

# Die Geometrie des Fußballs

## Die Symmetrie der Kugel

Der klassische Lederfußball wird aus 20 weißen Sechsecken und zwölf schwarzen Fünfecken genäht. Diese magischen Zahlen erinnern an die Anzahl der Ecken und Flächen eines Dodekaeders, dessen rote Kanten rechts im Bild auf den Europass-Fußball gezeichnet wurden.

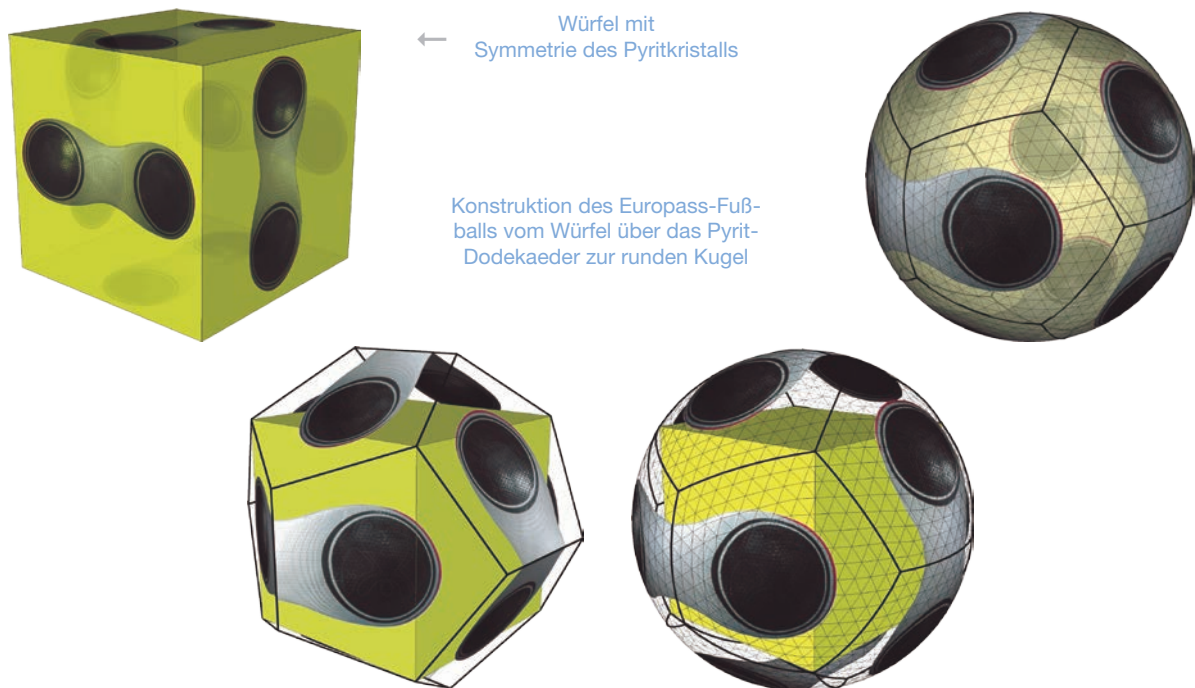
Es ranken sich viele Theorien, warum der Fußball gerade als abgestumpftes Ikosaeder realisiert wurde. Man hätte auch einen Würfel oder ein anderes archimedisches oder reguläres Polyeder verwenden können. Im Vergleich zu anderen Körpern mit vergleichbarem

Klassische Symmetrie  
des Fußballs



Der Europass  
zur EM 2008 mit Symmetrien

Verhältnis der Radien von Umkugel zu Inkugel minimiert der klassische Fußball allerdings die Anzahl der Kanten pro Ecke (3) sowie die Anzahl der Lederflecken (32) und der Nähte (90). In gewisser Hinsicht ist der klassische Fußball damit optimal. Die Bälle der Weltmeisterschaft 2006 (Teamgeist) und Europameisterschaft 2008 (Europass) zeigen trotz ihrer Unterschiede erhebliche Ähnlichkeiten zum klassischen Fußball: Zur Verdeutlichung wurden in Rot die Kanten eines Dodekaeders aufgemalt. In Blau sehen wir einen Würfel, dessen Seiten jeweils einem Flansch sowie jeweils zwei Dodekaederseiten zugeordnet sind.



Der Teamgeist von 2006 und der Europass 2008 haben die Symmetrie eines Pyritkristalls. Wie ein Dodekaeder besteht das Kristall aus zwölf Fünfecken, allerdings haben die Fünfecke unterschiedliche Seitenlängen und sind paarweise an ihrer kürzesten Kante verbunden. Damit hat der aktuelle Fußball eine reduzierte Symmetrie gegenüber dem klassischen Fußball aus Fünf- und Sechsecken.

Die Bildsequenz auf dieser Seite zeigt die Konstruktion des Europass, ausgehend von einem Würfel. Zunächst bekommen die Würfelseiten durch einen Flansch eine Orientierung, jeweils um  $90^\circ$  gedreht gegenüber ihren Nachbarflächen. Im zweiten Bild erhält der Würfel ein

Dodekaeder mit Pyritsymmetrie übergestülpt, wobei jeder Würfelseite ein Paar von Fünfecken zugeordnet wird. Weiteres Abrunden liefert in den folgenden Bildern den fertigen Fußball.

Interessant ist der Produktionsprozess der Herstellerfirma Adidas. Dort wird zunächst eine innere Gummihaut als reines Dodekaeder erzeugt, auf dem dann die sechs Flansche und acht Ecksterne aufgeklebt werden.

Die mathematische Analyse der Symmetrieeigenschaften der aktuellen Fußbälle sagt natürlich nichts über deren physikalischen Vorteile aus.

