

**SÜDWESTRUNDFUNK
SWR2 AULA – Manuskriptdienst**

**Schwarze Löcher gibt's überall
Physik und Alltag**

Autor und Sprecher: Professor Metin Tolan *
Redaktion: Ralf Caspary
Sendung: Sonntag, 26. September 2010, 8.30 Uhr, SWR 2

Bitte beachten Sie:

*Das Manuskript ist ausschließlich zum persönlichen, privaten Gebrauch bestimmt.
Jede weitere Vervielfältigung und Verbreitung bedarf der ausdrücklichen
Genehmigung des Urhebers bzw. des SWR.*

*Mitschnitte auf CD von allen Sendungen der Redaktion SWR2 Wissen/Aula
(Montag bis Sonntag 8.30 bis 9.00 Uhr) sind beim SWR Mitschnittdienst in
Baden-Baden für 12,50 € erhältlich.*

Bestellmöglichkeiten: 07221/929-6030

Kennen Sie schon das neue Serviceangebot des Kulturradios SWR2?

*Mit der kostenlosen SWR2 Kulturkarte können Sie zu ermäßigten Eintrittspreisen
Veranstaltungen des SWR2 und seiner vielen Kulturpartner im Sendegebiet
besuchen.*

*Mit dem kostenlosen Infoheft SWR2 Kulturservice sind Sie stets über SWR2 und die
zahlreichen Veranstaltungen im SWR2-Kulturpartner-Netz informiert.
Jetzt anmelden unter 07221/300 200 oder swr2.de*

*SWR 2 Wissen können Sie ab sofort auch als Live-Stream hören im SWR 2
Webradio unter www.swr2.de oder als Podcast nachhören:
<http://www1.swr.de/podcast/xml/swr2/wissen.xml>*

Ansage:

Mit dem Thema: „Schwarze Löcher gibt's auch auf dem Feld – Fußball und Physik“.

Physiker haben meistens ein Vermittlungsproblem: Immer wenn sie über
fachspezifische Probleme nachdenken, sind sie ganz allein, kein Laie versteht sie

mehr. Wie kann man das ändern? Erstens, indem man sich als Physiker mit der Alltagswelt, der Erlebniswelt der Nichtphysiker beschäftigt, zweitens, indem man versucht, die Fachsprache hinter sich zu lassen und sich verständlich auszudrücken.

Beides beherrscht Metin Tolan, Professor für experimentelle Physik an der Uni Dortmund. In der SWR2 Aula nimmt er den Fußball unter die Lupe und zeigt, dass Physik sehr viel mit diesem Sport zu tun hat und dass man damit Fragen beantworten kann, die alle Fans immer wieder beschäftigen.

Metin Tolan:

Viele Fußballfans finden es tragisch, dass im Fußball so wenig Tore fallen. Die Leute sagen, Mensch, wir können so wenig jubeln, und wenn mehr Tore fallen würden, dann müsste das ganze Spiel doch viel interessanter werden, dann können wir häufiger jubeln, dann ist doch alles besser. Möglicherweise ist es sogar richtig, dass wird dann häufiger jubeln könnten, aber wir müssen ganz vorsichtig sein, denn es ist nämlich genau das Gegenteil der Fall: Wir sollten uns nicht mehr Tore im Fußball wünschen.

In der Fußballbundesliga fallen im Durchschnitt 2,8 bis 3 Tore pro Spiel, und das ist gut so, das ist nicht zu wenig – das heißt, ein bisschen jubeln können wir schon; aber es sind auch nicht zu viel. Wenn man sich jetzt die Frage stellt, wie können zu viele Tore fallen, ist die Antwort ganz einfach. Im Fußball ist es so, dass eine schlechtere Mannschaft durchaus auch einmal gewinnen kann, wenn sie gegen eine Profimannschaft spielt. Denken Sie an den DFB-Pokal in der ersten Pokalrunde: Hannover 96 hat gegen Elversberg, einen Viertligisten, tatsächlich verloren. Der Grund dafür ist: Weil im Fußball tatsächlich so wenig Tore fallen, hat deshalb auch eine relativ schwache Mannschaft auch einmal durch einen Zufall eine Chance zu gewinnen. Das kommt im Fußball recht häufig vor.

Lassen Sie uns dazu ein kleines Gedankenexperiment machen: Stellen Sie sich vor, eine Mannschaft ist doppelt so gut im Vergleich zu einer zweiten Mannschaft. Doppelt so gut würde mathematisch ausgedrückt bedeuten: Die Wahrscheinlichkeit, dass die bessere Mannschaft das nächste Tor schießt, ist doppelt so hoch wie die Wahrscheinlichkeit, dass die schwächere Mannschaft das nächste Tor schießt. Wenn jetzt nur ein einziges Tor im Spiel fällt, dann ist die Wahrscheinlichkeit, dass das schwächere Team dieses Tor schießt, ein Drittel. Die andere Mannschaft ist ja doppelt so stark, deswegen ist die Wahrscheinlichkeit, dass die stärkere Mannschaft gewinnt: zwei Drittel. Wenn drei Tore im Spiel fallen, dann müssten wir mit ein bisschen mehr Mathematik darangehen und eine so genannte Binomialverteilung berechnen. Unser Ergebnis wäre, die Wahrscheinlichkeit, dass das schwächere Team gewinnt, ist auf nur noch 20 % gesunken.

Dieses Gedankenexperiment könnten sie noch weiter fortführen. Wenn Sie zum Beispiel 10 Tore in einem Spiel hätten, dann wäre die Wahrscheinlichkeit für das schwächere Team zu gewinnen auf etwa 10 % gesunken. Die Wahrscheinlichkeit, dass wir eine Überraschung erleben und das schwächere Team dennoch gewinnt, wäre auf weniger als die Hälfte zurückgegangen. Sie sehen, worauf das hinausläuft: je mehr Tore im Fußball fallen, desto weniger Überraschungen werden wir erleben.

Natürlich wäre Fußball dadurch gerechter, gerechter in dem Sinne, dass die bessere Mannschaft auch häufiger gewinnt. Unser Gerechtigkeitsinn sagt uns, dass die Mannschaft, die besser trainiert, vielleicht mehr Geld investiert und dadurch höhere Leistung bringt, auch gewinnen soll. Doch durch die wenigen Tore ist das beim Fußball eben genau nicht so. Fußball ist in dem Sinne die ungerechteste Sportart, die es gibt. Sie ist schon ungerecht, bevor der Schiedsrichter überhaupt den Platz betreten hat und eine Fehlentscheidung treffen kann, weil so wenig Tore fallen. Daraus folgt, alle Leute, die die Regeln des Fußballs so verändern wollen, dass mehr Tore fallen, die wollen auch, dass Bayern München noch häufiger deutscher Meister wird. Wer aber viele Tore will, der will ein langweiliges Spiel. Sepp Herberger hat einmal gesagt: Die Menschen gehen zum Fußball, weil sie nicht wissen, wie das Spiel ausgeht. Diesem Satz kann ich nur zustimmen.

Handball ist ein sehr prominentes Gegenbeispiel. Gucken Sie sich die Handball-Bundesliga-Spiele an: der THW Kiel gewinnt meistens mit sehr, sehr vielen Punkten die Meisterschaft, und das liegt genau an dem Effekt, dass in diesem Spiel so viele Tore fallen. Übrigens gibt es noch ein anderes Beispiel, das ist der Frauenfußball. Das ist völlig wertneutral gemeint. Im Frauenfußball fallen im Durchschnitt viel mehr Tore als im Herrenfußball. Der Preis, den man dafür zu zahlen hat, ist der, dass man wirklich weiß, wie die Spiele ausgehen werden.

Wir können als erstes Zwischenergebnis festhalten: Der Fußball ist deswegen so interessant, weil er ungerecht ist, weil so wenig Tore fallen. Das führt uns zum nächsten großen Themenkomplex, denn wenige Tore bedeuten, dass jede einzelne Entscheidung im Fußball wichtiger ist als im Handball, jede einzelne Entscheidung kann zu einem Tor führen und jede einzelne Fehlentscheidung macht sich stärker bemerkbar. Das ist die ganze Tragik im Fußball. Denken Sie nur an das Wembley-Tor.

Ständig stehen Schieds- und Linienrichter in der Kritik, sie würden zu häufig Fehler machen und falsche Entscheidungen treffen. Stimmt das wirklich? Die Antwort darauf wird Sie überraschen.

Was muss ein Linienrichter eigentlich leisten, damit er eine Abseitsstellung erkennen kann? Er muss sehen, ob sich Spieler dichter an der Tor-Außenlinie befinden als andere. Um eine solche Szene zu analysieren, braucht das menschliche Gehirn ungefähr eine Zehntelsekunde. Nun bewegen sich Abwehrspieler und Stürmer mit einer relativen Geschwindigkeit von 10 m pro Sekunde aufeinander zu. Wenn das aber so ist (10 m/s Geschwindigkeit und eine Zehntelsekunde zur Beurteilung der Situation), dann folgt daraus, dass ein Linienrichter eine Abseitsstellung im Prinzip nur auf 1 m genau erkennen kann. Viel besser geht es gar nicht, weil die Biologie des Gehirns und unsere Bewegungen das nicht besser können. Auf 1 m genau kann der Linienrichter höchstens eine Abseitsstellung erkennen. Und dabei müssen wir noch bedenken, dass er das ja zum Zeitpunkt der Ballabgabe beurteilen muss. Wenn ein langer Pass getreten wird, dann hat er das vielleicht gar nicht richtig im Blickpunkt, so dass eine Einschätzung noch viel schwerer ist.

Eigentlich müssten wir uns jetzt fragen, warum in der Bundesliga nur eine von 10 Abseitsstellungen falsch gepfiffen wird. Es sollte umgekehrt sein und nur eine von 10

richtig sein, wenn Sie bedenken, 1 m ist ja eine Riesenstrecke. Daran sehen Sie, dass die Schieds- und Linienrichter die wahren Helden auf dem Platz sind. Die arbeiten besser, als es die Physik und die Biologie erlauben. Das tut kein anderer auf dem Spielfeld. Und warum können sie das? Ganz einfach: Sie sind so gut geschult, dass sie in einer dynamischen Szene die Bewegungen der Spieler vorausahnen können. Das ist offensichtlich etwas, was unser Gehirn lernen kann. Und deswegen sind die Linienrichter so gut. Jemand, der das nicht gelernt hat, würde an der Seitenlinie sicherlich eingehen. Also sind die Schieds- und Linienrichter die eigentlichen Höchstleister auf dem Spielfeld. Es ist völlig unangemessen, sie so sehr zu kritisieren, wie es häufig getan wird.

Gehen wir mal zurück zur Fußballweltmeisterschaft. Das Achtelfinale Deutschland gegen England. Frank Lampard hat den Ball gegen die Unterkante der Torumrahmung geschossen. Der Ball ist relativ deutlich hinter die Torlinie gesprungen und dann wieder raus aus dem Tor. Der Schiedsrichter hat das glücklicherweise nicht gesehen. Man hat anschließend gesagt, der Ball war ja soweit hinter der Linie, das hätte man doch sehen können. Im Prinzip ja, man muss sich aber eins noch mal überlegen: wenn ein Ball auf dem Boden auftritt, auf dem Rasen in diesem Fall, dann dauert das nur eine Hundertstel Sekunde. Eben hatten wir ja schon darüber gesprochen, dass unser Gehirn eine Zehntelsekunde braucht, um Abstände zu schätzen und eine solche Situation zu verarbeiten. Das bedeutet im Prinzip, wenn es knapp wird, können wir eine solche Entscheidung gar nicht treffen. Wir können das gar nicht sehen.

Auch ein Linienrichter und ein Schiedsrichter nicht. Bei der Szene Deutschland – England verhielt es sich ein bisschen anders: Der Ball war so weit hinter der Linie, dass wir schon im Vorfeld aus dem Winkel, aus dem der Ball von der Latte abprallt, einschätzen konnten, dass er wohl hinter der Linie auftritt. Das heißt, wir haben – sogar in der Realgeschwindigkeit – gesehen, der Ball war offensichtlich hinter der Linie. Allen Zuschauern war das klar. Wie kann das sein? Wir haben es deswegen sehen können, weil wir als Zuschauer quasi mit einer Kamera von oben hereingeguckt haben. Der arme Schiedsrichter jedoch, der eigentlich optimal stand, nämlich direkt vor dem Angreifer und der Abwehrmauer, wo ein Schiedsrichter auch stehen muss, der konnte das Tor nicht sehen. Denn er hatte einen Blickwinkel aus ungefähr 1,80 m Höhe und konnte deshalb die Linie und den Ball nicht sehen wie wir. Der Linienrichter stand genau auf der Abseitslinie, also da, wo die Abwehr und der Angriff der Mannschaften sich befinden. Von da guckte er seitlich rein ins Tor, auch er nur von 1,80 m Höhe, nicht wie das Publikum aus erhöhter Position. Beide befanden sich in dieser Szene in der schlechtesten Position, um die Situation korrekt beurteilen zu können. Und ich vermute, beide hatten sicherlich auch keine Lust, sozusagen die zweite Fehlentscheidung gegen Deutschland zu treffen und das zweite Wembley-Tor zu geben. Deswegen haben sie vorsichtshalber gesagt, das war kein Tor. Wirklich sehen konnten sie es jedoch nicht, diese Szene war für einen Schiedsrichter nicht entscheidbar. Deswegen war die Reaktion der FIFA, diesen Schiedsrichter und diese Linienrichter nach Hause zu schicken, meines Erachtens völlig unangemessen.

Ich plädiere in diesem Zusammenhang auf jeden Fall dafür, im Fußball keine elektronischen Hilfsmittel einzuführen. Der Fußball lebt von Fehlentscheidungen und

von tragischen Geschichten. Wer Fußball spielt, hat sich bereits auf ein ungerechtes Spiel eingelassen. Davon hatten wir ja am Anfang schon gesprochen. Wer auf den Platz geht, der will gar kein gerechtes Spiel, sondern eines, in dem es auf einzelne Szenen ankommt. Deswegen würde ich sagen, man muss auch Fehlentscheidungen einfach akzeptieren. Sie sind das Salz in der Suppe. Jeder Fan möchte doch über das Spiel diskutieren, keiner möchte den klinisch reinen, elektronisch erfassten Fußball. Man kann nur hoffen, dass die FIFA diesem Druck standhält und keine elektronischen Hilfsmittel einführt.

Im übrigen bevorzugt die Fehlentscheidung – das kann man mathematisch nachrechnen – immer das schwächere Team. Denn die Fehlentscheidung sorgt dafür, dass ein schwächeres Team auch mal eine Chance hat, ein Tor zu schießen. Und deswegen gilt auch hier: Wenn wir die Fehlentscheidung durch elektronische Hilfsmittel versuchen zu minimieren, wird Bayern München noch häufiger deutscher Meister. Auch das wollen viele Fans nicht. Daher noch einmal einen letzten Appell: Keine elektronischen Hilfsmittel! Und das sagt ein Physiker, der selber alle möglichen Hilfsmittel bei seinen Forschungen einsetzt.

Zum Thema Fußball und Physik kann man sich auch noch physikalischere Fragen stellen, etwa wie schnell man einen Ball überhaupt schießen kann? Wenn auf einen ruhenden Ball geschossen wird, wie das zum Beispiel bei einem Freistoß der Fall ist, und der Ball dadurch auf eine bestimmte Geschwindigkeit gebracht wird, was ist dann eigentlich das Maximum an Geschwindigkeit, das erzielt werden kann? Das ist übrigens ein schönes Beispiel dafür, dass man nicht alles glauben sollte, was im Internet steht. Da findet sich nämlich die Behauptung, dass ein brasilianischer Fußballspieler mit dem Künstlernamen Ronnie angeblich den schnellsten Schuss aller Zeiten getätigt hat, indem er einen Freistoß mit 210 km/h ausgeführt habe. Das steht so bei Wikipedia. Man wird stutzig, wenn man das liest und vergleicht das mit der Geschwindigkeit des Freistoßes von Michael Ballack, den er gegen Österreich erzielt hat. Er hat in der Vorrundenpartie der letzten Europameisterschaft 2008 das entscheidende 1 zu 0 geschossen. Bei diesem Schuss haben die Geschwindigkeitsmesser 121 km/h angezeigt. Und das ist interessant: Michael Ballack schafft 121, und dieser unbekannte Brasilianer Ronnie schafft 210? Kann das sein?

Mit einer ganz groben physikalischen Überlegungen, die zwar ein richtiges Ergebnis liefert, die aber nicht ganz richtig ist, kann man berechnen, dass das Ergebnis mit Ronnie nicht ganz stimmen kann: Die maximale Geschwindigkeit, die wir einem Fußball übertragen können, ist die doppelte Geschwindigkeit eines Fußes. Denn der Fuß stößt sozusagen mit dem Ball zusammen. Also kann der Ball sich maximal mit der doppelten Geschwindigkeit des Fußes, der ihn trifft, durch die Luft bewegen. Wenn Sie jetzt anlaufen bei einem Freistoß – das ist wieder nur eine ganz grobe Abschätzung – bewegen sich Ihre Füße ungefähr doppelt so schnell wie Ihr Körper. Das bedeutet, dass Sie den Ball ungefähr auf die vierfache Geschwindigkeit bringen können – grob über den Daumen gepeilt. Eine normale Anlaufgeschwindigkeit, die man erreichen kann, beträgt ungefähr 30 km/h. 30×4 sind 120, das sind wir wieder bei Michael Ballack.

Rechnen wir nun mal zurück von Ronnies angeblichen 210 h/km und teilen das durch vier, dann kommt man auf eine Anlaufgeschwindigkeit von 52 km/h. Das ist natürlich unwahrscheinlich. Selbst Weltrekordler Usain Bolt erreichte bei seinem 100-Meter-Weltrekordlauf in der Spitze gerade mal 44 km/h. Fazit: Die Behauptung mit Ronnie kann nicht stimmen. Bei 120 oder 130 km/h ist Schluss. Eine genauere Analyse hat übrigens ergeben, dass Ronnies Schuss ungefähr nur 110 bis 120 km/h schnell war.

Übrigens gilt die höchste Schussgeschwindigkeit von 120 oder 130 km/h schon seit langer Zeit. Es ist also nicht so, dass die heutigen Bälle so viel schneller sind als die Bälle früher. Der Ball wird aber gerne mal als Sündenbock für alle Beteiligten beim Fußball genommen. Sie erleben das immer wieder bei der leidigen Diskussion, ob ein Ball flattert oder nicht. Die Firma, die den Ball herstellt, kann ein Flattern des Balles leicht vermeiden, einfach indem sie dafür sorgt, dass seine Luftwiderstandskurve, wie man im Fachausdruck sagt, monoton ansteigend ist. Das bedeutet, der Luftwiderstand soll während des Ballfluges gleichmäßig ansteigen. Wenn er das tut, dann kann dieser Ball nicht flattern.

Ich habe noch nie, selbst in Zeitlupe nicht, einen Fußball flattern sehen. Und er müsste sich in beide Richtungen, also nach rechts und links, bewegen, damit von richtigem Flattern gesprochen werden kann. Wenn er sich nur in eine Richtung bewegt, dann schlägt der so genannte Magnus-Effekt zu. Den kennen wir, das ist die Bananenflanke, und die Bananenflanke ist einfach nur schönes Spiel. Ich gebe auch gerne zu, dass ein Ball sich vielleicht mal ungewöhnlich bewegen kann, aber dass ein Teil wirklich in der Luft flattert, das habe ich noch nie gesehen. Ich glaube, diese so genannten Flatterbälle sind immer eine wunderbare Entschuldigung für einen Torhüter, um seine schlechte Leistung zu kaschieren. Wahrscheinlich werden wir aber so lange über den Flatterball diskutieren, solange es Fußball gibt und solange Tore fallen, die ein Torhüter hätte verhindern können .

In anderen Sportarten gibt es übrigens Flatterbälle: Im Volleyball zum Beispiel zählen sie zum schönen Spiel. Allerdings ist dieser Ball auch so konzipiert, dass er flattern kann. Im Baseball gehört es geradezu zum Geschäft des Pitchers, den Baseball so zu werfen, dass er zum Teil wirklich sehr merkwürdige Wege zurückgelegt, aber der Baseball besitzt eine völlig andere Oberfläche, ein anderes Gewicht und eine völlig andere Größe als ein Fußball und kann deswegen auch flattern. Wenn eine Firma verhindern will, dass der Ball flattert, dann ist das relativ einfach möglich. Und meiner Meinung nach sollte man erwarten können, dass ein Ball, der 120 € kostet, den Flattertest übersteht.

Wenn man sich mit dem Ball noch etwas näher beschäftigt, kann man sich die Frage stellen, was man eigentlich tun muss, um den Ball möglichst weit zu schießen. Das ist ja eine ziemlich spannende Frage. Man denke an das Tor von Diego, ich glaube aus dem Jahr 2007, als Werder Bremen gegen Alemannia Aachen gespielt hat, da hat er ja aus 65 m Entfernung den Ball ins Tor geschossen. Da muss man erst mal hinkommen. Ich selber würde aus dieser Entfernung den Ball nicht einmal bis zum Tor bringen.

Was muss man also tun, um den Ball möglichst weit zu schießen? Man muss den richtigen Abschusswinkel treffen und natürlich möglichst fest treten, das ist klar. Was ist denn der richtige Abschusswinkel? Unter 45° kann man am weitesten werfen und schießen, vielleicht haben Sie diese Aussage schon einmal gehört. Sie stimmt aber nur, wenn der Ball in einem Vakuum geschossen wird. Unter realen Bedingungen, wenn also Luftwiderstand hinzu kommt, dann liegt der ungefähre Abschusswinkel bei etwa 35° . Der optimale Winkel sinkt also um 10° , er wird flacher. Das liegt einfach daran, dass der Ball nicht so lange in der Luft ist und der Luftwiderstand nicht so lange wirken kann. Also unter realen Bedingungen beträgt der für einen Weitschuss optimale Winkel nicht 45° , sondern 35° . Jetzt kommt noch ein Effekt hinzu: Gibt man dem Ball einen Unterschnitt mit, so dass er sich noch während des Schusses leicht rückwärts bewegt, dann fliegt der Ball durchaus bis zu 5 m weiter als ohne Unterschnitt. Dabei sollte der Rückwärtsdrall ungefähr 10 Umdrehungen/s betragen. Das kann man durchaus hinkriegen. Sie müssen bedenken, der Ball ist nur ungefähr 3 Sekunden in der Luft, das entspricht 30 Umdrehungen – und trotzdem macht das 5 m aus. Das ist eine ganz spannende Geschichte. Zu beobachten ist dieser Unterschnitt eigentlich immer, wenn ein Ball besonders weit geschossen wird. Ich glaube nicht, dass die Spieler einen solchen Schuss wirklich vorher berechnen kann. Das wäre einfach zu kompliziert; vermutlich schießen sie intuitiv richtig, um den weitesten Schuss hinzukriegen.

Im Jahr 2007 wurde in der Nähe von Münster die Weitschussweltmeisterschaft mit Amateurspielern ausgetragen. Der Weitschussweltmeister hat auch mit einem Unterschnitt geschossen. Ich habe ihn gefragt, ob er weiß, dass er genau richtig schießt, weil er dem Ball einen Rückwärtsdrall gegeben hat. Das war ihm gar nicht bewusst. Er sagte, er habe während des Trainings herausgefunden, dass der Ball, wenn er ihn an einer bestimmten Stelle trifft, einfach weiterfliegt. Das war genau die Stelle, die der Physiker errechnet hatte. Natürlich muss der Schütze das hinkriegen, ohne an Geschwindigkeit zu verlieren und den optimalen Winkel zu verlassen. Aber das bringt dann den Erfolg.

Mit Physik kann man eine ganze Menge spannender Phänomene erklären, auch, warum unsere Fußballprofis vielleicht nicht so gut sind, wie sie manchmal behaupten. Wenn ein Spieler einen Ball aus 16 m direkt in den Winkel gezirkelt hat, würde man doch meinen, diese Profis können die Bälle ungemein sicher beherrschen. Ich denke, im Prinzip stimmt das, sie sind schon Künstler am Ball. Nur ist es so, dass dabei auch eine Menge Glück eine Rolle spielt. Denn lassen Sie uns mal Folgendes überlegen: Wenn Sie einen Ball aus 16 m Entfernung schießen und die Geschwindigkeit nur um 1 km/h drosseln bzw. den Abschusswinkel um 1 Grad ändern, dann beträgt die Streuung 50 cm. Das heißt, sie könnten nur auf 50 cm genau treffen.

Aus 16 m mit Absicht auf eine Torlatte zu treffen, das schafft selbst ein Fußballprofi kaum. Bei 1000 Schüssen gelingt ihm das vielleicht 20 Mal. 980 Mal trifft er nicht. Auch für ihn ist es ein Glück, genau zu treffen. Ich habe das tatsächlich mal mit Profis ausprobiert, und die sind jämmerlich an der Aufgabe gescheitert, die Latte absichtlich zu treffen. So ist es auch im Aktuellen Sportstudio im Fernsehen, noch kein einziger Schütze hat die Torwand sechsmal getroffen. Auch da gilt, dass sie 6 Mal hintereinander extrem genau die Abschussgeschwindigkeit und extrem genau

den Abschusswinkel einstellen müssten. Das schaffen sie vielleicht einmal, wenn sie Glück haben vielleicht zwei bis dreimal, aber sechsmal – da müssten sie schon wirklich genial sein.

*** Zum Autor:**

Der Physiker **Prof. Dr. Metin Tolan** wurde 1965 in Oldenburg geboren und studierte von 1984 bis 1989 an der Christian-Albrechts-Universität in Kiel Physik, wo er 1993 promovierte und 1998 habilitierte. Mehrere Forschungsaufenthalte führten ihn in dieser Zeit in die Vereinigten Staaten. 2001 wurde Tolan auf den Lehrstuhl Experimentelle Physik I an der TU Dortmund berufen, im gleichen Jahr übernahm er zusätzlich die Leitung des Instituts für Beschleunigerphysik und Synchrotronstrahlung. In dieser Funktion hat Tolan in den vergangenen Jahren maßgeblich dazu beigetragen, DELTA, die weltweit einzige an einer Universität beheimatete Synchrotronstrahlenquelle, zu einer hoch frequentierten und stark nachgefragten Forschungsservice-Einrichtung zu entwickeln. Seit 2003 ist Tolan Mitglied der Nordrhein-Westfälischen Akademie der Wissenschaften. Der Physiker war von 2004 bis 2008 Dekan seiner Fakultät und ist in verantwortlicher Position in zahlreichen wissenschaftlichen Beiräten.

Bücher:

- So werden wir Weltmeister. Die Physik des Fußballspiels. Piper Verlag. 3. Auflage Juli 2010.
- Geschüttelt, nicht gerührt: James Bond und die Physik. (zus. mit Joachim Stolze). Piper Verlag. 5. Auflage September 2008.