

Orientierung in Raum und Zeit
Zur Erfassung des geografischen Raumes in spätkeltischer Zeit



Rolf d'Aujourd'hui, Forschungsbericht Universität Basel, 2024

Forschungsbericht, Universität Basel
Orientierung in Raum und Zeit – Erfassung des geografischen
Raumes in spätkeltischer Zeit

Rolf d'Aujourd'hui

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	4
2	Wissenschaftsgeschichtliche Aspekte über die quantitative Erfassung des Raumes	4
2.1	Voraussetzungen für die wissenschaftliche Erfassung des Raumes	4
2.1.1	Pytheas von Massilia, Breitengradberechnungen im 4. Jh.v.Chr.	5
2.1.2	Eratosthenes von Kyrene, erste überlieferte, annähernd exakte Vermessung der Erde, 3. Jh.v.Chr.	5
2.1.3	Hipparchos von Nicäa, Einteilung der Erde in 360°, 2. Jh.v.Chr.	7
2.1.4	Claudius Ptolemäus, Erdkarte und ptolemäisches Weltbild, 2. Jh.n.Chr.	7
2.2	Was wussten die Kelten über die wissenschaftliche Erfassung des Raumes?	8
2.2.1	Eine historische Aussage	8
2.2.2	Regionale Vermessungssysteme, regelhafte Planung und eine keltische Masseinheit	9
3	Metrologie – Antike Masseinheiten	10
3.1	Die keltische Leuge und die römische Meile	10
3.2	Das Stadion, keltischer und römischer Fuss	11
3.3	Digitus - Proportionen, Mass und Zahl der antiken Masseinheiten	11
3.4	Die ideale Zahl der Schrifttafeln von Nippur	11
4	Fünf gleichnamige Berge am Oberrhein. - Zufall oder Absicht?	12
4.1	Etymologie des Bergnamens «Belchen»	12
4.2	Etymologischer Nachweis der Bergnamen «Belchen»	13
4.3	Fazit	13
5	Forschungsgeschichte zur Deutung der 5 Belchen – das «Belchensystem»	13
5.1	Theorie I: Ein astronomisches System	14
5.1.1	Kritik an der astronomischen Interpretation	14
5.2	Theorie II: Ein geometrisches System	15
5.2.1	Geometrische Komponenten	17
5.2.2	Zahlenverhältnisse und geometrische Figuren	18
5.3	Theorie III: Ein geodätisches Vermessungssystem	19
5.3.1	Geodätische Aspekte und Masse des Erdumfangs	19
6	Antike mathematische Geografie im Belchensystem	21
7	Das Belchensystem – eine geodätische Bogengradeinheit	22
7.1	Der Erdumfang in keltischen Massen	22
7.2	Berechnung des Erdumfangs	23
7.3	Zahlen im Sexagesimalsystem	23
8	Präzision der Vermessungen	24
8.1	Genauigkeit, Vermessung der Messpunkte 1. Ordnung	24
8.2	Zwei Beispiele zur Präzision der Distanzvermessungen ausserhalb des Belchensystems	25
8.2.1	Römischer Limes	25
8.2.2	Esch, keltische Leuge	25
9	Personal zur Einrichtung: Auftraggeber - Ausführende – Vermessungsteam	25
10	Fazit	26

11	Eine Karte des Belchensystems.....	27
12	Technische Machbarkeitsstudie: Auswahl der 5 Belchen und Vermessung der Distanzen	29
12.1	Feldvermessung mit dem Dreieck 3:4:5, nach dem Prinzip 12-Knotenschnur	29
12.2	Ausgangspunkte für die Landesvermessung: Der Badische und der Grosse Belchen.....	30
12.3	Abmessung der Normstrecke von 400 Stadien ab Badischem Belchen: Der Elsässer Belchen.....	31
12.4	Diagonale: Der Schweizer und der Kleine Belchen - Masse der geometrischen Figuren.....	32
12.5	Fazit	34
13	Schlussbemerkungen	34

1 Einleitung

Räumliche und zeitliche Orientierung stellt eine Grundlage menschlicher Lebenswelt dar.

Der Umgang mit Raum und Zeit hat neben der rein praktischen Seite auch eine kosmologische und religiöse Komponente. Während man den Kosmos einerseits auf mythologische Weise zu verstehen versucht, führt das Bestreben, die göttliche Ordnung zu ergründen andererseits zu den Anfängen der Wissenschaft in unserem heutigen Verständnis. Sowohl Glauben wie auch Wissen beeinflussen das Machtgefüge, die sozialen Strukturen, die menschlichen Handlungsoptionen und schliesslich das Weltbild einer Gesellschaft.

Mit der Erfassung dieser Dimensionen wird der Raum zu einer kulturellen Grösse. Die im Folgenden zusammengefassten Forschungsergebnisse zum Thema «Orientierung in Raum und Zeit» stammen aus den Untersuchungen einer interdisziplinären Forschungsgruppe, die assoziiert mit den Altertumswissenschaften der Universität Basel über die Erfassung des geografischen Raumes in keltischer Zeit arbeitet.¹

2 Wissenschaftsgeschichtliche Aspekte über die quantitative Erfassung des Raumes

Astronomische Beobachtungen und geometrische Berechnungen stehen am Anfang einer wissenschaftlichen Konzeption des Raumes. Methodisch können Untersuchungen über die Erfassung des Raumes in der Antike auf verschiedenen Wegen erfolgen: Einerseits über interdisziplinäre Analysen von relevanten historischen Quellen, und andererseits über mathematische Analysen archäologischer, metrologischer und topografischer Befunde. Dabei stellt sich die Frage der Beziehungen zwischen der keltischen und der mediterranen Welt in geistiger und weltanschaulicher Ebene. Zur Diskussion steht u.a. die Frage nach den Anteilen des autochthonen und des übernommenen Wissens der Kelten aus dem griechisch-römischen Raum. In diesem Sinne sind die im Folgenden zusammengefassten Forschungsergebnisse auch als Beitrag für das Verständnis von Wissen und Weltbild der keltischen Elite in der Spätlatènezeit im Kontext mit der antiken Welt zu verstehen.

2.1 Voraussetzungen für die wissenschaftliche Erfassung des Raumes

Die Übertragung der Vorstellungen über einen konkreten Lebensraum auf die Erde setzt Kenntnisse über die Kugelgestalt und Grösse der Erde, sowie eines globalen Rasters in Breiten- und Längengraden voraus. Ferner ist ein Zahlen- und Masssystem erforderlich. Ein Blick in die Wissenschaftsgeschichte zeigt, dass alle theoretischen und technischen Voraussetzungen für die

¹ Assoziierte interdisziplinäre Forschungsgruppe, Altertumswissenschaften Universität Basel “. Projektleitung R. d’Aujourd’hui, Link: <https://daw.philhist.unibas.ch/de/ur-und-fruehgeschichtliche-und-provinzialroemische-archaeologie/forschung/forschungsprojekte/orientierung-in-raum-und-zeit/projekt-1-erfassung-des-geografischen-raumes/>

topografische Umsetzung dieses mathematisch - geografischen Denkens im 2. Jh.v.Chr. bekannt waren.²

2.1.1 Pytheas von Massilia, Breitengradberechnungen im 4. Jh.v.Chr.

Der antike Astronom und Entdecker Pytheas hat die Breitenlage von Marseille mit nur 6' Differenz zu den modernen Werten festgelegt³. Er bereiste den Nordwesten Europas und hat systematische Sonnenstandmessungen durchgeführt. Dabei hat er u.a. den 48. Breitengrad in der Bretagne bezeichnet, der auch durch die Oberrheinebene führt. Sein Reisebericht «*Ueber den Ozean*»⁴ ist leider nicht mehr erhalten. Wenige Zitate Pytheas sind jedoch durch Ueberlieferungen anderer Autoren bekannt. So wurden seine Erkenntnisse unter anderem von Eratosthenes⁵ und später auch von Hipparch übernommen.

2.1.2 Eratosthenes von Kyrene, erste überlieferte, annähernd exakte Vermessung der Erde, 3. Jh.v.Chr.⁶

Die wohl präziseste, nachgewiesene antike Erdvermessung ist für Eratosthenes von Kyrene bezeugt, der in der 2. Hälfte des 3. Jh. vor Chr. die Bibliothek von Alexandria leitete. Seine Erkenntnisse wurden in Büchern festgehalten, die jedoch nur noch fragmentarisch erhalten sind. So sind wir für die Beschreibung der Methode des Eratosthenes auf Kleomedes⁷ angewiesen, der rund 300 Jahre später das Vorgehen zusammengefasst hatte. Im Bericht des Kleomedes erfahren wir, dass Eratosthenes einen Erdumfang von 250'000 Stadien gemessen habe, wobei die Frage der Länge des Stadions offen bleibt. Bekannt ist, dass Eratosthenes die Lage der geografischen Breite der Städte Alexandria und Syene mittels eines Gnomons – einem Schattenstab – ermittelt hatte. Die beiden Orte liegen annähernd auf demselben Meridiankreis, entsprechend dem Einfallswinkel der Sonne, 7,2° in Nordsüd-Richtung voneinander entfernt.⁸ Gemessen wurden die Winkel, den die Sonnenstrahlen an den Aequinoktien bzw. am Solstitium um die Mittagsstunde mit der Vertikalen bilden. Der Abstand wird in eine Beziehung zu den 360° des Erdumfangs gestellt ($360 : 7,2 = 50$). Im vorliegenden Fall beträgt dieser 1/50 von 360° in nord-südlicher Richtung, eine Distanz, die gemäss Kleomedes, 5000 Stadien lang gewesen sein soll.

² Diese Erkenntnisse dürften bei der keltischen Elite bekannt gewesen sein vgl. auch Anm. 53.

³ Arpad Szabò, Das geozentrische Weltbild, DTV-Wissenschaft, 1992, 171 ff

⁴ Pytheas, Reisebericht «*Ueber den Ozean*», nicht mehr erhalten

⁵ Geus, Klaus, Eratosthenes von Kyrene, Studien zur hellenistischen Kultur- und Wissenschaftsgeschichte, Münchener Beiträge zur Papyrusforschung und antiken Rechtsgeschichte, 92. Heft, Verlag C.H. Beck, München, 2002

⁶ Geus, Klaus, Tupikowa, Irina, Anmerkungen zur Geschichte der Erdmessung im Altertum, in: Klaus Geus, Michael Rathmann (Hrsg.), Vermessung der Oikumene, Topoi, Berlin Studies of the Ancient World, Vol. 14, De Gruyter, 2013, p. 171-184

⁷ Kleomedes, 1. oder 2. Jh. n. Chr., astronomisches Traktat, *Ueber die kreisförmige Bewegung der Himmelskörper*, 1,10 (§ 52 ff.) 2 Bücher

⁸ Gemessen wird in der Meridianrichtung, also orthogonal zu 2 Breitenkreisen, unabhängig davon, ob die Punkte exakt auf dem richtungsgebenden Meridian liegen. Abbildungen und Kommentar bei Hatz, Christine, Kenntnisse der antiken mathematischen Geographie im Kontext einer spätkeltischen Elite?, In: R. Karl, J. Leskovaar [Hrsg.] (2019), Interpretierte Eisenzeiten. Fallstudien, Methoden, Theorie. Tagungsbeiträge der 8. Linzer Gespräche zur interpretativen Eisenzeitarchäologie. Studien zur Kulturgeschichte von Oberösterreich, Folge 49, Linz, S. 253–266

Die Berechnung des Erdumfangs lautete deshalb $50 \times 5000 = 250'000$ Stadien. Eratosthenes selbst hat in seiner Beschreibung den Erdumfang auf $252'000$ Stadien gerundet. K. Geus schreibt, Eratosthenes habe in der *Geographie* selbst von $250'000$ auf $252'000$ zu Gunsten von runden Werten «geschönt». In seiner *Geographia* brauchte er für die Einteilung der Oikumene, handliche Zahlen, die durch 60 teilbar waren. Er rechnete in sogenannten «Hexakontaden». ⁹ $252'000$ Stadien geteilt durch 360 ergibt 700 Stadien, das heisst, eine Bogengradeinheit misst 360×700 Stadien.¹⁰ Angenommen, Eratosthenes wäre von der exakten Zahl des heute gültigen Erdumfangs von $40'000$ km ausgegangen, und hätte von dem von uns für die keltische Zeit berechneten Erdumfang von 360×600 Stadien, also von $216'000$ Stadien aus gerechnet, dann müsste der Wert des Stadions bei $185,18$ m liegen.¹¹ Entsprechend läge in diesem Fall bei einem Erdumfang von $252'000$ Stadien das «ägyptische» Stadionmass bei $158,73$ m ($252'000 \times 158,73 = 40'000$ km). Auffallend ist, dass die Zahlen $216'000$ zu $252'000$ bzw. $158,73$ zu $185,18$ je im Verhältnis von $6 : 7$ zueinander stehen.

Die nächste Frage lautet deshalb: Sind diese Verhältniszahlen für die Stadionwerte bzw. den Erdumfang in den antiken Texten bekannt? Die griechischen Stadien werden in ägyptischen Ellen ausgedrückt. Tatsächlich gibt es eine «Grosse ägyptische Königselle», die 300 mal im Stadion von $158,73$ ¹² enthalten ist. Diese Elle ist doppelt so lang wie ein «Gudea-Fuss», d.h. das Stadion $158,73$ entspricht auch 600 Gudea-Fuss, einer mesopotamischen Masseinheit.¹³

Allgemein wird für die Länge eines Stadions des Eratosthenes heute mit $157,5$ m gerechnet¹⁴. Der Unterschied zu $158,73$ m scheint gering, doch bezogen auf den Erdumfang von $252'000$ Stadien entsteht eine Differenz von 310 km, d.h. der Erdumfang misst mit $157,5$ m bloss 39690 km gegenüber den rund $40'000$ km ($39'986$ km), gemessen mit $158,73$ m.

Wir können an dieser Stelle nicht weiter auf die Fragen und Konsequenzen dieser Beziehungen zwischen den Masseinheiten des Altertums eingehen, möchten in diesem Zusammenhang jedoch abschliessend einen Gedanken von Lucio Russo aufgreifen. Er schreibt: «Eratosthenes könnte ein neues Stadion eingeführt haben, das einem geeigneten Bruchteil des Meridians entsprach, ähnlich der Festlegung des Meters im 18. Jahrhundert».¹⁵

⁹ Geus, Klaus, Die Geographika des Eratosthenes von Kyrene: Altes und Neues in Terminologie und Methode; in: Wahrnehmung und Erfassung geographischer Räume in der Antike, Herausgeber M. Rathmann, Mainz 2007, S. 111-122.

¹⁰ Hultsch, Friedrich schreibt: «Auch Hipparchos zählt 700 Stadien auf den Erdgrad, d.i. $252'000$ auf den Erdumfang, er schliesst sich also sowohl betreff des Gesamtergebnisses als auch der Stadionlänge an Eratosthenes an». F. Hultsch, Griechische und römische Metrologie, 2. Auflage 1882, Neudruck 1971. Strabon, Geographia, 2,7, S 114; 2,34, S 132

¹¹ Da wir von einem Erdumfang von $39'986$ km ausgehen, beträgt das Stadion in unserer Rechnung $185,12$ m.

¹² Das Stadion von $158,73$ besteht aus 300 Ellen zu $0,5291$ m, der 16-Digitifuss des Gudea misst $0,26455$. Lelgemann, Dieter, Antike geographische Literaturangaben und die Stadion-Definitionen des klassischen Altertums, Ordo et Mensura VIII, St. Katharinen, 2. 2004, S. 92.

¹³ Es gibt verschiedene ägyptische Ellen und Stadien. Es ist wichtig, die in der Metrologie zitierten Masse genau zu unterscheiden.

¹⁴ Nach Hultsch, Friedrich, s. Anm. 10, Strabon, Geographia, 2,7, S 114; 2,34, S 132

¹⁵ Russo, Lucio, Die vergessene Revolution oder die Wiedergeburt des antiken Wissens, 2003, 316. Unter Leitung von Picard führte die Académie Française 1669 zwei genaue Messungen über Entfernungen über 100 km durch. «Picard bezog diese

Auf ein «neues Stadion» hindeuten, könnte ferner eine Textstelle bei Plinius¹⁶, in der für ein Massverhältnis zwei alternative Werte gegeben werden, von denen einer als das «Verhältnis des Eratosthenes» (*Eratosthenes ratione*) bezeichnet wird. Ist es möglich, dass Eratosthenes einen Erdumfang von 216'000 Stadien bereits kannte, aber für die Einteilung der Erde weiterhin mit 700 Stadien zu 158,73m rechnete?

Das Verhältnis von 6:7 zwischen den überlieferten Zahlen für den Erdumfang und die daraus berechenbaren Längen der Stadien, deutet darauf hin, dass zur Zeit des Eratosthenes beide Masse wahrscheinlich bereits bekannt waren.

2.1.3 Hipparchos von Nicäa, Einteilung der Erde in 360°, 2. Jh.v.Chr.

Hipparch war der bedeutendste griechische Astronom seiner Zeit. In unserem Kontext von Interesse ist, dass er die Erde in Bogengrade eingeteilt hat. Die Einteilung des Kreises in 360° geht auf die Babylonier zurück. In diesem Zusammenhang werden die Zahlen des Sexagesimalsystems verwendet, Zahlenreihen in einer 60-er-Einteilung. Die älteste erhaltene Nennung von 360 *morai* (Bogengrad) in der griechischen Literatur steht im *Anaphorikos* des **Hypsikles** (um 170 v. Chr).¹⁷

2.1.4 Claudius Ptolemäus, Erdkarte und ptolemäisches Weltbild, 2. Jh.n.Chr.

Eine der wichtigsten Leistungen des Ptolemäus war das Koordinatennetz. Er hat als Gegenüberstellung zu seinem Fixsternkatalog einen umfassenden Ortskatalog mit Gradangaben geschaffen. Das im *Almagest* für die Positionsbestimmung am Himmel verwendete System wird auf die Erde zurückprojiziert. Damit war eine Nordorientierung des Koordinatenrasters natürlich gegeben.¹⁸

Im zweiten Werk, der «*Geographika Hyphegesis*» greift Ptolemäus neben der euklidischen Geometrie auf Berechnungsmethoden zurück, die er im *Almagest* vorgelegt hat. Von Bedeutung für die Geografie sind hier vor allem die Sehnentafel (*Synt.* 1,10f.), die Tafeln der Sonnenstände (*Synt.* 1,14f.) und die Uebersicht über die Parallelkreise (*Synt.* 2,6). Die Sehnentafel, ist als Vorläufer unserer trigonometrischen Tafeln, von ½° bis 180° in ½-Gradschritte eingeteilt. Ptolemäus ist Hipparch stark verpflichtet. Auf ihn geht die Methode der Längenberechnung zurück und von ihm hat er zahlreiche Messresultate übernommen¹⁹.

Die Angaben für den Ortskatalog der *Geographika* übernimmt Ptolemäus von Gewährsleuten. Er erhält die Daten in unterschiedlichen Stadieneinheiten und musste die Zahlen deshalb umrechnen

Einheit auf ein genau definiertes Pendel, so dass wir sie ziemlich exakt nachvollziehen können (1.949mm); dies ergibt einen Fehlerquotienten von etwa 0,1%».

¹⁶ Plinius, *Naturalis historia* XII Par.53

¹⁷ Hypsikles, *Anaphorikos* 55

¹⁸ Stückelberger, Alfred (Hrsg.) et al., *Klaudios Ptolemaios, Handbuch der Geographie, Teile 1 und 2 und Ergänzungsband*, Schwabe Verlag, Basel, 2006-2009, Teilband 2, S. 783, Anm. 75.) Das äussert sich u.a. darin, dass häufig von Orten «unter» einem Parallelkreis gesprochen wird, wo wir heute «auf» einem Parallelkreis bzw. Meridian sagen».

¹⁹ In der *Geographika* wird Hipparch wenige Male und im *Almagest* gegen hundertmal erwähnt.

und in einen Gradraaster einpassen. Dabei gibt es zum Teil beträchtliche Abweichungen von den heute gültigen Gradwerten. Andererseits aber auch auffallende Übereinstimmungen²⁰.

Dominierend bei den Zahlenangaben ist das griechische Stadion von 185,12m. Dabei kam es für die spätere Geschichte zu einem folgenschweren Fehler. Ptolemäus rechnete mit 180'000 Stadien für den Erdumfang, was im Stadion 185,12m zu ca 7000 km Unterschied zum realen Umfang führte und später für die Seefahrt des Kolumbus harte Konsequenzen hatte. Die Ursache für diese Fehleinschätzung ist unklar. Die drei Werke des Ptolemäus über Astronomie, Geografie und Astrologie waren in Europa bis zur frühen Neuzeit als wichtige Datensammlungen und gültige Standardwerke bekannt. Von besonderer Qualität in den Arbeiten des Ptolemäus, ist, dass er für die Konzeption seines geografischen Weltbildes astronomisch gesicherte Daten, gleichsam als Grundpfeiler für die Kartenzeichnung, herbeizieht. Damit bleibt er in der Tradition von Eratosthenes und Hipparch.

2.2 Was wussten die Kelten über die wissenschaftliche Erfassung des Raumes?

Die elementaren Kenntnisse der mathematischen Geografie scheinen der spätkeltischen wissenschaftlichen Elite bekannt gewesen zu sein.²¹ Es gibt entsprechende historische Texte, archäologische und topografische Befunde, Masseinheiten, sowie die Normmassstrecke von 1/360 des Erdumfangs zwischen dem Elsässer und dem Badischen Belchen²². Ptolemäus erwähnt Entfernungsmessungen, mit Hilfe von Winkeln und Strecken - die Methode der Triangulation²³ - aus der sich später die Trigonometrie entwickelte. Die Vermessung der Landschaft erfolgte bei den Kelten in geraden geometrisch und geodätisch definierten Strecken. Es werden also die «Luftlinien» zur Erfassung des Raumes gemessen.

Im Gegensatz dazu haben die Römer, Wege und Strassen «abgeschritten» und die Zahl der Schritte, zur Berechnung der topografischen Distanzen in Zeiteinheiten ausgedrückt, ein Konzept, das den militärischen Zwecken der Römer diente.

2.2.1 Eine historische Aussage

Ausgangspunkt für den historischen Zugang zum Thema ist eine Aussage Julius Cäsars innerhalb des bekannten Gallier-Exkurses in seinem Werk über den Gallischen Krieg. „Sie (die Druiden) stellen ausserdem häufig Erörterungen an über die Gestirne und ihre Bahn, über die Grösse der Welt und

²⁰ Die Daten von Cambete (Kembs) und Augusta Raurica (Augst) sind mit 1' bzw. 2' Abweichung ziemlich exakt. Nach H. Steger, Römer und Alemannen im Breisgau, Thorbecke, Sigmaringen, 1994, Tabelle 3, S. 295. Das rührt möglicherweise daher, dass diese beiden Orte im Gebiet des Belchensystems liegen, und deshalb ihre Position mit hoher Präzision berechnet werden konnte.

²¹ Vgl. Kapitel 10, Fazit, S 26

²² Wir kommen auf die Massnormstrecke des Belchensystems zurück. Sie misst $33 \frac{1}{3}$ Leugen resp. 400 Stadien und entspricht 1/360 des Erdumfangs auf dem Parallel von 48.18°.

²³ Auf diese Entfernungsmessungen kommen wir zurück. Siehe Kapitel 12, Machbarkeitsstudie S 29

des Erdkreises, über die Natur der Dinge, über die Macht und Gewalt der unsterblichen Götter und vermitteln all dies der Jugend.“

Im Zentrum dieser Aussage steht der Begriff « *terrarum magnitudine* », die Grösse der Erde, ein Hinweis auf Kenntnisse in der mathematischen Geografie. Es ist anzunehmen, dass die Kelten eine geeignete Masseinheit kannten, wenn sie über die Grösse der Erde «disputierten».²⁴

2.2.2 Regionale Vermessungssysteme, regelhafte Planung und eine keltische Masseinheit

Es gibt Konstruktionsprinzipien, die sich in Siedlungs- und Grabenstrukturen - unter anderem in den sogenannten „Enclos“ - sowie im Hausbau niederschlagen. Darin sind Planungskonzepte für räumliche Orientierungssysteme erkennbar, die, so weit erwähnt, auf antiken Masseinheiten beruhen.

So liegt der spälatènezeitlichen Siedlung von Tomblaine bei Nancy (F) ein orthogonales Raster zu Grunde²⁵.

In Manching (D) ist eine regelmässige geometrische Struktur der Häuser im Stadtgrundriss, unter anderem auf dem Dreiecks-Tripel 3:4:5 beruhend, erkennbar.²⁶ Hier war der «Keltische Fuss» von rund 30.8 cm, dasselbe Mass, das in unserem Arbeitsgebiet verwendet wird, in Gebrauch²⁷.

In Bibracte baut die Gliederung der geometrischen Struktur des «Bassin monumental» ebenfalls auf dem Tripel 3:4:5 auf. Auch hier kommt wiederum der keltische Fuss zur Anwendung, den wir oben erwähnt haben²⁸.

In der Normandie ist ein weiträumiges Vermessungsnetz mit einer Ausdehnung von über rund 50 km² bekannt. Hier ist in verschiedenen Siedlungen eine einheitliche, übergeordnete Orientierung ersichtlich.²⁹ Weitere ausgemessene Strukturen in der keltischen Masseinheit von 0,3085 m sind in unserem engeren Arbeitsgebiet, der Oberrheinebene bekannt: Das Belchensystem, Sierentz,

²⁴ Hatz, Christine, Kenntnisse der antiken mathematischen Geographie im Kontext einer spätkeltischen Elite?, In: R. Karl, J. Leskovar [Hrsg.] (2019), Interpretierte Eisenzeiten. Fallstudien, Methoden, Theorie. Tagungsbeiträge der 8. Linzer Gespräche zur interpretativen Eisenzeitarchäologie. Studien zur Kulturgeschichte von Oberösterreich, Folge 49, Linz, S. 253–266

²⁵ Deffressigne, N. Tikonoff, M. Georges-Leroy, La proto-urbanisation dans le bassin de Nancy (Lorraine) de la fin du IV^e au 1^{er} siècle av. J.-C., in: S. Sievers, M. Schönfelder (Hg.), Die Frage der Protourbanisation in der Eisenzeit. Akten des 34. Kolloquiums der AFEAF vom 13.- 16. Mai 2010 in Aschaffenburg. Koll. Vor- und Frühgeschichte 16 (Bonn 2012)

²⁶ Schubert, Franz, Zur Mass- und Entwurfslehre keltischer Holzbauten im Oppidum von Manching, Untersuchungen zu Grundrisstypen, Bauten und Baustrukturen, in: Germania, 72, 1994, 1

²⁷ Der Fuss von 30,85 cm. Er entspricht dem «kleinen ptolemäischen bzw. dem kyrenaischen» Fuss, siehe Abb. 1). Die Untersuchungen zu einem keltischen Längenmass von F. Schubert, Germania 70/2, 1992, halten wir bezüglich der Masslänge für korrekt. Schuberts Ausführungen über den metallenen Massstab, der einer halben Fusslänge entsprechen sollte, können wir jedoch nicht folgen.

²⁸ Hatz, Christine, Spuren keltischer Zeitmessung in der späten Eisenzeit, in: Beiträge zur Ur- und Frühgeschichte Mitteleuropas 99, „Wert und Maß“ – Systeme ökonomischer und sozialer Differenzierung in der Eisenzeit, Beiträge zur Jahressitzung der AG Eisenzeit bei der gemeinsamen Tagung des WSA und des MOVA vom 1.–5. April 2019 in Würzburg, Hrsg. Holger Wendling et al., Beier & Beran, Langenweissbach 2022, S. 37–46

²⁹ Le Goff, Elven, Habitats terroir et paysage rural : aménagement et structuration du territoire de la campagne gauloise. Ifs, ZAC, «Objects'ifs Sud (Calvados), in: I. Bertrand, A. Duval, J. Gomes de Soto, O. Naguer, dir., Habitats et paysage ruraux en Gaule et regards sur d'autres régions du monde celtique: actes du XXXI^e colloque international de l'Association française pour l'étude de l'âge du fer, 17–20 mai 2007, Chauvigny (Vienne, F.) tome II. Chauvigny : Association des Publications Chauvinoises, Mémoire XXXV, 2009, P. 93–107

Pulversheim, Blotzheim, Kembs alle im Elsass (F). Ferner im Oppidum Basel-Münsterhügel und in der römischen Koloniestadt Augusta Raurica. Die zuletzt genannten Fundorte liegen in der Schweiz.³⁰

3 Metrologie – Antike Masseinheiten

Die keltischen Masseinheiten gehen auf die Vermessung der Erde zurück.³¹

Sie stehen den römischen und den geläufigsten antiken griechischen Massen in ganzzahligen Proportionen gegenüber.³²

DIGITI	Masseinheit	Länge in cm/m
1 = DI	Digitus, Daktylos	1,8512
16	= RF attischer, römischer Fuss	29,619
16 2/3 = KF	kl. Ptolemäischer Fuss = «Keltischer Fuss»	30,853
18 = DF	Drusianischer, Tongrischer Fuss	33,32
20 = PY	Pygon /Remen	37,024
24 = CU	Cubitus	44,429
40 = GR	Gradus	74,048
80 = PA	Passus	148,096
10'000 = S	Stadion 600 KF, 625 RF	185,12 m
80'000 = M	römische Meile	1480,9 m
120'000 = L	Leuge	2221,4 m
Ganzzahlige Proportionen		
PY : DF = 10 : 9 PY : KF = 6 : 5 PY : RF = 5 : 4 PY : CU = 5 : 6		

Abbildung 1: Verhältniswerte antiker Masse.

3.1 Die keltische Leuge und die römische Meile

Die keltische Leuge erscheint in den Schriftquellen erst im 2. Jh. n. Chr. Nordwestlich von Lyon fanden sich rund 300 «Leugensteine», d.h. römische Meilensteine mit einer Distanzangabe in keltischen Leugen. Man darf davon ausgehen, dass die Römer ein bereits gut hergerichtetes Wegnetz

³⁰ Diese Aufzählung gilt nur für die kleine Auswahl an Fundorten, die in unserer Arbeit untersucht werden. In Augusta Raurica ist deutlich eine keltische Beteiligung an der Planung und dem Bau der Oberstadt erkennbar. Hier wurde im keltischen Fussmass (0,30853 m) geplant. Der Umriss der Oberstadt beruht auf einem Pentagon. Die ganzzahligen Proportionen entsprechen keltischer Denkweise. Auch im Oppidum Basel-Münsterhügel, kommt in der Orientierung der Hauptstrasse - entspricht dem Verlauf der Achse SB—KB (Abb. 11) - und dem Tempel unter dem Münster keltische Planung zum Ausdruck.

³¹ Erdumfang 18'000 Leugen. 18'000 L geteilt durch 360 = 50 Leugen, je Bogengradeinheit, siehe Anm.32

³² D'Aujourd'hui, Rolf, Gab es ein keltisches Masssystem? - Hinweise auf historische und geometrische Zusammenhänge antiker Längenmasseinheiten, in: Beiträge zur Ur- und Frühgeschichte Mitteleuropas 99, „Wert und Maß“ – Systeme ökonomischer und sozialer Differenzierung in der Eisenzeit, Beiträge zur Jahressitzung der AG Eisenzeit bei der gemeinsamen Tagung des WSWA und des MOVA vom 1.–5. April 2019 in Würzburg, Hrsg. Holger Wendling et al., Beier & Beran, Langenweissbach 2022, S. 11-19. Der den Berechnungen zu Grunde liegende Näherungswert für π entspricht der heute gültigen Zahl von 3,1416. In keltischer Zeit wurde wohl in der Praxis mit dem Näherungswert von 22/7 gerechnet. Dennoch wurde im Aufsatz von Würzburg und im vorliegenden Bericht vom heute gültigen Wert für π von 3,1416 ausgegangen.

in Gallien vorhanden.³³ Die keltische Masseinheit könnte somit bereits vor der Meile bestanden haben, und von den Römern im Verhältnis von 2:3 - eine Proportion, die in Textstellen mehrfach überliefert ist – übernommen worden sein.³⁴ Die Leuge misst nach unseren Richtwerten 2221,4 m, die Meile 1480,9 m.³⁵

3.2 Das Stadion, keltischer und römischer Fuss

Eine römische Meile wird in 8 Stadien zu 185.12 m unterteilt. Entsprechend des Verhältnisses von 2:3 für Leuge zu Meile dürfte die Leuge in 12 Stadien gegliedert sein – eine Annahme, die allerdings schriftlich nicht belegt ist. Dieser Schluss drängt sich jedoch auf, da es indirekte Hinweise für eine entsprechende Unterteilung gibt.³⁶

Das Stadion ist in 600 keltische Fuss zu 30.85 cm oder in 625 römische Fuss zu 29,62 cm gegliedert, die beiden Fuss-Masse stehen zueinander im Verhältnis von 24 : 25 .³⁷ Eine Leuge misst 7'200 keltische Fuss. Die Meile ist in 5000 römische Fuss gegliedert.

3.3 Digitus - Proportionen, Mass und Zahl der antiken Masseinheiten

Der Digitus (Finger) von 1,8512 cm ist der gemeinsame Teiler griechischer, römischer und keltischer Masseinheiten. Die im Bericht von Würzburg aufgelisteten Proportionen³⁸ sind aus der Kreisgeometrie abgeleitet. Die Längen in cm/m je Einheit sind die metrologischen Richtwerte der entsprechenden Masseinheiten.³⁹ Die Herleitung der keltischen Masse reicht über die Celticae hinaus in den antiken Raum.

3.4 Die ideale Zahl der Schrifttafeln von Nippur

Die Zahl 12'960'000 ist die Ausgangszahl der Schrifttafeln aus der Tempelbibliothek von Nippur (2'200 v. Chr.).⁴⁰ Die Multiplikations- und Divisionstafeln aus den Tempelbüchereien von Nippur und Sippar, sowie der Bibliothek von Ninive beruhen auf dieser Zahl. Die Zahl hat 225 Teiler und kommensurable Potenzwerte. Hervorgehoben seien hier folgende Eigenschaften der Zahl:

$$12'960'000 = 60^4 \text{ oder } 3600^2.$$

Der aequatoriale Erdumfang in km misst $10 \times 60^4 \times 0,30853\text{m}$ (keltischer

³³ Sowohl Christian Goudineau, (Les mystères de la lieue gauloise, in: Lucien RIVET, Martine SCIALLANO (dir.). Epuise – produire et échanger : reflets méditerranéens, 2002, p. 473-478 wie auch Anne Kolb (The Romans and the World's Measure. In : S. Bianchetti/M.R. Cataudella/H.-J. Gehrke (Hrsg.), Brill's companion to ancient geography the inhabited world in Greek and Roman tradition (Leiden, Boston 2016, 223-238) gehen davon aus, dass die Römer das bereits bestehende keltische Strassennetz benutzt hatten.

³⁴ Ammianus Marcellinus (XVI,12,8)

³⁵ Vgl. Abb. 1) und d'Aujourd'hui, Rolf, 2022, Abb. 2)

³⁶ Athenaeus IV,2,2 und Strabon 4, 1, 5, vgl. d'Aujourd'hui, Rolf, 2022, Gab es ein keltisches Masssystem? S. 13

³⁷ Guillaumin, Jean-Yves, questions de métrologie chez Hygin, De la terre au ciel. Paysages et cadastres antiques, t. 2, Besançon, PUFC, 2004, p 41-48

³⁸ Vgl. Abb. 1) und d'Aujourd'hui, Rolf, 2022, Abb. 2)

³⁹ Siehe Abb. 1) und d'Aujourd'hui, Rolf, 2022, Gab es ein keltisches Masssystem? S. 14, (s. Anm. 32). Die Masszahlen mit Angaben der Länge in Dezimalbrüchen, (Abb. 1) sind nicht für die Praxis bestimmt, sondern dienen der exakten Berechnung der Proportionen der Masswerte.

⁴⁰ Samuel Noah Kramer: History Begins at Sumer: Thirty-Nine Firsts in Recorded History. 3. Auflage. University of Pennsylvania Press, Philadelphia 1981, ISBN 978-0-8122-1276-1

Fuss) = 39' 986 km, oder 129'600'000 keltische Fuss (0,30853). Teilt man den Erdumfang von 39'986 km durch 18'000, so erhält man den Wert einer Leuge von 2,2214 km.⁴¹ Wir kommen darauf zurück.

4 Fünf gleichnamige Berge am Oberrhein. - Zufall oder Absicht?

Ausgangspunkt unserer topografischen Untersuchungen sind fünf gleichnamige markante Berge, mit dem Namen «Belchen», die am Rande der Oberrheinebene liegen (Abb. 2).

Frägt man nach einer Begründung der Gleichnamigkeit, so findet man keine Erklärung, die auf eine naturhafte, formale oder andere topografische Aehnlichkeit zwischen den fünf Belchen zurückgeführt werden könnte. Die Berge sind zwischen rund 1100 m und 1400 m hoch und haben eine unterschiedliche Gestalt. So steht beispielsweise der steilen Flue des Schweizer Belchens der breite Rücken des Badischen Belchen gegenüber.

Es stellt sich deshalb die Frage nach **kulturellen** Hinweisen, die eine mögliche Zusammengehörigkeit der 5 Berge und damit eine absichtliche Auswahl der 5 Belchen erklären könnten.

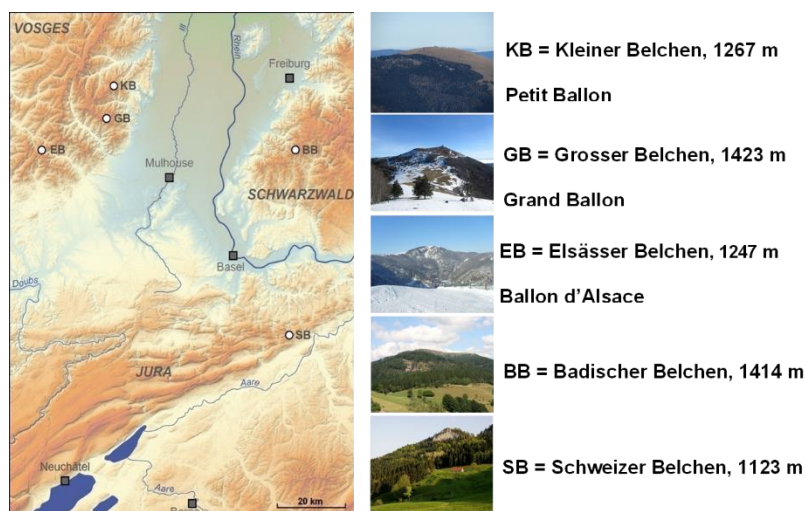


Abbildung 2: Geografische Lage der 5 Belchen.

4.1 Etymologie des Bergnamens «Belchen»

Eine Namensgebung ist ein kultureller Akt. Das Toponym «Belchen» kommt ursprünglich von der keltischen Wortkombination «*bel-akos»⁴². Der Name «Belchen» ist seit dem 12. Jh. in den Schriftquellen belegt. Die jüngsten linguistischen Forschungen des Sprachforschers Albrecht Greule bestätigen die These, dass der Bergname „Belchen“, wie auch diverse Gewässernamen in unmittelbarer Umgebung des Badischen Belchen (Böllenbach etc.) keltischen Ursprungs sind. Somit zeichnet sich ein ganzes Ensemble keltischer Namensgebung ab.

⁴¹ Erdumfang von 39'985 km : 18'000 = 1 Leuge zu 2,2214 km

⁴² Wir stützen uns im Folgenden auf: Greule, Albrecht, Deutsches Gewässernamenbuch. Etymologie der Gewässernamen und der dazugehörigen Gebiets-, Siedlungs- und Flurnamen, Verlag Walter de Gruyter, Berlin 2014, S. 66, 67.

Der Name «Belchen» geht für alle fünf Berge auf dieselbe Wurzel «*bel» zurück, die von Greule mit «glänzend» übersetzt wird. Delamarre deutet diese Wurzel *belo als «stark mächtig»⁴³. Beide Forscher übersetzen das Suffix - „akos“ als «zugeordnet» und «zugehörig zu». Die fünf Berge scheinen also einem übergeordneten Wesen, wohl einer Gottheit⁴⁴, zugeordnet gewesen zu sein.

4.2 Etymologischer Nachweis der Bergnamen «Belchen»

	Name	Heutiger Name
1145	Belchin	Schweizer Belchen
12. Jh.	Peleus (Pelcus)	Grosser Belchen <i>Grand Ballon</i>
1278	Der Belche	Badischer Belchen
1441	Der Belichen	Kleiner Belchen <i>Petit Ballon</i>
1591	Beffortisch Belchen och Ballon	Elsässer Belchen <i>Ballon d'Alsace</i>

Abbildung 3: Nachweis der fünf Bergnamen «Belchen».

4.3 Fazit

Der Name «Belchen» ist ursprünglich keltisch. Er ist seit dem 12. Jh. schriftlich belegt. Es ist möglich, dass die keltischen Namen in nachantiker Zeit germanisiert wurden. Die französische Form «Ballon» erscheint im Namen des «Ballon d'Alsace» im 16. Jh. Es handelt sich dabei um eine Romanisierung des Namens «Belchen».

5 Forschungsgeschichte zur Deutung der 5 Belchen – das «Belchensystem»

Der Begriff „Belchen-System“ bezeichnet eine spezifische Beziehung zwischen den fünf Bergen namens Belchen. Seit den 1980-er Jahren wurden verschiedene Theorien und Erklärungsmodelle für die Gleichnamigkeit der Berge publiziert, die im Folgenden zusammengefasst und beurteilt werden.

⁴³ Delamarre, Xavier, Noms de lieux celtiques de l'Europe ancienne. (-500 – +500). Dictionnaire. Errance. 2012. ISBN 978-2-87772-483-8

⁴⁴ Dass es sich dabei um «Belenos» handeln könnte, ist möglich, aber nicht nachweisbar.

5.1 Theorie I: Ein astronomisches System

Die Heimatforscher Walter Eichin und Andreas Bohnert haben Mitte der 1980-er Jahre astronomische Zusammenhänge zwischen den fünf gleichnamigen Bergen entdeckt und veröffentlicht⁴⁵. Sie haben die Namensgebung der Berge mit der bei den Kelten belegten Licht- und Heilgottheit „Belenus“ in Verbindung gebracht. Belenus wurde von den Römern in der Antike mit Apollon gleichgesetzt.

Als Argumentation für die astronomischen Beziehungen haben Eichin und Bohnert auf die Anordnung der 5 Belchen hingewiesen. (Abb. 4a). Zwischen dem Badischen und dem Elsässer Belchen geht die Sonne an der Tag-und-Nachtgleiche (Aequinoktium) auf einer von Ost nach West verlaufenden Achse auf und unter. Sonnenvisuren an den Sommer- und Wintersonnenwenden führen gemäss Eichin und Bohnert am 21. Juni vom Elsässer zum Kleinen Belchen und am 21. Dezember von Elsässer zum Schweizer Belchen. Zur Zeit von Beltene anfangs Mai, dem vegetativen Jahresbeginn, geht die Sonne vom Elsässer Belchen aus gesehen über dem Grossen Belchen auf.

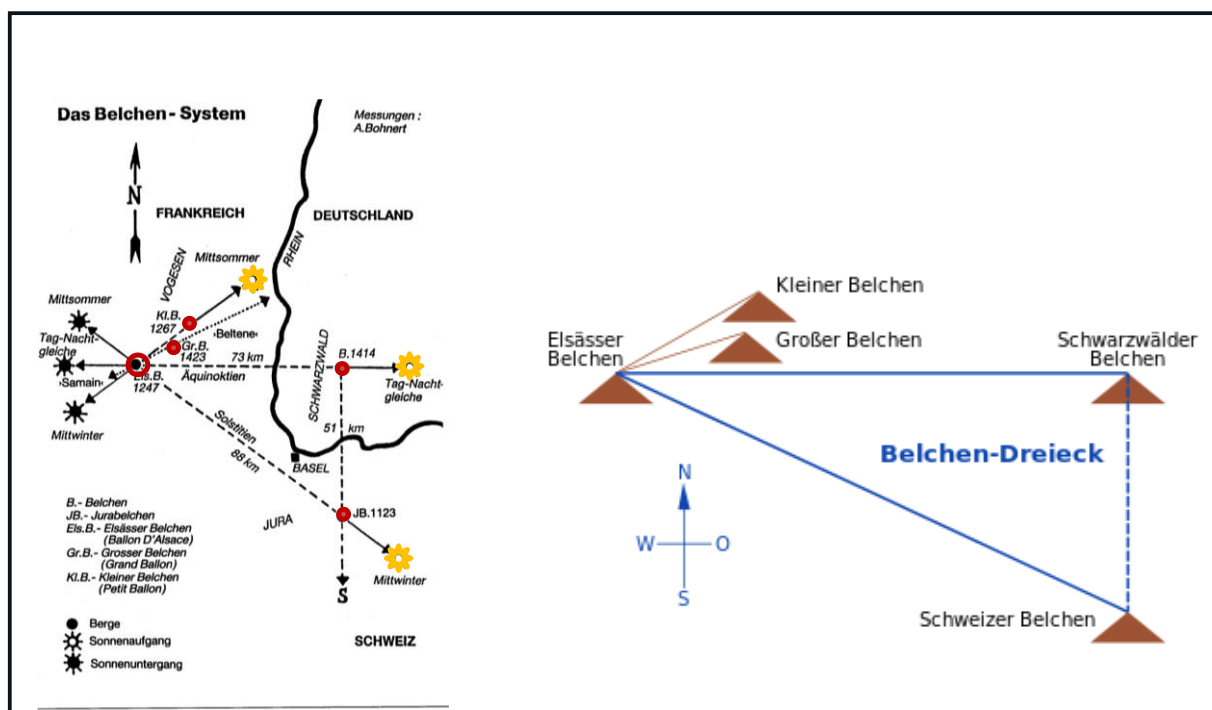


Abbildung 4a: Das Belchen-System, nach Eichin/Bohnert, farblich ergänzt.

Abbildung 4b: Das Belchen-Dreieck, nach E. Born ein astronomisches System.

5.1.1 Kritik an der astronomischen Interpretation

In dieser Darstellung bestehen einige Unstimmigkeiten. Der Kleine Belchen ist vom Elsässer Belchen aus nicht sichtbar. Der Gipfel des Kleinen Belchens liegt zwar etwas höher als der Elsässerbelchen, doch liegt

⁴⁵ Walter Eichin, Andreas Bohnert, Das Belchen-System; in: Das Markgräflerland – Beiträge zu seiner Geschichte und Kultur, Heft 2, 1985, S. 176 - 185

der Langenfeldkopf, der wenig höher ist als die beiden Belchen, auf der Visurachse. Die reale Achse der Sommersonnwende vom Elsässer Belchen aus würde ausserdem $1,5^\circ$ östlich des Kleinen Belchens verlaufen.

Auch an der Wintersonnwende geht die Sonne nicht, wie von Eichin und Bohnert dargelegt, hinter dem Schweizer Belchen, sondern hinter dem Tödi auf, also hinter der südöstlich liegenden Alpenkette. Hier besteht wiederum eine Differenz zwischen den topografischen Achsen vom Elsässer Belchen zum Schweizer Belchen respektive zwischen dieser Achse und dem Tödi. Diese beträgt rund $1,5 - 2^\circ$.

Die beiden Abbildungen zum Belchen-System, bzw. Belchen-Dreieck (Abb. 4a und 4b) bringen schliesslich einen weiteren Fehler zum Ausdruck: Der Winkel beim Badischen Belchen beträgt auf den Abbildungen 90° . Der Badische Belchen liegt jedoch nicht exakt nördlich des Schweizer Belchens, sondern rund 1500 m östlich der N-S-Achse über dem Schweizer Belchen. Die Distanz zwischen dem Elsässer und dem Badischen Belchen misst mit der erwähnten Korrektur nicht 73 km (Abb. 4a) sondern 74 km.⁴⁶

Eine kritische Auseinandersetzung mit den astronomischen Daten im Belchensystem legt Ernst Born⁴⁷ vor. Er erwähnt unter anderem einige der oben bereits kritisierten Ungenauigkeiten und liefert wertvolle Hinweise über astronomische Daten, Winkel und Koordinaten samt deren archäo-astronomischen Berechnungsgrundlagen.

Trotz der hier geäusserten Kritik am astronomischen Erklärungsmodell, darf man davon ausgehen, dass die Elite der antiken Wissenschaftler und Vermesser, die astronomische Qualität und damit die annähernde Identität der astronomischen und geometrischen Winkel der gleichnamigen Berge kannte.

5.2 Theorie II: Ein geometrisches System

Der damalige Basler Kantonsarchäologe, Rolf d'Aujourd'hui, hat die Beobachtungen in den 1990er Jahren aufgegriffen und weitergehend untersucht.⁴⁸ Er stellte fest, dass die Sichtachse zwischen dem Schweizer Belchen (SB) und dem Kleinen Belchen (KB), die Ostwest-Achse Badischer Belchen – Elsässer Belchen (BB – EB) im Winkelpaar $36,87^\circ/53,13^\circ$ des Dreiecks mit dem Seitenverhältnis 3:4:5 schneidet (Abb. 5).

⁴⁶ Die Verlängerung der Strecke entsteht durch die Korrektur, nach der die OW-Achse um die Distanz von rund 1000 m verlängert wird. Vgl. Landeskarte der Schweiz 1 : 200'000.

⁴⁷ Ernst Born, Das Belchendreieck, Archäo-astronomische Grundlagen zu prähistorischen Visuren, Ambripress, Reinach BL, 2010

⁴⁸ Rolf d'Aujourd'hui, Zum Genius Loci von Basel, Basler Stadtbuch 1997, 125-138

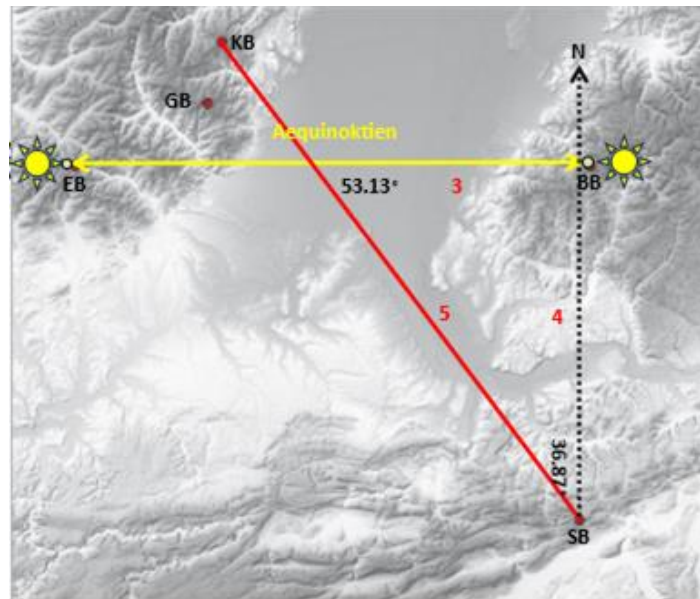


Abbildung 5: Geometrische Struktur: Die Achse zwischen Schweizer Belchen (SB) und dem Kleinen Belchen (KB) schneidet die Ost- Westachse Badischer Belchen (BB) – Elsässer Belchen (EB) im Winkel des Dreiecks 3:4:5.

Dieses mathematische Faktum ist die Grundlage eines nach geometrischen Gesichtspunkten eingerichteten Systems.⁴⁹ Die Analyse der geografischen Lage der fünf Berge zeigt, dass es sich um "Landmarks" eines regelmässig geometrisch angeordneten Vermessungssystems handelt (Abb. 6). D'Aujourd'hui hat die Distanzen zwischen den Belchen 1997 in römischen Centurien berechnet. Die römische Centurie steht in einem ganzzahligen Verhältnis zur keltischen Leuge. 100 Centurien zu 710,4 m entsprechen 32 Leugen zu 2221,4m.⁵⁰

In einem Beitrag zur Festschrift für Ludwig Berger, mit dem Titel «Zur Geometrie des Stadtplans von Augusta Raurica – mit einem Exkurs zum Belchensystem» hat derselbe, 1998⁵¹, weitere Gesichtspunkte und eine Anwendung des Systems auf die römische Koloniestadt dargelegt. Alle Strecken wurden hier in Centurien gemessen und es zeigen sich die oben beschriebene Proportion zu den keltischen Massen.

Verschiedene Interpretationen, z.B. die sakral-topografische Lage einzelner Orte, würden wir heute zurückhaltender formulieren.⁵²

Die Bedeutung der Geometrie wurde erkannt, aber anders gewichtet als heute. Damals galt, dass die Geometrie als Methode zur Erfassung und Rekonstruktion der dem Belchensystem zugrundeliegenden astronomischen Gesetzmässigkeiten angewendet wurde.

Heute sehen wir das in einer umgekehrten Abfolge. Der Ursprung des Systems liegt im Wissen über die Geodäsie. Die Übereinstimmung mit den astronomischen Visurwinkeln sind eine

⁴⁹ Weitere bei d'Aujourd'hui, Rolf, 1997 dargelegten astronomisch-topografischen Beziehungen, sowie das Blauendreieck, werden nicht weiter untersucht, da sie zum Teil auf Zufall beruhen.

⁵⁰ d'Aujourd'hui, Rolf, Gab es ein keltisches Masssystem? 2022 (s. Anm. 32)

⁵¹ Rolf d'Aujourd'hui, Mille Fiori, Festschrift für Ludwig Berger. Forschungen in Augst 25 (Augst 1998), 19 – 32

⁵² Siehe Schlussbemerkungen, Kapitel 13

Folgeerscheinung. Die Initianten haben gewusst, dass auf dem 48. Breitengrad, das Verhältnis der Seiten eines Bogengrades 2 : 3 betragen hatte⁵³. Den freundlichen Hinweis von Heinz Baumgartner, einem badischen Forscher: «Die Distanz zwischen den beiden topographischen Belchen (D und E, Badischer und Elsässer Belchen) beträgt genau einen Breitengrad», haben wir in den jüngsten Forschungen untersucht und bestätigen können. Was wir damals als zufällig und sicher nicht geplant betrachtet haben, steht heute im Zentrum unserer Forschungen, die Planung und Einrichtung des Belchensystems im Rahmen der mathematischen Geografie.

Was die beiden Siedlungen von Basel und deren Beziehung zu Augst betrifft, so gilt die Feststellung im Sinne H. Stohlers nach wie vor: »Besonders auffällig ist, dass die für den Basler Münsterhügel seit keltischer Zeit feststehende Ausrichtung der Strassenachse, die rechtwinklig zum Münster verläuft, derjenigen des Vermessungsnetzes von Augusta Raurica entspricht«⁵⁴.

Die annähernde Identität zwischen den astronomischen und den geometrischen Winkeln des Dreiecks 3:4:5 macht verständlich, dass man das System anfänglich ohne Bedenken als astronomische Einrichtung interpretierte.⁵⁵

5.2.1 Geometrische Komponenten

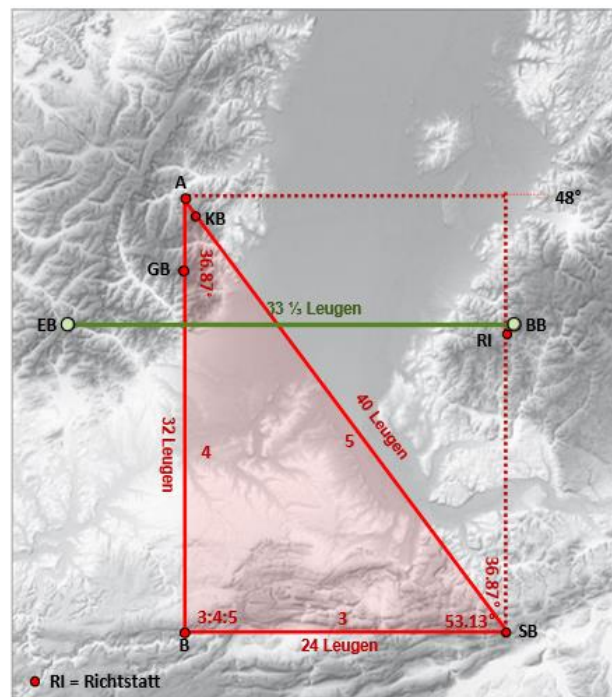


Abbildung 6: Geometrische Struktur: Tripel mit Seitenverhältnis 3:4:5, rechtwinklig dazu verlaufende Ost-Westachse und Masszahlen.

⁵³ Vgl. Anm. 2 und Anm. 64

⁵⁴ d'Aujourd'hui, Rolf, 1997

⁵⁵ Astronomische Winkel bei 48° n.Br. rund 52,3° Nullhorizont, dazu rund 1° Höhenkorrektur ergibt den geometrischen Winkel des Dreiecks 3:4:5 von 53,13°.

5.2.1.1 Rotes Dreieck 3:4:5

Abb. 6) zeigt die geometrische Rekonstruktion des Dreiecks 3:4:5.⁵⁶ Der Punkt RI, Richtstatt, liegt an einer Wegkreuzung und bezeichnet den Visierpunkt nördlich des Schweizer Belchens. Punkt RI liegt 22,5 Leugen nördlich des SB, 2/3 Leugen, das sind 8 Stadien westlich und eine halbe Leuge, d.h. 6 Stadien, südlich des BB.⁵⁷

Die Verlängerung der Strecke Schweizer Belchen (SB) - Kleiner Belchen (KB), zu Punkt A, dem Schnittpunkt mit der Senkrechten über dem Grossen Belchen (GB), ergibt das rote Dreieck 3:4:5, (**SB-KB-A-GB-B**). In Punkt A schneiden sich die Nord-Südachse senkrecht über dem GB, die Diagonale S-KB-A und der Ost-West-Parallel bei 48° n.Br. Punkt **A** wird mit **SB, KB und GB** durch die Geometrie definiert. Der Ort ist von der Rheinebene aus nicht sichtbar. Dies gilt auch für Punkt **B**. Die Seitenlängen des roten Dreiecks 3:4:5 messen: Seite SB-B = 24 Leugen, Seite A-B = 32 Leugen und die Hypotenuse SB-A = 40 Leugen.

5.2.1.2 Die Ost-Westachse EB-BB

Die Ost-Westachse, Elsässer Belchen – Badischer Belchen (EB-BB), misst $33\frac{1}{3}$ Leugen. Die Orientierung der grünen Strecke beträgt 90° ab Nord.

5.2.1.3 Grünes Dreieck 3:4:5

Elsässer Belchen (EB) – Badischer Belchen (BB) – virtueller Messpunkt C (Abb. 7).

Die Achse von $33\frac{1}{3}$ Leugen liegt in der Zeichnung auf dem Parallel von 47,81° n. Br.

Die Orientierung der Strecke entspricht den Sonnenauf- respektive Untergängen an den Aequinoktien (Tag- und Nachtgleiche)⁵⁸. Punkt C ist, wie gesagt, wiederum ein geometrischer Schnittpunkt. Er liegt im Schweizer Mittelland und ist von der Rheinebene aus nicht sichtbar. Die Nordsüdachse BB-C misst 25 Leugen.

5.2.2 Zahlenverhältnisse und geometrische Figuren

Das Verhältnis der Strecken SB-A (rot) zu EB-BB (grün) beträgt $40 : 33\frac{1}{3}$ Leugen = 6 : 5.

Das Verhältnis der beiden Katheten (grün) beträgt $33\frac{1}{3} : 25$ Leugen = 4 : 3, dies entspricht den Proportionen des Tripels 3:4:5. Die doppelte Länge der grünen Strecke BB-C beträgt 50 Leugen. Die Proportion $33\frac{1}{3}$ Leuge : 50 Leugen misst 2:3.

⁵⁶Das Dreieck 3:4:5 wurde bereits in Babylon und bei den alten Ägyptern zur Landvermessung verwendet. Siehe unter anderem Papyrus Rhind (2. Jahrtausend v. Chr.).

⁵⁷ Richtstatt. Der Name könnte auf einen «Richtpunkt» in einem Vermessungssystem hinweisen. Dies scheint wahrscheinlicher zu sein, als eine juristische Interpretation des Wortes im Sinne von «richten, Richtstätte etc».

⁵⁸ 21. März Frühlingsbeginn, 23. September, Beginn astronomischer Herbst. Die Sonne verschiebt sich beim Sonnenaufgang an den Aequinoktien um rund eine Sonnenscheibenbreite je Tag.

Diese Verhältniswerte zeigen, dass die geometrischen Figuren, die Gerade und die Dreiecke 3:4:5, aufeinander abgestimmt worden waren. Die Masszahlen sind kommensurabel. Die Kommensurabilität legt den Schluss nahe, dass die Auswahl der 5 Berge kein Zufall sein dürfte⁵⁹.

5.3 Theorie III: Ein geodätisches⁶⁰ Vermessungssystem

Um 2010 nahm eine Forschungsgruppe die Untersuchungen über das Belchensystem wieder auf.⁶¹ Ausgangspunkt war die Frage: Gibt es Hinweise, die darauf schliessen lassen, dass es sich bei den 5 Belchen um Messpunkte eines keltischen, geodätischen Vermessungssystems handelt? Im Fokus stand eine mathematische Rekonstruktionsanalyse der geografischen Lage der 5 Belchen, mit einer Übertragung und Einordnung des Befundes in die antike mathematische Geografie.

5.3.1 Geodätische Aspekte und Masse des Erdumfangs

Die längere Kathete im Dreieck EB-BB-C markiert die Breite des Rechtecks ($33 \frac{1}{3}$ Leugen). Die doppelte Länge der kürzeren Kathete (BB-C) entspricht der Höhe des Rechtecks von 50 Leugen (2 x 25 Leugen). Länge zu Höhe des roten Doppeldreiecks A-B'-SB stehen im Seitenverhältnis von 50:24 (Abb. 7).

⁵⁹ Kommensurabilität: Zwei reelle Zahlen a und b sind kommensurabel (lat. zusammen messbar) wenn sie ganzzahlige Vielfache einer geeigneten dritten reellen Zahl c sind, also einen gemeinsamen Teiler besitzen.

⁶⁰ „Geodäsie“ heisst Einteilung der Erde. Das Wort „dasein“ stammt aus dem Griechischen und heisst „teilen“.

⁶¹ Assoziierte interdisziplinäre Forschungsgruppe der Universität Basel. „Orientierung in Raum und Zeit – Erfassung des geografischen Raumes in spätkeltischer Zeit“. Link; <https://daw.philhist.unibas.ch/de/ur-und-fruehgeschichtliche-und-provinzialroemische-archaeologie/forschung/forschungsprojekte/orientierung-in-raum-und-zeit/projekt-1-erfassung-des-geografischen-raumes/>

Die Strecke EB - BB misst 74 km, das sind $33 \frac{1}{3}$ Leugen. Diese Distanz entspricht $\frac{1}{360}$ des Erdumfangs bei 48.18° n. Br. Hier beträgt der Erdumfang 12'000 Leugen ($360 \times 33 \frac{1}{3}$ L). Die NS-Achse A-B' entspricht $\frac{1}{360}$ eines Meridians bzw. des Aequators. Die Länge eines Meridians misst 18'000 Leugen (360×50 L).

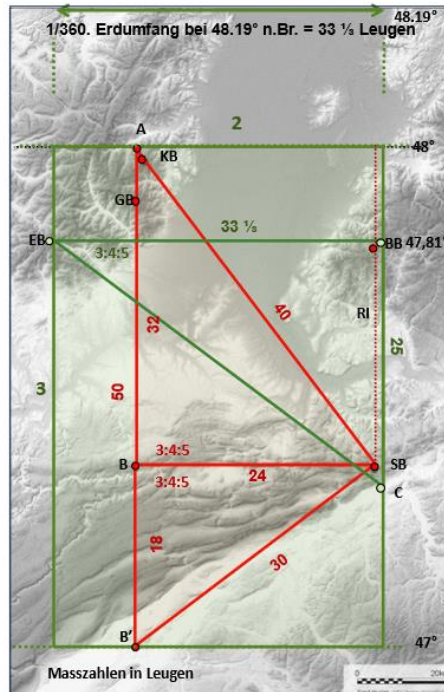


Abbildung 7: Geodätische Aspekte: Eine Bogengradeinheit 2:3

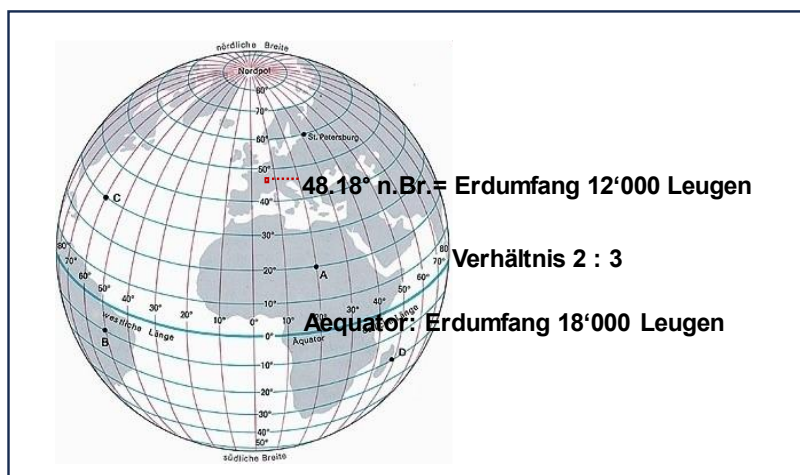


Abbildung 8: Erdkugel mit $\frac{2}{3}$ Erdumfang bei 48.18° .

Das Rechteck 2:3 (grün unterlegt) ist mit den Dreiecken 3:4:5 (rot und grün) kommensurabel.

Die beiden Werte für die Länge des Erdumfangs – 12'000 L auf $48,18^\circ$ n. Br. und 18'000 L - Aequator bzw. Länge eines Meridians - stehen zueinander im Verhältnis von 2 : 3 (Abb. 8).

In Stadien misst der Erdumfang das Zwölffache: 144'000 bzw. 216'000 Einheiten⁶². Die Masse basieren auf dem Sexagesimalsystem.⁶³

6 Antike mathematische Geografie im Belchensystem

Bei 48,18° n. Breite misst der Erdumfang $\frac{2}{3}$ des Äquators. Der Mathematiker und Geograf Claudius Ptolemaios hebt dieses Zahlenverhältnis im damaligen Gallien hervor: „Der Erdumfang auf dem mittleren Parallel in Gallien steht zum Erdumfang am Äquator in einer Proportion von 2:3«.⁶⁴ Der «mittlere Parallel» entspricht in der Antike dem heutigen 48. Breitengrad. Dieser Parallel wurde bereits von Pytheas am Atlantik gemessen und von Eratosthenes auf seiner Landkarte in der Bretagne vermerkt.

Die Ost-West-Achse von $33\frac{1}{3}$ Leugen geht vom markanten Badischen Belchen aus. Sie wurde also rund $\frac{1}{3}$ Grad weiter südlich (47,81°) als berechnet (48,18°), festgelegt. Der BB ist von allen Seiten gut sichtbar und in diesem Sinne der ideale Ausgangspunkt für ein Vermessungssystem. Die Verschiebung der berechneten Ost-West-Achse von 48.18° zu 47.82° nach Süden hat keine Auswirkungen auf die Seitenproportionen von 2 : 3.⁶⁵

⁶² $18'000 \times 2,2214 \text{ km} = 39'986 \text{ km}$, entspricht annähernd der heute gültigen Zahl für den Erdumfang von rund 40'000 km.

⁶³ Das Sexagesimalsystem geht von der Zahl 60 aus. Der Erdumfang misst $60^3 = 216'000$ Stadien, (siehe Kapitel 7.3 «Sexagesimalsystem»).

⁶⁴ Stückelberger, Alfred (Hrsg.) et al., Klaudios Ptolemaios, Handbuch der Geographie, Teile 1 und 2 und Ergänzungsband, Schwabe Verlag, Basel, 2006-2009, Teilband 2, 783

⁶⁵ Die Vierecke einer Bogengradeinheit sind trapezförmig (Meridiankonvergenz). Dies führt zu Abweichungen zum Rechteck im Promillebereich. Im Belchensystem entsprechen die $33\frac{1}{3}$ Leugen, der Abstand zwischen EB und BB, genau den $33\frac{1}{3}$ Leugen, die als $\frac{1}{360}$ des Erdumfangs auf 48,18° gemessen werden. D. h. die Distanz ist an beiden Stellen exakt dieselbe, siehe Abb. 7.

7 Das Belchensystem – eine geodätische Bogengradeinheit

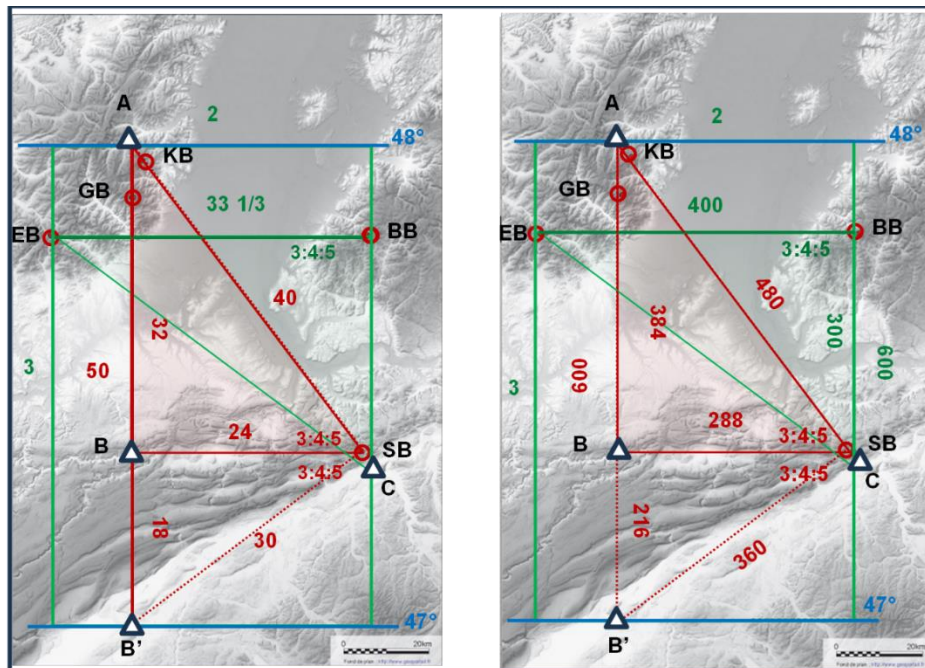


Abbildung 9: Geometrie und Masse der geodätischen Bogengradeinheit. Masszahlen links in Leugen (2221,4 m), Masszahlen rechts in Stadien (185,12 m).

Die nördliche Linie des Rechtecks 2:3 von $33 \frac{1}{3}$ Leugen liegt auf dem 48. Breitengrad, die südliche Begrenzung des Rechtecks auf dem 47° n. Breite. Im linken Bild werden die Masszahlen in Leugen angegeben, in der rechten Zeichnung in Stadien. Die Werte in Stadien sind 12-fach grösser als diejenigen in Leugen.

Das Seitenverhältnis des stehenden roten Dreiecks beträgt in Leugen 30 : 40 : 50, also je das Zehnfache des Tripels von 3 : 4 : 5. Diese Modelle dürften zeigen, dass der spätkeltischen Elite die Voraussetzungen für die topografische Umsetzung eines mathematisch-geografischen Denkens bekannt waren.

7.1 Der Erdumfang in keltischen Massen

Dort, wo der Erdumfang $\frac{2}{3}$ der Länge des Äquators beträgt, misst der Abstand zwischen 2 Längengraden $33 \frac{1}{3}$ Leugen in OW-Richtung, was $\frac{1}{360}$ des Erdumfangs, das sind 12'000 Leugen, entspricht.⁶⁶

⁶⁶Siehe Zitat Ptolemäus (Stückelberger, Anm. 64). Es ist nicht bekannt, ob die Kelten diese Gleichung selbst berechnen konnten, oder ob dieser Wert unter den antiken Fachleuten bekannt war und übermittelt wurde.

Länge in Leugen:	Erdumfang auf 48,18° n. Br.	$33 \frac{1}{3} \times 360 = 12'000$ Leugen	$74,048 \text{ km} \times 360 = 26'657 \text{ km}$
	Erdumfang Aequator	$50 \times 360 = 18'000$ Leugen	$111,072 \text{ km} \times 360 = 39'986 \text{ km}$
Länge in Stadien:	Erdumfang auf 48,18° n.Br.	$400 \times 360 = 144'000$ Stadien	
	Erdumfang Aequator	$600 \times 360 = 216'000$ Stadien	

Beim metrologischen Richtwert von 39'986 km misst das Stadion 185,12m, die Leuge 2221,4 m

Bei einem gerundeten Erdumfang von 40'000 km misst das Stadion 185,185m, die Leuge 2222,2 m.

Der Verhältniswert zwischen dem Erdumfang am Aequator zum Umfang auf dem Parallelkreis von 48,18° n.Br. beträgt $216'000 : 144'000$ Stadien, was dem Verhältnis von 3 : 2 entspricht.

Die Zahlen und Verhältniswerte in diesen Rechnungen sind runde, «glatte» Werte.

7.2 Berechnung des Erdumfangs

Die Berechnung des Erdumfangs dürfte nach derselben Methode erfolgt sein, wie sie für Eratosthenes beschrieben wurde. Der Unterschied der Schattenlängen betrug bei Eratosthenes entsprechend dem Einfallswinkel der Sonne 7,2°. Der Abstand der Orte entspricht in diesem Fall $1/50$ von 360° . Die Massstrecke beträgt, gemäss Kleomedes, 5000 Stadien. Was einen Erdumfang von $50 \times 5000 = 250'000$ Stadien ergibt.⁶⁷

Wählt man nun eine kürzere Strecke von bloss 2° für die Differenz der Einfallswinkel der Sonne zwischen den beiden Messpunkten, dann entspricht dies $1/180$ der 360° des Kreisumfangs, das ergibt $18'000 \text{ L} : 180 = 100$ Leugen oder 222,14 km.⁶⁸

7.3 Zahlen im Sexagesimalsystem

Den Zahlen liegt das sexagesimale Zahlensystem zu Grunde – ein Stellenwertsystem auf der Basis von 60, das auf die Sumerer des 3. Jahrtausends⁶⁹ zurückgeht: Der Erdumfang beträgt $60^3 = 216'000$ Stadien. Dies entspricht $50 \times 360 = 18'000$ Leugen, bzw. $50 \times 10 \times 6^2$.

Das Sexagesimalsystem ermöglicht das Erfassen von Raum und Zeit in runden Zahlen auf der Basis der 360° des Kreisumfangs. Die Grundlage dazu sind naturgegebene Zyklen:

360 Tage im Jahr, 12 Monate im Jahr, 24 Stunden an einem Tag, später kamen die 60 Minuten in einer Stunde und 60 Sekunden in einer Minute dazu.

⁶⁷ Siehe Abschnitt 2.1.2 «Eratosthenes», S. 5

⁶⁸ Die Vermessung der Landstrecke erfolgt in einem Triangulationsverfahren, (vgl. Abschnitt 12.1: Feldvermessung mit dem Dreieck 3:4:5, nach dem Prinzip 12-Knotenschnur). Ob man für die Berechnung des Erdumfangs von der Zahl $129'600'000$ ausgegangen war, ist unklar. (vgl. Abschnitt 3.4, S. 12: die ideale Zahl der Schrifttafeln von Nippur). $12'960'000 \times 10 \times 0,30853 \text{ (KF)} = 39'986 \text{ km} = 18'000$ Leugen = Erdumfang. Die Zahl, die wir als «keltischen Fuss» betrachten, ist über die ideale Zahl mit dem Erdumfang verbunden.

⁶⁹ Heinz-Dieter Haustein, Weltchronik des Messens, De Gruyter, 2010, S. 15

8 Präzision der Vermessungen

8.1 Genauigkeit, Vermessung der Messpunkte 1. Ordnung

In Abb. 10) wurden Kartenausschnitte mit den Messpunkten 1. Ordnung, den 5 Belchen, sowie den Sichtachsen zwischen diesen Bergen zusammengestellt.⁷⁰ Die Grafik zeigt eine für unsere Zwecke präzise Übereinstimmung der topografischen Situation mit den geometrischen Konstruktionen.

Die Belchenflue wurde als Ausgangspunkt der Vermessungen der roten Dreiecke 3:4:5 und des Belchenquadrats gewählt.

Die grüne Normstrecke von 400 S ($33 \frac{1}{3}$ L) misst exakt 74'040 m zwischen den beiden Gipfeln des BB und EB.

Die rote Diagonale, die Hypothenuse des Dreiecks 3:4:5, liegt im Norden nur 80 m westlich des Gipfels des KB, während sie im Süden exakt von der «Belchenflue», SB, ausgeht.

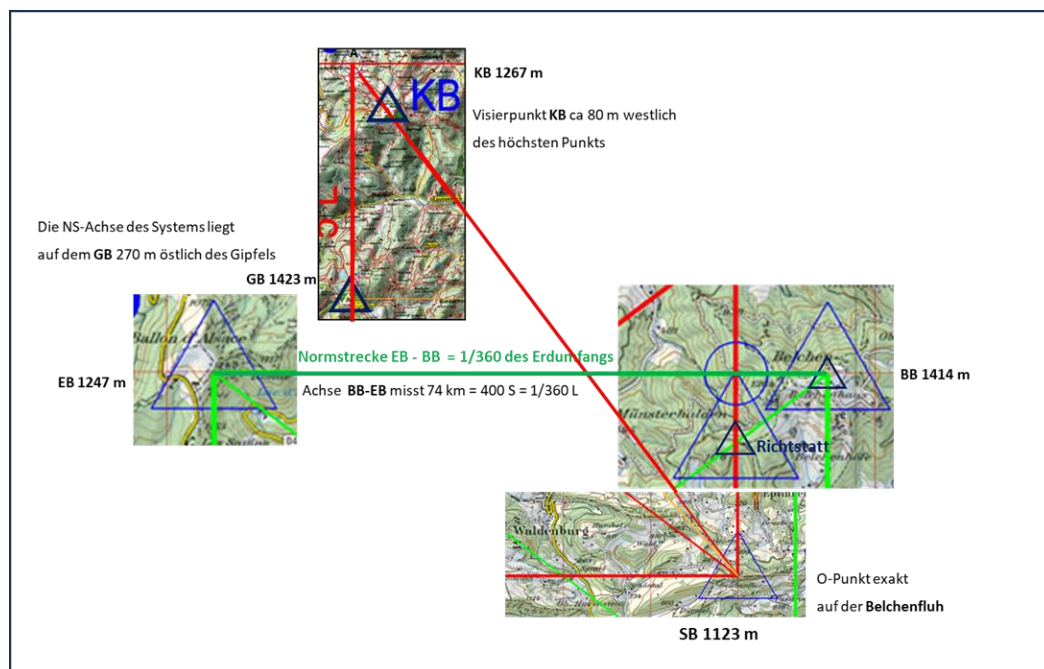


Abbildung 10: Genauigkeit der Vermessungen: Übereinstimmung der geometrischen und topografischen Messpunkte.

Auch die NS-Achse, die vom SB aus über die dem Badischen Belchen südwestlich vorgelagerte «Richtstatt» (RI) führt, verläuft genau Nord-Süd.

Die beiden Eckpunkte A und B des liegenden Dreiecks 3:4:5 mit Südostecke in SB ergeben sich aus der Geometrie.⁷¹

Einzig am GB liegt der geometrische Punkt 270 m östlich des topografischen Gipfels. An diesem Ort steht also die Marke für die geometrische NS-Achse rund 1,5 Stadien (ca 270 m) neben dem höchsten

⁷⁰ Differenziertere Umzeichnung siehe Abb. 11

⁷¹ Auch die Punkte D, Col de Vac (700 m) und F, Kaltwasser (800 m), sind Eckpunkte, die von den 5 Belchen aus nicht einsehbar sind, da sie zu tief liegen.

Geländepunkt, was für unsere Zwecke jedoch keinen spürbaren Einfluss auf die Präzision des Systems hat.

8.2 Zwei Beispiele zur Präzision der Distanzvermessungen ausserhalb des Belchensystems

8.2.1 Römischer Limes

Die Präzision von Messungen aus jener Zeit ist erstaunlich gross. Eine römerzeitliche Distanzmessung am Limes, von rund 50 km, über Berg und Tal gemessen, ergab eine Abweichung von bloss 90 cm. Die Forscher wundern sich, wie diese Präzision möglich war. Wir dürfen davon ausgehen, dass hier auf dieselbe Weise gepeilt und trianguliert wurde, wie wir es für die Distanzen im Belchensystem annehmen.

Gestützt auf die rekonstruierten Vermessungen gehen wir davon aus, dass die Kelten für Distanzmessungen technisch auf demselben Niveau waren wie die Römer, d.h. diese Strecke könnte auch von keltischen Verbänden ähnlich präzise vermessen worden sein.

8.2.2 Esch, keltische Leuge

Auf einem Leugenstein von Elsdorf-Esch (Lkr. Rhein-Erft-Kreis, DE) ist eine Strecke von 13 Leugen vermerkt. Die entsprechende Strecke misst nach Klaus Grewe präzise «28'882 m». Teilt man diese Strecke durch 13, so ergibt sich 2221,69 m, eine Zahl, die unserem mathematischen Richtwert von 2221,4 m für die Länge der Leuge sehr nahekommt.

9 Personal zur Einrichtung: Auftraggeber - Ausführende – Vermessungsteam

Die Markierung einer globalen Bogengradeinheit muss ein überregionales Unterfangen gewesen sein.⁷² Es braucht Führungspersönlichkeiten aus dem regionalen Adel, die Berechnungen und Einrichtung des Systems leiteten.

Diesen Personen dürfte eine Elite von «Wissenschaftlern» sowie ein Team von Vermessern und Gehilfen zur Seite gestanden sein, die die Absicht des Machthabers umsetzten. Ausser diesen «Stabsfunktionen» war auch ein grosses Kader an zum Teil berittenen Hilfskräften erforderlich, die mit der Markierung von Peilpunkten und der Absteckung von Massdistanzen befasst waren.

Vor allem die Visur von langen Distanzen, möglicherweise mit Zwischenpeilpunkten, setzt Meldeläufer und Empfänger voraus, die die anvisierten Messpunkte markierten. Möglicherweise wurden auch Licht-, Feuer- und Rauchsignale eingesetzt, um die angepeilten Visierpunkte zu bezeichnen. Nachbilder mit Visuren von den Belchen in die Rheinebene und zurück zeigen, wie gut hier die Leuchten der modernen Zeit sichtbar sind. Daraus folgt, dass man auch in keltischer Zeit mit Feuern einen ähnlichen Erfolg gehabt haben konnte.

⁷² Vgl. Abschnitt 12, «Technische Machbarkeit»

Dass diese personellen und praktischen Voraussetzungen im Umfeld der keltischen Machthaber der Spät-Latènezeit gegeben waren, ist kaum zu bezweifeln⁷³.

Ein weiterer Faktor ist die Zeit. Die Einrichtung eines Vermessungsnetzes wie das Belchensystem bedarf wohl einer längeren Planungs- und Umsetzungsphase. Wir wissen nicht, ob die Crew für das Erstellen des Belchensystems auch mit erfahrenen Gruppen, die andernorts Vermessungen durchgeführt hatten, zusammenarbeitete. Es wurde bereits darauf hingewiesen, dass im Team der Kelten wahrscheinlich auch griechische und römische Fachleute mitwirkten.

10 Fazit

Die regelhaften geometrischen Figuren, die Massdistanzen zwischen den 5 Belchen und deren Bezug zur Geraden EB - BB von $33 \frac{1}{3}$ Leugen stärken die Wahrscheinlichkeit, dass dem System ein planmässiges, geodätisches Konzept zu Grunde gelegen hatte. Die 5 Belchen markieren ein globales Bogengradrechteck 2:3 in Kontext mit einem geodätischen Dreieck 3:4:5, dort, wo die Breite des Rechtecks $\frac{2}{3}$ eines 360. des Aequators misst.⁷⁴

Die Planer des Belchensystems müssen gewusst haben, dass der Erdumfang bei $48,18^\circ$ n. Br. - in der antiken Ausdrucksweise dort, wo das Gnomonschattenverhältnis 19 : 17 beträgt⁷⁵, zwei Drittel der Länge des Aequators, d.h. 12'000 Leugen, gemessen hatte.

Die astronomischen Azimute für den Sonnenauf- und Untergang zur Sommer- und Wintersonnwende, Nullhorizont, d.h. bei identischer Höhe des Aufgangspunktes am Horizont und des Standorts des Beobachters, differieren um das Jahr 0, bei $48,18^\circ$ n. Br. um weniger als 1° vom Wert der geometrischen Winkel des Dreiecks 3:4:5. Das heisst, die Winkel der Geometrie stimmen unter Einbezug eines astronomischen Höhenwinkels von rund 1° mit den astronomischen Winkeln für die Auf- und Untergänge der Sonne zur Sommer- bzw. Wintersonnwende und den Tag- und Nachtgleichen überein.

Das Zusammenspiel astronomischer, geometrischer, geodätischer und metrologischer Fakten drücken in den Erklärungsmodellen, Theorie I – III eine forschungsgeschichtliche Entwicklung aus. Es geht darum die verschiedenen Aspekte zu unterscheiden und miteinander in Beziehung zu setzen.

⁷³ Hatz, Christine, A vocal communication system in Gallic War, R. Karl, J. Leskovar (Hrsg., 2021), Studien zur Kulturgeschichte von Oberösterreich, 2021, S. 5 und 6

⁷⁴ Wir sprechen von einem «Bogengradrechteck», obwohl diese Figur tatsächlich ein Trapez ist.

⁷⁵ In vorrömischer Zeit wurde nicht in Bogengraden sondern in Verhältniswerten des Gnomonschattens (19 : 17) gerechnet.

11 Eine Karte des Belchensystems

Legende

- SB** Schweizer Belchen
Eckpunkt Belchenquadrat, rote Linie
Eckpunkt 2 Dreiecke 3:4:5, rote Linie
Dreiecke SB-KB-A-GB-B und SB-K-D
- C** Geometrischer Punkt, Mittelland
grünes Dreieck 3:4:5, EB-BB-C
- R** Richtstatt, NS-Achse zu SB und K
- WI** Willer, Ringwallanlage
- SO** Chapelle Ste Odile
- Z-Z'** Zentrumslinie, Zentralachse
- M** Menhir, bei Z
WI, SO, Z, Eckpunkte Willertrapez
- P** Pulversheim, Hoell, Enclos mit Grabügel
(Ha-Zeit)
- S** Schoenensteinbach, Kloster
- BG** Basel-Gasfabrik, offene Siedlung
- BM** Basel-Münsterhügel, Oppidum, Murus Gallicus

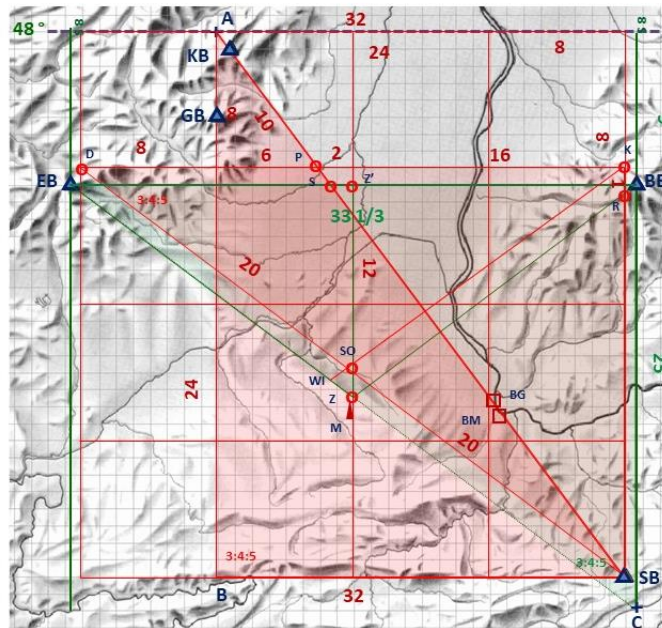


Abbildung 11: Karte des Bechensystems.

Abb. 11) fasst das Ergebnis der Vermessungen in einer Karte des Belchensystems zusammen. In der Karte wurden die Visurachsen, sowie deren Schnittpunkte und Massdistanzen zwischen den 5 Belchen erfasst.

Der Topografie wird ein Leugenraster zugeordnet, der von der Geometrie der Messpunkte 1. Ordnung – den 5 Belchen – ausgeht.

Der Leugenraster setzt bei SB, auf der «Belchenflue», dem Nullpunkt des Systems ein. Das rote Belchenquadrat hat eine Seitenlänge von 32 Leugen. In SB liegen auch die südlichen Eckpunkte des stehenden und des liegenden roten Tripels 3:4:5. Die Hypothenuse des Belchendreiecks, SB-KB-A, misst 40 Leugen.

Das grüne liegende Dreieck 3:4:5 mit der Strecke EB – BB von $33 \frac{1}{3}$ Leugen, misst 25 Leugen in der kürzeren Kathete, BB – C. Die längere Kathete des grünen Dreiecks ist auf beiden Seiten $\frac{2}{3}$ Leugen, das sind je 8 Stadien, breiter als das Belchenquadrat.

Die Verhältnisse und Masszahlen sind kommensurabel und ermöglichen eine weitere Unterteilung der geometrischen Figuren in Stadien. An den Schnittpunkten der Verbindungsachsen liegen Orte, die zum Teil durch archäologische Befunde belegt sind. So liegt Punkt P, das Enclos «Pulversheim, Hoell», im Schnittpunkt zwischen der Diagonalen, SB-A und der roten OW-Achse K-D. Bei Punkt S steht das Kloster Schoenensteinbach, möglicherweise eine weitere Stelle, wo ein alter, keltischer Messpunkt tradiert wurde.

Bei Punkt SO steht eine Kapelle St. Odile, auf einem kleinen Hügel, gleich neben der Strasse, eine weitere allfällige Tradierung eines älteren Messpunktes. Die Punkte Z und Z' markieren die

Zentralachse, des Systems (Z = Willer). Bei Punkt Z zeigt ein kleiner Menhir M (Büerenfels) die Mittelachse an. Der Stein steht bloss ca 250 m westlich der geometrischen Mittelachse.

Im Osten bezeichnet dann eine markante Wegkreuzung in einer Senke den Punkt R «Richtstatt» an, der genau nördlich der Belchenflue (SB) liegt und zu Punkt K nach Norden weiterführt.

Beim Rheinknie von Basel liegen 2 Fundstellen, BG (Basel-Gasfabrik) und BM (Basel-Münsterhügel).

BG liegt genau auf der Achse SB-KB-A. Die Frage, ob die Lage der älteren keltischen Siedlung (2. Jh.v.Chr) zufällig auf dieser Achse liegt oder planmässig gesucht wurde, bleibt offen. Geht man davon aus, dass das Belchensystem erst um 100 v. Chr. angelegt wurde, was der allgemeinen Annahme entspricht, dann wäre die Identität ein Zufall, denn die Siedlung ist in diesem Fall älter als die Visurachse. Nun gibt es allerdings wenig Hinweise für die exakte Datierung des Systems, so dass bei einer älteren Anlage der Achse SB-KB durchaus das System, der Siedlung altersmässig vorangehen könnte.⁷⁶

Schliesslich sind noch die auf Distanz nicht sichtbaren 5 Punkte A,B,C, K, und D, die geometrischen Eckpunkte der entsprechenden Dreiecke 3:4:5⁷⁷ zu erwähnen. Diese bilden jeweils geometrische Verlängerungen der Visurachsen zwischen den 5 Belchen, den Messpunkten erster Ordnung. Dies ist eine Auswahl von Dreiecken, Peilachsen, Schnittpunkten und Zahlen, die sich aus der Absteckung der 5 Belchen ergeben. Es geht hier darum, das Prinzip aufzuzeigen, wie durch die Auswahl der 5 Belchen ein System entsteht, in dem die Landschaft berechenbar und physisch erlebbar wird.

Die hier wiedergegebene Darstellung des Belchenrasters in Leugen entspricht unserer modernen Sichtweise. In keltischer Zeit wird diese geometrische Karte «gedacht», oder so skizziert worden sein, dass die Distanzen und Verhältnisswerte in irgend einer Weise greifbar geworden waren.⁷⁸

Wer die Geometrie des Belchensystems mit den Distanzen zwischen den 5 Belchen kennt, kann, falls er über die nötigen politischen und personellen Voraussetzungen verfügt, irgendwelche topografischen Orte innerhalb des Belchenquadrats berechnen und in der Landschaft markieren. Entsprechend ist auch eine Ausdehnung der Vermessung über das geometrische Bogengradrechteck, z.B ins Mittelland, möglich⁷⁹.

Die bei der Einrichtung des Systems gewonnenen geometrischen und metrologischen Fakten, fügen sich zu einem Bild im Kopf der Vermesser zusammen. Wir reden bewusst vom «Erfassen des Raumes» und unterscheiden diese keltische Art der «räumlichen» Erfassung von der «linearen»

⁷⁶ Es wäre denkbar, dass die Visurachsen des Systems früher als die Zeit um 100 v.Chr. eingerichtet wurden.

⁷⁷ Die Punkte liegen beträchtlich tiefer als die Merkpunkte der Visurachsen.

⁷⁸ Eine Zeichnung des Systems im «Sand», auf einer Tonplatte oder im Schnee würde den Ansprüchen genügen, die Distanzen zwischen den Bergen und Punkten darzustellen und zu berechnen.

⁷⁹ Entwürfe über eine geometrische Struktur des Mittellandes mit der Grundstrecke Aventicum – Vindonissa, liegen vor, und werden zu einem späteren Zeitpunkt dargelegt.

Messung von Distanzen, wie sie etwa von den Römern, entlang ihrer Reichsstrassen gemacht wurde.⁸⁰

12 Technische Machbarkeitsstudie: Auswahl der 5 Belchen und Vermessung der Distanzen

Abschliessend möchten wir noch einige Gedanken über das Vorgehen bei der Auswahl der 5 Belchen und der Vermessung der Distanzen zwischen den Messpunkten anbringen.

Während wir bei der Ermittlung der geometrischen Struktur der fünf Berge mit Karte und Massstab, in moderner Weise vorgegangen sind, wollen wir uns nun abschliessend überlegen, wie die keltischen Initianten die 5 Belchen evaluiert haben könnten. Die Ansprüche an die «Triangulationspunkte» des Vermessungssystem sind klar – die Berge müssen aus der Rheinebene und in Messrichtung von Berg zu Berg sichtbar sein. Dabei spielt die Form oder Grösse der Berge nur eine untergeordnete Rolle.

12.1 Feldvermessung mit dem Dreieck 3:4:5, nach dem Prinzip 12-Knotenschnur

Bevor wir die Vermessung der Landschaft ins Auge fassen, sei hier noch kurz die Methode des Vermessens mit dem Dreieck 3:4:5 dargestellt. Während das Messen und Rechnen mit einer Groma, das vor allem innerhalb einer Siedlung, also mit verhältnismässig kurzen Distanzen ausgeübt wurde, ist die hier dargestellte Vermessung mit der 12-Knotenschnur für lange Strecken - also für die eigentliche Raumvermessungen - geeignet und äusserst präzis.

Das praktische Vorgehen bei der Vermessung mit dem Dreieck 3:4:5 wird in Abb. 12) dargestellt.

Das Beispiel zeigt die Vermessung des Abstandes in nord-südlicher Richtung, zwischen der OW-Achse in GB und der OW-Achse in BB. Die Masseinheit ist hier das Stadion, 1 Stadion = 185,12 m.

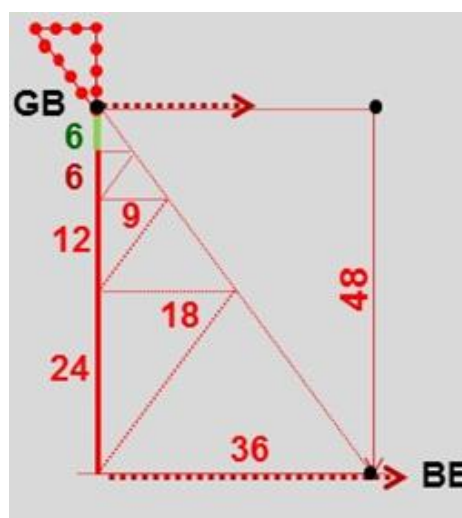


Abbildung 12: Vermessen, nach dem Prinzip der 12-Knotenschnur.

⁸⁰ Das heisst nicht, dass die Römer nicht auch Distanzmessungen, wie für die Kelten dargelegt, ausgeführt haben (vgl. Kapitel 8.2.1 «Römischer Limes»).

Das «Prinzip 12-Knotenschnur» bedeutet Messen mit einem Seil in einem geschlossenen Ring mit einer Einteilung von 12 Knoten, bzw. Teilabschnitten. Das Messprinzip basiert auf der Umkehrung des Satzes des Pythagoras. Die Schnur wird als pythagoreischer Tripel mit den Seitenverhältnissen 3:4:5 aufgespannt, wobei ein rechter Winkel entsteht.⁸¹

Das Messen mit der 12-Knotenschnur wurde bereits im alten Aegypten praktiziert. Daraus folgt, dass man den Inhalt des Satzes des Pythagoras qualitativ bereits einige Jahrhunderte vor den Griechen gekannt hatte.⁸²

Für das praktische Vorgehen visiert man mit einem am Boden liegenden, an den Eckpunkten mit einer Stange gestrafften Knotenseil so, dass die Katheten in den Kardinalrichtungen orientiert sind und die Hypothenuse der Peilrichtung entspricht. In Abb. 12) ist das Knotenseil auf der Ost-Westachse des Grossen Belchen angeordnet. Die untere Spitze des 12-Knoten-Dreiecks entspricht dem Nullpunkt. Ueber die Hypothenuse visiert man hinunter in die Rheintalebene. Dort trifft man auf die zuvor vom BB aus abgesteckte OW-Achse. Der Schnittpunkt zwischen Visur- und OW-Achse ist der Messpunkt, für das Messen der NS-Distanz zwischen den beiden OW-Achsen, ab BB und GB. Für die Berechnung des Abstandes zwischen den OW-Achsen visiert man in Teildreiecken. Man steckt als erstes mit einem Messseil von 6 Stadien (grün) oder mit Massstäben das erste Dreieck exakt ab. Die Basis beträgt hier 4,5 Stadien. Im zweiten Schritt visiert man mit einer Umkehr des Dreiecks wieder auf die NS-Achse zurück, und erhält ein Dreieck von 9 zu 12 Stadien. Mit einer entsprechenden Fortsetzung der Triangulation, erhält man schliesslich die Teilstrecken von 2 x 6, 12 und 24, was zusammengezählt 48 Stadien bzw. 4 Leugen - den Abstand zwischen den beiden OW-Achsen- ergibt.

12.2 Ausgangspunkte für die Landesvermessung: Der Badische und der Grosse Belchen

Wie bereits erwähnt wurde als Ausgangspunkt für die Festlegung der Ost-West verlaufenden Normmassstrecke von $33 \frac{1}{3}$ Leugen mit grösster Wahrscheinlichkeit der prominente Badische Belchen gewählt.

Zu diesem Berg wurden zwei Partnerberge als Visurpunkte gesucht. Zum einen ein Zielpunkt in westlicher Richtung, der exakt $33 \frac{1}{3}$ Leugen, bzw. 400 Stadien vom BB entfernt liegt und zum andern ein geeigneter Berg mit Weitsicht, westlich des BB, zur Festlegung der Nord-Süd-Achse. Was liegt da näher als zu diesem Zwecke den höchsten Vogesenberg, den Grand Ballon, auszuwählen?

⁸¹ Pythagoreisch heisst hier «rechtwinklig»

⁸² Hausteiner, Hans-Dieter, Quellen der Messkunst, Berlin 2003

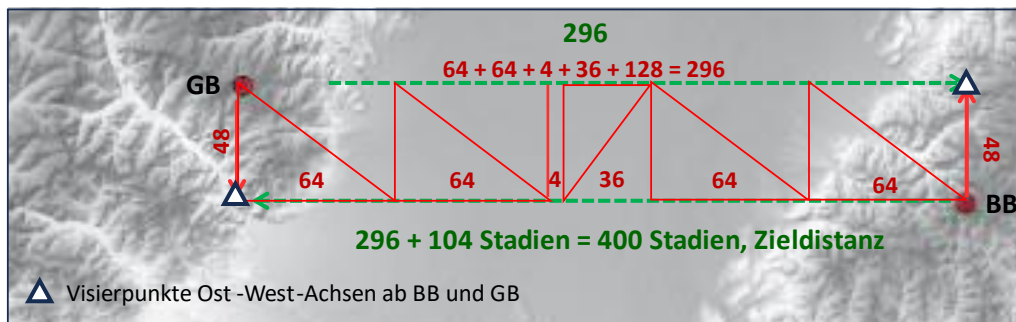


Abbildung 13: Vermessung: Ortung von BB und GB, Prinzip 12-Knotenschnur.

In einem ersten Schritt geht es folglich darum, die beiden Berge, den BB und den GB zueinander in eine Beziehung zu setzen und zu diesem Zweck die beiden Punkte geografisch zu orten.

Die Distanz zwischen dem Grossen und dem Badischen Belchen wird in einer fortlaufenden Triangulation zwischen den beiden OW-Achsen gemessen und berechnet (Abb. 13).

Die geometrisch abgetragene Strecke beträgt 296 Stadien, die Summe der Teilstrecken des Dreiecks 3:4:5 und die 4 Stadien, die zwischen den Dreiecken mit einer Basis von 64 bzw. 36 Stadien liegen.

Die effektive Distanz ist etwas länger, nämlich 297,5 Stadien. Wie bereits erwähnt, liegt der topographische Gipfel auf dem GB rund 1,5 Stadien – ca. 250 m – weiter westlich als der Messpunkt der geometrischen Konstruktion, was durch diese kleine Differenz bei der Einrichtung erklärt werden kann.

Der GB ist von der Rheinebene aus gut sichtbar und die Sicht in der Nord-Süd-Richtung ist ideal. Der Blick führt südlich über den Chasseral zu den Alpen (Abb. 14). Auf dieser Achse liegt auch das Oppidum der Helvetier auf dem Mont-Vully, das allerdings hinter dem vorgelagerten Jurazug nicht sichtbar ist. Die Peilachse könnte jedoch mit einem Messpunkt auf dem Rücken des Chasserals markiert worden sein.

12.3 Abmessung der Normstrecke von 400 Stadien ab Badischem Belchen: Der Elsässer Belchen

Im Unterschied zur Ortung zweier, auf Grund ihrer hervorragenden Form und Lage bekannter Berge, geht es nun im nächsten Schritt um die Abtragung einer vorgegebenen Massstrecke von $33 \frac{1}{3}$ Leugen bzw. 400 Stadien ab BB mit unbekanntem Zielpunkt (Abb. 14).

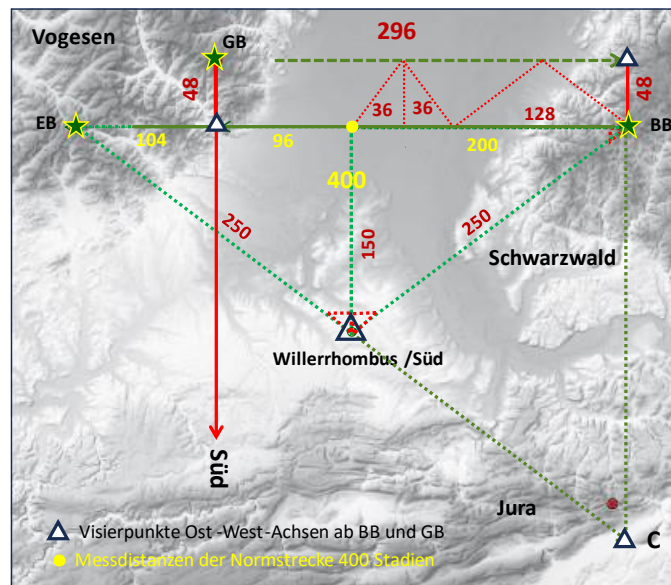


Abbildung 14: Abmessung der Strecke von 400 Stadien.

Ausgehend vom BB wird die halbe Länge der Normstrecke von 200 Stadien abgetragen. Diese Strecke ist bereits von der Ortsberechnung des BB und GB bekannt. Im Abstand von 200 Stadien ab BB erfolgt eine rechtwinklige Drehung und Visur nach Süden. Abschreiten der Strecke ohne Messung, bis jener Punkt erreicht wird, von dem aus der BB im Winkel des orientierten Dreiecks 3:4:5 erscheint. Wir bezeichnen diesen Ort als Willerrhombus/Süd. Man dürfte zuvor die ungefähre Lage des Orts mit einer Näherungsvisur von BB aus evaluiert haben. Der Punkt ist jedenfalls von BB aus sichtbar.

Von Willer/Süd aus erfolgt eine symmetrische Peilung wiederum entsprechend den Winkeln des Dreiecks 3:4:5 in Richtung Vogesen. In Kombination mit einer Visur in West-Ost- Richtung vom BB aus ergibt sich ein Schnittpunkt der beiden Peilachsen in den Vogesen, auf dem als «Elsässer Belchen (EB)» bezeichneten Berg. Dieser Bergrücken ist einer unter anderen, d.h. er liegt am richtigen Ort, ist aber von Willer/Süd aus nicht besonders markant und vom BB aus kaum zu erkennen.

Verlängert man die Strecke EB-Willer/Süd, Richtung Südosten, so kommt man zu Punkt C, dem jenseits des Jura liegenden südlichen Eckpunkt des Dreiecks EB-BB-C. Die NS-Achse in GB führt über den Chasseral zu den Alpen.

12.4 Diagonale: Der Schweizer und der Kleine Belchen - Masse der geometrischen Figuren

In Abb. 15) werden die folgenden Schritte dargestellt.

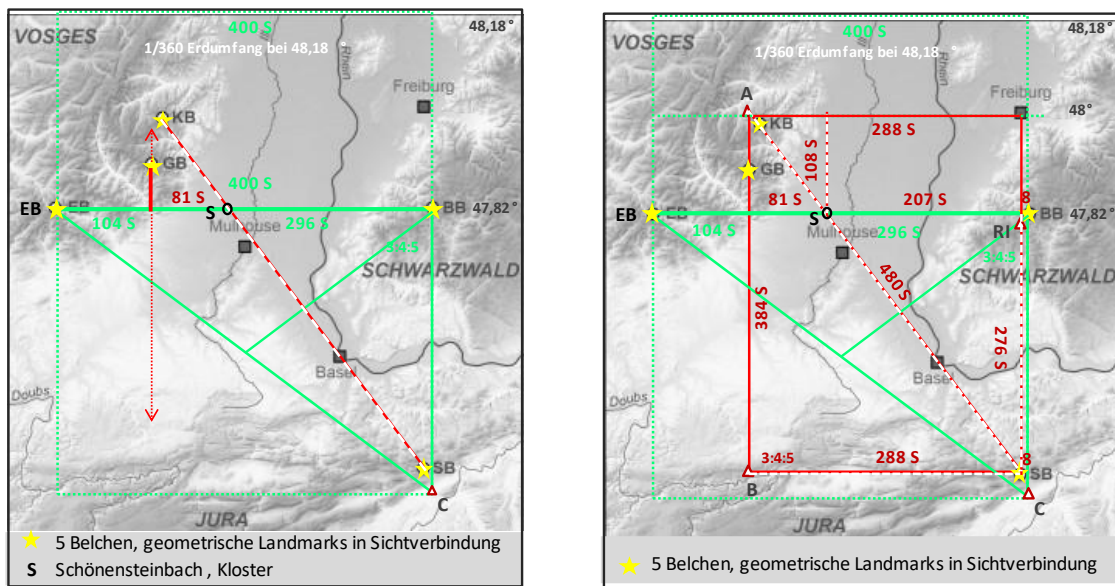


Abbildung 15: Praktisches Vorgehen zur Evaluation der 5 Belchen mit den entsprechenden Massdistanzen.

Praktisches Vorgehen zur Evaluation der 5 Belchen mit den entsprechenden Massdistanzen.

Die 400 Stadien messende Breite wird durch die NS-Achse in GB in 2 Teile gegliedert, eine Strecke von 296 Stadien und eine Restdistanz von 104 Stadien (Abb. 15, rechts).

Begibt man sich auf der OW-Achse vom Schnittpunkt mit der NS-Achse in GB nach Osten, so kommt man beim Kloster Schoenensteinbach an einen Ort, wo wir in Richtung Südost und in der Gegenrichtung Nordwest am Horizont je einen Berg erkennen, deren Verbindung im Winkel des orientierten Tripels 3:4:5 über das Kloster S verläuft. Im Südosten führt die Linie zum Schweizer Belchen, der Belchenflue, im Nordwesten über den Kleinen Belchen.

Die Senkrechte in GB schneidet sich in Punkt A mit der verlängerten Achse SB-KB. Punkt A ist von der Rheinebene aus nicht sichtbar, ein Faktum, das wir schon bei der mathematischen Analyse erklärt haben.

Die Lage dieses Eckpunktes A können wir berechnen, da wir die Distanz zwischen der NS-Achse in GB zum Kloster Schoenensteinbach kennen. Diese beträgt 81 Stadien, die längere Kathete im Dreieck 3:4:5, misst demzufolge 108 Stadien (Abb. 15, rechts).

Die Normachse EB-BB von 400 Stadien, steht zur Diagonalen A-SB im Verhältnis von 5 : 6, d.h. von 400 : 480 Stadien. Damit können wir die anderen beiden Seiten des Tripels mit 288 (SB-B) und 384 (A-B) berechnen.⁸³ Aus der Differenz von 296 – 288 Stadien ergibt sich der Abstand zwischen der NS-Achse im Badischen Belchen und derjenigen im Schweizer Belchen von 8 Stadien.

Wie bereits bemerkt, gibt es die kleine Abweichung des geometrischen Masses (288 S), vom topografischen (289,5 S), wobei dies für unsere Rechnungen keine Folgen hat.

⁸³ Pythagoras: $480 : 5 \times 4 = 384$, $384 : 4 \times 3 = 288$ Stadien

Schliesslich gilt es noch das Tripel SB-S-RI zu berechnen. Die Strecke S-RI misst 288 minus 81 S = 207 Stadien. Die anderen beiden Seiten messen dann wiederum gemäss Pythagoras 276 und 345 Stadien⁸⁴.

12.5 Fazit

Dieser Machbarkeitsstudie liegt die Absicht zu Grunde zu zeigen, dass die Vermessung der 5 Belchen mit den einfachen Mitteln von Gnomon, Visierstangen und Seilen gelöst werden kann.

Dem Vorgehen lag die Absicht zu Grunde, eine geodätische Distanz von 400 Stadien in der Landschaft zu markieren. Die grünen Figuren im linken Bild (Abb. 15) gehen von dieser Vorgabe aus.

Im rechten Bild (Abb. 15) wird dann das rote Dreieck 3:4:5 konstruiert, das mit dem grünen Dreieck in einem kommensurablen Zusammenhang steht. Die beiden Dreiecke, grün und rot, werden zu einem geodätischen Rechteck mit den Seitenverhältnissen von 2:3 zusammengesetzt, wie es in Abb. 7) dargestellt wird.⁸⁵ Damit werden die fünf Belchen und das Belchensystem in das globale Gradnetz eingeordnet.

Die runden Masse der geometrischen Figuren in Stadien, 400 : 600 für das grüne geodätische Rechteck, 300 : 400 : 500 für das grüne geodätische Dreieck 3:4:5, sowie 288 : 384 : 480 für das rote geometrische Dreieck 3:4:5, zeigen, dass die Auswahl der fünf Berge und deren Gleichnamigkeit wohl kaum auf einem Zufall beruhen dürfte.

13 Schlussbemerkungen

Bereits in den frühen Achtzigerjahren wurde ich auf das Belchensystem aufmerksam, als mich ein Kollege auf die fünf Berge im Oberrheingebiet mit demselben Namen, die in einem astronomischen Kontext zu stehen schienen, hingewiesen hatte. Er hatte einen Radiobeitrag von Walter Eichin gehört und wusste nicht, wie er die Aussage bewerten sollte. Nach meiner anfänglichen Abneigung – «zwei Punkte liegen immer auf einer Geraden» – habe ich die Geschichte vorerst wieder vergessen. Jedoch nicht für lange - denn bald danach entdeckte ich in meinen Arbeiten über die keltische Siedlung Basel-Gasfabrik Zusammenhänge, die mich an die Hypothesen der beiden badischen Heimatforscher erinnerten.

Ich nahm eine Karte, zeichnete die Achsen von Eichin und Bohnert ein und verglich sie mit meinen Feststellungen an den Befunden der Basler Fundstelle. - Tatsächlich, meine Vermutung hatte sich bestätigt.

Ich suchte Kontakt mit Walter Eichin und habe mich in meiner spärlichen Freizeit bald mit der Theorie der beiden beschäftigt. Bald wurde ich zu Vorträgen über das Thema eingeladen und publizierte 1997 im Basler Stadtbuch die astronomischen Achsen gemäss Eichin und Bohnert, und

⁸⁴ Pythagoras: $345 : 5 \times 4 = 276$, $276 : 4 \times 3 = 207$ Stadien

⁸⁵ Hier, in Abb. 15 nicht konstruiert, vgl. Abb. 7

neu, die Basis der geometrischen Grundordnung des Systems, mit dem Dreieck mit den Seitenverhältnissen 3:4:5.

Nach einem Stillstand von rund 10 Jahren, kamen neue Impulse in die Erforschung des Systems. Wir erinnerten uns daran, dass die Distanz vom Elsässer Belchen zum Badischen Belchen $\frac{1}{360}$ des Erdumfangs misst. Wir berechneten, dass dies auf dem Parallel von 48.18° der Fall war. In der Folge stellten wir fest, dass hier das Seitenverhältnis einer Bogengradeinheit 2 : 3 betrug, so wie dies von Ptolemäus beschrieben wurde.

Es bildete sich eine neue Arbeitsgruppe, die sich nun der Ergänzung der geometrischen Zusammenhänge zuwandte und sich die Frage nach einem Zusammenhang des Belchensystems mit der Geodäsie und der mathematischen Geographie stellte.

Unsere Untersuchungen über die Forschungsgeschichte, die Analyse der Etymologie «Belchen», Studien zur Metrologie - der Geschichte der Masse - und die Frage nach der Berechnung des Erdumfangs, führten uns zu den Ergebnissen, die in diesem Text zusammengefasst wurden.

Die Gliederung des Textes ist aus dem Inhaltsverzeichnis ersichtlich. Im letzten Abschnitt machen wir uns Gedanken über die Machbarkeit, der Abmessung und Berechnung der Strecken, mit den damals verfügbaren einfachen Mitteln.

Perspektiven für die weitere Bearbeitung des Stoffes liegen vor. Es geht dabei vor allem um Beziehungen zwischen einigen Fundorten mit dem Belchensystem, teilweise auch um die Struktur eines Landschaftsteiles (Vgl. Abb. 11) und um die sakrale Topografie der Landschaft. So stehen die analysierten archäologischen Strukturen von Sierencia (Sierentz) bereit zum Zusammenschluss mit Cambete (Kembs), über eine keltische Strasse, deren Orientierung im Kontext mit dem Belchensystem steht. Bereits erwähnt wurde die Schnittstelle der Mass- und Visurachsen beim Enclos von Pulversheim. Ferner wurde das geometrische Zentrum des Systems bei Willer nach geometrischen und astronomischen Gesichtspunkten aufbereitet und mit dem System in einen Kontext gestellt.

Von Bedeutung ist ferner die Beurteilung der keltischen Strasse im Oppidum auf dem Münsterhügel, die seitlich leicht versetzt, parallel zur Visurachse SB-KB verläuft, und die Lage der Siedlung Basel-Gasfabrik, die genau auf dieser Virsurachse liegt.

Schliesslich kommt der Oberstadt von Augusta Raurica (Augst) Bedeutung zu. Wie bereits angedeutet, basiert die Oberstadt von Augst auf einem geometrischen Grundriss, der von einem Pentagon (Fünfeck) ausgeht. Struktur und Zusammenhänge zu Fundstellen der näheren Umgebung von Augusta Raurica unter anderem zum sakralen Ort bei Büechlihau (Füllinsdorf) wurden hier ebenfalls dargestellt und berechnet. Die Zusammenhänge zwischen Fundstellen in sakralen Landschaften, die in den älteren Publikationen erwähnt werden, wurden hier nicht berücksichtigt, da sie zum Teil auf Zufall beruhen.

Zum Schluss möchte ich mich schliesslich bei den Beteiligten verschiedener Fachrichtungen, die diese Forschungen ermöglicht haben, herzlich bedanken. Ein besonderer Dank gilt Brigitte Röder, die uns den Zugang zur Universität Basel, und die entsprechende Webseite für unser Projekt vermittelt hatte. Ohne die Grundlagenarbeit von Andreas Kettner vom Grundbuch und Vermessungsamt Basel-Stadt, der Karten zusammenstellte, Pläne berechnete, Visurachsen zwischen den 5 Belchen konstruierte und das Kartenmaterial der drei Länder in einen Ueberblick brachte, wäre diese Arbeit nicht möglich gewesen. Hier unser herzlicher Dank, auch an seine Vorgesetzten des Baudepartements. In dieser Arbeit wenig zum Ausdruck kommt die Arbeit des Physikers und Astronomen, Bruno Binggeli, der uns bei den Berechnungen der astronomischen Achsen zur Seite stand. Ein weiterer Helfer in dieser Disziplin war Heinz Baumgartner, der uns vor allem auch zu einigen aufschlussreichen Fundstellen in der badischen Nachbarschaft, im astronomischen Kontext führte.

Grosse Unterstützung erhielten wir ferner von unseren Elsässer Kollegen, Jean-Jacques Wolf und Sébastien Goepfert.

Dies gilt nicht bloss für ihre Einführung in die für uns wichtigen elsässischen Fundorte sondern auch generell, im Hinblick auf die Beurteilung unserer Arbeit. Wenig spürbar in unserem Bericht sind die exakten Fotos, mit und ohne Sonnen- und Mondstände, die wir Martin Schulte-Kellinghaus verdanken. Ferner die Planaufnahmen von Urs Brombach, Augst, der unsere Theorien über die Entwicklung des Stadtplans der Oberstadt von Augst in den Grabungsplänen prüfte und in GIS-Plänen ausdrückte.

Neben diesen Kollegen, die vor allem materielle Hinweise beisteuerten, gibt es noch eine Reihe beratender Personen, die mit uns über Teilthemen, die wir Ihnen in Powerpoint - Präsentationen vorlegten, diskutierten.

Erwähnt und verdankt seien diesbezüglich, Rita Gautschy, Matthieu Poux, Suzanne Sievers, Oscar Burlet, Alfred Stückelberger, Thomas Hufschmid, Markus Schaub, Deborah Schmid, Markus Peter, Andreas Fischer, und Kurt Kräuchi.

2 Personen schliesslich haben mir wesentliche Anreize zur Bearbeitung dieses Themas gegeben. Zum einen der Basler Altregierungsrat Matthias Feldges und zum andern, meine Arbeitspartnerin Christine Hatz. Matthias Feldges hat mir als erster vom Belchensystem berichtet, eine Einführung zum Thema gegeben und schliesslich seine astronomischen Unterlagen zur Weiterbearbeitung übergeben, als er in Basel zum Regierungsrat gewählt wurde.

Christine Hatz, Historikerin, eine ehemalige Mitarbeiterin der Archäologischen Bodenforschung, hat die Diskussionen über das Belchensystem aus Distanz verfolgt und mir dann vor rund 15 Jahren vorgeschlagen, das Thema wieder aufzugreifen, mit einer neuen Arbeitsgruppe weiter zu erforschen und zwar auf eine Weise, die dem Begriff der «Esoterik», den man damals in einigen Kreisen dem Belchensystem zuschrieb, keinen Platz mehr liess. Die Vorgabe war also eine «wissenschaftliche»

Untersuchung, die keine Lücken für Spekulationen mehr offen liess, oder diese allenfalls, wenn nötig, als solche bezeichnete.

Christine Hatz wurde zu meiner Arbeitspartnerin. Gemeinsam haben wir die in diesem Bericht beschriebenen Erkenntnisse erarbeitet. Der Versuch eine Publikation von 2 Verfassern schreiben zu lassen, scheiterte, da die Tonlage betreffend der wissenschaftlichen Formulierung in den einzelnen Fragen nicht immer ganz übereinstimmte. So übernahm ich es, die Arbeit zu schreiben - mit Unterstützung meiner Partnerin und ihren klärenden Korrekturvorschlägen – ohne dem Grundsatz «Wissenschaft ohne Spekulation» zu widersprechen.

Wir haben einen Teil der wichtigsten Aspekte zusammengefasst. Teils nur stichwortartig, da es oft um das Prinzip geht, das den einzelnen Aussagen zu Grunde liegt. Oberstes Gesetz ist die «Nachvollziehbarkeit». Der Text ist so angelegt, dass man die einzelnen Schritte und Stufen nachvollziehen muss, wenn man die ganze Geschichte verstehen will.

Unsere Analyse zeigt, dass die Konzeption und Einrichtung des Belchensystems auf einer Reihe von wissenschaftlichen Fakten aufbaut, die in dieser Form bisher noch nicht dargestellt wurden.

Wenn man an diese Grenze geht, muss man sich bewusst sein, dass die Glaubwürdigkeit der Befunde oft zu Zweifeln Anlass gibt. Wir haben uns deshalb an die Nachvollziehbarkeit der Fakten gehalten, die unseres Erachtens keine Widersprüche enthalten sollten.

Wir hoffen, dass es uns gelungen ist, die Diskussion über die Erfassung des Raumes, in spätkeltischer Zeit, auf einer neuen Grundlage anregen zu können.