

**Zeitschrift:** Tec21  
**Herausgeber:** Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein  
**Band:** 143 (2017)  
**Heft:** 7-8: Mein Haus ist mein Kraftwerk  
  
**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:** 12.01.2026

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

FELSSICHERUNG SAGENMATTSTRASSE LUZERN

## 60° geneigtes Watt an der Sagenmatt

In einem Hochhaus an einem Wattenmeer in der Schweiz leben und von Steinschlag und Felssturz bedroht sein – das ist speziell, aber möglich.

Text: Peter Seitz

**G**eschehen konnte einem obigen Szenario an der Sagenmattstrasse in Luzern. Der dortige, seit dem Zweiten Weltkrieg aufgelassene Steinbruch, in dem seit dem frühen 19. Jahrhundert Plattensandstein abgebaut wurde, war der grösste Steinbruch auf Luzerner Stadtgebiet. Heute stellt er ein Sicherheitsproblem für eine angrenzende Druckerei und ein 14-stöckiges Wohnhochhaus dar.

Der Fels entstand vor etwa 20 Millionen Jahren aus einem Wattenmeer. Eindrückliche Versteinerungen von Bewegungsspuren urzeitlicher Lebewesen, wie Wattwürmer und Herzseeigel, sowie fossile Fliegsstrukturen der ehemaligen Meeressohle zeugen heute noch von seiner Entstehungsgeschichte und sind an der Felswand gut zu erkennen. Aus diesem Grund ist die Felswand auch als Naturobjekt im Inventar von nationaler Bedeutung aufgeführt und wird auf geologischen Exkursionen gerne besucht. Die abgelagerten Schichten wurden im Zug der Alpenfaltung um etwa 60° aufgerichtet.

### Klüfte und Knicke

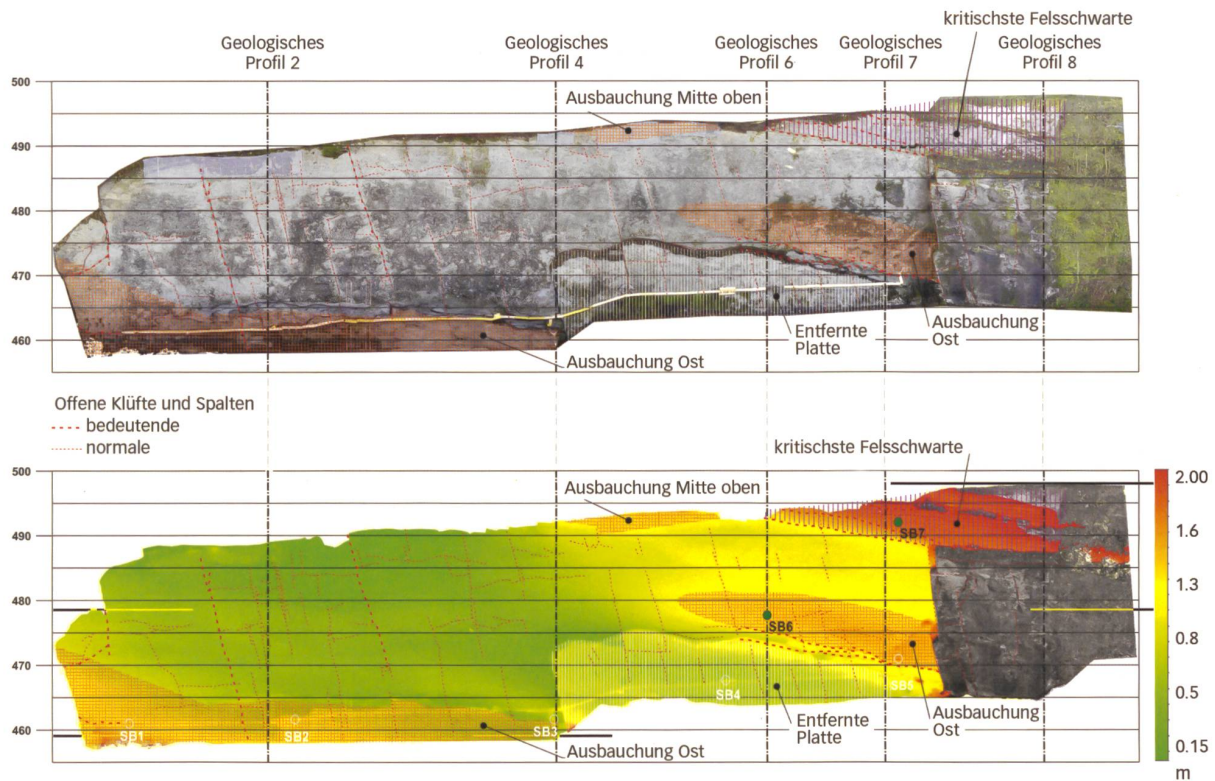
Die steile Neigung der Felsenschichten stellte an sich noch kein Sicherheitsproblem dar, da die Sandsteinbänke für sich genommen tragfähig sind. Auch die oberflächliche Verwitterung in der vorher stark überwucherten Flanke waren für die intensiven Massnahmen noch nicht ausschlaggebend. Prekär sind vor allem parallel zur Flanke verlaufende Klüfte und Spalten bis in etwa 10 m Tiefe, die bis zu 20 cm geöffnet sind. Diese sind teilweise offen, können aber auch mit Kluftsediment verfüllt sein. Eindringendes Wasser kann in derartigen Klüften zu einem

hohen Porenwasserdruck führen, der die Haftung der aneinander geneigten Sandsteinschichten zusätzlich verringern oder sogar aufheben kann. Im Bereich des Wandfusses führen ausserdem Knicke in den Sandsteinbänken zu einer weiteren Stabilitätsminderung. Diese entwi-

ckelten sich seit der Aufgabe des Steinbruchs. Durch das Eigengewicht des Fels kommt es nun zu einer Ausbauchung von oberflächennahen Sandsteinschichten in Teilen der Flanke. Man nehme einen Stapel Papier, knicke ihn im unteren Bereich, stelle diesen dann steil geneigt auf



Östlicher Teil der Felssicherung im ehemaligen Steinbruch Sagenmatt, dem grössten von ehemals 20 auf Luzerner Stadtgebiet. Die Museggmauer im Hintergrund und weitere Bauten Luzerns bestehen aus derartigem Plattensandstein. Die Rigi (ganz hinten) allerdings nicht. Sie baut sich vorwiegend aus Nagelfluh auf.



**Ansicht der Felswand (oben) und Differenzmodell.** Die Farben zeigen die Abstände zu einer parallel zur Flanke gedachten Ebene.

und drücke von oben. Diese Modellvorstellung kommt den Vorgängen an der Sagenmattstrasse schon sehr nahe.

Die Problematik der Knicke im unteren Bereich der Wand wurde in den 1970er-Jahren erstmals entdeckt. Bei einer früheren Gebäudeerweiterung der Druckerei im östlichen Teil des Steinbruchs wurde ein bereits bestehender Knick durch vorgebaute Betonscheiben stabilisiert. Dadurch wurde eine weitere Verformung der Felswand in diesem Bereich unterbunden. Oberhalb der Stützmauer jedoch bildeten sich neue Knicke.

## Alarm und Evakuierung

Seit dem Bau des Krienbachstollens, 1992, der unterirdisch die Parzelle des ehemaligen Steinbruchs quert, wird die Felswand überwacht. Angebrachte Extensometer und periodische Messungen zeigten innerhalb des Beobachtungszeitraums von etwa 20 Jahren eine Bewegung bis zu 7.5 mm, was etwa einem Drittel Millimeter im Jahresmittel ent-

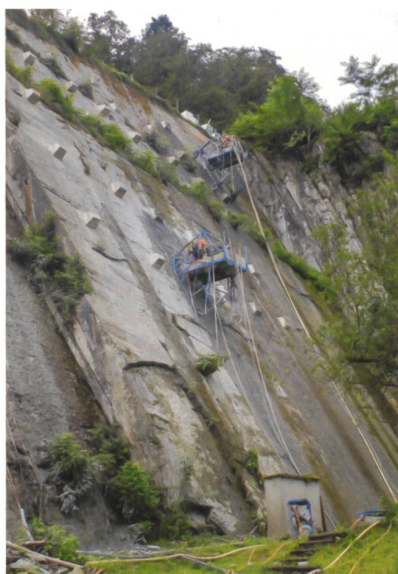
spricht. Anfang 2015 entschloss man sich, eine automatische Mess- und Warneinrichtung zu installieren, da ein spontaner Sprödbbruch des Fels nicht mehr auszuschliessen war. Diese löste am 19. Januar 2016 in der Nacht einen Alarm aus, woraufhin die Bewohner des Hochhauses evakuiert werden mussten. Knackgeräusche in der Wand liessen auf kritische Bewegungen schliessen. Glücklicherweise handelte es sich beim Missetäter nur um eine einzelne Felsplatte am Wandfuss im mittleren Teil des Steinbruchs, die daraufhin in einer Sofortmassnahme entfernt werden konnte.

Die Planungen und Vorarbeiten zu einer zukünftigen Felssicherung begannen schon vor dem Alarm. Im Herbst 2015 wurde die Felswand intensiv gerodet und mit Druckluft gesäubert. Das Konzept sah vor, den Tragwiderstand in den verformten Bereichen, vor allem an den Ausbauchungen und Knicken, zu erhöhen, um die Gefahr eines Felssturzes nach Abschluss der Massnahmen auf ein Restrisiko senken zu können. Auf eine umfangreiche Stützung in

Form eines kompletten Felswandverbau wurde wegen der Ausdehnung der Flanke – die Wand hat eine Höhe von 40 m und eine Breite von 185 m – verzichtet. Aufgrund der geologischen Besonderheit wäre ein solcher Stützbau auch kaum genehmigungsfähig gewesen. Eine Abflachung des Steinbruchs kam wegen der Parzellengrenze und der oberhalb davon liegenden Kanonenstrasse im Gutschwald ebensowenig in Frage.

## Anker, Rippen, Longarinen

In den ungestörten Abschnitten der Felswand dienen nun ungespannte, vorinjizierte Stabanker mit einbetonierten Köpfen und einer Länge von bis zu 15 m dazu, die einzelnen Sandsteinbänke zu einem Verbund zusammenzuführen. Der doppelte Korrosionsschutz der Anker gewährleistet die geplante Nutzungsdauer von 100 Jahren. Die brisanten Bereiche, in denen die Knicke und Ausbauchungen liegen, werden über eine verankerte Stützstruktur aus vertikalen Betonrippen und horizon-



**Hängende Bohrschlitten** zur Erstellung der Einzelanker.



**Gerüste** zur Erstellung der Rippen und Longarinen.



**Abgeschlossene Sanierung,** Blickrichtung West.

talenen Longarinen gehalten. Diese Betonelemente stützen sich nicht am Wandfuss ab. Ihr Eigengewicht wird mittels einbetonierter Schubnocken in ungestörte Bereiche des Gesteins eingeleitet.

Die Herstellung der 41 Betonrippen, die je eine Höhe von 12 m haben, und der Einbau der 530 Stabanker mit einer Gesamtlänge von knapp 7000 m waren nicht nur aufgrund der Dimensionen aufwendig. Da die gesamte Wand einsturzgefährdet war, galt es, den Bauablauf zur Optimierung der Sicherheit darauf abzustimmen.

Neben einer vollautomatischen Überwachung wurden die Arbeiten grundsätzlich von den sichereren zu den gefährlicheren Bereichen hin ausgeführt. Das Setzen der Felsanker erfolgte daher von oben nach unten. Wann an welcher Stelle gearbeitet werden konnte, entschied letztendlich der Geologe. In dieser ersten Phase wurden auch 75 Entwässerungsbohrungen in den Fels getrieben. Sie sollen zukünftig einen Aufbau von zu grossen Wasserdrücken in den Klüften verhindern.

Grösstenteils erfolgten die Bohrungen von hängenden Arbeitsplattformen aus, den sogenannten Bohrschlitten. Gerüste kamen für die Erstellung der Rippen und Longarinen zum Einsatz.

## Schonende Bohrung

Das Bohrverfahren musste auf die Fragilität der Wand abgestimmt sein. Zur Schonung der äusseren, empfindlichen Schichten kamen bei den ersten vier Metern erschütterungsfreie Kernbohrungen zum Einsatz. Für die verbleibenden Bohrmeter stellte man auf Imlochhammerbohrung um. Diese destruktive Methode hat den Vorteil, dass das Bohrgut mittels Druckluft aus dem Bohrloch geschafft wird. Spülungen, die in den Klüften zu einem Wassereintrag und damit zu einer Verschärfung des Stabilitätsproblems hätten führen können, wurden so vermieden.

Auch bei den Injektionen musste ein Ansammeln von Injektionsgut in den Klüften verhindert werden. Daher wurden die Anker drucklos injiziert und ein Verlaufen der Suspension wurde mit Gewebestrümpfen verhindert.

## Architektonisches Design

Auffallend sind die Anordnung der Anker und die Linienführung der Betonrippen. Damit die geologische Besonderheit der Felswand auch nach der Sanierung ansehnlich nachvollziehbar bleibt, wurde der Architekt Edi Imhof zugezogen. Die Verbauungen erhielten eine ge-

schwungenen Linienführung, wodurch die einzelnen Sedimentationschichten gut zur Geltung kommen.

Die Sanierung wurde vor Weihnachten 2016 abgeschlossen. Finanziert werden die Massnahmen alleine von der Bauherrschaft. Mit Beiträgen aus der öffentlichen Hand ist nicht zu rechnen, da der Steinbruch zwar rot eingezont, also als erhebliche Gefährdung, nicht jedoch als Naturgefahr eingestuft war. Geschaffen wurde er ja von Menschenhand. •

Peter Seitz, Redaktor Bauingenieurwesen



**Bauherrschaft**  
Allgemeine Baugenossenschaft Luzern (abl); Spize Immobilien, Kastanienbaum

**Geologie, Geotechnik, Alarmkonzept**  
Keller + Lorenz, Luzern

**Projektierung, Bauleitung**  
Basler & Hofmann, Esslingen  
Basler & Hofmann Innerschweiz, Luzern

**Unternehmung**  
Gasser Felstechnik, Lungern

**Architektur**  
Edi Imhof, Luzern

**Geodäsie**  
Trigonet, Luzern

## BUCHBESPRECHUNG

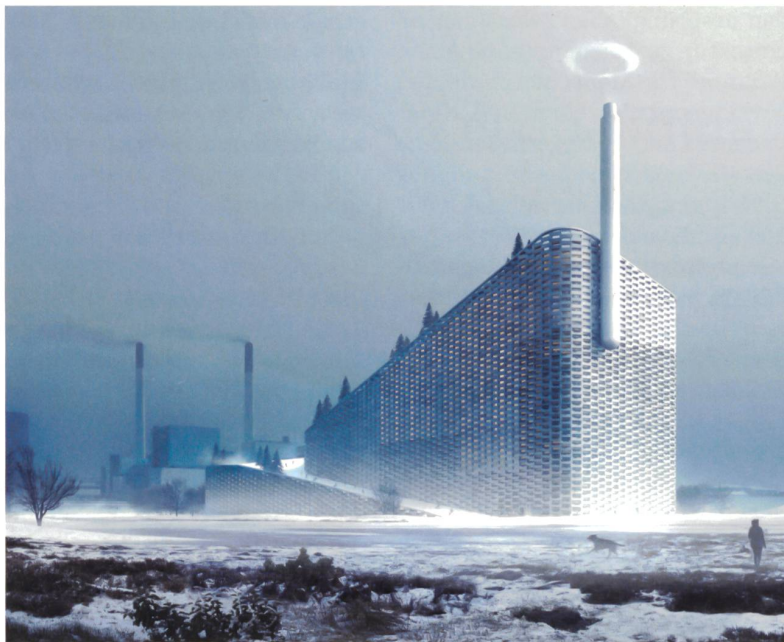
## Der Architekt und das Klima

Der Titel «Hot to Cold. An Odyssey of Architectural Adaptation» macht neugierig. Die Monografie zeigt, wie sich die Arbeiten des international tätigen dänischen Büros BIG mit verschiedenen Klimaszenarien auseinandersetzen. Das ist beeindruckend und autistisch zugleich.

Text: Katharina Marchal

**A**m Ende des Buchs lernt man, was ihm zu Anfang stand: eine Ausstellung mit dem gleichnamigen Titel «Hot to Cold. An Odyssey of Architectural Adaptation». Doch auf welche Reise wird der Besucher darin geschickt? Und wird ihm hier dargestellt, wie sich zeitgenössische Architektur an die jeweiligen klimatischen Bedingungen anpassen kann?

Das dänische Architekturbüro Bjarke Ingels Group stellt darin seine neusten Projekte vor und reiht sie nach dem Kriterium von der heissesten zur kältesten Klimazone aneinander. Nachdem die Ausstellung 2015 in der Grossen Halle des National Building Museum in Washington DC zu sehen war, wurde bei ihrer kürzlichen Neuauflage im DAM in Frankfurt nur eine kleinere Auswahl an Arbeiten präsentiert. Die 23 ausgestellten Projekte befanden sich



Die neue Müllverbrennungsanlage für Kopenhagen von BIG auf Amager, (Fassadenkonzept: Dr. Lüchinger + Meyer, Zürich). Auf dem Dach soll eine Skipiste entstehen, ein Kunstrasenteppich bildet den Untergrund für die Schneeeauflage – künstlich beschneit wird natürlich nicht.

Rendering: BIG & MVR



### STEIGER BAUCONTROL AG

Bauimmissionsüberwachung

6000 Luzern

Tel. 041 249 93 93

mail@baucontrol.ch

- Überwachung und Bewertung von Erschütterungen nach Norm SN 640 312a
- Messungen unabhängig von Bauleitung und Projektverfasser

[www.erschuetterung.ch](http://www.erschuetterung.ch)



mehrheitlich in Planung; realisierte Projekte wie etwa der Superkilen Urban Park in Dänemark (2006) oder der dänische Pavillon an der Expo 2010 in Shanghai waren mittels Filmen dokumentiert und wurden durch die Perspektive von Künstlern und Filmemachern in ein anderes Licht gerückt.

## Einmal um die ganze Welt

Bjarke Ingels ruft die Architekten dazu auf, sich wieder vermehrt auf den ursprünglichen Zweck von Architektur zu konzentrieren: einen Wohnort für Menschen in dessen jeweiligem kulturellem und klimatischem Kontext zu gestalten ohne Einsatz von Gebäudetechnik, die das Umweltverhalten beeinflusst. «Wir wollen prüfen, ob der bleibende physische Entwurf des Gebäudes wieder eine aktive Rolle spielen kann», stellt Bjarke Ingels in der Einleitung des zur Ausstellung erschienenen Katalogs sich selbst zur Aufgabe.

In diesem Sinne wollen wir überprüfen, ob sich dieser Anspruch an drei in der Ausstellung präsentierten Projekten manifestiert. Beginnen wir in der heissesten Klimazone der Ausstellungsliste: am persischen Golf, wo eines der ein-

flussreichsten Medienunternehmen der arabischen Welt zum Wettbewerb einlud, seinen Hauptsitz in Abu Dhabi zu gestalten. In einer Region, in der es praktisch nie regnet und in der die Hitze den Aufenthalt im Aussenraum erschwert, folgte BIG den Vorbildern der arabischen Kultur. Zwischen zwei turmartigen Gebäuden mit perforierten Fassaden, die sich an den arabischen Ornamenten orientieren, hängt ein gigantischer Baldachin. Die Beschattung minimiert die thermische Belastung und ermöglicht einen nutzbaren Aussenraum nach dem Vorbild der Basare. Eine stufenförmige Erweiterung zwischen den Türmen bietet gewissen Windschutz, Wasserspiele sorgen für Temperaturabsenkung und schaffen unter dem Baldachin ein Mikroklima. Zugleich ermöglicht die Gestaltung den Bezug zur regionalen Identität, im Gegensatz zum vorherrschenden globalisierten Stil der Hochhäuser in den Emiraten.

Auf der anderen Seite der Erdkugel verhandelt BIG derzeit über ein Projekt, das sich direkt mit der Klimaveränderung auseinandersetzt. Nach den verheerenden Folgen des Hurrikans Sandy 2012 beschloss der Staat New York, die Insel Manhattan in Zukunft besser zu schützen. Das Department of Housing and Urban Development schrieb hierfür einen Wettbewerb aus. BIG schlug mehrere Konzepte für den Hochwasserschutz vor: die Gestaltung des Aufenthaltsbereichs im Austausch mit den Bewohnern der einzelnen Quartiere, ein fortlaufendes verändertes Element in Zusammenarbeit mit Künstlern oder die Planung einer Landschaftsintervention in der Mitte des West Side Highway. Die grundlegende Idee des Projekts «Dry Line»: ein urbanes Chamäleon, das sich verschiedenen Bedingungen, Landschaften, Stadtvierteln und Problemen anpasst. Die Uferpromenaden werden für die Besucher lebendiger und erlebbarer, die urbane Gestaltungen steht jedoch primär im Dienste des Hochwasserschutzes.

Am Ende der Projekt-Temperatur-Skala steht ein Wettbewerbsbeitrag, der den überschwänglichen Gestaltungswillen und Einfallsreichtum des Büros widerspiegelt.

Kopenhagen baut die sauberste Müllverbrennungsanlage der Welt, nicht ausserhalb, sondern im Herzen der Stadt, neben dem Yachthafen. Da das 90 m hohe Gebäude sich ausschliesslich auf seine inneren Funktionen konzentriert, haben ihm BIG einen zusätzlichen Nutzen verliehen. «Wir haben vielleicht keine Berge, dafür aber Müllberge», stellt Ingels ironisch fest und schlägt vor, die Dachfläche des Gebäudes in eine 400 m lange Skipiste zu verwandeln. Der Rauch aus dem Schornstein enthält viel weniger Schadstoffe als herkömmliche Anlagen und fungiert im Sinn der Architekten als Symbolträger für die CO<sub>2</sub>-Debatte. Die Emission von einer Tonne CO<sub>2</sub> soll in Form eines Rauchrings (vgl. Abb. S. 15) an den Himmel gemalt werden, um dadurch der Bevölkerung das «Unsichtbare» zu veranschaulichen und zur Diskussion anzuregen.

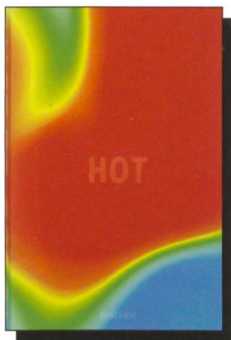
## Und das Miteinander?

Während die Projekte die Wände des Oberlichtsaals tapezierten, standen die Modelle ergänzend, doch nicht erklärend daneben. Die Filme verfolgte man bequem in Sesseln, die nach dem Vorbild von Fritz Hansen für den Wohnturm VIA West 57 in New York entworfen wurden. Die farbigen Umrandungen der Projekttafeln trugen dazu bei, den Aufbau nach Klimazonen besser nachvollziehen zu können. Sie waren eine Art Leitfaden durch die Ausstellung, inhaltlich wirft diese Gestaltung aber einige Fragen auf.

Das Buch folgt der Ausstellung in Aufbau, Inhalt und Gestaltung. Darüber hinaus enthält es bislang unveröffentlichte Essays von Bjarke Ingels.

BIGs Architektur brilliert durch spektakuläre Formen und dynamische Gesten, gepaart mit einer jungen, fröhlichen Farbigkeit. Die Bauprojekte sind Unikate, stehen aber oft etwas isoliert und ohne Anspruch einer städtebaulichen Integration. Der soziale und ökologische Anspruch der Bjarke Ingels Group ist hingegen beeindruckend. •

Katharina Marchal, Architektin und Fachjournalistin, k.marchal@intergga.ch



**Hot to Cold. An Odyssey of Architectural Adaptation.** Hrsg.: Bjarke Ingels Group. Verlag Taschen, Köln, 2015, 712 S., Englisch (mit Essay auf Deutsch), 16.3 × 25 cm, Fr. 39.90, ISBN 978-3-8365-5739-9



**BÜCHER BESTELLEN**  
Schicken Sie Ihre Bestellung an  
leserservice@tec21.ch. Für Porto  
und Verpackung werden pauschal  
Fr. 8.50 in Rechnung gestellt.

## Schweizerische Baurechtstagung

Prof. Dr. Stöckli als Veranstalter der Tagung an der Universität Freiburg, 16 weitere renommierte Juristen und ein Wirtschaftswissenschaftler boten den über 1000 Teilnehmenden an zwei Terminen im Januar Einblicke in rechtlich relevante Themenbereiche des Bauens.

Neben vier Plenarvorträgen, einer freien Diskussion zum Vertrags- und Vergaberecht und einer Vorabendtagung zu den SIA-Ordnungen 102 und 103 standen acht Wahlvorträge zur Auswahl. Letztere lassen den Schluss zu, dass die Frage der Haftung für Juristen eine immergrüne Wiese darstellt.

Wer haftet, wenn fehlerhafte Pläne dem Unternehmer übergeben werden? Inwieweit muss der Unternehmer die Fehler erkennen, anzeigen und abmahnen?

Noch komplexer wird es, wenn ein Generalunternehmervertrag abgeschlossen wurde, der die Aufgabenverteilung nicht eindeutig regelt.

Das Strafrecht kommt bei einer Garantenstellung einer Vertragspartei zur Geltung. Nicht nur aktives Handeln, sondern auch pflichtwidrige Unterlassung kann Konsequenzen nach sich ziehen.

Mängelhaftung im Stockwerkeigentum und Ersatzvornahme von geschuldeten Leistungen sind nicht ohne Weiteres durchsetzbar. Für Letztere braucht es meist eine richterliche Bewilligung, was beträchtliche Auswirkungen auf die Termine haben kann.

Die Termine durcheinander bringt auf jeden Fall ein Verzug von Leistungen. Dass hierbei einige Fallen lauern, überrascht nicht.

Ob die Instrumentarien der Behörden zur Baulandmobilisierung ausreichend sind, um eine Verdichtung der Bauzonen zu erreichen, wird sich erst im Laufe der Jahre zeigen.

Bauen ohne Baubewilligung wird bei dichter Bebauung jedenfalls nicht einfacher werden.

Ob mit oder ohne Bewilligung – geplant wird immer mehr mit BIM, was ebenfalls rechtliche Fragen aufwirft. • (ps)








Die Vorträge finden Sie online unter [unifr.ch/ius/baurecht](http://unifr.ch/ius/baurecht)

## Korrigendum

Im Artikel «Wie fühlen wir uns in der Architektur?» in TEC21 5-6/2017 waren die Architekten eines Wohnbaus am Zwicky-Areal Dübendorf falsch angegeben. Korrekt handelt es sich um das Büro Schneider Studer Primas. Wir bitten, den Fehler zu entschuldigen. • (hs)

# 5 gute Gründe für einen Hausanschluss von Swisscom.

Intelligent bauen für die Zukunft beginnt heute.  
Setzen Sie auf die Nummer 1 für Ihren Hausanschluss.

-  **Zukunftssicher**
-  **Kostenlos\***
-  **Wahlfreiheit**
-  **Bewährt**
-  **Alles aus einer Hand.**

[swisscom.ch/hausanschluss](http://swisscom.ch/hausanschluss)



**swisscom**

\* Die Kosten für den Anschluss bis zur Parzellengrenze Ihrer Liegenschaft übernimmt Swisscom vollständig. Es entstehen keine Anschlussgebühren.