

Kleine Mitteilungen

Objektyp: **Group**

Zeitschrift: **Elemente der Mathematik**

Band (Jahr): **6 (1951)**

Heft 3

PDF erstellt am: **21.09.2024**

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.

Diese beiden Beispiele lassen unschwer erkennen, daß selbst Unstetigkeiten im Lösungsverlauf, wie es besonders bei Reglerproblemen vorkommt, kein Hindernis für die zeichnerische Integration bedeuten.

Auch auf mehrere gekoppelte Differentialgleichungen bleibt dieses Verfahren anwendbar, wenn die unbekannt Funktionen in der Form gegeben sind

$$y_1'' = f_1(x, y_1, y_1'; y_2, y_2'; \dots),$$

$$y_2'' = f_2(x, y_2, y_2'; y_1, y_1'; \dots),$$

.....

Man hat jetzt nur dementsprechend zwei oder mehrere Konstruktionsgleichungen zugleich zu erfüllen:

$$\Delta k_1 = h_1 \Delta x y_1'',$$

$$\Delta k_2 = h_2 \Delta x y_2'',$$

.....

Wenn auch die zeichnerische Integration gekoppelter Differentialgleichungen natürlich langwieriger ist als die einer einzelnen Differentialgleichung zweiter Ordnung, so geht trotzdem die Übersicht niemals verloren: denn der einzuschlagende Weg wird stets von dem gleichen einfachen Lösungsgedanken geleitet.

ERICH SPONDER, Paris.

Kleine Mitteilungen

I. Rationale Dreiecke mit rationalen Koordinaten¹⁾

Man erhält alle rationalen Dreiecke, wenn man $a = u(v + 1/v)$, $b = u(w + 1/w)$ und $h_c = 2u$ setzt und u, v und w rational wählt. Es ist dann $c = u(v - 1/v + w - 1/w)$. Bezogen auf ein rechtwinkliges Koordinatensystem hat man $A[u(1/v - v), 0]$, $B[u(w - 1/w), 0]$ und $C[0, 2u]$. Mit Hilfe der rationalen orthogonalen Koordinatentransformation (Ähnlichkeit):

$$x^* = k \left(p + \frac{x(1-t^2)}{1+t^2} - \frac{y \cdot 2t}{1+t^2} \right), \quad y^* = k \left(q + \frac{x \cdot 2t}{1+t^2} + \frac{y(1-t^2)}{1+t^2} \right)$$

(k, p, q, t rational, $t = \operatorname{tg} \varphi/2$) erhält man alle rationalen Dreiecke mit rationalen Koordinaten. Um ganzzahlige Koordinaten zu erhalten, hat man lediglich k entsprechend zu wählen. Durch entsprechende Wahl von p, q und t kann man überdies jeden rationalen invarianten Punkt (Höhenschnittpunkt, Mittelpunkt des Umkreises, Mittelpunkt eines Berührungskreises, Brocardschen Punkt usw.) in den Koordinatenursprung und einen zweiten dieser Punkte auf eine der Achsen legen.

R. LAUFFER, Graz.

¹⁾ Siehe auch die bezügliche Mitteilung von L. HOLZER, *Über Dreiecke mit ganzzahligen Koordinaten und ganzzahligen Seiten*, *El. Math.* 3, Nr. 6, 114 (1948).

II. Ein Satz über die Dreieckshöhen

Bekannt ist der Satz: Die *Seitenhalbierenden* eines Dreiecks teilen einander so, daß der von der Ecke gemessene Abschnitt zwei Drittel der ganzen Länge beträgt. Für die Höhen gilt ein ähnlicher, weniger bekannter Satz:

Die *Höhen* eines Dreiecks teilen einander so, daß das arithmetische Mittel der drei Verhältnisse, gebildet aus den von den Ecken ausgehenden Höhenabschnitten und den entsprechenden ganzen Längen, zwei Drittel beträgt.

Beweis: Für das spitzwinklige Dreieck kann der Beweis *stereometrisch* geliefert werden, wenn man das Dreieck als normal-axonometrisches Spurendreieck betrachtet

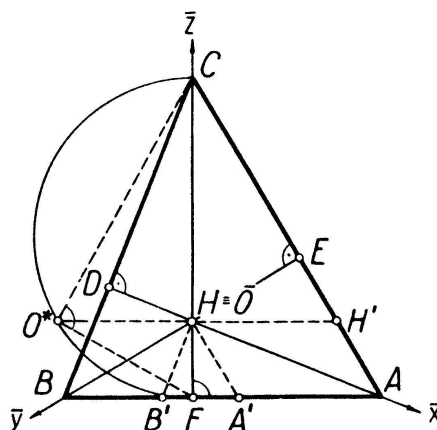


Fig. 1

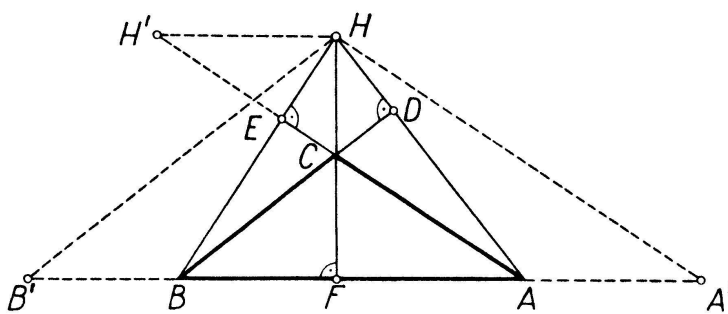


Fig. 2

(Fig. 1). Das Verkürzungsverhältnis auf der z -Achse beträgt dann $v_z = \overline{CO}/\overline{CO^*} = \overline{CO^*}/\overline{CF}$ und das Quadrat $v_z^2 = \overline{CO}/\overline{CF}$. Analog findet man $v_y^2 = \overline{BO}/\overline{BE}$ und $v_x^2 = \overline{AO}/\overline{AD}$. Da aber $v_x^2 + v_y^2 + v_z^2 = 2$ ist, ist der Satz bewiesen; denn O ist mit dem Höhenschnittpunkt identisch.

Der *planimetrische* Beweis (Fig. 1 und 2) gilt für spitzwinklige und stumpfwinklige Dreiecke gleichzeitig, wenn man berücksichtigt, daß das Teilverhältnis einer Höhe, die zur Ecke eines stumpfen Winkels gehört, negativ wird. Man zeichne $HA' \parallel CA$, $HB' \parallel CB$ und $HH' \parallel AB$. Dann gilt

$$\frac{AH}{AD} = \frac{AB'}{AB}, \quad \frac{BH}{BE} = \frac{BA'}{BA}$$

und

$$\frac{CH}{CF} = \frac{CH'}{CA} = 1 - \frac{H'A}{CA} = 1 - \frac{HA'}{CA} = 1 - \frac{A'B'}{AB}.$$

Die Summe der drei Teilverhältnisse wird

$$\frac{AH}{AD} + \frac{BH}{BE} + \frac{CH}{CF} = \frac{AB' + A'B - A'B'}{AB} + 1 = 2,$$

womit der Satz bewiesen ist.

Beim rechtwinkligen Dreieck kann man die Behauptung direkt ablesen.

R. NÜSCHELER, Bern.

III. Bemerkung zu einem Satz über Mengen von Punkten mit ganzzahliger Entfernung

In einer kürzlich erschienenen Übersicht über den gegenwärtigen Stand der Geometrie¹⁾ wird folgender Satz von CHOQUET und KREWERAS bewiesen:

¹⁾ A. DELACHET, *La Géométrie contemporaine* (Presses Universitaires de France, Paris 1950), S. 50.

Hat eine Punktmenge M der Ebene die Eigenschaft, daß die mit einer festen Längeneinheit gemessene Distanz von zwei Punkten eine natürliche Zahl ist, und ist die Anzahl der Punkte unendlich, so liegen sämtliche Punkte auf derselben Geraden.

Der Satz gilt für jeden Raum endlicher Dimension. Der Beweis stützt sich auf den allgemeinen Satz von BEZOUT, der im Fall der Ebene besagt, daß die Anzahl der mit der richtigen Vielfachheit gezählten Schnittpunkte von zwei algebraischen Kurven m -ten bzw. n -ten Grades $m n$ beträgt. Obwohl nur die Endlichkeit der Schnittpunktzahl verwendet wird, sei darauf hingewiesen, daß man in der Ebene nur Schnittpunkte von Geraden zu betrachten hat.

Sind A und B zwei Punkte von M mit der Distanz d , so können die sich nicht auf der Geraden AB befindenden Punkte nur auf den d konfokalen Hyperbeln mit den Brennpunkten A und B und den Hauptachsen $2a = 0, 1, 2, \dots, d-1$ liegen, wobei die Mittelsenkrechte von AB mitgerechnet ist. Da nach dem Satz von BOLZANO-WEIERSTRASS jede beschränkte unendliche Punktmenge mindestens einen Häufungspunkt besitzt und sich die Punkte von M im Endlichen nicht häufen können, liegen nur endlich viele innerhalb eines Kreises mit endlichem Radius R um den Mittelpunkt von AB . Die übrigen liegen entweder auf der Geraden AB oder in endlich vielen, durch Parallele zu den Asymptoten gebildeten Streifen, deren Breite mit wachsendem R gegen Null strebt. Gibt es überhaupt einen außerhalb der Geraden AB liegenden Punkt C , so kann man auf analoge Weise mit den Brennpunkten B und C eine zweite Streifenschar konstruieren, die mit der ersten eine endliche Anzahl von parallelogrammförmigen Flächenstücken bestimmt. In diesen können nur endlich viele Punkte von M Platz finden. Somit liegen unendlich viele Punkte auf der Geraden AB . Da diese Gerade aber von den Streifen der zweiten Schar in endlich vielen Strecken geschnitten wird, führt die Annahme eines nicht auf der Geraden AB liegenden Punktes zu einem Widerspruch, womit der Satz bewiesen ist.

Für jede Dimensionszahl p erhebt sich nun die Frage nach der maximalen Anzahl N_p der Punkte mit ganzzahliger Entfernung, die nicht alle auf derselben Geraden liegen. Für die Ebene ist $N_p \geq 4$, denn es gibt zum Beispiel folgende Vierecke $ORST$ mit ganzen Seiten und Diagonalen¹⁾

$$\begin{aligned} OR &= (\lambda \mu - 1)^2, & OS &= (\lambda + \mu) (\lambda \mu - 1), & OT &= (\lambda + \mu)^2 \\ ST &= (\lambda + \mu) (\lambda \mu + \mu - \lambda + 1), & TR &= (\lambda^2 - 1) (\mu^2 - 1) + 4 \lambda \mu \\ RS &= (\lambda \mu - 1) (\lambda \mu + \mu - \lambda + 1). \end{aligned} \quad (\lambda, \mu \text{ natürliche Zahlen.})$$

E. TROST.

Aufgaben

Aufgabe 86. Der Inkreisradius und die Ankreisradien eines rechtwinkligen Dreiecks sind dann und nur dann ganze Zahlen, wenn auch die Seiten ganzzahlig sind (pythagoreische Dreiecke).
S. Joss (Bern.)

Lösung: Unter Verwendung der üblichen Bezeichnungen im Dreieck ergibt sich bei Berücksichtigung von $a^2 + b^2 = c^2$

$$r = \frac{F}{s} = \frac{ab}{a+b+c} = \frac{ab(a+b-c)}{2ab} = s - c.$$

Analog findet man $r_a = s - b$, $r_b = s - a$, $r_c = s$. Nun sind bei pythagoreischen Zahlentripeln entweder keine oder zwei der Zahlen ungerade, somit ist s ganz, und auch die Radien sind ganzzahlig. Wegen $a = r_a + r$, $b = r_b + r$, $c = r_a + r_b$ ergeben umgekehrt ganzzahlige Radien ganzzahlige Seiten.
H. DEBRUNNER (Lyß).

¹⁾ Nieuw. Tijdschr. Wiskunde 35, 117 (1947).