

**Zeitschrift:** Schweizer Ingenieur und Architekt  
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine  
**Band:** 113 (1995)  
**Heft:** 37

**Artikel:** Bündner Ingenieur untersucht Kleinwasserkraftwerke in Tibet  
**Autor:** Marugg, René  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-78774>

#### **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:** 22.02.2026

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

die kleineren Gemeinden (bis 5000 Einwohner). Zurzeit läuft die Pilotphase in drei Gebieten (BE, AG, TG/SG) mit je drei Gemeinden.

### Beurteilung von Energie 2000

Energie 2000 hat Halbzeit. In den nächsten fünf Jahren wird sich zeigen, ob die ambitionierten Ziele erreichbar sind. Aber bereits heute lässt sich zeigen, dass Energie 2000 einiges bewirkt hat. Das Bundesamt für Energiewirtschaft hat 1994/95 die ersten Ergebnisse durch mehrere unabhängige Stellen untersuchen lassen. Die Schlussfolgerungen sind vorsichtig optimistisch: Die Richtung der Massnahmen und Aktionen stimmt, Gesinnungen beginnen sich zu wandeln und Verbesserungen beginnen zu greifen.

Auch die Internationale Energie-Agentur (IEA) hat die schweizerische Energiepolitik 1994 einer Prüfung unterzogen. Das Expertenteam erteilt der Schweiz gute Noten: Wesentliche Fortschritte bei der Verbesserung der Energieeffizienz und der Reduktion der Umweltbelastung seien sichtbar, der Ansatz von Energie 2000 habe sich als wirksam erwiesen. Besonders gelobt werden die Anstrengungen zur Erfolgskontrolle und zur Einbindung von Wirtschaft und Konsumenten. Der freiwillige Ansatz des Aktionsprogramms könnte als Modell für andere Länder dienen.

Kritisch äussern sich die IEA-Experten zum Erreichen der längerfristigen Ziele. Wie auch die Energieperspektiven des BEW zeigen, ist die Stabilisierung des Ver-

brauchs fossiler Energien und der Elektrizität nach dem Jahre 2000 ohne weitere Massnahmen und verstärkte Anstrengungen nicht gewährleistet. Die langfristige Sicherung der Elektrizitätsversorgung wird im Bericht als wesentliche Aufgabe bezeichnet. Bei Strom und Gas werden die bestehenden Marktstrukturen kritisch beurteilt. Bei der Elektrizität wird die grosse Zahl der Kraftwerke als Zeichen dafür gedeutet, dass nicht überall die optimale Betriebsgröße erreicht worden sei. Einen ersten Schritt zum Abbau von Markthindernissen habe der Bund mit den Anschlussbedingungen für Eigenproduzenten getan. Weitere Schritte zur Stärkung der Marktkräfte seien jedoch notwendig.

### Chancen für Ingenieure und Architekten

Die Konzentration der Marktkräfte ist das eine, das beharrliche Wirken im kleinen das andere. Und genau da haben wir Ingenieure und Architekten unsere Chance. An wie vielen Projekten arbeiten wir, bei denen wir Energie 2000 unterstützen können? Ist das Zielpublikum der Dienstleistungen von Energie 2000 nicht identisch mit unserem Zielpublikum? Können wir unsere Dienstleistungen nicht um diejenigen von Energie 2000 erweitern? Umweltgerechtes Bauen, Energieeffizienz bei Bau und Betrieb unserer Bauten und Anlagen sollte ja zu unserem Berufsbild gehören. Und Dienstleistungen wie Beratung von Gemeinden und Betrieben bezüglich Siedlungsplanung, Verkehrsplanung, Immobilienbewirtschaftung,

### Brennpunkt Energie 2000

Schwerpunkte der Veranstaltungen:

Montag, 11. September:

Nationaler Auftakt

Medienkonferenz und Symposium in Bern

Dienstag, 12. September:

Industrie und Mobilität

Bekannte Industriefirmen der Innerschweiz präsentieren das Energiemodell EKV und Mobilitätskonzepte (Eco-Fahrweise, Parkplatzbewirtschaftung, Car-Pooling)

Mittwoch, 13. September:

Effizientes Energiemanagement

Gewerbe- und Dienstleistungsbetriebe des Kantons Tessin zeigen, wie sich ein umfassendes und effizientes Energiemanagement auszahlt.

Donnerstag, 14. September:

Energietechnologien mit Zukunft

Unternehmen, Behörden und Publikum in der Ostschweiz präsentieren Beispiele, wie Energie umweltschonend erzeugt und genutzt werden kann.

Freitag, 15. September:

Wohnqualität

An der Comptoir Suisse zeigt «Energie 2000», dass rationeller Energieeinsatz in Wohnbauten ohne Komfortverlust möglich und langfristig höchst rentabel ist.

tung, Kommunikation mit Mitarbeitern und der Öffentlichkeit gehören ja zu unseren Arbeitfeldern.

Energie 2000, seine Ziele, Strategien und Beratungsprodukte eröffnen uns neue Märkte. Nutzen wir sie.

Adresse des Verfassers:

Thomas Glattbard, dipl. Ing. ETH/SIA, Brambergstrasse 48, 6004 Luzern

tisch unbekannt. Die Verbindungswege sind bescheiden und zur Regenzeit oft unterbrochen. Im fast waldlosen Land ist das Energieproblem vorherrschend. Hauptenergiequelle zum Kochen und Heizen ist nach wie vor getrockneter Yak-Mist. Seit jüngster Zeit sind in den Haushalten auch Solarkocher anzutreffen.

Als erneuerbare Energie steht aber Wasserkraft aus nicht unbedeutenden Oberflächengewässern zur Verfügung, die von Niederschlägen und Gletschern gespeist werden. Seit den sechziger Jahren sind im ganzen Land, von chinesischer Seite unterstützt, Kleinwasserkraftwerke entstanden, von denen heute nur noch wenige voll gebrauchsfähig und intakt sind.

Im Auftrag der Arge Integration/Skat, die von der Deutschen Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit GmbH (GTZ) beauftragt wurde, diese Kleinwasserkraftanlagen zu rehabilitieren, hat der

René Marugg, Chur

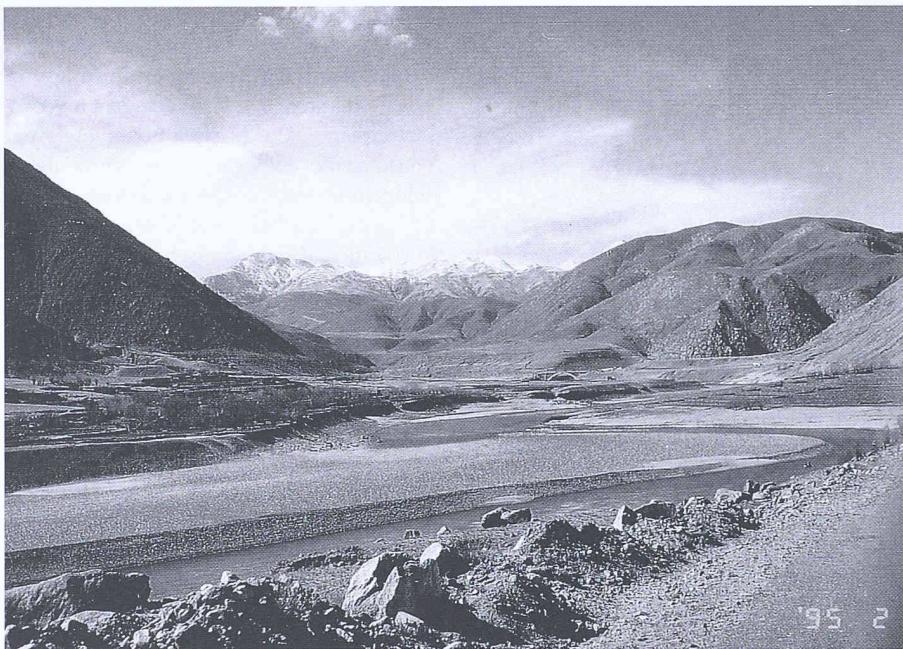
## Bündner Ingenieur untersucht Kleinwasserkraftwerke in Tibet

**Ein Churer Ingenieur bereiste Tibet, um der dortigen Bevölkerung mittels Elektrizität aus Wasserkraft das Leben zu erleichtern.**

Tibet ist ein Hochland von ausgeprägter Schönheit, etwa 30mal so gross wie die Schweiz. Seine Hochebenen liegen durchwegs über 3000 m ü. M. und ziehen sich bis zum Himalaya-Gebirge hin. Die autonome Region Tibet gehört politisch zur Volksrepublik China. Zufolge schlechter Zugäng-

lichkeit, hartem Klima mit langen Trockenperioden hat sich die Region lange Jahre die Selbständigkeit erhalten können.

Die mittlere Einwohnerdichte liegt bei etwa 1,6 E/km<sup>2</sup> und schwankt zwischen 6 (Lhasa) und 0,2 E/km<sup>2</sup>. Die Bevölkerung ist überwiegend in Landgemeinden organisiert und widmet sich der Landwirtschaft, dem Handwerk und der Kleinindustrie. Neben dem harten Klima setzt vor allem auf dem Lande die fehlende Infrastruktur dem Leben dieser Menschen zu. So ist eine eigentliche Hauswasserversorgung prakti-



Flusslandschaft in Lhasa

Verfasser das Land bereist, um vor allem in dem Bezirk Lhasa 18 Kleinkraftwerke von 50 bis 700 kW Ausbauleistung zu untersuchen und auf ihre Ausbau- und Reparaturwürdigkeit zu prüfen. Die Beurteilung der Kraftwerke erfolgte nach den folgenden Kriterien:

- Zustand der Anlage. Dieses Kriterium sagt aus, ob die Rehabilitation der Anlage technisch sinnvoll ist und welche Anlagenanteile weiterverwendet werden können oder erneuert werden müssen.
- Ökologie. Bewertet die Auswirkungen der Entnahme auf das Fließgewässer.
- Soziales und Nachhaltigkeit. Hier werden vor allem die Anwendungsmöglichkeiten der elektrischen Energie und die Eignung der Betriebsstruktur bewertet.
- Anzahl der erreichten Familien.
- Das fünfte Kriterium, die Kosten der Rehabilitierung, ist noch nicht berücksichtigt, da noch nicht bekannt.

Der Einsatz erfolgte im Rahmen des Projektes zur Verbesserung der Lebens- und Arbeitsbedingungen der ländlichen Bevölkerung. Dieses umfasst Massnahmen zur langfristigen Sicherung der Energieversorgung sowie Impulse für eine verstärkte produktionsorientierte Energienutzung zur Verbesserung der Einkommens- und Belegschaftssituation.

#### Bescheidene Bedürfnisse

Die Bedürfnisse an elektrischem Strom für Beleuchtung sind sehr bescheiden. Man rechnet mit 60 bis 70 Watt pro Familie, so dass schon Anlagen von 100 kW für recht grosse Dorfgemeinschaften genügen würden. Der Wunsch nach mehr Energie erklärt sich aus dem Willen, Handwerk und Gewerbe zu rationalisieren bzw. zu mechanisieren und damit Arbeitskräfte für die Landwirtschaft frei zu machen. Strom sollte auch für Bewässerungspumpen, Ölpres-

sen, Mühlen, Dreschmaschinen und nicht zuletzt für Spitäler und Sanitätsstellen zur Verfügung stehen. In diesem brennstoffarmen Land ist er auch zum Kochen und Heizen begehrt.

Bei der Bevölkerung ist oft die wirtschaftliche Seite eines Kraftwerkes unbekannt. Die Abwesenheit von Stromzählern und die Erschwernisse beim Einzug der Stromgebühren verunmöglichen es manchem Betreiber, den notwendigen Unterhalt zu finanzieren.

Der Einsatz konzentrierte sich auf die Rehabilitation von zunächst fünf aus der Projektliste ausgewählten Kleinkraftwerken. Das Ergebnis zeigt Anlagen, die gut betrieben und unterhalten werden, neben anderen, die wegen Ausfall eines Teils stillstehen, bis zu Werken, von denen nur noch Trümmer bestehen. Stillstehende Werke finden schnell anderweitige Verwendung: Wicklungen werden zu Viehzäunen, Freileitungsmasten zu Brennholz umfunktioniert; Mauersteine sind auch begehrt, in den Zentralen vermisst man vielfach Fenster und Türen. Not und Produktemangel machen erforderlich. Das Manko an Mitteln und Ersatzteilen führt schnell zum Ausfall der Anlage und dann zur Aufgabe.

#### Anlagen in desolatem Zustand

Vielfach sind auch Maschinen und elektrische Installationen in einem Zustand, der Sorgfalt und Qualitätsbewusstsein vermissen lässt. Turbinengehäuse, aus denen das Wasser spritzt, Generatoren, aus denen blanke Kabel treten, Laufräder, vom Rost zerfressen: alles kommt vor. Für die Rehabilitation taugliche Anlagen müssen in der Baustruktur noch gebrauchsfähig, die Freileitungen vorhanden sein. Maschinen und Elektroinstallationen sind meistens zu ersetzen.

Um den einheimischen maschinellen Produktionsstandard beurteilen zu können, sind einige Maschinenfabriken in



Kraftwerk Döndö: Zentrale (links), Turbogruppen (rechts)



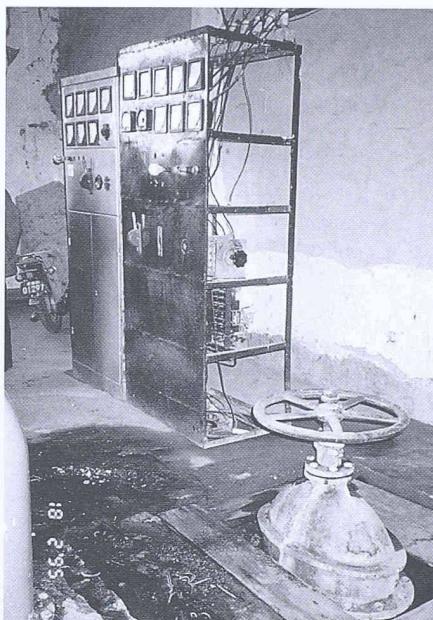
11 295

China besucht worden. Zumindest eine Gesellschaft mit eigener Forschungsabteilung scheint aufgeholt zu haben, so dass sie sich mit westlichen Produktionsmethoden nahezu messen kann.

### Instruktion und Motivation verbessern

Neben der finanziellen Unterstützung soll die Rehabilitation massgeblich durch Schulung und Training der Betreiber mit Hilfe von Wartungs- und Kontrollplänen gesichert werden. Um ein späteres Wiederabsinken in den jetzigen Zustand zu verhindern, sind Instruktion und Motivation der Betreiber zu optimieren und die Anlagen wirtschaftlich, d. h. durch private Pächter, zu betreiben. Damit können Rückstellungen für Unterhalt und Erneuerung erwirtschaftet werden. Notwendig sind dazu auch geeignete Pachtverträge.

Schliesslich wurden sechs Anlagen für eine in Frage kommende Rehabilitation ausgeschieden. Die Wiederinstandsetzungsarbeiten sollen noch im laufenden Jahr in Angriff genommen werden, so dass die betroffenen Dorfgemeinschaften schon bald wieder über elektrischen Strom verfügen können.



Kraftwerk Ca Ba La: Schaltschrank

Werkvertragsverhältnis ein. Will der technische Experte die Forderungen der SIA 155 erfüllen, dann darf er nicht im Auftragsverhältnis arbeiten, sondern muss einen Werkvertrag eingehen. Er stellt unabhängig ein Werk, seine Expertise, und muss dabei keine Interessen vertreten, genausowenig wie der Maler beim Streichen seiner Fensterrahmen. Der technische Experte kann dann objektiv und unparteiisch alle Fakten auflisten und bewerten.

An dieser Stelle fragt es sich, ob aus dieser Erkenntnis heraus nicht auch der Architektur- und Ingenieurvertrag neu zu überdenken wäre. Immerhin ist die Hafung aus diesem Vertragsverhältnis in Art. 371 OR festgelegt, also unter dem Titel «Der Werkvertrag». Damit ist es wohl der unmissverständliche Wille des Gesetzgebers, dass Architekten und Ingenieure im allgemeinen im Werkvertragsverhältnis arbeiten. Eine Ausnahme bilden da die Berufskollegen, welche als Berater der Bauherren tätig sind und/oder das Baumanagement übernehmen. Sie sind vom Bauherrn beauftragt, ihn zu vertreten, sie übernehmen also für kleinere Bauherren die Aufgabe der Bauabteilung grosser Bauherren.

Im Aufsatz wird sodann die Frage des Alters des Experten angesprochen. Der Verfasser des Aufsatzes schreibt: «Ein junger frisch ausgebildeter Fachmann wird diese Frage nicht beantworten können, weil der den damaligen Wissensstand gar nicht gekannt und nicht persönlich erlebt hat. Er kann sich diese fehlende konkrete Erfahrung im nachhinein gar nicht erwerben.» Dazu möchte ich fragen, was denn als Wissensstand bezeichnet werden kann? Sind nicht die allgemein anerkannten Regeln der Baukunde massgebend? Diese kann ein junger Fachmann aber unbefangen anhand der damals gültigen Regelwerke feststellen als ein Fachmann, der das schon mit erlebt hat. Und wenn er zu den ungeschriebenen Regeln sich äussern muss, so stehen ihm ältere Kollegen zur Verfügung. In unseren Nachbarländern unterscheidet man zwischen den «Regeln der Baukunde», den «allgemein anerkannten Regeln der Baukunde» und dem «Stand der Technik». Wie steht es da bei uns? Genaue Ausführungen würden aber - so interessant und wichtig sie wären - den Rahmen dieses Kommentars sprengen.

Ich bin mir sehr wohl bewusst, dass es sogenannte Gutachten gibt, welche nichts als wertlose Kampfschriften vor Gericht sind. Ich würde daher vorschlagen, zu unterscheiden zwischen Gutachten irgendwelcher Art und Gutachten nach SIA 155. Dabei spielt es keine Rolle, wer das Gutachten bestellt. Natürlich sollten gerichtliche Gutachten immer solche nach SIA 155 sein.

## Zuschriften

### Der technische Experte – seine Rechte und Pflichten

#### Zum Beitrag in SI+A 24, 8.6.1995

Wer den Ausführungen von Anwälten in den Rechtsschriften folgt, der stellt fest, dass immer weniger die Gesetze, wie etwa das Obligationenrecht OR und das Zivilgesetzbuch ZGB, zitiert werden und immer mehr irgendwelche Kommentare von Rechts-Wissenschaftlern. Ein gutes Beispiel dazu sind die Anmerkungen im genannten Artikel (Was ist «Fellmann, Kommentar», was soll der für mich verbindlich sein, wieso soll dem Rechtskraft erwachsen?). Durch die Publikation der eigenen Erkenntnisse, der eigenen Meinung schliesslich, wird das Recht immer mehr von Einzelpersonen gesetzt. Die Verhältnisse sind dadurch nicht klarer, sondern im Gegenteil unübersichtlicher geworden.

Der Artikel «Der technische Experte – seine Rechte und Pflichten» von Dr. iur. Urs Hess-Odoni – im folgenden Aufsatz genannt – ist der Versuch einer solchen Rechtssetzung. Ich meine, dass es an uns Ingenieuren und Architekten liegt, uns klar dagegen

zu wenden. Die rechtlichen Regeln unseres Standes sollen nicht von Juristen gesetzt werden, sondern von uns Ingenieuren und Architekten unter Beachtung des Obligationenrechtes. Die Rechte und Pflichten des technischen Experten sind klar, einfach und unmissverständlich in der Richtlinie SIA 155 [1] beschrieben.

Besonders störend und widersprüchlich scheinen mir die folgenden Passagen des Aufsatzes:

Der Verfasser führt aus: «Der Gutachter ist aufgrund eines einfachen Auftrages nach Art. 394 OR tätig. (...) Der Experte muss sich also immer bewusst sein, wer ihm den Auftrag erteilt hat, damit er weiß, wessen Interessen er zu vertreten hat.» Dem steht Art. 2 4 der SIA 155 gegenüber: «Der Experte erstattet sein Gutachten objektiv und unparteiisch.»

Auch die SIA 155 spricht von «Auftraggeber», was aber wohl nicht rechtlich im Sinne des Auftrages nach Art. 394 OR gemeint ist. Als Auftraggeber wird hier der bezeichnet, welcher den Experten mit der Ausarbeitung eines Gutachtens beauftragt, so wie wir etwa auch den Maler beauftragen, die Fensterrahmen neu zu streichen. Mit dem Maler gehen wir damit aber ein