Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen = Bulletin de l'Association suisse des électriciens, de l'Association des entreprises électriques suisses

Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen

Band: 93 (2002)

Heft: 18

Artikel: Was ist TESLA?

Autor: [s.n.]

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-855447

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: 09.07.2025

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

Was ist TESLA?

Das «Deutsche Elektronen-Synchrotron – DESY» ist eines der fünf grossen Beschleunigerzentren weltweit. Das Forschungszentrum DESY verbindet Teilchenforschung und Anwendungen der Synchrotronstrahlung. In internationaler Zusammenarbeit plant DESY das Zukunftsprojekt TESLA, einen 33 Kilometer langen supraleitenden Linearbeschleuniger mit integrierten Röntgenlasern. Dieser kann für beide Forschungsschwerpunkte weltweit einmalige Bedingungen schaffen.

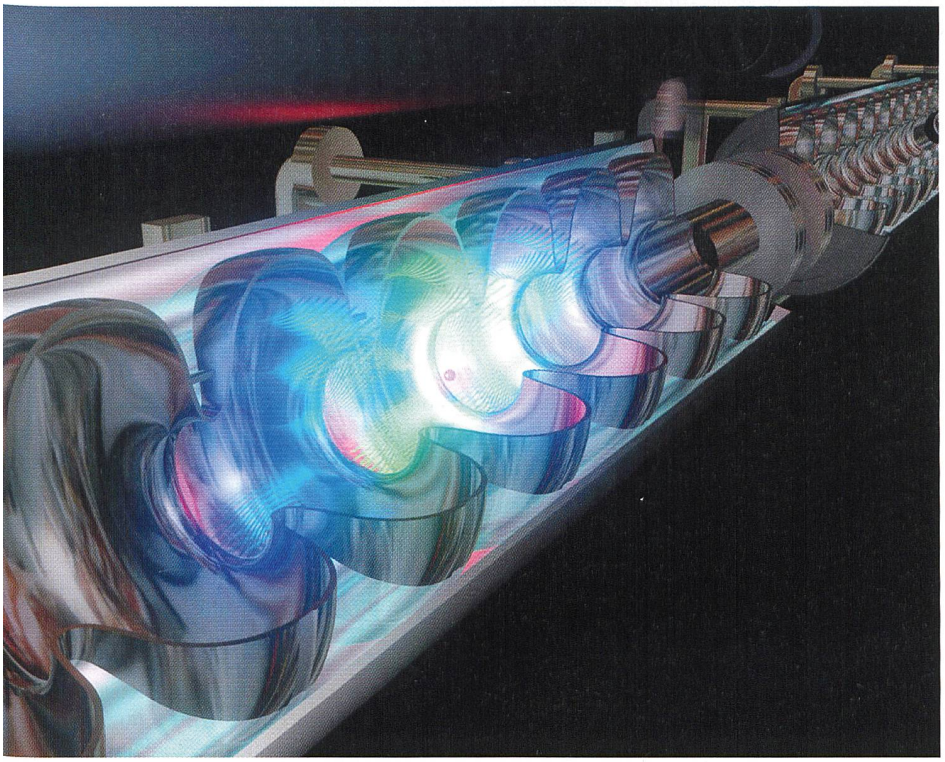


Bild 1 TESLA-Beschleunigungsanimation; elektromagnetische Felder beschleunigen die Elektronen im supraleitenden Linearbeschleuniger praktisch auf Lichtgeschwindigkeit.

Ein internationales Grossprojekt

In internationaler Zusammenarbeit wird derzeit ein neues Beschleunigerprojekt beim Forschungszentrum DESY (Deutsches Elektronen-Synchrotron) in Hamburg entwickelt und geplant. Sein Name: TESLA.

Kontaktadresse
DESY
Abteilung Öffentlichkeitsarbeit
Notkestrasse 85
D-22607 Hamburg
E-Mail:desypr@desy.de

TESLA steht für TeV-Energy Superconducting Linear Accelerator, also supraleitender linearer Beschleuniger für Tera-Elektronenvolt-Energien. Dahinter verbirgt sich ein 33 Kilometer langer, in internationaler Zusammenarbeit entwickelter Linearbeschleuniger, in dem Elektronen auf ihre Antiteilchen, die Positronen, stossen sollen. Das Besondere an der neuen Anlage: Ein Beschleuniger ermöglicht Teilchenkollisionen mit höchster Energie und dient gleichzeitig als Quelle für intensives Röntgenlicht mit Lasereigenschaften. Die Forschungs- und Anwendungsgebiete reichen vom Aufbau der Materie und ihrer Entstehung im Urknall bis zur Erforschung von Werkstoffen und dem Ablauf der Lebensvorgänge.

Die hoch energetischen Teilchenkollisionen ermöglichen es den Teilchenphysikern, tiefer und genauer in die Struktur und Entstehung der Materie und des Universums zu blicken, als je zuvor. Zudem umfasst TESLA mehrere so genannte Freie-Elektronen-Laser von besonderer Qualität. Sie können extrem kurze und intensive Röntgenblitze mit Lasereigenschaften erzeugen. Dank der aussergewöhnlichen Eigenschaften ihrer Strahlung eröffnen die TESLA-Röntgenlaser neue Forschungsperspektiven für ganz verschiedene Fachgebiete – von der Physik über die Chemie, Biologie und Materialforschung bis hin zur Medizin.

TESLA soll als internationales Zentrum gegründet und betrieben werden. Bereits an der Entwicklung des Projekts bis zur Veröffentlichung des Projektvorschlags im März 2001 haben 41 Institute aus 9 Ländern mitgearbeitet und die Hälfte der Kosten getragen; ihre Zahl steigt weiter an. Auch für TESLA selbst wird eine starke internationale Beteiligung angestrebt. Nach seiner Genehmigung und dem Ablauf des Planfeststellungsverfahrens könnte TESLA nach etwa achtjähriger Bauzeit den Betrieb etwa 2012 aufnehmen (Bild 1).

Ein Linearcollider mit Röntgenlasern

Das Herzstück von TESLA ist ein 33 Kilometer langer, linearer Beschleuniger in einem unterirdischen Tunnel, der sich vom DESY-Gelände in Hamburg-Bahrenfeld bis an die Nordgrenze des Kreises Pinneberg in Schleswig-Holstein erstreckt (Bild 2). Auf der nördlichen Hälfte der Strecke fliegen die Positronen, auf der südlichen kommen ihnen die Elektronen entgegen. Neuartige supraleitende Beschleunigungsstrecken, so genannte Resonatoren, bringen die beiden Teilchenstrahlen auf Rekordenergien von jeweils 250 Milliarden Elektronenvolt. In der Mitte der Rennstrecke, also nach 15 Kilometern, werden die Teilchen aufeinander gelenkt und stossen frontal zusammen. Ihre Energie ist dabei so hoch wie in der ersten Billionstel Sekunde nach dem Beginn des Universums im Urknall. Anhand dieser Zusammenstösse lässt sich die Entwicklungsgeschichte des Universums simulieren – und damit untersuchen, was Materie ist, welche Gesetze das Verhalten der fundamentalen Teilchen bestimmen und wie sich daraus das

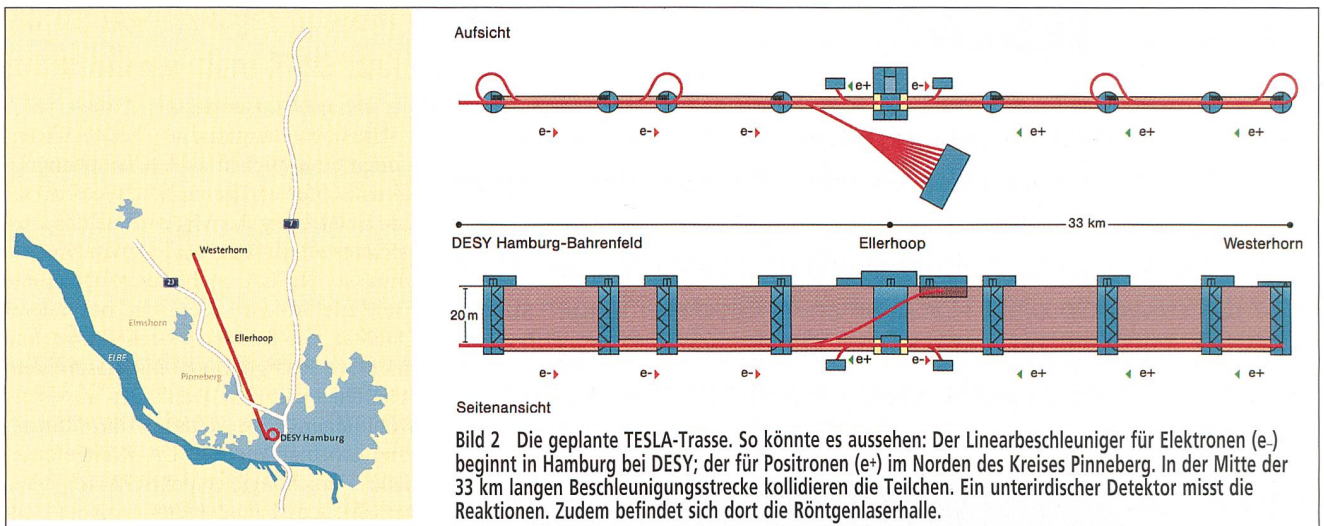


Bild 2 Die geplante TESLA-Trasse. So könnte es aussehen: Der Linearbeschleuniger für Elektronen (e_-) beginnt in Hamburg bei DESY; der für Positronen (e_+) im Norden des Kreises Pinneberg. In der Mitte der 33 km langen Beschleunigungsstrecke kollidieren die Teilchen. Ein unterirdischer Detektor misst die Reaktionen. Zudem befindet sich dort die Röntgenlaserhalle.

gesamte komplexe Universum zusammensetzt. Die Teilchenkollisionen werden in einem haushohen, mit Elektronik vollgepackten Detektor beobachtet und analysiert.

Dies ist der eine Teil des TESLA-Forschungsprogramms. Zugleich wird der Elektronenbeschleuniger mehrere neuartige Röntgenlaser antreiben. Deren extrem scharf gebündelte, intensive Röntgenstrahlen werden in verschiedenen naturwissenschaftlichen Bereichen ganz neue Untersuchungsmöglichkeiten erschliessen. Die Leuchtdichte der neuen TESLA-Röntgenlaser ist in ihren Spitzenwerten um das Zehnmilliardenfache höher als die modernster Röntgenquellen, die Zeitauflösung um das Tausendfache. Die Wellenlängen der Blitze sind so klein, dass selbst feinste atomare Details erkennbar werden: Sie kann in etwa im Bereich zwischen einem und einem Zehntel Nanometer variiert werden. Damit öffnen sich der Forschung neue Perspektiven, die heute zum Teil noch gar nicht konkret vorstellbar sind.

TESLA-Technik

TESLA setzt auf eine neue Technik: auf supraleitende Beschleunigungsstrecken aus dem Metall Niob, die in der erforderlichen Qualität erst entwickelt werden mussten (Bilder 3 und 4). Die TESLA-Projektarbeiten haben zu bedeutenden Fortschritten in der Hochfrequenz-Supraleitungstechnologie geführt. Kühlt man bestimmte Metalle bis nahe an den absoluten Nullpunkt der Temperatur bei minus 273 Grad Celsius herab, verlieren sie schlagartig ihren elektrischen Widerstand. Das Material wird «supraleitend», der Strom kann vollkommen verlustfrei fliessen. Für TESLA macht man sich dieses Phänomen beim Bau von supraleitenden Beschleunigungsstrecken (Resonatoren) zu Nutze: Die aus reinem Niob gefertigten Resonatoren werden mit Flüssighelium auf minus 271 Grad Celsius gekühlt und verlieren dadurch ihren elektrischen Widerstand. Mit diesem Prinzip lassen sich neue Rekordwerte für die elektrische Beschleunigungsspannung in supraleitenden Resonatoren erreichen: Bei TESLA sind es pro Meter 25 Millionen Volt; dagegen schafft eine Fernsehbildröhre pro Meter nur etwa 40 000 Volt. Gleichzeitig können die supraleitenden Resonatoren die Ausmasse der Teilchenpakete klein halten: Jeweils mehrere Milliarden Elektronen sind zu kugelförmigen Paketen zusammengefasst, deren Durchmesser gerade einen Zehntel Millimeter beträgt – eine wichtige Voraussetzung für die Nutzung von TESLA als Röntgenlaser.

TESLA und andere Linearcollider-Konzepte

Neben TESLA gibt es noch andere Konzepte für einen zukünftigen Linearcollider. Das «Stanford Linear Accelerator Center» in den USA plant den «Next Linear Collider» (NLC) und das KEK Institut in Japan den «Japanese Linear Collider» (JLC), während das Forschungszentrum CERN in Genf an einem Konzept für den «Compact Linear Collider» (CLIC) arbeitet. CLIC würde die höchsten Beschleunigungsenergien erreichen – etwa 3 Tera-Elektronenvolt – aber der Bau könnte erst im nächsten Jahrzehnt beginnen, wenn die Entwicklungsarbeiten abgeschlossen sind. TESLA, der NLC und der JLC könnten wesentlich früher – etwa 2012 – fertig gestellt werden.

TESLA unterscheidet sich von anderen Linearcollider-Konzepten durch die Verwendung von supraleitenden Beschleunigungsstrecken. Sowohl der NLC als auch der JLC basieren auf normalleitenden Beschleunigungsstrecken aus Kupfer. Die von TESLA verwendeten supraleitenden Beschleunigungsstrecken erfüllen besonders gut die Anforderungen für eine hohe Kollisionsrate der beschleunigten Teilchen, insbesondere erlauben sie einen sehr kleinen Strahlquerschnitt und hohe Strahlenergie.

1992 begann die internationale TESLA-Kollaboration in Zusammenarbeit mit der Industrie supraleitende Beschleunigungsstrukturen, so genannte Resonatoren, zu entwickeln, die heute fünffach höhere Beschleunigungsgradienten (25 Megavolt pro Meter) liefern als vor 1990. Ausserdem konnten die Kosten pro Meter um den Faktor vier reduziert werden. Diese Fortschritte bilden die Grundlage dafür, einen supraleitenden Linearcollider mit all seinen Vorteilen realisieren zu können.

Die Entwicklung eines supraleitenden Linearbeschleunigers für die Teilchenphysik hat zugleich den idealen Beschleuniger für eine Lichtquelle mit völlig neuen Eigenschaften geschaffen: Einen Freie-Elektronen-Laser, der Röntgenstrahlung mit echten Lasereigenschaften produziert. Das Laserlicht entsteht, wenn die energiereichen Elektronen aus dem Linearbeschleuniger durch eine spezielle Magnetstruktur fliegen. Der supraleitende TESLA-Linearbeschleuniger liefert Elektronenstrahlen mit der dafür erforderlichen hohen Qualität. Auch diese Doppelnutzung des Linearbeschleunigers für die Teilchenphysik und als Treiber für neuartige Röntgenlaser unterscheidet TESLA von den konkurrierenden Projekten.

Ein Kompetenzzentrum in Europa

Durch die Kombination von Teilchenphysik und Forschung mit Röntgenstrahlung bietet TESLA die hervorragende Chance, ein internationales, interdisziplinäres Kompetenzzentrum (Center of Excellence) zu schaffen. Das TESLA-Zentrum soll im Rahmen einer weit gespannten, weltweiten Kooperation als eine internationale Einrichtung gegründet und betrieben werden, ein organisatorisch an die bestehende Infrastruktur von DESY angebundenes, im Kern jedoch eigenständiges neues Gemeinschaftsprojekt, das zunächst zeitlich befristet auf 25 Jahre angelegt ist. Nach zehn Jahren kann über eine mögliche Fortführung entschieden werden. Für die Projektträgerschaft wird eine neue Organisationsform vorgeschlagen: die Vernetzung vieler bestehender Beschleunigerzentren und weiterer Forschungseinrichtungen zu einem «Global Accelerator Network».

Die ausländischen Institute als Partner werden Teile der Anlage in ihrem Land, entsprechend ihrer jeweiligen technologischen Kompetenzen, erstellen und nach Hamburg und Schleswig-Holstein liefern. Als Gesellschafter des Gemeinschaftsprojekts sind sie für die Gesamtanlage mitverantwortlich. Die Mittel aus den beteiligten Ländern für Bau und Betrieb der neuen Anlage würden über die jeweiligen nationalen Institute in das Projekt einfliessen. So können diese – und damit ihr Land – an dem technologischen und wissenschaftlichen Ertrag der neuen Anlage uneingeschränkt teilhaben.

Umwelt und Sicherheit

DESY ist weltweit das Forschungsinstitut mit den umfassendsten Erfahrungen im Betrieb von Teilchenbeschleunigern in der Nachbarschaft von Wohngebieten. Das DESY-Gelände, auf dem mehrere Beschleuniger betrieben werden, liegt mitten in den Hamburger Stadtteilen Bahrenfeld und Gross Flottbek. Der 6,3 Kilometer grosse HERA-Beschleuniger befindet sich in einem unterirdischen, ringförmigen Tunnel, der teils unter dem Hamburger Volkspark und teils unter Wohn- und Gewerbegebieten verläuft. Er ist seit 1992 rund um die Uhr in Betrieb. Der Betrieb hat keine Auswirkungen auf die Umwelt und kann als absolut sicher betrachtet werden.

Ein Beschleuniger erzeugt weder Lärm noch giftige Abgase, er kann auch nicht explodieren. Allerdings erzeugt er im Betrieb Strahlung, die den Aufenthalt in seiner unmittelbaren Nähe verbietet. Da aber der Tunnel tief genug unter der Erdoberfläche verläuft, ist die nach oben gelangende Strahlung vernachlässigbar gering: Ihr Pegel wird beim TESLA-Beschleuniger an der Erdoberfläche weniger als ein Hundertstel der natürlichen, stets in unserer Umwelt vorhandenen Strahlung betragen. Diese Angabe beruht auf Berechnungen und Erfahrungswerten der DESY-Wissenschaftler und ist durch zwei unabhängige Gutachten bestätigt worden, die vom Öko-Institut in Darmstadt und vom TÜV Nord in Hamburg angefertigt wurden.

Kann bei einer Betriebsstörung etwas passieren? Nein, denn dann würde die Beschleunigung der Teilchen sofort gestoppt. Die gerade im Tunnel befindlichen Elektronen und Positronen werden in einen Strahlabsorber tief unter der Erde gelenkt, genauso wie auch während des Betriebs nach der Teilchenkollision. Der Strahlabsorber ist ein grosser zylindrischer Tank aus Titan, der 11 Kubikmeter Wasser enthält und in einer mit dicken Betonwänden abgeschirmten Halle steht. In ihm werden die energiereichen Teilchen abgebremst und aufgefangen. Bei einer Störung kann keine Strahlung in die Umwelt gelangen, und ein Beschleuniger enthält – anders als ein Kernreaktor – auch keinen radioaktiven Brennstoff. Eine Anlage wie TESLA kann daher ohne Risiken unter besiedeltem Gebiet gebaut werden. Von ihr gehen keine Gefährdungen der Umwelt aus.

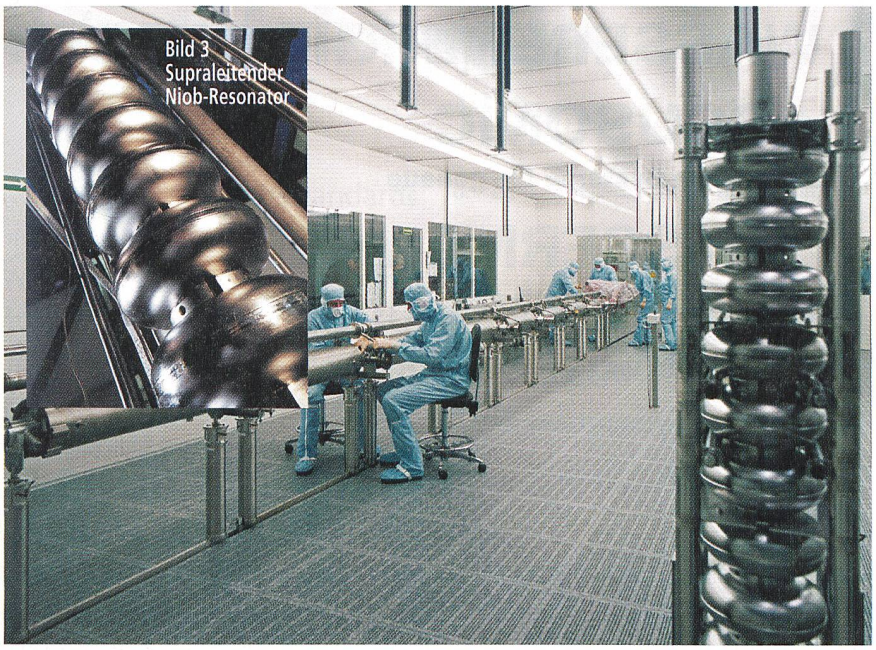


Bild 4 Arbeiten im Reinraum. Die supraleitenden Beschleunigungsstrukturen von TESLA bestehen aus reinstem Niob. Ihre Bearbeitung und Montage erfolgt in einem Reinraum, der fast eine Million Mal weniger Staubteilchen als normale Luft enthält und eine sehr saubere Verarbeitung ermöglicht.

TESLA, un projet réalisé à l'échelon international

A l'heure actuelle, un nouveau projet international d'accélérateur est planifié et développé à l'institut de recherche DESY (Deutsches Elektronen-Synchrotron) de Hambourg. Il porte le nom de TESLA pour TeV-Energy Superconducting Linear Accelerator, c'est-à-dire accélérateur linéaire supraconducteur pour les énergies de l'ordre du tera-électronvolt. Derrière ce projet se cache un accélérateur linéaire de 33 kilomètres de long dans lequel des électrons entreront en collision avec leurs antiparticules, les positrons. Particularité de la nouvelle installation: un accélérateur permet la collision de particules à une vitesse très élevée et constitue en même temps une source de rayons X intenses présentant les mêmes caractéristiques qu'un laser.

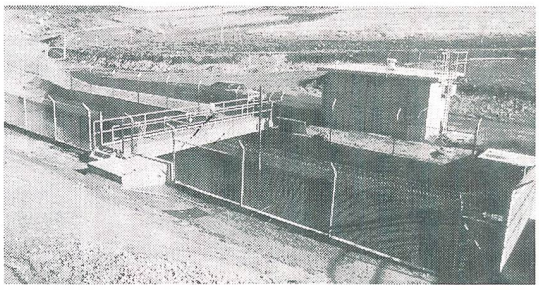
WASSERENERGIE BESSER AUSNUTZEN

ACCUSONIC

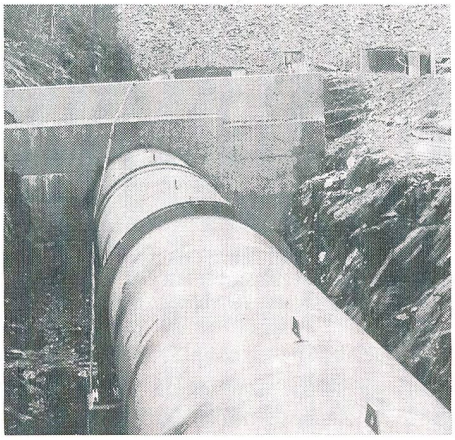
akustische Systeme für genaue

WASSERMENGEN-MESSUNGEN

in Leitungen von 1 bis 15 m Durchmesser



OFFENER KANAL (bis 200 m Breite)



Druckleitung

Vom gleichen Hersteller

KAVITATIONS-MESSSYSTEME FÜR PUMPEN UND TURBINEN

Über 2700 ACCUSONIC-Anlagen sind weltweit in Betrieb.
Anlagen wurden auch in Zusammenarbeit mit führenden Kraftwerkherstellern ausgeführt.

Zuständig für Deutschland, Österreich, die Schweiz und Osteuropa:

Witronic GmbH, Plateires 24
CH-1009 Pully bei Lausanne
Tel. 41-21 729 86 46 Fax 41-21 728 76 21

ebs Elektrizitätswerk des Bezirks Schwyz
50 Jahre

www.ebs-strom.ch · 041 819 69 11