

Zeitschrift: Tec21
Herausgeber: Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein
Band: 139 (2013)
Heft: 11: Mitmischen

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: 20.01.2026

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

DISKRETER WÄRMESCHUTZ MIT AEROGEL

Die energetische Sanierung des Gebäudebestands ist wesentlich für die Energiewende. Insbesondere die Dämmung der Fassaden steht aber oft im Konflikt mit dem Erscheinungsbild des Gebäudes. Das Verkleiden aller bestehenden Bauten mit einer dicken Dämmsschicht wird denn auch als Kulturverschwendug bezeichnet (vgl. TEC21 2008/45). Eine Alternative sind Aerogel-Dämmmatteen, die mit nur 2 cm Dicke die Voraussetzung für ein Null-Heizenergiehaus schaffen.

Viele Gebäude aus den Jahren 1900 bis ca. 1960, die traditionell mit Backsteinmauern gebaut sind, weisen U-Werte der unsanierten Fassaden von über 1 W/m²K auf und sind sowohl energetisch als auch aus Sicht der Behaglichkeit unbefriedigend. Zudem besteht eine erhebliche Gefahr von Schimmelbildung, insbesondere wenn die Fenster ersetzt werden.

Am Beispiel seines Einfamilienhauses in der Stadt Zürich (Abb. 01) zeigt der Autor, wie ein solches Objekt energetisch saniert werden kann, ohne sein Aussehen zu verändern. Das Gebäude aus dem Jahr 1932 ist einseitig angebaut und zudem Teil einer ganzen Siedlung gleichartiger Häuser.

ETAPPENWEISE SANIERUNG

Die Sanierung wurde etappenweise umgesetzt. Dies erleichtert die Finanzierbarkeit und hat steuertechnische Vorteile. Als erster Sanierungsschritt wurde 1998 der Dachstock ausgebaut und gedämmmt. Kurze Zeit später wurden die Fenster erneuert. Der alte Ölheizkessel wurde 2002 gegen einen kondensierenden Gas-Wandkessel ausgetauscht und der Tankraum zu einem Gästezimmer umgebaut. 2008 wurde eine Lukarne mit einer zweiten Nasszelle erstellt. Gleichzeitig wurde die alte Thermosyphon-Zirkulationsanlage stillgelegt und durch eine neue Stichleitung ersetzt. Der Brennstoffverbrauch pro Jahr konnte so von knapp 4000 l Heizöl auf noch 2200 m³ Erdgas fast halbiert werden, und das bei einer um 32% grösseren Energiebezugsfläche.

2011 stand die äussere Dämmung der Fassaden auf dem Programm. Eine konventionelle Innendämmung kam nicht in Frage, da dies die Räume verkleinert hätte und fast der gan-



01 Optisch ist zwischen der sanierten, vorderen Doppel-Einfamilienhaushälfte fast keine Unterschied auszumachen gegenüber der hinteren unsanierten Hälfte. (Fotos: Autor)

ze Innenausbau hätte saniert werden müssen. Zudem wäre dies bauphysikalisch nachteilig, und das Haus verlöre einen grossen Teil seiner thermisch aktivierbaren Baumasse.

VORN AEROGEL-DÄMMUNG

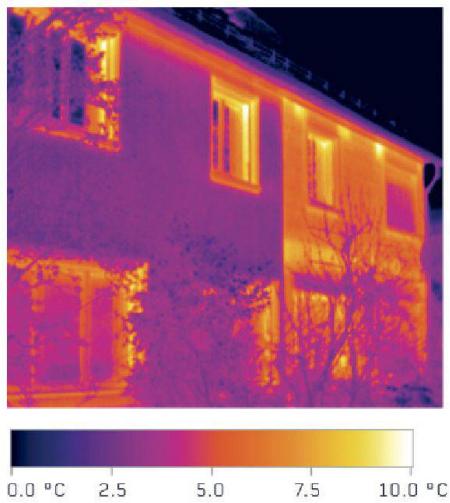
Es sollte daher eine äussere und möglichst unsichtbare Wärmedämmung angebracht werden. Mit Aerogel-Dämmmatteen und einem neuen Putzsystem liess sich diese Anforderung erfüllen.¹ Sie wurde auf den beiden Vorderfassaden (Ost- und Südseite) angewendet, die im Gegensatz zur von der Strasse abgewandten Westfassade Fenstergewände aus Kunststein aufweisen. Die rückseitige Fassade hingegen wurde konventionell gedämmmt.

An den beiden Vorderfassaden standen die Gewände ca. 1 cm gegenüber dem äusseren Kratzputz vor. Um Platz für die neue, 2 cm dicke Dämmung zu erhalten, wurde zuerst der alte, ca. 1.5 cm dicke Putz abgeschlagen. Danach wurde mit einem Klebemörtel zuerst eine Lage Dämmmatteen, dann versetzt die zweite Lage aufgebracht. Diese Dämmmatteen wurden mit neu entwickelten Kunststoffdübeln fixiert (Abb. 04). Mit einem Kunststoffnagel in den hohlen Dübel konnte dann auch das Netz fixiert werden, das als Putzträger dient. Anschliessend wurde mit einer ca. 1 cm dicken Putzschicht die Grundlage für den Deckputz geschaffen. In diesem Fall wurde wieder ein Kratzputz aufgebracht,

der wie der originale Putz mit Kies angereichert wurde. Insgesamt ergibt sich ein neuer Aufbau von ca. 3.5 cm. Damit steht der neue Putz nun ca. 1 cm gegenüber den Gewänden vor. Dort wurde eine Anfasung erstellt. Insgesamt ergibt dies ein sehr sauber gelöstes Detail. Nur von Nahem und bei genauem Hinsehen lässt sich ein Unterschied zum ursprünglichen Zustand erkennen (Abb. 01).

Gestrichen wurde die Fassade mit diffusionsoffener Mineralfarbe. In Verbindung mit der recht dicken mineralischen Putzschicht kann so eine Wasserfilmbildung in klaren Nächten verhindert werden, da das Tauwasser in den Putz diffundiert. Damit soll ohne problematische Algizide eine Algenbildung an der Fassade langfristig verhindert werden.

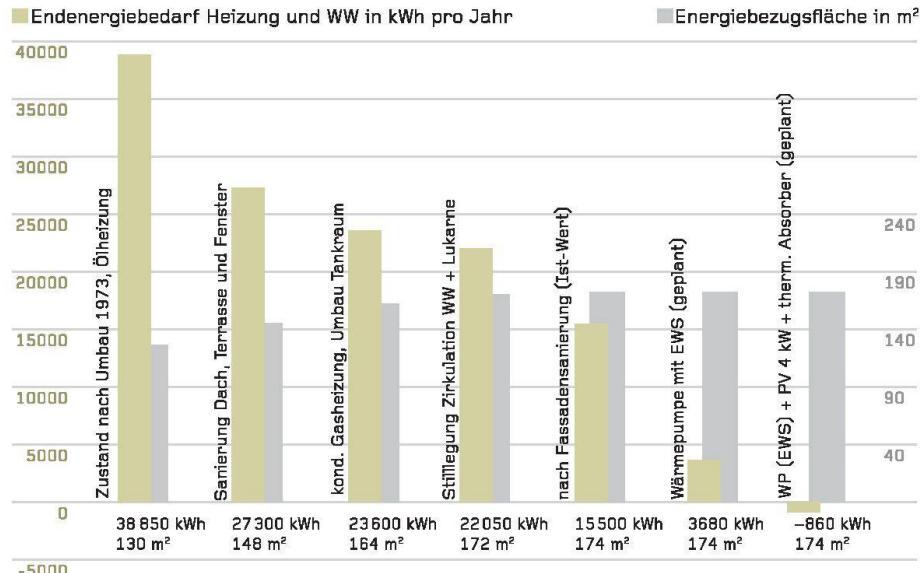
Die Gewände um die Fenster bleiben jedoch eine Wärmebrücke im Vergleich zur nun wesentlich besser gedämmten Fassade (Abb. 02). Diese erreicht neu einen U-Wert von ca. 0.42 W/m²K gegenüber ca. 1.1 W/m²K vorher. Da bisher keine Probleme auftraten, ist anzunehmen, dass diese Schwachstelle auch künftig zu keinen Schäden führen wird. Auch eine Thermografie der sanierten Fassade zeigt, dass gegenüber der unsanierten Fassade des Nachbarhauses eine deutliche Verbesserung erreicht werden konnte. Die Kunststoffdübel zeichnen sich unter dem Putz nicht ab, haben also keine Wärmebrückeneffekte.



02 Erst die Thermografie zeigt deutlich den Unterschied zwischen der vorderen sanierten und der hinteren unsanierten Doppelhaushälfte.

HINTEN HOCHLEISTUNGS-DÄMMPLATTEN

Die rückseitige Westfassade wurde konventionell als Kompaktfassade gedämmt, jedoch mit Sandwichplatten mit hochverdichtetem Kern, die mit nur 10 cm Dicke einen U-Wert der Fassade von 0.2 W/m²K ermöglichen. Damit werden die eher kleinen Fenster nicht zu Schiessscharten. Zudem hätte auch der sehr knappe Dachüberstand keine grössere Dämmstärke zugelassen. Hier mussten die alten Fensterbänke abgesägt und durch Alu-Fensterbänke ersetzt werden. Die Fensterlaibungen wurden mit



03 Entwicklung von Endenergiebedarf für Heizung und Warmwasser sowie Energiebezugsfläche nach den einzelnen Schritten der etappenweisen Sanierung. (Grafiken: Autor)

einer Lage Aerogel-Matten gedämmt. Insgesamt haben diese Mehrarbeiten, die auf den Vorderfassaden nicht ausgeführt werden mussten, den Preisvorteil der Sandwichplatten gegenüber den Aerogel-Matten wettgemacht. Als Vorteil dieser Variante bleibt der bessere U-Wert der Rückfassade.

Die Verschalung der Dachuntersicht wurde abgebrochen und nach Dämmung des obersten Teils der Fassade wieder neu erstellt. So konnte eine mit Thermografie erkannte Wärmebrücke eliminiert werden (Abb. 02). Rings um das Haus wurde ein ca. 0.6 m tiefer Graben erstellt, um eine 10 cm dicke und ca. 1 m hohe Perimeterdämmung erstellen zu können, deren oberer Rand als Kante des Gebäudesockels ausgebildet wurde. Dies verursachte einen erheblichen Aufwand für Wiederherstellung von Plattenbelägen bei Sitzplatz und Eingang.

KOSTENANALYSE

Die Auswertung der Baukosten für die Fassadensanierung zeigt, dass der wesentliche Anteil durch die Arbeitsstunden und nicht durch das Material verursacht wird. Waren die Aerogel-Matten halb so teuer, so würden nicht einmal 10% der Gesamtkosten gespart. Die Summe aller notwendigen Arbeiten (bis hin zum Ausbau und zur Wiedermontage von Fenstergittern) hingegen ergibt eine stolze Summe, die über die Energieeinsparung nicht amortisiert werden kann.

In einem nächsten Schritt sollen eine kombinierte Solaranlage (PV und thermischer Absorber) sowie eine Wärmepumpe mit Erdwärmesonde (EWS) genügend Umweltenergie liefern, um das Haus in der Bilanz mindestens zu einem Null-Heizenergiehaus werden zu lassen (Abb. 03). Das entspricht der Zielsetzung der 2000-Watt- und der 1-t-CO₂-Gesellschaft.

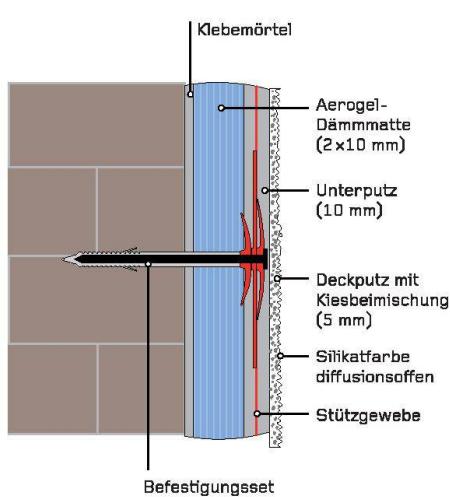
Anstatt über Sinn und Unsinn von dicker Wärmedämmung zu diskutieren (ohne Wärmedämmung geht es nicht!), sollte die Anwendung neuer Materialien und innovativer Konzepte gefördert werden. Da diese Lösung aber nicht allseitig die heute geforderten U-Werte erreicht (der Wärmedämm-Systemnachweis für Umbauten kann aber erbracht werden), konnten keine Subventionen erhalten werden.

Alle Sanierungs- und Ausbauschritte haben aus diesem vor 80 Jahren als einfach gebauten Haus ein in jeder Hinsicht komfortables, neuwertiges Einfamilienhaus werden lassen. So wird nicht nur der Energieverschwendungsgehalt geboten, auch eine Kulturverschwendungsfindet nicht statt.

Markus Hubbuch, Prof. am Institut für Facility Management der ZHAW, Wädenswil, markus.hubbuch@zhaw.ch

Anmerkung

1 Auf Aerogelen basiert auch ein Dämmputz, der seit Anfang Jahr auf dem Markt ist (vgl. S. 33).



04 Prinzipschema der Aussendämmung mit Aerogel-Matten.

BÜNDNER ANSICHTEN



01 Mystisch: Caplutta Sogn Benedetg (Peter Zumthor), Somvix, 1988. (Foto: Hans Danuser)

Malerische Landschaften, einsame Berghütten oder filigrane Brückenkonstruktionen: Bilder aus 150 Jahren Architekturfotografie im Kanton Graubünden zeigt die Ausstellung «Ansichtssache» im Bündner Kunstmuseum Chur. Zur Schau ist ein Katalog erschienen.

(nc) Graubünden ist reich an Architektur und Landschaft. Die Baukultur ist vielfältig, deshalb haben die Ausstellungsmacher den Begriff weit gefasst: Obwohl von 150 Jahren Architekturfotografie die Rede ist, zeigen die Fotos nicht nur Werke von Architekten, sondern sämtliche Baugattungen, einschliesslich der Ingenieurskunst.

Die Ausstellung gliedert sich in einen Teil mit historischen Aufnahmen ab 1860 und einen mit zeitgenössischen Fotografien, darunter Aufnahmen von Lucia Degonda, Heinrich Helfenstein, Hélène Binet oder Hans Danuser. Letzterer beeindruckt mit seinen Aussenaufnahmen der Caplutta Sogn Benedetg von Peter Zumthor oberhalb Somvix (1988). Geheimnisvoll und melancholisch wirken die zwei Fotografien, die eine in Nebel gehüllte Kapelle zeigen.

HISTORISCHES PANORAMA

Die Exponate zeigen in ihrer Gesamtheit, wie sich Graubünden verändert hat. In den Moti-

ven kommt die Zeitgeschichte zum Ausdruck. Mit dem Ausbau der verkehrstechnischen Anlagen in der Zwischenkriegszeit kommen Brücken, Viadukte oder Bahnhofsgebäude in den Vordergrund. Ein Beispiel sind die Aufnahmen der Salginatobelbrücke von Robert Maillart, die sich 1929–1930 noch im Bau befindet, festgehalten von Domenic Mischol und N. Löscher.

Bahn und Strassen brachten Touristen, in den Fokus der Fotografie rücken Hotels, Kurhäuser und Landschaftsaufnahmen, die Graubünden als Kurort anpreisen. Die Fotografien zeigen die Objekte in ihrer gebauten Umwelt. Sie und die Natur spielen eine ebenso grosse Rolle wie das Bauwerk selbst und tragen zum Gesamteindruck bei. Auch heutige Fotografen nutzen die Wirkung der Landschaft, zoomen aber auch näher heran und zeigen Details.

ANSICHTSSACHE

Der Ausstellungstitel räumt es ein: Architekturfotos sind «Ansichtssache». Sie zeigen eine subjektive Sicht auf die Bauten. Wie stark sich diese unterscheiden, verdeutlichen Aufnahmen der St.-Nepomuk-Kapelle in Oberrealta, die sechs Fotografen für den Ausstellungskatalog gemacht haben.

Was die Sichtweise geprägt hat, erschliesst sich aus den Biografien der Fotografen im Ausstellungskatalog. Rudolf Anton Reinhardt

(1866–1919), der beispielsweise durch Aufnahmen der Albulastrasse für die Rhätische Bahn bekannt wurde und dessen Bilder als Postkarten die Bündner Bauwerke rund um die Welt trugen, liess sich von der Bahntechnik begeistern. Exemplarisch seine Aufnahmen der eingerüsteten Gründjetobelbrücke: Reinhardt positionierte den Bogen im oberen Bilddritt in Untersicht, unter ihm öffnet sich das Tobel, in dem Baumstämme wie Streichhölzer liegen.

Der illustrierte Katalog enthält die Geschichte der Architekturfotografie in Graubünden und Texte über die spezifische Sicht von Architekten, Ingenieuren und Fotografen.

GRAUBÜNDEN DIGITAL

Auch das bewegte Bild ist ein Thema. Die Ausstellung zeigt mehrere Architekturfilme der Televisiun Rumantscha, darunter «Lieu, funcziun e fuorma», ein Doppelporträt über Peter Zumthor und Gion A. Caminada von Christoph Schaub, und «Ehre dem Stein. Die Viadukte der Rhätischen Bahn» aus der Kurzfilmreihe «Die Schweiz bauen», die das Schweizer Fernsehen in Zusammenarbeit mit dem SIA realisiert hat.

Das Bündner Kunstmuseum hat 2010 die Plattform «Fotoszene Graubünden» lanciert. Eine Website, Publikationen und Ausstellungen dokumentieren und reflektieren das fotografische Schaffen in und aus Graubünden. Institutionen und private Sammler können unter www.mediathek-graubuenden.ch digitale Fotografien, Ton- oder Filmaufnahmen der Öffentlichkeit zugänglich machen. Ziel ist, allen einen einfachen Zugriff auf das audiovisuelle Gedächtnis zu ermöglichen. Hinter dem Projekt steht der Verein Cronica.

AUSSTELLUNG

Bis 12. Mai 2013 im Bündner Kunstmuseum Chur, Postplatz, 7000 Chur.

Di–So 10–17 Uhr, Do 10–20 Uhr

Weitere Infos: www.buendner-kunstmuseum.ch

KATALOG BESTELLEN

Stephan Kunz, Köbi Ganterbein (Hrsg.): Ansichtssache. 150 Jahre Architekturfotografie in Graubünden. Verlag Scheidegger & Spiess, Zürich, 2013. 384 Seiten, 117 farbige und 136 schwarzweisse Abbildungen. 17,5 × 26 cm. ISBN: 978-3-85881-368-8. Fr. 58.–

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

WICHTIGER ENTSCHEID ZUM RESTWASSER

Die Kantone wären gesetzlich verpflichtet gewesen, in Bächen und Flüssen bis Ende 2012 für genügend Restwasser zu sorgen. Mit der Umsetzung sind jedoch mehrere Kantone in Verzug. Nun hat das Bundesgericht einen wegweisenden Entscheid gefällt und offene Fragen geklärt.

Die Forderung nach angemessenen Restwassermengen, die aus ökologischen Gründen in den Gewässern belassen werden müssen, ist seit 1975 in der Bundesverfassung verankert. Doch erst mit dem 1992 in Kraft getretenen Bundesgesetz über den Schutz der Gewässer (GSchG) wurden detaillierte Bestimmungen für die Restwassermengen bei neuen Wasserfassungen erlassen. Für bestehende Wasserfassungen wurde eine Sanierungspflicht festgelegt (vgl. Kasten).

Die bereits einmal um fünf Jahre verlängerte Frist für die Restwassersanierung ist Ende 2012 abgelaufen; in mehreren Kantonen harzt es jedoch mit dem Vollzug. Das Parlament hat es den Kantonen aber auch nicht leicht gemacht, als es seinerzeit festlegte, dass durch Wasserentnahmen wesentlich beeinflusste Fließgewässer in dem Umfang saniert werden müssen, wie dies ohne Entschädigung möglich ist.

BUNDESGERICHT ENTSCHEIDET

Im November 2012 fällt das Bundesgericht diesbezüglich einen wegweisenden Entscheid.¹ Es hatte die vom Kanton Graubünden angeordneten Sanierungsmassnahmen bei den Misoxer Kraftwerken zu beurteilen. Das Unternehmen nutzt zur Erzeugung elektrischer Energie zehn Wasserentnahmen im Misox und Calancatal. Aufgrund des ökologischen Aufwertungspotenzials betrachtete man lediglich vier Wasserfassungen, wobei nach dem Willen der Bündner Kantonsregierung schliesslich nur eine hätte saniert werden sollen. Prioritäten zu setzen ist gemäss Bundesgericht zulässig. Die Beschränkung auf nur eine Wasserfassung beanstandete es hingegen, zumal die vorgeschlagene Sanierung ökologisch nur wenig brächte und andere Sanierungsvarianten bei ähnlichen Produktionseinbussen einen höheren ökologischen Nutzen aufweisen würden. Die Behörden hätten damit nicht sämtliche Möglich-

keiten ausgeschöpft, was jedoch ihre Pflicht gewesen wäre.

KEINE INTERESSENABWÄGUNG

Darin zeigt sich eine spezielle Schwierigkeit bei der Anwendung der Bestimmung zur Restwassersanierung nach Art. 80 Abs. 1 GSchG. Wie Enrico Riva, Rechtsprofessor an der Universität Basel, in einer eigens dem Thema gewidmeten Publikation schreibt, sind Sanierungsmassnahmen nämlich bis genau an die Grenze der Entschädigungspflicht anzuordnen.² Eine Interessenabwägung ist dabei nicht möglich. Laut Bundesgericht haben die Regierung und das Verwaltungsgericht des Kantons Graubünden dies jedoch getan, als sie den ökologischen Verbesserungen nicht nur die wirtschaftlichen Einbussen des Kraftwerks, sondern auch energie- und regionalpolitische Ziele gegenüberstellten.

Den Knackpunkt aus rechtlicher Sicht stellt zweifellos die Beurteilung der wirtschaftlichen Tragbarkeit dar. Sanierungen dürfen die Substanz bestehender, wohlerworbener Rechte nicht schmälern; Konzessionen zur Nutzung der Wasserkräfte zählen zu diesen Rechten. Der Wert rechtmässig getätigter Investitionen ist zu wahren. Das Bundesgericht führt in seinem Entscheid konkrete Zahlen an. So sind selbst bei relativ ungünstigen betrieblichen Verhältnissen Produktions- bzw. Erlöseinbussen von 1 bis 2% noch zumutbar; bei durchschnittlichen Verhältnissen sind solche bis zu 5% zu erwägen, und bei sehr guter Ertragslage und abgeschriebenen Anlagen können es auch mehr sein. Und weil Letzteres auf die Misoxer Kraftwerke zutrifft, erachtet das Bundesgericht die vorgeschlagenen Massnahmen als ungenügend.

SPIELRAUM FÜR DIE GERICHTE

Im Kanton Graubünden, wo man mit weiteren Restwassersanierungen wegen des laufenden Verfahrens zugewartet hat, ist man nicht erfreut. Der Bündner Regierungsrat Mario Cavigelli will laut Medienberichten vom Departement von Doris Leuthard Klarheit haben über die Prioritätssetzung zwischen Ökologie und Elektrizitätsproduktion. Die Umweltorganisationen hingegen fühlen sich in ihren Anliegen bestätigt. Auch alt Bundesgerichtspräsident Giusep Nay verteidigte den Entscheid aus Lausanne. In einem Artikel in der

NZZ³ liess er den Vorwurf nicht gelten, das Bundesgericht mische sich in die Energiepolitik ein. Es habe lediglich das Gewässerschutzgesetz angewendet. Und dieses belasse den Gerichten ausdrücklich einen grossen Spielraum bezüglich dem notwendigen Gewässerschutz und der Zumutbarkeit von Einschränkungen bei der Wasserkraft. Das Parlament habe es aber in der Hand, den Spielraum künftig einzugrenzen, wenn es dies für notwendig erachte.

Lukas Denzler, dipl. Forst-Ing. ETH / Journalist, lukas.denzler@bluewin.ch

Anmerkungen

1 Bundesgerichtentscheid 1C_262/2011 zur Restwassersanierung der Misoxer Kraftwerke vom 15. November 2012.

2 Enrico Riva: Wohlerworbene Rechte – Eigentum – Vertrauen. Dogmatische Grundlagen und Anwendung auf die Restwassersanierungen nach Art. 80 des eidgenössischen Gewässerschutzgesetzes, Stämpfli Verlag AG Bern, 2007.

3 Giusep Nay: Keine Demokratie ohne Rechtsstaat, NZZ vom 7. Dezember 2012.

4 Bundesamt für Umwelt: Restwassersanierung – Stand in den Kantonen, 2012.

HARZIGE RESTWASSERSANIERUNG

Das Bundesamt für Umwelt (Bafu) führte 2011 bei den Kantonen eine Umfrage zum aktuellen Stand der Sanierungen durch und veröffentlichte die Ergebnisse im Februar 2012. Demnach sind von den 817 Wasserentnahmen, die die Kantone als sanierungspflichtig eingestuft haben, nur 306 (37%) saniert. 13 Kantone – unter ihnen die Wasserkraftkantone Wallis, Graubünden, Bern und Glarus – räumten ein, dass sie die Sanierungsfrist bis Ende 2012 voraussichtlich nicht einhalten können.

DER WORTLAUT IM GEWÄSSERSCHUTZGESETZ

Art. 80 Abs. 1 Wird ein Fließgewässer durch Wasserentnahmen wesentlich beeinflusst, so muss es unterhalb der Entnahmestellen nach den Anordnungen der Behörde so weit saniert werden, als dies ohne entschädigungsbegründende Eingriffe in bestehende Wassernutzungsrechte möglich ist.

Art. 80 Abs. 2 Die Behörde ordnet weitergehende Sanierungsmassnahmen an, wenn es sich um Fließgewässer in Landschaften und Lebensräumen handelt, die in nationalen oder kantonalen Inventaren aufgeführt sind, oder wenn dies andere überwiegende öffentliche Interessen fordern. Das Verfahren für die Feststellung der Entschädigungspflicht und die Festsetzung der Entschädigung richtet sich nach dem Enteignungsgesetz vom 20. Juni 1930.