



***Galileo – Europas Beitrag zur Satellitennavigation***

*E. Wasle, B. Hofmann-Wellenhof*

***PSI-Richtlinie und Informationsweiterverwendungsgesetz:  
Ein neuer Rechts- und Wirtschaftsbereich***

*R. Knyrim*

***Wasser für Rom***

***Techniken der Wasserversorgung im Imperium Romanum***

*K. Grewe*

***Vergleich zweier Berechnungsverfahren zur Gauß-Krüger  
Abbildung breiter Meridianstreifen***

*P. Schuhr*





Österreichische Zeitschrift für  
**Vermessung &  
Geoinformation**

**Organ der Österreichischen Gesellschaft für Vermessung und Geoinformation  
und der Österreichischen Geodätischen Kommission**

93. Jahrgang 2005

Heft: 1/2005

ISSN 0029-9650

Schriftleiter: Dipl.-Ing. Wolfgang Gold

Stellvertreter: Dipl.-Ing. Stefan Klotz

Dipl.-Ing. Ernst Zahn

A-1025 Wien, Schiffamtsgasse 1-3

Internet: <http://www.ovg.at>

*E. Wasle, B. Hofmann-Wellenhof:*

**Galileo – Europas Beitrag zur Satellitennavigation** 3

*R. Knyrim:*

**PSI-Richtlinie und Informationsweiterverwendungsgesetz:  
Ein neuer Rechts- und Wirtschaftsbereich** 17

*K. Grewe:*

**Wasser für Rom  
Techniken der Wasserversorgung im Imperium Romanum** 22

*P. Schuhr:*

**Vergleich zweier Berechnungsverfahren zur  
Gauß-Krüger Abbildung breiter Meridianstreifen** 45

**Recht & Gesetz** 48

**Veranstaltungskalender** 51

**Buchbesprechungen** 53

**Persönliches** 55

# Impressum



**Organ der Österreichischen Gesellschaft für Vermessung und Geoinformation und der Österreichischen Geodätischen Kommission**

93. Jahrgang 2005 / ISSN: 0029-9650  
<http://www.ovg.at>

**Herausgeber und Medieninhaber:** Österreichische Gesellschaft für Vermessung und Geoinformation (OVG), Austrian Society for Surveying and Geoinformation, Schiffamtsgasse 1-3, A-1025 Wien zur Gänze. Bankverbindung: Österreichische Postsparkasse BLZ 60000, Kontonummer PSK 1190933.

**Präsident der Gesellschaft:** Dipl.-Ing Gert Steinkellner, Schiffamtsgasse 1-3, A-1025 Wien, Tel. (01) 21176-4604, Fax (01) 2167550.

**Sekretariat der Gesellschaft:** Dipl.-Ing. Karl Haussteiner, Schiffamtsgasse 1-3, A-1025 Wien, Tel. (01) 21176-2311, Fax (01) 2167551.

**Schriftleitung:** Dipl.-Ing. Wolfgang Gold, Krotenthallergasse 3, A-1080 Wien, Tel. (01) 40146-212, Fax (01) 40146-333, Dipl.-Ing. Stefan Klotz, Schiffamtsgasse 1-3, A-1025 Wien, Tel. (01) 21176-3609, Fax (01) 2167551, Dipl.-Ing. Ernst Zahn, Schiffamtsgasse 1-3, A-1025 Wien, Tel. (01) 21176-3209, Fax (01) 2167551.

**Manuskripte:** Bitte direkt an die Schriftleitung senden. Es wird dringend ersucht, alle Beiträge in digitaler Form auf Diskette zu übersenden. Genaue Angaben über die Form der Abfassung des Textteiles sowie der Abbildungen (Autoren-Richtlinien) können bei der Schriftleitung angefordert werden. Beiträge können in Deutsch oder Englisch abgefaßt sein; Hauptartikel bitte mit einer deutschsprachigen Zusammenfassung und einem englischen Abstract einsenden. Namentlich gezeichnete Beiträge geben die Meinung des Autors wieder, die sich nicht mit der des Herausgebers decken muß. Die Verantwortung für den Inhalt des einzelnen Artikels liegt daher beim Autor. Mit der Annahme des Manuskriptes sowie der Veröffentlichung geht das alleinige Recht der Vervielfältigung und Wiedergabe auf den Herausgeber über.

**Copyright:** Jede Vervielfältigung, Übersetzung, Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen sowie

Mikroverfilmung der Zeitschrift oder von in ihr enthaltenen Beiträge ohne Zustimmung des Herausgebers ist unzulässig und strafbar. Einzelne Photokopien für den persönlichen Gebrauch dürfen nur von einzelnen Beiträgen oder Teilen davon angefertigt werden.

**Anzeigenbearbeitung und -beratung:** Dipl.-Ing. Wolfgang Gold, Krotenthallergasse 3, A-1080 Wien, Tel. (01) 40146-212. Unterlagen über Preise und technische Details werden auf Anfrage gerne zugesendet.

**Erscheinungsweise:** Vierteljährlich in zwangloser Reihenfolge (1 Jahrgang = 4 Hefte). Auflage: 1500 Stück.

**Abonnement:** Nur jahrgangswise möglich. Ein Abonnement gilt automatisch um ein Jahr verlängert, sofern nicht bis zum 1.12. des laufenden Jahres eine Kündigung erfolgt. Die Bearbeitung von Abonnementangelegenheiten erfolgt durch das Sekretariat. Adressänderungen sind an das Sekretariat zu richten.

**Verkaufspreise:** Einzelheft: Inland 15 €, Ausland 18 €; Abonnement: Inland 50 €, Ausland 60 €; alle Preise exclusive Mehrwertsteuer. OVG-Mitglieder erhalten die Zeitschrift kostenlos.

**Satz und Druck:** Buchdruckerei Ernst Becvar Ges.m.b.H., A-1150 Wien, Lichtgasse 10.

**Offenlegung gem. § 25 Mediengesetz**

**Medieninhaber:** Österreichische Gesellschaft für Vermessung und Geoinformation (OVG), Austrian Society for Surveying and Geoinformation, Schiffamtsgasse 1-3, A-1025 Wien zur Gänze.

**Aufgabe der Gesellschaft:** gem. § 1 Abs. 1 der Statuten (gen. mit Bescheid der Sicherheitsdirektion Wien vom 08.04.2003): a) die Vertretung der fachlichen Belange der Vermessung und Geoinformation auf allen Gebieten der wissenschaftlichen Forschung und der praktischen Anwendung, b) die Vertretung aller Angehörigen des Berufsstandes, c) die Förderung der Zusammenarbeit zwischen den Kollegen der Wissenschaft, des öffentlichen Dienstes, der freien Berufe und der Wirtschaft, d) die Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses, e) die Herausgabe einer Zeitschrift mit dem Namen „Österreichische Zeitschrift für Vermessung und Geoinformation“ (VGI).

**Erklärung über die grundlegende Richtung der Zeitschrift:** Wahrnehmung und Vertretung der fachlichen Belange aller Bereiche der Vermessung und Geoinformation, der Photogrammetrie und Fernerkundung, sowie Information und Weiterbildung der Mitglieder der Gesellschaft hinsichtlich dieser Fachgebiete.



## Galileo – Europas Beitrag zur Satellitennavigation

Elmar Wasle und Bernhard Hofmann-Wellenhof, Graz

### Zusammenfassung

Das globale Satellitennavigationssystem Galileo ist für Europa in technologischer, wirtschaftlicher und strategischer Hinsicht von unerlässlicher Bedeutung. Weitreichende wirtschaftliche Nebeneffekte werden durch Galileo innerhalb Europas und weltweit bereits heute stimuliert und werden zukünftig markante Auswirkungen haben. Die sozialen Effekte sind derzeit noch schwer abzuschätzen. Im Jahr 2020 werden nach Schätzungen drei Milliarden Empfänger in Betrieb sein. Der Markt für Produkte und Dienstleistungen wird sich bis dahin auf etwa 300 Milliarden € belaufen [9]. Dieser Artikel gibt einen Überblick über den Beitrag Europas zur Satellitennavigation (Stand März 2005).

### Abstract

The global navigation satellite system Galileo is in technological, economic and strategic aspects of tremendous importance for Europe. Remarkable economic side effects occurring already today will significantly be stimulated by Galileo within Europe and also worldwide in the future. Currently, the social effects are difficult to estimate. About three Billion satellite receivers in use are expected in 2020. As a consequence, the market for products and services will amount to approximately 300 Billion € [9]. This publication gives an overview of Europe's contribution to satellite navigation (status March 2005).

### 1. Einleitung

Eine dreidimensionale Punktbestimmung mit Distanzmessung heißt Trilateration. Liegen Distanzen von drei bekannten Punkten zum Neupunkt, der zu bestimmen ist, vor, kann im Allgemeinen die Aufgabe gelöst werden. Der geometrische Hintergrund ist der Schnitt von drei Kugelschalen.

Bei der Punktbestimmung mit Satelliten übernehmen die Satelliten die Rolle der bekannten Punkte und die Empfängerposition die des Neupunkts. Gemessen werden die Signallaufzeiten von Satelliten zum Empfänger. Multipliziert man diese Laufzeiten mit der Signalgeschwindigkeit (also der Lichtgeschwindigkeit, da es sich um ein Radiosignal handelt), erhält man die entsprechenden Entfernungen. Da jedoch bei den Laufzeitmessungen zwei Uhren involviert sind, die des Satelliten und die des Empfängers, und diese beiden Uhren nicht vollständig synchronisiert sind, sondern einen Uhrfehler aufweisen, misst man nicht Distanzen, sondern Pseudodistanzen. Das bedeutet also, abgesehen von den drei gesuchten Koordinaten (geographische Länge, geographische Breite und Höhe) des Neupunkts muss auch noch der Uhrfehler bestimmt werden. Daher werden für eine dreidimensionale Punktbestimmung mindestens vier Satelliten benötigt [1].

Das amerikanische GPS (Global Positioning System), das unter militärischer Kontrolle steht,

wurde im Juli 1995 für voll operationsfähig erklärt („Full Operational Capability“), nachdem bereits zwei Jahre früher die vollständige Konstellation von 24 Satelliten erreicht worden war („Initial Operational Capability“). Heute wird das System weltweit für zivile und militärische Anwendungen verwendet.

Russland entwickelte mit GLONASS (Global'naya Navigatsionaya Sputnikova Sistema) ein sehr ähnliches System, das nur ein halbes Jahr später, also im Jänner 1996, voll operationell war. Allerdings ging die volle Konstellation bald verloren, da primär infolge finanzieller Probleme alte nicht mehr funktionstüchtige Satelliten durch neue Satelliten kaum ersetzt wurden. Heute (März 2005) sind nur mehr 12 der ursprünglichen 24 Satelliten verfügbar. Russland ist jedoch bestrebt, bis 2011 die volle Verfügbarkeit wieder herzustellen.

### 2. Strategie in zwei Stufen

Nahezu zeitgleich mit der vollen Inbetriebnahme von GPS forderte der Rat der Europäischen Union die Europäische Kommission in einer Resolution vom 19. Dezember 1994 auf [2]:

*to support the development and implementation of a European complement to existing satellite navigation systems using any augmentation technology required (European Contribution to GNSS-1)*

*at the same time to initiate and support the preparatory work needed for the design and organization of a global navigation satellite system (GNSS-2) for civil use, which should be compatible with GPS and GLONASS (European Contribution to GNSS-2)*

Das Akronym GNSS steht für Global Navigation Satellite System. Dies geschah in Anbetracht des Wachstums des Trans-Europäischen Netzwerks, auch mit Blick auf den stark wachsenden Navigationssektor und das große wirtschaftliche und soziale Potential eines Satellitennavigationssysteme und auch in Erkenntnis der Notwendigkeit, international konkurrenzfähig zu bleiben. Der Einstieg Europas in den Navigationssektor erfolgt in einem zweistufigen Programm:

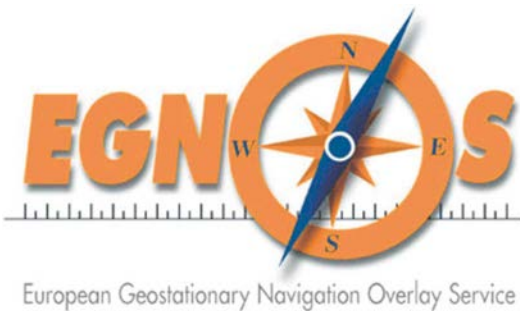


Abb. 1: Europas erster Beitrag zur satellitengestützten Navigation

GNSS-1: Das European Geostationary Navigation Overlay Service (EGNOS) stellt den ersten Beitrag Europas zur satellitengestützten Navigation dar (Abbildung 1). EGNOS beruht auf einer Vereinbarung zwischen der Europäischen Gemeinschaft, der Europäischen Weltraumbehörde (ESA) und EUROCONTROL, das ist die Organisation, die für den europäischen Luftraum zuständig ist. EGNOS wird voraussichtlich noch im Jahr 2005 in den vollen operationellen Betrieb gehen. Im Wesentlichen besteht das Raumsegment von EGNOS aus drei geostationären Satelliten. Das Signal, das diese Satelliten aussenden, ergänzt GPS in drei Belangen: Erstens kann das EGNOS-Signal wie jedes andere GPS-Signal zur Positionsbestimmung genutzt werden. Zweitens kann man aus der Signalinformation Korrekturdaten ableiten, die eine Verbesserung der Genauigkeit der Positionsbestimmung bewirken. Das Prinzip ist ähnlich wie bei DGPS (Differential GPS), siehe [3]. Drittens bietet EGNOS eine Integritätsinformation für GPS; dies ist für künftige Anwendungen der Satellitennavigation in sicherheits-

kritischen Bereichen [4] von unerlässlicher Bedeutung.

Unter Verwendung der EGNOS-Information kann die Position auf voraussichtlich 1-2 m genau bestimmt werden (95% Konfidenzintervall; [5], standardisierte Werte sind noch ausständig). Zu beachten ist, dass das EGNOS-Signal von geostationären Satelliten ausgesendet wird. Im Gelände mit starker Topographie oder im städtischen Bereich werden die EGNOS Signale durch die niedrig stehenden Satelliten (in Österreich max 40° Elevation) oft abgeschattet. Gut eignen sie sich allerdings für den Schiffs- und Flugverkehr. Das europäische System EGNOS ist kompatibel zum amerikanischen WAAS (Wide Area Augmentation System), das denselben Service für den amerikanischen Raum bietet. Auf vielen Navigationsempfängern ist heute bereits die Bezeichnung „WAAS-enabled“ zu lesen; diese Bezeichnung ist mit „EGNOS-enabled“ gleichzusetzen.



Abb. 2: das Europäische Satellitennavigationssystem

GNSS-2: „Galileo“ ist Europas Initiative, ein eigenes, ziviles und globales Satellitennavigationssystem zu entwickeln (Abbildung 2). Galileo wird einen eigenständigen, präzisen und garantierten Positionsbestimmungs- und Navigationsdienst bieten. Als nicht unwesentliches Nebenprodukt wird Galileo auch die präzise Zeitbestimmung erlauben. Unter Ausnutzung verbesserter Satellitensignale und mehrerer Frequenzbereiche kann eine (geringfügig) höhere Genauigkeit als beim bestehenden GPS erzielt werden. Zudem bietet Galileo einen Integritätsservice, der es

erlaubt, das Satellitensystem auch für sicherheitskritische Anwendungen einzusetzen. Galileo wird aber auch zu den bestehenden Systemen GPS und GLONASS interoperabel und kompatibel sein.

### 3. Vier Optionen

Das europäische Navigationssystem wurde nach dem italienischen Astronom und Physiker Galileo Galilei benannt. Der Name wird bereits in unterschiedlichen Zusammenhängen benutzt: so heißt beispielsweise eine amerikanische Satellitenmission Galileo oder auch ein weltweites Buchungs- und Reservierungssystem schmückt sich mit demselben Namen. Daraus könnten sich noch größere Rechtsstreitigkeiten entwickeln [6]. Die Kurzbezeichnung des europäischen Systems ist demnach kein Akronym, daher wird auch in diesem Artikel wie auch in vielen anderen Publikationen die Schreibweise mit Kleinbuchstaben verwendet. Um die Gleichwertigkeit mit dem amerikanischen GPS zu signalisieren, findet man aber auch die Bezeichnung Galileo oftmals in Großbuchstaben.

Bevor die Entscheidung auf das eigenständige globale System fiel, verfolgten die europäischen Entscheidungsträger mehrere Möglichkeiten. Die Kommission identifizierte vier Optionen [7]:

- 0) die „Zero Option“;
- 1) ein gemeinsames globales System mit allen wichtigen Staaten und Organisationen;
- 2) ein gemeinsames System in Abstimmung und Kooperation mit den Vereinigten Staaten (USA) oder Russland;
- 3) ein unabhängiges europäisches System.

Bei der „Zero Option“ hätte die Europäische Union (EU) jegliche Anstrengung unterlassen, im Bereich der Satellitennavigation unterstützend oder entwickelnd tätig zu werden. Damit wäre die EU von Systemen abhängig gewesen, die nicht unter europäischer Kontrolle gestanden wären. Diese Abhängigkeit, die in dieser Thematik mit dem Verlust der Souveränität gleichzusetzen ist, und die damit verbundenen Risiken waren für die EU nicht akzeptabel.

Eine Kooperation mit den USA oder Russland wäre wohl die kostengünstigste Wahl gewesen. Die EU verlangte aber nach Garantien hinsichtlich des kontinuierlichen Betriebs, wollte die Teilnahme an den Entwicklungs- und Betriebsphasen, die gemeinsame Kontrolle über das System und die Einbindung der europäischen Wirtschaft

in bestehende GNSS-Märkte. Das waren Bedingungen, deren Erfüllung man definitiv nicht erwarten konnte. Die Verhandlungen mit den USA zeigten auch sehr bald, dass (primär aus militärischen Überlegungen) die Vereinigten Staaten nicht bereit waren, die EU am GPS-Programm teilhaben zu lassen. Dennoch waren die USA an einer Zusammenarbeit in Fragen der Satellitennavigation sehr interessiert. Russland wäre einer engeren Kooperation wesentlich offener gegenüber gestanden. Dennoch entschloss sich die EU für Option 3, also ein unabhängiges europäisches System zu entwickeln.

### 4. Schritt für Schritt

Der europäische Rat beauftragte die Europäische Kommission im März 1998, ein Programm zum Aufbau eines europäischen Satellitennavigationssystems zu erarbeiten. In ihrer Mitteilung vom 10. Februar 1999 stellt die Kommission das autonome Programm mit der Bezeichnung „Galileo“ vor, welches die europäische Strategie für ein trans-europäisches Positionierungs- und Navigationsnetzwerk umsetzen sollte. *„It must be an open, global system, fully compatible with GPS, but independent from it (...) It should be developed as a public private partnership, with significant funding at European level (...)“* [7] Das Programm sah eine Umsetzung in vier Phasen vor: Definition, Entwicklung und Validierung, sowie Errichtung und Betrieb.

Noch im Dezember 1999 wurde die Definitionsphase von Galileo gestartet. Fünf Verträge mit der Industrie bildeten hierfür die Grundlage. Mitinbegriffen war eine detaillierte Kosten- / Nutzenanalyse, die sich unter anderem mit der Identifizierung von potentiellen Einnahmequellen, den Möglichkeiten einer „Public Private Partnership“, der bilateralen Zusammenarbeit, den Kosten und den Risiken beschäftigte. Die Ergebnisse der Analyse verdeutlichten die strategische Bedeutung von Galileo. Es wurde aber auch festgestellt, dass das europäische System bis spätestens 2008 voll funktionsfähig sein müsste, um vom stark wachsenden Navigationsmarkt noch genügend Mittel an sich binden zu können.

Seitdem die Entwicklung eines europäischen Navigationssystems verfolgt wird, hören Kritiker nicht auf zu fragen, ob angesichts GPS ein europäisches globales Satellitennavigationssystem überhaupt benötigt wird. Die Meinungen sind geteilt. Manche sprechen von einer politischen Entscheidung, andere von einer strategi-

schen Entscheidung, wieder andere von einer europäischen Entscheidung. Aus Sicht der Autoren war die Entscheidung für Galileo aus wirtschaftlicher Perspektive eine notwendige. Das Ariane und das Airbus Programm haben gezeigt, dass eine entschlossene Modernisierungspolitik die Beschäftigung, die industrielle und wirtschaftliche Entwicklung und die internationale Geltung der Europäischen Union positiv beeinflusst [8]. Zudem leistet ein gemeinsames, europäisches Projekt Galileo einen wesentlichen Beitrag zu einem stärkeren europäischen Zusammenhalt. Für die zivilen Benutzer kann ein zusätzliches, komplementäres und interoperables System nur von Vorteil sein, denn damit steigen die Verfügbarkeit, die Genauigkeit und auch die Sicherheit bei der Positionsbestimmung.

Angesichts der immer konkreter werdenden europäischen Galileo-Entwicklung und der zunehmend wirtschaftlichen Bedeutung von GPS veranlasste der amerikanische Präsident Clinton im Jahr 2000 die Deaktivierung der künstlichen Verschlechterung der zivilen GPS Signale durch „Selective Availability“. Damit versuchten die USA, dem Galileo-Programm kommerziell entgegenzuwirken. Vor allem nach dem 11. September 2001 gingen die USA mit zunehmendem Druck gegen das Europäische Programm vor – letztlich erfolglos. Die internationale Unterstützung für Galileo, die zahlreichen Kooperationspartner (siehe Punkt 7) und die europäische Wirtschaft verfolgten weiterhin und bis heute erfolgreich das Ziel, Galileo umzusetzen.

Die Europäische Kommission bestätigte am 22. November 2000 in einer Mitteilung die strategische und wirtschaftliche Bedeutung von Galileo und empfahl dem Verkehrsrat, das Programm ab 2001 fortzusetzen. In einer Entschließung des Rates vom 5. April 2001 bestätigte dieser, dass Finanzmittel bis zu einer Höhe von 100 Mio. € für das Jahr 2001 unverzüglich freigegeben werden. Ein Beschluss über die Freigabe der verbleibenden Mittel (d. h. 450 Mio. €) sollte vom Rat im Dezember 2001 zusammen mit dem Beschluss über die Schaffung eines mit der Verwaltung des Projekts betrauten Trägers gefasst werden. Bis dahin sollten die längerfristige Entwicklung der Beteiligung des privaten Sektors am Projekt ermittelt und die kommerziellen und öffentlichen Dienste von Galileo umrissen werden [9].

Die Ergebnisse dieser Analyse wurden Ende November 2001 dem Europäischen Rat präsentiert. Dieser sah sich Anfang Dezember 2001 noch nicht in der Lage, eine Entscheidung über eine

Freigabe weiterer Mittel zu treffen und verweigerte zunächst die Unterstützung für Galileo. Der große Druck Amerikas spielte dabei eine nicht unwesentliche Rolle. Die Entscheidung über die Fortführung des Programms wurde auf März 2002 verschoben. Bis dahin galt es, weitere Analysen durchzuführen und vor allem Überzeugungsarbeit zu leisten. Schließlich wurden am 26. März 2002 die finanziellen Mittel für die Fortführung des Programms von der Europäischen Kommission bzw. dem Europäischen Rat freigegeben. Doch andere Probleme wirkten sich bremsend auf die Fortführung des Programms aus.

Ende März 2003 wurde der fast ein Jahr dauernde Streit zwischen den Regierungen Italiens und Deutschlands über die Finanzbeiträge an die ESA (European Space Agency) und die Auftragsanteile für Galileo beigelegt. Die Mitgliedsstaaten der ESA einigten sich darauf, dass Deutschland, Italien, Frankreich, Großbritannien und Italien jeweils nur 17,5 Prozent zum Programm finanziell beitragen durften. Deutschland strebte ursprünglich einen Anteil von 25 Prozent an, der sich dann natürlich in einem entsprechenden Auftragsanteil wiederspiegelt hätte. Allein aus diesem Ansatz ist die wirtschaftliche Bedeutung von Galileo erkennbar. Im Rahmen der Vereinbarungen von Ende März wurde auch festgelegt, dass Deutschland das Raumfahrtsegment, Frankreich die elektrischen Ausstattungen und die Kontrolle der Missionen, Großbritannien die Satellitenausstattungen und Italien die Integration der Satelliten übernimmt. [10]. Der Sitz des Industrie-Konsortiums Galileo Industries, das von Alcatel Space, Alenia Spazio, EADS Astrium, Galileo Sistemas y Servicios und Thales getragen wird, kam nach Ottobrunn bei München, das Engineering Büro verließ Italien.

Im Anschluss an die schriftliche Einigung vom 26. Mai 2003 über die Finanzbeiträge der ESA-Mitgliedstaaten wurden unverzüglich die notwendigen Schritte zur Errichtung des Galileo Joint Undertakings (GJU) gesetzt [11]. Am 16. Juni 2003 ernannte der Verwaltungsrat des GJU den Deutschen Rainer Grohe zum Direktor.

Im Herbst 2004 erteilte die Europäische Kommission die Freigabe für die Errichtungs- und Betriebsphase. Die Definition der Verwaltungsstrukturen des Systems (Ratsbeschluss vom 12. Juli 2004) und eine Vereinbarung mit den USA über die volle Interoperabilität des europäischen und amerikanischen Systems waren dieser Freigabe vorausgegangen. In Anbe-

tracht der Angebote für die Konzessionärsaus-schreibung stimmte die EU bereits 2004 dem Beginn der nächsten Phase des Galileo Pro-gramms zu.

**5. Navigationsmarkt und Finanzierung**

Dem Navigationsmarkt und den damit zusam-menhängenden Mehrwertdiensten wird bereits seit Jahren ein exponentielles Wachstum prognostiziert. Die optimistischen Prognosen wurden durch die Marktentwicklung oft sogar übertroffen. In naher Zukunft werden die Positionsbestimmung und Navigation ein unverzichtbarer Bestandteil des privaten, wirtschaftlichen und öffentlichen Lebens sein, ähnlich wie heute die Mobiltele-phonie kaum mehr wegzudenken ist. Manche sprechen in diesem Zusammenhang sogar von einer weiteren technologischen Revolution.

Die Kosten für die Entwicklung, die Errichtung und den Betrieb von Galileo, dies umfasst die Schaffung des Bodensegmentes wie auch des Raumsegmentes, bezifferte die Kommission mit 3.2 Mrd €. In der Studie von PriceWaterhouse-

Coopers [12], in der ähnliche Zahlen wie von der Kommission genannt werden, resultiert lediglich aus der Berücksichtigung von zusätzlichen Risiken und der Herstellung von Reservesatelliten ein um 200 Mio. € höherer Kostenvoranschlag.

Für die Definitionsphase von Galileo (1999-2000) wurden 80 Mio € durch EU und ESA aufgebracht. Die Entwicklungs- und Validierungs-phase (2001-2005) wurde durch öffentliche Sub-ventionen sichergestellt. Jeweils zur Hälfte wurde das Budget von insgesamt 1,1 Mrd € aus dem Gemeinschaftshaushalt der EU und aus dem Haushalt der Europäischen Weltraumorganisation ESA bereitgestellt. Für die Errichtungsphase (2006-2007) ist eine erhebliche Beteiligung des privaten Sektors mit rund 1,5 Mrd € geplant. Nach der Inbetriebnahme von Galileo werden jährliche Betriebskosten von 220 Mio € anfallen (vgl. Abbildung 3). In der ersten Jahreshälfte 2005 soll eine GNSS-Aufsichtsbehörde eingerichtet werden, die die Verwaltung und Kontrolle des Einsatzes von EU Gemeinschaftsmitteln im Rahmen von Galileo übernimmt [13].

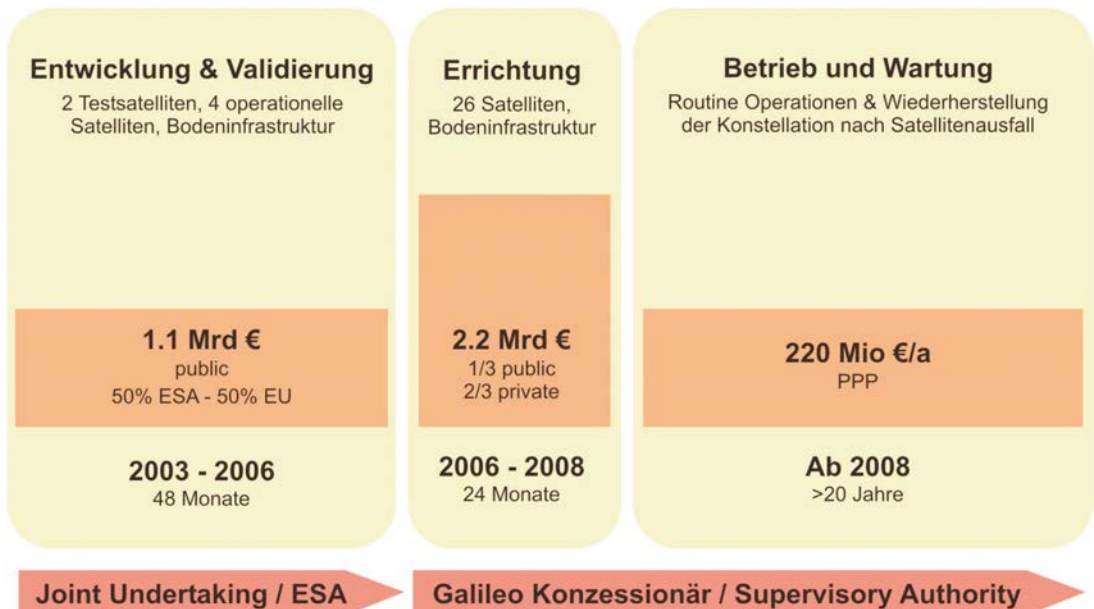


Abb. 3: Zeitplan (aus dem Jahr 1999) und Finanzbeiträge

Die Aufwendungen für Galileo entsprechen in etwa den Kosten für den Bau von 150 km Autobahn oder den Kosten, die beim Bau von Terminal 5 von Londons Flughafen Heathrow entstanden. Die wirtschaftliche Rentabilität wird in verschiedenen Studien mit einem Kosten- /

Nutzenverhältnis von +4.6 eindeutig belegt. Bei keinem anderen Infrastrukturprojekt Europas wird ein solch hoher Faktor erreicht. Alleine der Dienstleistungs- und Gerätemarkt wird auf 10 Mrd. € pro Jahr geschätzt. Vorsichtige Analysen sprechen von europaweit zusätzlichen 140.000



Arbeitsplätzen durch den entstehenden Navigationsmarkt und den daraus resultierenden Mehrwertdiensten.

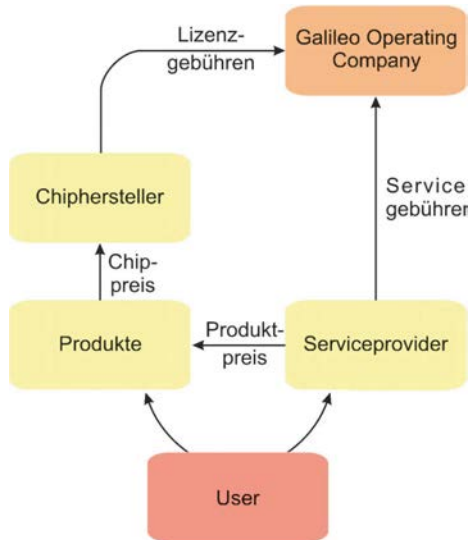


Abb. 4: Finanzströme zur Finanzierung des laufenden Betriebs von Galileo

Kurzfristige Einnahmen erzielt die Europäische Kommission durch Kooperationsverträge mit Drittstaaten, die einen signifikanten finanziellen Beitrag zum Galileo Projekt leisten. Langfristige Einnahmen werden aus verschiedenen Wertschöpfungsketten erzielt, bei denen Erträge aus der Vermarktung von Endgeräten und Mehrwertdiensten erwirtschaftet werden (vgl. z.B. Abbildung 4). Den größten Anteil bei den Geräten werden vor allem Massen- und Konsumprodukte wie Mobiltelefone, PDAs (Personal Digital Assistants) oder Systeme zur Fahrzeugnavigation haben. Des weiteren wird der zukünftige öffentlich-privatwirtschaftliche Betreiber von Galileo Einnahmen aus Lizenzen oder möglichen Chip-Steuern erzielen.

Der volkswirtschaftliche Nutzen bis 2020 wird allein für Europa mit 74 Mrd € beziffert. Andererseits berücksichtigen verschiedene Kosten-/Nutzenanalysen den sozialen Nutzen der beispielsweise in Form einer größeren Verkehrssicherheit, einem besseren Verkehrsfluss und somit von einem geringeren Schadstoffausstoß resultiert und profitiert. Zudem berücksichtigt die Analyse auch den strategischen Nutzen von Galileo mit Hinblick zu den bestehenden Systemen.

## 6. Organisationsstruktur

Galileo ist eine gemeinsame Initiative der Europäischen Union und der Europäischen Welt-

raumbehörde. Während die politischen Aspekte und die mit Galileo verbundenen Ziele durch die EU aufbereitet und erarbeitet werden, ist die ESA für die technische Planung, Entwicklung und Validierung verantwortlich.

Die Finanzierung eines solchen Infrastrukturprojekts nur aus öffentlichen Mitteln ist angesichts der schwierigen Haushaltslagen der Mitgliedstaaten mit Risiken behaftet und könnte Verzögerungen mit sich bringen. Aus diesem Grund strebte man bei Galileo von Anfang an eine öffentliche private Partnerschaft an (Public Private Partnership – PPP). Dabei übernimmt die öffentliche Hand, vertreten durch die Europäische Kommission und die Europäische Weltraumbehörde, genauso Aufgaben wie auch eine Galileo Operating Company (GOC), ein Firmenkonsortium, das für die Finanzierung der Errichtungsphase verantwortlich ist und das den laufenden Betrieb des Systems überwacht und sicherstellt.

Durch das PPP-Modell nutzt man die effiziente Verwaltung und die Geschäftsmöglichkeiten von privaten Unternehmen. Das PPP-Modell ist aber mit wirtschaftlichen, rechtlichen und manchmal auch politischen Risiken behaftet. Zudem birgt die lange Lebensdauer solcher Infrastrukturprojekte zusätzliche Risiken. Das Risiko am Projekt wird fair zwischen öffentlicher Hand und Unternehmen aufgeteilt (vgl. Abbildung 5). Somit können der Aufbau und der Erhalt einer Infrastruktur sichergestellt werden.

Der kommerzielle Betreiber wird vom Galileo Joint Undertaking (GJU) ausgewählt. Das GJU ist eine Organisation mit eigener Rechtspersönlichkeit. Das GJU ist ermächtigt, die erforderlichen Verträge zum Aufbau von Galileo abzuschließen und alle notwendigen Maßnahmen im Bereich Forschung und Entwicklung zu treffen. Gründungsmitglieder des GJU sind die EU und die ESA wie auch die Europäische Investitionsbank.

Das Verfahren zur Konzessionsvergabe begann am 17. Oktober 2003 mit einer Bekanntmachung der Europäischen Union. Das Verfahren umfasste zwei Stufen: In einer Vorauswahl wählte das GJU jene Konsortien aus, mit denen in eine „wettbewerbsorientierte“ Verhandlungsphase gegangen wurde. Der Kandidat mit dem wirtschaftlich und technisch vorteilhaftesten Angebot wird schlussendlich mit der Errichtungsphase des Systems und dem Betrieb von Galileo betraut.

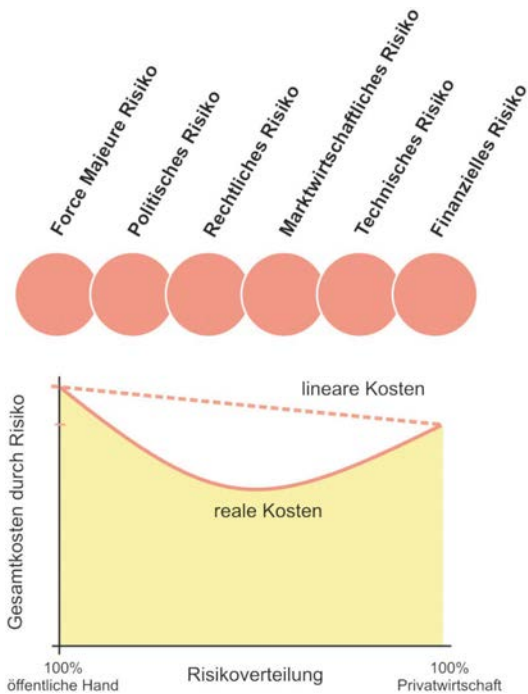


Abb. 5: Risikoverteilung und Gesamtkosten, die durch das Risiko entstehen, beim PPP-Modell

In der Ausschreibung verlangte das GJU von den Konzessionären, ein längerfristiges Engagement des privaten Sektors klar festzulegen. Die Einreichfrist für Bewerbungen für die erste Phase lief am 5. Dezember 2003 ab. Aus der Vielzahl der Angebote und aus den unterschiedlichen Wirtschaftssektoren, aus denen sich die Unternehmen an den Angeboten beteiligten, geht einerseits das massive Interesse an Galileo hervor, andererseits ist die Privatwirtschaft offensichtlich zu großen Investitionen bereit.

Am 1. September 2004 wurden die detaillierten Angebote von zwei potentiellen Konzessionären eingebracht: das Eurely Konsortium (geleitet von Alcatel und Finmeccanica) und das iNavsat Konsortium (geleitet von EADS, Thales und Inmarsat). Das GJU evaluierte die Angebote angesichts dreier Schwerpunkte: Markt und Finanzierung, technischer Inhalt, und vertraglicher Inhalt. Das GJU hob die Qualität beider Angebote hervor.

In einer Aussendung von Anfang Dezember 2004 forderte der Rat der Europäischen Kommission das GJU auf, bis Ende Februar 2005 das Auswahlverfahren für die Galileo Operating Company zu einem Abschluss zu bringen.

Allerdings ist bis heute (Ende März 2005) noch keine Entscheidung für eines der beiden Konsortien gefallen. Weiters soll das GJU in Kooperation mit der Europäischen GNSS Aufsichtsbehörde [14] die Verhandlung mit dem Konzessionär alsbald abschließen und zur Unterzeichnung bringen.

## 7. Kooperationspartner

Die EU und ESA entwickeln Galileo in enger Kooperation mit der Internationalen Zivilluftfahrtorganisation (International Civil Aviation Organization – ICAO) und der Internationalen Seeschiffahrtsorganisation (International Maritime Organization – IMO). Die ICAO koordiniert und setzt die Einführung der Satellitennavigation im sicherheitskritischen Bereich der Luftfahrt durch. Die IMO strebt ähnliches für den maritimen Bereich an. Gute Kontakte werden auch zur Internationalen Telekommunikationsunion (International Telecommunication Union – ITU) unterhalten. Die ITU ist verantwortlich für multilaterale Regulierungen und Prozeduren zur Operation von globalen Radionavigationssystemen wie auch Radiokommunikationssystemen.

Am 30. Oktober 2003 wurde im Rahmen des Galileo-Programms ein Kooperationsabkommen mit der Volksrepublik China unterzeichnet. Am 13. Juli 2004 folgte ein Vertrag mit Israel. Verhandlungen werden derzeit zudem mit der Russischen Föderation, Indien und der Ukraine geführt. Gute Kontakte bestehen zu Marokko, Südkorea, Australien, Mexiko und Brasilien, Chile, Saudi Arabien. Die Schweiz und Norwegen, die zwar Mitglied der ESA, aber nicht der EU sind, wie auch Kanada als assoziiertes Mitglied der ESA beabsichtigen ebenfalls, an den zukünftigen Phasen des Galileo Programms teilzunehmen [15]. Auch Argentinien bekundete sein Interesse, sich an GALILEO zu beteiligen.

Die Kooperationsverträge mit China und Israel und den anstehenden Verträgen mit den anderen Staaten beinhalten das Potential, Galileo zu einem Art „Weltstandard“ innerhalb der Navigation zu machen. Galileo stellt aber als Alternative zum derzeit faktischen Monopol von GPS ein Sicherheitsrisiko für die USA dar. Die Verträge mit China wurden zudem von den Hardlinern im Pentagon mit Argusaugen betrachtet. Die Volksrepublik China wird von den Amerikanern als strategischer Herausforderer betrachtet, dem der Zugang zu einer führenden Technologie verwehrt werden müsste, um die US-Interessen besser wahren zu können. US-Militärs erklärten während der „Future

of Transatlantic Military Space Relations“ Konferenz 2004 in London, dass, wenn die Sicherheit von den USA gefährdet sei, man notfalls auch die Galileo-Satelliten zerstören würde.

Trotzdem oder gerade deswegen war es möglich, mit den Vereinigten Staaten ein Übereinkommen über die gemeinsame Nutzung der Satellitennavigation zu treffen. Die Vereinbarung mit den Vereinigten Staaten vom 26. Juni 2004 umfasste neben einer Abstimmung der Koordinatensysteme und Zeitsysteme auch die gemeinsame Nutzung der Frequenzbänder zur Sicherstellung der Interoperabilität und Kompatibilität.

Die Kooperationsverträge mit den Drittstaaten sehen unter anderem finanzielle Unterstützung für das Projekt vor. China verpflichtete sich beispielsweise zu einem Finanzierungsbeitrag von ca. 200 Mio €. Des Weiteren sind Kooperationen im wissenschaftlichen und technischen Sektor, in der industriellen Fertigung, der Dienst- und Marktentwicklung sowie der Normung und Zertifizierung vorgesehen. Eine Kooperation mit der Ukraine wäre aus technischer Sicht von großem Interesse, da die Ukraine einer der weltweit führenden Staaten für Raumfahrttechnologie ist.

## 8. Entwicklungsplan

Das Projekt Galileo gliedert sich in vier Phasen. Die Jahreszahlen und Zeiträume, die in diesem Zusammenhang hier genannt werden (vgl. Abbildung 6), entsprechen den ursprünglichen Plänen aus dem Jahr 1999. Diese Zahlen wurden bis heute von keiner offiziellen Seite ratifiziert.

Im Dezember 1999 gaben die ESA und die Europäische Kommission grünes Licht für die Definitionsphase des Europäischen Navigationssystems. Diese erste so wichtige Phase war für den Zeitraum von November 1999 bis Dezember

2000 projektiert. Die Diskrepanz aus Projektierung und Datum der Bewilligung verdeutlicht den enormen Zeitdruck, der bereits von Anfang an auf dem Projekt lastete. In dieser Phase mobilisierten die EU und ESA einen Großteil der europäischen Raumfahrtindustrie und eine große Anzahl an potentiellen Dienstleistern und Nutzern, um die Grundstrukturen von Galileo zu umreißen und zu definieren. Wichtigstes Produkt der Definitionsphase ist das Galileo Mission High Level Definition Dokument [16], das die wesentlichen Spezifikationen und Anforderungen an Galileo zusammenfasst. Aus diesem Dokument leiten sich alle weiteren Anforderungen und Spezifikationen an das Programm ab.

Die zweite Phase (2001 – 2005) wird derzeit vom GJU gemanagt. Sie begann mit einer detaillierten Beschreibung der einzelnen Systemkomponenten, also dem Raum-, Boden- und Nutzersegment. Die Entwicklung der Satelliten und der terrestrischen Komponenten geht der „In-Orbit-Validierung“ (IOV) voraus. Neben der Entwicklung des Raum- und Bodensegments werden auch die Empfänger im Detail ausgearbeitet und von der ITU auf Interferenzen, etc. geprüft.

Für die IOV werden insgesamt sechs Satelliten gebaut: zwei Prototypen (vgl. Abbildung 7) werden die Frequenzzuweisung sicherstellen; mit den vier weiteren werden schließlich detaillierte Performancetests durchgeführt und das Systemkonzept validiert. Die Herstellung zweier Prototypen bedeutet zwar eine höhere Investition, erhöht aber die Sicherheit, dass die bei der letzten Weltfunkkonferenz zugewiesenen Frequenzen zumindest von einem Satelliten auch belegt werden können. Außerdem fördern zwei konkur-

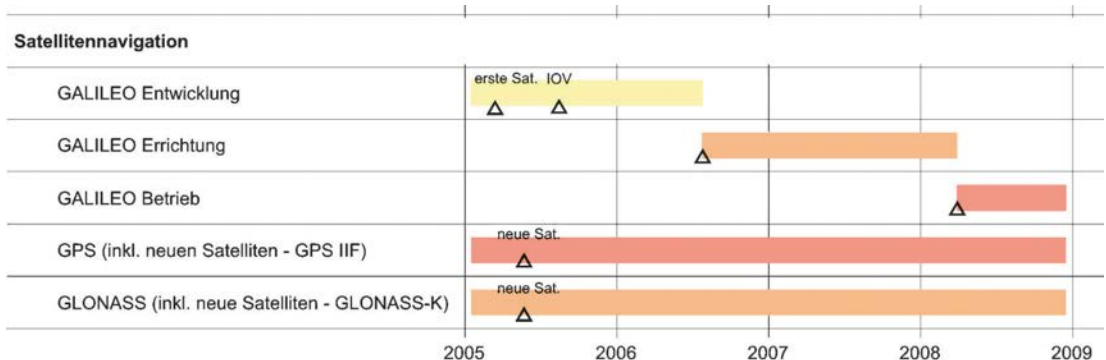
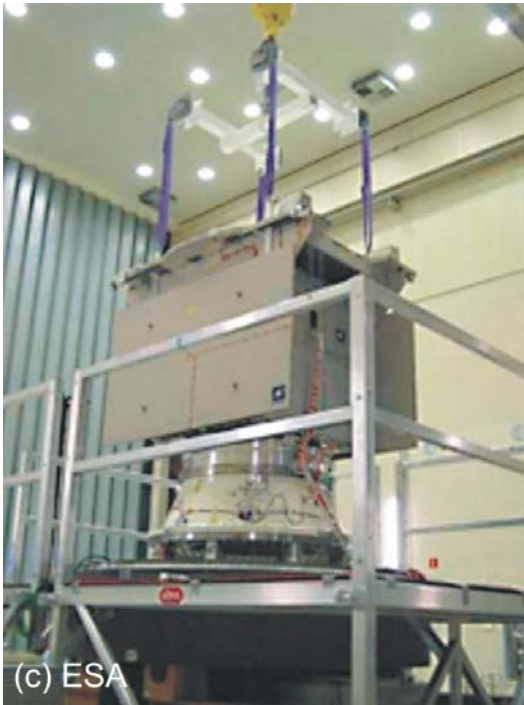


Abb. 6: Zeitpläne für die Entwicklung und Erneuerung der Satellitennavigationssysteme

rierende Satellitenkonzepte den Wettbewerb in der Technologieentwicklung. Der Start der beiden Prototypen ist für Ende 2005 bzw. Anfang 2006 geplant. Am 21. Dezember 2004 wurden die Vorverträge für die restliche IOV-Phase mit Galileo Industries GmbH unterzeichnet. Der Vorvertrag hat ein Volumen von 150 Mio. €. Im Rahmen dieses Vorvertrags wird damit begonnen, zeit- und systemkritische Galileo-Komponenten auszuschreiben und zu entwickeln. Der volle Vertrag, dessen Auftragsvolumen sich auf rund eine Milliarde € belaufen wird, soll bis Mitte 2005 ausverhandelt werden. Die Validierungsphase ist für einen Zeitraum von 4 Jahren projektiert und überschreitet damit klar die Planung von einst, die den Abschluss der Validierung von Galileo bis 2005 vorsah.



*Abb. 7: Der erste von zwei Galileo Satelliten; Tests werden gerade am European Space Research and Technology Centre (ESTEC) in den Niederlanden durchgeführt.*

Während der Errichtungsphase (2006 – 2007) werden die restlichen 26 Satelliten gebaut und in den Orbit gebracht. Zudem werden die Bodenstationen in Betrieb genommen. Diese dritte Phase wird vornehmlich vom zukünftigen Betreiber bzw. Konzessionärs des Galileo-Systems finanziert werden. Bis zum Ende der Errichtungs-

phase werden auch die ersten Galileo-Empfangsgeräte auf den Markt kommen.

Die letzte Phase des Galileo-Programms sollte mit 2008 starten und repräsentiert den Betrieb und die Wartung des Galileo-Systems inklusive der Weiterentwicklung der Satelliten. Die durchschnittliche Lebensdauer der Satelliten von 12 Jahren erfordert einen regelmäßigen Zyklus zum Austausch des Raumsegments.

Der Europäische Rat für Verkehr, Telekommunikation und Energie hat in einer Aussendung vom 10. Dezember 2004 darauf hingewiesen, dass die Verzögerung, die sich bisher ergaben, durch den Konzessionär aufzuholen seien, um den Betrieb ab 2008 sicherzustellen. Betrachtet man diese Forderung im Licht des momentanen Status, dann erscheint eine Vollinbetriebnahme 2008 als nicht realistisch. Schon alleine die Validierungsphase wird bis 2008 dauern. Danach werden noch 24 Monate benötigt, um das System in den operationellen Betrieb überzuführen. Dennoch waren die ESA und EU bisher noch nicht bereit, den ursprünglichen Zeitplan zu ändern. Insider sprechen davon, dass dem Konzessionär die Aufgabe zukommt, einen neuen Zeitplan zu präsentieren. Angesichts der sich parallel ereignenden Verzögerungen, die sich auch bei der Modernisierung von GPS ergeben, erscheint eine Verzögerung um 2-3 Jahre nicht mehr als sehr kritisch.

## 9. Systemarchitektur

Die Benutzeranforderungen an ein europäisches Navigationssystem und die daraus resultierenden Systemspezifikationen wurden im Mission High Level Definition Dokument [16] zusammengefasst. Zu den grundlegenden Forderungen zählen Navigations- und Zeitdienstleistungen mit globaler Abdeckung, Unabhängigkeit von anderen Navigationssystemen, aber gleichzeitig Interoperabilität mit GPS und GLONASS. Zudem werden ein globaler Integritätsservice für Galileo und die weltweite Abdeckung des Search and Rescue Return Links gefordert. Neben diesen grundlegenden Forderungen gibt es eine Vielzahl von wirtschaftlichen, sozialen und technischen Anforderungen, die die Systemarchitektur beeinflussen.

Galileo wird durch vier Teilbereiche bestimmt: zur globalen Komponente zählen die 30 Satelliten (Raumsegment) und eine Vielzahl von Bodenstationen (Bodensegment); die regionale Komponente beschreibt einen Integritätsservice, der auf eine bestimmte Region (beispielsweise Australien

oder Südamerika) abgestimmt ist. Die lokalen Komponenten schließen unter anderem GSM Stationen mit ein, mit denen das Galileo-Signal ergänzt werden kann. Der vierte Teilbereich stellt das Benutzersegment mit den Galileo-Empfängern dar.

Die endgültige Konstellation besteht aus 27 Satelliten, die gleichmäßig in drei Bahnebenen verteilt sind. Die Bahnebenen ordnen sich wiederum gleichmäßig um den Erdäquator. In jede Bahnebene wird zusätzlich ein Reservesatellit platziert. Die Inklination der Bahnebene zum Äquator beträgt 56 Grad. Die Satelliten fliegen etwa 23000 Kilometer über der Erdoberfläche, man spricht auch von Mean Earth Orbit (MEO). Die Konstellation wurde so optimiert, dass zu jeder Zeit auf der gesamten Erdoberfläche mindestens vier Satelliten sichtbar sind.

Nach einer umfangreichen Studie unterschiedlicher Ansätze (z.B. Low Earth Orbits – LEOs, geostationäre Orbits, diversen Mischformen) fiel die Wahl auf diese Konstellation. Dabei spielten die Satellitensichtbarkeit und die Geometrie der sichtbaren Satelliten, die durch die Dilution of Precision (DOP) ausgedrückt wird, eine wesentliche Rolle bei der Selektion. Andere Kriterien waren Robustheit, Homogenität, Risiken oder auch Kostenpunkt. Für die Satellitensichtbarkeit wurden nördliche Regionen genauso ins Kalkül gezogen wie städtische Straßenschluchten. Die gewählte Konstellation mit den 30 MEO-Satelliten ist optimal im Sinne der Anforderungen und ist ähnlich jener von GPS und GLONASS.

Die Galileo-Satelliten strahlen zehn unterschiedliche Signale auf mehreren Frequenzen

aus. Je nach gewähltem Service stehen bis zu 3 Frequenzen zur Navigation zur Verfügung. Unter Ausnützung von mindestens zwei Frequenzen bietet Galileo eine Genauigkeit von 4 Metern (horizontal) und 8 Metern (vertikal) weltweit zu 99,5% der Zeit an (95% Konfidenzintervall). Unter günstigen Verhältnissen sind Genauigkeiten von 1-2 Metern (Einzelpunktbestimmung in Echtzeit) durchaus möglich.

Die Frequenzen konnten von der Europäischen Union mit der Unterstützung einer großen Mehrheit von Staaten aller Kontinente, die sich an der Entwicklung von Galileo beteiligen wollen oder dies bereits tun, bei der Weltfunkkonferenz (World Radio Conference – WRC) in Istanbul im Mai 2000 reserviert werden. Voraussetzung dafür war die Kompatibilität mit den bestehenden Systemen. Die Aufgabe der WRC liegt in der unparteiischen, multilateralen Koordinierung der Benützung des Frequenzspektrums. Abbildung 8 zeigt die Frequenzbänder sowie die Navigationssignale von Galileo.

## 10. Services

Für die Entwicklung der Galileo-Architektur wurde ein dienstleistungsorientierter Ansatz gewählt. Das Galileo-Programm unterscheidet zwischen fünf verschiedenen Diensten, die dem Nutzer geboten werden sollen. Die Spezifikationen der fünf Dienste sind im Mission High Level Definition Dokument [16] detailliert angeführt. Die Querverbindung zwischen den gebotenen Diensten und den entsprechenden Navigationssignalen ist in Abbildung 8 gegeben.

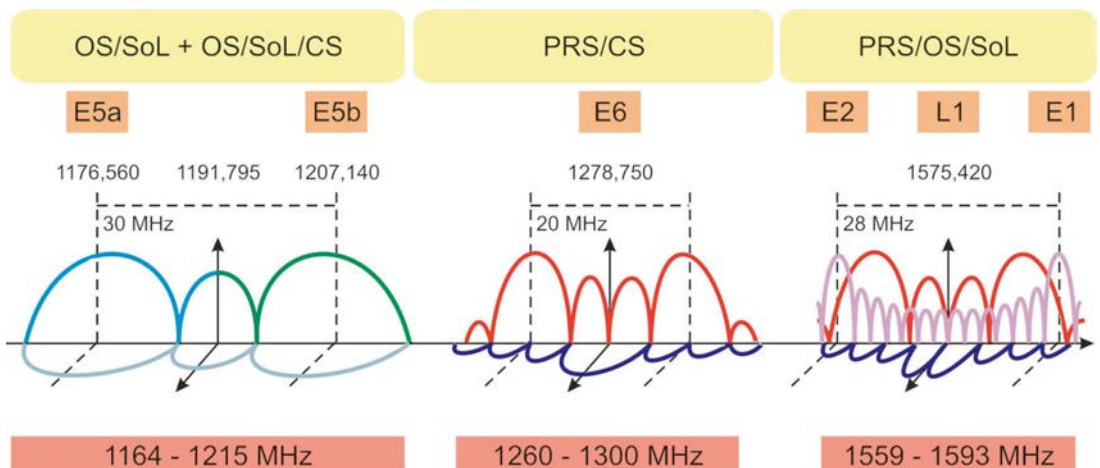


Abb. 8: Frequenzbänder und Navigationssignale von Galileo [16]

Der offene Dienst (Open Service – OS) ist von allgemeinem Interesse und steht in direkter Konkurrenz zum bestehenden GPS-Dienst. Der gebührenfreie Zugang ermöglicht jedem, die Galileo-Signale für Ortung, Navigation und Zeitbestimmung zu nutzen. Hauptanwendungen der Navigation liegen im Straßenverkehr, in Mobilfunkanwendungen und generell in den Location Based Services (LBS).

Der kommerzielle Dienst (Commercial Service – CS) bietet ähnliche Genauigkeiten wie der OS. Der Benutzer dieses Dienstes muss dafür aber ein Entgelt entrichten. Als Gegenleistung bekommt er eine Garantie für den gebotenen Dienst und zudem können begrenzte Daten über die Galileo-Satelliten ausgesendet werden. Die ESA sieht die Hauptanwendungen in den Bereichen des Schiffs- und Fahrzeugflottenmanagements, des Mautwesens oder beispielsweise des Vermessungswesens.

Der öffentlich regulierte Dienst (Public Regulated Service – PRS) soll vorwiegend von Sicherheits- und Rettungsorganisationen wie Polizei, Feuerwehr, Rettung, Europol, OLAF oder Geheimdiensten genutzt werden. Das verschlüsselte Signal erlaubt eine große Positionsgenauigkeit mit hoher Integrität. Zudem wird sich dieser Dienst durch eine hohe Kontinuität auszeichnen. Der Zugang zu diesem Dienst wird durch die einzelnen EU-Mitgliedstaaten geregelt und kontrolliert. Drittstaaten, die sich am Galileo-Programm beteiligen, wird dieser Dienst verwehrt bleiben. Großbritannien beabsichtigte des Weiteren, diesen Dienst europaweit nur nicht-militärischen Organisationen zugänglich zu machen. Verwundert zeigten sich die Franzosen über dieses Ansinnen: „*We did not ask for their opinion, nor will we be bound by it.*“ Die Briten, die ihren Einfluss auf GPS mit der Teilnahme am Galileo-Programm aufgaben, mussten feststellen, dass sie auf das Galileo-Projekt wenig Einfluss nehmen konnten.

Der sicherheitskritische Dienst (Safety of Live – SoL) kommt dort zum Einsatz, wo Menschenleben von der Positionsbestimmung und Navigation abhängig sind. Anwendungsgebiete sind die Luftfahrt, Schifffahrt oder das Eisenbahnwesen.

Der fünfte Dienst unterstützt direkt den weltweiten Rettungsdienst von Cospas-Sarsat (Search and Rescue – SAR). Damit wird es möglich, die Position von SOS-Hilferufen in nur wenigen Minuten an die zuständigen Rettungsleitzentralen weiterzugeben. Cospas-Sarsat ist ein Such- und Rettungsdienst, zu dessen Gründungsmitgliedern die Vereinigten Staaten, die Russische Föderation, Frankreich und Kanada zählen.

Die fünf rein satellitenbasierten Galileo-Dienste werden durch die Kombination mit anderen Navigationssystemen und lokalen Elementen ergänzt und verbessert.

## 11. Anwendungsbereiche

Die junge Geschichte der Satellitennavigation legt Zeugnis ab, wie eine Technologie verschiedene Bereiche des Lebens erobern kann. Das enorme Innovationspotential und die Auswirkungen der Satellitennavigation auf das wirtschaftliche und soziale Leben lassen sich heute noch kaum abschätzen.

Der Schiffs- und Luftverkehr verwendet die Satellitennavigation schon seit einigen Jahren in der einen oder anderen Form. In den letzten Jahren hat sich die Navigation auch verstärkt im Landverkehr durchgesetzt (Abbildung 9). Im Moment dient sie lediglich als Routing-Instrument, das im Zusammenspiel mit Verkehrsüberwachungssystemen auch Fahrzeugleitfunktionen zur Stauvermeidung und -verminderung beitragen kann. In Zukunft könnte es beispielsweise auch als Unfallvermeidungssystem im Straßenverkehr eingesetzt werden.

Die Überwachung von Zugstrecken, das Frachtmanagement, die Landwirtschaft und der Fischfang werden in Zukunft genauso die Mittel der Satellitennavigation benützen wie auch die Erdölprospektion, das Bauwesen oder zunehmend auch das klassische Vermessungswesen. Wirtschafts- und Unternehmensbereiche werden von Galileo profitieren, Rettungsdienste werden schneller eingreifen können, Menschen in unmittelbarer Gefahr wird schneller geholfen werden können.

Die Satellitennavigation ist ein passives System, das zwar dem Benutzer ermöglicht, seine Position zu bestimmen, aber ohne dessen Einverständnis und Zutun es nicht möglich ist, die Position dem System bekannt zu geben. In diesem Sinne ist eine permanente Überwachung mittels reiner Satellitennavigation nicht möglich. Für Zwecke des Location Based Services, für Notrufsysteme oder für Mautsysteme wird sich die Navigation eng an die Mobilkommunikation binden.

Am 23. April 2003 veröffentlichte die Kommission der Europäischen Gemeinschaft in ihren Mitteilungen ihre Pläne für ein einheitliches Europäisches Mautsystem. Langfristig werden die europäischen Staaten dazu angehalten, die Satellitenortungstechnik für neue Systeme ab 2008 einzusetzen. Bis 2012 sollen nach derzeitigem Stand alle Mautsysteme auf die Satellitentechnik umgerüstet werden. Dies bedeutet für

Österreich wie auch für Spanien, Frankreich, Griechenland, Portugal und Italien, die bestehenden Systeme auszutauschen.

Damit schafft die Europäische Kommission einerseits ein System, das die Einheit Europas weiter verstärkt. Andererseits ist damit sichergestellt, dass der Großteil von Europas Schwerlastkraftfahrzeugen mit einem Galileo-Navigationssystem ausgerüstet wird. Dies stellt einen finanziellen Rückfluss in das Galileo-Programm sicher.

Die Europäische Kommission gab nicht nur aus finanziellen Überlegungen dem Galileo-System den Vorzug für ein satellitengestütztes Mautsystem. Die größere Flexibilität und die bessere Anpassbarkeit an neue, gemeinschaftliche Entgeltkonzepte waren weitere Argumente, die Satellitenortung beispielsweise einem Mikrowellenmautsystem (wie derzeit in Österreich in Verwendung) vorzuziehen. Die Absicht der Europäischen Kommission, ein satellitengestütztes Mautsystem einzuführen, war zum Zeitpunkt der Entscheidungsfindung für ein Mautsystem in Österreich bereits bekannt. Inzwischen ist das anfänglich belächelte deutsche System fast zu einem Vorzeigeprojekt geworden.

Neben dem Mautsystem sehen bereits jetzt zwei weitere europäische Rechtsvorschriften die Nutzung der Satellitennavigation vor: die Überwachung des Schiffsverkehrs und die Überwachung von Tiertransporten. Weitere Rechtsvorschriften, die eine Einbindung der Satellitennavigation verpflichtend vorschreiben, werden sicherlich folgen.

Energieversorger, Computernetzwerke, wie auch Finanzzentren werden sich des hochpräzisen Zeitsystems von Galileo und GPS zur besseren Synchronisation der Abläufe bedienen. So paradox es klingen mag, aber finanzielle Transaktionen werden bereits heute und auch in Zukunft durch ein Satellitennavigationssystem ermöglicht. So gibt es viele weitere atypische Beispiele, die mit einem Navigationssystem scheinbar nichts zu tun haben.

Eine zunehmende Abhängigkeit von der Satellitennavigation birgt ein zunehmendes Risiko. Terroristen, Staatsfeinde oder die Wirtschaftsmafia könnten sich verschiedener Mittel bedienen, um der Wirtschaft oder einem Staat zu schaden oder Kontrolle z.B. über die Wirtschaft zu bekommen. Im Jahr 2015 wird der Ausfall der Satellitennavigation für zwei Tage Schäden in Milliardenhöhe verursachen – dies prognostizieren zumindest Wirtschaftsforscher [18]. In Anbe-

tracht dieser Prognose werden Themen wie Strafverfolgung, Dienstleistungsgarantie und Haftung heiß diskutiert.

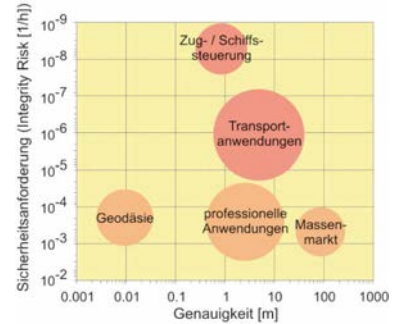


Abb. 9: Genauigkeits- und Sicherheitsanforderungen verschiedener Anwendungsbereiche [17]

## 12. Dienstleistungsgarantie und Haftung

Die Sicherheit von Galileo und dessen Benützern ist ein wesentlicher Aspekt des Programms. Ein wesentlicher Bestandteil von Galileo und ein Merkmal, das Galileo vom heutigen GPS unterscheiden soll, ist die Integritätsinformation. Diese Information wird dem Empfänger anzeigen, wann entweder generell das Galileo-Signal oder das Signal von einem bestimmten Satelliten außerhalb der Spezifikationen liegt. Der Navigationsempfänger kann die gekennzeichneten Signale eliminieren und erhöht damit die Integrität der Positionslösung (falls noch ausreichend „integre“ Signale verfügbar sind).

Die systemeigene Integrität und die damit zusammenhängende Dienstleistungsgarantie ist einer von drei Eckpfeilern von Galileo (vgl. Abbildung 10). Neben der Interoperabilität und der Redundanz mit anderen GNSS, die beide die Verfügbarkeit und teilweise auch die Genauigkeit steigern, erhöht die Integrität die Sicherheit in der Satellitennavigation.

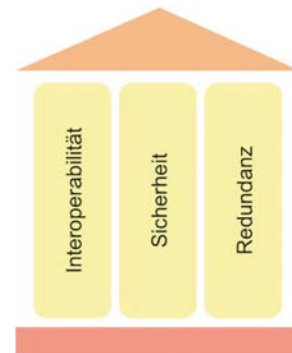


Abb. 10: die Eckpfeiler Galileos [19]

Sicherheitskritische Anwendungen sind Anwendungen, bei denen ein nicht detektierter Systemfehler mittelbar oder unmittelbar zu einem fatalen Ereignis führen könnte – beispielsweise in der Luftfahrt beim Landeanflug eines Flugzeugs. Dabei muss zwei Arten von Gefahren vorgebeugt werden: das System muss einerseits gegen Eingriffe in seine Funktion, seien sie böswilliger Art oder nicht, geschützt werden. Und es muss verhindert werden, dass es zu Zwecken verwendet wird, die gegen die Interessen der Europäischen Union und seiner Mitgliedsstaaten gerichtet sind [15]. Eine wie auch immer geartete Veränderung des Systems – physischer oder elektronischer Natur – und der von Galileo bereitgestellten Dienste muss entgegengewirkt werden. Haftungsfragen, die durch einen Verlust der Betriebskontinuität und einer von den Behörden erteilten Zugangsbeschränkung und –verbot entstehen, sind genau abzuklären. [8]

Sicherheitskritische Anwendungen bedürfen einer Zertifizierung und internationalen Standardisierung der benutzten Systeme. Die Zertifizierung und Standardisierung sind aber zwei sehr heikle Themen, genauso wie die Dienstleistungsgarantie und die damit verbundenen Haftungsfragen.

### 13. Zukunftsvisionen

Galileo ist in technologischer, wirtschaftlicher, strategischer und sozialer Hinsicht von immenser Bedeutung für Europa. Galileo ist nicht nur die europäische Antwort auf das amerikanische GPS. Galileo stellt die Souveränität von Europa auf dem Gebiet der Satellitennavigation sicher. Gleichzeitig hat Europa die Kontrolle über eine Technologie, deren Nutzungspotential derzeit kaum abzuschätzen ist. Ähnlich den Mikrocomputern, dem Internet oder der Mobiltelefonie ist von den Anwendungsbereichen der Satellitennavigation derzeit nur der Gipfel des Eisbergs zu identifizieren.

Die EU erkennt in den Navigationssystemen die Garantien für Mobilität, Innovation und auch Umweltqualität. Innerhalb der EU ist das Galileo-Programm ein wesentlicher Bestandteil der gemeinschaftlichen Verkehrspolitik [20]. Dies rechtfertigt zur Genüge das politische und finanzielle Engagement der Europäischen Gemeinschaft.

Der Erfolg des Systems und der Durchsatz im Navigationsmarkt werden auch wesentlich vom Datum des operationellen Betriebs abhängen. Analysten sehen ein begrenztes Zeitfenster, innerhalb dessen Galileo umgesetzt werden muss. Die EU wird auf den Konzessionär vermehrt Druck ausüben, um dieses Zeitfenster nicht untätig verstreichen zu lassen.

Für zivile Benutzer sind die Interoperabilität und Redundanz von Galileo und GPS von entscheidender Bedeutung. Dadurch stehen dem User nahezu 60 Satelliten zur Verfügung, die er zur Navigation nützen kann. Sollte auch GLONASS wieder voll operationell werden, stünden sogar 90 Satelliten weltweit zur Navigation bereit. Die Verfügbarkeit der Positionslösung wird sich für den User damit deutlich erhöhen.

Galileo wird wesentlich zur "Personal Mobility" beitragen, kann aber den Ansprüchen der Mobilität nicht vollends Genüge tun. Die Navigationsexperten arbeiten schon heute an Systemen, um unterschiedliche Sensoren zu kombinieren und zu integrieren (vgl. Abbildung 11). Ziel ist es, dem Benutzer eine Positionsinformation bieten zu können, unabhängig davon, ob er sich auf dem Gipfel eines Berges oder im Tunnel darunter befindet. Hohe Genauigkeit, Zuverlässigkeit und Integrität sind dabei von entscheidender Bedeutung. Die Satellitennavigation spielt in der Sensorfusion eine Schlüsselrolle.

Die Erfolgsgeschichte von Galileo hat gerade erst begonnen – bleiben Sie dran!

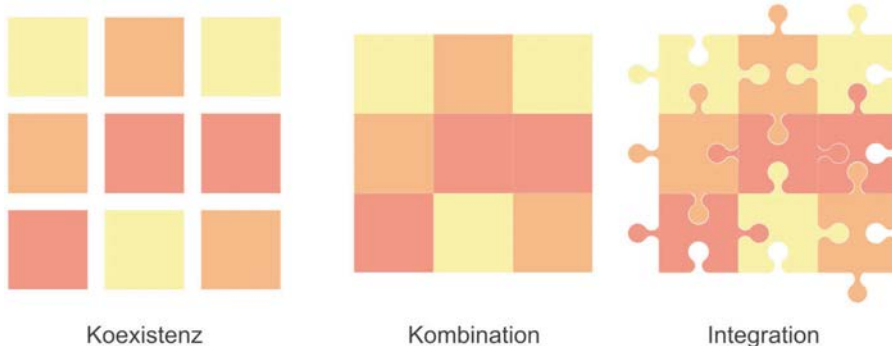


Abb. 11: Möglichkeiten der Nutzung von Navigationssystemen und Sensoren




**Literatur**

- [1] *Hofmann-Wellenhof B, Legat K, Wieser M (2003):* Navigation – principles of positioning and guidance. Springer, Wien New York.
- [2] *Europäischer Rat (1994):* Council Resolution of 19 December 1994 on the European contribution to the development of a Global Navigation Satellite System (GNSS). 94/C 379/02. Official Journal C 379 , 31/12/1994 p. 0002 – 0003.
- [3] *Hofmann-Wellenhof B, Lichtenegger H, Collins J (2001):* GPS – theory and practice, 5<sup>th</sup> edition. Springer, Berlin New York.
- [4] *Europäische Weltraumbehörde (2005):* EGNOS Homepage – [www.esa.int/navigation/egnos](http://www.esa.int/navigation/egnos).
- [5] *Toran-Marti F, Ventura-Traveset J (2004):* The ESA EGNOS Project: The First Step of the European Contribution to the Global Navigation Satellite System (GNSS). GNSS-1 Project Office. European Space Agency (ESA). Toulouse (France).
- [6] *Brüggemann C (2005):* Der Rechtsstreit um den Namen des Europäischen Satellitennavigationssystems „Galileo“. The Navigation View IV/2004. Österreichischer Verein für Navigation, Graz.
- [7] *Europäische Kommission (1999):* Galileo, Involving Europe in a New Generation of Satellite Navigation Services. COM 1999/54, 10 February 1999.
- [8] *Europäische Kommission (2000):* Galileo. Mitteilung der Kommission an das Europäische Parlament und den Rat. Dossier 750/2000. Brüssel, 22. November 2000.
- [9] *Rat der Europäischen Union (2001):* Galileo. Entschließung des Rates vom 5. April 2001. Amtsblatt Nr. C 157 vom 30/05/2001.
- [10] *Agence Europe (2003):* EU/GALILEO. Bulletin Quotidien Europe Nr. 8433. 1. April 2003.
- [11] *Europäische Kommission (2004):* Stand der Durchfuhrung des Forschungsprogramms Galileo zu Beginn des Jahres 2004. Mitteilung der Kommission an das Europäische Parlament und den Rat. Dossier 112/2004. Brüssel, 18. Februar 2004.
- [12] *PriceWaterhouseCoopers (2001):* Inception Study to Support the Development of a Business Plan for the Galileo Programme. TREN/B5/b23-2001. Executive Summary. 20. November 2001.
- [13] *Europäische Union (2004):* Verordnung (EG) Nr. 1231/2004 des Rates vom 12. Juli 2004 über die Verwaltungsorgane der europäischen Satellitennavigationsprogramme. Amtsblatt der Europäischen Union. L 246/1. 20. Juli 2004.
- [14] *Rat der Europäischen Union (2004):* Gesetzgebungsakte und andere Rechtsinstrumente, Betr: Verordnung des Rates über die Verwaltungsorgane der europäischen Satellitennavigationsprogramme. Dossier 10508/04. Brüssel, 25. Juni 2004.
- [15] *Europäische Kommission (2004):* Beginn der Errichtungs- und der Betriebsphase des europäischen Satellitennavigationsprogramms. Mitteilung der Kommission an das Europäische Parlament und an den Rat. Dossier 636/2004. Brüssel, 06. Oktober 2004.
- [16] *Europäische Kommission, Europäische Weltraumbehörde (2002):* Galileo Mission High Level Definition. 23. September 2002. Issue 3.
- [17] *Europäische Kommission (2002):* Galileo. Directorate General of Energy and Transport. Galileo Commission Presentation.
- [18] *Europäische Kommission (2000):* Cost benefit analysis results for Galileo. Commission staff working paper. 22. November 2000.
- [19] *Christof Schäfer (2004):* Galileo – Stand des Programms und der Systemdefinition. Präsentation bei der Intergeo 2004, 14. Oktober 2004, Stuttgart, Deutschland.
- [20] *Europäische Kommission (2001):* das Weißbuch – Die europäische Verkehrspolitik bis 2010: Weichenstellungen für die Zukunft. Generaldirektion Energie und Verkehr der Europäischen Kommission.
- [21] *Europäische Union (2005):* Galileo Homepage – [europa.eu.int/comm/dgs/energy\\_transport/galileo/index\\_en.htm](http://europa.eu.int/comm/dgs/energy_transport/galileo/index_en.htm).

**Anschrift der Autoren**

**Dipl.-Ing. Elmar Wasle:** TeleConsult Austria GmbH, Schwarzbauerweg 3, A-8043 Graz;  
E-mail: [ewasle@teleconsult-austria.at](mailto:ewasle@teleconsult-austria.at)

**Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Bernhard Hofmann-Wellenhof:** Technische Universität Graz, Institut für Navigation und Satellitengeodäsie, Steyergasse 30, A-8010 Graz;  
E-mail: [hofmann-wellenhof@tugraz.at](mailto:hofmann-wellenhof@tugraz.at)

**Anmerkung der Autoren:** Am Institut für Navigation und Satellitennavigation der Technischen Universität Graz wird seit dem Studienjahr 2003/04 eine Vorlesung über Galileo abgehalten. Interessenten können sich gerne an die Autoren wenden. 



## PSI-Richtlinie und Informationsweiterverwendungsgesetz: Ein neuer Rechts- und Wirtschaftsbereich

Rainer Knyrim, Wien

### Zusammenfassung

Das neue, aus der PSI-Richtlinie der EU entstandene Informationsweiterverwendungsgesetz wird ab 1. Juli 2005 die Weiterverwendung von Informationen der öffentlichen Hand durch Privatpersonen und private Unternehmen ermöglichen. Nutzungspotential wird in vielen Wirtschaftsbereichen gesehen, besonders aber die Nutzung von Geo- und Umweltdaten birgt die Möglichkeit für verbesserte oder neue Anwendungen in sich. Dieser Artikel erklärt den rechtlichen Rahmen und zeigt mögliche Diskussionspunkte in diesem neuen Rechts- und Wirtschaftsbereich auf.

### Abstract

From July 1, 2005, on the new Austrian Act on Information Re-Use, deriving from the EU PSI-Directive will enable private persons and companies to re-use of public sector information. Potential is seen in many business areas, but in particular the re-use of geographical and environmental data bears the possibility of new or upgraded applications. The article explains the legal frame and shows potential discussion points in this new legal and business sector.

### 1. Einleitung

Am 17. November 2003 hat das Europäische Parlament und der Rat die Richtlinie 2003/98/EG „über die Weiterverwendung von Informationen des öffentlichen Sektors“ beschlossen, die kurz „PSI-Richtlinie“ genannt wird. Ziel der Richtlinie ist es, umfassende Möglichkeiten für die Weiterverwendung von Informationen des öffentlichen Sektors zu schaffen, um die europäischen Unternehmen in die Lage zu versetzen, deren Potential zu nutzen und dadurch zu Wirtschaftswachstums und zur Schaffung von Arbeitsplätzen beizutragen. Aus Sicht der Europäischen Union sind Informationen des öffentlichen Sektors wesentliches Ausgangsmaterial für Produkte und Dienstleistungen, insbesondere Dienste mit digitalen Inhalten, die angesichts der Entwicklung drahtloser Inhaltsdienste zu einer noch bedeutenderen Inhaltsquelle werden. Da der öffentliche Sektor ein breites Spektrum an Informationen aus zahlreichen Gebieten wie z. B. Soziales, Wirtschaft, Geografie, Wetter, Tourismus, Geschäftsleben, Patentwesen und Bildung erfasst und verarbeitet, hält es die EU für den Binnenmarkt förderlich, wenn die Mitgliedstaaten eine Nutzung dieser Informationen ermöglichen, wobei aber bei dieser Nutzung die Wettbewerbsverzerrungen verhindert werden sollen.

Die PSI-Richtlinie blieb bis dato von der allgemeinen Öffentlichkeit weitgehend unbeachtet, lediglich „hinter den Kulissen“ haben sich die österreichische Bundes- und Landesregierungen mit der Umsetzung der Richtlinie in das

österreichische Recht befasst und einige Unternehmen – insbesondere im Geodatenbereich – bereits im Gesetzgebungsverfahren großes Interesse gezeigt. Laut der Richtlinie muss diese bis zum 30. Juni 2005 in innerstaatliches Recht umgesetzt werden und dementsprechend langte am 24. März im Parlament ein Ministerialentwurf (265/ME XXII. GP) zur Umsetzung der PSI-Richtlinie ein, der als „Bundesgesetz über die Weiterverwendung von Informationen öffentlicher Stellen“ – kurz Informationsweiterverwendungsgesetz („IWG“) – betitelt ist.

Auch Entwürfe einiger Landesgesetze gab es zu diesem Zeitpunkt schon. Der Entwurf des IWG ist, wie die Richtlinie selbst, sehr kurz (17 Paragraphen), orientiert sich sehr stark – zum Teil wörtlich – an der Richtlinie und bringt, bis auf die Regelung des Rechtsschutzes, nur wenig Zusatzinformationen zu den verschiedenen Fragen, die die Richtlinie aufwirft. Der Ministerialentwurf soll den Zugang zu Dokumenten und Informationen der öffentlichen Hand auf Bundesebene regeln, die Länder sollen in Landesgesetzen die Zugänge für Informationen und Daten der Länder, Städte und Gemeinden regeln. Wenn die Landesgesetze – worauf die ersten Entwürfe hindeuten – ähnlich „dürr“ wie das Bundesgesetz werden, ist zu erwarten, dass das völlig neue Rechtsgebiet „Informationsweiterverwendung“ für die betroffenen Unternehmen und öffentlichen Stellen ein „heißes“ Thema werden wird, und zwar nicht nur aufgrund entgegenstrebender wirtschaftlicher Interessen, sondern auch aufgrund der Auslegungsspielräume, die

sich in diesem neuen Rechtsbereich finden werden. Die wesentlichsten Eckpunkte und Problembereiche der PSI-Richtlinie bzw des IWG sollen in der Folge als Einführung zu diesem neuen Rechtsthema umrissen werden.

## 2. Zielsetzung

Ziel der PSI-Richtlinie bzw des IWG ist es, Informationen, die im öffentlichen Sektor vorhanden sind, der Öffentlichkeit möglichst zugänglich zu machen, wobei aber Wettbewerbsverzerrungen – insbesondere bei „Konkurrenz“ der öffentlichen Hand mit wirtschaftstreibenden Unternehmen unterbunden werden sollen.

Sehr wesentlicher Punkt der Richtlinie ist, dass diese den Mitgliedsstaaten nicht „befehlen“ kann, dass diese Informationen des öffentlichen Sektors jedenfalls zur Verfügung stellen müssen, da dies einen Eingriff in die „Eigentumsrechte“ der Mitgliedsstaaten bedeuten würde. Dementsprechend hält die Richtlinie ausdrücklich fest, dass sie keine Verpflichtung zur Gestattung der Weiterverwendung von Dokumenten enthält sondern die Entscheidung, ob eine Weiterverwendung genehmigt wird, Sache der Mitgliedsstaaten bzw der betreffenden öffentlichen Stelle sei. Der Entwurf des IWG sieht in Umsetzung der PSI-Richtlinie keine globale Verpflichtung aller öffentlichen Stellen des Bundes vor, sondern überlässt die Entscheidung der einzelnen öffentlichen Stelle. Folgen die Landesgesetzgeber in den Landesgesetzen demselben Ansatz (erste Entwürfe deuten darauf hin), dann würde dies bedeuten, dass jedes einzelne Land, Stadt, Gemeinde für sich eine Grundsatzentscheidung treffen müsste, ob Informationen herausgegeben werden oder nicht.

Wenn die betroffene Stelle sich zur Weitergabe entschieden hat, muss diese allerdings nach den Bestimmungen der PSI-Richtlinie bzw des IWG erfolgen, d. h. insbesondere diskriminierungsfrei und nur in einem bestimmten finanziellen Rahmen, siehe dazu weiter unten.

## 3. Geltungsbereich

Die PSI-Richtlinie bzw das IWG gelten für Dokumente, die im Besitz öffentlicher Stellen der Mitgliedsstaaten sind. Dazu gibt es einen umfangreichen Katalog, welche Dokumente aus dem Geltungsbereich ausgenommen sind. Darunter fallen Dokumente, die geistiges Eigentum Dritter sind, oder Dokumente, die wegen der nationalen Sicherheit, der umfassenden Landesverteidigung oder der öffentlichen Sicherheit oder

weil sie Geschäfts- oder Betriebsgeheimnisse enthalten, nicht zugänglich sind, weiters Dokumente von Bildungs- und Forschungseinrichtungen und kulturellen Einrichtungen. Ebenso jene Dokumente, die aus datenschutzrechtlichen Gründen nicht herausgegeben werden können.

Eine sehr wesentliche Ausnahme, die Streitpotential in sich trägt, gilt für Dokumente, deren Erstellung nicht unter den öffentlichen Auftrag der betreffenden öffentlichen Stelle fällt. Hier ist zunächst fraglich, was unter einer öffentlichen Stelle zu verstehen ist. So sollen nicht nur der Bund und die Länder an sich, sondern auch Einrichtungen von Bund, Ländern, Städten oder Gemeinden wie Stiftungen, Privatstiftungen, Fonds, Körperschaften des öffentlichen Rechts, Selbstverwaltungskörperschaften, etc in bestimmtem Rahmen darunterfallen. Dazu wird abzuwarten sein, wie die endgültigen Definitionen im IWG und den jeweiligen Landesgesetzen lauten und ob diese Definitionen sämtliche möglichen Fälle eindeutig und ohne Interpretationsspielraum regeln.

Viel schwieriger ist aber die Frage, wann eine Erstellung „im öffentlichen Auftrag liegt“ oder wann diese nicht (mehr) vorliegt. Nach den Erläuterungen zum Entwurf des IWG gehören zu den öffentlichen Aufgaben jedenfalls die in den verfassungsrechtlichen Staatszielbestimmungen und im Katalog der Kompetenzverteilung der österreichischen Bundesverfassung in Art 10-15 B-VG genannten, staatlichen Aufgaben. Auch die Verwaltungsaufgaben, wie insbesondere die Daseinsvorsorge, die soziale Vorsorge und die Förderungsverwaltung sind öffentliche Aufgaben. Die Unterscheidung in Hoheitsverwaltung und Privatwirtschaftsverwaltung ist für die Einordnung einer Tätigkeit als öffentliche Aufgabe nicht relevant. Ausschlaggebend sind laut den Erläuterungen allein die Intention und der Zweck der Tätigkeit. Überwiegt das öffentliche Interesse, handelt es sich um eine Tätigkeit in Erfüllung einer öffentlichen Aufgabe. Stehen hingegen (überwiegend) kommerzielle Interessen im Vordergrund, liegt keine Tätigkeit im Rahmen der Erfüllung einer öffentlichen Aufgabe vor. Diese theoretischen Ausführungen auf Praxisfälle umzulegen, ist höchst schwierig. Ist z. B. ein in der Internetpräsentation einer Gemeinde enthaltener GIS-Plan oder die Verwendung von geographischen Informationen der öffentlichen Hand zur Routenplanung für eine Betriebsoptimierung der Müllabfuhr (noch) eine Verwendung im öffentlichen Auftrag oder (schon) eine kommerzielle Verwendung? Ist die Verarbeitung von grafischen

oder Umweltinformationen für ein Projekt, das zwar nicht im direkten Auftrag der Gemeinde erfolgt, aber für die Gemeinde indirekt von großem Nutzen ist (zB weil sich daraus Informationen für die Optimierung von Lawinenschutzmaßnahmen ergeben) im öffentlichen Auftrag? Macht es einen Unterschied, wenn ein derartiges Projekt von einem privaten Unternehmen oder einer Hochschule durchgeführt wird? Diese Einzelfragen werden nur anhand von komplizierten Prüfschemata zu lösen sein und oft deswegen zum Streitpunkt werden, da von ihrer Lösung die Frage abhängt, inwieweit Dritte (insbesondere private Unternehmen) aufgrund des Faktums, dass Informationen, Daten oder Dokumente von der öffentlichen Stelle selbst oder von einer anderen öffentlichen Stelle weiterverwendet werden oder von dieser bereits an andere Außenstehende weitergegeben wurden, ebenfalls ein Anrecht auf diese Daten haben.

#### 4. Nichtdiskriminierung

Zentraler Punkt der PSI-Richtlinie bzw des IWG ist der Grundsatz der Nichtdiskriminierung. Dieser besagt, dass Entgelte und Bedingungen für die Weiterverwendung von Dokumenten, die sich im Besitz von öffentlichen Stellen befinden, für vergleichbare Kategorien der Weiterverwendung nicht diskriminierend sein dürfen. Dh, wenn eine öffentliche Stelle A einem Unternehmen B Daten zu einem bestimmten Preis X (oder auch kostenlos) abgegeben hat, dann muss ein Unternehmen C, das die Daten in einer vergleichbaren Verwendungskategorie weiterverwenden will (was in sich wieder ein Begriff ist, der in jedem Einzelfall erst interpretiert werden muss), die Daten zum selben Preis X (oder ebenfalls kostenlos) zu erhalten. Dies gilt auch zwischen öffentlichen Stellen, d. h. eine öffentliche Stelle D darf für eine vergleichbare Verwendungskategorie die Daten ebenfalls nur zum selben Preis X (oder kostenlos) und zu denselben Bedingungen von A erhalten, wie die Unternehmen B und C. Dies, damit die öffentlichen Stellen nicht gegenüber Wirtschaftsunternehmen bessergestellt werden. Letzteres gilt allerdings nur dann, wenn die empfangende öffentliche Stelle die Daten selbst für eigene wirtschaftliche Geschäftstätigkeiten verwenden möchte (zB die Gemeinde D bietet der Öffentlichkeit einen Routenplaner ebenso wie ein privates Unternehmen C zum Verkauf an). Wenn hingegen eine andere öffentliche Stelle die Daten selbst wieder nur benötigt, um diese im Rahmen ihres öffentlichen Auftrages zu nutzen, dann liegt keine „Weiterverwendung“ iSd PSI-Richtlinie vor,

sondern lediglich ein „Austausch“, der nicht unter die Bestimmungen der PSI-Richtlinie bzw des IWG fällt. Im vorgenannten Beispiel wäre es daher möglich, dieselben Daten an eine Gemeinde E, die diese ausschließlich zur Erfüllung ihres öffentlichen Auftrages benötigt und damit keine wirtschaftlichen Interessen verfolgt, diese unabhängig davon, dass B, C und D diese zu einem Preis X erhalten haben, kostenlos weiterzugeben, da es sich bloß um einen „Austausch“ handelt, der nicht unter die PSI-Richtlinie bzw das IWG fällt. In der Praxis wird es oft schwierig sein, die Grenzen zwischen einer Weiterverwendung und einem bloßen Austausch zu ziehen.

#### 5. Entgelte

Die PSI-Richtlinie und der Entwurf des IWG lassen es den öffentlichen Stellen frei, ob sie für die Weiterverwendung der in ihrem Besitz befindlichen Dokumente Entgelte einheben oder nicht. Sofern sie Entgelte einheben, dürfen diese, wie bereits gesagt, im Verhältnis zu anderen zunächst nicht diskriminierend sein, sondern müssen dieselben sein. Von der Höhe her dürfen die Gesamteinnahmen aus der Bereitstellung von Dokumenten oder der Genehmigung ihrer Weiterverwendung die Kosten ihrer Erfassung, Erstellung, Reproduktion und Verbreitung zuzüglich einer angemessenen Gewinnspanne nicht übersteigen. Die Entgelte haben sich an den Kosten des entsprechenden Abrechnungszeitraums zu orientieren und sind unter Bedachtnahme auf die für die betreffenden öffentlichen Stellen geltenden Buchführungsgrundsätze zu berechnen. Dass die Höhe der Entgelte naturgemäß von höchster Bedeutung ist, da der „Einkaufspreis“ von Daten und Informationen wesentlich zu Realisierungsmöglichkeiten und Erfolg von neuen Geschäftsideen beiträgt, liegt auf der Hand. Dass Uneinigkeiten über die Berechnung der Kosten für die Datenerstellung – die sicher recht kompliziert ist – sowie darüber, was eine „angemessene Gewinnspanne“ ist, entstehen werden, ist daher zu befürchten.

#### 6. Verwendungsbedingungen

Es ist den öffentlichen Stellen erlaubt, Bedingungen für die Weiterverwendung der in ihrem Besitz befindlichen Dokumente in einem Vertrag festzulegen, in dem die wesentlichen Fragen der Weiterverwendung geregelt werden. Die PSI-Richtlinie und das IWG fordern von der öffentlichen Seite eine entsprechende Transparenz, die dadurch verwirklicht werden soll, dass die für die Weiterverwendung von Dokumenten geltenden

Bedingungen und Standardentgelte im Voraus festzulegen sind und in geeigneter Weise – nach Möglichkeit im Internet – zu veröffentlichen sind. Die öffentlichen Stellen haben auf Anfrage auch die Berechnungsgrundlage für die von ihnen veröffentlichten Entgelte anzuführen sowie die Faktoren, die bei der Berechnung der Entgelte in atypischen Fällen zu berücksichtigen sind. Um der Öffentlichkeit überhaupt darzulegen, welche Dokumente vorhanden sind, sind die öffentlichen Stellen aufgefordert, Listen und Verzeichnisse über die wichtigsten in ihrem Besitz befindlichen, einer Weiterverwendung zugänglichen Dokumente zu führen und dies in geeigneter Weise – nach Möglichkeit im Internet – zu veröffentlichen.

### 7. Verbot von Ausschließlichkeitsvereinbarungen

Schließen die öffentlichen Stellen mit Dritten Verträge oder Vereinbarungen über die Weiterverwendung von Dokumenten (Lizenzverträge), dürfen diese keine Ausschließlichkeitsvereinbarungen enthalten, außer dies liegt in einem besonderen öffentlichen Interesse.

### 8. Verfahren

Möchte ein Unternehmen Dokumente einer öffentlichen Stelle weiterverwenden, so muss sie an diese öffentliche Stelle einen entsprechenden schriftlichen Antrag stellen, der in jeder technischen Form (also auch per Fax oder E-Mail) eingebracht werden kann. Der Antrag muss hinreichend präzise sein, sonst muss dem Antragsteller in zwei Wochen eine Präzisierung des Antrages aufgetragen werden. Die öffentliche Stelle muss den eingegangenen Antrag binnen vier Wochen erledigen und in diesem Zeitraum entweder die beantragten Dokumente zur Gänze bereitstellen oder die beantragten Dokumente teilweise bereitstellen und dem Antragsteller schriftlich unter Angabe der Gründe mitteilen, dass seinem Antrag teilweise nicht entsprochen werden kann oder ein endgültiges Vertragsangebot unterbreiten, falls für die Weiterverwendung der beantragten Dokumente die Vereinbarung von Bedingungen erforderlich ist (z. B. über Nutzungsrechte) oder dem Antragsteller schriftlich unter Angabe der Gründe mitteilen, dass seinem Antrag überhaupt nicht entsprochen werden kann. Die vierwöchige Frist kann bei umfangreichen und komplexen Anträgen um weitere vier Wochen verlängert werden.

### 9. Rechtsschutz

Die PSI-Richtlinie schreibt den Mitgliedsstaaten vor, einen Instanzenzug, d. h. eine Beschwerdemöglichkeit im Falle der Ablehnung der Herausgabe der Dokumente einzurichten, wobei die Richtlinie völlig offen lässt, wie dieser ausgestaltet wird, insbesondere ob dieser im Verwaltungsweg oder vor den Zivilgerichten stattfindet. Der Entwurf des IWG sieht vor, dass zur Entscheidung über Rechtsstreitigkeiten, die die Weiterverwendung von Dokumenten öffentlicher Stellen nach dem IWG betreffen, vor den ordentlichen Gerichten zu erledigen sind. Dh im Fall, dass ein Unternehmen Daten vom Bund nicht erhält, muss es einen ganz „normalen“ Zivilprozess vor dem örtlich und sachlich zuständigen Zivilgericht führen. Dies mit dem entsprechenden *Prozess- und Prozesskostenrisiko*.

Durch den Verweis auf den Zivilrechtsweg ist somit zunächst in Bundessachen klar, dass die oben dargelegten, komplizierten Rechts-, Sach- und Interpretationsfragen von den Zivilgerichten zu lösen sein werden. Da es sich um ein völlig neues Rechtsgebiet handelt, wird die Motivation für die eine oder die andere „unzufriedene“ Seite höher sein, Verfahren bis zum Obersten Gerichtshof zu führen.

Erste Entwürfe einiger Bundesländer deuten darauf hin, dass in Landessachen der Verwaltungsweg gewählt werden soll, was zu zwei verschiedenen Rechtssystemen führt.

### 10. Datenformate

Ein weiterer Punkt, der für Diskussionsstoff sorgen wird, ist die Frage, in welchem Format die öffentlichen Stellen Dokumente zur Verfügung stellen müssen. Die PSI-Richtlinie und der IWG-Entwurf sehen hier zunächst vor, dass die öffentlichen Stellen die in ihrem Besitz befindlichen Dokumente (Daten), die sie weitergeben, in allen vorhandenen Formaten und Sprachen nach Möglichkeit in elektronischer Form zur Verfügung zu stellen haben. Sie sind allerdings nicht verpflichtet, Dokumente im Hinblick auf deren Weiterverwendung neu zu erstellen, anzupassen oder weiterzuentwickeln. Wenn Auszüge aus Dokumenten (oder Daten) beantragt werden, so müssen diese dann nicht zur Verfügung gestellt werden, wenn dies mit einem unverhältnismäßigen Aufwand verbunden ist, der über eine einfache Handhabung hinausgeht. Die praktische Anwendung dieser Regeln lässt sich am Beispiel von Vermessungsdaten gut zeigen: Vermessungsdaten, die im Rahmen des Vermessungs-

gesetzes im öffentlichen Auftrag erhoben werden, werden von der Behörde in einem oder allenfalls mehreren Formaten gespeichert und müssen dementsprechend im Fall des Falles von der öffentlichen Stelle in den vorhandenen Formaten zur Verfügung gestellt werden, sofern nicht Urheberrechte Dritter dagegenstehen. Fraglich ist aber, in welchem Bearbeitungsgrad die Vermessungsdaten zur Verfügung gestellt werden müssen. Da sich Plandaten z. B. aus Katasterplänen aus einer Reihe von Vermessungspunkten zusammensetzen, bilden diese Vermessungspunkte „Rohdaten“ für die eigentlichen Pläne. Fraglich ist, ob die Behörden auch diese Rohdaten in Form der Vermessungspunkte herausgeben müssen. Nach der Definition des Begriffes „Dokument“ iSd PSI-Richtlinie fällt unter den Begriff Dokument nicht nur der Inhalt eines Dokuments, sondern auch jeder beliebige Teil eines solchen Inhalts. Demnach würden auch Rohdaten unter die Veröffentlichungspflicht fallen. Andererseits hält aber sowohl die PSI-Richtlinie als auch das IWG wie bereits zitiert fest, dass die Behörde nicht verpflichtet ist, Auszüge aus Dokumenten zur Verfügung zu stellen, wenn dies mit einem unverhältnismäßigen Aufwand verbunden ist oder über eine einfache Handhabung hinausgeht. Ebenso ist die Behörde nicht verpflichtet, Dokumente neu zu erstellen oder anzupassen, um einem Antrag auf Veröffentlichung nachzukommen. Dementsprechend wird der Knackpunkt bei der Lösung, ob auch „Rohdaten“ herauszugeben sind, sein, welchen Aufwand es für die jeweilige öffentliche Stelle machen würde, die „Rohdaten“ als Auszug aus dem endgültigen Plan zur Verfügung zu stellen. Hat die von der öffentlichen Stelle verwendete Software z. B. Exportierfunktionen, die es ermöglicht, einfach (durch „Knopfdruck“) Daten in verschiedenen Verarbeitungsschritten und -ebenen rasch und einfach zu exportieren, so wäre wohl ein derartiger Datenexport vertretbar. Müsstest hingegen erst derartige Schnittstellen oder Exportfunktionen (zB durch Programmierung) geschaffen werden, so wäre dies vermutlich keine einfache Handhabung iSd IWG-Entwurfes mehr und die öffentliche Stelle wäre zu einer Herausgabe nicht verpflichtet. Man könnte aus dem Vorgesagten den Umkehrschluss ziehen, dass die öffentliche Stelle verpflichtet sein müsste, Dokumente so zu verarbeiten, dass diese jedenfalls leicht weiterverwendet werden können. Dies ist allerdings nicht der Fall, denn die PSI-Richtlinie wie auch der IWG-Entwurf halten ausdrücklich fest, dass öffentliche Stellen nicht verpflichtet sind, Dokumente im Hinblick auf deren Weiterver-

wendung in einer bestimmten Art zu erstellen, anzupassen oder weiterzuentwickeln und sie überdies auch nicht verpflichtet sind, die Erstellung von Dokumenten einer bestimmten Art im Hinblick auf eine mögliche Weiterverwendung solcher Dokumente fortzusetzen. Die öffentliche Stelle kann somit weder gezwungen werden, bestimmte Daten in bestimmten Datenformaten zu „produzieren“, noch Daten, die sie gestern oder heute erstellt hat, auch morgen so zu erstellen. Besonders das letzte Faktum ist für die technische und wirtschaftliche Planung eines Unternehmens, das Daten von öffentlichen Stellen für eigene Anwendungen benötigt, sehr wesentlich.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass die PSI-Richtlinie und der Entwurf des IWG einen neuen Rechtsbereich schaffen, der es Unternehmen ermöglichen wird, künftig bessere oder neue Produkte und Dienstleistungen anzubieten, was mit Sicherheit positiv für die Wirtschaft ist. Leider lässt die PSI-Richtlinie jedoch viele Interpretationsmöglichkeiten zu und wirft viele Fragen auf, die auch der Entwurf des IWG nicht verbessert, sondern an die betroffenen öffentlichen Stellen „durchreicht“, die somit letztlich mit den Unternehmen diese Fragen lösen werden müssen. Bis zum Stichtag 30. Juni 2005 werden Bund, Länder und Gemeinden jedenfalls viel zu tun haben, um den Transparenzbestimmungen im Hinblick auf Veröffentlichung von Listen verfügbarer Daten und Dokumente und der Bedingungen und Preise zum Erhalt dieser Daten gerecht zu werden, und es bleibt abzuwarten, welche neuen Möglichkeiten zu welchen Bedingungen sich daraus ergeben werden.

#### Literatur

- [1] Richtlinie 2003/98/EG vom 17. November 2003 über die Weiterverwendung von Informationen des öffentlichen Sektors, ABI L 345/90 v. 31.12.2003, online unter [www.eur-lex.eu.int/eur-lex](http://www.eur-lex.eu.int/eur-lex).
- [2] Ministerialentwurf 265/ME (XXII. GP) betreffend ein Bundesgesetz über die Weiterverwendung von Informationen öffentlicher Stellen – Informationsweiterverwendungsgesetz (IWG), online unter [www.parlament.gv.at](http://www.parlament.gv.at).
- [3] Studie „Rechtsvorschriften für Geodaten in Österreich“ der Technischen Universität Wien, online unter [www.law.tuwien.ac.at](http://www.law.tuwien.ac.at).
- [4] *Knyrim R.: Praxishandbuch Datenschutzrecht*, Verlag Manz 2003.

#### Anschrift des Autors

RA Dr. Rainer Knyrim: Preslmayr Rechtsanwaelte OEG,  
Dr. Karl Lueger Ring 12, 1010 Wien.  
email: [knyrim@preslmayr.at](mailto:knyrim@preslmayr.at)



## Wasser für Rom Techniken der Wasserversorgung im Imperium Romanum

Klaus Grewe, Bonn

### Zusammenfassung

Um die in römischer Zeit bestehenden hohen Ansprüche an eine ausreichende und dabei qualitätvolle Trinkwasserversorgung zu erfüllen, waren Maßnahmen erforderlich, die selbst mit modernen Maßstäben gemessen als hochtechnisch zu bezeichnen sind. Die Leistungen der antiken Ingenieure auf diesem Gebiet sind in allen Teilen des Imperium Romanum aus den Resten der Aquädukte ablesbar. Da Pläne und Beschreibungen der Erbauungszeit nicht erhalten sind, ist es eine spannende Aufgabe unserer Zeit, den Bauwerkscode der Antike aus den Bauwerken selbst zu entschlüsseln. Die in den antiken Aquädukten, Brücken und Tunneln sichtbar werdende Technik zeugt von bewundernswerten Leistungen der römischen Baumeister. Nicht minder einzuschätzen sind allerdings die Resultate der antiken Fachkollegen auf dem Gebiet der Planung und Trassierung.

### Abstract

To meet the high demands of Roman times on sufficient and high quality drinking water, measures were necessary, that have to be called sophisticated even compared with modern standards. The achievements of the antique engineers in this field are visible from the remnants of the aqueducts in all parts of the Roman Empire. As there exist no plans or descriptions from the times, when they were constructed, it is an exciting task to reconstruct the building code of antiquity from the buildings themselves. The technique of the antique aqueducts, bridges and tunnels is an admirable example of the achievements of the Roman master builders. Even more so we have to admire the achievements of the antique colleagues in the field of planning and line routing.

### Einleitung

Straßen und Wege, Aquädukte und Entwässerungskanäle waren auch in der Frühzeit unserer kulturellen Entwicklung nicht ohne Planung und Trassierung zu erbauen. Deshalb kann man diese Bauwerke treffend einem Bautyp zurechnen, den wir heute mit dem Sammelbegriff „Ingenieurbau“ beschreiben. Straßen, Aquädukte und Kanäle haben gemeinsam, dass sie sich über eine längere Strecke durch die Landschaft ziehen und dabei oftmals Geländehindernisse überwinden müssen. Von den Kunstbauten, die im Zuge dieser Bauwerke zu errichten gewesen waren, sind die Talüberquerungen augenfällig und teilweise sogar spektakulär. Die 50 m hohen Brücken, wie die Straßenbrücke über den Tajo bei Alcántara in Spanien und die Aquäduktbrücke Pont du Gard bei Nîmes in Frankreich, zeugen von einer Blüte des Ingenieurbaus in römischer Zeit.

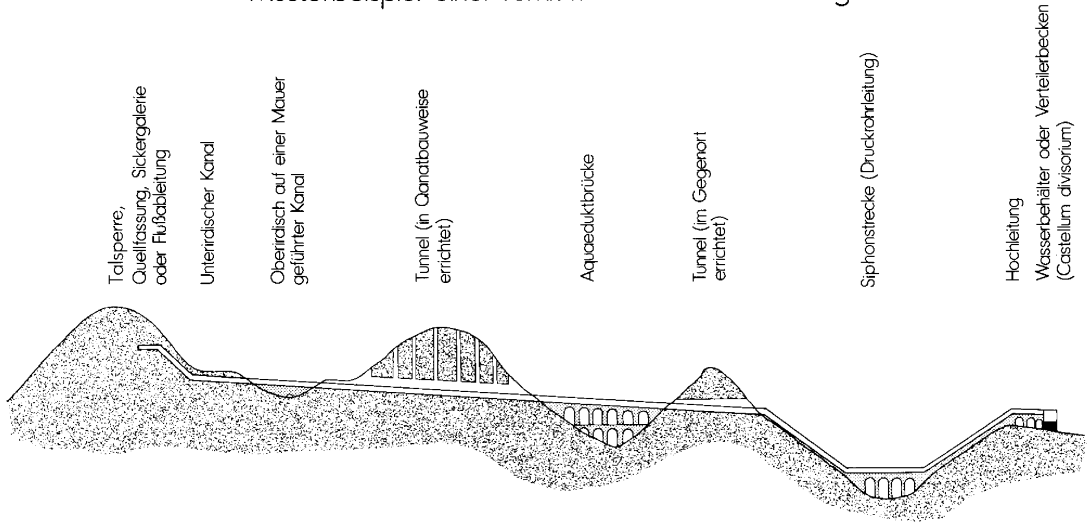
Wenn aber der Planung statt eines Tales ein bergiges Hindernis im Wege lag, gab es oftmals nur die Möglichkeit, mittels eines Tunnelbaus die Passage zu ermöglichen. Da Tunnelbauten naturgemäß nicht in der Weise ins Auge fallen konnten wie die Brücken, standen sie in der bisherigen technikgeschichtlichen Betrachtung immer ein wenig im Hintergrund. Die große technische Leistung, die in den von Eupalinos auf

Samos bis Nonius Datus in Saldae gebauten Tunneln steckt, war dabei allerdings nie in Frage gestellt: man bewunderte das Gelingen solcher Tunnelbauten schlechthin.

Es wäre verlockend, einen bis in unsere Tage erhaltenen Aquädukt mit seinem ursprünglichen Bauplan vergleichen zu können. Auf diese Weise wären die antiken Planungsgedanken und Arbeitsmethoden am ehesten nachzuvollziehen. Leider hat keiner dieser Originalpläne bis heute überlebt. Auch zeitgenössische Beschreibungen geben nur wenig Auskunft über das in den Bauwerken steckende Maß an Technik; diese Quellen beziehen sich eher auf die Umstände, die zum Bau eines Aquäduktes geführt haben und auf die Auftraggeber eines Bauwerks und deren Beweggründe, den Auftrag zu erteilen und schließlich auch die Kosten dafür zu tragen.

Der Bau von Tunneln, Druckleitungen und auch der großen Aquäduktbrücken wurde zwar voll beherrscht, aber allein schon aus Kostengründen nur dann in Planung genommen, wenn es sinnvoll und wirtschaftlich war. In diesen Elementen römischen Wasserleitungsbaus zeigt sich aber nicht nur die Spannbreite des technisch Machbaren, auch römische Geisteshaltung wird in ihnen sichtbar.

## Musterbeispiel einer römischen Fernwasserleitung



**Abb. 1:** Längsprofil durch eine römische Fernwasserleitung: In dieser schematisierten Trasse sind alle Elemente des römischen Aquäduktbaus von der Quellfassung über Brücken, Tunnel und Druckleitungen bis zum Wasserverteiler untergebracht.

Schon die erhalten gebliebenen Reste der Kunstbauten aus dem Sektor des Ingenieurbaus zeugen von einer bewusst geplanten Wirkung nach außen. Wenn diese Bauwerke uns selbst heute noch so stark beeindrucken, wie groß muss ihre Wirkung erst auf die Urbevölkerung in den von Römern besetzten Gebieten in ihrem Weltreich gewesen sein. Dass derartige Bauwerke auch ganz gezielt in der Absicht zu imponieren errichtet worden sind, zeigt sich schon daran, dass die großen Nymphäen mit ihren prächtigen Prospekten nur in den südlichen Städten des Imperiums zu finden sind – wen wollte man mit solchen Objekten der Wasserverschwendung im Norden, wo das Wasser doch im Überfluss vorhanden war, denn auch beeindrucken? Wie dem auch sei, gerade im Wasserleitungsbau der Römerzeit zeigt sich ein unglaublich großes Spektrum technischer Möglichkeiten.

Im Anschluss soll nun eine Übersicht über das technisch Machbare im römischen Wasserleitungsbau gegeben werden. Auch die hier zusammengestellten technischen Verfahren im römischen Ingenieurbau waren ganz präzise und punktuell eingesetzt worden, um jeweils ein ganz spezielles Problem lösen zu können. Zusammengefügt ergeben sie das Bild einer großartigen Musterleitung – ausgereifte Technik einer längst vergangenen Zeit.

### Wasserfassungen (Brunnenstuben, Flussableitungen, Talsperren)

Am Kopf einer jeden Wasserleitung war durch einen künstlichen Eingriff in das Gelände der natürliche Abfluss des Wassers zu sperren und dieses in eine Leitung einzuspeisen. Das konnte durch ein kleines Wehr bewerkstelligt werden oder durch eine großartige Talsperre, im Grunde kommt aber auch in jeder Quellfassung dieses Prinzip zur Anwendung. Damit sind aber auch schon die beiden wichtigsten Möglichkeiten der Wassergewinnung angezeigt, nämlich die aus Quellen oder unterirdischen Wasservorkommen und die aus offenen Gewässern, wie Flüssen und Seen. Am liebsten war den Römern das saubere Quellwasser. Wo die hydrologischen Gegebenheiten es zugelassen haben, hat man Quellwasser für die Versorgung der Städte herangezogen. Und wenn darüber hinaus noch die Möglichkeit bestanden hat, Quellen mit kalkhaltigem Trinkwasser für die Versorgung heranzuziehen, so hat man es gar in Kauf genommen, kilometerlange Fernleitungen zu bauen, nur um an das nach dem Geschmack der Römer beste aller Wasser heranzukommen (Abb. 1 bis 4). Dem Ausbau jeder städtischen Wasserversorgung hatte also die genaue Erkundung der Quellen der Umgebung vorauszu-gehen, wobei der Radius des in Frage kommenden Gebietes gar nicht so eng anzusetzen ist.





**Abb. 2:** Eifelwasserleitung nach Köln, Freigelegte Trasse bei Mechernich-Breitenbenden.

Die schließlich genutzten Quellen konnten in der Luftlinie durchaus mehr als 50 Kilometer vom Versorgungsgebiet entfernt liegen; wenn das zwischen beiden Orten liegende Gelände es zuließ, so hat man diese Entfernung eben durch eine Fernwasserleitung überbrückt. Die Methoden zur Auffindung von Quellen mit gesundem und schmackhaftem Trinkwasser sind uns schon in dem antiken Fachbuch der Baukunst, das Vitruv im 1. Jahrhundert v. Chr. verfasst hat, beschrieben. Vitruv empfiehlt, sich bei der Suche nicht nur vom eigenen Geschmack leiten zu lassen, sondern auch die Pflanzenwelt in der Umgebung der Quellen und vor allen Dingen die Menschen, die sich bisher aus der betreffenden Quelle versorgt haben, zu begutachten. „Triefaugen“ bei den Menschen seien durchaus auch als ein Hinweis auf die schlechte Qualität des verbrauchten Trinkwassers zu werten.

War die Entscheidung für die Ausnutzung eines Wasserdargebotes gefallen, so war es nun die Sache des antiken Wasserbauers, über eine zweckmäßige Methode der Wassergewinnung



**Abb. 3:** Eifelwasserleitung nach Köln, Leitungsquerschnitt bei Euskirchen-Kreuzweingarten mit 30 cm starken Kalkablagerungen.

nachzudenken. Am einfachsten war dies bei den Quellen, denn diese waren auf einfache Art durch einen Mauerkranz zu fassen (Abb. 4). In diesem Becken sammelte sich das Wasser, und eine Überlaufvorrichtung ermöglichte das Abfließen in die Leitung. Schwieriger war es, wenn diese Quellen nicht offen zutage traten, sondern wenn es galt, einen unterirdischen Quellhorizont anzuzapfen.



**Abb. 4:** Eifelwasserleitung nach Köln, Quellfassung bei Mechernich-Kallmuth.



Abb. 5: Segovia (Spanien), Flußableitung am Rio de la Acebeda.

Standen Quellen mit ausreichenden Schüttmengen nicht zur Verfügung, so hat man auch Flusswasser für die Versorgung herangezogen, dabei dann aber Wert darauf gelegt, die Wasserentnahmestelle möglichst weit flussaufwärts zu legen, um auch auf diese Weise reines Wasser zu gewinnen.

In Deutschland war für das römische Trier eine Fernwasserleitung in das Ruwertal gebaut worden, um deren Wasser in die Stadt zu leiten. Schönstes Beispiel für eine antike Flussableitung ist das kleine Wehr am Oberlauf des Rio de la Acebeda, mit dessen Hilfe man das Wasser für die Versorgung des römischen Segovia (Spanien) aufstaute (Abb. 5). Diese Anlage erhält ihre besondere Bedeutung durch die Tatsache, dass wir in ihr das einzige noch funktionierende Bauwerk dieser Art sehen müssen, das uns aus antiker Zeit überkommen ist.

Nun werden nicht sämtliche Teile des Wehres noch römischen Ursprungs sein, dennoch ist anzunehmen, dass zumindest die mächtigen Steinquader auch bei Renovierungsarbeiten immer wieder benutzt worden sind. Auch in der Ausführung der mit Blei vergossenen Eisenklammern, die die einzelnen Blöcke zusammenhalten,

bietet sich dem Betrachter heute noch ein Bild römischer Bautechnik (Abb. 6).



Abb. 6: Segovia (Spanien), die Steinquader des Wehres werden mit verbleiten Eisenklammern zusammengehalten.

Die größere Schwester eines solchen Wehres ist die Talsperre. Ihre Aufgabe umfasst aber nicht nur das Aufstauen und Ableiten eines fließenden Gewässers, sie hat vielmehr zusätzlich noch die Aufgabe des Wasserspeicherns übernommen. Der Bau von aufwändigen Talsperren ist nicht zu vermeiden, wenn der aufzustauende Fluss nicht das ganze Jahr über gleichmäßig und ausreichend Wasser führt, und dieses mengenmäßig wechselnde Wasserdargebot auch für wasserarme Jahreszeiten gespeichert werden soll.

Baulich gibt es mehrere Möglichkeiten, ein wasserführendes Tal zu sperren, das jeweils angewendete Konstruktionsprinzip hängt mit der vorgegebenen Geländebeschaffenheit, dem Untergrund und mit den zur Verfügung stehenden Baumaterialien zusammen. Letzteres spielte besonders in früheren Zeiten eine Rolle, als sich die Transportprobleme noch anders als heute stellten.

Man unterscheidet zwei Grundtypen von Stauanlagen. Den einen finden wir in der Gewichtsstaumauer und dem Erddamm wieder, hierbei wird die gesamte Bauwerksmasse dem Wasserdruck entgegengesetzt; im anderen Falle wird die Festigkeit des Baumaterials ausgenutzt, so bei der Pfeiler- und Bogenstaumauer. Die älteste Gewichtsstaumauer ist zwar schon aus dem 4. Jahrtausend v. Chr. bekannt, aber die Römer, die in ihrem Einflussgebiet keine direkten Vorbilder für den Bau von Staudämmen hatten, müssen diese Technologie also selbstständig entwickelt haben.

Von den ungezählten Fernwasserleitungen im *Imperium Romanum* wurden nicht wenige aus großen Stauseen gespeist, die südlichen wasserarmen Länder sind in einer solchen Liste naturgemäß besonders häufig vertreten.

Reste römischer Talsperren finden sich heute noch im Vorderen Orient und in Nordafrika, von denen die kleine Staumauer in Gabès (Tunesien) ein beliebtes Touristenziel dieser Oasenstadt ist. In Europa sind die Talsperren dünner gesät: In Frankreich und Italien finden wir jeweils nur ein Exemplar im Vallon de Baume und oberhalb von Subiaco. Letztere staute das Wasser des Anio wenig oberhalb der „Villa des Nero“ für die 38 n. Chr. gebaute Wasserleitung *Anio Novus* auf, die zu den neun bei Frontinus genannten stadtrömischen Wasserleitungen gehörte. Rund 40 Meter hoch, zählte sie zu den großen Staumauern der Antike, und vor ihr staute sich ehemals ein gewaltiger See auf. Nach dem Bruch dieser

Staumauer im Jahre 1305 sind heute noch in den beiden Seitenhängen des Anio-Tales Baureste von einst zu sehen.

In Spanien finden sich heute die Reste mehrerer römischer Stauanlagen. Neben den Ruinen von Alcantarilla und Consuegra sind besonders die heute noch in Funktion befindlichen Anlagen nahe Mérida, dem antiken *Emerita Augusta*, von Interesse. Die beiden Stauseen Proserpina und Cornalvo, die das Wasser für die Versorgung des antiken Mérida aufbrachten, sind heute allerdings nur noch für die Versorgung einiger umliegender kleinerer Ortschaften in Betrieb. Beide Anlagen sind frühestens nach der Stadtgründung unter Kaiser Augustus im Jahre 25 v. Chr. errichtet worden, möglicherweise aber auch erst unter Kaiser Trajan, der von 98 bis 117 n. Chr. regierte.

Der nördlich von Mérida liegende Proserpina-Staudamm (Abb. 7) erfährt in seiner gesamten Ausdehnung zwei deutliche Knicke, so dass sich seine Gesamtlänge von 427 Metern aus drei geraden Stücken zusammensetzt. Die sich daraus ergebende leichte Bogenform lehnt sich flussaufwärts konvex gegen den Druck des Wassers. Die zwölf Meter hohe Stauwand fällt in schmalen Stufen, aber nahezu senkrecht zum Fuß hin ab. Sie besteht aus einem sorgfältig gearbeiteten Quadermauerwerk, dem zur Wasserseite hin neun Stützpfeiler vorgelagert sind. Auf der Luftseite schließt eine Bruchsteinmauer die Stauwand ab. Der Zwischenraum zwischen diesen beiden Mauern ist mit Beton verfüllt, wodurch eine Stauwand von 2,30 Meter Stärke gebildet wird, die ihre Stabilität aber erst durch den gewaltigen Erddamm erhält, der hinter ihr angeschüttet worden ist. Der Wasserentnahme dienen zwei Türme, die sich innerhalb des Erddammes an die Staumauer anlehnen. Anders beim Cornalvo-Staudamm (Abb. 8), der ehemals ebenfalls der Wasserversorgung Méridas gedient hat, hier ist der Entnahmeturm dem Staudamm vorgelagert und hielt mit diesem eine Verbindung über einen Brückenbogen. Von dieser antiken Bedienungsbrücke ist heute am Turm nur noch der Bogenansatz zu sehen, ansonsten ist dieses Bauteil durch eine Stahlbrücke ersetzt. Der Staudamm selbst ist auf seiner Krone 194 Meter lang und sperrt das Tal in einer Höhe von bis zu 20 Meter. Auch hier ist hinter der steinernen Staumauer ein mächtiger Erddamm angeschüttet, der auf der Krone eine Breite von acht Meter hat und zur Luftseite hin schräg abgebösch ist.



Abb. 7: Mérida (Spanien), Proserpina-Talsperre.



Abb. 8: Mérida (Spanien), Cornalvo-Talsperre.

## Rinnen und Rohre

Die einfachste Form der Wasserleitung war auch in römischer Zeit die Gefälle- oder Freispiegelleitung. Das Wasser wird dabei in einem – bei größeren Leitungen meist gemauerten U-förmigen – Gerinne talwärts geführt, wobei die Trasse mit mehr oder minder starkem Gefälle dem Hang augenscheinlich isohypsenparallel folgt, tatsächlich aber stetig an Höhe verliert. Aus Gründen der Sicherheit, in den nördlichen Provinzen aber auch, um ein Einfrieren des Wassers zu verhindern, sind die Leitungen, wo es ging, unterirdisch verlegt worden. In die Baugrube wurde als erstes eine Stickung aus losen Steinen eingebracht und darauf die Sohle aus Gussbeton gegossen. Der Beton (*Opus cementicium*) besteht aus einem sehr festen Mörtel, dem man die verschiedensten Materialien wie Kies, Grauwacke, Basalt oder ein anderes Kleinschlagmaterial beigemischt hat. Die Kanalwangen sind entweder aus dem gleichen Material in einer Schalung gegossen worden oder aufgemauert. Es kommt aber auch häufig vor, dass die Innenseiten der Wangen aus behauenen Handquadersteinen als verlorene Schalung gemauert worden sind und der Freiraum zwischen dieser Schalung und der Baugrubenwand aus Gussbeton gefertigt worden ist.

Interessant ist in diesem Zusammenhang das Ergebnis einer Untersuchung auf die Druckfestigkeit des römischen Betons. Die dabei ermittelten Werte lagen in den meisten Fällen um 10 – 15 N/mm<sup>2</sup>, im Falle der älteren Vorgebirgswasserleitung nach Köln aber sogar bei dem geradezu phantastischen Wert von 35 – 40 N/mm<sup>2</sup>.

Der Innenraum der Kanalrinne wurde mit einer Schicht hydraulischen Putzes (*Opus signinum*) bestrichen, um die gewünschte Dichtigkeit zu erreichen. Dieser Putz war zumeist von rötlicher Färbung, da er unter Verwendung von Ziegelmehl hergestellt worden ist. Bei Verwendung eines anderen Beischlagmaterials zur Herstellung des *Opus signinum* konnte dieser aber auch eine andere dementsprechende Farbe annehmen.

Diese Schicht bedeckte die Sohle und die Wangen; meist wurde in den unteren Ecken ein mehrere Zentimeter starker Viertelrundstab ausgeformt, um diese bruchgefährdeten Stellen besonders zu schützen. An den Oberkanten der Wangen zog die *Opus signinum*-Schicht zumeist noch einige Zentimeter ein; hierauf lagerte dann das aus Bruchsteinen über einem Lehrgerüst gesetzte Gewölbe oder einfach eine Plattenabdeckung. Auf den Gewölbeinnenseiten

ist in vielen Fällen heute noch der Abdruck der Bretter des Lehrgerüsts im Beton zu sehen.

Wenn das Gelände es erforderte, hat man in den Bergstrecken dem Kanal hangseitig noch eine Begleitdrainage außen beigegeben. Diese besteht aus lose aufgeschichtete Bruchsteinen, die bis zur Geländeoberfläche hinaufreichen und vom Hang kommendes Regen- und Sickerwasser vor dem Kanalbauwerk nach unten bis zu einem in Stickungshöhe installierten Drainagekanälchen ableiten. Auf diese Weise hat man Fremdwasser vom Kanal ferngehalten.

Besonders bei den großen Fernwasserleitungen sind die Kanalrinnen in ihrem Querschnitt häufig stark überdimensioniert gebaut worden: das Querprofil hätte ein Vielfaches der tatsächlich transportierten Wassermenge bewältigen können. Auf diese Weise hat man nicht nur eine Vorsorgemaßnahme gegen das Zuwachsen der Leitung durch Versinterung (Verkalkung) getroffen, in vielen Fällen wurde der Kanal sogar mit einem gebückt begehbaren Querschnitt ausgestattet, wodurch eine Inspektion des Leitungssystems möglich wurde.

Dem Einstieg in den Kanal dienten besondere Schächte, die in unterschiedlichen Abständen installiert waren. Waren die großen Fernwasserleitungen in den meisten Fällen in einer der obigen Beschreibung entsprechenden Bauweise errichtet worden, so sind bei kleineren Leitungen auch andere Materialien verwendet worden; auch hier kommt wieder das auf Zweckmäßigkeit gerichtete Denken des römischen Ingenieurs zum Tragen. Bei archäologischen Untersuchungen fanden sich die verschiedenartigsten Rinnen und Rohre in Verwendung: offene und abgedeckte Holzzinnen ebenso wie aufgebohrte Holzstämmen als Rohre, bearbeitete Steinrinnen aus Naturstein ebenso wie Fertighohre aus Gussbeton, weiterhin auch Ton- und Metallrohre der verschiedensten Kaliber. Letztere sind besonders aus Blei gegossen oder gebogen worden und fanden hauptsächlich im innerstädtischen Netz Verwendung.

## Aquäduktbrücken

Die imposantesten Reste der antiken Wasserleitungen stellen sich dem Betrachter heute in den oftmals hervorragend erhaltenen Aquäduktbrücken dar. Die zweifellos schönste Brücke dieser Art findet sich im Zuge der römischen Wasserleitung nach Nîmes. In knapp 50 Meter Höhe wird hier das Wasser auf einer dreigeschossigen Brücke über den Fluss Gardon geführt, der schließlich auch dieser Brücke ihren Namen gegeben hat. Nicht

nur die technische Perfektion, auch die selbst in dieser Monumentalität noch zum Ausdruck kommende Ästhetik und Schönheit dieses Zweckbaues geben dem Pont du Gard (Abb. 9) eine Sonderstellung, der seine Besichtigung zum Pflichtprogramm eines jeden Provence-Besuchers werden lässt.

In Deutschland sind es vor allen Dingen die Brückenreste der Leitungen nach Mainz und Köln, die optisch noch befriedigen können, wenngleich sie auch mit den Resten derartiger Bauwerke vor allem in den südlichen Provinzen des römischen Weltreiches nicht mithalten können. Die im Mainzer Zahlbachtal noch aufrecht stehenden Pfeilerkerne geben einen guten Einblick in das antike Bauverfahren. Der Gussbeton zeigt deutlich die Abdrücke von sorgfältig zubehauenen Quadersteinen, die ehemals die Außenhaut der Pfeiler gebildet haben und dereinst beim Bau als „verlorene“ Schalung errichtet worden sind. Die Steine dieser Schalung sind entweder im Laufe der Zeit abgesprungen oder ein Opfer nach-römischer Steinräuber geworden, die dieses qualitativ bearbeitete Material gern für andere Bauzwecke wiederbenutzt haben.

Beispiele für einen derartigen Steinraub an antiken Aquäduktbrücken finden wir an den

verschiedensten Orten und zu allen Zeiten. Die Tuffsteinverblendung der großen Swistbachbrücke aus dem Verlauf der Eifelleitung finden wir heute im Mauerwerk eines mittelalterlichen Klosters wieder – und auch am anderen Ende der römischen Welt finden wir im Zuge der Leitung nach Karthago, die über ein Viertel ihrer Gesamtstrecke auf Bogenstellungen geführt worden ist, viele der riesigen Pfeiler ihrer Schale beraubt. Hier hat man dafür sogar einen Ersatz zu schaffen versucht, indem man die stehengebliebenen harten Betonkerne nach dem Abbruch der Quadersteine mit einem Stampfmauerwerk aus Erde ummantelt hat. So war die Optik – fast – wiederhergestellt.

Wir haben dadurch aber einen deutlichen Beweis dafür, dass dem Schalenmauerwerk zu keiner Zeit überhaupt eine statische Funktion zugekommen ist, sondern der Betonkern die Last der Brücke allein zu tragen hatte. Diese Verfahrensweise zeigt noch einmal deutlich das empirische Vorgehen der römischen Ingenieure; die daraus resultierende Überdimensionierung der Bauten in Material und Maßen ist aber andererseits ein wesentlicher Grund für das Überdauern manches dieser Bauwerke bis in unsere Zeit.



Abb. 9: Nîmes (Frankreich), Pont du Gard.

Zwei wesentlich unterschiedliche Geländebedingungen waren es, die den Bau von Bogenstellungen im Verlauf von Aquädukten erforderlich gemacht haben. Einmal die ungezählten Bäche, Flüsse und Seitentäler, die von den Leitungen zu queren waren; dann aber auch noch die Erfüllung einer wesentlichen hydraulischen Voraussetzung für die innerstädtische Wasserversorgung, denn dort musste das Wasser ja in einer Höhenlage ankommen, die eine Verteilung über Druckleitungen auch in höher gelegenen Stadtteilen oder in die oberen Stockwerke von Gebäuden gewährleisten konnte.

Die gleiche Erfordernis konnte durch eine topographische Vorgabe entstehen, wenn nämlich die Städte – sei es aus fortifikatorischen Gründen oder zum Schutz vor Hochwasser – auf Anhöhen angesiedelt waren, das Umland also tiefer lag. Zur Überwindung derartiger Senken mussten die Aquädukte in vielen Fällen als Hochleitungen errichtet werden, damit das Wasser den Stadtberg überhaupt erreichen konnte. Die Bogenstellungen solcher Hochleitungen unterscheiden sich in keiner Weise von denen der Brückenbauwerke, sie konnten auch genau wie diese ganz beeindruckende Ausmaße annehmen.

Die Hochleitungen für das antike Rom selbst sind bis zu acht Kilometer lang geworden, um die Campagna vor der Stadt zu durchqueren. Die Hochleitung vor den Toren Kölns (Abb. 10) erreichte ca. 8,6 Kilometer Länge, und selbst die grandiose Aquäduktbrücke in Segovia (Abb. 11) gehört in diese Kategorie römischer Kunstbauten.



Abb. 10: Eifelwasserleitung nach Köln, Aquäduktbrücke bei Mechernich-Vussemer.



Abb. 11: Segovia (Spanien), Aquäduktbrücke.

Können wir auch von der Bogenkonstruktion her zwischen den verschiedenen römischen Aquäduktbrücken kaum einen Unterschied feststellen, so müssen wir bei unserer Betrachtung doch die vielen kleinen Brückchen von den Bauwerken mit großer Spannweite trennen. Nach DIN 1076 hätte eine der kleinen Aquäduktbrücken heute nicht einmal mehr das Recht, sich „Brücke“ zu nennen, da man Bauwerke mit weniger als zwei Meter Öffnungsweite heute nur noch als Durchlass bezeichnet.

Klassifizieren wir die Aquäduktbrücken nach ihrer Größe in drei Kategorien, so wird dieser kleine Bautyp am häufigsten anzutreffen sein, da die Aquädukte in ihrem gewundenen, dem Gelände angepassten Verlauf im Scheitelpunkt einer jeden Talausfahrung ein solches Bauwerk haben mussten. Unzählige solcher Durchlässe sind aus diesem Grund zur Überquerung von Bachläufen oder kleinen Trockentälern, die nur nach Regenfällen Wasser führten, zu errichten gewesen.

Der nächst größeren Klasse möchte man die Aquäduktbrücken zurechnen, mit deren Hilfe die zuvor beschriebenen Trassenschlingen vermieden werden konnten und die somit zur Abkürzung der auszubauenden Linie dienten. Durch den Bau dieser Brücken wurde aber nicht nur eine Verkürzung der Trasse mit der damit verbundenen Einsparung von Baumaterial erreicht, sondern als weiterer Effekt auch noch das Maß an Energiehöhe eingespart, das zur Überwindung des nächsten Bergrückens zur Verfügung stehen musste.

Von dieser Mittelklasse heben sich dann noch einmal jene Brücken ab, die durch ihre Monumentalität bestechen. Dazu sind ganz sicher die großartigen Bauten im Zuge der Wasserleitungen nach Metz, Nîmes, Tarragona, Segovia, Karthago und Rom selbst zu nennen.

Aber auch die durch Aneinanderreihung von fast 300 bis zu elf Meter hohen Bögen über das Swisttal im Zuge der Eifelleitung errichtete Brücke von 1,4 Kilometer Länge wollen wir dieser höheren Klasse noch zurechnen.

## Tunnelbauten

Neben den Tälern zählen die quer zur Trasse liegenden Bergrücken zu den großen Hindernissen beim Bau der römischen Fernwasserleitungen. Dort, wo es möglich war, hat man diese Geländehindernisse umfahren; war dies nicht möglich oder nicht rationell, musste der Berg durchtunnelt werden. Nun sind Tunnelbauwerke nicht nur für den Bau von Wasserleitungen

notwendig geworden, es sind in der Antike auch Ableitungstunnel zum Zwecke einer Wasser-spiegelabsenkung, z. B. bei der Trockenlegung von Kraterseen, oder auch Straßentunnel gebaut worden.

Ein Sonderfall derartiger Bauwerke ergab sich durch die geologische Schichtung im Neuwieder Becken. Hier im Laacher Vulkangebiet waren bei den letzten größeren Vulkanausbrüchen in Deutschland 9000 v. Chr. mit der Landschaft auch die Quellen durch meterhohe Bimsschichten verschüttet worden. Die in diesem Gebiet siedelnden Römer mussten deshalb zur Wassergewinnung unterirdische Stollen vortreiben, um diese Quellen zu fassen und abzuleiten. Die mit begehbarem Querschnitt ausgestatteten Stollen dienten der Aufnahme der eigentlichen wasserführenden Rinnen, die auf der Stollensohle in Form der üblichen Steinkanäle installiert worden sind.

Im Gegensatz zu solchen relativ kleinen Stollenvortrieben sind die echten Bergdurchtunnelungen unter den Ingenieurbauten der schwierigsten Kategorie zuzurechnen. Bis zum Tage des Durchschlags liegt selbst noch heute über den Tunnelbaustellen ein Hauch von Ungewissheit, und die Ingenieure der Antike werden diesem alles entscheidenden Tag mit noch wesentlich größerer Ungeduld entgegen gefiebert haben, da ihnen aus heutiger Sicht nur einfachstes Gerät sowohl für die Vermessung als auch für den Baubetrieb zur Verfügung gestanden hat.

Den antiken Bauwerken kann man in vielen Fällen die Schwierigkeit, eine projektierte Linie nach unter Tage zu übertragen und dann auch einzuhalten, heute noch ablesen. Es nimmt deshalb nicht wunder, dass man auf manchen Baustellen der Treffsicherheit im Durchstich einen Vorrang vor einer rationellen Bauweise eingeräumt hat. Aus diesem Grund finden wir im antiken Tunnelbau neben dem so genannten Gegenort-Verfahren, also dem Vortrieb von zwei Seiten aus, auch das bezüglich der zu bewegenden Erdmassen aufwändigere Qanat-Verfahren (Lichtloch-Verfahren) angewendet.

Die ältesten Tunnelbauten der Geschichte haben der Wasserversorgung gedient, und sowohl bei dem unter König Hezekiah (725–696 v. Chr.) im Zuge des Siloah-Kanals für Jerusalem errichteten Tunnels, als auch bei dem im 6. Jahrhundert v. Chr. durch Eupalinos für Polykrates gebauten Tunnel auf Samos hat das Gegenort-Verfahren seine Anwendung gefunden. Beide Bauwerke sind erfolgreich beendet worden, aber die Betrachtung der Linienführung durch den



Berg zeigt, dass nur nach mehrmaligen Richtungsänderungen im Berg ein Durchschlag erfolgen konnte.

Ein wesentliches Merkmal dieser Linienführungen ist, dass man im Vortrieb jeweils eines Stollens dieser Tunnel einen sichelförmigen Bogen beschrieben hat, der dann vom geradeaus vorgetriebenen jeweiligen Gegenstollen zwangsläufig getroffen werden musste. Mit Tunnelängen von 537 Meter (Hezekiah) und 1036 Meter (Eupalinos) zählen diese Bauwerke zu den Großtaten der Technikgeschichte, und ihren Baumeistern ist ein hohes Maß an Genialität zu bescheinigen.

Ebenfalls im Gegenort ist um 150 n. Chr. ein Tunnel für die Wasserversorgung des römischen Saldae (heute Bejaïa/Algerien) gebaut worden. Der mit der Trassierung beauftragte *librator* Nonius Datus hat einen Bericht über seine Arbeiten angefertigt und in Stein hauen lassen (Abb. 12). Wir besitzen deshalb ein hochkarätiges zeitgenössisches Dokument zu diesem Sektor der antiken Ingenieurvermessung.

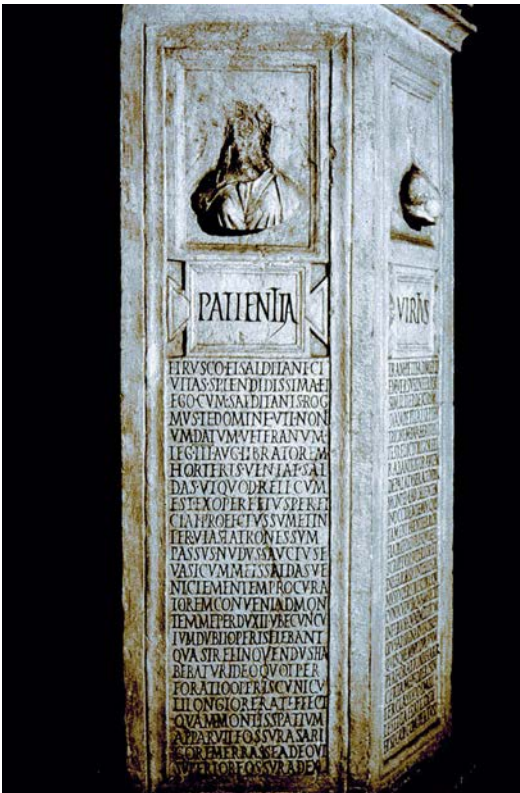


Abb. 12: Stein des Nonius Datus mit der Beschreibung eines Tunnelbaus um 150 n. Chr.

Der Inschrift zufolge war der von Nonius Datus über den Berg abgesteckte Tunnelverlauf von den Bauleuten unter Tage nicht eingehalten worden, und die Bürger Saldae „*klagten (deshalb) verzweifelt, den Tunnelbau dieses mißlungenen Bauwerkes aufgeben zu müssen, weil der Vortrieb der beiden Stollen bereits länger ausgeführt war, als der Berg breit war*“.

Der versierte Praktiker Nonius Datus stellte bei einem zweiten Aufenthalt in Saldae den im Vortrieb gemachten Fehler fest, glich ihn durch eine bauliche Korrektur aus, und die Wasserversorgung Saldae konnte in Betrieb genommen werden.

Die vorgenannten Beispiele legen die Schwierigkeiten des Tunnelbaues im Gegenort offen und zeigen, dass nur die besten Ingenieure in der Lage waren, derartige Bauwerke zu planen und zu bauen. Nonius Datus nennt in seiner Inschrift noch die Tugenden, die den antiken Tunnelbauern abverlangt wurden, denn er hat seine Inschrift unter die Schlagworte „*Patientia – Virtus – Spes*“ (Geduld, Tatkraft und Zuversicht) gestellt.

Andere Baumeister haben derartige Probleme durch die Anwendung eines zweiten Bauverfahrens weitgehend vermieden. Aus dem alten Persien kannte man das im Qanatbau angewendete Verfahren des Stollenvortriebs von senkrechten Schächten aus. Dieses Verfahren wurde (und wird mancherorten auch heute noch) zur Wasserversorgung der Oasen angewendet, wenn es nämlich galt, von den Siedlungsplätzen entfernt liegende unterirdische Wasservorkommen anzuzapfen. Diese wurden durch einen Versuchsschacht erst einmal festgestellt, wonach ein Tunnel in seine Richtung vorzutreiben war. Dieser Tunnel wurde von einer Kette eng beieinanderliegender Schächte, die man bis zu einer notwendigen Tiefe abgeteuft hatte, abschnittsweise unterirdisch miteinander verbunden, indem man sich jeweils bis zu den benachbarten Schächten vorarbeitete.

Bei diesem Verfahren wurden also kleine Tunnelbaulose miteinander verbunden, wobei es der wesentlichste Faktor war, dass man die Generalrichtung des Qanats auf nur kurze Teilstrecken nach unter Tage übertragen und einhalten musste. Dieses Qanat-Verfahren ist dann auch von den Etruskern übernommen worden, die um 500 v. Chr. den Tunnel zur Entwässerung des Ariccia-Kessels in den Albaner Bergen nach diesem Vorbild gebaut haben.

Etruskische Baumeister waren später die Paten der römischen Ingenieure, die am Albaner See, am Nemi-See und vor allen Dingen am Fuciner See zwecks Absenkung der Wasserspiegel noch weitere großartige Tunnel gebaut haben.

Die Tunnelbauten der römische Zeitstellung in Deutschland haben sämtlich der Wasserversorgung gedient und sind nach dem Qanat-Verfahren gebaut worden. Dabei nahmen die Stollen im Laacher Gebiet die anfangs beschriebene Sonderstellung ein. Größere Bauwerke sind bekannt aus Saarbrücken (Halberg-Tunnel) und Brey bei Koblenz.

In Brey (Abb. 13) ist ein Teilstück des Tunnels durch einen der antiken Bauschächte heute zugänglich gemacht und zu besichtigen. Die auf der Sohle verlegte Wasserleitung führt heute noch Wasser, ohne dass festzustellen wäre, woher und wohin das Wasser fließt; lediglich die

Fließrichtung und die Fließgeschwindigkeit sind im Tunnel festzustellen.

Der Tunnel durch den Drover Berg (Abb. 14) zwischen dem Heiligen Pütz bei Drove und Soller (Kreis Düren/Rheinland) diente vermutlich der Wasserversorgung einer reichen römischen Villa. Der 1660 Meter lange Tunnel liegt unter einem Truppenübungsplatz bis zu 26 Meter tief. Sein Verlauf ist anhand der von den Römern wiederverfüllten Bauschächte zu verfolgen, da das Füllmaterial zusammengesackt ist und an der Erdoberfläche trichterförmige Löcher zurückgeblieben sind (Abb. 15). Wie an einer Schnur aufgereihter Perlen zieht sich im Luftbild die Linie dieser Trichter über den Berg, allerdings sind inzwischen die meisten von ihnen durch den Betrieb von Kettenfahrzeugen zerstört worden; ihre Restbestände sind im Zuge der archäologischen Untersuchung von 1981 topographisch aufgenommen worden.



Abb. 13: Brey bei Koblenz, Aquäduktunnel.



Abb. 14: Düren, Wasserleitung im Aquäduktunnel durch den Drover Berg.



Abb. 15: Düren, Mit Ton verfüllter Bauschacht des Drover Berg-Tunnels.

Dabei zeigte sich der Pragmatismus römischer Ingenieure noch einmal sehr deutlich. Schon aus der Nonius Datus-Inschrift wissen wir, dass Spezialisten für den Tunnelbau beim Militär entliehen werden mussten, da diese Bauform viel zu selten angewendet wurde, um auch im Zivilbereich die notwendigen Fachingenieure bereitzuhalten. Deshalb ersannen sich die Fachleute eine Trassierungsmethode, die es ihnen erlaubte, nach der Absteckung der Festpunkte für die Anlage der Bauschächte die Aufsicht über den weiteren Baubetrieb den örtlichen „Polieren“ zu überlassen. Sie steckten dazu den Abstand der Bauschächte genau so weit auseinander ab, wie die jeweiligen Bauschächte tief werden sollten. Damit waren die Maßvorgaben klar vorgegeben und größere Fehlerquellen von vorneherein ausgeschaltet. Beim Drover Berg-Tunnel ließ sich dieses Verfahren nachweisen: die Schachtabstände nahmen im ansteigenden Berg- hang zu und erreichten auf der Höhe ihre größten Werte, um dann in der absteigenden Hanglage hinter dem Berg zum Tunnelausgang wieder abzunehmen. Demzufolge liegen die Abstände auf der Höhe des Drover Berges 26 m auseinander – genau so weit wie die Tiefe der Tunnelbauschächte an dieser Stelle errechnet wurde.

Mit Fug und Recht kann man die Tunnelbauten zu den großartigsten Ingenieurleistungen der Antike zählen. In nachrömischer Zeit sollte es erst mit dem Aufblühen der Bergbautätigkeit im hohen Mittelalter wieder möglich werden, an die Leistungen der Antike anzuschließen. Ein Tunnelbauwerk des Mittelalters in Deutschland ist der Mitte des 12. Jahrhunderts am Laacher See gebaute 880 Meter lange „Fulbert-Stollen“. Erst 1997 wurde ein weiterer mittelalterlicher Tunnel wiederentdeckt, der der Wasserversorgung der Burg Blankenheim in der Eifel gedient hat.

## Druckleitungsstrecken

Abgesehen von den Druckleitungen im innerstädtischen Versorgungsnetz konnte es auch im Verlauf einer Fernwasserleitung durchaus zweckmäßig sein, ein Teilstück der Trasse als Siphon (Düker) anzulegen. Betrachten wir die bekannten Druckleitungsstrecken bei Pergamon, Aspendos und Patara (Türkei), Lyon (Frankreich) und Almuñécar (Spanien), dann wird deutlich, dass eine solche Einrichtung ab einer bestimmten Tiefe und Breite des zu durchquerenden Taleinschnittes wirtschaftlich war. Diese Grenze der Wirtschaftlichkeit von Aquäduktbrücken war im Höhenbereich von 40 bis 50 Meter erreicht und bei einer Talbreite, die etwa im Kilometerbereich lag.

Vitruv beschreibt auch dieses Spezialproblem im Wasserleitungsbau im achten seiner zehn Bücher über Architektur schon recht anschaulich: „Sind aber ausgedehnte Täler da, dann wird man die Leitung am Abhang entlang herabführen. Wenn man ins Tal gekommen ist, wird ein so hoher Unterbau aufgeführt, dass die Leitung eine möglichst lange Strecke die gleiche Niveauhöhe hat. Dies aber wird der ‚Bauch‘ sein, den die Griechen *Koilia* nennen. Kommt dann die Leitung an die andere ansteigende Seite, dann schwillt das Wasser infolge des langen Zwischenraumes, den der Bauch bildet, leicht an und dürfte wohl zum Kamm der Höhe hinaufgedrückt werden.“

Die bei Vitruv schon im 1. Jahrhundert v. Chr. nachzulesende Beschreibung können wir in den oben angeführten Bauwerken detailgetreu wiederfinden. Einfach gesagt wird bei diesem Verfahren die Höhenlage der Talüberquerung weitmöglichst talwärts verlegt und dort als Brückenbauwerk üblichen Zuschnitts errichtet. Zu einer solcher Siphonbrücke führt von der auf der bergseitigen Talkante ankommenden Freispiegelleitung eine Rampe hinunter, und jenseits des Tales steigt nach dem Ende der Siphonbrücke eine Rampe wieder bergan, um im Gegenhang wieder knapp die Ausgangshöhe zu erreichen. Dieses Bauwerk ist die Substruktion für die eigentliche Druckleitung, die auf diesem Baukörper in Form von Stein-, Blei- oder Tonrohren verlegt wird. Am Beginn und am Ende des Siphons waren Freispiegelbecken installiert, in denen der Übergang von der Rinne in die Rohrstrecke und umgekehrt stattfand.

Betrachten wir drei nach dem verwendeten Rohrmaterial unterschiedliche Druckleitungsstrecken näher, so wird beim Beispiel der Leitung

für Aspendos noch ein zusätzliches Problem offenbar: Hier finden wir nicht nur die technische Einrichtung von Rampen und „Bauch“, sondern ein zusätzliches Bauelement an zwei Stellen in der Druckleitungsstrecke, in denen die Trasse auch noch seitlich abknickt. In diesen horizontalen Knickpunkten sah man offenbar die gleiche Gefahr wie in dem von Vitruv beschriebenen „Knie“ und hat an diesen Stellen zur Druckminderung Leitungstürme (*Colliquariae*) angelegt:

*„Wenn aber kein Bauch in den Talniederungen angelegt und kein waagerechter Unterbau hergestellt ist, sondern ein Knie, dann wird das Wasser durchbrechen und die Verbindungsfugen der Röhren sprengen. Auch muß man in dem Bauch Kolliquarien anlegen, damit durch sie der Luftdruck gemindert wird.“*

In Aspendos setzen zwei solcher Leitungstürme noch heute ganz besondere Akzente in der Landschaft (Abb. 16). Die aus den Bergen kommende Wasserleitung quert die breite Talenke vor dem Erreichen des Stadtberges als Druckleitung, und in den beiden Knickpunkten im Verlauf dieser Strecke wird das Wasser auf Rampen zu einem Freispiegelbecken hinauf – und danach in den nächsten Abschnitt des Siphons wieder hinabgeführt. Anschließend an den ersten Leitungsturm verläuft die Druckleitung auf einer niedrigen horizontalen Brücke, eben dem Vitruvschen „Bauch“, um im nächsten Knickpunkt wieder auf einen solchen Turm geführt zu werden. Der dritte tiefliegende Druckleitungsabschnitt führt dann wiederum zum Ende einer Rampe, die nun in Versorgungshöhe am Stadtrand liegt.

Von der eigentlichen wasserführenden Druckleitung ist in Aspendos *in situ* nichts mehr zu finden, die ehemals verwendeten Steinrohre liegen in der Umgebung verstreut oder sind in einer mittelalterlichen Straßenbrücke als Baumaterial wiederverwendet worden. Es handelt sich um aus Steinblöcken mit quadratischem Querschnitt herausgearbeitete Rohre, die mit Muffen zur gegenseitigen Verbindung versehen waren. In den Bergen bei Patara, ebenfalls in der Türkei gelegen, ist eine solche Stein-Druckrohrleitung noch in ihrer ursprünglichen Lage zu finden (Abb. 17).

Die vier auf das antike Lugdunum/Lyon (Frankreich) zuführenden Leitungen besitzen

alle jeweils mindestens eine große Siphonstrecke in ihrem Verlauf, eine davon sogar wie in Aspendos durch einen Leitungsturm (Les Tourillons) unterbrochen. Anders aber die verwendeten Materialien: hier führen von den Einlaufbecken nebeneinander verlegte Bleirohre auf den Rampen durch das Tal.

Im Beispiel der Gier-Leitung durch das Yzeron-Tal waren zehn solcher Rohrleitungen nebeneinander in einem starken Mörtelpaket verlegt. Beeindruckend sind auch die technischen Daten dieser Talüberquerung: Länge der verrohrten Strecke: 2600 Meter, Tiefgang: 123 Meter; der Auslauf liegt 9,20 Meter tiefer als der Einlauf. Auch die Lyoner Düker weisen die von Vitruv geforderten horizontalen Strecken zwischen den Fußpunkten der jeweiligen Rampen auf, sie bilden im Talgrund die eigentlichen Brücken über den Gewässern. Die Yzeron-Siphonbrücke ist immerhin noch 269 Meter lang und führt auf 30 Bogenstellungen in 17,40 Meter Höhe das Wasser über den Fluss.

Auf die in Lyon ehemals verwendeten Bleirohre kann allerdings nur noch aus dem restlichen Baubefund geschlossen werden, denn auch dieses Material war in nachrömischer Zeit ein begehrter Grundstoff für eine sekundäre Verwendung. Rechnen wir das für den Yzeron-Siphon verwendete Blei einmal zusammen, so kommen wir bei  $10 \times 2,6$  Kilometer auf eine Gesamtlänge von 26 Kilometer Bleirohr, was einer Menge von 2000 Tonnen Blei entspricht.

Wegen der Verschiedenheit im verwendeten Material sei noch eine weitere Druckrohrleitung aus römischer Zeit angeführt. Nach Vitruv war dies das preiswerteste Verfahren, einen Düker zu bauen: *„Will man aber mit weniger Kosten (eine Wasserleitung anlegen), muß man folgendermaßen verfahren: Man stelle Röhren aus dichtem Ton her, nicht weniger als zwei Zoll stark, aber so, dass sich diese Röhren an einem Ende zu einer Zunge verjüngen, so dass die eine Röhre in die andere hineingehen und hineinpassen kann. Ihre Fugen aber sind mit ungelöschtem Kalk, der mit Öl unterzoogen ist, zu verstreichen.“*

Reste einer solchen Druckrohrleitung finden wir in Almuñécar, südlich von Granada (Spanien). Die Technik der Anlage entspricht der zuvor beschriebenen, lediglich das Material der Rohre besteht in diesem Falle aus Ton.



Abb. 16: Aspendos (Türkei), 40 m hoher Turm zur Druckentlastung einer Druckleitung.



Abb. 17: Patara (Türkei), Steineröhre einer Druckleitung.

### Kleinbauwerke (Einstiegsschächte, Sammelbecken, Tosbecken, Absetzbecken)

Zum Betrieb einer großen Fernwasserleitung waren zwischen der Wasserfassung und der innerstädtischen Wasserverteilung einige technische Einrichtungen erforderlich, die neben den großen Brücken und Tunneln durchaus auch Erwähnung finden müssen: die Kleinbauwerke. Der mit begehbarem Querschnitt ausgestattete Kanal musste zum Zwecke der Revision natürlich nicht von einem Ende bis zum anderen begangen werden, sondern dazu waren in bestimmten Streckenabschnitten Einstiegmöglichkeiten angelegt worden. Im Verlauf der Eifelwasserleitung nach Köln sind rund ein Dutzend solcher Einstiegsschächte gefunden worden, die in manchen Abschnitten dicht beieinanderliegen, woanders aber nur vereinzelt angetroffen worden sind.

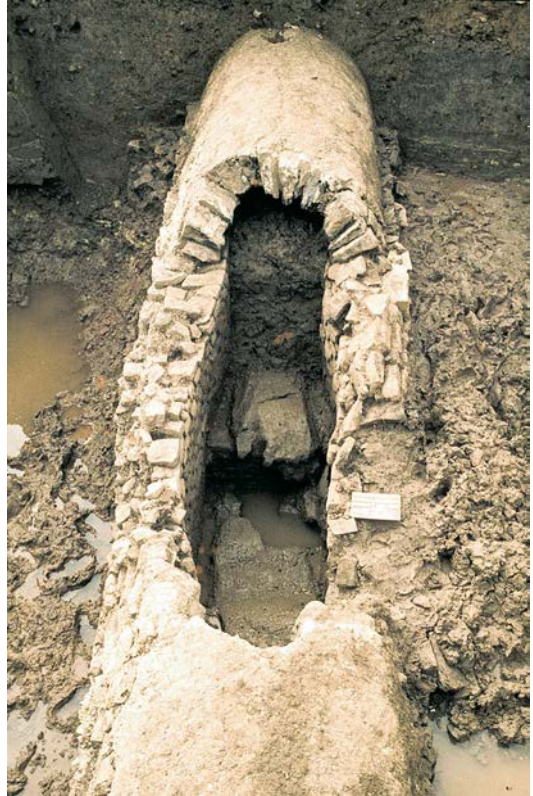
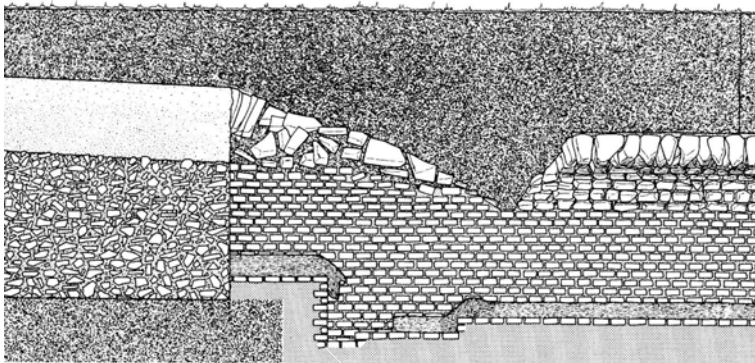


Abb. 18 Eifelwasserleitung nach Köln, Tosbecken zum Höhenausgleich in einer Bauosgrenze einer Fernwasserleitung bei Mechernich-Lessenich.



Fließrichtung →

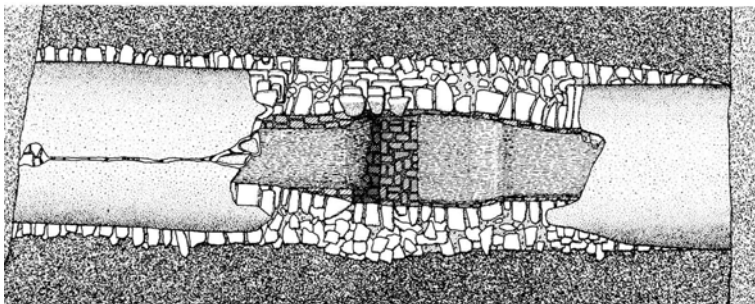


Abb. 19: Eifelwasserleitung nach Köln, Tosbecken zum Höhenausgleich in einer Bauosgrenze einer Fernwasserleitung bei Mechernich-Lessenich.

Die Schächte haben als Querschnitt die lichte Weite des unterirdischen Kanals, denn dessen Seitenwangen sind im Schacht bündig hochgezogen. Die Aussparung im Gewölbe ist sauber gesetzt, darauf sitzen die beiden quer zum Leitungsverlauf angeordneten Schachtwände. Dieser kaminartige Aufsatz des Kanals reichte auch nach der Abdeckung der Leitung noch über das Erdreich hinaus. Ein vollständiger Einstiegschacht ist zwar nirgends gefunden worden, aber anzunehmen ist, dass sie ehemals bis in Brusthöhe aufrecht standen und mit Steinplatten abgedeckt waren. Durch derartige Einstiege war also die Möglichkeit zur Revision des Leitungsinners gegeben. Ein Mann des Wartungspersonals konnte in bestimmten zeitlichen Abständen einsteigen und im Kanalinnern dessen einwandfreien Zustand überprüfen. Störungsmöglichkeiten waren durchaus gegeben, denn durch Erdrutsche oder kleine Beben konnte das Mauerwerk geborsten sein, ohne dass der Schaden sich obertägig angezeigt hat. Es konnten aber auch Fremdkörper in die Rinne gelangt sein: In Euskirchen-Kreuzweingarten fanden sich bei einer Ausgrabung im Kanal stark versinterete Baumwurzeln, die den Abfluss des Wassers natürlich behindert hatten.

Ein Problem für sich war die Versinterung des Kanalgerinnes. Die Vorliebe der Römer für kalkhaltiges Wasser hatte zwangsläufig den Nachteil, dass sich ein Teil des Kalkgehaltes während des Transportes auf der Sohle und an den Wangen niederschlug. Im Laufe der Zeit bildete sich eine dicke Schicht von Kalksinter, die den Querschnitt der Leitungen immer mehr einengte.

Beispiele für die Leitungsversinterung finden sich überall dort, wo kalkhaltiges Wasser transportiert worden ist. Wer beispielsweise den Pont du Gard bei Nîmes (Frankreich) einmal besucht und in der Kanalrinne die Brücke passiert hat, der ist dort auf einer mächtigen Sinterschicht gegangen, die auch die Wangen noch hoch bedeckt.

In Punkten der Zusammenführung zweier Leitungsstränge hätte es zu hydraulischen Problemen kommen können. Um einen Rückstau in einem der Kanäle zu vermeiden, ließ man entweder beide Trassen nicht höhengleich aufeinanderstoßen oder baute ein regelrechtes Sammelbecken. Ein solches wurde 1960 in Mechernich-Eiserfey ausgegraben und ist seit 2005 wieder zugänglich (Abb. 20).

Ein wichtiges Element im Zuge einer römischen Fernwasserleitung war die Reinigung des Wassers auch von den darin befindlichen Schweb-

stoffen. Dieser Wasserklärung dienten kurz vor den Städten im Leitungsverlauf installierte Absetzbecken. Das Funktionsprinzip ist einfach, denn in einem solchen Absetzbecken wird der Durchfluss verlangsamt, das Wasser kann sich etwas beruhigen, und Fremdkörper können sich absetzen.

An verschiedenen Orten haben sich Absetzbecken noch hervorragend erhalten, so bei Metz und Segovia (Spanien). Diese Bauwerke hatten in der Regel noch eine zweite Funktion zu erfüllen, nämlich die eines Ableitungsbeckens vor einem obertägigen Bauwerk. In Metz liegt das Absetzbecken im Hang direkt vor der großen Aquäduktbrücke über die Mosel und in Köln am Anfang der ehemaligen Hochleitung im Verlauf der ersten Fernwasserleitung der Römerstadt aus dem Vorgebirge (Abb. 21). In beiden Fällen war durch einen seitlichen Überlauf im Becken neben der Klärfunktion zusätzlich noch die Möglichkeit gegeben, das Wasser vor den Brücken abzuleiten, um diese anfälligen Bauwerke für Reparaturarbeiten trockenlegen zu können.

Auch in Segovia hat es einer solchen Einrichtung bedurft, sie ist dort aber nicht im Absetzbecken untergebracht, sondern als eigenständiges Ableitungsbecken direkt vor der großen Aquäduktbrücke.



**Abb. 20:** Eifelwasserleitung nach Köln, Sammelbecken im Schnittpunkt zwei Leitungsarme bei Mechernich-Eiserfey.



**Abb. 21:** Eifelwasserleitung nach Köln, Absetzbecken zur Klärung des Wassers vor der Stadt im Kölner Grüngürtel.

## Innerstädtische Wasserverteilung und Abwasserentsorgung

Mit dem Erreichen der Stadtmauer begann ein neuer Abschnitt in der Wasserversorgung einer römischen Stadt. Hier musste das Wasser gesammelt, notfalls auch gespeichert werden. Dann musste es auf die verschiedenen Stadtteile verteilt werden und dort unterverteilt werden zu den städtischen Laufbrunnen, den öffentlichen Bade- und Toilettenanlagen sowie an die Haushaltungen, die sich einen privaten Wasseranschluss leisten konnten.

Wo anders ließe sich die Technik einer innerstädtischen Wasserverteilung besser nachvollziehen als in einer Stadt, deren antiker Zustand gleichsam in einer Momentaufnahme versiegelt worden ist – so wie es beim Ausbruch des Vesuvs am 24. August 79 n. Chr. mit der zu seinen Füßen liegenden Stadt Pompeji geschah. Die Ausgrabungen der letzten Jahrzehnte brachten auch die komplette Wasserversorgung der Stadt wieder an das Tageslicht.

## Wasserspeicher

Im Normalfall durchstieß die Wasserleitung die Stadtmauer in einer Höhe, die innerhalb der Stadt einen ausreichenden Druck für die Weiterverteilung in einem Drucknetz bereitstellen ließ. Dort, wo es notwendig war, füllte sie einen Behälter, wodurch eine gewisse Wasserbevorratung auch in wasserarmen Zeiten möglich war. Derartige Endspeicher können Größen aufweisen, die uns allein von ihren Dimensionen her heute noch stark beeindrucken.

Der Speicher am Endpunkt der 132 Kilometer langen Wasserleitung vom Djebel Zaghouan nach Karthago (Tunesien) hatte bei einer Grundfläche von  $39 \times 155$  Metern ein Fassungsvermögen von rund 30 000 Kubikmetern. Das dokumentiert natürlich einmal mehr die besonderen Verhältnisse der Wasserversorgung in den südlichen Provinzen des römischen Weltreiches. Eine einzigartige Zweckentfremdung hat übrigens der antike Wasserbehälter von Tabarka (Tunesien) erfahren: Er wurde nach seiner Außerbetriebnahme zur Kirche umfunktioniert. Und wenn man sich das Innere dieses Bauwerkes anschaut, wird man feststellen, dass dazu kaum bauliche Veränderungen vorzunehmen waren.

Ein solcher Eindruck ist in vortrefflicher Weise auch im gerade restaurierten Wasserbehälter „Piscina Mirabilis“ in Bacoli am Kap Misenum (Golf von Neapel) zu gewinnen. 48 Pfeiler tragen die

Gewölbe der fünf Längs- und 13 Querschiffe dieser  $72 \times 26$  Meter messenden Halle.

## Wasserverteiler und Wassernutzung

Innerhalb der Städte war das Wasser dann in einem Drucknetz zu verteilen. Vitruv spricht zwar auch dieses Problem an, aber sein Vorschlag von einer „sozialen“ Wasserverteilung, die im Falle der Wasserknappheit nacheinander die privaten Haushalte, dann die Thermen und zuletzt die öffentlichen Brunnen trockenlegen würde, hat sich bisher an keinem Ort nachweisen lassen. So sind wir für die Rekonstruktion dieses Verfahrens auch hier auf die archäologische Befundlage angewiesen.

Der Hauptverteiler von Nîmes (Frankreich) gibt uns einen anschaulichen Einblick in das Verteilersystem dieser Stadt (Abb. 22). Das aus der Fernwasserleitung von Uzès kommende Wasser fließt in ein kreisrundes Becken von etwa 6 Meter Durchmesser, von dem drei Leitungen im Boden und zehn im Beckenrand abzweigen



Abb. 22: Nîmes (Frankreich), Wasserverteiler.

In Pompeji können vom Hauptverteiler aus drei verschiedene Druckleitungsnetze gespeist werden. Die Wasserleitung erreicht am Vesuv-Tor die Stadt, also an ihrer höchsten Erhebung, dadurch war ein ausreichender Druck für die Verteilung vorhanden. Im Hauptverteiler war der Zufluss zu den einzelnen Druckleitungssträngen mittels Schützen abzusperrbar; davor angeordnete Rechen hielten Fremdkörper zurück, die das Röhrennetz hätten verstopfen können.

Die von hier ausgehenden drei Hauptleitungen verteilten das Wasser über die Stadt, wobei aber noch einmal Verteilertürme zwischengeschaltet waren. Diese Türme waren ein ganz wesentliches Element im Stadtbild einer antiken Stadt. In Pompeji findet man sie heute noch an vielen



Straßenkreuzungen sinnvoll über das Stadtgebiet verteilt. Es handelt sich um rund 5 Meter hohe, aufgemauerte Pfeiler, die auf ihrer Krone ein kleines Freispiegelbecken ragen. Diesem wurde von einem der drei Hauptstränge über eine Steigleitung das Wasser zugeführt. Die von hier abgehenden, kleiner dimensionierten Leitungsrohre verteilten das Wasser im angeschlossenen Stadtbezirk weiter. Der nächste Laufbrunnen lag meist direkt zu Füßen eines Verteilerturmes. In Pompeji sind die bisher gefundenen 40 Laufbrunnen in einer Dichte über das Stadtgebiet verteilt, dass jeder Bewohner nicht mehr als 50 Meter zu einer öffentlichen Wasserstelle zu gehen hatte.

Da öffentliche Brunnen nicht abzusperrten waren, also ständig Wasser überfloss, waren diese Brunnen auch ein wesentlicher Faktor für das Klima der Stadt: Das Überlaufwasser sorgte für eine stete Durchspülung der Straßen und Kanäle, wodurch die Straßen vom Kehrlicht saubergehalten und die Luft von üblen Gerüchen freigehalten wurden.

Zu den Hauptwasserverbrauchern zählten die Thermen. Diese großen Badeanlagen, die selbst in den entlegensten Provinzen zum täglichen Leben der Römer gehörten, benötigten einen ständigen Wasserzufluss zum Betrieb der kalten und warmen Bäder. Auch die Abortanlagen hatten eine dauernde Durchspülung eine Form der Hygiene, die manchen Krankheitsherd von vornherein ausschaltete und die in nachrömischer Zeit erst in unseren Tagen wieder erreicht worden ist. Dass es sich bei den Toiletten um gemeinschaftliche Anlagen gehandelt hat, die gleichzeitig von mehreren Personen benutzt werden konnten, mag man durchaus noch der positiven Seite der römischen Lebensweise zurechnen; in fernsehloser Zeit konnte hier jedenfalls ein wesentlicher Teil der täglichen Kommunikation stattfinden.

Die reichen Haushalte hatten in Pompeji einen privaten Wasseranschluss. Eindrucksvolle Reste davon sind im so genannten „Haus der Vettier“ und an einigen Nachbarhäusern zu sehen. Hier wird die komplette Arbeit eines antiken Installateurs offenbar. In den freiliegenden Bleileitungen, die die Brunnen im Peristyl, aber auch die Hausanschlüsse im Obergeschoss versorgten, sind die Hausverteiler ebenso zu sehen wie die verschiedenen Armaturen, um einzelne Zapfstellen zu- oder abschalten zu können.

## Abwasser

Mit dem regen Verbrauch des Wassers war das Leben zwar wesentlich angenehmer zu gestalten gewesen, aber da das Wasser dabei nicht vernichtet wurde, trat als Folgeerscheinung zwangsläufig das nächste Problem auf: die Abwasserbeseitigung. Im römischen Köln lässt sich nachvollziehen, dass dieses Problem bereits in der Konzeption zur Anlage der Stadt berücksichtigt worden war. Zugleich mit dem Ausbau des Straßennetzes der im Jahre 50 n. Chr. gegründeten COLONIA CLAUDIA ARA AGRIPPINENSIS (CCAA) ist auch das Kanalnetz gebaut worden.

Auch in Rom ist ein solcher Einblick in die antike „Unterwelt“ heute noch möglich. Nahe der Tiberinsel mündet die *Cloaca maxima*, der Hauptkanal der römischen Stadtentwässerung, in den Fluss. Dieser Kanal ist zudem ein Mosaikstein bei der Betrachtung der Entwicklung dieser antiken Weltstadt. Seine Anfänge liegen vermutlich unter König Tarquinius Priscus um 500 v. Chr., als man damit beginnt, die Sümpfe zwischen den Hügeln der Stadt trockenzulegen. Vermutlich liegen diesem Kanal etruskische Vorbilder zugrunde. Der offen geführte Entwässerungsgraben folgte der Tallinie zum Tiber, wird später ausgebaut und überbaut und hat wegen dieser Entwicklung heute noch seinen windungsreichen Verlauf.

Diese zwei prächtigen Beispiele für städtische Kanalisationen mögen genügen, um aufzuzeigen, dass mit dem Ausbau einer Wasserversorgung zwangsläufig eine Entsorgung einhergehen musste. Es gehörte zum Standard des urbanen Lebens der römischen Epoche, mit gutem Trinkwasser versorgt zu sein – und auch von den Abwassern wieder befreit zu werden.

## Vermessungsmethoden beim Bau von Fernwasserleitungen

Wir wissen von der Tunnelbaustelle im Zuge der römischen Wasserleitung nach Saldae/Bejaia (Algerien), dass die Hauptrichtungsabsteckung von dem eigens von der Legion angeforderten Librator Nonius Datus durchgeführt worden ist. Nach seiner Abreise von der Baustelle haben nämlich die mit der Feinabsteckung während des Baubetriebes beauftragten Bauleute „Fehler über Fehler“ gemacht, für deren Ausgleich der Ingenieur eigens noch einmal anreisen musste. Eine derartige Arbeitsteilung im Verlauf der Errichtung eines Wasserleitungstunnels legt die Vermutung nahe, auch bei der Trassierung einer Fernwasserleitung habe ein mit entsprechendem

Gerät ausgerüsteter und speziell für derartige Arbeiten ausgebildeter Fachmann die Hauptabsteckung der Trasse mit dem Generalnivelement durchgeführt, wobei dann sicherlich auch in einem Zuge die Baulose eingeteilt worden sind. Dieses Generalnivelement wird mit dem genauesten zur Verfügung stehenden, also dem zeitgenössisch modernsten Instrumentarium durchgeführt worden sein – etwa dem bei Vitruv beschriebenen *Chorobat* (Abb. 23).

Der absteckende Ingenieur war natürlich darüber hinaus in der Lage, am Beginn eines jeden Bauloses das für diesen Abschnitt geplante Gefälle anzugeben, gegebenenfalls mittels zweier Messpföcke zu vermarken. Mit einer solchen Vorgabe war es dann durchaus möglich, dass die Bauleute das Gefälle der Kanalsohle innerhalb ihrer Baustelle selbstständig abgesteckt haben. Dazu war ein spezielles Gerät überhaupt nicht mehr er-

forderlich, denn das nunmehr gleichmäßige Gefälle innerhalb des Bauloses war auf einfachste Weise mittels „Austafeln“ abzustecken. Das „Austafeln“ ist im Kanalbau heute nur noch selten gebräuchlich und wird nach und nach durch mit Laserstrahlen ausgerüstete Instrumente abgelöst. Es werden dafür drei T-förmige Tafeln benutzt, deren Querbalken etwa in Brusthöhe angebracht sind. Zwei dieser Tafeln werden auf Holzpfählen aufgestellt, die als Festpunkte mit einem das geplante Gefälle bildenden Höhenunterschied vermarkt worden sind. Durch Peilung mit bloßem Auge werden nun die Oberkanten der beiden T verlängert, und auf der sich daraus ergebenden Gefällelinie wird die Oberkante des dritten T eingerichtet. Liegen also alle drei T auf einer optischen Gefällelinie, so kann am Fuß des dritten T ein Holzpfahl eingeschlagen werden, wodurch das Gefälle für einen weiteren Punkt der Trasse abgesteckt ist.

## Engentliche Fürreysung mancherley Instrument der Wasserragen vnd absehen der Veldmessung. Magst hierüber auch wol sehen die figur oben am 243. blat.

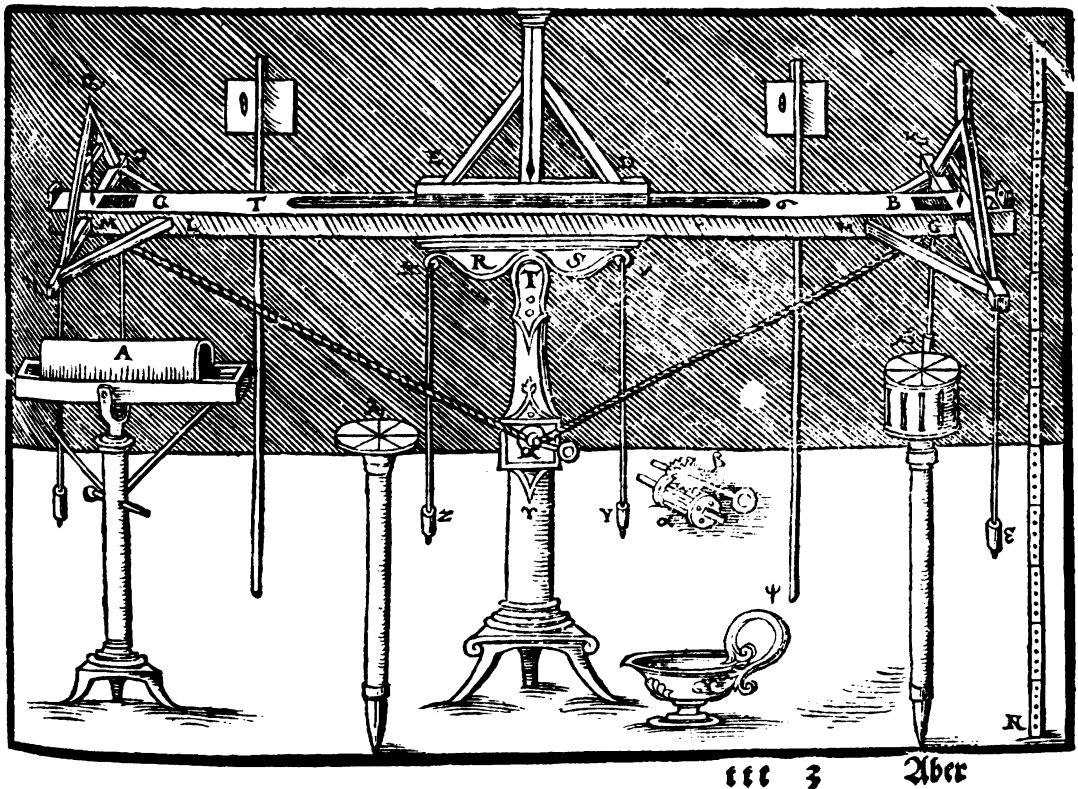


Abb. 23: Chorobates, römisches Nivelliergerät nach Vitruv, Rekonstruktionsversuch von W. Ryff.

Auf diese Weise fährt man mit fortschreitendem Baubetrieb auf der Trassenlinie eines Bauloses fort und kommt irgendwann zum Baulosende oder zum nächsten Festpunkt des Hauptnivelements. Diese fortschreitende Absteckung hatte aber genau das zur Folge, was uns heute an den Stoßstellen zweier Nivellementsabschnitte auffällt: Hier wurde nämlich die Summe der vielen kleinen, sich beim Austafeln fortpflanzenden (systematischen) Fehler offenkundig. Den Bauleuten muss dabei klar gewesen sein, dass sie im Anschlusspunkt keinesfalls zu tief ankommen durften; entsprechend vorsichtig, d. h. nach oben orientiert, werden sie sich beim Austafeln vorgearbeitet haben.

Die archäologischen Ergebnisse von Siga (Algerien) und Mechernich-Lessenich machen diese Vorgehensweise deutlich. In Siga ist das Austafeln des Gefälles im ersten von drei untersuchten Abschnitten offensichtlich gut gelungen, denn der Anschlusspunkt wurde höhengleich getroffen, und es konnte ohne Korrektur in den nächsten Abschnitt übergegangen werden. Beim Austafeln des zweiten Abschnitts hat sich dann ein Höhenfehler von 0,93 Meter summiert, der im Anschlusspunkt zum dritten Abschnitt offenkundig geworden ist. Eine Korrektur dieser Abweichung vom Sollwert hätte nun bedeutet, dass die Grabensohle des gesamten zweiten Abschnittes kontinuierlich tiefer zu legen gewesen wäre. Diese aufwändige Baukorrektur war aber nicht zwingend notwendig, da auch die fehlerhafte Absteckung noch mit einem genügend großen Gefälle versehen war. Man hat die zu einer baulichen Korrektur eigentlich notwendigen Erdarbeiten vermieden und statt dessen den dritten Abschnitt in der neu vorgegebenen Höhenlage begonnen. Für diesen Abschnitt war nun aber ein entsprechend verstärktes Gefälle abzustecken, um nach Möglichkeit den vorgegebenen Zwangspunkt am Ende dieses dritten Abschnittes wieder zu erreichen.

Es sei noch einmal erwähnt, dass diese Art der Feinabsteckung nicht unbedingt der Anwesenheit des Ingenieurs auf der Baustelle bedurft hat, sondern durchaus vom „Polier“ in eigener Verantwortung betrieben werden konnte. Siga ist nun ein Beispiel dafür, wie der am Ende der Austafelungsstrecke aufgetretene Fehler im anschließenden Gefälleabschnitt ausgeglichen werden konnte, da die gesamte Leitung von einem Bautrupp gebaut worden ist. Anders bei der Eifelwasserleitung nach Köln. Durch die Aufteilung der Gesamttrasse in verschiedene Baulose traf ein Bautrupp am Ende seines Leitungsabschnittes auf den Anfang

des jeweils nächsten Bauloses. Und da die Abschnitte immer von ihrem höchsten Punkt ausgehend ausgebaut worden sein müssen, traf man an der Abschnittsgrenze in manchem Falle wahrscheinlich auf den schon fertig errichteten Kanal des nächsten Bauloses. Ein Höhenfehler war also im Anschlussgefälle nicht mehr auszugleichen; statt dessen musste ein Höhenübergang aus dem zu hoch liegenden Kanal in den tiefer liegenden Anschluss des nächsten Bauloses eingebaut werden.

In Mechernich-Lessenich haben wir offensichtlich eine genau diesem Zweck dienende Einrichtung in Form eines kleinen Tosbeckens vor uns. Dieses Becken, an Stelle einer einfachen Höhenstufe in den Kanalverlauf eingeschaltet, bewirkte den Überlauf des Wassers von einem Abschnitt in den anderen, ohne dabei hydraulische Probleme zu verursachen (Abb. 18 und 19).

Neben einer exakten Feinabsteckung des Gefälles für den zu errichtenden Baugraben, bei der der Anschlusspunkt zum nächsten Abschnitt höhengleich getroffen werden musste, war im römischen Wasserleitungsbau nach unserer Erkenntnis also nur eine Art von Fehler zulässig: dann nämlich, wenn der Anschlusspunkt zu hoch erreicht wurde, das Gefälle also zu flach abgesteckt worden war. Lag dieser Fehler innerhalb einer noch akzeptablen Toleranzgrenze, so hat man es vermieden, die Grabensohle im gesamten Bauabschnitt noch einmal nachzuarbeiten, sondern hat den Fehler entweder durch Berücksichtigung im Anschlussgefälle ausgeglichen oder das Wasser mittels eines kleinen Kunstbauwerks in den tiefer gelegenen Anschlusskanal übergeleitet.

Wir sollten uns dabei auch die auf diese Weise eingesparte Menge von Erdreich und Fels vor Augen halten, die bei einem Nacharbeiten der Grabensohle noch zu bewegen gewesen wäre: Auf 1480 Metern hätte in einem 1,5 Meter breiten Graben ein Fehler von 0,93 Meter einen weiteren Aushub von rund 1000 Kubikmeter erforderlich gemacht. Diese gewaltige Zusatzarbeit erklärt vielleicht, warum man es vorgezogen hat, statt dessen nach Ersatzmaßnahmen zu suchen, die weniger Aufwand erfordert haben.

Nun haben die weiteren Forschungen der letzten Jahre auch bezüglich der Planung und Trassierung römischer Wasserleitungen neue Forschungsergebnisse gebracht. Dabei hat sich bestätigt, dass das Gefälle der Eifelwasserleitung nach der Methode des Austafelns abgesteckt worden sein muss. Mit dem Austafeln stand den

römischen Baumeistern zwar eine probate Methode der Gefälleabsteckung zur Verfügung (Abb. 24), diese hatte jedoch einen Nachteil. Beim Austafeln bewegt man sich nämlich nicht – wie beim geometrischen Nivellement – auf der Erdkrümmung, sondern auf der Tangente zur Erdkrümmung, und mit der Länge der ausgestafelten Strecke nahm die Auswirkung der Erdkrümmung auf die abgesteckte Höhe überproportional zu.

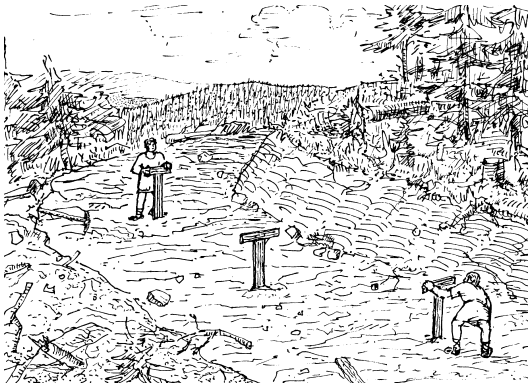


Abb. 24: Bei der Gefälleabsteckung nach der Methode des Austafelns werden die Einflüsse der Erdkrümmung nicht eliminiert.

Man musste also beim Zusammentreffen zweier Baulose mit dem Ende des oberen Bauloses zwangsläufig zu hoch auf das Anschlussbaulos treffen. Da im Falle der Eifelwasserleitung nun auch Streckenabschnitte ermittelt werden konnten, über die ein gleiches Gefälle angelegt wurde, kann auch die Auswirkung des Austafelns auf die Höhenabsteckung im Bereich der Baulose präzisiert werden.

Für das Baulos oberhalb des Lessenicher Tosbeckens lassen sich rund 30 cm Höhenabweichung errechnen, die durch die Auswirkung der Erdkrümmung auf das Absteckverfahren verursacht sind. Da wir in der Baulosgrenze von Mechernich-Lessenich einen Höhenversprung von 38 cm vorgefunden haben, sind diese 30 cm bei einer Fehlerbetrachtung folglich in Abzug zu bringen. Es bleibt also ein wesentlich kleinerer Messfehler festzustellen, als es der erste Anschein vermuten ließ. Dem römischen Baumeister ist also eine größtmögliche Präzision bei der Ausführung seines Bauwerkes zu bescheinigen.

Fassen wir zusammen: Der Absteckung von Hauptpunkten nach Lage und Höhe im Verlauf einer Wasserleitungstrasse hatten der Ausbau

einer Arbeitsterrasse und die Installation des Steinkanals zu folgen. Wir unterscheiden dabei zwei Arten des Trassenausbau. Bei relativ kurzen Fernwasserleitungen wurde der Kanal an der Wasserfassung beginnend in einem Zuge errichtet; das Gefälle errechnete sich in diesem Falle aus der Energiehöhe und der Trassenlänge.

Längere Leitungstrassen wurden aus baubetrieblichen Gründen in mehrere Baulose eingeteilt. Der Ausbau begann in jedem Baulos an dessen oberem Ende und folgte der Feinabsteckung des für den jeweiligen Gefälleabschnitt geplanten Gefälles. Dieses Sollgefälle hat zumeist ein rundes Maß betragen (etwa 0,3 Prozent = 3 römische Fuß auf 1000), welches am Anfang des jeweiligen Gefälleabschnittes sorgfältig in Festpunkten abgesteckt und vermarktet war. Die fortschreitende Gefälleübertragung erfolgte in beiden Fällen proportional, möglicherweise durch eine Methode, die man im Kanalbau mancherorts heute noch anwendet: das „Austafeln“. Eine vorsichtige Vorgehensweise bei dieser Art von Höhenübertragung hat dann verschiedentlich zu einem fehlerhaften (zu hohen) Höhenanschluss im nächsten Höhenfestpunkt der Trasse geführt. Ein Nacharbeiten der Baugrube war nicht nur unwirtschaftlich, sondern wegen eines fortgeschrittenen Baubetriebes in manchem Falle auch nicht mehr möglich; der Höhenausgleich musste also im Bereich der Stoßstelle vorgenommen werden.

Beim Trassenausbau in einem Zuge war das insofern unproblematisch, als man den Fehler ermitteln und im anschließenden Gefälleabschnitt berücksichtigen konnte. Für diese Vorgehensweise gibt uns die römische Wasserleitung von Siga (Algerien) ein Beispiel, denn ein in einem Höhenfestpunkt aufgetretener Fehler wurde durch ein vom Sollwert abweichendes Anschlussgefälle wieder ausgeglichen. War die gesamte Wasserleitungstrasse allerdings in mehrere Baulose aufgeteilt, so traf man am Ende eines Bauloses zwangsläufig auf den bereits fertiggestellten Anfang des anschließenden Bauloses. Bei der zuvor beschriebenen Art der Gefälleabsteckung hatte das zur Folge, dass wegen der Auswirkungen der Erdkrümmung auf diese Absteckmethode nicht zu vermeidenden Höhendifferenzen nur noch durch den Einbau einer Höhenstufe, bei größeren Abweichungen eines regelrechten Tosbeckens aufgehoben werden konnten. Beide Möglichkeiten sind im Zuge der Eifelwasserleitung zur Anwendung gekommen.

**Literatur**

- Th. Ashby:* The Aqueducts of Ancient Rome (Oxford 1935).
- C. Fernandez Casado:* Acueductos Romanos en España (Madrid 1972).
- C. Fensterbusch:* Vitruv, Zehn Bücher über Architektur (Darmstadt 1976).
- Frontinus-Gesellschaft (Hrsg.):* Wasserversorgung im antiken Rom (München, Wien 1982).
- Frontinus-Gesellschaft (Hrsg.):* Die Wasserversorgung antiker Städte (Mainz 1987).
- K. Grewe:* Der Fulbert-Stollen am Laacher See – eine Ingenieurleistung des hohen Mittelalters. Zeitschrift für Archäologie des Mittelalters 7, 1979, 107 und (Köln 1979).
- K. Grewe:* Über die Rekonstruktionsversuche des Chorobates. Allgemeine Vermessungsnachrichten 88, 1981, 205.
- K. Grewe:* Die römische Wasserleitung nach Almuñécar. Der Vermessungsingenieur 34, 1983, 217.
- K. Grewe:* Planung und Trassierung römischer Wasserleitungen (Wiesbaden 1985).
- K. Grewe:* Atlas der römischen Wasserleitungen nach Köln. Rheinische Ausgrabungen 26 (Köln 1986).
- K. Grewe:* Über den Nachweis von Baulosgrenzen im Verlauf römischer Wasserleitungen. Schriftenreihe der Frontinus-Gesellschaft 10, 1987, 53.
- K. Grewe:* Beispiele für das Überleben antiker Fernwasserleitungen in mittelalterlicher Zeit. Wasserbau in der Geschichte, Kolloquiumsbericht (Braunschweig 1987) 101–127.
- K. Grewe:* Der Römerkanal-Wanderweg (Düren 1988; <sup>2</sup>1990; <sup>3</sup>2005).
- K. Grewe:* Licht am Ende des Tunnels. Planung und Trassierung im antiken Tunnelbau. Ant. Welt, Sonderh. (Mainz 1998)

Bildnachweis: Alle Abbildungen vom Verfasser

**Anschrift des Verfassers**

**Dipl.-Ing. Dr. Klaus Grewe:** Landschaftsverband Rheinland / Rheinisches Amt für Bodendenkmalpflege; Endericher Str. 133; D-53115 Bonn; e-mail: k.grewe@lvr.de; www.klaus-grewe.de



## Vergleich zweier Berechnungsverfahren zur Gauß-Krüger Abbildung breiter Meridianstreifen

Peter Schuhr, Frankfurt am Main

### Zusammenfassung

Mit dem bevorstehenden Übergang von der Gauß-Krüger – zur UTM-Abbildung sind die lediglich für 3° breite Meridianstreifen entwickelten Formeln durch genauere zu ersetzen. Für diesen Zweck werden zwei leistungsfähige Algorithmen zur Hin- und Rücktransformation geographischer Koordinaten in Gauß-Krüger Koordinaten für sehr breite Meridianstreifen miteinander verglichen.

### Summary

The paper compares two powerful algorithms that transform geographical coordinates into UTM coordinates and the respective inverse algorithms.

### 1. Hintergrund

Die deutschen und österreichischen Gauß-Krüger Koordinaten werden künftig durch UTM-Koordinaten ersetzt. Damit ist ein Übergang von 3° auf 6° breite Meridianstreifen verbunden. Beiden Koordinatensystemen liegt das gleiche Abbildungsgesetz zugrunde. Darüber hinaus verwenden sie lediglich unterschiedliche Maßstabsfaktoren und additive Zuschläge. Deshalb wird hier nur die Gauß-Abbildung im engeren Sinne, d. h. die Abhängigkeit des auf den Bezugsmeridian bezogenen Rechtswertes  $y$  und des vom Äquator zählenden Hochwertes  $x$  von der geographischen Breite  $B$  und dem Längenunterschied  $\Delta L$  ohne Maßstabskorrektur, betrachtet.

Wegen der Verdoppelung des Abstandes vom Bezugsmeridian reichen die für 3° breite Streifen vorgesehenen Reihenentwicklungen und Näherungsformeln zur Berechnung von UTM-Koordinaten nicht mehr aus. Bretterbauer hat deshalb in dieser Zeitschrift vorgeschlagen, anstelle der Näherungsformeln von Hirvonen (BRETTERBAUER 1995) die Formeln von Krüger (BRETTERBAUER 2003) zu verwenden. Seine Berechnungen hat er mit einem Programm von Heindl kontrolliert. Da die Grundlagen des Kontrollprogramms unbekannt sind (BRETTERBAUER 2003), ist naturgemäß nicht völlig auszuschließen, daß Heindl und Bretterbauer die gleichen Formeln benutzt haben. Deshalb ist eine durchgreifende Kontrolle der Berechnungsgenauigkeit sinnvoll.

Dieser Beitrag enthält eine Zusammenstellung der Formeln des extrem genauen Berechnungsverfahrens von Klotz und dessen Nutzung für unabhängige Vergleichsberechnungen.

### 2. Algorithmus von Klotz

#### 2.1 Gauß-Abbildung

Bei der konformen Gauß-Abbildung  $(B, \Delta L) \rightarrow (y, x)$  von KLOTZ 1991 und 1993 (vgl. auch SCHUHR 1995) werden zuerst die vom aktuellen Ellipsoid mit den Halbachsen  $a$  und  $b$  abhängigen Konstanten

$$e = \sqrt{\frac{a^2 - b^2}{a^2}} \quad \text{und} \quad M_0 = a \cdot (1 - e^2) \quad (1)$$

sowie die Anfangswerte<sup>1)</sup>

$$\mathbf{w} = q + i \cdot \Delta L = \quad (2)$$

$$= \text{arth}(\sin B) - e \cdot \text{arth}(e \cdot \sin B) + i \cdot \Delta L,$$

$$\mathbf{b}_0 = \arcsin(\tanh \mathbf{w}), \quad (3)$$

$$x_1 = y_1 = 0 \quad \text{und} \quad d_0 = K_0 = 1 \quad (4)$$

angesetzt. Nach dem Iterationszyklus für  $n = 1, 2, 3, \dots$

$$d_n = d_{n-1} \cdot \frac{(2 \cdot (n-1) + 1) \cdot (2 \cdot (n-1) + 3)}{(2 \cdot (n-1) + 2)^2} \cdot e^2, \quad (5)$$

$$D_n = \sum_{k=1}^n d_k, \quad (6)$$

$$K_n = K_{n-1} \cdot \frac{2 \cdot (n-1) + 2}{2 \cdot (n-1) + 3}, \quad (7)$$

<sup>1)</sup> Die komplexen Variablen sind fett gedruckt

$$\mathbf{E}_n = \sum_{k=1}^n \left( d_k \cdot \sum_{l=0}^{k-1} K_l \cdot \sin^{2l} \mathbf{b}_{n-1} \right), \quad (8)$$

$$\mathbf{b}_n = \arcsin(\tanh(\mathbf{w} + e \cdot \operatorname{arth}(e \cdot \sin \mathbf{b}_{n-1}))) \quad (9)$$

und

$$\mathbf{z}_n = M0 \cdot (1 + D_n) \cdot \mathbf{b}_n - \frac{M0}{2} \cdot \sin(2\mathbf{b}_n) \cdot \mathbf{E}_n \quad (10)$$

$$= x_n + i \cdot y_n$$

bis  $|x_n - x_{n-1}| < 10^{-6}$  und  $|y_n - y_{n-1}| < 10^{-6}$  folgen die gesuchten Resultate zu

$$x = x_n \quad \text{und} \quad y = y_n. \quad (11)$$

## 2.2 Inverse Gauß-Abbildung

Zur Umkehrung  $(y, x) \rightarrow (B, \Delta L)$  werden (KLOTZ 1991 und 1993, vgl. auch SCHUHR 1995) neben den wiederum aus  $a$  und  $b$  resultierenden Konstanten (1) die Anfangswerte

$$\mathbf{z} = x + i \cdot y, \quad (12)$$

$$\mathbf{b}_0 = \frac{\mathbf{z}}{M0}, \quad (13)$$

$$d_0 = K_0 = 1 \quad \text{und} \quad B_0 = \Delta L_0 = 0 \quad (14)$$

angesetzt. Nach dem Iterationszyklus für  $n = 1, 2, 3 \dots$  mit (5) bis (8) sowie

$$\mathbf{b}_n = \frac{\mathbf{z}}{M0 \cdot (1 + D_n)} + \sin(2\mathbf{b}_{n-1}) \cdot \frac{\mathbf{E}_n}{2 \cdot (1 + D_n)}, \quad (15)$$

$$\mathbf{w}_n = \operatorname{arth}(\sin \mathbf{b}_n) - e \cdot \operatorname{arth}(e \cdot \sin \mathbf{b}_n) \quad (16)$$

$$= q_n + i \cdot \Delta L_n,$$

$$\varphi_0 = q_n, \quad (17)$$

der Iteration

$$\varphi_k = \arcsin(\tanh(q + e \cdot \operatorname{arth}(e \cdot \sin \varphi_{k-1}))) \quad (18)$$

für  $k = 1, 2, 3 \dots$  bis  $|\varphi_k - \varphi_{k-1}| < 10^{-12}$

und

$$B_n = \varphi_k \quad (19)$$

bis  $|B_n - B_{n-1}| < 10^{-12}$  und  $|\Delta L_n - \Delta L_{n-1}| < 10^{-12}$  folgen die gesuchten Resultate zu

$$B = B_n \quad \text{und} \quad \Delta L = \Delta L_n. \quad (20)$$

## 2.3 EDV-Programm

In einer problemorientierten Programmiersprache, die über komplexe Bibliotheksfunktionen verfügt, lassen sich kompakte Quellcodefunktionen zur Lösung der originären und inversen Gauß-Abbildung nach 2.1 und 2.2 formulieren. Eine derartige FORTRAN-SUBROUTINE ist in SCHUHR 1995 abgedruckt. Ein auf dem Algorithmus von Klotz basierendes Programm ist auch auf dem vom Verfasser betriebenen Server [gauss.fb1.fh-frankfurt.de/](http://gauss.fb1.fh-frankfurt.de/) zu benutzen.

## 3. Berechnungsergebnisse

Für die beiden von BRETTERBAUER 2003 ausgewählten Beispiele

■  $B = 48^\circ$  und  $\Delta L = 8^\circ$  sowie

■  $B = 48^\circ$  und  $\Delta L = 50^\circ$

ergeben sich für eine Berechnung nach Klotz und Krüger mit 6 Nachkommastellen die in den Tabellen 1 und 2 abgedruckten Resultate. Die inverse Berechnung mit den Formeln von Klotz führt im Rahmen der Berechnungsgenauigkeit auf die ursprünglichen Ausgangsdaten. Das ist ein deutliches Indiz für die Exaktheit des zugrunde liegenden Berechnungsverfahrens.

Mit den Formeln von Krüger ergeben sich für

■  $\Delta L = 8^\circ$  Abweichungen von 0.01 mm für  $y$  und  $x$  (Tabelle 1, oben) und

■  $\Delta L = 50^\circ$  Abweichungen von 0.3 mm in  $y$ - und 0.6 mm in  $x$ -Richtung (Tabelle 2, oben).

Bei der Umkehrung mit den  $y$ - und  $x$ -Werten der vorherigen Gauß-Abbildung nach Klotz sind die Abweichungen deutlich kleiner. Sie betragen nur bis zu  $(1.2 \cdot 10^{-9})^\circ$  (Tabellen 1 und 2, unten). Das entspricht lediglich ca 0.13 mm.

Eine weitere Vergleichsberechnung von Gauß-Abbildungen für  $B = 48^\circ$  und  $\Delta L = 15^\circ, 30^\circ, 45^\circ, 60^\circ$  bzw.  $75^\circ$  führt auf die in der Tabelle 3 abgedruckten Resultate. Die Abweichungen betragen bis zu

■ 0.1 mm für  $\Delta L = 30^\circ$  und

■ 0.5 mm für  $\Delta L = 45^\circ$ .

Erst darüber hinaus werden mm-Beträge erreicht.

Die Umkehrung mit den Klotz-Ergebnissen  $y$  und  $x$  ist wieder erheblich genauer (Tabelle 4). Die Differenzen sind alle kleiner als  $(3 \cdot 10^{-9})^\circ$  bzw. 0.3 mm.

Abbildung für $B = 48^\circ$ und $\Delta L = 8^\circ$ nach		
Klotz	$y = 596724.109615$	$x = 5348940.145629$
Krüger	$y = 596724.109603$	$x = 5348940.145621$
	$\Delta = 0.000012$	$\Delta = 0.000008$
Umkehrung mit $y$ und $x$ (Klotz-Resultate) nach		
Klotz	$B = 48.0000000000^\circ$	$\Delta L = 8.0000000001^\circ$
Krüger	$B = 47.9999999982^\circ$	$\Delta L = 8.0000000002^\circ$
	$\Delta = 0.00000000118^\circ$	$\Delta = -0.0000000001^\circ$

Tab. 1: Beispiel 1 von BRETTNERBAUER 2003

Abbildung für $B = 48^\circ$ und $\Delta L = 50^\circ$ nach		
Klotz	$y = 3617710.791314$	$x = 6649901.176674$
Krüger	$y = 3617710.791658$	$x = 6649901.176041$
	$\Delta = -0.000344$	$\Delta = 0.000633$
Umkehrung mit $y$ und $x$ (Klotz-Resultate) nach		
Klotz	$B = 48.0000000000^\circ$	$\Delta L = 50.0000000000^\circ$
Krüger	$B = 47.9999999993^\circ$	$\Delta L = 50.0000000015^\circ$
	$\Delta = 0.0000000007^\circ$	$\Delta = -0.0000000015^\circ$

Tab. 2: Beispiel 2 von BRETTNERBAUER 2003

$\Delta L$	nach Klotz	nach Krüger	Differenz
15°	$y = 1117784.1134$ $x = 5427815.7486$	$y = 1117784.1134$ $x = 5427815.7486$	0.0000 0.0000
30°	$y = 2223268.3647$ $x = 5770052.2140$	$y = 2223268.3647$ $x = 5770052.2139$	0.0000 0.0001
45°	$y = 3284859.7509$ $x = 6379494.9561$	$y = 3284859.7510$ $x = 6379494.9556$	-0.0001 0.0005
60°	$y = 4227161.0673$ $x = 7299651.6103$	$y = 4227161.0688$ $x = 7299651.6099$	-0.0015 0.0004
75°	$y = 4911361.6871$ $x = 8539469.0217$	$y = 4911361.6881$ $x = 8539469.0253$	-0.0010 -0.0036

Tab. 3: Gauß-Abbildungen für  $B = 48^\circ$

$\Delta L$	nach Klotz	nach Krüger	Differenz
15°	$B = 48.00000000^\circ$ $\Delta L = 15.00000000^\circ$	$B = 47.99999999^\circ$ $\Delta L = 15.00000000^\circ$	0.00000001° 0.00000000°
30°	$B = 48.00000000^\circ$ $\Delta L = 30.00000000^\circ$	$B = 47.99999999^\circ$ $\Delta L = 30.00000000^\circ$	0.00000001° 0.00000000°
45°	$B = 48.00000000^\circ$ $\Delta L = 45.00000000^\circ$	$B = 47.99999999^\circ$ $\Delta L = 45.00000000^\circ$	0.00000001° 0.00000000°
60°	$B = 48.00000000^\circ$ $\Delta L = 60.00000000^\circ$	$B = 48.00000000^\circ$ $\Delta L = 59.99999999^\circ$	0.00000000° 0.00000001°
75°	$B = 48.00000000^\circ$ $\Delta L = 75.00000000^\circ$	$B = 47.99999999^\circ$ $\Delta L = 74.99999997^\circ$	0.00000001° 0.00000003°

Tab. 4: Inverse Gauß-Abbildungen mit  $y$  und  $x$  nach Klotz aus Tabelle 3



#### 4. Ausblick

Die durchgeführten unabhängigen Vergleichsberechnungen belegen die hohe Leistungsfähigkeit der in BRETTERBAUER 2003 abgedruckten Formeln von Krüger. Die Berechnungsgenauigkeit beträgt immerhin 0.01 mm für 16° breite Meridianstreifen mit  $-8^\circ \leq \Delta L \leq +8^\circ$ . Für praktische Anwendungen zur UTM-Abbildung mit 6° breiten Meridianstreifen gilt  $-3^\circ \leq \Delta L \leq +3^\circ$ , und die Abweichungen vom Sollwert sind noch viel geringer.

#### Literaturverzeichnis

Bretterbauer, K.: Die Gauß-Krüger Abbildung einfach dargestellt. Österreichische Zeitschrift für Vermessung und Geoinformation 83(1995)3,146...150.

Bretterbauer, K.: Gebrauchsformeln für die UTM-Projektion nach Krüger. Österreichische Zeitschrift für Vermessung und Geoinformation 91(2003)3,163...165.

Bronstein, I. N. und Semendjajew, K. A.: Taschenbuch der Mathematik. Harri Deutsch Verlag, Zürich und Frankfurt(M), 6. Auflage (1966).

Klotz, J.: Eine analytische Lösung kanonischer Gleichungen der geodätischen Linie zur Transformation ellipsoidischer Flächenkoordinaten. Deutsche Geodätische Kommission, Reihe C, Nr. 385 (1991).

Klotz, J.: Eine analytische Lösung der Gauß-Krüger-Abbildung. Zeitschrift für Vermessungswesen 118(1993)3,106...116.

Mittermayer, E.: Die numerischen Werte der Besselschen Erdkonstanten. Zeitschrift für Vermessungswesen 89(1964)12,469...470.

Schuh, P.: Transformationen zwischen ellipsoidischen geographischen Koordinaten und konformen Gauß-Krüger – bzw. UTM-Koordinaten. FORUM – Zeitschrift des Bundes der öffentlich bestellten Vermessungsingenieure 21(1995)4,258...264.

#### Anschrift des Autors

Prof. Dr.-Ing. Peter Schuh, Fachhochschule Frankfurt am Main Fachbereich 1; Nibelungenplatz 1; D-60318 Frankfurt am Main; Email: schuhr@fb1.fh-frankfurt.de



## Recht und Gesetz

Zusammengestellt und bearbeitet von  
Univ.-Doz. Dipl.-Ing. Dr.jur. Christoph Twaroch

### Berichtigung des Grenzkatasters; §§ 8 und 13 VermG

Beim Grenzverlauf handelt es sich um eine Tatsache und bei den gemäß § 39 VermG zu bescheinigenden Plänen um ein Beweismittel über die Tatsache des Grenzverlaufes. Der gemäß § 39 VermG bescheinigte Plan ist wiederum Grundlage für die Eintragung der Grenze im Grenzkataster, die gemäß § 8 Z 1 VermG den verbindlichen Nachweis der Grenzen des Grundstückes darstellt.

Für den Grenzverlauf ist im Falle der Eintragung in den Grenzkataster bis zu der Anmerkung der Einleitung eines Berichtigungsverfahrens diese Eintragung des Grenzverlaufes maßgeblich und verbindlich. Dieser durch den Grenzkataster fixierte Grenzverlauf ist im Bauverfahren ein Sachverhaltselement, bei dessen späterer Änderung eine neue Tatsache gegeben ist.

Ein neues Beweismittel über den Grenzverlauf liegt immer erst dann vor, wenn eine Berichtigung des Grenzkatasters gemäß § 13 VermG durchgeführt wurde; die Berichtigung wirkt auch nicht zurück.

(VwGH, 11.Juli 2003, GZ 2001/06/0011)

#### Sachverhalt:

In einem rechtskräftig abgeschlossenen Baubewilligungsverfahren wurde von den Nachbarn (im Weiteren: BF) ein ua auf § 69 Abs.1 Z 2 AVG (Vorliegen neuer

Tatsachen) und § 69 Abs.1 Z 3 AVG (unrichtige Beurteilung einer Vorfrage) gestützter Wiederaufnahmeantrag gestellt und begründend ausgeführt, ein dem Bauverfahren zugrunde gelegter Plan sei unrichtig gewesen. Aus dem Vermessungsakt ergibt sich, dass in der Vermessungsurkunde, die der Eintragung in den Grenzkataster für das verfahrensgegenständliche Baugrundstück zu Grunde gelegen ist, für die Koordinaten des Punktes 46 ME irrtümlich die Koordinaten des aus der Geländeaufnahme stammenden Punktes 46 OKT (Oberkante Terrasse) verwendet worden seien. Weiters sei hervorgekommen, dass für die Berechnung der neuen Teilungslinie 46 ME nach 51 ER irrtümlich nicht die Koordinaten des Mauereckes 31, sondern die Koordinaten des Punktes 34 (Spannvorrichtung für Zaun, Mauermitte) verwendet worden seien. In der Folge hätten sich falsche Koordinaten für die berechneten Schnittpunkte 50, 302 ER und 51 ER ergeben.

#### Aus der Begründung des VwGH:

Zur Rüge der BF, es sei von der belangten Behörde nicht festgestellt worden, ob eine Tatsache oder ein Beweismittel über eine Tatsache vorliege, ist festzustellen, dass es sich beim Grenzverlauf um eine Tatsache und bei den gemäß § 39 VermG zu bescheinigenden Plänen um ein Beweismittel über die Tatsache des Grenzverlaufes handelt. Der gemäß § 39 VermG bescheinigte Plan ist wiederum Grundlage für die Eintragung der Grenze im Grenzkataster, die gemäß § 8 Z 1 VermG den verbindlichen Nachweis der Grenzen des Grundstückes darstellt. Steht jedoch die Neuanlegung des Grenzkatasters und eine in diesem enthaltene Einverleibung oder Anmerkung mit ihrer Grundlage nicht im Einklang oder ist sie fehlerhaft, so ist gemäß § 13 Abs. 1

VermG von Amts wegen oder auf Antrag des Eigentümers die Berichtigung mit Bescheid zu verfügen. Das VermG sieht für den Fall einer herangezogenen fehlerhaften Urkunde ein eigenes Berichtigungsverfahren vor. Mit der Einleitung eines Berichtigungsverfahrens, die im Grenzkataster anzumerken ist, sind die Angaben des Grenzkatasters nicht mehr im Sinne des § 8 Z 1 VermG als verbindlich anzusehen. Der verfahrensgegenständliche Antrag der BF vom 28. Juli 1999 auf Berichtigung des Grenzkatasters gemäß § 13 VermG ist am 29. Juli 1999 beim VA eingelangt.

Im Baubewilligungsverfahren erfolgte die das Verfahren abschließende Berufungsentscheidung am 21. Dezember 1998. Die Baubehörde hatte über die Berufungen auf Grund der Sach- und Rechtslage im Zeitpunkt der Entscheidung der Berufungsbehörde zu entscheiden. In diesem Zeitpunkt war kein Berichtigungsverfahren anhängig. Es war somit – sofern die Frage des Grenzverlaufes für das vorliegende Bauverfahren überhaupt von Bedeutung war, was dahingestellt bleiben kann – gemäß § 8 Z 1 VermG die Eintragung des Grenzverlaufes im Grenzkataster für die Berufungsentscheidung der belangten Behörde maßgeblich.

Gemäß § 13 Abs. 3 VermG ist nach Eintritt der Rechtskraft des Berichtigungsbescheides nach die Berichtigung vorzunehmen und die Anmerkung zu löschen. Ein neues Beweismittel über den Grenzverlauf liegt sohin gemäß VermG immer erst dann vor, wenn eine Berichtigung des Grenzkatasters gemäß § 13 VermG durchgeführt wurde, die Berichtigung wirkt auch nicht zurück. Es lag somit im Zeitpunkt der Entscheidung der Berufungsbehörde kein Beweismittel über den verfahrensgegenständlichen Grenzverlauf vor, in dem die Grenze in dem von den BF dargelegten Sinne bereits berichtigt worden wäre.

Der Antrag auf Wiederaufnahme des Verfahrens nach § 69 Abs. 1 Z 2 AVG kann nur auf solche Tatsachen und Beweismittel gestützt werden, die erst nach Abschluss eines Verfahrens hervorgekommen sind und deshalb von der Partei ohne ihr Verschulden nicht geltend gemacht werden konnten. Es muss sich also um Tatsachen oder Beweismittel handeln, die beim Abschluss des wiederaufzunehmenden Verfahrens schon vorhanden waren, deren Verwertung der Partei aber ohne ihr Verschulden erst nachträglich möglich wurde („nova reperta“).

Nach den Regelungen des VermG ist – wie bereits dargelegt – für den Grenzverlauf im Falle der Eintragung in den Grenzkataster bis zu der Anmerkung der Einleitung eines Berichtigungsverfahrens im Grenzkataster diese Eintragung des Grenzverlaufes maßgeblich und verbindlich. Dieser durch den Grenzkataster fixierte Grenzverlauf ist im Bauverfahren ein Sachverhaltselement, bei dessen späterer Änderung eine neue Tatsache (novum productum) gegeben ist.

Weiters meinen die BF, dass die Frage nach dem richtigen Grenzverlauf auch eine Vorfrage gemäß § 38 AVG darstelle, die die belangte Behörde für die Entscheidung der Verwaltungssache selbst notwendigerweise zu lösen gehabt hätte. Diese Vorfrage sei vom

VA nunmehr anders gelöst worden, da die Grenze richtig gestellt worden sei und es bilde dies sohin einen zulässigen Wiederaufnahmegrund.

Bei einer Vorfrage handelt es sich um eine Frage, zu deren Beantwortung die in einer Verwaltungsangelegenheit zur Entscheidung berufene Behörde sachlich nicht zuständig ist, die aber für ihre Entscheidung eine notwendige Grundlage bildet und daher von ihr bei ihrer Erledigung berücksichtigt werden muss. Eine Vorfrage ist ein vorweg, nämlich im Zuge der Tatbestandsermittlung zu klärendes rechtliches Element des bestimmten zur Entscheidung stehenden Rechtsfalles und setzt voraus, dass der Spruch der erkennenden Behörde in der Hauptfrage nur nach Klärung einer in den Wirkungsbereich einer anderen Behörde fallenden Frage gefällt werden kann. Bei der Vorfrage muss es sich demnach um eine Frage handeln, die den Gegenstand eines Abspruchs rechtsfeststellender oder rechtsgestaltender Natur durch eine andere Behörde (Gericht) bildet.

Im vorliegenden Fall hatte die Behörde im Bauverfahren schon deshalb keine Vorfragenbeurteilung im Sinne des § 38 AVG betreffend die Frage des Grenzverlaufes vorzunehmen, weil sie an den sich aus dem Grenzkataster ergebenden verbindlichen Grenzverlauf als Tatsache gemäß dem angeführten § 8 Z 1 VermG gebunden war. Der Antrag der BF auf Berichtigung des Grenzkatasters nach dem VermG lagte beim VA am 29. Juli 1999 ein. Erst mit der Anmerkung der Einleitung des Berichtigungsverfahrens gemäß § 13 Abs. 1 VermG lag gemäß § 13 Abs. 2 VermG kein verbindlicher Nachweis über den fraglichen Grenzverlauf mehr vor. Erst ab diesem Zeitpunkt konnte in einem anderen Verwaltungsverfahren überhaupt die Frage der strittigen Grundgrenze zwischen den verfahrensgegenständlichen Grundstücken als Vorfrage eine Rolle spielen. Dieser Zeitpunkt liegt aber lange nach dem rechtskräftigen Abschluss des Bauverfahrens (Zustellung des Berufungsbescheides an die BF am 28. Dezember 1998). Der Wiederaufnahmegrund des § 69 Abs. 1 Z 3 AVG kam somit im vorliegenden Fall mangels Vorliegens einer Vorfrage betreffend den Grenzverlauf überhaupt nicht in Betracht.

### **Ersitzung; § 1460 ABGB**

*Die Benützung eines Weges aufgrund von verwandtschaftlichen oder rechtsgeschäftlichen Beziehungen schließt den für das Vorliegen von Besitz notwendigen Besitzwillen aus. Wer über das Grundstück geht, um den Eigentümer des Grundstücks zu besuchen, mit ihm ein Rechtsgeschäft abzuschließen oder das Rechtsgeschäft auszuführen, nimmt damit kein Recht auf Benützung des Weges in Anspruch.* (OGH, 4. Mai 2004, GZ 40b87/04d)

#### **Aus der Begründung:**

Grundvoraussetzung jeder Ersitzung ist der Besitz des Rechts oder der Sache, die ersessen werden soll; die bloße Innehabung genügt nicht. Ein Recht wird besessen, wenn es erkennbar gegen jemanden in Anspruch genommen wird und dieser sich fügt.

Nach dem festgestellten Sachverhalt haben die Eltern des Erstklägers während des Hausbaus das Baumaterial quer über die Wiese transportiert. Diese Nutzung war mit der Fertigstellung des Hauses im Jahre 1957 abgeschlossen und bedeutete nicht die Ausübung des Rechts des Gehens. In den Jahren danach hat die Familie des Erstklägers die Abkürzung über die Wiese genommen, wenn sie den elterlichen Hof des Vaters des Erstklägers aufsuchen wollte. Nur zu diesem Zweck wurde der Weg mit einer gewissen Regelmäßigkeit und die gesamte Ersitzungszeit hindurch genutzt; wie oft der Wege zu anderen Zwecken begangen wurde, konnte nicht festgestellt werden. Ebenso wenig konnte festgestellt werden, wie häufig der Vater des Erstklägers als Briefträger über die Wiese gegangen ist. Der elterliche Hof wurde aufgesucht, um Milch zu holen, verwandtschaftliche Kontakte zu pflegen und, was die Mutter des Erstklägers betrifft, in der Landwirtschaft mitzuhelfen. Der Grund der Benutzung des Wiesenwegs lag damit in den verwandtschaftlichen und, da für die Milch gezahlt wurde und auch die Arbeitsleistungen abgegolten wurden, rechtsgeschäftlichen Beziehungen.

Die Benützung eines Weges aufgrund von verwandtschaftlichen oder rechtsgeschäftlichen Beziehungen schließt den für das Vorliegen von Besitz notwendigen Besitzwillen aus. Wer über das Grundstück geht, um den Eigentümer des Grundstücks zu besuchen, mit ihm ein Rechtsgeschäft abzuschließen oder das Rechtsgeschäft auszuführen, nimmt damit kein Recht auf Benützung des Weges in Anspruch. Er ist bloßer Inhaber, weil sich aus dem Grund der Benützung des Weges kein Besitzwille erschließen lässt.

Dass die Benutzung des Weges nicht unbedingt notwendig war und – wie im vorliegenden Fall – der elterliche Hof auch auf einem anderen Weg hätte erreicht werden können, vermag am fehlenden Besitzwillen nichts zu ändern. Durch bloße Innehabung kann ein Recht nicht ersessen werden. Schon aus diesem Grund ist die von den Klägern behauptete Ersitzung zu verneinen, ohne dass es noch einer Auseinandersetzung mit den weiteren Ersitzungsvoraussetzungen bedürfte.

### **Zustimmungserklärung und Dienstbarkeiten; § 43 Abs. 6 VermG**

*Die Zustimmungserklärung der Eigentümer angrenzender Grundstücke bezieht sich nur auf den Grenzverlauf und nicht auch auf im Grundbuch eingetragene dingliche Rechte. Sie hat keine Auswirkungen auf Bestehen oder Nichtbestehen offenkundiger Dienstbarkeiten, sofern sie die Festlegung der Grundstücksgrenzen nicht berühren.*

*§ 49 VermG schützt nur das Vertrauen des Erwerbers auf die im Grenzkataster festgelegten Grenzen, entbindet ihn aber nicht seiner Sorgfaltspflicht in Bezug auf offenkundige Dienstbarkeiten, sofern sie die Festlegung der Grundstücksgrenzen nicht berühren.* (OGH, 15. Dez. 2004, GZ 6Ob268/04m)

### **Sachverhalt:**

Der Kläger ist Alleineigentümer der Liegenschaft EZ 193 KG B., zu der unter anderem die Weggrundstücke 81/4 und 81/10 gehören. Er hat diese Liegenschaft mit Kaufvertrag vom 23. 7. 1987 von Alois B erworben.

Die Beklagte ist Alleineigentümerin der Liegenschaft EZ 178 KG B, bestehend aus dem Weggrundstück 81/6 und der Baufläche 81/5. Sie hat diese Liegenschaften mit Kaufvertrag vom 7. 12. 1977 von den Ehegatten Alois und Maria B erworben. Sie benützt die im Eigentum des Klägers stehenden Weggrundstücke 81/4 und 81/10 unter Berufung auf eine ihr von den Voreigentümern eingeräumte Dienstbarkeit des Gehens und Fahrens.

Mit der vorliegenden Eigentumsfreiheitsklage begehrt der Kläger die Feststellung, dass eine Dienstbarkeit des Gehens und Fahrens mit Fahrzeugen aller Art über die in seinem Eigentum stehenden Weggrundstücke 81/4 und 81/10 zugunsten der im Eigentum der Beklagten stehenden Grundstücke 81/5 und 81/6 nicht zu Recht bestehe.

### **Aus der Begründung:**

Zu Erwerb und sachenrechtlicher Wirkung der behaupteten Wegedienstbarkeit:

Erwerbstitel einer Dienstbarkeit ist (neben den in § 480 ABGB angeführten anderen Fällen) grundsätzlich ein Vertrag, dem alle Miteigentümer der dienenden Liegenschaft zustimmen müssen. Er kann auch konkludent geschlossen werden, so etwa durch Duldung der Errichtung einer Anlage oder eines Weges auf dem dienenden Grundstück als Voraussetzung der nachfolgenden – gleichfalls geduldeten – Servitutsausübung

Ist die Dienstbarkeitsvereinbarung zustande gekommen, ist das vereinbarte Wegerecht ungeachtet seiner fehlenden Eintragung im Grundbuch auch sachenrechtlich wirksam, wenn die Dienstbarkeit offenkundig ist. Dies ist nach ständiger Rechtsprechung dann der Fall, wenn vom dienenden Grundstück aus bei einiger Aufmerksamkeit Einrichtungen oder Vorgänge wahrgenommen werden können, die das Bestehen einer Dienstbarkeit vermuten lassen. Angesichts der von der Beklagten vorgenommenen Befestigung und Schotterung des Weges und seiner ständigen Benützung durch die Beklagte liegen diese Voraussetzungen vor.

*Zum behaupteten Erlöschen der Dienstbarkeit mangels Geltendmachung bei Aufnahme des Grundstücks 81/10 in den Grenzkataster:*

Das Weggrundstück 81/10 war zu dem Zeitpunkt als die Beklagte das Grundstück 81/5 erwarb (1977) noch Bestandteil des Weggrundstücks 81/4. Das Grundstück 81/10 wurde offenkundig erst anlässlich eines Teilungsvorgangs im Jahr 1984 geschaffen und in den Grenzkataster eingetragen. Die Beklagte erklärte damals, dem in der Natur festgelegten und im Lageplan dargestellten Grenzverlauf gemäß § 43 VermG zuzustimmen.

Der Kläger macht nun geltend, die Dienstbarkeit sei erloschen, sodass er das Grundstück lastenfrei erworben habe. Die Beklagte hätte nämlich bei ihrer Zustimmung zur Eintragung des Grundstücks 81/10 in den Grenzkataster überprüfen müssen, ob eine Dienst-

barkeit bestehe und hätte diese gegebenenfalls eintragen lassen müssen. Die Beklagte könne daher auch die Dienstbarkeit auf dem Grundstück 81/4 nicht mehr ausüben.

Die Auffassung des Klägers stützt sich auf Kaluza/Burtscher, Vermessungsrecht<sup>3</sup> (§ 49 Anm 4), die die Meinung vertreten, die Eintragung eines Grundstücks in den Grenzkataster könne zur Folge haben, dass dieses Grundstück belastende offenkundige Dienstbarkeiten bei Erwerb durch einen gutgläubigen Dritten erlöschen, weil nunmehr in der Regel keine Pflicht des Erwerbers zur Besichtigung des Grundstücks mehr bestehe. Dieser Auffassung ist Mader (in Schwimann ABGB<sup>2</sup> § 1500 Rz 8 und 10) entgegengetreten.

Die Zustimmungserklärung der Eigentümer angrenzender Grundstücke nach § 43 Abs 6 VermG bezieht sich auf den Grenzverlauf und nicht auch auf im Grundbuch eingetragene Rechte. Eine gesetzliche Anordnung, wonach offenkundige Dienstbarkeit mangels Eintragung anlässlich der Umstellung des Grundsteuerkatasters auf den Grenzkataster erlöschen, fehlt.

Nach § 8 Z 1 VermG erbringt der Grenzkataster den verbindlichen Nachweis für die darin enthaltenen Grundstücksgrenzen (siehe Twaroch, Grundstücksgrenze und Kataster, NZ 1994, 54; Ganner, Eigentumsverhältnisse bei großflächigen Bodenverschiebungen, ÖJZ 2001, 781). Dementsprechend ordnet § 49 VermG an, dass ein auf die in der Natur ersichtlichen Grenzen eines Grundstücks gegründeter Anspruch demjenigen nicht entgegengesetzt werden kann, der ein Recht im Vertrauen auf die im Grenzkataster enthaltenen Grenzen erworben hat. Der Grenzkataster dient daher allein der Klarstellung des Grenzverlaufes und keineswegs der Ersichtlichmachung irgendwelcher anderer dinglicher Rechte, so auch nicht der Ersichtlichmachung von

Dienstbarkeiten. Für eine Ausweitung des für die im Grenzkataster enthaltenen Grenzen geschaffenen Vertrauensschutzes auf das Nichtvorhandensein offenkundiger Dienstbarkeiten besteht kein Anlass, zumal weder VermG noch Grenzkataster auch nur in irgendeiner Weise auf Dienstbarkeiten Bezug nehmen. § 49 VermG schützt nur das Vertrauen des Erwerbers auf die im Grenzkataster festgelegten Grenzen, entbindet ihn aber nicht seiner Sorgfaltspflicht in Bezug auf offenkundige Dienstbarkeiten, sofern sie – wie im vorliegenden Fall – die Festlegung der Grundstücksgrenzen in keiner Weise berühren. Die zur dinglichen Wirkung offenkundiger (nicht verbücherteter) Dienstbarkeiten entwickelte Rechtsprechung ist daher auch in Bezug auf Grundstücke aufrecht zu erhalten, die im Grenzkataster enthalten sind. Eine Verpflichtung des Dienstbarkeitsberechtigten, außerbücherliche Dienstbarkeiten aus Anlass der Eintragung des dienenden Grundstücks in den Grenzkataster bei sonstigem Erlöschen der Dienstbarkeit ins Grundbuch eintragen zu lassen, ist der geltenden Rechtslage nicht zu entnehmen.

Dass die Beklagte anlässlich ihrer Zustimmungserklärung nach § 43 Abs 6 VermG auf ihr Servitutsrecht verzichtet hätte, hat der Kläger weder behauptet noch ist dies der Zustimmungserklärung zu entnehmen. Diese Erklärung bezieht sich ausdrücklich auf die Zustimmung des Eigentümers angrenzender Grundstücke zum Verlauf der Grenze der in den Grenzkataster aufzunehmenden Grundstücke. Ein Zusammenhang mit Grenzverlauf und Wegerecht wird dabei – bezogen auf den hier vorliegenden Sachverhalt – nicht hergestellt zumal die Festlegung der Grundstücksgrenzen die bisherige Wegenutzung in keiner Weise berührte.

## Veranstaltungskalender

### DACH 2005 – Dreiländertagung der freiberuflichen Vermessungsingenieure aus Deutschland, Österreich und der Schweiz

18. – 21. Mai 2005      Bad Ragatz, Schweiz  
Internet: [www.igs-ch.ch/d/dreilaendertagung/](http://www.igs-ch.ch/d/dreilaendertagung/)

### AGILE Conference on GIScience

26. – 28. Mai 2005      Estoril, Portugal  
Tel: +351 (213) 113 033  
Fax: +351 (213) 213 792  
e-mail: [usig@usig.pt](mailto:usig@usig.pt)  
Internet: [agile.isegi.unl.pt/2005/](http://agile.isegi.unl.pt/2005/)

### Open Source Geospatial '05 – MUM3/EOGEO

16. – 18. Juni 2005      Minneapolis, MN, U.S.A.  
Tel: +1 (612) 624 3459  
e-mail: [geur0006@umn.edu](mailto:geur0006@umn.edu)  
Inet: [mapserver.gis.umn.edu/mum/mtg2005.html](http://mapserver.gis.umn.edu/mum/mtg2005.html)

### Internationaler Workshop: Next Generation 3D City Models

21. – 22. Juni 2005      Bonn, Deutschland  
Internet: [www.ikg.uni-bonn.de/NextGen3DCity/](http://www.ikg.uni-bonn.de/NextGen3DCity/)

### AGIT 2005 – Symposium und Fachmesse für Angewandte Geoinformatik

6. – 8. Juli 2005      Salzburg, Österreich  
Internet: [www.agit.at/](http://www.agit.at/)

### XXII International Cartographic Conference Mapping Approaches into a Changing World

9. – 16. Juli 2005      A Coruna, Spanien  
Internet: [www.icc2005.org](http://www.icc2005.org)

**GI in agricultural monitoring and land use planning**

12. – 19. Aug. 2005 International Summer School  
Szekesfehervar, Ungarn  
Internet: [www.geo.info.hu/giss2005/](http://www.geo.info.hu/giss2005/)

**SVGopen 2005**

15. – 18. August 2005 Enschede, Niederlande  
e-mail: [svgopen2005@telin.nl](mailto:svgopen2005@telin.nl)  
Internet: [www.svgopen.org/2005/](http://www.svgopen.org/2005/)

**ISPRS-Workshop: Object Extraction for 3D City Models, Road Databases and Traffic Monitoring – Concepts, Algorithms, and Evaluation**

29. – 30. August 2005 Wien, Österreich  
e-mail: [f.rottensteiner@unsw.edu.au](mailto:f.rottensteiner@unsw.edu.au) oder  
[stilla@bv.tu-muenchen.de](mailto:stilla@bv.tu-muenchen.de)  
Internet: [www.gmat.unsw.edu.au/wgiii4/ws05](http://www.gmat.unsw.edu.au/wgiii4/ws05)

**Africa GIS 2005**

29. Aug. – 2. Sept. 2005 Johannesburg, Südafrika  
Tel: +27 (11) 324 3800  
Fax: +27 (83) 601 7646  
e-mail: [fduplessis@openspatial.co.za](mailto:fduplessis@openspatial.co.za)  
Internet: [www.africagis2005.org](http://www.africagis2005.org)

**DMGIS'05 – The 4<sup>th</sup> ISPRS Workshop on Dynamic and Multi-dimensional GIS**

5. – 8. Sept. 2005 Pontypridd (near Cardiff),  
Wales/Großbritannien  
e-mail: [dmgis05@gmail.com](mailto:dmgis05@gmail.com)  
Internet: [www.comp.glam.ac.uk/GIS/DMGIS05/](http://www.comp.glam.ac.uk/GIS/DMGIS05/)

**Photogrammetrische Woche 2005**

5. – 9. September 2005 Stuttgart, Deutschland  
Internet: [www.ifp.uni-stuttgart.de/aktuelles/veranstaltungen.html](http://www.ifp.uni-stuttgart.de/aktuelles/veranstaltungen.html)

**International Symposium on Generalisation of Information**

14. – 16. September 2005 Berlin, Deutschland  
e-mail: [office@horst-kremers.de](mailto:office@horst-kremers.de)  
Internet: [www.horst-kremers.de/ISGI/](http://www.horst-kremers.de/ISGI/)

**9<sup>th</sup> European Conference on Research and Advanced Technology for Digital Libraries**

18. – 23. September 2005 Wien, Österreich  
Tel: +43 1 58801 188 01  
Fax: +43 1 58801 188 99  
e-mail: [ecdl@ecdl2005.org](mailto:ecdl@ecdl2005.org)  
Internet: [www.ecdl2005.org/](http://www.ecdl2005.org/)

**GeoSolutions 2005**

28. – 29. Sept. 2005 Birmingham, Großbritannien  
Tel: +44 (20) 8987 8884  
Fax: +44 (20) 8987 8886  
e-mail: [sweller@cmpinformation.com](mailto:sweller@cmpinformation.com)  
Internet: [www.geosolutions-expo.com](http://www.geosolutions-expo.com)

**7<sup>th</sup> Conference on Optical 3-D Measurement Techniques**

3. – 5. Oktober 2005 Wien, Österreich  
Tel.: +43 / 1 / 58801 – 12804  
Fax: +43 / 1 / 58801 – 12894  
e-mail: [conf@pop.tuwien.ac.at](mailto:conf@pop.tuwien.ac.at)  
Internet: [info.tuwien.ac.at/ingeo/optical3d/o3d.htm](http://info.tuwien.ac.at/ingeo/optical3d/o3d.htm)

**INTERGEO 2005**

4. – 6. Oktober 2005 Düsseldorf, Deutschland  
Tel: +49 (721) 9313 3740  
Fax: +49 (721) 9313 3710  
e-mail: [ofreier@hinte-messe.de](mailto:ofreier@hinte-messe.de)  
Internet: [www.intergeo2005.de/](http://www.intergeo2005.de/)

**Hochschullehrgang: Laserscanning – Data Acquisition and Modeling**

6. – 7. Oktober 2005 Wien, Österreich  
Tel: +43 1 58801-12201  
Fax: +43 1 58801-12299  
e-mail: [mbox@ipf.tuwien.ac.at](mailto:mbox@ipf.tuwien.ac.at)  
[www.ipf.tuwien.ac.at/events/unil\\_laser\\_2005.html](http://www.ipf.tuwien.ac.at/events/unil_laser_2005.html)

**GEO-INFO Congres**

23. – 25. Nov. 2005 Amsterdam, Niederlande  
Tel: +31 (493) 328 628  
Fax: +31 (493) 328 601  
e-mail: [info@geo-info.nl](mailto:info@geo-info.nl)  
Internet: [www.geo-info.nl](http://www.geo-info.nl)

**The CLGE Seminar EUROPEAN PROFESSIONAL QUALIFICATIONS IN GEODETIC SURVEYING**

1. – 2. Dezember 2005 Brüssel, Belgien  
Internet: [www.clge.org](http://www.clge.org)

**5<sup>th</sup> International Conference and Exhibition "Laser scanning and Digital Aerial photography. Today and Tomorrow"**

9. – 10. Dezember 2005 Moskau, Rußland  
Tel: +7 095 959 40 90/+7 095 959 40 80  
Fax: +7 095 959 40 93  
e-mail: [conference@geokosmos.ru](mailto:conference@geokosmos.ru)  
Internet: [www.geokosmos.ru](http://www.geokosmos.ru)

## Buchbesprechungen

*Bernard, L., Fitzke, J., Wagner, R.M. (Hrsg.): Geodateninfrastruktur, Grundlagen und Anwendungen.* Herbert Wichmann Verlag, Hüthig GmbH & Co. KG, Heidelberg, 2005, 311 Seiten, 46 €. ISBN 3-87907-395-3.

Das vorliegende Fachbuch „Geodateninfrastruktur – Grundlagen und Anwendungen“ ermöglicht es dem Leser, sich einen Überblick über das aktuelle Basiswissen zu diesem hochaktuellen Thema zu verschaffen. Ausgehend vom zuerst gebräuchlichen Begriff der Spatial Data Infrastructure (SDI) hat sich im deutschen Sprachraum der Begriff Geodateninfrastruktur (GDI) durchgesetzt.

Das Buch ist in vier Abschnitte gegliedert. Im ersten Abschnitt „GDI-Aufbau und -Initiativen“ wird eine Begriffsbestimmung vorgenommen, der aktuelle Stand der Standardisierung beschrieben, die Entwicklung der INSPIRE-Initiative dargestellt und beispielhaft GDI-Initiativen in Deutschland und den Niederlanden vorgestellt. Es wird sowohl auf die Geodateninfrastruktur Bayern, die Geodateninfrastruktur Nordrhein-Westfalen als auch die nationalen Geodateninfrastrukturen Deutschlands und der Niederlande eingegangen.

Im zweiten Abschnitt werden die technischen Grundlagen einer Geodateninfrastruktur (z.B. GDI-Architekturmodelle, Web Feature Services, Gazetters, Web Map Services, Katalogdienste und Metadaten, Zugriffsschutz) ausführlich erläutert.

Im Abschnitt drei, „GDI-Anwendungen“ werden beispielhaft Anwendungen öffentlicher Institutionen als auch der Privatwirtschaft gezeigt.

Im vierten Abschnitt des Buches werden Trends der Geomatikforschung aufgezeigt. Behandelt werden z.B. mobile Anwendungen (LBS), die Einbindung von Sensoren und Simulatoren in GDI, 3D-Visualisierung aber auch ökonomische Betrachtungen zu Geoinformationsanwendungen und der Bereich der Geo-Semantik.

Ein Literaturverzeichnis und Internetverweise ermöglichen eine weiterführende Beschäftigung mit diesem Thema.

Dieses Buch richtet sich an alle, die sich mit der Beschaffung und Anwendung von Geodaten beschäftigen: z. B. Praktiker, Wissenschaftler und Studierende in den Bereichen Bau- und Vermessungswesen, Geo- und Umweltwissenschaften, Telekommunikation, Logistik, Marketing, Land- und Forstwirtschaft, Stadt-, Land- und Raumplanung.

*Karl Haussteiner*

*Kohlstock, P.: Kartographie – Eine Einführung.* Verlag Schöningh. 2004. 232 Seiten, 127 einfarb. Abb., 10 mehrfarb. Abb., 3 Tab., 16,90 €. ISBN: 3-8252-2568-2.

„Landkarten“ sind aus unserem täglichen Leben nicht mehr wegzudenken. Bereits im Geographieunterricht vermitteln sie uns ein ‚Bild‘ der Erde, als Stadtplan, Straßenkarte oder Wanderkarte erleichtern sie die Orientierung und in Bildung, Wissenschaft, Wirtschaft und Verwaltung sind sie einerseits unverzichtbare Informationsquelle, andererseits einzige Möglichkeit, im Zusammenhang mit der Erdoberfläche stehende Sachverhalte übersichtlich und anschaulich darzustellen.

Peter Kohlstock legt mit diesem Buch eine auf langjähriger Lehrererfahrung basierende Einführung in die Kartographie und die Landesaufnahme vor.

Der sachverständige Umgang mit Karten, ihre über die Orientierung hinausgehende Nutzbarmachung setzen Kenntnisse über ihre Entstehung, inhaltliche Gestaltung sowie über Möglichkeiten und Grenzen der Informationsentnahme voraus. Hierbei geht es nicht um Spezialwissen, sondern um Orientierungswissen als Basis für eine optimale und sachgerechte Nutzung.

Wenn auch ein großer Teil der herausgegebenen Karten thematischen Inhalts ist, so bilden die topographischen Karten bzw. Daten für die zunehmend in der Praxis verwendeten Geoinformationssysteme die Voraussetzung. Daher ist die Herstellung topographischer Karten und die damit zusammenhängenden Verfahren und Methoden von der Aufnahme der Erdoberfläche bis zur Präsentation, sei es als gedrucktes Exemplar oder auf dem Bildschirm eines PC, zentraler Gegenstand der Ausführungen. Die hier vermittelten Einsichten ermöglichen schließlich auch die sachgerechte Nutzung thematischer Karten.

Die durch zahlreiche, zum Teil farbige Abbildungen sehr anschauliche Darstellung vermittelt kompetent die Grundlagen dieser als schwierig geltenden Bereiche des geographischen bzw. geowissenschaftlichen Studiums.

Die Literatur zur Kartographie ist umfangreich, zugleich aber zu spezialistisch, da sie sich in der Regel sowohl an Fachleute als auch an Nutzer unterschiedlicher Fachrichtungen wendet, mit der Folge, dass letztere nicht selten durch die Fülle von Einzelheiten abgeschreckt werden. Das vorliegende Buch ist daher vorwiegend für diejenigen gedacht, für welche Karten sowohl Informationsquelle als auch Arbeitsmittel darstellen, also Studierende und Praktiker der Geowissenschaften, Raumplanung u. a., aber auch für die des Vermessungswesens und der Kartographie, denen die Verknüpfung der fachdisziplinären Methoden erleichtert werden soll.

*Helmut Zierhut*

Coors V., Zipf A. (Hrsg.): **3D-Geoinformationssysteme – Grundlagen und Anwendungen**. Herbert Wichmann. 2005. XXII, 522 Seiten, Softcover mit DVD, 66 €. ISBN 3-87907-411-9.

Dieses Buch bietet allen Interessierten einen Einstieg in die Welt der 3D-Geoinformation, indem zunächst im ersten Teil die wesentlichen Grundlagen der relevanten Technologien vermittelt und dann in einem zweiten Teil aktuelle Anwendungsbeispiele und Projekte exemplarisch vorgestellt werden, die das Anwendungspotenzial von 3D-Geoinformationssystemen verdeutlichen.

Teil I beginnt mit einem Überblick über die Techniken zur Erfassung von 3D-Geodaten mit Digitaler Photogrammetrie und Laserscanning. Es folgen Datenmodelle zur Repräsentation von 3D-Geodaten. Neben der Modellierung der dreidimensionalen Geometrie werden relevante topologische Relationen und darauf ausführbare Operationen und Analysen behandelt. Verbreitete Formate zur Speicherung und zum Austausch von 3D-Geodaten werden anschließend vorgestellt. Abschließend werden die Grundlagen der Computergrafik sowie spezielle Themen der Geo-Visualisierung aufgegriffen.

Teil II behandelt Anwendungen von 3D-GIS in Forschung und Praxis. Zunächst werden die inzwischen weit verbreiteten 3D-Stadtmodelle (Beispiele Stuttgart und Hamburg) beschrieben. Es folgen Beispiele aus Navigation, Katastrophenmanagement und Aviatik, die den Einsatz von Visualisierung und Analyse dreidimensionaler Geodaten zeigen. Weiterhin werden Anwendungsbeispiele von 3D-GIS in Geowissenschaften, Archäologie, Funknetzplanung und Entertainment bis hin zu den Sportwissenschaften dokumentiert. Den Abschluss des Buches bildet eine Übersicht über am Markt verfügbare Softwarelösungen im 3D-GIS-Umfeld. Die beiliegende DVD enthält sowohl verschiedene Softwareprodukte, zum Teil mit Beispieldaten, als auch Präsentationen von Resultaten aus 3D-GIS.

Das Buch wendet sich an Praktiker, Studierende und Wissenschaftler aus den Bereichen Geoinformatik, Geodäsie, Kartographie, Geo- und Umweltwissenschaften, Stadt- und Raumplanung, Landschaftsarchitektur und -planung, Architektur, Bauwesen, Informatik u. v. a.

*red*

## **Persönliches**

### **Kommissionskorrespondenten der OVG in der ISPRS**

Wir freuen uns, den mit Jänner 2005 aktualisierten Stand bekannt zu geben:

COMMISSION I IMAGE DATA ACQUISITION – SENSORS AND PLATFORMS

Dipl.-Ing. Michael Franzen, Wien

COMMISSION II THEORY AND CONCEPTS OF SPATIO-TEMPORAL DATA HANDLING  
AND INFORMATION

Univ.Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Wolfgang Kainz, President of Commission II, Wien

COMMISSION III PHOTOGRAMMETRIC COMPUTER VISION

Univ.Ass. Dipl.-Ing. Dr.techn. Camillo Ressel, Wien

COMMISSION IV GEO-DATABASES AND DIGITAL MAPPING

Dipl.-Ing. Dr.techn. Gottfried Otepka, Imst

COMMISSION V CLOSE-RANGE SENSING: ANALYSIS AND APPLICATIONS

Univ.Prof. Dr.techn. Klaus Hanke, Innsbruck

COMMISSION VI EDUCATION AND OUTREACH

Univ.Prof. Dr.-Ing. Karl Kraus, Wien

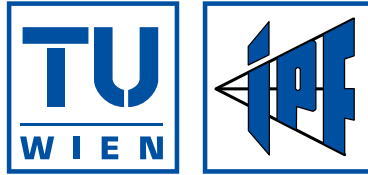
COMMISSION VII THEMATIC PROCESSING, MODELING AND ANALYSIS OF REMOTELY  
SENSED DATA

Univ.Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Werner Schneider, Wien

COMMISSION VIII REMOTE SENSING APPLICATIONS AND POLICIES

Univ.Prof. Dipl.Forstw. Dr. Mathias Schardt, Graz





## University Course

# Laserscanning

## Data Acquisition and Modeling

**Time:** 6. and 7. October 2005

**Location:** Institute of Photogrammetry and Remote Sensing,  
Gusshausstrasse 27-29, 3rd floor,  
1040 Vienna, AUSTRIA

**MOTIVATION:** Laser Scanning has become a rapidly expanding discipline for acquiring the metrics of object surfaces. Airborne laser scanners are used for the reconstruction of terrain surfaces, city areas, vegetation, and powerlines. Terrestrial scanning techniques have successfully been applied to archaeological sites, works of art, building facades and architectural objects. Laser scanners deliver huge point clouds, from which (dependent on the respective application) relevant information has to be extracted (such as breaklines of embankments or CAD models of buildings). The Institute of Photogrammetry and Remote Sensing (I.P.F.) at the Vienna University of Technology has been engaged in basic research in the field of laser scanning for years and is cooperating with private partners through extensive pilot projects. Interesting topics of research evolved from the new technology of full wave laser scanning. Basic research and the before mentioned pilot projects are to a high extent driven by private partners who are members of the Christian Doppler Laboratory (CD-L) which is associated to I.P.F. since 1 December 2003.

**TRAGET GROUPS:** Graduates from civil engineering, environmental engineering, geodesy and geoinformation, geoinformatics, geo-sciences, agricultural and forest sciences, regional and landscape planning, surveying. Studies may have been carried out at a domestic or foreign university.

**FEES:** For registration before 1 Aug 2005 the fee will be € 260.00, thereafter € 290.00. For participants under the age of 27 a fee reduced by 50% applies. Handouts are included.

Institute of Photogrammetry and Remote Sensing  
Vienna University of Technology  
Gusshausstrasse 27-29/E122  
A-1040 Vienna  
Tel: +43 1 58801-12201  
Fax: +43 1 58801-12299  
Internet: <http://www.ipf.tuwien.ac.at>  
Email: [mbox@ipf.tuwien.ac.at](mailto:mbox@ipf.tuwien.ac.at)

**Auf diesem Straßenabschnitt wurde der Geschwindigkeitsrekord nicht von einem Sportwagen aufgestellt, sondern von einem Vermesser.**



**Geodaesie Austria**  
Steinerstrasse 2e  
A-4400 Steyr  
Tel. 07252 87 165-0  
Fax 07252 87 165 40

Es ist erstaunlich, welche Geschwindigkeiten auf einem Straßenabschnitt wie diesem erzielt werden können.

Vor allem, wenn der Vermesser die Möglichkeit hat, mit einer kompletten Vermessungslösung von Trimble zu arbeiten. Eine einheitliche Benutzeroberfläche und integrierte Daten gewährleisten die Interaktion unserer robusten und dennoch leichten Produkte. Sie vereinfachen Ihre Arbeitsabläufe, steigern Ihre Produktivität, verringern die Einarbeitungszeit.

Weitere Informationen darüber, warum Sie Trimble wählen sollten, finden Sie unter [www.trimble.de](http://www.trimble.de)



 **Trimble**

*Technology Solutions for  
the Right Place and Time*

[www.trimble.de](http://www.trimble.de)