

Energieeffizienz und Klimatisierung mit Pflanzen

Die bunte Kulturoase



Energieeffizienz und Klimatisierung mit Pflanzen



Die bunte Family

Energieeffizienz und Klimatisierung mit Pflanzen

Ökologie in der ufaFabrik

Verwendung von nachwachsenden Rohstoffen

Wärmedämmung (Papierrecycling, Schafwolle, Flachs)

Hallenheizung (Strahlungsheizung)

Solarenergie (Süd, Ost/West, Nachführung)

Kraft-Wärme-Kopplung

Energieeffizienz (Energiespeicher, Lastmanagement)

Regenwassernutzung (Pflanzenkiesfilter)

Kompostierung (Rottetrommel)

Biokonstruktion (Strohballenbau)

Biogas

Klimatisierung mit Pflanzen (Luftfilter, Kühlung, Verdunstung, Biodiversität)

Energieeffizienz und Klimatisierung mit Pflanzen

Die Geschichte der Dachbegrünung

- 900 v. Chr.** Erste Dachgärten werden im Vorderen Orient angelegt: z.B. die hängenden Gärten der Semiramis (2. Weltwunder)
- um 0** Die Römer legen sogar Fischteiche auf den Dächern an und schufen somit ihre ersten genutzten Dachbegrünungen.
- ab 800** In Skandinavien und Island nutzt man Grasdächer zur Wärmedämmung.
- ab 1400** In der Renaissance werden bepflanzte Dachanlagen (Dachbegrünung) wieder populär.
- ab 1900** Holzzementdächer in Berlin werden mit Kies-Lehm-Schichten bedeckt. Durch Samenflug entwickeln sich Wildwiesen und wunderschöne Dachbegrünungen.
- 1903** beginnt die Dachbegrünung in Paris: die Brüder Pervet bauten ihr berühmtes Mietshaus mit Terrassen und Dachgärten.
- 1912** entstand das zweiseitig gestaffelte Terrassenhaus von Henri Sauvage mit mehreren Dachbegrünungen, ebenfalls in Paris.
- 1914** konstruierte Frank Lloyd Wright sein großes Restaurant mit zahlreichen nutzbaren Dachflächen in Chicago sowie das Gropius Dachgartenrestaurant über dem Bürogebäude der Kölner Werkbundsiedlung.
- ab 1914** Mit den für die Großserienfertigung konzipierten Domino Häusern legte Le Corbusier die ersten konstruktiven und gestalterischen Grundlagen für die Dachbegrünung. Le Corbusier ist einer der ersten systematischen Dachbegrüner.
- ab 1920** Mit den flachen Dächern der Bauhaus-Architektur verbreitet sich die Dachbegrünung erneut.

Energieeffizienz und Klimatisierung mit Pflanzen

- ab 1980** Der ökologische Gedanke wird immer entscheidender, nicht mehr die Nutzung der Dachbegrünung: erste Extensive Dachbegrünungen entstehen. In dieser Zeit entstanden technisch ausgereifte und zuverlässige Produkt- und Systemlösungen der Hersteller für die Dachbegrünung.
- ab 1982** Die **Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e.V. (FLL)** gibt verschiedene Regelwerke und **Richtlinien** für die Dachbegrünung heraus. Es ist inzwischen Stand der Technik in Sachen Dachbegrünung und ein über die Grenzen von Deutschland hinaus anerkanntes Regelwerk für die Dachbegrünung.
- 1984** Die FLL e.V. veröffentlicht das Untersuchungsverfahren zur Durchwurzelungsfestigkeit von Wurzelschutzbahnen.
- ab 1990** Die FLL e.V. geben die "Richtlinien für die Planung, Ausführung und Pflege von Dachbegrünungen" der FLL den Stand der Technik für extensive und intensive Dachbegrünung vor.
- seit 2003** Die Fachvereinigung Bauwerksbegrünung e.V. (FBB) veranstaltet jährlich ein Branchensymposium, auf dem die neuesten Trends und Entwicklungen der Dachbegrünung präsentiert werden.
- 2008** Die Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e.V. (FLL) veröffentlicht die neue **Richtlinie** für Planung und Ausführung für die Dachbegrünung.

Quelle: www.6-f-g.de

Energieeffizienz und Klimatisierung mit Pflanzen

- *First greenroofs above Livingholes in the ground*
- Later „hanging gardens of Semiramis“ in Babylon.
- Renaissance was the „real boom“ of greenroofs.
- In the Romantik Greenroofs were the „Prinzip of modern Architecture“.



Energieeffizienz und Klimatisierung mit Pflanzen

Praktische historische Anwendungen



Iceland

Image: Jackie Weisberg



Tanzania Casa Hehe

Image: Green roofs (Gernot Minke)

Energieeffizienz und Klimatisierung mit Pflanzen

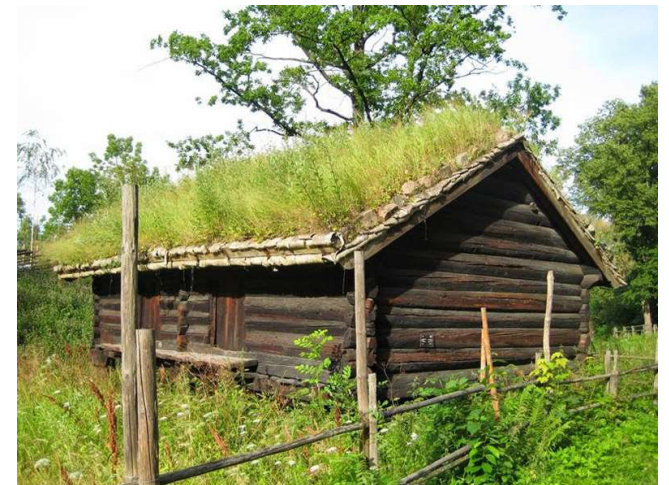
Praktische Beispiele



Techo de césped en una granja del siglo XVIII en Heidal, Noruega._imagen_roede



Techos Césped Noruega
(7)_imagen_peterEliassen



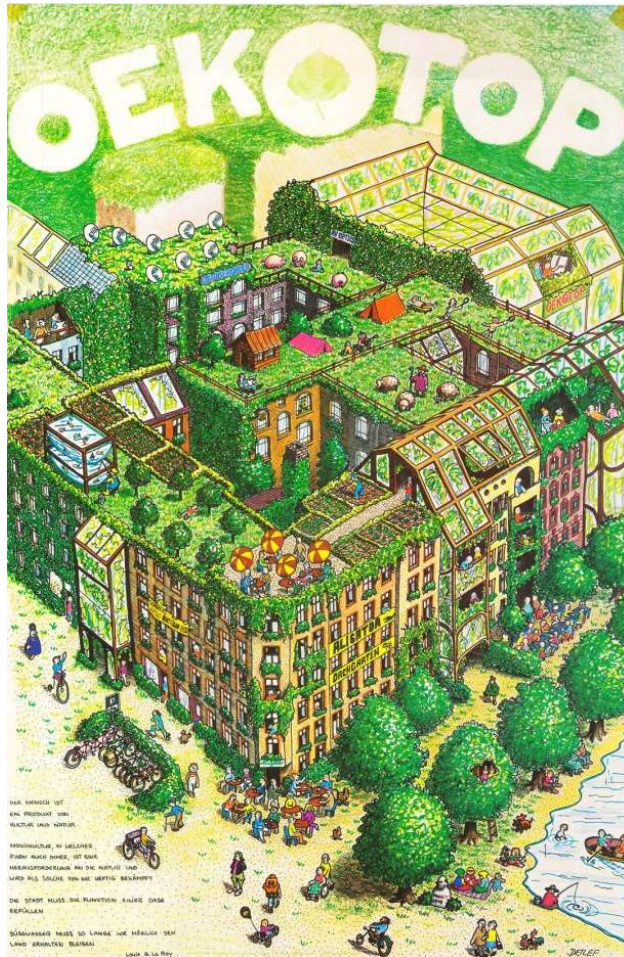
Techos Césped Noruega
(1)_imagen_katesDad

Energieeffizienz und Klimatisierung mit Pflanzen

UFA-Fabrik, Berlin-Tempelhof
Dachbegrünung schon vor 100 Jahren



Energieeffizienz und Klimatisierung mit Pflanzen



Visionen in Berlin:
Martin Küenzlen 1980
Die Stadt als Ökotoptop

Realität in Berlin



Energieeffizienz und Klimatisierung mit Pflanzen

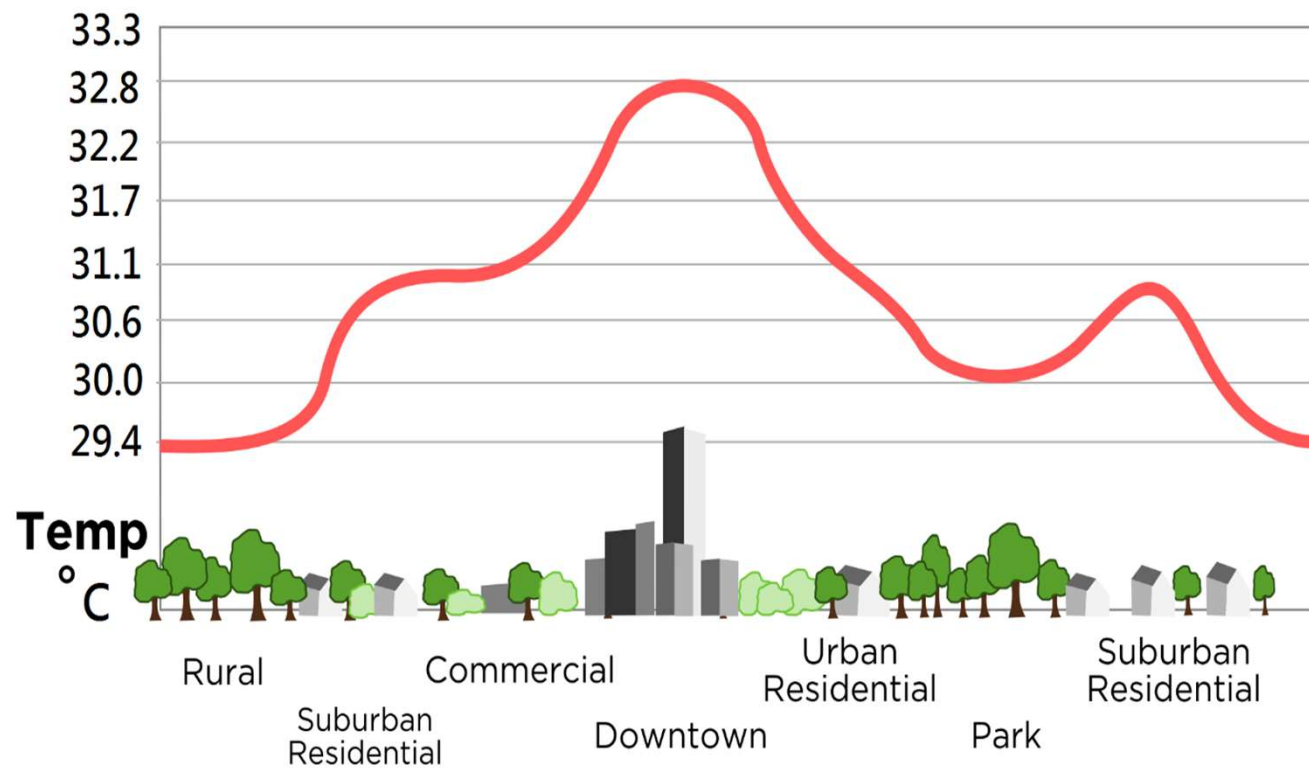
Erste Innenstadt Projekte in den 80ern in Berlin



**Sorgfältige Stadtsanierung
Block "108 Berlin-Kreuzberg",
Groppe "Ökotoop" TU Berlin 1983**

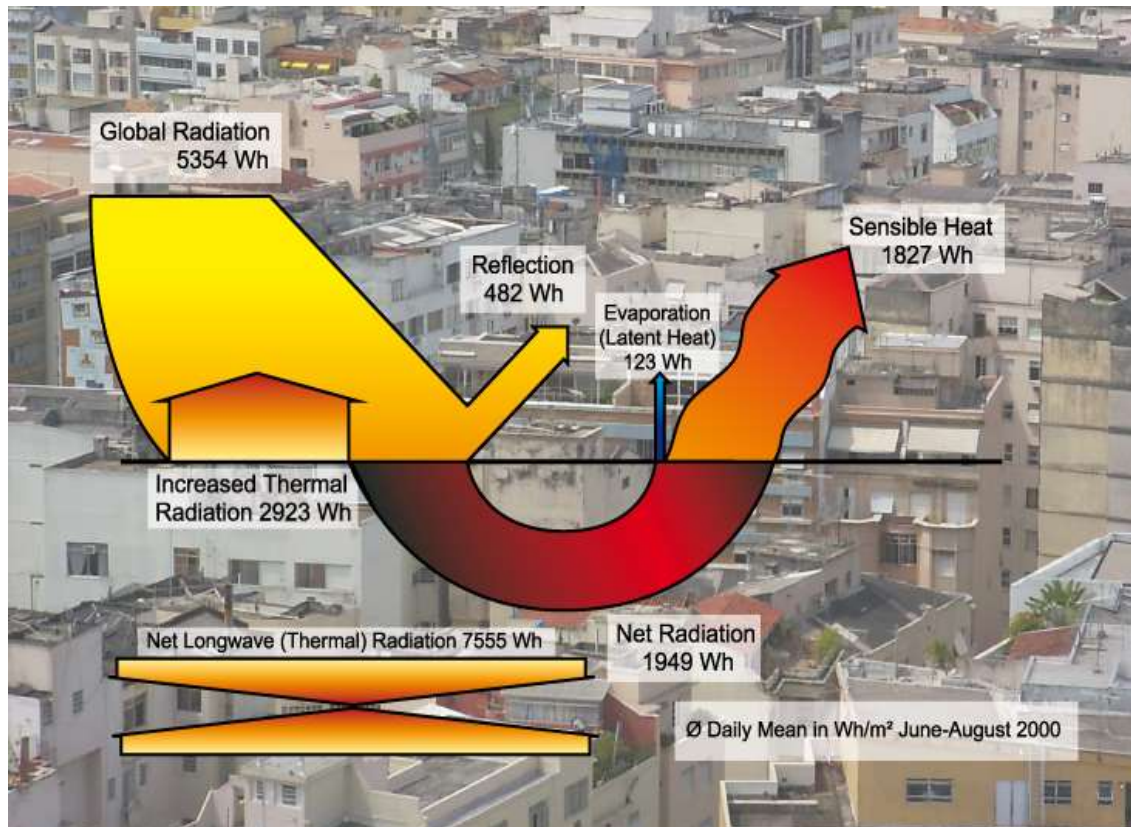
Energieeffizienz und Klimatisierung mit Pflanzen

Städtische Wärmeinseln



Energieeffizienz und Klimatisierung mit Pflanzen

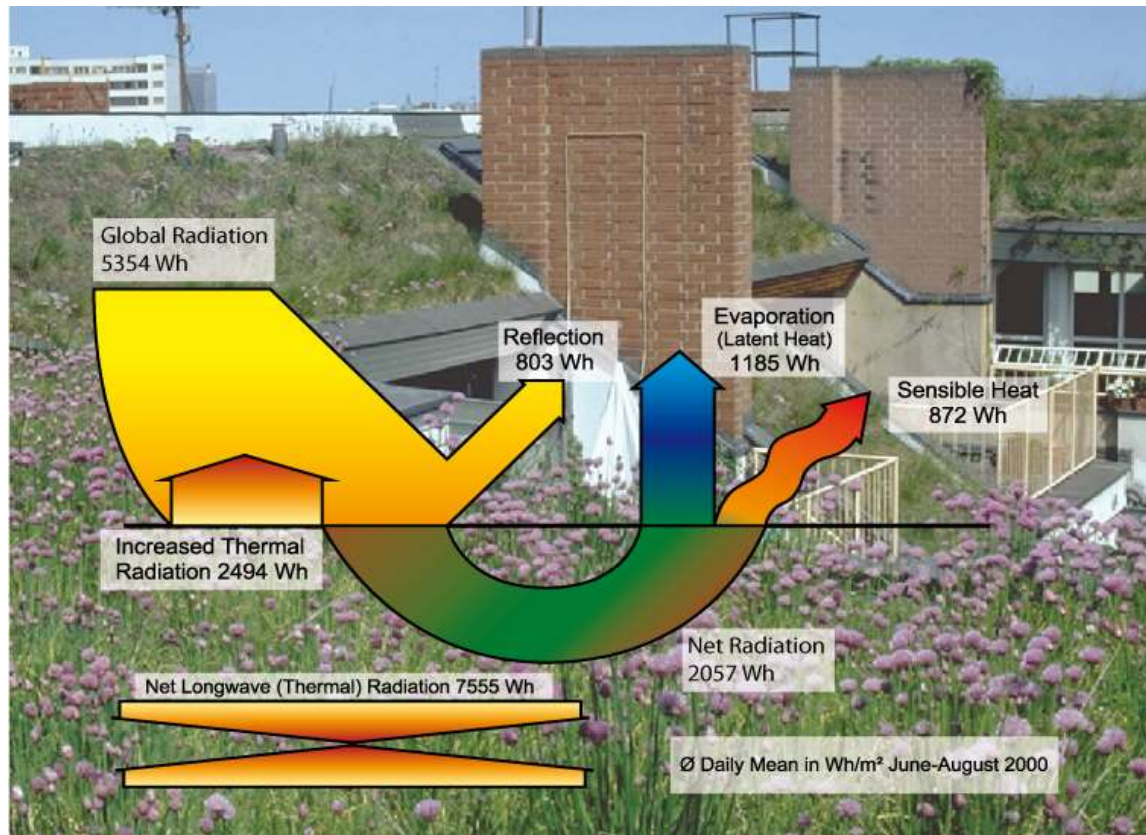
Strahlungsbilanz auf Bitumen und Ziegeln



Dipl. Ing. Marco Schmidt, TU Berlin

Energieeffizienz und Klimatisierung mit Pflanzen

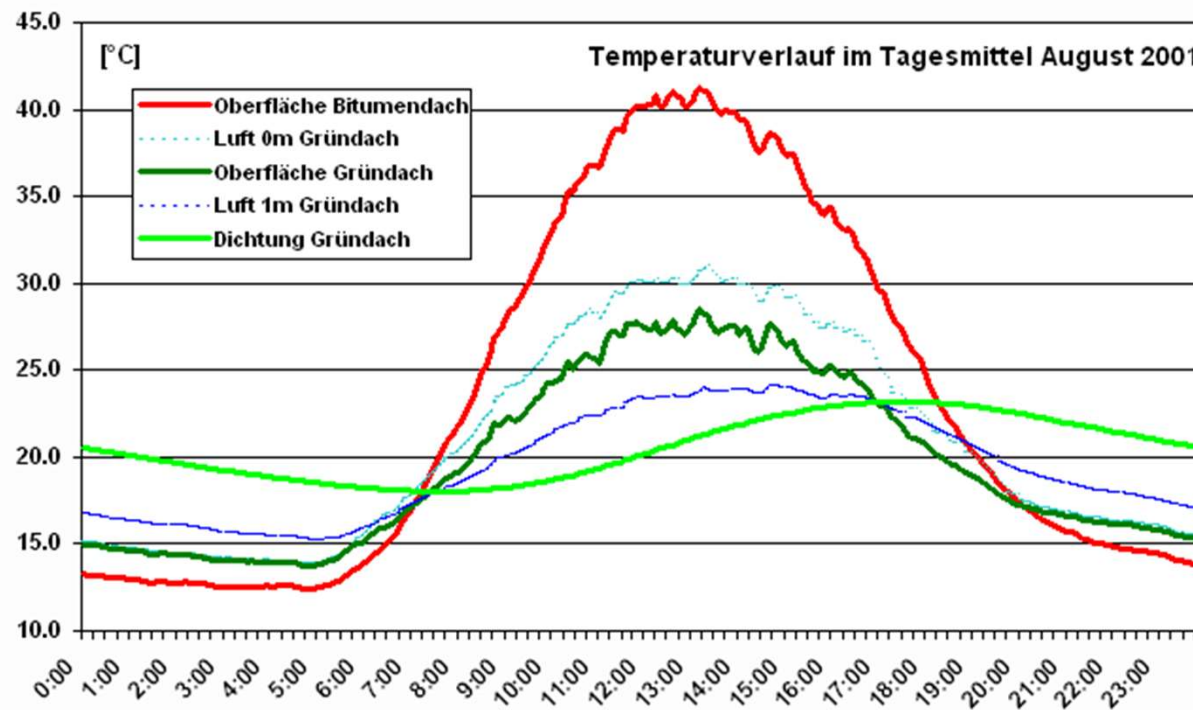
Strahlungsbilanz eines Gründaches



Dipl. Ing. Marco Schmidt, TU Berlin

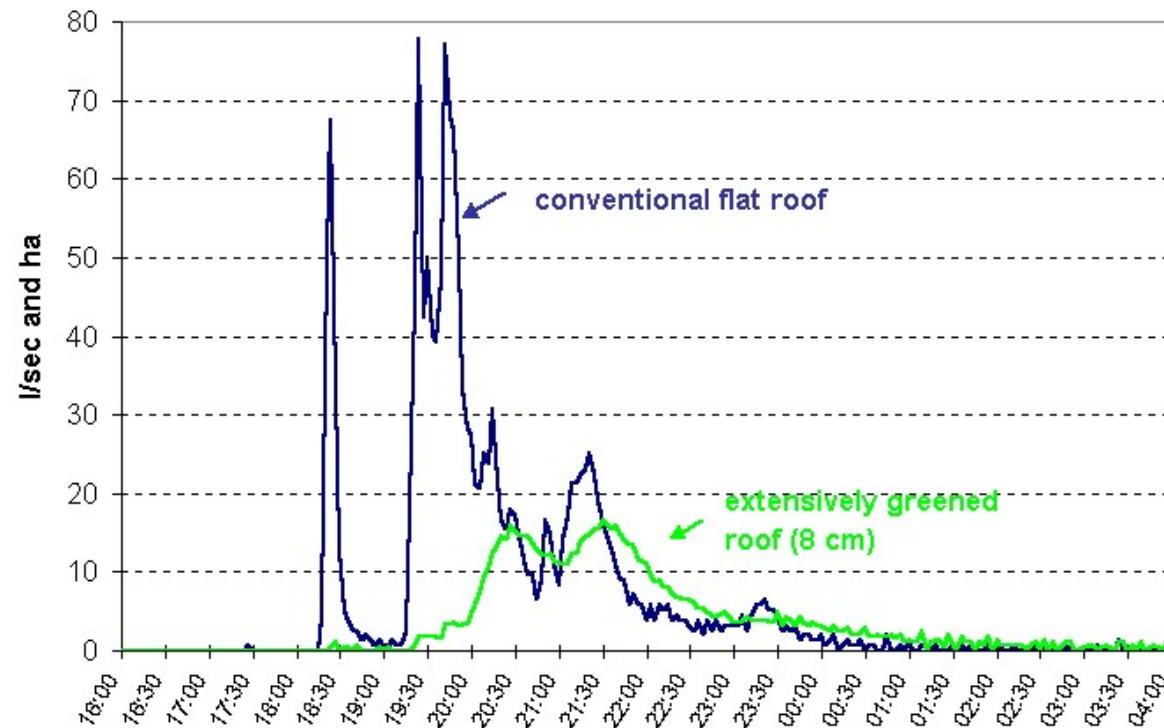
Energieeffizienz und Klimatisierung mit Pflanzen

Vergleich Gründach und Bitumendach



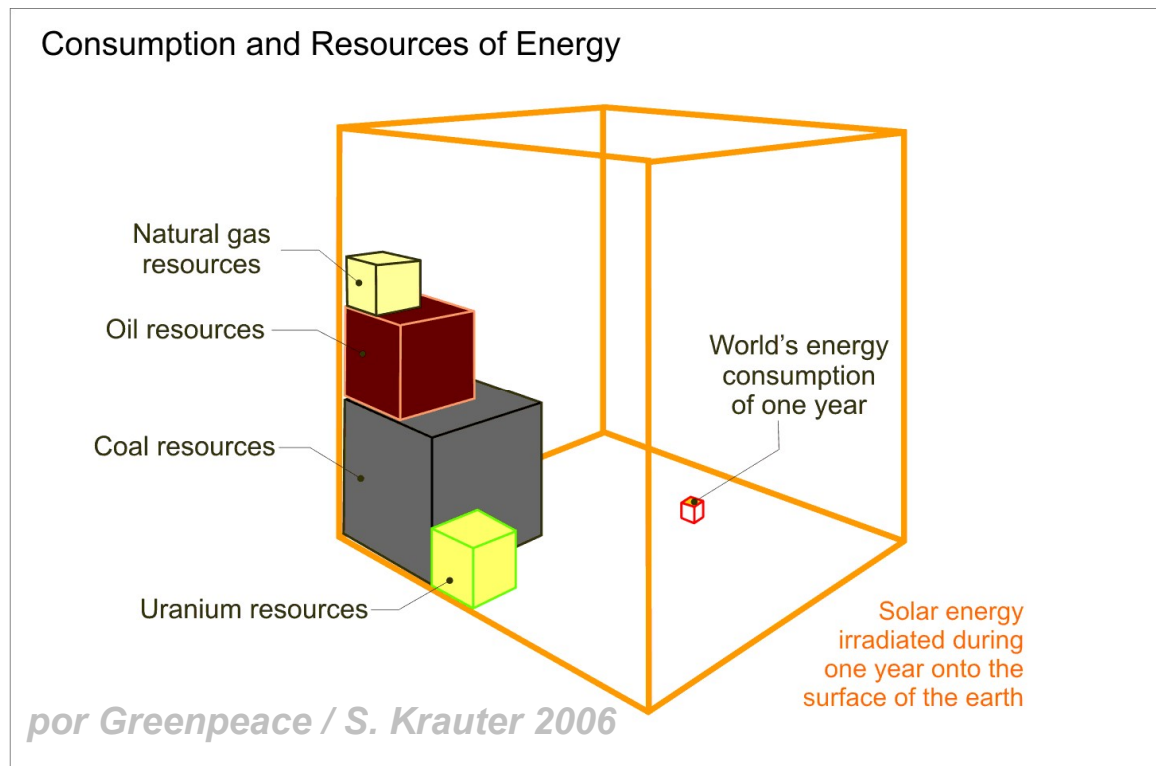
Energieeffizienz und Klimatisierung mit Pflanzen

Regenwasserablauf **Bitumendach** - **Gründach**



Energieeffizienz und Klimatisierung mit Pflanzen

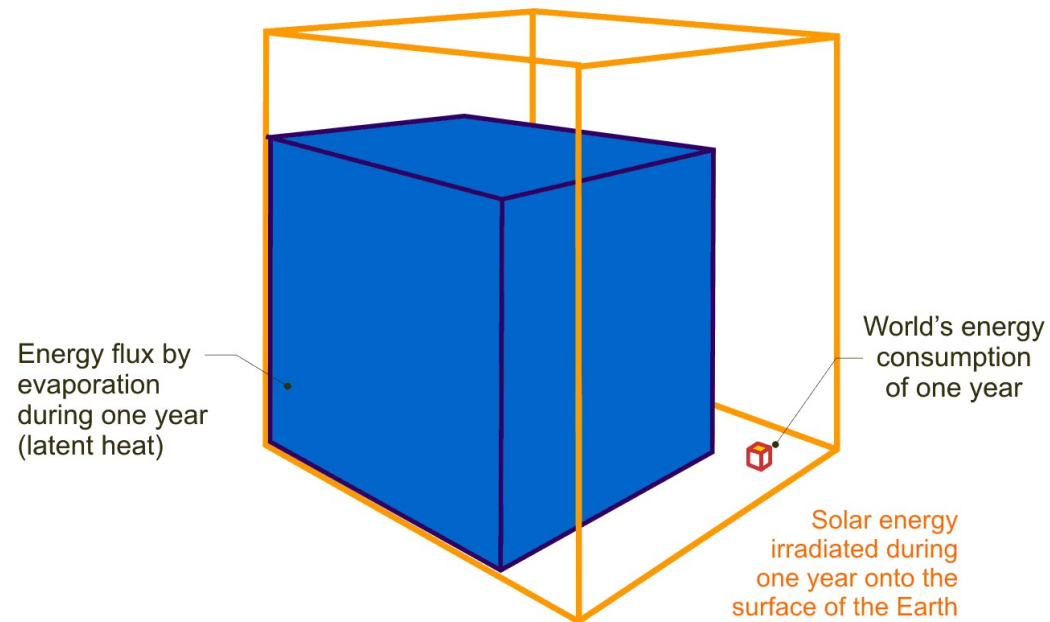
Energiereserven der Erde und unser Energieverbrauch



Energieeffizienz und Klimatisierung mit Pflanzen

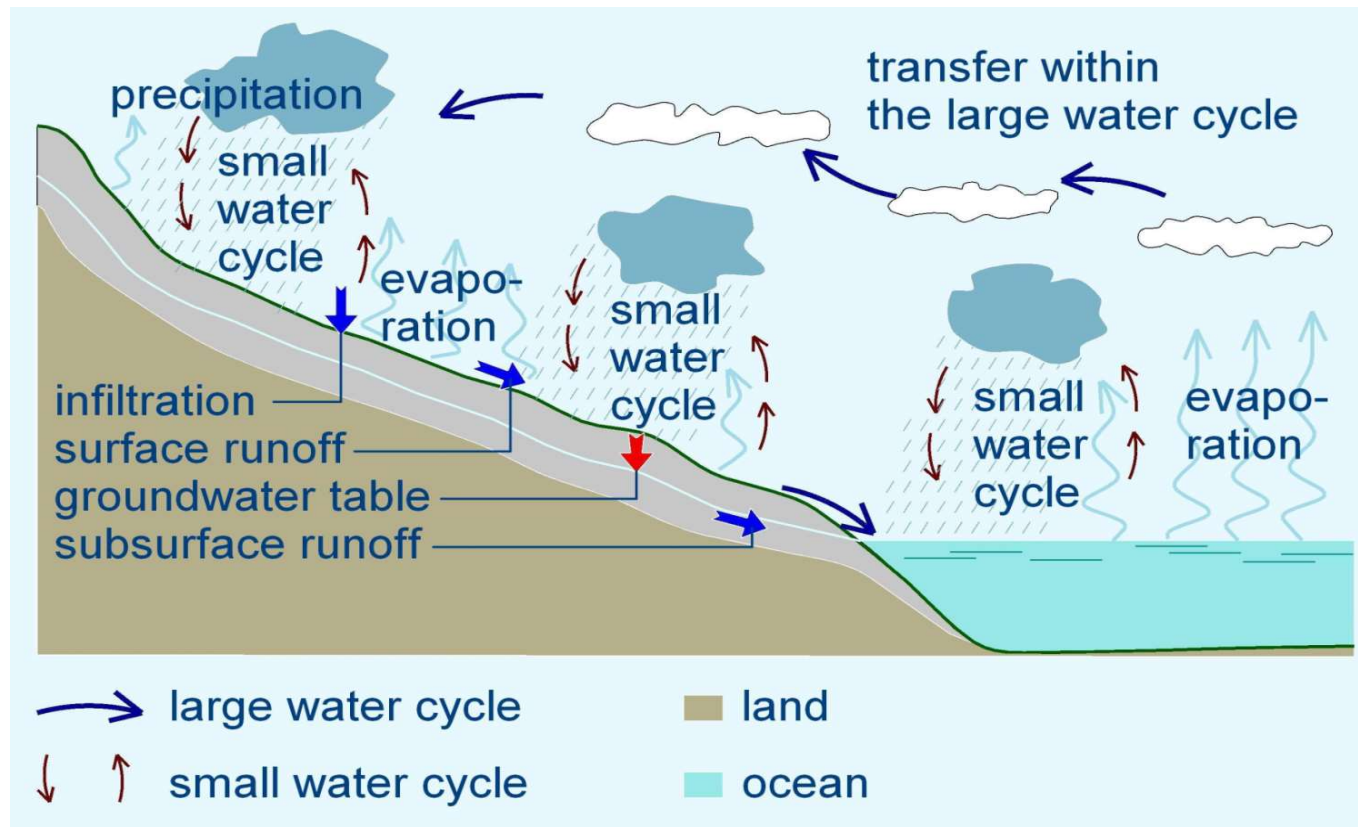
Anteil der Verdunstungskälte auf der Erde

Global Radiation in Relation of Evaporation (Latent Heat Flux)



Energieeffizienz und Klimatisierung mit Pflanzen

Tägliche dramatische globale Reduzierung von Grün in 2016



Energieeffizienz und Klimatisierung mit Pflanzen

Tägliche dramatische globale Reduzierung von Grün in 2016

Globaler Verlust an Wald: 350 km²

Globale Verstädterung: 150 km²

Globale Wüstenausbreitung: 300 km²

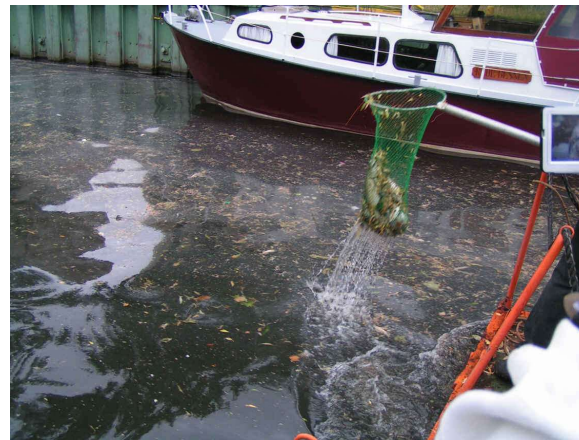
Prof. Stefan Krauter 2016

Energieeffizienz und Klimatisierung mit Pflanzen

Rainwater in Urban areas

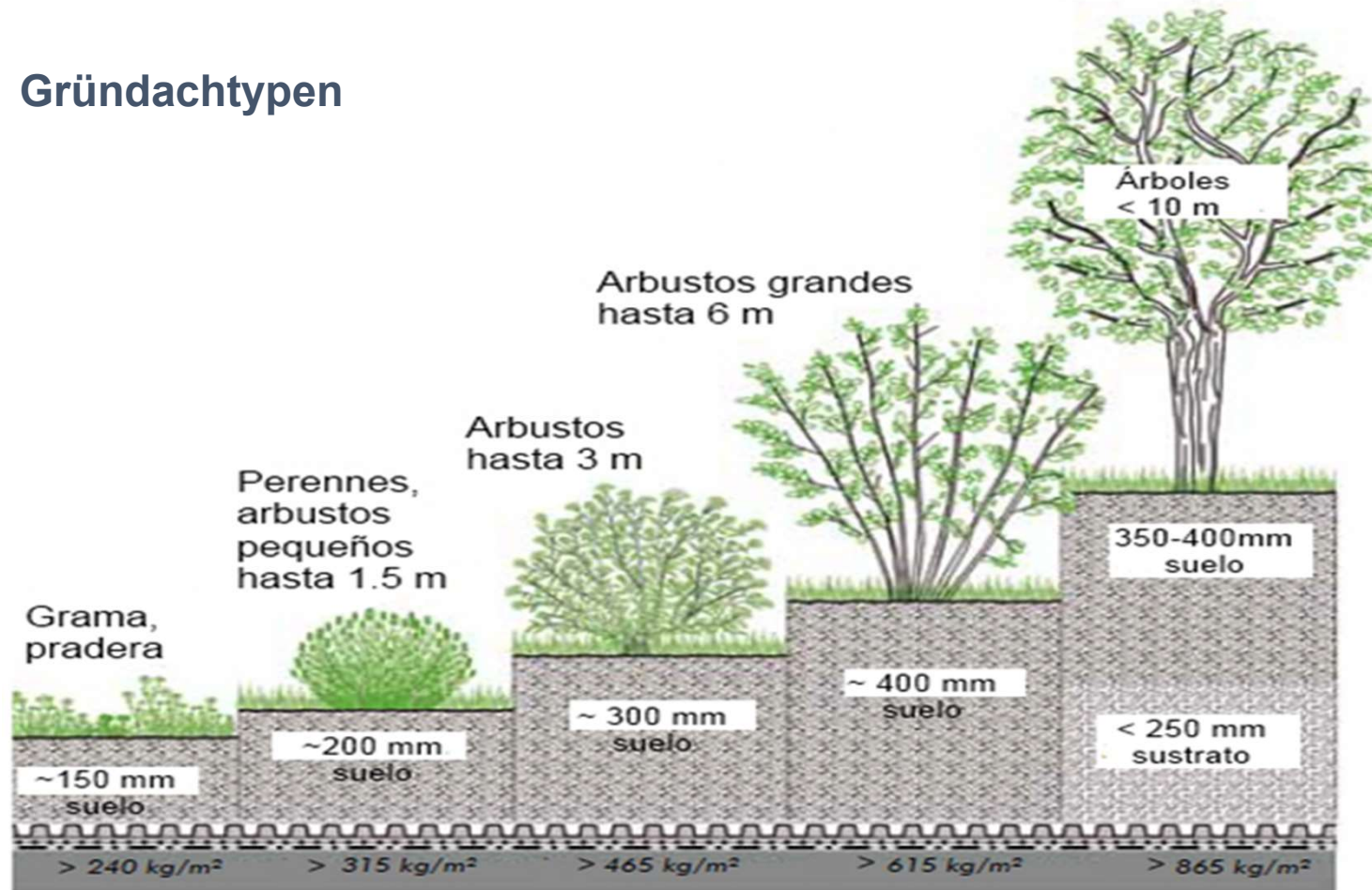
Directflow in Canalisation or Rivers and lakes

Overflow of wastewater with strong rain in Berlin:
20 - 30 times a year



Energieeffizienz und Klimatisierung mit Pflanzen

Gründachtypen



Energieeffizienz und Klimatisierung mit Pflanzen

Aufbau nach FLL Richtlinie



Energieeffizienz und Klimatisierung mit Pflanzen

Aufbau ufaFabrik



Vegetation

Substrat Blähton, Blähschiefer

Filtervlies

Drainage/Wasserspeicher

Schutzvlies

Wurzelschutzbahn

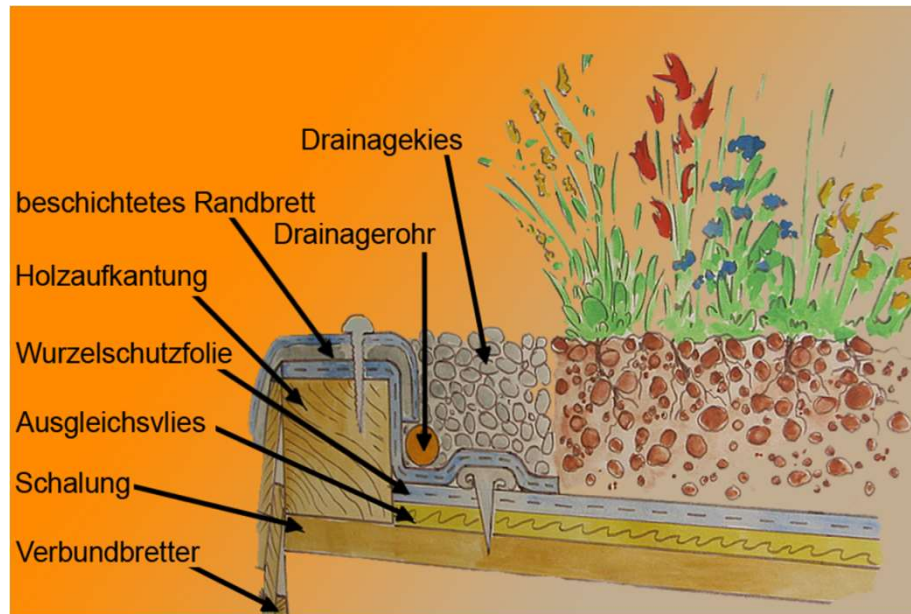
Isolierung

Dichtung/ Wurzelschutz

Dachschalung

Energieeffizienz und Klimatisierung mit Pflanzen

Skizze vom Gründach und Beispiel in der ufafabrik



Energieeffizienz und Klimatisierung mit Pflanzen

Aufbau FLL

Vegetation

Substrat, Bims
Filtervlies
Drainage
Wasserspeicher
Schutzvlies

Dichtung/ Wurzelschutz
Dachschalung

Aufbau ufaFabrik

Vegetation

Substrat, Blähton

Dichtung/ Wurzelschutz
Dachschalung

Aufbau Siebenlinden

Vegetation, Bienenweide

Substrat, Jute Netz

Schutzvlies

Dichtung/ Wurzelschutz
Dachschalung

Energieeffizienz und Klimatisierung mit Pflanzen

Dachlasten abgeschätzt

	Trockengewicht	Wasserspeicher	gesättigt	Einheit	Dicke	gesamt
			/m ² /cm		in cm	
Schutzflies	900 g/m ²	< 6 L/m ²	8,5	kg/m ²	0,6	8,5
Blähton	3,2 kg/m ² /cm	100%	6,5	kg/m ² /cm	10	65
Erde	10 kg/m ² /cm	50%	16	kg/m ² /cm	1,5	24
Sand, Samen, Sprossen °	8 kg/m ² /cm	25%	10	kg/m ² /cm	0,1	1
Juteflies	0,5 kg/m ²	300%	1,5	kg/m ²	1	1,5
					13,2	100

° geschätzt

Quelle: Baustoffe-liefern.de und <https://fiboexclay.de/sites/default/files/FiboExClay/Downloaddateien/LECAGEO.pdf>

Energieeffizienz und Klimatisierung mit Pflanzen

Gründachbau



Ein Dach mit einer **Neigung** von 0 – ca. 15° (27%), bei Verwendung von Rutschschwellen sind auch größere Steigungen von 20 bis 35° möglich. Die Statik des Daches sollte eine zusätzliche **Traglast** von ca. 60 kg / m² bei Verwendung von Secalfloor bzw. 100 kg / m² bei Verwendung von Substratgemischen mit einer Höhe von 10 cm aufweisen.



Eine wasserdichte, wurzelfeste Folie z.B. Rhepanol, EPDM oder Polyolefine, dient als Untergrund. Ist das Dach schon mit einer Bitumenbahn abgedichtet, kommt ein Trennvlies darüber und dann eine wurzelfeste Teichfolie.



Als Wasserspeicher und Nährboden kommen darauf zwei Lagen Secalfloor, hier unterbrochen von zwei Rutschschwellen, bei Dachneigungen über 15°. Beim Auslegen der Paneele gut wässern, aber Vorsicht, die sind dann sehr rutschig.



Secalfloor Paneele bestehen aus Roggenmehl, Holzfasern, Ton-Mehl und etwas Kalk.

Energieeffizienz und Klimatisierung mit Pflanzen

Gründachbau



Auf die gewässerten Secalor-Paneele werden die vorgezogenen Sedum-Matten ausgerollt, die Lücken mit Sedum-Resten ausgefüllt und das Ganze noch einmal gut gewässert.



Ist das Dach fertig gestellt, sollten die ersten vier Wochen gewässert werden, um den Anwuchs zu optimieren. Danach ist keine weitere Pflege notwendig bis auf eine jährliche Blickkontrolle, ob sich Baumsetzlinge angesiedelt haben. Diese müssen aus Sicherheitsgründen entfernt werden.



An den Dachrändern oder auch um Dachfenster oder anderen Durchdringungen werden ca. 20 cm breite Streifen mit 32-64 mm großen Drainagekies (Flußkies) belegt. Am Dachablauf den Kies großflächiger auslegen.

Energieeffizienz und Klimatisierung mit Pflanzen

Einsparpotential Gründach

Extensive Dachbegrünung mit Bewässerung

Zisterne (ca. 4% des jährlichen Niederschlags, 500,00 Euro pro m ³)	11,00 Euro/m ²
Bewässerungstechnik (Tropfschläuche, Pumpe, Steuerung)	3,00 Euro/m ²
Kosten pro m ² (abnahmefähiger Zustand)	17,00 Euro/m ²
Pflege und Wartung (Pflegezeitraum 40 Jahre)	17,00 Euro/m ²
Anpassung der Statik (Neubau)	10,00 Euro/m ²
Gesamtkosten – Investition, Betriebskosten	58,00 Euro/m²

Einsparpotentiale

Verlängerung der Lebensdauer der Dachabdichtung (25 auf 40 Jahre)	33,00 Euro/m ²
Dämmwirkung (2,5 cm Dämmstoff)	3,00 Euro/m ²
Verringerung der Reparaturkosten	4,00 Euro/m ²
Reduzierte Abwassergebühr (40 Jahre)	52,00 Euro/m ²
Gesamteinsparung	92,00 Euro/m²

Gesamteinsparung für den Bauherrn

34,00 Euro/m²

Bei Einbindung in das Hauswassernetz
Toilettenspülung, Waschmaschine, Gartenwasser

30 % des TW-Bedarfs

Dipl. Ing. Marco Schmidt, TU Berlin

Energieeffizienz und Klimatisierung mit Pflanzen

Klimatisierung mit Pflanzen (Luftreinhaltung, Kühlung, Dämmung)

trockener Frühling



nasser Frühling



Energieeffizienz und Klimatisierung mit Pflanzen

Klimatisierung mit Pflanzen (Luftreinhaltung, Kühlung, Dämmung)

Kühlung im Sommer durch Gründach und Fassadenbegrünung)



Energieeffizienz und Klimatisierung mit Pflanzen

Fassadenbegrünung in der Humboldt Uni Berlin Adlershof



Energieeffizienz und Klimatisierung mit Pflanzen

Fassadenbegrünung in der Humboldt Uni Berlin Adlershof



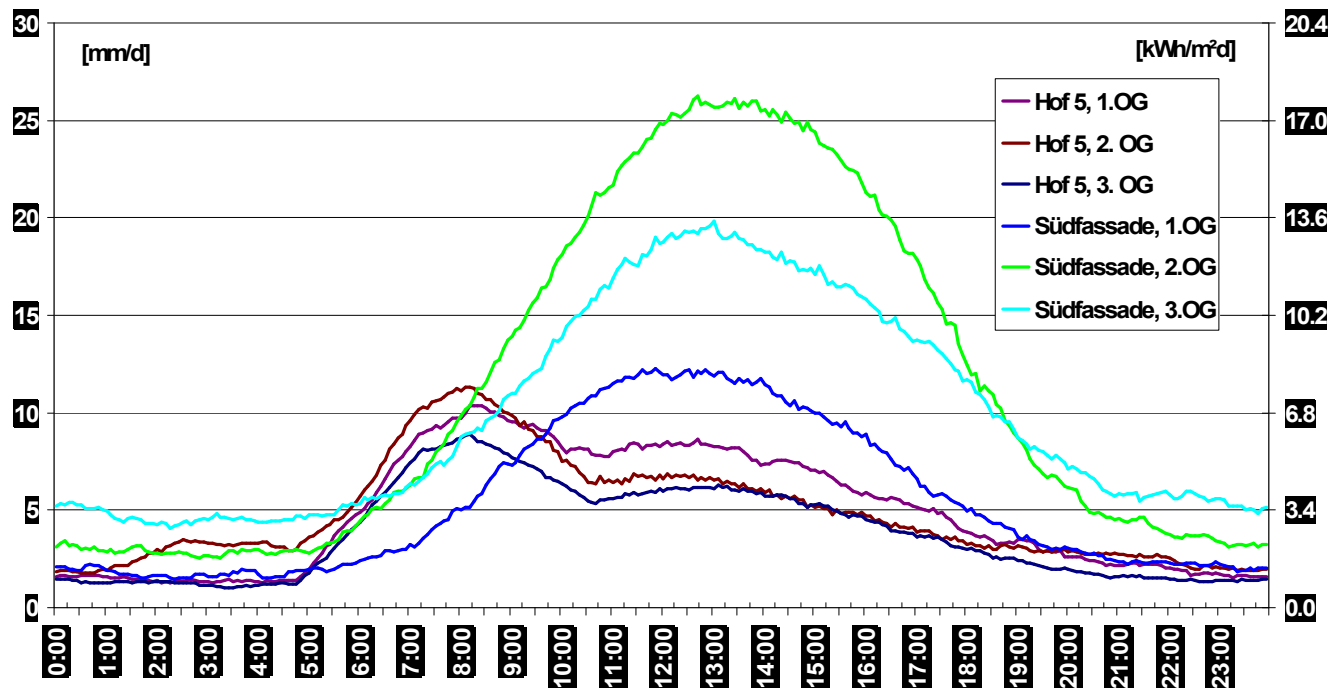
Actinidia kolomikta, Kiwi
Campsis tagliabuana, Trompetenwinde
Clematis paniculata, Waldrebe
Clematis orientalis
Clematis tangutica
Clematis tangutica 'Helios'
Clematis vitalba
Hydrangea petiolaris, Hortensie
Vitis coignetiae, Weinrebe
Wisteria sinensis 'Prolific', Blauregen

Dipl. Ing. Marco Schmidt, TU Berlin

Energieeffizienz und Klimatisierung mit Pflanzen

Verdunstung Adlershof Physikgebäude 15.7.05-14.9.05

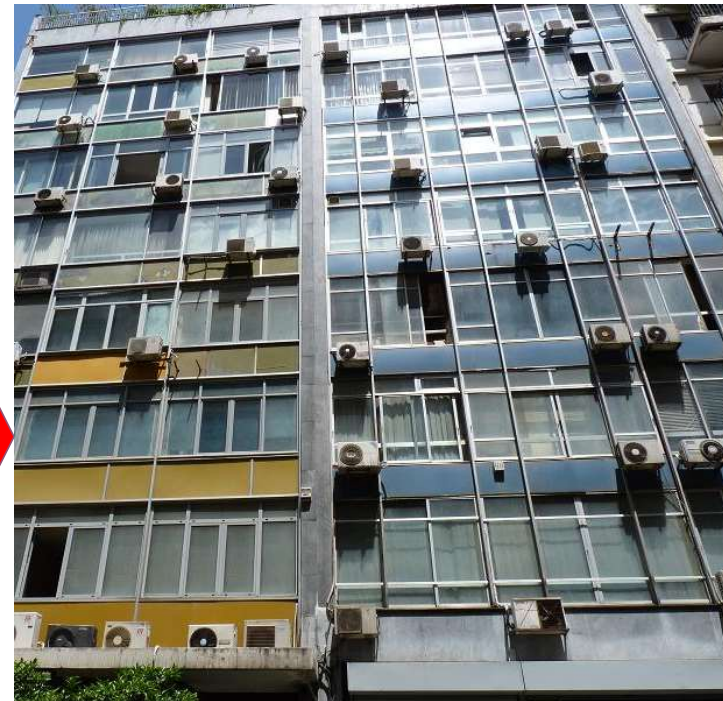
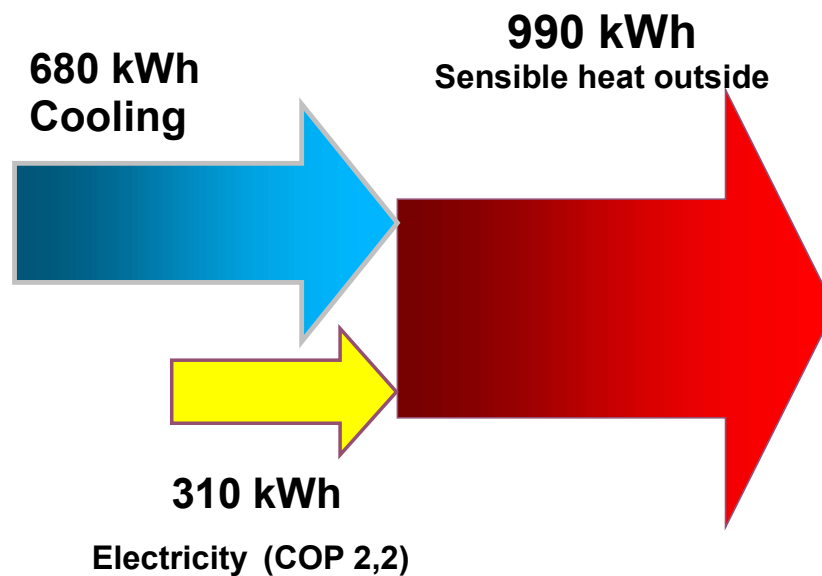
Verdunstungsenergie: 280 kWh pro Tag



Dipl. Ing. Marco Schmidt, TU Berlin

Energieeffizienz und Klimatisierung mit Pflanzen

Strom zur Kühlung der Gebäude ? Nicht nötig !!!



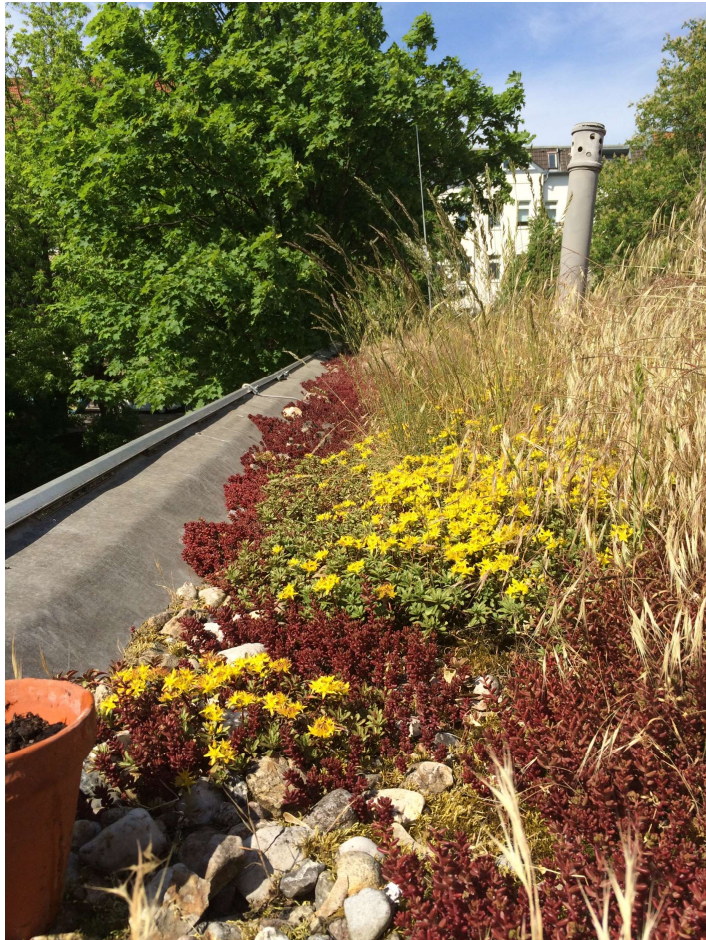
Dipl. Ing. Marco Schmidt, TU Berlin

Energieeffizienz und Klimatisierung mit Pflanzen

Pflanzen erreichen die gleiche KÜHLUNG aber ohne Strom und sehen auch COOLER aus!



Energieeffizienz und Klimatisierung mit Pflanzen



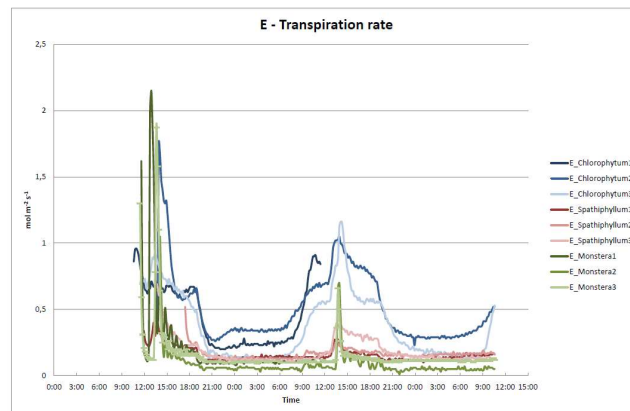
Randdrainage
zugewachsen

Energieeffizienz und Klimatisierung mit Pflanzen

Verdunstungsleistung von Dachpflanzen

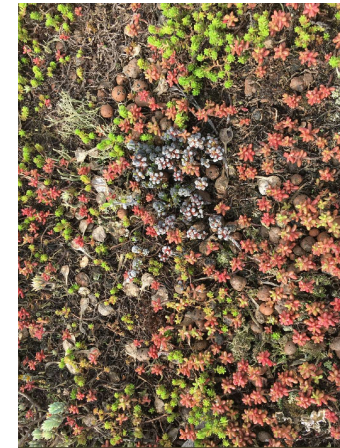


Die **Verdunstungsleistung** ist von verschiedenen Faktoren abhängig, etwa dem **Substrat**, den gewählten **Pflanzenarten** und dem Luftaustausch zwischen den Grenzflächen.



In der Abbildung ist eine Auswahl unterschiedlicher Pflanzentypen mit verschiedenen Verdunstungsleistungen zu sehen (n. Lambrinos, 2015).

Energieeffizienz und Klimatisierung mit Pflanzen



Energieeffizienz und Klimatisierung mit Pflanzen

Schnellwachsende, winterharte bienenfreundliche Teppichpflanzen

Sedum floriferum –Weihenstephaner Gold



Sedum acre – Mauerpfeffer :



Sedum telephinum – hohe Fetthenne



Sedum spurinum – Kaukasus- Fetthenne:



Sedum album – weißer Mauerpfeffer :



Thymus praecox rotvioletter / weißer Polsterthymian :



Energieeffizienz und Klimatisierung mit Pflanzen

Gründachpflanzen:

Sedum cyaneum Blaues Fettblatt



Cerastium tomentosum –Hornkraut :



Sedum –Weihenstephaner Gold



Sedum spurinum –Teppich Fettblatt :



Sedum telephinum – hohe Fetthenne :



Sedum spurinum – Kaukasus



Energieeffizienz und Klimatisierung mit Pflanzen

Calamintha nepeta – Bergminze :



Oreganum – Borstiger Dost



Pizza Oregano :



Alyssum montanum – Berg-Steinkraut



Thymosus serpyllum Thymian



Energieeffizienz und Klimatisierung mit Pflanzen

Potsdamer Platz Berlin 1963



Energieeffizienz und Klimatisierung mit Pflanzen

WIN WIN für Gründach und Solaranlage



Energieeffizienz und Klimatisierung mit Pflanzen

Energie Effizienz mit Pflanzen, win win



Energieeffizienz und Klimatisierung mit Pflanzen

Energy Efficiency with plants, win win



Session 3.3: Energy and Thermal Performance

INTERACTION BETWEEN PV-SYSTEMS AND EXTENSIVE GREEN ROOFS

Manfred Köhler, Werner Wiartalla, Rene Feige

Author 1, 3: Univ. of Applied Sciences Neubrandenburg, Neubrandenburg

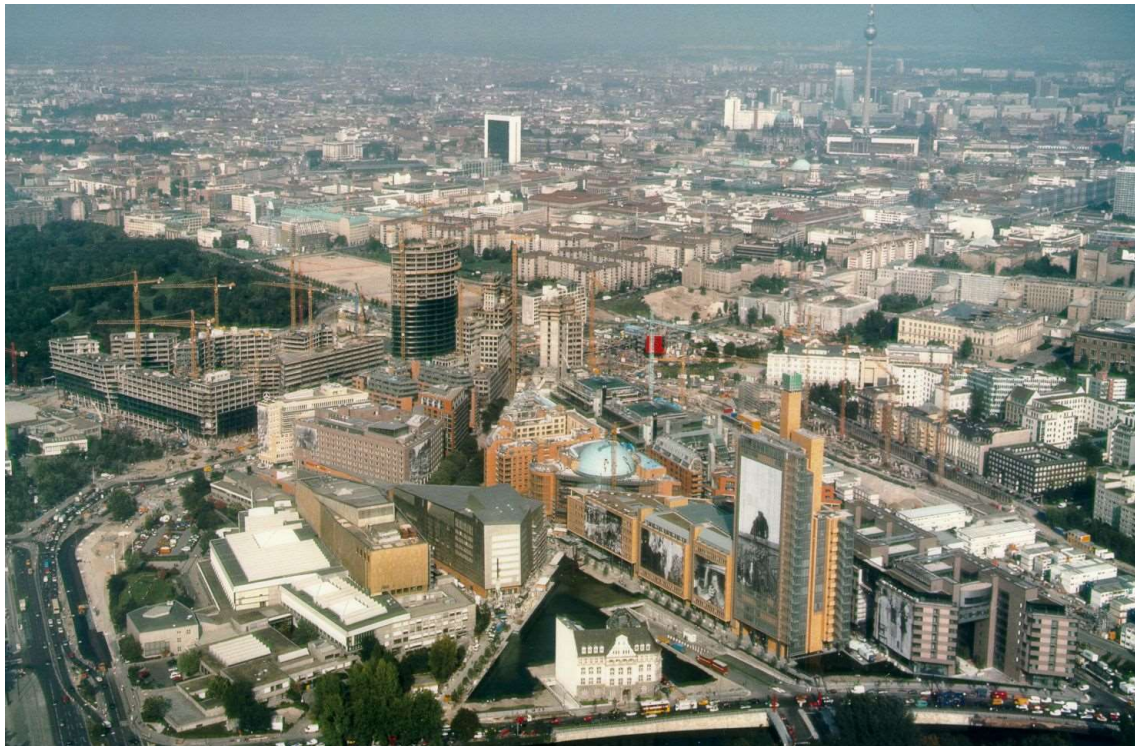
3. Ufafabrik, Berlin.

Abstract

On the cultural Center of the Ufa-Fabrik in Berlin Tempelhof, various extensive green roofs were installed in the 1980s. On a few of them in 1998 a first PV-power plant was installed with 53 KW_{peak}. Initially, a second one with a main focus on research was added in 1999 with a capacity of about 19 KW_{peak}. The main focus of the research was to enhance the PV-Technology. Test variables included the types of PV-Cells, inverter, and the influence of the exposure of the cells to the cooler ambient temperatures provided by the green roof. Fixed installation and three tracking systems were tested and compared.

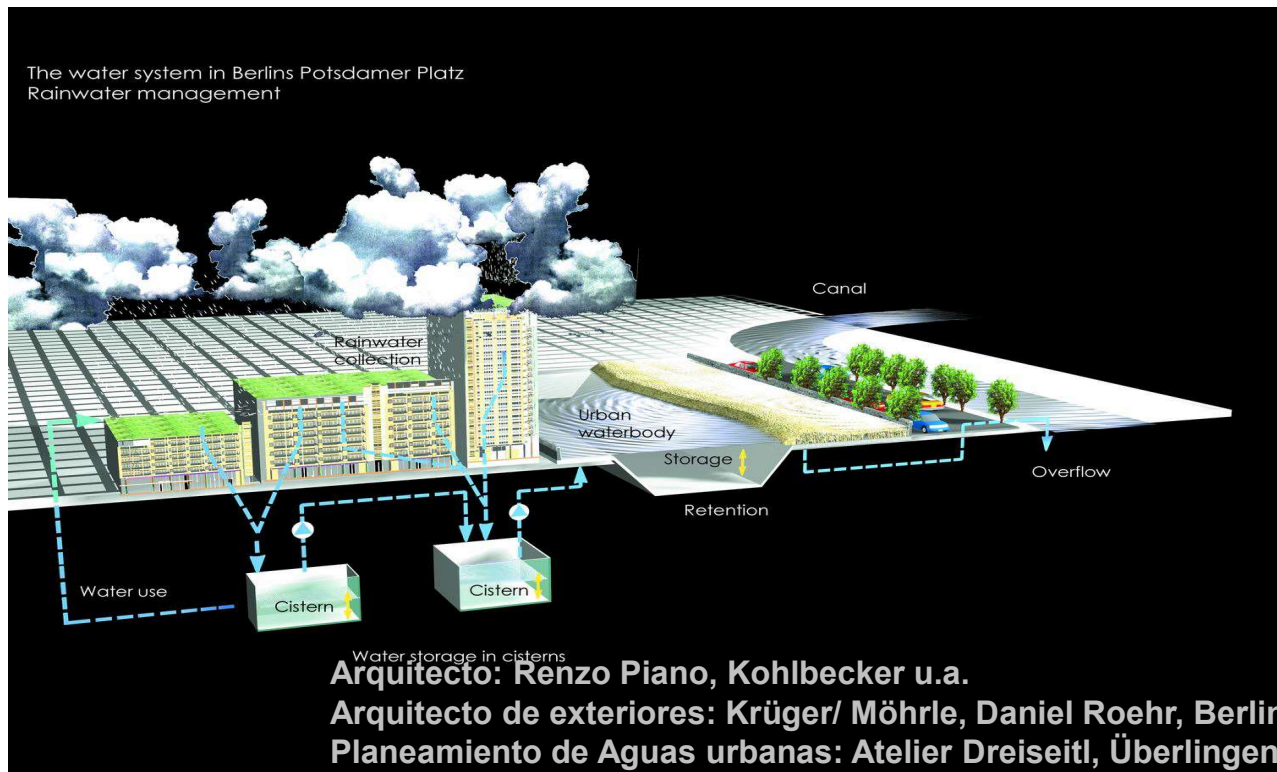
Energieeffizienz und Klimatisierung mit Pflanzen

Potsdamer Platz Berlin 1998



Energieeffizienz und Klimatisierung mit Pflanzen

Rainwater Management at Potsdamer Platz



Energieeffizienz und Klimatisierung mit Pflanzen



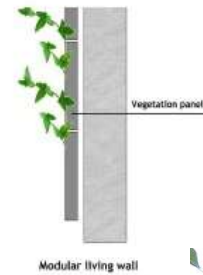
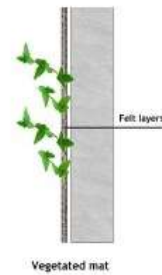
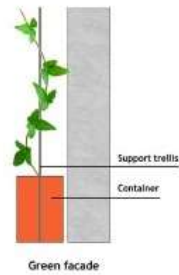
Living Wall

- Rooted in vertical soil
- Prefabricated modular structure
- More maintenance (irrigation, drainage, control nutrients, etc.)
- Big range of species

Energieeffizienz und Klimatisierung mit Pflanzen

Layers

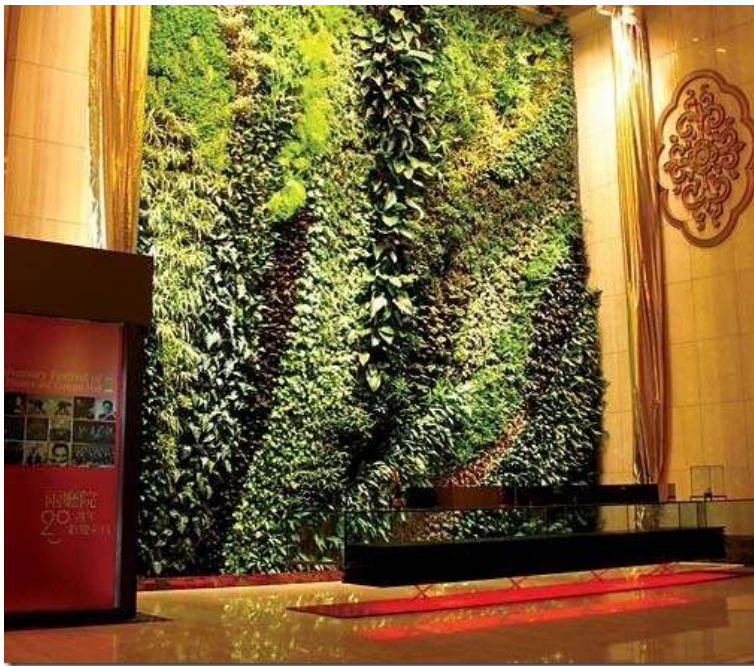
- Structure or panels
- Growing medium
- Plants



European Leonardo Project: Wood Constructions and Energy Efficiency

Energieeffizienz und Klimatisierung mit Pflanzen

Indoor gardens



European Leonardo Project: Wood Constructions and Energy Efficiency

Energieeffizienz und Klimatisierung mit Pflanzen

Vielfalt Gründach



Energieeffizienz und Klimatisierung mit Pflanzen

Urban gardening auf dem Gründach

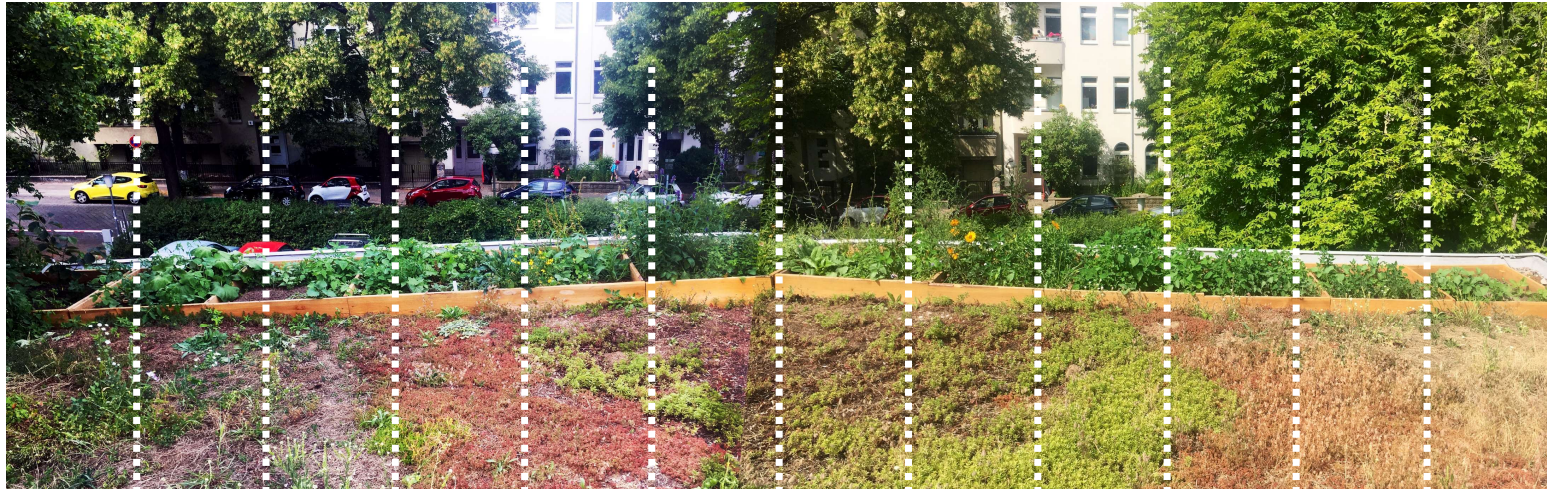


Energieeffizienz und Klimatisierung mit Pflanzen

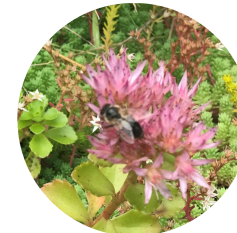
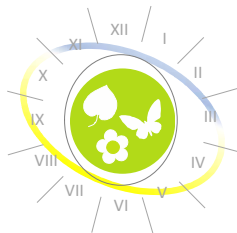
Urban gardening auf dem Gründach



Förderung der Biodiversität von Flora und Fauna



I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Helleborus niger Hamamelis interm. 'Westerstede'	Helleborus niger Helleborus foetidus Tussilago farfara	Potentilla aurea Petasites albus Pulsatilla vulgaris	Ranunculus ficaria Veronica officinalis Ranunculus flammula Aconitum napellus Ajuga reptans Aquilegia caerulea	Campanula rapunculoides Hieracium pilosella Echium vulgare Hippocrepis comosa Lotus corniculatus Knautia mac. 'Melton Pastels' Centaurea nigra ssp. rivularis Echinops ritro Trifolium repens Lychnis flos-cuculi	Cirsium rivulare 'Atropurpureum' Malva moschata, rosa Sedum acre Agastache foeniculum Lavandula angustifolia Lavandula stoechas 'Papillon' Borago officinalis Nepeta x faassenii Thymus vulgaris	Thymus vulgaris Artemisia vulgaris Carum carvi Scabiosa caucasica i. S. Lythrum salicaria Jasione laevis Dipsacus fullonum Hypericum perforatum Cichorium intybus var. Intybus Origanum vulgare Verbascum nigrum Inula helenium YSOP, Hyssopus officinalis' Foeniculum vulgare Lavandula angustifolia	Aster novae-Angliae Aster ageratoides Erica carnea Thymus vulgaris Achillea millefolium Alcea rosea	Aster ageratoides Erica carnea Thymus vulgaris Bellis Perennis Achillea millefolium	Colchicum Autumnale Erica carnea Aster spec. Crocus ligusticus Crocus speciosus	Helleborus niger Erica carnea	



Energieeffizienz und Klimatisierung mit Pflanzen

Gründach geht auch anders



Grant Sky Project1832 - Mai 25th 2009, 3.07 - 4.27 pm, 14 participants, Berlin, Germany.

© Ralf Seibert 2009



Energieeffizienz und Klimatisierung mit Pflanzen

Danke für ihre Aufmerksamkeit !

Dipl. Phys. Ing. Werner Wiartalla

Ingenieurbüro Wiartalla, Ökologie und Technologiekonzepte
werner.wiartalla@yahoo.de

www.ufafabrik.de
ufaFabrik Berlin e.V., Zentrum für Ökologie, Kultur, Ökonomie und Gemeinschaft



Energieeffizienz und Klimatisierung mit Pflanzen

Begrünter Zirkuswagen am Tempelhofer Feld



Energieeffizienz und Klimatisierung mit Pflanzen

Gründach Siebenlinden

