

Aufgaben

Objektyp: **Group**

Zeitschrift: **Elemente der Mathematik**

Band (Jahr): **10 (1955)**

Heft 2

PDF erstellt am: **09.08.2024**

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.

Krümmung: a) kleinste Oberfläche? b) grösste Oberfläche? Wegen einer Vermutung zu a) vgl. H. BIERI: *Ein (M, F)-Problem mit Nebenbedingung*, *Experientia* 9, H. 6, 207 (Basel 1953).
 H. HADWIGER, Bern.

Berichtigung. In Nr. 2 der Rubrik «Ungelöste Probleme» [*El. Math.* 9, Nr. 6, 134 (1954)] muss der Ausdruck für D_3 natürlich

$$D_3 = \sqrt{\frac{3 + \sqrt{3}}{6}} = 0,8880 \dots$$

heissen.

(Red.)

Aufgaben

Aufgabe 200. Zeige, dass das Volumen $V_n(d)$ einer Kugel in n Dimensionen und mit einem Durchmesser d gegeben ist durch

$$V_n(d) = \frac{d^n}{\Gamma^*(n+1)} \quad \text{wo} \quad \Gamma^*(n+1) = \prod_{k=2,4,6,\dots} \left\{ \frac{\left(1 + \frac{1}{k}\right)^n}{1 + \frac{n}{k}} \right\}.$$

[Wird das Produkt für $\Gamma^*(n+1)$ über *alle* natürlichen k erstreckt, so ergibt sich die bekannte Eulersche Formel für die Gamma-Funktion $\Gamma(n+1)$]. B. VANDER POL, Genf.

Lösung: Es genügt, die Behauptung für die Einheitskugel zu beweisen. Der Schnitt einer n -dimensionalen Einheitskugel mit einer Hyperebene im Abstand $\cos \alpha$ vom Mittelpunkt ist eine $(n-1)$ -dimensionale Kugel vom Radius $\sin \alpha$. Daraus folgt die Rekursionsformel

$$V_n = \int_0^\pi V_{n-1} \sin^n \alpha \, d\alpha = J_n V_{n-1} \quad \text{mit} \quad J_n = \int_0^\pi \sin^n \alpha \, d\alpha.$$

Sie gilt, wenn man $V_0 = 1$ setzt, auch noch für $n = 1$. Also ist $V_n = J_1 J_2 \dots J_n$.

Durch partielle Integration ergibt sich

$$J_m = \frac{m-1}{m} J_{m-2}, \tag{1}$$

und daraus folgt

$$\frac{V_n}{V_{n-2}} = J_n J_{n-1} = \frac{n-1}{n} J_{n-1} J_{n-2} = \dots = \frac{1}{n} J_1 J_0 = \frac{2\pi}{n}.$$

Nach (1) ist

$$\lim_{m \rightarrow \infty} \frac{J_{m-1}}{J_m} = 1$$

und daher

$$\frac{2\pi}{n} = \frac{4}{n} \cdot \frac{J_0}{J_1} = \frac{4}{n} \lim_{N \rightarrow \infty} \prod_{k=1}^N \frac{(2k)^2}{(2k-1)(2k+1)} = \lim_{N \rightarrow \infty} \frac{4}{n} \left[\prod_{k=1}^N \left(\frac{2k}{2k+1} \right)^2 \right] (2N+1).$$

Ferner ist

$$\frac{1}{n} = \left[\prod_{k=1}^N \frac{n+2k}{n-2+2k} \right] \frac{1}{n+2N};$$

also wird

$$\frac{V_n}{V_{n-2}} = \lim_{N \rightarrow \infty} 4 \left[\prod_{k=1}^N \left(\frac{2k}{2k+1} \right)^2 \frac{n+2k}{n-2+2k} \right] \frac{2N+1}{n+2N} = 4 \prod_{k=1}^{\infty} \frac{1 + \frac{n}{2k}}{\left(1 + \frac{n-2}{2k}\right) \left(1 + \frac{1}{2k}\right)^2}.$$

Daraus folgt durch Induktion die für $n=0$ und $n=1$ offenbar richtige Behauptung

$$V_n = 2^n \prod_{k=1}^{\infty} \frac{1 + \frac{n}{2k}}{\left(1 + \frac{1}{2k}\right)^n}.$$

H. LENZ, München.

Weitere Lösungen sandten A. BAGER (Hjørring, Dänemark) und R. LAUFFER (Graz).

Aufgabe 201. Démontrer que les derniers chiffres décimaux des nombres de la suite infinie n^{n^n} ($n=1, 2, 3, \dots$) forment une suite périodique, et trouver sa période.

W. SIERPIŃSKI, Varsovie.

Lösung: Für die Endziffern 0, 1, 5, 6, 9 von n ergeben sich trivialerweise 0, 1, 5, 6, 9 als Endziffern von n^{n^n} . Hat n die Endziffer 2, so gilt entweder $n \equiv 0 \pmod{4}$ oder $n \equiv 2 \pmod{4}$, in beiden Fällen also $n^n \equiv 0 \pmod{4}$. Daraus folgt für n^{n^n} als Endziffer die Zahl 6. Für die Endziffern 4 und 8 von n erhält man mit der analogen Überlegung 6 als Endziffer von n^{n^n} . Endigt n auf 3, so gilt entweder $n \equiv 3 \pmod{4}$ oder $n \equiv 1 \pmod{4}$, also $n^n \equiv 3 \pmod{4}$ bzw. $n^n \equiv 1 \pmod{4}$, und n^{n^n} hat als letzte Ziffer 7 bzw. 3. Auch für die Endzahl 7 gelten obige Kongruenzen, n^{n^n} hört aber in diesem Falle mit 3 bzw. mit 7 auf. Die Endzahlfolge von n^{n^n} ist also periodisch. Die 20stellige Periode lautet: 1, 6, 7, 6, 5, 6, 3, 6, 9, 0, 1, 6, 3, 6, 5, 6, 7, 6, 9, 0.

J. BINZ, Bern.

Wie einige Löser bemerkten, besteht die Periode von $(n^n)^n$ aus den Zahlen 1, 6, 3, 6, 5, 6, 7, 6, 9, 0.

Lösungen sandten A. BAGER (Hjørring, Dänemark), L. BERNSTEIN (Tel-Aviv), F. GOLDNER (London), A. MARET (Biel), K. MORONYI (Szeged, Ungarn), R. LAUFFER (Graz), W. SCHÖNINGER (Wien), A. UNTERBERGER (Bludenz).

Aufgabe 202. Bedeutet $\sigma_k(n)$ ($k \geq 0$) die Summe der k -ten Potenzen der Teiler der natürlichen Zahl n und $\varphi(n)$ die Anzahl der zu n primen $t \leq n$ (Eulersche Funktion), so gilt die Ungleichung

$$\sigma_k(n) \geq \sigma_0^k(n) + \varphi^k(n) \quad (k \geq 1, n > 1).$$

E. TROST, Zürich.

Lösung: Wir benutzen Induktion nach der Anzahl r der verschiedenen Primfaktoren von n .

1. Für $r=1$ ist $n = p^e$, $e \geq 1$, p Primzahl, und man hat zu beweisen, dass

$$\frac{p^{k(e+1)} - 1}{p^k - 1} \geq (e+1)^k + (p^e - p^{e-1})^k. \quad (1)$$

Es ist

$$p^k - (p-1)^k = \sum_{s=0}^{k-1} p^s (p-1)^{k-s-1} \geq \sum_{s=0}^{k-1} 2^s = 2^k - 1,$$

also

$$p^{k+1} = \frac{p^{2k} - 1}{p^k - 1} \geq 2^k + (p-1)^k.$$

Hieraus entsteht durch beidseitige Multiplikation mit $p^{k(e-1)}$

$$\frac{p^{k(e+1)} - p^{k(e-1)}}{p^k - 1} \geq (2p^{e-1})^k + (p^e - p^{e-1})^k,$$

und diese Ungleichung kann wegen

$$p^{k(e+1)} - 1 \geq p^{k(e+1)} - p^{k(e-1)} \quad \text{und} \quad 2p^{e-1} \geq 2^e \geq e+1$$

zu (1) abgeschwächt werden.

2. Nun sei $r > 1$ und die Behauptung schon bewiesen für alle natürlichen Zahlen, die weniger als r verschiedene Primfaktoren besitzen. Wegen $r > 1$ lässt sich n zerlegen in der Form $n = ab$, wo $a > 1$, $b > 1$, $(a, b) = 1$. Auf a und b trifft die Induktionsvoraussetzung zu, nach der mithin

$$\sigma_k(a) \geq \sigma_0^k(a) + \varphi^k(a), \quad \sigma_k(b) \geq \sigma_0^k(b) + \varphi^k(b).$$

Daraus folgt, da alle auftretenden Funktionen multiplikativ sind und nur positive Werte annehmen,

$$\sigma_k(n) = \sigma_k(a) \sigma_k(b) \geq \sigma_0^k(a) \sigma_0^k(b) + \varphi^k(a) \varphi^k(b) = \sigma_0^k(n) + \varphi^k(n),$$

was zu beweisen war.

G. PAZDERSKI, Halle (Saale).

Aus den obigen Ungleichungen geht hervor, dass das Gleichheitszeichen in der Behauptung der Aufgabe nur gilt für $e = k = 1$, p beliebig und $e = 1$, $p = 2$, k beliebig.

Die Aufgabe ist eine Verallgemeinerung der Aufgabe Nr. 343 im Jahresbericht der Deutschen Math. Vereinigung 56, 39 (1953), 2. Abtl.

Weitere Lösungen sandten A. BAGER (Hjørring, Dänemark) und F. GOLDNER (London).

Aufgabe 203. Soient α, β, γ les angles du triangle ABC , Z le centre de gravité et α', β', γ' les angles BZC, CZA, AZB . Démontrer

$$3 \operatorname{ctg} \alpha' = \operatorname{ctg} \alpha - 2 \operatorname{ctg} \beta - 2 \operatorname{ctg} \gamma$$

et par suite

$$\operatorname{ctg} \alpha' + \operatorname{ctg} \beta' + \operatorname{ctg} \gamma' = -(\operatorname{ctg} \alpha + \operatorname{ctg} \beta + \operatorname{ctg} \gamma).$$

H. BREMEKAMP, Delft.

Lösung: Es sei F die Fläche des Dreiecks ABC , ferner

$$\overline{BC} = a, \quad \overline{AZ} = \frac{2}{3} m_a = \frac{1}{3} \sqrt{2b^2 + 2c^2 - a^2} \quad \text{usw.}$$

Dann ist

$$\operatorname{ctg} \alpha = \frac{b^2 + c^2 - a^2}{2bc} \cdot \frac{1}{\sin \alpha} = \frac{b^2 + c^2 - a^2}{4F}.$$

Analoge Formeln gelten für $\operatorname{ctg} \beta, \operatorname{ctg} \gamma$. Im Dreieck ZBC mit der Fläche $F/3$ ergibt sich ebenso

$$\operatorname{ctg} \alpha' = \frac{4/9 (m_b^2 + m_c^2) - a^2}{4F/3} = \frac{b^2 + c^2 - 5a^2}{12F}.$$

Wegen $2(\operatorname{ctg} \beta + \operatorname{ctg} \gamma) = a^2/F$ folgt sofort

$$3 \operatorname{ctg} \alpha' = \operatorname{ctg} \alpha - 2(\operatorname{ctg} \beta + \operatorname{ctg} \gamma).$$

Addiert man hierzu die beiden entsprechenden Beziehungen, so erhält man die zweite der zu beweisenden Formeln.

A. BAGER, Hjørring (Dänemark).

Wie M. G. BEUMER (Enschede) bemerkt, findet man die Aufgabe in WIJDENES, *Leerboek der Goniometrie en Trigonometrie*, 5. Aufl. (Noordhoff, Groningen 1940), S. 215.

J. BERKES (Szeged) weist darauf hin, dass aus der ersten Formel der Aufgabe für ein rechtwinkliges Dreieck mit $\alpha = 90^\circ$ die Ungleichung $143^\circ 10' < \alpha' < 180^\circ$ folgt.

G. N. VLAHAVAS (London) gibt folgende Verallgemeinerung der zweiten Formel der Aufgabe an: Ist Z der Punkt im Dreieck ABC mit den baryzentrischen Koordinaten

μ, ν, ρ (das Verhältnis der Massen in A, B, C ist $\mu : \nu : \rho$, und Z ist der Schwerpunkt dieses Massensystems), so gilt

$$\begin{aligned} & (\mu + \nu + \rho) \{ \mu \operatorname{ctg} \alpha' + \nu \operatorname{ctg} \beta' + \rho \operatorname{ctg} \gamma' \} \\ & = [\mu - 2(\nu + \rho)] \mu \operatorname{ctg} \alpha + [\nu - 2(\rho + \mu)] \nu \operatorname{ctg} \beta + [\rho - 2(\mu + \nu)] \rho \operatorname{ctg} \gamma. \end{aligned}$$

Weitere Lösungen sandten J. BERKES (Szeged), L. BERNSTEIN (Tel-Aviv), K. EJRNAES (Tønder, Dänemark), F. GOLDNER (London), L. KIEFFER (Luxemburg), R. LAUFFER (Graz), E. ROTHMUND (Zürich), J. SCHOPP (Budapest), A. UNTERBERGER (Bludenz).

Aufgabe 204. Ein prismatischer Bleistift, dessen Querschnitt ein reguläres Sechseck mit der Seite s ist, wird maschinell angespitzt. l sei die gesamte Länge des gespitzten Bleistiftes und 2α der Öffnungswinkel der kegelförmigen Spitze. Man ermittle das Volumen des gespitzten Bleistiftes als Funktion von l, s und α .

A. UNTERBERGER, Bludenz.

Lösung: Im Koordinatensystem $O(x, y, z)$ sei z die Bleistiftachse, die x, y -Ebene die Ebene des begrenzenden Sechsecks und x senkrecht zu einer Kante des Sechsecks. Der Bleistift wird abgeschnitten durch die Kegelfläche $z = l - \sqrt{x^2 + y^2} \operatorname{ctg} \alpha$. Sein Volumen ist

$$V = 12 \int_0^{s\sqrt{3}/2} \left\{ \int_0^{x\sqrt{3}/3} (l - \sqrt{x^2 + y^2} \operatorname{ctg} \alpha) dy \right\} dx.$$

Berücksichtigt man die Formel

$$\int \sqrt{x^2 + y^2} dy = \frac{1}{2} y \sqrt{x^2 + y^2} + \frac{1}{2} x^2 \ln(y + \sqrt{x^2 + y^2}) + C,$$

so ergibt sich

$$V = 4l\sqrt{3} \int_0^{s\sqrt{3}/2} x dx - (4 + 3 \ln 3) \operatorname{ctg} \alpha \int_0^{s\sqrt{3}/2} x^2 dx = \frac{s^2\sqrt{3}}{8} [12l - (4 + 3 \ln 3) s \operatorname{ctg} \alpha].$$

R. JAKOBI, Braunschweig.

Weitere Lösungen sandten A. BAGER (Hjørring), J. BERKES (Szeged), E. ROTHMUND (Zürich), A. SCHWARZ (Seuzach), B. WIEZORKE (Braunschweig).

Neue Aufgaben

232. Eine veränderliche Tangente eines Kegelschnitts schneide zwei feste Tangenten desselben in A und B . Über AB wird das Dreieck ABC errichtet, das zu einem festen Dreieck gleichsinnig ähnlich ist. Gesucht wird der geometrische Ort für die Spitze C .
C. BINDSCHIEDLER, Küsnacht, und J. P. SYDLER, Zürich.

233. D'un point M sur le diamètre AB d'une hyperbole équilatère on mène la tangente MT (A, B, T se trouvent sur la courbe). Démontrer

$$\frac{\overline{AT}^2}{\overline{BT}^2} = \frac{\overline{AM}}{\overline{BM}}.$$

G. VLAHAVAS, London.

234. Die Gerade g durch den Mittelpunkt M des Umkreises eines Dreiecks ABC schneidet die Geraden BC, CA und AB in den Punkten A_0, B_0 und C_0 . Man zeige, dass die Umkreise der Dreiecke MAA_0, MBB_0 und MCC_0 Kreise eines Büschels sind.
R. LAUFFER, Graz.

235. Man ermittle für die Parabel den Ort der Zentren aller vierpunktig berührenden logarithmischen Schmiegschrauben. W. WUNDERLICH, Wien.

236. Démontrer

$$\int_0^a dx \int_{x/2}^x y^2 e^{y^2} dy + \int_a^{2a} dx \int_{x/2}^a y^2 e^{y^2} dy = \frac{1}{2} e^{a^2} (a^2 - 1).$$

H. BREMEKAMP, Delft.

237. Es seien $a_1 < a_2 < \dots$ die Zahlen mit höchstens zwei verschiedenen Primfaktoren. Dann ist zu zeigen, dass es eine Zahl $c > 0$ gibt, so dass für unendlich viele k

$$a_{k+1} - a_k > c \log k.$$

Lässt sich dieser Satz verschärfen? Kann man also zeigen, dass

$$\overline{\lim}_{k \rightarrow \infty} \frac{a_{k+1} - a_k}{\log k} = \infty ?$$

P. ERDÖS, Jerusalem.

Literaturüberschau

L. N. H. BUNT:

Een Onderzoek naar de Overlading van het Programma voor de Wiskunde bij het Voorbereidend Hoger en Middelbaar Onderwijs

103 S., P. Noordhoff, Groningen 1953

Die vorliegende fünfte Schrift der *Acta Paedagogica Ultrajectina*, die vom Pädagogischen Institut der Universität Utrecht herausgegeben werden, berichtet über eine Enquête unter den Mathematiklehrern an holländischen Mittelschulen, in der festgestellt werden sollte, ob das in Anlehnung an die offiziellen Lehrpläne durchgeführte individuelle Lehrprogramm überladen ist oder unter normalen Bedingungen bewältigt werden kann. Erfasst wurde die Stufe, die der dritten und vierten Klasse eines Gymnasiums entspricht. Es zeigt sich, dass die notwendige Stundenzahl für die Bewältigung des Pensums, die mit statistischen Methoden auf Grund von Zeitnotierungen und Prüfungsaufgaben ermittelt wurde, im allgemeinen erheblich über die verfügbare Stundenzahl hinausgeht. Die als Muster beigefügten Rapporte einzelner Teilnehmer geben mit Lehrplänen und Prüfungsaufgaben einen guten Einblick in den auf dieser Stufe in Holland behandelten Stoff. E. Trost.

HOWARD LEVI:

Elements of Algebra

160 Seiten, Chelsea Publishing Company, New York 1954

Das vorliegende Büchlein ist das Textbuch einer einsemestrigen Vorlesung (School of General Studies, Columbia University, New York), die eine solide algebraische Grundlage für weitere mathematische Studien und zugleich einen Einblick in die modernen abstrakten Methoden vermitteln will. Ausgehend von den einfachsten Begriffen der Mengenlehre, die der Verfasser als «natürlich» gegeben voraussetzt, werden die Objekte der Algebra formal konstruiert und die Gesetze ihrer Verknüpfung abgeleitet. Eine Menge wird Zahlssystem genannt, wenn zwei Operationen in ihr definiert sind, die denselben fünf Grundgesetzen wie Addition und Multiplikation genügen. Der grössere Teil des Buches ist der expliziten Konstruktion einfacher Zahlssysteme (ganze Zahlen, rationale Zahlen, reelle Zahlen) gewidmet. Das Büchlein enthält, gemessen an