

Wusstest Du, dass es mathematisch gesehen gute Gründe für die Größe eines Fußballfeldes und die Anzahl der Spieler einer Mannschaft gibt? Durchschnittlich benötigen Spieler für einen Spielzug drei Sekunden und decken bei einer durchschnittlichen Laufgeschwindigkeit von fünf Metern pro Sekunde somit eine kreisförmige Fläche mit einem Radius von fünfzehn Metern ab. Der Aktionsradius eines Spielers beträgt somit rund 707 Quadratmeter – das ist ungefähr ein Zehntel der Gesamtfläche des Spielfeldes, das 7140 Quadratmeter groß ist.

„Der Ball ist rund“ sagte einst Sepp Herberger – aber stimmt dies auch, wenn wir uns den Fußball einmal aus geometrischer Sicht genauer ansehen?

„Rund“ im Sinne des mathematischen Körpers einer Kugel ist ein Fußball sicher nicht. Vielmehr ist der Fußball aus einzelnen Flächen zusammengesetzt – diese Körper nennt man auch Polyeder, d.h. „Vielflächner“.

Betrachtest Du die schwarzweißen Einzelflächen eines Fußballs, die Du bspw. am Eingang der Ausstellung siehst, dann zeigt sich, dass diese Flächenteile nicht beliebig, sondern regelmäßige Fünf- und Sechsecke sind. Mathematiker nennen solche Körper, die aus vergleichsweise wenigen Vielecken zusammen gesetzt und trotzdem relativ rund sind, auch „abgestumpfte Ikosaeder“.

Der Fußball als geometrischer Körper rollt jedoch nicht nur auf dem Rasen, sondern seine Form findet sich auch bei einem Kohlenstoffmolekül. Dieses Molekül nennt man auch C60 und es wird aufgrund des Umstandes, dass es durch den Architekten Buckminster Fuller entdeckt wurde, auch als „Fulleren“ oder „Buckyball“ bezeichnet.

Bucky- und Fußbälle zeichnen sich vor allem durch ihre hohe Stabilität aus, die durch die spezielle Anordnung der Fünf- und Sechsecke entsteht. Könnte man Nanofußball spielen, hielte der Buckyball auch die härtesten Elfmeterschüsse aus – genauso, wie es sein großer geometrischer Zwilling Fußball seit Jahrzehnten tut.

„54, 74, 90, 2006“ – so besangen die Sportfreunde Stiller und mit ihnen ganz Deutschland im Jahr der Fußballweltmeisterschaft 2006 mit einer kleinen Zahlenspielerei den vermeintlich sicheren Sieg der deutschen Mannschaft. Multipliziert man die beiden Zahlen 54 und 74, also die Jahre in denen Deutschland Fußballweltmeister wurde und zieht von diesem Ergebnis 1990 ab, das Jahr des bis dato letzten deutschen Sieges während einer Weltmeisterschaft, dann ergibt sich 2006 – die Zahlen schienen also kurzzeitig durchaus auf der Seite der Nationalelf um Jürgen Klinsmann zu stehen.

So einfach, wie es das Lied der Sportfreunde Stiller versprach, ist eine solche Berechnung natürlich nicht – ein ganzer Zweig der Mathematik, jener der Wahrscheinlichkeitsrechnung, widmet sich seit langem auch dem Aufstellen einer solchen „Gewinnformel“ mit der man bereits vor Ausgang einer Partie den Sieger bestimmen könnte.

Die Wahrscheinlichkeitsrechnung geht der Frage nach, wie wahrscheinlich das Eintreten eines speziellen Ereignisses aus der Menge aller möglichen Ereignisse ist. Für das Werfen einer Münze hat jedes mögliche Ergebnis (Kopf oder Zahl) bspw. eine Wahrscheinlichkeit von 50 % – die Chancen zu gewinnen oder zu verlieren sind also gleich groß. Wäre ein Fußballturnier lediglich eine Münze mit einer größeren Anzahl von Seiten, dann ergäbe sich beispw. für jedes der 16 Teams der EM 2008 eine Gewinnwahrscheinlichkeit von 6,25 %.

Diese Rechnung berücksichtigt jedoch noch nicht die Qualität der Mannschaft: Will man berechnen, wie wahrscheinlich der Sieg eines Teams ist, müssen auch Werte für die Stärke beim Elfmeterschießen, die Torgefährlichkeit, ein Heimvorteil, die Ballfertigkeit und vieles andere mit einberechnet werden...

Eine hundertprozentig sichere Vorhersage ist mit den heute existierenden Formeln noch nicht möglich – hier kommt der Zufall ins Spiel, den die Mathematik seit ihren Anfängen zu berechnen versucht. Der Zufall, der Umstand also, dass mitnichten immer die objektiv und berechenbar „bessere“ Mannschaft ein Spiel gewinnt, ist es jedoch, der den Fußball für seine kleinen und großen Fans so interessant macht. Mathematiker und verzweifelte Fans, die einen vermeintlichen Favoriten ungläubig aus dem Spiel ausscheiden sehen, eint also nicht zuletzt die Unberechenbarkeit des Zufalls. Aber wäre ein Fußballspiel noch spannend, wüsste man bereits im Vorfeld wer gewinnt?

Wusstest Du, dass man den unhaltbaren Elfmeter mathematisch mit Hilfe des Satz des Pythagoras berechnen kann? Aus den Grunddaten des Tores (2,44 m x 7,32 m), der Schussentfernung von 11 Metern, dem Balldurchmesser von 22 cm und einer Ballgeschwindigkeit von bis zu 100 km/h ergibt sich der theoretisch für Torwarte unhaltbare Ball. In der Praxis entscheiden sich Torwarte bereits vor dem Abschuss für eine Ecke und überlisten so quasi die Mathematik.

In der Spiellounge im westlichen Teil der Halle kannst Du Dir die Flugbahnen dreier bekannter Tore aus der Nähe anschauen. Die Flugbahnen beschreiben annähernd eine Parabel. Die Kenntnis des Flugverhalten des Balls und somit auch eine quasi „vorgestellte“ Parabel des zu spielenden Balls sind für den Fußball ein wichtiges gedankliches Spielelement. Um den Ball genau an einen Mitspieler abzugeben, müssen Fußballer wissen, wie sich der Ball bei welchem Abspieldwinkel verhält – bspw. fliegt der Ball umso höher, je größer dieser Winkel ist.

Damit ein Ball möglichst schnell fliegt, sollte man ihn nach Meinung des Dortmunder Professors Meltin Tolan möglichst „flach“ spielen: Auf die Länge unserer Flugparabel wirkt neben der Erdanziehungskraft nämlich auch der Luftwiderstand ein, den es möglichst klein zu halten gilt. Nimmt der Ball in der Luft nur einen kurzen Weg ein, bremst der Luftwiderstand seine Geschwindigkeit geringer als bei einem langen Pass, bei dem der Ball sich lange im Flug befindet. Optimal wäre ein Abwurfwinkel von 30 Grad: Wenn Dir ein Salto, wie ihn Este Risto Kallaste 1993 vor dem Abwurf zur Erhöhung der Geschwindigkeit ausführte, zu schwierig ist, kannst Du Dich beim Abwurf auch weit nach hinten beugen – so maximierst Du die Strecke, auf der der Ball beschleunigt wird.

Wusstest Du, warum ein Tor so groß ist, wie es ist? Die ungerunden Maße von 7,32 m Breite und 2,44 m Höhe rühren aus dem Ursprungsland des Fußballs: Statt dem metrischen System verwendet man Längenangaben in Yard, Fuß und Inch. Für englische Fußballfans ergeben sich somit die einfach zu merkenden Abmessungen eines Tores von acht Yard Breite und acht Fuß Höhe.

Wusstest Du, dass zwei Fünftel aller Tore Zufallstreffer sind? Geplante Spielzüge und trainierte Strategien eingespielter Teams führen also mitnichten deutlich häufiger zum Ziel. Die Bedingungen für einen solchen Zufallstreffer lassen sich vielmehr deutlich begünstigen, wenn die Spieler ihre gewohnte Spielroutine verlassen und bspw. für Unruhe im Strafraum sorgen. Trainer nutzen das Wissen um die Existenz und die Bedingungen des Zufalls beim Spiel, um mit Hilfe mathematischer Kenntnisse den Spielverlauf positiv für die eigene Mannschaft zu beeinflussen.

Sicher hast Du wie Millionen anderer Fans das Finale der Fußballweltmeisterschaft 2006 gesehen. Wie man diese spannende Partie zwischen Frankreich und Italien auch durch eine mathematische Brille sehen kann, zeigt Harun Farockis „Deep Play“.

Auf zwölf Monitoren laufen zwölf verschiedene, zeitsynchrone Sichtweisen auf die Finalbegegnung, die teilweise mit Hilfe mathematischer Bildanalyse neue Perspektiven auf das Spiel ermöglichen. Graphen symbolisieren Bewegung und Tempo der Spieler, Vektoren zeigen das Drehmoment der Fußballer, taktische Manöver werden in geometrische Formen übersetzt. Wie viel Mathematik auch in Trainingsmethoden, der Entwicklung von Taktiken und der Analyse des Spiels steckt, kannst Du hier entdecken.

Wusstest Du, was eine Bananenflanke ist? Seinen Namen bekam dieser elegante Spielzug, weil der Ball hierbei in einer gekrümmten Flugbahn als Vorlage für ein Tor gespielt wird. Dies erreichen geübte Spieler durch ein Anschneiden des Balls beim Abschuss, der den Ball in eine zusätzliche Eigenrotation versetzt – der Fußball fliegt quasi um die Ecke. Für den Tormann sind Bananenflanken häufig überraschend und unkalkulierbar – Mathematiker können den hier zum Einsatz kommenden sog. „Magnus-Effekt“, also das Druckungleichgewicht, das durch die Rotation entsteht, schon lange berechnen. Teste doch einmal, wie sich verschiedene Parameter auf das Ballverhalten auswirken und übe Dich an der „Goalmaschine“ in der Kunst der Bananenflanke.

„Gib mich die Kirsche!“ –
ein Kooperationsprojekt der Stadt Karlsruhe,
der Staatlichen Hochschule für Gestaltung Karlsruhe
und des Zentrum für Kunst und Medientechnologie Karlsruhe



Staatliche Hochschule
für Gestaltung Karlsruhe



Mit freundlicher Unterstützung des Deutschen Fußball-Bundes



Gib mich die Kirsche!
7. Juni – 6. Juli 2008

Nancyhalle
Kongresszentrum am Festplatz
76137 Karlsruhe
Tel. (0721) 133-4058

Öffnungszeiten

Mo – Fr: 11:00 – 18:00
Sa – So: 11:00 – 19:00

www.vielvorvieltor.de
www.jahr-der-mathematik.de

Wissenschaftsjahr 2008

Mathematik
Alles, was zählt

Die Wissenschaftsjahre

Das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) veranstaltet seit dem Jahr 2000 zusammen mit der Initiative Wissenschaft im Dialog (WiD) die Wissenschaftsjahre. Gemeinsam mit der Deutsche Telekom Stiftung und der Deutschen Mathematiker-Vereinigung (DMV) wird 2008 das Jahr der Mathematik ausgerichtet. Zahlreiche Partner aus Wissenschaft, Wirtschaft, Kultur und Politik laden mit vielfältigen regionalen und überregionalen Veranstaltungen, Ausstellungen, Wettbewerben und Festivals dazu ein, Mathematik zu erleben.

Mathematik ist Basis aller Naturwissenschaften und jeder technischen Entwicklung. Sie spielt eine zentrale Rolle in der Wirtschaft und begleitet uns in Alltag und Beruf. Mathematik hilft, Probleme zu analysieren, zu strukturieren und zu lösen. Mit ihren Methoden lassen sich große Teile unserer Lebenswirklichkeit erfassen und beschreiben und viele Phänomene voraussagen.

Das Jahr der Mathematik will die praktischen Anwendungen und die Vielfalt der Mathematik in den Blickpunkt der Öffentlichkeit rücken. Keine andere Wissenschaft durchdringt und beeinflusst sämtliche Lebens- und Arbeitsbereiche so weitreichend: Vom Automobilbau zur Straßenplanung, vom Einkauf im Supermarkt zur Architektur, vom Wetterbericht zum MP3-Player, vom Bahnverkehr zum Internet – alles ist (auch) Mathematik.

Die Wissenschaftsjahre werden mit wechselnden Themenschwerpunkten ausgerichtet und fördern den Austausch zwischen Wissenschaft und Öffentlichkeit. Den Anfang machte im Jahr 2000 das Jahr der Physik. Darauf folgten das Jahr der Lebenswissenschaften, das Jahr der Geowissenschaften, das Jahr der Chemie, das Jahr der Technik, das Einsteinjahr 2005, das Informatikjahr und das Jahr der Geisteswissenschaften. Das Jahr der Mathematik ist das neunte Wissenschaftsjahr.

Gib mich die Kirsche! + Mathematik

„Fußball ist unser Leben, denn König Fußball regiert die Welt“, sang die Fußballnationalmannschaft von 1974. Ohne der Mannschaft um Kapitän Franz Beckenbauer zu widersprechen: Wenn zweiundzwanzig Spieler in neunzig Minuten auf dem Rasen um den Sieg kämpfen, ist die Mathematik fast immer mit im Team.

Für die Zuschauer häufig unbemerkt steckt im Fußballspiel (wie in vielen anderen Sportarten auch) jede Menge Mathematik – beim Besuch der Ausstellung „Gib mich die Kirsche!“ signalisieren Dir kleine Mathematikwimpel, in welchen Exponaten sich diese Wissenschaft versteckt.

Ob Fußballer, Platzwart oder Trainer – sie alle sind mehr oder weniger unbemerkt tagtäglich mit Mathematik in Berührung. Mathematische Methoden optimieren Trainingsmethoden, finden Eingang in die Spielanalyse und helfen so, Leistungen zu verbessern. Selbst wenn der Platzwart nach dem Spiel die Markierungen auf dem Rasen auffrischt, ist Mathematik im Spiel.

Nach dem kleinen mathematischen Rasenspaziergang, zu dem die Ausstellung einlädt, hast Du vielleicht Lust bekommen, Dich eingehender mit Mathematik zu befassen, herauszufinden wo sich diese spannende Wissenschaft im Alltag verbirgt und was für Veranstaltungen im Jahr der Mathematik auf Dich warten?

Hier erfährst Du mehr – denn Du kannst mehr Mathe, als Du denkst.

<http://www.du-kannst-mathe.de/>
<http://www.jahr-der-mathematik.de>

GIB MICH DIE KIRSCHEN!
Ballgeflüster
in der Nancyhalle
7. Juni – 6. Juli
2008

Wissenschaftsjahr 2008

Mathematik
Alles, was zählt