

# Borgeaud, Gaston

Objektyp: **Obituary**

Zeitschrift: **Schweizer Ingenieur und Architekt**

Band (Jahr): **106 (1988)**

Heft 9

PDF erstellt am: **26.09.2024**

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

## Gaston Borgeaud zum Gedenken

Am 28. November 1987 ist in Winterthur nach kurzem Spitalaufenthalt Dr. Ing. Gaston Borgeaud, der langjährige Technische Direktor der Schweizerischen Lokomotiv- und Maschinenfabrik (SLM) im 84. Altersjahr gestorben. Auf seinen ausdrücklichen Wunsch fand die schlichte Bestattungsfeier im Familien- und engen Freundes- und Bekanntenkreis in der kleinen lokalen Eglise réformée française statt, mit der seine Familie seit ihrer Niederlassung in Winterthur eng verbunden war.

Gaston Borgeaud wurde am 20. Juni 1904 im kleinen Waadtländer Dorf Lusery, wo seine Eltern als Lehrer wirkten, geboren. Einige Jahre später übersiedelte die Familie in das unweit gelegene Orny bei La Sarraz, wo er bei Mutter und Vater die Primarschule besuchte. Das anschliessende collège classique und das Gymnasium in Lausanne schloss er 1923 mit der Matur des Typus B ab. Von der Welt der Technik fasziniert, studierte er darauf an der Abteilung für Maschineningenieurwesen der ETH Zürich, wo er 1927 diplomierte.

Eine erste Phase der Tätigkeit Borgeauds in der SLM erstreckte sich von Ende 1928 bis Ende 1934.

Einen hervorragenden Beweis seiner Intelligenz und seines Leistungsvermögens lieferte er in den Jahren 1935 und 1936 – bereits war er Familienvater –, als er die oberen vier Semester der Abteilung für Elektrotechnik der ETH besuchte, dieses Studium mit dem zusätzlichen Titel des dipl. El. Ing. abschloss und während der gleichen Zeitperiode seine hervorragende Dissertation verfasste. Diese ist dem Thema «Le passage en courbes de véhicules de chemin de fer, dont les essieux fournissent un effort de traction continu» gewidmet und wurde von der ETH mit einem Preis ausgezeichnet.

Ende 1936 trat Dr. Borgeaud in die Bahnabteilung der Firma Brown Boveri in Baden ein, wo er bis 1942 tätig war. Unmittelbar anschliessend kehrte er in die SLM zurück, zuerst als «Angestellter», wurde aber kurz darauf Prokurist, auf den 1. Januar 1946 Oberingenieur und nach einer kurzen Zwischenphase als Vize-Direktor auf den 1. Januar 1949 Technischer Direktor für die Bereiche Lokomotiv- und Getriebebau. Die Annahme dieses Postens hat er anfänglich verweigert, weil er befürchtete, in dieser Position zu stark mit administrativen Aufgaben beschäftigt zu

sein und sich zu wenig der Behandlung technisch-wissenschaftlicher Probleme widmen zu können. Die Stellung des Technischen Direktors hielt er bis zu seiner Pensionierung Ende 1969 inne. Anschliessend stellte er sich der Firma bis zum Frühjahr 1980 als beratender Ingenieur zur Verfügung.



*Gaston Borgeaud am Tage seiner Pensionierung, dem 31. Dezember 1969*

Mit dem Wiedereintritt Dr. Borgeauds in die SLM im Jahre 1942 begann im schweizerischen Lokomotivbau, im Lokomotivbau schlechthin, eine neue Ära. Auf Initiative des damaligen Obermaschineningenieurs der BLS, Franz Gerber, musste zur Bewältigung des kriegsbedingt stark angestiegenen Verkehrs auf der Lötschberglinie zwischen Thun und Brig eine neue, sehr leistungsfähige Lokomotive mit hervorragenden Laufeigenschaften beschafft werden. Der SLM gelang es zusammen mit BBC, eine völlig neuartige, epochemachende Lösung einer vierachsigen Lokomotive mit zwei Drehgestellen in bahnbrechender Konzeption vorzuschlagen. Diese waren ausschliesslich mit Triebachsen, d. h. ohne Laufachsen, ausgerüstet, mit pro Achse je einem im federnd abgestützten Drehgestellrahmen fest gelagerten Fahrmotor. Zur Optimierung der Laufeigenschaften in den Kurven und Minimalisierung des Verschleisses an Radreifen und Schienen wurde die Lokomotive der Seriebezeichnung Ae 4/4 mit einer die beiden Drehgestelle verbindenden Querkupplung ausgerüstet. Deren Auslegung stützte sich auf grundlegende von Dr. Borgeaud durchgeführte theoretische Untersuchungen ab. Um die zugkraftbedingten Entlastungen der in Fahrtrichtung vorderen Achsen jedes

Drehgestells gering zu halten, wurde der Angriffspunkt der von den Drehgestellen auf den Lokomotivkasten wirkenden Zugkräfte durch Anwendung neuartiger Konstruktionsprinzipien sehr tief gelegt. Die Ae 4/4 führte zu einem durchschlagenden Erfolg, wurde zum Vorbild der etwas später von den SBB in Auftrag gegebenen Leichtlokomotiven Re 4/4 I wie auch zu den für den Einsatz auf der Gotthardstrecke von den SBB in 120 Einheiten beschafften sechsachsigen Lokomotiven der Serie Ae 6/6.

Eine weitere Herausforderung ergab sich für die SLM durch die Entwicklung der Standardlokomotive der Serie Re 4/4 II für die SBB von 20 t Achslast, die der Forderung u. a. nach kleinen Seitenkräften zwischen Rad und Schiene und damit eines kleinen Verschleisses der Radreifen und Schienen, nach erhöhten Kurvengeschwindigkeiten und einer Höchstgeschwindigkeit von 140 km/h sowie ausgezeichneten Adhäsions- und Laufeigenschaften zu genügen hatte. Auch diese Lokomotive führte unter der Gesamtleitung Dr. Borgeauds für den mechanischen Teil zu einem nachhaltigen Erfolg, so dass die SBB von 1960–1981 in sich wiederholenden Teilbestellungen an die 300 Einheiten dieses Typs in Auftrag gaben.

Eine bedeutende Weiterentwicklung der Re<sup>4</sup>/II-Lokomotive stellte die sechsachsige, mit drei zweiachsigen Drehgestellen ausgerüstete Lokomotive der Serie Re 6/6 der SBB dar, von der total 84 Exemplare bestellt wurden. Die Prototypen dieser Fahrzeuge wurden von den SBB 1969, d. h. kurz vor der Pensionierung Dr. Borgeauds, in Auftrag gegeben und beinhalteten noch wesentliche, von ihm in Vorschlag gebrachte Konstruktionsmerkmale.

Unter der technischen Gesamtleitung von Dr. Borgeaud sind neben den Lokomotiven für die SBB zahlreiche weitere Typen für schweizerische Privatbahnen entstanden, so für die BLS und die Rätische Bahn, darunter die besonders gute Adhäsionseigenschaften aufweisende Re 4/4 bzw. die meterspurigen Ge 4/4 I und Ge 6/6. Nebst elektrischen wurden auch Diesellokomotiven gebaut, darunter praktisch die gesamte SBB-Flotte an solchen Fahrzeugen. Zu den von der SLM entwickelten und gebauten Diesellokomotiven gehören auch die für Rumänien bestimmten sechsachsigen, mit Sulzer-Dieselmotoren ausgerüsteten Universallokomotiven, die in diesem Land in einer vierstelligen Zahl von Exemplaren nachgebaut und in viele Ostländer exportiert wurden. Ihr Drehgestell wurde im we-



sentlichen von demjenigen der Ae 6/6 abgeleitet. Die im Jahre 1947 von der Compagnie du Chemin de Fer Franco-Ethiopiens bei der SLM erfolgte Bestellung von 12 diesel-elektrischen Lokomotiven für die rund 800 km lange Schmalspurstrecke von Addis Abeba nach Djibouti kam vorwiegend dank den guten Beziehungen Dr. Borgeauds zu dieser stark französisch orientierten Gesellschaft und deren Vertrauen in die technische Leitung der SLM zustande.

Ein wichtiger Zweig der SLM umfasste seit ihrer Gründung im Jahre 1871 den Bau von Triebfahrzeugen für Zahnradbahnen. Während der Ära Borgeaud konnte die SLM ihre Position als Marktleader in diesem Bereich weiter festigen und ausbauen. Die insbesondere in der Technik des mechanischen Teils, dem ureigenen Fabrikationsbereich der SLM, sehr anspruchsvollen und hohe Anforderungen an die Sicherheit stellenden Fahrzeuge zeugen nachhaltig von den Konstruktionsideen Dr. Borgeauds und den Ergebnissen seiner theoretischen Untersuchungen wichtiger Problemkreise dieser Fahrzeuggattung. Nach seiner Pensionierung wirkte er als international bekannter und anerkannter Experte zur Untersuchung anstehender Probleme im Bereich der Zahnradbahnen selbst in Übersee.

Eng verwandt mit der Technik der Zahnradfahrzeuge ist der Getriebebau, der bei der SLM Mitte der 20er Jahre im Hinblick auf Anwendungen bei der Herstellung von Schiffsantrieben und stationären Anlagen aufgenommen wurde. Doch erst mit der Entwicklung und der Fabrikation der Getriebe für die Schweizer Panzer Pz 58, 61 und 68 wurde der Getriebebau zu einem bedeutenden Produktionszweig und damit lang gesuchten «zweiten Bein» der Firma. Vorrangig dem Wagemut Dr. Borgeauds und dem Vertrauen ins eigene Können ist der zu Beginn der 50er Jahre gefasste Beschluss der SLM zu verdanken, anhand eines Grundkonzepts der K+W in Thun sich im Panzergetriebebau zu engagieren. Dieser stellt hinsichtlich der technischen Komplexität, der Kompaktheit der Bauweise, der Leistungsdichte, der Zuverlässigkeit wie der restlosen Erfüllung der umfangreichen Pflichtenheftforderungen höchste Ansprüche. Bei der Entwicklung dieser Getriebe hat sich Dr. Borgeaud nicht lediglich mit einer Gesamtchau der anstehenden Probleme begnügt, sondern sich in täglicher hingebungsvoller Arbeit mit einer Unzahl von Einzelproblemen befasst und diese einer Lösung zugeführt.

Dr. Borgeaud hinterlässt, soweit es die Technik des mechanischen Teils der

Triebfahrzeuge betrifft, ein grosses wissenschaftliches Werk, das in Fachkreisen weltweit bekannt ist und hohe Anerkennung gefunden hat. In entscheidender Weise hat es zum guten Ruf der SLM als bestausgewiesenem Lokomotivbauer beigetragen. Die zahlreichen publizierten Arbeiten befassen sich schwergewichtig mit dem Kurvenlauf der Triebfahrzeuge, ihrer gesamten Laufmechanik, für die Dr. Borgeaud umfassende Differentialgleichungen aufgestellt und weitgehend auch deren Lösungen unter Ausnützung der damaligen Möglichkeiten der EDV erarbeitet hat. Ferner behandelte er die komplexe Materie der zugkraftbedingten Achsdruckänderungen einer grossen Zahl unterschiedlicher Lokomotivtypen unter Berücksichtigung einer Vielzahl von Einflussgrössen und setzte sich mit dem aus der Sicht der Verkehrssicherheit äusserst wichtigen Bereich der Bremsen sowie der Stand- und Entgleisungssicherheit bei Zahnradbahnen auseinander. Im Anschluss an einen vor der Institution of Mechanical Engineers in London gehaltenen Vortrag über die zugkraftbedingten Achsdruckänderungen und ihr Einfluss auf das Adhäsionsverhalten der Triebfahrzeuge wurde Dr. Borgeaud 1964 von dieser grossen englischen Fachvereinigung mit dem George Stephenson Research Prize ausgezeichnet, der nur sehr selten einem Ausländer verliehen wird. Eine Anzahl seiner Arbeiten wurde in der «Schweizerischen Bauzeitung» bzw. dem «SI+A» veröffentlicht (1).

Die theoretischen Arbeiten Dr. G. Borgeauds sind im allgemeinen schwer und mühsam zu lesen und nur von einem kleinen Kreis von Fachleuten mit ausgezeichneten mathematischen Kenntnissen voll zu erfassen. Das scharfe und einer strengen Wissenschaftlichkeit verpflichtete Denken Dr. Borgeauds hielt ihn bei seinen theoretischen Untersuchungen meistens davon ab, a priori vereinfachende Annahmen zu machen und «bequeme» Randbedingungen einzuführen. Er trachtete danach, die zu behandelnden Probleme in ihrer vollen Komplexität theoretisch zu erfassen und darzustellen. Erst in einem zweiten und wesentlich später zu erfolgenden Schritt war er bereit, Einflüsse, die sich bei einer ersten profunden Untersuchung als zweitrangig erwiesen hatten, zu vernachlässigen und damit dem Konstrukteur ein Werkzeug für die Lösung der bei ihm anfallenden Probleme in die Hand zu geben.

Dr. Borgeaud war kein bequemer Chef. Trotz seines oft überbordenden Temperaments, mit dem er manchen Mitarbeiter vor den Kopf stossen konnte, blieb er immer korrekt und mit grosser Ehrlichkeit und Hingabe der Sache, der

#### Veröffentlichungen von Gaston Borgeaud in der SBZ resp. SI+A

SBZ, Beilage zum 80. Jahrgang 1962, Seiten 1-108  
 SBZ, 85. Jahrgang, Heft 27, 6. Juli 1967, Seiten 513-524  
 SBZ., 87. Jahrgang, Heft 4, 23. Januar 1969, Seiten 51-66, Heft 5, 30. Januar 1969, Seiten 71-89  
 SBZ, 89. Jahrgang, Heft 7, 18. Februar 1971, Seiten 159-163  
 SBZ, 96. Jahrgang, Heft 27/28, 7. Juli 1978, Seiten 535-550, Heft 30/31, 28. Juli 1978, Seiten 583-589, Heft 32, 10. August 1978, Seiten 589-608, Heft 35, 31. August 1978, Seiten 644-651, Heft 37, 14. September 1978, Seiten 699-703  
 SI+A, 98. Jahrgang, Heft 29, 1980, Seiten 688, 689.

Aufgabe verpflichtet. Für das, was er als richtig erkannte, setzte er sich mit Vehemenz und kompromisslos ein, war aber auch in der Lage, ein Wort, bei dem er zu weit gegangen war, zurückzunehmen. Um Führungsrichtlinien im «modernen» Sinn kümmerte er sich nicht, er liess gewähren, was «rund» lief, konnte Vertrauen entgegenbringen, aber mit unbeugsamer Autorität eingreifen, wo sich Laxheit breitzumachen drohte oder bei der Lösung von Problemen oder beim Konstruieren der bequeme oder ein umständlicher Weg eingeschlagen wurde. An einem einmal gefassten Beschluss, den er als richtig erachtet hatte, konnte er bedingungslos festhalten und selbst viel Unangenehmes in Kauf nehmen, um ihn schliesslich durchzusetzen. Scharfes, kristallklares Denken und Überlegen waren ihm eigen, bei technisch-wissenschaftlichen Überlegungen gab es keine Halbheiten, und wehe dem Mitarbeiter, der glaubte, mit pseudowissenschaftlichen Argumenten seinen Standpunkt vertreten zu können. Wer ihn in seiner Sprache nicht verstehen wollte oder konnte, blieb abgehängt. Von seinen Mitarbeitern wurde Dr. Borgeaud jedoch hoch geschätzt, ja tief verehrt, man nahm das Ungewöhnliche seiner Person ohne weiteres in Kauf, und mancher junge Ingenieur, ob Schweizer oder Ausländer, ist Dr. Borgeauds wegen zur SLM gekommen und hat hier eine bleibende Anstellung gefunden.

Dr. Borgeaud konnte auch scherzen und hat manche kritische Situation mit einem Bonmot gemeistert oder entspannt. Zudem war er ein ausgezeichneter, unterhaltender Erzähler, dank seines hervorragenden Gedächtnisses konnte er stets aus dem vollen schöpfen und liess sich von Erlebnissen begeistern. In Diskussionen konnte er immer wieder mit schlagenden Argumenten aufwarten, die er oft aus weit zu-



rückliegenden Fakten und Erfahrungen abzuleiten wusste.

Seinem Wesen nach war Herr Dr. Borgeaud aber ein bescheidener Mensch, der seine Person nie aus reinem Selbstwertgefühl in den Vordergrund rückte. Er hatte einen noblen Charakter, war sehr verlässlich und für seine Mitarbeiter ein Chef mit Herz. Er hatte Hobbies, war ein gewiegener Bastler mit an seinem Wohnsitz reich ausgestatteter Werkstatt. Seine Leidenschaft galt vor allem der Magie, und er brachte es in dieser Sparte als Amateur zu einer wahren Meisterschaft. Seine von ihm angefertigten Zaubergeräte sind in Fachkreisen legendär. Die von ihm erfunde-

nen Tricks entstanden aufgrund eines streng logischen, klaren Denkens und wurden mit der Zeit zum festen Repertoire auch professioneller Magier, wie beispielsweise die Durchdringung eines Huts durch einen Würfel. Er war ein prominentes, hoch geschätztes Mitglied des Vereins «Magischer Ring Schweiz» und Gründungsmitglied des entsprechenden Winterthurer Clubs. In unzähligen Veranstaltungen, auch firmainternen, hat er unter dem Magiernamen Gabor seine Zuschauer in den Bann gerissen, erheitert und verblüfft. In seinen Auftritten von stets auserlesenem Geschmack brillierte er durch sein grosses Können, seine Phantasie, Gewandtheit und grossen Humor. Dane-

ben war Dr. Borgeaud ein gewandter Klavier- und Akkordeonspieler. Erbauung und Freundschaft fand er ferner im Rotary Club Winterthur, dem er seit 1951 angehörte. Auch im SIA entwickelte Dr. Borgeaud eine rege Tätigkeit und war von 1961-1967 Mitglied des Comité Central (CC). 1967 wurde ihm die Ehrenmitgliedschaft des Technischen Vereins und der Sektion Winterthur des SIA verliehen. Mit Dr. Gaston Borgeaud hat uns ein hervorragender, hochbegabter Ingenieur und Mensch von markanter, einzigartiger Prägung verlassen, dessen schöpferische Persönlichkeit überall, wo sie sich entfaltete, noch lange nachwirken wird.

Hugo Loosli

## Aktuell

### 25 Jahre Strahlenbiologisches Institut der Uni Zürich

(Uni-ZH) Die Probleme des Strahlenschutzes, die Verbesserung der Strahlentherapie des Krebses, aber auch grundlegende Fragen der Wirkung von Strahlung auf den Organismus sind heute aktueller denn je. Das Strahlenbiologische Institut der Universität Zürich beschäftigt sich seit zweieinhalb Jahrzehnten mit dieser Materie. Es ist bis heute das einzige Institut dieser Art in der Schweiz.

Ein Teil der Forschungsprojekte des Instituts soll grundlegende Fragen der Strahlenwirkung auf Lebensvorgänge erhellen. Es geht hier beispielsweise darum, zu erkennen, wie durch Strahlung Krebs oder Mutationen ausgelöst werden und wie sich bestrahlte Zellen biochemisch oder strukturell verändern. Auch die Frage, wie sehr Milieufaktoren oder die Erholungsfähigkeit der Körperzellen die Wirkung einer bestimmten Strahlendosis beeinflussen, wird untersucht.

### Rückläufige Energie-Investitionen

(wf) Dem in der Schweiz permanent steigenden Energieverbrauch stehen seit einigen Jahren abnehmende Investitionen im Infrastrukturbereich der Energie (ohne Forschung) gegenüber. Gemäss einer Untersuchung der Konjunkturforschungsstelle der ETH in Zürich gingen die Investitionen der Energiewirtschaft von knapp 2,3 Mia. Fr. im Jahre 1976 auf nur mehr gut 1 Mia. 1985 zurück. Der Anteil an den gesamtwirtschaftlichen Bruttoanlageinvestitionen sank von 7,8 auf 1,9 Prozent.

*Elektrizitätswirtschaft investierte am meisten*

Diese Analysen dienen letztlich der angewandten Forschung in den Bereichen Strahlenschutz einerseits und Strahlentherapie des Krebses andererseits. Zum ersten Problemkreis gehören die Arbeiten des Institutes über die gesundheitlichen Risiken kleiner Strahlendosen - eine Fragestellung, die gerade im Zusammenhang mit der Katastrophe von Tschernobyl hochaktuell ist. Zum zweiten Problemkreis sind die Experimente mit neuen Strahlenarten (Pionen und schweren Ionen) zu nennen, von denen man eine Optimierung der Strahlentherapie bei Tumoren erwartet. Das Institut führt die Pionenexperimente in Zusammenarbeit mit dem Schweizerischen Institut für Nuklearforschung (SIN) durch, die Forschung an schweren Ionen zusammen mit der Gesellschaft für Schwerionenforschung in Darmstadt und im Lawrence-Berkeley-Laboratorium in den USA.

Die Erdölindustrie tätigte 1985 schätzungsweise Investitionen in der Höhe von 94 Mio. Fr. In der Gaswirtschaft wurden 81 Mio. investiert. Höhepunkt waren in diesem Bereich die frühen 70er Jahre, als über 600 Mio. Fr. in ein neues Rohrleitungsnetz investiert wurden.

Die Elektrizitätswirtschaft investierte mit Abstand die höchsten Beträge: 1976 waren es gut 2,1 Mia. Fr. Da aber in den vergangenen Jahren keine grösseren Kraftwerkanlagen mehr gebaut wurden, sanken die Investitionen 1985 auf nur mehr 847 Mio. Fr.

## Preise

### Schweizer Entsorgungspreis

Aus Anlass ihres 20jährigen Bestehens stiftet die Firma Peter Link, Abwasserlaboratorium und Beratungsbüro in Ebnat-Kappel, dieses Jahr einen Schweizer Entsorgungspreis. Er ist mit 20 000 Fr. dotiert und soll ausserordentliche Beiträge zur Lösung der Sonderabfall-Probleme auszeichnen.

Das Toggenburger Unternehmen will mit dem Jubiläums-Preis im besonderen die Anstrengungen zur Vermeidung oder zur Reduktion von Sonderabfällen fördern, die Suche nach Möglichkeiten des Recyclings von Stoffen mit Sonderabfallcharakter verstärken und die umweltverträgliche Entsorgung unvermeidbarer Sonderabfälle verbessern helfen.

Als preiswürdig werden auch jene Leistungen erachtet, welche dazu beitragen, durch eine Änderung des Konsumverhaltens der Bevölkerung den Sonderabfall zu reduzieren oder dessen umweltgerechte Entsorgung zu ermöglichen.

Teilnahmeberechtigt am Wettbewerb um den Schweizer Entsorgungs-Preis ist jede Person mit Wohnsitz in der Schweiz oder im Fürstentum Liechtenstein. Der Preis wird nur an natürliche Personen vergeben, nicht aber an Institute, Amtstellen oder Unternehmen.

Die Arbeiten sind bis zum 30. Juni 1988 in schriftlicher Form zuhanden der Jury einzureichen, welche unter dem Präsidium von Prof. Peter Baccini, Leiter der Abteilung Abfallwirtschaft und Stoffhaushalt der EA-WAG Dübendorf, steht. Die weiteren Jury-Mitglieder sind Peter Leumann, Uerikon, Rudolf Ott, Abtwil, und Walter Steinemann, Schaffhausen.

Die Preisverleihung findet im Herbst 1988 statt und ist mit einer Würdigung der Arbeiten in der Öffentlichkeit verbunden. Die Wettbewerbsbedingungen sind zu beziehen bei: Peter Link, Abwasserlaboratorium und Beratungsbüro, 9642 Ebnat-Kappel.