



**WEGWEISER**

**„CLEVER KOMBINIERT“**

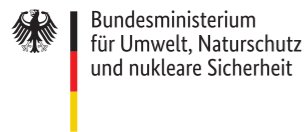
Wie erneuerbare Energien und Grünplanung einen Beitrag für das Klima und zur effizienten Flächennutzung leisten



Hamburg

→  
**Förderungen**

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

**z|u|g**

ZUKUNFT UMWELT GESELLSCHAFT



Das diesem Bericht zugrundeliegende Vorhaben „Clever kombiniert: Klimaschutz und Klimaanpassung – Flächensynergien am Gebäude und im Quartier“ wurde mit Mitteln des [Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit \(BMU\)](#) im Rahmen des Förderprogramms „Maßnahmen zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels“ im Förderschwerpunkt 3 „Kommunale Leuchtturmvorhaben sowie Aufbau von lokalen und regionalen Kooperationen“ (Förderkennzeichen 67DAS128) gefördert und durch den Projektträger [Zukunft – Umwelt – Gesellschaft gGmbH \(ZUG\)](#) begleitet. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei der Behörde für Umwelt, Klima, Energie und Agrarwirtschaft, Hamburg.



# Inhaltsverzeichnis

## **EINLEITUNG**

<b>Editorial</b>	<b>05</b>
<b>Impressionen</b>	<b>06-11</b>

## **KOMBINATIONEN**

<b>Leben auf dem Dach</b>	<b>12-17</b>
Solargründächer verbinden die Erzeugung erneuerbarer Energie mit Heizvorsorge und der Regenwasserbewirtschaftung vorbildlich.	
<b>Darf's ein bisschen mehr sein?</b>	<b>18-19</b>
Durch Mehrfachnutzung lässt sich noch wesentlich mehr aus einer Gründachfläche herausholen.	
<b>Einzigartige Ruheorte im urbanen Raum</b>	<b>20-21</b>
Im Interview sprechen Architekt und Bauherr über die besondere Dachlandschaft eines Hamburger Prestigeobjekts.	
<b>Grüne Welle</b>	<b>22-25</b>
Ein faszinierendes Feld – Verkehrsflächen zur Produktion erneuerbarer Energien zu nutzen.	
<b>Die Kraft der freien Fläche</b>	<b>26-27</b>
Wie Solarthermie zur erneuerbaren Wärmeversorgung ganzer Quartiere beitragen kann.	
<b>Auf der Sonnenseite</b>	<b>28-29</b>
Lärmschutzwände oder -wälle können kombiniert mit Energiegewinnung und Begrünung zu Klimaschutz und Klimaanpassung beitragen.	
<b>Wie vom Erdboden verschluckt</b>	<b>30-34</b>
Erdwärme ist eine nahezu unbegrenzte Energiequelle, die sich durch unterirdisch verlegte Technologien anzapfen lässt.	
<b>Mit Tiefgang</b>	<b>35-37</b>
Werden Erdwärmesonden eingesetzt, sind vielfältige Oberflächennutzungen denkbar	
<b>Das Eis ist heiß</b>	<b>38-42</b>
In die Erde eingebaute Eisspeicher können klimaneutral Gebäude wärmen oder kühlen, Regenwasser managen und noch viel mehr.	
<b>Hoch hinaus</b>	<b>43</b>
Oberirdische Wärmespeicher sind attraktive Multitalente für Klimaschutz und Klimaanpassung.	

## **REALISIERUNG**

<b>Der Weg zur cleveren Kombination</b>	<b>44-45</b>
Gute Planung und strukturierte Prozesse helfen, ein multicodiertes Bauprojekt zum Erfolg zu führen.	
<b>Los geht's</b>	<b>46-49</b>
Wer in Hamburg ein Bauwerk oder ein ganzes Quartier plant, kann sich auf Unterstützung verlassen.	

<b>Glossar / Impressum</b>	<b>50-51</b>
----------------------------	--------------

Illustration (Titel): Faktor 3 AG





#### ZUKUNFTSVISION

Die Lobuschstraße in Hamburg-Altona würde durch Fassadenbegrünung und Gründächer mit Solarnutzung einen spürbaren Beitrag für das Klima und die Lebensqualität der Anwohnerinnen und Anwohner leisten.

Visualisierung: TH Treibhaus Landschaftsarchitektur



# Liebe Leserinnen und Leser,

Hamburg ist als Stadtstaat Bundesland und Stadt zugleich und hat damit klare Grenzen bei der räumlichen Ausdehnung. In diesen Grenzen sind die vorhandenen Flächen für Natur, Landschaft einschließlich Wasser und Bauflächen sinnvoll und miteinander verträglich anzuordnen. Angesichts des intensiven städtebaulichen Wachstums im letzten Jahrzehnt, sind Flächenkonkurrenzen und -knappheit allerdings eine Herausforderung bei der Stadtentwicklung.

geeignet. Obendrein können sie bei Starkregen das Siedel- und Lebensraum für Pflanzen und Tiere bieten. Bei der Multicodierung geht es also darum, die unterschiedlichen Interessenlagen im (Frei-)Raum miteinander zu synchronisieren. Dadurch entsteht Mehrfachnutzung ein und derselben Fläche.



#### EFFEKT KLIMASCHUTZ:

Dieses Symbol zeigt bei jeder vorgestellten Maßnahme, was sie zum Schutz des Klimas beiträgt.

#### EFFEKT KLIMAAANPASSUNG:

Zudem wird jeweils aufgezeigt, wie – clever kombiniert – zeitgleich mit unabwendbaren Folgen des Klimawandels umgegangen wird.

Dies ist ein wichtiger Beitrag für die Energie- und Wärmewende in Hamburg, denn der Einsatz regenerativer Energiequellen ersetzt die fossilen Energieträger wie Gas und Kohle. Wärme und Strom werden klimaneutral erzeugt und die CO<sub>2</sub>-Bilanz verbessert sich deutlich.

Dieses Magazin liefert Antworten, wie diese Herausforderung zu bewältigen ist. Dieser „Wegweiser“ will inspirieren, konkrete Ideen liefern und Wege zeigen, wie sich gleich mehrere Ansprüche vereinen lassen. Im Projekt „Clever kombiniert“ der Behörde für Umwelt, Klima, Energie und Agrarwirtschaft (BUKEA) werden Anlagen der Energie- und Wärmegewinnung sowie -speicherung und -verteilung mit Funktionen des Klimaschutzes und der Klimaanpassung, aber auch der Biodiversität und Freiraumnutzung vereint, also mehrfachcodiert.

In Zeiten des sicht- und spürbar werdenden Klimawandels sind für die Bauflächen der Stadt auch Maßnahmen geplant, die der Anpassung an veränderte und zu erwartende Wetter- und Klimabedingungen dienen. Dabei handelt es sich vor allem um zunehmende Starkregenereignisse und die sich durch Verdichtung aufheizende Stadt. Bei jedem Bauvorhaben sind jedoch Lösungen umsetzbar, die für die Anpassung an den Klimawandel hilfreich sind und die Entwicklung einer klimawandelangepassten Metropole unterstützen: Begrünte Rückhalteräume in Parkplätzen, entlang Straßen oder auf Dächern, versickerungsfähige Oberflächen mit darunterliegenden Erdkollektorenfeldern oder auch Photovoltaikanlagen über Regenwasserspielflächen sind nur einige sinnvolle Methoden. Viele dieser Verknüpfungen unterstützen darüber hinaus den natürlichen Wasserkreislauf und sind auch mit Regenwassernutzung kombinierbar.

Die Magazinbeiträge zeigen daher Beispiele, wie eine regenerative Wärme- und Stromversorgung zur Deckung des Energiebedarfs von Wohn-, Büro- und Gewerbebauten in Kombination gelingt, ohne kostbare räumliche Ressourcen zu beeinträchtigen. Denn nutzen lassen sich bereits vorhandene Sport-, Grün-, Garten-, Verkehrs-, Park- und auch Landwirtschaftsflächen. Dächer und Fassaden der Gebäude bieten ebenfalls Platz für Begrünung und sind gleichzeitig für die Gewinnung von Strom und Wärme

Nutzen auch Sie die Flächen Ihres Bauprojekts multicodiert, der Energie- und Wärmewende dienlich und um die Folgen des Klimawandels abzuschwächen – im Kleinen wie im Großen. Jede einzelne Maßnahme gestaltet Hamburg nachhaltiger und lebenswerter.

**Weitere Informationen finden Sie auf:**  
[hamburg.de/clever-kombiniert](http://hamburg.de/clever-kombiniert)





### SPIELPARADIES UNTER FREIEM HIMMEL

Wie schön effiziente Flächennutzung aussehen kann, zeigt seit Januar 2013 der Dachspielplatz des FRÖBEL-Kindergartens auf dem Einkaufszentrum Quarree in Hamburg-Wandsbek.

Dachspielplatz des FRÖBEL-Kindergartens Wandsbek Quarree  
Foto: FRÖBEL e.V./Patrick Rante





Foto: Faktor 3 AG



**URBANER LEBENSRAUM**  
Das idealtypisch kombinierte  
Gründach in der Leo-Leistikow-Allee  
im Hamburger Stadtteil Eilbek  
ist zukunftsweisend. Lesen Sie mehr  
dazu ab Seite 20.





Foto: IBA Hamburg GmbH / furbilder.de



### ZWEITER FRÜHLING

Die gelungene Nachnutzung einer ehemaligen Deponie kombiniert im Hamburger Süden erneuerbare Energieerzeugung, Begrünung, Erholungswert und Bildung auf dem Energieberg Georgswerder. Ein Projekt der Internationalen Bauausstellung IBA Hamburg mit Windkraft- und Photovoltaikanlagen sowie Horizontweg.





# Leben auf dem Dach

Solar Gründächer sind die Kombination von aufgeständerten Photovoltaik- oder Solarthermie-Anlagen auf Dächern mit Begrünung. Sie verbinden die Erzeugung erneuerbarer Energie mit Hitzevorsorge und Regenwasserbewirtschaftung vorbildlich.



## AUF DEM GRÜNDACH DES KERVITA SENIOREN-ZENTRUMS

„Am Insepark“ im Hamburger Stadtteil Wilhelmsburg ist ein wunderschöner Garten entstanden, den die Seniorinnen und Senioren pflegen und genießen. Die Pergola als Platz zum Plauschen schützt vor Sonneneinstrahlung. Eine Idealkombination wäre, diese mit einer Solaranlage zu bestücken, die umweltfreundliche Energie produziert und Schatten für Mensch und Natur bietet. ↓



Foto: Isadora Tast



Begrünte Dächer leisten schon eine Menge. Sie halten Regenwasser zurück, wodurch sie die Folgen von Starkregen mindern, den Abfluss in die Kanalisation reduzieren und diese somit entlasten. Außerdem haben sie eine isolierende Wirkung für die darunterliegenden Wohnungen oder Gewerberäume und fördern darüber hinaus die Artenvielfalt im Vergleich zu unbegrüntem Dach. Ein Solargründach bietet aber noch mehr Vorteile. Die Dachfläche wird optimiert genutzt, die Effizienz der Photovoltaikmodule steigt, da die Solaranlagen über dem Gründach aufgeständert errichtet werden und die Pflanzen durch Verdunstung die Module kühlen. Auch das städtische Klima profitiert.

## 20 bis 30 Jahre länger hält eine Dachhaut durch Begrünung

Gründach und Solar werden oft noch als Konkurrenten betrachtet und deshalb nicht kombiniert, sondern einzeln oder lediglich nebeneinander realisiert. Diese Flächenkonkurrenz besteht aber in technischer Hinsicht nicht, wenn die Solarmodule aufgeständert sind und beide Nutzungen aufeinander abgestimmt werden.



### ES GRÜNT SO GRÜN ...

... unter den Modulen. Auf dem Dach der Rosenstraße wurden Vegetationsmatten/Pflanzenmatten verlegt.



### Vielfältige Wirkungen des Solargründachs

Allein die Solaranlage leistet einen Beitrag auf dem Weg zum Erreichen der Hamburger Klimaschutzziele durch das Erzeugen erneuerbaren Stroms oder erneuerbarer Wärme. Die Verbindung mit Begrünung ergibt zusätzlich positive Effekte:

- Die Verdunstungskühlung des Gründachs senkt die Betriebstemperatur der Photovoltaik-(PV)-Module und kann den solaren Stromertrag steigern, was zu einem Mehrertrag der PV-Anlage von 1,5 bis 5 Prozent führen kann.<sup>1</sup>
- Zurückhalten (Retention) des Regenwassers, Verzögerung und Verringerung des Abflusses, somit Entlastung der Regenwasserbewirtschaftungsanlagen.
- Reduzierung der Überflutungsgefährdung auf dem Grundstück und im Stadtquartier.
- Steigerung der Evapotranspiration (Wasserverdunstung aus Tier- und Pflanzenwelt), was Kühleffekte bringt und zur Annäherung an eine natürliche Wasserbilanz sowie zur Verbesserung des Lokalklimas führt.
- Dachbegrünung schützt vor starkem Aufheizen der Dachoberfläche und mindert den Urban Heat Island Effekt (Wärmeinsel-Effekt in Städten).
- Der Wohnkomfort in Dachgeschosswohnungen steigt, weil ein begrüntes Dach die sommerliche Aufheizung um 30 bis 60 Prozent senkt.<sup>2</sup>
- Solarmodule bieten Schatten und unterschiedlich feuchte Bereiche, die Lebensräume auf dem Dach vermehren, die Biodiversität steigern und wildlebende Tiere dauerhaft in städtischen Räumen ansiedeln (Animal Aided Design). ▶

1: irbnet.de; 2: hamburg.de  
Foto links: Isadora Tasi; Foto rechts: Faktor 3 AG



### BEISPIELHAFTER AUFBAU

Auf dem Gründach in der Leo-Leistikow-Allee im Hamburger Stadtteil Eilbek dient das Substrat für die Vegetation gleichzeitig als Auflast, um die Vorrichtung zur Aufständigung der Module zu befestigen. ↓



### Hürden und Lösungen

Um die Akzeptanz eines Solargründachs zu gewährleisten, bestehen unterschiedliche Anforderungen an die Gestaltung. Ein Ziel des Hamburger Klimaschutzgesetzes ist es, alle geeigneten Dachflächen möglichst in Kombination mit Gründächern zur Stromerzeugung (durch Einsatz solarer Strahlungsenergie) zu nutzen. Pflicht ist es, auf der Dachfläche von Neubauten mit Baubeginn nach dem 1. Januar 2023 Solarstromanlagen zu errichten und zu betreiben. Ebenso sind bei einer vollständigen Dachhautreue nach dem 1. Januar 2025 Solarstromanlagen vorzusehen, sofern technisch und wirtschaftlich möglich. Daher werden vor Realisierung eines Solargründachs die Gestaltungsvarianten für die ideale Ausnutzung der Dachflächen ermittelt. Die Anlagen müssen mit genügend Abstand installiert sein, um genug Licht für die Vegetation durchzulassen und die Pflege des Dachs problemlos zu gestalten. ▶



### Wirtschaftlicher Gewinn

Grün auf dem Dach kann die Effizienz von Photovoltaikmodulen und somit den Anteil der erneuerbaren Stromproduktion erhöhen. Doch die positiven Effekte gehen noch weiter:

- Eigenstromnutzung und/oder Deckung eines Anteils des Wärmebedarfes aus erneuerbaren Energien
- Weniger Wärmeverluste im Winter durch Dachbegrünung (bei Gebäuden, die nicht den höchsten Wärmedämmungsstandard haben), somit weniger Energie- oder Wärmeverbrauch
- Kosteneinsparung bei Dachdichtungsarbeiten, einfache und schnelle Montage
- Dachbegrünung zur Windsog-Sicherung (keine Durchdringung der Dachdichtung)
- Erhöhung der Retentionskapazität auf Dächern senkt die Zahl urbaner Überflutungen, wodurch Überflutungsschäden abnehmen.
- Die Lebensdauer der Dachhaut steigt um 20 bis 30 Jahre, da das Dach durch die Begrünung geschützt ist und Sonnenbestrahlung, Temperaturextreme und Witterungseinflüsse wie Hagel es weniger belasten.
- Durch ein Gründach (Aufbau höher als 5 cm) halbiert sich die Gebühr für Niederschlagswasser.
- Geringere Ausgleichskosten für Eingriffe in Natur und Landschaft bei Neubauten
- Lärmschutz durch Schallabsorption und -diffusion
- Wertsteigerung der Immobilie und des Grundstücks, Imagegewinn, Erhöhung der Nachfrage
- Positive Bewertung bei der Zertifizierung durch die Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen (DGNB)

Die Montage wird durch Befestigung der Module auf dem Gründach etwas aufwändiger und entsprechend teurer. Dies lässt sich in Hamburg jedoch über die Gründachförderung kompensieren.



**EFFEKT KLIMASCHUTZ:**  
Erzeugung erneuerbarer Energien

**EFFEKT KLIMAAANPASSUNG:**  
(Hitzevorsorge durch) Verschattung, Erzeugung von Verdunstungskühlung, Kontrolle der Wärmeabstrahlung des Gebäudes, (Überflutungsvorsorge durch) Rückhalt und verzögerte Einleitung des Regenwasserabflusses

# BIS ZU 5%

höher liegt die Ausbeute der  
PV-Anlage bei Kombination  
mit Dachbegrünung.



### NEUER LEBENSRAUM

Das Solargründach in der Hamburger Leo-Leistikow-Allee wirkt sich positiv auf das Gebäudeklima und die Artenvielfalt aus.

Fotos links: Faktor 3; Foto rechts: Maja Berghausen



### HOTELLERIE FÜR WILDBIENEN

Impression vom Biodiversitätsdach auf dem Frischecenter im Hamburger Stadtteil Neugraben.



### Gute Planung eines Solargründachs

Beim Neubau ist die Kombination von Solar- und Gründach einfach integrierbar. In der Broschüre „Dachbegrünung – Leitfaden zur Planung“ stehen die wichtigsten Anforderungen. Entscheidend ist eine frühzeitige Konzeption, die Gebäudetechnik, Statik, Dachdichtungen, Stützensysteme, Absturz-sicherung sowie Bedingungen für Pflege und Wartung einschließt. Im Detail heißt das:

- ✓ Frühzeitige parallele und integrierte Planung von Hochbau, Energie und Begrünung
- ✓ Verschattung der Module vermeiden
- ✓ Aktive Dachbegrünungspflege (1-2 mal jährlich) einplanen, also genügend Abstand zwischen den Modulen für Zugang bei Pflege und Wartung
- ✓ Dachneigung zwischen 0 und 5 Grad
- ✓ Solaranlagen in Süd-Ausrichtung aufstellen, bei Photovoltaik-Anlagen geht auch Ost- oder West-Ausrichtung
- ✓ Besonders clever: Das pflanzenverträgliche Substrat als Last zur Befestigung der Modul-aufständigung nutzen, um Kosten zu sparen.
- ✓ Voraussetzung ist die Aufständigung der Kollektoren bzw. Module über der begrün-ten Dachfläche mit pflanzenverträglichem Substrat
- ✓ Ausreichender Abstand der Modultische zum Substrat, angepasste Pflanzenauswahl
- ✓ Verlegung der Kabel darf Pflanzenwuchs und -pflege nicht behindern

### Fazit:

Fürs Klima ist das Solargründach ein echter Alleskönner: Es verbindet die Erzeugung erneuerbarer Energie mit Hitzevorsorge und Regenwasserbe-wirtschaftung optimal. ■



### NOCH MEHR?

Weitere Informationen zum Projekt „Clever kombiniert“ der Behörde für Umwelt, Klima, Energie und Agrarwirtschaft (BUKEA) finden Sie auf [hamburg.de/clever-kombiniert](http://hamburg.de/clever-kombiniert)





# Darf's ein bisschen mehr sein?

Ein Solargründach ist bereits eine großartige Entscheidung für Klimaschutz und Klimaanpassung. Durch Mehrfachnutzung lässt sich jedoch noch wesentlich mehr aus der Dachfläche herausholen.

## Blaugrünes Dach – Kühlung inklusive

Zusätzlich zur Rückhaltung des Regenwassers auf dem grünen Dach wird seine Nutzungsvielfalt durch ein blaugrünes Dach noch erhöht: Dazu kann man – für die Speicherfähigkeit des Substrats – eine Drainageschüttung oder einen Retentionskörper zur Wasserspeicherung, Abflusshemmung und -verzögerung unter die Dachbegrünung sowie Solaranlagen auf ein Dach mit Null-Grad-Gefälle verlegen. Dadurch ist die Dachbegrünung auch in Trockenperioden länger mit Wasser versorgt, die Vegetation kann das Wasser verdunsten und Gebäude sowie Solarmodule kühlen. Diese Kühleffekte wirken bei niedrigen Gebäuden sogar in die Freiflächen der Nachbarschaft.



## Biodiversitätsdach mit Solar – Artenschutz inklusive

Durch die aufgeständerten Solarmodule entstehen darunter unterschiedlich schattige und durch die Ableitung des Regenwassers auch unterschiedlich feuchte Gebiete. Bei entsprechender Substratwahl können so verschiedene Pflanzen gedeihen, die neue Lebensräume und Nahrungsquellen für Insekten und Vögel in der Stadt schaffen. Gründächer erweitern so das Netz an urbanen Grünflächen und können im Verbund mit anderen Naturräumen einen Beitrag zum Überleben gefährdeter Arten leisten. In Frage kommen niedrigwüchsige Gehölze, Stauden und Gräser, um die Module nicht zu verschatten. Die Saatgutmischung „Hamburger Naturdach“ enthält insbesondere regionale Pflanzenarten für Gründächer.

## Freizeitdach – Naturerlebnis inklusive

Begehbare Dächer erhöhen deutlich die Lebens- und Wohnqualität in der Stadt. Bewohnerinnen und Bewohner können sich dort an der frischen Luft erholen, Sport treiben und die Natur genießen.

Wegen der Sonneneinstrahlung im Sommer brauchen Freizeitdächer aber Schattenbereiche. Das leisten semitransparente oder lichtdurchlässige PV-Module (auf einer Pergola montiert), die gleichzeitig Schutz bei Regen bieten. Auch Speicherung von Regenwasser in Retentionskörpern ist auf nicht vegetativen Flächen problemlos umsetzbar. Intensive Dachbegrünung folgt dem Trend des „Urban Gardenings“, idealerweise als Gemeinschaftsfläche für mehr soziales Miteinander.

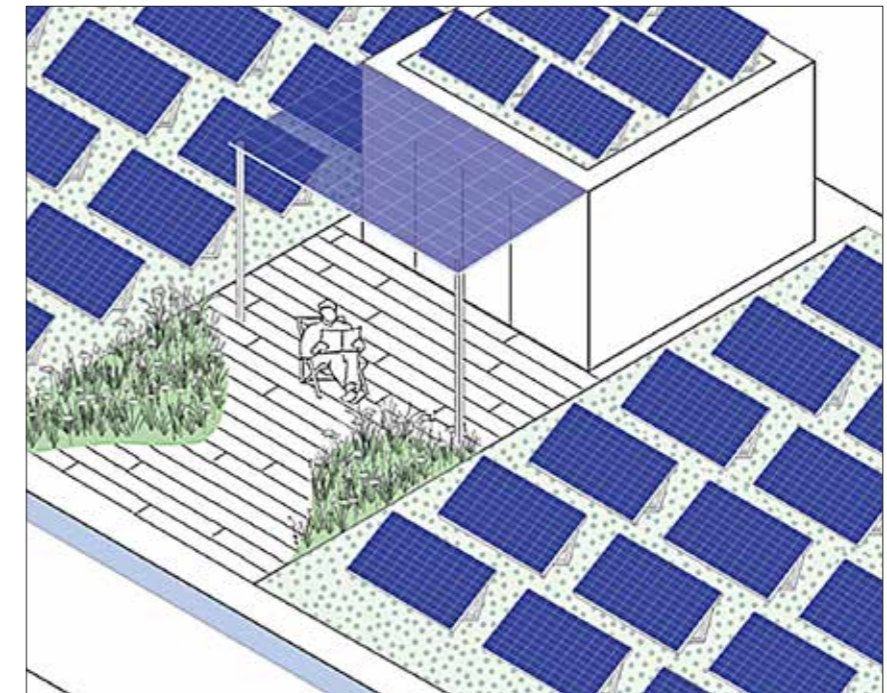


## IN LUFTIGER HÖHE

Klug kombiniert wurden Freizeitgestaltung und Begrünung beim Dachspielplatz Elbarkaden am mehrgeschossigen Gebäudekomplex „Magdeburger Hafen“ in der HafenCity Hamburg.

Foto links: Isadora Tast; Foto rechts: Zanna Castillejos  
Illustration: bgmr

**ALLES IM GRÜNEN BEREICH:**  
Planungsskizze eines Solargründachs mit Retentionsschicht kombiniert mit einem Dachgarten zur Erholungsnutzung unter einer schattenspendenden Solardach-Pergola.



## Fazit:

Vor allem in Stadtquartieren mit hoher Dichte und großem Defizit an erdgebundenen Freiflächen ist Freizeitnutzung in der zweiten Ebene – wie auf einem Dach – eine attraktive Alternative. Die häufig befürchtete Flächenkonkurrenz von Maßnahmen für Klimaschutz und Klimaanpassung mit einer Freizeitnutzung lässt sich durch clevere Kombination der Anliegen gewinnbringend aufeinander abstimmen. ■



## NACHHALTIGES BAUEN

Das Soft Haus als Projekt der Internationalen Bauausstellung IBA Hamburg in Wilhelmsburg nutzt durch seine dynamische Textilfassade – in die Photovoltaikzellen eingearbeitet sind – das Sonnenlicht auf flexible und intelligente Weise. Im Sommer spenden die Fassadenelemente Schatten und minimieren im Winter Energieverluste.







# Einzigartige Ruheorte im urbanen Raum

Über die besondere Dachlandschaft in der Hamburger Leo-Leistikow-Allee haben wir mit Remigiusz Mudlaff vom Architekturbüro MUDLAFF & OTTE und Jim Ulrici von der Conplan Projektentwicklungsgesellschaft gesprochen.

Die Leo-Leistikow-Allee verläuft in Nachbarschaft zum Kunst- und Mediacampus Finkenau sowie zur Hochschule für Bildende Künste Hamburg. Der lange Reihenzug sieht aus wie eine Zeile aus 22 Stadthäusern, gilt rechtlich und baulich aber als ein einzelnes Mehrfamilienhaus. Es wurde von drei Architekturbüros für die Baugemeinschaft StadtFinken entworfen und 2019 fertiggestellt. Dabei handelt es sich um ein wichtiges Prestige- und Vorbildprojekt: Die Häuserzeile erzeugt mehr Energie als sie verbraucht und wird somit zum Plusenergiegebäude.

Zur Deckung des Energiebedarfs von Heizung, Warmwasser und Strom sind ein Biogas-Blockheizkraftwerk, die Photovoltaik (PV) auf dem Gründach und die Sole-Wasser-Wärmepumpen installiert, die von achtzehn in 110 Meter tiefen Bohrungen unter der Tiefgarage und dem Garten gelegenen Erdsonden gespeist werden. Die Erdwärmeleitungen dienen auch zur Kühlung: In den Sommermonaten wird Raumwärme über die Fußbodenheizung aufgenommen und ins Erdreich zurückgegeben. Zur Effizienzsteigerung wurde zusätzlich eine Abwasserwärmerückgewinnungsanlage eingebaut, die die Restwärme aus dem Warmwasser zieht. Dieses System ist hier zum ersten Mal in einem Wohnungsbau zu finden. Den erzeugten Strom verkauft die Gemeinschaft als Strommodell für Mieterinnen und Mieter und speist damit zusätzlich gemeinschaftlich genutzte E-Bikes.

Das Dach wurde mit einer extensiven Dachbegrünung in Mehrschichtbauweise sowie einer Substratdicke von zehn Zentimetern bedeckt und mit Sedumarten bepflanzt. Das Gründach schützt die darunterliegende Dachdichtung, so dass diese doppelt so lange hält, und reduziert die Niederschlagswassergebühr auf 50 Prozent der Kosten. Das Projekt wurde bereits mehrfach ausgezeichnet, unter anderem mit dem „Bundespreis für Umwelt & Bauen 2020“ sowie mit Platz eins in der Kategorie Neubau des „KfW Award Bauen 2020“.



## SCHLAU GENUTZT

1.400 m<sup>2</sup> misst die Dachfläche. 950 m<sup>2</sup> davon sind begrünt, 35 % sind mit PV belegt, drei Reihen Module im Abstand von 1,10 Metern. Der Rest sind Lüftungsöffnungen und Verkehrsfläche.



## Was ist das Außergewöhnliche an diesem Solargründach?

Remigiusz Mudlaff: Die Geometrie des Daches war bereits vorgegeben, als die Planung begann. Wir haben dort eine sehr schmale Reihenhaushausarchitektur. Die Herausforderung war daher, alle gewünschten und nötigen Komponenten unterzubringen, ineinanderzufügen und trotzdem das Maximum aus den PV-Anlagen herauszuholen. Das gesamte Projekt leistet einen wichtigen Beitrag zum Klimaschutz in Hamburg, denn durch die Stromgewinnung der Solaranlage kann mindestens ein Drittel des Verbrauchs der 42 Haushalte gedeckt werden.

Jim Ulrici: Außerdem kann dieses Dach bei Starkregen große Mengen an Wasser speichern und dann wieder sukzessive an die Umwelt abgeben, was gut fürs Klima ist.

## Welche Leistung hat die PV-Anlage?

Remigiusz Mudlaff: 81 Kilowatt Peak. Wir haben von Januar bis Juni 2020 allein schon 42 Megawattstunden erwirtschaftet. Das entspricht einer CO<sub>2</sub>-Reduzierung von 50 Tonnen, was gleichzusetzen ist mit 1.500 neu gepflanzten Bäumen.

## Was muss man bei der Kombination von Gründach und PV-Anlage unbedingt beachten?

Remigiusz Mudlaff: Entscheidend ist, die Unterkonstruktion so zu wählen, dass die Vegetation unter den Paneelen durchgeführt werden kann. Früher arbeitete man dort mit Plattenmaterial, um die Modultische zu beschweren. Das ist heute nicht mehr nötig.



## DREAMTEAM

Architekt Remigiusz Mudlaff (l.) und Bauplaner Jim Ulrici entwickelten zusammen mit weiteren Partnerinnen und Partnern das einzigartige Projekt.

## Was sind die Vorzüge eines Solargründachs?

Jim Ulrici: Es hat einen sehr positiven Einfluss auf das Gebäudeklima und die Artenvielfalt. Insbesondere für Insekten und Vögel, die in der Begrünung auch Bereiche finden, die sie regelmäßig ansteuern können.

## Welche Standortfaktoren sind wichtig bei Projekten wie diesem?

Remigiusz Mudlaff: Vor allem die Gebäudeausrichtung und die Dachgeometrie sind bei der Planung entscheidend.

## Welche Pflege erfordert solch ein Dach?

Jim Ulrici: Ein Solargründach braucht ein- bis zweimal im Jahr eine Pflege und Wartung, um es von Bewuchs zu befreien, der dort nicht hingehört oder vor den Modulen zu hoch wurde.

Die Entwässerungseinrichtungen werden gereinigt und die PV-Anlage wird gewaschen. Zudem werden die Paneele regelmäßig überwacht, um Veränderungen vorzunehmen, wenn sie zum Beispiel defekt sind.

## Sind Sie zufrieden mit dem Ergebnis?

Remigiusz Mudlaff: Das gesamte Bauprojekt mit diesem Solargründach würden wir genauso wieder umsetzen!

## Was bedeutet Ihnen dieses Konzept persönlich?

Jim Ulrici: Nachhaltigkeit. Ein Teilaspekt davon ist das Grün im urbanen Umfeld. Das ist essentiell für die Menschen, um einen Naturbezug im städtischen Raum zu gewinnen.

Remigiusz Mudlaff: Grün im städtischen Raum sollte insbesondere auf Dachflächen erweitert werden.

## Wie sieht Ihr Zukunftsszenario aus?

Remigiusz Mudlaff: Ich stelle mir die Dächer in Hamburg zukünftig sehr stark aktiviert vor. Das heißt, dass man noch mehr Kombinationen vornimmt, die einerseits energetisch genutzt werden können und andererseits Bewohnerinnen und Bewohner auf die Dächer bringen. Gerade auf höheren Gebäuden ist das Dach dann ein ganz einzigartiger Ort der Ruhe, Erholung und Naturerfahrung. ■

**Adresse:** Leo-Leistikow-Allee, Hamburg-Uhlenhorst

**Umfang:** Brutto-Grundfläche 18.000 m<sup>2</sup>, 145 m Länge, Hausbreiten von 5 m, 6,50 und 8 m, vier Stockwerke, 5.700 m<sup>2</sup> Wohnfläche für 42 Wohnungen zwischen 80 und 210 m<sup>2</sup>, ein Gemeinschaftsraum

**Architekten:** ARGE: Remigiusz Mudlaff/Oliver Otte (MUDLAFF & OTTE Architekten PartGmbH), Tobias Reinhardt (MoRe Architekten PartGmbH) und Jan Pietje Witt (Studio Witt Architecture and Design) aus Hamburg

**Landschaftsarchitektin und -architekt:** Dr. Heine Maxen-Drewes (naturnahe Grünplanung) in Zusammenarbeit mit Rainer Kahns (Werkstatt Lebensraum)

**Projektentwicklung / Baubetreuung:** Jim Ulrici (Conplan Projektentwicklungsgesellschaft mbH & Co. KG)

**Photovoltaik:** 81 Kilowatt Solaranlage umgesetzt mit 270 Panels und entsprechenden Wechselrichtern

**Energiekonzept:** Fabian Köppen von Dudda Energiesysteme in Zusammenarbeit mit der BUKEA

**KfW-Standard:** Effizienzhaus 40

**Dachbegrünung:** Extensive Dachbegrünung mit der Substratdicke 10 cm, Fläche: 1250 m<sup>2</sup>. Ausführung durch Firma Klaus Hildebrandt GmbH

Pflegehinweise in der „Handreichung zur Pflege und Wartung von Dachbegrünungen“.

**Kostenloser Download:** [hamburg.de/infomaterial](http://hamburg.de/infomaterial)

Fotos: Faktor 3 AG





# Grüne Welle

Ein faszinierendes Feld – Verkehrsareale für die Energieproduktion zu nutzen. Erneuerbare Energien können nämlich über, auf, an und sogar unter Verkehrsflächen erzeugt werden. Etliche vielversprechende Modellprojekte gibt es bereits und das Potenzial liegt auf der Straße.

Durch das stetige globale Bevölkerungswachstum und die daraus resultierende zunehmende Urbanisierung nimmt der Energiebedarf in Städten deutlich zu. Der Klimawandel erfordert jedoch erneuerbare und emissionsarme, idealerweise emissionsfreie Energieproduktion. Dank des technologischen Fortschritts eröffnen sich immer neue Wege.

Das müssen nicht immer gigantische Vorhaben wie der Bau eines Offshore-Windparks oder Wasserkraftwerks sein. Energieerzeugende Verkehrsflächen sind ein schönes Beispiel, wie auch mit Maßnahmen im Stadtraum sinnvolle Effekte entstehen. Neben dem Beitrag zur Energiegewinnung wird zudem Klimaschutz präsent, vermittel- und sichtbar. Flächen für den Verkehr mit jenen für die Energieversorgung zu überlagern, ist nachhaltig und flächensparend. Das wiederum wertet das Image eines Städtebauprojekts oder Quartiers erheblich auf.

## Vielfältige Wirkungen

Was auf den ersten Blick unvereinbar scheint, wird zusammengesetzt. Die folgenden Beispiele veranschaulichen den Variantenreichtum und das große Potenzial, das sich auf Verkehrsflächen zur Erzeugung erneuerbarer Energien bietet. Zeitgleich leisten Flächeneinsparungen an anderer Stelle, Witterungsschutz und Hitzevorsorge durch Überdachung ebenfalls einen Beitrag zur Klimaanpassung.

**Energieerzeugende Stellplatzanlagen:** Durch die Überdachung von Stellplätzen mit Integration von PV- oder Solarthermie-Anlagen kann man erneuerbaren Strom oder erneuerbare Wärme erzeugen. Die Anlagen verschatten und verringern somit aufgeheizte Fläche und Fahrzeuge und bieten einen gewissen Schutz vor anderen Witterungseinflüssen. Zwischen den überdachten Parkplatzreihen ist Raum, um Hecken zu pflanzen. Der

Schatten, den die Module bieten, verringert das Austrocknen des Untergrundes. Ein feuchter Boden bietet guten Lebensraum für Pflanzen, Tiere und Mikroorganismen und bewirkt zudem Verdunstungskühlung. Den Parkplatz mit versickerungsfähigem Pflaster auszustatten, so dass Regenwasser versickern kann, dient zusätzlich der Klimaanpassung. So sind Verkehr, erneuerbare Energiegewinnung und Klimaanpassung auf ein und derselben Fläche kombiniert.

**Solar-Dächer:** Kleinteilige Potenzialflächen für die Energiegewinnung bieten überdachte Wartebereiche und Bushaltestellen, Zugänge zu U-Bahnstationen und weitere Wetterschutzdächer. Häufig wird der Energieertrag für LED-Beleuchtung oder für die Speisung von E-Bike-Ladestellen genutzt.



photos.de  
Fotos: Isadora Taast

Bei Aufständigung der Solaranlagen können die kleinen Dachflächen begrünt werden. Das ergibt zusätzlich Hitzeschutz, weniger Aufheizen des Umfeldes und schattige Aufenthaltsbereiche.

**Solar-Leuchten:** Eine eingeführte Technik sind Leuchten, bei denen an den Masten PV-Module montiert sind, die sie mit ausreichend Strom versorgen. Das funktioniert auch bei Parkscheinautomaten.

**Solarüberdachte Fahrbahn:** Verkehrsflächen bieten großes Potenzial für die Erzeugung erneuerbaren Stroms. In einem länderübergreifenden Forschungsprojekt des Austrian Institute of Technology, des Fraunhofer-Instituts für Solare Energiesysteme (ISE) sowie des Bundesamts für Straßen der Schweiz wird eine mögliche Integration von Solaranlagen in Straßenräumen, insbesondere die Überdachung von Fahrbahnen mit semitransparenten PV-Modulen untersucht. Dabei geht es außerdem um die Auswirkungen auf die Langlebigkeit des Straßenbelags.

**„ Kombiniert mit Begrünung und versickerungsfähigem Pflaster gelingt auf Verkehrsflächen neben dem Schattenangebot ein weiterer Beitrag zur Klimaanpassung. „**



**PARADEBEISPIEL** ↑  
Eine der größten Photovoltaik-Anlagen Norddeutschlands überspannt einen Teil der Parkplätze des ARRIBA Erlebnisbades in Norderstedt. Es gibt auch eine Tanksäule für Elektroautos.

## Durchdach überdacht

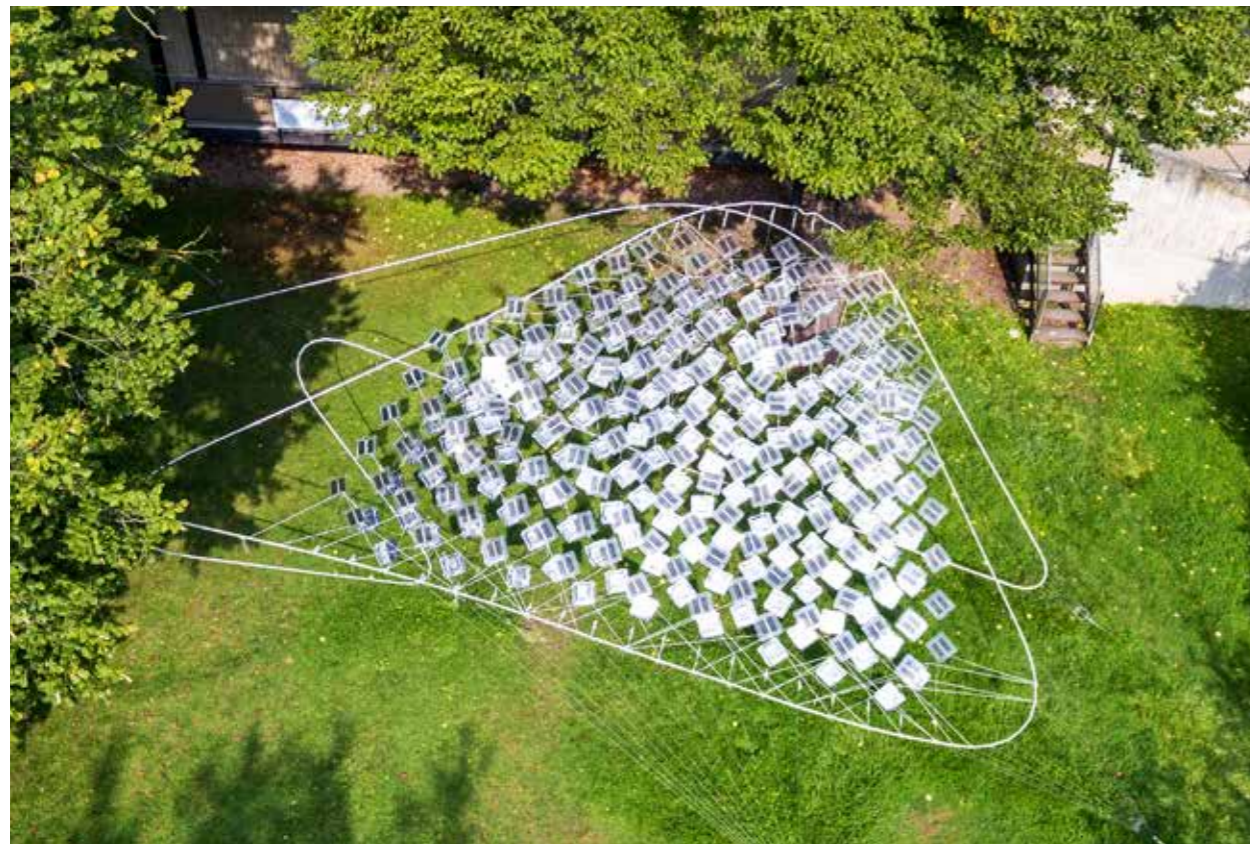
Solar-Carports gibt es bereits serienreif. Auf Parkplätzen an Einkaufszentren, Baumärkten oder Sportstätten kann der erzeugte Strom aus einer Überdachung mit PV-Anlagen direkt zum Aufladen von Elektrofahrzeugen des eigenen Fuhrparks oder von Pkw der Kundinnen und Kunden genutzt werden. Das spart Kosten und steigert die Aufmerksamkeit, denn Verbraucherinnen und Verbraucher schätzen umweltbewusste Unternehmen.

Die weltweit erste Solar-Carport-Anlage – auf dem Dach des Messe-Parkhauses Rebstock – produziert in Frankfurt am Main jährlich mehr als eine halbe Million Kilowattstunden Solarstrom.<sup>1</sup> Der mit Solarmodulen bedeckte Carport der Bereitschaftspolizei Berlin-Spandau erreicht eine Spitzenleistung von 998 Kilowatt umweltfreundlichen Stroms für rund 250 Vier-Personen-Haushalte. ▶

## SCHATTIGES PLÄTZCHEN

←  
Während diese PV-Anlage in Norderstedt Solarstrom erzeugt, bietet sie den Fahrzeugen Schatten, so dass sie sich nicht aufheizen.





<sup>2</sup> umweltbundesamt.de; <sup>3</sup> theguardian.com; <sup>4</sup> stz.de  
<sup>5</sup> bme.info; <sup>6</sup> deutschlandfunk.de; <sup>7</sup> synenergy.boku.ac.at  
 Foto/Illustration: Timo Carl und Markus Schein, Universität und Kunsthochschule Kassel

**Solar-Sonnensegel:** Neu sind Photovoltaik-Sonnensegel, die sowohl Strom erzeugen als auch Schatten spenden. So schützen sie öffentliche Plätze oder Fußwege, aber auch Spielplätze vor starker Sonneneinstrahlung. Einen Prototyp namens „Solar Spline“ entwickelte das Fachgebiet für Experimentelles Entwerfen und Konstruieren (EEK) der Universität Kassel in Kooperation mit der Studienwerkstatt für Digitale Entwurfs- und Fertigungsmethoden der Kunsthochschule Kassel. Es wurde 2017 während der Documenta gezeigt.<sup>2</sup>

**Solar-Mobiliar:** Solarüberdachte Sitzgelegenheiten eignen sich dazu, erneuerbare Energien in den Stadtraum zu integrieren und erlebbar zu machen. Zum Beispiel durch Ladegeräte für Elektroräder oder Mobiltelefone.

**Energie-Brücken:** Zahlreiche Brückentragwerksysteme wie bei Balkenbrücken können auch mit PV-Modulen besetzt werden. Bestehende Brücken lassen sich nachrüsten, bei neuen sind die Systeme von vornherein als technische und gestalterische Anforderung integriert. Am Londoner Bahnhof Blackfriars beispielsweise erzeugen 4.400 Photovoltaikmodule auf einer Brücke etwa 900.000 Kilowattstunden Strom pro Jahr.<sup>3</sup> Ein Projekt in Schleswig-Holstein zeigt, dass man Brücken darüber hinaus mit Erdkollektoren ausstatten kann.

**MIT LEICHTIGKEIT** ↑  
 Beim Solar Spline sind 300 gedruckte organische PV-Module in eine scheinbar freischwebende Ultraleichtkonstruktion integriert. So verbindet sich auf ästhetische Weise die solare Energiegewinnung mit Verschattung.

Diese halten durch Grundwasserwärme die Fahrbahn im Winter eisfrei, was die Lebensdauer der Fahrbahnbeläge deutlich steigern kann.<sup>4</sup>

**Geothermie im Tunnel:** Durch die Integration einer geothermischen Anlage in Bauwerke wie U-Bahn- oder Autobahntunnel lässt sich Wärme oder Kälte gewinnen. Dazu werden Wärmetauscher eingebaut, die Wärme des Untergrunds und der Tunnelluft aufnehmen können oder Wärme in den Untergrund abführen. Sofern die Anlage bereits beim Neubau des Tunnels installiert wird, entstehen nur geringe Mehrkosten.<sup>5</sup>

In Stuttgart läuft ein Pilotprojekt, das Energie für das große Elefantenhaus des Zoos liefern und 2021 offiziell in Betrieb gehen soll. Die Geothermieanlage allein hat 3.300 m<sup>2</sup> thermisch aktivierter Fläche, deren Energie genug wäre, um mehrere Einfamilienhäuser zu beheizen. Vor allem aber sollen so jährlich 200 Tonnen CO<sub>2</sub> eingespart werden.<sup>6</sup>

## Hürden und Lösungen

Beim Neubau von Verkehrswegen und Plätzen muss die Integration erneuerbarer Energien frühzeitig mitgeplant werden, um Flächen zu sichern und die erforderlichen Schritte in den Bauablauf zu integrieren. Werden PV-Anlagen nachträglich auf bestehende Trägersysteme aufgesetzt, ergeben sich oft gestalterisch unbefriedigende Lösungen. In den öffentlichen Straßenraum integrierte Energiesysteme sollten daher von Anfang an bei Neuplanungen und städtebaulichen Veränderungen mitgedacht werden.

Oft erfordern Überdachungen spezielle Trägersysteme, die durch Spezialanfertigungen teuer sind. Es gibt aber zunehmend seriengefertigte Lösungen, wodurch die Kosten sinken.

**„ Es kann sich lohnen, Geothermie dort einzusetzen, wo ohnehin gegraben wird – beim Bau eines Stadtbahn- oder Autotunnels. “**

Bei den Pilotprojekten sind insbesondere das Material und dessen Zusammenspiel mit der Gestaltung und Umgebung der Verkehrsflächen anspruchsvoll. Die Sicherheit der Verkehrsteilnehmenden sowie Lichtdurchlässigkeit, Stabilität, Rutschfestigkeit, Selbstreinigung, Farbgebung und Optik der Photovoltaikanlagen müssen stimmen, um eine gelungene Integration zu gewährleisten.

Die Kombination mit Begrünung ist häufig umsetzbar und steigert die Leistung der PV-Anlagen (sowie die Aufenthaltsqualität). Frühzeitig daran zu denken, erleichtert es, geeignete Sorten auszuwählen, um Verschattung der Module zu vermeiden.

## Wirtschaftlicher Gewinn

Insbesondere große solarüberdachte Parkplätze und kleine Standardanlagen bei hohem Eigenverbrauch können wirtschaftlich betrieben werden. Je größer und standardisierter die Anlagen sind, desto günstiger sind sie bereits zu realisieren.<sup>7</sup> Für die Energieversorgung eines Stadtquartiers spielen kleinteiligere Projekte zwar eine eher untergeordnete Rolle, da die wirtschaftlichen Effekte gering sind. Sie sind aber eine progressive Art und Weise, um erneuerbare Energien in den Stadtraum zu integrieren und somit Aufmerksamkeit zu erhalten. Dieses Extra an Engagement für den Klimaschutz kann sich ökonomisch positiv auswirken, indem das Image des Standorts steigt.



**EFFEKT KLIMASCHUTZ:**  
Erzeugung erneuerbarer Energien

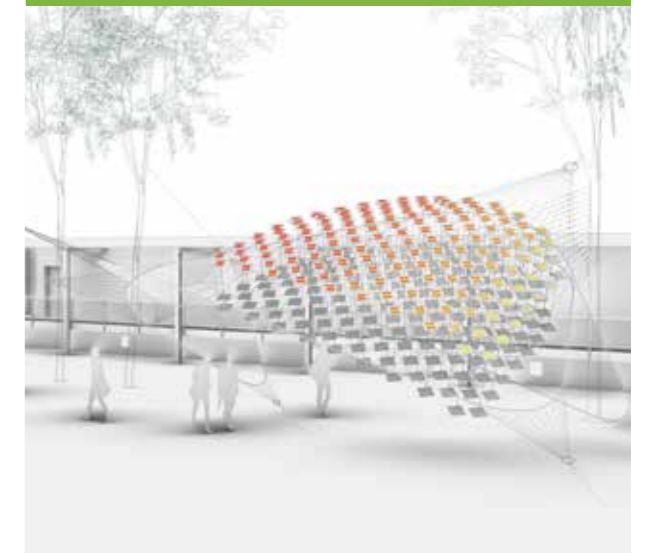
**EFFEKT KLIMAAANPASSUNG:**  
(Hitzevorsorge durch) Verschattung, Ergänzung mit Begrünung, versickerungsfähigen Belägen oder einer klimasensiblen Auswahl von Oberflächenmaterialien wird empfohlen.



**NOCH MEHR?**  
Weitere Informationen zum Projekt „Clever kombiniert“ der Behörde für Umwelt, Klima, Energie und Agrarwirtschaft (BUKEA) finden Sie auf [hamburg.de/clever-kombiniert](http://hamburg.de/clever-kombiniert)

## Fazit:

Die urbane Energiegewinnung im Verkehrsraum ist eines der wichtigsten Themen unserer Zeit. Es beinhaltet klimaschonende Energiegewinnung, Reduktion von Treibhausgasen, sparsamen Umgang mit Fläche, nachhaltiges Planen und Wirtschaften. Erneuerbare Energien können über, auf, an und sogar unter Verkehrsflächen erzeugt werden. Derlei Projekte sind erst selten zu sehen. Daher sollten Projekte dieser Art mit Informationsangeboten kombiniert werden, um zu begeistern und die Zustimmung zu erhöhen. ■



**SCHEINBAR SCHWEBEND** ↑  
Die Solarwolke ist flexibel einsetzbar, wodurch dreidimensionale Erfahrungsräume entstehen.





# Die Kraft der freien Fläche

Solarthermie nutzt die Energie der Sonne zur ressourcenschonenden Wärmeerzeugung. Größer auf Gebäuden oder Flächen angelegt, kann sie über ein Wärmenetz zur erneuerbaren Wärmeversorgung ganzer Quartiere beitragen.

Auf den ersten Blick sieht man nur einen riesigen Betonklotz inmitten eines Parks in Hamburg-Wilhelmsburg. Sieht man genau hin, offenbart der ehemalige Flakbunker aus den 40er-Jahren seine innovative Seite: Etwa 1.350 m<sup>2</sup> misst die Solarthermie-Anlage auf dem Dach. An der Außenseite ist eine 670 m<sup>2</sup> große Photovoltaikanlage angebracht. Im Inneren des Bunkers verbirgt sich ein großer Wärmespeicher. Die Energiegewinnung des ehemaligen Luftschutzbunkers deckt den Strombedarf von rund 1.500 Haushalten und versorgt 1.700 Wohnungen mit Wärme aus erneuerbaren Energien.<sup>1</sup> Das Dach bietet zudem eine Aussichtsterrasse mit Café, auf der sich Besucherinnen und Besucher über die Geschichte des Bunkers informieren können.

Eine andere Szene: Eine Schafherde grast auf grüner Wiese – unter einer Solaranlage, die ihnen als Unterstand dient. Dabei pflegen die Tiere die Grünfläche, indem sie den Bewuchs niedrig halten, was dem Landwirt oder der Landwirtin das Mähen erspart. Im Vergleich zu intensiv bewirtschafteten Landwirtschaftsflächen können Solarthermie-Freiflächen zusätzliche Lebensräume schaffen.

Noch ein überraschendes Bild: Eine brachliegende freie Fläche. Doch auf den zweiten Blick ist es eine Deponie, die nicht überbaut werden kann, auf der jedoch Solarthermie-Elemente erneuerbare Energie gewinnen.

## Vielfältige Wirkungen von kombinierter Solarthermie

Die Liste ließe sich noch sehr weit fortführen: Solarthermie erzeugt erneuerbare Wärme und ist für die Wärmewende unverzichtbar. Allerdings sind größere, preiswerte Flächen nötig, um kosteneffizient erneuerbare Wärme erzeugen und einen relevanten Anteil des

Wärmebedarfs von Quartieren damit decken zu können. Da solche Areale in der Stadt knapp sind, braucht es clevere großflächige Lösungen auf Flächen und Gebäuden – in Ergänzung zu Kleinanlagen.

Solarthermie ist eine ausgereifte Technologie zur emissionsfreien und ressourcenschonenden Wärmeerzeugung. Grünflächen oder andere unversiegelte Flächen unter aufgeständerten Anlagen können unter anderem als Retentionsflächen sowie als Versickerungsflächen das Entwässerungssystem entlasten. In Hitze- und Dürreperioden ist die Schattengebung der Anlagen von Vorteil. Durch Kombinationen von Solaranlagen und landwirtschaftlicher Nutzung – wie Obst- und Gemüseanbau (Agrosolarthermie) – kann der Schutz vor zu starker Sonneneinstrahlung den Ertrag steigern.<sup>2</sup>

## Hürden und Lösungen

Freiflächen-Solarthermie wird im Sommer hauptsächlich für die Warmwasseraufbereitung genutzt. Soll auch in anderen Jahreszeiten Solarwärme genutzt werden, bietet sich ein Wärmespeicher an.<sup>3</sup>

Die Flächenkonkurrenz der Anlagen zur Erzeugung erneuerbarer Energien mit anderen Nutzungen ist bei der Freiflächen-Solarthermie groß, da die Anlagen im direkten Wettbewerb zu Wohnungsbau, Landwirtschaft und Naturschutzflächen stehen. Nutzbar sind auch stark versiegelte, vorbelastete Flächen wie Deponien und Halden, Gewerbe- und Industrieareale oder ehemalige Militärgelände. Böschungen und Lärmschutzwälle an Autobahnen und Schienen kommen für Solarthermie-Anlagen ebenso in Frage wie brachliegende Flächen und (Gewerbe-)Dächer. Bei der Installation von Solarthermie-Anlagen auf Dächern haben diese nach dem neuen Hamburgischen



## AUSSICHTSREICH

Der Energiebunker in Hamburg-Wilhelmsburg ist ein Projekt der Internationalen Bauausstellung IBA Hamburg und versorgt große Teile der Nachbarschaft im Reiherstiegviertel mit Strom und Wärme. Eine Aussichtsterrasse gewährt Weitblick über Hamburg.



Klimaschutzgesetz sogar Vorrang vor der Erfüllung der neuen Photovoltaik-Pflicht: Soweit sie auf der Dachfläche errichtet und betrieben werden, entfällt die Photovoltaik-Pflicht. Grünlandnutzung unterhalb der Aufständigung kann zumindest anteilig den Verlust an landwirtschaftlicher Nutzfläche ausgleichen.

Eine Solarthermie-Anlage auf Freiflächen ist meistens mit Eingriffen in das Landschaftsbild verbunden. Die Akzeptanz dessen erhöht sich, wenn ein integriertes Gesamtkonzept die Energiegewinnung, Landschaftsgestaltung, Naturschutz (Biodiversität) und landschaftsbezogene Erholung zusammenführt.

## Wirtschaftlicher Gewinn

Die Installation größerer Solarthermie-Anlagen auf Flächen ist deutlich günstiger als kleine und räumlich unzusammenhängende Anlagen. Ab einer bestimmten Größe liefern sie Wärme zu wettbewerbsfähigen Preisen. Die laufenden Betriebskosten sind gering und im Gegensatz zu der mit fossilen Energieträgern unterliegt die Wärmeversorgung mit Solarthermie keiner Preissteigerung. Sie stärkt zudem mit dem Anlagenbau und -betrieb lokales Handwerk und regionale Wertschöpfung.

## Gute Planung

Anders als Strom ist Wärme nicht verlustfrei über weite Strecken transportabel. Die Anlage sollte daher möglichst nah am Verbrauchsort liegen.

Der Flächenbedarf der Anlage ist zwei- bis dreimal größer als die Kollektorfläche.

Die Kollektoren werden wie bei Autobahn-Leitplanken auf vorkonfektionierte, in den Boden gerammte Stahlprofile aufgesetzt und zu Kollektorfeldern verbunden. Die frei aufgeständerte Anlage erlaubt Pflanzung von Vegetation zwischen den Kollektorreihen.

Ausreichend breite (mindestens 3 Meter) und besonnte Streifen zwischen den Kollektorenreihen erhöhen die Arten- und Individuendichte von Tieren und Pflanzen.

Die Akzeptanz steigt durch Integration als Gestaltungselement in das Landschaftsbild mit Lehrpfad „Erneuerbare Energien“, durch Teilhabe an der Anlage durch erneuerbare Wärmeversorgung oder durch finanzielle Teilhabe am wirtschaftlichen Gewinn.

<sup>1</sup> hamburg.de; <sup>2</sup> sueddeutsche.de; <sup>3</sup> ritter-xl-solar.de; <sup>4</sup> um.baden-wuerttemberg.de  
Foto: IBA Hamburg GmbH / Martin Kunze



## EFFEKT KLIMASCHUTZ:

Solaranlagen zur Erzeugung erneuerbarer Wärme

## EFFEKT KLIMAAANPASSUNG:

(Hitzevorsorge durch) Verschattung. Flächen unterhalb der Solaranlagen sind vielfältig nutzbar und dienen weiterhin dem natürlichen Wasser- und Naturhaushalt. Begrünung möglich.

## Fazit:

Insbesondere auf belasteten oder bislang nicht nutzbaren Flächen liefern großflächige Solarthermie-Anlagen ressourcenschonend (Wärme-)energie. ■





# Auf der Sonnenseite

Lärmschutzwände oder -wälle sind eine Wohltat für alle, die nahe einer Bahnlinie, Autobahn oder innerstädtischen Schnellstraße wohnen. In Kombination mit Energiegewinnung und Begrünung avancieren sie sogar zu Musterbeispielen der Liaison von Klimaschutz und Klimaanpassung.

Unser Energiebedarf steigt. Er muss nachhaltig gedeckt werden, um den Klimawandel einzudämmen und die Folgen gering zu halten. Daher kann es gar nicht genug Ideen und neue Technologien geben, um kreative Lösungen zu entwickeln und umzusetzen. Nur wie? Die Kombination mehrerer Maßnahmen liefert Antworten auf diese Frage. Überzeugende Beispiele sind Lärmschutzbauwerke, die mehr können als nur Schall und Rauschen zu mindern.

## Die Doppelwirkung

Auf vorhandene, nach Süden ausgerichtete Lärmschutzwände lassen sich nachträglich Photovoltaik-(PV)-Module installieren. Es gibt für Doppelnutzung hergestellte Wände mit bereits integrierten PV-Modulen und auch für begrünte Lärmschutzwände mit PV. Für Wände, die in Nord-Süd-Richtung verlaufen, eignen sich bifaziale PV-Module. Diese zweiseitigen Zellen nutzen das einfallende Sonnenlicht über die Vorderseite und durch eine zweite Glasscheibe auf der Rückseite des Moduls das indirekte Licht von reflektierten Sonnenstrahlen.

Bei in Zonen geteilten (zonierten) Lärmschutzwänden sind die unteren Bereiche mit flachwachsenden Sträuchern begrünt oder mit Sichtfenstern bestückt und nur die oberen Bereiche mit Photovoltaiklösungen. Einige Hersteller bieten bereits Kombinationslösungen an. Außerdem ist bei aufgesetzten PV-Modulen die Wand selbst individuell gestaltbar, so dass stadtgestalterische Bedürfnisse erfüllbar sind. Lärmschutzwälle eignen sich auch zur Wärmegewinnung durch Solarthermie, wenn sie nah an einem Wärmeabnehmer liegen.

## Die Dreifachwirkung

Lärmschutzwälle mit aufgeständerten Solarmodulen und Rasenflächen darunter, führen zu Rückhaltung, Verdunstung und Versickerung von Regenwasser. So entstehen unterschiedlich schattige und feuchte

Standorte. Dadurch finden diverse Pflanzen, Insekten und Vögel neuen Lebensraum in der Stadt.

## Die Synergieeffekte

Durch die Begrünung wird der Wirkungsgrad der Photovoltaik verbessert und die Lärminderung erhöht. Neben dieser Lärmschutzfunktion wird an den Bauwerken gleichzeitig erneuerbare Energie erzeugt, also ein Beitrag zur CO<sub>2</sub>-Einsparung geleistet und der Flächenverbrauch reduziert. Im Idealfall profitieren Anwohnerinnen und Anwohner einerseits durch den verminderten Lärm und andererseits als Nutznießerinnen und Nutznießer der vor ihrer Haustür erzeugten erneuerbaren Energien.

**„Einige Hersteller bieten bereits Kombinationslösungen aus begrünter Lärmschutzwand mit Photovoltaikanlagen an.“**

## Die Machbarkeit

Anforderungen der Mehrfachnutzung sind frühzeitig aufeinander abzustimmen. Lage und Höhe der Lärmschutzwand oder des -walls bestimmen immissionschutzrechtliche Anforderungen, in die sich die energetische Nutzung einfügen muss. Eine Verschattung der Solaranlagen durch Bäume, Sträucher oder Gebäude ist zu vermeiden.

## Bei Kombinationen mit Photovoltaik ist zu beachten:

- Nähe zu leistungsfähigen Netz-Einspeisepunkten
- Zugang zu den Modulen durch flexible Wandelemente für wirtschaftliche Wartung und Instandhaltung
- Lärmschutzwände sollten für wirtschaftliche Realisierung von Photovoltaikanlagen eine Mindestlänge aufweisen. Eine Potenzialanalyse in der Schweiz geht von mindestens 30 Metern aus.<sup>1</sup>

- Möglichst modulare Bauweise für schnelle Installation und einfachen Modulaustausch, aber auch Diebstahlsicherung bedenken.
- Die Neigung der PV-Module darf Straße oder Bahnstrecke nicht beeinträchtigen.

## Bei Lärmschutzwällen und Solarthermie wichtig:

- Zugänglichkeit für die Pflege und Instandhaltung des Walls und der Vegetationsareale (Erreichbarkeit, Gefälle, mähmaschinengerechte Abstände)
- Nähe zu größeren Wärmeabnehmern, um Transportverluste und Kosten für Leitungen zu sparen
- Kompakte Anordnung der Solarthermieanlagen vermeidet Verluste beim Wärmetransport entlang der Lärmschutzwälle – positiv für die Wirtschaftlichkeit.
- Je nach jahreszeitlichem Wärmebedarf bei Abnehmerin und Abnehmer kann Zwischenspeicherung der Solarwärme nötig sein.

## Die Sonnenseite

PV-Module an vertikalen Wänden sollen in ihrer Neigung möglichst zur Sonne ausgerichtet werden. Bei jenen mit aufgesetzten PV-Modulen gelten 33 Grad als der Winkel für den höchsten Wirkungsgrad.<sup>2</sup> Zudem ist bei aufgesetzten Modulen der Windeinfluss zu berücksichtigen. Er gehört von Anfang an in die statischen Berechnungen. Da die Reflektion der Sonnenstrahlen von der Moduloberfläche die Verkehrsteilnehmerinnen und -teilnehmer auf Straße oder Schiene blenden kann, müssen Module zum Einsatz kommen, die das Licht nicht gebündelt reflektieren.

## Fazit:

Die Solar-Ausstattung von Lärmschutzwänden steht in Konkurrenz zu Begrünung, zu durchsichtigen Wänden, zur farblichen und materiellen Ausgestaltung. Diese Konkurrenz lässt sich durch clevere Kombinationen umgehen. ■

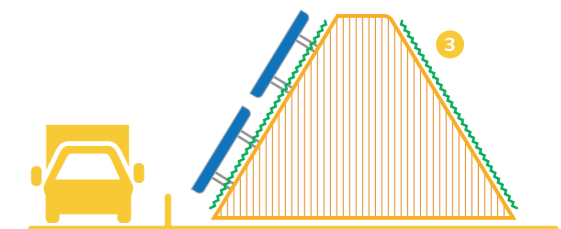
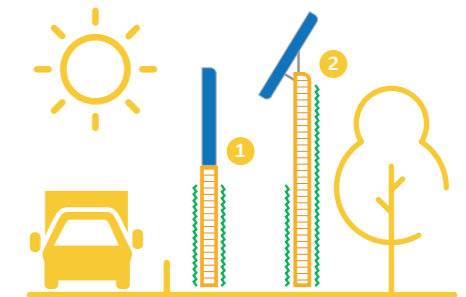
## GELUNGENE GESTALTUNG

Kombinierte Lärmschutz-Lösung im oberfränkischen Lichtenfels im Neubaugebiet in Reundorf: Die mit 366 Photovoltaikmodulen bestückte Seite der Lärmschutzwand ist den Bahnschienen zugewandt. Die Rückseite, auf die geblickt wird, ist begrünt.



**EFFEKT KLIMASCHUTZ:**  
Solaranlagen zur Erzeugung erneuerbarer Energien

**EFFEKT KLIMAAANPASSUNG:**  
Bei entsprechender Gestaltung (Hitzevorsorge durch) Verschattung, Kontrolle der Wärmeabstrahlung und Verdunstungskühlung der Begrünung

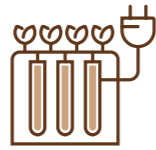


**VIelfältig Gestaltbar**  
In Lärmschutzwand integrierte Solaranlage (1), darauf aufgeständerte Solaranlage (2) und auf begrüntem Lärmschutzwall (3).

<sup>1</sup>laermwand.ch; <sup>2</sup>bundesnetzagentur.de  
Foto: Stadtwerte Lichtenfels, 2020; Illustration: bgmr ergänzt durch Faktor 3 AG







Oberflächennahe Geothermie

# Wie vom Erdboden verschluckt

Erdwärme ist eine nahezu unbegrenzte Energiequelle, die sich durch Erdkollektoren und Erdsonden anzapfen lässt. Solch eine Erdwärmanlage hat im Gegensatz zu anderen Anlagen zur Energieerzeugung den Vorteil, dass die Oberfläche doppelt genutzt werden kann und dadurch meistens viel Fläche gespart wird.

Direkt unter unseren Füßen schlummert ein gewaltiges, nahezu unerschöpfliches, jederzeit verfügbares Energiepotenzial – die Erdwärme, Geothermie genannt. Oberflächennahe Geothermie nutzt diese Wärme aus Tiefen bis zu 400 Metern. So lassen sich umweltfreundlich Gebäude heizen und kühlen, völlig unabhängig von Jahreszeiten, Wetter oder Klima des Standorts. Mittlerweile sind in Deutschland mehr

als 400.000 oberflächennahe Geothermieanlagen in Betrieb und jedes Jahr kommen mehr als 20.000 hinzu.<sup>1</sup> Die Nachfrage steigt bundesweit: 20 Prozent aller Eigenheim-Neubauten werden bereits mit Erdwärme versorgt. Dabei gibt es Optimierungsvarianten für die Klimaanpassung sowie verschiedene Methoden, dieses Potenzial zu nutzen. Erfahren Sie mehr darüber auf den folgenden Seiten. ▶



**VORHER:**  
In das Gartengelände eines Einfamilienhauses im Hamburger Westen wurde ein Erdkollektorenfeld eingebracht, um die Erdwärme zu nutzen.

<sup>1</sup> planet-wissen.de  
Foto links: Ron Bödefeld; Foto rechts: Annekathrin Thomssen



**NACHHER:**  
Nach Abschluss der Bauarbeiten ist oberirdisch nicht mehr zu erahnen, was sich unter dem Rasen befindet. Dort ist in einer Tiefe von 1,5 Metern eine Erdwärmanlage aus acht Strängen mit jeweils zehn Modulen bei einem Mindestabstand von 70 cm zueinander verlegt. Insgesamt sind 56 m<sup>2</sup> der Grundstücksfläche durch die Kollektorfläche aktiviert.



## Wie funktionieren denn Erdkollektoren?

Zu sehen ist davon nichts, aber zu spüren als Warmwasser, Raumwärme oder -kühlung. Erdkollektoren liegen unter Wiesen, Parks, Gärten, Spiel- oder Sportplätzen. Die Freiflächen können – mit gewissen Einschränkungen – weiterhin genutzt oder als naturnahe Flächen mit hoher Biodiversität gestaltet werden. Allerdings müssen die Flächen der Erdkollektoren durch Bebauung unverschattet, unversiegelt und wasserdurchlässig sein, damit die natürliche Regeneration des Erdbodens ungestört bleibt. Ungeeignet sind auf diesen Flächen tiefwurzelnde Sträucher und Bäume. Vegetationsflächen und Sportanlagen mit integrierter Regenwasserbewirtschaftung sind möglich. Selbst unter Parkplätzen mit versickerungsfähigem Pflaster lassen sich Erdwärmekollektoren einsetzen.

Die optimale Kombination zur Klimaanpassung ist jedoch die Ergänzung durch eine Vegetationsfläche mit einer wassersensiblen Geländegestaltung.

## Was heißt das ganz konkret?

Erdwärmekollektoren werden unterhalb der Frostgrenze in 0,8 bis 2,0 Metern Tiefe als Flächen- oder Grabenkollektoren verlegt. Sie nutzen ausschließlich die von der Sonne abgegebene Wärmeenergie, die durch direkte Einstrahlung in den Boden, Wärmeübertragung aus der Luft und vor allem durch den Niederschlag in den Untergrund eindringt.

Durch Kunststoffrohre strömt in einem geschlossenen Kreislauf ein Wasser-Frostschutzmittel-Gemisch (Sole) als Wärmeträgermedium, das dem Erdreich die Wärme entzieht, beziehungsweise zur Kühlung überschüssige Wärme aus Gebäuderäumen in den Erdboden einbringt und so zwischenspeichert. Die gewonnene Erdwärme wird in der Regel durch den Einsatz einer Wärmepumpe auf ein höheres, zu Heizzwecken geeignetes Temperaturniveau gebracht. Der Wirkungsgrad lässt sich durch die Kombination mit Versickerungsanlagen noch verbessern: Versickert Regenwasser oberflächlich durch die belebte Bodenzone oberhalb der Erdkollektoren, regeneriert sich das durch den Entzug der Erdwärme abgekühlte Erdreich schneller.

## Gibt es Musterbeispiele?

In Schleswig versorgen die Stadtwerke durch ein Erdkollektorenfeld unter Sportplatz und Grünfläche die 150 Wohneinheiten des Neubaugebiets „Berender Redder“ mit Wärme<sup>2</sup>. Das Prinzip heißt „Kalte Nahwärme“, weil nur geringe Übertragungstemperaturen im gesamten Netz erforderlich sind. So werden Verluste vermieden und unterschiedliche Umweltwärmequellen



### EFFEKT KLIMASCHUTZ:

Erzeugung erneuerbarer Wärme, klimaneutrale Gebäudekühlung möglich

### EFFEKT KLIMAAANPASSUNG:

(Hitzevorsorge durch) Erzeugung von Verdunstungskühlung und Kontrolle der Wärmeabstrahlung, sowie (Überflutungsvorsorge durch) Lenkung, Rückhaltung, Filterung und Versickerung von Regenwasserabfluss (je nach Gestaltung der Oberfläche)

**„ Durch oberflächennahe Geothermie lassen sich Gebäude umweltfreundlich kühlen und heizen.“**

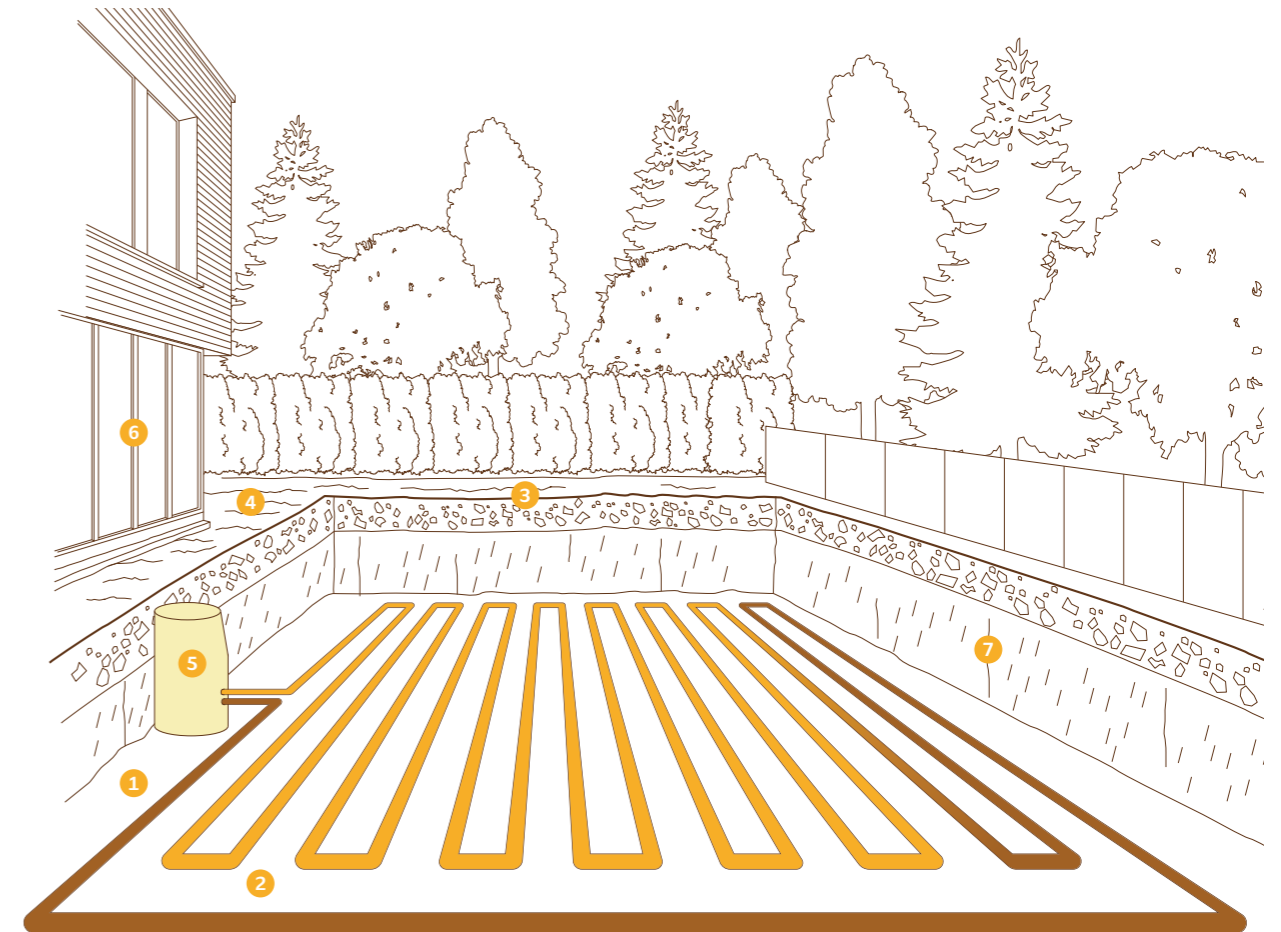
in einem Netz kombinierbar. Im Anschlussraum des jeweiligen Hauses wird der in den Erdkollektoren zirkulierende Sole die Wärme mit einer Wärmepumpe entzogen. Sie erwärmt damit Heizungswasser auf 35 Grad für eine Fußboden- oder Flächenheizung und das Trinkwarmwasser auf 55 Grad.

In Regensburg erhält das neue Kinderhaus Naabstraße seine Wärme über Erdkollektoren im Außengelände der Kita. Das auf dem Dach des Gebäudes anfallende Regenwasser wird in ein Rigolensystem (unterirdische Versickerungselemente zur Ableitung des Regenwassers) über den Erdkollektoren geleitet und versickert dort, so dass sich das Erdreich besser regeneriert und die Erdkollektoren effizienter arbeiten.<sup>3</sup>

## Sind weitere Einsatzgebiete sinnvoll?

Erdkollektoren lassen sich problemlos mit Ackeranbau kombinieren. Das nennt man Agrothermie. Neben der landwirtschaftlichen Nutzung der Fläche kann durch die Wärmeerzeugung eine zusätzliche Einnahmequelle für den landwirtschaftlichen Betrieb entstehen.

In der Gemeinde Wüstenrot im Kreis Heilbronn versorgt ein Erdkollektorenfeld in circa zwei Metern Tiefe eines 1,5 Hektar großen Ackers 23 Wohnhäuser auf 14.700 m<sup>2</sup> Siedlungsfläche mit Wärme. Wegen des großen Abstandes der Kollektoren zum Wurzelhorizont der Pflanzen entstehen keine Einbußen der landwirtschaftlichen Erträge.<sup>4</sup>



Die Darstellung ist nicht maßstabsgetreu, um beispielhaft den Aufbau von Erdkollektoren im Detail zeigen zu können.

## Was sind die größten Vorteile?

- Die über Erdkollektoren „eingesammelte“ Wärme ist CO<sub>2</sub>-neutral. Die dazu benötigte Wärmepumpe wird mit Strom (oder Gas) betrieben. Stammt dieser auch aus erneuerbaren Quellen, ist die gesamte Nutzwärme klimaneutral.
- Zuverlässige und kostengünstige Energiequelle, da quasi unerschöpflich und von Transporten oder Brennstoffen unabhängig verfügbar.
- Beim Transport geht in einem kalten Nahwärmenetz, im Gegensatz zur Fernwärme, meist keine Wärme verloren.
- Die Technik eignet sich auch zur klimafreundlichen Gebäudekühlung, was Klimaanlagen ersetzen kann. Entsprechende Dimensionierung der Anlage ist erforderlich.
- Geringer Wartungsaufwand, also geringe Betriebskosten.
- Mehrfache Nutzung von Flächen. Imagegewinn und Marktwertsteigerung der Immobilie und des Grundstücks. ▶

## So funktionieren Erdkollektoren

- 1 In einem geschlossenen Kreislauf werden mit Wasser-Frostschutzmittel-Gemisch (Sole) als Wärmeträgermedium gefüllte Kunststoffrohre horizontal in einem Sandbett 0,8 bis maximal 2 m tief verlegt. Als Flächen- oder Grabenkollektor.
- 2 Ausreichend Abstand der Rohre (50-80 cm) zueinander ist wichtig, damit sie sich nicht gegenseitig beeinflussen.
- 3 Die Erdwärmekollektoren sind vom Erdreich überdeckt.
- 4 Überpflanzung mit Flachwurzlern ist möglich, tiefwurzelnder Bewuchs oder Überbauung sind es nicht.
- 5 Die Rohrenden sind in einem Sammelschacht zusammengefasst, getrennt als Vor- und Rücklaufleitungen mit speziellen Armaturen.
- 6 Eine Wärmepumpe bringt die gewonnene Erdwärme von 10 bis 12° C auf eine zu Heizzwecken geeignete Temperatur.
- 7 Die dem Erdreich entzogene Wärme wird durch Sonneneinstrahlung und durch Wärmezufuhr (Sickerwasser) wieder ausgeglichen. Die gezielte Versickerung von Niederschlagswasser oberhalb der Erdwärmekollektoren erhöht die Leistungsfähigkeit der Anlage, da durchfeuchteter Boden eine gute Wärmeübertragung zulässt.

<sup>2</sup> schleswiger-stadtwerke.de; <sup>3</sup> regensburg.de; <sup>4</sup> envisage-wuestenrot.de  
Illustration: Faktor 3 AG





### Gute Planung von Erdwärmekollektoren

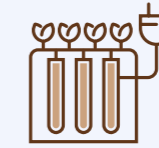
- ✓ Flächen müssen unversiegelt, wasser-durchlässig und durch Bebauung unverschattet sein.
- ✓ Fachgerechte Dimensionierung der Anlage (ausreichende Abstände der Rohre und Regeneration des Erdreichs).<sup>5</sup>
- ✓ Frühzeitige Koordination der Anforderungen an Bau und Betrieb sowie Gewässer- und Grundwasserschutz.
- ✓ Umweltrisiken durch Material und Wärmeträgermedium minimieren.
- ✓ Erdwärmeanlagen unterliegen dem Wasserrecht und sind erlaubnispflichtig, Antragstellung bei der Behörde für Umwelt, Klima, Energie und Agrarwirtschaft.
- ✓ Im öffentlichen Raum (Parks, Plätze) Konzept erstellen, das Vereinbarkeit der Mehrfachnutzung aufzeigt, Zuständigkeiten (Betrieb, Entsorgung) klärt und auch Klimaanpassungsaspekte betrachtet.
- ✓ Platzbedarf bei Flächenkollektoren: etwa zweifache Größe der zu beheizenden Fläche.
- ✓ Voraussetzung ist Wärmeleitfähigkeit des Untergrundes. Die Wärmeentzugsleistung ist bei gut durchfeuchtetem Boden höher als in sandigem und trockenem. Zur Optimierung der Erdwärmeanlage empfiehlt sich daher eine Kombination mit Regenwasserversickerung. Diese stellt in Kombination mit Regenwasserrückhalt in Zisternen auch in Trockenperioden Wasser zur Versickerung bereit.

↑ **WIRD NOCH GRÜNER**  
Die Häuser in einem Neubaugebiet im Hamburger Stadtteil Groß Borstel werden durch Erdkollektoren beheizt und gekühlt. Das Foto entstand in der Bauphase.

Genauere Informationen zu fachlichen Grundlagen und notwendigen Genehmigungen im Leitfaden Erdwärmenutzung auf: [hamburg.de/erdwaermenutzung/](http://hamburg.de/erdwaermenutzung/)

**Fazit:**  
Durch Erdkollektoren werden Klimaschutz (Erzeugung erneuerbarer Wärme, klimaneutrale Gebäudekühlung) und Klimaanpassung optimal aufeinander abgestimmt, die vielfältige Nutzung und die klimawirksamen Funktionen begrünter Flächen bleiben erhalten. ■

<sup>5</sup>Siehe Leitfaden Erdwärmenutzung auf [hamburg.de](http://hamburg.de)  
Foto links: Ron Bödefeld; Foto rechts: Maja Berghausen



Erdwärmesonden

# Mit Tiefgang

Erdsonden besitzen dieselben Stärken wie Erdkollektoren bei der klimafreundlichen Energieerzeugung. Doch sie bringen noch einen entscheidenden Pluspunkt mit: Der über ihnen liegende Boden kann (nahezu) nach Belieben genutzt werden. Weil sie senkrecht im Boden liegen und dem tieferen Erdreich die Wärme entziehen.



### IM VERBORGENEN

Die Berufliche Schule Hamburg-Harburg im Göhlbachtal qualifiziert kaufmännische und sozialpädagogische Fachkräfte. Unter Park- und Sportplatz, Sporthalle und Pausenhof liegen Felder mit 80 Meter tiefen Erdwärmesonden, um die Gebäude mit Erdwärme zu heizen. Im Sommer wird überschüssige Wärme aus den Räumen ins Erdreich geleitet und dieses somit regeneriert.



Erdkollektoren und -sonden arbeiten nach einem ähnlichen Prinzip. Die Rahmenbedingungen wie Bodenbeschaffenheit, sorgfältige Planung und Dimensionierung der Anlage und ihre Klimawirksamkeit sind fast identisch. Der größte Unterschied zwischen den Varianten der Erdwärmennutzung ist, dass Erdwärmesonden vertikal, je nach geologischen Untergrundverhältnissen 25 bis 400 Meter tief in der Erde liegen. Eingelassen und verpresst in Bohrlöcher mit einem Mindestdurchmesser von 170 Millimetern. Mit Mindestabständen von fünf bis sechs Metern zueinander, beanspruchen sie nur punktuell Platz und entziehen die Wärme dem Erdreich in größerer Tiefe über eine Wärmeträgerflüssigkeit, die die Rohre nie verlässt. Dadurch funktionieren Erdsonden völlig unabhängig von Jahreszeiten, Wetterbedingungen und Oberflächennutzung. Die in dieser Bodentiefe herrschenden 10° bis 12° C werden in der Regel durch den Einsatz einer Wärmepumpe auf höhere, für Heizzwecke geeignete Temperaturen gebracht.

### Das Plus ist ihre Flexibilität

Da die begrünten Flächen oberhalb der Erdsondenfelder oder -trassen (wenn sie als lineare Ketten verlegt sind) ihre Funktionen wie Rückhalt, Verdunstung und Versickerung von Regenwasser behalten, sind sie in ihrer Klimawirksamkeit nicht eingeschränkt und können bei entsprechender Gestaltung sogar die Klimawirksamkeit für die umliegenden Gebiete verstärken. Mit dem Ziel einer besseren Überflutungsvorsorge kann die Oberfläche über den Erdsonden auch gezielt gestaltet werden, um Regenwasserabfluss der betroffenen Gebiete zu lenken, zurückzuhalten, zu filtern und zu versickern.

Erdsonden können mit Gebäuden, Straßen, Parkplätzen, Wegen, Grün- oder Sportflächen überbaut werden. Dabei ist auf eine klimasensible Gestaltung zu achten. Zum Beispiel durch die Auswahl von Materialien, die zur Hitze- und Überflutungsvorsorge beitragen. Da Erdsonden die Wärme aus größeren Bodentiefen ziehen, ist Sonneneinstrahlung auf der Oberfläche unwichtig. Wartung benötigen die Erdsonden in der Regel nicht. Die verwendeten Materialien sind so langlebig, dass sie unbeschadet im Erdreich liegen können. Sie verursachen keine negativen Umwelteinflüsse.

### Deutliches Potenzial

Insbesondere für Quartierslösungen bieten Erdsondenfelder in Kombination mit einer Wärmepumpe großes Potenzial zur klimafreundlichen Wärmeversorgung. Die einzelnen Erdsonden sind durch Anbindungsleitungen mit einer Wärmepumpe verbunden. Mehrere dieser Leitungen werden in einem Schacht gebündelt und in



- EFFEKT KLIMASCHUTZ:**  
Erzeugung erneuerbarer Wärme, klimaneutrale Gebäudekühlung möglich
- EFFEKT KLIMAANPASSUNG:**  
(Hitzevorsorge durch) Freihalten von Luftaustauschbahnen, Verbesserung der lokalklimatischen Bedingungen und des Bioklimas (klimatischer Komfort der Menschen), (Überflutungsvorsorge durch) Versickerung von Regenwasser

## „Erdsonden dienen dem Klimaschutz, insbesondere bei der Wärmeversorgung ganzer Quartiere.“

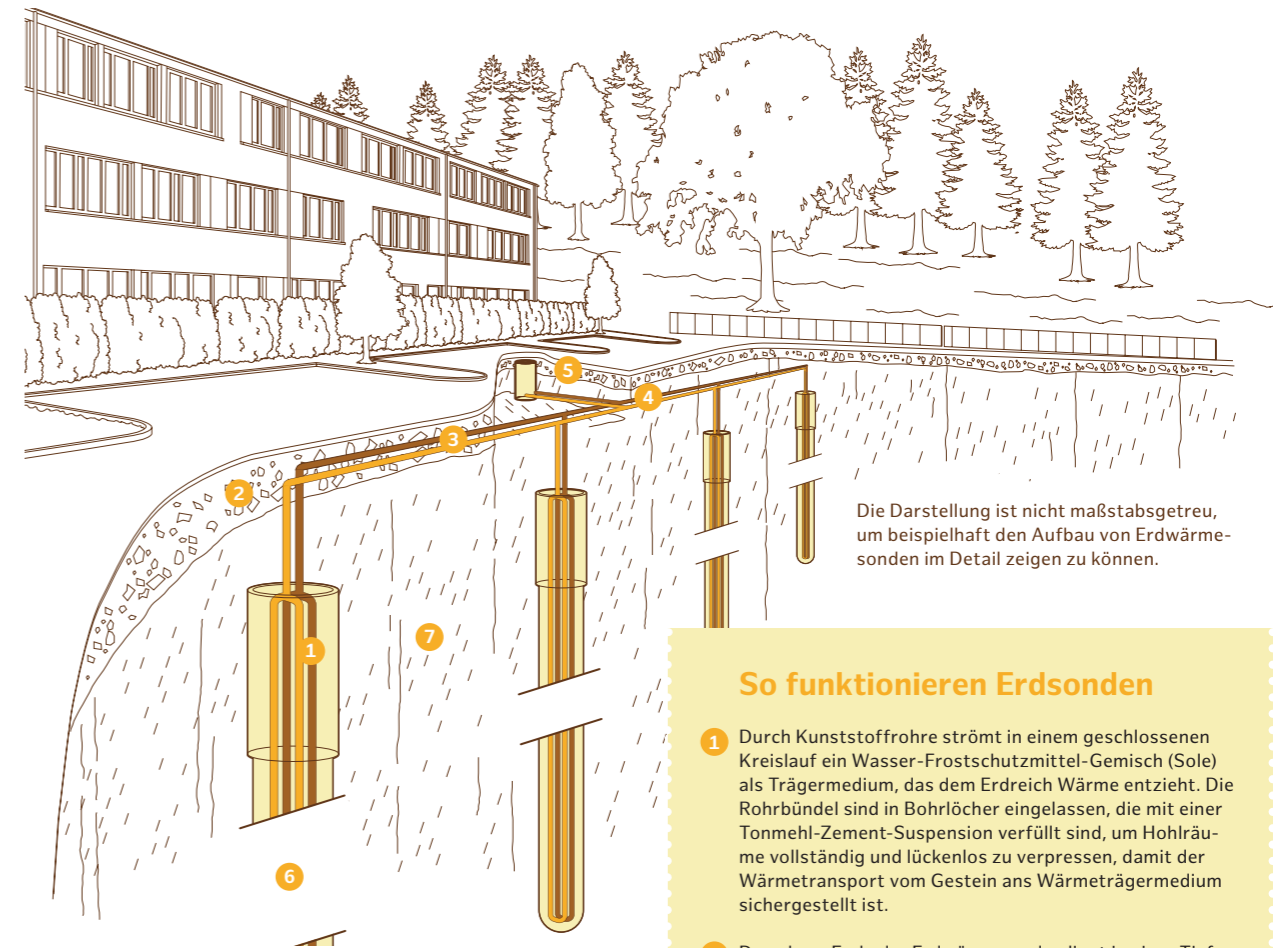
einer größeren Sammelleitung zur Wärmepumpe weitergeführt. Das obere Ende der Erdsonden liegt auf Höhe der Anbindungsleitungen, meistens zwischen 0,8 bis 1,2 Metern unter der Geländeoberkante. Sie können noch tiefer verlegt werden, um Konflikte mit anderen Leitungen, Oberflächennutzungen oder Bäumen zu vermeiden.

Bei der Kombination von Erdsonden und Bäumen ist zwischen Neupflanzungen und Bestandsbäumen zu unterscheiden:

- Bei Einbau von Erdsonden in Gebieten mit Bestandsbäumen müssen die rechtlichen Vorgaben zum Baumschutz auf Baustellen und die anerkannten

### Wie arbeitet eine Wärmepumpe?

Eine Wärmepumpe funktioniert ähnlich wie ein Kühlschrank. Nur umgekehrt. Ein Kühlschrank entzieht dem Innenraum die Wärme und leitet sie nach außen, die Wärmepumpe entzieht einem Medium außen die Wärme und leitet diese über das Heizungssystem in den Raum hinein. Für diesen Vorgang benötigen beide Geräte Strom. Kommt der aus erneuerbaren Energien, arbeiten sie CO<sub>2</sub>-neutral. Die Pumpe braucht den Strom, um Energie aus dem Erdreich, dem Grundwasser oder der Luft auf eine gewünschte Temperatur zu erhöhen. Diese Umweltenergie geht auf ein Kältemittel über, das bereits bei diesen relativ niedrigen Temperaturen verdampft. Ein Verdichter erhöht den Druck auf den Kältemitteldampf, wodurch dessen Temperatur steigt, bis er so warm ist, dass er das Heizsystem aufwärmen kann und so das Gebäude beheizt wird. Das Kältemittel kühlt dabei wieder ab und geht nach Druckminderung in den Ausgangszustand zurück.



Die Darstellung ist nicht maßstabsgetreu, um beispielhaft den Aufbau von Erdwärmesonden im Detail zeigen zu können.

### So funktionieren Erdsonden

- 1 Durch Kunststoffrohre strömt in einem geschlossenen Kreislauf ein Wasser-Frostschutzmittel-Gemisch (Sole) als Trägermedium, das dem Erdreich Wärme entzieht. Die Rohrbündel sind in Bohrlöcher eingelassen, die mit einer Tonmehl-Zement-Suspension verfüllt sind, um Hohlräume vollständig und lückenlos zu verpressen, damit der Wärmetransport vom Gestein ans Wärmeträgermedium sichergestellt ist.
- 2 Das obere Ende der Erdwärmesonden liegt in einer Tiefe zwischen 0,8 und 1,2 Metern unter der Geländeoberkante.
- 3 Die einzelnen Erdwärmesonden sind durch Anbindungsleitungen miteinander verbunden.
- 4 Mehrere dieser Leitungen werden in einem Schacht gebündelt und in einer größeren Sammelleitung zur Wärmepumpe weitergeführt.
- 5 Eine Wärmepumpe bringt die gewonnene, niedrig temperierte (etwa 10-12° C) Erdwärme auf eine zu Heizzwecken geeignete Temperatur.
- 6 Um sich nicht gegenseitig zu beeinflussen, müssen die Erdwärmesonden bei Längen über 50 Metern mindestens 5 bis 6 Meter Abstand zueinander haben.
- 7 Erdsondenfelder sind zur Wärmeabgabe und zur Kühlung einsetzbar. Überschüssige Gebäudewärme wird dabei zur Regeneration des Erdreiches im Sommer genutzt.

Regeln der Technik beachtet werden, um die Wurzeln zu schützen und die Äste beim Bohrvorgang nicht zu verletzen (u. a. DIN 18920 Vegetationstechnik im Landschaftsbau – Schutz von Bäumen, Pflanzbeständen und Vegetationsflächen bei Baumaßnahmen).

- Bei Neubauplänen sind Erdsonden- und Grünplanung frühzeitig aufeinander abzustimmen. Je nach Bedarf und Anspruch sind diverse Varianten der Erdsondenverlegung denkbar, ein immer gleicher Abstand ist nicht zwingend.
- Informationen zur Planung und Genehmigung von Erdwärmeanlagen finden sich im Hamburger Leitfaden zur Erdwärmennutzung.<sup>6</sup>

### Gelungenes Beispiel

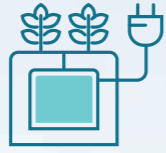
Mitte 2016 ging das Nahwärmenetz im neuen Wohngebiet Hochvogelstraße im baden-württembergischen Biberach in Betrieb<sup>7</sup>. 35 Erdsonden in 200 Metern Tiefe versorgen seitdem etwa 45 Gebäude mit Energie zum Heizen. Das Erdsondenfeld liegt in einer angrenzenden Streuobstwiese. Die installierte Gesamtleistung beträgt 300 kW. Im Vergleich zur Versorgung mit Gas und Solarthermie sinken (bei einer Jahresarbeitszahl von 4,5 kW) die CO<sub>2</sub>-Emissionen um 56 Prozent!

### Fazit:

Der Aufwand, den die Bohrungen bedeuten können, lohnt sich. Dank ihrer Flexibilität bei Lage und Abstand zueinander, lassen sich Erdsonden sehr gut für die Wärmeversorgung von Quartieren einsetzen sowie mit anderen Nutzungen kombinieren. ■

© Siehe Leitfaden Erdwärmennutzung unter hamburg.de/waermepumpe.de  
Illustration: Faktor 3 AG





# Das Eis ist heiß

Zeitgleich Umweltwärme speichern, Gebäude klimaneutral kühlen, Regenwasser gewinnbringend managen und einen (Klein-)Garten pflegen – wie soll das denn gehen? Das geht, durch die clevere Fusion eines im Boden eingegrabenen Eisspeichers mit Freiflächennutzungen.



**OFFENES GEHEIMNIS**  
Unsichtbar verbirgt sich unter diesem Garten in Hamburg-Wilstorf ein Eisspeicher, der mit einer der größten Eisspeicherheizungen Deutschlands 483 Wohnungen versorgt.



Foto: Isadnya Tasy



Eine idyllische Szene: Ein Rentnerpaar hat Besuch von den Enkelkindern. Während die auf der grünen Wiese herumtoben, pflegt Oma das Rosenbeet, derweil Opa das Unkraut rund um die Gemüserabatte jätet. Die Szene spielt direkt vor den 50er-Jahre-Häusern der Wohnungsbaugenossenschaft Eisenbahnbauverein Harburg in Hamburg-Wilstorf. Das Besondere an dem Nachbarschaftsgarten ist unsichtbar: Darunter liegt ein Eisspeicher, der über eine der größten Eisspeicher-Heizungen Deutschlands seit Oktober 2014 insgesamt 483 Wohnungen des Wohngebietes mit Wärme versorgt. Früher gab es nur umweltunfreundliche und ineffiziente Elektrospeicheröfen in dem Wohnquartier. Acht Millionen Euro wurden in die Anlage investiert. Für eine neue, zukunftsfähige Heizanlage dieser Dimension keine ungewöhnliche Summe.

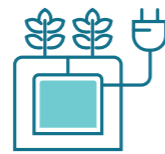
Der unterirdische Hohlkörper misst acht Meter in der Höhe, hat einen Durchmesser von 20 Metern und fasst 1,68 Millionen Liter Wasser. Im Sommer nimmt er Solarwärme, Wärme aus der Luft und aus dem Erdreich auf. Dafür sorgen Solar-Luft-Kollektoren auf einer Dach-Gesamtfläche von 430 m<sup>2</sup>. Das den Eisspeicher umgebende Erdreich dient einerseits als Isolierung, andererseits ebenfalls als Wärmequelle. Im Winter entzieht eine Wärmepumpe dem Speicher die Energie, um damit die Wohnungen zu beheizen und Brauchwasser zu erwärmen. Die Eisspeicherheizung deckt Dreiviertel des Wärmebedarfs und spart rund 1.200 Tonnen CO<sub>2</sub> pro Jahr.<sup>1</sup> Die Kosten für Heizung und Warmwasser sinken jährlich so um durchschnittlich 50 Prozent.

#### EFFEKT KLIMASCHUTZ:

Erzeugung und Speicherung von erneuerbarer Wärme, klimaneutrale Gebäudekühlung, Sektorkopplung Strom/Wärme

#### EFFEKT KLIMAANPASSUNG:

Verdunstungskühlung, Kontrolle der Wärmeabstrahlung, Regenwasserversickerung



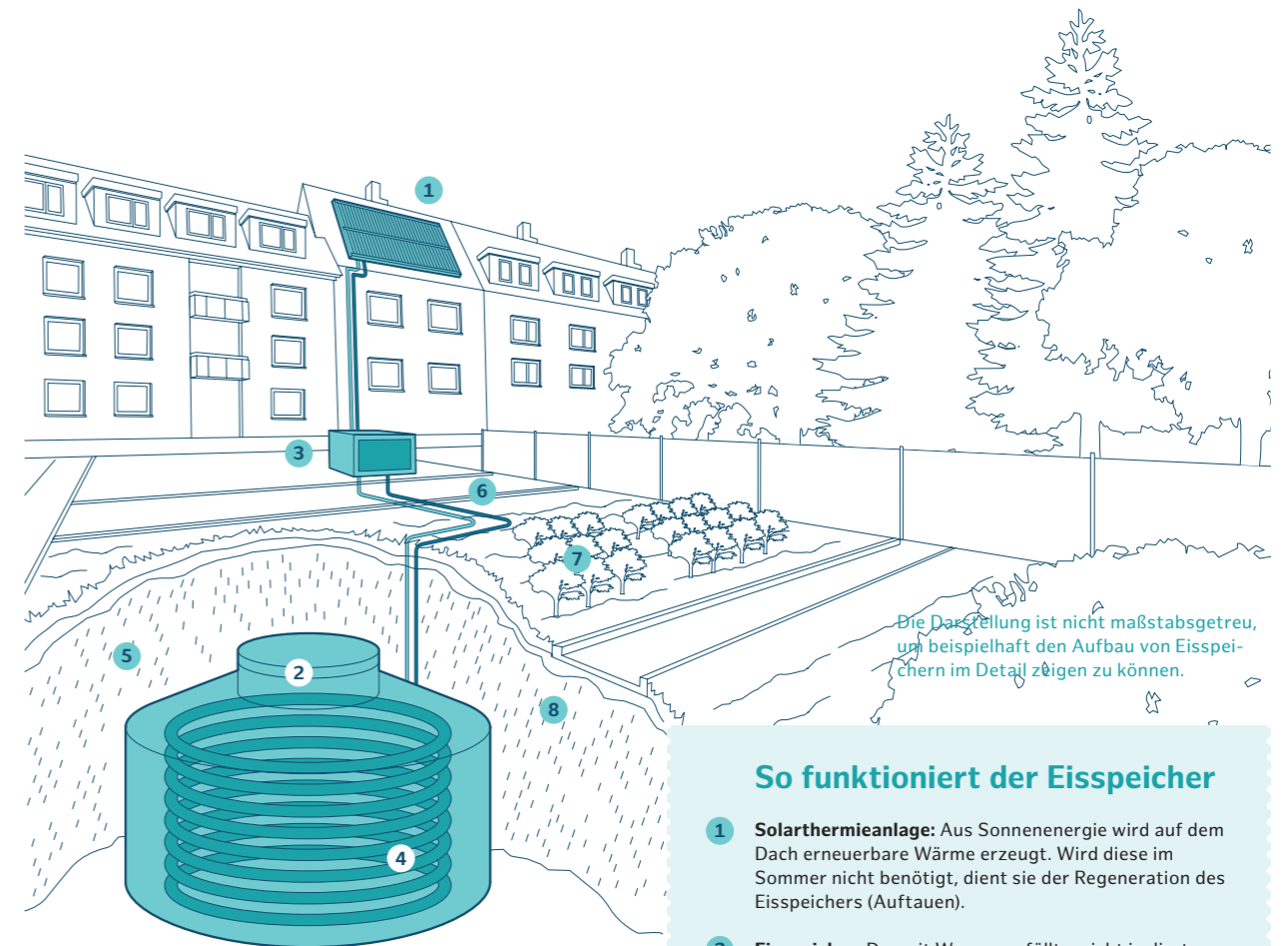
## Diese zehn faszinierenden Fakten zu Eisspeichern sollten Sie kennen.

**1. Das Grundprinzip:** Eisspeicher dienen der Zwischenspeicherung von Umweltwärme, um sie zu einem späteren Zeitpunkt zur Warmwasserbereitung und zum Heizen durch den Einsatz einer Wärmepumpe bereitzustellen. Umweltwärmequellen sind Luft, Sonne und im Erdreich gespeicherte Wärme, die über Solarluftabsorber und Geothermie gewonnen werden. Auch Abwasserwärme oder Abwärme aus Gebäuden und Industrieprozessen sind als Quelle für Zwischenspeicher nutzbar.

Im Sommer wird das Wasser im Speicher erwärmt. Im Winter wird dem Wasser die Wärme durch Wärmepumpen entzogen, bis es gefriert. Dabei wird latente Wärme aus dem Eisspeicher von der Wärmepumpe auf ein nutzbares Temperaturniveau gebracht und für Beheizung und Warmwasserbereitung bereitgestellt. Sobald wieder Umweltwärme verfügbar ist, schmilzt das gefrorene Wasser im Eisspeicher und wird auf eine Temperatur von etwa 25° C erhitzt. Dieser Prozess von Gefrieren und Erwärmen des Eisspeichers lässt sich beliebig oft wiederholen und macht das System zu einer unbegrenzten und klimaneutralen Wärmequelle.

**2. Das Umkehrprinzip:** Im Zusammenspiel mit Wärmepumpen lassen sich Eisspeicher auch zur Kühlung von Gebäuden einsetzen. Die Raumwärme aus den Gebäuden kann ebenfalls als Wärmequelle dienen und den Speicher erwärmen, was zur Steigerung der Gesamteffizienz des Energieversorgungssystems beitragen kann. Klimaanlage werden dadurch unnötig.

**3. Die Vielfalt:** Eisspeicher bieten sich für Einzelgebäude und Quartiere mit Wärmenetz an und können unter bestmöglichen Platz- oder Sportflächen eingebaut werden.



Die Darstellung ist nicht maßstabsgetreu, um beispielhaft den Aufbau von Eisspeichern im Detail zeigen zu können.

### So funktioniert der Eisspeicher

- 1. Solarthermieanlage:** Aus Sonnenenergie wird auf dem Dach erneuerbare Wärme erzeugt. Wird diese im Sommer nicht benötigt, dient sie der Regeneration des Eisspeichers (Auftauen).
  - 2. Eisspeicher:** Der mit Wasser gefüllte, nicht isolierte Tank ist von etwa einem Meter Boden überdeckt. Er ist mit Kunststoffleitungen durchzogen, die mit einem Wasser-Glykol-Gemisch gefüllt sind, womit dem Wasser Wärme zugeführt oder entzogen wird.
  - 3. Wärmepumpe:** Eine Wärmepumpe bringt die gering temperierte Wärme aus dem Eisspeicher auf eine zu Heizzwecken geeignete Temperatur.
  - 4. Heizbetrieb:** Bei Wärmebedarf in der kalten Jahreszeit wird dem im Sommer regenerierten Eisspeicher über die Wärmepumpe die Wärme entzogen, bis das Wasser gefriert. Der Clou: Die Kristallisationswärme setzt zusätzlich Energie frei. Beim Phasenwechsel von Wasser zu Eis wird ungefähr so viel Wärme frei, wie zum Erwärmen derselben Menge Wasser von 0° C auf 80° C benötigt wird. Der Prozess ist beliebig oft wiederholbar.
  - 5. Erdreich:** Sinkt die Wassertemperatur im Eisspeicher unter die Temperatur des umgebenden Erdreichs, nimmt der Speicher auch die Erdwärme auf. Das ist für Boden und Bodenlebewesen unbedenklich.
- Optimierung für einen Beitrag zur Klimaanpassung**
- 6. Ohne Treibhausgasausstoß:** Der Eisspeicher kann auch klimaneutral kühlen. Dabei wird überschüssige Wärme aus den Gebäuden dem Eisspeicher zugeführt.
  - 7. Begrünung:** Die Fläche über dem unterirdischen Eisspeicher sollte bepflanzt sein. Durch eine Schicht Mutterboden kann ein Garten entstehen.
  - 8. Regenwasserversickerung:** Über und rund um den Speicher regeneriert versickerndes Regenwasser den Boden, da es kontinuierlich Wärme aus dem umliegenden Erdreich hierher umverteilt.

**4. Die Effekte:** Da sich in Eisspeichern jahreszeitlich bedingt verfügbare Umweltwärme – wie Sonnenwärme im Sommer – zwischenspeichern lässt, sind sie ganzjährig einsetzbar und erhöhen dadurch den Anteil an der erneuerbaren Wärmeversorgung. Sogar „überschüssiger“ Strom aus Windkraftanlagen und PV-Kraftwerken ist mit Heizstäben für die Erwärmung des Eisspeichers nutzbar. So trägt der Eisspeicher dazu bei, dass weniger Anlagen in Zeiten hoher Produktion heruntergefahren werden müssen, weil der Strom gerade nicht gebraucht wird.

**5. Die Sicherheit:** Sollte es zu einer – höchst unwahrscheinlichen – Leckage kommen, sind keine negativen Folgen für die Umwelt zu befürchten, da der Eisspeicher ausschließlich mit Leitungs-, Grund- oder Regenwasser gefüllt wird.

**6. Das Klima:** Der Einbau eines Eisspeichers versiegelt nicht den Boden. Wird die Fläche über ihm bepflanzt, trägt das zur Abkühlung der Umgebung bei. Die Integration in eine Versickerungsmulde hilft bei der Regeneration des Eisspeichers und intensiviert den Wärmetransport. Deshalb bietet sich die Kombination mit Maßnahmen der Regenwasserbewirtschaftung an, die eine wichtige Rolle für die Klimaanpassung spielen. ▶

<sup>1</sup> wohnungswirtschaft-heute.de  
Illustration: Faktor 3 AG

„ 1.200 Tonnen CO<sub>2</sub> spart die Eisspeicherheizung in Hamburg-Wilstorf pro Jahr.“<sup>1</sup> ”





**7. Die Ersparnis:** Warmwasserbereitung und Heizung tragen viel bei zum Energiebedarf von Gebäuden. Die Nutzung einer regenerativen Wärmequelle spart Heizkosten. Die Betriebskosten der Anlagen sind sehr preisstabil und werden in Zukunft deutlich geringer ausfallen als bei Anlagen mit Brennstoffeinsatz, da diese Preissteigerungen unterliegen – wie beispielsweise CO<sub>2</sub>-Abgabe auf Erdgas. Eisspeicher sind robust bei geringem Wartungsaufwand.

**8. Der Standort:** Ideal sind öffentliche oder private Grün-, Spiel- und Platzflächen. Der Einbau sollte nah an Verbrauchsort und Wärmepumpe erfolgen, um Leitungen und deren Wärmeverluste zu sparen. Eisspeicher sind eine Alternative, wenn Erdsonden oder -kollektoren wegen Grundwasserschutz oder Flächenbegrenzung unmöglich sind. Ist die entsprechende Traglast abgesichert, können Eisspeicher auch unter Parkplätzen, Grundstückszufahrten oder Carports angelegt werden, denn ihre Wartung benötigt nur einen kleinen Schachtzugang.

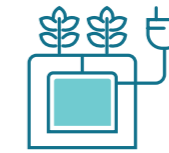
**9. Die Planung:** Für einen Eisspeicher ist weder eine aufwendige Bohrung noch – zumindest in den bisher gebauten Größen – eine umweltrechtliche Genehmigung erforderlich, was die Planung vereinfacht und verkürzt. Je nach Größe besitzt ein Eisspeicher erhebliches Volumen und erfordert eine entsprechend große und tiefe

**IN DER BAUPHASE** ↑  
Zehn Meter tief liegt der Hohlkörper mit seinem 20-Meter-Durchmesser im Erdreich und fasst 1.680 Kubikmeter Wasser.

**|| 1,68 Millionen Liter Wasser fasst Hamburgs größter Eisspeicher ||**

Baugrube von mindestens vier Metern. Baufahrzeuge müssen anfahren können. Zu beachten sind die rechtlichen Vorgaben zum Baumschutz auf Baustellen und die anerkannten Regeln der Technik, um Wurzeln und Äste zu schützen. Der Bodenaushub eignet sich als Füllboden auf Baugrundstücken zur Geländemodellierung.

**10. Die Nutzung:** Tiefwurzelnde Pflanzen können zwar nicht darüber eingepflanzt werden, aber Sträucher, Rasen oder Stauden. Da Eisspeicher geschlossene Systeme sind, ist nicht zu befürchten, dass Bäume mit ihrem Wurzelwerk in sie eindringen. Baumpflanzungen im direkten Umfeld des Eisspeichers sind uneingeschränkt, solange der Planungsgrundsatz beachtet wird, dass Bäume mit einem Abstand von 2,50 Metern von Leitungen und Kanälen zu pflanzen sind (Merkblatt DWA-M162). ■

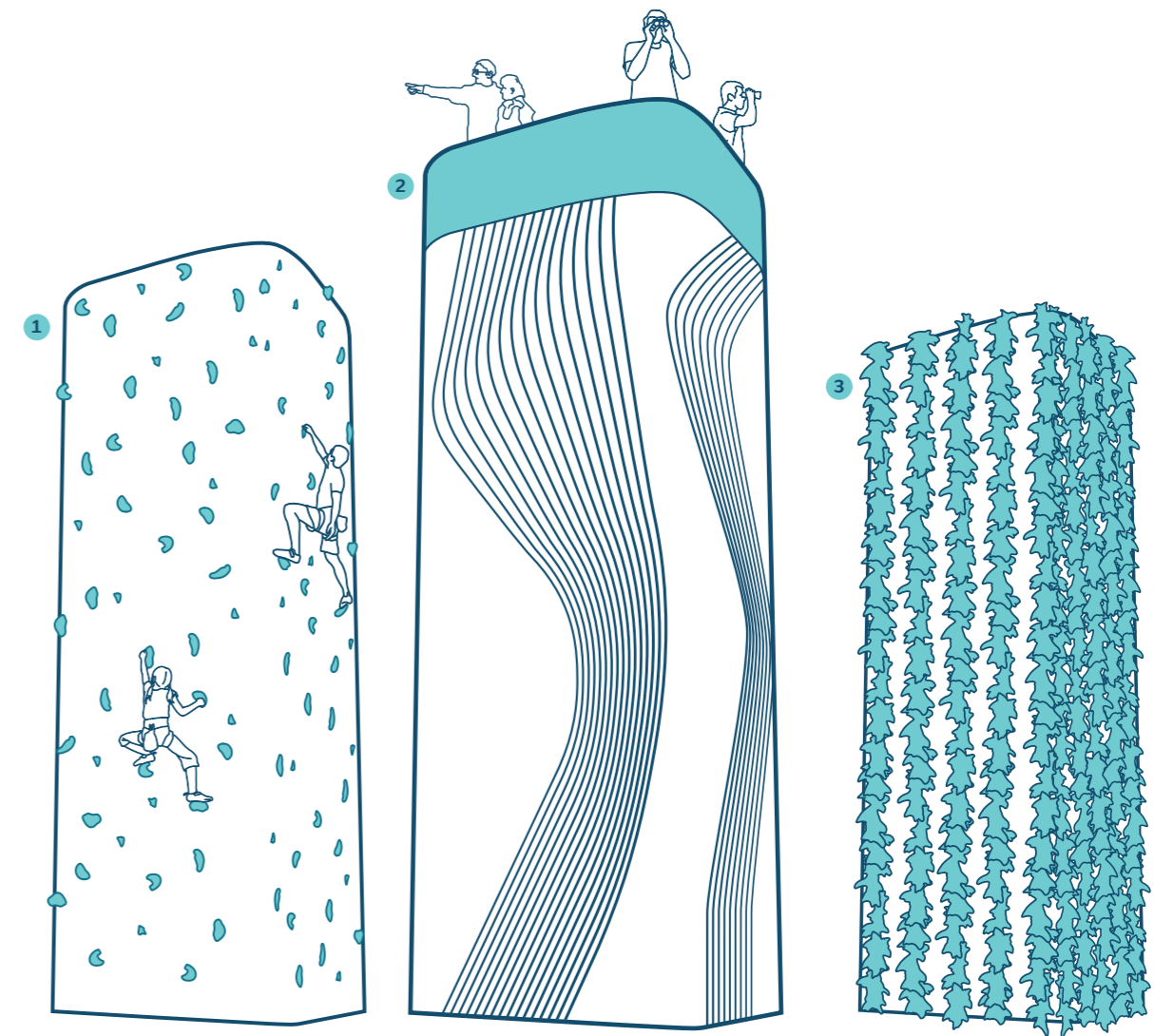


## Hoch hinaus

Über der Erde können sich Wärmespeicher ebenfalls sehen lassen.

Neben Eisspeichern gibt es weitere Optionen, um gewonnene Wärme für eine spätere Nutzung zwischenzuspeichern. Auch sie können wirkungsvoll und attraktiv kombiniert werden – beispielsweise Naturwärmespeicher mit Wasseroberfläche für repräsentative Brunnenanlagen, natürlich gestaltete Teiche oder Seen.<sup>1</sup> Vereint mit einer offenen Wasseroberfläche, entsteht ein positiver Effekt für die Klimaanpassung durch angenehme Verdunstungskühlung im Sommer. Zudem lassen sich überirdische Wärme-

speicher durch das Anbringen von Boulder-Griffen an den Außenwänden (1) mit einem Freizeitangebot kombinieren. Sie können auch als Aussichtspunkt (2) oder Rodelberg in die Geländemodellierung einbezogen werden. Freistehende Wärmespeicher zu begrünen (3), erzielt zusätzlichen Effekt für die Klimaanpassung. Wird der Speicher als Skulptur gestaltet und mit Anzeigetafeln kombiniert, kann er außerdem der Informationsvermittlung dienen – zum Beispiel über erneuerbare Energien. ■



1 alpha-innotec.de  
Foto: Isadora Tasi; Illustration: bgmr ergänzt durch Faktor 3 AG





# Der Weg zur cleveren Kombination

Im Projekt „Clever kombiniert“ werden Anlagen der Energie- und Wärmegewinnung mit Funktionen des Klimaschutzes und der Klimaanpassung sowie der Biodiversität und Freiraumnutzung kombiniert, also mehrfachcodiert. Dazu sind sorgfältige Planung und klare Prozesse wichtig. Unsere Schritt-für-Schritt-Übersicht hilft dabei.

Multicodierung ist eine Antwort auf die Herausforderungen durch Flächenkonkurrenzen in wachsenden Städten. Dadurch werden die unterschiedlichen Interessenlagen der Akteurinnen und Akteure im (Frei-)Raum einbezogen und miteinander synchronisiert. Wir zeigen Ihnen einen optimalen Ablauf.



Foto: Shutterstock



## Für Bauverantwortliche (und für Unternehmen)

- 1 Informationen beschaffen  
Beratung in Anspruch nehmen (Energielotsen, Bauverantwortliche bereits umgesetzter Beispiele, ZEWU mobil, HK-Umweltberater, etc.)  
Austausch mit anderen Unternehmen suchen (Umweltpartnerschaft/Netzwerke)  
Bei Quartiersansatz Unterstützende/Gleichgesinnte suchen  
Planungsanstoß, Vorhabenskizze entwickeln
- 2 Bestandsaufnahme: Voraussetzungen der eigenen Immobilie prüfen (Statik, Potenzial erneuerbarer Energien, Versickerungspotenzial, Gefährdungsanalyse für Überhitzung und Überflutung entlang Checkliste)  
Expertin oder Experten/Beraterin oder Berater suchen, der/die zu Möglichkeiten berät und ggf. Analyse/Gutachten/Machbarkeitsstudie/Potenzialstudie zu Varianten anfertigt
- 3 Verschiedene Gewerke (Architektin oder Architekt, Haustechnik- bzw. TGA-Planerin oder -Planer, Landschaftsarchitektin oder -architekt) in die Planung einbinden  
Kostenvoranschläge für die Umsetzung einholen  
Fördermöglichkeiten/Beteiligungen an der Finanzierung prüfen  
Betreibermodell klären  
Vorhabenkonzept entwickeln  
Business Case für Lebenszyklus des Projektes entwickeln (Herstellung, Wartung, Pflege)
- 4 Umsetzungsbeschluss fassen  
Verschiedene Gewerke in der Umsetzung aufeinander abstimmen  
Genehmigungen einholen  
Förderantrag vor Baubeginn stellen
- 5 Ggf. Baubegleitung für den Bauablauf mit Koordination der verschiedenen Gewerke beauftragen  
Abnahme der Leistungen  
Monitoring  
regelmäßige Pflege beauftragen  
Berichterstattung über das Projekt



## Für die Verwaltung

- 1 Informationen über Möglichkeiten der Mehrfachnutzung beschaffen (Konzepte, Modellquartier)
- 2 Ausgangsbedingungen für das geplante Gebiet klären  
Erneuerbare Energien-Potenziale im Wärme-kataster Hamburg überprüfen  
Gefährdungsanalyse durchführen – Bereiche und Nutzungen von Überflutungen und/oder Hitzebelastungen betroffen?, Checkliste  
Kombinationsmöglichkeiten mit Klimaanpassungsmaßnahmen (Karte Versickerungspotenzial, Geländemodell, Sielnetz-Prüfung zum Gefährdungspotenzial, Fließwege und Senken, Hochwassergefahren- und Hochwasserrisikokarten, Überschwemmungsgebiete, Grundwasserflurabstand, Landschaftsprogramm, Freiraumbedarf, Qualitätsoffensive Freiraum  
Planungshinweise Stadtklima/Stadtklima-analysekarte  
Beteiligungsformate konzipieren
- 3 Ggf. Gutachten/Potenzialstudie vom Vorhabenträger einfordern, in dem Umsetzungsvarianten und Kosten/Förderung aufgezeigt werden  
Finanzierungsoptionen klären, Haushalt/Fördermöglichkeiten und Kombination öffentlich/privat prüfen und ggf. aufeinander abstimmen  
Private Partnerinnen und Partner gewinnen, Betroffene einbinden
- 4 Ergebnisse der Gutachten im Bebauungsplan berücksichtigen  
Regelungen mit privaten Partnerinnen und Partnern im städtebaulichen Vertrag festhalten (Kosten, Pflegeaufwand)  
Gegebenenfalls freiwillige Kooperationen mit Beteiligten abschließen
- 5 Umsetzung des Projektes  
Außenkommunikation  
Monitoring





# Los geht's!

Für die Umsetzung kombinierter Maßnahmen zum Klimaschutz und zur Anpassung an den Klimawandel gibt es viele Wege. Besonders wirkungsvoll und flächensparend ist die integrierte Planung. Dabei bietet die Stadt Hamburg viel Unterstützung.



**↑ TEAMWORK**  
Um ein clever kombiniertes Projekt zu planen und umzusetzen, sollten Privateigentümerinnen oder Privateigentümer und Wohnungswirtschaft das große Beratungsangebot nutzen.

Wer ein kombiniertes Projekt plant, steht erst einmal vor einer Menge Fragen. Antworten geben in Hamburg diverse Anlaufstellen. Privatpersonen, Bauende/Bauverantwortliche, Unternehmen und Baufachleute erhalten beispielsweise hier **kostenlose Beratung**:

- ZEWUmobil und Umweltberater der Handwerkskammer für Unternehmen (Beratung zur Umweltpartnerschaft Hamburg)
- Hamburgische Investitions- und Förderbank (IFB) zu finanzieller Förderung
- Energielotsen (für Privatpersonen)
- ELBCAMPUS (Kompetenzzentrum der Handwerkskammer), NEW 4.0 Akademie, Weiterbildungsformate der Energielotsen für Fachleute der Energiebranche
- Branchennetzwerk Cluster Erneuerbare Energien Hamburg (Fachlicher Austausch und Vernetzung)
- Energieforschungsverbund (Gemeinsame Forschungs- und Entwicklungsprojekte an Hamburger Hochschulen)

Die Fülle an beratenden Initiativen zeigt: Es ist notwendig und es lohnt sich für einzelne Gebäudeeigentümerinnen und -eigentümer ebenso wie für die Wohnungswirtschaft, die Kombinationsvarianten zu kennen und umzusetzen. Das Zusammenwirken vieler, auch kleiner Maßnahmen ergibt immense positive Effekte für das Klima: Zur Klimaanpassung tragen sie durch weniger versiegelte Flächen, das Freihalten von bisher unbebauten Gebieten sowie Erhalt und Entwicklung von „Grün“ im Stadtbild zur Verbesserung des Lokalklimas und zur Gesundheitsförderung bei. Für den Klimaschutz bieten Energieversorgungslösungen auf Quartiersebene spürbare Synergieeffekte und Vorteile gegenüber Einzellösungen. Es empfiehlt sich ab einer bestimmten Dichte und Anzahl an Wärmeabnehmern der Bau eines Wärmenetzes. Diese sind dann kostengünstiger und für die Zukunft besser geeignet, um den Einsatz erneuerbarer Energien auszubauen.

## Für zukünftige Generationen

Die einzelnen Maßnahmen sind gesamtgesellschaftlich relevant, damit die heutige Generation den nachfolgenden Menschen eine lebenswerte Umwelt und nachhaltige Bausubstanz hinterlässt. Außerdem leisten sie einen Beitrag, um die Klimaziele Deutschlands und der Europäischen Union zu erreichen. Davon profitieren nicht nur

die künftigen Generationen, sondern auch heute bereits lebende Menschen. In Hamburg arbeiten mittlerweile Spezialistinnen und Spezialisten wie Klimaschutzmanagerinnen und Manager und Klimaschutzexpertinnen und Klimaschutzexperten in allen Bezirken und in den verschiedenen Ämtern der BUKEA und der Behörde für Stadtentwicklung und Wohnen (BSW) an diesen Themen. Zum Einstieg empfehlen sich die Internet-Informationen auf [www.hamburg.de/energiewende](http://www.hamburg.de/energiewende) und [www.hamburg.de/hamburg-ist-gruen](http://www.hamburg.de/hamburg-ist-gruen). Um kombinierte Maßnahmen in Bebauungsplänen zu sichern, kann inzwischen auf eine Reihe von Standard- und Musterfestsetzungen zurückgegriffen werden. Auch über städtebauliche Verträge und Grundstücksausschreibungen lassen sich Vorhaben mit Trägern vereinbaren, die auf Empfehlungen aus Gutachten zu Klimaanpassung und Energieversorgung basieren.

## Hamburg fördert bereits Mehrfachnutzungen

Über die Hamburger Gründachförderung der Investitions- und Förderbank (IFB) Hamburg:

- Dachbegrünung
- Fassadenbegrünung
- Extensivbegrünungen in Kombination mit solarer Energiegewinnung

Über das Programm erneuerbare Wärme der IFB Hamburg:

- Oberflächennahe Geothermie
- Große Wärmespeicher
- Mehrfachnutzung von Flächen zur Nutzung von erneuerbarer Wärme und flächensparende Lösungen zur Nutzung von erneuerbarer Wärme (mindestens 100.000 Euro an Investitionskosten notwendig)
- Informationen im Internet auf [ifbh.de/foerderprogramme](http://ifbh.de/foerderprogramme)

Foto: gettyimages



## NOCH MEHR?

Weitere Informationen zum Projekt „Clever kombiniert“ der Behörde für Umwelt, Klima, Energie und Agrarwirtschaft (BUKEA) finden Sie auf [hamburg.de/clever-kombiniert](http://hamburg.de/clever-kombiniert)



### Die Kostenfrage

Mit der Realisierung von Kombinationen gehen zu meist zunächst einmal Mehrkosten für Installation und eventuell Pflege einher. Doch dieser zusätzliche finanzielle Aufwand ist lohnenswert. Die Maßnahmen kommen langfristig der Gesundheit und Lebensqualität der Bevölkerung zugute und vermeiden Kosten zur Bewältigung von Schäden aufgrund der Folgen des Klimawandels an Gebäuden und Infrastruktur. So erhöht beispielsweise Gebäudebegrünung die Langlebigkeit von Materialien, weil sie die Wirkung der Sonneneinstrahlung verringert. Gleichzeitig verbessert sich das Raumklima im Gebäude. Regenwasserrückhaltung auf Dächern senkt die überflutungsbedingten Schäden bei Starkregenereignissen. Auch die Energiekosten lassen sich durch den vermehrten Einsatz erneuerbarer Energien so langfristig senken.

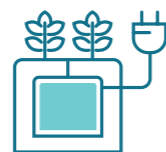
Um den Anreiz zu erhöhen, derlei Maßnahmen umzusetzen, bestehen diverse Förderprogramme. Nicht zu unterschätzen ist auch die öffentliche Reputation, die ein solches Engagement erzielt. Die positive Aufmerksamkeit für das Projekt steigert erfahrungsgemäß dessen Wert.

### Besseres lokales Klima

Bei Neubau oder Erneuerung bedeuten Maßnahmenkombinationen mit Begrünung und einer natürlichen Regenwasserbewirtschaftung meistens keine höheren Investitionskosten. Sie schützen vor Schäden und dienen der Risikoreduktion gegenüber aktuellen und anstehenden klimatischen Ereignissen. Häufig sind sie sogar günstiger als die übliche Vorgehensweise mit Versiegelung von Flächen. Denn sie können „huckepack“ mit anderen, ohnehin durchgeführten Baumaßnahmen umgesetzt werden.

Je früher Maßnahmen kombiniert geplant werden, desto günstiger werden ihre Umsetzung und ihr Betrieb. Die vielen vorgestellten Kombinationsvarianten zeigen, wie Synergien entstehen, die die Leistung der Klimaschutzmaßnahmen erhöhen, das lokale Klima verbessern und den Folgen des Klimawandels entgegenwirken. ■

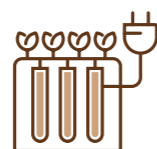
## Förderangebote für Beispiele aus dem „Wegweiser“



### Eisspeicher und Freiraumnutzung

Eisspeicher sind in Hamburg über die Förderrichtlinie Erneuerbare Wärme der IFB im Fördermodul Wärmespeicher förderfähig, wenn

- das Speichervolumen wenigstens 4 m<sup>3</sup> beträgt und
- der Speicher in Verbindung mit einer aus diesem Programm geförderten Anlage oder einem aus diesem Programm förderfähigen Wärmeverteilnetz errichtet wird



### Energiegrünfläche

Für die Nutzung der Erdwärme durch Erdsonden und Erdkollektoren gibt es verschiedene Förderprogramme.

- In Kombination mit Wärmepumpe und Wärmenetz: Förderung von Großwärmepumpen und Quartierskonzepten – Kredit und Tilgungszuschuss (KfW-Programm Nr. 271 Erneuerbare Energien Premium)
- IFB Förderung Erneuerbare Wärme: Investitionskosten für Erdsonden (bis 400 Meter Tiefe) und Erdkollektoren: mit Zuschuss in Höhe von 15 Prozent der notwendigen Investitionskosten



### Solargründach

Zuschuss im Rahmen der Gründachförderung der IFB Hamburg für:

- Extensivbegrünungen in Kombination mit solarer Energiegewinnung (100 Prozent der Mehrkosten für die Befestigung der Anlage bis max. 10,00 Euro/m<sup>2</sup> Bruttokollektorfläche/-modulfläche)

1. waermepumpe.de  
Foto rechts oben: Katja Fröbe, HAMBURG WASSER  
Foto rechts unten: Egbert Wolkenhauer



### SPIELWELT MIT BIBER

**Oben:** In der Grünverbindung Nordheide/Ostheide in Neugraben-Fischbek entstand 2013 der erste Regenspielplatz „Biberland“ Hamburgs.

**Unten:** Überschüssiges Wasser nach Starkregenfällen und von umliegenden Dachflächen wird als Spielelement genutzt.







## Glossar

**Animal Aided Design.** Planungsansatz, der frühzeitig Bedürfnisse von Tieren und Pflanzen in die Stadt- und Landschaftsplanung einbringt, um Lebensräume für diese zu schaffen.

**Aufständerung.** Um sie im optimalen Winkel zur Sonneneinstrahlung auszurichten, können Solaranlagen unabhängig von der Ausrichtung des Daches oder der Fläche auf einer Unterkonstruktion montiert werden.

**Bifaziale PV.** Solarzellen, die über Vor- (direkt) und Rückseite (indirekt) Sonnenenergie nutzen. Zweiseitige PV eignet sich besonders senkrecht aufgestellt an Lärmschutzwänden oder Agrophotovoltaik-Wänden in der Landwirtschaft.

**Erdwärmesonden.** Mit Wärmeträgermedium gefüllte Kunststoff-Rohrbündel, in vertikalen Bohrungen mit Tiefen von 25 bis 400 Meter in den Boden eingebracht, um Erdwärme aus dem tieferen Erdreich zu gewinnen. Angeordnet in Abständen von 5 bis 6 Metern zueinander, sind sie auch als Erdwärmesondenfeld für größere Projekte einsetzbar.

**Erdwärmekollektoren.** Mit Wärmeträgermedium gefüllte Kunststoff-Rohrbündel, mäanderförmig waagrecht unterhalb der Frostgrenze in bis zu zwei Metern Tiefe verlegt, um die Wärme des Erdreichs für die klimaneutrale Wärmeversorgung zu nutzen.

**Evapotranspiration.** Summe des an die Atmosphäre abgegebenen Wassers aus Verdunstung über Boden- und Wasseroberflächen sowie durch Pflanzenwelt.

**Extensive Dachbegrünung.** Sich weitgehend selbst erhaltende Dachbegrünung (Kräuter, Moose, Sedumarten), die einfach anzulegen und zu unterhalten ist, kein zusätzliches Bewässern nötig.

**Hitzevorsorge.** Vermindern oder Vermeiden der Aufheizung von Stadtquartieren durch Erzeugen von Verdunstungskälte sowie kühlen Luftströmungen.

**Immissionsschutz.** Begrenzung des Einwirkens von Lärm, Licht, Schadstoffen usw. auf Mensch und Umwelt.

**Mulden-Rigolen.** Zusätzlich zur oberirdischen Mulde zum Auffangen und Versickern des Regenwassers kommt bei beengten Platzverhältnissen oder bei unzureichender Versickerungsfähigkeit des Bodens ein mit Material (Kies, Füllkörper) befülltes unterirdisches Entwässerungselement für Regenwasser (Rigole) zum Einsatz, das zusätzlichen Speicherraum bietet.

**Oberflächennahe Geothermie.** Maximal 400 Meter unterhalb der Erdoberfläche gespeicherte Erdwärme. Durch Kunststoffrohre strömt in Erdwärmesonden oder -kollektoren in geschlossenem Kreislauf ein Wasser-Frostschutzmittel-Gemisch (Sole) als Wärmeträgermedium, das dem Erdreich Wärme entzieht. Die Temperatur von etwa 10-12° C wird durch den Einsatz einer Wärmepumpe auf höheres Temperaturniveau gebracht. Bietet in Kombination mit Wärmepumpe großes Potenzial für eine klimafreundliche Energieversorgung von Quartierslösungen.

**Photovoltaik.** PV-Anlagen produzieren aus Sonnenlicht elektrischen Strom. Sie bestehen aus zahlreichen einzelnen Solarzellen, in denen dünne Schichten aus besonders stromleitfähigen Materialien – meist Silizium-Halbleiter – bei Erwärmung elektrische Energie erzeugen.

**Regeneration.** Der Wärmequelle (z. B. Eisspeicher, Erdreich) in der Heizperiode entnommene Wärme wird im Sommer wieder zugeführt, um Auskühlung des Speichers bzw. des Bodens auszugleichen. Die Regeneration erfolgt nahe der Oberfläche teils natürlich (über Sonneneinstrahlung, Regenwasserversickerung, Erdreich), zusätzlich aber z. B. durch Einbringen von Raum- oder Solarwärme aus Solarabsorbern.

**Regenwasserversickerung.** Zur Entlastung der zentralen Regenwasserableitung wird Niederschlagswasser von unbelasteten Flächen (v. a. Dachflächen) über belebte Boden-

zonen via Versickerungsmulden versickert. So entstehen positive Effekte wie Wasserzuführung in den natürlichen Kreislauf, Verdunstung, Beitrag zur natürlichen Grundwasserneubildung.

**Retention.** Auffangen von Niederschlagswasser z. B. in einer Zisterne oder einem oberirdischen Regenrückhaltebecken mit dem Ziel, das öffentliche Kanalnetz im Falle eines Starkregenereignisses zu entlasten (auch Regenwasserrückhalt).

**Retentionskörper.** Ober- oder unterirdisch eingebauter Hohlkörper, um Regenwasser aufzufangen und verzögert abzuleiten oder zu versickern.

**Sedum.** Pflanzengattung, die sich für pflegeleichte, selbst-erhaltende Dachbegrünung eignet, da sie mit extremen Standorten (Sonneneinstrahlung, Trockenheit) klar kommt und wasserspeichernde Eigenschaften hat. Auch als vorkultivierte Vegetationsmatte auf stark geneigten oder Wind ausgesetzten Flächen einsetzbar.

**Sektorkopplung.** Damit die Energiewende gelingt, müssen sich Treibhausgas einsparende oder ersetzende Technologien in allen Sektoren durchsetzen. Bislang ist ihr Ausbau im Stromsektor am erfolgreichsten. Daher existiert der mittlerweile weit verbreitete Ansatz, dass der Stromsektor mit den Sektoren Verkehr und Wärme gekoppelt wird, etwa durch die Nutzung von Ökostrom für Elektrofahrzeuge.

**Solarthermie.** Wasser oder andere Übertragungsflüssigkeiten werden in speziell konstruierten Kollektoren durch die Sonne aufgeheizt. Diese Energie kann über einen Wärmetauscher an das Heizungs- oder Warmwassersystem eines Hauses weitergeleitet oder in einem Wärmespeicher zwischengespeichert werden. Auf Dächern, an Fassaden oder auf Freiflächen einsetzbar.

**Trassierung.** Reihe mit eingebrachten Erdwärmesonden und diese verbindenden Leitungen innerhalb eines Erdsondenfeldes.

**Überflutungsvorsorge.** Vermeiden unkontrollierter Überflutungen und unkontrolliert an der Oberfläche abfließenden Niederschlagswassers während Starkregens, um Schäden zu verhindern oder zu reduzieren.

**Urban-Heat-Island-Effekt.** Dauerhafte Aufheizung in Städten durch hohe Versiegelung von Flächen, verdichtete Bebauung sowie Abwärme von Industrie und Verkehr, die negativen Folgen für die Lebensqualität und Gesundheit der Bevölkerung haben kann.

**Verdunstung(skalte).** Umwandeln Wassers in Wasserdampf. Dazu nötige Energie wird der Umgebung entzogen, wodurch Kühlung entsteht. Fehlende Verdunstung in hoch versiegelten städtischen Gebieten führt im Sommer zu übermäßiger Erhitzung.

**Verpressen.** Bei Einbau von Erdwärmesonden werden Bohrloch und -ringraum komplett mit einer Suspension verfüllt, um abzudichten und den Wärmetransport vom Gestein an das Wärmeträgermedium zu sichern.

**Verschattung.** Als Maßnahme der Klimaanpassung eingesetzt, um Aufheizen einer Fläche zu verringern und die Aufenthaltsqualität bei Hitze zu erhöhen, z. B. durch Überdachung, Begrünung oder Sonnensegel. Bei Energiegewinnung erzeugter Schattenwurf durch Gebäude oder Bäume kann solare Erträge mindern.

**Wärmeleitfähigkeit.** Wärmetransport in Boden, Gestein und jedem anderen Medium ist von deren Beschaffenheit abhängig. Je höher die Wärmeleitfähigkeit, desto größer die mögliche Wärmeentzugsleistung einer Erdwärmeanlage.



## Impressum

### Herausgeber:

Behörde für Umwelt, Klima, Energie und Agrarwirtschaft  
Amt für Energie und Klima  
Amt für Naturschutz, Grünplanung und Bodenschutz

Neuenfelder Straße 19 – 21109 Hamburg  
V. i. S. d. P.: Jan Dube

### Produkt des Projektes „Clever kombiniert“:

Klimaschutz und Klimaanpassung – Flächen-synergien am Gebäude und im Quartier“

### Projektleitung:

Dr. Maja Berghausen

### Weitere Informationen:

[hamburg.de/clever-kombiniert](http://hamburg.de/clever-kombiniert)

### Redaktion:

Behörde für Umwelt, Klima, Energie und Agrarwirtschaft – Janna Gehrke,  
Dr. Maja Berghausen, Zamna Castillejos

### Konzept, Text und Gestaltung:

Faktor 3 AG  
Imke Eichelbaum, Julian Karliczek,  
Frank Schütz, Ute Witt

### Papier:



### Stand:

Mai 2021



MEGAWATT 

**bgmr** Landschaftsarchitekten

Erstellt auf Grundlage der „Machbarkeitsuntersuchung Multicodierung“ für ein Energiegutachten zum Projekt „Clever kombiniert“ durch die bgmr Landschaftsarchitekten GmbH (Dr. Carlo W. Becker, Marie-Kristin Schmidt) in Zusammenarbeit mit der Megawatt Ingenieurgesellschaft mbH (Federführung Gesamtprojekt).



Behörde für Umwelt, Klima, Energie und Agrarwirtschaft





Hamburg