

**Pflanze  
trifft  
Bau-  
werk**



# Klimaforschung zum „Anfassen“



## Der Klimawandel trifft uns alle

Immer heißere Temperaturen und häufigere meteorologische Extremereignisse wie Stürme, Starkregen, Dürre oder Hitzeperioden belasten Mensch und Natur. Vor allem in den versiegelten Städten steigen die Temperaturen durch den Wärmeinseleffekt noch weiter an. An heißen Tagen kann es wegen der Wärmespeicherung und -abstrahlung der Bebauung bis zu 12°C wärmer werden als im Umland.

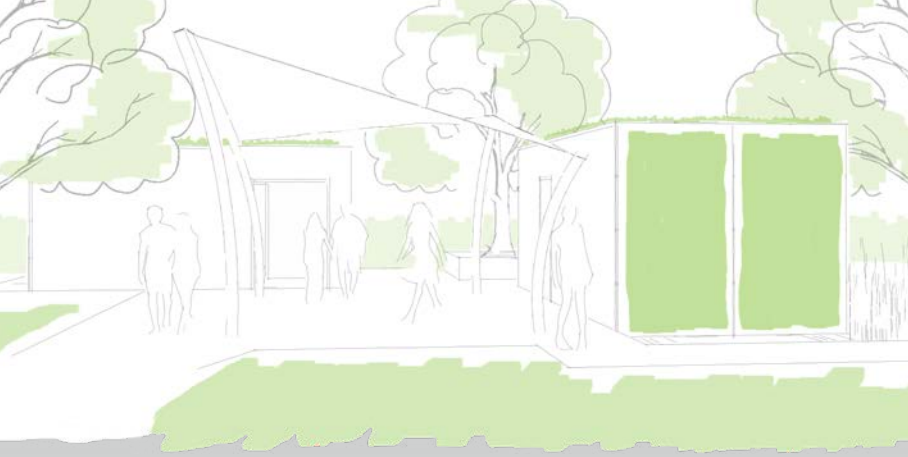
## Pflanzen mäßigen das Stadtklima durch:

- Schutz vor Einstrahlung und Erwärmung
- Erhöhung der Wasserspeicherung und Verdunstungskühlung
- Lärmschutz und Luftreinigung
- Aufnahme von Kohlendioxid und Produktion von Sauerstoff
- Wind- und Erosionsschutz

## Eine gute Kombination – ZAE trifft LWG

Direkt am Gebäude können Pflanzen zur Fassaden- und Dachbegrünung eingesetzt werden. Um daraus eine energetisch wirksame grüne Gebäudefassade oder ein klimamäßigendes Gründach zu realisieren, ist es notwendig, dass Bauphysik und Vegetationstechnik, also Bauingenieur, Architekt und Freiraumplaner Hand in Hand arbeiten.

Am Gemeinschaftsprojekt „Klima-Forschungs-Station“ sind das Bayerische Zentrum für Angewandte Energieforschung e.V. (ZAE) und die Bayerische Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau (LWG) als Forschungspartner beteiligt. An sogenannten Klimahäusern werden innovative Fassadenlösungen mit wandgebundenen Begrünungssystemen kombiniert. An den dort gemeinschaftlich betriebenen Fassadenprüfständen wird erforscht, wie ideale grüne Gebäudefassaden für die Stadt der Zukunft aussehen können.



## Pflanze trifft Bauwerk

Ziel der Klima-Forschungs-Station ist es, an zwei Fassadenprüfständen in Süd- und Westausrichtung, ein energetisch und physiologisch günstiges Mikroklima an der Fassade zu erzeugen. Dieses kann einen nachhaltigen Beitrag zur Energieeffizienz, Klimamäßigung und Steigerung der Biodiversität im Siedlungsbereich leisten. Darüber hinaus sollen die Verbundsysteme so konzipiert werden, dass die Nutzung komfortabel und die Herstellung sowie der Unterhalt auch wirtschaftlich ist.

Umgeben sind die Klimahäuser von den Klimagärten und einem Klima-Forum als Info-Center. Nicht nur die Gebäude selbst, sondern auch die angrenzenden städtischen Freiflächen müssen den Anforderungen des Klimawandels angepasst werden. Deshalb wagen die Betreiber der Klima-Forschungs-Station auch einen Blick in Richtung urbaner Pflanzenverwendung der Zukunft mit trockenheitsresistenten Staudenkombinationen und Stadtbäumen, verdunstungs- und versickerungsaktiven Pflanzungen und Belagsflächen, extensiver und intensiver Dachbegrünung sowie begrünbarem Sonnenschutz.



Grüne Gebäudefassaden kombinieren klimatisch anpassungsfähige Fassadentechnologien mit einer standortgerechten vertikalen Begrünung. Durch Nutzung thermischer Eigenschaften, wie beispielsweise Kühlen durch Verdunstung, bieten sich Chancen für eine nachhaltige und energieeffiziente Gebäudehülle.

# Bauen für Mensch und Natur



## Wohnkomfort trifft Energieeffizienz

Für die Bewohner von Gebäuden drückt sich maximaler Komfort in optimalen Temperaturen, Luftqualität, Raumfeuchte und Beleuchtungssituationen aus. Aus energie- und klimapolitischen Gründen ist zudem eine hohe Energieeffizienz gefordert. Wichtiger Ansatzpunkt für die Steigerung der Energieeffizienz ist die Gebäudehülle. Sie versorgt das Gebäude mit Tageslicht, gibt während der Heizperiode Wärme an die Umgebung ab und nimmt diese in den Sommermonaten auf. Die Forschungsarbeiten des ZAE Bayern zielen darauf ab, mit innovativen Material-, Komponenten- und Systemansätzen hochenergieeffiziente Gebäudehüllen zu konzipieren, die dem Nutzer ein Höchstmaß an Komfort bieten.

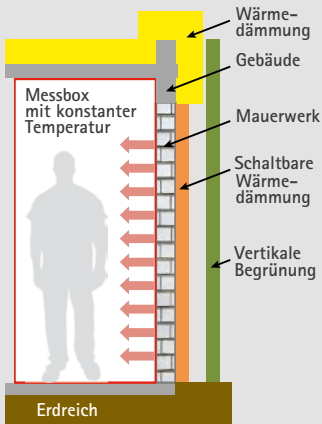
## Innovative Technik trifft Fassade

In der Klima-Forschungs-Station wird an zwei Klimahäusern die Wirkung von verschiedenen grünen Klimafassaden vergleichend untersucht. Auf dem Prüfstand stehen unterschiedliche Fassadenbauweisen und Werksstoffe in Kombination mit darauf abgestimmten Begrünungssystemen.

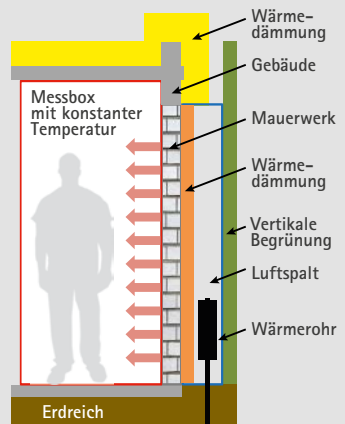
Im Klimahaus West wird ein innovatives Konzept zur passiven Nutzung oberflächennaher Erdwärme umgesetzt. Mittels sieben Erdbohrungen mit einer Tiefe von über vier Metern konnten so genannte Wärmerohre im Erdreich versenkt werden. Ein Rohr hat eine Länge von fünf Metern und ragt mit dem oberen Ende aus dem Boden heraus. Wärmerohre dienen dem passiven, hocheffizienten Wärmetransport. Im Winter wird die Wärme dem vom Sommer aufgeheizten Erdreich entzogen und durch Rohre in das Klimahaus transportiert. Hierbei werden zwei unterschiedliche Anwendungen realisiert. Zum einen beheizen fünf Wärmerohre einen ganzen Raum, um diesen frostfrei zu halten. Zum anderen sind zwei Wärmerohre in die Fassade eingebaut, damit winterliche Transmissionswärmeverluste der Gebäudehülle reduziert werden.

Am Klimahaus Süd werden die Begrünungssysteme mit einer Schaltbaren Wärmedämmung kombiniert. Diese ist rückseitig der Begrünung in die Fassade integriert und kann den Wärmedurchgang der Fassade zwischen einem hochwärmedämmenden Zustand wie bei einem Passivhaus und einem wärmeleitenden Zustand schalten. Somit kann die durch Pflanzenverdunstung gesenkte Lufttemperatur hinter dem Begrünungssystem zur hocheffizienten Kühlung des Innenraums hinter der Fassade genutzt werden. Im Rahmen einer Langzeitmessung wird der energetische Vorteil der Schaltbaren Wärmedämmung gegenüber einer konventionell gedämmten Gebäudewand erfasst.

**Klimahaus Süd**



**Klimahaus West**



## Sonne trifft Segel

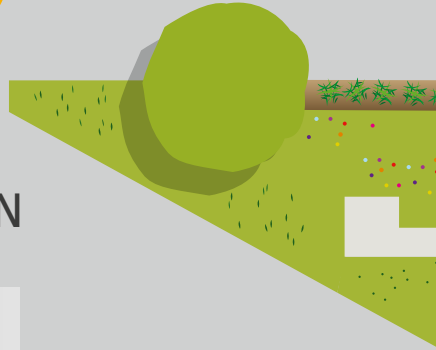
Neuartige Beschichtungstechnologien ermöglichen bei Sonnensegeln einen optimierten Kühlungseffekt an heißen Tagen. Zwei Mechanismen sind dafür verantwortlich: Durch eine spezielle Oberflächenbeschichtung wird die sonnenzugewandte Fläche besonders heiß und bewirkt aufgrund des Kamineffekts einen angenehmen Wind unter dem Segel. Die Unterseite des Segels ist dagegen so beschaffen, dass nahezu keine Strahlungswärme wahrgenommen wird.

## Wegebau trifft Stadtklima

Hitze und Lufttrockenheit in den Innenstädten beugen versickerungs- und verdunstungsaktive Beläge vor, die das Oberflächenwasser infiltrieren, im Steininnern speichern und dann zeitversetzt verdunsten. Einen Beitrag zur Luftreinheit leisten zudem photokatalytische Betonoberflächen, die gesundheitsschädliche Stickoxide in leichtlösliches Nitrat umwandeln. In modular aufgebauten Platten- oder Pflasterbelägen aus Beton, wie im Umfeld der Klima-Forschungs-Station verwendet, lassen sich diese Eigenschaften heute schon kombinieren.

## Pflanze trifft Bau- werk

WIR DANKEN













WIR DANKEN



# Klimaforschung erleben



 STANDORT

-  1 KLIMAHÄUSER MIT DACHBEGRÜNUNG
-  2 KLIMA-FORUM MIT SONNENSEGEL
-  3 FASSADENPRÜFSTÄNDE
-  4 VERSICKERUNG UND VERDUNSTUNG IM WEGEBAU
-  5 KLIMABÄUME
-  6 REGENWASSERBEWIRTSCHAFTUNG MIT PFLANZEN
-  7 BAUWERKSBEGRÜNUNG
-  8 PFLANZENVERWENDUNG IN DER STADT
-  9 ANSAATMISCHUNGEN
-  10 KLEERASEN

# Grüne Architektur



## Pflanze trifft Fassade

Insbesondere in den hochverdichteten Stadtzentren bieten platzsparende gebäudenahe Fassaden- und Dachbegrünungen als ergänzende grüne Infrastrukturen Naturerlebnis und Aufenthaltsqualität. Die Begrünung von Fassaden kennt unterschiedliche Varianten: Bodengebunden mit Selbstklimmern, wie z. B. Efeu (*Hedera helix*), mit Gerüstkletterern, wie z. B. Clematis oder in moderner wandgebundener Form als „Living Wall“ mit horizontaler oder vertikaler Bepflanzung mittels Stauden und Gehölzen.

Eine bodengebundene Begrünung präsentiert die Klima-Forschungs-Station mit technischer Unterstützung eines Gitternetzes als Rankhilfe am südlichen Klimahaus. Trotz 18 cm dicker Wärmedämmung mit Putzfassade ist durch professionelle Befestigungstechnik eine statisch einwandfreie Montage möglich.

Wandgebundene Begrünungen sind Gegenstand der Untersuchungen an den Fassadenprüfständen. Die Pflanzen wachsen nicht im gewachsenen Boden, sondern in substratgefüllten Geotextilien, Kunststoffelementen, Gitterkörben oder Rinnen. Die Versorgung der Vegetation mit Wasser und Nährstoffen bedarf technischer Unterstützung und ist aufwändiger und pflegeintensiver als bei bodengebundener Begrünung.

## Pflanze trifft Dach

Insbesondere nicht direkt zugängliche flach geneigte Dächer bieten sich zur Etablierung trockenheitsverträglicher Vegetation an. Die Standortbedingungen mit einhergehender Trockenheit, Einstrahlungsintensität, Frostgefährdung und Stickstoffarmut entsprechen natürlichen Trockenrasengesellschaften. Viele der dort beheimateten Pflanzenarten wie z. B. Küchenschelle, Felsennelke, Kugelblume oder Gelber Lein finden sich als extensive Dachbegrünung auf dem Klimahaus West wieder.



Eine innovative und flexible Form der Wandbegrünung stellt das begrünbare Lamellensystem CityLam dar. Durch die variable Ausrichtung der Lamellen kann diese Begrünung mit entsprechender Sensorik als natürlicher Sonnenschutz sogar vor Fensterflächen eingesetzt werden.



Gründächer erwärmen sich bei heißer Witterung wegen ihrer großen Verdunstungsleistung und Wärmespeicherung der Erdschicht wesentlich weniger als herkömmliche „harte“ Bedachungen. In der Vegetationsperiode können so, je nach Aufbaudicke, über 40% der Einstrahlungsenergie durch Boden und Pflanzen „verdunstet“ werden. Sie verhindern damit ein Aufheizen der Gebäudehülle und sorgen für einen natürlichen Klimaausgleich. Im Winter hingegen sorgt die Dachbegrünung in Kombination mit geeigneten Baustoffen im Aufbau des Gründachs für geringere Wärmeverluste.

Nutzbare Gründächer steigern den Wohnwert und stellen einen wertvollen Ausgleich für den Verlust bodengebundener Grünflächen dar. Mit der Dicke des Begrünungsaufbaus nimmt auch die Wasserrückhaltefähigkeit zu. Übers Jahr gesehen halten begrünte Dächer wenigstens 50% des angefallenen Niederschlagswassers in ihrem Aufbau zurück. Das heißt, nur ein Bruchteil des Regenwassers gelangt über Gründächer zeitlich verzögert in die Kanalisation.

Mit Zusatzbewässerung und Düngung ist sogar ein Anbau von Kräutern und Gemüse auf dem Dach problemlos möglich. Diese Form intensiver Dachbegrünung kann mittels Spiegel auf dem Klimahaus Süd beobachtet werden.



Urbane Gartenbau trägt zur Verbesserung des Mikroklimas bei, leistet einen Beitrag zur Artenvielfalt und schafft Sensibilität für einen nachhaltigen Lebensstil. Eine Gemüseproduktion auf dem Dach schont nicht nur die Umwelt, sondern vereint optischen Genuss mit frischem Geschmack.

# Prima Klima in der Stadt



## Viel Grün hilft viel

Urbane grüne Infrastruktur ist eine wichtige Voraussetzung für die Lebensqualität und Attraktivität von Städten. Sie vereint natürliche, naturnahe und gestaltete, private sowie öffentliche Grünflächen und trägt als Verbundsystem zur Sicherung von Ökosystemleistungen für uns Menschen und zur Förderung der biologischen Vielfalt bei. Vegetation und Wasser sind die gestaltprägenden Elemente grüner Infrastruktur. Aus einem Mosaik an Einzelementen wie Stadtbäumen, Straßenbegleitgrün, Vorgärten, Hinterhofbegrünung, Gärten und Parks gilt es, ein grünes innerstädtisches Netzwerk mit Verbindungen zum Umland zu entwickeln. Voraussetzung ist eine Stadtplanung die graue und grüne Fachplanungen integriert und die Ausführung einzelner Gewerke in der Praxis miteinander verzahnt.



Attraktive pflegeleichte Staudenmischpflanzungen werten den öffentlichen Straßenraum, aber auch privates Grün auf. Passende Staudenrezepte gibt es für verschiedene Klimaregionen und Standortansprüche.



Bepflanzte Versickerungsmulden sehen nicht nur gut aus, sondern leisten auch einen zuverlässigen Beitrag zur verdunstungsfördernden Bewirtschaftung von Regenwasser. Dort wo ausreichend Flächen zur Verfügung stehen, darf das Wasser auch mal verweilen.



Rasen wird es auch in Zukunft geben. Vielleicht nicht nur mit Rasengräsern, sondern versetzt mit Microclover, einer niedrigen Weißkleeart, die weniger Wasser und Nährstoffe als herkömmliche Rasenmischungen braucht. Für die regelmäßige Mahd der Rasenersatzfläche bietet sich ein Mähroboter an.



Die Stadt der Zukunft ist bunt und artenreich. Speziell entwickelte Ansaatmischungen aus ein-, zwei- und mehrjährigen Wild- und Kulturarten liefern nicht nur wichtige Nahrungsgrundlagen für Insekten, sondern auch attraktive und preisgünstige Blühflächen für die Stadtbewohner.

Auch die Klimagärten sind Bestandteil der Vernetzung von städtischem Grün. Sie betten die Klima-Forschungs-Station in die Umgebung ein und verzahnen das Landesgartenschau Gelände mit dem Areal des ZAE. Die hausnahen Grünflächen bilden zusammen mit dem angrenzenden Klimawandel-Wäldchen und den im Quartier gepflanzten Klimabäumen die grüne Infrastruktur moderner Stadtplanung beispielhaft ab. Auf kleinstem Raum werden pflanzenbasierte Systeme zur Klimaanpassung demonstriert, die folgende Funktionen erfüllen:

- nachhaltige Wasserbewirtschaftung unter Berücksichtigung nutzungsspezifischer Anforderungen (z. B. Sammeln, Verdunsten, Versickern),
- klimamäßigende Ausgleichsfunktionen zur Regulierung des Mikroklimas städtischer Wärmeinseln (z. B. Erhöhung der Luftfeuchte),
- hohe Aufenthaltsqualität und bedarfsgerechte Infrastruktur für die Stadtbevölkerung,
- standortgerechte Zielvegetation in Form pflegereduzierter Pflanzkonzepte und alternativer Begrünungsformen (z. B. Staudenmischpflanzungen, Ansaaten),
- ressourcenschonende Baustoff und Bauweisen zur Erzeugung klimamäßigender Material- und Oberflächeneigenschaften und
- vielfältige Lebensräume für eine maximale Artenvielfalt.

# Tipps und Infos

Unser Forschungsprojekt ist Teil der  
„KLIMAWELTEN“ auf der  
**Landesgartenschau Würzburg 2018**



**LANDES  
GARTENSCHAU  
WÜRZBURG  
2018**

12. APRIL – 7. OKTOBER

An unseren Aktionstagen  
„Grüne EnergiewÄnde“ bieten  
wir Ihnen vor Ort umfassende  
Information und Beratung:

- 28.04. bis 29.04.
- 26.05. bis 27.05.
- 15.06. bis 16.06.
- 01.09. bis 02.09.

Anmeldungen zum  
Schulklassenprogramm unter:  
[www.klima-umwelt-energie.de](http://www.klima-umwelt-energie.de)

## IMPRESSUM

### Herausgeber:

Bayerische Landesanstalt für  
Weinbau und Gartenbau  
An der Steige 15, 97209 Veitshöchheim  
[www.lwg.bayern.de](http://www.lwg.bayern.de); [poststelle@lwg.bayern.de](mailto:poststelle@lwg.bayern.de)



### Redaktion & Gestaltung:

Institut für Stadtgrün und Landschaftsbau  
Telefon: +49 931 9801-402; Fax: +49 931 9801-400  
[www.lwg.bayern.de](http://www.lwg.bayern.de); [isl@lwg.bayern.de](mailto:isl@lwg.bayern.de)



### ZAE Bayern

Bayerisches Zentrum für  
Angewandte Energieforschung e.V.  
Magdalene-Schoch-Straße 3, 97074 Würzburg  
Telefon: +49 931 70564-0; Fax: +49 931 70564-600  
[www.zae-bayern.de](http://www.zae-bayern.de); [www.klima-umwelt-energie.de](http://www.klima-umwelt-energie.de)  
[eec.info@zae-bayern.de](mailto:eec.info@zae-bayern.de)



### ZAE BAYERN

Bayerisches Zentrum  
für Angewandte  
Energieforschung

**Druck:** Farbendruck Brühl, 97340 Marktbreit  
1. Auflage, 04/2018  
Gedruckt auf Papier aus nachhaltiger,  
zertifizierter Waldbewirtschaftung

Gefördert durch

Bayerisches Staatsministerium für  
Ernährung, Landwirtschaft und Forsten

Bayerisches Staatsministerium für  
Umwelt und Verbraucherschutz

