



Landeshauptstadt  
München

**Baureferat**  
**Referat für Gesundheit  
und Umwelt**

## Ausbau städtischer Solaranlagen

**Innovative Lösungen**  
**Solartechnik und Architektur**



**„Wir unterstützen den Ausbau von Solaranlagen als Bestandteil eines ganzheitlichen Energiekonzepts“.**



Hep Monatzeder  
3. Bürgermeister



Rosemarie Hingerl  
Baureferentin



Joachim Lorenz  
Referent für Gesundheit  
und Umwelt

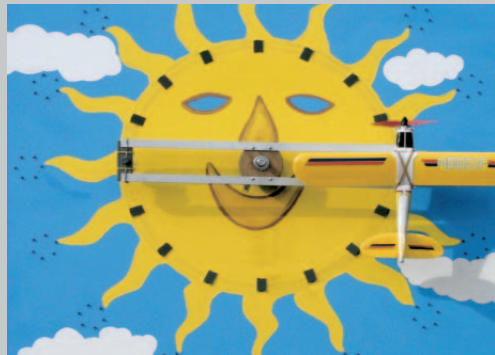
Die Landeshauptstadt München hat sich zum Ziel gesetzt, den für das Jahr 1987 ermittelten Wert der CO<sub>2</sub>-Emissionen bis 2010 zu halbieren. Dazu hat der Stadtrat 1999 das erweiterte Klimaschutzprogramm mit einer Vielzahl von Einzelmaßnahmen beschlossen. Dem Klimaschutz in München werden damit neue Impulse gegeben. Neben der effektiveren Energienutzung ist die regenerative Energiegewinnung, wie beispielsweise der Ausbau stadtteigener Solaranlagen, zu verstärken.

Die ersten 40 Solaranlagen hat das Baureferat bereits in den 80er und 90er Jahren realisiert. Es handelte sich überwiegend um Aufdachanlagen, die von den Bürgerinnen und Bürgern nur eingeschränkt wahrgenommen werden konnten. Inzwischen stehen weiterentwickelte Technologien zur Verfügung, die eine bewusste Einbindung in das Architekturkonzept ermöglichen.

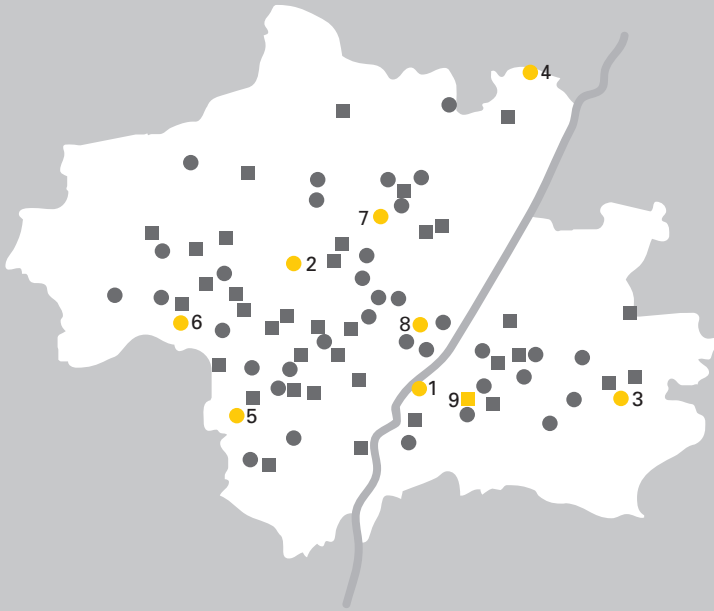
Durch die zusätzlichen Mittel des erweiterten Klimaschutzprogramms sowie der hohen Stromerlöse auf der Grundlage des „Erneuerbare-Energien-Gesetzes“ konnte das Baureferat bis zum Jahr 2004 weitere 41 Solaranlagen

in Betrieb nehmen. Die Umwelt wird hiermit jährlich um 136 Tonnen CO<sub>2</sub> entlastet. Intention ist es, die Wirtschaftlichkeit, die Entwicklung und Verbreitung der Solartechnologie zu fördern und in der Öffentlichkeit bekannt zu machen. In Schulen und Kindertageseinrichtungen wird besonders auf eine pädagogische Einbindung der Kinder und Jugendlichen geachtet.

Auf den nächsten Seiten zeigen wir Ihnen, wie sich Solaranlagen in Fassaden und Dächern effizient und ästhetisch integrieren lassen. Durch diese neuen Einsatzmöglichkeiten wird die Solararchitektur für die Bürgerinnen und Bürger gut wahrnehmbar. Sie soll Interesse wecken und zum Nachahmen anregen.



# Auf einen Blick: Städtische Solaranlagen, verteilt über das Stadtgebiet



● Photovoltaikanlagen  
■ Solarthermieanlagen

Nachfolgend stellen wir Ihnen eine Auswahl interessanter Solarprojekte auf städtischen Gebäuden vor:

- |                                     |   |
|-------------------------------------|---|
| <b>1. Untergiesing – Harlaching</b> | Palmenhaus Sachsenstraße 9                          |
| <b>2. Neuhausen – Nymphenburg</b>   | Turnhalle Grundschule Dom-Pedro-Platz 2             |
| <b>3. Trudering – Riem</b>          | Grundschule Markgrafenstraße 33                     |
| <b>4. Milbertshofen – Am Hart</b>   | Grundschule Hildegard-von-Bingen-Anger 4            |
| <b>5. Hadern</b>                    | Kooperationseinrichtung Prälat-Wellenhofer-Straße 5 |
| <b>6. Pasing – Obermenzing</b>      | Bertolt-Brecht-Gymnasium Peslmüllerstraße 6         |
| <b>7. Milbertshofen – Am Hart</b>   | Stadtteil-Kulturzentrum Schleißheimer Straße 332    |
| <b>8. Altstadt – Lehel</b>          | Verwaltungsgebäude Herzog-Wilhelm-Straße 15         |
| <b>9. Obergiesing</b>               | Stadtteil-Kulturzentrum Giesinger Bahnhofplatz 1    |



Was verbirgt sich hinter den technischen Ausdrücken?

- Photovoltaikanlage** Anlage zur Gewinnung von elektrischem Strom aus Sonnenlicht (auch als Solarstromanlage bezeichnet)
- Solarthermieanlage** Anlage zur Gewinnung von Wärme aus Sonnenlicht
- kW** Angabe der aktuellen Leistung (Kilowatt)
- kW<sub>p</sub>** Angabe der maximalen (peak) Leistung (Kilowatt) unter optimalen Bedingungen (Einstrahlwinkel der Sonne, Lufttemperatur)
- kWh/a** Energieertrag (Kilowattstunden) pro Jahr
- CO<sub>2</sub>** Kohlendioxid: Diese Emission wird vermieden, wenn Strom oder Wärme aus Sonnenlicht gewonnen werden (bei Strom zirka 800 Gramm pro Kilowattstunde, bei Wärme zirka 200 Gramm pro Kilowattstunde)

# 1 Palmenhaus Sachsenstraße 9 Untergiesing – Harlaching

## Photovoltaik und Photosynthese

Bei der Photosynthese wird in Pflanzen Kohlendioxid mittels Lichtenergie in Sauerstoff umgewandelt. Der photovoltaische Prozess hingegen beschreibt die Erzeugung von elektrischem Strom durch Lichtenergie. Im Palmenhaus finden beide Prozesse der CO<sub>2</sub>-Vermeidung gleichzeitig statt.

Im Sommer spenden mediterrane Gewächse Schatten auf öffentlichen Plätzen. Aber wissen Sie auch, wo diese Pflanzen überwintern? Das Baureferat betreibt dafür mehrere Glashäuser. Das größte davon, mit etwa 700 Quadratmetern Grundfläche, befindet sich im Betriebshof an der Sachsenstraße 9. Die komplett verglaste Stahlkonstruktion dient auf Grund seiner lichten Höhe von sieben Metern auch zur Aufnahme von Palmen, daher der eingebürgerte Name „Palmenhaus“.



Aus sicherheitstechnischen Gründen war es im Jahr 2004 notwendig, die vorhandene Verglasung auszutauschen. Im Zuge dieser Baumaßnahme realisierte das Baureferat eine für Gewächshäuser einmalige Lösung einer innovativen Photovoltaikanlage. Dazu wurden kristalline Siliziumzellen in bestimmten Glasbereichen integriert. Die Anlage vereint Stromgewinnung, Verschattung und Dachabdichtung in einem System.

Inbetriebnahme:	Oktober 2004
Bauart:	Dachintegration (solar-roof)
Modul:	360 Stück Glas-Glas-Lamine mit polykristallinen Zellen à 76 W <sub>p</sub>
Größe:	375 m <sup>2</sup>
Leistung:	27 kW <sub>p</sub>
Wechselrichter:	6 Stück à 4 kW
Jahresertrag:	21.000 kWh/a
CO <sub>2</sub> -Reduktion:	16 Tonnen CO <sub>2</sub> /a

## Spannung, Sport und Spiel



2



3

Haben Sie die Photovoltaikanlage erkannt? Es sind **nicht** die dunklen Bereiche. Diese vier Felder sind geschlossene Jalousien in den kippbaren Fenstern.

Das unter Denkmalschutz stehende Schulgebäude wurde in den Jahren 2003 und 2004 saniert. Das Baureferat errichtete in diesem Zusammenhang eine moderne Turnhalle unter dem Dach. Um ausreichend Tageslicht einfallen zu lassen, wurde das Dach an der Südseite geöffnet und die Mansarde großflächig verglast. Die südliche Ausrichtung ist optimal für den Einsatz einer lichtdurchlässigen Photovoltaikanlage.

Positiver Nebeneffekt: Zusätzlich zur Stromerzeugung ist auch bei starker Sonnenstrahlung im Sommer ein angenehmes Raumklima gesichert.

Inbetriebnahme: November 2004  
Bauart: Integration (lichtdurchlässig)  
in die schräge Turnhallen-  
verglasung  
Modul: 36 Stück transparente  
Dünnschichtmodule  
Größe: 80 m<sup>2</sup>  
Leistung: 2,9 kW<sub>p</sub>  
Wechselrichter: 3 Stück à 1 kW  
Jahresertrag: 2.000 kWh/a  
CO<sub>2</sub>-Reduktion: 1,6 Tonnen CO<sub>2</sub> /a

# 3 Grundschule Markgrafenstraße 33 Trudering – Riem

## Aula mit Durchblick

Betritt man die Aula der Grundschule, fällt sofort das außergewöhnliche Oberlicht auf. Angezogen durch das Wolkenspiel am Himmel, wandert der Blick automatisch nach oben. Das Oval lässt den Raum mit Tageslicht erstrahlen. Die lichtdurchlässigen Module hängen kunstvoll und in spielerischer Leichtigkeit wie in einem Netz. Damit wird eindrucksvoll veranschaulicht, wie auf ästhetische Weise Strom erzeugt werden kann.



Inbetriebnahme:	August 2003
Bauart:	Integration (lichtdurchlässig) in Überkopfverglasung (Oberlicht)
Modul:	transparente Dünnschichtmodule
Größe:	52 m <sup>2</sup>
Leistung:	2,2 kW <sub>p</sub>
Wechselrichter:	1 Stück à 2 kW
Jahresertrag:	1.600 kWh/a
CO <sub>2</sub> -Reduktion:	1,3 Tonnen CO <sub>2</sub> /a

# 4 Grundschule Hildegard-von-Bingen-Anger 4 Milbertshofen – Am Hart



6



## Werken und Basteln im Schutz des „Solargartens“

Beim Neubau dieser Grundschule errichtete das Baureferat für den naturnahen Unterricht zwei große Dachgärten. Die Einzigartigkeit der Solaranlage besteht darin, dass die Paneele lamellenförmig in die Pergola integriert sind. Wie eine schützende Hand scheinen die Photovoltaikmodule über den Funktionsgärten zu schweben. Hier im Schatten der Solarelemente macht im Sommer das Lernen im Freien Spaß.

Inbetriebnahme:	August 2004
Bauart:	lamellenartige Überkopfmontage
Modul:	288 Stück Glas-Folien- Lamine mit polykristallinen Zellen à 35 W <sub>p</sub>
Größe:	104 m <sup>2</sup> (reine Modulfläche)
Leistung:	10 kW <sub>p</sub>
Wechselrichter:	6 Stück à 1,7 kW
Jahresertrag:	10.000 kWh/a
CO <sub>2</sub> -Reduktion:	8 Tonnen CO <sub>2</sub> /a

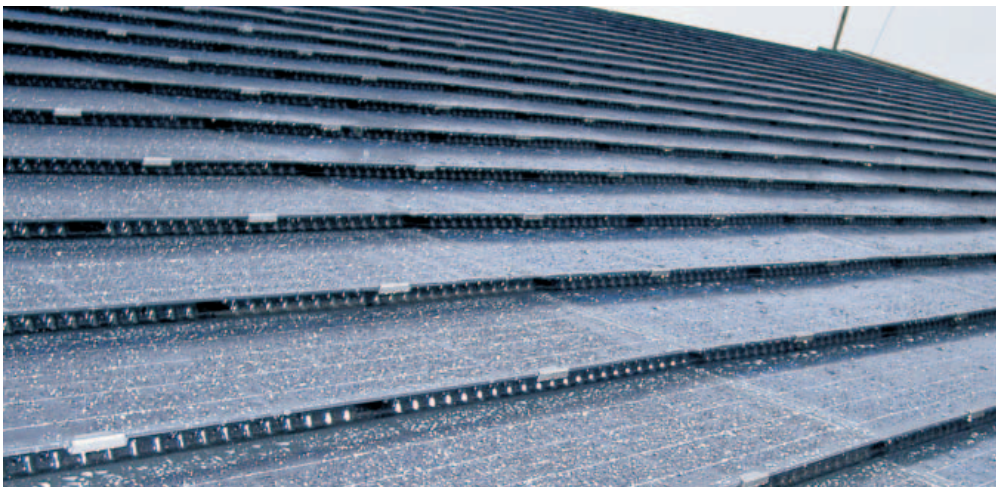
# 5 Kooperationseinrichtung Prälat-Wellenhofer-Straße 5 Hadern

## Vor Regen schützen und die Sonne nützen

Bereits im Planungsvorfeld wurde darauf Wert gelegt, dem Baukörper eine möglichst große und nach Süden orientierte Dachfläche zu geben. Damit ist es gelungen, eine für dieses Gebäude maximal flächen- und neigungsoptimierte Photovoltaikanlage zu installieren. Durch die komplette Verlegung mit Photovoltaikmodulen konnte vollständig auf die sonst notwendige Dachabdeckung, z. B. Ziegel oder Blech, verzichtet werden. Mit diesem Projekt entstand gleichzeitig die größte der stadteigenen Solarstromanlagen.



Abbildung links zeigt, wie der gewonnene Solarstrom umgewandelt und in das öffentliche Stromnetz eingespeist wird.



Inbetriebnahme:	August 2004
Bauart:	solar-roof
Modul:	828 Stück Glas-Folien-Lamine mit polykristallinen Zellen à 35 W <sub>p</sub>
Größe:	298 m <sup>2</sup>
Leistung:	29 kW <sub>p</sub>
Wechselrichter:	8 Stück à 3 kW
Jahresertrag:	30.000 kWh/a
CO <sub>2</sub> -Reduktion:	24 Tonnen CO <sub>2</sub> /a

## Dachhaut mit Solarstreifen



8

Eine Neuheit wurde bei der Flachdachsanie-  
rung des Gymnasiums im Jahr 2002 ver-  
wirklicht. Werkseitig direkt auf die Dachfolie  
geschweißte, flexible Photovoltaikmodule  
wurden zusammen mit der Abdichtungsbahn  
in einem Arbeitsgang auf dem Sheddach auf-  
gebracht. Dieses System ist leicht und stabil  
zugleich, so dass keine statischen Zusatzmaß-  
nahmen mehr notwendig waren. Von der Dach-  
terrasse der Schule aus zeigt sich eine einmali-  
ge Perspektive: Ästhetik in Kombination mit  
Schlichtheit.



Inbetriebnahme:	Februar 2003
Bauart:	solar-roof, werkseitig auf Dachfolie geschweißt
Modul:	36 Stück flexible, dreilagige Dünnschichtzellen à 128 W <sub>p</sub>
Größe:	78 m <sup>2</sup>
Leistung:	4,6 kW <sub>p</sub>
Wechselrichter:	2 Stück à 2 kW
Jahresertrag:	4.700 kWh/a
CO <sub>2</sub> -Reduktion:	3,7 Tonnen CO <sub>2</sub> /a

## Eine Fassade steht unter Strom

Bei diesem Neubau wurden Teile der Südfassade aus Glas errichtet. Die Idee war, das Foyer und das Café mit Tageslicht zu durchfluten. Zur Verschattung und Vermeidung von Überhitzung im Sommer wurden in der Fassade punktuell lichtdurchlässige Photovoltaikmodule eingesetzt. Die Besonderheit dieser Module ist, dass trotz der Technik für die Besucherinnen und Besucher die Sicht keineswegs eingeschränkt wird. Auf eine Kühlung des Gebäudes oder einen aufwändigen Sonnenschutz kann dadurch verzichtet werden.



Inbetriebnahme:	Herbst 2005
Bauart:	Integration in Glasfassade nach Süden und Westen
Modul:	68 Stück transparente Dünnschichtmodule unterschiedlicher Größe
Größe:	165 m <sup>2</sup>
Leistung:	4,7 kW <sub>p</sub>
Jahresertrag:	3.000 kWh/a
CO <sub>2</sub> -Reduktion:	2,5 Tonnen CO <sub>2</sub> /a



# 8 Verwaltungsgebäude Herzog-Wilhelm-Straße 15 Altstadt – Lehel

## Perspektive mit Weitblick

Das Verwaltungsgebäude in der Innenstadt wurde in den Jahren 2002 und 2003 general-saniert. Im obersten Geschoss wurde wegen des starken Sonneneinfalls ein fest stehendes, solares Vordach installiert. Die Module sind so gestaltet, dass noch ausreichend Licht durch die Zellenzwischenräume gelangt und gleichzeitig eine Überhitzung an den Arbeitsplätzen vermieden wird.

Inbetriebnahme: Juli 2004  
Bauart: fest stehender Sonnenschutz  
Ost, Süd, West  
Modul: 54 Stück Glas-Glas-Lamine  
à 86/99 W<sub>p</sub>  
Größe: 50 m<sup>2</sup>  
Leistung: 5 kW<sub>p</sub>  
Wechselrichter: 1 Stück à 2,5 kW und  
2 Stück à 1,5 kW  
Jahresertrag: 4.000 kWh/a  
CO<sub>2</sub>-Reduktion: 3 Tonnen CO<sub>2</sub> /a



9



10

# 9 Stadtteil-Kulturzentrum Giesinger Bahnhof Obergiesing

## Moderne Technik in historischem Bestand

Dank der Initiativen von Giesinger Bürgern konnte das historische Bahnhofsgebäude aus dem Jahr 1898 vor dem Abriss gerettet werden. Das jetzt unter Denkmalschutz stehende Gebäude wurde durch die Sanierung und Nutzung als Kulturzentrum zu neuem Leben erweckt. Der wesentliche Bestandteil des Energiekonzepts ist eine Luftkollektoranlage. Diese Anlage beheizt mit solar erwärmter Luft den Gastronomiebereich und erzeugt außerdem Warmwasser. Die farblich neutral eingebundenen Luftkollektoren entsprechen den strengen Vorgaben des Denkmalschutzes – erkennen Sie die Kollektoren auf den ersten Blick?

Inbetriebnahme: Dezember 2003  
Bauart: Luftkollektor, dachparallel  
Größe: 38 m<sup>2</sup>  
Nennleistung: 24 kW<sub>th</sub> thermisch  
Jahresertrag: 28.000 kWh/a  
CO<sub>2</sub>-Reduktion: 6 Tonnen CO<sub>2</sub> /a

# Ausblick

Der Stadt München fließen durch die im „Erneuerbare-Energien-Gesetz“ (EEG) festgelegten Stromvergütungen über einen Zeitraum von 20 Jahren jährlich zirka 60.000 Euro zurück. Die Erlöse in Höhe von insgesamt 1,1 Mio. Euro stellte der Stadtrat durch ein kürzlich verabschiedetes Refinanzierungsmodell dem Baureferat im Vorfeld zur Verfügung. Dadurch können kurzfristig weitere Projekte zur regenerativen Energiegewinnung mit dem Schwerpunkt Photovoltaik realisiert werden. Diese Anlagen tragen auch zur Entlastung des Stadthaushalts bei.

Einen Eindruck der Variationsvielfalt vermittelt Ihnen unser neuestes Projekt für die Zukunft: Lärmschutzwand mit integrierter Photovoltaikanlage. Während der Sanierung der Candidbrücke im Jahr 2005 werden über eine Länge von 340 Metern 170 Glas-Glas-Module, die auch von der Fahrbahn aus gut zu erkennen sind, in die Konstruktion eingebaut. Die elektrische Spitzenleistung wird zirka 40 kW<sub>p</sub> betragen und damit den CO<sub>2</sub>-Ausstoß um 24 Tonnen pro Jahr reduzieren.

Das Baureferat wird auch künftig bei Neubaumaßnahmen und im städtischen Gebäudebestand einen wichtigen Beitrag zur CO<sub>2</sub>-Reduktion leisten und eine gesamtstädtische Vorbildfunktion mit entsprechender Signalwirkung wahrnehmen. Trotz aller Faszination der Solartechnik stellt dies nur einen kleinen Teil unserer Aktivitäten dar, mit denen wir dem vom Stadtrat geforderten CO<sub>2</sub>-Reduktionsziel möglichst nahe zu kommen suchen.



Simulation: Candidbrücke – integrierte Photovoltaikanlage in der Lärmschutzwand.

Sind Sie neugierig geworden?  
Gerne beantworten wir Ihre Fragen.

Rufen Sie uns im Baureferat an:

Robert Burkhard      Telefon 233 60979  
Johannes Chromow    Telefon 233 60874

## Impressum

Herausgeber:  
Landeshauptstadt München  
Baureferat (Hochbau)  
Friedenstraße 40  
81660 München  
Fotos:  
Stefan Kässbohrer  
(Titelseite, 2, 3, 6, 7, 8, 9)  
Michael Nagy (1)  
Rainer Viertlböck (4, 5)  
Tobias Kreissl (10)  
Johannes Chromow  
Raimund Pepernik

Gestaltung:  
Erwin Sporer,  
Sporer Team München  
Redaktion:  
Johannes Chromow  
Corina Schott  
Martin Bauer  
Stand: April 2005  
Grafik und Simulation:  
Anton Stürzer Design  
Druck: Color Offset GmbH