

**Zeitschrift:** Tec21  
**Herausgeber:** Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein  
**Band:** 139 (2013)  
**Heft:** 3-4: Farbe als Material  
  
**Rubrik:** Magazin

#### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

#### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

#### **Terms of use**

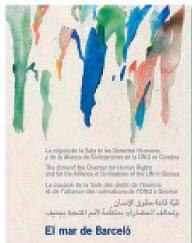
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 04.02.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# BÜCHER

## «EL MAR DE BARCELÓ»



Rodrigo Rey Rosa, Agustí y Antònia Torres (Fotos): *El mar de Barceló*. Ediciones Península, Barcelona 2008. 216 Seiten, zahlreiche Abbildungen. 28 x 36 cm. Erhältlich in Spanisch, Englisch, Französisch und Arabisch.

ISBN: 978-84-8307-857-0. ca. Fr. 130.–

Der opulent bebilderte Band dokumentiert die Entstehung des Deckenreliefs im Saal der Menschenrechte im Palais des Nations in Genf. Die Arbeit des Künstlers Miquel Barceló (vgl. S. 16) wird anhand von Skizzen, Texten und grossformatigen Fotografien erläutert.

## «FARBBUCH»



Claudia Cattaneo, Stefan Muntwyler, Markus Rigert, Hanspeter Schneider (Hrsg.): *Farbpigmente, Farbstoffe, Farbgeschichten*. alataverlag, Etsau, 2. überarbeitete Auflage 2011. 25 x 34 cm. 255 Seiten, zahlreiche Abbildungen.

ISBN: 978-3-033-02968-2. Fr. 98.–

Elfenbeinschwarz, Ägyptisch Blau, Englischrot oder Florentiner Grün: Ob natürliche oder synthetische Pigmente – Farben faszinieren. So vielfältig wie die Namen sind auch die Nuancen und die Geschichten über Herkunft, Herstellung und Anwendung, die im

Buch behandelt werden. Kernstück der Publikation ist das Kompendium, das 317 Pigmente und Farbstoffe mit den dazugehörigen Farbmustern, Grundstoffen wie Mineralien, Erden oder natürlichen Substanzen sowie den chemischen Formeln umfasst. Anhand von elf Farbporträts wird die wirtschaftliche und soziale Bedeutung von Farben verdeutlicht – von den ersten Farben der Menschheit bis zu den neuesten Entwicklungen der organischen Chemie. Acht Pigmentanalysen von Kunstwerken aus verschiedenen Epochen zeigen, welche Pigmente jeweils verwendet wurden. Ein Glossar rundet das Buch ab.

## BÜCHER BESTELLEN

Schicken Sie Ihre Bestellung an [leserservice@tec21.ch](mailto:leserservice@tec21.ch). Im Regelfall erhalten Sie innerhalb von drei bis fünf Werktagen von unserem Auslieferungspartner Stämpfli Buchhandlung die Buchsendung. Für Porto und Verpackung werden pauschal Fr. 8.50 in Rechnung gestellt.

# HÖLZLEIN BIEG DICH



01 Führt die Besucher zur Ausstellung: «Der Läufer» von Annette Douglas aus mit Nussbaum furniertem Birkensperrholz. (Foto: Michael Lio)

Die Ausstellung «Wood Loop» im Gewerbemuseum Winterthur befasst sich mit der Biegbarkeit von Holz. Ein Teil widmet sich dem Einschneideverfahren «Dukta», der andere zeigt Techniken zur Produktion und Verarbeitung von Formholz. Exponate vermitteln das Potenzial des Materials.

(nc) Ein flexibler Holzteppich begleitet die Besucher die Treppen des Gewerbemuseums Winterthur hinauf zur Ausstellung (Abb. 01).

«Der Läufer» nennt sich das Objekt der Textildesignerin Annette Douglas aus Wettingen, das an einen riesigen Holzwurm erinnert. Es ist eine von sieben Arbeiten, die Gestalterinnen und Gestalter unter dem Titel «Atelier Dukta» eigens für die Ausstellung geschaffen haben. Im Vordergrund stand das Ziel, die konzeptionellen und technischen Möglichkeiten des «Dukta»-Verfahrens auszuloten. Dukta ist eine Einschneidetechnik, mit der Holz und Holzwerkstoffe biegsbar gemacht werden (vgl. TEC21 40/2007). Die ein- oder zweiseitige Anordnung von Schnitten in verschiedenen Längen, Abständen und Breiten macht das Holz flexibel, schwächt es aber auch. Die Bezeichnung Dukta lehnt sich an die Begriffe Duktilität (Dehnbarkeit) und Duktus an.

Dukta eröffnet neue gestalterische Möglichkeiten in der Architektur, denn dank ihrer Wellenstruktur sind die Elemente schallabsorbierend. Nach Angaben der Erfinder Serge Lunin und Christian Kuhn weisen Dukta-Akustikwände und -decken für den gesamten hörbaren Bereich von 100 bis 5000 Hz konstant hohe Schallabsorptionsgrade von mindestens  $\alpha = 0.8$  auf.

## HOLZ UND MÖBEL

Der zweite Bereich der Ausstellung zeigt Varianten von geformtem Holz: Alphörner, Geigen und Gebrauchsobjekte illustrieren die Geschichte der Verfahren. Dargestellt wird der Einfluss von Designern wie Michael Thonet, Alvar Aalto oder Charles und Ray Eames auf die heutige Formholzproduktion. Aus ihrer Arbeit entstanden einige der bekanntesten industriell produzierten Holzmöbel. Als Beispiel für geformtes, schichtverleimtes Sperrholz dient der Freischwinger von Alvar Aalto. Den Klassikern stehen zeitgenössische Interpretationen des deutschen Designers Johannes Hemann oder des Wiener Büros breadedEscalope gegenüber. Im Werkstattbereich der Ausstellung können die Besucher mit Dukta und anderen Biegeverfahren experimentieren.

## AUSSTELLUNG

«Wood Loop» ist bis zum 21. April 2013 im Gewerbemuseum Winterthur zu sehen. Öffnungszeiten: Di–So 10–17 Uhr, Do 10–20 Uhr. Betreuter Werkstattbetrieb: Do 16–20 Uhr und So 13–17 Uhr. Informationen, auch zu den Rahmenveranstaltungen: [www.gewerbemuseum.ch](http://www.gewerbemuseum.ch)

# KRAFTWERK B: «PLUS» WURDE ERREICHT

Das Mehrfamilienhaus «Kraftwerk B» in Bennau SZ wurde 2009 als vorbildliches Plusenergiehaus mit dem Schweizer Solarpreis ausgezeichnet (vgl. TEC21 41/2010). Mit einer zweijährigen Messkampagne im Betrieb konnte nun gezeigt werden, dass es das «Plus» an Energieerzeugung auch tatsächlich erreicht. Zudem ergaben sich wichtige Erkenntnisse für weitere Projekte.

Ziel bei der Realisierung des nach Minergie-P-Eco zertifizierten Kraftwerks B war ein Bau, der in der Jahresbilanz mehr Energie in Form von Wärme und Strom erzeugt, als darin verbraucht wird. Dafür besitzt er eine Wärmedämmung von 44 cm und nutzt alle nach Süden gerichteten Dach- und Fassadenflächen zur Gewinnung von Sonnenenergie. Die 261 m<sup>2</sup> grosse Photovoltaikanlage mit einer Leistung von 32 kWp und die 150 m<sup>2</sup> thermische Kollektoren sind eingebunden in ein System, das im Sommer überschüssiges Warmwasser an das Nachbargebäude abgeben kann und Strom ins öffentliche Netz einspeist. Die Sonnenwärme kann in den 4000-Liter-Warmwasser- oder in den 24000-Liter-Heizungsspeicher geleitet werden. Ergänzend sind die Wohnungen mit Holzfeuerungen ausgestattet. Rund 50% der damit erzeugten Wärme werden über integrierte Wärmeabsorber zur Erwärmung der Handtuchradiatoren in den Badezimmern und zur Unterstützung der zentralen Warmwasserbereitung verwendet.

Bei der zentralen Komfortlüftung mit Wärmerückgewinnung wird der abgekühlten Fortluft mit einer Wärmepumpe zusätzlich Wärme entzogen und der Bodenheizung zugeführt.

Zudem nutzt man den Rücklauf der Bodenheizung, um die Zuluft nachzuwärmen. Als erwünschter Nebeneffekt erhöht sich der Wirkungsgrad der thermischen Solaranlage, da im unteren Speicherbereich kälteres Wasser verbleibt. Das integrale System des Plusenergiehauses lässt also keine Energie ungenutzt. Als die Planer in der Vorprojektphase die Gebäudeform des Kraftwerks B diskutierten, strebten sie einen optimalen Kompromiss beim Oberflächen-Volumen-Verhältnis an, um minimale Wärmeverluste einerseits und eine maximale solare Gewinnfläche andererseits zu ermöglichen. Dies ergab einen Quader mit einem 45°-Schrägdach, dessen eine Längsseite gegen Südwesten der Sonne zugewandt ist (Abb. 01).

## STROM GLEICHT WÄRME AUS

Während zwei Jahren wurde das Kraftwerk B durch ein vom Bundesamt für Energie (BFE) unterstütztes Messprojekt überprüft. Dabei analysierte man die Energiebilanz und die Faktoren, die diese im bewohnten Zustand beeinflussen. Die beiden Messperioden begannen jeweils Mitte des Jahres, sodass man das gesamte Winterhalbjahr erfassen konnte. Laut Andreas Gütermann von der Amena AG in Winterthur, die das Energiekonzept erstellt und die Erfolgskontrolle durchgeführt hat, produzieren die technischen Anlagen des Gebäudes über das Jahr tatsächlich mehr Energie als benötigt. In der ersten Messperiode konnte ein Überschuss von 5000 kWh verzeichnet werden, in der zweiten noch 1000 kWh. Dabei ergab sich jeweils bei der Wärmebilanz eine leichte Unterdeckung, weil mehr Holz in den Zimmeröfen verbrannt wurde, als im Sommer in Form von Warmwasser an den Nachbarn exportiert werden konnte.

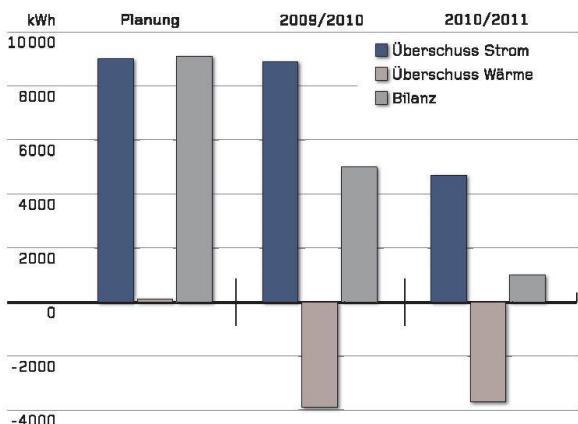


01 Kraftwerk B in Bennau SZ. Architektur: Josef Grab, Sanjo Immobilien AG; Energiekonzept: Amena AG, Winterthur. Der Mittelgiebel war eine Vorgabe der Baubehörde.

Die Strombilanz der Photovoltaikanlage war hingegen stets so hoch, dass sie die Unterdeckung bei der Wärmebilanz kompensierte (Abb. 02). Allerdings war im zweiten Messjahr der Überschuss in der Strombilanz geringer als im ersten Jahr, obwohl der Ertrag der Photovoltaikanlage über den Planungswerten lag. Auf der anderen Seite stieg im zweiten Messjahr der Stromverbrauch, auch durch höhere Werte beim Verbrauch an Haushaltstrom. Dies lässt sich nur teilweise durch die bessere Belegung der Liegenschaft erklären (69% im ersten, 98% im zweiten Messjahr), auch ein sorgloses Nutzerverhalten ist dafür verantwortlich. Das Erreichen des «Plus» ist unter Einbezug des Haushaltstroms schwierig genug, deshalb fällt es in der Regel auch klein aus. Umso leichter wird daraus ein Minus, wenn sowohl das Wetter als auch das Nutzerverhalten nachteilig sind.

## SONNE FÜR STROM UND WÄRME

Die Untersuchungen bestätigten grundsätzliche Gedanken zum Energiekonzept eines Plusenergiehauses. Ein Gebäudestandard wie Minergie-P ist eine wichtige Voraussetzung, zusätzlich ist es jedoch erforderlich, vollflächig Sonnenenergie zu gewinnen. Dabei kommt es auf das optimale Verhältnis von Photovoltaik und Solarkollektoren an. Reine Photovoltaiklösungen, in der Regel kombiniert mit einer Wärmepumpe und Erdwärmesonden, sind zwar relativ einfach realisierbar, nach Meinung von Andreas Gütermann aber nicht unbedingt nachhaltig: «Das öffentliche Stromnetz volumänglich als externen Speicher zu nutzen und mit der fluktuierenden Stromproduktion und dem Strombedarf zu belasten, verschiebt das Speicherproblem der Sonnenenergie einfach». Zumindest



02 Die leichte Unterdeckung bei der Wärmebilanz wurde in beiden Messperioden durch die Überschüsse bei der Strombilanz ausgeglichen. Bei der Gesamtenergiebilanz wurden Strom und Wärme gleich gewichtet (1:1).  
(Foto/Grafik: Andreas Gütermann)

für die Warmwasserbereitung, die in einem Minergie-P-Mehrfamilienhaus für mehr als die Hälfte des Energiebedarfs verantwortlich ist, sollten ein thermischer Kollektor und entsprechende Speicher integriert werden. Erdwärmesondenfelder mit einer sommerlichen Regeneration durch Sonnenenergie hingegen müssten sich erst langfristig in der Praxis bewähren. Es gelte auch zu bedenken, dass Erdwärmesonden nicht überall einsetzbar sind; in Bennau konnten sie wegen Grundwasservorkommen nicht realisiert werden. Die Platzierung der Photovoltaikmodule auf dem Dach und der Sonnenkollektoren an der Fassade erwies sich als richtig. Letztere generieren über das ganze Jahr zwar nicht die höchsten Ertragswerte, dafür stimmen Ertrag und Bedarf am besten überein: Im Winterhalbjahr, das für den Energiebedarf entscheidend ist, liefern die Südfassaden genügend Wärme, während sie im Sommer weniger unverwertbare Überschüsse ergeben.

#### HÖHERER HOLZVERBRAUCH

Bei der Wärmebilanz fällt auf, dass der Holzverbrauch in den Wohnungsöfen deutlich höher war als prognostiziert. Das liege einerseits an höheren Wärmeverlusten als geplant, so Andreas Gütermann. Auf Thermobildern erkenne man, dass die Fensterrahmen aus Vollholz Wärmebrückeneffekte aufweisen. Zum anderen heizten die Bewohner ihre Wohnungen auf 22–23°C, während die Berechnungen nach SIA mit 20°C durchgeführt werden. Pro 1°C höhere Raumtemperatur werden rund 6% mehr Wärmeenergie benötigt. Zudem entweicht mehr Wärme beim Lüften.

Als Ergänzungsheizung lassen sich verschiedene Techniken einsetzen. Die Kaminanlagen der im Kraftwerk B verwendeten Holzfeuerungen haben den Nachteil, dass sie die hochwärmegedämmte Gebäudehülle durchstossen. Dies könnte laut Gütermann ein Grund sein, weshalb oft darauf verzichtet

wird. Die Zufuhr der Verbrennungsluft darf außerdem nicht aus dem Raum heraus erfolgen, damit dem Raum keine Wärme entzogen wird und auch die Druckverhältnisse konstant bleiben.

Fazit der Messungen ist, dass sich das beim Kraftwerk B gewählte Energiekonzept bewährt hat. Allerdings stellt seine Komplexität nicht nur höhere Anforderungen an Planende und Ausführende, sondern auch an den Betrieb und an die Bewohner. Mit dem umfassenden Einbezug und einer fachgerechten Schulung der Bewohnerinnen und Bewohner müssen die verschiedenen Aspekte der Bedienung des Plusenergiehauses verständlich gemacht werden.

**Jürg Wellstein**, Fachjournalist,  
wellstein.base@bluewin.ch

**Download Schlussbericht:** [www.bfe.admin.ch/dokumentation/energieforschung](http://www.bfe.admin.ch/dokumentation/energieforschung) ⇒ Suche nach «Erfolgskontrolle Plus-Energie-Mehrfamilienhaus Bennau (SZ)»

# Lofts für Individualisten

[www.spinnerei-drei.ch](http://www.spinnerei-drei.ch)