

**Zeitschrift:** Vermessung, Photogrammetrie, Kulturtechnik : VPK = Mensuration, photogrammétrie, génie rural

**Herausgeber:** Schweizerischer Verein für Vermessung und Kulturtechnik (SVVK) = Société suisse des mensurations et améliorations foncières (SSMAF)

**Band:** 86 (1988)

**Heft:** 5

**Rubrik:** Berichte = Rapports

**Autor:** [s.n.]

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 04.04.2026

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

## Berichte Rapports

### Glonass: Ein Satelliten-Navigationssystem der Sowjetunion

Fast gleichzeitig wie die USA ihr Navstar-Global Positioning System (GPS) hat auch die Sowjetunion ihr Global Orbiting Navigation Satellite System (Glonass), das Navstar in vielen Aspekten sehr ähnlich ist, entwickelt. Glonass befindet sich zur Zeit in der Versuchsphase, und es ist nicht auszuschliessen, dass es vor Navstar voll betriebsbereit sein wird wegen der Verzögerung, die letzteres durch das Challenger-Unglück erfahren hat. Im folgenden soll Glonass kurz beschrieben und auf Unterschiede und Gemeinsamkeiten zum Navstar-System aufmerksam gemacht werden [Navstar-Daten in eckigen Klammern].

#### Umlaufbahnen

Beiden Systemen gemeinsam sind Satelliten auf quasi-kreisförmigen Umlaufbahnen in drei Bahnebenen A, B, C, die auf den Äquator bezogen, um  $120^\circ$  gegeneinander versetzt sind. Die Bahnebenen sind bei Glonass um  $64,8^\circ$  [55°] zur Äquatorebene geneigt; nach den Gesetzen der Himmelsmechanik sind es Grosskreisebenen der Erde. In diesen Ebenen laufen auf 19 200 km über der Erdoberfläche [20 000 km] die Satelliten mit einer Umlaufperiode von 11 Stunden 15,73 Minuten =  $\frac{8}{17}$  Sterntage [11 Stunden 57,94 Minuten =  $\frac{1}{2}$  Sterntag]. Bei jedem 17. [2.] Umlauf, d.h. nach 8 [1] Sterntagen, erscheinen sie für einen erdgebundenen Beobachter in der selben Position bezüglich des Horizontes (ground track repeat). Nimmt man eine Konfiguration, bei der auf jeder Bahn acht Satelliten im Abstand von  $45^\circ$  gleichmässig verteilt sind, so entspricht der Winkelabstand zwischen zwei benachbarten Satelliten  $\frac{1}{8}$  Umlauf oder  $\frac{1}{17}$  Sterntag. Für zwei Umläufe braucht ein Satellit  $\frac{16}{17}$  Sterntage, nach einem weiteren  $\frac{1}{17}$  Sterntag steht der nachfolgende Satellit genau an der Stelle seines Vorläufers, d.h. insgesamt genau nach einem Sterntag. Falls dies, wie man vermutet, der Endzustand im Aufbau von Glonass ist, dann hätte es wie Navstar eine Konstellationsperiodizität von einem Sterntag, allerdings mit nicht-identischen Satelliten. Die Synchronizität mit der Sternzeit bewirkt, dass sich die Konstellationsbilder täglich, auf bürgerliche Zeit bezogen jeden Tag 4 Minuten früher, wiederholen.

Insgesamt sind (Ende 1986) 21 Satelliten im Umlauf, und zwar neun auf Bahn A und zwölf auf Bahn B [Navstar: sieben Satelliten, davon vier auf Bahn A und drei auf Bahn B, Endziel: sechs Satelliten und eine Reserve auf jeder Bahn]. Nur etwa zwei Drittel der bereits gesetzten Satelliten haben die erwähnte Bodenperiodizität von acht Sterntagen.

#### Frequenzen

Die Satelliten senden auf zwei Bereichen im L-Band, nämlich auf 1597–1617 MHz (L1) und 1240–1260 MHz (L2) [1575,42 und 1227,6 MHz, nur zwei einzelne Trägerfrequenzen]. Die Welle ist rechtsdrehend zirkular polarisiert und wird über einen 3-m-Parabolreflektor von einer angehobenen Helixantenne aus abgestrahlt.

Wie bei Navstar wird ein P-Code (Precise) auf L1 und L2 gesendet und ein C/A-Code (Clear Acquisition) auf L1. Die Bandbreiten (und Code-Taktfrequenzen) betragen  $\pm 5,11$  MHz für den P-Code und  $\pm 0,511$  MHz für den C/A-Code [10,23 und 1,023 MHz]. Der C/A-Code ist ein 511-Bit-Code [1023 Bit], der sich alle Millisekunden [1 ms] wiederholt. Die Länge des P-Codes kennt man nicht, man vermutet, sie sei mehrere Tage lang [38 Wochen]. Die Codelänge und -rate sind etwa halb so gross wie bei Navstar. Dadurch wird das Glonass-System anfälliger auf Störsignale, und es vermindert sich die Auflösung bei der Ortsbestimmung.

Im Gegensatz zu Navstar, wo alle Satelliten auf der gleichen Trägerfrequenz pro Band arbeiten, besetzen im Glonass-System die einzelnen Satelliten individuelle Frequenzkanäle im L1- und L2-Band.

Dem P-Code-Spektrum überlagert sind bei manchen Glonass-Satelliten im Navstar-System nicht vorhandene, scharfe Frequenzlinien rein sinusoidaler Schwingungen. Man ist sich über die Bedeutung dieser Linien nicht ganz im klaren, vermutet aber, dass mit ihrer Hilfe instantan und kontinuierlich Information über die Geschwindigkeit des Satelliten gewonnen wird. Trifft diese Annahme zu, besässe das Glonass-System damit einen gewissen Vorteil über das amerikanische Navstar.

Entsprechend der russischen Geheimhaltungspraxis, die sich erst jetzt langsam zu lockern scheint, ist sehr wenig Information über das Glonass-System der Öffentlichkeit frei zugänglich. Vieles, was hier beschrieben ist, wurde aus westlichen Quellen geschöpft oder von den beiden Verfassern aus eigener Abhörtätigkeit und Analyse selber erarbeitet. Es werden weiterhin Anstrengungen unternommen, auch den Code und die Datenstrukturen des Glonass-Systems zu bestimmen. Mit der Kenntnis des Codes liesse sich nämlich das Nutzsignal ohne Einsatz einer teuren Hochleistungsantenne aus dem Rauschpegel herausfiltern, und das Entziffern der Daten über Bahnelemente usw. würde den Bau automatischer Bodenstationen möglich machen.

*Freie, stark gekürzte Übersetzung eines Artikels von S.A. Dale und P. Daly, Department of Electrical and Electronic Engineering, University of Leeds aus: IEEE AES-Magazine, Mai 1987, R. Köchle*

### Vor 100 Jahren: Gründung der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt in Berlin

Ohne Forschung kein Fortschritt! Das mögen sich jene weitblickenden Männer gesagt haben, die bei der Gründung der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt im Oktober 1887 Pate standen. Deutschland war im Begriff, seinen technischen Rückstand auf die damals führenden Industrienationen – allen voran England – mit Riesenschritten aufzuholen und auf einigen Gebieten selber in Führung zu gehen. Weil die Industrie die physikalische und technische Forschung zum Überleben braucht, erwuchs das Bedürfnis nach einer Institution, die zentral «wissenschaftliche Untersuchungen physikalischer Art» übernehmen würde, «welche einen grösseren Aufwand teils an Arbeitszeit der Beobachter, teils an instrumentalen Hilfsmitteln, lokalen Einrichtungen usw. erfordern, als der Regel nach durch Privatpersonen und durch die Laboratorien der höheren Unterrichtsanstalten beschafft werden können». Weil weiter die industrielle Fertigung nach Normierung und genauen Masseinheiten verlangt, sollte die Anstalt auch «physikalische und physikalisch-technische Untersuchungen» durchführen, «welche... geeignet sind, die Präzisionsmechanik und... auch andere Zweige der deutschen Technik in ihren Arbeiten zu fördern» (Zitate aus dem Aufgabenkatalog). Von den beiden Hauptaufgaben, der wissenschaftlich-physikalischen Forschung und den mehr angewandten technisch-metrologischen Untersuchungen wird bemerkenswerterweise die Grundlagenforschung an die erste Stelle gerückt. Das Staunen darüber legt sich etwas, wenn man den Namen des ersten Präsidenten und prominenten Mitbegründers der Anstalt erfährt: Es ist niemand anders als Hermann von Helmholtz. In seinem Programm umreisst dieser die vorgesehenen Tätigkeitsgebiete der Anstalt im einzelnen folgendermassen:

1. Die genaue Bestimmung der Intensität der Schwere und Vergleichung dieser Intensität an verschiedenen Stellen der Erdoberfläche.
2. Die absolute Messung der Gravitation oder die Bestimmung der mittleren Dichtigkeit der Erde.
3. Die Fortsetzung der genauen Bestimmung der Geschwindigkeit des Lichtes in irdischen Entfernungen, welche Bestimmung geeignet ist, die kosmischen Entfernungen auf irdisches Längenmass zu reduzieren.
4. In der Lehre von den magnetischen Wirkungen der elektrischen Ströme spielt eine der Lichtgeschwindigkeit, wie es scheint, genau gleiche Geschwindigkeit, von W. Weber als die kritische bezeichnet, eine fundamentale Rolle. Ihre Gleichheit mit der Lichtgeschwindigkeit scheint mir eine wesentlich innere Verwandtschaft zwischen optischen und den elektrischen Vorgängen anzuzeigen. Die Einsicht in die rätselhaften Seiten namentlich der elektromagnetischen Erscheinungen scheint hier einen leitenden Faden gewonnen zu haben, der uns wahrschein-

lich zum tieferen Grund derselben führen wird.

5. Untersuchungen über elektrische Masseneinheiten.
6. Die Messung über Druck und Dichtigkeit der Gase und Dämpfe bei verschiedenen Temperaturen und die Messung der dabei verbrauchten Wärmemengen.

Beim Lesen der Punkte 1 und 2 wird man den Verdacht nicht los, ein Geodät habe auf die Gestaltung des Programms massgebend Einfluss genommen. Kein Zweifel kann an der Urheberschaft von Punkt 5 bestehen. Dieser Passus zeigt die Handschrift eines weiteren prominenten Förderers und Mitbegründers der Anstalt, dem Erfinder und Unternehmer Werner von Siemens, Pionier und Dynamo der jungen deutschen Elektrotechnik.

In der Praxis der Anstalt muss sich bald gezeigt haben, dass der Bogen der Aufgaben zu weit gespannt war und wohl auch nicht unbedingt den Prioritäten der Industrie entsprach. Von den sechs Programmpunkten beschränkte man sich auf den fünften und sechsten, wozu dann im Laufe der Zeit neue Aufgaben kamen aus Wissensgebieten, die es zur Zeit der Gründung noch gar nicht gab.

Anfänglich befasste man sich mit Thermometrie sowie mit elektrischen und lichttechnischen Forschungen. Man studierte die thermische Ausdehnung der verschiedensten technischen Stoffe, führte den Eichzwang für Fieberthermometer ein, entwickelte Manganin als Werkstoff für Präzisionswiderstände und erkannte die Bedeutung silizierter, wirbelstromarmer Eisenbleche für den Bau von Transformatoren und Dynamomaschinen (E. Gumlich). Den Forschern der PTR ist auf lichtmesstechnischem Gebiet die Einführung der Hefnerkerze als Lichtstärkennormal zu verdanken und die erstmalige Verwirklichung eines Schwarzen Körpers, dessen Eigenschaften M. Planck 1900 zum Aufstellen der ersten quantenphysikalischen Formel anregten (bedeutende Namen: W. Wien, O. Lummer). Kraft eines Gesetzes aus dem Jahr 1898 übernahm die PTR im Deutschen Reich die oberste Verantwortung für die Darstellung der elektrischen Einheiten und die Überwachung der Messgeräte für die elektrische Energieversorgung.

Eine Institution von der Art der PTR muss einem Bedürfnis der Zeit entsprechen und ihre Tätigkeit als Signal für die Gründung metrologischer Institute im Ausland gewirkt haben. Nach ähnlichem Muster wurden gegründet: 1900 das National Physical Laboratory in England, 1901 das National Bureau of Standards in den USA, 1903 das National Research Laboratory of Metrology in Japan und das Mendelejew Institut in Russland.

Mit Beginn des 20. Jahrhunderts weitete sich die Tätigkeit der PTR schon früh auf Gebiete aus, die auch heute noch hochaktuell sind. 1912 wurde ein Laboratorium für Radioaktivität gegründet, wo H. Geiger 1913 den nach ihm benannten Spitzenzähler baute. In den Laboratorien der PTR wiesen als Gastmitarbeiter im Winter 1914/15 A. Einstein und J. de Haas den gyromagnetischen Effekt nach und 1930 entdeckten W. Bothe und H. Bek-

ker die Kern-Gammastrahlung. Als weitere bedeutende Forschungsleistungen sind zu erwähnen: die Entdeckung des Rheniums 1925 durch W. Noddack und seine Frau I. Tacke, des Meissner-Ochsenfeld-Effekts der Supraleitung 1933 durch die Forscher gleichen Namens im 1927 gegründeten Tieftemperaturlabor, die Arbeiten von W. Köster zur Meterdefinition auf der Basis von Lichtwellenlängen und die Entwicklung von Quarzuhren als Zeitnormal durch A. Scheibe.

Etwa seit der Zeit des Ersten Weltkrieges scheint der Geist der reinen Forschung sich mehr und mehr aus der PTR verflüchtigt zu haben, die sich von dort ab zunehmend auf das Gebiet der Metrologie spezialisierte. Der Grund dazu mag darin gelegen haben, dass die an die Anstalt herangetragenen Aufgaben aus dem Gebiet des Messwesens immer umfangreicher wurden (Einverleibung der Reichsanstalt für Mass und Gewicht 1923), aber auch dass andere Institutionen (z.B. die 1911 gegründete Kaiser Wilhelm Gesellschaft) erfolgreich auf dem Gebiet der reinen Forschung konkurrierten. Dies bewog einen späteren Präsidenten, F. Paschen, einmal zur sarkastischen Bemerkung, dass «die Herren aus der PTR keine Physiker sind; sie machen Aufgaben aus dem grossen Kohlenrausch, dies allerdings mit höchster Präzision».

Die Todesstunde für die Physikalisch-Technische Reichsanstalt schlug nach 57jährigem Bestehen am 8. Mai 1945 mit dem Untergang des nationalsozialistischen Staates, dessen Einfluss sie sich nicht hatte entziehen können.

Ihre Aufgaben werden in den beiden deutschen Nachfolgestaaten von der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt, Braunschweig, in der BRD und vom Amt für Standardisierung, Messwesen und Warenprüfung, Berlin, in der DDR wahrgenommen.

*Anmerkung:* In der Schweiz ist die zentrale Stelle für Metrologie und Eichung das Bundesamt für Messwesen in Wabern, ehemals Amt für Mass und Gewicht, ehemals die 1862 gegründete Eidgenössische Eichstätte.

*Frei gekürzt aus «Feingerätetechnik», 12/87  
R. Köchle*

## Recht / Droit

### Entscheid für verdichtetes Bauen

Die I. Öffentlichrechtliche Abteilung des Bundesgerichtes hat eine staatsrechtliche Beschwerde von Grundeigentümern gegen ein generisches Gesetz abgewiesen, das die Bauzonen in einem locker besiedelten, mit viel Grün durchsetzten Einfamilienhausquartier in der Gemeinde Carouge abänderte. Die Abänderung schuf eine «Entwicklungs-

zone», in der eine verdichtete Bauweise ermöglicht wird. Es handelt sich um einen Randbereich des Einfamilienhaus-Gebietes. Er liegt einem Sportgelände und einer Schulhausanlage gegenüber und ist verkehrstechnisch im wesentlichen hinlänglich erschlossen, auch mit öffentlichen Transportmitteln. Die Rekurrenten hatten beanstandet, dass in ihrer Nachbarschaft der Ausnützungskoeffizient von 0,2 auf 0,6 erhöht und damit der Bau von rund zehn kleineren Mietshäusern mit insgesamt etwa 130 Wohnungen ermöglicht werde. Der Staatsrat des Kantons Genf rechtfertigte die Bauverdichtung jedoch damit, dass die Bauzonen ungefähr 30% des Kantonsgebiets ausmachten und die 47% desselben umfassenden Landwirtschaftszonen nicht weiter verringert werden könnten, um der schweren Wohnungsnot im Kanton abzuhelfen. Der Kanton Genf sollte 10 500 ha Fruchtfolgeflächen aufweisen, bringe aber nur etwa 8500 ha auf. Ausserdem machten die Einfamilienhauszonen 47% der Bauzonen und 60% der Wohnzonen (unter Ausschluss der Industrie- und Gewerbebezonen) aus. Um zu einer angemessenen Ausnützung des Bodens im Sinne des Art. 1 Abs. 1 des eidg. Raumplanungsgesetzes zu gelangen, sei es sinnvoll und zumindest nicht willkürlich, die Ausnützungsdichte des überbaubaren Bodens dort zu erhöhen, wo dies möglich und zulässig erscheine, namentlich in stadtnahen Einfamilienhauszonen. Diese Verdichtung sei indessen geordnet vorzunehmen, so dass sie sich in die bestehende Bausubstanz einfüge und diese nicht schädige (Art. 1 Abs. 2 Buchstabe b des Raumplanungsgesetzes). Der vorliegende Fall genüge diesen Anforderungen und werde namentlich beträchtliche Grünräume und Baumbestände schonen. Die Infrastrukturen eigneten sich auch dafür gut.

### Ernsthafte und zutreffende Gründe

Das Bundesgericht fand nach einem Augenschein einer Gerichtsabordnung diese Überlegungen der kantonalen Behörden von trefenden und ernstlichen Beweggründen geleitet.

Die Beschwerdeführer machten indessen geltend, das Vorhaben widerspreche dem Richtplan, den der Kanton 1975 erlassen hatte und der hier eine dünne Besiedelung vorsieht. Nach dem Raumplanungsgesetz (Art. 35 Abs. 3 RPG) bleiben die bestehenden kantonalen Richtpläne nach der Inkraftsetzung des RPG in Kraft, bis eine dem Bundesrecht entsprechende neue Richtplanung erstellt ist. Der vorliegende Richtplan, der älter als das RPG ist, kann damit nur jene Rechtskraft entfalten, die ihm seinerzeit das kantonale Recht zugewiesen hat. Dies bedeutet im Kanton Genf, dass er nur ein Arbeitsinstrument mit Indikationswert und keine rechtsverbindliche Sache war. Ausserdem sind auch die nach RPG erlassenen Richtpläne bei veränderten Umständen und auf jeden Fall alle zehn Jahre zu revidieren (Art. 9 Abs. 2 und 3 RPG).

Der Grosse Rat des Kantons Genf konnte also beim Erlass seines Zonenplanänderungs-Gesetzes angesichts der sachlichen und ernsthaften Gründe für eine veränderte Anschauung sich von der mehr als zehn