

<b>Zeitschrift:</b>	Wasser Energie Luft = Eau énergie air = Acqua energia aria
<b>Herausgeber:</b>	Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband
<b>Band:</b>	96 (2004)
<b>Heft:</b>	1-2
<b>Artikel:</b>	Kostenrisiken bei der Umsetzung von Investitionsvorhaben am Beispiel der Wasserkraftwerke Ruppoldingen und Gösgen
<b>Autor:</b>	Schüpbach, Jürg
<b>DOI:</b>	<a href="https://doi.org/10.5169/seals-939541">https://doi.org/10.5169/seals-939541</a>

### 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:** 24.01.2026

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

# Kostenrisiken bei der Umsetzung von Investitionsvorhaben am Beispiel der Wasserkraftwerke Ruppoldingen und Gösgen

■ Jürg Schüpbach

## Allgemeines

Es soll in diesem Artikel nicht im Detail auf die Projekte Neubau des Kraftwerks Ruppoldingen beziehungsweise Umbau des Kraftwerks Gösgen eingegangen werden; genaue Projektbeschreibungen wurden im Heft 1/2 «wasser, energie, luft» im Jahr 2002 publiziert und können da nachgelesen werden.

Anhand einiger Beispiele dieser Projekte wird nachfolgend auf das Kostenrisiko, welches bei grösseren Investitionsvorhaben auftreten kann, näher eingangen.

Die Kostenrisiken bei der Planung und Erstellung von Wasserkraftwerken müssen normalerweise von folgenden Trägern übernommen werden:

- dem Bauherrn
- dem Ingenieur
- dem Unternehmer/Lieferanten.

Der Bauherr trägt sicher die grössten Risiken und der Ingenieur die kleinsten.

Colenco als Ingenieur hatte einen guten Einblick in die Investitionsvorhaben, hat aber sicher nicht von allen Risiken des Bauherrn, der Unternehmer/Lieferanten und eventuell der Behörden Kenntnis bekommen.

Am Anfang der Vorhaben liegen alle Risiken beim Bauherrn. In späteren Phasen übernehmen auch andere Parteien Risiken (siehe Bild 1).

Es stellt sich folgendes Problem: Die Konzession läuft ab oder eine Erneuerung des Kraftwerks ist fällig. Was muss nun wann gemacht werden?

Für das Kraftwerk Ruppoldingen lief die Konzession 1994 aus; für Gösgen ist die Konzession noch bis ins Jahr 2027 vorhanden, aber die Maschinen waren 80 Jahre alt und renovationsbedürftig. Atel, unterstützt von Colenco, begann also mit Analysen, strategischen Überlegungen und Studien für Ruppoldingen vor 1987 und für Gösgen 1990, d.h., es mussten Budgets genehmigt werden, ohne zu wissen, was die Überlegungen ergeben und ob die Investitionen sich in Zukunft lohnen werden. Leider ist ja niemand in der Lage, wichtige Parameter wie Strompreis, Baukosten, Zinsen für eine Konzessionsdauer von 40 bis 80 Jahren vorauszusagen.

Im Fall Ruppoldingen erfolgten die Optimierungsschritte wie in Bild 2 dargestellt.

Im Laufe der folgenden Jahre begleitete Colenco alle Planungs-, Bewilligungs- und Bauphasen. Am Beispiel Gösgen sehen wir, dass alle Phasen im Zeitraum von ca. 10 Jahren abgeschlossen wurden, eine sehr kurze Zeit (siehe Bild 3)! Es gibt ja viele Kraftwerke, bei denen die Planungs- und Bauphasen um einiges länger dauerten!

Die Fragen, welche sich bis zum Konzessionsprojekt stellten, waren neben ökonomischer auch technischer und umwelttechnischer Natur, wie z.B. für Ruppoldingen:

- Das alte Kraftwerk renovieren oder abbrennen und neu bauen?
- Ein neues Kraftwerk an einem neuen Standort bauen?

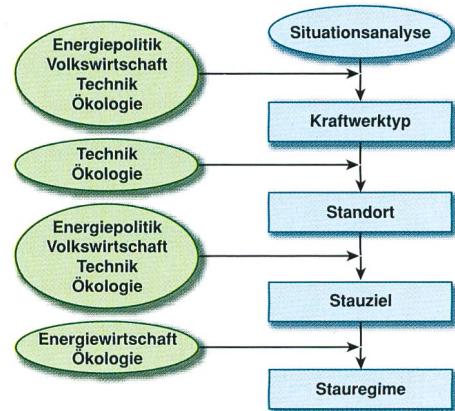


Bild 2. Darstellung der Optimierungsschritte für den Neubau Ruppoldingen.

- Das alte Kraftwerk als Museum erhalten?
- Wie sieht die Gesamtanordnung aus?
- Wie viele und welche Maschinen sind vorzusehen?
- Was ist in Bezug auf Umweltmassnahmen wie
  - Umgehungsgewässer
  - Fischpässe
  - Flachwasserzonen
  - Kiesbänke
  - Inseln
  - Ufer- und Terrainanpassungen vorzusehen?
- Welche bestehenden Gebäude werden tangiert (z.B. Fischzucht, Ruderclub) und müssen angepasst bzw. verschoben werden; und wie?

Nach dem Entscheid, ein neues Kraftwerk zu bauen und nach den ersten Planungsschritten wurde eine Optimierung der Anlage durch einen Value-Engineering-Prozess mit verschiedenen externen Experten durchgeführt. Leider etwas zu spät: Verschiedene gute Vorschläge konnten nicht mehr ins Projekt einfließen, da viele Randbedingungen wegen der Konzession nicht mehr verändert werden konnten. Für zukünftige Bauwerke ist aber ein solcher Prozess zu einem frühen Zeitpunkt sehr zu empfehlen.

Für den Umbau des KW Gösgen standen folgende Fragen im Vordergrund:

- Konzessionsverlängerung oder -erneuerung?

Phasen	Risiko beim Bauherrn	Risiko bei Unternehmer Lieferanten
<ul style="list-style-type: none"><li>• Ablauf Konzession/Renovation nötig</li><li>• Strategische Planung mit Situationsanalyse</li><li>• Vorstudie</li><li>• Vorprojekt (Konzessionsprojekt)</li><li>• Bauprojekt</li><li>• Baubewilligung</li></ul> <ul style="list-style-type: none"><li>• Bau/Montage</li><li>• Inbetriebsetzung</li><li>• Garantieperiode</li></ul>	Risiko beim Bauherrn	Risiko bei Unternehmer Lieferanten

Bild 1. Phasen eines Projektablaufs für einen Kraftwerksneubau oder eine Kraftwerkssanierung mit zugehöriger Risikoverteilung.

1990	Durchführung von Vorstudien
1991/92	Vorprojektstudien Variantenvergleiche/Turbinenwahl
1993 Mai	Variantenentscheid für Erneuerungskonzept
November	Bauprojekt-Planungskredit von VR-Atel
1994 Oktober	Eingabe Baugesuch und Gestaltungsplan
1995 März	Änderung Umbauvorgang (Rückbau/Neubau Maschinenhaus)
August	Eingabe überarbeitetes Baugesuch und Gestaltungsplan
Dezember	Erteilung Baubewilligung durch die Kantone SO/AG und Bewilligung Baukredit durch VR-Atel
1996 Januar	Baubeginn Vorrarbeiten
Oktober	Baubeginn Hauptarbeiten
1998 Mai	Produktionsaufnahme erste Maschine (Nr. 5 – SBB)
2000 Oktober	Produktionsaufnahme letzte Maschine (Nr. 1)
2001 Mai	Abschluss aller Arbeiten inkl. Umgebungsarbeiten

**Bild 3. Die wichtigsten Planungsschritte für das Kraftwerk Gösgen.**



**Bild 4. Abbrucharbeiten für den Umbau des KW Gösgen.**

- Neubau oder Umbau?
- Wie viele Maschinen und welcher Typ von Maschinen sind optimal?
- Wie sehen die Bauabläufe während des Umbaus aus und wie kann die Energieproduktion optimiert werden?

Insgesamt wurden für das Kraftwerk Gösgen 27 Varianten studiert. Bei der Planung des Umbaus kamen auch immer wieder Überraschungen zum Vorschein. Als Atel das Projekt «Erneuerung der Maschinenanlage» taufte, dachte sie sicher nicht an einen Abbruch (Bild 4).

Bis zur Baubewilligung und zum Bauentscheid von Atel lag praktisch das gesamte Kostenrisiko beim Bauherrn, d.h. für Ruppoldingen waren das fast 10 Jahre Leistungen von Bauherrn und Ingenieur und für Gösgen ca. 6 Jahre.

Für den Ingenieur war bis zu diesem Zeitpunkt das Kostenrisiko minimal. Für die nachfolgenden Phasen Ausschreibung, Ausführungsplanung und Bauleitung erhielt der

Ingenieur einen Pauschalvertrag und begann damit ein Kostenrisiko mitzutragen; allerdings ein relativ kleines.

Bei der Vergabe der Arbeiten für den Bau und die elektromechanischen Lose ergeben sich folgende Risiken für den Bauherrn, die auch direkten Einfluss auf die Kosten haben:

- Wird wirklich die beste Offerte ausgewählt? Zu tiefe Preise ziehen ja bekanntlich mehr Nachforderungen und Diskussionen nach sich; einen hohen Preis will aber auch niemand bezahlen.
- Wo werden die elektromechanischen Teile vom Lieferanten fabriziert? Die gewünschte Qualität muss gewährleistet werden, auch wenn die Teile von andern Gesellschaften eines Grosskonzerns hergestellt werden. Es muss absolut vermieden werden, dass im Falle von Problemen die Verantwortlichkeiten von einer Schwesterfirma auf die andere abgeschoben werden können.

• Wie sieht es mit der Sicherheit des Fortbestandes der Bauunternehmungen und der Lieferanten bis nach der Bauzeit aus? Sind Ersatzteillieferungen und Garantiearbeiten sichergestellt? Was wäre z.B. in Ruppoldingen geschehen, wenn bei dem Getriebeschaden die Lieferfirma nicht mehr bestanden hätte? Das Getriebe eines andern Lieferanten hätte wahrscheinlich andere Dimensionen gehabt, die bestehenden Abstände, z.B. zwischen Turbine und Generator, waren aber fest!

Die beauftragten Bauunternehmer und Lieferanten trugen natürlich auch einen Anteil am Kostenrisiko, da wesentliche Teile der Verträge pauschal vergeben worden waren.

Einige interessante Beispiele von Kostenrisiken, die sich während des Baus und der Montage zeigten, sind nachfolgend aufgeführt.

#### **Spezifische Beispiele von Kostenrisiken beim Bau des KW Ruppoldingen**

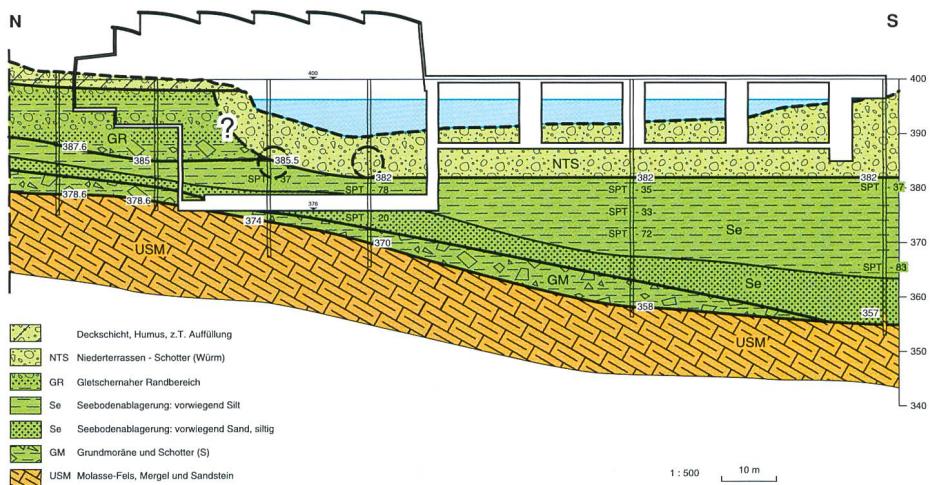
1. Bei der Standortwahl für das Kraftwerk spielte die Geologie eine untergeordnete Rolle; andere Kriterien wie Flussbreite, Anströmung, Bestand der Boninger und Ruppoldinger Inseln, bestehende Gebäude waren wichtiger. Alte geologische Untersuchungen wurden nur ergänzt, d.h. die Kostenrisiken wurden für die erste Phase minimiert und Kosten auf die Bauphase verschoben. Wegen einer Lehmschicht (bezeichnet mit Se auf Bild 5), die dünner war als angenommen, kam es bei der Baugrubenumschliessung für das Maschinenhaus zu einem Grundbruch mit Kostenfolgen von über einer Million Franken. Diese Kosten mussten vom Bauherrn resp. der Versicherung getragen werden.

2. Die Felsoberfläche erwies sich im Projektgebiet als variabel und lag örtlich tiefer als angenommen, da nur wenige Sondierbohrungen gemacht wurden. Es mussten längere Pfähle für die Fundation des Maschinenhauses erstellt werden. Die Mehrkosten gegenüber dem Kostenvoranschlag betrugen 0,6 Millionen Franken. Diese Kosten wären natürlich auch angefallen, wenn die genaue Lage der Felsoberfläche vorher bekannt gewesen wäre. Also auch bei einem Wasserkraftwerk ohne grosse Staumauern und langen Stollen in einem sehr gut bekannten Gebiet gibt es geologische Risiken!

3. Aufgrund der Erfahrungen bei der Wehrbaugrube wurden die Wasserhaltungsmaßnahmen für die Maschinenhausbaugrube gegenüber der Planung angepasst bzw. verfeinert. Dafür verantwortlich waren

die örtlich sehr stark variierenden Schichtmächtigkeiten und das hohe Druckniveau des gespannten Grundwasserspiegels in der wenig durchlässigen Feinsandschicht auf Aushubsohlnenniveau. Anstelle der geplanten wenigen Grossfilterbrunnen mit Vakumbetrieb musste auf viele (24) Klein-vakuumfilterbrunnen umgestellt werden. Die Folge waren erhebliche Mehrkosten für den Bauherrn.

4. Die aus den umfangreichen Vorversuchen von den Unternehmern abgeleiteten Rammleistungen wurden bei der Ausführung nicht erreicht bzw. stark unterschritten. Die baulichen Zwischentermine konnten nur durch den Einsatz von zusätzlichen Gerätegruppen eingehalten werden, und es ergaben sich Mehrkosten für Bauherrn und Unternehmer.
  5. Bei den Aushüben wurde wesentlich weniger weiterverwendbares Kiesmaterial angetroffen als angenommen. Das gesamte geförderte Kiesvolumen reichte knapp aus, die geforderten Umweltmassnahmen auszuführen. Der geplante Verkauf von ca. 130 000 m<sup>3</sup> Kies entfiel. Die Mindereinnahmen für den Bauherrn betrugen ca. 2,7 Millionen Franken.
  6. Gemäss Auflage in der Konzession musste das Aushubmaterial der Aareaustiefungen möglichst per Schiff transportiert werden. Daraus ergab sich der Zwang, die Aare zu einem frühen Zeitpunkt, vor dem Bau des Maschinenhauses, auszutiefen, da später die Durchfahrt durch das Wehr nicht mehr möglich gewesen wäre. Das bereits ausgetiefe Aarebett wurde durch das grosse Hochwasser vom Mai 1999 wieder mit Geschiebe aufgefüllt und musste erneut ausgebaggert werden. Die Kosten für den Bauherrn betrugen ca. 2 Millionen Franken.
  7. Die Aareausbaggerungen durften wegen der Fischlaichzeit nur zwischen Frühjahr und Herbst ausgeführt werden, also von der Flusswasserführung her zu den ungünstigsten Zeiten. Oft mussten die Arbeiten darum wegen Hochwasser unterbrochen werden oder die Aushub- und Transportleistungen wurden beeinträchtigt. Zusätzliche Kosten ergaben sich durch die Etappierung der Arbeiten, d.h. sie zogen sich über 4 Jahre hin, aber auch durch Unterbrüche während der Etappen.
  8. Ein spezielles Risiko eines Lieferanten ergab sich durch den Krieg im ehemaligen Jugoslawien: Panzerungen der Turbinen und die Generatorschächte wurden aus Rumänien geliefert. Der vorgesehene Transport auf der Donau war wegen beschädigter Brücken unmöglich, daher musste der Schiffstransport über das



*Bild 5. Schnitt durch den Untergrund entlang des Baukörpers des KW Ruppoldingen.*

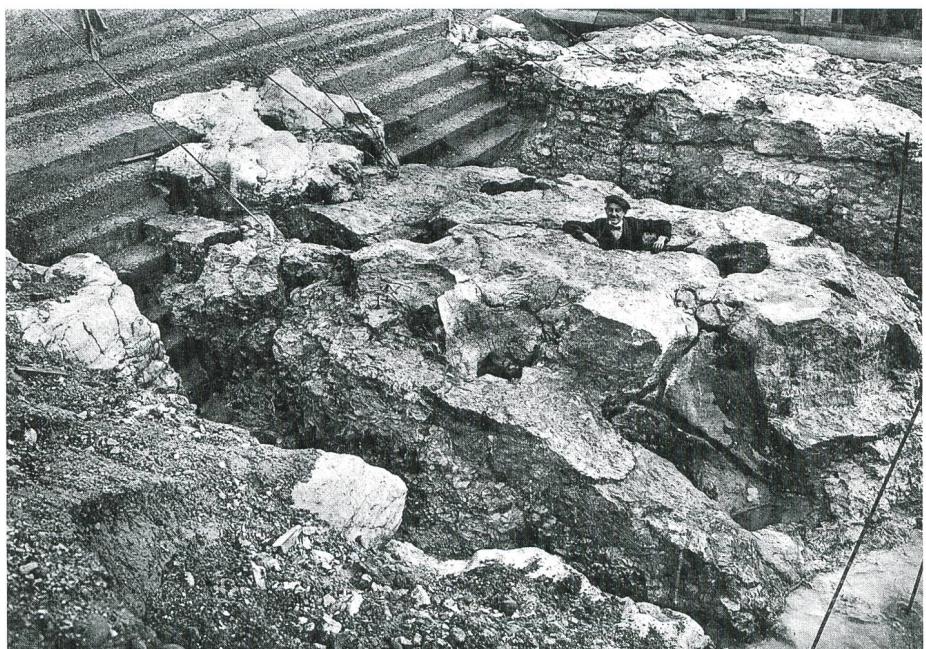
Schwarze Meer, Mittelmeer, Rotterdam, Basel geführt werden – eine wesentlich längere Strecke.

Nur die hier erwähnten Kostenrisiken  
in Ruppoldingen betrugen mehr als 5% der  
gesamten Investitionskosten!

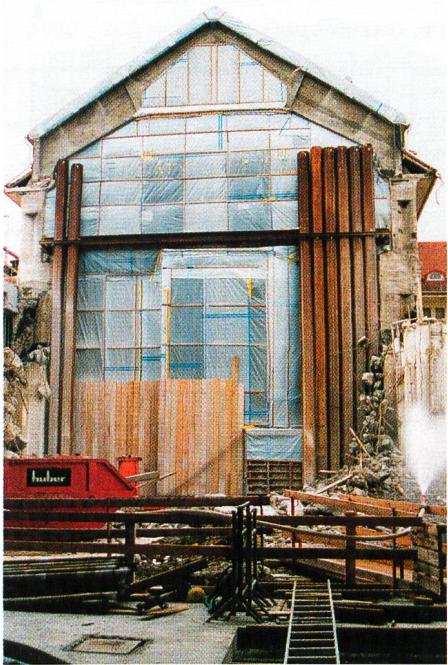
## **spezifische Beispiele von Kostenrisiken beim Umbau des KW Gösgen**

Bei Umbauten besteht immer ein grosses Kostenrisiko, da bei der Planung viele Unbekannte vorhanden sind. Durch die Etappierung und die tiefere Fundation im Karstgebiet, nötig wegen der Optimierung der Stromproduktion, bestand das Risiko von Wassereinbrüchen, die glücklicherweise ausblieben. Die Qualität des alten, abzubrechenden Stampfbetons war sehr variabel (0 bis 100 N/mm<sup>2</sup> Druckfestigkeit). Aus Bild 6 ist ersichtlich, dass gewisse Überraschungen nicht auszuschliessen waren!

2. Die Abbrucharbeiten führten zu Erschütterungen und Staubbildung. Die noch oder wieder neu laufenden Maschinen mussten geschützt werden. Speziell betroffen waren die alten Maschinen wegen der Luftkühlung der Generatoren. Probleme blieben dank dem guten Schutz aus (siehe Bild 7).
  3. Oberhalb des Kraftwerks befindet sich die Kühlwasserfassung des Kernkraftwerks Gösgen. Um ein Leerlaufen des Kanals, der Fassung und damit eine Abschaltung des Kernkraftwerks zu verhindern, bestanden hohe Anforderungen an die Baugruben. Das Verhalten wurde online überwacht. Auch hier ergaben sich glücklicherweise keine Probleme.
  4. Im neuen Teil des Kraftwerksgebäudes wurde der alte, karbonatisierte Beton ersetzt, im noch bestehenden alten Teil dagegen nicht. Durch den Wechsel von luftgekühlten Generatoren zu wassergekühlten ergibt sich ein anderes Klima in den



**Bild 6. Felsuntergrund des KW Gösgen während der Bauzeit.**



**Bild 7. Abdichtungsmassnahmen beim KW Gösgen zum Schutze der in Betrieb stehenden Maschinen.**

Hallen, und die Überwachung von Klima und Beton im alten Teil muss auch in Zukunft regelmässig erfolgen.

Die Kostenrisiken für die oben erwähnten Punkte lagen fast ausschliesslich beim Bauherrn.

5. Beim Rammen von Leitplanken für eine Zufahrtsstrasse am Ende der Bauarbeiten wurden verschiedene Kabel beschädigt. Der Schaden betrug ca. 500 000 Franken plus die Kosten für den Stromausfall. Der Schaden wurde durch die Versicherungen der beteiligten Parteien bezahlt.



**Bild 8. Durch Rost beschädigter Pol eines Generators.**

6. Beim Transport von zwei Generatoren von Südamerika in die Schweiz setzten diese wegen mangelhafter Verpackung Rost an. Die Kosten für den Rücktransport und die Reparaturen wurden natürlich vom Lieferanten getragen; aber es ergaben sich viele Diskussionen bezüglich Verantwortung innerhalb der Firmen des Lieferanten. Das Bild 8 zeigt einen der beschädigten Pole.

Als Kostenrisiko für den Bauherrn und die Lieferanten wird immer wieder der Know-how-Verlust von Montagepersonal wegen der Abwanderungen von Lieferfirmen aus

der Schweiz bezeichnet. Im Falle der Kraftwerke Ruppoldingen und Gösgen darf aber bestätigt werden, dass gerade das Montagepersonal der Lieferanten sehr gute Arbeit leistete und einige Fehler aus der Fabrikation ausbügeltete!

Ein weiteres Risiko bilden die vielen Schnittstellen bei einem Kraftwerksbau. Dank dem rechtzeitigen Erkennen und dem guten Management mit erfahrenen Fachleuten aller Beteiligten kam es in dieser Beziehung zu keinen gravierenden Vorkommnissen.

Heute, nach Ablauf der Garantiefristen, liegt das Risiko nur noch beim Bauherrn. Auch wenn die heutigen Produktionskosten noch hoch sind, wird sich zeigen, dass sich das Risiko der Investitionsvorhaben gelohnt hat. Beispiele von grossen Bauwerken aus der Vergangenheit unterstützen diese Aussage zweifellos.

Eines ist sicher: Das Kraftwerk Ruppoldingen hat schon heute wegen der weltweit erstmalig getroffenen Umweltmassnahmen einen grossen Bekanntheitsgrad erreicht (siehe Bild 9).

Schriftliche Fassung eines Vortrages, den der Autor anlässlich der Hauptversammlung des Schweizerischen Wasserwirtschaftsverbandes vom 18. September 2003 in St. Gallen gehalten hat.

#### Anschrift des Verfassers

Jürg Schüpbach, Mitglied der Geschäftsleitung, Leiter Geschäftsbereich Wasserkraftanlagen, Colenco Power Engineering AG, Täfernstrasse 26, CH-5405 Baden.



**Bild 9. Luftbild des fertig erstellten Kraftwerks Ruppoldingen.**