Zeitschrift: Tec21
Herausgeber: Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein
Band: 141 (2015)
Heft: 34: Thermische Netze

Rubrik: Panorama

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: 14.07.2025

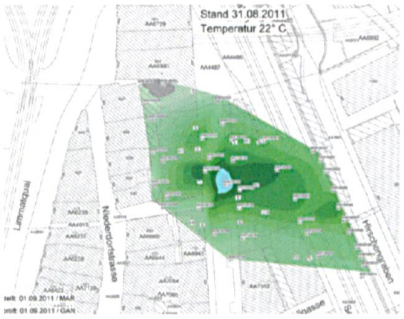
ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

SWISS TUNNEL CONGRESS IN LUZERN

Nach dem Durchstich ist vor dem Durchstich

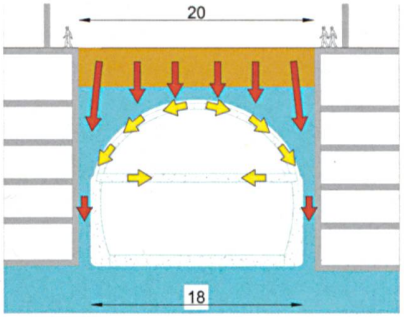
Erkenntnisse aus grossen Projekten, vielversprechende Baustoffe, Innovationen – am Swiss Tunnel Congress wurden in- und ausländische Bauten vorgestellt. Drei kurze Auszüge aus Vorträgen geben einen Einblick in diese Themenvielfalt.

Text: Rudolf Heim



Durchmesserlinie Zürich: die Setzungsmulde nach dreimonatigem Stillstand der Tunnelbohrmaschine.

Einbau einer bewehrten, 50 mm dünnen UHFB-Schicht zur Verstärkung und Abdichtung.



Horizontale Kräfte im Bauzustand wurden in der **Zwischendecke** aufgenommen und nicht auf Nachbarkeller abgegeben.

Erfahrungen aus der Zürcher Durchmesserlinie

Bei grossen innerstädtischen Bauwerken ist immer mit unerwarteten Vorkommnissen oder sich ändernden Randbedingungen zu rechnen (vgl. Dossier «Durchmesserlinie» auf espazium.ch). Schweizweit bekannt wurde der Schadenfall am Bahnhofplatz Zürich, wo bei Arbeiten im Untergrund die Vortriebmaschine des Grossrohrschirms versagte und der Platz für 21 Stunden für den Verkehr gesperrt werden musste.

Stefan Moser zeigte in seinem Referat, wo trotz bester Vorbereitung Probleme entstanden, wie sie gemeistert wurden und welche Schlüsse sich für andere Projekte ziehen lassen. Das Referat mit dem Untertitel «Lesson learnt» liest sich wie ein Vademecum für die Beherrschung von Grossprojekten. Sei es das Denken in Schadenspotenzialen und Gefährdungsbildern, auch in unvorstellbaren, oder seien es Überlegungen zur richtigen Vertragsausfertigung und zur Festlegung von Verantwortlichkeiten – dieses Fazit aus zehn Jahren Bau ist spannend und hilfreich. •

UHFB – ein neuer Baustoff für empfindliche Bauteile

Beton ist zwar ein umfassend erforschter und normierter Baustoff, dennoch ist seine Dauerhaftigkeit unter natürlichen und künstlichen Umwelteinflüssen ein wiederkehrendes Thema. Die verschiedenen Korrosionseinflüsse führen dazu, dass Betonbauteile oft früher als vorgesehen kostenintensiv zu sanieren und instand zu stellen sind.

In diesem Zusammenhang forscht Eugen Brühwiler an der EPFL seit über 15 Jahren an Möglichkeiten und Baustoffen, die vielversprechend klingen. Mit dem noch wenig verbreiteten Material UHFB (Ultrahochleistungs-Faserverbundbaustoff) ergeben sich ganz neue Möglichkeiten zur Sanierung von Bauwerken (vgl. auch TEC21 47/2014). Denkt man die Anwendung dieses hochfesten neuen Baustoffs weiter, so ist durchaus auch ein künftiger Einsatz bei Neubauten vorstellbar. Wenn sich dadurch die Sanierungsabstände vergrössern oder gar erübrigen, dann lohnt sich die Anwendung dieser neuen Technik – trotz höheren Kosten. •

Innovative bergmännische Lösung in der Innenstadt

Die neue Tramlinie in Ottawa führt durch das Zentrum mit vielen Gebäuden, die tiefe Kellergeschosse haben. Eine Deckelbauweise hätte Störungen im Alltag verursacht und umfangreiche Werkleitungsumlegungen erforderlich gemacht. Ein bergmännischer Vortrieb in einer einzigen Etappe hätte in der engen Situation (18 m breite Stationen bei 20 m Kellerabstand) zu grossen horizontalen Belastungen auf die Kellergeschosse geführt.

Alejandro Sanz präsentierte die Lösung dieses Problems: Die Zwischendecke wurde so ausgebildet, dass sie – mit Zugankern versehen – die aushubbedingten horizontalen Belastungen aufnahm, statt dass diese auf die Nachbarliegenschaften abgegeben wurden. Die Aushubarbeiten erfolgten jeweils in kleinen Etappen, die dabei entstehenden Kräfte blieben gering. •

STC 2015
www.swisstunnel.ch
Der Tagungsband ist unter dieser Adresse erhältlich.

ÖKOBILANZ DES SOLARSTROMS

Wie klimafreundlich ist Photovoltaik?

Wie gross ist der CO_2-Fussabdruck von Solarstrom? In der Diskussion um die Energiewende und den künftigen Ausbau der Solarenergie ist diese Frage wieder aktuell. Anhand mehrerer Studien ermittelt Swissolar deren Ökobilanz.

Text: Irene Bättig

500-MW-Solarkraftwerk in Taizhou, China. Allein in der ersten Jahreshälfte 2015 hat China seine installierte PV-Leistung um 7.73 GW erweitert.

Die Produktionsverlagerung von Photovoltaikmodulen nach Asien, vor allem nach China, hat deren Preise seit 2006 um über 60% sinken lassen. Diese Entwicklung hat jedoch Schattenseiten: Weil die Herstellung von Solarmodulen viel Strom benötigt und dieser in China vorwiegend aus fossilen Quellen stammt, hat sich die Klimabilanz des Solarstroms verschlechtert. Dies zeigt eine Studie, die die Ustemer Evaluierungsfirma Treeze im Auftrag des Bundesamts für Energie (BFE) 2014 erstellte.[1]

Herkunft spielt eine Rolle

Chinas Marktanteil in der Herstellungskette von mono- und polykristallinen Zellen lag demnach im Jahr 2011 bei 73–81%. In China sind die Treibhausgasemissionen bei der Produktion um rund 75% höher als in Europa. In Europa werden nämlich teilweise Wasserkraft und Kombikraftwerke eingesetzt, und auch der durchschnittliche Strommix emittiert weniger Treibhausgase als der chinesische.

Mehrere Studien berechneten die Treibhausgasemissionen pro jährlich erzeugter kWh einer ideal ausgerichteten Schweizer Schrägdachanlage. 2005 ging man noch von 0% chinesischer Produktionsbeteiligung aus. 2009 lag der Anteil bereits bei 33%, und 2011 rechnete man mit 78%. Entgegen dem in der Bevölkerung zunehmenden Interesse an der Produktion nachhaltiger, emissionsarmer Energie stiegen die CO_2-Äquivalente von Studie zu Studie an.

Ausgehend vom letztgenannten Produktionsmix (78% aus China) berechneten die Autoren die Klimabelastung des Solarstroms

aus einer monokristallinen, auf einem Schweizer Schrägdach installierten PV-Anlage. Mit dem eingesetzten Modulwirkungsgrad von 15.1 % und einer Lebensdauer von 30 Jahren betragen die Treibhausgasemissionen 88 g $CO_{2\text{-eq}}$/kWh.

Vergleicht man den heutigen chinesischen Marktanteil mit früheren Werten, zeigt sich, wie rapide Chinas Beitrag zur Herstellungskette von PV-Modulen steigt. 2009 betrug der Anteil chinesischer Module gemäss einer Studie vom Paul Scherrer Institut und von ESU-Services hierzulande erst ein Drittel.[2] Bei einem damals durchschnittlichen Wirkungsgrad von 14 % resultieren Treibhausgasemissionen von 79 g $CO_{2\text{-eq}}$/kWh.[3]

Höherer Wirkungsgrad

Es stellt sich die Frage, ob die neueste Studie die technologische Entwicklung ausreichend berücksichtigt. Der eingesetzte Wirkungsgrad von 15.1 % entsprach 2011, im Referenzjahr der Studie, etwa dem Marktdurchschnitt monokristalliner Zellen. Die Entwicklung geht jedoch rasant weiter. Bis 2013 ist der durchschnittliche Wirkungsgrad monokristalliner Module bereits bei rund 16 % angelangt.[4]

Nebst dem Modulwirkungsgrad hat die Performance Ratio Einfluss auf die Effizienz einer PV-Anlage. Dieser Wert bezeichnet, wie viel des produzierten Stroms tatsächlich am Ort der Nutzung ankommt. Entscheidend sind vor allem die Verluste bei der Umwandlung des Gleichstroms in Wechselstrom. Die genannten Studien gehen alle von einer Performance Ratio von 75 % und einem Stromertrag von 922 kWh/kWp aus. Dieser Wert entspricht laut Markterhebung Sonnenenergie von Swissolar[5] etwa dem durchschnittlichen Ertrag des Schweizer Bestands, der auch über 20-jährige Anlagen enthält. Der Systemwirkungsgrad ist seitdem deutlich gestiegen und liegt bei einer modernen Anlage bei 85 %. Im Schweizer Mittelland mit einer Solareinstrahlung von 1100 W/m²a beträgt der jährliche Ertrag pro kWp also 935 kWh/kWp, in Bergregionen mit einer jährlichen Einstrahlung von 1500 W/m²a bis zu 1300 kWh/kWp.

Faktor Einstrahlung

Wie entscheidend der jährliche Stromertrag einer PV-Anlage für die Ökobilanz von Solarstrom ist, zeigt ein Vergleich mit der entsprechenden Bilanz aus Süditalien[6]: Selbst bei einem konservativen Modulwirkungsgrad von 14 % und rein chinesischen Modulen liegen die Treibhausgasemissionen bei 72 g $CO_{2\text{-eq}}$/kWh – deutlich tiefer als in der Schweiz. Denn in Süditalien mit einer jährlichen Solarstrahlung von 1700 W/m² beträgt der jährliche Solarstromertrag selbst bei einem tief angesetzten Systemwirkungsgrad von 75 % knapp 1300 kWh/kWp.

Trotz steigender Treibhausgasemissionen nachhaltiger als die Konkurenz

Doch unabhängig davon, mit welchen Daten gerechnet wird, hat Solarenergie bereits heute einen deutlich kleineren Fussabdruck als beispielsweise Erdgaskraftwerke, die rund 450 g $CO_{2\text{-eq}}$/kWh ausstossen. Und sie leistet einen bedeutenden Beitrag zur Reduktion des Verbrauchs an nicht erneuerbaren Energien: Liefert eine Schweizer PV-Anlage den Strom ins europäische Netz und verdrängt dort die klassische thermische Produktion, hat sie bereits nach zweieinhalb Jahren den Verbrauch nicht erneuerbarer Primärenergie um so viel reduziert, wie für die Herstellung der Anlage benötigt wurde.[7]

Emissionen werden sinken

Noch besser wird die Klimabilanz in Zukunft aussehen. Denn in den Bereichen Moduleffizienz, Materialverbrauch oder Lebensdauer ist noch Potenzial zur Effizienzsteigerung vorhanden. Zudem ist zu erwarten, dass sich der Strommix in den Herkunftsregionen verändern wird. So ist in China eine deutliche Reduktion des Kohlestroms zu erwarten. Diese Entwicklungen sind in der Treeze-Studie in drei Zukunftsszenarien abgebildet. Selbst bei einem konservativen Szenario rechnen die Autoren bis 2050 mit einer Reduktion der Treibhausgasemissionen aus PV-Strom in der Schweiz um mehr als ein Drittel, bei einem realistischen Szenario um knapp 70 %, gleiche Marktverhältnisse wie heute vorausgesetzt. Beim realistischen Szenario, das von einem Modulwirkungsgrad von 25.2 %, einer Lebensdauer von 35 Jahren und einem reduzierten Materialbedarf an Silizium, Silber und Glas ausgeht, wird der CO_2-Ausstoss einer dachintegrierten, monokristallinen Solaranlage nur noch knapp 26 g $CO_{2\text{-eq}}$/kWh betragen. Parallel zu den bis 2050 sinkenden Treibhausgasemissionen werden sich auch die Umweltbelastungspunkte (eine Methode, die ökologische Knappheit beschreibt) und der nicht erneuerbare Primärenergieverbrauch von Photovoltaikstrom in eine positive Richtung entwickeln. •

Irene Bättig, Wissenschaftsjournalistin, baettig@sprachwerk.ch
(im Auftrag von Swissolar)

Anmerkungen

1 R. Itten et al., «LCI of the global crystalline photovoltaics supply chain and of future photovoltaics electricity production», BFE 2014.

2 Ch. Bauer et al., «Umweltauswirkungen der Stromerzeugung in der Schweiz». PSI, ESU-Services, im Auftrag des BFE, 2012.

3 Die Studie von Ch. Bauer et al. bezifferte den CO_2-Ausstoss auf 97 g/kWh, mit Netzverlusten des Solarstroms von 8.8 %. Zur Vergleichbarkeit berechneten R. Itten et al. (2014) die Bilanz ohne Netzverlust neu und aktualisierten den Strommix der verschiedenen Regionen.

4 Photon International, 2/2014.

5 Markterhebung Sonnenenergie 2013, Teilstatistik der Schweizerischen Statistik der erneuerbaren Energien, Swissolar/BFE.

6 D. Yue et al., «Domestic and overseas manufacturing scenarios of silicon-based photovoltaics: Life cycle energy and environmental comparative analysis», Solar Energy 105 (2014), S. 669–678.

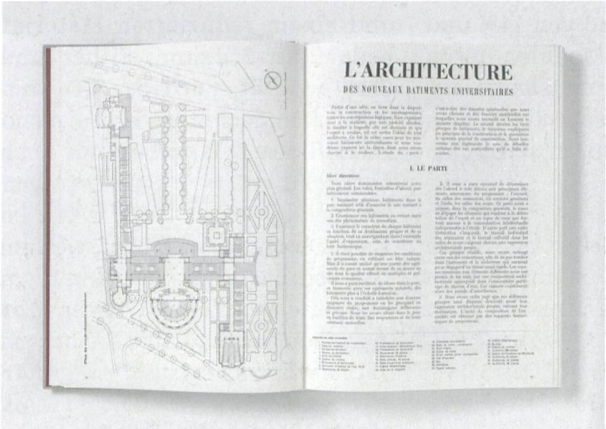
7 R. Itten et al., BFE 2014.

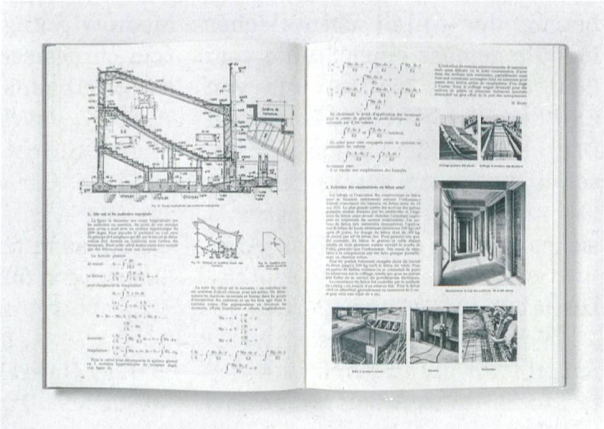
BUCHREZENSION

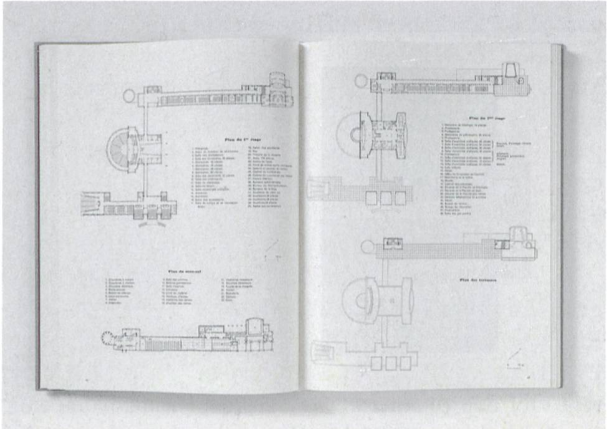
Betonklassizismus und Moderne

Die 1941 eingeweihte Universität Miséricorde in Fribourg zählt zu den bedeutendsten Betonbauten der Schweiz. Eine neue Publikation widmet sich ihrer Entstehungsgeschichte.

Text: Clementine Hegner-van Rooden





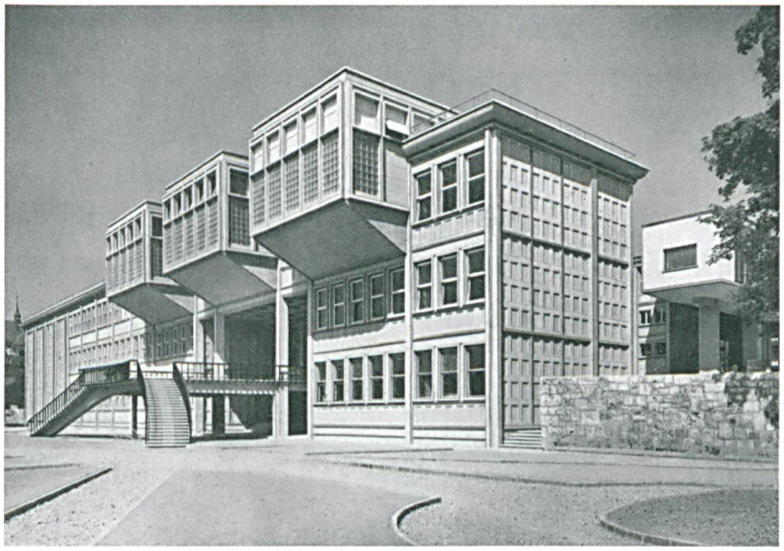


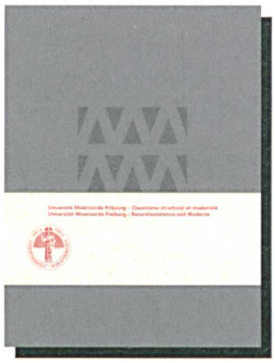
Seit 1990 steht das markante Betongebäude unter Denkmalschutz. Eine anlässlich der Einweihung erschienene, leider längst vergriffene Publikation bot einen vertieften Einblick in das monumentale Bauwerk. Das Freiburger Architekturforum hat sie zu seinem zehnjährigen Bestehen 2014 neu aufgelegt.

Das Faksimile der Festschrift von 1941 umfasst auf Französisch und mit zahlreichen historischen Bildern einen eingehenden Architekturbeschrieb, detaillierte Ausführungen zum Ingenieurwesen und ein Abbild der regionalen Industriekultur in Form zahlreicher Inserate. Wie Cyrill Haymoz im Vorwort erwähnt, hat die Baubroschüre, die die zahlreichen innovativen Ideen der damaligen Technik in ihren Anhängen abbildet, heute geradezu didaktischen Charakter. Französische und deutsche Texte von Christoph Allenspach, Eugen Brühwiler, Claude Castella, Verena Huber Nievergelt und Sébastien Radouan ergänzen die Festschrift, aktuelle Fotografien von Yves Eigenmann, Heinrich Helfenstein, Primula Bosshard, Jérôme Humbert und Dominique Marc Wehrli vervollständigen die Publikation.

Neu thematisiert werden die Einflüsse des Klassizisten Auguste Perret und des Avantgardisten Le Corbusier auf den Architekten Denis Honegger, der das damals vor allem aus konstruktiver Sicht moderne Gebäude zusammen mit Fernand Dumas konzipierte. Christoph Allenspach gibt einen tiefen architektonischen Einblick in die-

Buch **bestellen unter**:
http://bit.ly/uni-fribourg





Architekturforum Freiburg, Cyrill Haymoz (Hrsg.): **Universität Miséricorde Freiburg – Betonklassizismus und Moderne**. Sulgen: Niggli Verlag, Neuausgabe, 2014. 336 S., 390 Abb. und Pläne, f/d. 25.1 × 32.5 cm, Hardcover. Fr. 98.–, ISBN 978-3-7212-0905-1

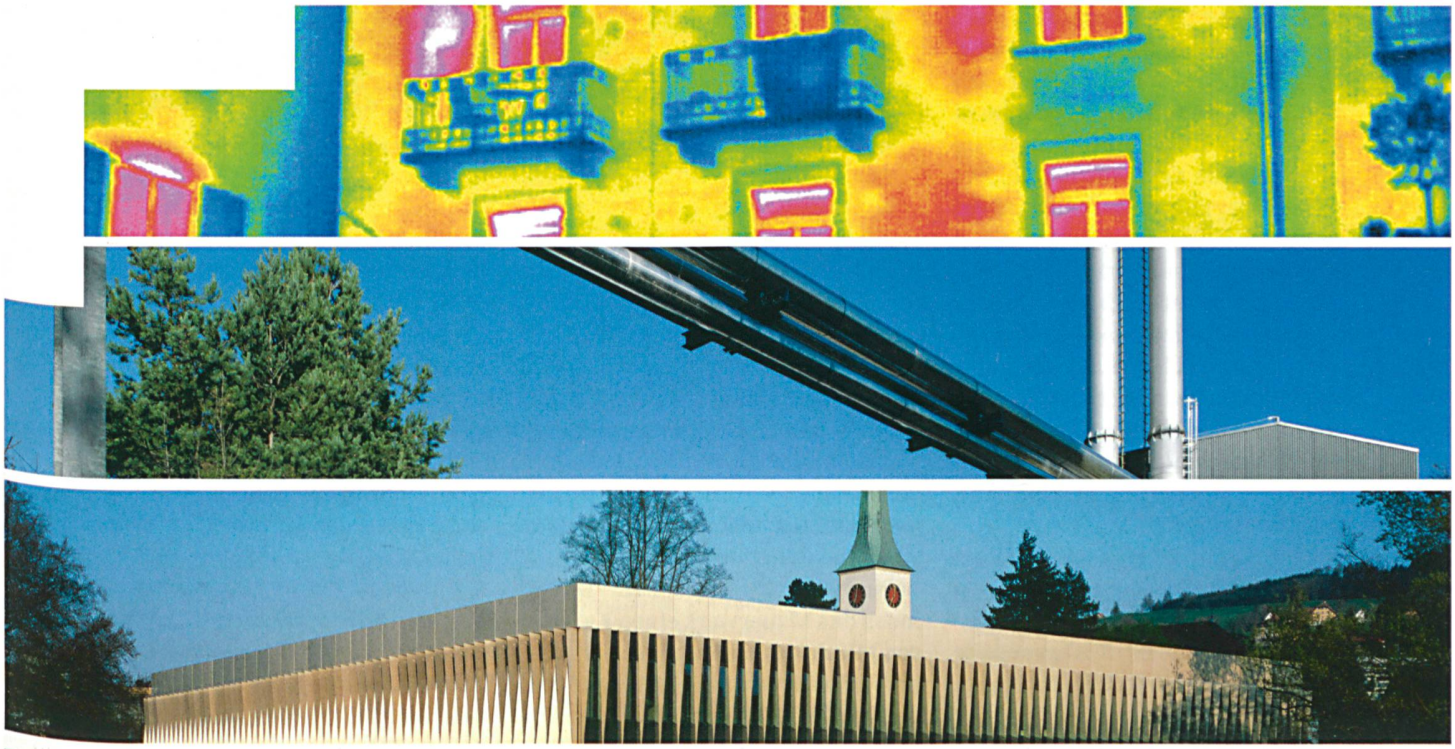
sen Sonderfall der Schweizer Architektur: «Der Versuch einer Synthese zwischen der Tektonik Perrets und der Volumetrie Le Corbusiers war zu einzigartig, um zu inspirieren.»

Der Reprint ist aber auch eine Würdigung der kühnen Ingenieurbaukunst sowie der Kreativität und des Pioniergeists im Ingenieurbetonbau in den 1940er-Jahre, personifiziert durch die beteiligten Ingenieure Alexandre Sarrasin, Henri Gicot, Beda Hefti und Jean Barras. Die technische Effizienz des Betonbaus mit seinen filigranen Betonskeletten zum Ausdruck bringend, klärt der Aufsatz von Eugen Brühwiler manche tragwerksspezifische Frage und zeigt auf, weshalb der Beitrag der vier Bauingenieure für diese Architektur so wesentlich war: Die Tragstruktur ist sichtbares Element der Architektur. •

Clementine Hegner-van Rooden,
Dipl. Bauing. ETH, Fachjournalistin BR und Korrespondentin TEC21,
clementine@vanrooden.com

eicher+pauli
Planer für Energie- und Gebäudetechnik

effizient+erneuerbar
... aus Erfahrung



Bern
bern@eicher-pauli.ch

Liestal
liestal@eicher-pauli.ch

Luzern
luzern@eicher-pauli.ch

Olten
olten@eicher-pauli.ch

Zürich
zuerich@eicher-pauli.ch
www.eicher-pauli.ch