § 67 Abs. 2 BNatSchG die Möglichkeit der Befreiung von den Verboten des § 44 Abs. 1 BNatSchG, wenn die Einhaltung der Verbote eine „unzumutbare Belastung“ für einen Einzelnen darstellen würde. Die Befreiung setzt immer eine Einzelfallprüfung voraus und wird nur auf Antrag gewährt. Auch die Umsiedlung der Nester von Hornissen, Hummeln oder anderen Wildbienen darf nur nach erfolgter Befreiung erfolgen. Zuständig für eine entsprechende Befreiung ist regelmäßig die Untere Naturschutzbehörde. Die Befreiung kann gemäß § 67 Abs. 3 BNatSchG mit Nebenbestimmungen versehen werden. Als Nebenbestimmung kommen z. B. das Unzugänglichmachen von Nestern oder Fledermausquartieren, bevor sie besetzt werden sowie die Schaffung von Ersatzquartieren in Betracht.

Alle nicht besonders geschützten Arten unterfallen der Regelung des § 39 BNatSchG. So dürfen wildlebende Tierarten nicht mutwillig beunruhigt oder ohne vernünftigen Grund gefangen, verletzt oder getötet

werden. Auch ihre Lebensstätten dürfen nicht ohne vernünftigen Grund beeinträchtigt oder zerstört werden. Von Bedeutung ist dabei auch § 39 Abs. 5 Nr. 2 BNatSchG, danach dürfen Bäume, die außerhalb des Waldes, von Kurzumtriebsplantagen oder (erwerbs-)gärtnerisch genutzter Grundflächen stehen, Hecken, lebende Zäune, Gebüsche und andere Gehölze in der Zeit vom 1. März bis zum 30. September nicht abgeschnitten, auf den Stock gesetzt oder beseitigt werden. Ist z. B. für die Aufstellung eines Gerüsts die Beseitigung von Gehölzen erforderlich, so darf dies nur außerhalb des genannten Zeitraumes geschehen, da ansonsten insbesondere die dort lebende Tierwelt beeinträchtigt werden könnte. Soll die Gehölzbeseitigung innerhalb des genannten Zeitraums erfolgen, so ist auch hier eine Befreiung nach § 67 Abs. 2 BNatSchG erforderlich.

Checkliste

- ✓ Vor der Installation einer PV-Dachanlage den Dachbereich auf Vorkommen geschützter Arten prüfen und erforderliche Schritte ergreifen
- ✓ Brut- und Nistzeiten beachten
- ✓ Geeignete Ersatzquartiere schaffen
- ✓ Bei Vorkommen von Fledermausquartieren auf Dachböden auf die Verwendung giftiger Holzschutzmittel bei der Sanierung verzichten. (siehe Teil II, Kap. 2, Listen fledermausverträglicher Holzschutzmittel)
- ✓ Bei Flachdächern nach Möglichkeit die Installation von PV-Modulen mit der Anlage einer extensiven Dachbegrünung kombinieren
- ✓ Artenschutzrechtliche Anforderungen beachten

II Weitere Informationen

1 Technische Besonderheiten von PV-Dachanlagen

PV-Module bestehen aus mono- oder multi-kristallinen Siliziumzellen, die mit einer vorder- und rückseitigen Abdeckung aus Glas, Acrylglas oder Folie eingefasst werden. Ihr Wirkungsgrad ist unterschiedlich. Er gibt an, wie viel der zur Verfügung stehenden Energie von der PV-Zelle in Solarstrom umgewandelt wird.

Mono-kristalline Module weisen mit rund 20 % den höchsten Wirkungsgrad auf. Da sie jedoch teurer als polykristalline Module sind, werden sie meist nur bei kleineren Dachflächen mit optimaler Ausrichtung verwendet. Poly-kristalline Module weisen einen geringeren Wirkungsgrad von ca. 17 % auf und werden daher eher für größere Dachflächen genutzt. Bei Erhitzung der Module sowie bei geringer Sonneneinstrahlung nimmt der Wirkungsgrad ab (vgl. Horn 2017: 159 f.; Horn & Thorwarth 2015: 94; ISE 2018: 44).

Neue Technologien machen sogenannte „Dünnschichtmodule“ möglich. Hier werden die PV-Zellen direkt auf ein hitzebeständiges Material (meist Glas) aufgebracht und wiederum mit Glas oder Folie abgedeckt und versiegelt. Dünnschichtmodule sind leichter und in der Anschaffung günstiger als mono- oder polykristalline Module, dafür weisen sie mit 12–14 % einen geringeren Wirkungsgrad auf. Bei hohen Temperaturen oder schwacher Sonneneinstrahlung büßen Dünnschichtmodule jedoch kaum Leistung ein. Sie kommen insbesondere bei gebäudeintegrierten PV-Anlagen zum Einsatz (Horn & Thorwarth 2015: 95; ISE 2018: 44). Dünnschichtmodule hatten 2016 weltweit nur einen Anteil von etwa 6 % an der jährlichen Solarzellen-Produktion, silizium-basierte Module einen Anteil von 94 % (ISE 2017).

Die technischen Entwicklungen der Hersteller führen zur stetigen Verbesserung des Wirkungsgrades von PV-Modulen, sodass die hier angegebenen Werte als Orientierungswerte zu sehen sind, die sich durch weitere technische Verbesserungen und Neuentwicklungen verändern können.

Solare Einstrahlung abhängig von der Ausrichtung der Solarflächen

Eine südliche Ausrichtung der Dachfläche auf Giebeldächern ist ideal. Anlagen auf Dächern mit Ausrichtung nach Osten und Westen sind jedoch ebenfalls möglich. In Abb. 3.4 ist der prozentuale Anteil des auf Oberflächen auftreffenden Sonnenlichts im Vergleich zur Erdoberfläche dargestellt.

Dies macht deutlich, dass bei südlicher Ausrichtung und einer Neigung von 30° mit 114 % die höchste solare Einstrahlung erreicht wird. Für 1 kWp (Kilowatt peak) Leistung werden bei einem Wirkungsgrad der Module von ca. 15 % rund 7 m² schräge Dachfläche benötigt.

Auf Flachdächern installierte Module müssen wegen ihrer gegenseitigen Verschattung eine Entfernung voneinander aufweisen, die etwa ihrer zweifachen Höhe entspricht – dies vermindert die nutzbare Fläche (Weller et al. 2009: 12; BBSR 2015: 52).

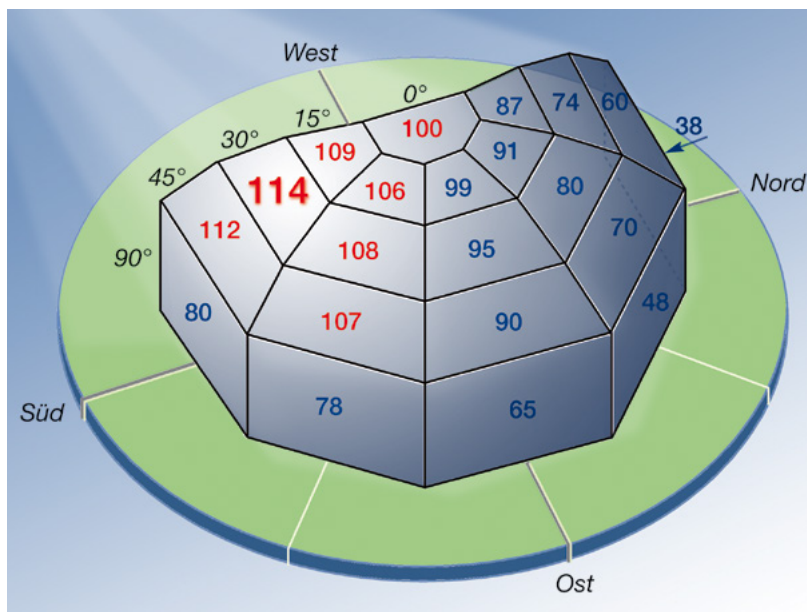


Abb. 3.4: Angaben zur solaren Einstrahlung in Prozent in Abhängigkeit von Ausrichtung und Neigung der Flächen (Zeichnung: Darja Süßbier, verändert nach: Weller et al. 2009: 12)



Abb. 3.5: PV-Module bei geneigten Dächern. Links: Indach-Montage. Rechts: Aufdach-Montage
(Fotos: Alexander Maack, Bernd Demuth)

Montagemöglichkeiten von PV-Anlagen und ihre Auswirkungen auf die Nutzungseffizienz

PV-Anlagen können an geneigten Dächern, auf Flachdächern und an Fassaden angebracht werden.

Für geneigte Dächer bestehen als Montagemöglichkeiten:

1. Indach-Montage: Hier ersetzen die PV-Module die Dachhaut (z. B. Dachziegel) und werden direkt an den Dachsparren befestigt.
2. Aufdach-Montage: Die PV-Module werden auf einem Schienensystem montiert, das über Dachhaken am Dachstuhl befestigt ist.

Auf Flachdächern werden PV-Module aufgeständert, um den Neigungswinkel zu optimieren. Bei südlich ausgerichteten Anlagen werden die Module mit ca. 30° Neigungswinkel aufgestellt. Aufgrund der notwendigen Abstände der Module zueinander reduziert sich die effektiv nutzbare Dachfläche.

Anlagen in Ost-West-Ausrichtung weisen aufgrund des flacheren Aufstellwinkels zwar einen um etwa 10 % geringeren Ertrag auf – jedoch können bei dieser Art der Montage fast 100 % der Dachfläche genutzt werden, wodurch eine deutlich höhere Energieausbeute erzielt werden kann (Horn & Thorwarth 2015: 102; Diehl 2009).

Eine Sonderform des Flachdaches ist das begrünte Flachdach. Die kombinierte Nutzung von Dachbegrünung und PV-Anlage bewirkt, neben den bereits benannten Synergieeffekten, auch die Verbesserung der Leistungsfähigkeit der PV-Anlage. Grund hierfür ist, dass PV-Zellen



Abb. 3.6: PV-Module bei Flachdächern. Links: südlich ausgerichtete Anlage. Rechts: Anlagen in Ost-West-Ausrichtung
(Fotos: Alexander Maack, Elektro Prinzbach GmbH)

bei einer Erhöhung der Temperatur über 25 °C hinaus etwa 0,25–0,5 % ihrer Leistungsfähigkeit pro 1 °C verlieren. Bei einer Temperaturerhöhung von 10 °C entspricht dies bereits einer Verringerung der Modulleistung um 2,5–5 %.

Da die Module bei sommerlichen Einstrahlungsverhältnissen Temperaturen von bis zu 70 °C erreichen können, liefert die Kühlung durch die Dachbegrünung einen wichtigen Beitrag zu einer Verbesserung der Leistung der Anlage. In der Gesamtbilanz der PV-Anlage muss jedoch die für die Dachbegrünung benötigte Fläche berücksichtigt werden (Schindler et al. 2016: 69; ZinCo GmbH 2011; ZinCo GmbH 2017).

Ausbaupotenziale von PV-Dachanlagen

Das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) geht in Deutschland für Wohn- und Nichtwohngebäude von einem Dachflächenpotenzial von knapp 1.100 km² und einer potenziellen PV-Leistung von 102 GW aus (BMWi 2015: 5). Hiervon waren laut BMWi bis 2015 bereits 27 GW ausgebaut, was ein verbleibendes Potenzial von 75 GW bzw. 800 km² Dachfläche bedeutet. Diesem PV-Ausbaupotenzial steht jedoch gemäß § 49 Abs. 5 des Gesetzes für den Ausbau erneuerbarer Energien von 2017 (EEG 2017) die Begrenzung der Einspeisevergütung auf eine PV-Gesamtfläche (Freiflächen-PV und Dach-PV) mit einer Leistung von 52 GW gegenüber.

Da die bis 2015 installierte gesamte PV-Leistung bereits 38 GW entspricht, verbleiben für den weiteren durch das EEG geförderten Ausbau der PV-Dachanlagen noch maximal 14 GW zu installierende Leistung, was einer Dachfläche von ca. 150 km² entspricht. Das weitere Ausbaupotenzial an PV-Dachflächen von rund 650 km² bleibt aufgrund fehlender Vergütungsregelungen im derzeit geltenden EEG zunächst ungenutzt.



Abb. 3.7: PV-Fassadenanlage. Hierbei ersetzen die PV-Elemente die sonst üblichen Fassadenmaterialien aus z. B. Stein oder Glas (Foto: Kathrin Ammermann)

Besonderheiten bei PV-Fassadenanlagen

PV-Module können auch auf der Fassade montiert bzw. in die Fassade integriert werden und dabei herkömmliche Fassadenmaterialien ersetzen.

Der zukünftige Ausbau von PV-Fassadenanlagen hängt maßgeblich von einer verbesserten Kostensituation ab, die ihren wirtschaftlichen Betrieb ermöglicht. Dies kann durch sinkende Modulkosten und durch die Verwendung fassadenintegrierter Anlagen erreicht werden, die teure Fassadenmaterialien (z. B. Naturstein oder Glas) ersetzen (ZSW 2014: 115; IE Leipzig 2011: 298–299). Bislang stellen PV-Fassadenanlagen allerdings noch ein Nischenprodukt dar.

2 Naturschutzbelange beachten

Detaillierte Erläuterungen zu einzelnen Tierarten, ihren Nistplatzansprüchen, Hinweise zu Ersatzquartieren sowie zu weiteren Hilfsmaßnahmen gibt Heft 2 des Handbuchs (siehe Heft 2, Teil II, Kap. 2–4). Ergänzend soll an dieser Stelle noch auf Aspekte hingewiesen werden, die bei einer Besiedlung des Dachstuhls durch Fledermäuse zu beachten sind.

Dacharbeiten und Umbauten dürfen in von Fledermäusen als Sommerquartier genutzten Dachböden nicht in der Zeit von April bis September durchgeführt werden. Sofern im Gebälk eines von Fledermäusen besiedelten Dachstuhls Holzimprägnierungen unumgänglich sind, sollte zumindest der Bereich der Hangplätze ausgespart werden – dabei sind nachweislich „fledermausverträgliche“ Holzschutzmittel zu verwenden (Listen s. u.). Generell dürfen Holzschutzbehandlungen nicht bei Anwesenheit der Fledermäuse ausgeführt werden und erst dann erfolgen, wenn sich die Fledermäuse im Winterquartier (Ende Oktober bis März) befinden.

Durch den Einbau von Fledermausziegeln auf der wettergeschützten Seite des Hauses können Nistmöglichkeiten geschaffen werden, die den Fledermäusen im Winter frostsichere Quartiere bieten. Der Einbau eines flachen Kastens zwischen den Dachsparren hinter dem Einflug verhindert, dass die Tiere in die Wärmedämmung oder den Dachboden geraten (Koordinationsstelle für Fledermausschutz o. J.).

Da Fledermäuse sehr standorttreu sind und sich ihre Quartiere und die Zugänge sehr genau einprägen, müssen Fledermausquartiere und deren Zugänge nach Abschluss der Renovierungsarbeiten möglichst unverändert zur Verfügung stehen.

Anbieter von Fledermausdachziegeln (Auswahl)

- Gebr. Laumans GmbH & Co. KG Ziegelwerke, Brüggen-Bracht,
www.laumans.de
- Braas GmbH, Frankfurter Landstraße 2–4, 61440 Oberursel,
<http://www.braas.de/kontakt.html>

Listen mit fledermausverträglichen Holzschutzmitteln

- <http://www.fledermauskunde.de/fsch-hol.htm>
- https://www.lbv-muenchen.de/fileadmin/user_upload/Unsere_Themen_Master/Artenschutz_am_Gebaeude_Master/Arten_Master/Fledermaeuse_Master/Grosser_Abendsegler/Documents/Liste_fledermausvertraeglicher_Holzschutzmittel-Zahn.pdf
- http://fledermaus-bayern.de/content/fldmcd/schutz_und_pflege_von_fledermaeusen/holzschutzmittel.pdf
- <http://www.fledermausschutz.ch/Ratgeber/Holzschutzmittel.html>
- https://www.agf-bw.de/30_praxistipps/grafik/Holzschutzmittelliste.pdf

Literatur

- Baunetzwissen (2017): Aufbau von Photovoltaik-Modulen. Abgerufen am 07.11.2017 von
<https://www.baunetzwissen.de/solar/fachwissen/pv-module/aufbau-von-photovoltaik-modulen-165796>
- BfN (Bundesamt für Naturschutz) (Hrsg.) (2016): Schutz gebäudebewohnender Tierarten vor dem Hintergrund energetischer Gebäudesanierung in Städten und Gemeinden. Hintergründe, Argumente, Positionen. Abgerufen am 19.08.2016 von
https://www.bfn.de/fileadmin/BfN/siedlung/Dokumente/Gebaeudebrueten-de_Tierarten_2016_-_Positionspapier.pdf
- BMVI (Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur) (Hg.) (2015): Räumlich differenzierte Flächenpotentiale für erneuerbare Energien in Deutschland. BMVI-Online-Publikation, Nr. 08/2015, Ein Projekt des Forschungsprogramms „Allgemeine Ressortforschung im Bereich Raumordnung“ des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) betreut vom Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR). Abgerufen am 18.01.2018 von
http://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/Veroeffentlichungen/BMVI/BMVIOnline/2015/DL_BMVI_Online_08_15.pdf?__blob=publicationFile&v=2
- BMWi (Bundesministerium für Wirtschaft und Energie) (Hg.) (2015): Marktanalyse Photovoltaik-Dachanlagen. Stand: 04.02.2015. Abgerufen am 26.01.2017 von
https://www.erneuerbare-energien.de/EE/Redaktion/DE/Downloads/bmwi_de/marktanalysen-photovoltaik-photovoltaik.html
- Diehl, M. (2009): Aufständersorgie auf Flachdächern. In pv KnowHowBlog. Abgerufen am 14.11.2017 von
<https://www.photovoltaikbuero.de/pv-know-how-blog/aufstaenderungsorgie-auf-flachdaechern/>
- Fachbereich Umwelt und Stadtgrün (Hg.) (2015): Dachbegrünung und Photovoltaik. Eine Handreichung der Landeshauptstadt Hannover. Hannover. Abgerufen am 25.01.2018 von
https://www.google.de/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0ahUKEwIu2KHZo_PYAhWJjiwKHaeIAVUQFggnMAA&url=https%3A%2F%2Fwww.hannover.de%2Fcontent%2Fdownload%2F549864%2F12532622%2Ffile%2FHandreichung%2BDachbegr%25C3%25BCnung%2Bund%2BPhotovoltaik%2B%2528LH%2BHannover%2B2015%2529.pdf&usg=AOvVaw0Yz9NSelDOEm8PI4-lu7vQ
- Horn, S.; Thorwarth, D. (2015): Baudenkmale und deren Potential zur Nutzung von Photovoltaik. In: Sebastian Horn und Bernhard Weller (Hg.): Denkmal und Energie 2016. Potentiale und Chancen von Baudenkmalen im Rahmen der Energiewende. Wiesbaden: Springer Vieweg, S. 93–107.
- Horn, S. (2017): Bauwerksintegrierte Photovoltaik (BIPV). Entwicklung und Bewertung von Fassadensystemen. Dissertation an der Fakultät Bauingenieurwesen der Technischen Universität Dresden. Abgerufen am

- 25.01.2018 von
http://www.qucosa.de/fileadmin/data/qucosa/documents/22971/171010_Gesamtdokument_Diss_Horn_pdfa.pdf
- Hietel, E. (2016): Biodiversität begrünter Dächer. Welchen Wert haben extensive, kleinflächige Dachbegrünungen im urbanen Raum? Vortrag. Abgerufen am 25.01.2018 von
http://www.gebaeudegruen.info/fileadmin/website/downloads/fbb-vortraege/ditzingen2016/GDS_2016_Elke_Hietel_Biodiversitaet.pdf
- IE Leipzig (Leipziger Institut für Energie GmbH) (Hg.) (2011): Vorbereitung und Begleitung der Erstellung des Erfahrungsberichtes 2011 gemäß § 65 EEG im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit. Vorhaben II c Solare Strahlungsenergie. Endbericht. Projektleitung Matthias Reichmuth. Abgerufen am 19.01.2018 von
http://www.ie-leipzig.com/010-dateien/referenzen/pdf/vorbereitung_und_begleitung_bei_der_erstellung_eines_erfahrungsberichtes.pdf
- ISE (Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme) (Hg.) (2017): Photovoltaics Report. Freiburg. Abgerufen am 08.11.2017 von
<https://www.ise.fraunhofer.de/content/dam/ise/de/documents/publications/studies/Photovoltaics-Report.pdf>
- ISE (Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme) (Hg.) (2018): Aktuelle Fakten zur Photovoltaik in Deutschland. Fassung vom 21.2.2018. Zusammengestellt von Dr. Harry Wirth. Abgerufen am 02.4.2018 von
<https://www.ise.fraunhofer.de/content/dam/ise/de/documents/publications/studies/aktuelle-fakten-zur-photovoltaik-in-deutschland.pdf>
- Koordinationsstelle für Fledermausschutz (o. J.) (Hg.): Fledermäuse und Holzschutz – ein Problem? Abgerufen am 14.07.2016 von
https://www.lbv-muenchen.de/fileadmin/user_upload/Unsere_Themen_Master/Artenschutz_am_Gebaeude_Master/Arten_Master/Fledermaeuse_Master/Grosser_Abendsegler/Documents/Liste_fledermausvertraeglicher_Holzschutzmittel-Zahn.pdf
- Landesbund für Vogelschutz in Bayern e.V., Kreisgruppe München (o. J.): Internetseite Artenschutz an Gebäuden. Abgerufen am 09.11.2017 von
<https://www.lbv-muenchen.de/unsere-themen-lbv-muenchen/artenschutz-an-gebaeuden-lbv-muenchen/arten-lbv-muenchen.html>
- NABU (Naturschutzbund Deutschland) (2014): Konstruktive Lösungsansätze für den Schutz gebäudebewohnender Vogel- und Fledermausarten im Gebäudeneubau. Abgerufen am 15.07.2016 von
<http://www.nabu-leipzig.de/app/download/6510010063/Geb%C3%A4udebr%C3%BCter.pdf?t=1467109712>
- Schindler, B. Y.; Blank, L.; Levy, S.; Kadas, G.; Pearlmuter, D.; Blaustein, L. (2016): Integration of photovoltaic panels and green roofs: review and predictions of effects on electricity production and plant communities. In: Israel Journal of Ecology & Evolution (Vol. 62, Nos. 12), S. 68–73. Abgerufen am 13.02.2018 von <http://dx.doi.org/10.1080/15659801.2015.1048617>
- Weller, B.; Hemmerle, C.; Jakubetz, S.; Unnewehr, S. (2009): DETAIL Praxis Photovoltaik. Technik, Gestaltung, Konstruktion. München: Institut für internationale Architekturdokumentation.

- ZSW (Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg) (Hg.) (2014): Vorbereitung und Begleitung der Erstellung des Erfahrungsberichts 2014 gemäß § 65 EEG. Vorhaben IIc Solare Strahlungsenergie, im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie. Wissenschaftlicher Bericht. Abgerufen am 26.01.2017 von http://www.erneuerbare-energien.de/EE/Redaktion/DE/Downloads/Berichte/erfahrungsbericht-evaluierung-eeg-2014-2c.pdf?__blob=publicationFile&v=4
- ZinCo GmbH (Hg.) (2017): Planungshilfe Solarenergie und Dachbegrünung. Abgerufen am 14.11.2017 von [http://www.zinco.be/fr/downloads/doc/Solarenergie_Dachbegruenung\[1\].pdf](http://www.zinco.be/fr/downloads/doc/Solarenergie_Dachbegruenung[1].pdf)
- ZinCo GmbH (2011): Dachbegrünung erhöht Erträge der Photovoltaik. Pressemitteilung vom 24.03.11.

Gesetzestexte

- Bundesnaturschutzgesetz (BNatSchG), vom 29. Juli 2009 (BGBl. I S. 2542), zuletzt geändert durch Artikel 1 des Gesetzes vom 15. September 2017 (BGBl. I S. 3434).
- Gesetz für den Ausbau erneuerbarer Energien (Erneuerbare-Energien-Gesetz – EEG 2017) vom 21. Juli 2014 (BGBl. I S. 1066), zuletzt geändert durch Artikel 1 des Gesetzes vom 17. Juli 2017 (BGBl. I S. 2532).
- HOAI (2013): Verordnung über die Honorare für Architekten- und Ingenieurleistungen (Honorarordnung für Architekten und Ingenieure – HOAI) in der Fassung vom 10.07.2013, in Kraft getreten am 17.07.2013. Abgerufen am 29.08.2016 von http://www.hoi.de/online/HOAI_2013/HOAI_2013.php

Heft 1

Einleitung

Energie- und Klimaschutzkonzepte

Naturschutz von Beginn an berücksichtigen

Heft 2

Fassadendämmung

Klima- und Naturschutz am Gebäude

Heft 3

Photovoltaik-Dachanlagen

Klima- und Naturschutz: auch auf dem Dach

Heft 4

Straßenbeleuchtung

Energie sparen, Tierwelt schonen

Heft 5

Grüne Mobilitätsnetze

Potenziale für Mensch, Natur und Landschaft

Heft 6

Photovoltaik-Freiflächenanlagen

Planung und Installation mit Mehrwert für den Naturschutz

Heft 7

Kurzumtriebsplantagen

Planung, Anlage und Bewirtschaftung

Heft 8

Landschaftspflegeholz

Hecken nutzen – Lebensräume erhalten – Landschaften gestalten

Heft 9

Landschaftspflegegras

Energetische Verwertung und Artenschutz

Heft 10

Naturschutzrechtliche Grundlagen

ISBN 978-3-9821029-3-1