Zeitschrift: Wasser Energie Luft = Eau énergie air = Acqua energia aria
Herausgeber: Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband
Band: 107 (2015)
Heft: 1

Artikel: André Gardel: Ingenieur und Hydrauliker
Autor: Hager, Willi H.
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-941838

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: 29.12.2025

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

André Gardel: Ingenieur und Hydrauliker

Willi H. Hager

Zusammenfassung

André Gardel zählte zu den grossen schweizerischen Ingenieuren seiner Zeit, da er sowohl fachlich als auch menschlich eine grosse Ausstrahlungskraft besass und wesentliche Forschungen in der Hydraulik und der Energietechnik durchführte. Nachfolgend sollen seine Beiträge insbesondere in der Hydraulik von Kraftwerken betrachtet werden, neben einer Würdigung seiner weiteren wichtigen Verdienste als Professor an der EPUL und später an der EPFL, seiner Aktivitäten als Patron eines der grossen schweizerischen Ingenieurbüros und seiner menschlichen Qualitäten.

Summary

André Gardel counts to the great Swiss engineers of his era, given his professional and human contributions, and his fundamental researches in hydraulics and energy techniques. The following describes in particular his works in hydraulic engineering, next to highlight his merits as professor at EPUL first, and later at EPFL, his activities as head of a large Swiss engineering office, and his human qualities.

Bild 1. André Gardel in den 1950er-Jahren (Michel Gardel, 2015).

1. Einleitung

Im Jahr 1954 haben die beiden Waadtländer *Daniel Bonnard* und *André Gardel* ein Ingenieurbüro in Lausanne gegründet, welches heute zu den grossen Institutionen der Schweiz zählt. Im Gegensatz zu vielen anderen Büros ist die BG Ingénieurs Conseils von Anfang an mit multidisziplinären Projekten beschäftigt gewesen. Es hat deshalb Projekte in den Bereichen Bau, Mechanik, Chemie, Physik und Elektrizität bearbeitet. Ab den 1980er-Jahren kamen Projekte im Bereich Umwelt mit spezifischen Fragen betreffend Luft, Wasser und Boden hinzu. Dies war im Vergleich zu vielen anderen Ingenieurbüros gewagt, spezialisierte man sich doch in den Nachkriegsjahren normalerweise auf ein Fachgebiet. Das Büro BG ist mit seiner Strategie jedoch gut gefahren und hat erst letzthin den 60. Geburtstag gefeiert. Wer war dieser André Gardel? Weshalb zählt man ihn zu den bekannten Hydraulikern der Schweiz? Und was ist sein Vermächtnis? Nachfolgend werden diese und weitere Fragen beantwortet, um die Erinnerung an einen namhaften Schweizer Hydrauliker aufrecht zu erhalten.

2. Publikationen

Gardel (1949) hat bereits kurz nach seinem Studienabschluss eine Arbeit über den damals erst kurz bekannten Schachtüberfall (Morning Glory Spillway) verfasst. Anstelle eines frontalen Entlastungsbauwerks wird etwa bei Erddämmen das Wasser turmartigen Bauwerken zugeführt, um dieses dann unter der Sperre ins Unterwasser zu leiten. Diese Arbeit wurde in Zusammenarbeit mit dem Ingenieurbüro Stucky, Lausanne, wo *Gardel* zu dieser Zeit arbeitete, für ein Projekt in Algerien verfasst. Das Bauwerk besitzt eine kreisrunde Überfallkrone vom Radius *r* und dem Durchmesser *D (Bild 2a)*. Bei kleinen Überfallhöhen stellt sich sogenannt freier Abfluss ein, während bei grossen Überfallhöhen im Vergleich zu *D* der Überfall eingestaut wird. Daraus folgt die typische Durchfluss-Überfallhöhen-Relation *Q*(*h*) mit einem starken Durchflussanstieg bei freiem, jedoch nur kleinem Anstieg bei eingestautem Regime *(Bild 2b)*. Gardel hat eine Vielzahl von Aspekten untersucht, insbesondere die Einflüsse der Kronenausbildung, des

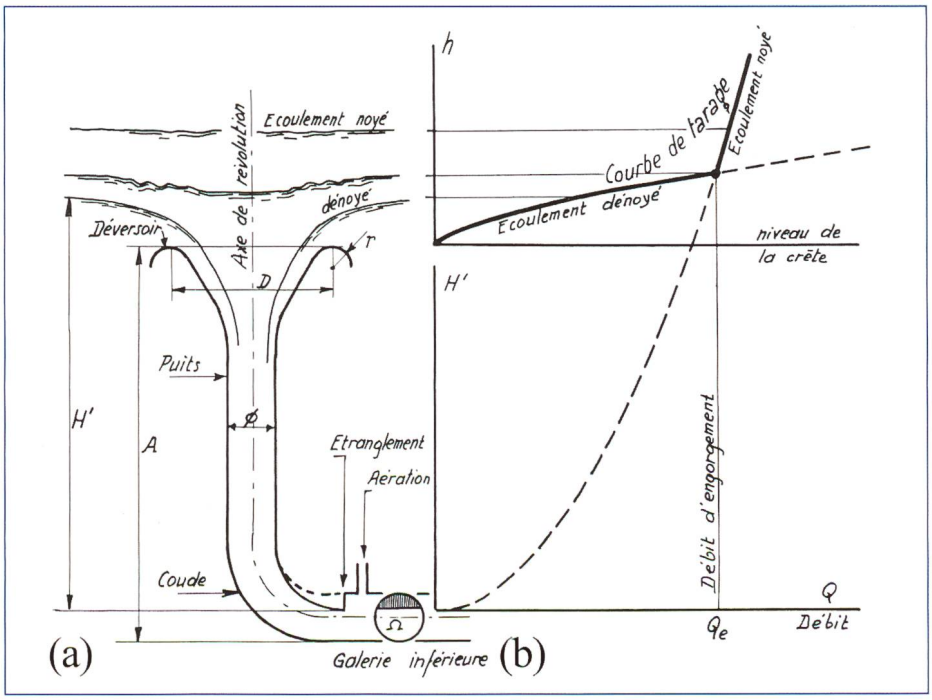

Bild 2. Schachtüberfall (a) Bezeichnungen, (b) Durchfluss-Überfallhöhen-Beziehung (Gardel, 1949).

Schachtdurchmessers, des Krümmers am Übergang vom Vertikalschacht zum fast horizontalen Stollen, die notwendige Belüftung des Stollenabflusses oder die Einstauverhältnisse. Es wird festgehalten, dass der radiale Zufluss zum Bauwerk durch Pfeileraufbauten auf der Überfallkrone verbessert wird, um insbesondere die Wirbelbildung im Einlaufbereich zu verkleinern. Aus den Untersuchungen folgt, dass das eingestaute Abflussregime zu vermeiden ist, da dann insbesondere die Abflussstabilität nicht gewährleistet wird.

Cuénod und *Gardel* (1950) beschäftigten sich mit der Stabilisierung von Wasserspiegelschwankungen in Wasserschlössern. Diese Arbeit wurde durch die drei Herren *Alfred Stucky* (1892–1969), *Daniel Bonnard* (1907–1979) und *Daniel Gaden* (1893–1966) angeregt, alle Professoren an der École Polytechnique de l'Université de Lausanne (EPUL). Vorerst wird auf die Wichtigkeit eines Wasserschlosses zwischen einem Stausee und der Turbine hingewiesen, um allfällige Durchfluss-Variationen und die dabei entstehenden Druckschwankungen im Verbindungsstollen aufzunehmen *(Bild 3)*. Um dieses Wasserschloss kostengünstig zu erstellen, ist dessen Durchmesser minimal zu halten. Wie bereits von *Thoma* (1910) erkannt, darf dieser Durchmesser, resp. der Wasserschlossquerschnitt, einen Minimalwert jedoch nicht unterschreiten, da sonst Luft über das Wasserschloss in das Drucksystem gelangt und dabei ein komplettes Versagen des Bauwerks auslöst. Durch den Einbau von Regulierorganen, mit denen auch nachträglich ein System erweitert werden kann, lässt sich die Stabilisierung dieser Schwingungen relativ einfach erzielen. Weitere Publikationen zu diesem Problemkreis verfassten *Cuénod* und *Gardel,* (1952a, 1953, 1954, 1958), in welchen die Stabilisierungskriterien verallgemeinert werden, und deren Anwendung auf reale Fälle durch Beispiele erläutert wird.

Eine weitere Untersuchung von *Cuénod* und *Gardel* (1952b) beschäftigt sich mit Translationswellen in Zuflusskanälen zu Kraftwerken. Basis der Untersuchung bilden die Gleichungen von De Saint-Venant; es werden lediglich kleine Abweichungen vom Normalabflusszustand mathematisch untersucht, womit ein lineares Gleichungssystem resultiert. Für die beiden Unbekannten Wassertiefe und Fliessgeschwindigkeit in Abhängigkeit der Lage und der Zeit ergeben sich dann Exponentialausdrücke, die unter entsprechenden Randbedingungen gelöst werden. Die resultierenden Ausdrücke sind kompliziert, werden jedoch grafisch einfach dargestellt. Damit lassen sich wiederum Stabilitätsfragen infolge instationärer Vorgänge an einem Kraftwerk beurteilen. Der in Frankreich geborene *Michel Cuénod* (1918–1987) hat in verschiedenen Grossbüros der Welt gearbeitet, er galt als Experte von Kraftwerken und thermischen Anlagen. Er hat über Jahrzehnte mit *Gardel* zusammengearbeitet (*Hager,* 2009).

Gardel hat neben diesen Arbeiten zu zeitlich abhängigen Strömungsproblemen auch rein hydraulische Probleme bearbeitet, etwa zum Wassersprung (*Gardel,* 1948), um die sogenannten konjugierten Wassertiefen im Ober- und Unterwasser mittels des Impulssatzes für verschiedene Querschnittsformen zu ermitteln. Eine weitere Arbeit bezieht sich auf die vereinfachte Berechnung von Wasserschlössern (*Gardel,* 1956, 1957a). Um die Wasserspiegelschwingungen in den verschiedensten Wasserschlosstypen unter unterschiedlichen Rand- und Anfangsbedingungen verallgemeinert zu erfassen, wird ein Ersatzwasserschloss betrachtet. Die Resultate lassen sich bei Vorprojekten hilfreich anwenden.

Gardel (1957b) begann eine ausserordentliche Versuchsreihe zur Ermittlung der Verluste in Wasserschlössern. Hydraulisch lässt sich das System bestehend aus Zuleitung-Wasserschloss-Druckstollen je nach den Fliessrichtungen beschreiben als Vereinigung resp. Stromtrennung. *Bild 4* zeigt die untersuchten Rohrgeometrien: Der durchgehende Ast besteht aus einer Leitung vom Durchmesser $D=150$ mm, während die Zu- oder Ableitung auch Durchmesser von 100 resp. 60 mm annehmen können. Der seitliche Winkel δ wurde variiert von 45° bis 135° mit 15° Variation. Es entstanden damit insgesamt 11 Grundanordnungen. Weiter wird mit α, β, γ das Zufluss-, das Abzweig- und das Ausflussrohr bezeichnet. Jede Anordnung wird entsprechend mit dem Flächenverhältnis $\varphi=$(Fläche β)/(Fläche α), dem Winkel δ zwischen den Strängen α und β und dem relativen Ausrundungsradius $\rho=r/D$ mit $0.02 \leq \rho \leq 0.12$ gekennzeichnet.

Es wurden die Druckverluste bei Stromvereinigung $\alpha+\beta\rightarrow\gamma$ und bei Stromtrennung $\alpha\rightarrow\beta+\gamma$ unter Berücksichtigung der zwischen den Messprofilen entstehenden Reibungsverluste experimentell ermittelt. Versteht man unter $q_\beta=Q_\beta/Q_\alpha$ das Verhältnis von seitlichem Ausfluss zu Zufluss, und unter $q_\gamma=Q_\beta/Q_\gamma$ jenes von seitlichem Zufluss zu Ausfluss, sowie unter h_β und h_γ die auf die Zufluss- resp. Ausflussgeschwindigkeitshöhe bezogene Druckdifferenz mit $h_{\gamma\beta}=h_\gamma-h_\beta$, so lassen sich alle Resultate einfach darstellen. *Bild 5* zeigt ein typisches Beispiel mit $h_\beta=(H_\beta-H_\alpha)/(V_\alpha^2/2g)$, $h_\gamma=(H_\gamma-H_\alpha)/(V_\alpha^2/2g)$ und $h_{\gamma\beta}=(H_\gamma-H_\beta)/(V_\alpha^2/2g)$, sowie g als Erdbeschleunigung, aus welchem die drei Verlustbeiwerte über den Bereich $-1 \leq q_\beta \leq +1$ stark

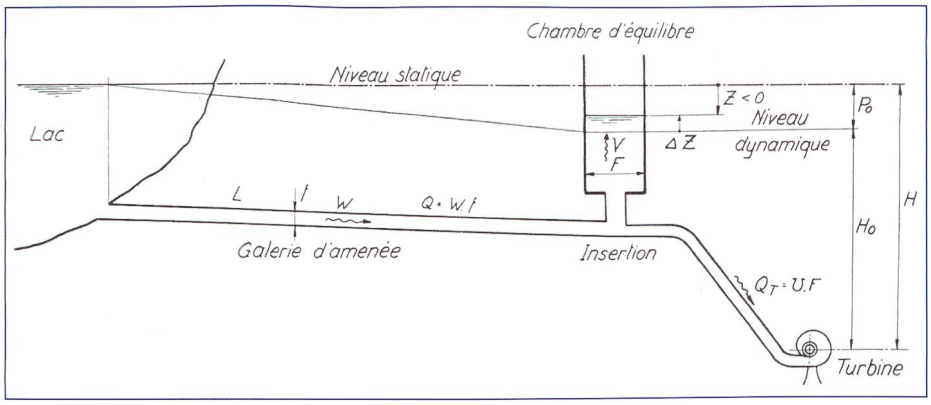

Bild 3. Definitionsskizze zum Wasserschloss (Cuénod und Gardel, 1950).

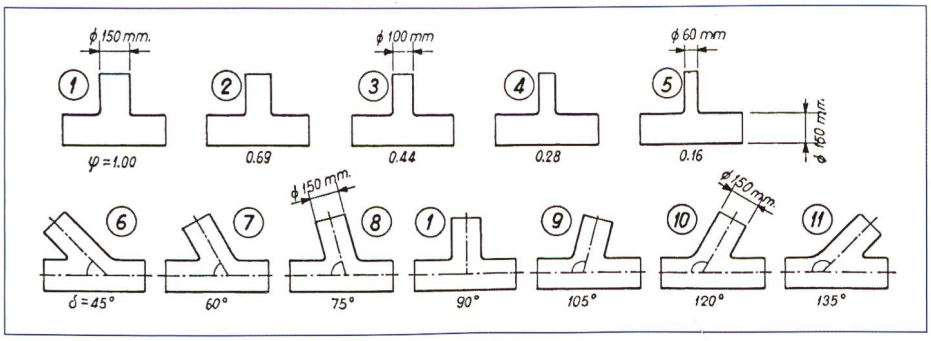

Bild 4. Untersuchte Anordnungen von Rohr-Vereinigungen und -Trennungen (Gardel, 1957b).

variieren im Bereich von nahezu –1 bis +1, dass also entweder bis zur vollen Geschwindigkeitshöhe Energie dissipiert resp. gewonnen wird. Für alle anderen untersuchten Anordnungen entstehen ähnliche Resultate. Es ist demnach wichtig, sich in der hydraulischen Praxis einen Überblick über die entstehenden Verluste zu verschaffen. Die Fortsetzung dieser Versuche beschreiben Gardel und *Rechsteiner,* (1970); es wurden zusätzliche Ausrundungsradien analysiert und deren Einfluss auf die hydraulischen Verluste beschrieben. Es wird festgehalten, dass mit diesen Versuchen auch noch heute die umfassendsten Resultate in diesem Sektor der Rohrhydraulik vorliegen. Gardel hat sich damit ein Denkmal als Hydrauliker gesetzt, sein Name wird mit diesem Gebiet der Hydraulik deshalb verbunden bleiben. Die Anwendung dieser Resultate folgte durch *Gardel,* (1969).

Eine ähnlich umfassende experimentelle Studie beschreibt *Gardel* (1962). *Bild 6* zeigt die untersuchte Anordnung mit D_1 und D_2 als Zufluss- und Unterwasserdurchmesser, D_0 als Ausflussdurchmesser und B als Zentralwinkel. Daraus entstehen die drei Basisparameter $a=(D_0/D_1)^2$, $b=B/360°$ und $c=(D_0/D_2)^2$. Die Versuchsresultate werden verglichen mit klassischen Daten, woraus im Allgemeinen eine gute Übereinstimmung folgt. Schliesslich werden alle Messresultate der EPUL mathematisch durch eine komplizierte Formel erfasst, welche lediglich die drei oben erwähnten Parameter sowie einen fiktiven Unterwasserquerschnitt umfasst. Die Anwendung dieser Beziehung ist jedoch explizit und sie deckt wichtige Spezialfälle wie etwa $a=c=0$ oder $a=1$ ab.

Gardel und *Dysli,* (1965) beschäftigten sich mit Abrasionsversuchen, etwa an Schussrinnen oder Umleitstollen. Vorerst werden die bis dahin spärlichen Unterlagen einer kritischen Analyse unterzogen. Dann folgt die Beschreibung der an der EPUL durchgeführten Versuche. Mittels einer grossen Trommel, deren Boden aus einem abrasiven Material besteht, wird durch Beigabe von Geschiebe Wasser in Rotation versetzt. Der Trommelinnendurchmesser beträgt 3 m, der Aussendurchmesser 4 m. Ein Rotor im dadurch entstandenen 1 m breiten Kanal mit bis an den Boden reichenden Tafeln versetzt das Wasser in Bewegung. Die Rotorengeschwindigkeit liess sich bis auf 4 m/s steigern *(Bild 6)*. Typische Versuche mit Sedimentdurchmessern von etwa 40 mm dauerten rund 240 Stunden, wobei das Material alle 24 Stunden ersetzt wurde, da es sich durch Abrasion verkleinerte. Die abrasive Oberfläche wurde zu den Zeiten 0, 120, und 240 Stunden vermessen. Durch den Abrasionsprozess wurden Feinstoffe gebildet, die sich als Suspension verhielten. Deren Einfluss wurde jedoch als gering auf den Gesamtprozess angesehen. Die Schlussfolgerungen dieser Versuche besagen:

- Traditionelle Materialien wie Granit zeigen exzellentes Widerstandsverhalten gegenüber Abrasion

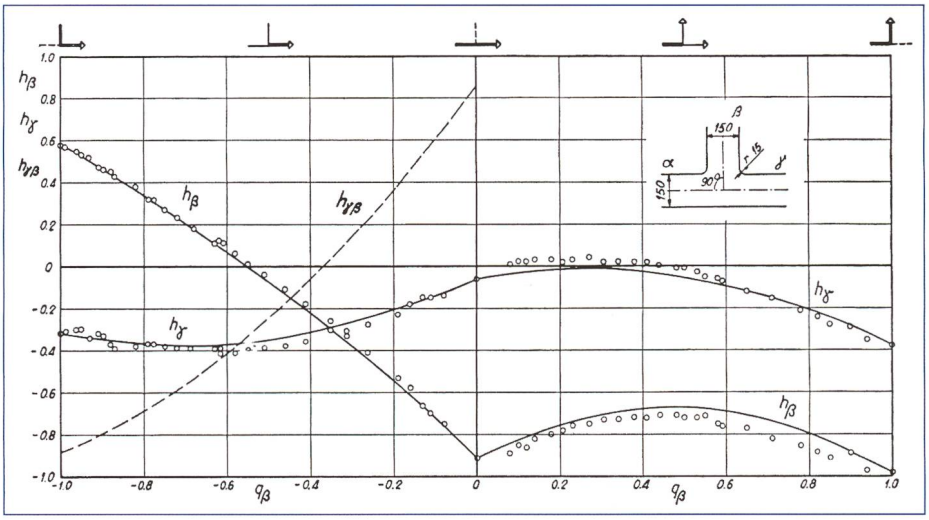

Bild 5. Typische Verlustbeiwerte bei Rohrvereinigungen und -Trennungen (Gardel, 1957b).

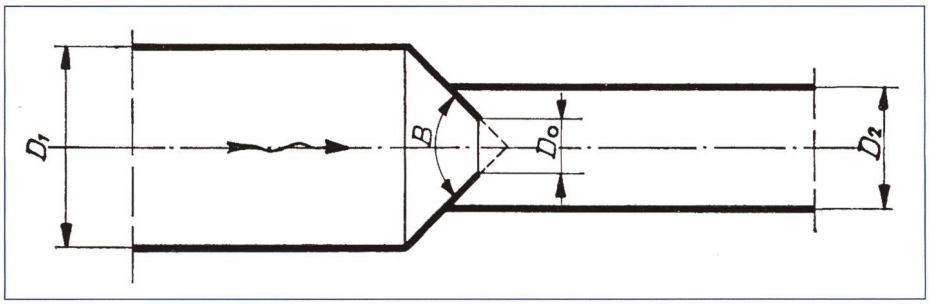

Bild 6. Definitionsskizze vom Versuchsaufbau (Gardel, 1962).

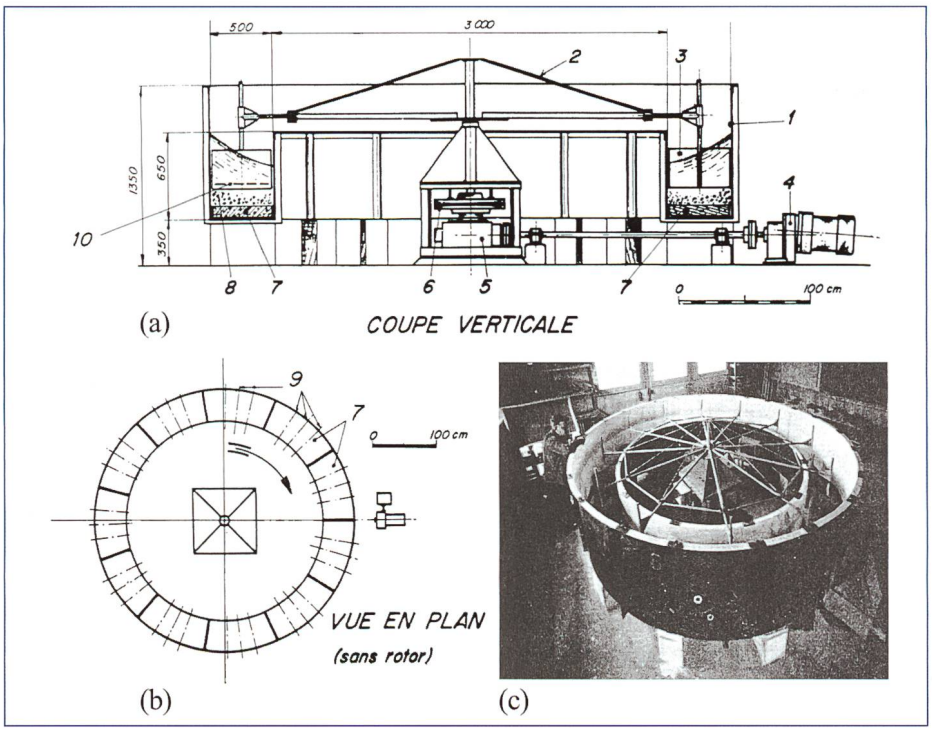

Bild 7. Definitionsskizze vom Versuchsaufbau ① Versuchskanal, ② Rotor, ③ Schaufel, ④ Motorenantrieb, ⑤ Drossel, ⑥ Kupplung, ⑦ Sohlenproben, ⑧ Wasser und Sediment, ⑨ Messachsen, ⑩ raue Decke (Gardel und Dysli, 1965).

- Dagegen haben Materialien wie Bitumenbeton oder Beton die Anforderungen nicht erfüllt
- Oberflächen mit dünnem Überzug aus harten Materialien sind oft zu teuer, und deren Einbringung ist kompliziert
- Normaler Beton hat sich ausgezeichnet bewährt, jedoch lassen sich Schäden an der Oberfläche nur schwierig reparieren.

Mit dieser Arbeit wurde also bereits vor 50 Jahren ein wichtiges Thema des Wasserbaus angesprochen. Bis heute sind noch keine allgemeinen Erkenntnisse etwa auf dem Sektor Umleitstollen vorhanden, trotz intensiver Forschungsanstrengungen.

Weitere Publikationen von *Gardel* beschäftigen sich nicht mehr mit hydraulischen Untersuchungen, weshalb sie hier nicht besprochen werden. Einzig wird sein Buch Energy (*Gardel,* 1979) erwähnt, da es sich mit modernen Energiefragen beschäftigt. Darin werden also die mutmassliche Entwicklung des Energiebedarfs, die weltweiten Energiequellen, die Energieverteilung, die Energietransformation, der Energietransport und die Energiespeicherung, Elektrizität und Kohlenwasserstoff, die Energiekosten, Umwelteinflüsse sowie Energieevolution und Perspektiven diskutiert, also alles Themen, die aus dem heutigen Energieumfeld nicht wegzudenken sind.

3. Biografie

André Gardel wurde am 8. Mai 1922 in Chateau d'Oex, VD, als Bürger von Sainte-Croix, VD, geboren. Er hat an der EPUL 1944 das Bauingenieur-Diplom erworben und war dann bis 1954 als Assistent am Hydraulischen Labor tätig. Gleichzeitig war er von 1949 bis 1954 Ingenieur beim Ingenieurbüro Alfred Stucky, Lausanne. Er hat 1954 mit Bonnard die BG Ingénieurs Conseils in Lausanne gegründet, zudem aber auch im Labor weitergearbeitet. Er hat 1956 mit einer Arbeit über Wasserschlösser promoviert, wurde 1959 Privatdozent an der EPUL, um ab 1963 dort als Professor für Wasserbau und Fundationstechnik zu wirken. 1971 wurde er Direktor des Instituts für Energie-Entwicklungen. Die in dieser Zeit bearbeiteten Untersuchungen umfassten die numerische Modellierung von massiven Kraftwerksstrukturen, den Windeinfluss auf grosse Bauwerke oder die energetische Ökonomie und deren Auswirkungen auf die Klimatologie. Nach der Erdölkrise von 1973 war *Gardel* ein Verfechter der Nuklearenergie in der Schweiz. Gardel war Mitglied einer

Bild 9. André Gardel um 1990 (BG, 1992).

Vielzahl von beruflichen Vereinigungen, so des Schweizerischen Ingenieur- und Architektenverein SIA, der American Society of Civil Engineers, ASCE, der American Nuclear Society, des Swiss National Committee of Energy World Conference und des Comité National Suisse des Grands Barrages SwissCOLD.

Gardel war bis in die 1960er-Jahre hinein stark im hydraulischen Sektor beschäftigt, sowohl als Forscher als auch als Ingenieur im Büro BG. Von da an hat er sich aber mehrheitlich mit energetischen Fragen auseinandergesetzt und dabei namhafte Beiträge zur Energieversorgung der Schweiz geleistet. Anlässlich seiner Abschiedsvorlesung 1988 an der École Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL), seit 1969 die Nachfolgerin der EPUL, hat er die Vor- und Nachteile der Nuklearenergie dargelegt (*Gardel,* 1988). In dieser Zeit beschäftigte BG rund 140 Mitarbeiter, das Büro war für die Verhältnisse in der Schweiz also wichtig. Dabei sind Projekte sowohl in der Schweiz wie auch im Ausland bearbeitet worden. Das Geschäftsmodell von BG basiert auf dem Partizipationsprinzip, an dem also alle Mitarbeiter beteiligt sind. Dadurch wurden die Transparenz der Aufträge und deren Durchführung gestärkt. Heute beschäftigt BG über 300 Mitarbeiter, für die *André Gardel* als wahrer Patron in bester Erinnerung bleiben wird.

Es lässt sich demnach festhalten, dass *Gardel* sowohl ein brillanter Professor als auch ein passionierter Ingenieur war, welcher es verstand sowohl die Hochschulaktivitäten wie auch die Aktivtäten als Patron eines grossen Ingenieurbüros erfolgreich unter einen Hut zu bringen. Er hat die Karrieren seiner Mitarbeiter in verschiedensten Fachgebieten gefördert. Schliesslich verstand es *Gardel*, die Aktivitäten seines Büros und die der Hochschule geschickt zu koordinieren, sodass beide Institutionen voneinander profitierten. Anlässlich seines 70. Geburtstags verfasste *BG*, (1992) eine Festschrift, welche die wichtigsten beruflichen Etappen Revue passieren lässt, nämlich *Gardel*, der Hydrauliker, der Pionier des Schweizerischen Nuklearprogramms, der Experte im Energiebereich, und der Chef eines Ingenieurbüros. Er ist am 20. Dezember 2008 in Pully, VD, im Alter von 86 Jahren verstorben.

4. Schlussfolgerungen

Das Leben und Werk von *André Gardel* wird vorgestellt. Nach brillanten Studien an der damaligen EPUL hat er sich während rund 20 Jahren hauptsächlich hydraulischen Untersuchungen angenommen und sich dabei eine Namen in der Rohrhydraulik und in der Stabilisierung von instationären Fliessvorgängen bei Kraftwerken verschafft. Nachdem er doktoriert und sich habilitiert hatte, wurde er zum EPUL-Professor ernannt und hat sich in der Folge hauptsächlich energetischen Untersuchungen gewidmet. Parallel dazu hat er mit seinem Kollegen *Bonnard* ein multidisziplinäres Ingenieurbüro in Lausanne aufgebaut, welches weit über die Landesgrenzen bekannt ist. In diesem Artikel werden einerseits die hydraulischen Untersuchungen beschrieben, andererseits *Gardels* geschicktes Wirken als Lehrer an der EPUL und als Patron seines Unternehmens BG vorgestellt. Sein Name zählt zu den wichtigen unter den Ingenieuren der Schweiz, weshalb sein Andenken in Würde gehalten werden soll.

Verdankung

Ich möchte mich bei Herrn *Michel Gardel*, dem Sohn von *André Gardel,* sowie seiner Familie für die Überlassung verschiedener Dokumente bestens bedanken.

Literaturverzeichnis

Abkürzungen: BTSR = Bulletin Technique de la Suisse Romande; SBZ = Schweizerische Bauzeitung.

BG (1992). André Gardel 70 ans (André Gardel 70 jährig). Bonnard et Gardel: Lausanne (auf Französisch).

Cuénod, M., Gardel, A. (1950). Stabilisation des oscillations du plan d'eau des chambres d'équilibre (Stabilisation der Wasserspiegelschwankungen von Wasserschlössern). BTSR 76(16): 209–218 (auf Französisch).

Cuénod, M., Gardel, A. (1952a). Stabilité de la marche d'une centrale hydro-électrique avec chambre d'équilibre compte tenu des caractéristiques dynamiques du réglage de vitesse (Stabilisierung einer Wasserkraftanlage mit Wasserschloss unter Berücksichtigung der dynamischen Charakteristika einer Geschwindigkeitsregulierung). BTSR 78(26): 201–209 (auf Französisch).

Cuénod, M., Gardel, A. (1952b). Etude des ondes de translation de faible amplitude dans le cas des canaux d'amenée des usines hydroélectriques (Untersuchung über Translationswellen mit kleinen Amplituden in Zuflusskanälen von hydroelektrischen Anlagen). BTSR 78(7): 93–102 (auf Französisch).

Cuénod, M., Gardel, A. (1953). Essai de stabilisation du réglage d'un groupe hydroélectrique muni de chambre d'équilibre (Untersuchung zur Stabilitätsregulierung einer hydroelektrischen Gruppe durch ein Wasserschloss). BTSR 79(16): 365–375; 79(17): 377–385 (auf Französisch).

Cuénod, M., Gardel, A. (1954). Nouveau procédé pour la stabilisation de la marche de centrales hydro-électriques avec chambre d'équilibre (Neues Verfahren zur Betriebsstabilisierung von hydroelektrischen Zentralen mittels Wasserschloss). La Houille Blanche 9(6): 352–359 (auf Französisch).

Cuénod, M., Gardel, A., Wahl, J. (1958). Le réglage d'un groupe hydro-électrique en marche isolée, exprimé avec le langage et les symboles de l'automatique (Die Regulierung einer isolierten hydroelektrischen Gruppe, ausgedrückt durch die Sprache und die Symbole der Automatik). BTSR 84(5): 69–76 (auf Französisch).

Gardel, A. (1948). Contribution au calcul du ressaut hydraulique (Beitrag zur Berechnung des Wassersprungs). BTSR 74(22): 269–275 (auf Französisch).

Gardel, A. (1949). Les évacuateurs des crues en déversoirs circulaires (Hochwasserentlastungen als Schachtüberfälle). BTSR 75(27): 341–349 (auf Französisch).

Gardel, A. (1956). Chambres d'équilibres: Analyse de quelques hypothèses usuelles, méthodes de calcul rapide (Wasserschlösser: Analyse einiger Voraussetzungen und rasche Berechnungsmethoden). Rouge: Lausanne (auf Französisch).

Gardel, A. (1957a). Vereinfachte Berechnung von Wasserschlössern. SBZ 75(31): 485–489.

Gardel, A. (1957b). Influence de la partie de l'aménagement située à l'aval de la chambre d'équilibre sur les petites oscillations avec réglage automatique (Einfluss der Unterwasserpartie eines Wasserschlosses auf kleine Oszillationen mit automatischer Regelung). BTSR 83(9): 123–130; 83(10): 143–148; 83(20): 331–341 (auf Französisch).

Gardel, A. (1962). Perte de charge dans un étranglement conique (Verlust in konischer Verengung). BTSR 88(21): 313–320; 88(22): 325–337 (auf Französisch).

Gardel, A., Dysli, M. (1965). Essais à l'abrasion de revêtements d'ouvrages hydrauliques (Abrasionsversuche an hydraulischen Bauwerken). BTSR 91(4): 45–49 (auf Französisch).

Gardel, A. (1969). Etude théorique et expérimentale de l'influence de l'énergie cinétique de l'eau de la galerie au droit de la chambre (Theoretische und experimentelle Untersuchung des Einflusses der kinetischen Energie am Wasserschloss). BTSR 95(1): 1–9; 95(2): 13–27 (auf Französisch).

Gardel, A., Rechsteiner, G.F. (1970). Les pertes de charge dans les branchements en Té des conduites de section circulaire (Die Verlustbeiwerte in T-förmigen Rohrteilen mit Kreisquerschnitt). BTSR 96(25): 363–391 (auf Französisch).

Gardel, A. (1979). Energy: Economy and prospective. Pergamon Press: Oxford (in Englisch).

Gardel, A. (1988). Nucléaire ou pénurie (Nuklear oder Knappheit?). polyrama 77: 2–9 (auf Französisch).

Hager, W.H. (2009) Hydraulicians in Europe 2: 1507. IAHR: Madrid (auf Englisch).

Thoma, D. (1910). Zur Theorie des Wasserschlosses bei selbsttätig geregelten Turbinenanlagen. Oldenbourg: München.

Anschrift des Autors
Prof. Dr. *Willi H. Hager*
VAW, ETH-Zurich, CH-8093 Zürich
hager@vaw.baug.ethz.ch

Hat die Wasserkraft ausgedient?

Swiss Energy Podium
Disentis

Freitag, 8. Mai 2015, 09.30 Uhr im Peter Kaiser Saal im Kloster Disentis

Walter Steinmann
Direktor Bundesamt für Energie

«Die Wasserkraft als Teil der Versorgungssicherheit und der Energiestrategie 2050»

Martin Candinas
Nationalrat

«Gehört das Berggebiet zu den Gewinnern der Energiewende?»

Rolf W. Mathis
Axpo Power AG, Leiter Division Hydroenergie

«Zukunft Wasserkraft – Entwicklungen über die Projektdauer vom Linthal 2015»

Not Carl
Präsident IG Bündner Konzessionsgemeinden

«Die Stellung der Bündner Konzessionsgemeinden in der kantonalen Wasserkraftpolitik»

Kosten pro Teilnehmer inkl. Mittagessen CHF 52.–. Die Teilnehmerzahl ist auf 220 Personen beschränkt. Anmeldungen werden nach ihrem Eingang berücksichtigt. Anmeldungen nur über info@swiss-energy-podium.ch. Die Anmeldung hat nur dann Gültigkeit, wenn der Betrag von CHF 52.– auf das Konto CH91 8107 2000 0068 8768 9 überwiesen ist.

Weitere Infos: www.swiss-energy-podium.ch. **Anmeldeschluss: 31. März 2015.**

axpo

Amt für Energie und Verkehr Graubünden
Uffizi d'energia e da traffic dal Grischun
Ufficio dell'energia e dei trasporti dei Grigioni

RAIFFEISEN parc adula REGIUN SURSELVA