

Vermessungsprobleme in den Schriften der römischen Agrimensoren

Autor(en): **Minow, H.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Geomatik Schweiz : Geoinformation und Landmanagement = Géomatique Suisse : géoinformation et gestion du territoire = Geomatica Svizzera : geoinformazione e gestione del territorio**

Band (Jahr): **101 (2003)**

Heft 1

PDF erstellt am: **21.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-235984>

Nutzungsbedingungen

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

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

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

Haftungsausschluss

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

Vermessungsprobleme in den Schriften der römischen Agrimensoren

Im römischen Reich wurden Vermessungsarbeiten wohl zunächst von Priestern ausgeführt, wenn es um die Festlegung von Tempelbezirken ging; dann von Militärpersonen beim Abstecken von Truppenlagern sowie von Architekten beim Bau von Wasserleitungen und dergleichen. Als das römische Imperium grösser wurde, ergaben sich auch grössere Vermessungsaufgaben, die einen besonderen Beruf entstehen liessen: die Agrimensoren.

Au début de l'Empire romain les travaux de mensuration ont certainement d'abord été exécutés par des prêtres lorsqu'il s'agissait de déterminer les enceintes des temples, puis par des militaires pour le piquetage des camps de troupes, enfin par des architectes pour la construction d'aqueducs et autres. Lors du grandissement de l'Empire romain, l'importance des travaux de mensuration allaient de pair et une profession spécialisée se développa: celle des «agrimensureurs».

Nell'Impero Romano le opere di misurazione erano effettuate in un primo tempo dai sacerdoti, in particolare se si trattava determinare il territorio destinato ai templi. In seguito, tale mansione passò in mano ai militari, se si dovevano picchettare gli accampamenti delle truppe, nonché agli architetti addetti alla costruzione di condotte di approvvigionamento idrico e di opere affini. Con l'espansione dell'Impero Romano, i mandati di misurazione sono aumentati e questo ha portato alla creazione di una nuova professione: gli agrimensori.

H. Minow

Schon die ägyptischen Feldmesser («Seilträger») waren beim Bau der Tempel und der Pyramiden sowie beim Vermessen der Ackerstücke beteiligt. Sie konnten die Himmelsrichtungen bestimmen, Fundamente nivellieren und Böschungswinkel einhalten. Belegt ist auch das Verfahren, zur Flächenberechnung unregelmässige Grundstücksflächen in Dreiecke, Rechtecke und Trapeze zu zerlegen. Damit stehen die römischen Feldmesser in einer langen Tradition. Denn alle diese Aufgaben findet man auch in den schriftlichen Aufzeichnungen über die Kenntnisse, die ein römischer Agrimensor braucht. Ausserdem kannten sie die griechischen Messgeräte zum Visieren und zum Nivellieren.

Die römischen Feldmesser und ihre Schriften

Etwa seit dem Ende des 1. Jahrhunderts n.Chr. gab es berufsmässige Feldmesser

(Agrimensoren oder Gromatiker) und eigene Schriften für sie. Diese wurden im 3. Jahrhundert n.Chr. zu einem «Corpus agrimensorum» zusammengefasst [1]. In diesen Schriften werden verschiedene Vermessungsprobleme mehr oder weniger ausführlich behandelt. Als Verfasser der gromatischen Schriften werden genannt:

- Marcus Terentius Varro, römischer Gelehrter (116–27 v.Chr.): Fragmente «De mensuris», «Res rusticae» (Landbau)
 - Lucius Iunius Moderatus Columella (um 65 n.Chr.): «De re rustica»
 - Heron von Alexandria (um 60 n.Chr.)
 - Sextus Iulius Frontinus (ca. 40–103 n.Chr.), Statthalter in Britannien: «Gromatici»
 - Celsus Balbus, Mensor (um 107 n.Chr.)
- Aus dem 2. Jahrhundert n. Chr. und danach gibt es Schriften bzw. Fragmente von folgenden Autoren:
- Hyginus Gromaticus
 - Siculus Flaccus
 - Marcus Iunius Nipsus (Nypsus) [2]

- Epaphroditus (griechischer Geometer)
- Vitruvius Rufus (Architekt; nicht zu verwechseln mit Vitruvius Pollio ca. 84–10 v.Chr.)
- Innocentius
- Agenius Urbicus

Auf die Überlieferungsgeschichte und die Qualität der unterschiedlichen Texte sowie ihre Quellen soll hier nicht näher eingegangen werden, vgl. [9]. Meist ist das Schriftbild der überlieferten Manuskripte wohl schön und kunstvoll gemalt; doch enthalten die Texte manche Schreib- oder auch Hör-Fehler. Die mittelalterlichen Abschreiber beherrschten das Lateinische nur sehr unvollkommen. Manche Einzelheiten haben sie überhaupt nicht verstanden; besonders die technisch wichtigen Ausdrücke wurden sehr oft missverstanden. Deshalb sind die Texte häufig entstellt überliefert [3]. Zudem sind manche Vermessungsprobleme und Verfahren umständlich dargestellt; der lateinische Text bleibt auch für den forschenden Übersetzer meist unklar. Trotzdem soll versucht werden, einige der Vermessungsprobleme mit fachlichem Sachverstand möglichst richtig und klar darzustellen. Mit den entsprechenden Illustrationen lässt sich dies am besten veranschaulichen.

Gromatische Vermessungen

Erobertes Land war zunächst Staatsland; es konnte gegen Pachtzins Privatleuten zur Bewirtschaftung überlassen oder an Siedler steuerfrei verteilt werden. Die gromatici (Gromatiker), auch mensores, metadores, decempedatores und finitores genannt, hatten u.a. die Aufgabe, das eroberte Land zu vermessen und in umgrenzte Grundstücke aufzuteilen (Limitation). Sie gliederten es in Flächeneinheiten, die dann zu gleichen Teilen als Parzellen abgegeben wurden.

Mit Hilfe der Groma [11], der decempeda (10-Fuss-Messlatte) und eventuell mit der Messkette zerlegten sie ein Territorium z.B. in quadratische Centurien. Die Hauptlinien der Limitation, kardo maximus und decumanus maximus, schnitten sich

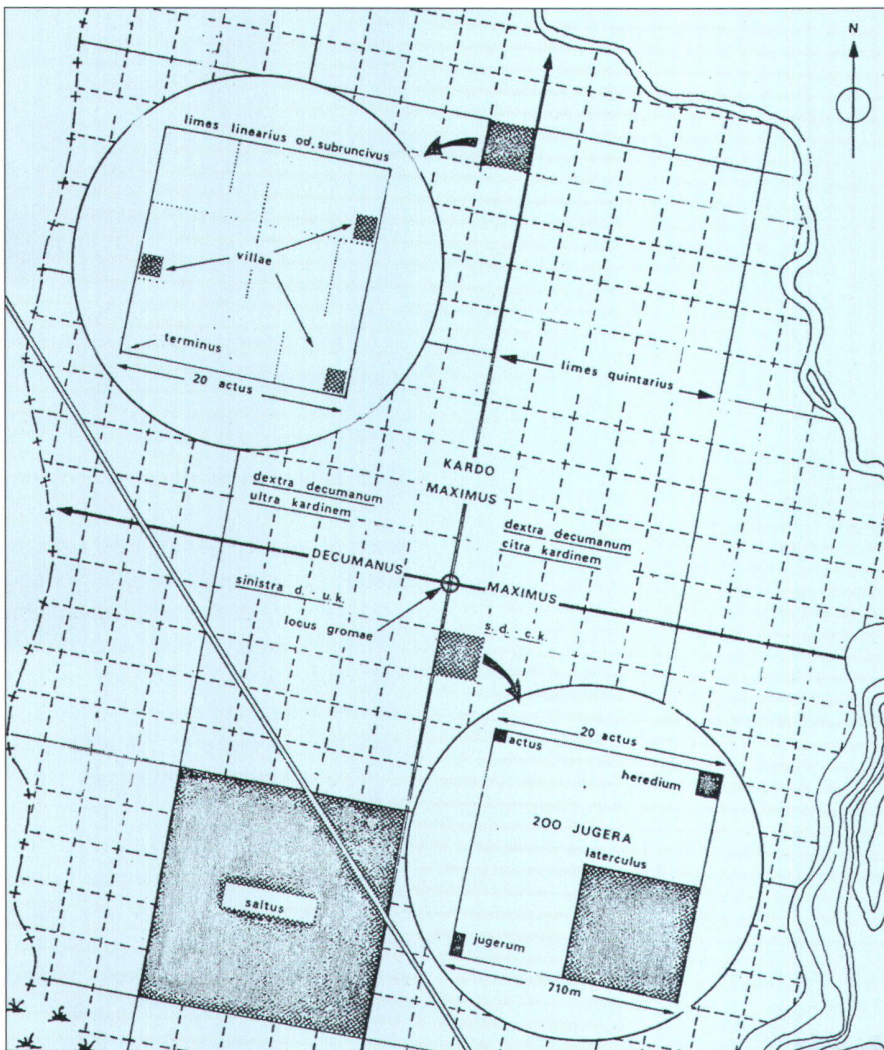


Abb. 1: Ideal-Schema einer Limitation bzw. Centuriation, nach [5].

rechtwinklig im Vermessungszentrum (Abb. 1). Jedes Centurien-Quadrat wurde besonders nummeriert.

In den gromatischen Schriften findet sich eine geordnete Aufzählung der Begriffe und Figuren. Diese Auffassung von der Vermessungskunst könnte mit dem praktischen Sinn der Römer und ihrem Streben nach Ordnung zusammenhängen [6], [7]. Die Schriften enthalten neben geometrischen Problemen besonders technische Details, die die Vermessung auch des nicht centurierten Landes betreffen:

- Verwendung der Groma
- Konstruktion einer Limitation
- Methoden zur Errichtung einer Senkrechten
- Methoden, den decumanus zu finden
- Wiederherstellung von Grenzlinien

- Abstecken des kardo maximus, senkrecht zum decumanus maximus
- Arten der Winkel
- Berechnung der Flächen von Dreiecken, Trapezen und allgemeinen Vierecken
- Entfernungsbestimmung bei unzugänglichen Punkten
- Höhenberechnung

Aus den Angaben über die verschiedenen Masse, ihre Benennungen, Umrechnung und Einteilung sei das Wichtigste mitgeteilt.

Eine Centurie (ca. 50 ha) wurde in 100 (!) heredia aufgeteilt, wobei 1 heredium («Erbgut») = 2 jugera betrug.

1 jugerum enthielt 2 actus (als Flächenmass). Das jugerum («Juchart»!) ist ursprünglich die Fläche, die ein Bauer mit einem Ochsendgespann (iugum) an einem Tag umpflügen kann, ca. 0,25 ha.

Eine Centurie war anfänglich für 100 Siedler gedacht, im Allgemeinen ein Quadrat mit 20 actus Seitenlänge (= 1 Centuriale = ca. 710 m). 25 Centurien bildeten 1 saltus («Grundbesitz») (vgl. Abb. 1).

1 actus = 120 römische Fuss = 35,6 m.

1 quintarius = 5 Centuriale = ca. 3,56 km.

Im Folgenden werden einige der Vermessungsproben eingehend dargestellt, die meist ausserhalb der grossen Centuriationen auftreten. Die überlieferten Textstellen sind dabei frei übertragen und interpretiert.

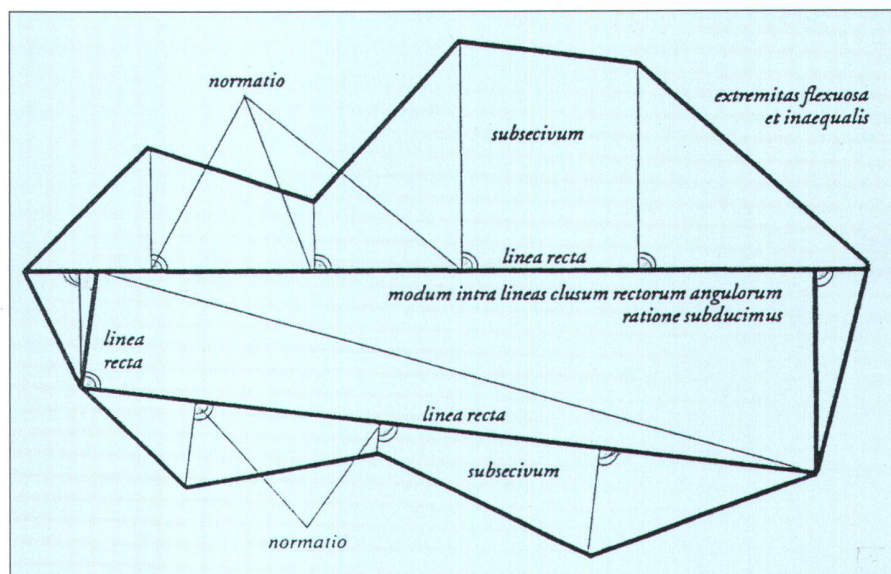


Abb. 2: Aufmessung eines unregelmässigen Grundstücks.

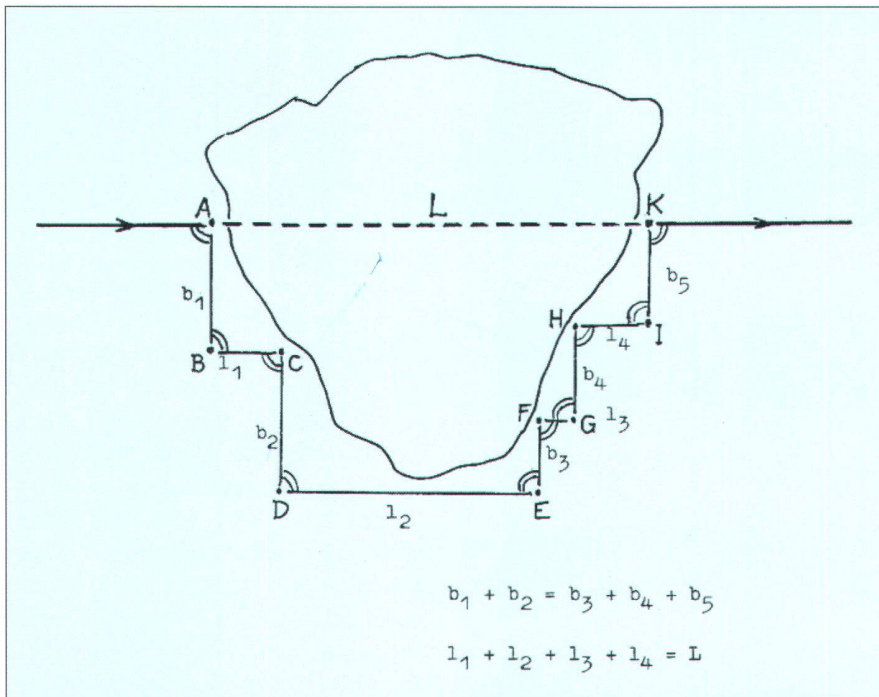


Abb. 3: Vermessung unter Umgehung eines grösseren Hindernisses.

In einer der Handschriften wird das Messverfahren generell und summarisch wie folgt beschrieben: «Die Grundlage der Messkunst liegt in der praktischen Durchführung. Denn die wahre Gestalt der Fläche kann ohne berechenbare Linien nicht ausgedrückt werden, weil alle Ackerstücke durch gewundene und unregelmässige Linien umgrenzt werden. Ohne festgesetzte Eckpunkte ergeben sich keine sicheren Distanzen und auch keine genaue amtliche Feststellung der

Flächeninhalte. Aber damit bei allen Umfangslinien ihre Eigenart genau festgelegt und der Flächeninhalt des eingeschlossenen Gebietes amtlich festgestellt werden kann, werden wir zunächst, soweit die Lage des Geländes dies erlaubt, das Territorium mit geraden Linien durchmessen. Von diesen Linien ausgehend, erfassen wir im Zusammenhang die nächste schräg verlaufende Umfangslinie, indem zu jedem Eckpunkt die Senkrechte errichtet wird. Als zusammenhängendes Gebiet übertragen wir es als ähnelndes Abbild entsprechend den Vorschriften in einem bestimmten Massstab auf die zukünftige Flurkarte.»

Nachdem also der Flächeninhalt des beschriebenen Vielecks durch Messung ermittelt wurde, werden die einzelnen Flächenteile massstäblich eingetragen, die Längen der Grenzlinien eingezeichnet und so als Flurkarte (forma) abgebildet (Abb. 2).

In der Handschrift werden weitere Schritte und Probleme bei der Durchführung erörtert. «Jedes zu vermessene Gebiet muss zuvor begangen werden. Dabei sind an allen Eckpunkten Zeichen (signa) aufzustellen, die dann von einer geraden Strecke aus rechtwinklig erfasst werden

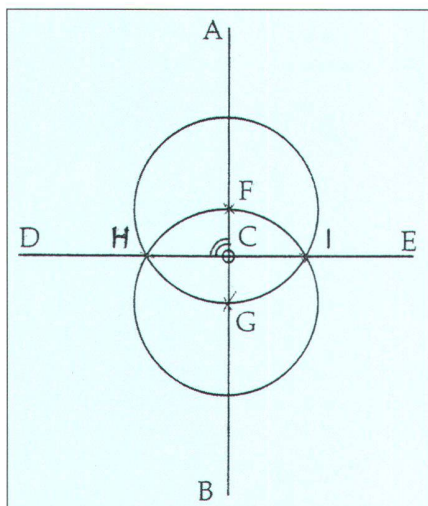


Abb. 4: Errichtung einer Senkrechten.

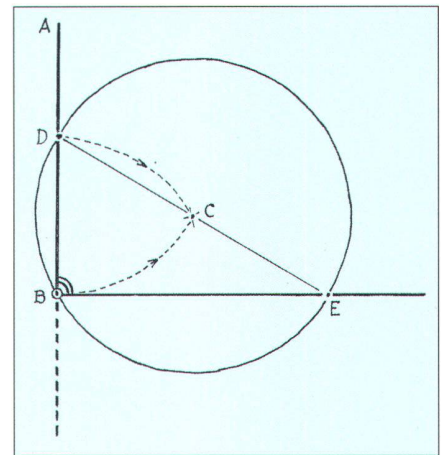


Abb. 5: Errichtung einer Senkrechten.

müssen. Die vielfältige Natur der Gebiete gestattet es nicht, dass die Vermessung überall nach einer Methode geschieht. Etwa wenn Berge entgegenstehen oder Flüsse und Ufer, eine Schlucht in abschüssigem Gelände mit mehreren Unebenheiten zerklüfteter Gebiete oder auch eine bestimmte Bebauung. Dieser Schwierigkeiten wegen muss man alle Möglichkeiten der Feldmesskunst ausschöpfen. Denn auch der kleinste Teil des Gebietes, den der Mensor jeweils durch die Vermessung erfassen will, muss nach der Messmethode der rechten Winkel entsprechend seiner Grundforderung zusammengefasst werden. Deshalb müssen wir durch den zweckmässigen Gebrauch der Groma an allen Hindernissen vorbeikommen können. Sodann ist beim Messen Sorgfalt anzuwenden.»

Wenn also ein Hindernis überwunden werden soll, dann müssen die Breiten (b_n) und die Längsseiten (l_n) genau gemessen werden, um am Ende den Fortsetzungspunkt (K) treffen und die begonnene Linie genau in der eingeschlagenen Richtung fortsetzen zu können (Abb. 3).

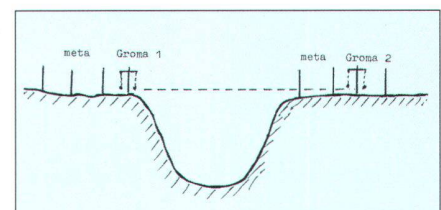


Abb. 6: Skizze zur Messung über eine Senke.

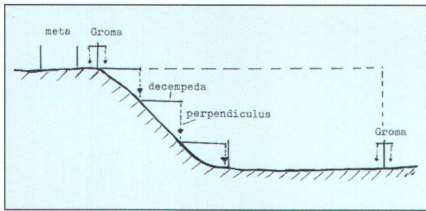


Abb. 7: «Cultellatio»: Skizze zur Stabfelmessung in einem weiten Tal.

Römische Vermessungstechnik in der Praxis

Zur Errichtung der Senkrechten gibt es zwei Methoden:

- Auf der Grenzlinie A B, im gleichen Abstand vom Grenzpunkt C, sind F und G die Mittelpunkte der Kreise, deren Radius gleich dem Abstand F G ist. Die Gerade D E, die durch die Schnittpunkte H und I der Kreise geht, ist die Senkrechte zur Grenzlinie A B (Abb. 4).
- Auf der Grenzlinie A B bestimmt man zunächst den Punkt D. Mit dem Radius D B konstruiert man dann vom Grenzpunkt B und von D den Schnittpunkt C, wobei $C B = D C$. Dann wird die Gerade

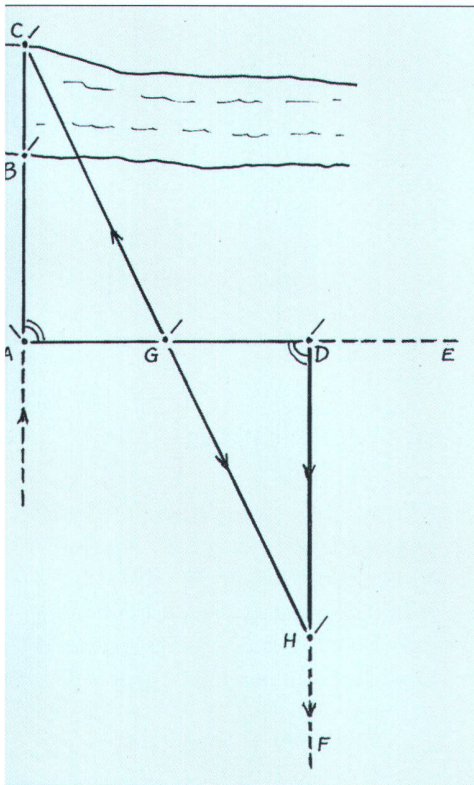


Abb. 8: Bestimmung einer Flussbreite.

de D C bis E verlängert, wobei $C E = D C$. Die Gerade B E ist dann rechtwinklig zur Grenzlinie A B; denn B E und B D sind die Seiten eines rechtwinkligen Dreiecks im Halbkreis (Abb. 5).

Geschildert wird weiterhin ein Verfahren («cultellatio»), mit dem die Höhenunterschiede von Bergen und Tälern ausgeglichen werden, d.h. bei abschüssigem Gelände werden die zu messenden Strecken und die Flächen auf die horizontale Ebene reduziert.

Wenn beim Einrichten einer geraden Strecke Widerstände auftreten, wie z.B. Täler, zerklüftete Gebiete, so müssen diese in zweckmässiger Weise vermessen werden; also bei einem Tal, das über das Blickfeld hinaus reicht, muss man dieses durchqueren, nachdem man hinter der Groma Fluchtstäbe (metae) aufgestellt hat (Abb. 6). Damit der Verlauf dieser Strecke in der gegenüberliegenden Seite fortsetzen kann, müssen wir stets gleichmässig in der Waagerechten «cultellieren», wobei die Schnur des Senkbleis (perpendicularis) jeweils zum Kopf der Messlatte (decempeda) hinweist, und dabei die waagerechte Linie mit Hilfe der Schnur übertragen, an der das Senkblei jeweils den abgetrennten Abschnitt anzeigt.

Es handelt sich hier offenbar um die Stabfelmessung im modernen Sinne; «cultellatio» bedeutet das stetige «Zerschneiden» einer Strecke (Abb. 7).

Zur Bestimmung der Breite B C eines (unzugänglichen) Flusses heisst es bei Nipsus [2]:

Bei der Feldeinteilung kann es gelegentlich vorkommen, dass ein Wasserlauf bei der Absteckung einer Grenzlinie hinderlich ist. Dann verfährt man so (Abb. 8): Auf dem Gelände vor dem Fluss errichtet man zu A C in Punkt A die Senkrechte E, dann misst man $A G = G D$. In D errichtet man die Senkrechte F, visiert in G nach C und erhält rückwärts den Schnittpunkt H. Das anvisierte Dreieck C A G ist kongruent mit dem Dreieck H D G. Die Breite des Flusses: $A C = D H$; $D H - A B = B C$.

Dieses Verfahren scheint sehr alt zu sein.

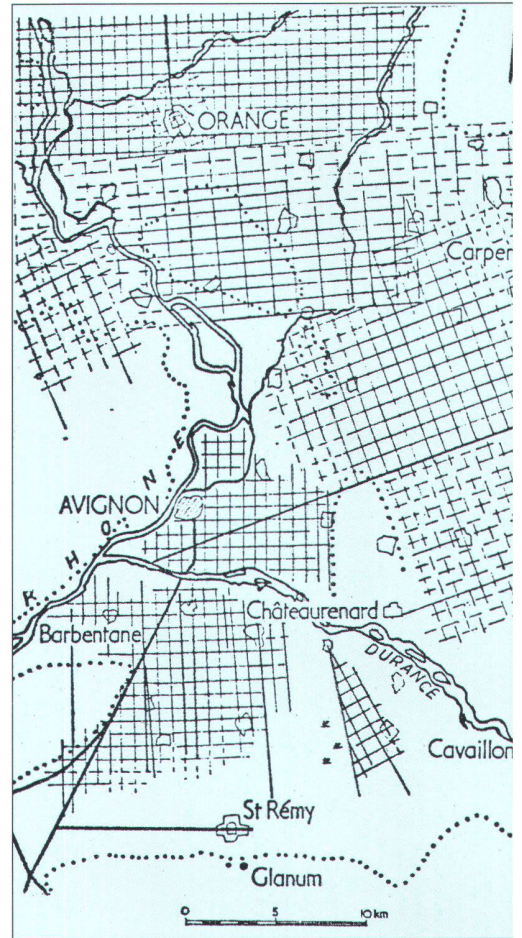


Abb. 9: Centuriation im Gebiet von Avignon-Orange. Erkennbar sind die verschiedenen Vermessungssysteme.

Es erinnert an die dem Thales zugeschriebene Methode, die Entfernung von Schiffen auf dem Meer mit Hilfe von Kongruenzsätzen zu bestimmen.

Orientierung der Vermessungsachsen im Gelände

Über die Orientierungen der Limitations- und Katastersysteme ist viel gerätselt worden; denn die durch die Limitationen entstandenen Kataster waren nach unterschiedlichen Richtungen orientiert. In weiten Ebenen findet man manchmal eine genaue Ausrichtung nach Norden. Woanders gibt es Abweichungen von der astronomischen Ostrichtung. Dann gibt es Orientierungen, die sich astronomisch überhaupt nicht einordnen lassen.

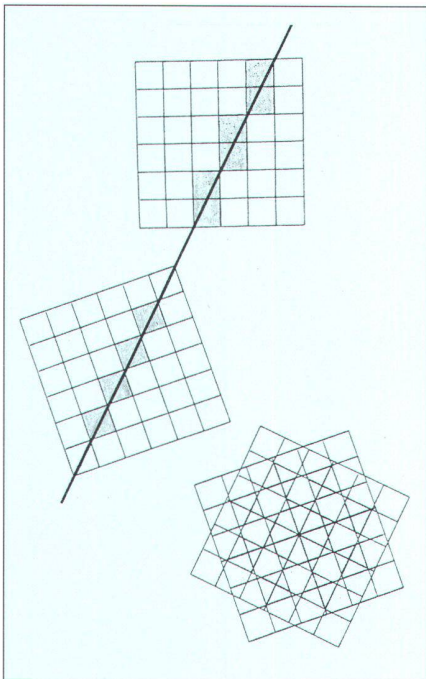


Abb. 10: Unterschiedliche Limitationen und die Diagonal-Methode.

Neuere Untersuchungen haben ergeben, dass die Orientierungsachsen praxisbezogen waren. Man hielt sich an topographische Gegebenheiten, z.B. sollte das alte Wegesystem bequem benutzbar sein, oft wurden Konsularstrassen als Grundlinie benutzt; Vermessungen in Meeresnähe richteten sich nach den Küstenlinien. Limitationen benachbarter Territorien wichen deshalb in der Haupttrichtung von einander ab, um die Abgrenzung klar hervorzuheben. In manchen Fällen überspannten sich sogar alte und neue Limitationen (Abb. 9).

In den agrimensurischen Schriften findet sich dazu die Beschreibung der Diagonal-Methode «varatio» (vielleicht von lat. vara = «Sägebock» in der Form eines X). Dabei wird das Limitationsnetz über die Diagonalen konstruiert. Die Diagonal-Konstruktion von einer Strasse aus oder die Anlegung eines zweiten Limitations-systems (Kataster) mit einer anderen Ori-

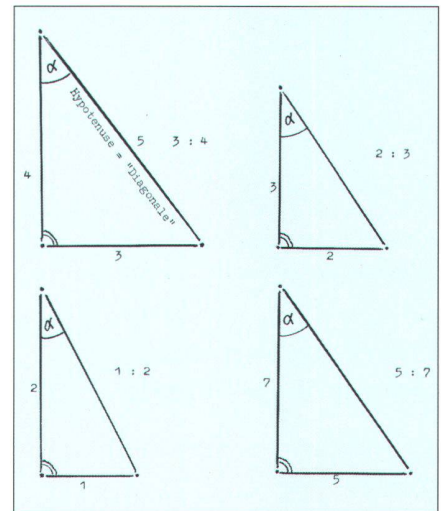


Abb. 11: Einige Orientierungen der Vermessungsachsen.

entierung innerhalb einer Limitation erlaubte eine rasche, sichere Vermessung und machte sofortige Korrekturen möglich [5] (Abb. 10).

Gemäss dieser Diagonal-Methode kommen verschiedene Orientierungen der Vermessungsachse vor (Abb. 11). Möglich sind die folgenden Seitenverhältnisse mit dem Orientierungswinkel α .

$\tan \alpha$	α
4 : 3	53°04'
1 : 1	45°
3 : 4	36°52'
5 : 7	35°32'
7 : 10	35°
2 : 3	33°41'
1 : 2	26°37'
2 : 5	21°48'
1 : 3	18°26'
1 : 4	14°02'

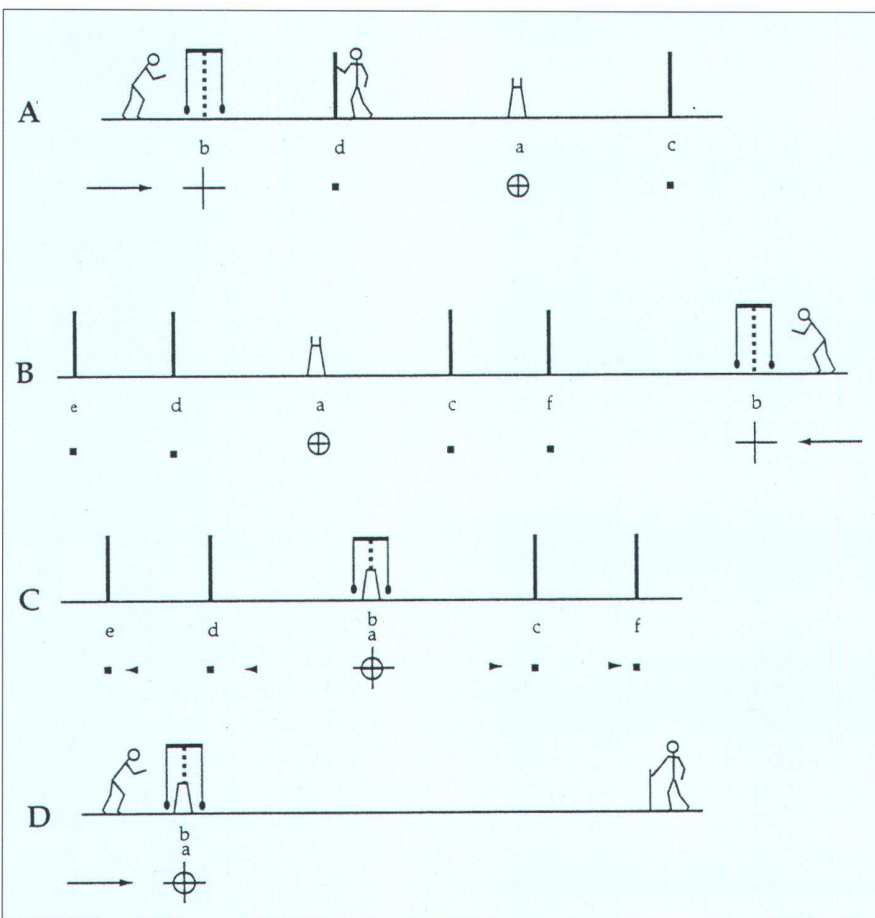


Abb. 12: Wiederauffinden einer Grenzlinie mit der Groma.

Grenzherstellungen

Um eine Grenzlinie mit der Groma wiederzufinden, wird so verfahren: Es wird davon ausgegangen, dass das Kreuz auf dem Grenzstein (decussis) die Richtungen Kardo und Decumanus deutlich und zuverlässig angibt. Zur Richtungsverlängerung wird die Groma eingesetzt (Abb. 12). A. Auf dem Grenzstein a werden zwei kleine Zielmarken angebracht und zwar in Richtung der Grenzlinie, die man wiederfinden will. In Verlänge-

rung der beiden Zielmarken setzt man nach beiden Seiten die Fluchtstäbe c und d.

B. Man wechselt die Groma b auf die andere Seite des Grenzsteins a. Dann setzt man die Fluchtstäbe c und f und hat so die erste Grenzlinie.

C. Nun setzt man die Groma b direkt auf den Grenzstein a und prüft die Geradlinigkeit der vier Fluchtstäbe c, d, e und f.

D. Endlich kann man über die anderen Lotschnüre der Groma mit Hilfe von Fluchtstäben die zweite Grenzlinie auffinden.

Ausserdem werden noch das Wiederauffinden einer Grenzlinie mit Hilfe von zwei Grenzsteinen und dem Kreuz auf einem Grenzstein sowie Grenzwiederherstellungen bei unterschiedlichen Limitationssystemen beschrieben.

Nach diesem Blick auf die praktische Arbeit der römischen Agrimensoren anhand der überlieferten gromatischen Schriften darf nicht vergessen werden, dass die Limitationen und Centuriationen damals das Ziel hatten, die Welt zu erschliessen und zu beherrschen.

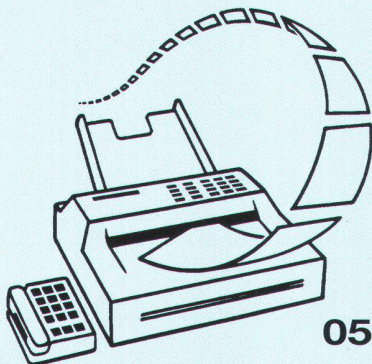
Später, im Mittelalter, bildeten die gromatischen Schriften, soweit diese bekannt waren, die Grundlagen der «Geometria Practica», wie die spätmittelalterliche Feldmessung genannt wurde. Dabei wurden in der zeitgenössischen Vermessungsliteratur meist die gleichen, einfachen Verfahren und Probleme wie bei den Römern erörtert; einiges scheint jedoch praktisch nicht weiter angewendet worden zu sein.

Weiterführende Literatur:

- [1] Blume, F., Lachmann, K., Rudorff, A.: Gromatici veteres, Die Schriften der römischen Feldmesser. 2 Bde., Berlin, I. 1848, II. 1852.
- [2] Bouma, J. (ed.): Marcus Iunius Nypsius, Fluminis Varatio, Limitis Repositio. Frankfurt/M., 1993 (Studien zur klass. Philologie; 77).
- [3] Bubnov, N. (ed.): Gerberti, postea Silvestri II papae, Opera Mathematica 972–1003, Berlin, 1899; Nachdr. Hildesheim, 1963.
- [4] Cantor, M.: Die römischen Agrimensoren und ihre Stellung in der Geschichte der Feldmesskunst. Leipzig, 1875.
- [5] Choquer, G., Favory, F.: Les arpenteurs romains. Théorie et pratique. Paris, Editions Errance, 1993.
- [6] Dilke, O.A.W.: The Roman Land Surveyors. An Introduction to the Agrimensores. Newton Abbot, 1971.
- [7] Gericke, H.: Mathematik in Antike und Orient, Berlin, Heidelberg, 1984; Wiesbaden, 1992.
- [8] Hinrichs, F. T.: Die Geschichte der gromatischen Institutionen. Wiesbaden, 1974.
- [9] Hinrichs, F. T.: Die «agri per extremitatem mensura comprehensi». Diskussion eines Frontintextes und der Geschichte seines Verständnisses. In: Behrens, O. u.a.: Die römische Vermessungskunst, Abh. d. Ak. d. Wiss. in Göttingen, 1992, S. 348–372.
- [10] Thulin, K. (ed.): Corpus agrimensorum, Romanorum, Stuttgart, 1913.
- [11] Peters, K.: Messgeräte des Altertums. Nachbau, Experimente, Genauigkeit. Dortmund, 2002. (Schriftenreihe d. Förderkr. Verm. techn. Mus. Bd. 30.)

Dipl. Ing. Hemut Minow
Kelchstrasse 11
DE-44265 Dortmund

Suchen Sie Fachpersonal?



Inserate
in der VPK
helfen Ihnen.
Wenn es eilt,
per Telefax

056 619 52 50

GEO2000

Programme für die
Ingenieur- und die
Amtliche Vermessung

GEO2000

Ist günstig und benutzerfreundlich,
zuverlässig und anpassungsfähig.
Rechnet nach den Vorgaben der
Amtlichen Vermessung.

Gallus Appius, dipl.Ing.ETH
Rigiblickweg 12, 6048 Horw
Tel.: 041 340 23 45, E-Mail: appius@centralnet.ch
GEO2000 finden Sie neu unter www.geo2000.ch