

# Feuilleton

## GLOSSARY ZUR FUSSBALL-WELTMEISTERSCHAFT

### „Der Ball ist rund“ und „das Runde muss in das Eckige“

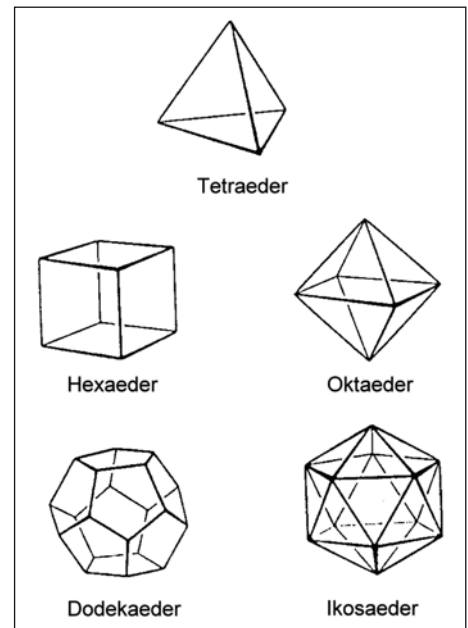
Das erste Zitat stammt von Sepp Herberger, der mit seiner Fußballmannschaft 1954 in Bern die bärenstarken und hoch favorisierten Ungarn bezwang und Weltmeister wurde. Das zweite Zitat ist derzeit wiederholt (und zum Erbrechen) in verschiedenen TV-Sendungen zu hören. Doch dem Thema Fußball kann man sich in diesen Tagen nicht entziehen. Aus allen Medien-Löchern wird man mit Ahnungen, Annahmen, Aspekten, Auffassungen, Befürchtungen, Behauptungen, Beteuerungen, Daten, Fakten, Feststellungen, Gesichtspunkten, Hypothesen, Meinungen, Perspektiven, Vermutungen und Wetten bombardiert, sodass ich schon beim Querlesen der Zeitungen und bei Hören auf Durchzug den Wunsch verspüre, Metoclopramid samt Domperidon zu schlucken (der Volksmund hat dafür einen an-

deren Ausdruck). Ausreichend Ingwer zu essen soll auch helfen.

Wenn man sich bei diesem Rummel schon nicht „abseits“ stellen kann, wie wär's dann mit zwei kritischen Fragen zu den zitierten Floskeln:

**Ist der Fußball wirklich rund?  
Und muss nicht das Eckige in das Runde?**

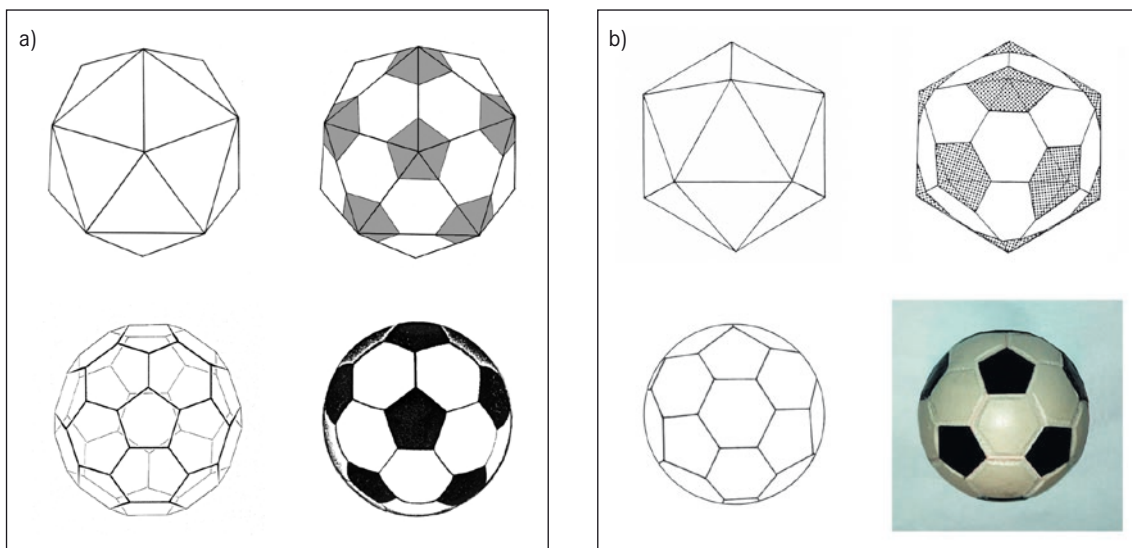
Zweifellos besticht der klassische Fußball optisch durch seine zentrosymmetrische Geometrie. Er ist ein Polyeder, das aus 32 Polygonen, d. h. mehreckigen, ebenen Flächen, zusammengesetzt ist, wobei sich zwölf pentagonale und 20 hexagonale Lederflecken regelmäßig über die Oberfläche verteilen. Jedes Pentagon ist von fünf Hexagonen umgrenzt, während jedes Hexagon alternierend von drei Penta-



**ABB. 1: DIE FÜNF PLATONISCHEN KÖRPER** sind aus drei, sechs, acht, zwölf bzw. 20 gleichartigen Drei-, Vier- oder Fünfecken aufgebaut.

genen und drei weiteren Hexagonen eingerahmt ist. Die Oberfläche des Fußballs stellt quasi die Quadratur einer Kugel dar, wobei das Eckige ins Runde muss.

Der „Ball“ ist in Wirklichkeit also nicht „rund“, was unabsehbare Folgen haben könnte. Könnte er nicht in die falsche Richtung springen, wenn er beim Abschießen an einem Pentagon getroffen wird und auf einem Hexagon landet – oder



**ABB. 2: VOM IKOSAEDER ZUM FUSSBALL** Durch gleichmäßige Kappung der Ecken wird aus einem Ikosaeder (Platonischer Körper) ein Fußball (Archimedischer Körper). Die beiden Darstellungsweisen unterscheiden sich lediglich in der Perspektive: a) zeigt eine Ecke bzw. ein Polygon im Zentrum, b) zeigt ein Dreieck bzw. ein Sechseck im Zentrum.



**ABB. 3: DAS FULLEREN** hat eine Oberfläche von 60 Polygonen (rechts) – fast doppelt so viel, wie ein Fußball besitzt. Gemeinsam ist beiden Oberflächen der regelmäßige Wechsel zwischen Pentagonen und Hexagonen. Wegen seiner Ähnlichkeit mit dem Fußball wird das Fulleren auch Bucky Ball genannt.

umgekehrt? Aber überlassen wir diese Überlegungen den Frischluftumwehten Köpfen der professionellen Balltreter und fragen uns stattdessen:

#### In welche Kategorie von Polyedern ist der Fußball einzuordnen?

Zu den fünf Platonischen Körpern (Abb. 1), die aus gleichartigen, regelmäßigen Polygonen aufgebaut sind, zählt er zwar nicht, denn er enthält ja zwei verschiedene Arten von Polygonen. Aber er lässt sich von einem Platonischen Körper ableiten: Kappen wir die zwölf Ecken eines Ikosaeders (dieser besteht aus 20 Dreiecken, siehe Abb. 1) jeweils bei einem Drittel der Kantenlänge und setzen dort Pentagone ein, so wandeln sich die Dreiecke in Sechsecke um: Es entsteht ein aus zwölf Pentagonen und 20 Hexagonen zusammengesetztes Polyeder, das genau dem Fußball entspricht (Abb. 2). Je nach Perspektive fällt die gleichmäßige Umkränzung des Pentagons (Abb. 2a) bzw. die alternierende Umgebung des Hexagons (Abb. 2b) ins Auge. Wir haben es mit einem der 13 halbregehmäßigen Polyeder zu tun, die als Archimedische Körper bezeichnet werden (zehn von ihnen sind wie der Fußball aus zwei verschiedenen Arten von Polygonen zusammengesetzt, die restlichen drei aus drei verschiedenen Arten von Polygonen).

Bei der Fußball-Weltmeisterschaft geht es also darum, einen

Archimedischen Körper aus 32 Polygonen von je 22 Spielern aus 32 Nationen per Fußtritt oder Kopfstoß möglichst oft ins gegnerische Tor zu befördern oder solches zu verhindern (sofern der klassische Fußball überhaupt zum Einsatz kommt, s. u.).

#### Ist das Fußball-Polyeder einzigartig?

Organische und Theoretische Chemiker haben seit Jahren darüber nachgedacht und gesucht, ob es außer dem Graphit und dem Diamanten eine weitere Modifikation des reinen Kohlenstoffs gibt. Schließlich wurde diese Form in der Gestalt des Buckminster-Fullerens mit der Summenformel  $C_{60}$  gefunden und kann inzwischen grammweise dargestellt werden (Abb. 3). Es wurden auch Homologe von  $C_{60}$  synthetisiert.

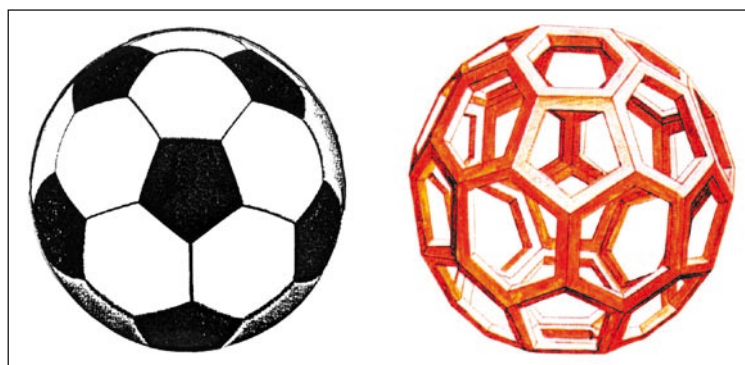
Der Name wurde als Reminiscenz an den berühmten amerikanischen Architekten Richard Buckminster Fuller (1895–1983) gewählt, der die Entwicklung

von geodätischen Kuppelbauten richtungweisend vorangetrieben hat. Wegen der Fußball-ähnlichen Oberflächentopologie wird das  $C_{60}$ -Fulleren scherzhafterweise auch als Bucky Ball bezeichnet.

Wenn wir uns allerdings einbilden, wir könnten unter Anwendung handwerklichen Geschicks und vollendeter chemisch-synthetischer Kunst ein universell einsetzbares Sportgerät und eine exotische Modifikation des Kohlenstoffs als topologisches Modell patentieren lassen, so werden wir von Leonardo da Vinci eines Besseren belehrt, der dieses Modell bereits vor über 500 Jahren gezeichnet und damit vorweggenommen hat; der mit Leonardo befreundete Mathematiker Luca Pacioli hat es 1509 in seinem Werk „De divina proportione“ (Die Lehre vom goldenen Schnitt) publiziert (Abb. 4).

So weit die Überlegungen zur Ästhetik des klassischen Fußballs.

Doch wie bei vielen symbolhaften Objekten der Zivilisation gilt auch für das „runde Leder“ der bayerische Spruch „dös is a nimmer dös“. Eine innovative Crew hat nämlich mehr als drei Jahre lang Forschung und Entwicklung betrieben, um zur Weltmeisterschaft den „besten Fußball aller Zeiten“ aufs Spielfeld rollen zu lassen. Er wurde unter härtesten Laborbedingungen – auch unter Zuhilfenahme eines Hightech-Roboterbeins – und von Profis live auf dem Rasen getestet. Leider sind bei diesem Ball die „göttlichen Proportionen“ durch sechs integrierte abgerundete



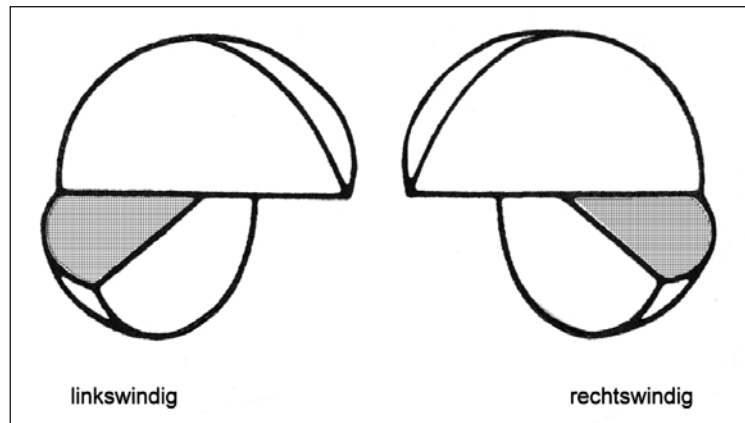
**ABB. 4: DER ERSTE BUCKY BALL**, gezeichnet von Leonardo da Vinci im Jahr 1498, publiziert von Luca Pacioli in „De divina proportione“, 1509.

„Propeller“ verdeckt, die den Ball runder, präziser und beständiger machen sollen. Nachzulesen in „Innovate, das Magazin für Forschung und Technologie“, Ausgabe Mai 2006.

Doch schauen wir mal, „wie’s da drinnen aussieht“! (Das Land des Lächelns ist übrigens eine der 32 an der WM beteiligten Nationen.) Unter den propellerartigen, ineinander verschlungenen Zungen sucht man vergeblich nach pentagonalen und hexagonalen Formen. Die „Kugel“ ist vielmehr aus acht Segmenten aufgebaut, die entstehen, wenn man sie zweimal (kreuzständig) axial und einmal äquatorial durchschneidet, wie an den angedeuteten Nähten zu erkennen ist. Mit den darüber geleimten (Verzeihung, integrierten) Zungen ergeben sich dann insgesamt nur 14 Einzelflächen gegenüber den 32 Polygonen auf Opas Fußball. Die Nähte sind auch nicht mehr echt, und der Naturstoff Leder wird durch vier Schichten eines chemischen Werkstoffs ersetzt, die durch eine patentierte Thermo-Klebertechnik dafür sorgen, dass der Ball wasserundurchlässig ist. Das Produkt entspricht dem von der FIFA beschriebenen Anforderungsprofil und soll zu einem riesigen Erfolg führen. Schließlich wird der **+Teamgeist™** – so heißt das ästhetisch verkümmerte Konstrukt – von einem Sportartikel-Giganten produziert, wozu ein Chemie-Riese



**ABB. 5: EIN TENNISBALL** besteht aus zwei identischen, ineinander verschlungenen Zungen, die in der ebenen Fläche an die Form eines Propellers erinnern: schmale Taille, breite Flügel.



**ABB. 6: DIE COUPE DU ROI** teilt eine Kugel durch zwei axiale, rechtwinklig zueinander versetzte Halbschnitte und zwei äquatoriale Viertelschnitte in zwei homochirale Hälften, die ihrerseits wieder aus zwei Kugelvierteln zusammengesetzt sind. Je nach Art der äquatorialen Viertelschnitte (gerastert) entstehen linkswindige oder rechtswindige Hälften.

den Polyurethan-Schaum liefert, den Bayer-Beschichtungsspezialisten entwickelt haben.

Wäre es nicht einfacher gewesen, dem Fußball der dritten Generation die Form eines Tennisballs zu geben, der aus nur zwei identischen, propellerartigen, ineinander verschlungenen Zungen besteht? Dadurch hätte man die 32 verschiedenen Einzelflächen auf zwei gleiche reduzieren können (Abb. 5).

Zu einem vergleichbaren Ergebnis würde auch die Teilung der Kugel durch eine „Coupe du Roi“ führen (Abb. 6). Doch hier ist Vorsicht geboten: Je nachdem, wo die äquatorialen Schnitte geführt werden, entsteht ein rechtswindiges oder ein linkswindiges Objekt, sodass die Bälle bei der Wiedervereinigung der beiden homochiralen Hälften eine innere Händigkeit (Chiralität) besitzen.

Vielleicht lassen sich daraus Fußballbälle für Linksfüßer und solche für Rechtsfüßer entwickeln?

Das wäre doch mal was Neues, wenn eine Mannschaft aus Rechtsfüßern gegen eine Mannschaft aus Linksfüßern mit einem chiralen Fußball spielen würde. Man könnte sich vor dem Spiel insgeheim absprechen, ob der links- oder der rechtswindige Ball zum Einsatz kommt. Dann gäbe es wesentlich mehr Toto-Könige. Eine Schiedsrichterbestechung wäre überflüssig. Also: Worauf wartet

sie noch, die Entwicklungsmannschaft, die drei Jahre lang unter Verwendung modernster Technologie das neue Plastik-Leder ausgebrütet hat? Apropos:

#### **Ist Leder wirklich ein Naturstoff?**

Unter Leder versteht man das von Anhangsgebilden (Haaren) und Unterhautgewebe befreite, ursprünglich und hauptsächlich aus Kollagen bestehende Produkt aus Häuten verschiedener Tierarten, das durch Gerbung und weitere Prozesse gewonnen wird.

Und was ist die Gerbung? Sie ist eine massive Einwirkung aggressiver Chemikalien (Gerbstoffe), auch wenn diese natürlichen Ursprungs sein können. Vorher wird die arme Haut aber noch mit proteolytischen Enzymen behandelt, mit Kalkmilch traktiert und mit Natriumsulfid gequält, um nur die wichtigsten Eingriffe in Gottes Natur zu nennen.

Trösten wir uns also, wenn die „Lederkugel“ heute nicht mehr aus einem Naturstoff, sondern aus Kunststoffen gefertigt wird. Das Leder selbst war schon immer mehr Kunst- als Naturstoff. ◀

*Anschrift des Verfassers:*

Prof. Dr. rer. nat. Dr. h. c. Hermann J. Roth,  
Friedrich-Naumann-Str. 33,  
76187 Karlsruhe  
[www.h-roth-kunst.com](http://www.h-roth-kunst.com)