

## ■ Verdammt nah an der Kugel

Fußbälle sind schon lange keine „runden Leder“ mehr. Dank ihres Aufbaus und ihrer Verarbeitung sind die Spieler beim Flugverhalten vor unliebsamen Überraschungen gefeit.

Wenn am 11. Juni im südafrikanischen Johannesburg die Fußballweltmeisterschaft beginnt, wird es für Jogi Löw und seine Auswahl ernst. 32 Mannschaften haben sich qualifiziert und mehr als eine Handvoll rechnet sich Chancen auf den Titel aus. Einem der Hauptakteure wird das ziemlich egal sein: dem WM-Ball. Denn er ist in jedem Fall im Endspiel dabei. Es ist inzwischen Tradition, dass für jede Europa- und Weltmeisterschaft ein neuer Ball entwickelt wird.

Bis zum Ende der 1960er-Jahre bestand ein Fußball aus vernähten Lederstreifen, die ähnlich angeordnet waren wie die Zeichnung heutiger Volleybälle. In seinem Innern steckte eine Schweinsblase, bei Regen saugte sich seine Hülle mit Wasser voll, wodurch seine Masse während des Spiels um 25 bis 30 Prozent zunehmen konnte – kicken als Knochenjob. Bei der WM 1970 in Mexiko rollte dann erstmals ein Ball aus 32 handgenähten Elementen – zwölf schwarze Fünfecke und 20 weiße Sechsecke, seitdem der optische Inbegriff eines Fußballs. Dank dieses Aufbaus kam er der idealen Kugelform bereits deutlich näher als seine Vorgänger. Der WM-Ball von 1982 wiederum hatte erstmals wasserdicht versiegelte Nähte, und der von 1986 bestand schon größtenteils aus Kunststoff. Eine aerodynamische Studie der University of Sheffield hat gezeigt, dass der Luftwiderstand von Turnierbällen in den vergangenen 40 Jahren um 30 Prozent sank.

Laut Vorgaben des Weltfußballverbands hat das Sportgerät einen Umfang zwischen 68,5 und 69,5 cm bei einem Druck von 0,8 bar und darf um höchstens zwei Prozent von der Kugelform abweichen. Er muss eine definierte Elastizität zeigen und darf in Tests maximal 20 Prozent seines Eigengewichts an Wasser aufnehmen.



image00.Ltd

Eine ausgeklügelte Oberfläche sorgt bei modernen Bällen für einen Flug ohne Flattern. So ist bei Freistößen oder Fern-

schüssen in erster Linie das Können des Sportlers für den Torerfolg ausschlaggebend.

Jabulani – „feiern“ oder „zelebrieren“ auf Zulu, eine der elf offiziellen Sprachen in Südafrika – übertrifft die Anforderungen in punkto Rundheit und Wasseraufnahme deutlich. Er ist der Ball der kommenden Weltmeisterschaft und feierte seine Premiere am 4. Dezember im Bundesligaspiel zwischen Bayern München und Borussia Mönchengladbach. In seinem Innern steckt eine Luftblase aus Naturkautschuk, dem verschiedene Additive zugesetzt sind. Die Haut der Blase ist knapp einen Millimeter dick. Umgeben ist sie von der Karkasse, die als Stützkonstruktion den Hauptteil der Kräfte aufnimmt, die auf den Ball einwirken. Hochgeschwindigkeitskameras zeigen, dass Profispieler bei einem satten Schuss die Oberfläche eines Fußballs für Sekundenbruchteile um 30 bis 40 Prozent radial deformieren.

An die Karkasse schließt sich die Außenhülle an, die beim aktuellen WM-Ball aus acht thermisch

verschweißten Elementen besteht: Vier erinnern an Dreiecke mit abgerundeten Ecken, vier an Dreiecke. Es ist der erste Ball, bei dem sphärisch vorgeformte Segmente Verwendung finden, bislang setzte man immer ebene Stücke aneinander. Die Form der Kugelsegmente bei Jabulani ist das Ergebnis einer mathematischen Optimierung, die zum Ziel hatte, möglichst wenige Nahtstellen zu erzeugen. Denn dort ist der Ball zwangsläufig etwas unrund. Die Teile bestehen aus einem rund dreieinhalb Millimeter dicken Kunststoffschaum aus Ethylen-Vinyl-Acetat, überzogen mit einer Deckschicht aus einem thermoplastischen Polyurethan. Sämtliche Aufdrucke – etwa die elf Farben, die die ethnische Vielfalt Südafrikas und die elf Spieler einer Mannschaft symbolisieren – liegen unter der transparenten Polyurethanschicht. Die relative Abweichung von der idealen Kugel gibt der Hersteller mit maximal

einem Prozent an. Zum Vergleich: ein günstiger handgenähter Ball erreicht etwa drei Prozent. Einzelne Technologien und Verfahren rund um die Ballherstellung sind übrigens patentgeschützt.

Die Außenhülle des Jabulani besitzt eine Mikrotextrur, ein regelmäßiges Muster aus zirka einem Zehntel Millimeter hohen Noppen. Sie sorgen dafür, dass der Wasserfilm, der den Ball bei Regen umgibt, unterbrochen wird. Dies vergrößert die Reibung zwischen seiner Oberfläche und dem Fußballschuh oder den Torwarthandschuhen und erleichtert den Spielern dadurch die kontrollierte Ballbehandlung. Die beiden zwei Millimeter breiten und einen Millimeter tiefen Rillen, die sich über die Oberfläche winden, dienen der Aerodynamik des Balls: Denn Form und Textur bestimmen seinen Widerstandsbeiwert. An langsamen Bällen bildet sich eine laminare Grenzschicht, die sich früh vom Ball ablöst. Eine breite Wirbelschleppe mit einem Unterdruck ist die Folge – der Widerstandsbeiwert steigt. Bei schnelleren Bällen dagegen erfolgt die Grenzschichtablösung zunehmend turbulent, die Wirbel haften aber länger an, sodass ein schmalerer, schwächer ausgeprägter Nachlauf hinter dem Ball zustande kommt, was eine wesentlich geringere Druckdifferenz zur Folge hat: Der Luftwiderstand sinkt dadurch deut-

lich. Hochwertige Fußbälle erreichen somit Beiwerte von unter 0,2 – etwa halb so viel wie eine „normale Kugel“. Der Übergangsbereich zwischen den beiden Fällen liegt je nach Ball bei Schussgeschwindigkeiten zwischen 20 und 35 m/s. Michael Ballacks Freistoß, der im Spiel zwischen Deutschland und Österreich bei der Europameisterschaft 2008 wie eine Kanonenkugel zum 1:0 im Netz einschlug, hatte etwa 35 m/s drauf.

Im realen Sportleralltag kommt zur Translationsbewegung des Balls noch eine Drehung um die eigene Achse hinzu, weil er für gewöhnlich nicht zentral getroffen wird. Ist diese Rotation schnell, der Ball also scharf angeschnitten, beschreibt er wegen des Magnus-Effekts eine gekrümmte Flugbahn, Stichwort: Bananenflanke. Bekommt der Ball dagegen nur eine geringe Rotation mit, flattert er, zeigt also erratische Querverschiebungen entlang seiner Flugbahn – ein Graus für jeden Torwart, aber auch Feldspieler sehen dadurch bei der Annahme manchmal ziemlich alt aus. Bei einem solchen Flatterball variieren die Stellen auf der Oberfläche, an denen es zu einer Grenzschichtablösung kommt, weil der Ball eben keine ideale Kugelform hat. Dies erzeugt Asymmetrien in der Strömung, die sich in quer zur Flugbahn auftretenden Kräften von typischerweise einigen Newton äu-

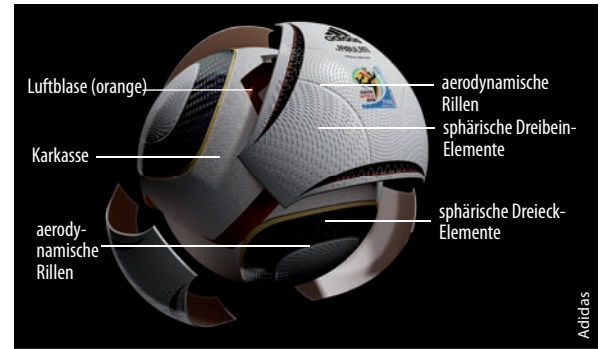


Abb. 1 Die Elemente der Ballhülle sind beim Jabulani sphärisch geformt. Durch ihre Aufteilung in vier Dreiecke mit abgestumpften Ecken und vier Dreibeine sinkt die Zahl und Länge der Nähte. Das macht den WM-Ball besonders rund.

ßern. Hersteller sind daran interessiert, das Flattern möglichst gering zu halten. Beim Jabulani sorgen dafür die Rillen, durch die die turbulente Grenzschicht kontrolliert – symmetrisch – abreißt.

Ein Fußball ist inzwischen also Hightech pur – und ein großer Umsatzbringer: Vom „Teamgeist“, der vor vier Jahren während des „Sommermärchens“ in deutschen Stadien rollte, hat Adidas mehr als 15 Millionen Exemplare verkauft. Wie viele es beim Jabulani werden, hängt nicht zuletzt davon ab, wie oft und wie sehr die deutsche Nationalmannschaft mit ihm feiern darf.

Michael Vogel

\*

Der Autor dankt Sebastian Ruck vom Karlsruher Institut für Technologie und Hans Peter Nürnberg von der Adidas AG, Herzogenaurach.

Michael Vogel,  
vogel\_m@gmx.de