Zeitschrift: Wasser Energie Luft = Eau énergie air = Acqua energia aria

Herausgeber: Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband

Band: 83 (1991)

Heft: 11-12

Artikel: Aktivierung des Datenmaterials aus den geodätischen Deformationsmessungen

Autor: Schneider, Dieter

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-941047

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: 11.07.2025

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

Archivierung des Datenmaterials aus den geodätischen Deformationsmessungen

Dieter Schneider

1. Messdatenerfassung bei den geodätischen Deformationsmessungen früher und heute

Die Entwicklung der geodätischen Methode der Deformationsmessung an Staumauern begann in den frühen zwanziger Jahren beim Bundesamt für Landestopographie (L+T) *(Lang,* 1929; *Zölly,* 1948). Zu jener Zeit waren die umfangreichen Arbeiten an der Triangulation 1. bis 3. Ordnung grösstenteils abgeschlossen. Die trigonometrische Beobachtungsmethode war schon damals auf einem hohen Entwicklungsstand. Es waren genaue Messgeräte (Sekundentheodolite) und erfahrene Beobachter vorhanden, so dass die Technik des trigonometrischen Vorwärtseinschneidens zur Untersuchung von Bauwerksdeformationen herangezogen werden konnte.

Die Arbeiten an den Fixpunktnetzen der Landesvermessung wurden von allem Anfang an als Jahrhundertwerk betrachtet. Die *langfristige Sicherstellung* der grossen Menge von geodätischen Messdaten war deshalb eine wichtige Aufgabe. Es ist selbstverständlich, dass der sorgfältigen und vollständigen Archivierung aller Messdaten der Landesvermessung grosse Beachtung geschenkt wurde. Die L+T verfügt daher glücklicherweise über ein umfangreiches *geodätisches Archiv,* das neben allen Messdaten der Landesvermessung auch eine lückenlose Sammlung aller durch unser Institut seit 1921 ausgeführten Staumauer-Deformationsmessungen in Originalform enthält. So besteht z.B. bei der Staumauer Pfaffensprung eine auf den ersten Aufstau zurückgehende 70jährige Dokumentationsreihe.

Die Erfassung der Messungen im Feld erfolgte damals durch einen Sekretär, welcher die Theodolit- bzw. die Nivellementsablesungen in einem *Feldbuch* festhielt und die Qualität der Messungen sofort durch Kontrollrechnungen prüfte (Bild 1, links). Es galten dabei strenge Regeln zur Feldbuchführung. So durften z.B. falsche Messungen keinesfalls radiert, sondern höchstens durchgestrichen werden. Die Berechnungen wurden später im Büro nochmals unabhängig kontrolliert, bevor die Mittelwerte in die Auswertung und Deformationsanalyse eingeführt wurden. Die bereinigten Feldbücher mit den *Originalmesswerten* wurden schliesslich zusammen mit dem Technischen Bericht, den Berechnungen sowie den numerischen und graphischen Resultaten archiviert.

Bis in die siebziger Jahre hat sich bei den geodätischen Messverfahren wenig verändert. Mit der Einführung der elektronischen Präzisionsdistanzmessung und der EDV in die Ingenieurvermessung begann sich dann die Spirale der Entwicklung immer schneller zu drehen. Heute ist die Feldbuchführung praktisch bei allen geodätischen Messungen durch direkte *On-line-Datenerfassung am Instrument* mit Hilfe von Feld-Computern ersetzt (Bild 1, rechts; Bild 2, rechts). Das geodätische Messgerät wird dabei zusehends

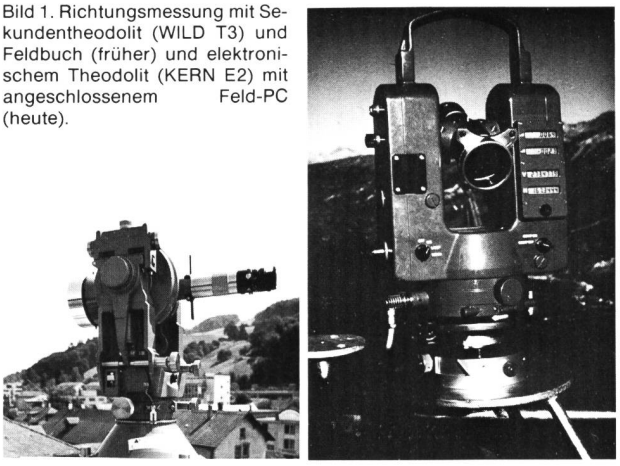

Bild 1. Richtungsmessung mit Sekundentheodolit (WILD T3) und Feldbuch (früher) und elektronischem Theodolit (KERN E2) mit angeschlossenem Feld-PC (heute).

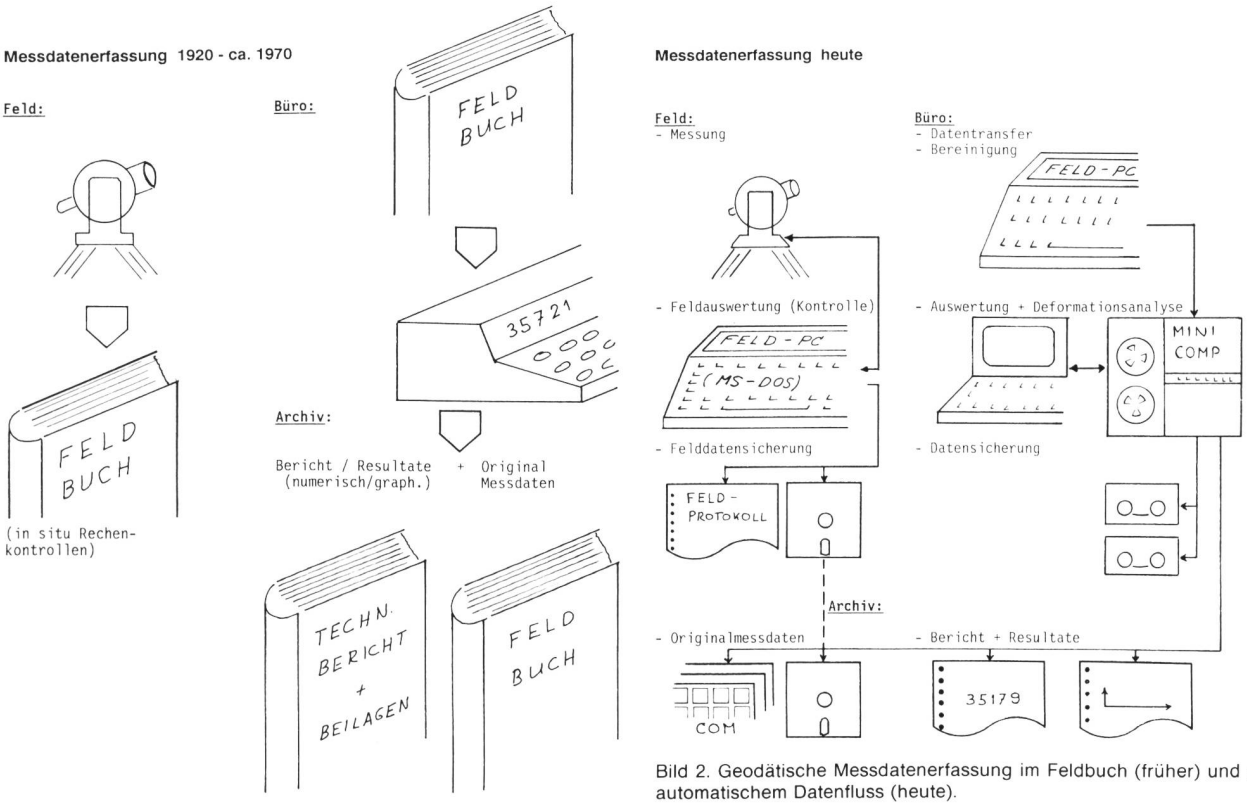

Bild 2. Geodätische Messdatenerfassung im Feldbuch (früher) und mit automatischem Datenfluss (heute).

nur noch als *computergesteuerter Sensor* betrachtet. Beispiele dazu sind etwa automatisch messende Robotertheodolite mit elektronischen Distanzmessern, Sensoren für die automatische Erfassung von Meteodaten (Luftdruck, -temperatur und -feuchtigkeit), geodätische GPS-Empfänger der neuesten Generation usw. Das Nivellementsverfahren ist eines der letzten geodätischen Messverfahren, bei welchem kürzlich mit der Einführung der Bildverarbeitung mit Strichcodeteilungen das Ablesen vollständig automatisiert wurde *(Ingensand,* 1990).

Die direkte On-line-Datenerfassung an den geodätischen Messgeräten bringt neben der Erhöhung der Wirtschaftlichkeit eine wesentliche Verminderung der früher unvermeidlichen, sogenannten *groben Messfehler* (Ablese-, Übertragungs- oder Aufschreibefehler) und damit eine wesentliche Verbesserung der *Zuverlässigkeit* der Messoperationen. Die hohe Leistungsfähigkeit heutiger Feldcomputer ermöglicht neben der sofortigen Kontrolle der Messdaten auch eine provisorische Feldauswertung (z. B. Netzausgleichung nach kleinsten Quadraten). Damit können, falls notwendig, in kleinen Netzen einfache Deformationsanalysen sofort an Ort und Stelle ausgeführt werden. In besonderen Fällen ist auch die Installation vollautomatisch arbeitender permanenter Messsysteme, welche die Resultate direkt in eine Zentrale übermitteln, möglich. Solche Systeme funktionieren bereits seit Jahren bei der Überwachung von Rutschhängen *(Veramess,* 1991).

2. Datensicherung der Originalmesswerte und Ergebnisse auf EDV-Träger

Nachdem die Messdaten von Anfang an nur noch in elektronischen Datenspeichern festgehalten werden, wird die Datensicherung zu einer zentralen Aufgabe *(Bauknecht* und *Zehnder,* 1985; *SNV,* 1987; *Carosio,* 1990). Diese beginnt bereits im Feld bei der periodischen Sicherung der

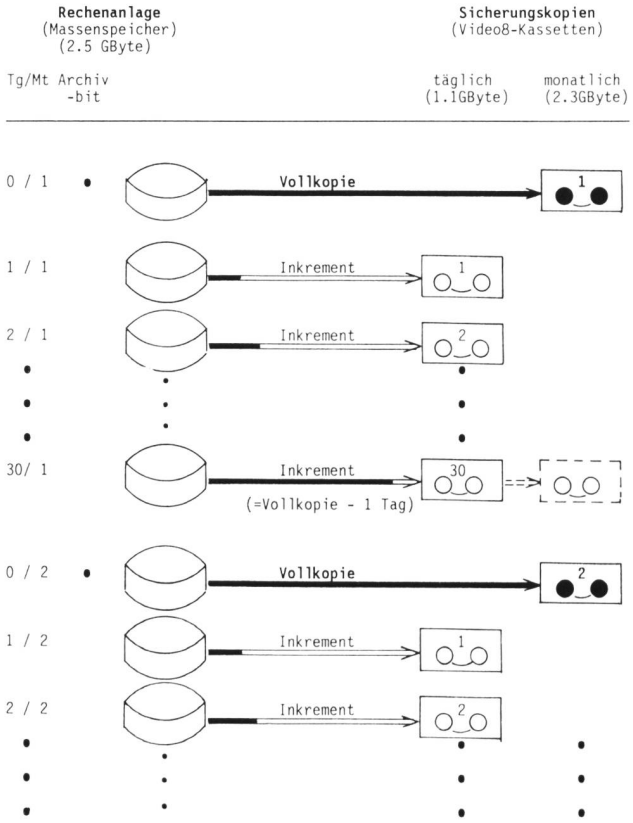

Bild 3. Konzept für die periodische Datensicherung im Rechenzentrum der Landestopographie.

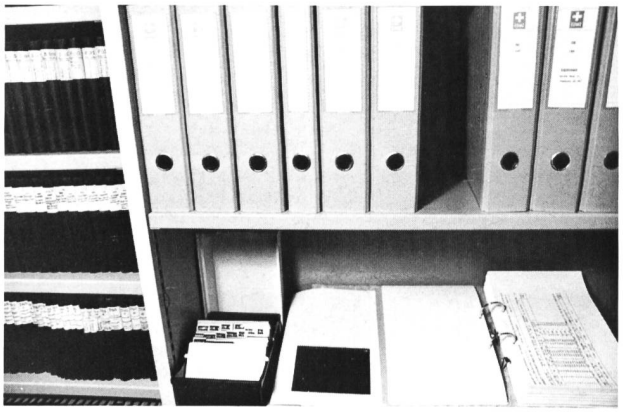

Bild 4. Archivierung der Originalmessdaten:
a) Feldbücher bis ca. 1977 (links im Bild);
b) Messprotokolle (Computeroutputs) oben und rechts unten im Bild;
c) Karteikasten mit Mikrofichen (COM) (unten im Bild).

neu erfassten Originalmesswerte. Gerade die Umweltbedingungen bei den Deformationsmessungen (Magnetfelder, elektrische Felder, hohe Luftfeuchtigkeit usw.) sollten Anlass zu besonderer Vorsicht im Umgang mit unersetzbaren Messdaten geben. Deshalb ist bei der L+T eine tägliche oder sogar halbtägliche *Felddatensicherung* auf einen getrennt vom Feldcomputer aufzubewahrenden Datenträger (Kassette oder Diskette usw.) vorgeschrieben. Nur so kann der Verlust von Messdaten mit hoher Wahrscheinlichkeit vermieden werden. Ein kleines Restrisiko bleibt auch hier und ist bei der Konzeption der Messungen angemessen zu berücksichtigen. Die bei der Felddatensicherung entstehenden Sicherungskopien werden in einigen Fällen (z. B. GPS-Messungen) direkt als Original-Messdisketten archiviert.

Nachdem die Originalmessdaten vom Feld-PC auf den Datenspeicher der Büro-Rechenanlage transferiert sind, ist ihre Sicherheit durch das *Datensicherungskonzept des Rechenzentrums L+T* (Bild 3) garantiert. Dieses Konzept schliesst einen Datenverlust aller im Massenspeicher residenten Daten mit hoher Wahrscheinlichkeit und auf Jahre hinaus aus. Es umfasst neben den jährlichen Sicherungskopien auch eine vollständige Kopie des Speicherinhalts an jedem Monatsende und tägliche Inkrement-Kopien, welche alle veränderten Files seit der letzten Vollkopie enthalten. Damit lässt sich für jeden beliebigen Tag der Zustand der Daten am Abend des Vortages rekonstruieren. Da die Inkrement-Kopie des letzten Tages im Monat zusätzlich aufbewahrt wird, könnte sogar beim Ausfall einer Monatssicherung diese (bis auf den Zuwachs der letzten 24 Stunden) fast vollständig wiederhergestellt werden.

Als physikalische Datenträger werden neben Magnetbändern vermehrt Video-8-Kassetten (in Zukunft evtl. auch DAT-Kassetten) und Bernoulli-Disketten mit hoher Aufzeichnungsdichte eingesetzt.

3. Konzept und Aufbau eines Archivs der Deformationsmessungen

Mit der Ablieferung der Dokumentation einer Staumauer-Deformationsmessung (in der Form des Technischen Berichts mit Beilagen) an den Auftraggeber und den Experten (zur Integration in seinen Bericht und ins Talsperrenbuch) sind die Arbeiten des Vermessungsingenieurs nicht abgeschlossen. Es bleibt die wichtige Aufgabe der *langfristigen* (> 25 Jahre) Sicherung oder Archivierung dieser Dokumentation und aller zugehörigen relevanten Informationen.

Die *Langzeit-Kontinuität der Überwachung* ist auch bei den geodätischen Messkonzepten ein wichtiges Erfordernis. Mit

Hilfe von nachträglichen Deformationsanalysen sollte das kinematische Verhalten eines Bauwerks und seiner Umgebung, falls notwendig, über *Jahrzehnte* (im Idealfall über die gesamte Lebensdauer einer Talsperre) zurückverfolgt werden können. Dabei kann es vorkommen, dass alte Originalmessdaten mit verbesserten mathematischen Modellen (z.B. mit Berücksichtigung von Lotabweichungen) neu ausgewertet und analysiert werden müssen. Deshalb ist es notwendig, dass nicht nur die Schlussergebnisse der Deformationsanalysen, sondern wenn immer möglich auch die *Originalmessdaten* archiviert werden.

Die Archivierung soll systematisch nach einem klaren Konzept erfolgen, wobei folgende Grundsätze zu beachten sind:

Prinzipien und Voraussetzungen für die Archivierung
- *Prinzip der dezentralen und mehrfachen Archivierung* der wichtigsten Dokumente:
  1. beim ausführenden Ingenieurbüro
  2. beim Auftraggeber (Kraftwerk)
  3. beim Experten
- Grundsatz der Archivierung der *Originalmessdaten* und *-dokumente*
- *Langzeiterhaltung:* Lesbarkeit und Verständlichkeit auch noch nach mehreren Jahrzehnten (Alterungsbeständigkeit)
- *Systematisierung* der Archivablage, Inventarisierung
- *Verwaltung* der Bestände durch einen *«Archivar»* (Ausleihkontrolle)
- Räumliche Voraussetzungen (Zugangskontrolle, Brandschutz, Raumklima, geeignetes Archivmobiliar usw.)

Die folgenden Informationen und Dokumente eines Auftrags sind im Archiv der Deformationsmessungen abzulegen:

Inhalt der Archivdossiers

Dokument/Information	Datenträger: EDV	andere
Messdaten:		
– Originalmessprotokolle und/oder		×
– Original-Messdatenfiles	×	
Bereinigung und Reduktion der Messungen		×
Eingabefiles der Netzausgleichungen	×	
Berechnungsprotokolle / Resultate:		
– Netzausgleichungen		×
– Transformationen und Analysen		×
– Koordinatenfiles	×	
Technischer Bericht (inkl. Anhänge)		×
Plan- und Tabellenbeilagen		×
Korrespondenz		×

4. Praktische Lösungen zur Archivierung von Messdaten, Ergebnissen und Dokumenten

Bei der Archivierung stellt sich die Frage, ob die Daten auf EDV-Trägern abgelegt werden sollen, oder ob allenfalls eine Wiedererfassung z.B. ab Papier (oder ab Microfiche) in Kauf genommen werden kann. Bis vor kurzem gab es kaum Datenträger, die die Anforderungen an eine Langzeitspeicherung vollständig erfüllten. Bei allen magnetischen Medien war z.B. ein periodisches Umkopieren notwendig, damit ein Datenverlust langfristig ausgeschlossen werden konnte.

Die technische Entwicklung der letzten Jahre hat auch hier neue Möglichkeiten eröffnet. Einerseits kommen *neue Speichermedien* auf den Markt, mit welchen die Anforderungen an ein *elektronisches Datenarchivierungssystem* in Zukunft erfüllt werden könnten. Beispiele sind Systeme wie: *WORM* (*W*rite – *O*nce – *R*ead – *M*any) oder *magneto-optische Disks*. Leider fehlt bei diesen Methoden zurzeit noch eine Standardisierung. Eine Garantie, dass diese Systeme (Hard- und Software) nach Jahrzehnten noch verfügbar und nicht durch neue Entwicklungen ersetzt sind, kann noch kein Hersteller abgeben. Auf der anderen Seite können dank dem Einsatz von PC-Scannern und Schrifterkennungsprogrammen auf Papier abgelegte Daten (z.B. Messprotokolle) mit hoher Zuverlässigkeit automatisch wiedererfasst werden.

Da die langfristige Sicherung von Daten auf EDV-Trägern mit den heute verfügbaren Mitteln nur mit Schwierigkeit erreichbar ist, wird i.A. (dort, wo nur begrenzte Datenmengen betroffen sind) darauf verzichtet. Wo sehr grosse Datenmengen archiviert werden müssen (z.B. GPS-Messdaten), werden *doppelte Archivkopien auf magnetische Datenträger* (Magnetbänder, Kassetten oder Disketten) angelegt und ihre dauernde Lesbarkeit durch *periodisches Umkopieren* gesichert.

Mit dem Ersatz der Feldbücher durch Messprotokolle, welche vom Computer ausgedruckt werden, und den umfangreichen Resultatausdrucken der Berechnungen hat der Umfang der Archivdossiers stark zugenommen. Um die Archivkapazität nicht in kurzer Zeit aufzufüllen, mussten neue Lösungen gesucht werden. Dank *modernem Archivmobiliar* (z.B. mit den verschiebbaren Regalen des Compactussystems) kann auch auf kleinstem Raum viel Archivkapazität geschaffen werden.

Als sehr gute Lösung zur Archivraumeinsparung haben sich die *C*omputer-*O*utputs on *M*icrofiche *(COM)* bewährt.

Die Ausdruckfiles werden dabei mit einem Programm aufbereitet und ihr Inhalt auf einen alterungsbeständigen Film aufbelichtet *(Misslin,* 1987). Pro Microfiche im Format A6 lassen sich so 419 DIN-A4- oder 269 DIN-A3-Computer-Ausdruckseiten abbilden. Die Protokolle können mit einem speziellen Vergrösserungsgerät wieder auf Originalgrösse zurückvergrössert und entweder am Bildschirm betrachtet oder auf Papier kopiert werden. Es ist wichtig, dass die Microfichen über einen *normierten Index* verfügen, der über eine Adresse einen raschen Zugriff zur richtigen Protokollseite erlaubt. Die Datenarchivierung auf COM-Fichen ist bei der Ablage von Originalmessdaten des Landesnivellements bei der L+T seit 1987 fast ausschliesslich im Einsatz (Bild 4). Versuche haben gezeigt, dass das automatische Wiedererfassen (mit marktüblichen PC-Scannern und Schrifterkennungsprogrammen) von den vergrösserten COM-Microfichen, wenn auch zurzeit noch mit Schwierigkeiten, möglich wäre.

5. Ausblick

Die On-line-Datenerfassung am geodätischen Instrument im Feld und der automatische Datenfluss von der Messung bis zur Deformationsanalyse und zur Dokumentation der Resultate wird in Zukunft noch konsequenter Anwendung finden. Neue Speichermedien, welche die Langzeit-Daten-

sicherheit garantieren, werden für die Archivierung aller Informationen (inkl. Text-, Plan- und Bildmaterial) parallel zur klassischen Dokumentablage eingesetzt werden. Damit wird die Archivverwaltung und der schnelle Zugriff zu den Beständen erleichtert werden.

Literatur

Bauknecht, K. und *C.A. Zehnder* (1985): Grundzüge der Datenverarbeitung. Leitfäden der angewandten Informatik, Teubner, Stuttgart.

Carosio, A. (1990): Datensicherheit in der amtlichen Vermessung. Bericht Nr. 168 des Institut für Geodäsie und Photogrammetrie, ETH Zürich.

Ingensand, H. (1990): The WILD NA2000, The First Digital Level in the World. Allgemeine Vermessungsnachrichten, Nr.6, 1990.

Lang, W. (1929): Deformationsmessungen an Staumauern nach der Methode der Geodäsie. L+T, Wabern.

Misslin, Ch. (1987): Computer Output auf Microfichen (COM). Bulletin des Rechenzentrums L+T Nr.13, L+T, Wabern.

SNV (1987): Schweizer Norm SN 612 010, Datensicherung in der amtlichen Vermessung, Schweiz. Normen-Vereinigung, Zürich.

Veramess Engineering (1991): Vernetzte automatische Messsysteme. Fachtagung Bauwerks- und Rutschhangüberwachung, Glattbrugg, 23.4.1991.

Zölly, H. (1948): Geschichte der Geodätischen Grundlagen für Karten und Vermessungen in der Schweiz. L+T, Wabern.

Adresse des Verfassers: Dr. *Dieter Schneider,* Bundesamt für Landestopographie, CH-3084 Wabern.

Überarbeitete Fassung eines Vortrags, den der Verfasser an der Tagung vom 12. und 13. September 1991 in Stans gehalten hat. Diese Tagung des Schweizerischen Nationalkomitees für grosse Talsperren wurde von der Arbeitsgruppe Talsperrenbeobachtung organisiert.

Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband

Vortragstagung und 80. ordentliche Hauptversammlung

vom 17. und 18. Oktober 1991 in Lausanne/Ecublens

«Abschlussorgane im Wasserbau»

Im «Auditoire CO 1» an der Eidgenössischen Technischen Hochschule Lausanne/Ecublens trafen sich am Donnerstag, um 10.30 Uhr etwa 190 Teilnehmer. Diese wurden durch Prof. *R. Sinniger* im Namen der beiden Organisationen, dem Schweizerischen Wasserwirtschaftsverband und dem Institut d'hydraulique et d'énergie, EPFL, begrüsst.

Allocution de bienvenue

par M. Marcel Gorgé, préfet du district de Lausanne

Mesdames, Messieurs,

Le Gouvernement vaudois m'a prié de le représenter aujourd'hui à vos Journées techniques sur les vannes et aménagements hydrauliques. Je vous apporte donc son salut et forme des vœux tout particuliers pour les quatre-vingts ans de votre Association suisse pour l'aménagement des eaux qui tiendra son assemblée en fin de journée.

Le préfet vaudois a pour mission de présenter les vœux du Gouvernement aux centenaires, mais aujourd'hui c'est à une jeune octogénaire que je m'adresse!

En parcourant le programme de ces journées, je me suis rendu compte que vos réflexions porteront à la fois sur les aspects techniques et économiques de la maîtrise de l'eau.

Permettez au béotien que je suis de vous adresser cette courte allocution en m'attachant à l'aspect *symbolique* de l'eau.

J'ai récemment pris la parole à l'inauguration d'un petit lac d'agrément créé de toute pièce par l'une des communes de notre district, Romanel-sur-Lausanne. Les autorités locales ont offert à leurs habitants ce point d'eau comme cadeau marquant le 700e anniversaire du pays.

Je reprends ici quelques réflexions extraites et inspirées du dictionnaire des symboles de Chevalier et Gheerbrant.

L'eau en tant que symbole

Dans les traditions juives et chrétiennes, l'eau symbolise d'abord l'origine de la création. Dans la Bible, les puits dans le désert, les sources qui s'offrent aux nomades sont autant de lieux de joie et d'émerveillement. Près des sources et des puits s'opèrent les rencontres essentielles; tels des lieux sacrés, les points d'eau jouent un rôle incomparable. Près d'eux l'amour naît et les mariages s'amorcent. L'eau a ici une fonction éminemment sociale.

La marche des Hébreux, la traversée de la mer Rouge et le cheminement de chaque homme durant son pélerinage terrestre sont intimement reliés au contact extérieur ou intérieur avec l'eau, celle-ci devient un *centre de paix et de lumière,* en un mot *oasis.*

Il est dès lors tout naturel que les Orientaux aient regardé l'eau d'abord comme un signe et un symbole de bénédiction. N'est-ce pas l'eau qui permet la vie?

Les cultes sont volontiers concentrés autour des sources. Tout lieu de pélerinage comporte son point d'eau et sa fontaine. L'eau peut guérir en raison de ses vertus spécifiques.

Si les eaux ont une rare valeur sacrée et sacralisante force est de constater qu'elles précèdent la création et qu'elles demeurent présentes pour la recréation. A l'homme nouveau correspond l'apparition d'un autre monde.

Dans certains cas, l'eau peut faire œuvre de mort. Les «grandes eaux» annoncent dans la Bible les épreuves. Le déchaînement des eaux est le symbole des grandes calamités. L'eau peut ravager et engloutir.

Ainsi l'eau peut comporter une puissance mauvaise. Dans ce cas, elle punit les pécheurs, mais elle ne saurait atteindre les justes qui n'ont pas à craindre les «grandes eaux». Les «eaux de la mort» ne concernent que les pécheurs, elles se transforment en «eaux de vie» pour les justes.

Une enquête du CRIC (Centre de recherche sur l'information et la communication), destinée à préparer une campagne pour l'épuration et la régénération de l'eau, a révélé la persistance de la symbolique de l'eau chez les habitants des villes et des campagnes. L'eau *sale* fait horreur, comme puanteur, souillure, maladie, mort: *la pollution, c'est le cancer de l'eau.*

Tous perçoivent l'eau comme l'élément vital primordial: fontaine de vie..., pas d'eau... pas de vie, aussi nécessaire que le soleil... résumée de la vie.

Dans cette enquête, les femmes au-dessus de 25 ans et surtout les mères, sentent une relation particulière entre la femme et l'eau.

Et l'auteur conclut: «Une fois de plus, nous constatons que des symboles fondamentaux persistent dans le cœur et l'imaginaire humains, dans la mentalité collective. Une civilisation technicienne et industrielle, par les manques et les pollutions qu'elle suscite, peut aviver le besoin, l'angoisse et l'appétit de signes qui parlent.»