

OTHMAR HUMM
PETER TOGGWEILER

Die Integration
von Solarzellen in
Gebäudehüllen

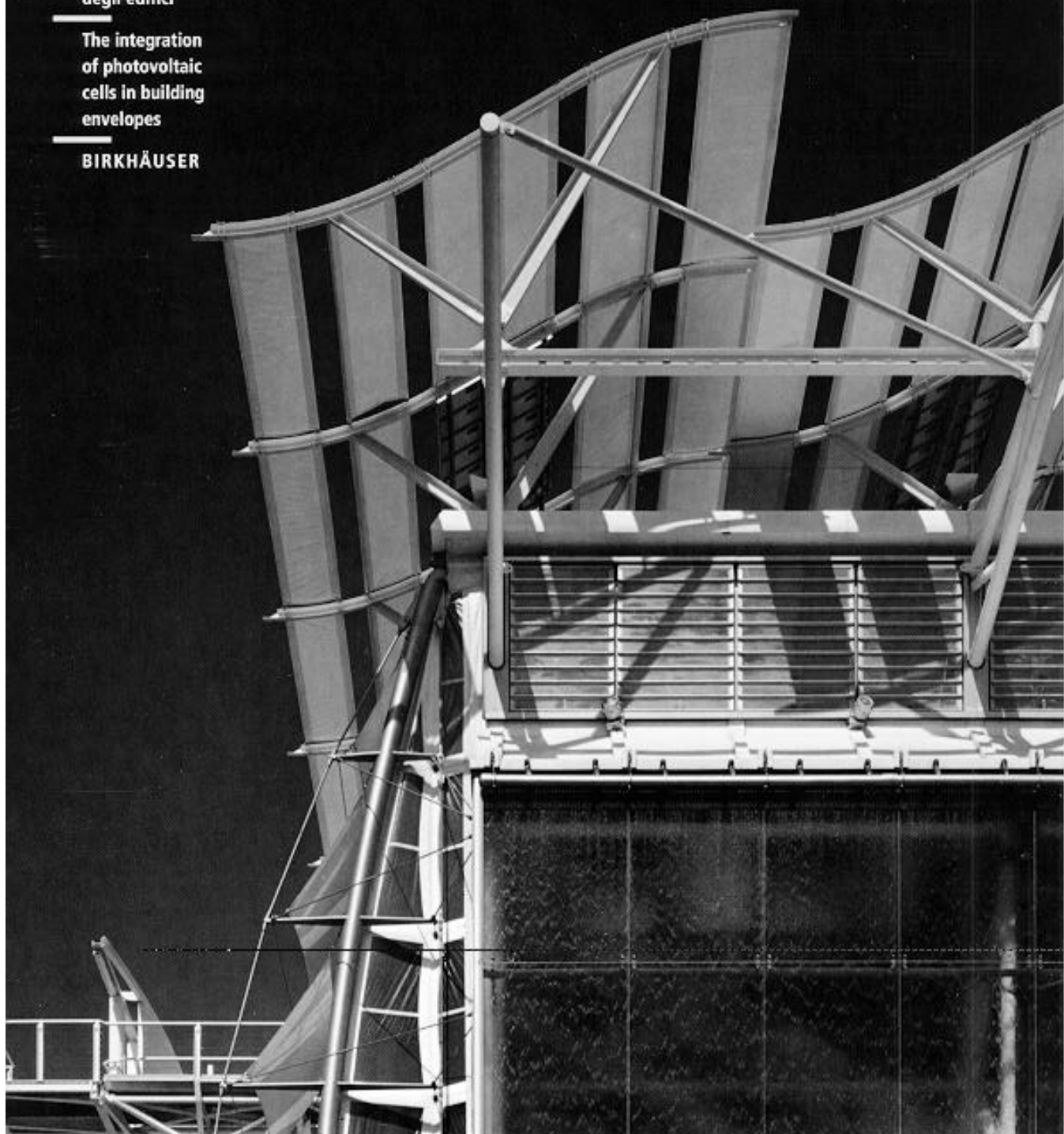
L'intégration de
cellules solaires
dans l'enveloppe
des bâtiments

L'integrazione
di cellule solari
nell'involucro
degli edifici

The integration
of photovoltaic
cells in building
envelopes

BIRKHÄUSER

Photovoltaik und Architektur Photovoltaics in Architecture



Die Nutzung der Sonnenenergie durch photovoltaische Anlagen ist eine wirkliche Alternative zur herkömmlichen Stromerzeugung, doch ihre architektonische Umsetzung läßt noch immer zu wünschen übrig. Das vorliegende Buch zeigt die gestalterischen und technischen Anforderungen für photovoltaische Fassaden und Dächer auf, und es demonstriert, wie diese Elemente in die Architektur der Bauwerke integriert werden können. Durch die anschauliche Darstellung von bereits existierenden Lösungen und zukünftigen Modellen und mit präzisen Sachinformationen über die benötigten Technologien führt dieser Band die Realisierbarkeit einer Architektur vor, in der sich ökologische, technische und ästhetische Aspekte wechselseitig durchdringen.

Othmar Humm, Ingenieur und Fachjournalist für den Bereich Architektur, Technik und Energie, ist Autor zahlreicher Bücher und Beiträge zu diesem Thema. Peter Toggweiler ist Ingenieur und für den schweizerischen Beitrag zum Forschungsprogramm «Photovoltaics in Buildings» verantwortlich, das derzeit von der Internationalen Energieagentur in Paris durchgeführt wird.

L'exploitation de l'énergie solaire par le biais d'installations photovoltaïques peut se substituer avec efficacité à la production conventionnelle d'électricité, mais son application laisse encore à désirer sur le plan architectural. Le présent ouvrage révèle les impératifs auxquels doivent répondre les façades et les toits photovoltaïques, et il montre comment ces éléments peuvent s'intégrer dans l'architecture. La présentation très claire de solutions actuelles et futures ainsi que les informations précises sur les technologies requises exposent comment réaliser une architecture où apparaissent tour à tour les aspects techniques, écologiques et esthétiques.

Othmar Humm, ingénieur et journaliste spécialisé dans l'architecture, la technique et l'énergie, est l'auteur de nombreux ouvrages sur ce thème. Peter Toggweiler, ingénieur, est responsable de la contribution suisse au programme de recherche «Photovoltaics in Buildings», mené actuellement par l'Agence internationale de l'énergie à Paris.

Lo sfruttamento dell'energia solare attraverso impianti fotovoltaici rappresenta un'alternativa reale alla produzione energetica tradizionale. Ma l'integrazione architettonica di tali impianti lascia ancora a desiderare. Quest'opera ci confronta con le esigenze tecniche e configurative legate alla realizzazione di facciate e tetti fotovoltaici e ci mostra delle possibilità concrete d'integrazione architettonica. Presentandoci soluzioni preesistenti e modelli futuri in modo chiaro e comprensibile e fornendoci informazioni dettagliate sulla tecnologia impiegata, quest'opera ci spiega quali concrete possibilità vi siano per realizzare un'architettura integrata da elementi ecologici, tecnici ed estetici amalgamati a loro volta da un processo integrativo reciproco.

Othmar Humm, ingegnere e giornalista specializzato nel campo architettonico, tecnico ed energetico, ha al suo attivo numerose pubblicazioni relativi a questa tematica. Peter Toggweiler è ingegnere e responsabile del contributo dato dalla Svizzera al programma di ricerca «Photovoltaics in Buildings», attualmente in corso a Parigi sotto l'egida dell'Agenzia Internazionale dell'Energia.

The use of solar energy through photovoltaic systems is a real alternative to conventional electricity production, but its realisation in architectural terms leaves much to be desired. This book presents the technical and design requirements for photovoltaic facades and roofs, and demonstrates how these elements can be integrated into the architecture of buildings. It features clear illustrations of already existing solutions and planned models, as well as precise information on the necessary technology. Architecture in which ecological, technical and aesthetic aspects are interwoven is shown to be feasible.

Othmar Humm, engineer and journalist in the field of architecture, technology and energy, has written many books and articles on this issue. Peter Toggweiler is an engineer, and is responsible for the Swiss contribution to the research programme 'Photovoltaics in Buildings' which is currently being carried out by the International Energy Agency in Paris.

Die Integration von
Solarzellen in
Gebäudehüllen

L'intégration de
cellules solaires
dans l'enveloppe
des bâtiments

L'integrazione
di cellule solar)
nell'involucro
degli edifici

The Integration
of photovoltaic
cells in building
envelopes

OTHMAR HUMM

PETER TOGGWEILER

Photovoltaik und Architektur Photovoltaics in Architecture

Mit einem Vorwort
von Theo Hotz

Die Deutsche Bibliothek - CIP-Einheitsaufnahme

Photovoltaik und Architektur: die Integration von Solarzellen in Gebäudehüllen = Photovoltaics in architecture / [Hrsg.: Bundesamt für Energiewirtschaft (BEW) und Bundesamt für Konjunkturfragen (BfK)]. Othmar Humm; Peter Toggweiler. [Übers. ins Franz. Henri-Daniel Wibaut... Fotos Nick Brändli. Ill. Chris Eastwood; Peter Schuppisser]. - Basel; Boston; Berlin Birkhäuser, 1993
ISBN 3-7643-2891-6
NE: Humm, Othmar; Toggweiler, Peter; Brändli, Nick; Wibaut, Henri-Daniel [Übers.]; Schweiz / Bundesamt für Energiewirtschaft; PT

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdrucks, des Vortrags, der Entnahme von Abbildungen und Tabellen, der Funksendung, der Mikroverfilmung oder der Vervielfältigung auf anderen Wegen und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen, bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten. Eine Vervielfältigung dieses Werkes oder von Teilen dieses Werkes ist auch im Einzelfall nur in den Grenzen der gesetzlichen Bestimmungen des Urheberrechtsgesetzes in der jeweils geltenden Fassung zulässig. Sie ist grundsätzlich vergütungspflichtig. Zuwiderhandlungen unterliegen den Strafbestimmungen des Urheberrechts.

©1993 Birkhäuser Verlag
Postfach 133, CH-4010 Basel, Schweiz
Gedruckt auf säurefreiem Papier, hergestellt aus chlorfrei gebleichtem Zellstoff
ISBN 3-7643-2891-6
98765432 1

Herausgeber

Bundesamt für Energiewirtschaft (BEW)
und Bundesamt für Konjunkturfüragen (BfK),
Bern, Schweiz, im Rahmen
des Impulsprogramms PACER

Autoren

Othmar Humm
Peter Toggweiler

Projektbegleitung

Jean Bernard Gay, PACER
Jean Graf, PACER
Charles Filleux, PACER
Martin Hinderling, BEW
Christophe de Reyff, BEW
Arthur Wellinger, PACER
Irene Wullemin, BfK

Koordination Text und Bild

Marqrit de Lainsecq

Grafisches Gesamtkonzept

Heinz von Arx

Fotos

Nick Brändli

Illustrationen

Chris Eastwood
Peter Schuppisse

Übersetzung ins Französische

Henri-Daniel Wibaut

Übersetzung ins Italienische

Ernesto Borserini

Übersetzung ins Englische

Claudia Ayaz

Aufstieg in die Lüfte
Envol
L'ascesa in cielo
Reaching for the Skies

Theo Hotz;

Die hochentwickelte Klimatechnik der 50er Jahre erlaubte es den Architekten, Gebäudehüllen zu entwerfen, die orientierungsneutral waren. Zwei Jahrzehnte lang leistete man sich eine gewisse Unbekümmertheit gegenüber energetischen Fragen, die zuvor von keinem Architekten, Maurermeister oder Zimmermann außer acht gelassen worden waren. Erst die Ölkrise zwang zum Umdenken: Das Verpacken von Tragstrukturen in hermetisch geschlossene Gebäudehüllen wurde das Thema der Architektur in den 70er und 80er Jahren. Die bauphysikalischen Vorschriften, die damals zur Energieeinsparung erlassen wurden, hatten jedoch zur Folge, daß solche aufwendigen, zwei- und dreischichtigen Außenhautkonstruktionen für die aktuelle Neubau- und Umbauproduktion typischer sind als stilistische Merkmale.

Diese ersten Schritte waren lediglich reaktive Maßnahmen zur Energieeinsparung. Heute werden die Gebäudehüllen aktiv in die Strom- und Wärme-gewinnung mit dem Idealziel autarker Energiesysteme einbezogen: Über die traditionelle Sonnenenergie-nutzung hinaus wagen die Ingenieure und Architekten jetzt - wie Ikarus - den Aufstieg in die Lüfte.

Es ist das große Verdienst der Autoren, daß sie nicht nur durch Diagramme und Kurztexte die Problematik der Strom-aus-Licht-Gewinnung anschaulich darstellen, sondern anhand einer großen Anzahl von gebauten und geplanten Beispielen auch die ästhetische Dimension der Photovoltaik als Architektur ins Bewußtsein einer breiteren Öffentlichkeit rücken. Fragen des Sonnen-, Wetter und Brandschutzes, Probleme der Fassaden-konstruktion und der Integration von Photovoltaik-Elementen in Konkurrenz zur Tageslichtnutzung und zur Wassererwärmung mit Sonnenkollektoren, schließlich Überlegungen zur Ausbildung von Architekturteilen, die von der Gebäudehülle losgelöst und beweglich sind und als Schattenspende und Tageslichtreflektoren dienen können - den Autoren ist eine erfrischende Zusammenschau von «Photovoltaik und Architektur» gelungen und zugleich ein wertvoller Beitrag zur Propädeutik der photovoltaischen Architektur überhaupt.

Wie jede neue Technik verändert auch die Photovoltaik die Architektur. Schon heute sind Häuser ohne Schornsteine und Heizungskeller, ohne Gas- und Stromanschluß keine Phantasiegebilde mehr. Die Architekten sind deshalb weiterhin aufgefordert, sich nach der Sonne zu richten und doch alle Wege zu vermeiden, die zu leeren Architekturformeln - und damit zu Ikarus' Absturz - führen könnten. Es bleibt die Aufgabe, jenen technischen Veränderungen gerecht zu werden und neue Ausdrucksformen zu finden.

Les techniques de climatisation très développées des années cinquante permirent aux architectes de concevoir des enveloppes de bâtiment indépendantes de l'orientation. Deux décennies durant, architectes, maçons et charpentiers manifestèrent une certaine insouciance vis-à-vis de questions énergétiques qu'aucun d'entre eux n'aurait négligées auparavant. Il fallut attendre la crise du pétrole pour que les mentalités changent: dans les années 70 et 80, l'architecture fut davantage axée sur l'emballage de structures portantes dans des enveloppes hermétiquement closes. Toutefois, à la suite des réglementations de construction édictées à l'époque per souci d'économie d'énergie, ces enveloppes extérieures très élaborées à deux ou trois couches se révèlent plus typiques des constructions neuves et des transformations actuelles que certaines caractéristiques de style.

Ces premières mesures n'avaient pour objectif que de réagir à la situation et d'économiser l'énergie. Aujourd'hui, les enveloppes de bâtiment, c'est-à-dire toits et façades, font l'objet d'une intégration active dans la production d'électricité et de chaleur et visent, dans l'idéal, la création de systèmes autonomes: au-delà de l'utilisation traditionnelle de l'énergie solaire, les ingénieurs et les architectes n'hésitent pas à prendre, tel Icare, leur envol.

Les auteurs ont le grand mérite de non seulement présenter avec clarté, à l'aide de graphiques et de brèves descriptions, les problèmes de la production d'électricité d'origine solaire, mais aussi de révéler à un plus grand public la dimension esthétique de l'architecture photovoltaïque, grâce à de multiples exemples de projets et de réalisations. Protection contre le soleil, les intempéries et l'incendie, conception des façades, intégration des éléments photovoltaïques, comparaison avec l'utilisation de l'énergie solaire et la production de chaleur par voie de capteurs solaires, réflexions sur la construction d'éléments mobiles, indépendants de l'enveloppe du bâtiment et susceptibles de projeter de l'ombre et de réfléchir la lumière du jour: les auteurs sont parvenus à offrir une synthèse encourageante et une introduction aussi précieuse qu'instructive à l'architecture photovoltaïque.

Comme toute innovation, la technologie photovoltaïque modifie aussi l'architecture. Aujourd'hui déjà, les maisons sans cheminée ni chaufferie, et sans raccordement aux réseaux de distribution, appartiennent à la réalité. Les architectes sont donc invités à maintenir leur intérêt pour le soleil et à ignorer les solutions qui conduiraient à une architecture vide de sens et à la chute d'Icare. Il leur incombe de se conformer à cette évolution technique et de trouver de nouvelles formes d'expression.

Le sofisticate tecniche climatiche degli anni cinquante permisero agli architetti di progettare involucri per edifici privi di alcun indirizzo energetico. Nei due decenni che seguirono, ci si permise di trascurare con una certa leggerezza le questioni energetiche che, fino ad allora, nessun architetto, capomastro o carpentiere avrebbe mai ignorato. Solo lo choc della crisi petrolifera obbligò gli addetti ai lavori: a ripensarci l'inserimento di strutture portanti in involucri d'edificio ermeticamente chiusi divenne la questione architettonica degli anni settanta e ottanta. Le direttive sulle caratteristiche fisiche degli edifici, emanate allora ai fini del risparmio energetico, comportarono che edifici nuovi o restaurati vennero provisti d'involucri dispendiosi e a due o tre strati a scapito di qualsiasi elemento stilistico.

Ai fini del risparmio energetico questi primi passi non erano però che delle misure reattive. Oggi gli involucri degli edifici vengono coinvolti attivamente nella produzione energetica e calorifica per raggiungere l'obiettivo ideale dello sviluppo di sistemi energeticamente autarchici. Valicando i confini dello sfruttamento tradizionale dell'energia solare, ingegneri e architetti osano - come osò Icaro - l'ascesa in cielo.

Agli autori va riconosciuto il grande merito di avere non solo illustrato la problematica legata alla produzione energetica fotovoltaica attraverso l'impiego di diagrammi e testi brevi e concisi, ma va anche dato loro atto di avere radicato nella coscienza di una notevole parte dell'opinione pubblica la questione della dimensione estetica dell'architettura fotovoltaica, indicandole esempi concreti di edifici progettati ed eseguiti. Illustrando problematiche quali la protezione dal sole e dalle intemperie, i sistemi antiincendio, i problemi correlati alla costruzione delle facciate e all'integrazione di elementi fotovoltaici concorrenziali allo sfruttamento diurno e alla produzione di acqua calda sanitaria con cellule solari, e, infine, compiendo alcune riflessioni sullo sviluppo di elementi architettonici, mobili e indipendenti rispetto agli involucri stessi, in grado di ombreggiare e riflettere la luce diurna, gli autori ci presentano una raccolta riuscita e incoraggiante su fotovoltaica e architettura che rappresenta, allo stesso tempo, un valido contributo propedeutico all'architettura fotovoltaica.

Come ogni tecnica nuova, anche il fotovoltaico comporta una trasformazione dell'architettura. Infatti, già ora case prive di camino, prive di allacciamento di gas e corrente non sono più costruzioni immaginarie. Gli architetti sono pertanto invitati a regolarsi ancora a seconda del sole, evitando però le vie che possono portare a formule architettoniche vuote - e, quindi, alla caduta di Icaro. Rimane il compito di essere all'altezza di tali mutamenti tecnici e di trovare formule espressive nuove.

The highly developed artificial climatising technology of the '50s allowed architects to design building envelopes without particular concern for their orientation. For two decades, a certain carelessness was exercised with regard to energy issues that had not previously been ignored by any architect or builder. Only the oil crisis brought about a change of thinking: the enclosing of structures in hermetically sealed building envelopes became the issue of architecture in the '70s and '80s. Building regulations imposed to save energy, however, have resulted in new buildings and conversions where expensive two- and three-layer outer skin constructions are more characteristic than any stylistic features.

These first steps were merely measures in reaction to the need to save energy. Today building envelopes, that is facade as well as roof areas, are integrated actively into energy and thermal systems with the aim, ideally, of making them self-sufficient. Beyond the traditional use of solar energy, engineers and architects now dare -like Icarus to reach for the skies.

It is to the authors' great credit that they not only clearly present the problems of 'energy from light' with diagrams and short explanations. Through a large number of planned and built examples, they also make the broader public aware of the aesthetic dimension of photovoltaics as architectural elements. The authors succeed in presenting a refreshing overview of 'Photo-voltaics and Architecture': questions of sun, weather and fire protection, problems of competition between facade construction and integration of photovoltaic elements on the one hand and use of day light and hot water collectors on the other, and finally thoughts on the design of mobile architectural components which are detached from the building envelope and are able to serve as shading devices and daylight reflectors. In this the authors have played a valuable part in the introduction of photovoltaic architecture.

As with every new technology, photovoltaics are also changing architecture. Already today, houses without chimneys, mains gas or electricity are no longer fantasies. Architects are being invited to follow the sun and to avoid all ways which might lead to empty architectural formulas and thus to Icarus's crash. The challenge is to embrace these technical innovations and to find for them new forms of expression.

Inhalt
Sommaire
Indice
Contents

- | | | | |
|-----------|---|-----------|--|
| 13 | Bauten, Pläne, Visionen
Réalisations, plans, perspectives
Costruzioni, progetti, visioni
Buildings, Plans, Visions | 38 | Demosite à Lausanne
Exposition d'éléments photovoltaïques |
| 14 | National TestCentre
Eidgenössische Materialprüfungs und
Forschungsanstalt in St. Gallen | 40 | ShadovoltaicWings
Städtische Werke in Winterthur |
| 18 | Business PromotionCentre Duisburg
Mikroelektronikpark im Ruhrgebiet | 42 | Der Kirchturm am Bodensee
Katholische Kirche in Steckborn |
| 20 | Office World
Büroprototyp an der Swissbau 93 | 43 | Bâtiment industriel à Bienne
Gewerbehaus in Biel |
| 22 | Kindergarten in Frankfurt
Kindertagesstätte in Frankfurt-Griesheim | 44 | Sevilla, Sevilla
British Pavilion at the Expo 1992 |
| 26 | Workshop für neue Technologien
Zentrum für Bau-, Energie- und Umwelt
technik in Liestal | 48 | Glasnost in Solothurn
Kantonsschule in Solothurn |
| 28 | Brise-Soleil près du Léman | 50 | Villa Deconstructa
Wohn- und Begegnungsstätte in Breisach |
| 29 | Sheds en couleur
Ecole Polytechnique Fédérale de
Lausanne | 54 | Architektur der Bescheidenheit
Alpstall auf 1650 Meter über Meer |
| 30 | Intelligent Building | 56 | Die Sägezahnfassade
Gewerbebetrieb in Kirchberg bei Bern |
| 32 | Inner Court
Siège principal européen d'une
entreprise américaine à Genève | 58 | Impact 2000 House |
| 34 | UFO gelandet
Süddeutscher Gewerbebetrieb | 59 | Southeastern Massachusetts
Two examples from the United States |
| 36 | Like a Giant Roof
Innerschweizer Gewerbebetrieb | 60 | Fensterfabrik bei Basel
Industriebau in Arisdorf |
| | | 62 | Die wandelbare Fassade
Elektrizitätswerke des Kantons Zürich
in Dietikon |

63	Rhapsody inBlue Bürohaus inBützberg	80	Quai de gare Marquise àla gare deMorges
64	Habitat 2000 in Stuttgart InternationaleGartenbauausstellung 93	81	Das Haus der Architekten Hofrandüberbauung inBrugg
66	Patchwork Wohnüberbauung inHöngg	82	Neuer Look für alte Häuser Zürcher Oberländer Dorfstraße
67	Solar Tower Stadtwerke inPirmasens	83	Visions of an Architect Solararchitektur der Zukunft
68	Das Personal-Restaurant Betriebskantine inAlzenau	84	Do it Yourself Wohnhaus in Mönchaltorf
70	Forma Finlandia Ferienhaus inLaukaa, Finnland	85	Walliser Getreidemagazin Gebäude der Eidgenössischen Getreideverwaltung inBrig
71	Casa solaremodulare Abitazione aSulmonanell'ItaliaCentrale	86	Structural Glazing Gewerbebau in Süddeutschland
72	Migros Winterthur Betriebszentrale einesGrossverteilers	88	Hotel auf derRigi InnerschweizerBerqqasthof
74	Functional Design Stadtwerke in Aachen	89	Die neue Haut Bayerisches Staatsministerium in München
76	Zero Energy House Einfamilienhaus inBrunnadern	90	Along the Railroad
77	Das Wohn-Laboratorium Wohn- und Forschungsstätte in Freiburg.Br.	91	On the Road Netzverbundanlagen neben Schiene und Strasse
78	World MeteorologicalOrganization Concours d'architecturepour un bâtiment de l'ONU à Genève		

Inhalt
Sommaire
Indice
Contents

93	Physik, Technik, Energie Physique, technique, énergie Fisica, tecnica, energia Physics, Engineering, Energy	100	Systeme Types d'installations Sistemi Systems
94	Die Sonne Le Soleil Il Sole The Sun	101	Komponenten Composants Componenti Components
95	Die Solarzelle La cellule photovoltaïque La cellula solare The Photovoltaic Cell	102	Stromproduktion Electricité produite Produzione di corrente Power Production
96	Neigung und Orientierung Inclinaison et orientation Inclinazione e orientamento Tilt and Orientation	103	Stromverbrauch Consommation d'électricité Consumo energetico Power Consumption
97	Sommer und Winter Été et hiver Estate e inverno Summer and Winter	104	Bauhülle Enveloppe du bâtiment Involucro dell'edificio Building Envelope
98	Strom und Strahlung Courant produit Energia elettrica e irraggiamento Power and Radiation	105	Kombination von Systemen Combinaison des systèmes Pianificazione integrale Integral Planning

107 Strom und Wärme
Electricité et chaleur
Energia elettrica e calore
Power and Heat

108 Fassaden
Façades
Facciate
Facades

110 Schrägdächer
Toits inclinés
Tetti inclinati
Tilted Roofs

111 Flachdächer
Toits plats
Tetti piani
Flat Roofs

112 Elektrische Installation
Installation électrique
Installazione elettrica
Electrical Installation

113 Erdung
Mise à terre
Messa a terra
Earthing

114 Kosten
Coûts
Costi
Costs

115 Kolorierung
Coloration
Colorazione
Colouring

116 Planung
Planification
Pianificazione
Planification

117 Optionen
Options
Opzioni
Options

118 Energetische Rückzahlfrist
Temps de remboursement énergétique
Indice di ammortamento
Energy Payback Period

Anhang

119 Architekten
Architectes
Architetti
Architects

119 Fotografen
Photographes
Fotografi
Photographers

120 Literatur
Bibliographie
Bibliografia
Literature

50 architektonische
Lösungen

50 solutions
architecturales

50 soluzioni
architettoniche

50 architectural
solutions

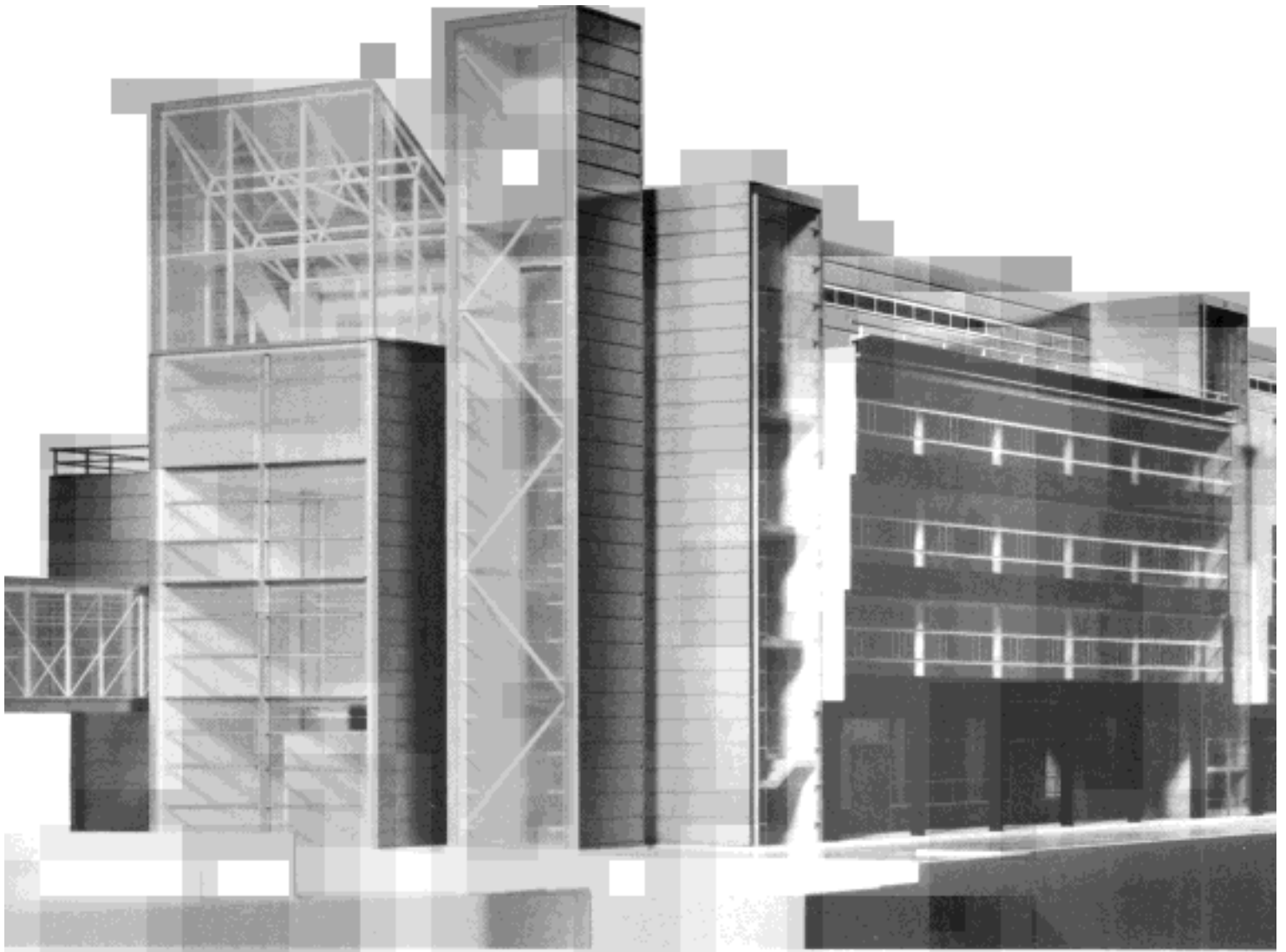
Bauten, Pläne, Visionen
Réalisations, Plans,perspectives
Costruzioni,progetti,visioni
Buildings, Plans,Visions

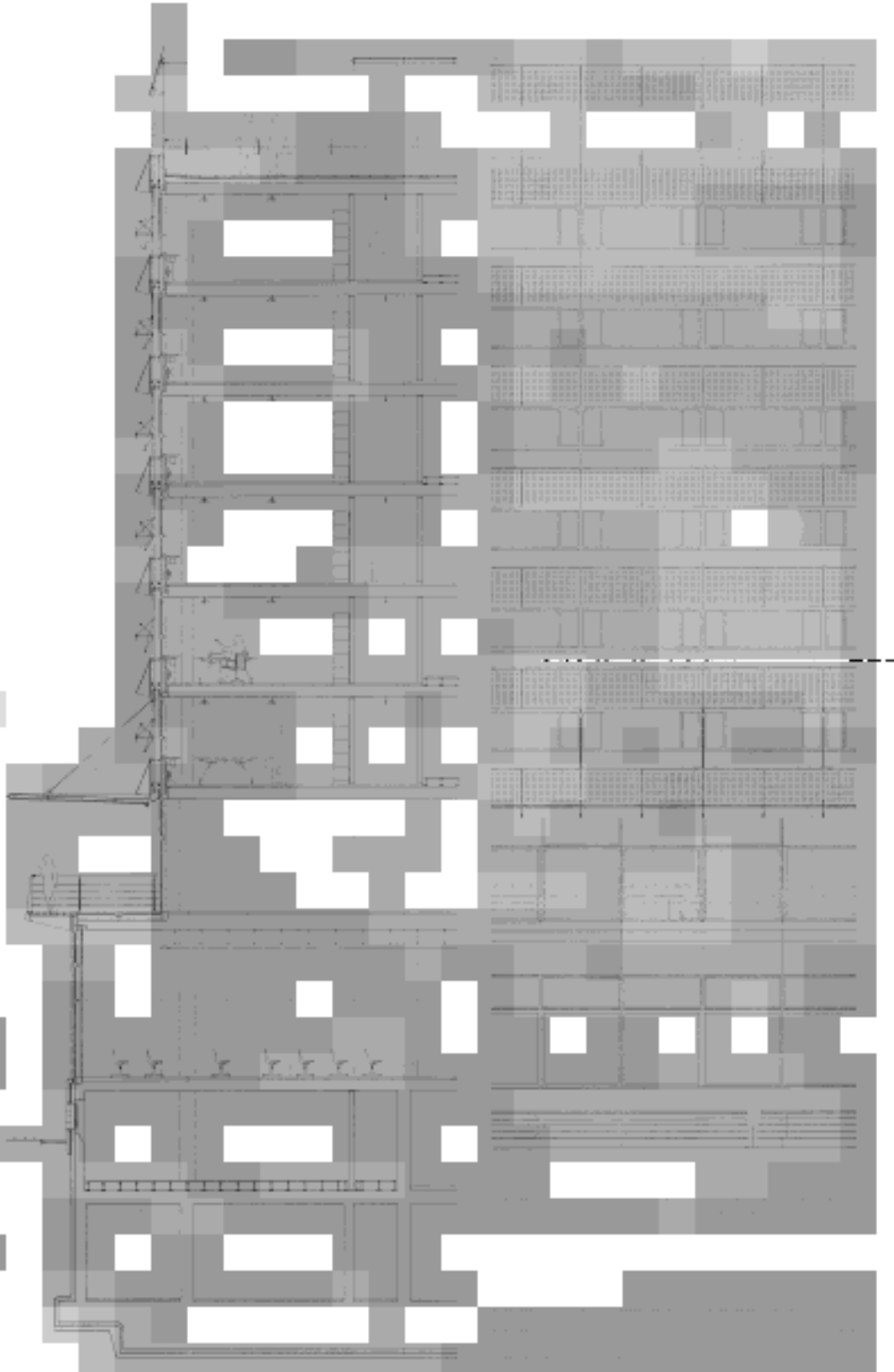
Außerhalb des Stadtzentrums St. Gallen entsteht derzeit der Neubau der eidgenössischen Materialprüfungs- und Forschungsanstalt. Eine Teilversorgung der Gebäude mit Solarstrom ist von Beginn an eingeplant. Die in lichtdurchlässige Extra-White-Gläser einlaminieren Solarzellen werden aber auch als Gestaltungselement eingesetzt: Die Photovoltaik-Panels unterhalb der Fensterfronten der Süd-Ost-Fassade betonen die horizontale Struktur des Labortracts. Bei der Süd-West-Fassade des Verwaltungstracts können vorgehängte Photovoltaik-Panels durch eine automatische Steuerung dem jeweiligen Stand angepasst werden. Die Neigung gegenüber der Vertikalen variiert dabei von 60 bis 90 Grad; die Energieausbeute gegenüber vertikal integrierten Solarzellen wird so wesentlich erhöht.

A l'extérieur du centre de Saint-Gall se construit actuellement le Laboratoire fédéral d'essai des matériaux et de recherches. Une alimentation partielle en électricité solaire a été prévue dès le départ. Les cellules solaires, intégrées dans du verre transparent, servent aussi l'architecture: les panneaux photo-voltaïques installés sous les fenêtres de la façade sudest soulignent la structure horizontale du laboratoire. Sur la façade sudouest de l'aile administrative, des panneaux suspendus s'orientent automatiquement selon la position du soleil. L'inclinaison, par rapport à la verticale, varie entre 60 et 90°; le gain d'énergie est ainsi bien supérieur à celui de cellules verticales fixes.

Alla periferia di San Gallo si sta costruendo il nuovo edificio del Laboratorio federale di prova del materiale e di ricerca. L'approvvigionamento parziale dell'edificio con energia solare era stato previsto sin dall'inizio dei lavori. Le cellule laminate in vetri traslucenti extra-white svolgono inoltre una funzione estetica. I pannelli fotovoltaici sotto le finestre della facciata sud-est accentuano la struttura orizzontale del tratto dei laboratori, mentre nel tratto amministrativo i pannelli foto-voltaici, guidati da un dispositivo automatico, s'inclinano a seconda dell'orbita solare. Rispetto all'asse verticale, l'inclinazione varia dai 60 ai 90°, aumentando sostanzialmente il guadagno energetico rispetto alle cellule integrate verticalmente.

The new building of the Swiss Federal Laboratory for Materials Testing and Research is presently being constructed outside the city centre of St. Gallen. Supplying the building with solar power has been planned from the beginning. The photovoltaic cells laminated in light-permeable extra white glazing are also used as a design element: the photovoltaic panels below the window front of the facade facing south east emphasize the horizontal structure of the laboratory wing. Photovoltaic panels on the south west facade of the administration wing can be adjusted automatically to the sun. The angle varies between 60 and 90 degrees; the energy gain in comparison to vertically integrated photovoltaic cells is thus considerably increased.



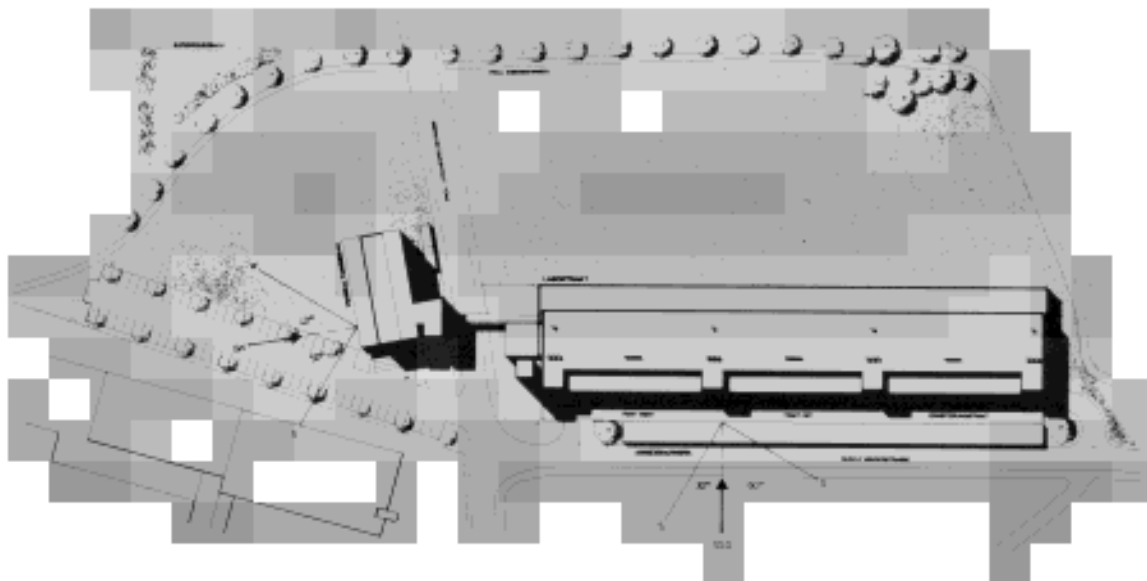


Die Süd-West-Fassade des Verwaltungs-
traktes: Querschnitt (links aussen), Ansicht
(links) und Musterpartie (oben).

Façade sud-ouest de la partie admi-
nistrative du bâtiment (coupe, tout à
gauche), aspect extérieur (à gauche), et
détail (en haut).

La facciata sud-ovest del tratto
amministrativo: sezione trasversale
(sull'esterno, a sinistra), veduta
frontale (sinistra) e dettaglio (in alto).

The south west facade of the adminis-
tration building: cross section (extreme
left), elevation (left) and sample (top).

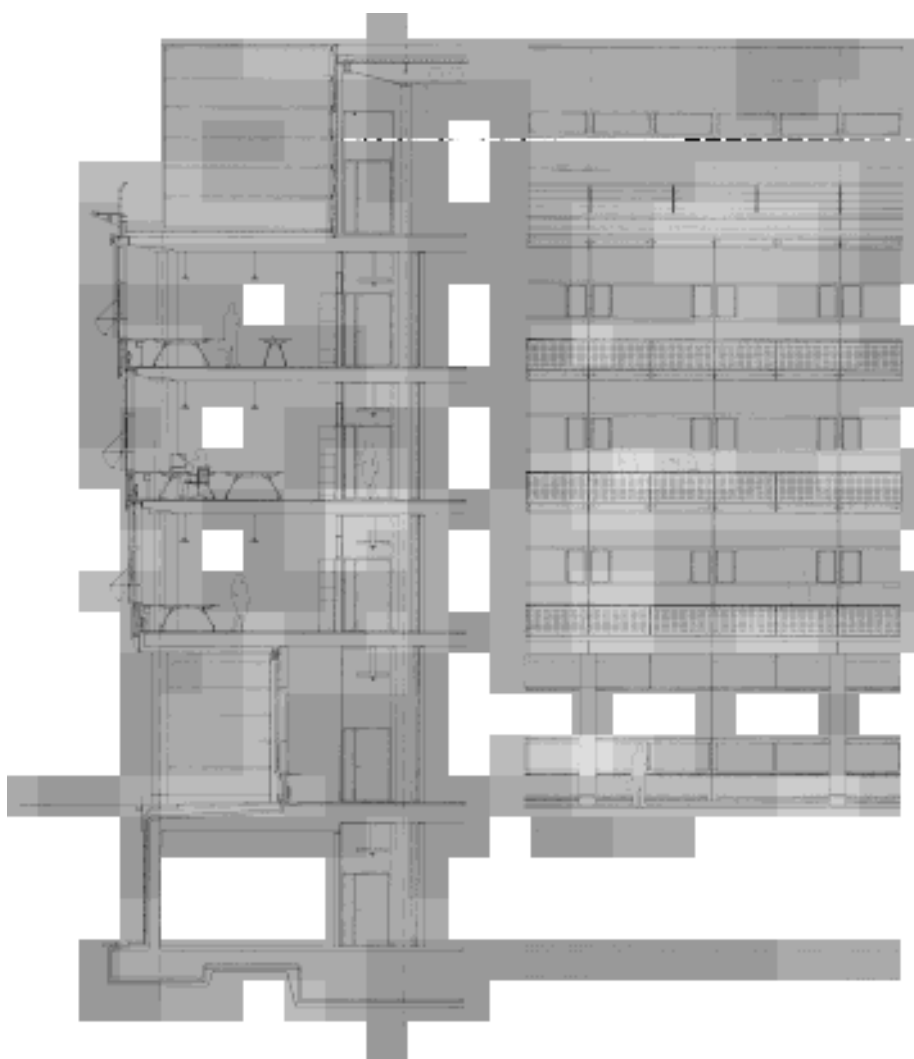


Oben: Orientierung der Photovoltaik-Fassaden. Links: die Süd-Ost-Fassade des Labortraktes (Querschnitt und Ansicht).

L'orientamento delle facciate con cellule solar). A sinistra: la facciata sud-est del tratto del laboratorio, sezione trasversale e veduta frontale.

Façade équipée de cellules solaires (en haut), façade sud-est de la partie laboratoire, coupe et aspect extérieur (à gauche).

Top: Orientation of the facades fitted with photovoltaic cells. Left: the south east facade of the laboratory building, cross section and elevation.



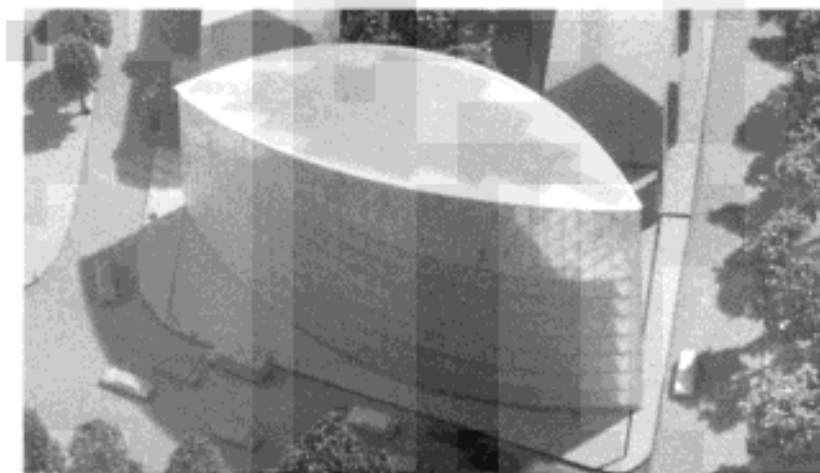
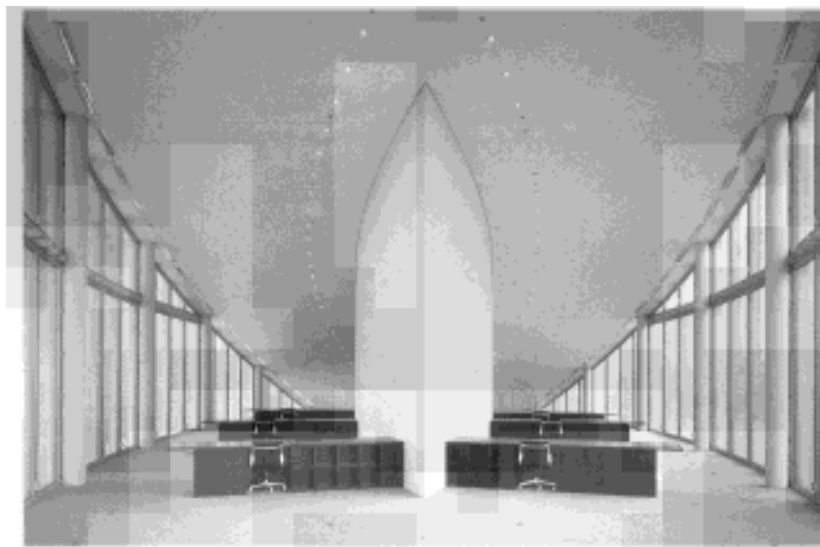
Property owner	Schweizerische Eidgenossenschaft, Amt für Bundesbauten, CH-8023 Zürich
Location	Eidgenössische Materialprüfungs- und Forschungsanstalt, CH-9000 St. Gallen
Architect	Theo Hotz AG CH-8034 Zürich
Engineering	Theo Hotz AG CH-8034 Zürich TNC PV-Consulting AG, CH-7000 Chur
Installed capacity	45 500 Watt
Year of construction	1996

Business Promotion Centre Duisburg

Die kühn geschwungene Form des gläsernen Hauses der Wirtschaftsförderung kontrastiert mit anderen, in ihrem Ausdruck ebenso konsequenten Baukörpern des Mikroelektronikparks im Ruhrgebiet. Die Energieversorgung des siebengeschossigen Solitär wird durch eine Kraft-Wärme-Kälte-Koppelung sichergestellt. Ein gasbetriebener Motor erzeugt Strom; die dabei anfallende Wärme wird im Winter zu Heizzwecken genutzt. Im Sommer wird die Abwärme zur Klimatisierung der Büroräume eingesetzt. Der für die Rückkühlung notwendige Strom wird teilweise von den dachintegrierten Solarzellen produziert.

La forme audacieuse de cet immeuble de verre du centre de promotion économique contraste avec les autres bâtiments, également très typés, de ce parc de microélectronique de la Ruhr. L'alimentation électrique de cet immeuble de 7 étages est assurée par un groupe chaleurforce: un moteur à gaz entraîne la génératrice électrique, et la chaleur récupérée sert en hiver au chauffage des locaux. En été la chaleur est utilisée pour la production de froid. L'électricité nécessaire à la climatisation provient, pour une partie, des cellules solaires intégrées à la toiture.

Nel parco microelettronico della Ruhr, l'audace configurazione dell'edificio in vetro della *Wirtschaftsförderung* contrasta con quelle altrettanto espressive delle costruzioni attigue. L'approvvigionamento energetico dell'edificio a sette piani viene assicurato dall'accoppiamento forza-calore-raffreddamento. Un motore a gas produce corrente ma anche calore, che nei mesi invernali viene usato per riscaldare. D'estate, invece, il calore climatizza gli uffici. La corrente necessaria al raffreddamento di ritorno viene, almeno in parte, prodotta da cellule solari, parzialmente integrate nel tetto.



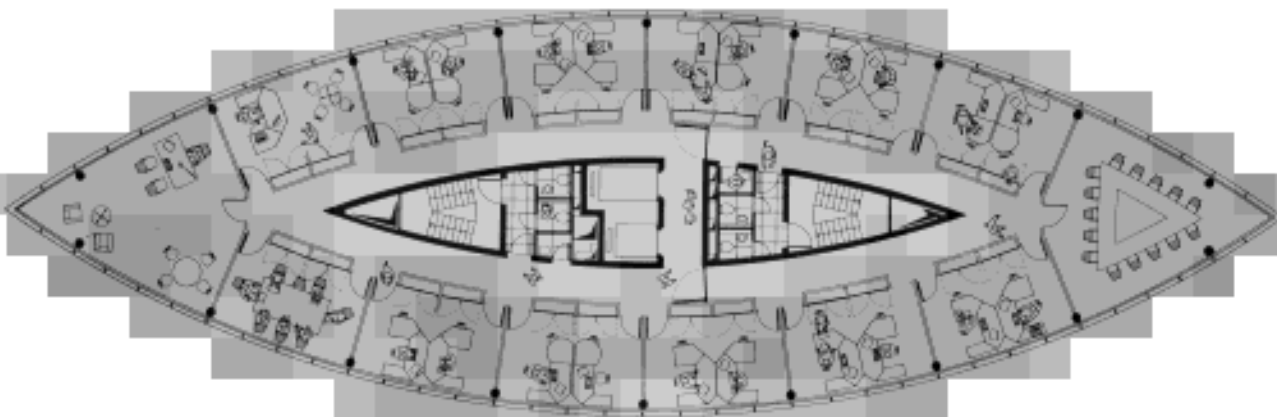
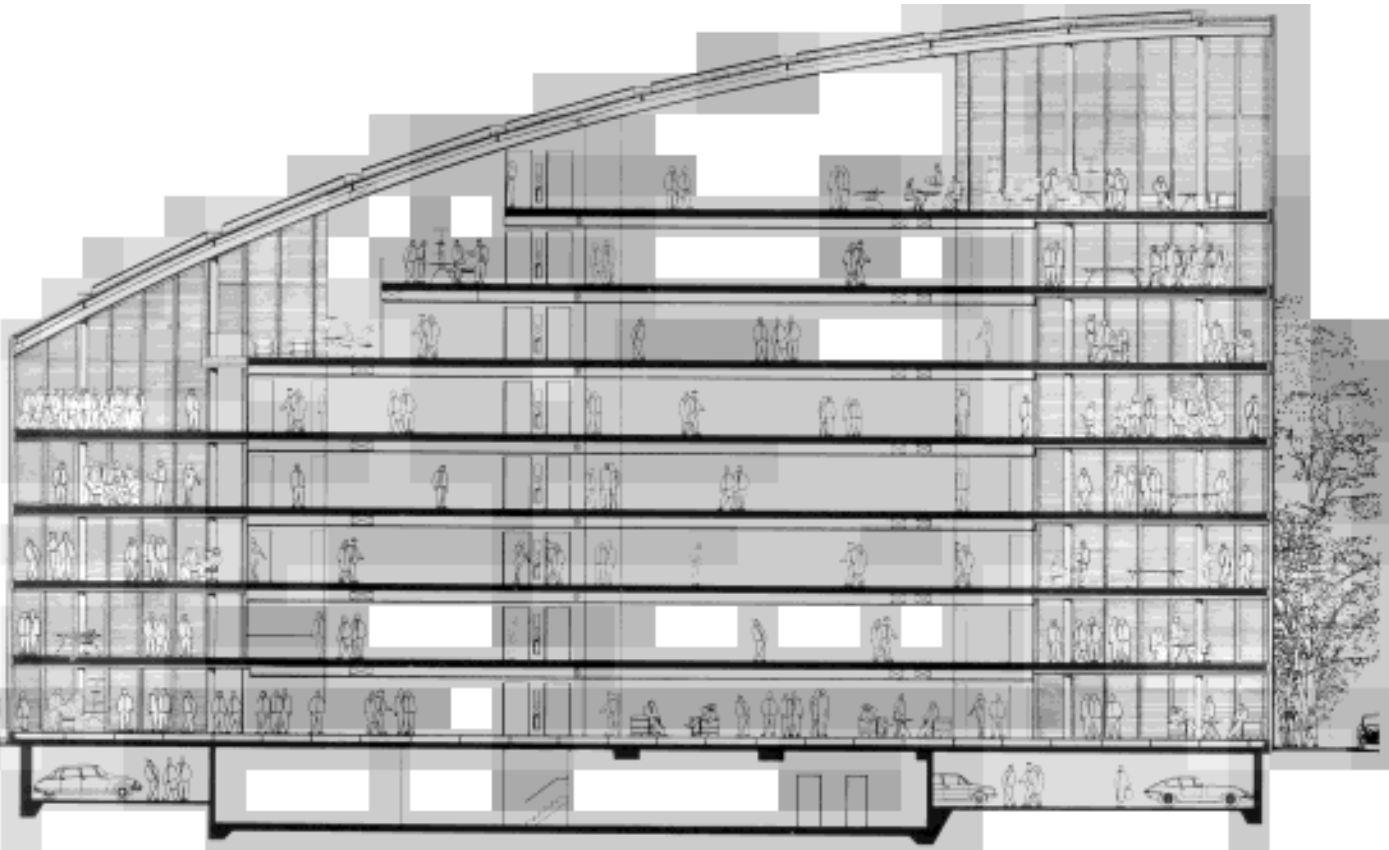
Innenarchitektur des obersten Stockwerks (oben) und Photovoltaik-Dach im Modell (unten).
Architecture intérieure de l'étage supérieur (en haut) et maquette du toit photovoltaïque (en bas).

Architettura interne del piano superiore (in alto) e modello di tetto fotovoltaico (in basso).
Interior design of the top floor (top) and model of photovoltaic roof (below).

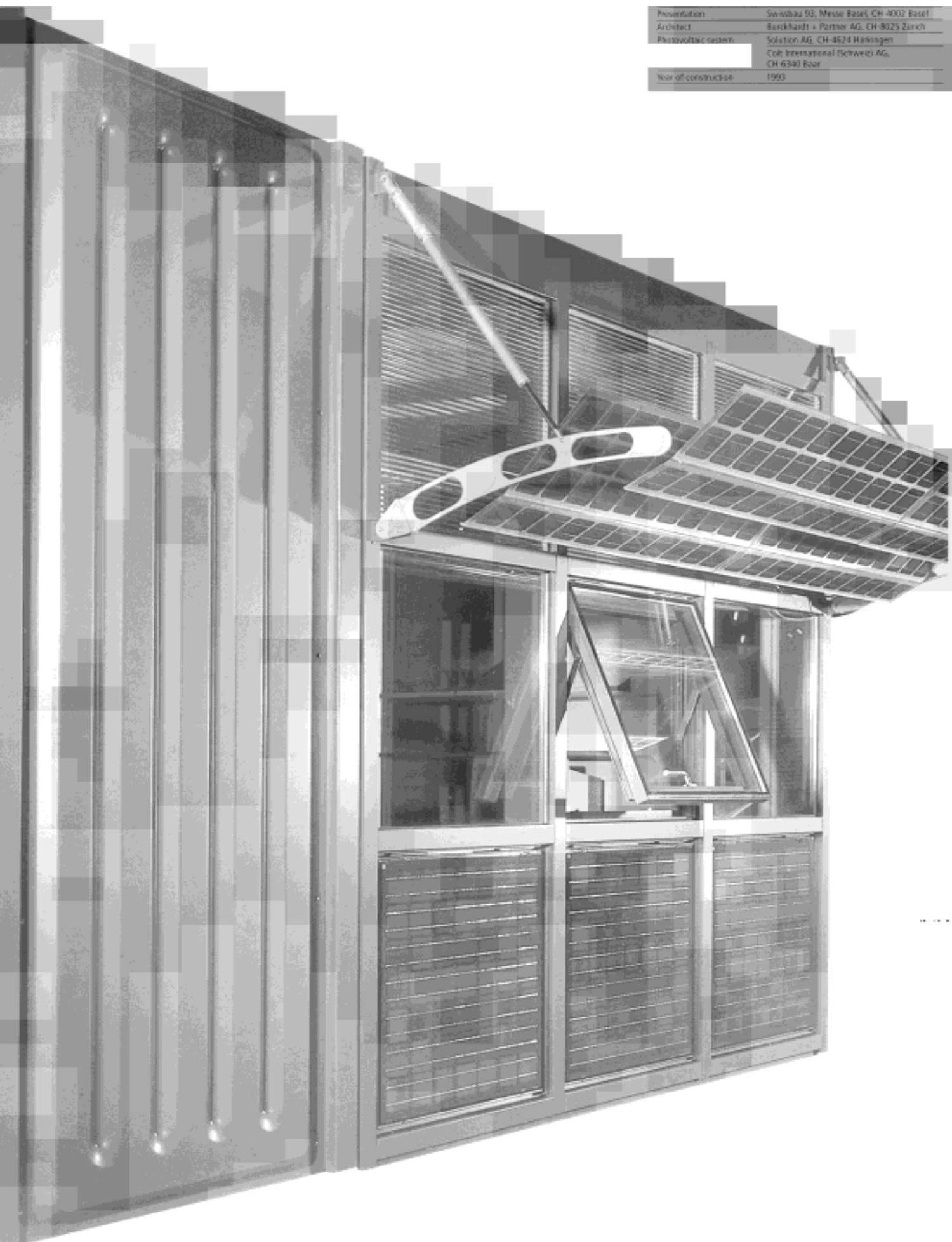


Property owner	Kaiser Bautechnik GmbH, D-47057 Duisburg
Location	Haus der Wirtschaftsförderung, D-47057 Duisburg
Architect	Sir Norman Foster & Partners, UK-London SW11 4AN
Engineering	Kaiser Bautechnik GmbH, D-47057 Duisburg
Year of construction	1993

The curved form of the glazed Business Promotion Centre contrasts with other buildings of the Microelectronic Park in the Ruhr area which are just as unique in their expression. The energy supply of the seven-storey building is ensured with a power-heat-cold coupling. A gas operated engine produces electricity; the heat secondarily produced is used for heating in winter. The exhaust heat in summer is used to air condition the office areas. The electricity necessary for the cooling is partly produced by the roof-integrated photovoltaic cells



Provenance	Swissbau 93, Messe Basel, CH-4002 Basel
Architect	Birkhardt + Partner AG, CH-8025 Zürich
Photovoltaic system	Solution AG, CH-4524 Hünenen Cob International (Schweiz) AG, CH-6340 Esch
Year of construction	1993



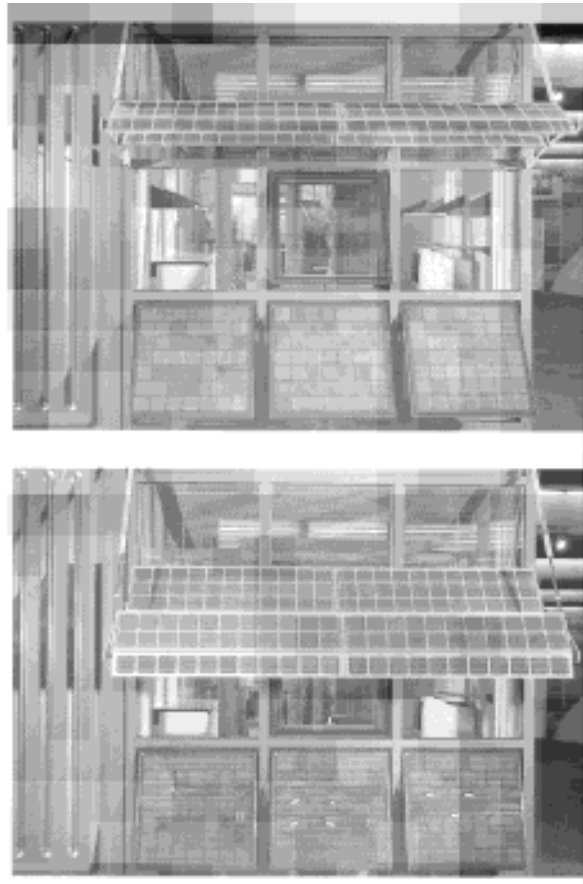
Office World

Die Arbeitsgemeinschaft «Intelligente Bürokonzeption» präsentierte an der Swissbau 93 einen Büroprototyp, dessen Fassade als raffinierter Systemträger ausgebildet war. Die schattenspendenden Lamellen oberhalb und die Photovoltaik-Panels unterhalb der Fensterfronten sind dem Sonnenstand nachgeführt, und so wird bei einer optimalen Beschattung gleichzeitig die bestmögliche Photovoltaik-Leistung erreicht. Durch die rückseitige Teilverspiegelung wirken die Photovoltaik-Lamellen - auch Shadovoltaic Wings genannt - zu dem als Tageslicht-Lenksystem bei ungünstigen äußeren Lichtverhältnissen.

A l'occasion de Swissbau 93, le groupe de travail «Conception intelligente de bureau» a présenté un prototype dont la façade constitue un support raffiné de systèmes. Les lamelles pare-soleil au-dessus des fenêtres et les panneaux photovoltaïques au-dessous s'orientent en fonction du soleil de façon à obtenir un ombrage idéal et le meilleur rendement photovoltaïque possible. Grâce à leur face arrière partiellement couverte de tain, les lamelles—appelées aussi Shadovoltaic Wings—peuvent refléter la lumière du jour en cas de faible luminosité.

Alla Swissbau 93, il consorzio *Intelligente Bürokonzeption* ha presentato un ufficio modello, la cui facciata è stata trasformata in un raffinato sistema portante. Tanto le lamelle ombreggianti quanto i pannelli fotovoltaici - le prime poste sopra e i secondi sotto le finestre - s'inclinano a seconda dell'orbita solare, creando un ombreggiamento ottimale e permettendo di sfruttare al meglio l'impianto di produzione d'energia fotovoltaica. Attraverso la riflessione parziale interne, le lamelle fotovoltaiche - dette anche Shadovoltaic Wings - regolano la diffusione della luce in caso di condizioni di luce esterne poco favorevoli.

The association *Intelligente Bürokonzeption* (intelligent office design) presented at the Swissbau 93 an office prototype. Its facade was designed as an intelligent system carrier. The shading lamellas above and the photovoltaic panels below the window front follow the sun, thus achieving optimal shading as well as the best possible photovoltaic gain. With the reflectors at the rear, the photovoltaic lamellas—also called Shadovoltaic Wings—serve, moreover, as a daylight direction system in case of unfavourable external light conditions.



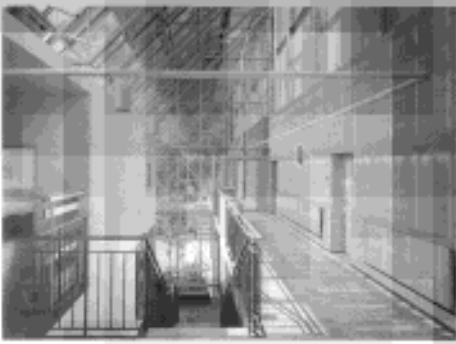
Bei Bewölkung wird das Tageslicht voll genutzt und auf solare Stromerzeugung verzichtet (großes Bild links), bei Sonnenschein erzeugen die Lamellen Strom und spenden Schatten (kleine Bilder).

Par temps couvert, la priorité est mise sur l'éclairage naturel, au détriment de la production d'électricité (photo de gauche), par contre per temps clair les lamelles apportent ombrage tout en produisant de l'électricité (petites photos).

Nelle giornate nuvolose si sfrutta al massimo la luce diurna, rinunciando contemporaneamente alla produzione energetica solare (immagine grande, a sinistra), mentre nelle giornate di sole le lamelle ombreggiano e producono corrente (immagini piccole).

In cloudy conditions, the daylight is fully used and no power is produced (large illustration, left), in sunny conditions, the lamellas produce electricity and offer shade (small illustrations).





Durch das Schrägdach des Vorbaus aus Glas fällt viel Licht ins Innere (oben). Neben dem energetischen spielt der pädagogische Effekt eine Rolle: «Strom aus Licht» ist für die Kinder ein Thema (unten).

A travers le toit incliné de l'avantcorps en verre une lumière abondante éclaire l'intérieur (en haut). L'effet énergétique s'accompagne d'un rôle pédagogique: les enfants savent ce qu'est «l'électricité produite per la lumière» (en bas).

Il tetto inclinato dell'avancorpo di vetro permette una notevole diffusione di luce all'interno (in alto). All'effetto energetico si aggiunge un ruolo pedagogico: attorno alla «corrente prodotta dalla luce» s'accende la curiosità dei bambini.

Abundant light reaches the interior through the sloping roof of the glass canopy. The production of energy also has an educational role: 'Electricity made from light' is a current topic for children (below).

Photovoltaik - Strom aus Licht

Beim Stromerzeugung der Kinderanlage des Pädagogischen Instituts



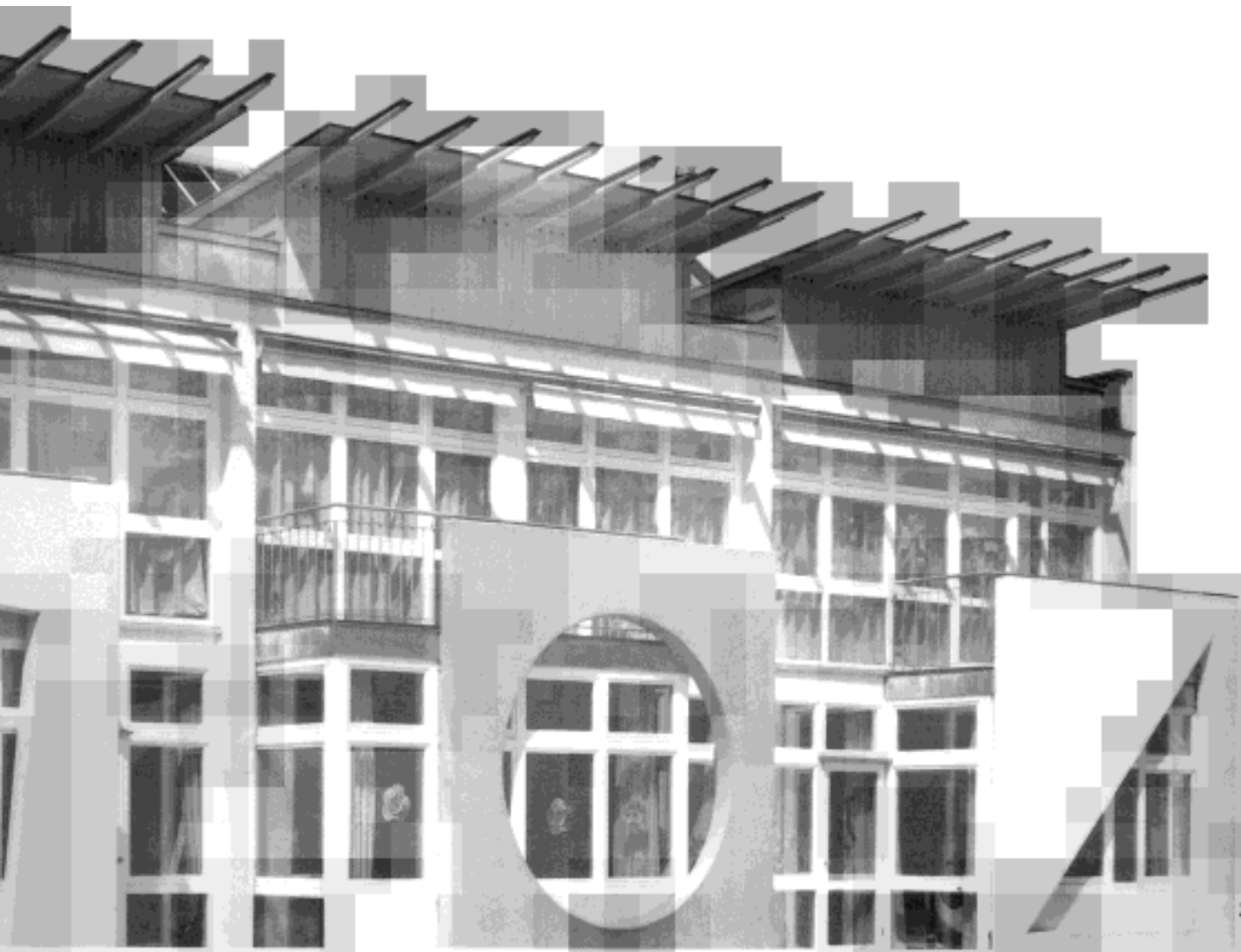
Kindergarten in Frankfurt

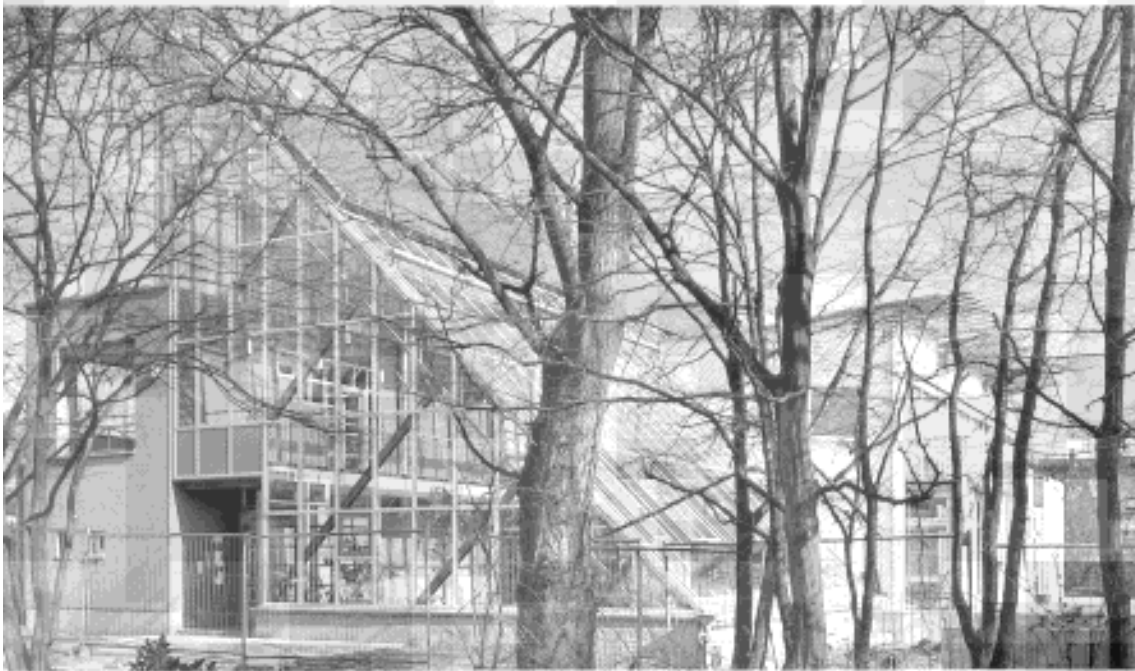
Zur Kindertagesstätte gehören drei klar ablesbare Baukörper mit exakter Nord-Süd-Ausrichtung: das Servicegebäude im Norden, das anschließende Glashaus und die von der Glaskonstruktion eingerahmten, vorgeschobenen Kinderhäuser. Die 45 Grad geneigte Südfront des Glashauses ist Träger der integrierten Sonnenkollektoren und einer parallel zur Glasfläche angeordneten Photovoltaik-Anlage. Gleichzeitig dienen die Glasfronten zur Wärmerückgewinnung nach dem Gewächshausprinzip. Zum energetischen gesellt sich hier ein pädagogischer Effekt, denn so wird der Zusammenhang zwischen Energieverbrauch und umweltgerechter Energiegewinnung auch für Kinder faßbar.

Cette crèche se compose de trois bâtiments distincts orientés nord-sud: le bâtiment de service au nord, la serre voisine et la crèche proprement dite, encadrée par la construction de verre. La façade sud de la serre, inclinée à 45°, porte les capteurs solaires intégrés et une installation photovoltaïque disposée parallèlement à la surface du verre. En même temps, les façades vitrées servent à la récupération de la chaleur selon le principe de la serre. L'effet énergétique s'accompagne d'un effet pédagogique: le lien entre la consommation et la production écologique d'énergie se concrétise devant les enfants.

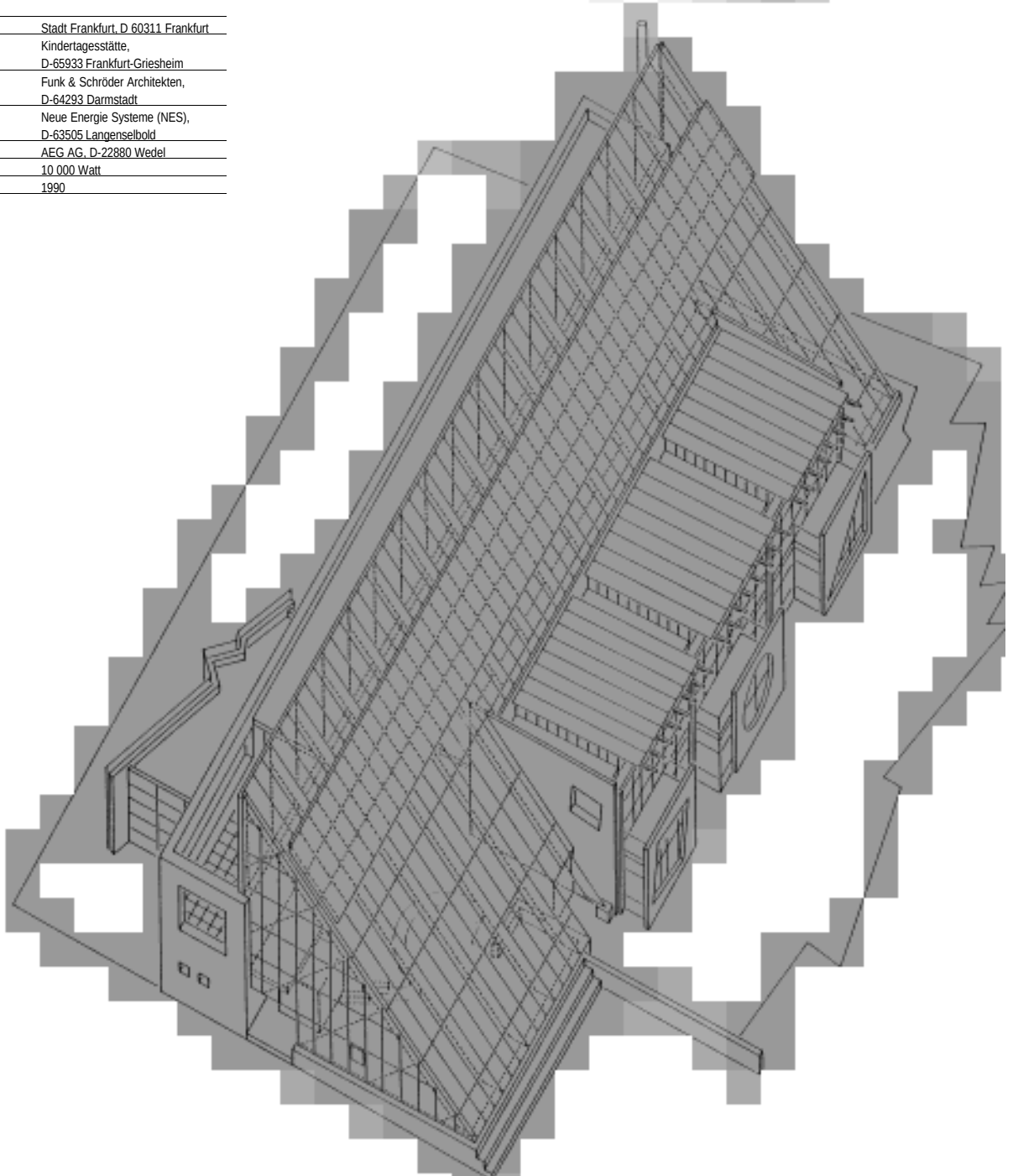
L'asilo nido è composto da tre strutture ben distinte, collocate esattamente su un asse nord-sud. L'edificio con i servizi a nord, la casa di vetro adiacente e, in primo piano, le case dei bambini, circondate dalla costruzione in vetro. Sul lato sud della casa, con un'angolazione di 45°, sono stati installati collettori solari integrati e un impianto fotovoltaico, parallelo alla vetrata. Le vetrate servono al recupero del calore, secondo il principio dell'effetto serra. Alla produzione energetica si aggiunge una funzione pedagogica, poiché una simile disposizione fa capire ai bambini la correlazione tra il consumo energetico e la produzione in sintonia con l'ambiente.

Three transparent buildings with an accurate north-south orientation form the day care centre: the service building to the north, the adjacent glass building and the children's houses in front, framed by the glass construction. The southern facade of the glass house, tilted by 45 degrees, carries the integrated solar collectors and a photovoltaic system positioned parallel to the glazed area. At the same time, the glass fronts retrieve the heat following the hot house principle. In addition to the energy effect, there is a pedagogical gain as in this way, the connection between the use of energy and the environment friendly energy gain becomes comprehensible for children.





Property owner	Stadt Frankfurt, D 60311 Frankfurt
Location	Kindertagesstätte, D-65933 Frankfurt-Griesheim
Architect	Funk & Schröder Architekten, D-64293 Darmstadt
Engineering	Neue Energie Systeme (NES), D-63505 Langenselbold
Photovoltaic system	AEG AG, D-22880 Wedel
Installed capacity	10 000 Watt
Year of construction	1990



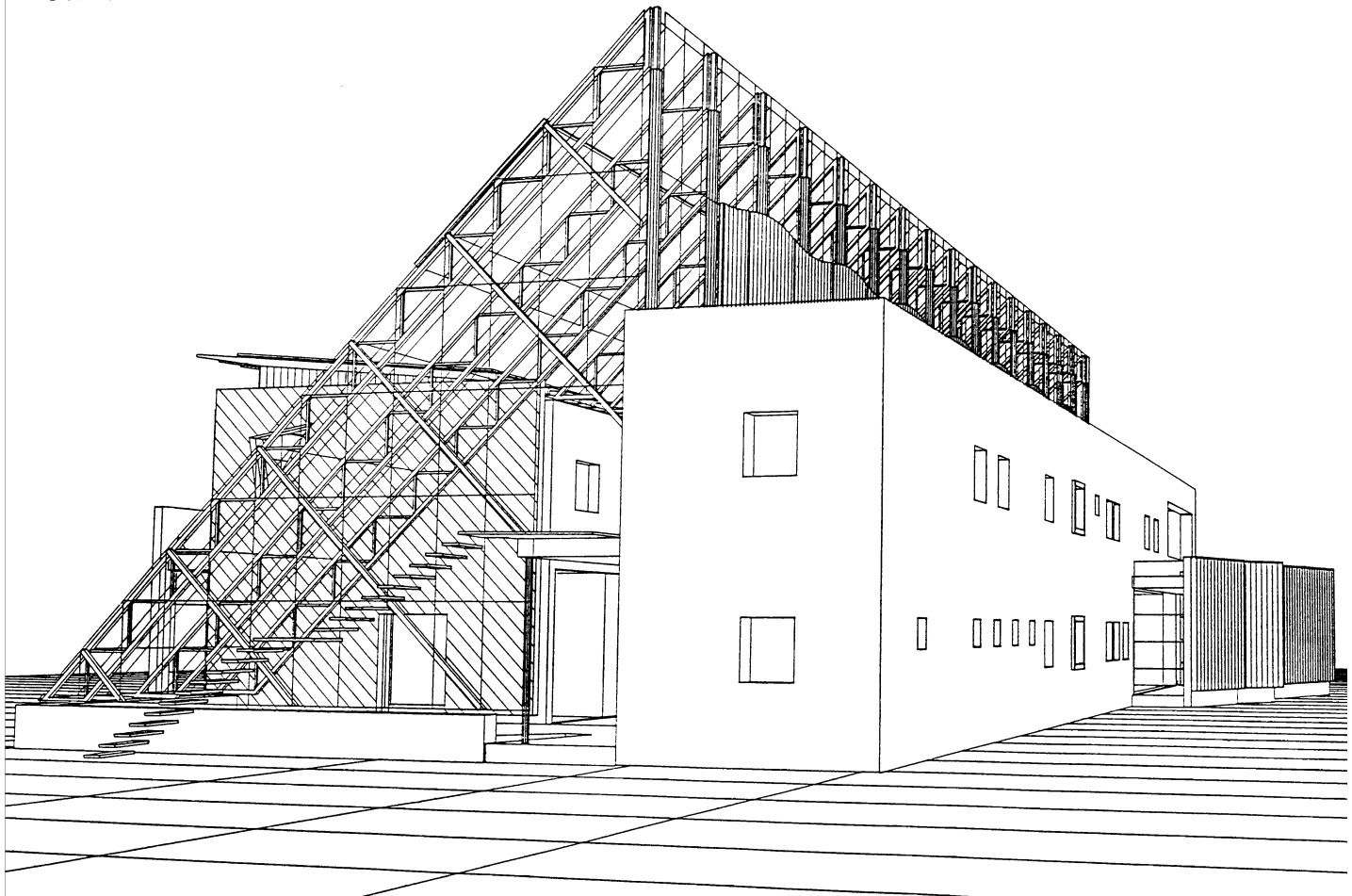
Schnitt durch das Glasdach: Photovoltaik-Anlage und Öffnungsflügel auf beiden Seiten der Anlage.

Coupe du toit de verre: installation photovoltaïque et ouverture de toit de chaque côté de l'installation.

Sezione del tetto di vetro: impianto fotovoltaico e le aperture laterali del tetto di entrambi i lati dell'impianto.

Section through the glass roof: Photovoltaic installation and side openings on both sides of the system.

Section through the glass roof:
Photovoltaic installation and opening
on both sides of the system.





Property owner	TENUM, Zentrum für Bau-, Energie und Umwelttechnik, CH-4410 Liestal
Location	TENUM-Gebäude CH-4410 Liestal
Architect	Artevelto AG, CH-4410 Liestal
Engineering	Pro-Plan-log AG, CH-4055 Basel IEU AG und IREL AG, CH-4410 Liestal
Photovoltaic System	Glas Trösch Solar AG, CH-4937 Ursenbach
Installed capacity	10.000 Watt
Year of construction	1990



Workshop für neue Technologie

Für ihre künftige Arbeitsstätte suchten die beteiligten Architekten und Planer nach einem in ökologischer und ästhetischer Hinsicht optimalen Gebäudekonzept. Wetterschutz, Sonnenschutz, Unterkonstruktion der Solarzellen und die für die geplante Holzfassade vorgeschriebene Brandabschottung sollten von einem einzigen Element übernommen werden. Die realisierte Vordachstruktur machte dies möglich: Sie produziert Solarstrom, spendet Schatten, schützt die Holzfassade vor Nässe und verhindert den Feuersprung über die Geschosse hinweg.

Des architectes cherchaient un concept constructif à la fois esthétique et écologique pour leur futur atelier. Un seul élément devait permettre d'assurer plusieurs fonctions: protection contre le soleil, les intempéries et l'incendie, tout en permettant l'installation de cellules solaires. Une structure en auvent a permis de répondre à ces exigences: elle porte ombrage, protège la façade de bois des intempéries, limite les risques de propagation du feu dans les étages et finalement produit de l'électricité.

Nella progettazione dei loro studi professionali, gli architetti e pianificatori coinvolti hanno ideato un complesso edile che corrispondesse in maniera ottimale alle loro esigenze ecologiche ed estetiche. La protezione dal sole e dal maltempo, le sottostrutture per le cellule solari e le paratie tagliafiamme, rese obbligatorie dalla facciata in legno, vengono integrate, attraverso la costruzione di una pensilina, in un elemento unico. Essa produce energia solare, ombreggia, protegge la facciata dall'umidità e impedisce, in caso d'incendio, che il fuoco divampi nell'edificio.

The participating architects and planners were seeking, for their future working place, a building concept optimal in terms of ecology and aesthetics. Solar shade, weather protection, sub-structure of the photovoltaic cells and the fire protection necessitated by the planned timber facade was to be taken over by one single element. The realized canopy structure satisfied all requirements: it produces solar power, gives shade, protects the timber cladding from rain and hinders the spread of fire over the floors.



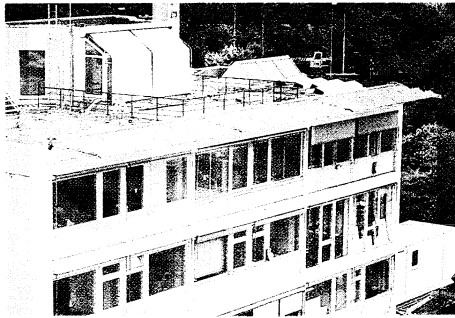
Brise-Soleil près du L'eman

Wo im Inneren neue Techniken der Sonnenenergienutzung erforscht werden, paßt eine fortschrittliche Beschattung ausgezeichnet. Beim Laboratorium für Sonnenenergie und Bauphysik der Eidgenössischen Technischen Hochschule Lausanne sind es elegant wirkende Sonnenblenden, die als Trapkonstruktion der 680 cm langen, laminierten Photovoltaik-Panels dienen.

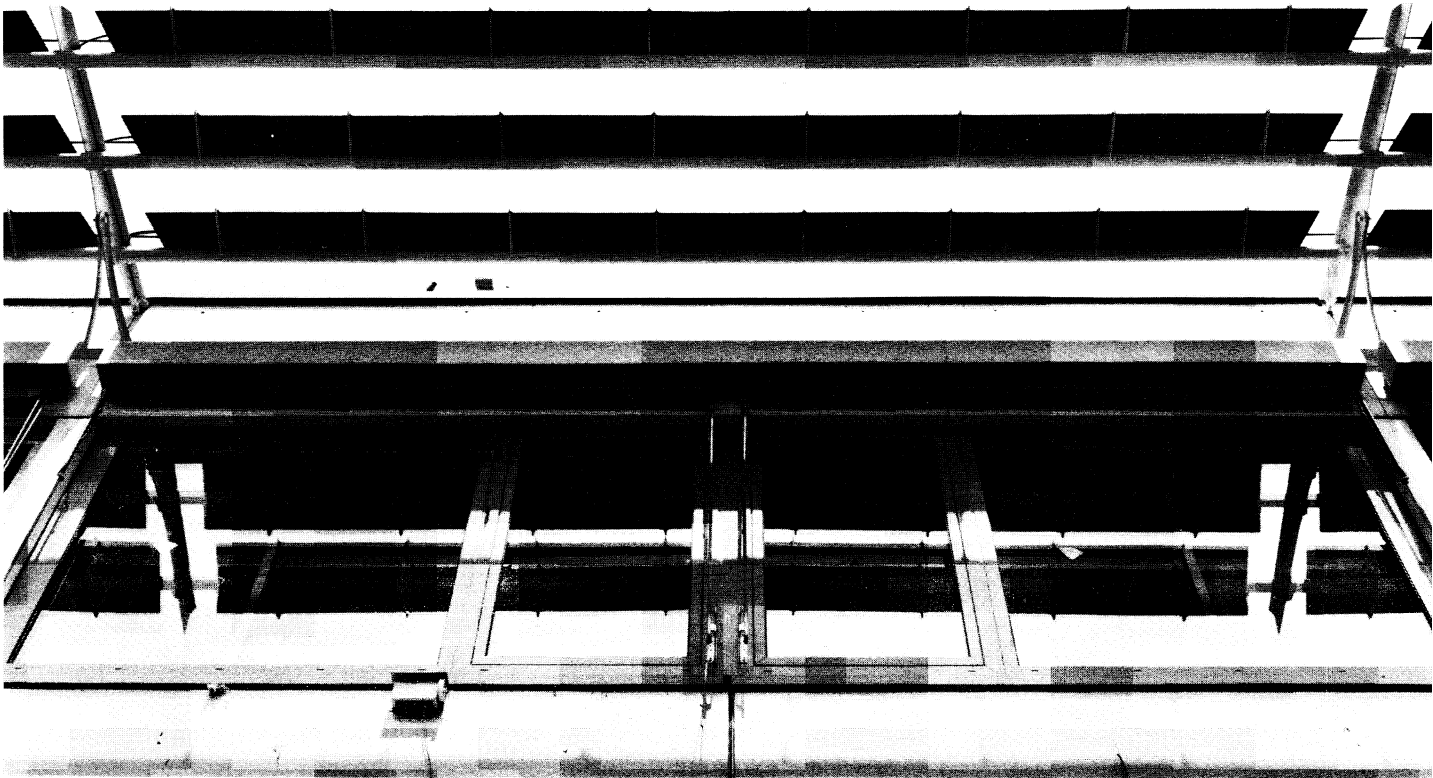
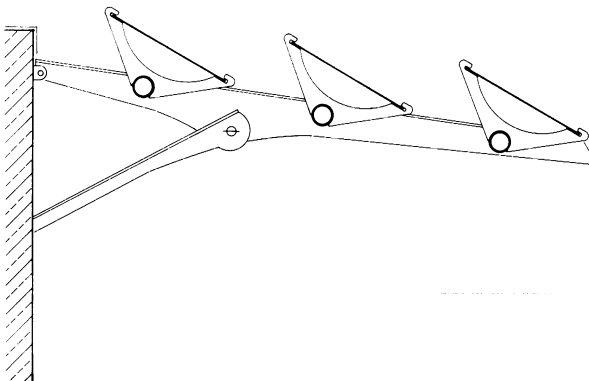
Un ombrage innovateur convient à merveille à un bâtiment destiné à la recherche en énergie solaire. Au laboratoire d'énergie solaire et de physique du bâtiment de l'Ecole polytechnique fédérale de Lausanne, d'élégants pare-soleil servent de support à des panneaux photovoltaïques en lamifié, longs de 680 cm.

Nella sperimentazione di nuove tecniche d'energia solare in spazi interni, è particolarmente indicato un sistema d'ombreggiamento incentrato sul risparmio energetico. Nel Laboratorio d'energia solare e fisica edile del Politecnico federale di Losanna, frangisole elegantemente disegnati fungono da struttura portante per i pannelli fotovoltaici laminati, lunghi 680 cm.

Research centres investigating new technologies concerning the application of solar energy are ideal locations for progressive shading devices. Elegant sun blinde are used for the Laboratory for solar energy and building physics of the Swiss Federal Institute of Technology Lausanne and serve as the supporting structure of the 680 cm long, laminated photovoltaic panels.



Property owner	Confédération helvétique, CH-3003 Berne
Location	Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne Laboratoire d'énergie solaire et de physique du Bâtiment, CH-1015 Lausanne
Architect	Ganz & Muller Architectes, CH-1207 Genève
Installed capacity	2500 Watt
Year of construction	1992



Sheds en couleur

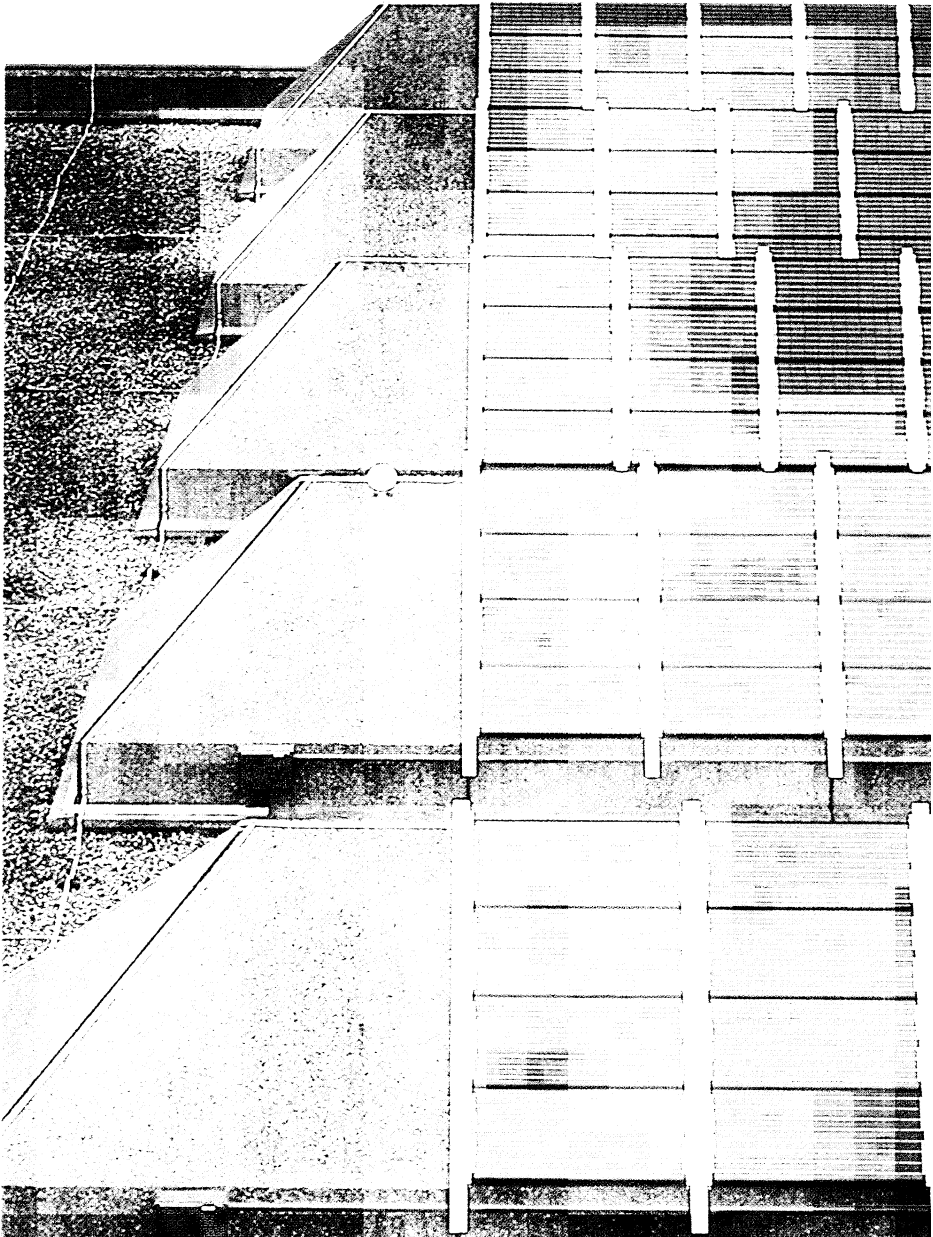
Fünf Sheds eines Gebäudes der Lausanner ETH wurden auf der Südseite mit Photovoltaik-Panels bestückt. Dünne Aluminiumschienen halten Module, die so angeordnet sind, daß der durch die Betonelemente vorgegebene Raster betont wird. Die rote Röhre unterhalb der Module dient nicht nur der Kabelführung. Das intensive Rot soll auch den elektrischen Strom symbolisieren und kontrastiert mit dem dunklen Blau der Solarzellen und dem Silbergrau der Aluminiumschienen.

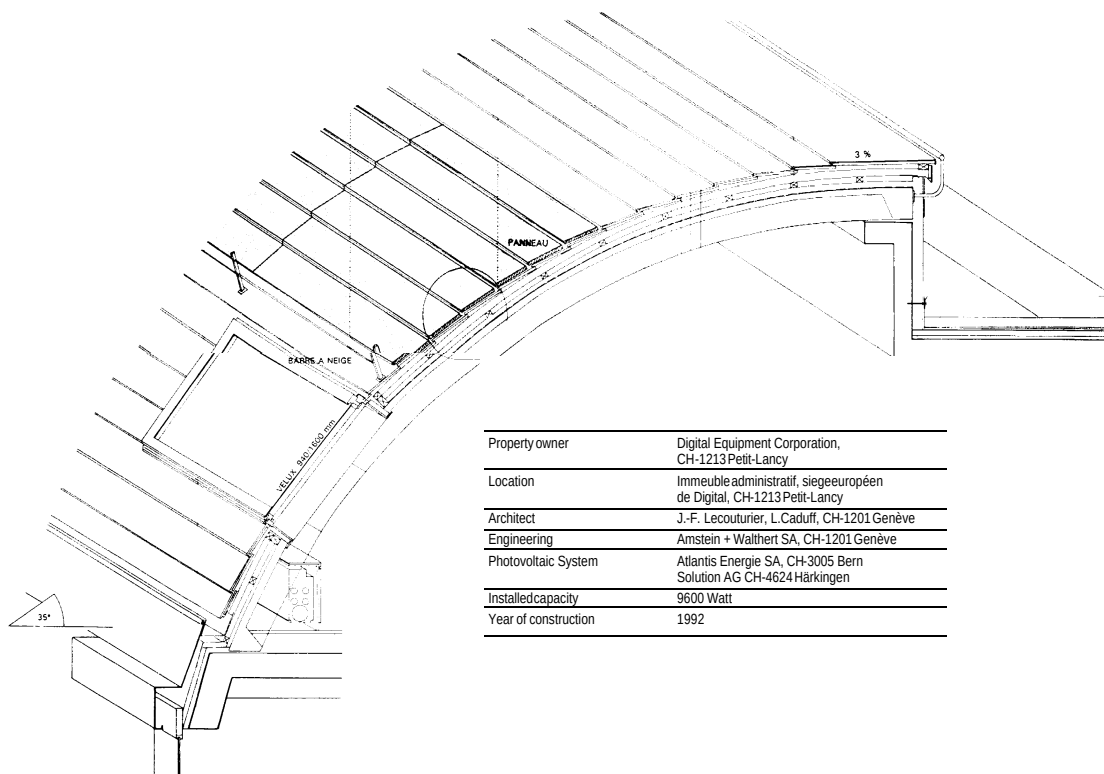
Cinq sheds d'une halle de l'Ecole polytechnique fédérale de Lausanne ont été équipés, au sud, de panneaux photovoltaïques. Tenus par de minces rails en aluminium, les modules sont disposés de façon à souligner la trame définie par les éléments en béton. Les tubulures rouges, sous les modules, ne servent pas seulement au guidage des câbles. Symbolisant le courant électrique, le rouge intense contraste avec le bleu foncé des cellules solaires et le gris argenté des rails en aluminium.

Pannelli fotovoltaici sono stati installati sul lato sud di cinque tetti a risega di un edificio del politecnico di Losanna. Fissati da sottili guide d'alluminio, i moduli così disposti danno risalto alla «griglia», formata dagli elementi in cemento armato. La tubazione rossa sotto i moduli non si limita a fare da guaina ai cavi ma simbolizza, con quel rosso così intenso, la corrente elettrica e contrasta, inoltre, con il blu scuro delle cellule solari e con il grigio argento delle guide d'alluminio.

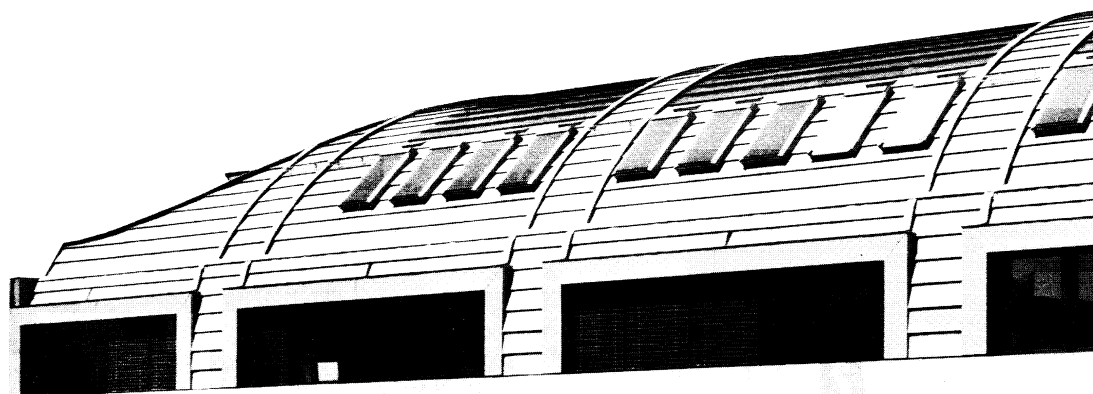
Five sheds of a building of the Swiss Federal Institute of Technology Lausanne were equipped with photovoltaic panels on the south face. Thin aluminium rails hold the modules on a grid imposed by the emphasized concrete elements. The red casing below the module does not merely serve as the cable routing. The intensive red is intended also to symbolise the electric power and is in contrast with the dark blue of the photovoltaic cells and the silver-grey of the aluminium tracks.

Property owner	Confédérationhelvétique, CH-3003 Berne
Location	Ecole PolytechniqueFédérale de Lausanne, Halle du Génie Civil, CH-1015 Lausanne
Architect	Ganz & Muller Architectes, CH-1207 Genève
Engineering	Laboratoire d'énergie solaire et de physique du bâtiment, CH-1015 Lausanne
Photovoltaicssystem	Günther Solar AG, CH-4132 Muttenz
Power supply	12 000 Watt
Year of construction	1992





Property owner	Digital Equipment Corporation, CH-1213 Petit-Lancy
Location	Immeuble administratif, siège européen de Digital, CH-1213 Petit-Lancy
Architect	J.-F. Lecouturier, L Caduff, CH-1201 Genève
Engineering	Amstein + Walther SA, CH-1201 Genève
Photovoltaic System	Atlantis Energie SA, CH-3005 Bern Solution AG CH-4624 Härkingen
Installed capacity	9600 Watt
Year of construction	1992



Intelligent Building

Ein sanft gewölbtes Dach mit schindelartig angeordneten, vollständig integrierten Photovoltaik-Elementen kennzeichnet den neuen europäischen Hauptsitz der Digital Equipment Corporation in Genf. Die Lamine weisen dieselben Maße auf wie die mit Zinktitaneblech bedeckten Dachplatten aus Holz und ersetzen diese auf der nach Süden orientierten Dachseite dort, wo die Neigung für die Gewinnung von Sonnenenergie am günstigsten ist: zwischen 20 und 40 Grad.

Le nouveau siège de Digital Equipment Corporation à Genève se caractérise par un toit voûté comprenant des éléments photovoltaïques intégrés et disposés comme des tuiles. L'ensemble du toit est constitué de panneaux de bois recouverts de toles en zinc-titane. Sur la face sud, les panneaux présentant l'inclinaison la plus favorable: de 20 à 40 degrés, sont remplacés par des éléments photovoltaïques de même aspect.

La nuova sede europea della Digital Equipment è caratterizzata da un tetto semicircolare, con elementi fotovoltaici a scandola completamente integrati. Sul lato sud - dove l'inclinazione per lo sfruttamento dell'energia solare, poste fra i 20 e 40°, risulta più favorevole - i laminati sostituiscono i pannelli in legno del tetto, rivestiti di una lamiera di zinco e titanio.

A slightly vaulted roof with fully integrated photovoltaic elements, laid out in a shingle-like pattern, characterises the new European headquarters of the Digital Equipment Corporation in Geneva. The laminates have the same volume as the wooden roof plates covered with zinc titan sheet, replacing these on the roof facing south where the tilt is most favourable for the gain of solar energy: between 20 and 40 degrees.



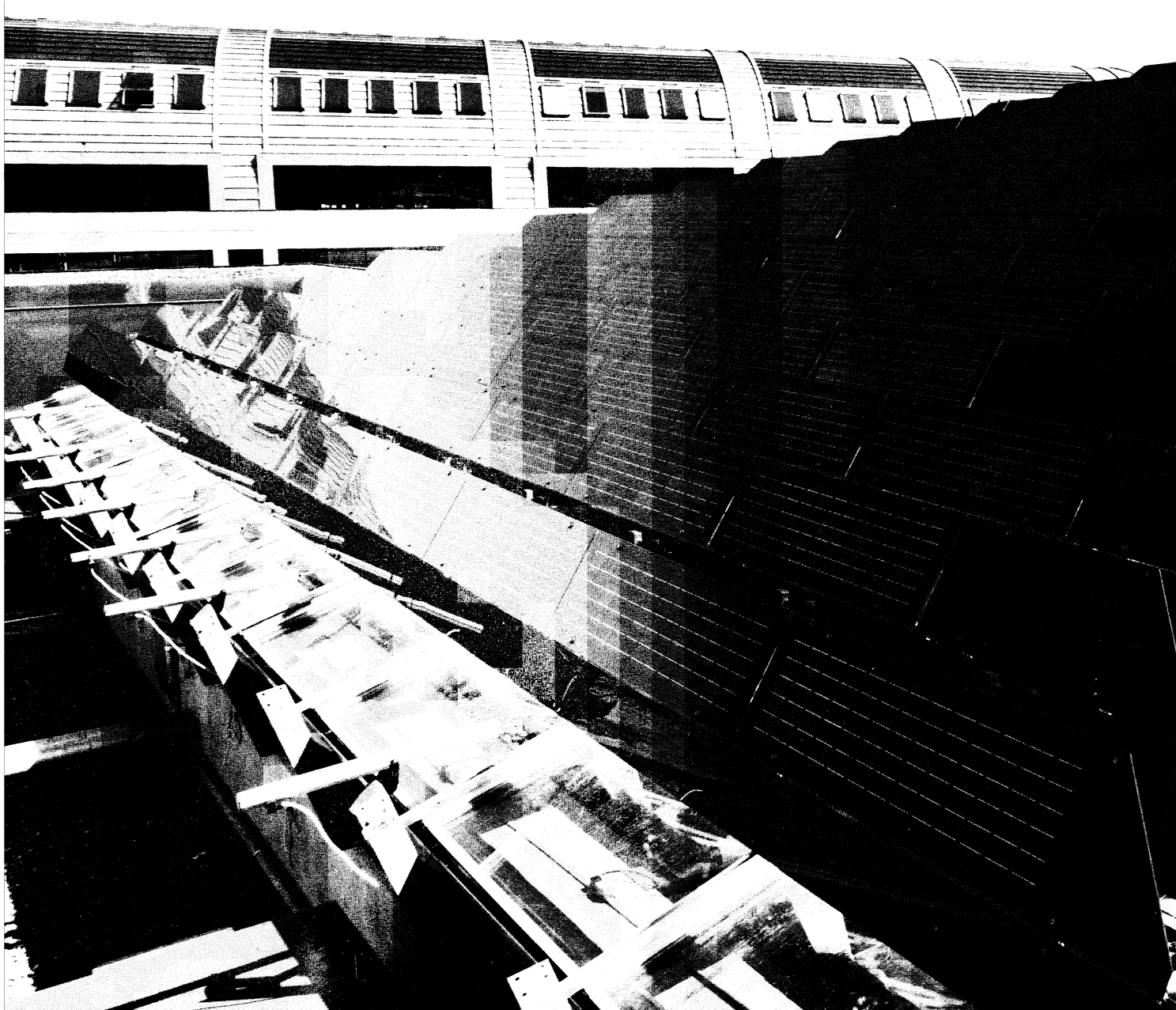
Inner Court

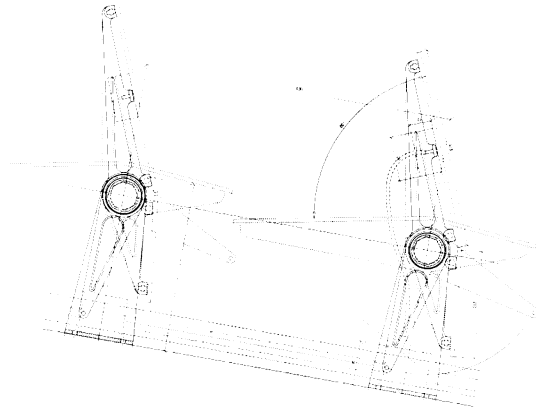
Der Innenhof - vorgesehen als Kommunikationsraum für die Mitarbeiter - ist mit einem leicht geneigten, pyramidenförmigen Glasdach überdeckt. Die auf der Kuppel angebrachten, mit Photovoltaik-Elementen bestückten Beschattungslamellen werden dem Sonnenstand nachgeführt. Nur auf der Nordseite sind Beschattungslamellen ohne Photovoltaik-Module installiert.

La cour intérieure, qui constitue un espace de contact pour les collaborateurs, est recouverte d'un toit vitré de forme pyramidale. Les éléments photovoltaïques, qui font office de protection solaire, ont été placés sur la coupole en tenant compte de la course solaire. Sur la partie nord, de simples lamelles, sans cellules, permettent de contrôler les apports de lumière.

Inteso come luogo di comunicazione per i collaboratori, la corte interne è coperta da un tetto di vetro piramidale, leggermente inclinato. Installate sulla cupola, le lamelle ombreggianti, munite di elementi fotovoltaici, s'inclinano secondo l'orbita solare. Sul lato nord, invece, sono state installate delle lamelle ombreggianti prive di moduli fotovoltaici.

The inner court planned as a communication area for the staff is covered with a slightly tilted pyramid-shaped glass roof. The shading lamellas on the dome fitted with photovoltaic elements follow the course of the sun. Only on the north face, shading lamellas were installed without photovoltaic modules.





Property owner	Digital Equipment Corporation, CH-1213 Petit-Lancy
Location	Immeuble administratif, siège européen de Digital, CH-1213 Petit-Lancy
Architect	J.-F. Lecouturier, L.Caduff, CH-1204 Genève
Engineering	Amstein + Walther SA, CH-1201 Genève
Photovoltaic system	Colt International (Schweiz) AG, CH-6340 Baar Atlantis Energie SA, CH-3005 Bern Solutia AG, CH-4624 Härkingen
Installed capacity	14 700 Watt
Year of construction	1993



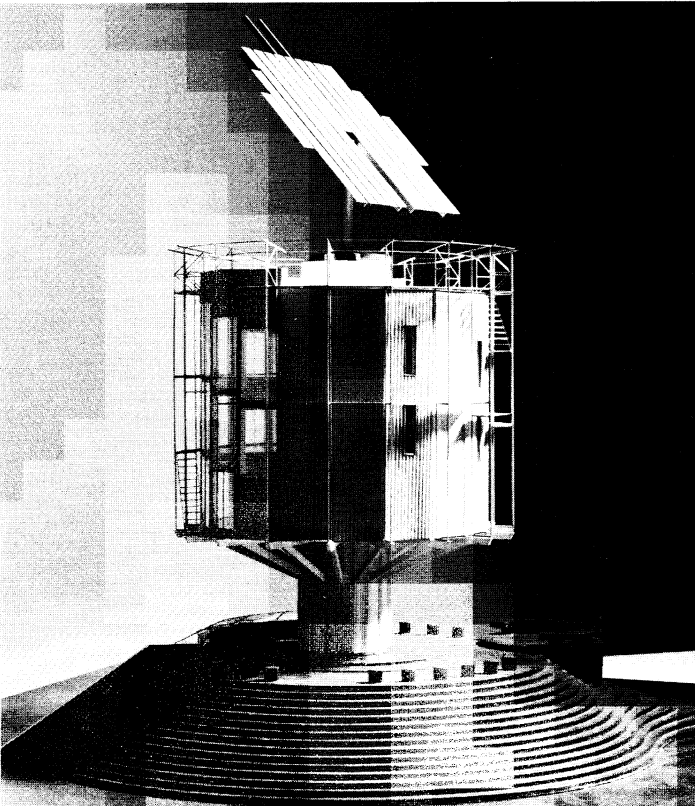
UFO gelandet

Auf dem Sheddach des süddeutschen Gewerbebetriebs werden Photovoltaik-Module integriert, die 80 000 kWh Strom im Jahr erzeugen sollen -dies entspricht ungefähr dem Energiebedarf von 25 Haushalten. Aber nicht das Sheddach des Fabrikationstraktes, sondern das 50m² große, der Sonne nachgeführte Solarpanel des nebenstehenden Besucherhauses zieht alle Blicke auf sich. Das Haus mit ungewöhnlichem, achtzehneckigem Grundriß ist der Form eines Baumes nachempfunden. Eine Wendeltreppe führt hinauf in die spiralförmig angeordneten Ausstellungs- und Veranstaltungsbe- reiche. Große Öffnungen zur Son- nenseite tauchen die Räume ins Licht und ermöglichen Panoramablicke.

Des modules photovoltaïques pro- duisant 80 000 kWh per an (soit le besoin en énergie de 25 ménages) ont été intégrés sur le toit en sheds de cette entreprise d'Allemagne mé- ridionale. Ce n'est toutefois pas le toit de l'aile de production qui attire les regards, mais le panneau de 50 m², orienté en fonction du soleil et monté sur le bâtiment annexe. Cet immeuble inhabituel avec ses dixhuit côtés évoque la forme d'un arbre. Un escalier en colimaçon mène aux salles d'exposition et de réception, disposées en spirale. De grandes ouvertures, per lesquelles le soleil inonde les pièces, offrent des vues panoramiques.

Sul tetto a risega di un'azienda della Germania meridionale sono statt in- stallati moduli fotovoltaici in grado di produrre annualmente 80.000 kWh, corrispondenti al fabbisogno ener- getico di 25 economie domestiche. Ma non è il tetto a risega della fabbrica ad attirare l'attenzione, bensì il pan- nello solare di 50 m², che posto sul- l'attiguo padiglione dei visitatori, s'inclina secondo liorbita solare. Con una inconsueta proiezione orizzontale diciottogonale, il progettista evoca le forme di un albero. Una scala a chiocciola guida l'ospite nei padi- glioni, disposti a spirale, dell'esposi- zione e degli allestimenti. Grandi aperture sul lato esposto al sole per- mettono la diffusione della luce nei locali e vedute panoramiche.

Photovoltaic modules are integrated on the shed roof of the firm located in southern Germany to produce 80,000 kWh electricity per annum-this is roughly the energy requirement of 25 households. It is not, however, the shed roof of the factory wing that attracts attention, but rather the 50 m² large solar panel following the sun which is fitted on the adjacent visitors' house. The building with an extraordinary eighteen-sided ground plan follows the form of a tree. A spiral stair leads upstairs into the spirally laid out exhibition and events areas. Large openings towards the sun side flood the rooms with light and enable panoramic views.



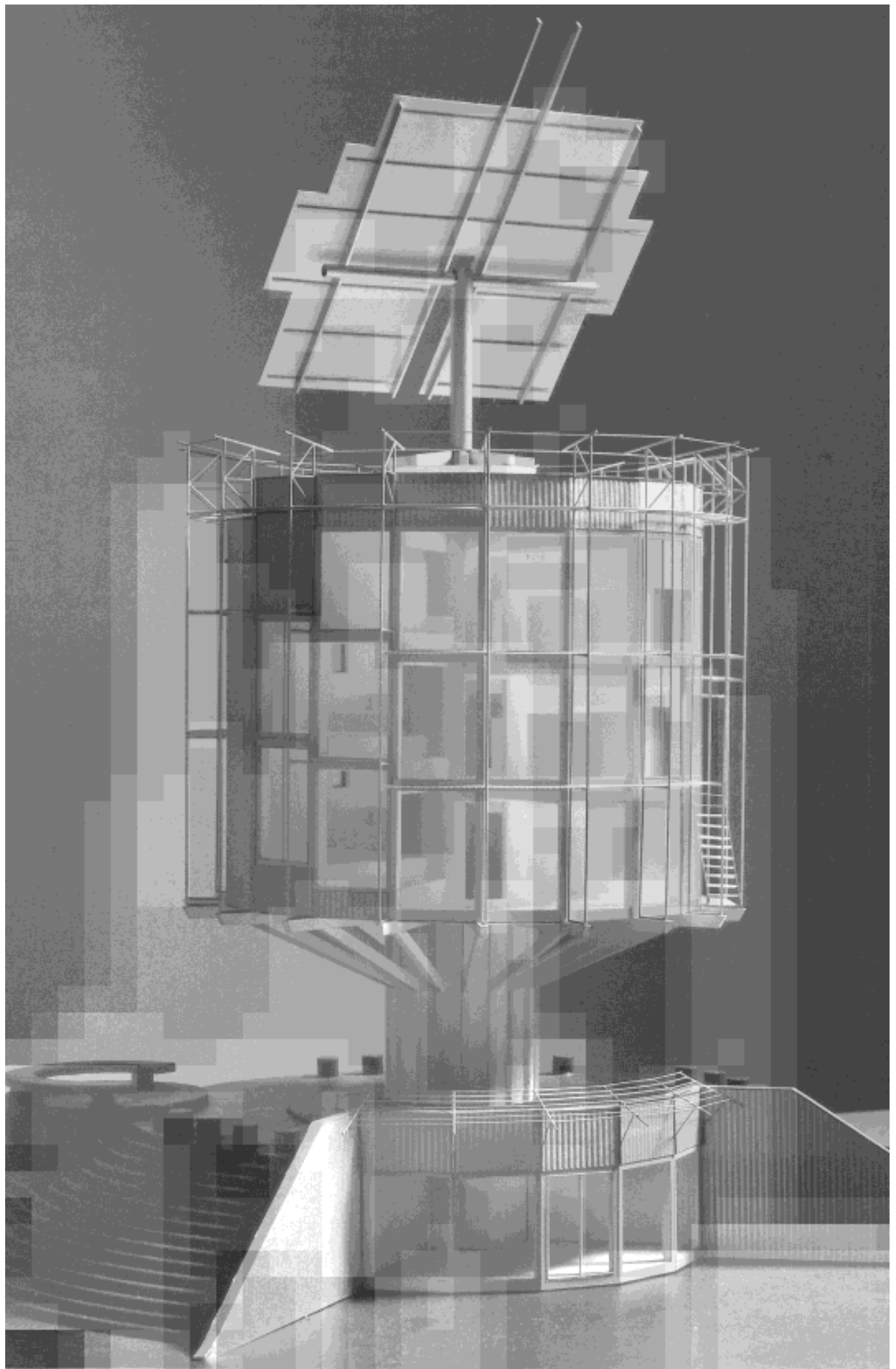
Das Solar-Panel mit 65 Hochleistungs- modulen wird zweiachsig der Sonne nachgeführt.

Le panneau solaire, qui comprend 65 cellules de haute efficacité, suit la course solaire grâce à un système asservi selon deux axes.

Il pannello solare con 65 moduli ad alta potenza s'inclina su due assi a seconda della posizione del sole.

The solar panel with 65 high power modules follows the sun on two axes.

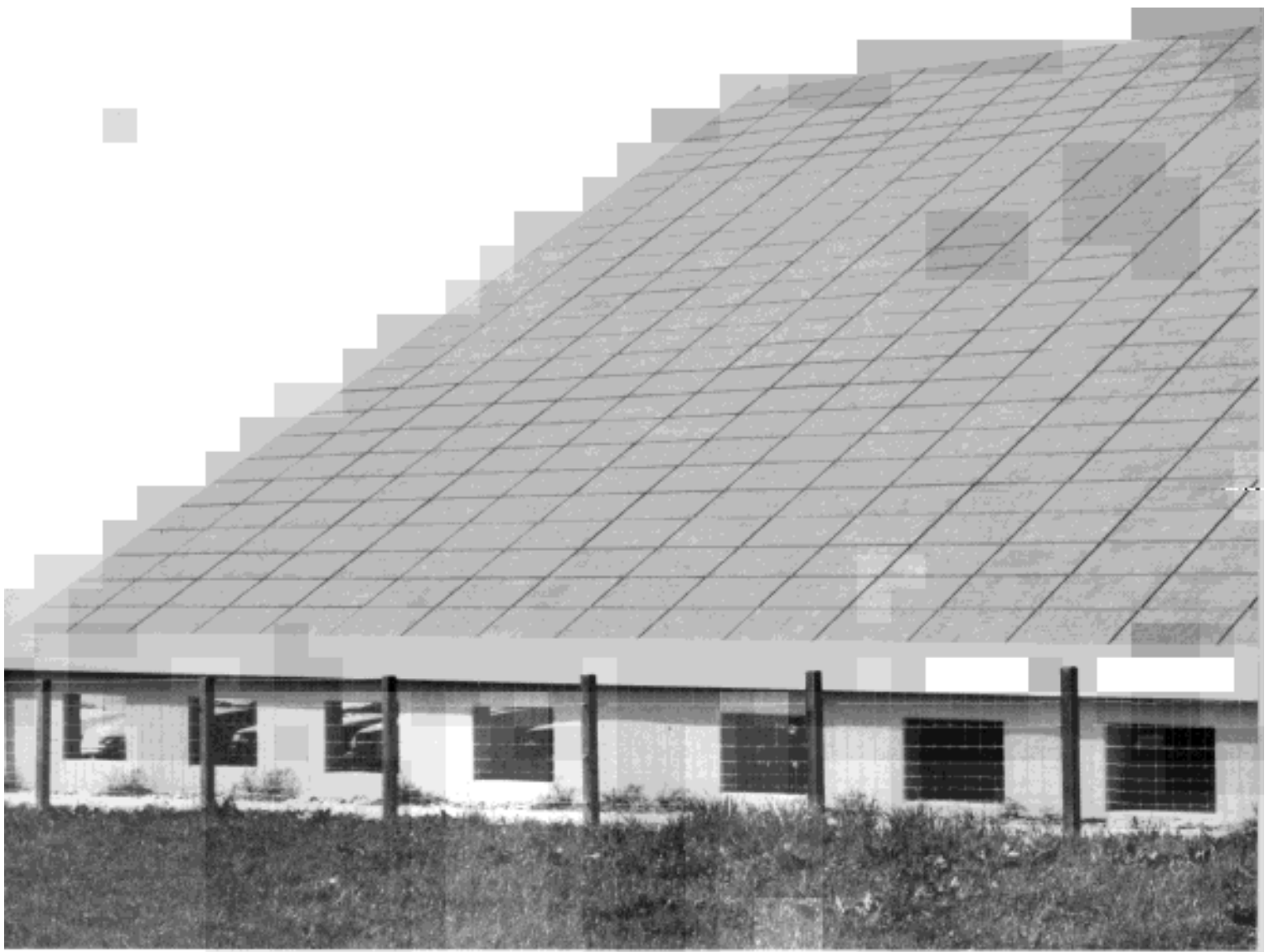
Property owner	Hansgrohe GmbH + Co KG, D-77761 Schiltach
Location	Hansgrohe GmbH + Co KG, D-77656 Offenburg-Elgersweiler
Architect, Engineering	Rolf Disch, D-79115 Freiburg
Photovoltaicsystem	Siemens Solar GmbH D-80807 München
Installedcapacity	100 000 Watt
Year of construction	1993



Like a Giant Roof

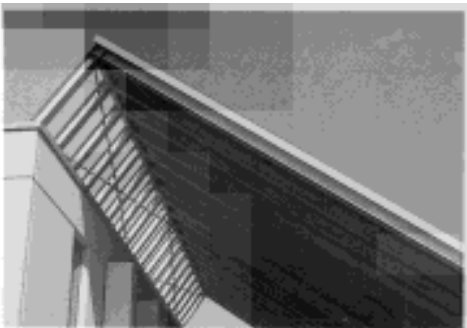
Wie ein riesiges angesetztes Dach wirkt der 268 m² große Photovoltaikgenerator des Innerschweizer Gewerbebetriebs. Der Anstellwinkel ist mit 35° optimal, die Ausrichtung nach Süden ebenfalls. Die Tragstruktur für die 468 Module ist aus Aluminium und so entwickelt, daß anfallendes Regenwasser in einem Auffangbecken gesammelt werden kann. Der Blitzschutz ist durch die mechanische Erdung von Tragstruktur und Stützsockel gewährleistet.

Le générateur photovoltaïque de 268 m² de cette entreprise de Suisse centrale fait penser à un toit gigantesque. L'angle d'incidence, de 35°, est idéal, de même que l'orientation sud. La structure portante des 468 modules, en aluminium, permet de collecter les eaux de pluie dans un bassin. La protection contre la foudre est garantie par la mise à la terre mécanique de la structure portante et du socle.

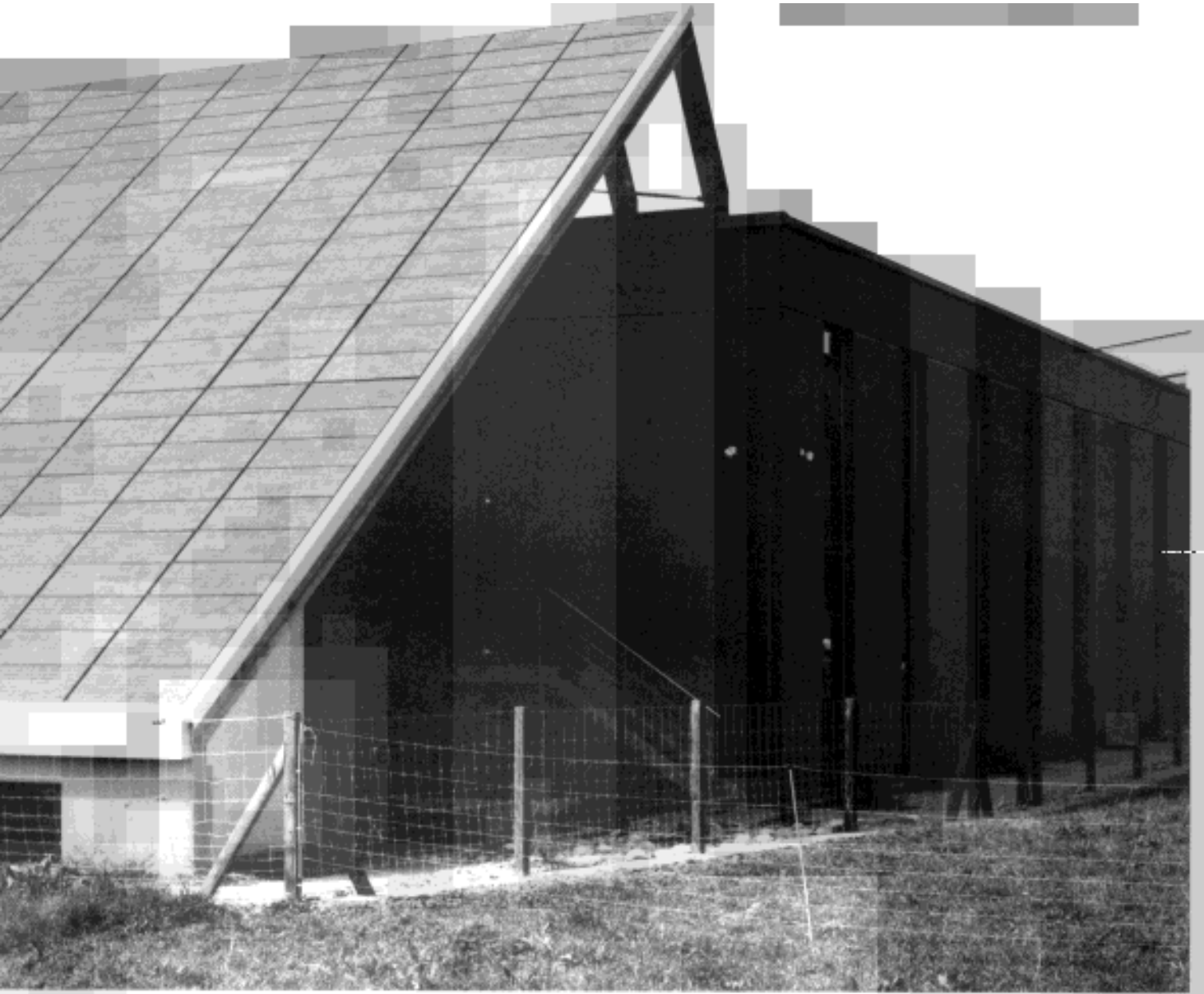


I generatore fotovoltaico di 268 m² di questa azienda industriale della Svizzera interna ha le sembianze di un enorme tetto. L'angolazione di 35° è ottimale, così come lo è l'inclinazione a sud. La struttura portante in alluminio dei 468 moduli è stata ideata per incanalare l'acqua piovana verso un bacino di raccolta. La messa a terra meccanica della struttura e del basamento protegge dai fulmini.

The 268 m²-large photovoltaic generator of this firm in central Switzerland looks like a giant roof. The angle is optimal at 35°, the orientation to the south, too. The load-carrying structure for the 468 modules consists of aluminium and is developed for rain water to be collected in a basin. The lightning protection is guaranteed through the mechanical earthing of the structure and the support base.



Property owner	Thali AG, CH 6285 Hitzkirch
Location	Thali AG, CH 6285 Hitzkirch
Architect	Brun Bauplanung AG, CH-6020 Emmenbrücke
Engineering	Energie 2000 AG, CH 8908 Hedingen
Photovoltaic system	Intersolar SA, CH 2000 Neuchâtel
Installed capacity	29 952 Watt
Year of construction	1991

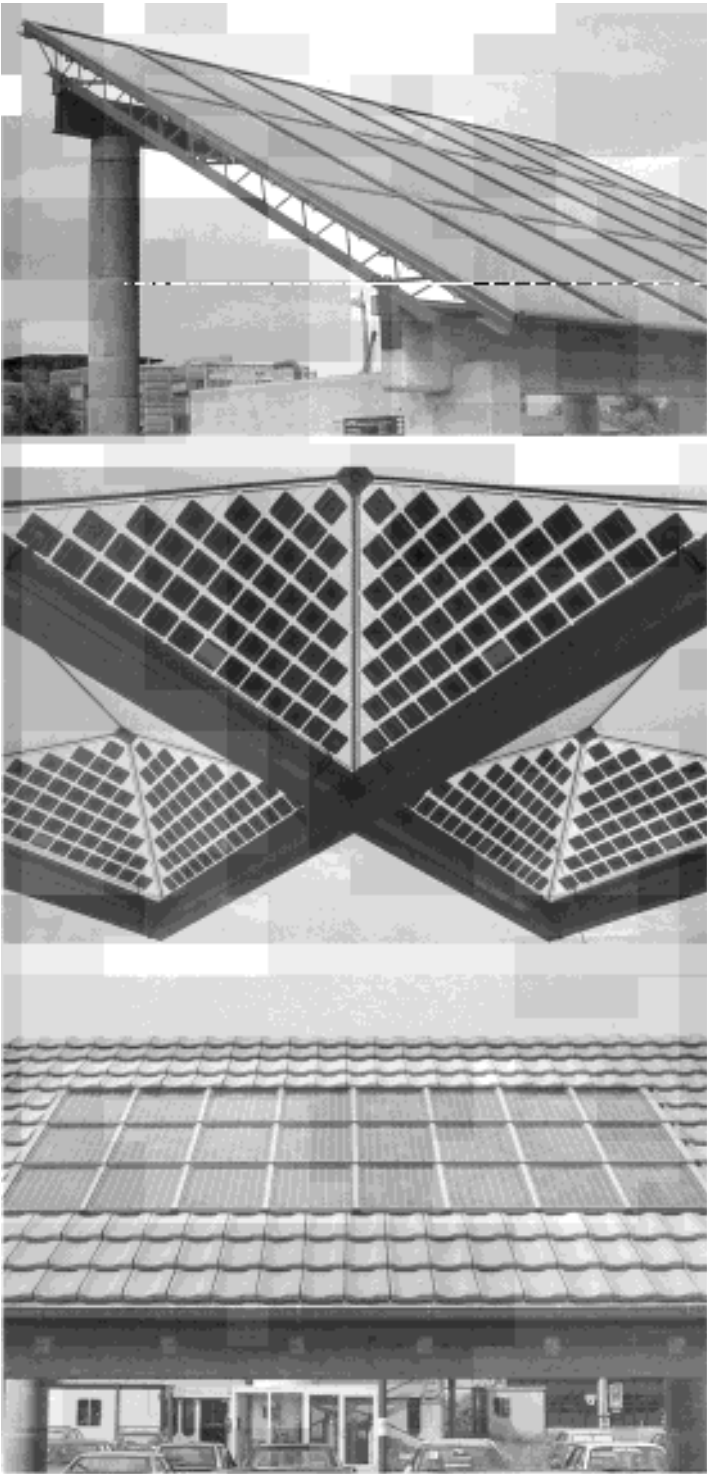


APS zeigt in Lausanne ein Schrägdach mit integrierten Photovoltaik-Modulen (oben), Colt und Solution präsentieren ein Pyramidendach mit transluziden Photovoltaik-Elementen (Mitte), während Newtec den Solarziegel vor" stellt (unten).

APS présente à Lausanne un toit en pente à modules photovoltaïques intégrés (en haut); Colt et Solution, un toit pyramidal à éléments photovoltaïques translucides (au centre); Newtec, une tuile solaire (en bas).

A Losanna, la ditta APS presenta un tetto inclinato con moduli fotovoltaici integrati (in alto), mentre Colt e Solution mostrano un tetto piramidale dotato di elementi fotovoltaici trasparenti (al centro) e Newtec espone una vela solare (in basso).

APS in Lausanne displays a sloping roof with integrated photovoltaic modules (top), Colt and Solution present a pyramid roof with translucent photovoltaic elements (middle) whilst Newtec introduces the solar brick (below).



Organization	International Energy Agency (IEA), Solar Heating and Cooling Program (SHCP)
Participants	Advanced Photovoltaic SystemInc. (APS), USA-New York 08543-7093
	Alpha Real, CH-8008 Zürich
	Bernhard Winkler Architekten AG, CH-8003 Zürich
	Colt International (Schweiz) AG, CH-6340 Baar
	Ernst Schweizer AG, CH-8908 Hedingen
	Gebr Müller AG, CH-6300 Zug
	Lintech SA, CH-1885 Chesières
	Plaston AG, CH-9443 Widnau
	Solution AG, CH-4624 Härkingen
Location	Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne , CH-1015 Lausanne
Duration of the exposition	1990-1995

Demosite à Lausanne

Das Zusammenspiel zahlreicher Baumaterialien mit Photovoltaik-Panels erschließt neue Möglichkeiten für die Gestaltung von Dächern und Fassaden. Die von der Internationalen Energieagentur initiierte Demosite in Lausanne lädt Firmen ein, ihre Ideen für die Integration von Photovoltaik-Elementen anhand von Muster-Pavillons im Maßstab 1:1 vorzustellen. Weitere Beiträge und Anregungen von Fachleuten zu diesem Thema sind willkommen.

La combinaison de multiplex matériaux avec des panneaux photovoltaïques permet de créer de nouveaux types de façade et de toiture. A l'instigation de l'Agence internationale de l'énergie, Demosite invite les entreprises à présenter, à Lausanne, leurs idées d'intégration d'éléments photovoltaïques sur des pavillons-témoins. Toute nouvelle contribution d'un fabricant ou de l'industrie sera la bienvenue.

L'interazione fra i numerosi materiali di costruzione e i pannelli fotovoltaici apre nuovi orizzonti alla configurazione di tetti e facciate. La Demosite di Losanna, creata dall'Agenzia Internazionale dell'Energia, invita ditte a presentare, in appositi padiglioni e su scala 1:1, le loro idee sull'integrazione di moduli fotovoltaici. Ulteriori contributi e suggerimenti inoltrati da esperti sono sempre ben accolti.

The interplay of numerous building materials with photovoltaic panels opens new possibilities for the design of roofs and facades. The Demosite in Lausanne, initiated by the International Energy Agency, invites firms to introduce their ideas for the integration of photovoltaic elements by the way of model pavilions in a scale of 1:1. Further contributions and ideas from specialists are welcome.

Beim Pavillon der Ernst Schweizer AG sind die Photovoltaik-Elemente unterhalb der Fenster um 20 Grad aus der Senkrechten geneigt.

Sur le pavillon de la firme Ernst Schweizer SA, les éléments photovoltaïques du contre-cœur sont inclinés de 20 degrés par rapport à la verticale.

Nel padiglione della Ernst Schweizer SA, gli elementi fotovoltaici, installati sotto la finestra, hanno un'inclinazione di 20° rispetto all'asse verticale.

On the pavilion of Ernst Schweizer AG, the photovoltaic elements are tilted by 20° from the vertical position



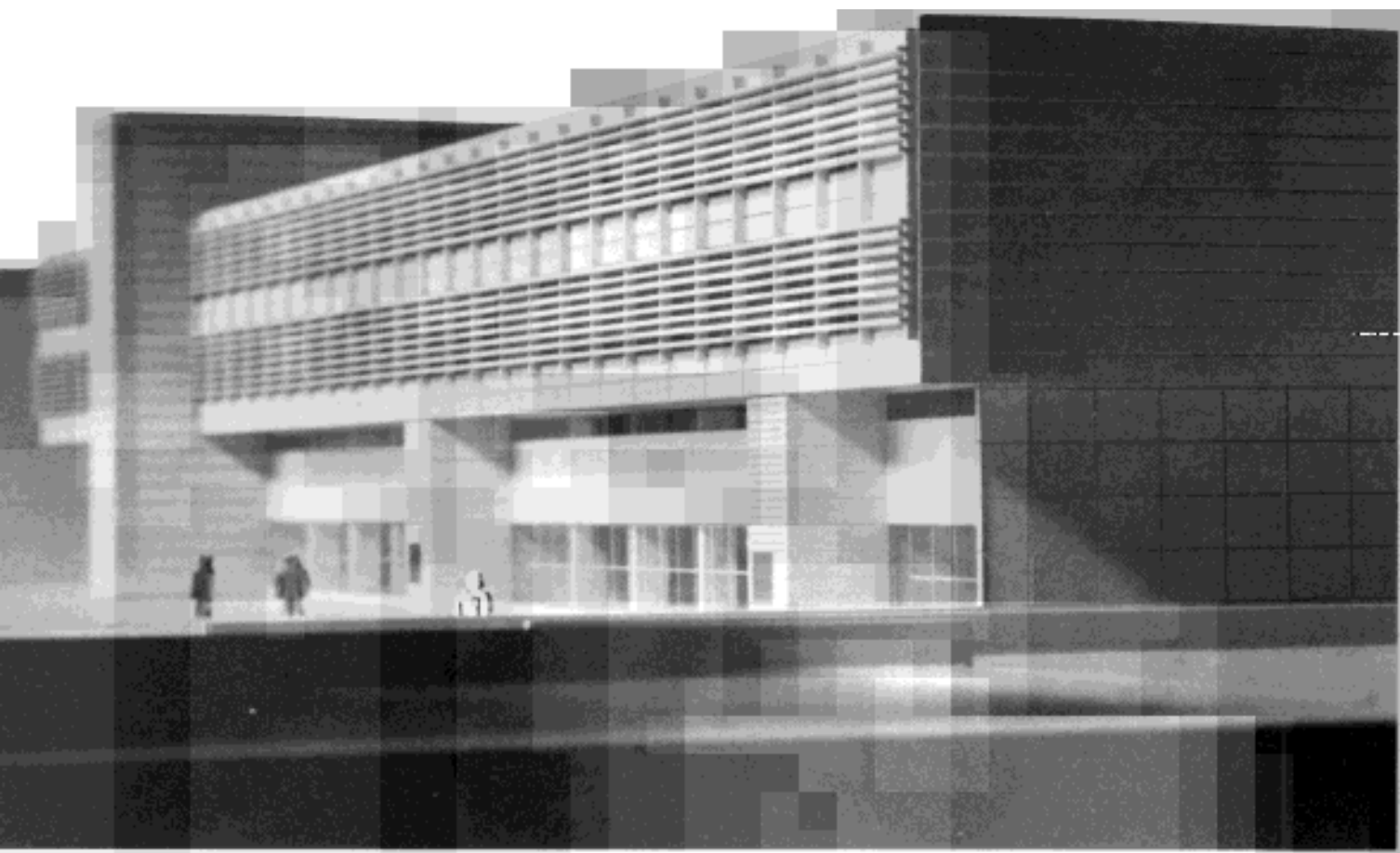
Shadowvoltaic Wings

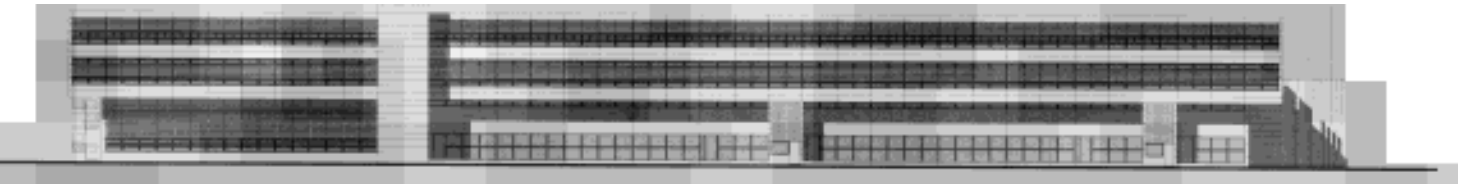
Vier sich durchdringende Gebäude-
teile prägen das Erscheinungsbild des
Betriebskomplexes. Vorgehängte hin-
terlüftete Verkleidungen aus Metall
und großflächige rahmenlose Vergla-
sungen charakterisieren den Fassa-
denbereich. Photovoltaik-Glaslamel-
len, die dem Sonnenstand nachge-
führt sind, schützen die Süd-Ost-
Fassade vor zu intensiver Sonnen-
einstrahlung. Durch die transluziden
Eigenschaften der gewählten Photo-
voltaik-Elemente fällt genügend Ta-
geslicht in die Büroräume.

Quatre ailes de bâtiment imbriquées
les unes dans les autres caractérisent
ce complexe. Des parements de mé-
tal suspendus et ventilés, et de vastes
vitrages sans cadre, composent la
façade. Des lamelles de verre photo-
voltaïques, orientées en fonction du
soleil, protègent la façade sud-est
d'un ensoleillement excessif. Les élé-
ments photovoltaïques, translucides,
offrent un éclairage naturel suffisant
dans les bureaux.

Le quattro parti dell'edificio incagliate
l'una nell'altra, danno risalto alla
configurazione del complesso indu-
striale, mentre il rivestimento in me-
tallo con areazione termica e un'enor-
me invetriatura senza cornice ne
caratterizzano la facciata. Lamelle
fotovoltaiche in vetro, che s'inclinano
seguendo l'orbita solare, proteggono
la facciata sud-est da un irraggia-
mento troppo intensivo. Le caratte-
ristiche translucenti dei moduli foto-
voltaici scelti permettono un'illumi-
nazione adeguata degli uffici.

Four interlinked building parts char-
acterise the identity of the company
complex. Curtain type rear-ventilated
panelling of metal and large frameless
glazing characterise the facade area.
Photovoltaic glass lamellas following
the sun protect the southeast facade
from highly intensive solar irradiation.
Thanks to the translucent
characteristics of the chosen photo-
voltaic elements, sufficient daylight
reaches the office areas.





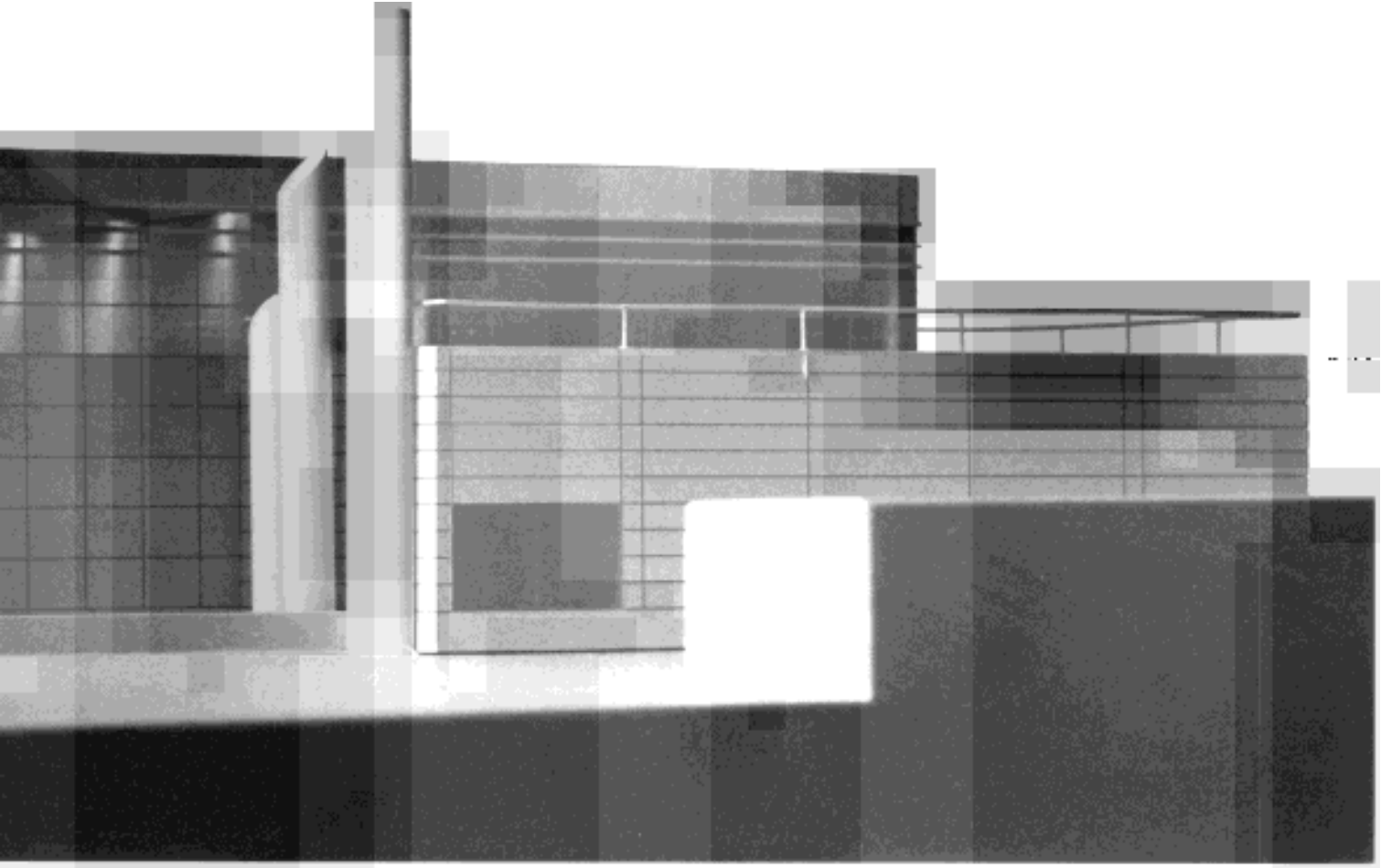
Die Süd-Ost-Fassade und die schatten-spendende Photovoltaik-Glaslamelle im Detail.

La façade sud-est et la lamelle photovoltaïque source d'ombrage en détail.

Dettagli della facciata sud-est e della lamella di vetro fotovoltaica ombreggiante.

The south east facade and the shading photovoltaic glass lamella in detail.

Property owner	Stadt Winterthur, Departement Technische Betriebe, CH-8402 Winterthur
Location	Betriebsgebäude Städtische Werke Winterthur Gaswerkareal CH-8402 Winterthur
Architect	Theo Hotz AG, CH-8034 Zürich
Engineering	Elektrowatt Ingenieurunternehmung AG, CH-8034 Zürich
Photovoltaic system	Colt International (Schweiz) AG CH-6340 Baar Solution AG, CH-4624 Härkingen
Installed capacity	36 800 Watt
Year of construction	1995



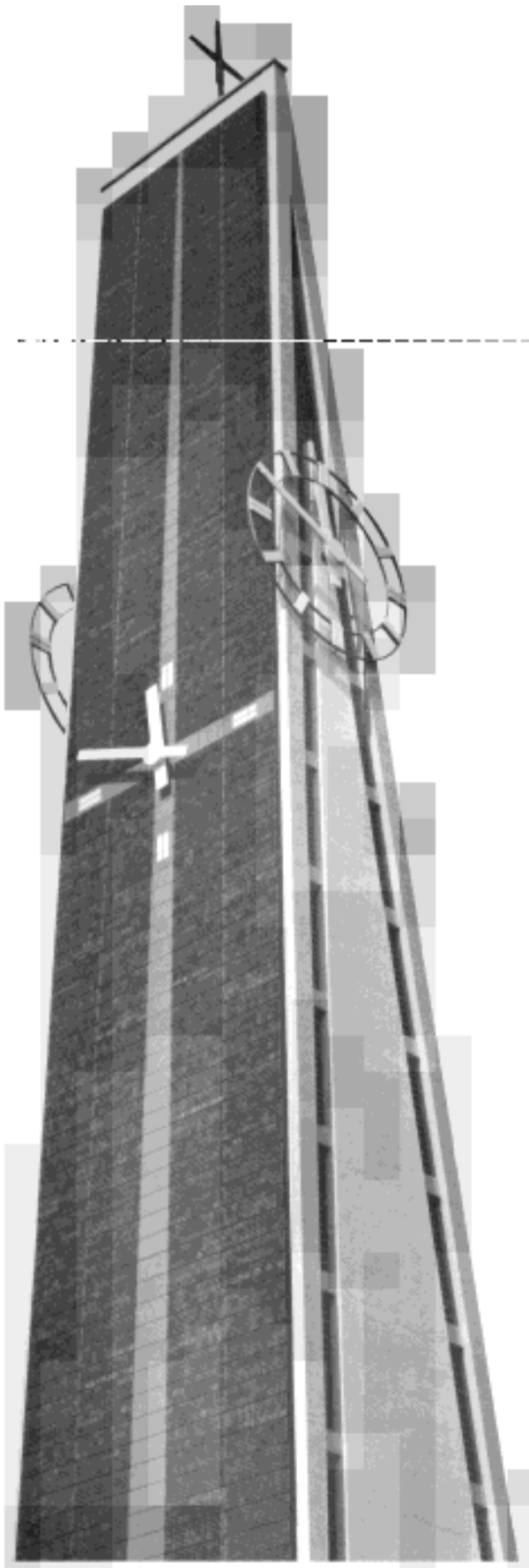
Der Kirchturm am Bodensee

Der Turm der Kirche in Steckborn wies Witterungsschäden auf und mußte saniert werden. Auf die Initiative einiger Einwohner hin wurde diese Gelegenheit dazu genutzt, eine Photovoltaik-Anlage am Turm zu installieren. Die rahmenlosen Module sind auf einer Unterkonstruktion für Keramikfassadenelemente befestigt.

Le clocher de l'église de Steckborn, exposé aux intempéries, devait être restauré. A l'initiative de quelques habitants, l'occasion a été saisie pour y monter une installation photovoltaïque. Les modules sans cadre sont fixés sur une structure portante pour éléments de façade en céramique.

I danni provocati dalle intemperie hanno reso necessario il risanamento del campanile della chiesa di Steckborn. Su iniziativa di alcuni cittadini, un impianto fotovoltaico è stato installato sul campanile. I moduli senza cornice poggiano su una sottostruttura ideata originariamente per facciate in pannelli di ceramica.

The tower of the church in Steckborn was damaged by weather and required renovation. At the initiative of a number of town residents, this need was turned into an opportunity to install a photovoltaic system on the tower. The frameless modules are fixed on a sub-structure for ceramic facade elements.



Property owner	Trägerverein SOLAR-Untersee, c/o Christian Eggenberger, CH-8266 Steckborn
Location	Katholische Kirche, CH-8266 Steckborn
Architect	Nordostschweizerische Kraftwerke AG,
Engineering	CH-5400 Baden
Installed capacity	18 600 Watt
Year of construction	1993

Bâtiment industriel à Bienne

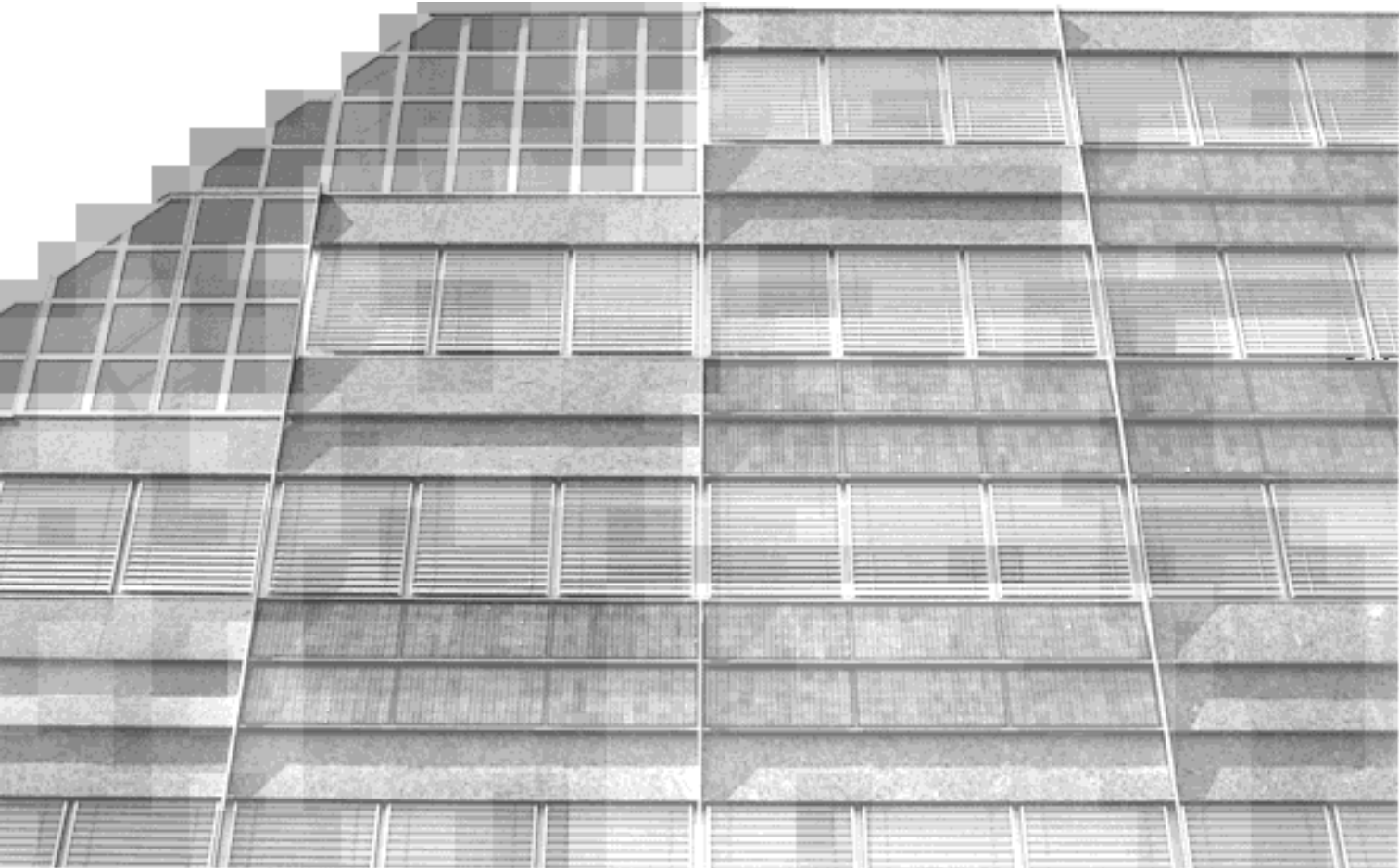
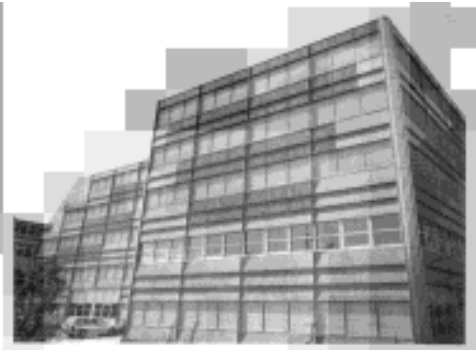
Diese «Windmühle» besteht aus vier - von verschiedenen Firmen genutzten - Baukörpern, die in Propellerform um einen Kern mit gemeinsamer Infrastruktur angeordnet sind. Das zwei-stöckig geplante Gebäude wurde schließlich mit fünf Stockwerken realisiert. Die Entscheidung zugunsten von integrierten Solarzellen fiel erst nach Baubeginn. Trotzdem sind die polykristallinen Solarmodule zum bestimmenden Gestaltungselement geworden. Einem geometrischen Muster folgend, kontrastieren sie mit den übrigen Fassadenplatten aus dunkelgrauem Gneis. Möglich wurde diese Integration aber erst, als die Herstellerfirma schließlich Photovoltaik-Module anbieten konnte, die von der Größe und den bauphysikalischen Aspekten her den Gneisplatten weitgehend entsprechen

Ce «moulin à vent» se compose de quatre bâtiments—utilisés per des entreprises différentes—et disposés en hélice autour d'une infrastructure commune. Au lieu des deux étages prévus, l'immeuble a finalement été doté de cinq niveaux. La décision en faveur de cellules solaires intégrées n'a été prise qu'après le début des travaux. Pourtant, les modules polycristallins sont devenus un élément architectural déterminant. Suivant un schéma géométrique, ils contrastent avec les autres panneaux de la façade en gneiss gris foncé. Toutefois cette intégration n'a été possible que lorsque le fabricant a pu offrir des modules identiques, en taille et en aspect. aux panneaux de gneiss.

Questo «mulino a vento», che ospita diverse ditte, è composto da quattro edifici, disposti a elica intorno ad un nucleo centrale con un'infrastruttura in comune. L'edificio ha cinque piani, anche se originariamente non ne erano stati progettati che due. Nonostante la decisione d'integrarvi cellule solari sia stata presa dopo l'inizio dei lavori, i moduli solari policristallini sono diventati elementi determinanti della configurazione. Fedeli a un preciso disegno geometrico, essi contrastano con i pannelli della facciata in gneis grigioscuro. L'integrazione è stata resa possibile solo in seguito alla produzione di moduli fotovoltaici dalle dimensioni e caratteristiche fisiche in gran parte identiche a quelle dei pannelli in gneis.

This'windmill' consists of four buildings, used by different companies, laid out like a propeller around a core with a common infrastructure. The building was planned with two storeys but in the end was realised with five storeys. The decision to integrale photovoltaic cells was made only after the start of construction. Still, the polycrystalline solar modules became a decisive design element. Following a geo-metrical pattern, they form a contrast to the other facade plates of dark grey gneiss. This integration became possible only when the producers were able to offer photovoltaic modules that largely correspond in size and structural properties to the gneissic plates.

Property owner	Rotodur AG, Stadelmann AG, Wagner AG, Zettler AG, CH-2504 Biel-Bözingen
Location	Industriegebäude Windmühle, CH-2504 Biel-Bözingen
Architect	Hostettler & Partner, CH-2501 Biel
Engineering	Zettler AG, CH-4502 Solothurn
	Atlantis Energie AG, CH-3005 Bern
Photovoltaic system	Atlantis Energie AG, CH-3005 Bern
Installed capacity	9000 Watt
Year of construction	1991



Sevilla, Sevilla

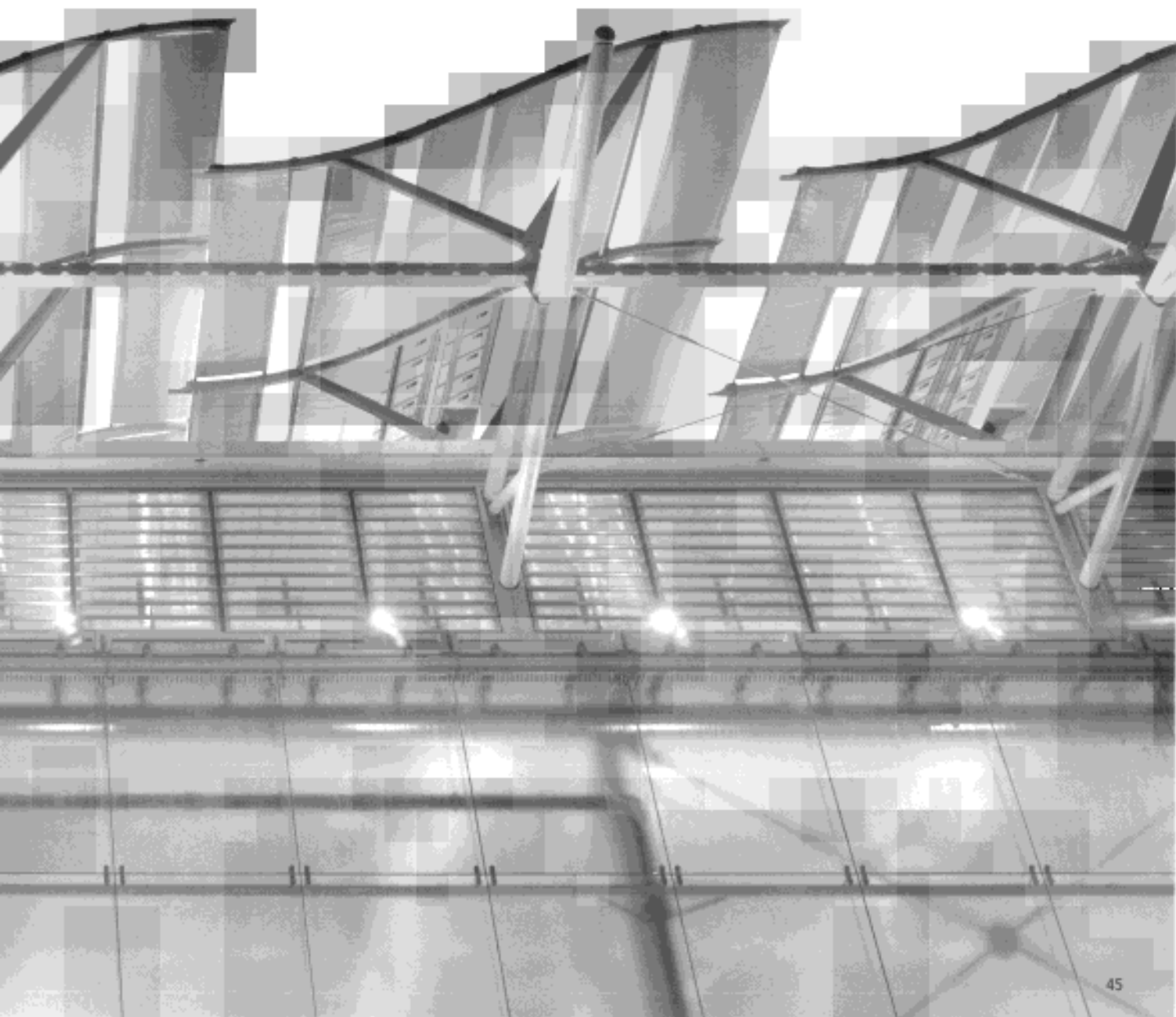
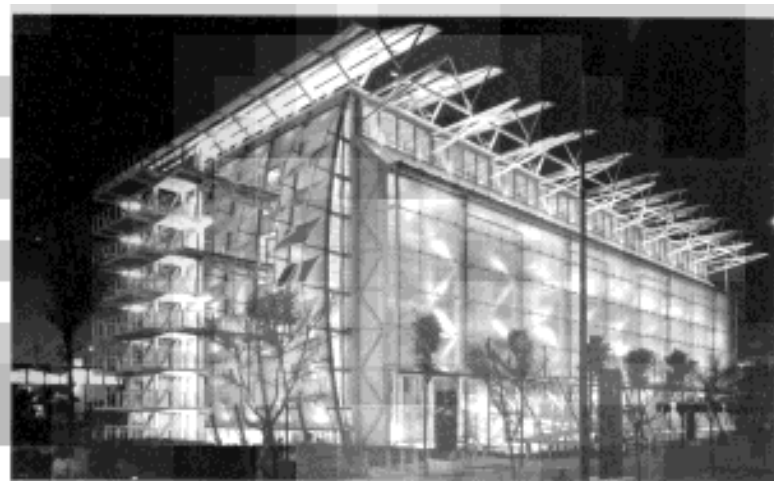
Der britische Pavillon in Sevilla stellt mit seinen ungewöhnlichen technischen Feinheiten eine Antwort auf das heiße Klima Andalusiens dar: Sonnenenergie wird zu Kühlungs Zwecken eingesetzt. Wasser fließt an der Ostseite des rechteckigen Pavillons über eine Glasfläche und fällt dann - wie ein glitzernder Vorhang - in ein Wasserbecken, wird gefiltert und wieder hochgepumpt. So kann die Glasoberfläche gekühlt werden, ohne daß die natürliche Belichtung behindert wird. Die Energie für die Pumpen liefern die mit Photovoltaik-Panels bestückten S-förmigen Sonnensegel auf dem Flachdach.

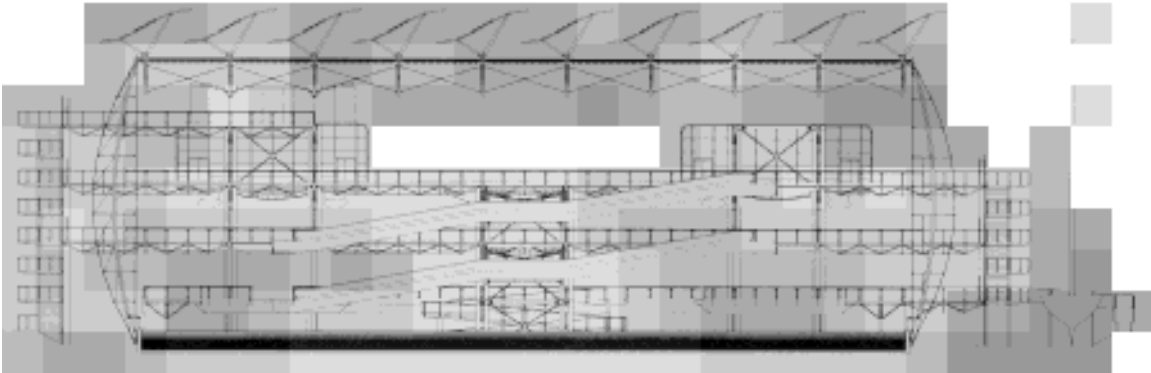
Les finesses techniques inhabituelles du pavillon britannique de l'exposition de Séville répondent à la chaleur du climat andalou: l'énergie solaire s'utilise à des fins de rafraîchissement. Coulant sur la face est vitrée du pavillon, l'eau tombe en rideau étincelant dans un bassin, où elle est filtrée puis repompée vers le haut. Ainsi, la surface de verre peut être rafraîchie sans limiter l'éclairage naturel. L'énergie nécessaire aux pompes est fournie par une voile solaire en forme de S munie de panneaux photovoltaïques et installée sur le toit plat.



Con le sue finezze tecniche fuori dal comune, il padiglione britannico a Siviglia sfiola il clima torrido dell'Andalusia. L'energia solare viene usata per rinfrescare. Sul lato est del padiglione rettangolare, dell'acqua scorre sopra una vetrata e cade, simile ad una tenda lucente, in un bacino, da dove viene filtrata e ripompata. L'acqua viene così raffreddata, assicurando al padiglione una luce naturale. L'energia che aziona le pompe viene prodotta da una vela da sole, a forma di S, posta sul tetto piano e dotata di pannelli solari.

The British Pavilion in Seville represents, with its extraordinary technological sophistication, an answer to the hot climate of Andalusia: solar energy is used for cooling purposes. Water flows along the east face of the rectangular pavilion on the glazing and then falls—like a sparkling curtain—into a water basin, is filtered and pumped up again. Thus, the glass surface is cooled without obstructing the natural lighting. The energy for the pumps is supplied by the photovoltaic panels fitted to the S-shaped sun sails on the flat roof.



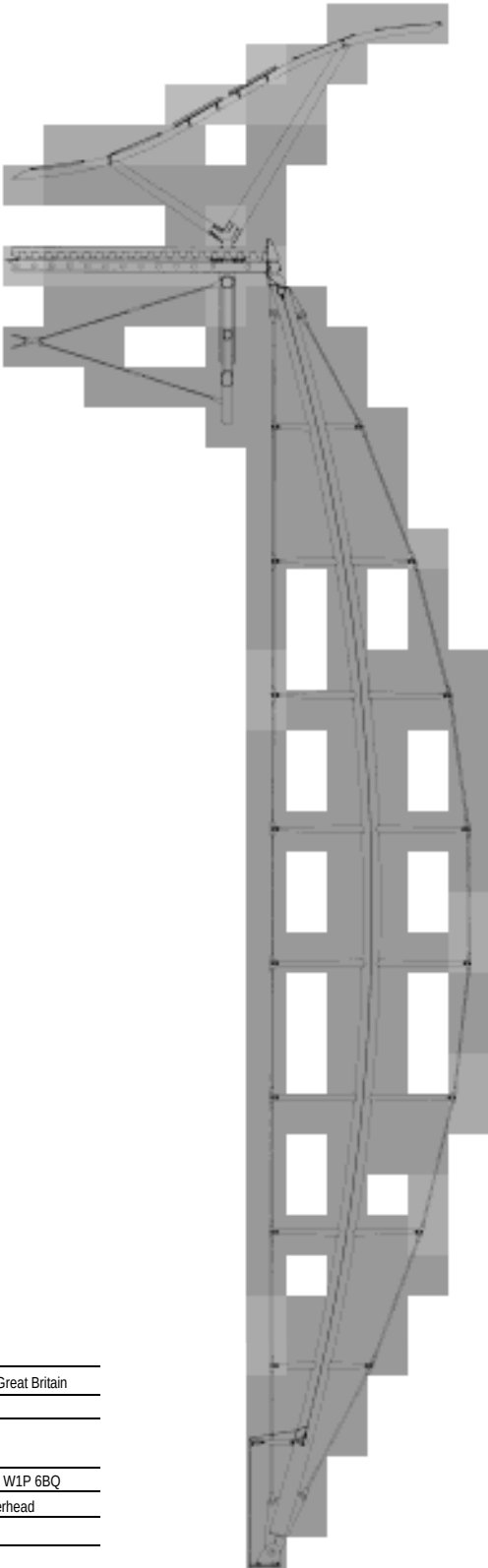


Das Rahmenwerk aus Stahlrohren wurde in England vorgefertigt und auf dem Ausstellungsgelände montiert. Schnitt durch die Südfassade (rechts)

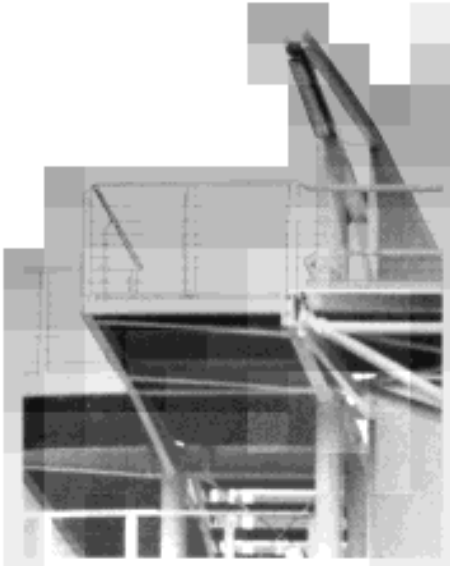
Le cadre en tubulures d'acier, préfabriqué en Angleterre, a été monté sur le terrain de l'exposition. Coupe de la façade sud (à droite).

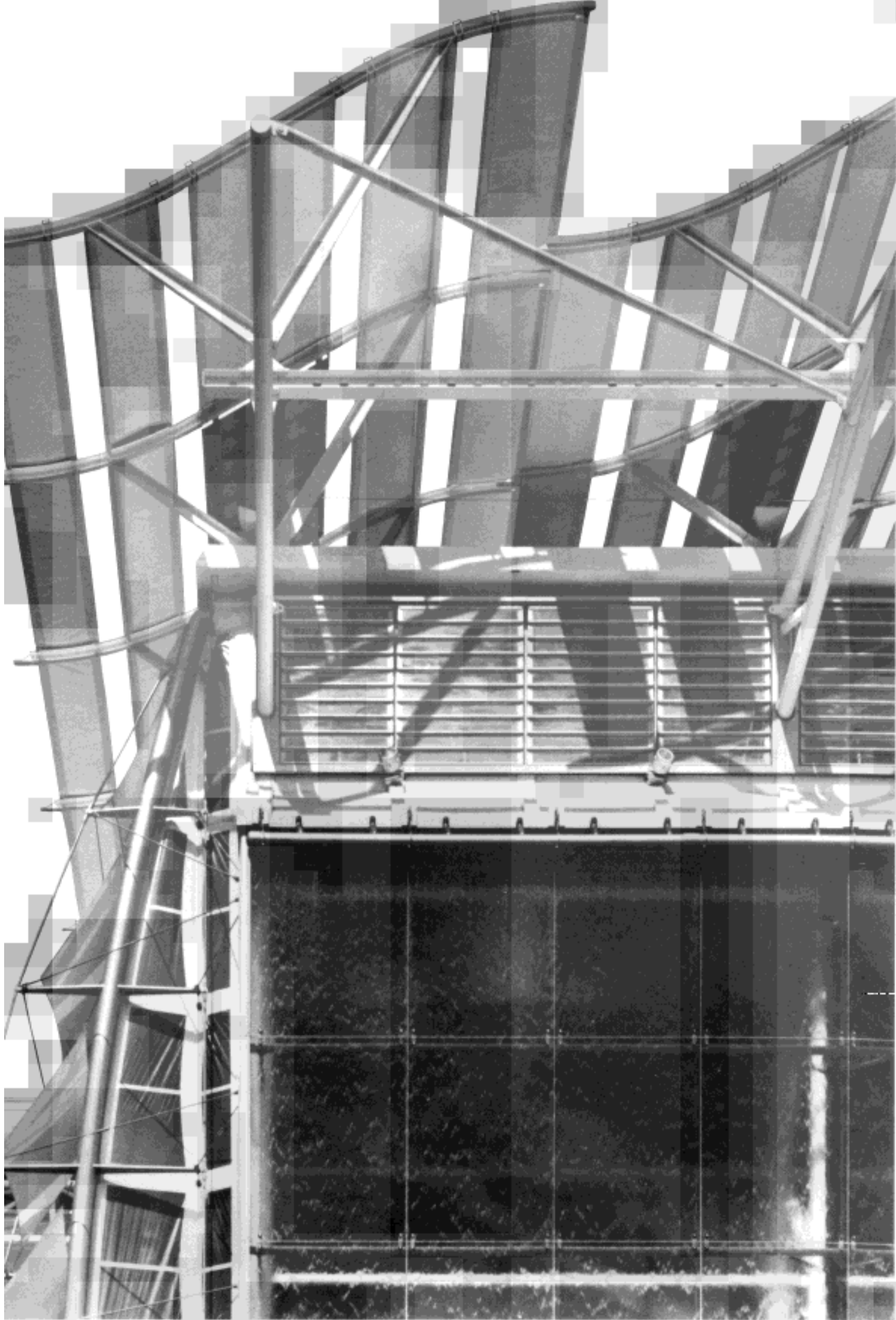
Il telaio in tubi d'acciaio è stato prefabbricato in Inghilterra e montato nell'area dell'esposizione. Sezione della facciata sud (a destra).

The frame of steel tubes was prefabricated in England and installed on the exhibition area. Section through the south facade (right).



Property owner	Department of Trade & Industry, Great Britain
Location	Expo 92, Sevilla, Spain
Architect	Nicholas Grimshaw & Partners, UK London W1P 5HA
Engineering	Ove Arup & Partners, UK-London W1P 6BQ
Photovoltaic system	BP Solar Systems Ltd, UK-Leatherhead
Installed capacity	46 000 Watt
Year of construction	1992





Glasnost in Solothurn

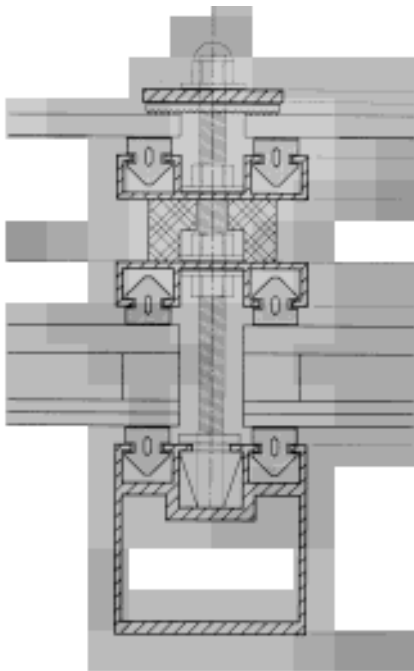
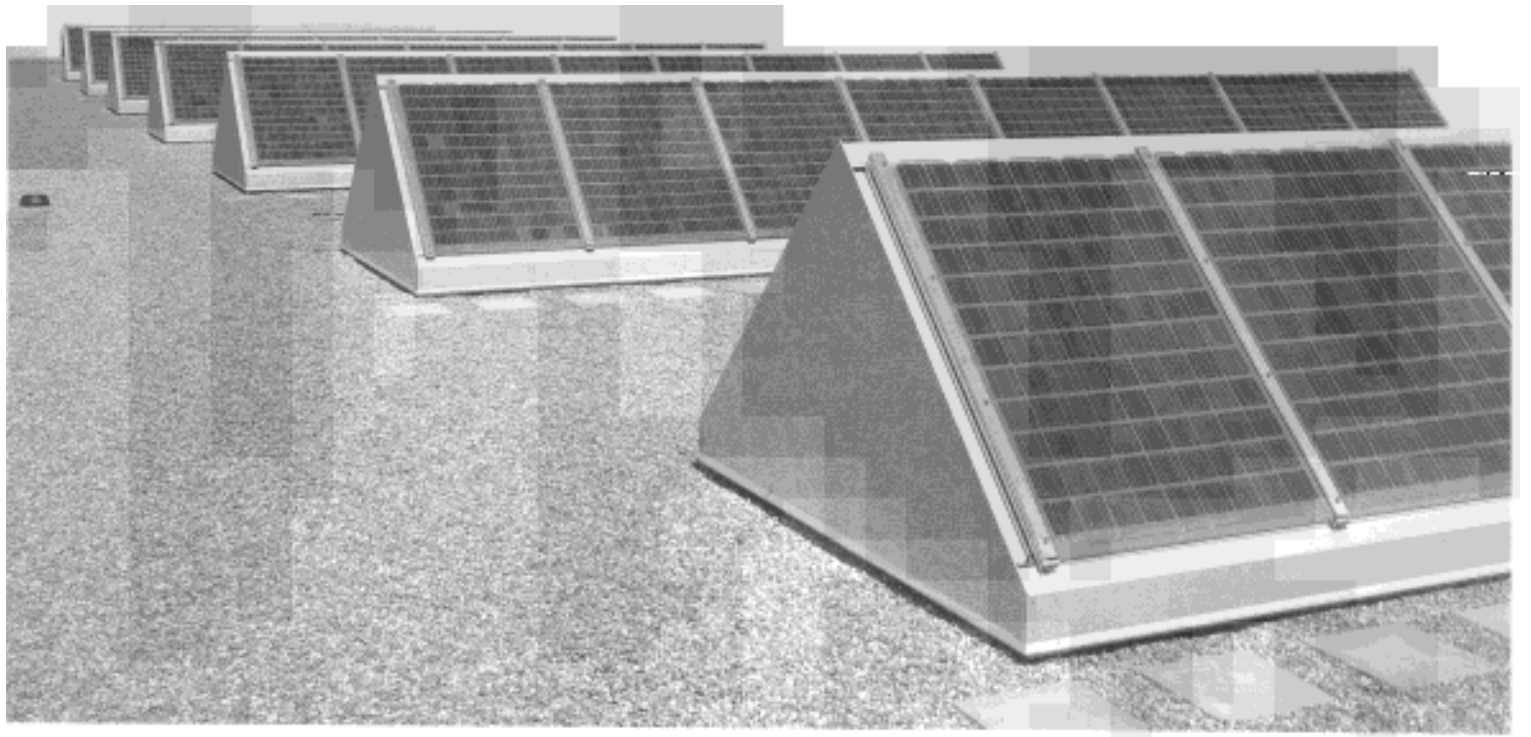
Sheddächer sind ideal für die Montage von Solarzellen: da die Fenster üblicherweise auf der Nordseite angebracht werden, bleibt die Südseite für Photovoltaik-Elemente frei. Hier sind transluzide Module gewählt, die im Obergeschoß für zusätzlichen, weichen Lichteinfall sorgen. «Glasnost» nennen die Architekten die Glaskuben-Konstruktion, weil sich die Schule neuen Ideen gegenüber offen zeigt und die Schüler so am eigenen Schulhaus die Nutzung der Sonnenenergie miterleben können.

Les toits en sheds se prêtent à merveille au montage de cellules solaires: les fenêtres étant généralement installées au nord, le côté sud peut accueillir des éléments photovoltaïques. Ici, des modules translucides permettent, à l'étage supérieur, une incidence supplémentaire de lumière douce. Les architectes ont baptisé «Glasnost» cette construction en cubes de verre, car l'école se montre ouverte aux nouveautés et met les élèves en contact direct avec l'utilisation de l'énergie solaire.

Tetti a risega si prestano perfettamente al montaggio di cellule solari. Con le finestre abitualmente orientate a nord, il lato sud rimane libero per l'integrazione degli elementi fotovoltaici. In genere vengono scelti moduli translucidi che permettono un'ulteriore tenue diffusione di luce nel piano superiore. Gli architetti hanno battezzato la struttura in cubi di vetro «Glasnost», per illustrare l'atteggiamento aperto della scuola verso il nuovo che ha permesso agli studenti di vivere direttamente l'esperienza della produzione energetica solare nel proprio edificio scolastico.

Shed roofs are ideal for the installation of photovoltaic cells: because the windows are normally located on the north face, the south face is free for photovoltaic elements. In this case, translucent modules were chosen ensuring additional, soft light to the top floor. The glass cube construction is called 'Glasnost' by the architects, because the school is open to new ideas and the pupils can thus directly experience the use of solar energy in their own school.



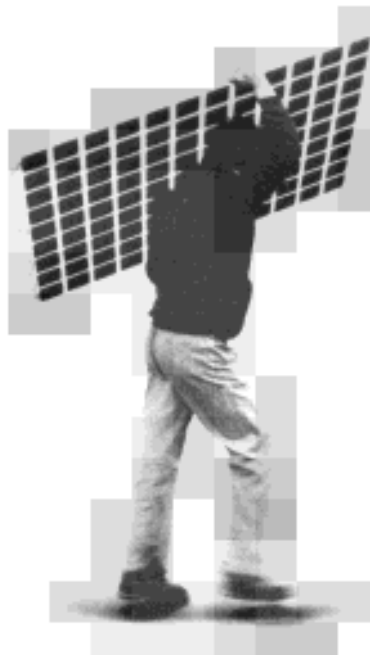


Befestigung der Verglasung und der Solarzellen im Bereich des Shed-Sparrens: Trägerglas der Solarzellen (oben) und Zweifach-Verglasung (unten).

Fixation du vitrage et des cellules solaires au niveau du chevron du toit: verre porteur des cellules solaires (en haut) et double vitrage (en bas).

Fissaggio della vetrata e delle cellule solari sul travetto inclinato del tetto a risega: vetro portante delle cellule solari (in alto) e invetriatura doppia (in basso).

Attaching the glazing and photovoltaic cells in the areas of the shed: glass carrying the photovoltaic cells (top) and double glazing (below).



Property owner	Baudepartement des Kantons Solothurn, CH-4500 Solothurn
Location	Kantonsschule Solothurn, CH-4500 Solothurn
Architect	Fritz Haller, CH-4500 Solothurn
Engineering	Zetter Solar AG, CH-4512 Bellach
Photovoltaic system	Solution AG, CH 4624 Härkingen
Instaled capacity	9800 Watt
Year of construction	1993



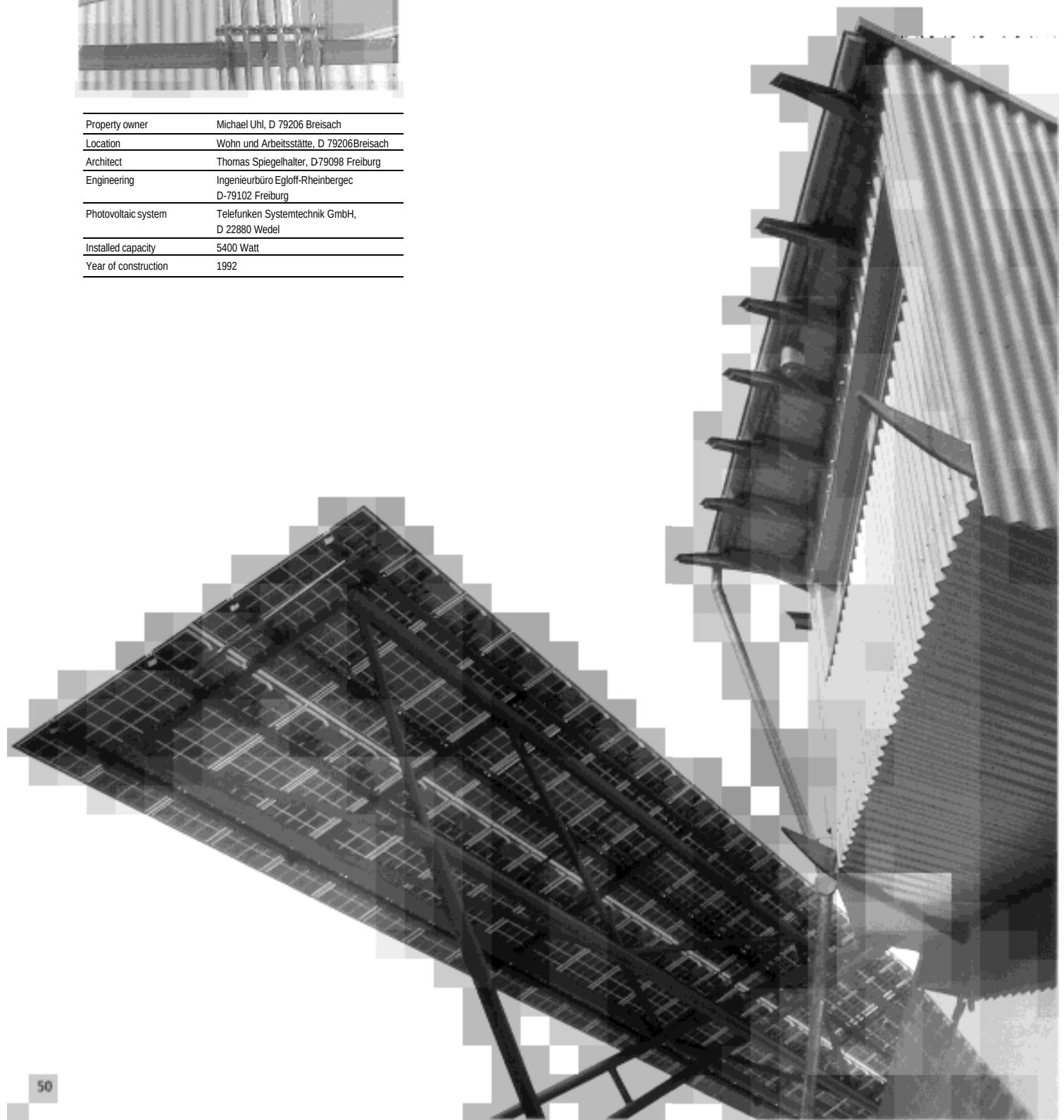
Zwei Dachbehälter mit je 2000 Litern Fassungsvermögen speichern das Regenwasser.

Deux réservoirs, d'une capacité de 2000 litres chacun, stockent l'eau de pluie dans le toit.

Sul tetto, due contenitori, con una capacità di 2.000 litri ciascuno, raccolgono l'acqua piovana.

Two roof containers, each with 2,000 litres capacity, store the rain water

Property owner	Michael Uhl, D 79206 Breisach
Location	Wohn und Arbeitsstätte, D 79206 Breisach
Architect	Thomas Spiegelhalter, D 79098 Freiburg
Engineering	Ingenieurbüro Egloff-Rheinberger D-79102 Freiburg
Photovoltaic system	Telefunken Systemtechnik GmbH, D 22880 Wedel
Installed capacity	5400 Watt
Year of construction	1992



Villa Deconstructa

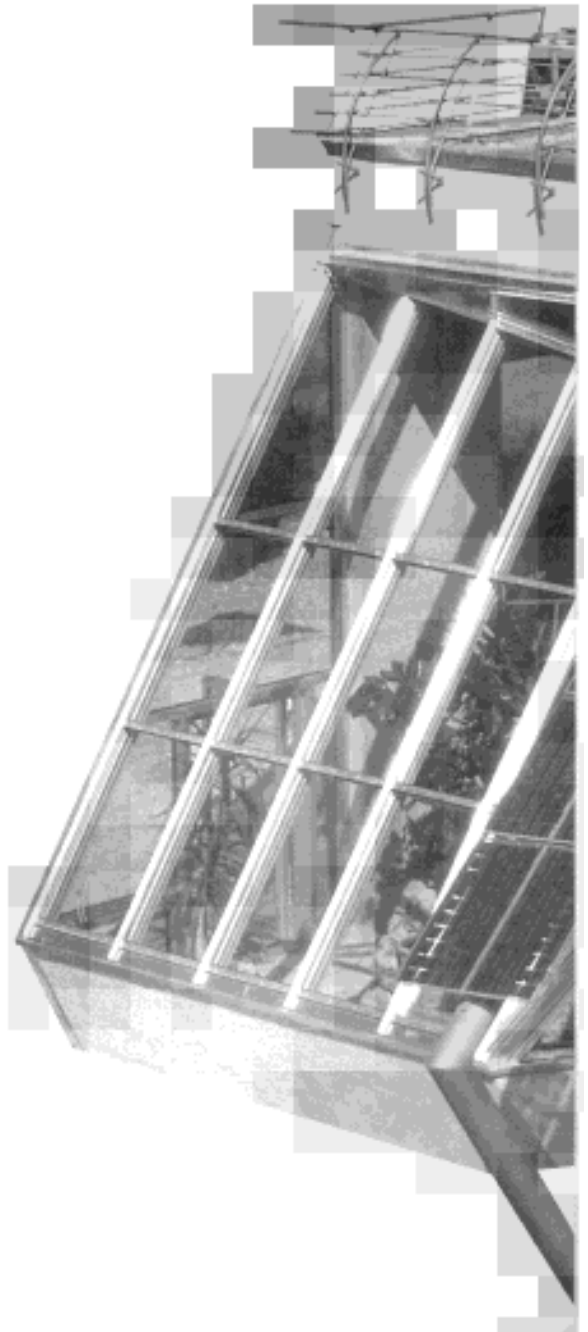
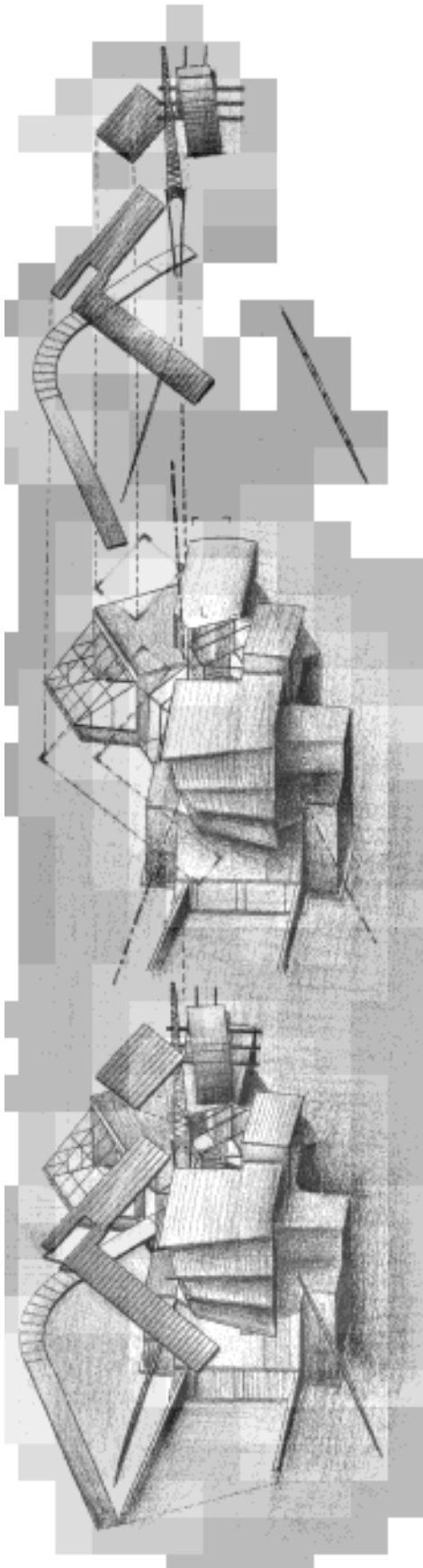
Als Insekt aus demontierten Förderbaggern, Fließbändern und Stahlträgern wird es bezeichnet: das Haus eines Kiesgrubenbetreibers, das als Wohn- und Begegnungsstätte dient. Ausrangierte Industriegeräte fanden hier unverhofft eine neue Bestimmung. Die insektenhafte Bewegung der Wohnskulptur ergibt sich aus der tollkühnen Überlagerung von unterschiedlichen Raumkomplexen und Stützbauten, die der Erdschwere entgegenwirkt. Die L-förmige Photovoltaikfläche bildet eines der wesentlichen Gestaltungselemente an der Südseite des Gebäudes. Sie dient neben der Energiegewinnung der Beschattung und bietet gleichzeitig Windschutz für alle Zugänge.

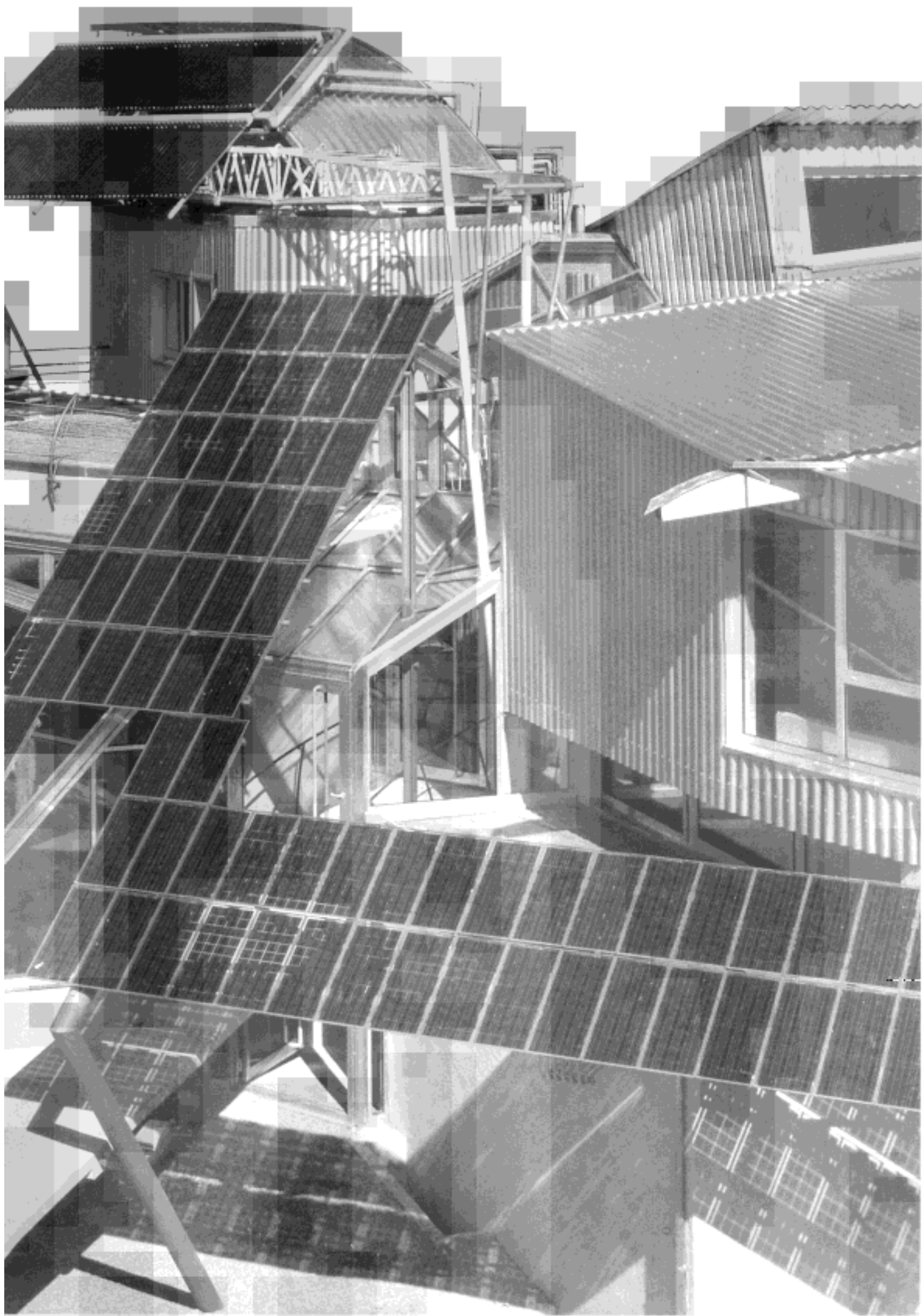
Cette maison, propriété de liexploitant d'une gravière, a l'aspect d'un insecte formé de bandes convoyeuses et de structures d'acier. Elle sert de lieu d'habitation et de rencontre. Des engins et des matériaux, hors d'usage, trouvent ici une nouvelle affectation inespérée. L'allure d'insecte du bâtiment résulte de la superposition audacieuse d'éléments disparates qui défient les lois de la pesanteur. La façade sud se caractérise par une surface de cellules photovoltaïques en forme de L. Ces cellules, outre la production d'électricité, assurent l'ombrage et la protection des accès contre le vent.

Viene definito un insetto formato da pezzi di convogliatore, nastri trasportatori e strutture in acciaio, ma è «solo» la casa di un proprietario di una cava, che la usa come abitazione e luogo d'incontro. Macchinari e materiale industriale fuori uso vi hanno trovato un nuovo impiego. Il movimento da «insetto» della «scultura abitata» nasce da un'audace sovrapposizione di diversi elementi spaziali e di strutture portanti, che fungono da contrappeso alla forza di gravità. La superficie fotovoltaica, a forme di L, è uno degli elementi strutturali fondamentali della facciata sud dell'edificio. Essa svolge diverse funzioni: produce energia, ombreggia e, allo stesso tempo, protegge i vari accessi da qualsiasi corrente d'aria.

It is regarded as 'an insect-like creature composed of a dismantled mining excavator, conveyor belts and steel beams': the house of a gravel pit operator serving as a residence and a meeting place. Unused industrial equipment and material found, unexpectedly, a new purpose. The insect-like movement of the residential sculpture is a result of the bold overlap of the most different spatial complexity and support structures counteracting the earth's gravity. The L-shaped photovoltaic area forms one of the main design elements on the south face of the building. It affords, along with the energy gain, the shading and offers at the same time wind protection for all access points.

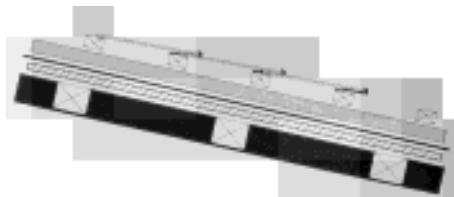








Property owner	Nordostschweizerische Kraftwerke AG, CH 5400 Baden
Location	Alp findels, CH-7312 Pfäfers
Architect	Jann Adank, CH-7222 Lunden
Engineering	Zetter AG, CH 4502 Solothurn
Photovoltaic system	Solution AG, CH-4624 Härkingen
Installed capacity	13 000 Watt
Year of construction	1991



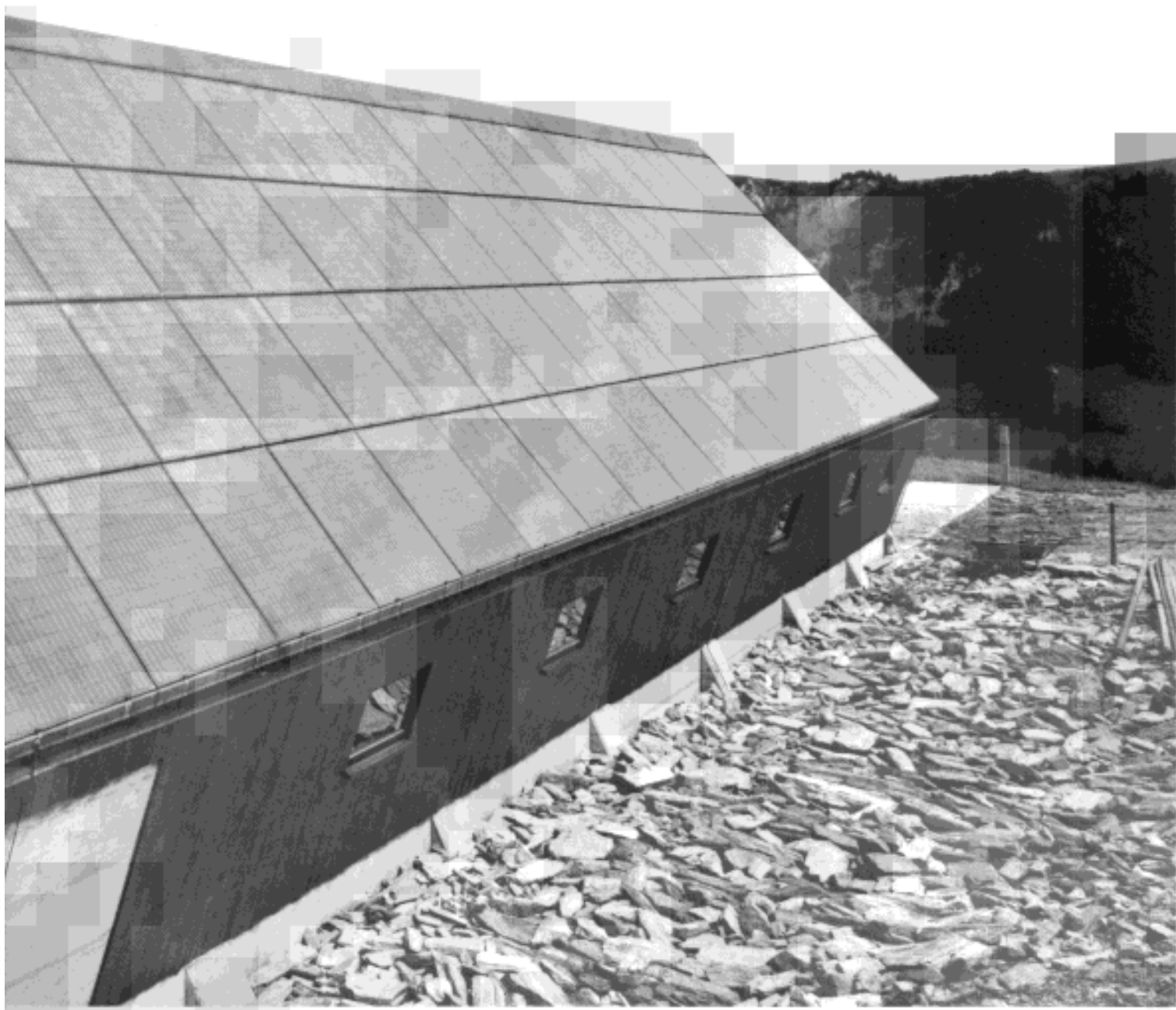
Architektur der Bescheidenheit

Der alpine, nebelfreie Standort bietet von der Sonneneinstrahlung her beste Voraussetzungen. Da die Alp Findels außerdem nicht an das öffentliche Stromnetz angeschlossen ist, lag die Idee nahe, auf dem neuen Alp-stalldach Solarstrom zu erzeugen. Die Dachneigung mußte so steil gewählt werden, daß der auf dieser Höhe reichlich fallende Schnee nicht liegenbleibt. 1,5 m² große, dachintegrierte Solarmodule ermöglichten es, auf eine besondere Unterkonstruktion zu verzichten.

Un site alpin, exempt de brouillard, offre des conditions idéales du point de vue du rayonnement solaire. Comme l'Alp Findels n'est pas raccordée au réseau, il semblait évident de produire de l'électricité solaire sur le toit de l'étable. L'inclinaison du toit devait être telle que la neige, abondante à cette altitude, n'y reste pas. Des modules intégrés de 1,5 m² ont permis de renoncer à la construction d'un support spécial.

Le zone alpine senza nebbia offrono condizioni di soleggiamento ideali. L'idea di produrre energia solare sul tetto della stalla è nata dal fatto che l'Alpe Findels non era collegata alla rete elettrica pubblica. L'inclinazione del tetto doveva impedire l'accumulo di neve, che a quelle alture è notevole. Moduli solari di 1,5 m², integrati nel tetto, permettono di rinunciare a sottostrutture particolari.

The alpine fog-free location offers the best conditions with regard to sun irradiation. As the Alp Findels is not connected to the national grid, the idea was to produce solar power on the new alpine stable roof. The pitch had to be chosen steep enough to prevent accumulation of the plentiful snow. Roof-integrated solar modules, 1.5 m² large, render a sub-structure unnecessary.



Die Sägezahnfassade

In die Südwestfassade dieses sechsstöckigen Büroneubaus wurden insgesamt 282 auskragende Photovoltaik-Elemente eingebaut. Seit Mai 1992 ist das Fassadenkraftwerk voll im Einsatz und erzeugt rund 16 000 kWh Strom pro Jahr: 15 bis 20 Prozent des jährlichen Verbrauchs des Unternehmens. Die Photovoltaik-Module übernehmen auch die Funktion des Witterungs- und Sonnenschutzes. PV-bestückte, strahlungsdurchlässige Glaselemente im zentralen Fassadenbereich ermöglichen zugleich die Nutzung der anfallenden Wärme für Heizzwecke.

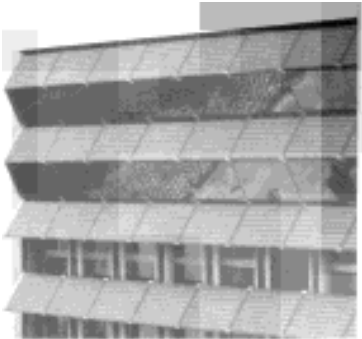
282 éléments photovoltaïques saillants ont été intégrés dans la façade sud-ouest de cet immeuble neuf de six étages. Depuis mai 1992, cette centrale en façade fonctionne à plein régime fournissant 16000 kWh/an, soit 15 à 20% de la consommation de l'entreprise. Les modules protègent aussi du soleil et des intempéries. En outre, dans la partie médiane de la façade, des éléments de verre translucide, équipés de cellules photovoltaïques, permettent l'utilisation de la chaleur incidente à des fins de chauffage.

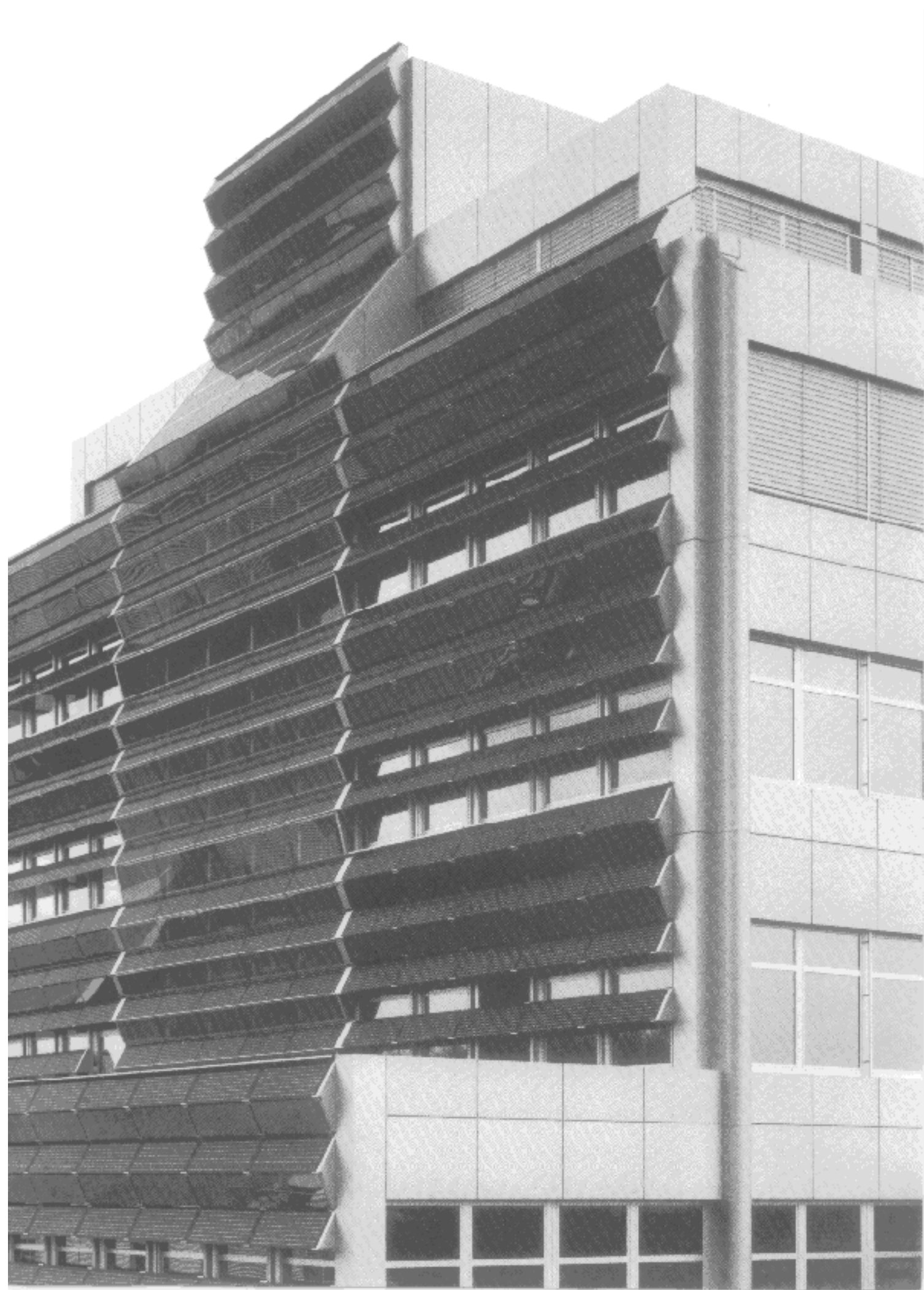
Sul lato sud-ovest di questo nuovo edificio a sei piani sono stati installati 282 elementi fotovoltaici aggettanti. La centrale elettrica, integrata nella facciata, funziona a pieno regime dal maggio 1992 e produce annualmente 16.000 kWh, ossia dal 15 al 20 % del consumo annuale della ditta. I moduli fotovoltaici riparano dal maltempo e dal sole. Collocati nel tratto centrale della facciata, degli elementi in vetro con cellule fotovoltaiche traslucenti permettono inoltre di sfruttare il calore prodotto per il riscaldamento.

The facade facing southwest of this new six-storey office building was equipped with a total of 282 projecting photovoltaic elements. The power-generating facade has been in full operation since May 1992 and produces approximately 16,000 kWh electricity per year, 15 to 20 percent of the company's annual consumption. The photovoltaic modules also take over the function of weather and sun protection. Photovoltaic equipped, radiation-permeable glass elements in the central facade area allow for the simultaneous use of the heat for heating purposes.



Property owner	Scheidegger Metallbau AG, CH-3422 Kirchberg
Location	Bürogebäude Scheidegger, CH-3422 Kirchberg
Architect	Hostettler & Partner, CH-2501 Biel
Engineering	Atlantis Energie AG, CH-3005 Bern Zetter AG, CH 4500 Solothurn
Photovoltaic system	Solution AG, CH-4624 Härkingen
Installed capacity	18 000 Watt elektrisch 12 000 Watt thermisch
Year of construction	1992





Impact 2000 House

10 Millionen Zuschauer verfolgten 1984 in den USA eine Fernsehse-
ndung, die am Beispiel dieses Einfami-
lienhauses im Nordosten der Verei-
nigten Staaten den damals neuesten
Stand der Technik im Bereich der
Photovoltaik vorstellte. Das Süddach
des Hauses hat eine Neigung von 45
Grad und ist in drei Abschnitte geteilt:
Im linken und rechten Abschnitt sind
je 12 Photovoltaik-Module ange-
ordnet, während im mittleren Teil für
dachintegrierte Sonnenkollektoren
Platz bleibt. Erbaut wurde das gut ge-
dämmte Haus im Rahmen eines lan-
desweiten Energiesparprogramms.

En 1984, aux Etats-Unis, 10 millions
de téléspectateurs ont pu voir cette
maison qui représentait le dernier état
de la technique en matière d'utilisation
du photovoltaïque. Le toit sud de la
maison, incliné de 45 degrés, est
divisé en trois secteurs: 12 modules
photovoltaïques sont installés de part
et d'autre, alors que la partie centrale
du toit comprend des capteurs plans
intégrés. Cette maison
particulièrement bien isolée a été
réalisée dans le cadre d'un
programme national d'économie
d'énergie.

Nel 1984, negli Stati Uniti 10 milioni di
spettatori hanno seguito un pro-
gramma televisivo che illustrava, at-
traverso la presentazione di questa
casa unifamiliare ubicata nel nord-est
del paese, le ultime novità della tec-
nica fotovoltaica. Il tetto sud dell'edi-
ficio ha un'inclinazione di 45° ed è
suddiviso in tre parti: nella parte de-
stra e sinistra vi sono 12 moduli foto-
voltaici, mentre nella parte centrale
rimane spazio libero per collettori
solari. La casa, termicamente ben
isolata, è stata costruita nell'ambito di
un piano di risparmio energetico
nazionale.

In 1984, 10 million viewers watched a
TV programme introducing the, at that
time, latest technology in the area of
photovoltaic; it presented as an
example this one-family house in the
north east of the US. The roof facing
south is tilted by 45 degrees and
divided into three sections. 12
photovoltaic modules are located in
each of the left and right sections,
whilst in the middle there is space for
roof-integrated solar collectors. The
well insulated house was built within
the framework of a country wide en-
ergy saving programme.



Location	Brookline, Massachusetts, USA
Architect, Engineering	Solar Design Associates Inc., Harvard, 01451-0242 USA
Installed capacity	4300 Watt
Year of construction	1984



Southeastern Massachusetts

Diese Privatesidenz in Massachu-
setts wird in Ästhetik und Komfort
hohen Ansprüchen gerecht. Der Ener-
gieverbrauch des Hauses wurde
durch bauliche Maßnahmen auf ein
Minimum reduziert und kann
größtenteils durch die 120 dachinte-
grierten Photovoltaik-Panels gedeckt
werden. Kollektoren für die Warm-
wasser-Aufbereitung sind ebenfalls
auf dem Schrägdach angebracht. In
einem großzügigen Wintergarten
gedeihen exotische Früchte und
Zierpflanzen.

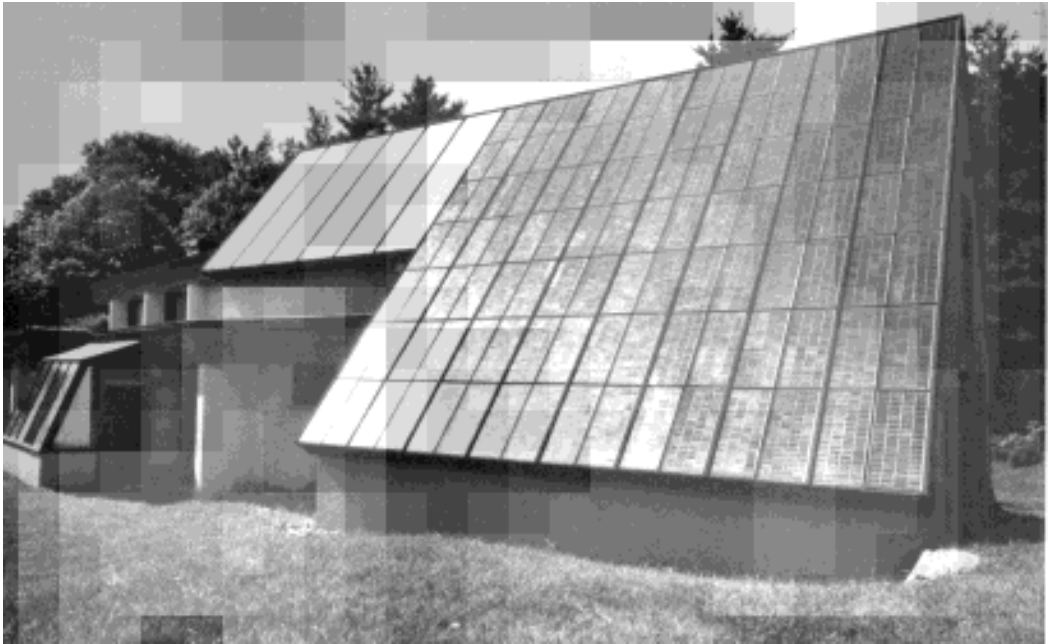
Cette résidence privée, dans le Mas-
sachusetts, répond à des exigences
élevées en matière d'esthétique et de
confort. Des mesures constructives
ont été prises afin de réduire les be-
soins en énergie à un minimum; de ce
fait, les 120 panneaux photovoltaï-
ques intégrés en toiture permettent de
couvrir la plus grande partie des
besoins. Des capteurs solaires, des-
tinés à la production d'eau chaude,
ont également été installés sur le toit.
Quant au grand jardin d'hiver, il se
prête même à la culture de fruits
exotiques.

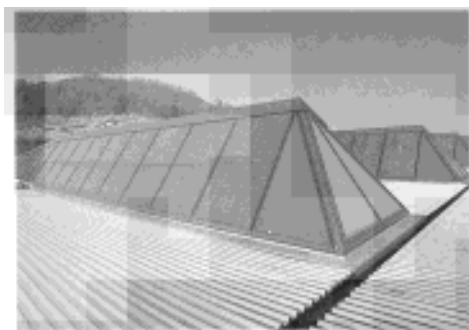
Questa abitazione nel Massachusetts
soddisfa le notevoli esigenze poste
dall'estetica e dal comfort. Il consumo
energetico dell'edificio è stato ridotto,
attraverso interventi edili, al minimo e
viene in gran parte coperto dai 120
pannelli fotovoltaici integrati nel tetto.
Inoltre, il tetto inclinato ospita anche
dei collettori per la produzione
d'acqua calda. Nella grande serra
addossata crescono piante di frutta
esotica e piante ornamentali.

This private residence in Massachu-
setts meets high demands in terms of
aesthetics and comfort. The energy
use of the house is reduced to a mini-
mum by the building's design and can
be met, on the whole, by the 120 roof
integrated photovoltaic panels. Col-
lectors for the warm water recycling
are positioned on the pitched roof. A
generous winter garden accommo-
dates exotic fruit and plants.



Location	Southeastern Massachusetts
Architect, Engineering	Solar Design Associates Inc., Harvard, 01451-0242 USA
Installed capacity	4500 Watt
Year of construction	1980





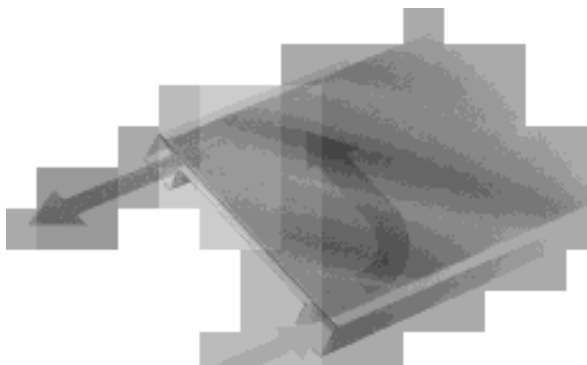
Property owner	Aerni Fenster AG, CH-4422 Arisdorf
Location	Fabrikationsgebäude Aerni Fenster AG, CH-4422 Arisdorf
Architect	SSSH AG, Schwörer, Stengele, Sahl, Holzemer Architekten, CH-4410 Liestal
Engineering	Atlantis Energie AG, CH-3005 Bern Zetter AG, CH 4500 Solothurn
Installed capacity	53 000 Watt elektrisch 105 000 Watt thermisch
Year of construction	1991

Darstellung der thermischen Nutzung der Sonnenenergie: Die von der zentralen Lüftungsanlage angesaugte Außenluft wird durch Kanäle zwischen Photovoltaik-Modulen und Unterdach geführt, auf diese Weise erwärmt und zur Raumheizung eingesetzt.

Fonctionnement de l'installation: l'air extérieur est aspiré, il circule alors sur la face arrière des panneaux photovoltaïques où il se chauffe tout en refroidissant les modules. L'air ainsi échauffé peut être utilisé comme appoint au chauffage.

Descrizione dello sfruttamento termico dell'energia solare. Aspirato dall'impianto centrale d'aerazione, l'aria esterna viene condotta, attraverso dei canali, negli interspazi fra i moduli fotovoltaici e il tetto. Così riscaldata, l'aria può essere usata ai fini del riscaldamento.

Diagram of the use of solar energy for heating: External air drawn from the central ventilation system circulates through ducts between the photovoltaic modules and the sub-roof. The resulting warm air is used for heating purposes.



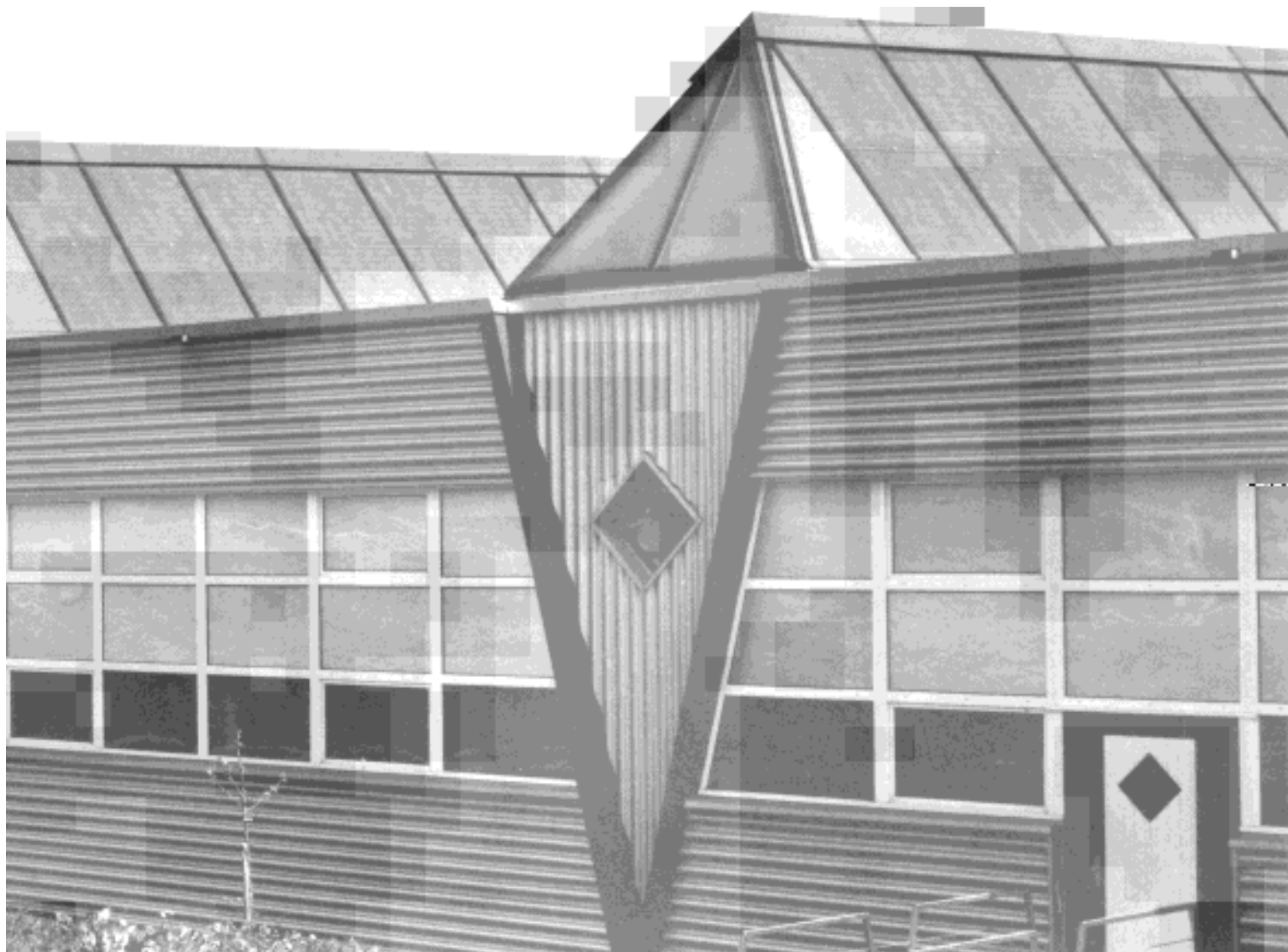
Fensterfabrik in Basel

In Arisdorf steht ein Industriebau, bei dem sowohl die Dachflächen des Fabrikationstraktes als auch die süd- und westorientierten Fassaden des Bürogebäudes Solarstrom erzeugen. Die Photovoltaikanlage auf dem Sheddach wurde so konzipiert, daß auch die anfallende Wärme direkt oder über eine Zwischenspeicheranlage für die Beheizung des Fabrikgebäudes genutzt werden kann. Die integrierte und ans Netz gekoppelte Anlage auf den Sheds mit einer Leistung von 53 000 Watt ist in der Schweiz bis heute die größte ihrer

Les façades sud et ouest, ainsi que le toit de l'atelier de fabrication de cet immeuble industriel d'Arisdorf fournissent de l'électricité. L'installation photovoltaïque sur les sheds du toit a été conçue de manière à permettre également le préchauffage de l'air de ventilation de l'atelier. D'une puissance totale de 53 000 watts, cette installation couplée au réseau est actuellement la plus grande de ce type en Suisse.

Ad Arisdorf, un complesso industriale produce energia solare tanto sul tetto della fabbrica quanto sulle facciate sud e ovest dell'edificio amministrativo. L'impianto fotovoltaico sul tetto a risega è stato progettato per poter sfruttare per il riscaldamento, direttamente oppure attraverso un accumulatore, il calore prodotto dalla fabbrica. L'impianto, integrato e collegato alla rete pubblica, è, con una potenza di 53.000 watt, il più grande del suo genere in Svizzera.

In an industrial building in Arisdorf, roof areas of the factory wing as well as the south and west facades of the office building produce solar power. The photovoltaic system on the shed roof was designed so that the heat can be used either directly or via an interim storage unit to heat the building. The system on the sheds with a capacity of 53,000 watts which is integrated and connected to the grid is the largest of its kind in Switzerland.



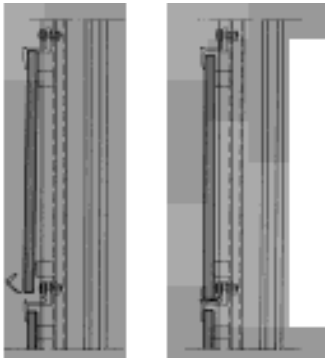
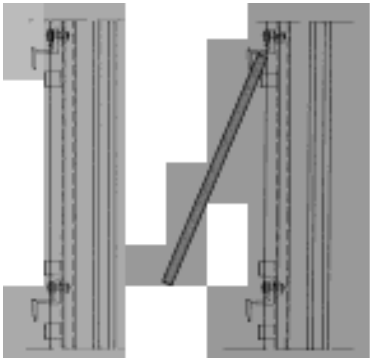
Die wandelbare Fassade

Die vorgehängte, hinterlüftete Kera-
mikfassade besteht grundsätzlich aus
zwei Konstruktionselementen: Aus
den vorgehängten Keramikplatten und
aus einer Aluminium-Unterkon-
struktion, die als Haltevorrichtung für
die großformatigen Platten dient. Das
System garantiert eine problemlose
Montage und ein rasches Aus-
wechseln der Platten. Bei diesem Be-
triebsgebäude wurde eine Anzahl
Keramikplatten aber durch Solarmo-
dule ersetzt. Der modulare Aufbau
und die identische Unterkonstruktion
für keramische und photovoltaische
Elemente ermöglichen nicht nur
Preisvorteile durch Serienfertigung
und eine einfache Wartung, sondern
auch eine große Flexibilität in bezug
auf spätere Änderungen.

La façade de céramique, suspendue
et ventilée à l'arrière, se compose
surtout de deux éléments: des pla-
ques de céramique et une base en
aluminium servant de dispositif de
fixation des vastes plaques. Le sys-
tème garantit un montage facile et un
changement rapide des plaques. Dans
cette entreprise, un certain
nombre de plaques ont toutefois été
remplacées par des modules solaires.
La structure modulaire et l'utilisation
de supports identiques pour les élé-
ments céramiques et photovoltaïques
permettent une réduction des coûts
par la fabrication en série, un
entretien aisé, ainsi qu'une grande
souplesse dans la perspective de
modifications ultérieures.

La facciata di ceramica ad areazione
termica è costituita da due elementi:
dal pannello in ceramica e da una
sottostruttura in alluminio che sostie-
ne i pannelli grandi. Il sistema facilita
il montaggio e il ricambio dei pannelli.
In questo edificio, un certo numero di
pannelli in ceramica sono stati so-
stituiti con moduli solari. La costru-
zione modulare e la sottostruttura
comune ai pannelli in ceramica e agli
elementi fotovoltaici permettono una
manutenzione semplice, una grande
flessibilità nel caso di eventuali modi-
fiche e, grazie a una produzione in
serie, prezzi vantaggiosi.

The curtain-type rear-ventilated cera-
mic facade consists principally of two
structural elements: the curtain-type
ceramic plates and an aluminium
sub-structure serving as a holding de-
vice for the large plates. The system
guarantees a smooth installation and
a quick exchange of plates. For this
building, a number of the ceramic
plates were replaced with solar
modules. The modular assembly and
the identical sub-structure for ceramic
and photovoltaic elements not only
reduce fabrication costs and offer
simpler maintenance, but also allow
for flexibility with regard to later
alterations.



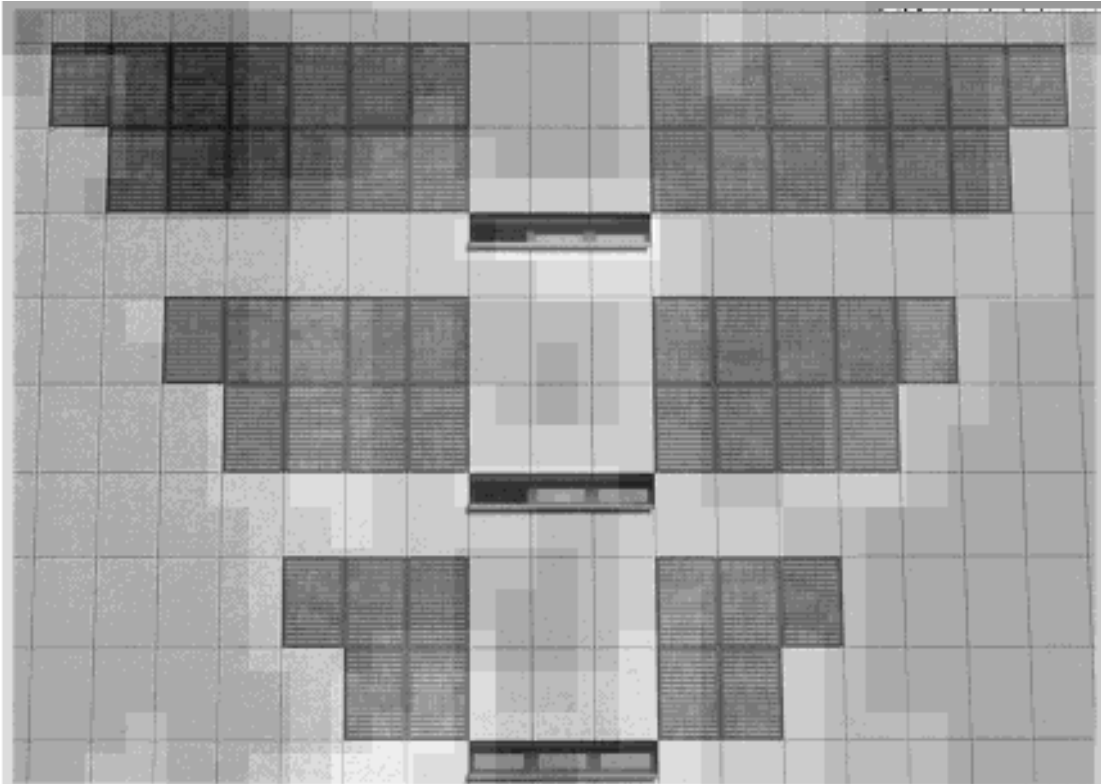
Property owner	Elektrizitätswerke des Kantons Zürich (EKZ), CH-8002 Zürich
Location	EKZ Werk Dietikon CH-8953 Dietikon
Architect	Elektrizitätswerke des Kantons Zürich, CH 8002 Zürich
Engineering	Atlantis Energie AG, CH-3005 Bern
Photovoltaic system	Solution AG, CH-4624 Härkingen
Installed capacity	3200 Watt
Year of construction	1993

Die Photovoltaik-Panels werden wie
die Keramikplatten mit Edelstahl-
Winkelklammern an der Aluminium-
Unterkonstruktion befestigt.

Tout comme les carreaux de céramique,
les panneaux photovoltaïques sont fixés
au support en aluminium, à l'aide
d'agrafes d'angle en acier spécial.

Analogamente a pannelli di ceramica, i
pannelli fotovoltaici vengono fissati, con
delle grappe in acciaio speciale
angolate, alla sottostruttura d'alluminio.

The photovoltaic panels are fixed onto the
aluminium sub-construction, like the
ceramic tiles, with high-grade steel angle
brackets.



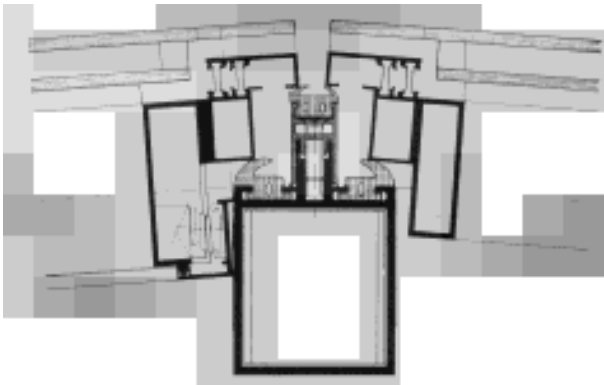
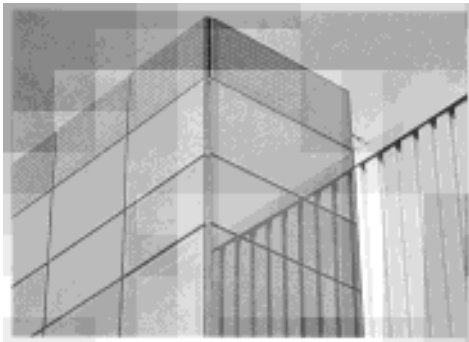
Rhapsody in Blue

Auf den obersten Kranz einer bestehenden Structural-Glazing-Fassade wurde eine Photovoltaik-Anlage aufgesetzt. Die Module weisen dieselbe Größe und annähernd dieselbe Farbe wie die blaugetönten Sonnenschutzgläser der Rundfassade auf. Die Rückenabdeckung der Module besteht aus Glas, so daß diese wie Normelemente gehandhabt und in der Structural-Glazing-Technik montiert werden können.

Une installation photovoltaïque a été montée dans la partie supérieure d'une façade en *structural glazing*. Les modules présentent la même taille et à peu près la même teinte que le verre pare-soleil de la façade circulaire. Revêtus de verre à l'arrière, les modules peuvent être traités comme des éléments normalisés et montés selon la technique de *structural glazing*.

Un impianto fotovoltaico è stato installato sulla corona superiore di una facciata *structural glazing*. I moduli hanno la stessa grandezza e quasi lo stesso colore dei vetri di protezione solare a tinta blu della facciata rotonda. I moduli, posti sopra una facciata di vetro, possono essere considerati degli elementi standard e installati con la tecnica *structural glazing*.

A photovoltaic system was fitted onto the top ring of an existing structural glazing facade. The modules have the same size and nearly the same colour as the blue-tinted sun protective glazing of the round facade. The back cover of the modules consists of glass so that they can be handled as norm elements and installed using the structural glazing technique.



Property owner	Glas Trösch AG, CH-4922 Bützberg
Location	Glas Trösch AG, CH-4922 Bützberg
Architect	Gerold Dietrich, CH-4932 Lotzwil
Engineering	Glas Trösch Solar AG, CH-4937 Ursenbach
Installed capacity	1200 Watt
Year of construction	1992



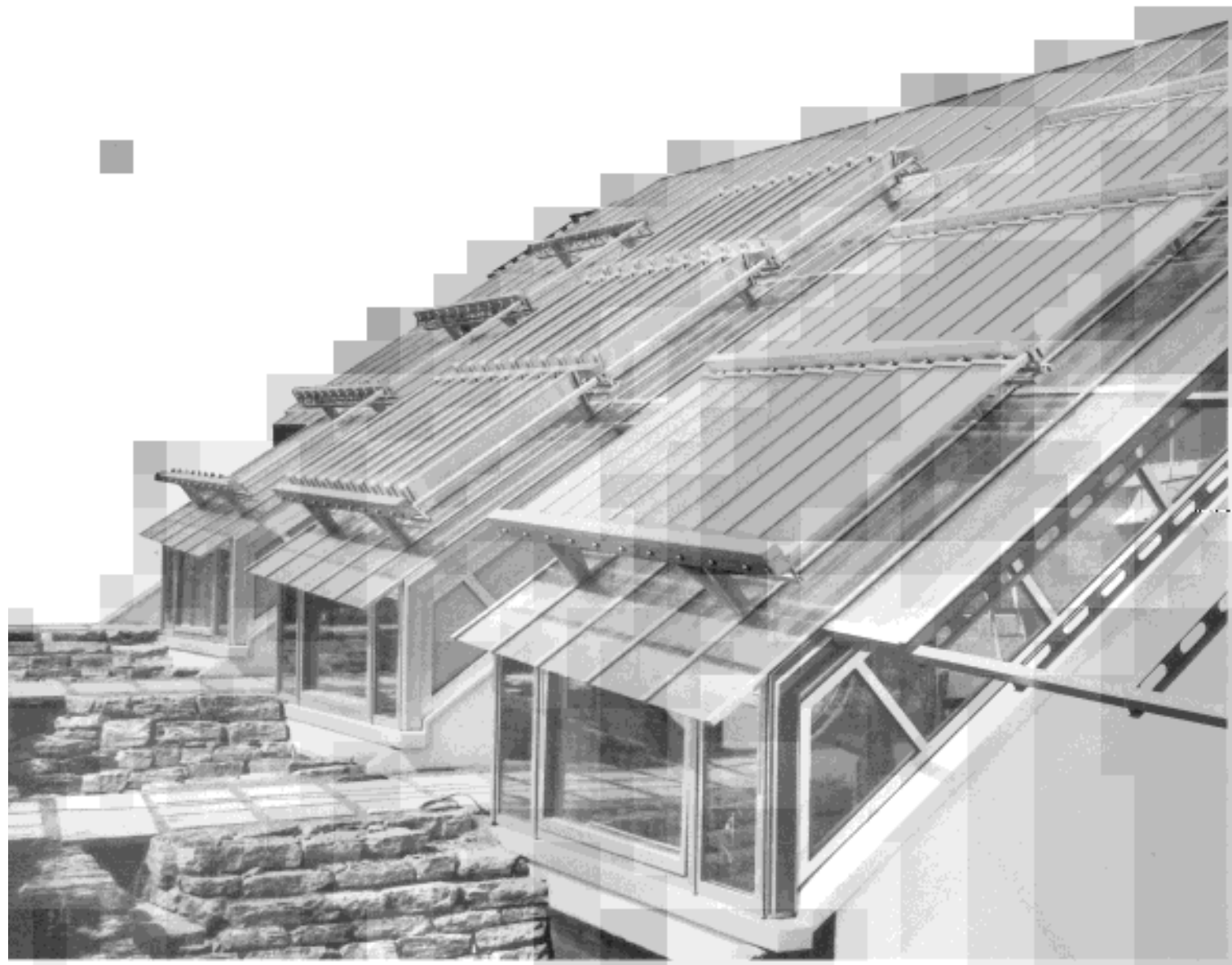
Habitat 2000 in Stuttgart

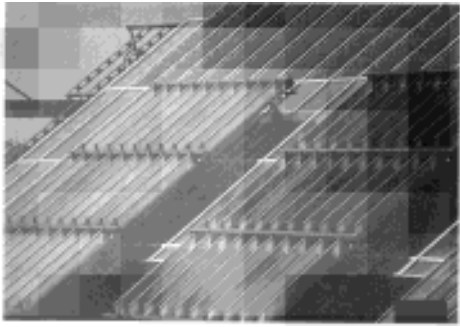
Die Häusergruppe gehört zur Ausstellung «Wohnen 2000», die selbst ein Teil der Internationalen Gartenbauausstellung in Stuttgart ist. Die drei Wohnhäuser in einfacher Kubenform werden durch großzügige Wintergärten ergänzt, deren Glasdächer aufgrund ihrer Neigung und der Ausrichtung nach Süden für die Integration von Solarzellen bestens geeignet sind. Der obere Teil der Schrägdächer besteht aus Isolierglas mit einlamierten Solarzellen aus polykristallinem Silizium. Abstände zwischen den Modulen lassen einen Teil des Lichts ins Innere dringen. Die darunter angeordneten, mit Solarzellen bestückten Beschattungselemente werden über eine automatische Steuerung dem Sonnenstand nachgeführt.

Ce groupe de maison appartient à l'exposition «Habitat 2000», qui constitue elle-même une partie de l'exposition *Gartenbau* à Stuttgart. Les trois maisons de forme cubique sont complétées par de larges jardins d'hiver dont les toits, de par leur orientation et leur inclinaison favorables, se prêtent à l'intégration de cellules solaires. La partie supérieure du toit est constituée de verre isolant dans lequel des cellules polycristallines en silicium sont encapsulées. Les espaces entre les cellules laissent pénétrer une partie de la lumière. Les cellules solaires constituent une protection solaire qui selon leur arrangement permet un contrôle automatique du rayonnement.

Il gruppo di case fa parte dell'esposizione «Abitare 2000», che, a sua volta, è parte della Mostra internazionale di giardinaggio di Stoccarda. Di semplici forme cubiche, le tre abitazioni vengono completate da tre grandi serre addossate, i cui tetti di vetro, grazie al loro orientamento a sud, sono ideali per integrarvi delle cellule solari. La superficie dei tetti inclinati è composta da vetri isolanti con cellule solari in silicio policristallino laminate. La disposizione dei moduli permette la diffusione parziale della luce all'interno. Fissati sotto i moduli, gli elementi ombreggianti, dotati di cellule solari, vengono inclinati, a seconda dell'orbita solare, da un dispositivo di guida automatico.

The group of buildings is part of the exhibition *Wohnen 2000* which itself is part of the international garden exhibition in Stuttgart. The three residential buildings with a simple cubic shape are supplemented by generous winter gardens of which the glass roofs are very suitable for the integration of photovoltaic cells, due to their slope and southern orientation. The upper part of the pitched roofs consists of insulating glass with photovoltaic cells of polycrystalline silicon laminated inside. These are centred around modules which enable the light to illuminate the inside. The shading elements are fitted with photovoltaic cells which are positioned beneath, and are automatically controlled to follow the sun.





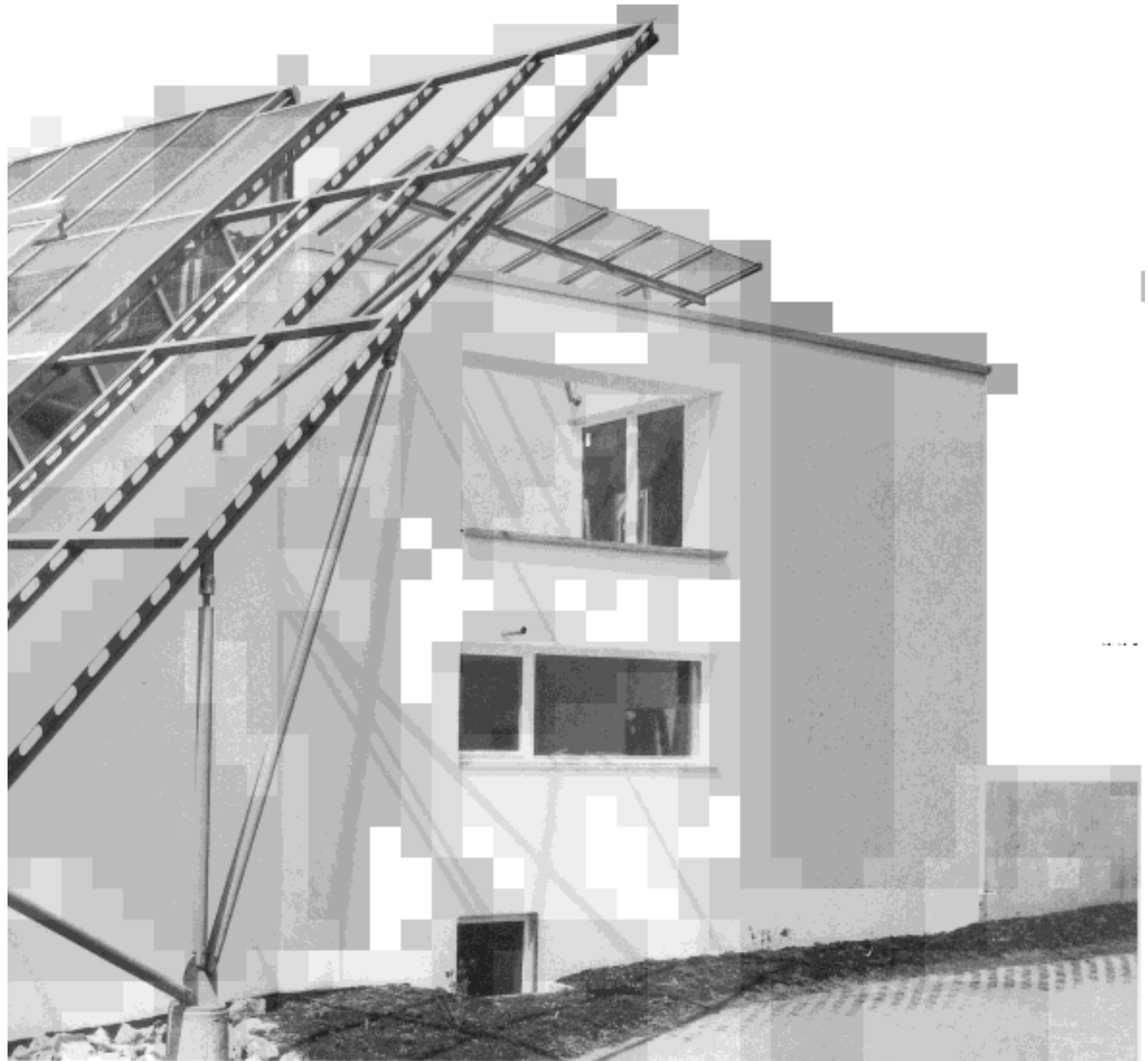
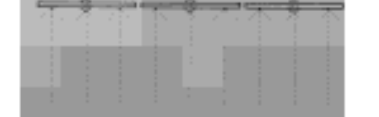
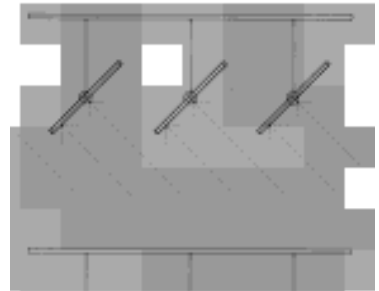
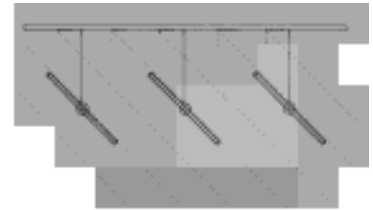
Property owner	GbR Expo Wohnen, D-70191 Stuttgart
Location	Expo Wohnen 2000, IGA'93, D-70191 Stuttgart
Architect	HHS Planer + Architekten, Hegger/Hegger-Luhnen/Schleiff, D-34119 Kassel
Engineering	Institut für Licht- und Bautechnik der Fachhochschule Köln (ILB), D-50679 Köln
Photovoltaic system	Flachglas Solartechnik GmbH, D-50667 Köln
Installed capacity	5300 Watt
Year of construction	1993

Verschiedene Stellungen der Photovoltaik-Lamellen: passive Nutzung der Sonnenenergie bei vollem Lichteinfall um 9 Uhr (oben), aktive PV-Nutzung und Verschattung des Gebäudes um 9 Uhr (Mitte) und 12 Uhr (unten).

Position des lamelles photovoltaïques selon leur utilisation: captage passif du rayonnement solaire en profitant de la totalité de la lumière incidente à 9 heures (en haut), production de courant et ombrage du bâtiment à 9 heures (au milieu) et à 12 heures (en bas).

Diverse posizioni delle lamelle fotovoltaiche: sfruttamento passivo dell'energia solare a piena incidenza della luce alle ore 9 (in alto), sfruttamento attivo della fotovoltaica e ombreggiamento dell'edificio alle ore 9 (al centro) e alle ore 12 (in basso).

Various positions of the photovoltaic lamellas: passive use of solar energy with full exposure to light at 9 am (above), active use of photovoltaic panels and shading of the building at 9 am (middle) and 12 am (below).



Patchwork

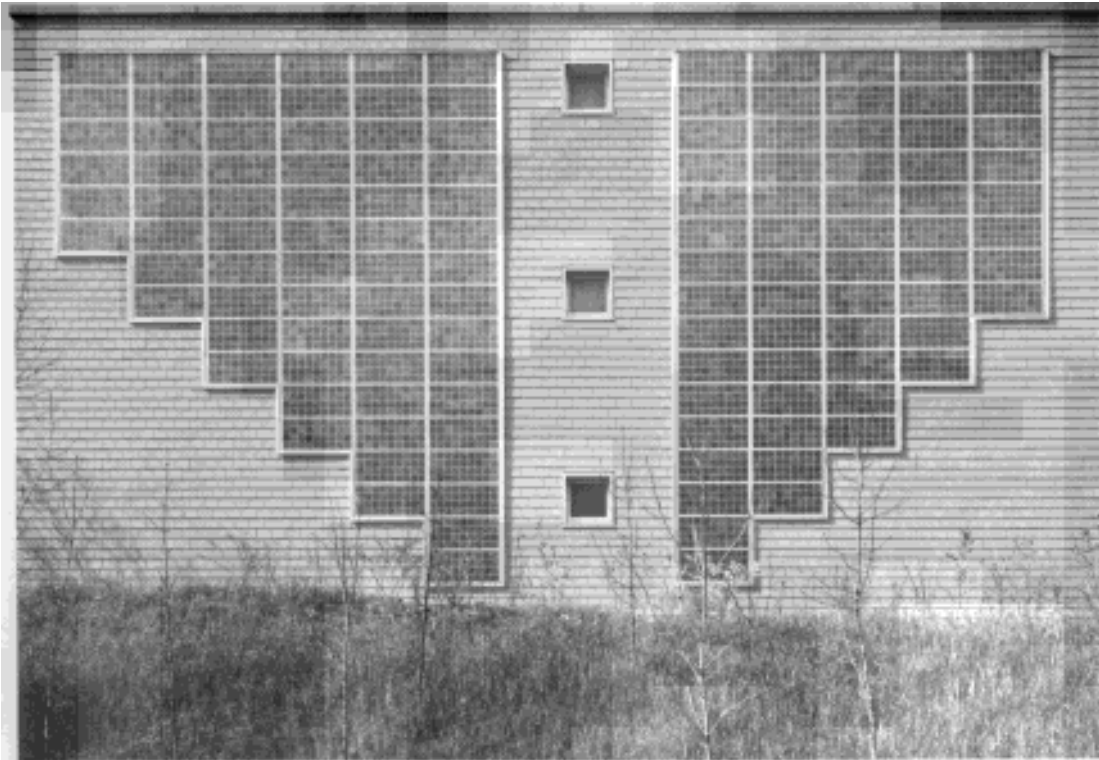
In Höngg steht die erste größere Wohnüberbauung der Schweiz mit einer Photovoltaik-Fassade. In die hinterlüftete Gebäudehaut aus Faserzementplatten wurden auf der Südseite handelsübliche Photovoltaikmodule eingesetzt, die mittels Profilschienen auf der Holzunterkonstruktion befestigt sind.

A Höngg se trouve la première grande habitation de Suisse munie d'une façade photovoltaïque. Fixés sur la structure en bois au moyen de rails profilés, des modules standard ont été intégrés à l'enveloppe sud du bâtiment, composée de panneaux en fibrociment ventilés.

In Svizzera, il primo grande centro residenziale con facciata fotovoltaica è stato costruito a Höngg. Sul versante sud dell'involucro dell'edificio, composto da pannelli in fibre di cemento e con areazione termica, sono stati installati, sulle sottostrutture in legno, semplici moduli fotovoltaici, fissati con dei

The first large residential building of Switzerland with a photovoltaic facade is located in Höngg. Common photovoltaic modules were integrated in the rear-ventilated building skin of fibre cement boards fixed with profile tracks on the timber sub-construction.

Property owner	Allgemeine Baugenossenschaft (ABZ), CH-8055 Zürich
Location	Rüthof CH-Zürich-Höngg
Architect	Bruno E. Honegger, CH-8050 Zürich
Engineering	Alpha Real AG, CH-8008 Zürich
Installed capacity	6000 Watt
Year of construction	1990



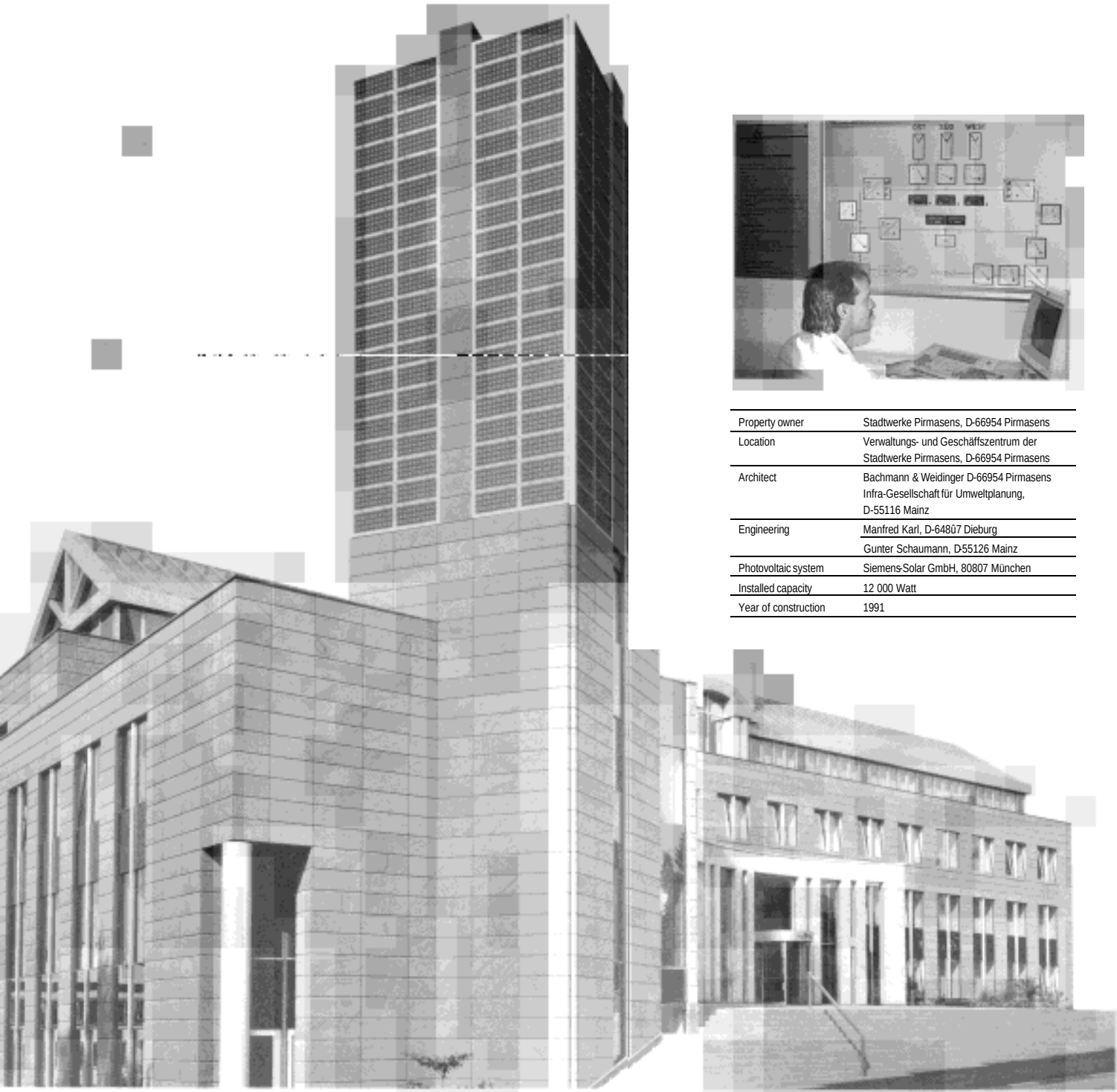
Solar Tower

Weit sichtbar ist der Sonnenturm der Stadtverwaltung in Pirmasens. Ost-, West- und Südfassade sind mit Solarmodulen bestückt; in die Nordfassade wurde aus optischen Gründen eine Attrappe mit Blindlaminaten integriert. Die Anlage dient primär der Versorgung eines Informationssystems, das die Besucher zu den gewünschten Abteilungen führt; Überschüsse werden über Netzeinspeisung für die Kühlung der Büroräume eingesetzt. Der gläserne Aufbau des Gebäudes enthält Luftkollektoren, die je nach Sonneneinstrahlung einen mehr oder minder großen Anteil des Raumwärmebedarfs decken.

La tour solaire de l'administration municipale de Pirmasens se voit de loin. Les façades est, ouest et sud sont munies de cellules solaires; au nord, une imitation a été intégrée pour des raisons optiques. L'installation sert d'abord à alimenter un système d'information indiquant aux visiteurs la direction des services souhaités; le surplus est destiné à la climatisation des bureaux. La structure de verre du bâtiment contient des capteurs à air couvrant, selon l'ensoleillement, une part plus ou moins grande des besoins en chaleur.

La torre solare dell'amministrazione comunale di Pirmasens è ben visibile da lontano. Le facciate est, ovest e sud sono munite di moduli solari. Per ragioni estetiche, sono stati installati nella facciata nord dei moduli finti. L'impianto serve innanzitutto all'approvvigionamento elettrico di un sistema d'informazione che guida i visitatori verso i reparti desiderati. Eccedenze di produzione vengono immesse nella rete e destinate alla climatizzazione degli uffici. Nella struttura vitrea dell'edificio sono stati integrati collettori d'aria che, a seconda dell'irraggiamento solare, coprono una parte più o meno grande del fabbisogno di calore.

The solar tower of the city administration in Pirmasens can be seen from afar. East, west and south facades are equipped with solar modules; a 'dummy' with blind laminates was integrated into the north face for visual reasons. The system serves primarily to supply electrical energy to an information system that is designed to assist visitors in finding desired destinations; excess power is used via feeding into the net for cooling of the office areas. The glazing of the building contains hot air collectors which cover more or less—depending on the solar irradiation— the heating requirements.



Property owner	Stadtwerke Pirmasens, D-66954 Pirmasens
Location	Verwaltungs- und Geschäftszentrum der Stadtwerke Pirmasens, D-66954 Pirmasens
Architect	Bachmann & Weidinger D-66954 Pirmasens Infra-Gesellschaft für Umweltplanung, D-55116 Mainz
Engineering	Manfred Karl, D-64807 Dieburg Gunter Schaumann, D55126 Mainz
Photovoltaic system	Siemens-Solar GmbH, 80807 München
Installed capacity	12 000 Watt
Year of construction	1991

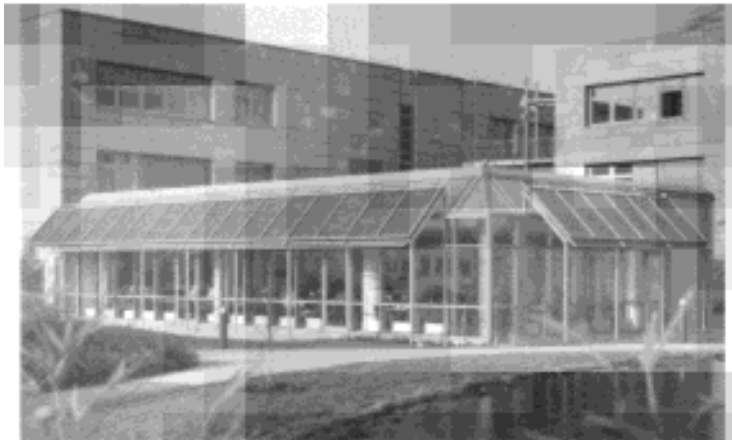
Das Personal-Restaurant

Der eingeschossige Flachdachbau der Betriebskantine mit seinen raumhohen Fenstern öffnet sich an der Ostund Südseite zu einem Grün- und Teichgelände. Schutz vor der Sonne gewährt eine vorgesetzte Markise, die aus Photovoltaik-Modulen besteht. Eine neue Technik, die auf der Verwendung von Gießharzen zur Einkapselung der Solarzellen beruht, ermöglicht die Herstellung von rahmenlosen, front- und rückseitig verglasten Panels, die wie Glasscheiben in üblichen Fensterrahmen montiert werden können.

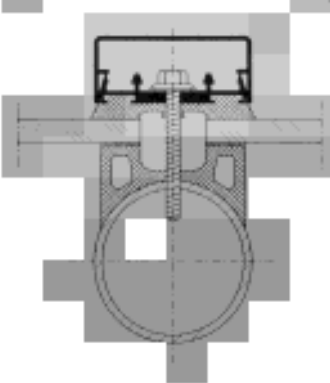
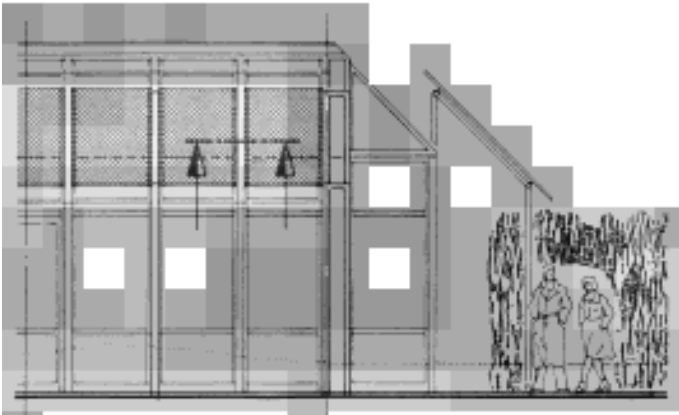
Vitrée jusqu'au plafond et couverte per un toit plat, cette cantine donne à l'est et au sud sur des espaces verts et un étang. Une marquise composée de modules photovoltaïques assure la protection solaire. Les modules font appel à une nouvelle technique d'encapsulation qui utilise une résine. Ce mode de faire permet d'obtenir des panneaux sans cadres semi-transparents, ceux-ci sont susceptibles d'être montés comme des vitres dans des cadres de fenêtres.

L'edificio a tetto piano della mensa aziendale, con le sue finestre alte quanto i locali sul lato est e sud, si apre su un'area verde con stagno. Una «marquise» di moduli fotovoltaici protegge dal sole. Una tecnica nuova, che impiega resina fusa per isolare le cellule solari, permette di produrre pannelli senza cornice invetriati su entrambi i lati, in modo da poterli montare come dei vetri su comuni telai di finestre.

The one-storey flat roof building of the company canteen with its roomhigh windows opens to a grass and lake area on the east and south face. A blind provides protection from the sun. A new technology based on the application of cast resin for encapsulating photovoltaic cells has facilitated the production of frameless panels which are glazed front and back, and which can be installed like glass in common window frames.



Property owner	Nukem GmbH, D-63754 Alzenau
Location	Hauptverwaltung Nukem GmbH, D-63754 Alzenau
Architect	Rainer von Lamatsch-Kaempfe, D-60322 Frankfurt
Engineering	Nukem GmbH, D-63754 Alzenau
Photovoltaic system	Nukem GmbH, D-63754 Alzenau
Installed capacity	3600 Watt
Year of construction	1992



Befestigung der Solarzellen auf der Tragkonstruktion aus Stahlrohr (Schnitt).

Fixation des cellules solaires sur la structure portante en tubulures d'acier (coupe).

Fissaggio delle cellule solari sulla struttura portante in tubature d'acciaio.

Fitting the photovoltaic cells onto the steel tube support (section).



Forma Finlandia

Bis auf das Siliziumdach, in dem sich die dunkeln Tannen der finnischen Wälder spiegeln, unterscheidet sich das Chalet kaum von anderen nordischen Holzhäusern. Die 198 Module auf dem Dach produzieren genügend Elektrizität, um den Strom- und Wärmebedarf einer Familie zu decken -allerdings ist das Chalet nur während der Ferien und an Wochenenden, nicht aber während der dunkeln Wintermonate bewohnt. Speicherbatterien ermöglichen das Überbrücken von drei bis vier wolkenverhangenen Regentagen.

Hormis le toit en silicium, dans lequel se reflètent les sombres sapins de la forêt finlandaise, ce chalet ne se distingue guère d'autres maisons nordiques en bois. Les 198 modules produisent assez d'électricité pour couvrir les besoins en courant et en chauffage d'une famille-le chalet n'est occupé que pendant les vacances et les week-end\$ du printemps à l'automne. Des accumulateurs permettent de couvrir les besoins durant trois à quatre jours de pluie.

Tetto di silicio a parte, nel quale si rispecchiano gli scuri abeti delle foreste finlandesi, è difficile distinguere lo chalet dalle tipiche abitazioni in legno nordiche. I 198 moduli del tetto producono abbastanza energia per coprire il fabbisogno di corrente e di calore di una famiglia. Lo chalet è abitabile solo durante le vacanze e i fine-settimana. Non lo è nel periodo invernale. In caso di pioggia, degli accumulatori garantiscono energia per tre o quattro giorni.

Except for the silicon roof on which the dark pines of the Finnish Forests are reflected, the chalet is hardly distinguishable from any other nordic timber house. The 198 modules on the roof produce sufficient electricity for the requirements of one family; however, the chalet is only occupied during holidays and weekends, not during the dark winter months. Storage batteries guarantee the energy supply for three to four cloudy, rainy days.



Property owner	Tuomo Suntola Contad: MicrochemistryLtd, SF-02151 Espoo
Location	Laukaa, Finland
Architect	Soilikki Suntola
Photovoltaic system	NAPS International, SF-01510Vantaa
Installed capacity	1800 Watt
Year of construction	1992



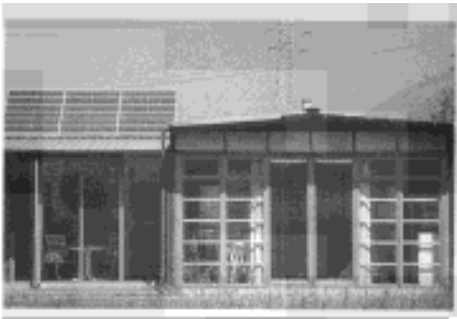
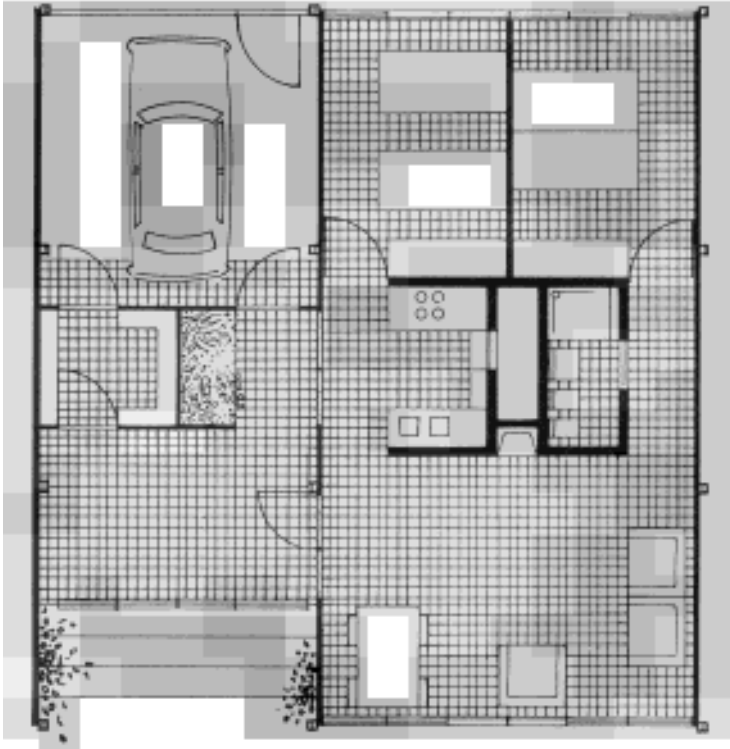
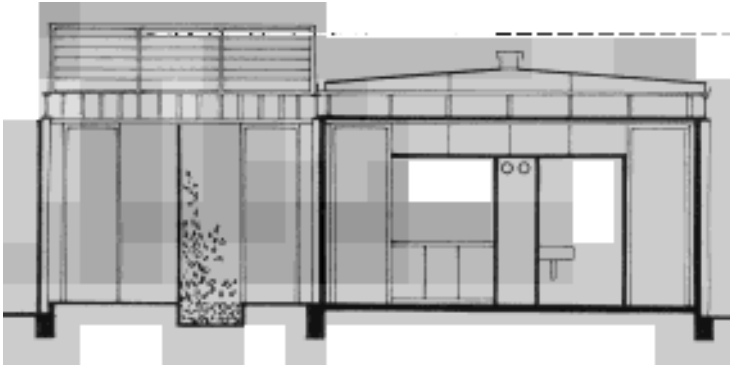
Casa solare modulare

Die Architekten haben ein Wohnhaus entwickelt, das klar in einen geheizten und einen nicht geheizten Sektor aufgeteilt ist, das die Sonnenenergie aktiv wie passiv nutzt und das durch einen modularen Aufbau für die industrielle Produktion geeignet ist. Der Prototyp der *Casa solare modulare* steht in der mittellitalienischen Stadt Sulmona. Die elektrische Versorgung des Hauses erfolgt in vollem Umfang durch die Photovoltaik-Anlage, die ins Dach der nichtbeheizten Zone integriert ist.

Les architectes ont élaboré une habitation, clairement divisée en un secteur chauffé et un secteur non chauffé, permettant une utilisation active et passive de l'énergie solaire, et adaptée à la production industrielle de sa structure modulaire. Ce prototype de *casa solare modulare* se trouve à Sulmona, en Italie centrale. La maison est intégralement alimentée en électricité par l'installation photovoltaïque intégrée dans le toit de la zone non chauffée.

Gli architetti hanno progettato un'abitazione distintamente suddivisa in due settori: un settore con e uno senza riscaldamento. Lo sfruttamento dell'energia solare è sia attivo che passivo e la struttura modulare della casa si presta anche ad una produzione industriale. Il prototipo della *casa solare modulare* è situata a Sulmona, nell'Italia centrale. L'impianto fotovoltaico, che produce l'energia necessaria alla casa, è integrato nel tetto della casa, nel settore privo di riscaldamento.

The architects have developed a residential building which is clearly split into a heated and a non-heated sector, using the solar energy actively as well as passively, and which is suitable, through its module design, for industrial production. The prototype of the *Casa Solare Modulare* is in the Italian town of Sulmona. The electrical supply of the house comes solely from the photovoltaic system, which is integrated in the roof of the unheated zone.



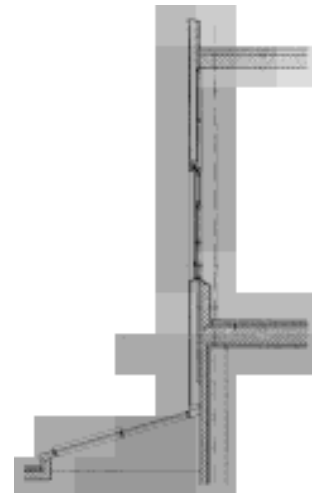
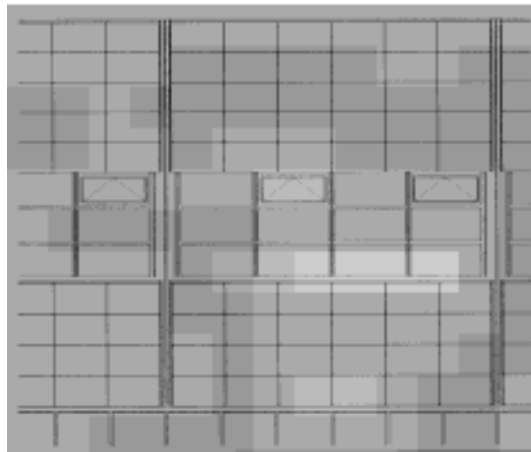
Location	Casa solare modulare, I67039 Sulmona
Architect	Thomas Herzog und Verena Herzog-Loibl, D-80805 München
Engineering	Italenergie S.p.A., I-67039 Sulmona
Photovoltaic system	Italenergie S.p.A., I-67039 Sulmona
Installed capacity	600 Watt
Year of construction	1985

Fassadenintegrierte Photovoltaik-
Module: Ansicht und Schnitt.

Modules photovoltaïques intégrés à
la façade, vue et coupe.

Moduli fotovoltaici integrati nelle
facciate, veduta frontale e sezione.

Photovoltaic modules integrated with the
facade: elevation and section.



Migros Winterthur

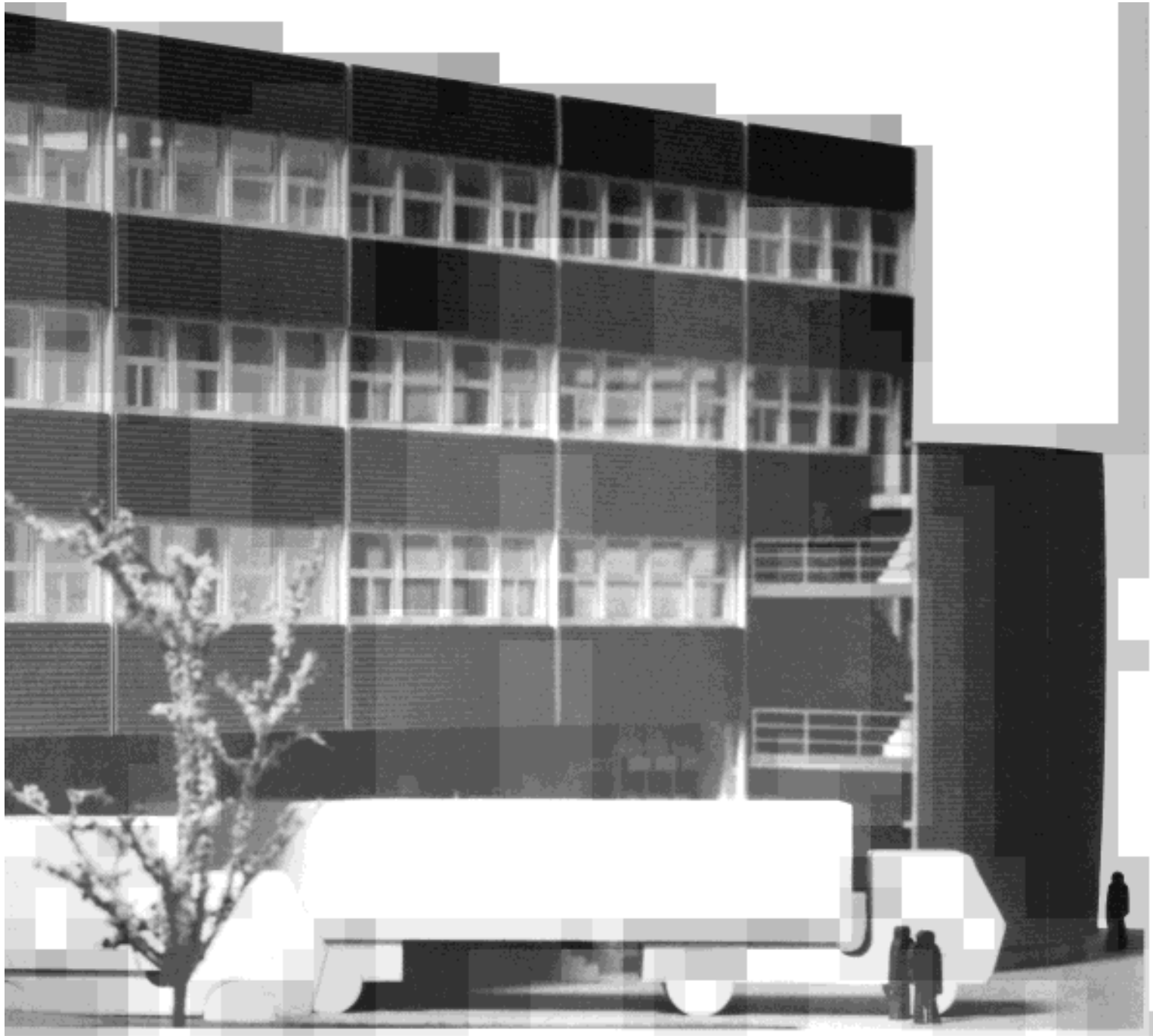
Die integrierte Photovoltaikfassade des Betriebsgebäudes soll - so der Wunsch von Bauherr und Architekt - ein ähnliches Reflexionsverhalten zeigen wie Structural-Glazing-Elemente. Aus diesem Grund wird ein Teil der Module mit verspiegelten Gläsern ausgerüstet. Detaillierte Messungen werden ab Frühjahr 1994 den Leistungsvergleich zwischen verspiegelten und unverspiegelten Modulen ermöglichen.

Selon les vœux du maître d'œuvre et de l'architecte, la façade photovoltaïque intégrée de l'unité de production doit offrir les mêmes qualités de réflexion que des éléments en *structural glazing*. Une partie des éléments est donc équipée de verre revêtu de tain. Des mesures précises permettront, à partir du printemps 1994, de comparer leur rendement à celui de modules sans tain.

La facciata fotovoltaica integrata dell'edificio deve, secondo i piani del committente e dell'architetto, avere una riflessione analoga a quella degli elementi *structural glazing*. Per questo motivo, una parte dei moduli è stata dotata di vetri riflettenti. Dal 1994 in avanti, dati dettagliati permetteranno di confrontare le prestazioni dei moduli riflettenti con quelle dei moduli standard.

The integrated photovoltaic facade of the building has been designed, in accordance to the wishes of the client and architect, to exhibit a reflection behaviour similar to that of the structural glazing elements. For this reason, part of the modules are fitted with reflective glass. Detailed surveys will enable the comparison of capacities between reflective and nonreflective modules from spring 1994.

Property owner	Migros-Genossenschaft Winterthur und Schaffhausen CH-8401 Winterthur
Location	Migros Betriebszentrale, CH-8401 Winterthur
Architect	S + M Architekten AG CH-8042 Zürich
Engineering	Nordostschweizerische Kraftwerke AG, CH-5400 Baden
Photovoltaic system	Solution AG, CH-4624 Härkingen
Installed capacity	66 300 Watt
Year of construction	1994



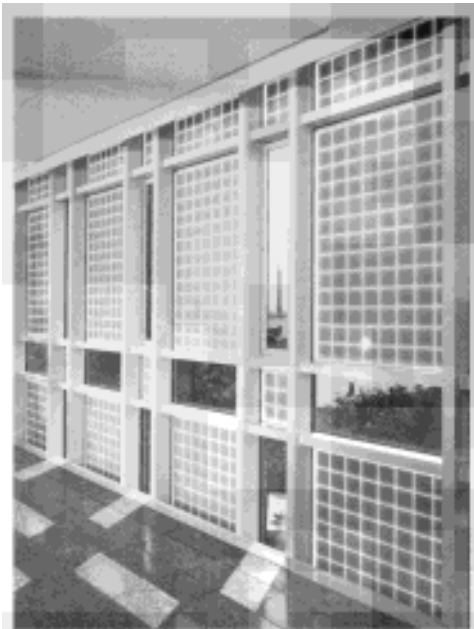
Functional Design

Bei der wärmetechnischen Sanierung des vor 20 Jahren erstellten Verwaltungsbaus der Stadtwerke Aachen wurde die südliche Glasfassade durch eine Solarfassade ersetzt: Lichtstreuende Module, die speziell für diese Süd-Südost-Front entwickelt wurden, ermöglichen im dahinterliegenden Treppenhaus den Tageslichteinfall. Die schachbrettartige Kombination von Glaselementen und Modulen mit dunkelblauen kristallinen Siliziumzellen zwischen den Verbundscheiben setzt außen und innen überraschende Akzente.

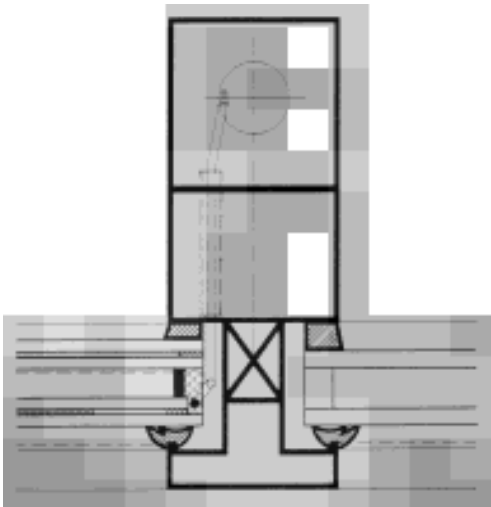
Lors de l'assainissement de l'immeuble administratif, vieux de vingt ans, des services industriels d'Aix-la-Chapelle, la façade sud en verre a été remplacée par une façade solaire: des modules dispersifs, spécialement conçus pour cette orientation sud-sud-est, permettent à la lumière du jour de pénétrer dans la cage d'escalier. La combinaison en échiquier d'éléments de verre et de cellules en silicium cristallin bleu foncé crée des effets de surprise à l'intérieur comme à l'extérieur.

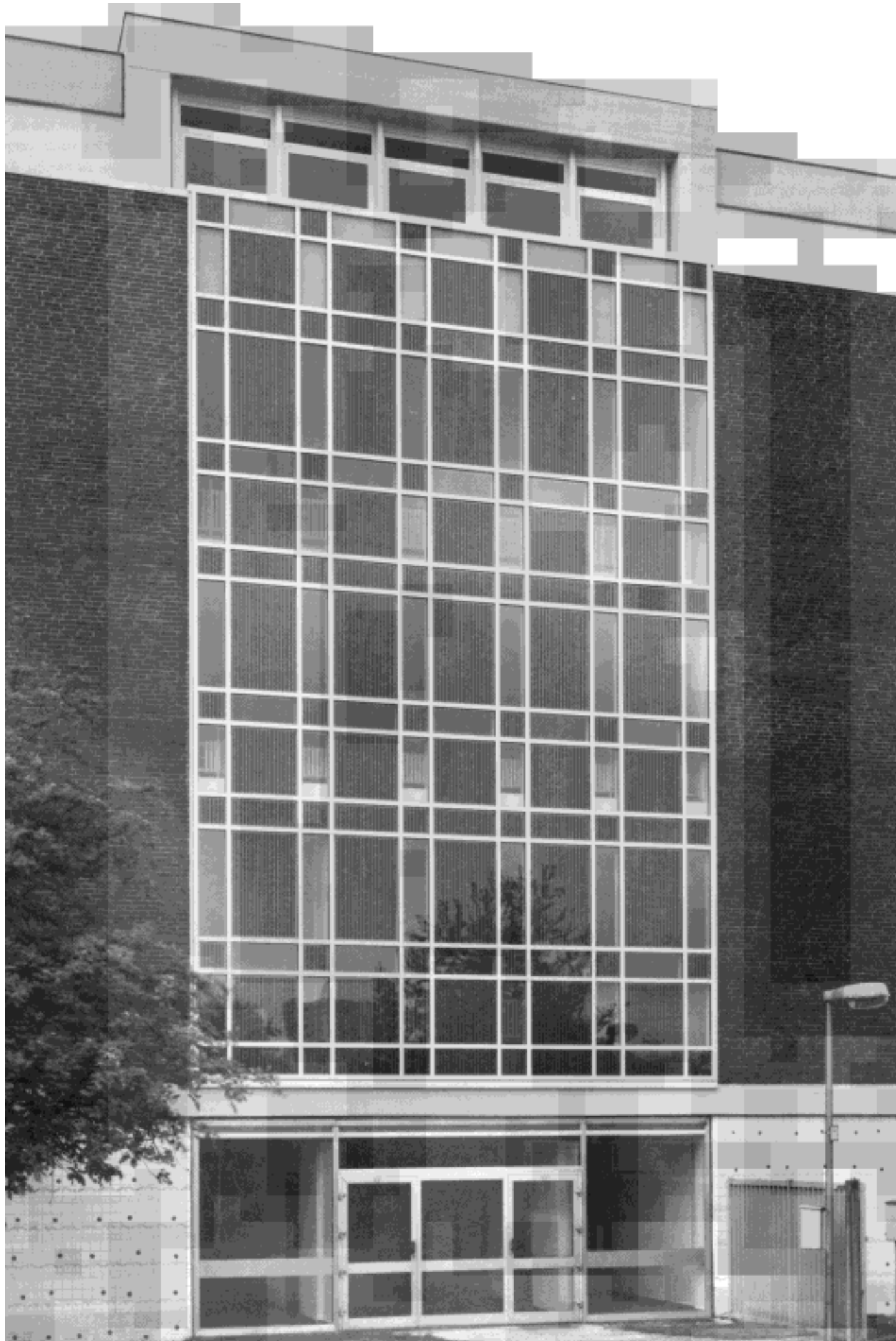
In occasione del risanamento termico della sede, ormai ventennale, dell'amministrazione comunale di Acquigrana, la parete sud è stata sostituita da una «facciata solare»: moduli traslucenti, ideati appositamente per l'orientamento sud-sudest, permettono la diffusione di luce diurna nelle scale. Fra i vetri stratificati, la combinazione a scacchiera degli elementi in vetro con moduli a cellule in cristallo di silicio blu scuro pone accenti sorprendenti, sia all'interno che all'esterno dell'edificio.

The south-facing glass facade of the 20-year-old administration building of the Stadtwerke Aachen was replaced with a solar facade during the renovation of the heating services. Light-diffusing modules developed especially for this south-southeast front direct daylight into the staircase in back. The chessboard type combination of glass elements and the modules with dark-blue crystalline silicon cells between the compound glazing offers surprising patterns outside as well as inside.



Property owner	Stadtwerke Aachen AG, D 52070 Aachen
Location	Stadtwerke Aachen AG, D 52070 Aachen
Architect	Georg Feinhals, D-52070 Aachen
Engineering	Stadtwerke Aachen AG, D 52070 Aachen
Photovoltaic system	Flachglas Solartechnik GmbH, D-50667 Köln 1
Installed capacity	4200 Watt
Year of construction	1991





Zero Energy House

Bis auf ein paar Scheite Holz, die an Wintertagen in den Ofen geschoben werden, ist dieses Einfamilienhaus energieautark. Thermische und photovoltaische Kollektoren auf dem Dach gewährleisten die Warmwasserversorgung und den größten Teil der Raumheizung. Ein Warmluftkamin mit eingebautem Wasserregister gekoppelt mit dem Wärmetauscher, garantiert den nötigen Komfort auch bei großer Kälte. Von besonderer Wichtigkeit ist hier die Wärmedämmung der gesamten Gebäudehülle.

Hormis quelques bûches brûlées durant l'hiver dans la cheminée, cette maison individuelle est énergétiquement autonome. Des capteurs thermiques et des cellules photovoltaïques installés en toiture couvrent les besoins en eau chaude, en électricité, ainsi qu'une très large part du chauffage. Un échangeur de chaleur, monté dans la cheminée, garantit le confort per grands froids. La très haute isolation thermique est particulièrement importante dans ce type de bâtiment.

Se si escludono i pochi ceppi di legna spinti nella stufe nelle giornate invernali, questa casa unifamiliare è energeticamente autarchica. Collettori termici e fotovoltaici sul tetto assicurano l'acqua calda e gran parte del riscaldamento delle stanze. Un camino ad aria calda riscalda l'acqua che scorre in un'apposita tubazione inserita nella cappa. Collegato ad uno scambiatore di calore, questo sistema garantisce le comodità indispensabili, anche in caso di freddo intenso. Particolarmente importante è l'isolamento termico dell'involucro dell'edificio.

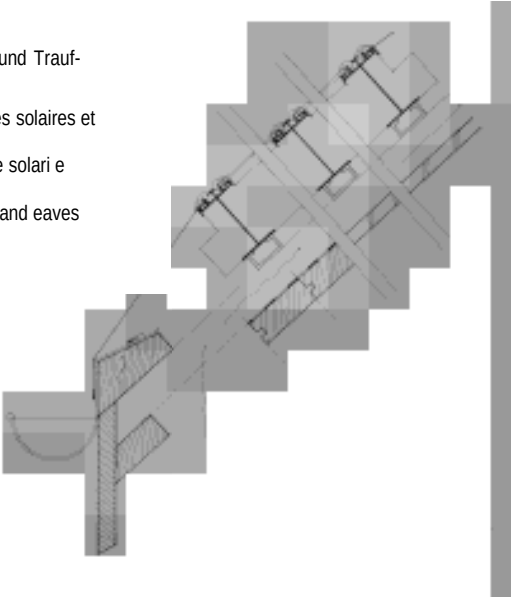
Apart from the need to put a few pieces of wood into the oven in winter, this one-family house is self-sufficient in terms of energy. Thermal and photovoltaic collectors on the roof guarantee the warm water supply and most of the heating. A warm air fireplace with a built-in water register, connected with the heat exchanger guarantees the necessary comfort, even in extreme cold conditions. The whole building envelope is very well insulated.



Property owner	Pia und Hans-Ruedi Stutz, CH-9125 Brunnadern
Location	Einfamilienhaus, CH-9125 Brunnadern
Architect	Hans-Ruedi Stutz, CH-9113 Degersheim
Engineering	Spitzli + Partner AG, CH-9230 Flawil
Photovoltaic system	Ernst Schweizer AG, CH-8908 Hedingen
Installed capacity	3000 Watt
Year of construction	1992

Dachaufbau mit Solarzellen und Traufbereich (Schnitt).

Structure du toit avec cellules solaires et gouttière (coupe).
Struttura del tetto con cellule solari e grondaie (sezione).
Roof design with solar cells and eaves area (section).



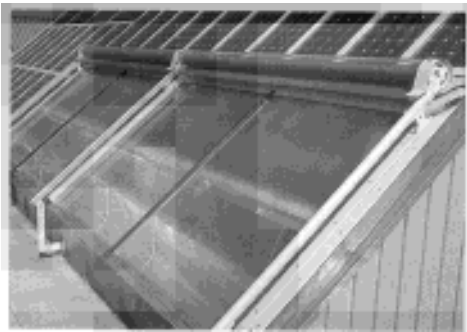
Das Wohn-Laboratorium

Das Haus hat keinen Schornstein, keinen Heizungskeller, keinen Gas- und keinen Stromanschluß. Trotzdem bietet es den heute üblichen Wohnkomfort. Den gesamten Energiebe darf deckt die Sonnenstrahlung auf die Gebäudehülle. Ein Speichersystem auf der Basis von Wasserstoff ermöglicht es, in Druckbehältern etwa 1500 kWh Energie aus den Sommermonaten für den Winter aufzuheben. Das von einem Forscher und seiner Familie bewohnte Haus ist Demonstrationsmodell und Forschungslabor für zukunftsweisende Energietechniken zugleich.

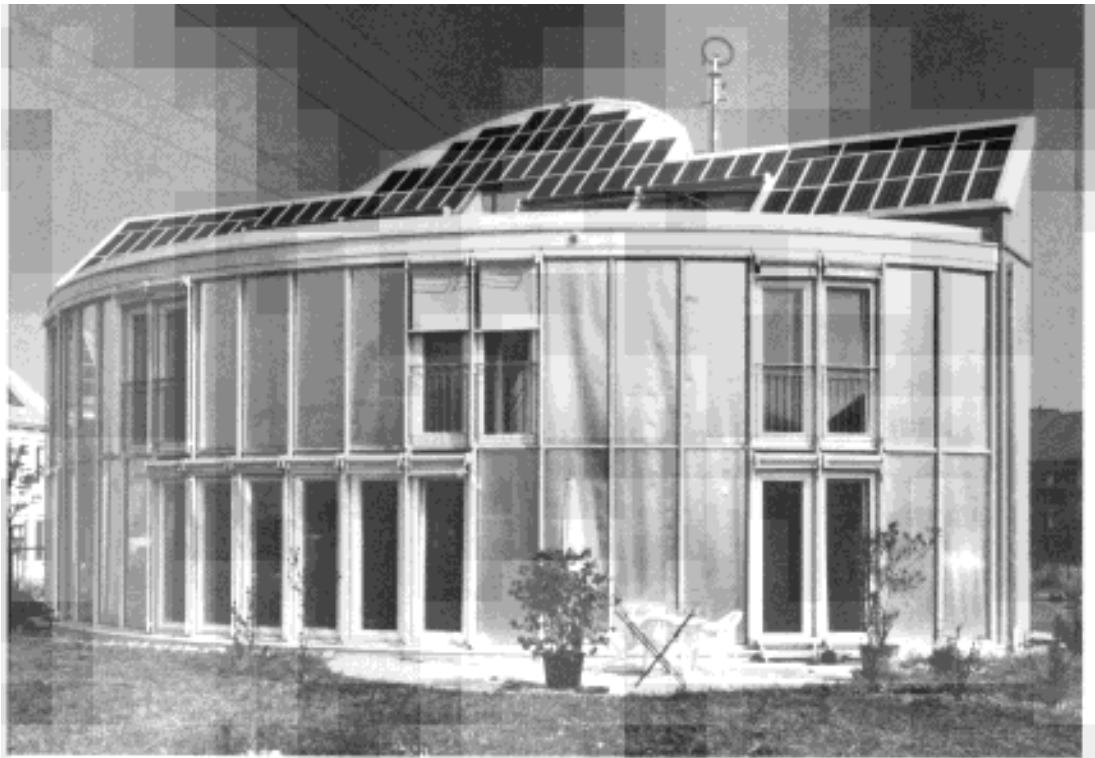
La maison ne possède ni cheminée, ni chaufferie, ni raccordement aux réseaux de gaz et d'électricité. Et pourtant, elle offre un confort usuel. Tous les besoins en énergie sont couverts par le rayonnement solaire. Un système d'accumulation à base d'hydrogène permet de stocker dans des réservoirs sous pression environ 1500 kWh d'énergie pour les mois d'hiver. Habitée per un chercheur et sa famille, cette maison sert de logement-témoin et de laboratoire pour les techniques énergétiques du futur.

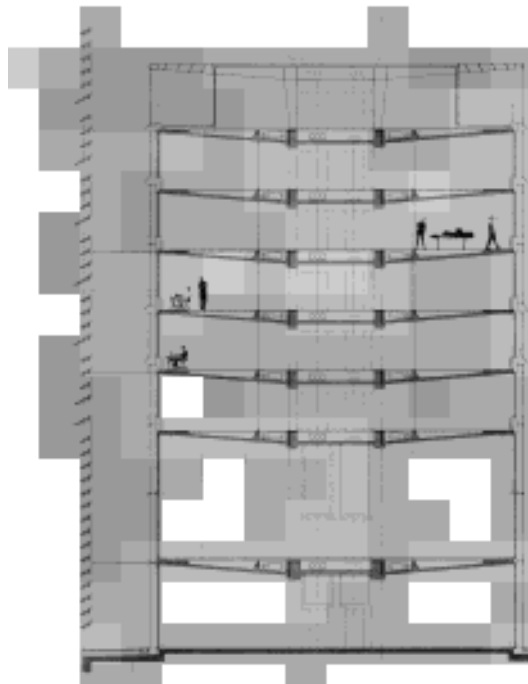
Nonostante la casa sia senza camino, senza locale caldaia, senza gas e corrente, esse assicura le comodità abituali. L'irraggiamento solare dell'involucro dell'edificio copre l'intero fabbisogno energetico. Durante i mesi estivi, un sistema d'accumulazione, a base di idrogeno, permette di conservare, in appositi serbatoi a pressione, circa 1.500 kWh, destinati al consumo invernale. La casa, abitata dal ricercatore e da sua moglie, è, allo stesso tempo, modello sperimentale e laboratorio di ricerca per tecniche energetiche del futuro.

The house has no chimney, no heating basement, no gas and no electricity connection. Despite this, it offers the degree of comfort that is expected today. The solar radiation onto the building envelope covers the total energy requirement. A storage system based on hydrogen facilitates the storage of argund 1,500 kWh in pressure containers from the summer months for the winter. The house, accommodating a researcher and his family, is a demonstration module and research laboratory for pioneering energy technologies.



Property owner	Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme, D-79114 Freiburg
Location	Solarhaus, D-79114 Freiburg
Architect	Planerwerkstatt Hölken + Berghoff, D-79279 Vörstetten
Engineering	Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme, D-79114 Freiburg
Installed capacity	4200 Watt
Year of construction	1992





Die PV-bestückte Sonnenwand ist 3,5 m vom Bürogebäude entfernt (Schnitt).

La paroi de protection solaire équipée d'éléments photovoltaïques est distante de 3,5 mètres du bâtiment administratif.

3,5 metri dividono il frangisole, dotato di elementi fotovoltaici, e l'edificio amministrativo.

There is a distance of 3.5 m between the shading wall fitted with PV panels and the office building (section).



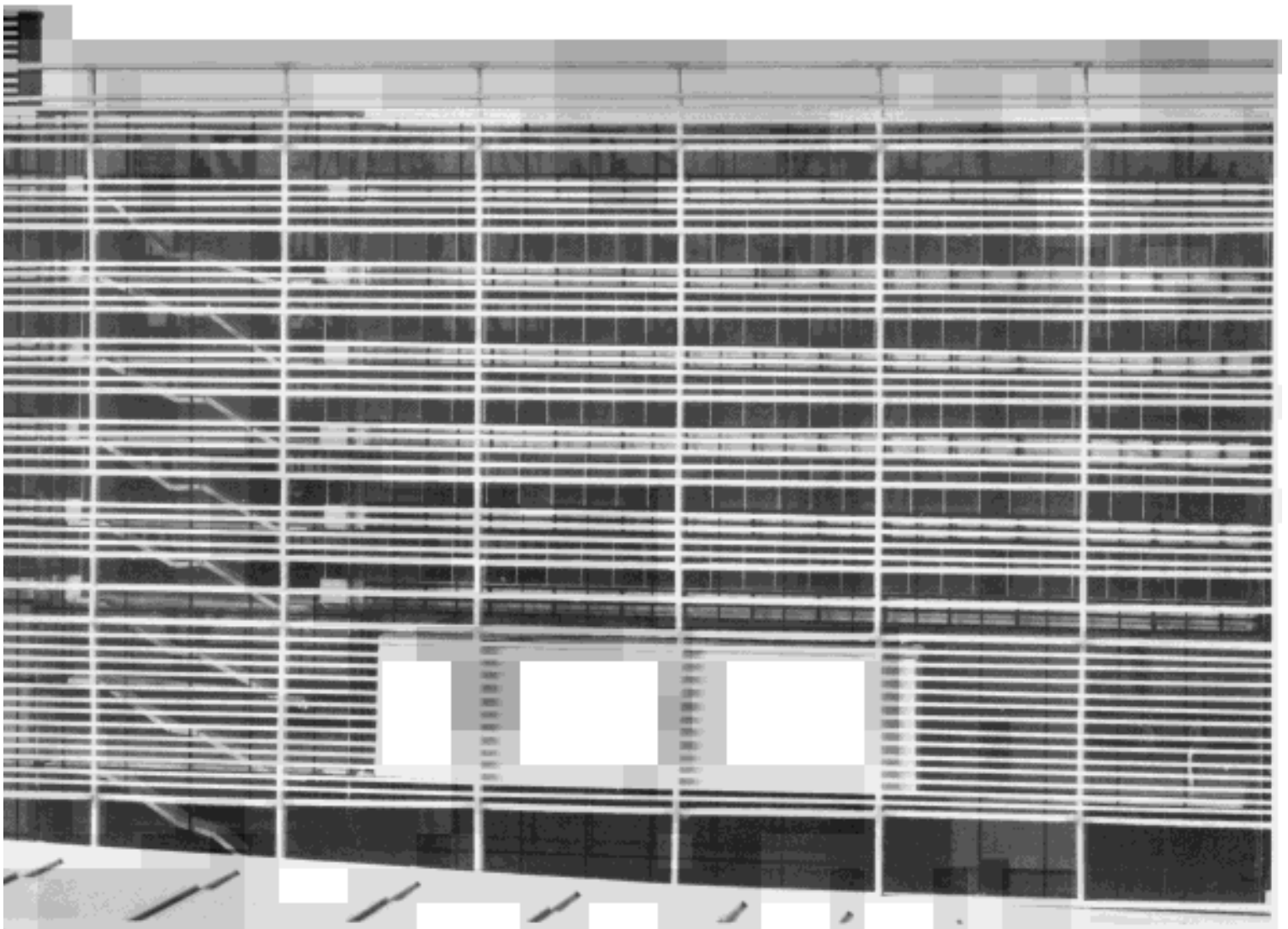
World Meteorological Organization

Auf dem UNO-Gelände in Genf wird demnächst der neue Hauptsitz der Weltorganisation für Meteorologie gebaut; aus diesem Anlaß wurde ein Architekturwettbewerb ausgeschrieben. Zur Verbesserung der thermischen Isolation ist die Südfassade des hier vorgestellten Wettbewerbsbeitrages zweischichtig ausgebildet, in der dünnen äußeren Glashaut spiegeln sich Bäume und Wolken. 3,5 Meter vor der Fassade steht eine Sonnenschutzwand mit Glaslamellen, in die Solarzellen einlaminiert sind. Durch eine automatische Steuerung werden die Lamellen dem Sonnenstand

Le siège central de l'Organisation météorologique mondiale va être prochainement construit sur les terrains de l'ONU, à Genève. Dans ce but un concours d'architecture a été organisé. Afin d'améliorer l'isolation thermique, la façade sud du bâtiment proposé se compose d'une double peau: les arbres et les nuages se refléteront ainsi dans la peau extérieure entièrement vitrée. A 3,5 mètres en avant de la façade, une paroi formée de lames de verres comprenant des cellules solaires fera office de protection solaire. Une régulation automatique ajustera les lamelles, en fonction de la position du soleil.

Su un terreno delle Nazioni Unite a Ginevra verrà prossimamente costruita la nuova sede centrale dell'Organizzazione mondiale della meteorologia, per la quale è stato bandito un concorso per un progetto architettonico. Il progetto qui presentato vuole migliorare l'isolamento termico attraverso l'ideazione di una facciata sud a due strati. Il sottile involucro di vetro esterno funge da specchio ad alberi e nuvole. Distanza 3,5 metri dalla facciata, è stato posto un frangisole con lamelle di vetro, integrate con cellule solari laminate. Una guida automatica inclina le lamelle a seconda dell'orbita solare.

The new headquarters of the World Meteorological Organization will soon be built at the UN site in Geneva. For this purpose, an architects' competition was tendered. The south facade of the competition entry presented here is designed with two layers in order to improve thermal insulation; the thin outer glass skin reflects trees and clouds. A sun protecting wall with glass lamellas is located 3.5 m in front of the facade in which photovoltaic cells are laminated. The lamellas are automatically controlled to follow the sun.



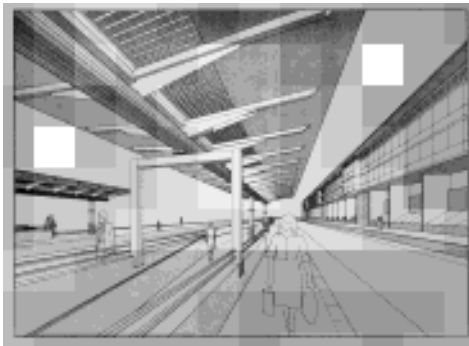
Quai de gare

Ein riesiges Potential für die Integration von Solarzellen in vorhandene Infrastruktur bietet sich auf Bahnhöfen. Würden etwa alle Bahnsteigüberdachungen in der Schweiz mit Photovoltaik-Modulen ausgerüstet, könnten so jährlich 14 bis 20 GWh Strom produziert werden - das entspricht ungefähr der Strommenge, die im ganzen Land für die Bahnhofbeleuchtung nötig ist. Dem Bahnhof von Morges kommt somit Demonstrationscharakter zu: Im Zuge einer Renovierung werden die Bahnsteigüberdachungen im zentralen Bereich mit halbtransparenten Photovoltaik-Modulen bestückt, die speziell für diesen Anwendungsbereich angefertigt werden und in Zukunft noch auf anderen Bahnhöfen Verwendung finden könnten.

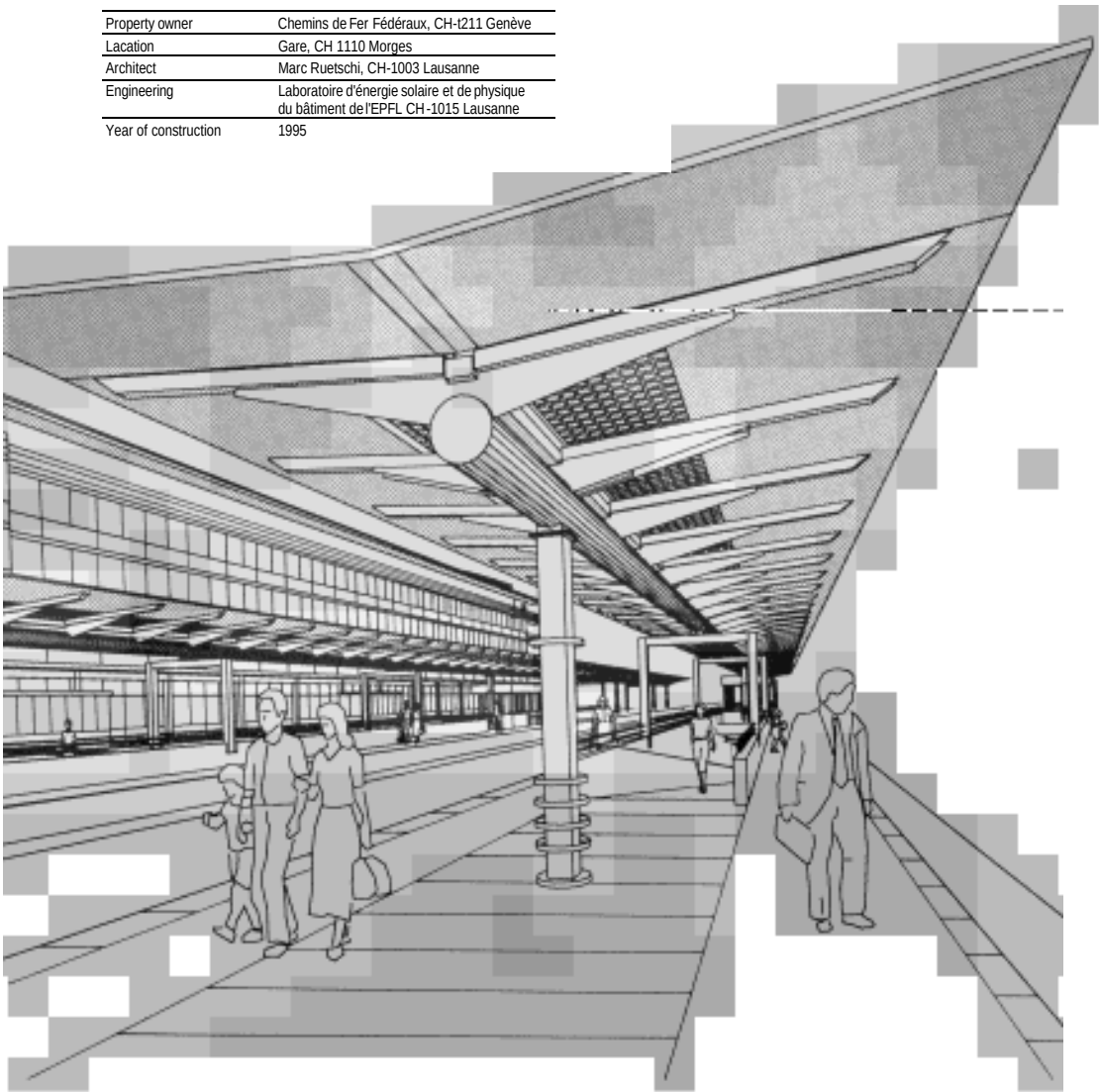
Les gares offrent un grand potentiel d'intégration de cellules solaires dans des infrastructures existantes. Si, en Suisse, toutes les marquises de quais de gare étaient équipées de modules photovoltaïques, elles pourraient produire de 14 à 20 GWh/an, soit la quantité nécessaire à l'éclairage de toutes les gares du pays. La gare de Morges montre la voie: dans le cadre de sa reconstruction, les marquises des quais seront dotées, dans leur partie médiane, de modules semi-transparents, spécialement conçus à cet effet, et susceptibles d'équiper d'autres gares à l'avenir.

Le stazioni ferroviarie svizzere offrono un potenziale enorme per l'integrazione di cellule solari. Con l'installazione di moduli fotovoltaici sulle pensiline delle stazioni ferroviarie svizzere si potrebbero produrre 14 a 20 GWh/anno, il che corrisponde quasi alla corrente necessaria all'illuminazione delle stazioni nel loro complesso. Alla stazione di Morges viene quindi attribuita una funzione modello: in occasione della sua ristrutturazione, moduli fotovoltaici semitrasparenti, appositamente ideati, saranno installati nel tratto centrale delle pensiline. Tali moduli sono installabili anche nelle altre stazioni ferroviarie della Svizzera.

Railway stations offer a great potential for the integration of photovoltaic cells into the existing infrastructure. If all platform roofings in Switzerland were equipped with photovoltaic modules 14 to 20 GWh/year could be produced—this is approximately the amount of electricity necessary for the lighting of stations. The railway station of Morges is exemplary of what other stations may achieve: during a refurbishment, the platform roofs in the central area will be equipped with semi-transparent photovoltaic modules which are fabricated especially for this use and could be applied to other railway stations in future.



Property owner	Chemins de Fer Fédéraux, CH-1211 Genève
Location	Gare, CH 1110 Morges
Architect	Marc Ruetschi, CH-1003 Lausanne
Engineering	Laboratoire d'énergie solaire et de physique du bâtiment de l'EPFL CH-1015 Lausanne
Year of construction	1995



Das Haus der Architekten

Die Südfassade der Hofrandüberbauung mit dreieckigem Grundriß folgt den Geleisen des Bahnhofareals Brugg, die an dieser Stelle einen sanft geschwungenen Bogen beschreiben. Die Nähe von Schiene und Straße bedingt eine künstliche Belüftung der Arbeitsräume. Frischluft wird im Hof an kühler geschützter Stelle angesaugt und über Erdregister und die technische Zentrale den Büros zugeführt. Vor zu intensiver Sonneneinstrahlung schützen Lamellen, die zentral gesteuert auf den Sonneneinfall reagieren. Zusätzlich über den Fensterbändern angeordnete Gitterroste dienen als Laufsteg für die Fassadenreinigung, betonen aber auch die horizontale Struktur der dreigeschossigen Fassade und bilden zugleich das Traggerüst für die darauf befestigten Photovoltaik-Module.

La façade sud de ce bâtiment triangulaire donne sur les voies de la gare de Brugg qui, à cet endroit suivent une légère courbe. La proximité de la voie ferrée et de la route nécessite une ventilation mécanique des bureaux. L'air frais est aspiré dans un coin frais de la cour pour être amené dans les bureaux grâce à une centrale technique. La façade est également équipée de lamelles pare-soleil commandées de manière centralisée. En outre, des grilles posées sur les appuis de fenêtres servent tout à la fois de passerelles de nettoyage des façades, d'élément architectural qui souligne la structure horizontale des trois étages, et sert de support aux modules photovoltaïques.

La facciata sud del complesso edilizio triangolare si allinea ai binari dell'area della stazione ferroviaria di Brugg, che in quel punto assumono le sembianze di un arco finemente tratteggiato. La vicinanza dei binari e della strada presuppone un'areazione artificiale degli uffici. L'aria «pulita» viene aspirata nel cortile, in un punto fresco e protetto, e condotta, attraverso un apposito impianto, negli uffici. Regolate da un dispositivo sensibile al sole, delle lamelle proteggono da un irraggiamento solare eccessivo. Inoltre le inferriate, fissate sopra alle finestre, fungono da passerella per la pulizia delle facciate ed evidenziano la struttura orizzontale della facciata a tre piani, formando contemporaneamente la struttura portante dei moduli fotovoltaici.

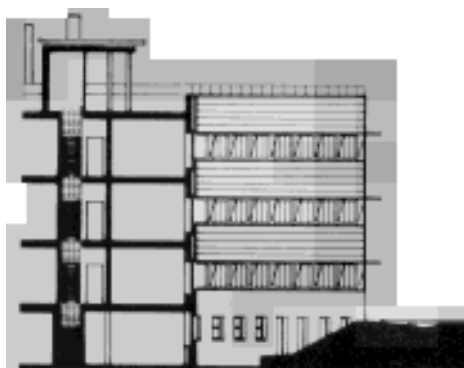
The south facade of the courtyard perimeter roofing which is triangular in plan, follows the railway tracks of the station area Brugg which at this point create a slight bend. The proximity of back and road requires artificial ventilation of the work areas. Fresh air is supplied through suction in the courtyard, in a cool protected place via earth registers and the technical plant to the offices. Lamellas protect from highly intensive solar irradiation and are centrally controlled reacting to the solar incidence. In addition, gratings located above the window bays serve as catwalks for the facade cleaning, but also emphasize the horizontal structure of the three-storey facade and also form the structure for the photovoltaic modules fitted on it.

Gitterroste dienen als Traggerüst für die Photovoltaik-Panels (links). Schnitt und Teilansicht der Südfassade (rechts)

Les grilles des sauts-de-loup servent de support aux panneaux photovoltaïques (à gauche). Coupe et vue partielle de la façade sud (à droite).

Inferriate assurgono a struttura portante dei pannelli fotovoltaici (a sinistra). Sezione e veduta parziale della facciata sud (a destra).

Grids serve as the support for the photovoltaic panels (left). Section and elevation of a part of the south facade (right).



Property owner	Metron AG CH-5200 Brugg
Location	Überbauung Stahlrain, CH-5200 Brugg
Architect	Metron Architekten AG, CH-5200 Brugg
Engineering	W + S Ingenieurbüro AG, CH-5032 Rohr
Photovoltaic system	Solution AG, CH-4624 Härkingen
Installed capacity	16 200 Watt
Year of construction	1993



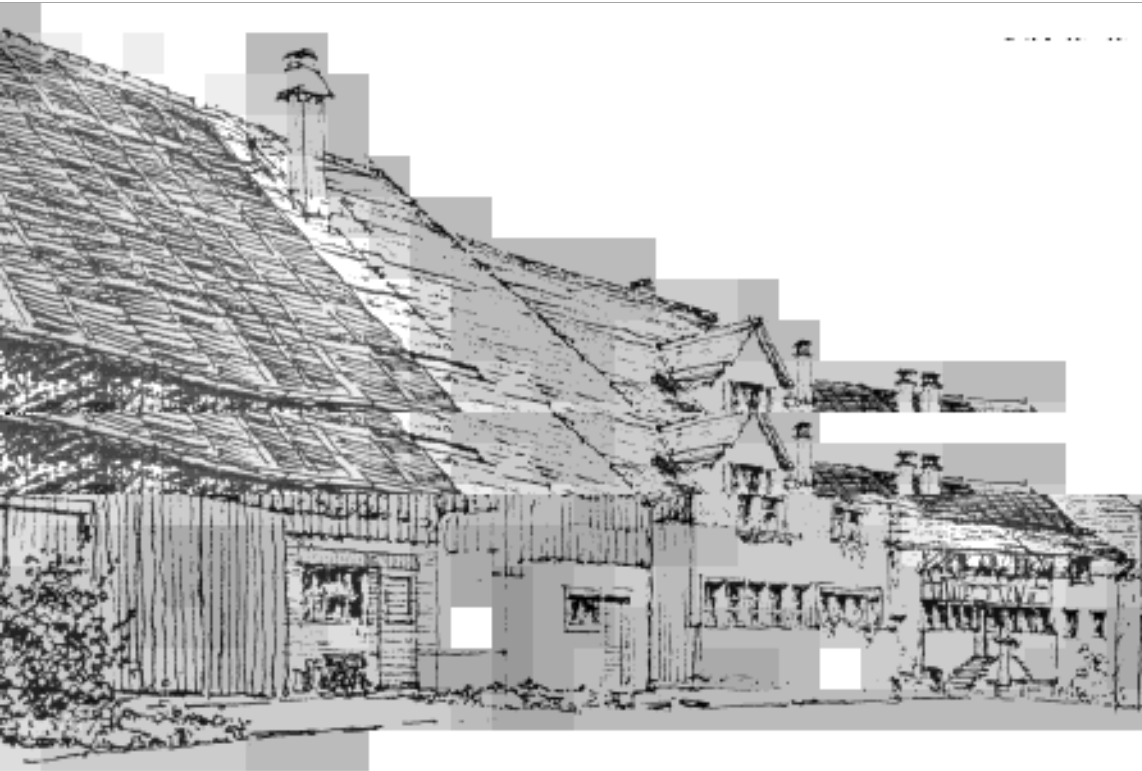
Neuer Look für alte Häuser

Wie sehen 300 Jahre alte Landhäuser aus, die mit Photovoltaik-Modulen bestückt sind? Und wie verändern sie ein historisches Dorfbild? Diese Fragen stellte sich der Architekt. Seine Vision provoziert. Ob unsere gebaute Umwelt künftig solchen Vorstellungen entspricht, hängt wohl vor allem davon ab, ob Bauherrschaften und Architekten die Herausforderung annehmen und die anspruchsvolle Aufgabe, Solarzellen in bestehende Häuser zu integrieren, endlich in großem Stil in Angriff nehmen.

A quoi ressemblent des maisons de 300 ans équipées de modules photovoltaïques? Et dans quelle mesure modifient-elles l'aspect d'un village historique? Telles sont les questions que s'est posées l'architecte. Et sa conception est provocatrice. Est-ce que notre environnement construit concrétisera demain de semblables idées? Tout cela dépend de la volonté des architectes de relever le défi et d'assumer enfin la tâche délicate d'intégrer des cellules solaires dans des maisons anciennes.

Quale aspetto assumono case di campagna di tre secoli fa una volta dotate di moduli fotovoltaici? Quale impatto possono avere sul centro storico di un paese? Queste sono domande postesi dall'architetto. Le sue visioni sono provocatorie. Ma il nostro paesaggio urbano coinciderà con le sue visioni solo se il committente e l'architetto accetteranno la sfida e si assumeranno, finalmente in grande stile, l'esigente compito d'integrare cellule solari in edifici preesistenti.

What do 300-year-old country houses fitted with photovoltaic modules look like? And how do they change the image of a historical village? These questions were asked by the architect. His vision is provoking. Whether our built environment accepts such ideas in future depends mainly on whether clients and architects accept this challenge, eventually embracing on a grand scale the demanding task to integrate photovoltaic cells in existing houses.



Location	Gossauerstrasse, CH-8617 Mönchaltorf
Architect/Drawing	PMS Planen + Bau AG, CH-8617 Mönchaltorf

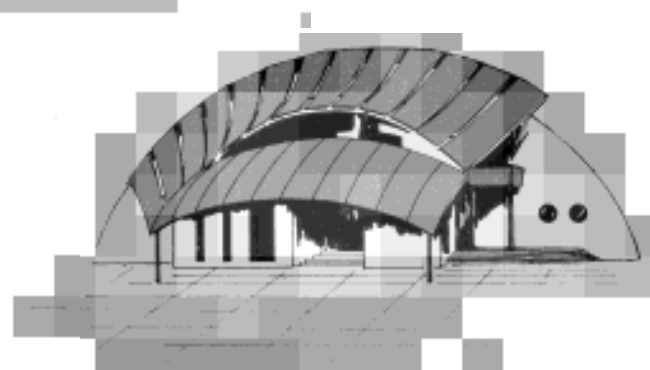
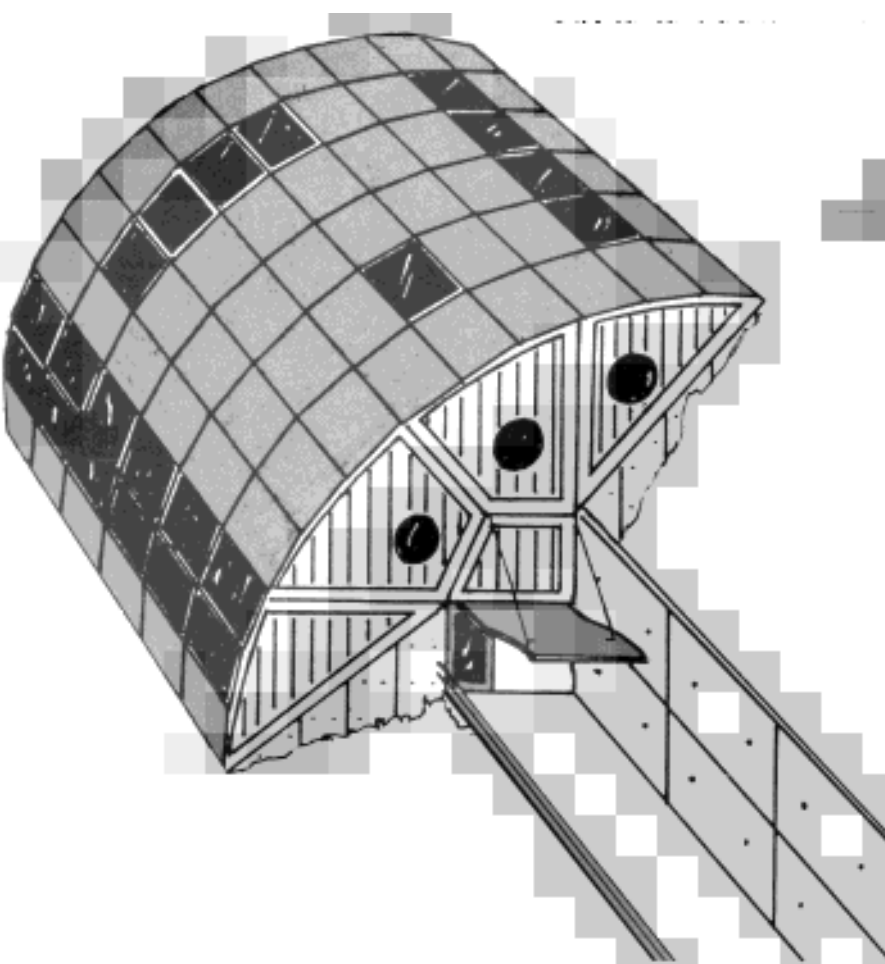
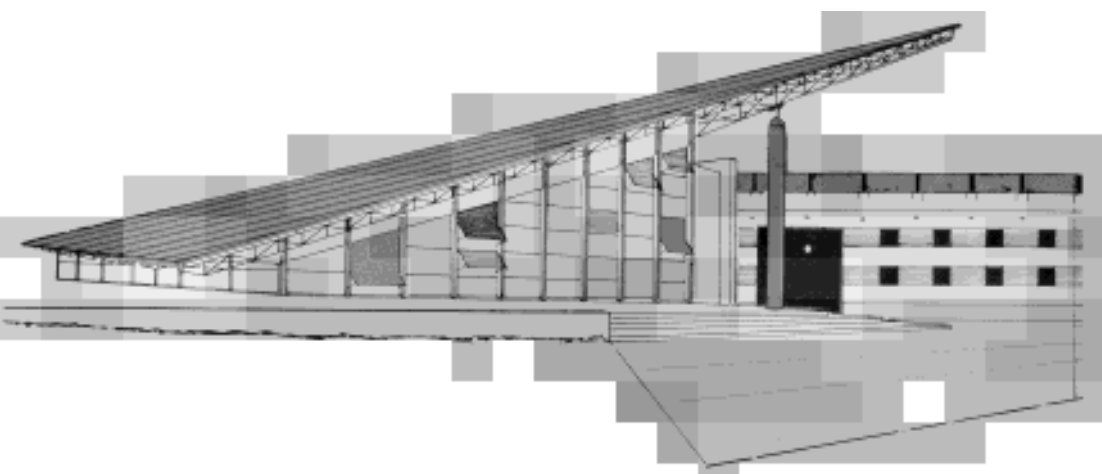
Visions of an Architect

Jede neue Technik verändert die gewohnten Gestaltbilder. So bietet auch die Integration von Solarzellen in Gebäudehüllen die Chance, unkonventionelle Ausdrucksformen zu finden. Die hier vorgestellten Visionen beschreiten spielerisch neue Wege: Flexible Photovoltaik-Module werden zur Überdachung genutzt und verhelfen dem freistehenden Haus zu einem besonderen Erscheinungsbild (oben links); vielversprechend ist auch die Entwicklung von Baukörpern mit großen, nach Süden ausgerichteten Photovoltaik-Flächen (unten rechts); bei einem Bau in Hanglage werden schließlich die Photovoltaik-Module in die vorgefertigte, einheitliche Gebäudehülle integriert (unten links).

Toute nouvelle technique transforme les formes habituelles. Ainsi, l'intégration de cellules solaires dans les bâtiments permet des formes d'expression non conventionnelles. Les exemples présentés ici illustrent le plaisir de l'innovation: des modules photovoltaïques souples en guise de toiture, donnant à une maison individuelle un aspect particulier (en haut, à gauche); des bâtiments d'avenir aux vastes panneaux photovoltaïques orientés au sud (en bas, à droite); des modules photovoltaïques intégrés dans un bâtiment préfabriqué installé sur un terrain en pente (en bas, à gauche)

Ogni tecnica nuova modifica gli elementi configurativi ai quali avevamo fatto l'abitudine. L'integrazione di cellule solari in involucri d'edificio offre l'occasione per una ricerca di forme espressive inusuali. Con fare giocoso, le visioni qui presentate percorrono vie nuove: moduli fotovoltaici flessibili che, trasformati in tetti, rendono particolare l'aspetto di una casa isolata (in alto a sinistra). Particolare interesse suscita la progettazione di edifici con grandi moduli fotovoltaici orientati a sud (in basso a destra). Negli edifici eretti su pendii, i moduli fotovoltaici vengono integrati nell'involucro uniforme prefabbricato (in basso a sinistra).

Every new technology brings changes to already established designs. Thus, the integration of photovoltaic cells into building envelopes offers the chance to find unconventional forms of expression. The visions introduced explore new paths in a playful manner: adaptive photovoltaic modules are used for roofing and assist the free-standing building in developing its own identity (top left); the development of buildings with large photovoltaic areas facing south (below right) is also promising; photovoltaic modules are integrated into the prefabricated homogeneous building envelope in buildings on a slope (below left).



Architect

Ingo Hagemann, D-52064 Aachen

Do it Yourself

Neuartige Solardachziegel stellen eine echte Photovoltaik-Integration dar: Die Anlage wird nicht auf das Dach montiert, das Dach selbst ist die Anlage. Die auf einem älteren Wohnhaus in Mönchaltorf installierten Dachelemente aus Glas wurden in der Schweiz entwickelt und hergestellt. Jede einzelne der 76,6 x 50,5 cm großen, schlagregendichten Dachplatten mit integrierten Solarzellen ersetzt fünf konventionelle Ziegel und liefert jährlich 27 kWh Strom.

Des tuiles solaires d'un nouveau type permettent une réelle intégration du photovoltaïque: l'installation n'est pas posée sur le toit, mais elle fait partie intégrante du toit. Montés sur une ancienne maison de Mönchaltorf, les éléments de toiture en verre de 76,6 x 50,5 cm ont été conçus et fabriqués en Suisse. Chaque élément, avec ses cellules solaires intégrées, remplace cinq tuiles conventionnelles permettant ainsi de produire annuellement 27 kWh.

L'integrazione fotovoltaica avviene attraverso nuovi tipi di tegole solari: l'impianto non si installa più sul tetto, ma è il tetto stesso a diventare impianto. Gli elementi del tetto, installati su un ormai vecchio edificio di Mönchaltorf, sono stati progettati e prodotti in Svizzera. Di 76,6 x 50,5 cm e impermeabile agli acquazzoni, ogni singolo pannello a cellule solari integrate sostituisce cinque tegole convenzionali e produce annualmente 27 kWh di corrente.

New solar roof tiles represent a real photovoltaic integration: the system is not installed on the roof; rather, the roof itself is the system. The roof elements installed on an old residential house in Mönchaltorf, made of glass, were developed and produced in Switzerland. Each one of the 76.6 x 50.5 cm large, rain-proof resin boards with integrated photovoltaic cells replaces five conventional tiles and supplies annually 27 kWh power.



Property owner	PM5 Energie AG, CH-8617 Mönchaltorf
Location	Lindenmatt, CH-8617 Mönchaltorf
Architect	PM5 Planen + Bau AG, CH-8617 Mönchaltorf
Engineering	PM5 Energie AG, CH-8617 Mönchaltorf
Photovoltaic system	Newtec Plaston AG, CH-9435 Widnau
Installed capacity	3000 Watt
Year of construction	1992



Walliser Getreidemagazin

Im Rahmen umfassender Sanierungsarbeiten erhielt das bundeseigene Getreidemagazin in Brig ein Photovoltaik-Schindeldach. Sämtliche Arbeiten hatten besonderen denkmalpflegerischen Anforderungen Rechnung zu tragen. Das Dach wird ganzjährig von Luft durchströmt; die dadurch anfallende Warmluft wird im Winter und in der Übergangszeit zur Beheizung von Nebenräumen verwendet

Dans le cadre d'une rénovation complète, le magasin à blé de la Confédération, à Brigue, s'est vu doté d'un toit photovoltaïque. L'ensemble des travaux devait se conformer aux exigences de la protection des monuments historiques. De l'air circule dans le toit toute l'année; en hiver et à l'entre-saison l'air chaud est utilisé pour chauffer des salles annexes.

Nell'ambito di lavori di risanamento, sul *Getreidemagazin* di Briga è stato installato un tetto a scandole fotovoltaico. I lavori svolti hanno dovuto tenere conto delle esigenze della tutela dei monumenti. Il tetto è stato dotato di un'areazione permanente. L'aria calda prodotta serve, in inverno e nel periodo di transizione, a riscaldare le stanze attigue.

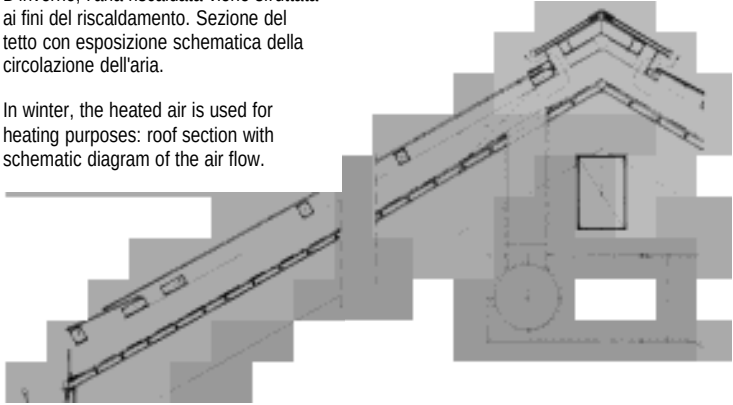
As part of an extensive renovation programme, the government-owned grain store in Brig received a photovoltaic shingle roof. All works under renovation were subject to particular requirements set forth by the office for the preservation of historical monuments. The roof is penetrated by air throughout the year; the warmed air is used for heating secondary rooms during the cold season.

Im Winter wird die erwärmte Luft zu Heizzwecken genutzt: Dachschnitt mit schematischer Darstellung der Luftströme.

L'hiver, l'air réchauffé est utilisé pour le chauffage. Coupe du toit et représentation schématique de la circulation de l'air

D'inverno, l'aria riscaldata viene sfruttata ai fini del riscaldamento. Sezione del tetto con esposizione schematica della circolazione dell'aria.

In winter, the heated air is used for heating purposes: roof section with schematic diagram of the air flow.



Property owner	Eidgenössische Getreideverwaltung, CH-3003 Bern
Location	Getreidemagazin, CH-3900 Brig
Architect	Josef Imhof, CH-3900 Brig
Engineering	Atlantis Energie AG, CH-3005 Bern
Photovoltaic system	Solution AG, CH-4624 Härkingen
Installed capacity	14 200 Watt
Year of construction	1992



Structural Glazing

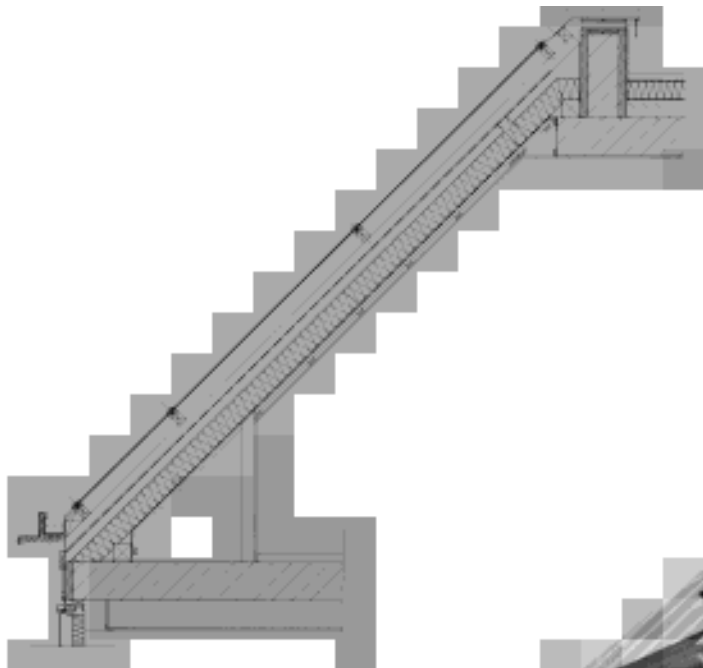
Die Photovoltaik-Module wurden bei diesem Gewerbebau in hinterlüfteter Konstruktion vollständig in die Gebäudehülle integriert. Verwendung fanden rahmenlose, in den Brüstungs- und Zwischenfensterbereich eingepaßte Module. Die im Werk vorgefertigten Fassadenelemente wurden innerhalb eines Tages in den vorbereiteten Baukörper eingehängt.

Les modules photovoltaïques, ventilés à l'arrière, ont été complètement intégrés dans l'enveloppe du bâtiment. Il s'agit de modules sans cadre, incorporés dans les appuis de fenêtres et entre ces dernières. Les éléments de façade, préfabriqués, ont été montés dans le corps du bâtiment en l'espace d'une journée.

In questo edificio industriale ad area-zione termica, i moduli fotovoltaici senza cornice, collocati nei settori del davanzale e fra gli interspazi delle finestre, sono stati completamente integrati nell'involucro. Gli elementi della facciata, prefabbricati in loco, sono stati montati, sull'edificio appositamente preparato, nel giro di un giorno.

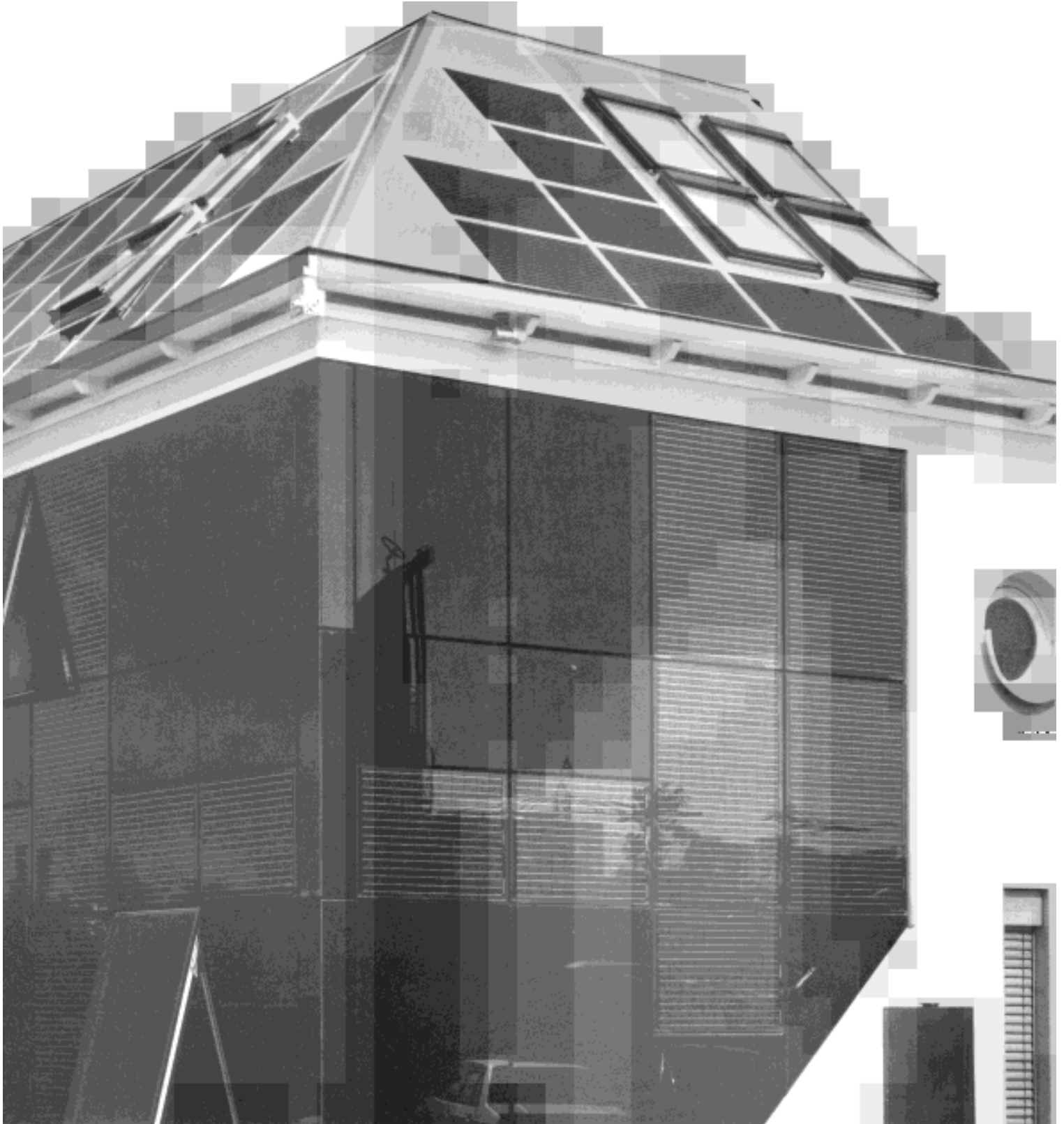
The photovoltaic modules are fully integrated in this commercial building in a rear-ventilated construction. Frameless modules fitted into the balustrades and voids of the window areas were used. The prefabricated facade elements were built into the building within a single day.

Dachintegration der Photovoltaik-Module (Schnitt).
Intégration en toiture des modules photovoltaïques (coupe).
Integrazione dei moduli fotovoltaici nel tetto (sezione).
Photovoltaic modules integrated with the roof (section).





Property owner	SST GmbH D-79114 Freiburg
Location	Solarzentrum, D-79114 Freiburg
Architect	Planenwerkstatt Hölken + Berghoff D-79279 Vörstetten
Engineering	Solare Systemtechnik GmbH, D-79114 Freiburg
Installed capacity	18 500 Watt
Year of construction	1993



Hotel auf der Rigi

Die beiden Dächer des renovierten Nebengebäudes eines Hotels wurden mit Photovoltaik-Schindeln gedeckt. Die vorne abgeschrägten Schindeln sind versetzt angeordnet und harmonisieren auf diese Weise mit der traditionellen Hotelarchitektur und der umliegenden Berglandschaft. Strömungskanäle in der Unterdach-Konstruktion ermöglichen die für ein Photovoltaik-Dach wichtige Durchlüftung

Les deux toits de l'annexe rénovée d'un hôtel ont été couverts d'éléments photovoltaïques. Arrondis sur le devant, les bardeaux sont disposés en quinconce, s'harmonisent avec l'architecture traditionnelle de l'hôtel et les montagnes environnantes. Des canaux de circulation intégrés dans la toiture permettent la ventilation nécessaire du toit photovoltaïque.

I due tetti di un edificio secondario di un albergo appena ristrutturato sono stati coperti con scandole fotovoltaiche. La disposizione sfalsata delle scandole arrotondate armonizza con l'architettura alberghiera tradizionale e con il paesaggio alpino circostante. Appositi canali nella sottostruttura del tetto offrono il vantaggio di una ventilazione del tetto fotovoltaico.

The two roofs of a refurbished secondary building of a hotel were fitted with photovoltaic shingles. The shingles, rounded in front, are staggered thus harmonising with the traditional hotel architecture and the surrounding mountain landscape. Flow channels in the sub-roof structure enable the ventilation favourable for a photovoltaic roof.



Property owner	Beat Schaub, CH-6354 Vitznau
Location	Hotel Grubisbalm, CH-6354 Vitznau
Architect	Beat Schaub, CH-6354 Vitznau Alois Bachmann, CH-6282 Urswil
Engineering	Atlantis Energie AG, CH-3005 Bern
Photovoltaic system	Solution AG, CH 4642 Härkingen
Installed capacity	8400 Watt
Year of construction	1993



Die neue Haut

Die teilweise erneuerte, 25 Jahre alte Natursteinfassade des Bayerischen Umweltministeriums ist zum Demonstrationsprojekt für photovoltaische Energiegewinnung geworden. An der Fensterfront des Südtraktes übernehmen Großmodule aus monokristallinen Silizium-Solarzellen eine Beschattungsfunktion; oberhalb der oberen fünf Fensterreihen sind es Hochleistungs-, oberhalb der unteren Reihen Standardmodule. An der eben falls südwärts gerichteten Giebelfassade des Osuraktes bilden Module aus amorphen Silizium-Stapelzellen in senkrechter Pfosten-Riegel-Konstruktion die neue Haut des Gebäudes.

La façade en pierre naturelle du Ministère bavarois de l'environnement, vieille de 25 ans et partiellement rénovée, a donné lieu à un projet de démonstration dans le domaine de la production d'énergie électrique d'origine photovoltaïque. Des modules de grandes dimensions constitués de cellules solaires en silicium monocristallin et montés sur la façade vitrée de l'aile sud servent de brise-soleil; il s'agit de modules de grande puissance pour les cinq rangées de fenêtres supérieures et de modules standard pour les rangées inférieures. De même que sur la façade-pignon sud de l'aile est, des modules à cellules en silicium amorphe, dans une construction verticale en montant et traverse, forment la nouvelle peau du bâtiment.

Ormai venticinquenne, la facciata in pietra naturale parzialmente rinnovata del Ministero Bavarese dell'Ambiente è diventata un esempio di produzione energetica fotovoltaica. Sulla facciata finestrata dell tratto sud, dei grandi moduli di cellule solari in silicio monocristallino formano una struttura ombreggiante. Dei moduli ad alta potenza sono statt installati sopra le cinque file di finestre superiori, mentre sopra le file delle finestre inferiori sono statt installati dei moduli standard. Sulla facciata a timpano del tratto orientale - rivolta anch'essa verso sud -, dei moduli composti da cellule in silicio amoro sovrapposte formano, attraverso una «struttura a griglia» verticale, l'involucro esterno nuovo dell'edificio.

The partly renovated, 25-year-old natural stone facade of the Bavarian Environment Ministry has become a demonstration project for the photovoltaic energy gain. Large modules of mono-crystalline silicon photovoltaic cells function as shading devices on the window front; high capacity modules are fitted above the upper five window rows, standard modules are above the lower rows. Modules of amorphous silicon incorporate staggered cells in a vertical post and beam construction and form the new skin of the building on the gabled facade of the east wing which is also facing south.

Location	Bayerisches Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen, D-81925 München
Propeny owner, Architect	Bayerisches Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen, D-81925 München
Engineering, Photovoltaic system	Deutsche Aerospace AG, D-85521 München
Installed capacity	53 400 Watt
Year of construction	1993



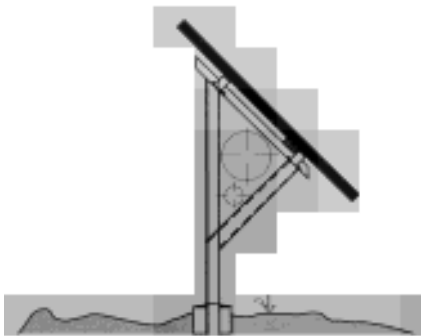
Along the Railroad

Längs der Eisenbahnlinie Bellinzona Locarno steht bei Riazzino eine Photovoltaik-Netzverbundanlage. Zwischen Bahntrasse und Zubringerweg zu den angrenzenden Feldern bleibt genug Raum für 1000 Quadratmeter Solarzellenfläche, ohne daß dabei Kulturland in Anspruch genommen werden muß. Die Tragkonstruktion für die Großmodule ist so gewählt, daß eine für 1995 geplante neue Ferndampfleitung ohne weiteres integriert werden kann.

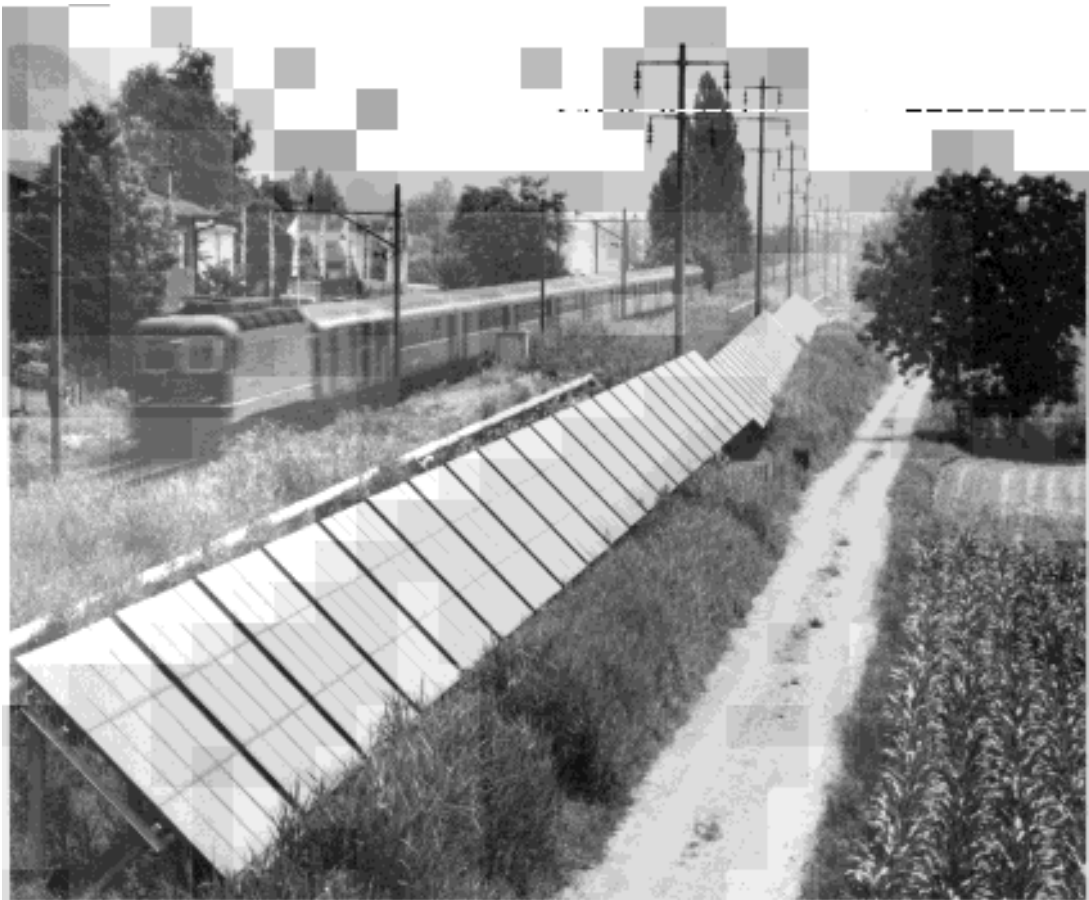
Le long de la ligne de chemin de fer Bellinzona-Locarno se trouve, près de Riazzino, une installation photovoltaïque couplée au réseau. L'espace entre la voie et le chemin de desserte des champs limitrophes offre place à 1000 m² de cellules solaires, sans empiéter sur les terres cultivées. La structure de soutien des modules est conçue de façon à permettre l'intégration d'une nouvelle conduite de vapeur à grande distance, prévue en 1995.

Presso Riazzino, lungo la linea ferroviaria Bellinzona-Locarno, è stato installato e collegato alla rete pubblica un impianto fotovoltaico. Tra la rete ferroviaria e la via d'accesso ai campi adiacenti rimane spazio sufficiente per 1000 m² di cellule solari, senza alcuna perdita di terreno agricolo. La struttura portante dei moduli è stata scelta in modo da potervi collegare senza grosse difficoltà una rete di distribuzione di vapore a distanza.

Along the railway back Bellinzona-Locarno is a photovoltaic grid-connected system near Riazzino. Between the railway line and the access way to the bordering fields is sufficient space for a 1000 m² solar cell area without using cultivated land. The load-carrying structure for the large modules has been chosen so as to allow the problem-free integration of a planned district steam duct in 1995.



Property owner	Bundesamt für Energiewirtschaft, CH-3003 Bern
Location	Bahnlinie Bellinzona-Locarno, CH-6595 Riazzino
Engineering	TNC Consulting AG, CH-7000 Chur
Photovoltaic system	Günther Solar AG, CH-4132 Muttenz
Installed capacity	100 000 Watt
Year of construction	1992



On the Road

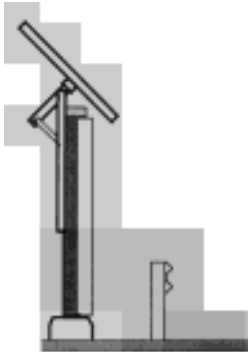
Die weltweit erste große Photovoltaik-Anlage entlang einer Autobahn findet sich zwischen Felsberg und Domat/Ems südlich von Chur an der N13. Das 1,3 Meter breite und 830 Meter lange Solarzellenband wurde auf die bestehende Schallschutzwand montiert. Der ins Netz der Elektrizitätswerke eingespeiste Jahresertrag der insgesamt 2208 Module deckt den jährlichen Stromkonsum von rund 90 Personen. Das Demonstrationsprojekt des schweizerischen Bundesamtes für Energiewirtschaft will auf das große Potential solcher Photovoltaik-Anlagen an Schienen und Straßen hinweisen.

La première grande installation photovoltaïque au monde, le long d'une autogoute, se trouve sur la N13, entre Felsberg et Domat/Ems, au sud de Coire. Large de 1,3 m et longue de 830 m, la bande de cellules solaires a été montée sur le mur anti-bruit. L'apport annuel des 2 208 modules couvre la consommation en électricité d'environ 90 personnes. Ce projet pilote de l'Office fédéral suisse de l'énergie montre le potentiel important offert per le rail et la route pour des installations photovoltaïques.

Il primo grande impianto fotovoltaico installato su un'autostrada si trova sulla N13, tra Felsberg e Domat/Ems, a sud di Coira, e rappresenta una prima mondiale. L'impianto di cellule solari, largo 1,3 m e lungo 830 m, è stato installato su una parete fonisolante preesistente. Collegati alla rete dell'azienda elettrica locale, i 2208 moduli hanno un rendimento annuo pari al fabbisogno annuale di circa 90 persone. Il prototipo dell'Ufficio federale dell'energia illustre le enormi possibilità date dall'installazione d'impianti fotovoltaici lungo la rete ferroviaria e stradale.

The world's first large photovoltaic system along a motorway is found between Felsberg and Domat/Ems south of Chur on the N13. The 1.3 m wide and 830 m long solar cell band was installed on the existing noise insulation barrier. The total annual gain of the 2208 modules fed into the grid of the electricity works covers the annual energy consumption of around 90 persons. The aim of the demonstration project of the Swiss Office of Energy is to demonstrate the high potential of railway tracks and roads for photovoltaic systems.

Property owner	Bundesamt für Energiewirtschaft, CH-3003 Bern
Location	Autobahn N13 CH 7013 Domat/Ems
Engineering	TNC Consulting AG, CH-7000 Chur
Photovoltaic system	Lintech, CH-1885 Chesières
Installed capacity	100 000 Watt
Year of construction	1989



24 Stichworte zur
photovoltaischen
Nutzung von
Sonnenenergie

24 mots-clés de
l'utilisation
photovoltaïque de
l'énergie solaire

24 termini relativi
all'impiego fotovoltaico
dell'energia solare

24 key words on
the photovoltaic
use of solar energy

Physik, Technik, Energie
Physique, technique, énergie
Fisica, tecnica, energia
Physics, Engineering, Energy

Die Sonne

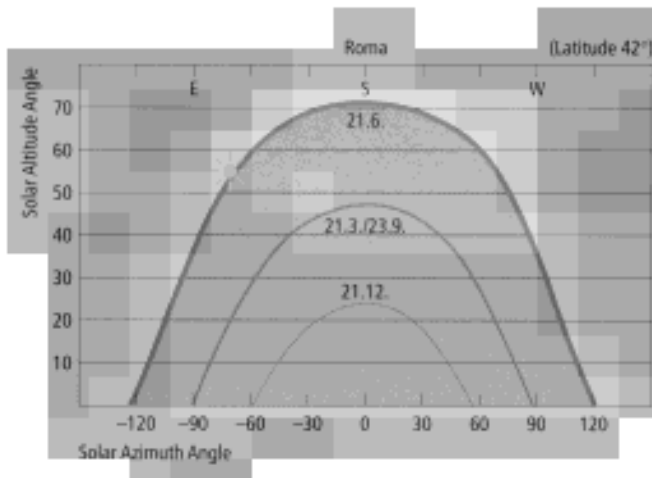
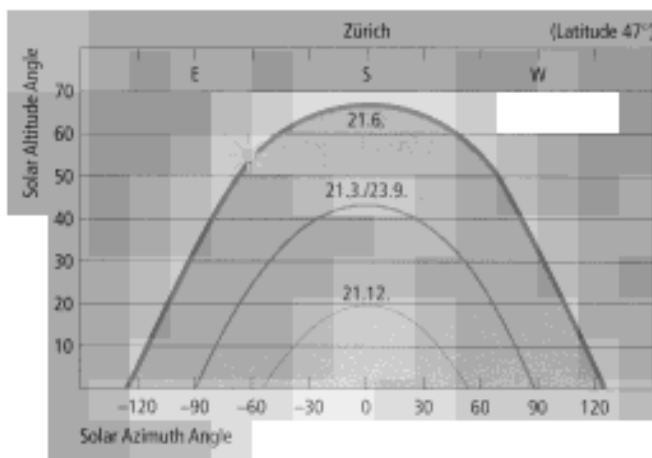
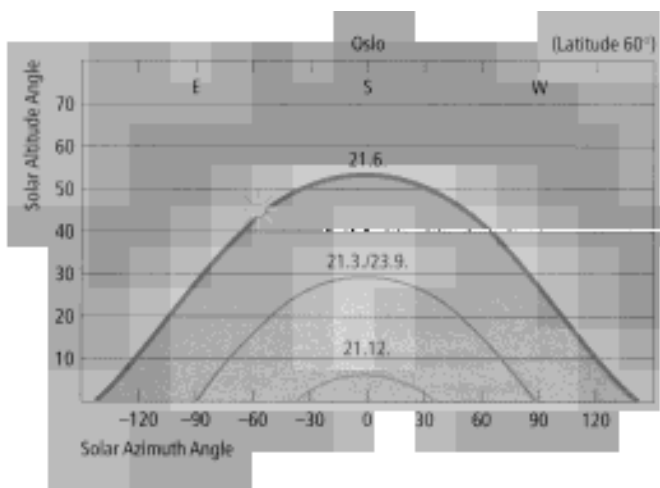
Die Solarstrahlung trifft mit einer Leistung von 1367 Watt/m² auf die äußere Erdatmosphäre. Aufgrund der Streuung und Absorption kann aber nur ein Teil - im besten Fall 1060 Watt/m² - auf der Erde genutzt werden. Für Vergleiche gilt die Referenzstrahlung an einem sonnigen Tag von 1000 Watt/m². Das solare Angebot ist standortabhängig, wie die dargestellten Sonnenbahnen zeigen.

Le rayonnement solaire, qui parvient aux confins de la Terre, a une intensité de 1367 W/m². Toutefois en raison de l'absorption et de la diffusion per l'atmosphère, seule une partie de ce rayonnement parvient au niveau du sol: 1060 W/m², dans le meilleur des cas. C'est pourquoi les caractéristiques des cellules photovoltaïques sont données pour un rayonnement de référence du 1000 W/m². Du fait des particularités de la course solaire, l'intensité du rayonnement dépend du site

La potenza dell'irraggiamento solare dell'atmosfera esterna è di 1.367 watt/m². La diffusione e l'assorbimento ne permettono però solo uno sfruttamento parziale: 1.060 watt/m² nel migliore dei casi. Quale valore indicativo vale l'irraggiamento di una giornata di sole pari a 1.000 watt/m². Come si può dedurre dalle orbite solari raffigurate, lo sfruttamento dell'energia solare è legata all'ubicazione geografica dell'edificio.

The solar radiation on the outer layer of the Earth's atmosphere is 1,367 watt/m². Due to the dispersion and the absorption, only part of it—1,060 watt/m² at most—is available for use on earth. The reference radiation on a sunny day is valid as being 1,000 watt/m². The solar energy available depends on the location as indicated by the sun path diagrams shown.

Le Soleil Il Sole The Sun



Die Bahnen der Sonne am 21. Juni, 21. März bzw. 23. September und 21. Dezember für drei Standorte in Europa.

Trajectoires solaires des 21 juin, 21 mars resp. 23 septembre et 21 décembre, pour trois sites d'Europe.

Le orbite solari del 21 giugno, 21 marzo risp. 23 settembre e 21 dicembre in relazione a tre città europee.

The sun path diagram for 21 June, 21 March/23 September and 21 December for three locations in Europe

Die Solarzelle

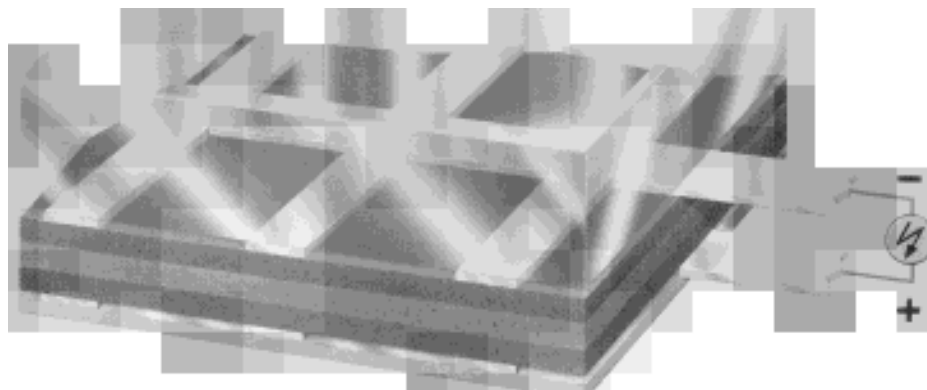
Licht aus diffuser oder direkter Solarstrahlung setzt in Solarzellen unter normalen Bedingungen elektrische Ladungen frei, die eine elektrische Spannung zur Folge haben. Als Rohstoff für die Solarzellen wird vorwiegend Silizium verwendet, neben Sauerstoff das häufigste Element auf der Erde. Dabei werden drei unterschiedlich geprägte Ausgangsmaterialien verarbeitet: kristallines Silizium, polykristallines Silizium und amorphes Silizium. Eine typische, 10 auf 10 cm große Solarzelle erbringt bei voller Strahlung 1,5 Watt (Spannung: 0,5 Volt; Strom: 3 Ampère).

Le rayonnement solaire, direct ou diffus, intercepté par une cellule photovoltaïque, libère des charges électriques, génératrices d'un courant. Le matériau de base qui sert à la fabrication de la majorité des cellules photovoltaïques est le silicium, l'élément le plus abondant sur la terre, après l'oxygène. Ce silicium peut être utilisé sous forme monocristalline, polycristalline ou amorphe. Une cellule standard, de 10 cm sur 10, fournit 1,5 watt par plein rayonnement (soit un courant de 3 ampères sous une tension de 0,5 volts).

A condizioni normali, le cellule solari trasformano la luce proveniente da radiazioni diffuse o dirette in cariche elettriche che si tramutano in tensione elettrica. La materia prima maggiormente impiegata nella costruzione di cellule solari è il silicio, l'elemento chimico più diffuso in natura dopo l'ossigeno. Vengono impiegati tre tipi di silicio, ognuno dotato di caratteristiche differenti: silicio cristallino, silicio policristallino e silicio amorfo. Una cellula solare tipo, con una superficie di 100 cm² e a irraggiamento intenso, produce 1,5 watt (tensione: 0,5 volt; energia elettrica: 3 ampère).

Light from diffuse or direct solar radiation generally frees electrons in photovoltaic cells followed by an electrical voltage. The material mainly used in the production of photovoltaic cells is silicon, apart from oxygen the most common element on earth. Three individual substances are processed; crystalline silicon, polycrystalline silicon and amorphous silicon. A typical, 10 by 10 cm photovoltaic cell produces 1.5 watt at full radiation (voltage: 0.5 volt; current: 3 ampere).

La cellule photovoltaïque
La cellula solare
The Photovoltaic Cell



Solarzelle mit Glasabdeckung: der dreischichtige Halbleiteraufbau aus Silizium ist beidseitig mit metallenen Verbindungen bestückt.

Cellule photovoltaïque avec couverture de verre trempé: le semi-conducteur, formé de trois couches distinctes, est équipé de liaisons électriques sur ses deux faces.

Cellula solare sotto vuoto: tre strati di semiconduttori di silicio con collegamenti metallici su entrambi i lati.

Photovoltaic cell with a glass cover: The triple layered semi-conductor structure of silicon is equipped with metal linkages on both sides.

Neigung und Orientierung

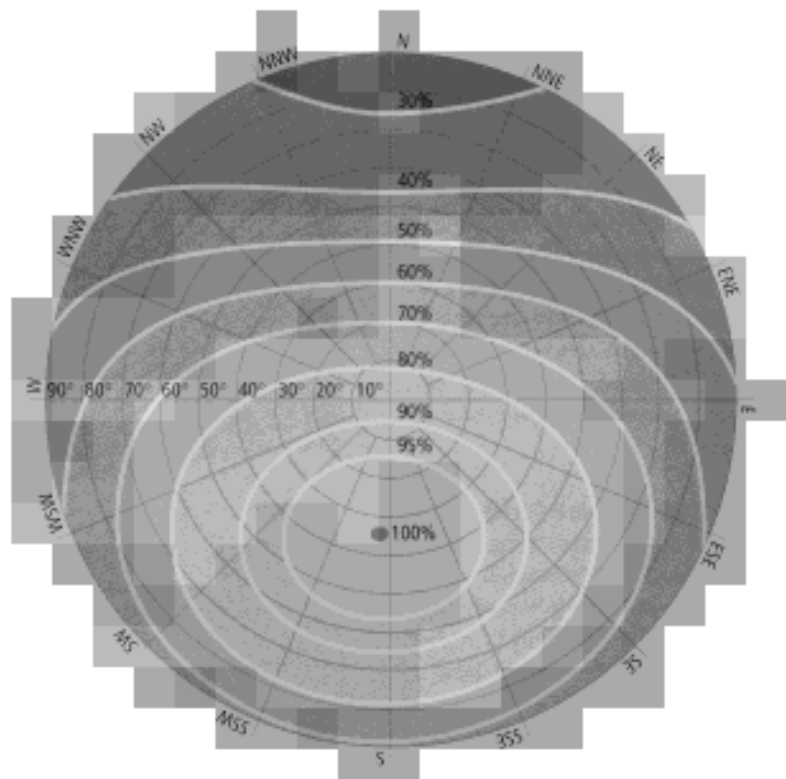
Neigung und Orientierung einer Solarzellenfläche beeinflussen den Ertrag wesentlich. Die Abweichung von der horizontalen Ebene wird als Neigung, die Abweichung von der präzisen Südausrichtung als Orientierung bezeichnet. Solarzellen sind um eine horizontale Achse geneigt und um eine vertikale Achse orientiert. Die ideal positionierte Solarzelle entspricht in der Neigung in etwa dem Breitengrad des Standortes und ist nach Süden orientiert. Aufgrund der Sonnenbahn sind große Neigungen, wie etwa an Fassaden, im Winter einträglicher als flache Installationen auf Dächern.

L'énergie produite dépend directement de l'inclinaison et de l'orientation des cellules photovoltaïques. L'inclinaison est mesurée par rapport au plan horizontal et l'orientation par rapport au sud. La position optimale, du point de vue de la production d'énergie, correspond à une inclinaison égale à la latitude du lieu et à une orientation sud.

Inclinazione e orientamento della superficie influenzano notevolmente sul rendimento delle cellule solari. L'inclinazione è data dall'angolo esistente tra il piano di superficie della cellula e il piano orizzontale; l'orientamento è dato dall'angolo rispetto alla direzione sud. Le cellule solari sono inclinate su un asse orizzontale e orientate su un asse verticale. La posizione ideale della cellula viene determinata adeguandone l'inclinazione al grado di latitudine della località d'ubicazione orientandola verso sud. L'orbita solare fa sì che il rendimento invernale di strutture con inclinazioni notevoli, installate per esempio su delle facciate, sia maggiore rispetto a quello d'installazioni plane su tetti.

The tilt and orientation of a photovoltaic cell surface considerably influence the electrical production. The deviation from the horizontal level is called tilt, the deviation from the precise south, orientation. Photovoltaic cells are tilted around a horizontal axis and oriented around a vertical axis. The photovoltaic cell's ideal tilt is derived from the degree of latitude of the location and it is oriented facing south. Because of the sun's course, large tilts such as facades are more efficient in winter than flat installations on roofs.

Inclinaison et orientation
Inclinazione e orientamento
Tilt and Orientation



Ertrag einer Solarzelle in Prozent des Maximalwertes und in Abhängigkeit von Neigung (0 bis 90° gegen die Horizontale) und Orientierung, bezogen auf ein Jahr.

Diminution de la quantité annuelle d'énergie produite, en pourcents, selon l'orientation et l'inclinaison des panneaux.

Percentuale di rendimento di una cellula solare rispetto al valore massimo e a seconda dei piano orizzontale dell'inclinazione e dell'orientamento.

The electrical production of a photovoltaic cell as a percentage of the maximum value, dependent on tilt and orientation.

Sommer und Winter

Die Werte des jährlichen Ertrages von Solarzellen belegen: Sonnenenergie ist eine sanfte Kraft. Für verwertbare Mengen an Energie - ob Strom oder Wärme - sind entsprechend große Flächen notwendig. Insofern ist der Vergleich mit einem Segelschiff naheliegend: Große Segel bringen Fahrt. Zudem herrscht wie beim Segeln oftmals Flaute. Die Erträge aus Solaranlagen sind ganz wesentlich durch die - vielfach ständig wechselnde - Witterung bestimmt. Schließlich sei auf den großen Unterschied zwischen Sommer- und Winterernte verwiesen. Der Standort der Anlage hat ebenfalls einen großen Einfluß auf den Ertrag (Tabelle).

Lorsque l'on considère les apports énergétiques des cellules solaires, on se rend compte que le soleil est une énergie douce: des surfaces importantes sont nécessaires si l'on veut obtenir des apports énergétiques appréciables. A l'image d'un voilier, l'énergie captée dépend de la surface des voiles et le vent peut venir à manquer. Les installations solaires, elles aussi sont tributaires des caprices du temps et l'on observe des différences importantes entre les apports estivaux et les apports hivernaux. L'emplacement de l'installation a également une grande influence sur le rendement (tableau).

I valori del rendimento annuo di cellule solari dimostrano che il grado di rendimento dell'energia solare è basso. Per produrre una quantità sufficiente d'energia - corrente o calore - sono necessari elementi fotovoltaici dalle dimensioni adeguate. Viene spontaneo confrontare gli impianti con delle barche a vela: più sono grandi le vele, più la barca scorre via veloce. Inoltre, e qui troviamo una seconda analogia, regne spesso bonaccia. Il rendimento degli impianti solari dipende notevolmente dalle condizioni atmosferiche, spesso soggette a cambiamenti repentini. Un'ulteriore differenza si registra confrontando il rendimento estivo con quello invernale. Va rilevato, infine, che il guadagno energetico dipende in gran parte anche dall'ubicazione dell'impianto (tabella).

The level of annual output of photovoltaic cells prove that solar energy is of low intensity. For usable amounts of energy, be it electricity or heat, corresponding large areas are required. In this, a sailing ship is a good comparison: Large sails ensure speed. Furthermore, slack periods often prevail. The output from solar installations is essentially governed by the constantly changing weather. Moreover, the significant difference between summer and winter yields should be pointed out. The location of the installation also influences the yield considerably.

Eté et hiver Estate e inverno Summer and

	alt.	lat.					
	440 m	47° 30'	1155	1155	1155	1155	1155
	1560 m	46° 50'	1368	1368	1368	1368	1368
	210 m	46° 10'	1360	1360	1360	1360	1360
	440 m	47° 30'	1072	1199	1250	1199	1072
	1560 m	46° 50'	1270	1475	1560	1475	1270
	210 m	46° 10'	1260	1474	1562	1474	1260
	440 m	47° 30'	987	1149	1213	1149	987
	1560 m	46° 50'	1170	1430	1545	1430	1170
	210 m	46° 10'	1160	1435	1550	1435	1160
	440 m	47° 30'	885	1055	1122	1055	885
	1560 m	46° 50'	1050	1334	1456	1334	1050
	210 m	46° 10'	1040	1336	1462	1336	1040
	440 m	47° 30'	650	771	808	771	650
	1560 m	46° 50'	773	995	1088	995	773
	210 m	46° 10'	763	995	1090	995	763
440 m: North side of the Alps							
1560 m: In the Alps							
210 m: South of the Alps							
			[Calculated values]				

Werte des jährlichen Ertrages von Solarzellen in kWh/kWp für fünf verschiedene Neigungen und Orientierungen.

Production annuelle d'électricité, en kWh/kWp, pour cinq inclinaisons et orientations différentes.

Valori annuali del rendimento di cellule in kWh/kWp relativi a cinque inclinazioni e orientamenti differenti.

Levels of the annual relative electrical production of photovoltaic cells in kWh/kWp for five different tilts and orientations.

Strom und Strahlung

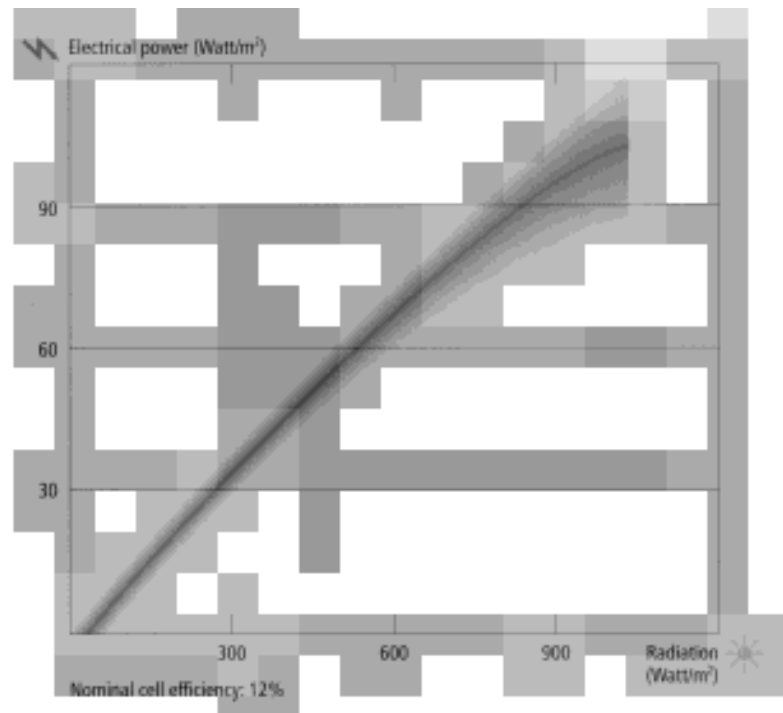
Die elektrische Leistung photovoltaischer Anlagen ist annähernd proportional zur Sonneneinstrahlung auf der Zellenfläche. Als Einflußfaktoren des Ertrages gelten außerdem die Beschattung, die Temperatur und Verschmutzung der Solarzellen, der Einfallswinkel und die spektrale Verteilung der Strahlung. Der verhältnismäßig geringe Ertrag muß in Beziehung gesetzt werden zur hohen Wertigkeit der gewonnenen Energie: Elektrizität.

La puissance électrique d'une installation photovoltaïque est proportionnelle au rayonnement solaire qui atteint les cellules. Il dépend des ombres portées, de la température et de la propreté des cellules, de l'angle d'incidence et de la répartition spectrale du rayonnement. Si le rendement d'une cellule est relativement faible, l'énergie produite est per contre de haute valeur puisqu'il s'agit d'électricité.

La potenza elettrica di impianti fotovoltaici è quasi proporzionale all'irraggiamento solare della superficie delle cellule. Altri fattori che influiscono sul rendimento sono l'ombreggiamento, la temperatura e lo sporco depositato sulle cellule, l'angolo d'incidenza e la distribuzione spettrale dell'irraggiamento. Il rendimento relativamente esiguo va messo in relazione all'alto valore qualitativo dell'energia prodotta: energia elettrica.

The electrical power of photovoltaic systems is nearly proportional to the sun irradiation onto the cell surface. Further influential factors of the productivity are also shading, temperature and dirt accumulation on the photovoltaic cells, the angle of incidence and the spectral distribution of the solar radiation. The relatively low productivity must be set in relation to the high value of the energy gained: electricity.

Courant et rayonnement
Energia elettrica e irraggiamento
Power and Radiation



Elektrische Leistung von Solarzellen in Abhängigkeit zur solaren Einstrahlung auf die Zellenfläche in Watt pro m².

Puissance électrique délivrée per des cellules photovoltaïques en fonction du rayonnement incident.

Potenza elettrica di cellule solari in proporzione all'irraggiamento solare sulla superficie in watt per m².

Electrical power produced by photovoltaic cells as a function of the solar radiation onto the cell surface, in watt per m².

Wirkungsgrad

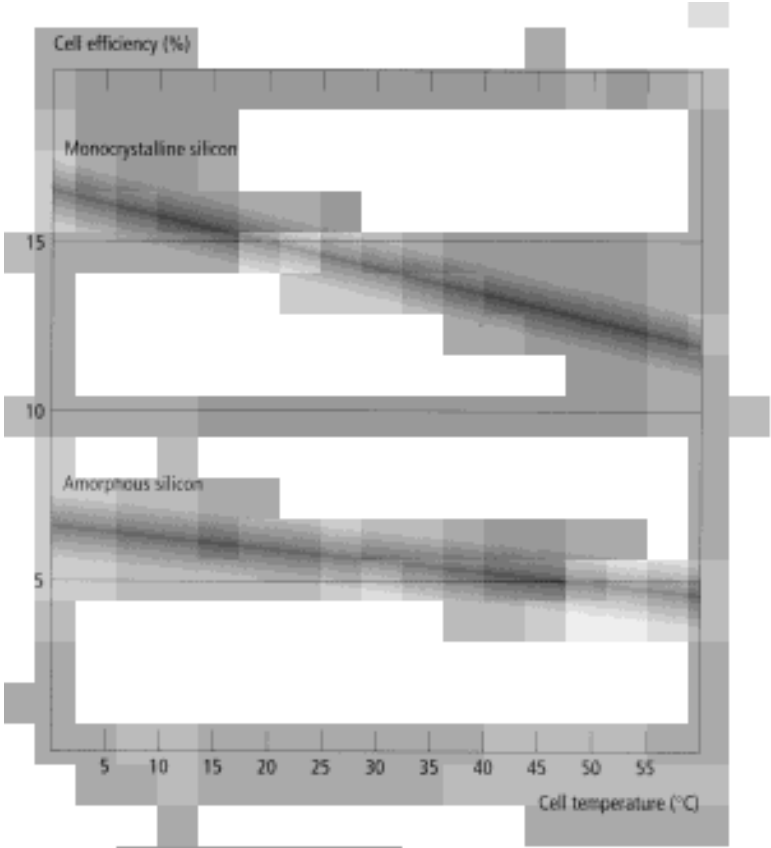
Je nach Zellentyp werden zwischen 4 und 28 Prozent des Strahlungsangebotes in elektrischen Strom konvertiert. Dieses Verhältnis zwischen Einstrahlung und Ertrag wird als Wirkungsgrad bezeichnet. Der Wirkungsgrad ist temperaturabhängig - mit steigender Temperatur sinkt die spezifische Ausbeute - und er ist von der Technologie abhängig: Der Wirkungsgrad von monokristallinen Siliziummodulen beträgt 12 bis 16%, von polykristallinen Siliziummodulen 9 bis 12% und von amorphen Siliziummodulen 3 bis 6%.

Selon le type de cellule, le rendement de conversion du rayonnement incident en électricité varie entre 4 et 28 %. Ce rendement est fonction de la température: le rendement augmente lorsque la température diminue. Il varie également selon le type de cellule considéré: de 12 à 16% pour des cellules monocristallines au silicium du marché, de 9 à 12 % pour des cellules polycristallines et de 3 à 6 % pour du silicium amorphe.

A seconda del tipo di cellula, la conversione dell'irraggiamento in energia elettrica oscilla dal 4 al 28 per cento, un rapporto tra offerta e produzione che in termini tecnici viene definito come grado di rendimento. Il grado di rendimento dipende dalla temperatura - l'aumento della temperatura comporta un calo del rendimento specifico - e dalla tecnologia. Il grado di rendimento dei moduli in silicio monocristallino oscilla tra il 12 e il 16%, quello dei moduli in silicio policristallino varia dal 9 al 12 %, mentre quello dei moduli in silicio amorfo si situa tra il 3 e il 6%.

Depending on the type of cell, between 4 and 28 % of the available radiation is converted into electricity. This relation between availability and production is called efficiency. The efficiency depends on temperature—the specific yield decreases with rising temperature—and it depends on technology: The efficiency of monocrystal silicon modules is 12 to 16%, of polycrystalline silicon modules 9 to 12% and amorphous silicon modules 3 to 6%.

Rendements de conversion
Gradi di rendimento
Efficiencies



Wirkungsgrad von Solarzellen in Abhängigkeit zur Zelltemperatur (in %).

Variation du rendement de conversion de cellules photovoltaïques selon leur température (en %).

Grado di rendimento di cellule solari in relazione alla temperatura delle cellule (in %).

Efficiency of photovoltaic cells as dependent on the temperature of the cells (in percent).

Systeme

Es gibt zwei Systeme von Solarzellenanlagen: Inselanlagen und Netzverbundanlagen. Inselanlagen haben keinerlei Verbindung zu einem elektrischen Versorgungsnetz. Größere Inselanlagen sind oft mit Dieselaggregaten, Windkonvertern oder Wasserturbinen kombiniert. Der Strom aus einer Netzverbundanlage dagegen gelangt über den Wechselrichter ins hausinterne Wechselstromnetz, das in der Regel mit dem Netz des örtlichen Elektrizitätsversorgungsunternehmens verbunden ist.

On distingue deux types d'installations photovoltaïques: les installations autonomes et celles raccordées au réseau. Dans les installations autonomes le stockage de l'excédent d'énergie est assuré par des batteries avec, au besoin une source complémentaire (groupe électrogène, éolienne ou turbine hydraulique). Dans une installation raccordée au réseau, au moyen d'un onduleur, le réseau fait office de tampon, assurant

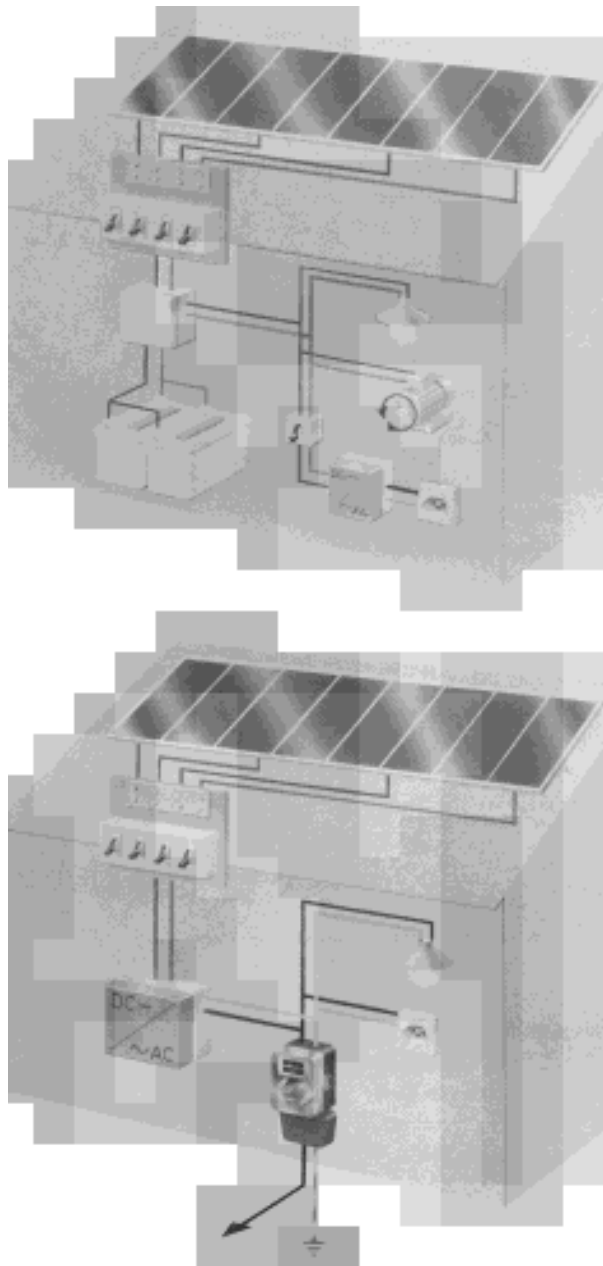
Esistono due sistemi di impianti fotovoltaici: impianti ad isola e impianti collegati alla rete elettrica. Gli impianti ad isola non sono collegati alla rete elettrica. Gli impianti ad isola di dimensioni maggiori sono spesso combinati con generatori Diesel, generatori eolici o piccole centrali idroelettriche. L'energia prodotta dagli impianti collegati alle reti elettriche viene invece immessa, attraverso l'onduatore, nelle reti domestiche a corrente alternata, in genere collegate alla rete dell'azienda elettrica locale.

There are two kind of photovoltaic systems: stand alone systems and utility interactive systems. Stand alone systems are not connected to a public grid. Larger stand alone systems are often combined with diesel aggregates, wind converters or water turbines. The power from a utility interactive system however reaches the alternating current (a.c.) system in the house via an inverter which is generally linked to the local electricity grid.

Types d'installations

Sistemi

Systems



Die beiden Typen von Solarzellenanlagen: Inselanlage (oben) und Netzverbundanlage (unten).

Les deux types d'installations photovoltaïques: une installation autonome (en haut) et une installation raccordée au réseau (en bas).

I due tipi di impianti di cellule solari: l'impianto ad isola (in alto) e l'impianto collegato alla rete (in basso).

The two types of photovoltaic cell units: stand alone system (top) and utility interactive system (below).

Komponenten

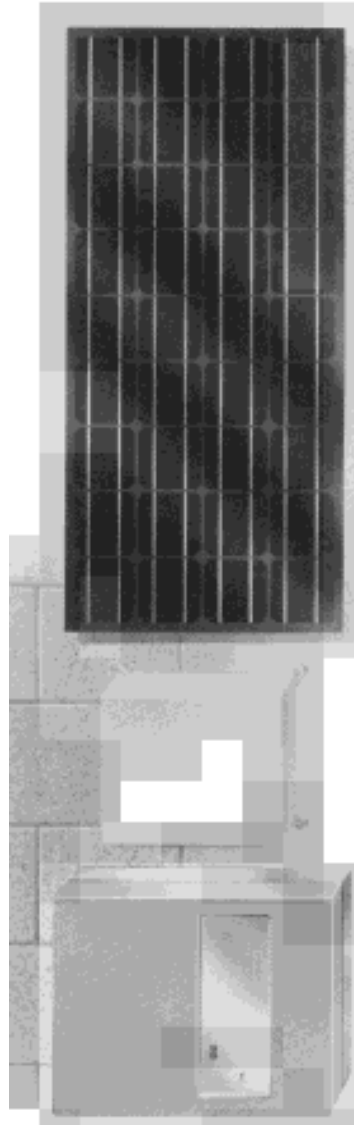
Zur photovoltaischen Nutzung von Sonnenenergie sind Solarmodule notwendig und - je nach System - verschiedene Komponenten, wie Klemmenkasten, Wechselrichter, Laderegler und Batterien. Als Solar - modul werden mehrere gebrauchsfertig verschaltete und verpackte Solarzellen bezeichnet. Ein typi - sches Modul enthält 36 in Serie geschaltete Zellen mit einer Gesamtspannung von 18 Volt. Der Wirkungsgrad des Moduls ist im Vergleich zu den einzelnen Zellen geringer, da zwischen den Zellen und im Randbereich des Moduls kein Strom erzeugt wird. Wechselrichter konvertieren den in der Anlage gewonnenen Gleichstrom in netzkompatiblen Wechselstrom. Laderegler und Batterien speichern den Strom aus Inselanlagen.

Toute installation photovoltaïque comprend: un ensemble de modules photovoltaïque, des câbles de connexion, un coffret de raccordement et un stock. Dans le cas d'une installation autonome, le stock est géré par un régulateur de charge et l'énergie est emmagasinée dans des batteries. Dans le cas d'une installation raccordée au réseau, le réseau fait office de stock et un onduleur transforme le courant continu produit en courant alternatif conforme au réseau.

Per lo sfruttamento fotovoltaico dell'energia solare, i moduli solari devono essere integrati - a seconda del tipo di sistema - da diverse componenti, quali la muffola terminale, l'ondulatore, il regolatore di carica e le batterie. Il modulo solare è composto da cellule solari collegate per l'uso e sistemate in un involucro unico. Il modello tipo comprende 36 cellule collegate in serie con un voltaggio complessivo di 18 volt. Paragonato al rendimento delle singole cellule, il grado di rendimento del modulo è inferiore, perché negli interspazi fra le singole cellule e nelle zone periferiche del modulo non vi è produzione alcuna. Ondulatori convertono la corrente continua prodotta dall'impianto in corrente alternata compatibile con la rete, mentre negli impianti ad isola la corrente viene accumulata da regolatori di carica e batterie.

Solar modules are necessary for the photovoltaic conversion of solar energy as are—depending on the system—various components such as a terminal box, an inverter, a load regulator and batteries. A solar module consists of several pre-switched and connected photovoltaic cells. A typical module has 36 cells sequentially switched, with a total voltage of 18 volts. The efficiency of the module is lower compared to the individual cells as no power is produced between the cells or in the perimeter of the module. Inverters convert the direct-current produced in the system into grid-compatible a.c.; a load regulator and batteries store the power from the stand alone systems.

Composants
Componenti
Components



Die wichtigsten Komponenten einer Photovoltaikanlage: Solarzellenmodul (oben), Klemmenkasten (Mitte) und Wechselrichter (unten).

Principaux éléments d'une installation photovoltaïque: modules solaires (en haut), coffret de raccordement (au centre) et onduleur (en bas).

Le componenti centrali di un impianto fotovoltaico: modulo a cellule solari (in alto), muffola terminale (al centro) e ondulatore (in basso).

The most important components of a photovoltaic unit: photovoltaic cell module (above), connector box (middle) and inverter (below).

Stromproduktion

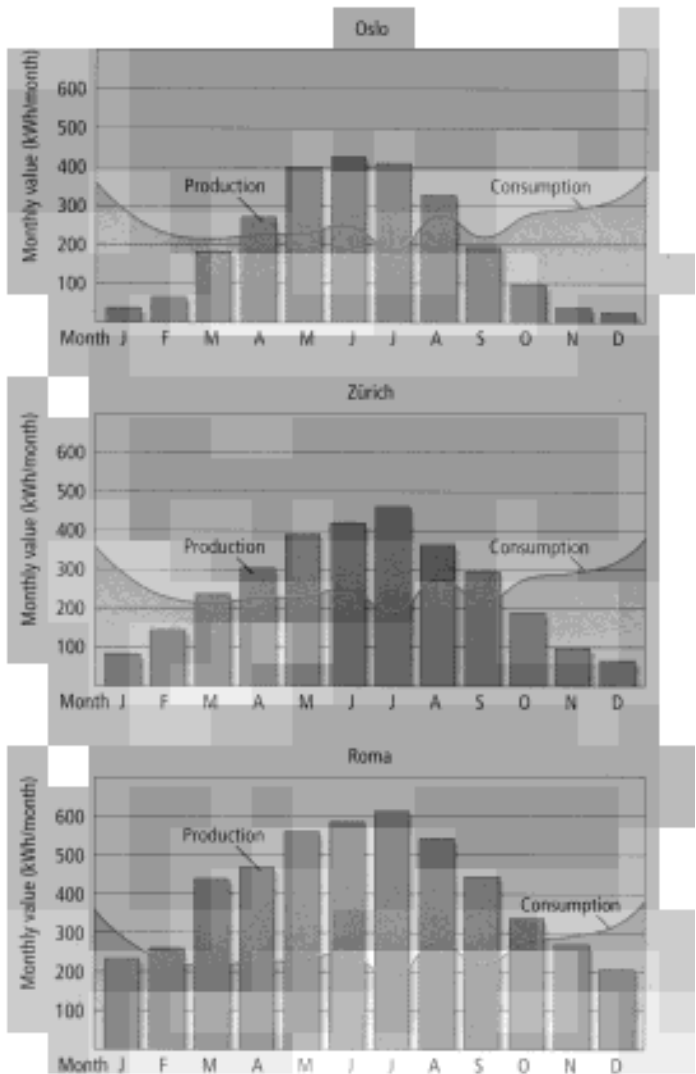
Eine Photovoltaikanlage mit einer Leistung von 3000 Watt hat auf einer Fläche von 27 m² einen jährlichen Ertrag von 2700 kWh. Der spezifische Ertrag kann also mit rund 900 kWh pro 1000 Watt installierter Solarzellen veranschlagt werden - mit Abweichungen je nach Standort. Die Beeinträchtigung des Ertrages durch Verschmutzung ist geringer als allgemein vermutet, sie beträgt lediglich einige Prozente.

Une installation photovoltaïque de 3000 watt satisfait les 2/3 des besoins en électricité d'une famille. Avec les panneaux actuels, elle nécessite une surface d'à peu près 27 m², et elle permet une production annuelle d'environ 2700 kWh. Relevons que les salissures qui se déposent sur les cellules ne provoquent qu'une faible diminution de l'énergie produite.

Un impianto fotovoltaico con una potenza di 3.000 watt e una superficie di 27 m² ha un rendimento annuo di 2.700 kWh. È possibile dunque preventivare un rendimento specifico di circa 900 kWh per ogni 1.000 watt di cellule solari installate - con divergenze a seconda dell'ubicazione. La riduzione del rendimento dovuta allo sporco depositato è inferiore a quanto generalmente supposto e rappresenta solo una bassa percentuale.

A photovoltaic system with a capacity of 3,000 watts produces 2,700 kWh annually on an area of 27 m². The specific gain can also be assumed to be around 900 kWh per 1.000 watts of installed photovoltaic cells—with deviations depending on the location. The decrease of the return by accumulated dirt is lower than generally assumed; it is merely a few percent.

Electricité produite Produzione di corrente Power Production

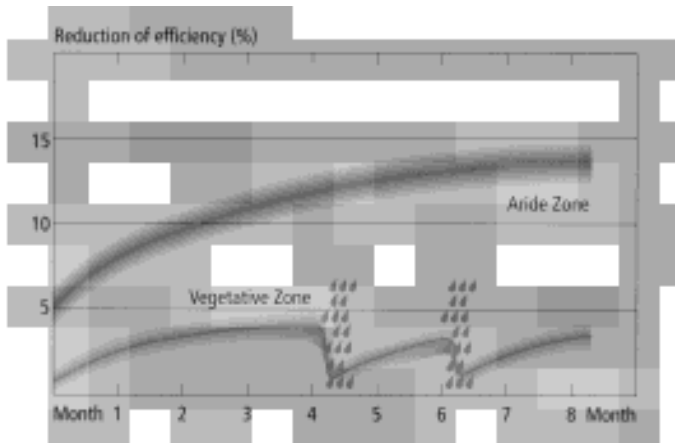


Monatlicher Ertrag einer 3kW-Anlage für drei Standorte im Vergleich mit dem Stromverbrauch eines 5-Personen Haushaltes in kWh pro Monat.

Comparaison entre l'énergie produite par une installation de 3 kW et les besoins d'une famille de cinq personnes, sur trois sites différents.

Confronto del rendimento mensile di un impianto di 3 kW con il fabbisogno energetico in kWh di un'economia domestica di 5 persone.

Monthly return of a 3 kW system for three locations in comparison with the power consumption of a 5-persons household in kWh per month



Ertragsminderung aufgrund von Verschmutzung für zwei Klimazonen im Verlauf einiger Monate (in %).

Réduction de rendement due à la saleté, dans deux zones climatiques, au cours de quelques mois (en %).

Riduzione del rendimento, causata dallo sporco depositato sulle cellule, per due zone climatiche nell'arco di alcuni mesi (in %).

Decrease of production due to accumulating dirt for two climate zones in the course of a few months (in %).

Stromverbrauch

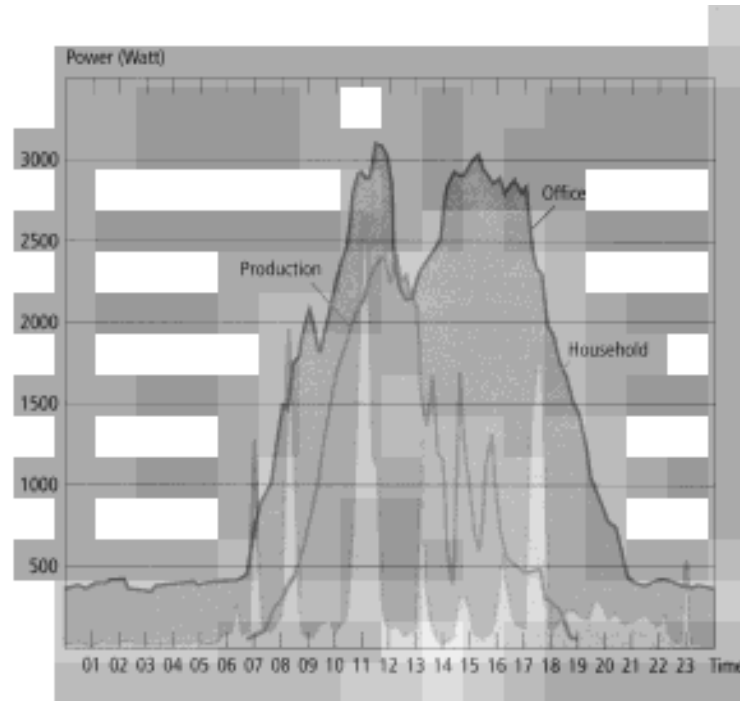
Der Stromverbrauch in Wohnungen, Büros und Gewerbebetrieben schwankt sehr stark. Doch es besteht eine gewisse zeitliche Übereinstimmung mit der Produktion von Elektrizität in photovoltaischen Anlagen. Der Ausgleich zwischen Angebot und Nachfrage an elektrischer Energie wird für Inselanlagen durch die Speicher, also die Batterien, und für netzgekoppelte Anlagen durch das Netz ermöglicht.

Le profil de consommation d'électricité varie très sensiblement en fonction de l'heure de la journée, et ceci aussi bien pour des logements que pour des bureaux ou des industries. Fort heureusement on relève une certaine concordance entre la demande et la production d'une installation photovoltaïque.

Il consumo energetico di appartamenti, uffici e aziende oscilla fortemente. Esiste comunque un certo equilibrio con la produzione di corrente con impianti fotovoltaici. Negli impianti ad isola tale equilibrio è assicurato dagli accumulatori, ossia dalle batterie. Negli impianti a rete tale equilibrio è assicurato dall'allacciamento alla rete pubblica.

The consumption of power in residential, commercial and industrial buildings varies greatly. But there is some similarity with the production of electricity in photovoltaic systems. The balance between availability and demand of electrical energy is ensured by the stores for independent systems, that is the batteries, and for grid-linked systems by the grid.

Consommation d'électricité
Consumo energetico
Power Consumption



Tagesgänge des Stromverbrauches eines 5-Personen-Haushaltes und eines Büros mit 10 Arbeitsplätzen in Watt im Vergleich zur Energieproduktion einer 3-kW-Anlage bei teilweiser Bewölkung.

Comparaison entre le profil journalier de consommation d'une famille de cinq personnes, respectivement d'un bureau employant 10 personnes, et l'électricité produite par une installation photovoltaïque de 3 kW, par temps partiellement couvert.

Confronto fra i valori giornalieri del consumo in Watt di un'economia domestica di cinque persone e di un ufficio con 10 posti di lavoro e la produzione energetica di un impianto di 3 kW con ombreggiamento parziale.

Daily load profile of a 5-person household and an office with 10 work places in watts compared to the energy production of a 3 kW system in partly overcast conditions.

Bauhülle

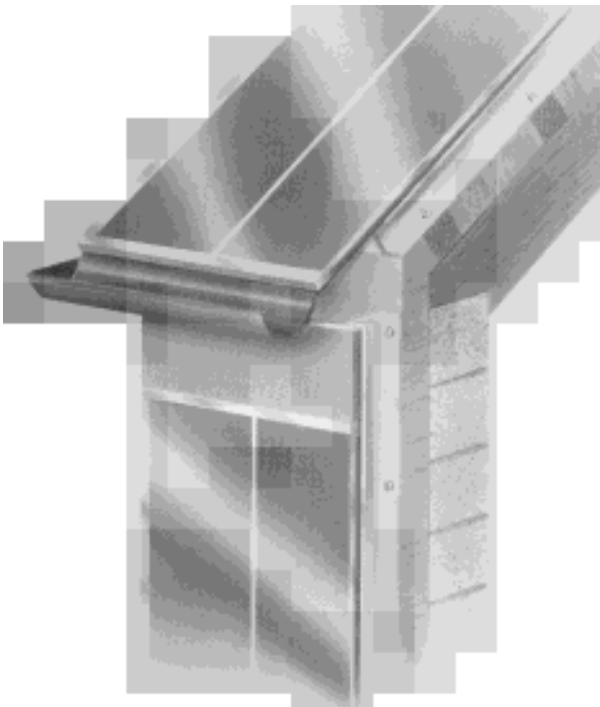
Solarzellen sind vorteilhafterweise in Bauhüllen oder Infrastrukturanlagen integriert. Sie werden damit zu einem architektonischen Element des Hauses oder der Anlage. Bei Hochbauten ist die Installation auf dem Dach oder an der Fassade naheliegend. Die Solarzellen bilden so den äußersten Schild und ersetzen zugleich konventionelle Dach- und Fassadenelemente. Aus bauphysikalischen Gründen ist die hinterlüftete Lösung, bei der zwischen der Solarzelle und der Wandkonstruktion eine sanfte Luftströmung herrscht, die beste.

On cherchera à intégrer les cellules solaires à l'enveloppe ou à l'infrastructure du bâtiment. Elles constituent ainsi un élément architectural de la construction. Dans le cas d'un immeuble de plusieurs étages, l'installation peut trouver place soit en toiture, soit en façade, en remplacement d'autres éléments de construction. Dans tous les cas on veillera à permettre une ventilation suffisante des panneaux.

Le cellule solari si lasciano integrare vantaggiosamente negli involucri di edifici o d'infrastrutture preesistenti, trasformandosi così in elementi architettonici. È evidente che negli edifici alti le cellule vengono installate sul tetto o sulla facciata. Le cellule solari fungono quindi da scudo esterno e sostituiscono contemporaneamente elementi architettonici convenzionali del tetto e della facciata. Per ragioni fisiche la soluzione è stata preferita, che prevede lo scorrimento di una lieve corrente d'aria tra cellule e costruzione murale, è la migliore.

Photovoltaic cells are conveniently integrated into building envelopes or infrastructure systems. They thus become an architectural element of the building or the system. In high rise buildings, the installation on the roof or on the facade is selfsuggestive. The photovoltaic cells thus create the gutter shield and at the same time replace conventional roof and facade elements. For environmental reasons, the option with rear ventilation, where there is a slight air flow between the photovoltaic cell and the wall construction, is preferable.

Enveloppe du bâtiment Involucro dell'edificio Building



Traufdetail eines Gebäudes: zwei Möglichkeiten zur Montage von Solarzellen.

Détail d'une gouttière d'un bâtiment: deux exemples de montage de cellules photovoltaïques.

Dettaglio di grondaia di un edificio: due possibilità di montaggio di cellule solari.

Eaves detail of a building: two possibilities for installing photovoltaic cells.

Kombination von Systemen

Die Nutzung von Fassaden- und Dachflächen zur photovoltaischen Stromerzeugung steht in Konkurrenz zu Bauteilen und Komponenten der Tageslichtnutzung (seitliche und zenitale Befensterung) und der Wassererwärmung mit Sonnenkollektoren, die - wie Solarzellen - in zunehmendem Maße in Dächer und Fassaden integriert werden. Die Varianten zur Integration von solaren Komponenten in Gebäuden sind überaus zahlreich und eröffnen kreativen Planern neue Wege.

La production d'électricité à l'aide de cellules solaires peut entrer en concurrence avec d'autres fonctions, telles que l'éclairage naturel ou la production d'eau chaude à l'aide de capteurs solaires. Il convient alors de trouver un compromis et d'imaginer des solutions originales; un champ d'investigation offert aux architectes créatifs.

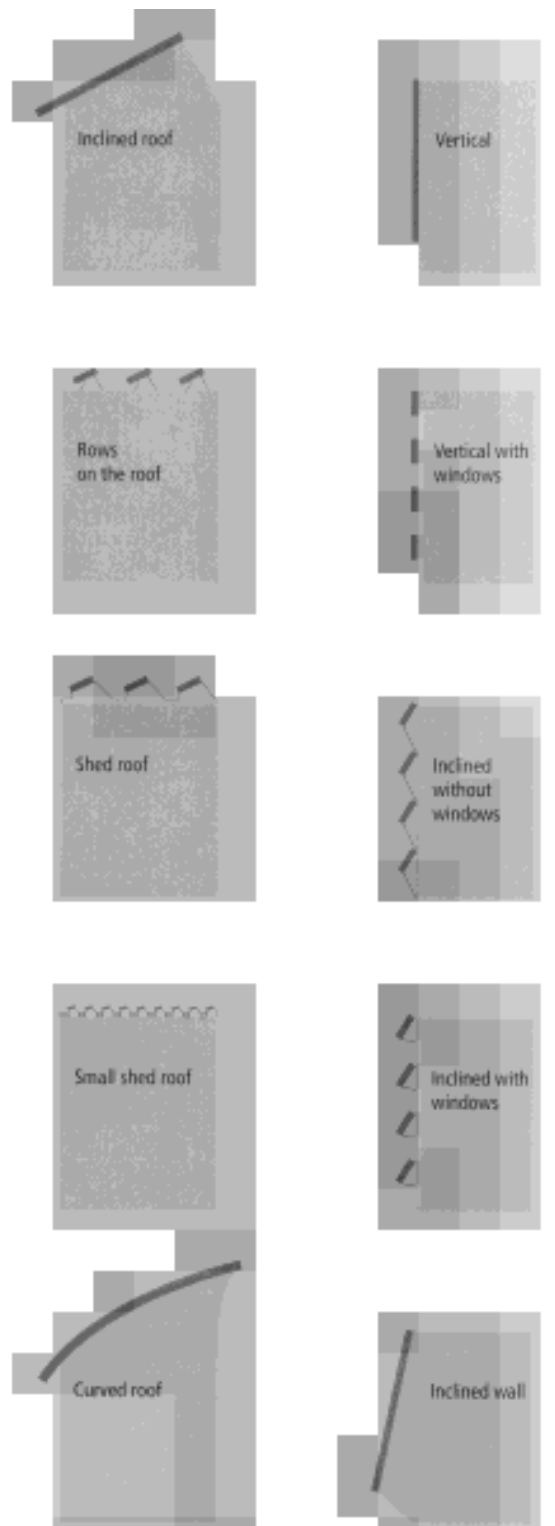
La produzione di energia fotovoltaica su tetti e facciate contende gli spazi degli edifici agli elementi architettonici predisposti allo sfruttamento solare passivo (fenestrazione laterale e zenitale) e ai collettori solari produttori di acqua calda, sempre più integrati, analogamente alle cellule solari, su tetti e facciate. Le varianti all'integrazione di componenti solari in edifici sono assai numerose e offrono a progettisti creativi soluzioni nuove.

The use of facade and roof areas for the photovoltaic power production competes with building parts and components for daylighting (lateral and zenith windows) and the solar water heating, which are, like photovoltaic cells, increasingly being integrated in roofs and facades. The options for the integration of solar components in buildings are very varied and open new ways for creative designers.

Combinaison de systèmes

Combinazione di sistemi

Combination of systems



Montagevarianten von Solarzellen auf Dächern (links) und Fassaden (rechts).

Variantes de montage de cellules photovoltaïques, en toiture (à gauche) et en façade (à droite).

Varianti del montaggio di cellule solari su tetti (a sinistra) e su facciate (a destra).

Installation options of photovoltaic cells on roofs (left) and facades (right)

Bauphysik

Die bauphysikalischen Eigenschaften von Solarmodulen entsprechen denjenigen einer dunklen Glas-scheibe. Besonders zu beachten sind die temperaturbedingten Ausdehnungen, die Wasserdampfkondensation auf Außen- und Innenseiten von Modulen und die Korrosion von Verbindungsteilen.

Bauphysikalische Daten von Solarmodulen:	
Ausdehnungskoeffizient	0,5 bis 10 10 ⁻⁶ m/m K
Wärmedurchgangskoeffizient	4,5 W/m² K
Dampfdurchlässigkeit	0
Schalldämmung	25 dB
Lichtdurchlaß	10%
Gesamtenergiedurchlaß (g-Wert)	54%
Lichtreflektion	8%

Les propriétés physiques d'une cellule photovoltaïque sont les mêmes que celles d'une vitre teintée. Il convient de particulièrement veiller à la dilatation thermique, à la condensation de vapeur d'eau sur les deux faces du module, ainsi qu'aux risques de corrosion des éléments d'assemblage.

Propriétés physiques des cellules:	
Coefficient de dilatation	0.5 à 1010 ⁻⁶ m/m K
Coefficient de transmission de chaleur	4,5 W/m² K
Perméabilité à la vapeur	0
Isolation acoustique	25 dB
Transparence	10%
Transmission totale d'énergie (valeur g)	54%
Réflexion de la lumière	8%

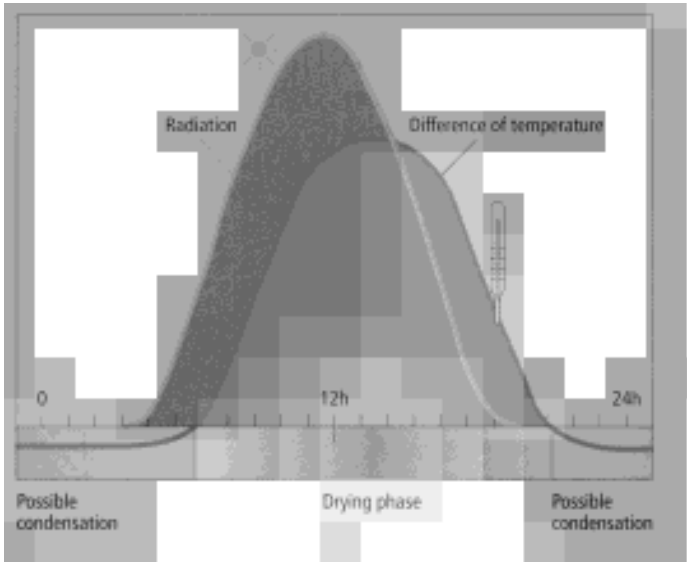
Le caratteristiche fisiche dei moduli solari corrispondono a quelle di un vetro scuro. Particolare attenzione richiedono la dilatazione causata dalla temperatura, la condensazione di vapore acqueo sui lati interni ed esterni dei moduli e la corrosione degli elementi di allacciamento.

Dati fisici dei moduli solari:	
Coefficiente di dilatazione	0,5 a 1010 ⁻⁶ m/m K
Coefficiente di conduttività termica	4,5 W/m² K
Permeabilità al vapore	0
Insonorizzazione	25 dB
Trasparenza	10%
Flusso energetico totale (valore-g)	54%
Riflessione della luce	8%

The physical characteristics of solar modules are those of a dark glass screen. Temperature related expansions are to be particularly considered, as are the water condensation on outer and inner surfaces of modules and the corrosion of linkages.

Physical data of solar modules:	
Expansion coefficient	0.5 to 10 10 ⁻⁶ m/mK
Heat transition coefficient	4.5 W/m² K
Steam permeability	0
Noise insulation	25 dB
Light transparency	10%
Total energy transmission (g-value)	54%
Light reflection	8%

Propriétés physiques
Caratteristiche fisiche
Physics



Tagesgänge der Sonneneinstrahlung und der Temperaturdifferenz zwischen Solarmodul und Umgebung: Nachts besteht die Gefahr von Kondenswasserbildung.

Variation journalière de l'intensité du rayonnement solaire et de la différence entre la température du module et la température de l'air extérieur. Des risques de condensation sont possibles pendant la nuit.

Vaiori giornalieri dell'irraggiamento solare e della differenza di temperatura tra modulo solare e periferia: durante la notte vi è pericolo di condensa

Daily course of solar irradiation and the temperature difference between a solar module and the environment: during the night there is danger of condensation.

Strom und Wärme

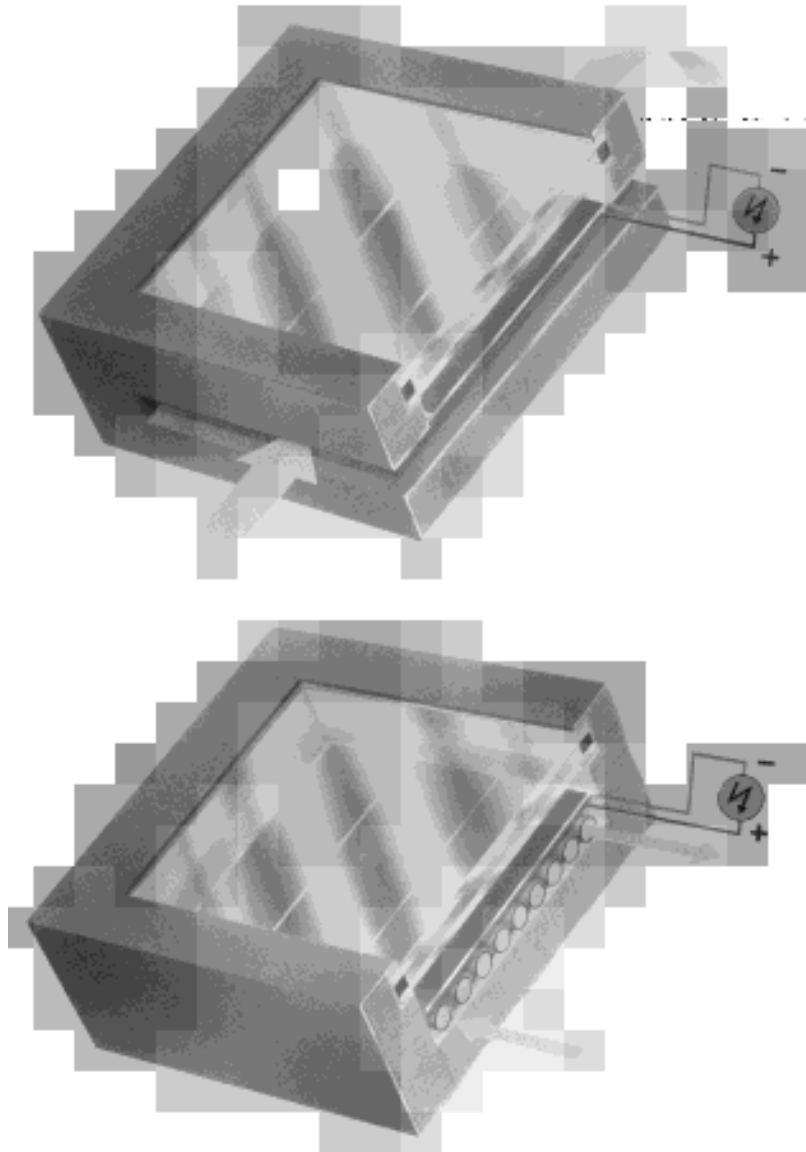
Solarzellen wandeln nur einen Teil der Sonnenstrahlung in Strom um, der Rest fällt als Wärme an. Ein Teil dieser Wärme kann mit sogenannten Hybridkollektoren genutzt werden, die von einem Wärmeträgermedium durchströmt sind (Luft oder Wasser). Bis heute sind allerdings nur Bautypen mit niedrigen Betriebstemperaturen bekannt. Temperaturen über 50 Grad Celsius würden zudem den Wirkungsgrad der Solarzellen verschlechtern.

Seule une partie du rayonnement solaire est convertie en électricité, le solde l'est en chaleur. Cette chaleur peut être partiellement exploitée à l'aide de capteurs hybrides dans lesquels circule un fluide caloporteur (eau ou air). La température maximale de ces capteurs est toutefois limitée à 50 °C, faute de quoi le rendement électrique des cellules photovoltaïques diminuerait sensiblement.

Cellule solari trasformano solo una parte dell'irraggiamento solare in energia elettrica, il resto viene trasformato in calore. È possibile sfruttare parte di questo calore attraverso cosiddetti collettori ibridi, percorsi da un vettore di calore (aria o acqua). I collettori costruiti sinora sono a bassa temperatura d'esercizio. Temperature d'esercizio superiori ai 50°C ridurrebbero il grado di rendimento delle cellule solari.

Photovoltaic cells only convert part of the solar radiation into power, with the remainder emerging as heat. A part of this heat can be used with so-called hybrid collectors filled with a heat transfer medium (air or water). To date, only building types with low operation temperatures are common. Temperatures above 50 degrees Celsius would decrease the efficiency of the photovoltaic cells.

Electricité et chaleur
Energia elettrica e calore
Power and Heat



Gewinnung von Strom und Wärme mit Solarzellen: luft- und wasserdurchströmter Hybridkollektor.

Production simultanée d'électricité et de chaleur à l'aide de capteurs hybrides.

Produzione di corrente e calore con cellule solari: collettore ibrido con cellule solari a circolazione d'aria o d'acqua.

Producing power and heat with photovoltaic cells: air and water permeated hybrid collector with photovoltaic cells.

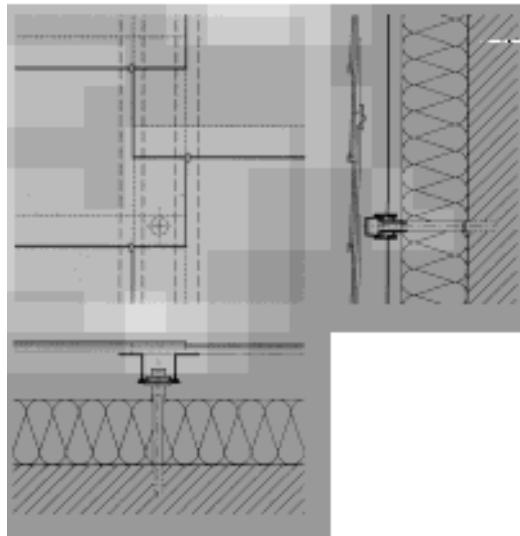
Façades Facciate Facades

Die traditionellen PV-Module sind zur Integration in die Bauhülle oftmals wenig geeignet. In zunehmendem Maße sind aber PV-Module erhältlich, die diesen neuen Anforderungen entsprechen. Zur Montage der photovoltaischen Elemente sollten wenn möglich bewährte Systeme des konventionellen Dach- und Fassadenbaus verwendet werden. Die Integration in die Fassade ist technisch weniger schwierig als diejenige ins

Si les modules photovoltaïques traditionnels se prêtent souvent mal à l'intégration au bâtiment, les nouveaux éléments offrent des possibilités architecturales intéressantes. Il convient toutefois d'adopter des modes constructifs éprouvés. En général l'intégration en façade pose moins de problèmes que l'intégration en toiture.

Spesso i moduli fotovoltaici tradizionali sono difficilmente integrabili nell'involucro esterno. Ma l'offerta di moduli fotovoltaici che soddisfino tale esigenza è in continua crescita. Per il montaggio di elementi fotovoltaici si consiglia possibilmente l'impiego dei sistemi, oramai sperimentati, della costruzione convenzionale di tetti e facciate. Tecnicamente l'integrazione nelle facciate presenta meno difficoltà che l'integrazione nei

The traditional PV modules are often unsuitable for integration into the building envelope. Increasingly, however, PV modules are available which comply to these new requirements. For the installation of the photovoltaic elements, established systems of the conventional roof and facade construction should be used whenever possible. The integration into the facade is technically less difficult than that into the roof.

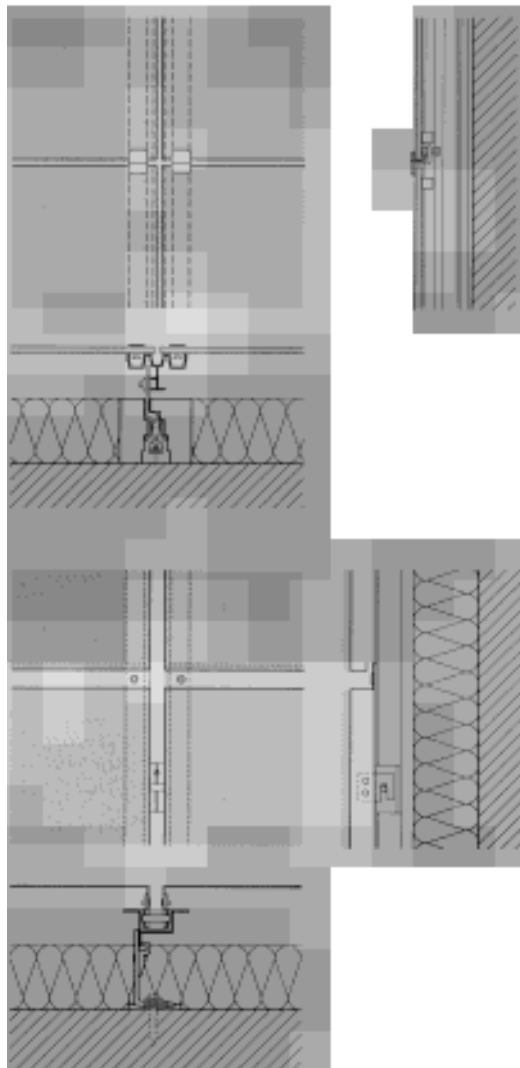


Fassade in Schindeltechnik mit einer Unterkonstruktion aus Aluminium.

Façade conçue selon la technique du bardeau, avec une infrastructure en aluminium.

Facciata a scandole con sottostruttura in alluminio.

A shingled facade with an aluminium sub-construction.



Bei dieser Variante sind beliebige Fassaden-Elemente - mit oder ohne Solarzellen - befestigt.

Cette variante stippose la fixation d'éléments quelconques—avec ou sans cellules solaires.

Su questa variante è possibile fissare un numero di elementi qualsiasi, con o senza cellule solar).

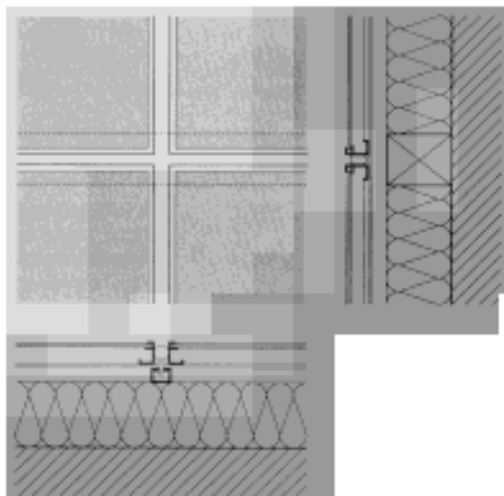
With this option, any elements—with or without photovoltaic cells—are fixed.

Fassadensystem mit eingehängten, Kassetten, die allenfalls mit Solarzellen bestückt sein können.

Système de façade avec cassettes suspendues, éventuellement munies de cellules solaires.

Sistema di facciate dotato di una <'griglia', sulla quale è possibile fissare cellule solar).

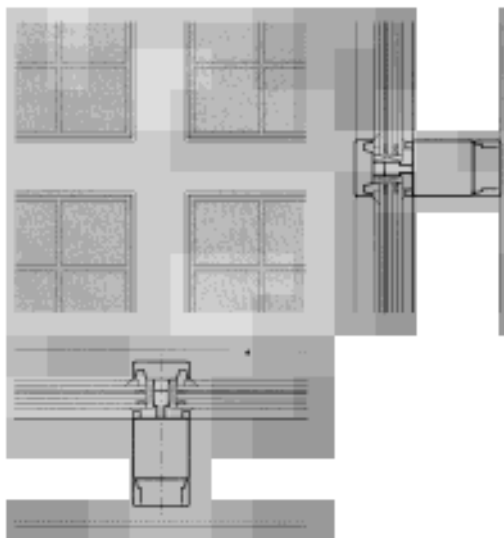
Facade system with suspended adapters which can at best be fitted with photovoltaic cells.



Das als System *Rütihof* bezeichnete Fassadensystem eignet sich nur für kleinflächige Fassaden, weil der Spielraum für die Dilatation klein ist.
Le système connu sous le nom de *Rütihof* ne se prête qu'aux façades de petite surface, car la marge est réduite pour la dilatation.

Il sistema di facciate denominato *Rütihof* è adatto solo per facciate con superficie piccola, poiché la dilatazione ha poco gioco.

The so-called *Rütihof* facade system is only suitable for facades with smaller surfaces as the tolerance for the dilatation is low.

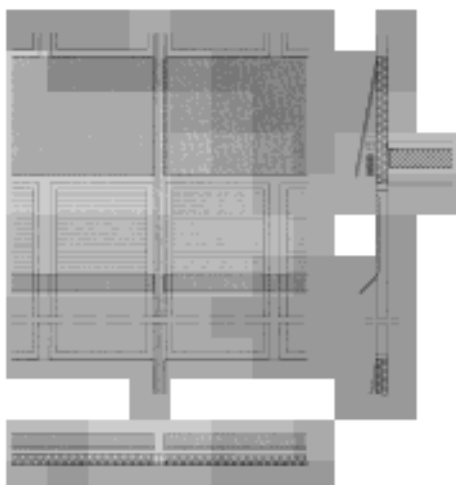


Das deutsche Produkt *Flagsol* verwendet Solarzellen, die zwischen zwei Glasscheiben liegen. Je nach Bedarf kommen Isolier- oder Lärmschutzgläser zum Einsatz.

Le système allemand *Flagsol* utilise des cellules solaires glissées entre deux vitres. Selon le besoin, il peut utiliser des verres isolants.

Con *Flagsol*, un prodotto tedesco, le cellule solari sono inserite fra due lastre di vetro. A seconda della necessità, le lastre sono isolanti o insonorizzanti.

The German product, *Flagsol*, uses photovoltaic cells placed between two glass screens. Depending on requirement, insulation or noise insulation glass is used.



Fassade 2000 heißt eine Lösung im Projektstadium. Es handelt sich um eine Kombination von Tageslichtnutzung, solarer Stromproduktion, Wärmeschutz aufgrund eines niedrigen Energiedurchlaßwertes (g-Wert) und Beschattung sowie Sonnenenergienutzung durch die Fenster im Winter.

Fassade 2000 est le nom d'une solution actuellement à l'étude. Il s'agit d'une combinaison entre utilisation de la lumière du jour, production d'électricité à l'aide de cellules solaires, protection calorifique en été par une plus faible transmission d'énergie (valeur g) ainsi que ombrage et utilisation de l'énergie solaire par la fenêtre en hiver.

Fassade 2000 è un progetto in fase di studio che combina il guadagno diurno della luce con la produzione energetica delle cellule solari, con l'isolamento termico - grazie a un basso flusso energetico totale (valore g) -, con l'ombreggiamento e, in inverno, con lo sfruttamento - attraverso le finestre - dell'energia solare.

Fassade 2000 is the name of one solution currently at project stage. This is a combination of daylight use, power production with photovoltaic cells, heat protection in summer due to a low g-value and shading as well as solar energy use through the windows (direct gain) in winter.

Schrägdächer

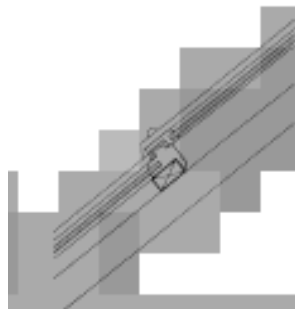
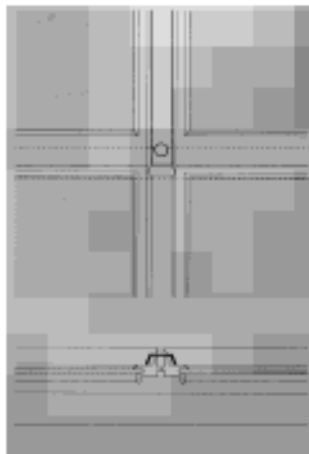
Die fachlich einwandfreie Montage von PV-Modulen auf Schrägdächern ist eine anspruchsvolle Aufgabe. Insbesondere sind zwei Kriterien zu beachten: Dichtheit des Daches und bauphysikalische Verhältnisse. Dachintegrationen neigen nämlich zu Kondenswasserbildung auf der Innenseite der Module. Trapezförmige Profilbleche als Unterbau für die Solarzellen haben sich in einigen Fällen gut bewährt.

Le montage correct de modules photovoltaïques en toiture nécessite des connaissances professionnelles précises: il convient de veiller aussi bien à l'étanchéité du toit qu'aux exigences de la physique du bâtiment. L'intégration de modules dans la toiture présente en effet des risques de condensation, problèmes qui dans certains cas ont été résolus en intercalant des profils métalliques sous les modules.

Il montaggio tecnicamente ineccepibile di moduli fotovoltaici su tetti inclinati è un compito difficile. Due criteri richiedono particolare attenzione: l'impermeabilità del tetto e le sue caratteristiche fisiche. L'integrazione nei tetti tende a provocare condensazioni sulla parte interne dei moduli. In alcuni casi, il sostegno delle cellule solari attraverso profilati in lamiera trapezoidali ha dato ottimi risultati.

The technically perfect installation of PV modules on tilted roofs is a demanding task. In particular, two criteria should be considered: tightness of the roof and physical conditions. Integrations on the roof tend to create condensation on the inside of the modules. Trapeze-shaped profiled tin sheets as a sub-structure for the photovoltaic cell have proven satisfactory in some cases.

Toits inclinés
Tetti inclinati
Tilted Roofs

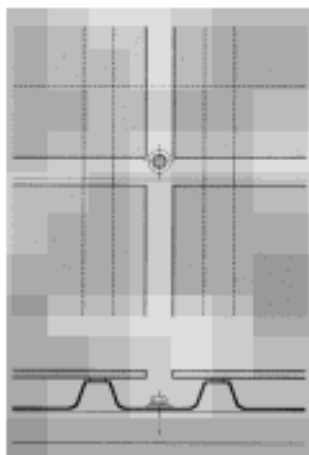


Der Solardachziegel liegt auf der gleichen Unterkonstruktion wie ein üblicher Dachziegel. Das Beispiel zeigt ein System aus der Schweiz mit einem Rastermaß von 50 auf 75 cm.

La tuile solaire repose sur la même base qu'une tuile conventionnelle. L'exemple montre un système suisse aux dimensions modulaires de 50 cm sur 75 cm.

La tegola solare poggia sulla stessa sottostruttura della tegola comune. L'esempio illustrato mostra un sistema svizzero, il cui reticolo misura 50 x 75 cm.

The solar roof tile lies on the same sub-structure as an ordinary roof tile. The example shows a system from Switzerland with a grid of 50 to 75 cm.

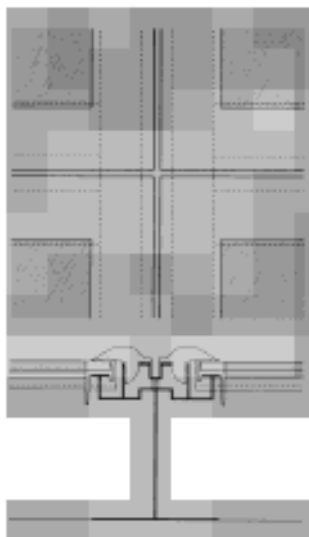


Trapezbleche als Unterlage von Solarzellen haben sich an mehreren Objekten sehr gut bewährt und sind kostengünstig.

Les tôles trapézoïdales utilisées comme supports de cellules solaires se sont révélées efficaces et peu coûteuses.

Profilati trapezoidali, usati come sottostruttura di cellule solari, hanno dato ottimi risultati e sono economici.

Trapeze tin sheets as a base of photovoltaic cells have proven useful in various objects and are cost-efficient



Das sogenannte System Schweizer (Ernst Schweizer AG in Zürich) besteht aus speziellen Aluminium-Profilen, kombiniert mit Gummidichtungen.

Le système dit Schweizer (Ernst Schweizer AG, Zurich) consiste en profils spéciaux d'aluminium, combinés avec des joints en caoutchouc.

Il sistema Schweizer (Ernst Schweizer AG, Zurigo) consiste in profilati speciali in alluminio combinati con guarnizioni di gomma.

The so-called Schweizer System (Ernst Schweizer AG in Zurich) consists of special aluminium profiles, combined with rubber joints.

Flachdächer

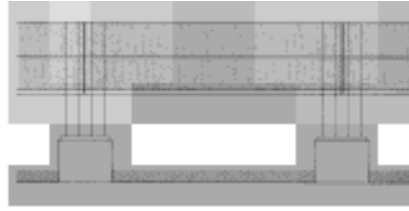
Die sogenannte Schwerlastfundation, bei der die Aufständungen der Module mit großen Gewichten belegt sind, ist die häufigste Montagetechnik für PV-Anlagen auf Flachdächern. Einige Anlagen sind mit der Deckenstatik starr verbunden. Anlagen mit Tragrahmen aus Stahl sind selten; diese Konstruktion ist in bezug auf Windlasten kritisch. Neu auf dem Markt ist ein als SOFREL bezeichnetes System (*Solar Flat Roof Element*), bei dem die Solarmodule und die Unterkonstruktion einen dichten Dachaufbau bilden.

Dans la plupart des cas les modules installés sur les toits plats ont été fixés sur des éléments préfabriqués en béton. Dans certains cas l'installation est solidaire de la structure du toit. Les systèmes installés sur des cadres d'acier sont rares, ce mode d'installation étant sensible au vent. Actuellement un nouveau système apparaît sur le marché sous le nom de SOFREL (*Solar Flat Roof Element*), les modules et leur support constituent une superstructure étanche.

La cosiddetta fondazione armata, dove l'installazione dei moduli ha dei contrappesi notevoli, è la più diffusa tecnica di montaggio di impianti fotovoltaici su tetti piani. Alcuni impianti sono collegati rigidamente alla statica del tetto. Impianti con telai in acciaio sono rari, in quanto troppo rigidi rispetto al carico del vento. È appena arrivato sul mercato un sistema denominato SOFREL (*Solar Flat Roof Element*) dove il modulo solare e la sottostruttura del tetto sono integrati in un'unica struttura compatta.

The so-called weight foundation on which the stand of the module is laid with large weights, is the most common installation for photovoltaic systems on flat roofs. Some systems are rigidly linked with the roof structure. Systems with structural steel frames are rare; this construction is critical with regards to wind loads. The solar modules and the sub-structure form a dense roof construction in a newly marketed system named SOFREL (*Solar Flat Roof Element*).

Toits plats Tetti piani Flat Roofs

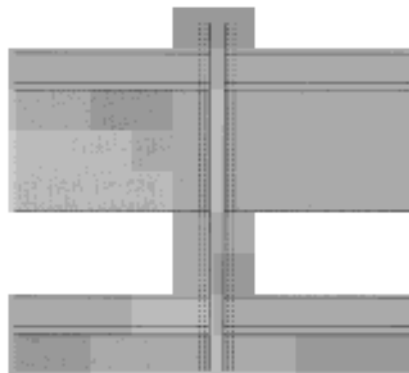
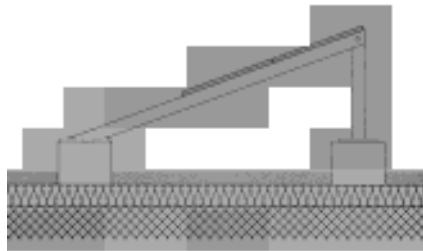
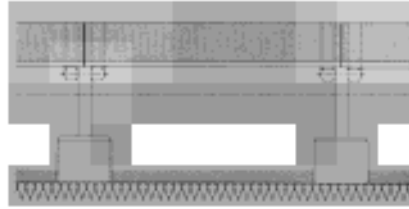


Die Schwerlastfundation verletzt die Dachhaut in keiner Weise. Der gestalterische Wert ist wesentlich durch die Form der Sockel bestimmt.

Le socle ne nuit en rien à la couverture du toit. La valeur esthétique dépend essentiellement de la forme du socle.

La fondazione armata evita qualsiasi danno al tetto. Il valore estetico dipende largamente dalla forma del basamento.

The weight foundation does not in any way affect the skin of the roof. The design value is mainly decided by the shape of the bases.

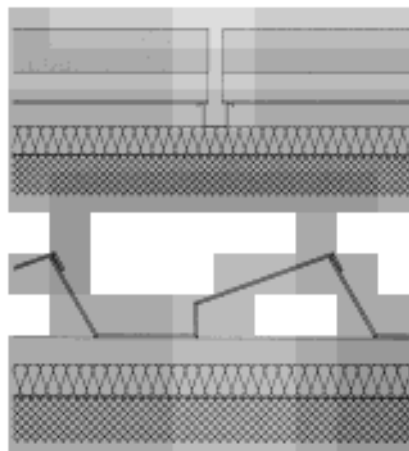


Bei der Lösung SOFREL (*Solar Flat Roof Element*) bildet das photovoltaische Element die Wetterhaut, wie das bei Fassaden- oder Schrägdachlösungen häufig der Fall ist.

Dans la solution SOFREL (*Solar Flat Roof Element*), l'élément photovoltaïque assure la couverture de protection, comme c'est souvent le cas dans les solutions pour façades ou pour toits inclinés.

Nel progetto SOFREL (*Solar Flat Roof Element*), l'elemento fotovoltaico assurge, come spesso è il caso con installazioni su facciate o su tetti inclinati, a involucro esterno.

With the solution SOFREL (*Solar Flat Roof Element*), the photovoltaic element forms the weather skin as is often the case for facades or tilted roof designs.



Elektrische Installation

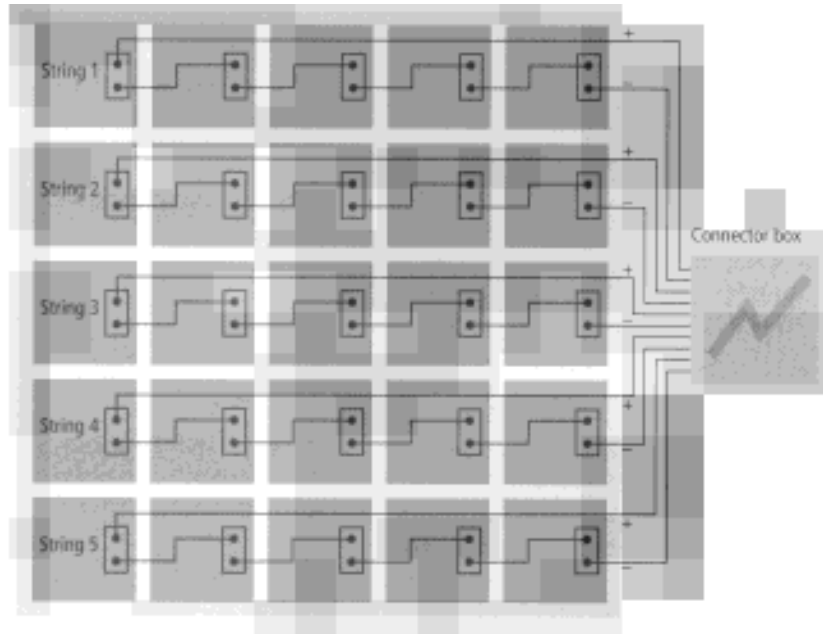
Die elektrische Installation der Solarmodule ist Teil der Elektroinstallation und insofern Sache des Elektroplaners und des Elektroinstallateurs. In baulicher Hinsicht sind allerdings Kabeleinführungen und Klemmenkasten vorzusehen. Der Wechselrichter kann an einem beliebigen Standort im Gebäude installiert werden. Die Module werden seriell zu Strings und diese wiederum parallel zu einer Anlage zusammengeschaltet.

Aussi bien le raccordement électrique que le reste de l'installation sont du domaine de l'ingénieur et de l'installateur électricien. Il convient de planifier les entrées de câbles, ainsi que le coffret de raccordement. L'onduleur, quant à lui, peut être positionné en un endroit quelconque du bâtiment.

Il modulo solare viene installato assieme all'impianto elettrico e rientra nelle competenze del progettista e dell'impiantista elettrico. Per l'installazione dei cavi e della muffola terminale viene invece provveduto al momento della costruzione dell'edificio. L'ondulatore si lascia installare ovunque. I moduli vengono collegati in serie e formano delle strisce, che a loro volta collegate in parallelo formano un impianto.

The electrical installation of the solar modules is part of the overall electrical installation and thus the responsibility of the electrical planner and electrician. With regard to construction, cable openings and the terminal box are to be planned. The inverter can be installed anywhere in the building. The modules are connected together in series forming strings and these in parallel form one system.

Installation électrique
Installazioni elettriche
Electrical Installation



Schaltbild einer photovoltaischen Anlage:
Mehrere in Serie geschaltete Module bilden Strings, diese sind parallel zur Gesamtanlage zusammengeschaltet.

Schéma des connexions d'une installation photovoltaïque: plusieurs modules, montés en série, constituent une chaîne; l'installation comprenant plusieurs chaînes montées elles-mêmes en parallèle.

Schema di un impianto fotovoltaico:
Alcuni moduli collegati in serie formano delle strisce, che a loro volta collegate in parallelo formano un impianto.

Wiring diagram of a photovoltaic system: several modules in arrays, switched together in parallel to the whole system.

Erdung

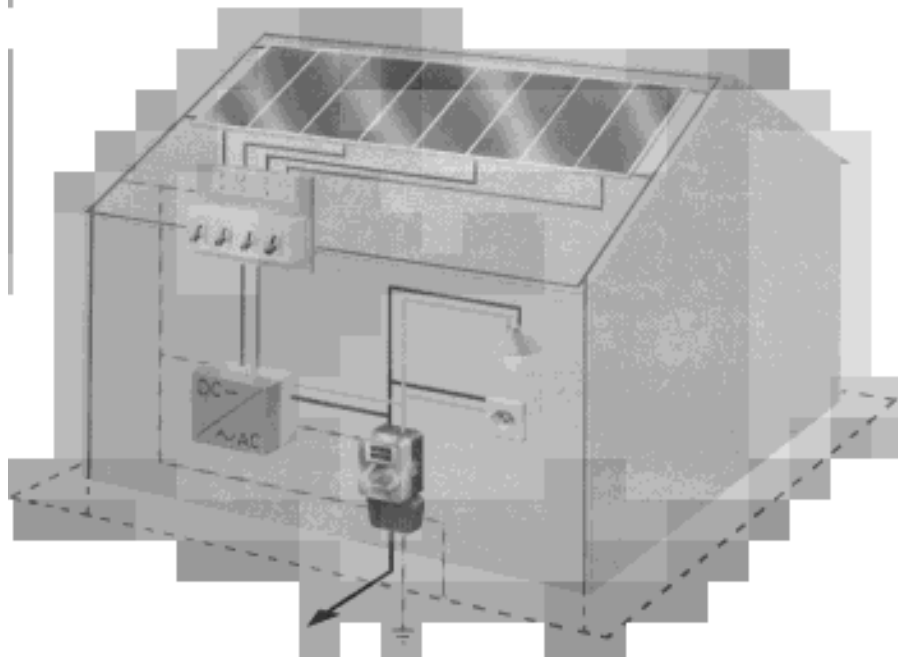
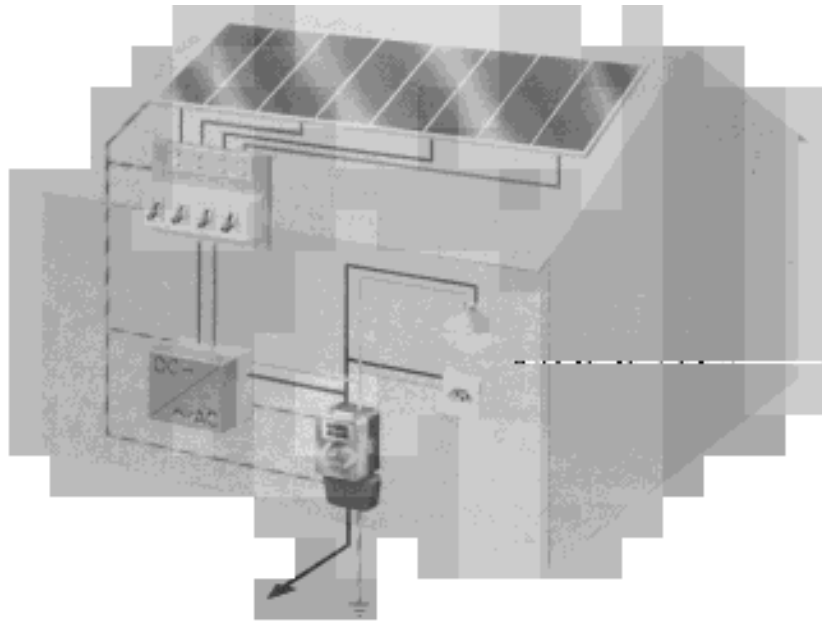
Nur geerdete PV-Anlagen sind ausreichend gegen Blitzschlag geschützt. Ideal ist die Kombination des Blitzschutzes von Haus und PV-Anlage; die geschützte Anlage allein garantiert keinen ausreichenden Schutz für das Haus. Hier sind die nationalen und auch regionalen Vorschriften, insbesondere diejenigen der Versicherungen, vorrangig zu beachten.

Toute installation photovoltaïque nécessite une mise à terre afin de la protéger contre la foudre. L'idéal est de combiner cette mise à terre avec la protection parafoudre de l'immeuble, cette dernière ne suffisant pas pour l'installation. Il conviendra de respecter les prescriptions nationales et régionales, ainsi que celles édictées per les assurances.

Solo la messa a terra protegge gli impianti fotovoltaici sufficientemente dai fulmini. Si consiglia di collegare il parafulmine della casa a quello dell'impianto. Infatti quest'ultimo da solo non assicura protezione sufficiente. Bisogna tenere conto dei regolamenti nazionali e regionali e in modo particolare delle disposizioni emanate dalle assicurazioni.

Only earthed PV systems are sufficiently protected against lightning. The combination of the lightning protection of the house and the PV system is ideal; the protected system alone does not guarantee sufficient protection for the house. National and regional regulations, especially those imposed by insurance companies, are to be considered as a priority.

Messa a terra Earthing



Erdung als Schutzmaßnahme: für das Haus ohne Blitzschutz (oben) und mit Blitzschutz (unten).

Mise à terre: une mesure de protection pour l'immeuble sans parafoudre (en haut) et avec parafoudre (en bas).

Messa a terra quale misura protettiva per la casa senza parafulmine (in alto) e con parafulmine (in basso).

Earthing as a protective measure: for the house without lightning protection (top) and with lightning protection (below).

Kosten

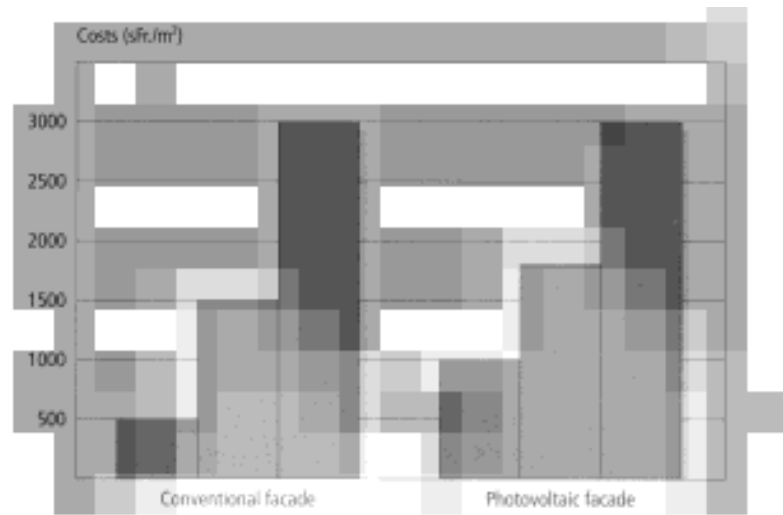
Fassaden mit integrierten Solarzellen sind teuer; sie kosten jedoch nicht mehr als sehr aufwendige konventionelle Fassaden wie Naturstein - oder Glasfassaden. Im Vergleich zu kostengünstigen Standardausführungen schneiden die Solarfassaden zwar schlechter ab, doch muß bei der umfassenden Wirtschaftlichkeitsberechnung auch der Energieertrag berücksichtigt werden. Die Verwendung von handelsüblichen Komponenten für die Befestigung der Solarzellen verringert die Fassadenkosten erheblich.

Si les façades équipées de cellules solaires sont coûteuses, leur prix ne dépasse toutefois pas celui de façades conventionnelles en verre ou en pierres naturelles. Une façade solaire est certes plus chère qu'une façade standard type, mais dans tout calcul de rentabilité il convient de tenir compte de l'énergie produite. Finalement le mode de fixation des panneaux a une grande influence sur le coût de la façade et l'utilisation d'éléments standard permet des économies appréciables.

I costi delle facciate con cellule solari integrale sono notevoli, ma non superiori ai costi delle facciate convenzionali «più sofisticate», per esempio facciate in pietra naturale o invetriate. Il costo delle facciate solari supera indubbiamente quello delle facciate standard, ma calcolando la rendibilità va preso in considerazione anche il rendimento energetico. Il fissaggio delle cellule con componenti largamente reperibili sul mercato riduce notevolmente i costi delle facciate.

Facades with integrated photovoltaic cells are expensive; however, they cost no more than expensive conventional facades, such as natural stone or glass. In comparison to cost-effective standard designs solar facades certainly rate poorly, but their energy yield must be taken into consideration in the overall economic calculation. The use of standard components for fitting photovoltaic cells considerably reduces the cost of facades.

Coûts
Costi
Costs



Spezifische Kosten von konventionellen und Photovoltaik-Fassaden in Franken pro m².

Coût spécifique de façades conventionnelles et photovoltaïques en francs per m².

Costi specifici di facciate convenzionali e fotovoltaiche in franchi/m².

Specific costs of conventional and photovoltaic facades in Swiss Franks per square metre.

Kolorierung

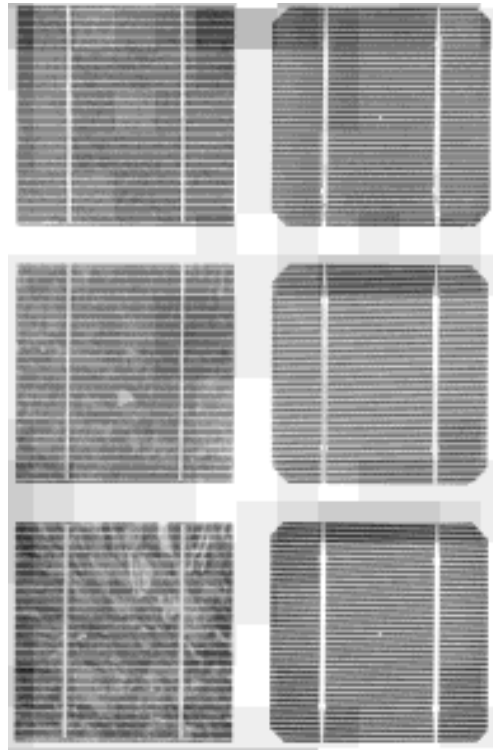
Solarzellen sind heute nicht nur in verschiedenen Techniken, sondern auch in vielfältiger farblicher Gestaltung verfügbar. Die rote Solarzelle ist also, sofern gewünscht, keineswegs Zukunftsmusik. Dabei ist zu beachten, daß nicht etwa die Halbfabrikate, sondern erst die fertigen Lamine oder Module nach Farbe und Gestaltung beurteilt werden sollten.

Les cellules solaires sont aujourd'hui disponibles non seulement dans différentes versions techniques, mais aussi dans de multiples coloris. Si la demande l'exige, la cellule solaire rouge ne relève donc pas de la science-fiction. Il est important de juger non les produits semi-finis mais la couleur—et la forme—des modules terminés.

Oggigiorno, il mercato non offre solo cellule solari con tecnologie diverse ma anche con diverse colorazioni. Se desiderata, la cellula solare rossa è tutt'altro che utopica. Un giudizio su colorazione e configurazione va dato solo su laminati e moduli completi e non su semifabbricati.

Today, photovoltaic cells are not only available in different technical versions, but also in various colours. The red photovoltaic cell is therefore not just a dream of the future. It should be noted that it is not the semi-fabricated products but the ready-made laminates or modules that should be assessed in terms of colour and design.

Coloration
Colorazione
Colouring



Muster von kolorierten Solarzellen
(Auswahl).

Sélection de cellules solaires colorées.

Selezione di cellule solari colorate.

Selected patterns of coloured photovoltaic cells.

Planung

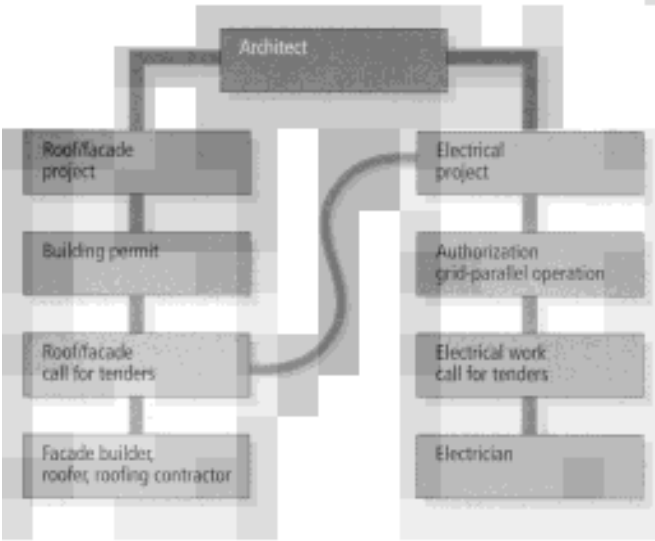
An der Realisierung einer integrierten Photovoltaikanlage beteiligen sich - koordiniert vom Architekten - zwei Teams von Fachleuten: die Verfasser des Dach- bzw. Fassadenprojektes und des Elektroprojektes. Neben der eigentlichen Baubewilligung ist das Einverständnis des zuständigen Elektrizitätsversorgungsunternehmens für den Netzparallelbetrieb erforderlich. Bei Inselanlagen sind für die Kontrolle je nach Land unterschiedliche Stellen zuständig (in der Schweiz etwa das Eidgenössische Starkstrominspektorat).

Deux corps professionnels collaborent lors de la réalisation d'une installation photovoltaïque: d'une part les concepteurs de la toiture ou de la façade, d'autre part les responsables de l'installation électrique. Une coordination par l'architecte est indispensable: outre le permis de construire, il est nécessaire d'obtenir l'autorisation du distributeur d'électricité afin de pouvoir raccorder l'installation photovoltaïque au réseau. En ce qui concerne les installations autonomes, les instances compétentes en matière d'autorisation varient selon les pays (en Suisse, il s'agit par exemple de l'Inspection fédérale des installations à courant fort).

Alla realizzazione d'impianti fotovoltaici integrati partecipano due gruppi di tecnici, coordinati dall'architetto: i progettisti del tetto e della facciata e il progettista dell'impianto elettrico. Oltre al permesso di costruzione è necessario, per l'allacciamento alla rete elettrica, quello dell'azienda elettrica competente. Il controllo degli impianti autonomi viene affidato, a seconda del Paese, a enti diversi (in Svizzera rientra nelle competenze dell'Ispektorato degli impianti a corrente forte).

Under coordination by the architect, two specialist teams participate in the realisation of an integrated photovoltaic system: the authors of the roof/facade project and those of the electrical project. Apart from the actual building permit, the approval of the relevant electricity supply company is required for the grid-parallel operation. For independent systems, various authorities are responsible for the regulation, depending on the country (in Switzerland, it is the Swiss Federal Inspectorate for Heavy Current Installations; in England, the local electric supply companies).

Planification Pianificazione Planning



Der Architekt koordiniert das Dachbzw. Fassadenprojekt und das Elektroprojekt. L'architecte coordonne le projet de toiture et de façade et le projet d'installation électrique. L'architetto coordina il progetto del tetto e della facciata e dell'impianto elettrico.

The architect coordinates the roof/facade project and the electrical project.

Optionen

Bei Neubauten sollten Anlagen zur Nutzung von Sonnenenergie - falls sie nicht mit dem Bau installiert werden - als Option in der Planung berücksichtigt werden. Bei einer späteren Realisierung werden damit erhebliche Kosten gespart. Einige der in der Abbildung dargestellten Maßnahmen sind standortabhängig: So ist zum Beispiel in den alpinen Lagen ein steiles Süddach einem weniger geneigten vorzuziehen (Schnee).

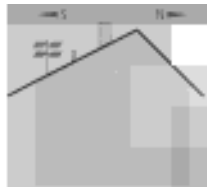
Lors d'une construction neuve, s'il n'est pas prévu de réaliser immédiatement une installation solaire, on aura tout intérêt à faire figurer, en option dans la planification, les équipements destinés à l'utilisation du solaire. Ce mode de faire permettra des économies substantielles lors de la réalisation ultérieure de l'installation. Certaines des mesures présentées en illustration dépendent du site: par exemple, en région alpine, il conviendra de privilégier un toit en pente.

Se impianti solari non sono già previsti sin dall'inizio dei lavori, nella fase di progettazione di edifici nuovi va lasciata l'opzione di un'eventuale installazione futura. Ciò permattrebbe una notevole riduzione dei costi in caso che tale opzione venisse realizzata. Alcuni provvedimenti raffigurati sono legati all'ubicazione dell'edificio: nelle zone alpine, ad esempio, un tetto molto inclinato verso sud è preferibile ad un tetto poco inclinato.

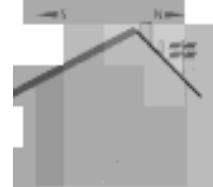
For new buildings, systems for the use of solar energy—if not installed within the structure— should be considered in the planning as an option. In case of a later realisation, considerable costs are thus saved. Some measures shown in the illustrations depend on the location: for example, in alpine areas, a heavily sloped south roof is to be preferred to a less sloped one.

Options Opzioni Options

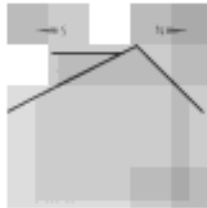
Impedes the use of photovoltaics



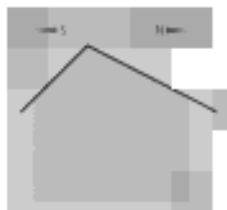
Supports the use of photovoltaics



Chimneys and other obstacles on the roof should be placed on north



Sloping rooftops with south direction



South orientation of the big roof surface



Ridge from the east to the west

Bei der Planung sind mit Blick auf die spätere Realisierung einer Photovoltaikanlage vier wichtige Grundsätze zu bedenken.

Quatre principes fondamentaux auxquels il y a lieu de penser en vue de la réalisation ultérieure d'une installation photovoltaïque.

Nella fase di progettazione va tenuto conto della possibile realizzazione di un impianto fotovoltaico a edificio ultimato: quattro principi importanti.

At the planning stage, four important principles should be considered with regard to the later realisation of a photovoltaic system.

Energetische Rückzahlfrist

Ökologische Belastungen entstehen bei der photovoltaischen Stromerzeugung lediglich bei der Herstellung der Solarzellen und deren Installation. Der eigentliche Betrieb ist emissionsfrei. Künftig ist allenfalls mit Auflagen bei der Entsorgung zu rechnen, die durch konsequentes Recycling aber erfüllt werden können. Entsprechende Verfahren befinden sich in der Pilotphase. Ein wesentliches Kriterium der ökologischen Bewertung von Komponenten der Energieumwandlung ist die energetische Rückzahlfrist; sie gibt den Zeitraum an, in der die Energieumwandlung den Aufwand für die Herstellung kompensiert.

La production d'électricité photovoltaïque ne provoque de nuisances qu'au moment de la fabrication des cellules et de leur installation. Aucune nuisance n'est liée au fonctionnement. L'élimination des panneaux, en fin de vie (après 25 à 30 ans), ne présente pas non plus de risques pour autant qu'elle soit correctement faite. Dès lors le temps de remboursement énergétique constitue le critère essentiel d'évaluation de l'intérêt écologique d'une telle installation: il exprime la durée nécessaire à récupérer l'énergie qui a été nécessaire à la fabrication des éléments de l'installation et à leur montage.

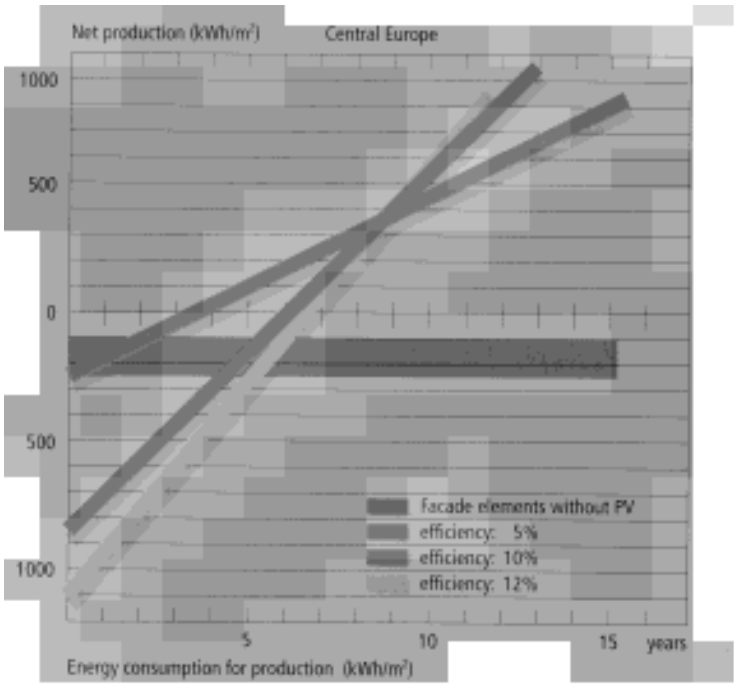
L'energia fotovoltaica non produce sostanze inquinanti se non al momento della produzione e dell'installazione delle cellule solari. La produzione d'energia fotovoltaica vera e propria è pulita. Ma bisognerà tenere conto delle direttive sullo smaltimento dei rifiuti, un ostacolo superabile attraverso sistemi di riciclaggio. Alcuni di essi si trovano già in una fase di sperimentazione. Un criterio essenziale per la produzione energetica è l'indice di ammortamento dell'impianto. Esso indica l'arco di tempo che la produzione energetica richiede per ammortizzare i costi di costruzione dell'impianto.

Ecological pollution with the photovoltaic power production occurs only at the stage of producing the photovoltaic cells and at their installation. Their actual operation is free of emissions. In future, impositions for their disposal may be expected which, however, can be complied with through consistent recycling. Relevant procedures are presently at the pilot stage. A considerable criterium of the ecological assessment of components of the energy production is the energy payback period; it states the period in which the energy production compensates the energy consumption for the production.

Temps de remboursement énergétique

Indice di ammortamento

Energy Payback Period



Die energetischen Rückzahlfristen von drei verschiedenen Solarzellentypen: Zu welchem Zeitpunkt entspricht die Energieumwandlung dem Energieaufwand für die Herstellung und Montage?

Durée nécessaire à récupérer l'énergie qui a été consommée lors de la fabrication des éléments de l'installation et de leur montage.

L'indice di ammortamento di tre tipi di cellule solari diversi: in quale momento la produzione energetica corrisponde al consumo energetico necessario alla costruzione e il montaggio dell'impianto?

The energy payback period of three different photovoltaic cell types. At which stage does the energy production match the energy consumption for the production and installation?

Architekten

Jann Adank, CH-7222 Lunden, **54**
Artevetro AG, CH-4410 Liestal, **26**
Alois Bachmann, CH-6282 Urswil, **88**
Bachmann & Weidinger, D-66954 Pirmasens, **67**
Brun Bauplanung AG, CH-6020 Emmenbrücke, **36**
Burckhardt + Partner AG, CH-8025 Zürich, **20**
Gerold Dietrich, CH-4932 Lotzwil, **63**
Rolf Disch, D-79115 Freiburg, **34**
Elektrizitätswerke des Kantons Zürich,
CH-8002 Zurich, **62**
Georg Feinhals, D-52070 Aachen, **74**
Sir Norman Foster & Partners,
UK-London SW11 4AN, **18**
Funk & Schröder Architekten, D-64293 Darmstadt, **22**
Ganz & Muller Architectes, CH-1207 Genève, **28**
Nicholas Grimshaw & Partners,
UK-London W1 P 5HA, **44**
Ingo Hagemann, D-52064 Aachen, **83**
Fritz Haller, CH-4500 Solothurn, **48**
Thomas und Verena Herzog-Loibl,
D-80805 München, **71**
HHS Planer + Architekten, Hegger/Hegger-Luhnen/
Schleiff, D-34119 Kassel, **64**
Bruno E. Honegger, CH-8050 Zürich, **66**
Hostettler & Partner, CH-2501 Biel, **43, 56**
Theo Hotz AG, CH-8034 Zürich, **14, 40, 78**
Josef Imhof, CH-3900 Brig, **85**
Infra-Gesellschaft für Umweltplanung,
D-55116 Mainz, **67**
Rainer von Lamatsch-Kaempfe, D-60322 Frankfurt, **68**
J.-E Lecouturier, L. Caduff, CH-1204 Genève, **30**
Metron Architekten AG, CH-5200 Brugg, **81**
Nordostschweizerische Kraftwerke AG,
CH-5400 Baden, **42**
Planerwerkstatt Holken + Berghoff,
D-79279 Vörsstetten, **77, 86**
PMS Planen + Bau AG, CH-8617 Mönchaltorf, **82, 84**
Marc Ruetschi, CH-1003 Lausanne, **80**
Beat Schaub, CH-6354 Vitznau, **88**
S + M Architekten AG, CH-8042 Zürich, **72**
Soilikki Suntola, Finnland, **70**
Solar Design Associates Inc., harvard, USA, **58**
Thomas Spiegelhalter, D-79098 Freiburg, **50**
SSSH AG, Schwörer, Stengele, Sahl,
Holzemer Architekten, CH-4410 Liestal, **60**
Hans-Ruedi Stutz, CH-9113 Degersheim, **76**
Bernhard Winkler Architekten AG. CH-8003 Zürich. **38**

Fotografen Nick Brändli, CH-8055 Zürich (Bilder

Schweiz und D-Freiburg)
Foto-Atelier Bohm, D-52223 Stolberg, **74**
Friedrich Busam, Architekturphoto, D-55124 Mainz, **50**
Thomas Eicken, D-64293 Darmstadt, **22**
Dennis Gilbert (Sir Norman Foster & Partners,
UK-London SW11 4AN), **18**
Andreas Keller, av Studios, D-70197 Stuttgart, **64**
Ingo Kilian, D-60433 Frankfurt, **68**
Hans Gunter Numberger, D-80798 München, **89**
Jo Reid and John Peck,
GB-London E9 5HP (Titelbild), **44**
Peter Seidel, D-60487 Frankfurt, **22**

Literatur

- Blaesser, G., Krebs, K., und Starr, M.R.
«Guidelines for the Assessment of Photovoltaic Plants».
Document C. Ispra (I): Commission of the European Communities, 1988.
- Bundesamt für Energiewirtschaft.
Meteonorm: Theorie für den Solarplaner.
Bern: Infoenergie, 1985.
- Bundesamt für Konjunkturfragen, PACER. Photovoltaik - Grundlagen, Montage und Einspeisung.
Bern: 1991.
- Canadian Photovoltaics Industries Association.
Photovoltaic Systems Design Manual.
Canada: Canmet, 1991.
- Contini Knobel, Rita (u.a.).
Solare Architektur. Ein neues Selbstverständnis.
Zürich: Sonnenenergie-Fachverband Schweiz, 1992.
- Häberlin, H.
Photovoltaik.
Aarau: AT Verlag, 1991.
- Helm, P., Imamura, M.S., und Palz, W.
Photovoltaic System Technology.
A European Handbook.
Bedford (GB): H S Stephens & Associates, 1992.
- Hostettler, Thomas, und Toggweiler, Peter.
Photovoltaics & Architecture.
Beitrag an der 11. EG-PV-Konferenz 1992 in Montreux.
Brüssel und Luxemburg:
harwood academic publishers, 1992.
- Kreith, Frank, und Kreider, Jan F.
Solar Energy Handbook.
NewYork: McGraw-Hill Inc., 1981.
- Minder, Rudolf.
The Swiss 500 kW Photovoltaic Power Plant Phalk
Mont-Soleil.
Beitrag an der 11. EG-PV-Konferenz 1992 in Montreux.
Brüssel und Luxemburg:
harwood academic publishers, 1993.
- Nordmann, Thomas.
«Stand der PV-Anwendung in der Schweiz.»
Photovoltaik - Anwendungen im Alltag.
Zürich: Sonnenenergie-Fachverband Schweiz, 1993.
- Real, Markus G. (u.a.).
Optimierte Gebäudeintegration von Solarzellen.
Schlußbericht zuhanden des Bundesamtes für Energie
wirtschaft und des Amtes für technische Anlagen
und Lufthygiene des Kantons Zürich.
Zürich: Alpha Real AG, 1992.
- de Reyff, Christophe.
Rapport de synthèse sur les activités 1992
du programme de recherche photovoltaïque.
Berne: Office fédéral de l'énergie, ENET 1993.
- Schärer, Ulrich.
«Die Forschungs- und Förderstrategie des Bundes im
Bereich der Photovoltaik».
Photovoltaik - Anwendungen Im Alltag.
Zürich: Sonnenenergie-Fachverband Schweiz, 1993.
- SIA Schweizerischer Ingenieur- und Architekten-Verein.
«Meteodaten für die Sonnenenergienutzung».
Dokumentation 64.
Zürich: 1983.
- SIA Schweizerischer Ingenieur- und Architekten-Verein.
«Photovoltaik - Gebäudebestandteil im Jahr 2010».
Dokumentation D 073.
Zürich: 1991.
- Strong, Steven J., und Scheller, William G.
The Solar Electric House.
Massachusetts (USA): Sustainability Press, 1991.