

**Zeitschrift:** Tec21  
**Herausgeber:** Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein  
**Band:** 132 (2006)  
**Heft:** 1-2: Zukunft Wasserkraft

## **Sonstiges**

### **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**

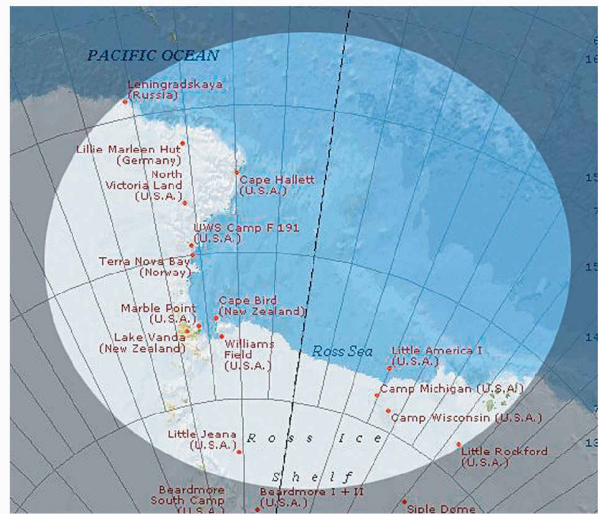
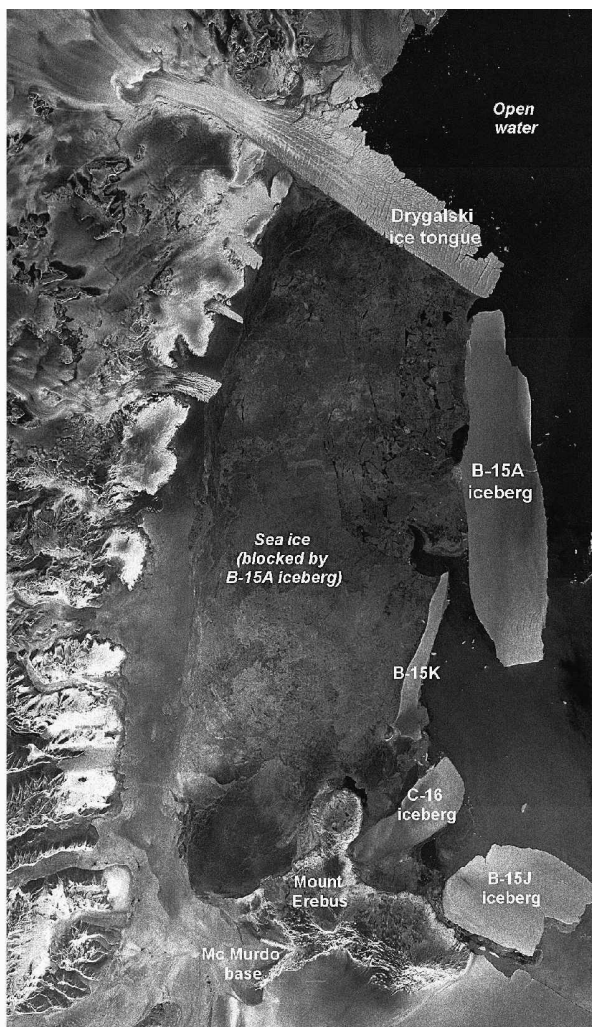
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées 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:** 25.04.2026

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



**Bild links:** Satellitenaufnahme vom 10. Januar 2005. Gut sichtbar die durch den 2500 km<sup>2</sup> grossen Eisberg B-15A blockierte Menge von Meereseis. Pinguinen wird so der Zugang zum Trinkwasser verwehrt, was lokal zu ihrer Dezimierung führt (Bild: ESA)

**Bild oben:** Übersicht Antarktis (Bild: ESA)

UMWELT

Singendes und kalbendes Eis – Leben in der Kryosphäre

(km/sda/pd) Fünf Jahre lang war er der Welt grösstes frei schwimmendes Objekt: der 2500 km<sup>2</sup> grosse Eisberg B-15A. Er war das letzte verbliebene Stück des noch gigantischeren Brockens B-15, der sich im März 2000 vom antarktischen Ross-Eis-Schelf gelöst und anschliessend mehrere Eisberge gekalbt hatte.

Auf seiner gemächlichen Reise driftete B-15A der Küste entlang in den McMurdo-Sund, wo er Meeresströmungen blockierte und eine Anhäufung von Eis bewirkte. Dies führte zu einer Dezimierung der lokalen Pinguinkolonien, denen nun das offene Wasser zum Trinken fehlte. Im Frühling 2005 trugen die vorherrschenden Strömungen den Eisberg weiter an der Drygalski-Eiszunge vorbei, mit der er kollidierte und ihr dabei die Spitze abbrach. Nach einer zweiten Kollision mit einer weiteren Eiszunge ist der Riese Ende Oktober 2005

vor Kap Adare, der nördlichsten Ecke der Victoria-Land-Küste, auf Grund gelaufen und in neun grosse und Myriaden von kleinen Stücken zerbrochen – unter dem scharfen Auge des Envisat-Satelliten der European Space Agency (ESA)<sup>1</sup>.

Polareis und Klima

Die Kryosphäre – von Eismassen bedeckte Erdregionen – beeinflusst die Meeresströmung und das Klima. Schnee und Eis verfügen über ein grosses Rückstrahlungsvermögen (Albedo), was die Reflexion der Sonnenstrahlung ins All bewirkt. Sie isolieren aber auch die Oberfläche von Land und Ozean, indem sie Wärme zurückhalten, die sonst in die Atmosphäre abstrahlen würde. So wirkt die Kryosphäre wie eine Bremse gegen globale Erwärmung. Aber nur bis zu einem bestimmten Punkt: Wenn Schnee und Eis wegen zunehmen-

der Erwärmung zu schmelzen beginnen, nimmt ihr Rückstrahlungsvermögen ab und die Absorption von Sonneneinstrahlung zu. Abnehmendes Meereseis führt zu einer regionalen Temperaturerhöhung. Die Erosion der vom Eis befreiten Küsten nimmt zu, und die in der Polarregion lebenden Wildtiere verlieren Habitate. Vermehrte Zufuhr von Schmelzwasser bringt ausserdem das Strömungssystem durcheinander. Dieses wirkt wie eine Umwälzpumpe, indem es warmes Oberflächenwasser in den Nordatlantik bringt und kälteres Tiefenwasser wieder in südlichere Breitengrade transportiert (nordatlantische Zirkulation). Die Umwälzung funktioniert, solange im Nordatlantik stark salzhaltiges Wasser in die Tiefe absinkt und zum Ausgleich an der Oberfläche warmes Wasser nachgezogen wird. Aufgrund von «Ausfussung» durch vermehrten Zufluss von Schmelzwasser wird dieser Prozess unterbunden. Forscher vom britischen Zentrum für Ozeanografie in Southampton<sup>2</sup> berichten, dass sich diese Umwälzung um etwa ein Drittel abgeschwächt habe. Die verlangsamte

Umwälzbewegung wirkt sich auf das Klima aus und führt etwa zu wärmeren europäischen Wintern.

Pinguin-Habitat

Trotz der unwirtlichen Lebensbedingungen beherbergt die Antarktis Tiere. Wissenschaftler um David Lampert von der neuseeländischen Massey-Universität<sup>3</sup> haben untersucht, welchen Einfluss die eisige Umwelt im Lauf der Evolution auf die Adélie-Pinguine hatte. Viele Generationen lang treffen sich die Mitglieder einzelner Brutkolonien alljährlich am selben Ort – der fischreichen und eisfreien Bucht am Ross-Schelf – zum Paaren, Brüten und Küken aufziehen. Und auch zum Sterben: Rund 6000 Jahre Pinguin-geschichte lassen sich an Knochen ablesen, die sich im kalten, mikrobienarmen südpolaren Klima ewig halten. Aufgrund der stetigen Lebensumstände war zu erwarten, dass sich die Adélie-Gene nur langsam und linear verändert haben – stattdessen fanden die Forscher mehrere sprunghafte Veränderungen in den Genomvergleichen, und zwar in den weniger überlebenswichtigen Bereichen der DNA.

## WASSERKRAFT

### Flussökologische Defizite durch Abflussschwankungen

(pd/ar) Die rasch zu- und wieder abnehmende Abgabe von Wasser aus hydroelektrischen Speicherkraftwerken (Schwall-Sunk-Betrieb) führt zu künstlichen Abflussschwankungen im Tages- und Wochenrhythmus. Von den grösseren Fließgewässern in der Schweiz ist jedes vierte durch diese Wasserrückgaben beeinflusst. Zusammen mit der Korrektur der Flüsse und deren Kanalisierung zählt der Schwallbetrieb in Einzugsgebieten mit Speicherkraftwerken zur Hauptursache für die ökologischen und auch morphologischen Defizite.

#### Das Rhone-Thur-Projekt

Das 2002 von den Forschungsinstituten Eawag und WSL sowie den Wasserbauinstituten der ETH Zürich (VAW) und der EPFL lancierte transdisziplinäre Rhone-Thur-Projekt hat flussbauliche Vorhaben an diesen Flüssen begleitet. Weitere Partner sind der Bund (BWG und Buwal), die Kantone Wallis und Thurgau, die Universitäten Zürich und Neuchâtel, die Auenberatungsstelle Yverdon sowie private Umwelt- und Ingenieurbüros. Ziel war es, Methoden und Werkzeuge zu erarbeiten, die als Grundlage für weitere Revitalisierungen dienen und effiziente Umsetzungen ermöglichen sollen. Jetzt liegen die Resultate zum Bereich Schwall/Sunk vor.

#### Auswirkungen auf breiter Front

Die ForscherInnen haben an der Rhone auf Schwallstrecken eine wesentlich dünnere Besiedlung und eine geringere Artenvielfalt unter Fischen und anderen Wasserorganismen nachgewiesen, als dies auf unbeeinflussten Strecken zu erwarten wäre. Die Zunahme des Einflusses des Schwallbetriebes zwischen Brig und der Mündung in den Genfersee wird unter anderem dokumentiert durch den stufenweisen Rückgang von fließgewässertypischen Stein- und Eintagsfliegen. Typische Auswirkungen der Schwall-Sunk-Situation

sind auch eine erhöhte Trübung im Winter und kurzfristige Temperaturschwankungen. Wasserorganismen werden mit dem raschen Pegelanstieg aus Schwallstrecken abgeschwemmt. Wenn der Pegel wieder sinkt, stranden sie auf trockenfallenden Flächen. Dieses Risiko nimmt noch zu, wenn Alpenflüsse wie die Rhone morphologisch aufgewertet (revitalisiert) werden. Während flache Uferpartien in naturnahen Flüssen die am vielfältigsten besiedelten und genutzten Lebensräume des ganzen Gewässers sind, können sich in der wechselfeuchten «Verödungszone» von Schwallstrecken nur wenige Pflanzen und Tiere halten, die das regelmäßige Trockenfallen tolerieren. Zu diesen resistenten Organismen gehören bestimmte Arten von fädigen Grünalgen und die Larven gewisser Köcherfliegen. In der Rhone wurde nachgewiesen, dass der Schwallbetrieb selbst 30 km flussabwärts der Wasserrückgaben kaum gedämpft wird und auch im Untergrund und seitlich des Gewässers Auswirkungen festzustellen sind, etwa durch veränderte Infiltration ins Grundwasser.

#### Bei Revitalisierungen beachten

Für viele der festgestellten ökologischen Defizite kann nicht allein der Schwallbetrieb verantwortlich gemacht werden. Besonders deutlich hat sich das in der Rhone bei den Fischen gezeigt: Der gegenwärtige Bestand der Bachforelle (als weitaus häufigste Fischart) widerspiegelt die verarmte, eintönige Flussmorphologie und andere anthropogene Einflüsse (u. a. den künstlichen Besatz) ebenso sehr wie den Schwallbetrieb. Eine Verbesserung der Abflussverhältnisse würde darum als alleinige Massnahme, d. h. ohne Aufwertung der Flussmorphologie, kaum genügen, um die ökologische Integrität des Flusses im gewünschten Mass wiederherzustellen. Umgekehrt stellt jedoch der Schwallbetrieb für die



**Bild oben: Der Eisberg B-15A, von der Spitze der Drygalski-Eiszunge aus fotografiert, bevor er zerbrochen ist (Bild: ESA)**  
**Bild links: Ausgewachsener Adélie-Pinguin (Bild: Alex Gerst)**

Ursache musste also eine Blut-auffrischung durch plötzlich in die Fortpflanzungsgemeinschaft eingebrochene Fremdpinguine sein. Was konnte dazu geführt haben, angesichts der bekannten Verwurzelung der Vögel mit ihrem Geburtsort?

Noch während ihrer Untersuchungen beobachteten die Biologen, was die Pinguin-Gene aufmischen kann: Eisberge wie der B-15A blockieren gelegentlich den Zugang in die angestammte Bucht der Adélie-Pinguine. Viele Tiere müssen sich in einem solchen Fall neue Wege zur Brutstätte suchen und treffen bei ihren Irrfahrten auf Pinguine fremder Kolonien. Damit, schliessen die Wissenschaftler, nimmt die Natur dann ihren Lauf. In tausend Jahren dürfte nach Schätzungen der Forscher das Ross-Schelf etwa 20 Mega-Eisberge ins Meer gekalbt und auf diese Weise zur genetischen Evolution der Pinguine beigetragen haben.

#### Gesänge aus dem Eis

Ein Eisberg ist aber nicht nur ein antarktischer Bulldozer, der auf seiner Reise Pinguinhabitate stört und Eiszungen die Spitze

abrasiert. Er ist auch ein stiller Künstler! Forscher des Alfred-Wegener-Instituts für Polar- und Meeresforschung (AWI) in Bremerhaven<sup>4</sup> zeichneten Schwingungen auf, die harmonische Klänge mit bis zu 30 Obertönen bilden. Anfänglich wurden vulkanische Aktivitäten als Ursache der niederfrequenten Schwingungen (Tremore) angenommen. Es habe sich dann aber herausgestellt, dass die Quelle der Schwingungen wandert. Mithilfe von Satellitenaufnahmen wurde schliesslich der «Sänger» identifiziert: ein Eisberg mit einer Fläche von 1500 km<sup>2</sup>. Die Wissenschaftler vermuten, dass innerhalb seines Spalten- und Tunnelsystems strömendes Wasser Schwingungen anregt, die denen einer Orgelpfeife ähneln. Da die Geräusche jenen eines Vulkans kurz vor der Eruption gleichen, hoffen die Forscher, diese Erkenntnisse zur besseren Vorhersage von Vulkanausbrüchen nutzen zu können.

1 [www.esa.int/esaEO/index.html](http://www.esa.int/esaEO/index.html)  
2 «Nature» 438/2005, S. 655–657  
3 Proceedings of the National Academy of Sciences 102/2005, S. 16717–16722  
4 «Science» 310/2005, S. 1299

Revitalisierung von Fließgewässern eine zusätzliche und erschwere Randbedingung dar. So ist etwa bei Flussraumaufweitungen darauf zu achten, dass ausreichend Strukturen – Kiesbänke, Totholz etc. – vorhanden sind und nicht lediglich diejenigen Flächen zunehmen, die bei Sunk immer wieder trockenfallen.

### Schwalldämpfung ist möglich

Gesetzliche Regelungen zum Schwallbetrieb existieren bisher weder in der Schweiz noch in anderen Staaten. Auflagen werden von Fall zu Fall festgelegt, zum Beispiel bei Konzessionserneuerungen. Zur Schwalldämpfung kommen betriebliche und bauliche Massnahmen in Frage. Die Untersuchungen im Rhone-Thur-Projekt haben gezeigt, dass unter Berücksichtigung der Wirtschaftlichkeit der Wasserkraft betriebliche Massnahmen kaum tragbar sind, der Bau von Rückhaltebecken oder -kavernen jedoch sinnvoll sein kann. Solche Becken bestehen teilweise bereits, wie bei den Zentralen Linthal und Tierfeld (Glarus) und Amsteg (Uri) oder im österreichischen Alberschwende. Je nach Rückhaltevolumen können gewisse Schwall-Auswirkungen ganz oder teilweise verhindert werden, so die grossen täglichen Schwankungen des Wasserspiegels und der Fließgeschwindigkeit im Winter oder die schnellen Temperatur- und Trübungswechsel. Andere Phänomene wie die Verschiebung der mittleren Monatsabflüsse oder die verhältnismässig hohen Schwebstoffkonzentrationen im Winter bleiben jedoch bestehen.

### Offene Fragen

Wie an der Rhone sind für viele Fließgewässer im Alpenraum zahlreiche Fragen zum Schwallbetrieb noch unbeantwortet. So fehlen weitgehend Richt- oder Grenzwerte, die eine gewässerökologische Beurteilung der Schwall-Sunk-Auswirkungen erlauben würden, und es ist zu wenig bekannt über die Wechselwirkungen des Schwallbetriebs mit anderen Defiziten an den Gewässern, insbesondere der Kanalisierung.

[www.rhone-thur.eawag.ch](http://www.rhone-thur.eawag.ch)  
[www.rivermanagement.ch](http://www.rivermanagement.ch)

## TAGUNG

### Innovation – mehr als der zündende Funke

**Die Frage, wie Innovation gefördert werden kann, stand im Zentrum eines Symposiums zum Abschluss des Jahres der Technik. Bemerkenswerterweise sprachen nicht nur Ingenieure und Politiker, sondern auch Geistes- und Sozialwissenschaftler.**

Unter dem Patronat von Bundesrat Joseph Deiss fand 2005 in der Schweiz das Jahr der Technik statt. René Dändliker, Präsident der Schweizerischen Akademie der Technischen Wissenschaften (SATW), und Andreas Hugi, Generalsekretär des Verbandes Swiss Engineering (STV), zogen eine positive Bilanz und kündigten an, 2006 einen «Tag der Technik» durchführen zu wollen. Den Abschluss des Jahres der Technik bildete ein Symposium zum Thema «Innovationen».

#### Mangelnde Erfindungskraft

Am Symposium kamen nicht nur Ingenieure, Naturwissenschaftler, Unternehmer und Politiker zu Wort, sondern auch Geistes- und Sozialwissenschaftler. Offenbar hat sich die Erkenntnis durchgesetzt, dass es für Innovationen mehr braucht als Spitzenforschung und Hightech-Unternehmen. Den Anfang machte Benedikt Loderer. Wir alle hätten etwas zu verlieren, genauer gesagt, etwas zu verteidigen. Und da sei man eben besser risikoscheu als innovativ, gab Loderer zu bedenken. Als die Schweiz wirtschaftlich zurückzufallen drohte, versicherte man, Innovationen würden uns retten. Doch in den Augen von Loderer mangelt es uns nicht an Innovation, sondern an Erfindungskraft. Der Grund für die Potenzschwäche liege vielleicht darin, dass heute kaum jemand mehr den wirtschaftlichen Ruin riskiere, um eine Erfindung zu machen, zu ermöglichen oder auf den Markt zu bringen. Wer erfinden wolle, so Loderer, brauche Leidenschaft. Ihm sei die Rede von der Innovation jedoch nie leidenschaftlich genug vorgekommen. «Wenig Feuer und viel Rauch» lautete sein Fazit. Loderer schlug den

Zuhörerinnen und Zuhörern vor, das Wort «Innovation» aus dem Wortschatz zu streichen und durch «Erfindung» zu ersetzen.

#### Orientierungslose Leonardo-Welt

Für Jürgen Mittelstrass, Direktor des Zentrums für Philosophie und Wissenstheorie an der Universität Konstanz, ist gewiss, dass Wissenschaft und Technik zum Wesen einer modernen Gesellschaft gehören. In Anlehnung an Leonardo da Vinci bezeichnete er die moderne Welt als eine Leonardo-Welt – eine Welt, die das Werk des Menschen ist und in der sich der Mensch als Homo Faber, als schaffender und schöpferischer Mensch, ständig in seinen Werken begegnet. Entwicklungen würden durch Innovationen vorangetrieben, sagte Mittelstrass. Mit ihnen wachse das «Verfügungswissen» über die Welt. Wo dies jedoch nicht durch «Orientierungswissen» begleitet und geleitet werde, verlören die Entwicklungen ihren humanen Sinn – die Leonardo-Welt selbst werde orientierungslos. Angesichts dieser Gefahr sei es nicht verwunderlich, dass sich in der Gesellschaft Ängste und Aversionen gegenüber technischen Innovationen ausbildeten. «Wir sollten auf der Hut sein», mahnte Mittelstrass, «nicht indem wir uns gegen die Leonardo-Welt und ihre Innovationsfähigkeit wenden, sondern indem wir sie vor sich selbst und vor ihren eigenen instrumentellen Allmachtsträumen schützen.»

Die weiteren Referate beschäftigten sich mit der Schweiz als Land für Innovationen und mit Firmen und ihren Strategien, Innovationen zu fördern und diese auch zu schützen. Laut Eric Fumeaux, dem Präsidenten der Förderagentur für

Innovation (KTI), hat sich die Schweiz von einer Pionier- zu einer Versicherungsgesellschaft gewandelt. Es gelte nun, den Weg zurück zu einer Pioniergesellschaft zu finden. Um dies zu erreichen, müssten Politik, Wissenschaft und Wirtschaft enger zusammenarbeiten.

#### Sinn stiftendes Umfeld

Dieter Frey von der Ludwig-Maximilians-Universität München betonte die Bedeutung eines Sinn stiftenden Umfelds am Arbeitsplatz für das Gedeihen von Innovationen. Er wies zudem darauf hin, dass kreative Köpfe oft schwierige Menschen seien. Und gerade deswegen würden diese viel zu wenig gefördert. Ist ein innovatives Produkt entwickelt, stellt sich die Frage, wie sich die Erfindung schützen lässt. Der Patentschutz sei nicht immer die beste Möglichkeit, um dieses Ziel zu erreichen, sagte Oliver Gassmann vom Institut für Technologiemanagement an der Universität St. Gallen. Gerade für KMU lohne es sich oft nicht, ein Patent anzumelden, weil dies sehr teuer sei. Laut Gassmann blicken derzeit viele Unternehmer mit Sorgen nach China. Dort habe der Schutz des geistigen Eigentums keine Tradition. Es finde derzeit jedoch eine Annäherung an die westliche Rechtsprechung statt.

#### Chaos und Ordnung

Kann Innovation gefördert und geplant werden? Ist Innovation nicht ein spontaner Prozess, der unter unterschiedlichsten und immer wieder anderen Bedingungen zustande kommt? Diese Schlüsselfragen stellte der Moderator des Symposiums, Radiojournalist Hanspeter Gschwend. Eindeutige Antworten blieben aus. Vermutlich brauche es Chaos und Ordnung gleichermaßen, meinte Gschwend. Und treffend fasste er am Schluss der Tagung kurz und bündig zusammen: «Innovation ist viel mehr als der zündende Funke.»

Lukas Denzler, dipl. Forst-Ing. ETH / Journalist, [lukas.denzler@bluemail.ch](mailto:lukas.denzler@bluemail.ch)  
Weitere Infos zum Symposium: [www.jahr-der-technik.ch/\\*277-P1316/d](http://www.jahr-der-technik.ch/*277-P1316/d)