

REDLINE | VERLAG

David Epstein

DIE SIEGER GENE

»Faszinierend!«
– Malcolm Gladwell –

Vom Autor
des New York Times-
Bestsellers
Range



Talent, Übung und die Wahrheit
über außergewöhnlichen Erfolg

David Epstein
Die Siegergene

David Epstein

DIE **SIEGER** **GENE**

Talent, Übung und die Wahrheit
über außergewöhnlichen Erfolg

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek:

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://d-nb.de> abrufbar.

Für Fragen und Anregungen:

info@redline-verlag.de

1. Auflage 2020

© 2020 by Redline Verlag, ein Imprint der Münchner Verlagsgruppe GmbH,
Nymphenburger Straße 86
D-80636 München
Tel.: 089 651285-0
Fax: 089 652096

© der Originalausgabe by David Epstein 2013

Die englische Originalausgabe erschien 2013 bei Portfolio, einem Imprint von Penguin Random House LLC, unter dem Titel *The Sports Gene*.

Alle Rechte, insbesondere das Recht der Vervielfältigung und Verbreitung sowie der Übersetzung, vorbehalten. Kein Teil des Werkes darf in irgendeiner Form (durch Fotokopie, Mikrofilm oder ein anderes Verfahren) ohne schriftliche Genehmigung des Verlages reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme gespeichert, verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden.

Übersetzung: Max Limper

Redaktion: Silvia Kinkel

Umschlaggestaltung: Marc Fischer

Umschlagabbildung: Shutterstock/

Ostill is Franck Camhi/ein kaukasischer junger Sprinter-Läufer

Satz: abavo GmbH, Buchloe

Druck: GGP Media GmbH, Pößneck

Printed in Germany

ISBN Print 978-3-86881-798-0

ISBN E-Book (PDF) 978-3-96267-227-0

ISBN E-Book (EPUB, Mobi) 978-3-96267-228-7

Weitere Informationen zum Verlag finden Sie unter

www.redline-verlag.de

Beachten Sie auch unsere weiteren Verlage unter www.m-vg.de

*Für Elisabeth,
meine allerliebste MC1R-Mutantin*

.....INHALT.....

Einführung	9
Auf der Suche nach dem Siegergen	9
1	
Gefährliche Mädchenbälle	13
Wie man Können ohne Gene erklärt	
2	
Zwei Hochspringer	33
Oder: 10.000 Stunden mehr oder weniger	
3	
Ein Auge für Baseball	57
Das Hardware- und Software-Paradigma	
4	
Warum Männer Brustwarzen haben	77
5	
Das Talent der Trainierbarkeit	99
6	
Superbaby, Superhund und die Trainierbarkeit von Muskeln	127
7	
Der Urknall der Körpertypen	143
8	
Der vitruvianische Basketballer	159

9

Wir sind alle (irgendwie) schwarz 177
Ethnische und genetische Diversität

10

Krieger, Sklaven und jamaikanische Sprinter 195

11

Malaria und Muskelfasern 215

12

Ist jeder Kalenjin ein Läufer? 229

13

Das größte (höchstgelegene) Talentsieb der Welt 249

14

Schlittenhunde, Ultraläufer und Faulpelz-Gene 271

15

Das Gen, das Herzen bricht 293
Tod, Verletzung und Schmerz auf dem Sportplatz

16

Der Mutant mit der Goldmedaille 321

Epilog 339

Der perfekte Sportler 339

Nachwort 349

Über den Autor 365

Danksagungen 367

Anmerkungen und ausgewählte Quellenangaben 371

Index 405

Auf der Suche nach dem Siegergen

Micheno Lawrence war Sprinter in meinem Highschool-Team. Als Sohn jamaikanischer Eltern war er klein und mollig, und das Netzhemd, das er wie manche andere jamaikanische Teamkameraden zum Training trug, spannte sich über einen prallen Bauch. Nach der Schule jobbte er bei McDonald's und man scherzte, dass er sich dort zu oft selbst bediente. Aber das hielt ihn nicht davon ab, beeindruckend schnell zu sein.

Als in den 1970er- und 1980er-Jahren ein kleiner Exodus jamaikanische Familien nach Evanston, Illinois, brachte, wurde an der Evanston Township Highschool Leichtathletik zu einem beliebten Sport. (In der Folge gewann unser Team zwischen 1976 und 1999 vierundzwanzig aufeinanderfolgende Turniere.) Wie es sich für Ausnahmesportler gehört, sprach Micheno von sich selbst in der dritten Person. »Micheno hat kein Herz«, pflegte er vor großen Wettkämpfen zu sagen und meinte damit, dass er seine Konkurrenten gnadenlos besiegen würde. Im Jahr 1998, meinem Abschlussjahr, gewann er die Meisterschaft des Bundesstaats Illinois, indem er als Schlussläufer der 4×400-Meter-Staffel vom vierten auf den ersten Platz schoss.

Einen solchen Sportler kennt jeder von uns aus der Schulzeit. Einen, der alles ganz leicht aussehen lässt. Egal ob es ein Quarterback oder Shortstop, eine Hochspringerin oder ein Point Guard war – es handelte sich um ein *Naturtalent*.

Wirklich? Haben Eli und Peyton Manning die Quarterback-Gene ihres Vaters Archie geerbt, oder sind sie zu NFL-Stars geworden, weil sie

mit einem Football in der Hand aufwachsen? Gewiss hat Joe »Jellybean« Bryant seine Statur an seinen Sohn Kobe weitergegeben, aber woher hat der Sprössling seinen explosiven Antritt? Wie kommt es, dass Paolo Maldini den AC Milan zum Champions-League-Titel führte – vierzig Jahre nachdem sein Vater Cesare dasselbe erreichte? Hat Ken Griffey Sr. seinem Jungen etwa Baseball-Gene vermacht? Oder bestand das wahre Vermächtnis darin, dass der Junior in einem Baseball-Clubhaus aufwuchs? Oder in beidem? Zum ersten Mal in der Sportgeschichte bildete im Jahr 2010 ein Mutter-Tochter-Gespann, bestehend aus Irina und Olga Lenskiy, die Hälfte der israelischen Nationalmannschaft in der 4-mal-100-Meter-Staffel. Hier lag offenbar das Geschwindigkeitsgen in der Familie. Aber gibt es so etwas überhaupt? Gibt es überhaupt »Siegergene«?

Im April 2003 verkündete ein internationales Konsortium von Wissenschaftlern den Abschluss des Human Genom Projekts. Nach dreizehn Jahren Arbeit (und 200.000 Jahre nach dem Aufkommen des anatomisch modernen Menschen) hatten die Wissenschaftler das menschliche Genom kartiert. Alle rund 23.000 DNA-Regionen, die Gene enthalten, waren identifiziert worden. Auf einmal wussten die Forscher, wo sie nach den Ursprüngen menschlicher Eigenschaften suchen mussten, von der Haarfarbe über Erbkrankheiten bis hin zur Hand-Auge-Koordination; aber sie wussten noch nicht, wie schwierig es sein würde, die genetischen Anweisungen zu lesen.

Das Genom muss man sich als ein 23.000 Seiten dickes Rezeptbuch vorstellen, das in jeder menschlichen Zelle steckt und Anweisungen für die Entstehung des Körpers bereithält. Wer diese 23.000 Seiten zu lesen vermag, könnte herausfinden, wie der Körper entsteht. So jedenfalls war das Wunschdenken der Wissenschaftler. Allerdings enthalten einige der 23.000 Seiten Anweisungen für viele verschiedene Körperfunktionen, und wenn eine Seite verschoben, geändert oder herausgerissen wird, können einige der anderen 22.999 Seiten plötzlich neue Anweisungen enthalten.

In den Jahren nach der Sequenzierung des menschlichen Genoms suchten sich Sportwissenschaftler einzelne Gene heraus, von denen sie

vermuteten, dass sie die sportliche Leistung beeinflussen würden, und verglichen unterschiedliche Versionen dieser Gene von Sportlern und Nichtsportlern. Das Problem bei solchen Studien ist, dass einzelne Gene normalerweise so geringe Auswirkungen haben, dass sie in Studien an kleinen Gruppen nicht nachweisbar sind. Selbst bei leicht zu messenden Merkmalen wie der Körpergröße entziehen sich die dazugehörigen Gene meistens der Erkennung. Nicht weil es sie nicht gäbe, sondern weil sie in der Komplexität des Genoms verborgen sind.

Langsam, aber sicher gingen Wissenschaftler von den Studien einzelner Gene über zu neuen und innovativen Methoden zur Analyse der Funktionsweise genetischer Anweisungen. Nimmt man hinzu, was Biologen, Physiologen und Sportwissenschaftler zu den Auswirkungen von biologischer Veranlagung und Trainingseifer auf die Leistungsfähigkeit herausgefunden haben, dann erscheint die große Debatte über ererbte oder erlernte Sportlichkeit in ganz neuem Licht. Das erfordert allerdings, dass wir uns tief ins Gestrüpp solch sensibler Themen wie Geschlecht und Ethnizität wagen. Aber da sich die Wissenschaft dorthin vorgewagt hat, scheut auch dieses Buch nicht davor zurück.

In Wirklichkeit ist es so, dass Ererbtes und Erlerntes in allen Bereichen außergewöhnlicher Leistung so miteinander verflochten sind, dass die Antwort immer lautet: beides. Dies ist jedoch für die Wissenschaft kein zufriedenstellender Schlusspunkt. Wissenschaftler müssen der Frage nachgehen: »Wie wirken Erlerntes und Ererbtes ganz konkret zusammen?« Und »Wie groß ist der jeweilige Anteil?« Um diese Fragen zu beantworten, sind Sportwissenschaftler auf das Gebiet der modernen Genforschung vorgedrungen. Dieses Buch ist mein Versuch, ihre Wege nachzuzeichnen und gesichertes wie umstrittenes Wissen über die angeborenen Begabungen von Spitzensportlern zusammenzutragen.

Schon in der Highschool habe ich mich gefragt, ob Micheno und die anderen Kinder aus jamaikanischen Familien, die unser Team so erfolgreich machten, möglicherweise ein besonderes Geschwindigkeitsgen von ihrer winzigen Insel mitgebracht hatten. Im College hatte ich die Gelegenheit, gegen Kenianer anzutreten, und fragte mich, ob Ausdauer-

gene die Reise aus Ostafrika mitgemacht hatten. Gleichzeitig fiel mir auf, dass sich fünf Teamkameraden, die Tag für Tag, Schritt für Schritt miteinander trainierten, dennoch zu fünf völlig verschiedenen Läufern entwickelten. Wie konnte das sein?

Nach dem Ende meiner College-Läuferkarriere studierte ich Naturwissenschaften und schrieb später für die *Sports Illustrated*. Bei der Recherche und der Niederschrift dieses Buches hatte ich die Möglichkeit, meine sportlichen und wissenschaftlichen Interessen, die ich immer getrennt gesehen hatte, in der Petrischale des Spitzensports zu vermischen.

Die Buchrecherchen führten mich jenseits des Äquators und des Polarkreises und brachten mich in Kontakt mit Weltmeistern und Olympiasiegern, aber auch mit Tieren und Menschen, deren seltene Genmutationen oder außergewöhnliche körperliche Eigenschaften einen drastischen Einfluss auf die körperliche Leistung haben. Unterwegs erfuhr ich, dass Charaktereigenschaften wie beispielsweise die Trainingsmotivation, die ich für eine Frage des Willens hielt, tatsächlich in großem Maße genetisch bestimmt sind, während andere vermeintlich angeborene Eigenschaften wie die blitzschnelle Reaktionsfähigkeit eines Baseball- oder Cricket-Schlagmanns womöglich gar nicht erblich bedingt sind.

Beginnen wir doch gleich damit.

Gefährliche Mädchenbälle

Wie man Können ohne Gene erklärt

Das American-League-Team lag weit zurück, und für das National-League-Team trat gerade Schlagmann Mike Piazza an. Also holte man die Geheimwaffe aufs Feld.

Jennie Finch schlenderte an einer Phalanx der weltbesten Batter vorbei auf das sonnenbeschienene Infield. Ihr flachsfarbenes Haar strahlte im klaren Wüstenlicht. Seit vierundzwanzig Jahren war das Pepsi All-Star-Softballspiel ein Ereignis, an dem nur Baseballspieler der Major League teilnahmen. Die Menge brummte vor Aufregung, als die 1,85 Meter große Spitzenpitcherin der Softball-Nationalmannschaft den Pitcher-Hügel erreichte und ihre Finger um den Ball legte.

Es war ein milder Tag im kalifornischen Cathedral City; 21 Grad warme Luft füllte die hiesige Nachbildung des Wrigley Field der Chicago Cubs, einer der uramerikanischen Sportkathedralen. Die Replik in Dreiviertel der Originalgröße glich dem Original bis hin zu den mit Efeu bedeckten Mauern. Sogar die geziegelten Wohnhäuser der Chicagoer Nachbarschaft waren dort in der Wüste am Fuße der Santa Rosa Mountains präsent, auf beinahe lebensgroß ausgedruckten Originalfotos.

Finch, die in wenigen Monaten bei den Olympischen Spielen 2004 eine Goldmedaille gewinnen sollte, war ursprünglich nur als Mitglied des Trainerstabs der American League eingeladen worden. Das änderte

sich, als die Stars der American League im fünften Inning mit 9:1 in Rückstand gerieten.

Kaum war Finch auf dem Mound angekommen, machten es sich die Defensivspieler hinter ihr gemütlich. Der Yankees-Infielder Aaron Boone zog seinen Handschuh aus und legte sich hin, wobei er die zweite Base als Kissen benutzte. Hank Blalock von den Texas Rangers nutzte die Gelegenheit für ein Schlückchen Wasser. Immerhin hatten sie Finch während des Schlagtrainings pitchten gesehen.

Im Rahmen der Feierlichkeiten vor dem Spiel hatte eine Reihe von Major-League-Stars ihre Fähigkeiten gegen Finchs Unterhandgranaten getestet. Finchs Würfe kommen aus einer Entfernung von 13 Metern und erreichen Geschwindigkeiten von annähernd 110 km/h. So benötigt der Ball ungefähr die gleiche Zeit bis zur Home Plate wie ein 150 km/h schneller Fastball vom 18 Meter entfernten regulären Pitcher-Hügel. Ein solcher Fastball ist zwar schnell, aber für Profi-Baseballer auch Routine. Zudem ist ein Softball größer und sollte daher leichter zu treffen sein.

Trotzdem ließ Finch die Bälle mit jedem Windmühlenschwung ihres Armes an den verdutzten Männern vorbeisausen. Als Albert Pujols, der größte Batter einer ganzen Generation, beim Aufwärmtraining Finch gegenübertrat, drängten sich die anderen Starspieler gaffend um ihn herum. Nervös richtete Finch ihren Pferdeschwanz. Ein breites Lächeln huschte über ihr Gesicht. Freude durchströmte sie, aber auch die Sorge, dass Pujols ihren Wurf mit einem Line Drive erwidern könnte. Über seiner breiten Brust baumelte eine silberne Kette, seine Unterarme waren so breit wie der Kopf des Schlägers. »Na dann«, sagte Pujols leise und signalisierte damit seine Bereitschaft. Finch schwankte erst nach hinten, dann nach vorne und peitschte dabei den Wurfarm in weitem Bogen. Zunächst feuerte sie einen hohen Pitch ab. Bei dem Anblick taumelte Pujols erschrocken zurück. Finch kicherte.

Sie ließ einen weiteren Fastball folgen, der diesmal hoch und innen-seitig ankam. Pujols wirbelte defensiv herum und drehte den Kopf weg. Hinter ihm lachten seine Kollegen laut auf. Pujols trat aus seiner Position heraus, fasste sich und nahm seinen Platz wieder ein. Er scharrte

mit den Füßen, bis er sicher stand, und starrte Finch an. Der nächste Pitch ging ab durch die Mitte. Pujols wirbelte ihm einen mächtigen Schwung entgegen, aber der Ball segelte am Schläger vorbei und die Zuschauer johlten. Der nächste Wurf war weit außen und Pujols ließ ihn vorbeifliegen. Mit dem darauffolgenden erzielte Finch wieder einen Strike, während Pujols nur leere Luft traf. Für den verbleibenden Pitch rückte Pujols ganz nach hinten in die Batter's Box und duckte sich tief.

Finch schwang erst nach hinten, dann nach vorne und feuerte. Pujols schlug weit daneben. Er wandte sich ab und ging zu seinen kichernden Kameraden. Dann blieb er verwirrt stehen. Pujols wandte sich wieder Finch zu, zog vor ihr die Mütze und setzte seinen Weg fort. »So etwas will ich nie wieder erleben«, schwor er später.

Die Abwehrspieler hinter Finch hatten also gute Gründe, es sich auf dem Spielfeld bequem zu machen, sobald sie ins Spiel kam: Sie wussten, dass es keine Hits geben würde. Und wie beim Aufwärmtraining bezwang Finch die beiden Batter, gegen die sie antrat. Piazza schwang an drei schnurgeraden Würfen vorbei. Brian Giles, ein Outfielder der San Diego Padres, verfehlte den dritten Strike so sehr, dass ihn sein Schwung in eine Pirouette zog. Anschließend beschränkte sich Finch wieder auf ihre Rolle als Ehrencoach. Aber dies sollte nicht das letzte Mal sein, dass sie Major Leaguer demütigte.

In den Jahren 2004 und 2005 trat Finch regelmäßig in einer Baseballsendung beim Fernsehsender Fox auf. In den Einspielen reiste sie zu den Trainingslagern der Major League und ließ die besten Baseballer der Welt wie Stümper aussehen.

»Die Mädels treffen solche Bälle?«, staunte Mike Cameron, Outfielder der Seattle Mariners, nachdem er einen Pitch um eine gute Handbreit verfehlt hatte. Nachdem der siebenfach als bester Spieler ausgezeichnete Barry Bonds Finch beim All-Star-Spiel der Major League gesehen hatte, drängte er sich durch die Reporter, um sie in einen Trash-talk zu verwickeln.

»Also, Barry, wann krieg ich's endlich mit dem Besten zu tun?«, fragte Finch.

»Wann du willst«, antwortete Bonds zuversichtlich. »Du hast dich mit den ganzen Zwergen abgegeben ... Jetzt musst du dich mal dem Besten stellen. Du siehst gut aus und hast es drauf, da kannst du doch keinen Mann abweisen, der auch gut aussieht und es drauf hat«, sagte Bonds, um sie gleichzeitig anzubaggern und einzuschüchtern. Dann riet er ihr noch, ein Schutznetz mitzubringen, falls sie sich an ihn herantraute, denn »das wirst du brauchen ... Ich treffe nämlich«.

»An meinen Ball ist bisher nur einer rangekommen«, erwiderte Finch.

»Rangekommen?«, fragte Bonds lachend. »Wenn der Ball über die Plate kommt, dann komm ich ran, das kannst du mal glauben. Dann komm ich ran, aber wie.«

»Meine Leute melden sich bei deinen Leuten und dann machen wir was aus«, sagte Finch.

»Oh, das ist schon ausgemacht! Ruf einfach mich an, Mädchen«, sagte Bonds. »Ich nehme Herausforderungen gerne persönlich an ... Wir senden das Ganze, im nationalen Fernsehen. Ich will, dass die Welt zusieht, dass alle es sehen.«

Also reiste Finch zu einem Treffen mit Bonds – diesmal ohne Fans und Reporter –, und sein spöttischer Ton verging ihm schnell. Bonds sah Pitch um Pitch vorbeisausen und bestand darauf, dass die Kameras ihn nicht aufnahmen. Finch schoss einen Pitch nach dem anderen an Bonds vorbei und seine anwesenden Teamkameraden deklarierten sie sämtlich als Strikes.

»Der gilt aber als *Ball*!«, quengelte Bonds, worauf einer seiner Kameraden antwortete: »Barry, hier sind zwölf Schiedsrichter.« Bonds ließ Dutzende von Strikes an sich vorbeiziehen, ohne auch nur den Schläger zu schwingen. Erst als Finch ihm ankündigte, wie sie den Ball werfen würde, erwischte er einen läppischen Foul Ball, der ein paar Meter weit rollte und liegenblieb. Bonds flehte Finch an: »Mach weiter, wirf noch einen.« Sie tat es – und schmiss an ihm vorbei.

Als Finch in der Folge auf Alex Rodriguez traf, den amtierenden Spieler der Saison, schaute Rodriguez ihr über die Schulter, während sie sich mit einem Catcher aus seinem Team aufwärmte. Der Catcher ver-

masselte drei der ersten fünf Würfe. Als Rodriguez das sah, weigerte er sich zu Finchs Enttäuschung schlichtweg, die Batter's Box zu betreten. Er beugte sich zu ihr und raunte ihr zu: »Mich macht man nicht zum Affen.«

Seit vier Jahrzehnten versuchen sich Wissenschaftler ein Bild davon zu machen, wie Spitzensportler schnelle Objekte treffen können.

Eine intuitive Erklärung wäre, dass die Albert Pujoles und Roger Federers der Welt genetisch mit schnelleren Reflexen gesegnet sind und daher mehr Zeit haben, um auf den Ball zu reagieren. Allerdings stimmt das nicht.

Testet man Menschen auf ihre »einfache Reaktionszeit« – wie schnell sie auf ein Lichtsignal hin einen Knopf drücken können –, brauchen die meisten von ihnen, egal ob Lehrer, Anwalt oder Profisportler, ungefähr 200 Millisekunden oder eine fünftel Sekunde. Eine fünftel Sekunde entspricht in etwa der Mindestzeit, die eine Information braucht, um von der Netzhaut an der Rückwand des menschlichen Auges über zahlreiche Synapsen – den Lücken zwischen Nervenzellen, deren Querung jeweils einige Millisekunden dauert – zum primären visuellen Kortex im hinteren Teil des Gehirns zu gelangen und vom Gehirn aus als Signal ins Rückenmark übermittelt zu werden, von wo aus die Muskeln in Bewegung gesetzt werden. All dies geschieht so schnell wie ein Blinzeln. (Bei blendendem Licht dauert es schon 150 Millisekunden, bis die Augen zugekniffen werden.) Aber so schnell eine Reaktionszeit von 200 Millisekunden auch ist, angesichts von 160-km/h-Würfen und 200-km/h-Tennis-Aufschlägen ist das viel zu langsam.

Allein in den 75 Millisekunden, die die Sinneszellen in der Netzhaut benötigen, um einen Baseball im Sichtfeld wahrzunehmen und seine Flugbahn und Geschwindigkeit für die Weiterleitung ans Gehirn zu bestimmen, legt ein typischer Fastball im Profibaseball rund drei Meter zurück.

Der gesamte Flug des Baseballs von der Hand des Pitchers bis zur Plate dauert nur 400 Millisekunden. Und weil allein die Hälfte dieser Zeit für das Auslösen der Muskelaktion gebraucht wird, muss ein Batter

in der Major League schon kurz, nachdem der Ball die Hand des Pitchers verlassen hat und lange bevor er überhaupt auf halbem Weg zur Plate ist, entscheiden, wohin der Schläger zu schwingen ist. Das Zeitfenster, in dem der Ball in Reichweite des Schlägers ist und überhaupt getroffen werden kann, misst 5 Millisekunden, und weil sich der Winkel, aus dem der Batter den Ball sieht, in Nähe der Plate so schnell ändert, ist der Ratschlag, den Ball im Auge zu behalten (*keep your eye on the ball*) buchstäblich unmöglich zu befolgen. Das Sehorgan des Menschen ist einfach nicht schnell genug ist, um den Ball in seiner ganzen Bahn zu verfolgen. Ein Batter könnte daher genauso gut die Augen schließen, wenn der Ball auf halbem Weg zur Homeplate ist. Angesichts der Wurfgeschwindigkeit und unserer biologischen Grenzen ist es eigentlich ein Wunder, dass überhaupt jemand irgendwelche Bälle trifft.

Dennoch erkennen und bewältigen Albert Pujols und seine All-Star-Kollegen 160-Sachen-Fastballs und verdienen damit sogar ihre Brötchen. Wieso verwandeln sie sich dann in Amateure, sobald sie mit 100 km/h lahmen Softballs konfrontiert werden? Der Grund ist, dass man einen Ball mit derart hoher Geschwindigkeit nur treffen kann, indem man in die Zukunft blickt, und wenn ein Baseball-Batter einer Softball-Pitcherin gegenübersteht, ist ihm der Blick in seine Kristallkugel verwehrt.

Vor fast vierzig Jahren, bevor Janet Starkes eine der einflussreichsten Sportforscherinnen der Welt wurde, war sie eine 1,57 Meter große Aufbauspielerin, die eine Saison in der kanadischen Basketball-Nationalmannschaft verbrachte. Ihren bleibenden Einfluss auf den Sport übte sie jedoch außerhalb des Spielfelds aus, nämlich mit ihrer Arbeit als Doktorandin an der Universität von Waterloo. Ihr Forschungsziel war es, herauszufinden, warum gute Sportler, nun ja, gut sind.

Tests an der »Hardware« – den angeborenen Körpereigenschaften von Sportlern, beispielsweise der einfachen Reaktionszeit – hatten erstaunlich wenig dazu beigetragen, sportliche Spitzenleistungen zu erklären. Die Reaktionszeiten von Spitzensportlern lagen immer um eine fünftel Sekunde herum, genau wie die Reaktionszeiten von zufällig ausgewählten Testpersonen.

Also suchte Starkes woanders nach der Antwort. Sie hatte von Untersuchungen an Fluglotsen gehört, bei denen man mithilfe von »Signalerkennungstests« gemessen hatte, wie schnell ein erfahrener Fluglotse visuelle Informationen durchkämmte, um das Vorhandensein oder Fehlen entscheidender Signale festzustellen. Und sie entschied, dass sich eine solche Untersuchung durch Übung erlernter kognitiver Wahrnehmungsfähigkeiten als lohnend erweisen könnte. Also erfand Starkes 1975 im Rahmen ihrer Abschlussarbeit für Waterloo den modernen »Okklusionstest«.

Sie sammelte Tausende von Fotos aus Frauen-Volleyballspielen und fertigte Dias von Bildern an, auf denen sich der Volleyball im Bild befand oder den Bildbereich gerade verlassen hatte. Auf vielen Fotos waren die körperliche Haltung und Dynamik der Spielerinnen nahezu identisch, egal ob der Ball im Bild war oder nicht, da sich seit dem Moment, in dem der Ball das Bild verließ, kaum etwas geändert hatte.

Starkes baute dann ein Spektiv vor einer Leinwand mit Diaprojektor auf und ließ Volleyballerinnen die Dias einen Sekundenbruchteil lang betrachten und anschließend raten, ob sich der Ball im aufblitzenden Bild befand oder nicht. Die Blickdauer war zu kurz, als dass die Betrachterinnen den Ball tatsächlich hätten sehen können. So sollte festgestellt werden, ob die Spielerinnen das gesamte Spielfeld und die Körpersprache der anderen anders wahrnehmen als ein Durchschnittsmensch und ob sie dadurch auf das Vorhandensein des Balles schließen.

Die Ergebnisse der ersten Okklusionstests verblüfften Starkes. Anders als bei den Untersuchungen der Reaktionszeiten war der Unterschied zwischen Spitzensportlern und Anfängern enorm. Den Elite-Spielerinnen genügte ein Sekundenbruchteil, um festzustellen, ob der Ball vorhanden war. Und je besser die Spielerin, desto schneller konnte sie jedem Dia relevante Informationen entnehmen.

Einmal testete Starkes Mitglieder der kanadischen Volleyball-Nationalmannschaft, zu der zu dieser Zeit eine der besten Stellerinnen der Welt gehörte. Anhand eines Bildes, das nur eine Sechzehntausendstel-sekunde lang vor ihren Augen aufblitzte, konnte die Stellerin ableiten, ob der Volleyball vorhanden war. »Das ist eine erstaunliche Leistung«,

versicherte mir Starkes. »Leute, die nicht Volleyball spielen, erkennen in sechzehn Millisekunden nur einen Lichtblitz.«

Die Weltklasse-Stellerin erkannte innerhalb von sechzehn Millisekunden nicht nur das Vorhandensein oder Nichtvorhandensein des Balls, sondern erspähte mitunter genug visuelle Informationen, um zu wissen, wann und wo das Bild aufgenommen wurde. »Nach jedem Dia bestätigte sie mit ›ja‹ oder ›nein‹, ob da ein Ball war«, berichtet Starkes, »und dann sagte sie manchmal noch: ›Das war das Sherbrooke-Team, nachdem sie ihre neuen Trikots bekommen hatten, also muss das Bild zu dem und dem Zeitpunkt aufgenommen worden sein.« Was für die eine Frau ein Lichtblitz war, erzählte der anderen eine ganze Geschichte. Dies war ein deutlicher Hinweis darauf, dass ein wesentlicher Unterschied zwischen erfahrenen und unerfahrenen Sportlerinnen nicht in ihrer schieren Reaktionsfähigkeit bestand, sondern darin, dass sie gelernt hatten, das Spiel wahrzunehmen.

Kurz nach ihrer Promotion wurde Starkes in die Fakultät der McMaster University aufgenommen und setzte ihre Okklusionsforschungen an der kanadischen Feldhockey-Nationalmannschaft fort. Zu dieser Zeit bestand die Lehrmeinung im Feldhockey aus der Überzeugung, dass angeborene Reflexe von vorrangiger Bedeutung seien. Umgekehrt war damals die Vorstellung, zur spielerischen Spitzenleistung gehörten erlernte Wahrnehmungsfähigkeiten, in Starkes' Worten »Ketzerei«.

1979, als Starkes der kanadischen Feldhockey-Nationalmannschaft bei der Vorbereitung auf die Olympischen Spiele 1980 half, war sie bestürzt darüber, dass sich die Nationaltrainer bei der Aufstellung der Mannschaft auf veraltete Ideen stützten. »Sie glaubten, alle würden das Spielfeld auf die gleiche Weise sehen«, sagt sie. »Sie setzten bei der Auswahl auf einfache Reaktionszeittests und meinten, das sei ein Indikator dafür, wer die besten Torhüterinnen oder Stürmerinnen sein würden. Zu meinem Erstaunen war ihnen nicht klar, dass die reine Reaktionszeit möglicherweise gar nichts bedeutet.«

Starkes wusste es besser. Bei ihren Okklusionstests an Feldhockeyspielerinnen stellte sie genau das fest, was sie bei Volleyballerinnen herausgefunden hatte, und noch viel mehr. Elite-Feldhockeyspielerinnen

konnten nicht nur mit weniger als einem Augenblick erkennen, ob sich ein Ball im Bild befand, sondern auch nach einem flüchtigen Blick das ganze Spielfeld genau rekonstruieren. Dies bestätigte sich bei Basketball und Football. Es war, als hätte auf wundersame Weise jede Spitzensportlerin ein fotografisches Gedächtnis, wenn es um ihren Sport ging. Die nächste Frage ist also, wie wichtig solche Wahrnehmungsfähigkeiten für Spitzensportler sind und ob sie das Ergebnis genetischer Veranlagung darstellen.

Eine Antwort darauf ließe sich nirgendwo besser finden als bei einer Art von Wettkampf, bei der die Spielzüge langsam und wohlbedacht sind und nicht von Muskeln oder Sehnen abhängen.

In den frühen 1940er-Jahren begann der niederländische Schachmeister und Psychologe Adriaan de Groot damit, dem Kern des Schachkönnens auf den Grund zu gehen. De Groot untersuchte Schachspieler unterschiedlicher Spielstärken, um herauszufinden, was einen Großmeister vom durchschnittlichen Profispieler und einen Profi vom Vereinsspieler abhob.

Nach damaligem Wissensstand dachten hoch qualifizierte Schachspieler weiter voraus als weniger qualifizierte Spieler. Dies trifft auch tatsächlich zu, wenn man erfahrene Spieler mit blutigen Anfängern vergleicht. Als de Groot jedoch Großmeister ebenso wie starke Spieler ihre Entscheidungsfindung in einer ungewohnten Spielsituation erläutern ließ, stellte er fest, dass Spieler trotz unterschiedlicher Spielstärke über gleich viele Schachfiguren nachdachten und im Wesentlichen die gleiche Anzahl möglicher Züge erwogen. Warum, fragte er sich, machten Großmeister dann die besseren Züge?

De Groot stellte eine Gruppe von vier Schachspielern als Vertreter unterschiedlicher Spielstärken zusammen: ein Groß- und Weltmeister; ein Meister; ein Stadtchampion; und ein durchschnittlicher Vereinsspieler.

Dann beauftragte de Groot einen weiteren Schachmeister damit, verschiedene Schachpositionen aus obskuren Spielen auszuwählen, und damit unternahm er dann etwas ganz Ähnliches wie Starkes dreißig

Jahre später bei ihren Sportlerinnen: Er ließ die Schachbretter für einige Sekunden vor den Spielern aufblitzen und bat diese dann, die Spielsituation auf einem leeren Brett zu rekonstruieren. Es stellten sich Unterschiede zwischen den Fähigkeiten heraus, insbesondere zwischen den beiden Meistern und den beiden Nichtmeistern, die »so groß und eindeutig waren, dass sich weitere Nachweise im Grunde erübrigten«, wie de Groot schrieb.

In vier Versuchen rekonstruierte der Großmeister das komplette Brett, nachdem er es drei Sekunden lang betrachtet hatte. Der Meister vollbrachte das gleiche Kunststück zweimal. Keiner der schwächeren Spieler war in der Lage, auch nur ein Brett vollkommen korrekt zu reproduzieren. In sämtlichen Tests platzierten der Großmeister und der Meister mehr als 90 Prozent der Figuren korrekt, während der Stadtmeister rund 70 Prozent und der Vereinsspieler nur etwa 50 Prozent schafften. In fünf Sekunden durchschaute der Großmeister die Spielsituation besser als der Clubspieler in fünfzehn Minuten. Diese Tests legten dar, »dass Erfahrung die Grundlage für die überragenden Leistungen von Schachmeistern ist«, so de Groot. Aber es sollte noch drei Jahrzehnte dauern, bis jemand nachwies, dass es sich bei de Groots Beobachtungen tatsächlich um erworbene Fähigkeiten handelte und nicht um das Produkt einer angeborenen übermenschlichen Merkfähigkeit.

In einer 1973 veröffentlichten wegweisenden Studie wiederholten die Psychologen William G. Chase und Herbert A. Simon – ein späterer Nobelpreisträger – das Experiment von de Groot und fügten eine Besonderheit hinzu: Sie testeten das Erinnerungsvermögen der Spieler an Schachbretter mit zufällig angeordneten Stellungen, wie sie in einem Spiel niemals vorkommen würden. Als die Spieler fünf Sekunden Zeit hatten, um die zufälligen Figurenkonstellationen zu studieren, und sie dann rekonstruieren sollten, verschwand der Vorsprung der Meister. Plötzlich entsprach ihr Erinnerungsvermögen dem von durchschnittlichen Spielern.

Um ihre Beobachtungen zu erklären, postulierten Chase und Simon eine Theorie des »Stückelns« (*chunking*), die für das Verständnis von Spielen wie Schach, aber auch von anderen Sportarten wichtig wurde, und die die Erkenntnisse aus Janet Starkes' Forschungsarbeit an Feldhockey- und Volleyballspielerinnen erklären half.

Schachmeister und Spitzensportler *stückeln* die Informationen auf dem Spielbrett oder Spielfeld. Mit anderen Worten: Anstatt sich mit einer großen Detailfülle auseinanderzusetzen, gruppieren Fortgeschrittene die Informationen unbewusst in wenige aussagekräftige Stückelungen, wobei sie von bereits bekannten Mustern ausgehen. Während sich der durchschnittliche Vereinsspieler in de Groot's Studie an die Anordnung von zwanzig einzelnen Schachfiguren zu erinnern versuchte, musste sich der Großmeister nur ein paar Gruppierungen von jeweils mehreren Figuren merken, da die Beziehungen zwischen den Figuren für ihn eine große Bedeutung hatten.¹

Großmeister sprechen fließend Schach und verfügen über eine mentale Datenbank mit Millionen von Figurenkonstellationen, aufgeteilt in mindestens 300.000 sinnhafte Stückelungen, die wiederum zu mentalen *templates*, großen Arrangements von Figuren (oder Spielern im Fall von Feldsportarten) gruppiert sind, innerhalb derer manche Elemente bewegt werden können, ohne dass das gesamte Arrangement unkenntlich wird. Wo Anfänger von neuen, chaotischen Informationen überfordert werden, erkennen Meister vertraute Ordnungen und Strukturen mit leicht auffindbaren Informationen, die die anstehende Entscheidung erleichtern.

1 Wir alle stückeln und gruppieren ständig. Beispielsweise bei der Sprache: Wer sich einen Satz mit zwanzig Wörtern merken soll, hat es viel leichter als jemand, der zwanzig zufällige Wörter ohne sinnhaften Bezug auswendig lernen muss.

»Was anfangs durch langsames, bewusstes, deduktives Denken erreicht wird, wird nun durch schnelle, unbewusste Signalverarbeitung erreicht«, so Chase und Simon. »Es ist keine Übertreibung, wenn ein Schachmeister behauptet, er »sehe« den richtigen Zug.«

Forschungen, bei denen man die Augenbewegungen erfahrener Performer aufzeichnete – seien es Schachspieler, Pianisten, Chirurgen oder Sportler –, haben ergeben, dass Experten mit zunehmender Erfahrung visuelle Informationen umso schneller sichten und die Spreu vom Weizen trennen können. Experten lenken ihre Aufmerksamkeit schnell von irrelevantem Input weg und richten sie auf die Daten, anhand derer sie am besten entscheiden können, was als Nächstes zu tun ist. Während sich Anfänger mit einzelnen Figuren oder Spielern befassen, konzentrieren sich Experten mehr auf die Zwischenräume zwischen Figuren oder Spielern, die für die Verbindung der einzelnen Teile im Ganzen wesentlich sind.

Vor allem im Sport ist es wichtig, dass Ordnungen wahrgenommen werden, denn aus der Anordnung der Spieler oder aus subtilen Änderungen der Körperbewegungen eines Gegners können erfahrene Athleten entscheidende Informationen gewinnen, um unbewusst Vorhersagen darüber zu treffen, was als Nächstes passieren wird.

Ende der 1970er-Jahre war Bruce Abernethy Student an der University of Queensland. Als begeisterter Cricketspieler begann er, die Okklusionsmethoden von Janet Starkes zu erweitern. Abernethy nahm mit einer Super-8-Kamera Filme von Cricket-Bowlern auf. Das Filmmaterial führte er dann Battern vor, schnitt es aber vor dem Wurf ab und ließ sie vorhersagen, wohin der Ball fliegen würde. Es überrascht kaum, dass erfahrene Spieler die Flugbahn des Balls besser vorhersagen konnten als unerfahrene Spieler.

In den Jahrzehnten danach hat Abernethy, der heute stellvertretender Dekan für Forschung in Queensland ist, Okklusionstests immer raffinierter eingesetzt, um die Wirkungen von Wahrnehmungsfähigkei-

ten im Sport zu ergründen. Abernethy hat seine Studien vom Videobildschirm auf das Spielfeld und den Tennisplatz verlagert. Er hat Tennisspieler mit einer Brille ausgestattet, die undurchsichtig wird, kurz bevor der Gegner den Ball schlägt. Cricket-Battern hat er Kontaktlinsen mit unterschiedlichen Unschärfegraden verpasst.

Der Tenor von Abernethys Forschungsergebnissen lautet, dass Spitzensportler weniger Zeit und weniger visuelle Informationen benötigen, um zu wissen, was in der unmittelbaren Zukunft passieren wird, und dass sie wie erfahrene Schachspieler unbewusst auf entscheidende visuelle Informationen zugreifen. Elite-Athleten stückeln Informationen über Körperhaltungen und Spielerstellungen so, wie es Schachgroßmeister mit Türmen und Läufern tun.

»Wir haben erfahrene Cricketspieler getestet und ihnen nur den Ball, die Hand und den Unterarm gezeigt, und sie waren trotzdem besser als bei zufälligem Raten«, berichtet Abernethy. »Es wirkt bizarr, aber es stecken wichtige Informationen in der Hand- und Armhaltung, aus denen Topspieler entscheidende Hinweise gewinnen können.«

Top-Tennisspieler, so Abernethy, können an winzigen Haltungsänderungen des gegnerischen Oberkörpers vor dem Aufschlag erkennen, ob der Ball an ihre Vorhand oder Rückhand geht, während durchschnittliche Spieler dafür erst die Bewegung des Schlägers sehen müssen, was wertvolle Reaktionszeit kostet. (Als Abernethy beim Badminton den Schläger und den gesamten Unterarm verbarg, wurden Elite-Spieler wieder zu Anfängern – ein Hinweis darauf, dass die Stellung des Unterarms bei dieser Sportart von entscheidender Bedeutung ist.)

Profiboxer besitzen eine ähnliche Fähigkeit. Vierzig Millisekunden brauchte eine Gerade von Muhammad Ali, um das 50 Zentimeter entfernte Gesicht seines Gegenübers zu erreichen. Hätten sie keine Vorausagen anhand von Alis Körperbewegungen getroffen, wären Alis Gegner in der ersten Runde erledigt gewesen, da sie jeden einzelnen Schlag eingesteckt hätten. (Ali wusste die Flugbahn seiner Schläge so zu verbergen,

dass seine Gegner sie schlechter voraussagen konnten und ohnehin ein paar Runden später erledigt waren.)

Sogar scheinbar rein instinktive Fähigkeiten – etwa der Rebound-Sprung nach einem missglückten Korbwurf beim Basketball – basieren auf erlerntem Wahrnehmungswissen und abgespeicherten Kenntnissen darüber, wie feinste Haltungsänderungen des Werfers die Flugbahn des Balls beeinflussen. Diese Kenntnisse bilden eine Datenbank, die nur durch diszipliniertes Üben entsteht.²

Ohne jene Datenbank ergeht es Sportlern wie einem Schachmeister vor einem zufällig aufgestellten Brett oder wie Albert Pujols vor Jennie Finch – ihnen fehlen die Informationen, anhand derer sie in die Zukunft sehen können.³ Da Pujols keine mentale Datenbank mit Finchs Körperbewegungen und Wurfendenzen hatte und nicht einmal mit den Spin-Eigenschaften eines Softballs vertraut war, blieb ihm nichts übrig, als jedes Mal im letzten Moment zu reagieren. Und Pujols einfache Reaktionsschnelligkeit ist stinknormal.

Als Wissenschaftler der Washington University in St. Louis ihn testeten, lag Pujols, der größte Schlagmann einer ganzen Ära, bei der einfachen Reaktionszeit im Vergleich mit einer Stichprobe von College-Studenten im 66. Perzentil.

Niemand wird mit der Fähigkeit zur Antizipation geboren, die ein Spitzensportler benötigt. Als Abernethy die Augenbewegungen von Badmintonspielern unterschiedlicher Leistungsklassen untersuchte, stellte er fest, dass Anfänger zwar den richtigen Bereich des gegnerischen Kör-

2 Profi-Cricketmannschaften haben das Training mit Ballwurfmaschinen aufgegeben, weil dabei nicht die Beobachtung von Körperbewegungen geschult wird, die ein Batter für das Antizipieren des Wurfs benötigt.

3 Eine Analyse des Baseballcoachs Perry Husband aller 500.000 Würfe einer ganzen MLB-Saison hat ergeben, dass mittige Pitches mit einer Trefferquote von 0,462 geschlagen wurden, wenn es zwei Balls und null Strikes stand, während die Quote beim Stand von null Balls und zwei Strikes 0,362 betrug – ein Unterschied von 100 Punkten, der ausschließlich darauf beruhte, dass der Batter anhand der vorigen Würfe den nächsten Pitch besser voraussagen konnte.

pers beobachten, aber einfach nicht über die kognitive Datenbank verfügen, die zur Informationsgewinnung erforderlich ist.

»Wenn sie die hätten«, meint Abernethy, »wäre es verdammt viel einfacher, Sportler im Training auf Profiniveau zu bringen. Man könnte ihnen einfach sagen: ›Guck auf den Arm.‹ Oder bei Baseball-Battern wäre dann der richtige Tipp nicht: ›Ball im Auge behalten‹, sondern ›Schulter im Auge behalten.‹ Aber wenn man ihnen das sagt, werden gute Spieler tatsächlich eher schlechter.«

Wenn jemand eine Fertigkeit übt, sei es Schlagen, Werfen oder Autofahren, werden die mentalen Prozesse, die bei der Ausführung der Fertigkeit beteiligt sind, von den im Frontallappen liegenden bewussteren Bereichen des Gehirns nach hinten in die primitiveren Bereiche verschoben, wo automatisierte Prozesse und Fähigkeiten gesteuert werden, die man »ohne nachzudenken« ausführt.

Im Sport ist die Hirnautomatisierung sehr genau auf die ausgeübte Fertigkeit abgestimmt – so genau, dass in Untersuchungen mit bildgebenden Verfahren bei Sportlern, die eine spezifische Disziplin trainieren, die Hirnaktivität im Frontallappen nur dann nachlässt, wenn diese besondere Disziplin ausgeübt wird. Setzt man Läufer auf Fahrräder oder Armfahrräder (bei denen die Pedale mit den Händen statt mit den Füßen bewegt werden), ist die Aktivität des Frontallappens stärker als beim Laufen, obwohl das Radfahren oder Kurbeln nicht viel bewusstes Nachdenken erfordern sollte.

Eine körperliche Aktivität, die man trainiert, wird im Gehirn sehr spezifisch automatisiert. Um zu Abernethys Punkt zurückzukehren: Das »Nachdenken« über eine Bewegung verrät beim Sport den Anfänger und es ist ein Trick, um einen Könnler wieder in einen Amateur zu verwandeln. (Sian Beilock, Psychologin an der University of Chicago, hat gezeigt, dass Golfer ihre durch Leistungsdruck hervorgerufene Lähmung beim Putten – sie nennt sie »Paralyse durch Analyse« – überwinden können, indem sie singen und so die bewussten Bereiche des Gehirns beschäftigt halten.)

Stückelung und Automatisierung sind Gefährten auf dem Weg zur Könnerschaft. Nur durch das Erkennen von Körpersignalen und -mustern mit der Schnelligkeit unbewusster Prozesse kann Albert Pujols, kaum dass der Ball die Hand des Werfers verlassen hat, entscheiden, ob er nach dem Ball schlagen soll. Gleiches gilt für Quarterback Peyton Manning. Er kann angesichts stürmender Linebacker nicht innehalten und die defensiven Aufstellungen und Muster bewusst durchgehen, die er in stunden- und jahrelangem Trainieren und Studieren von Spielaufnahmen abgespeichert hat. Er hat nur Sekunden, um das Spielfeld zu überblicken und zu werfen. Er ist ein Großmeister, der Blitzschach spielt, nur mit Linebackern und Safetys anstelle von Springern und Bauern. (Gleichzeitig verstellen die Defensivtrainer der NFL ihre Spieler so, dass das Schachbrett, das sie Manning vorführen, möglichst irreführend und chaotisch wirkt.)

Die Ergebnisse der Hochleistungsforschung von de Groot bis Abernethy können in einem Satz zusammengefasst werden, der bei meinen Gesprächen mit Psychologen, die Spitzenleistungen untersuchen, immer wieder erklang wie eine Schallplatte, die einen Sprung hat:

»Es liegt an der Software, nicht an der Hardware.«

Die sportspezifische Beobachtungsgabe, die den Könnern vom Dilettanten trennt, wird durch Übung erlernt oder »heruntergeladen« (wie Software). Sie gehört nicht ab Werk zur menschlichen Maschine. Dieser Sachverhalt hat zur Entstehung der bekanntesten modernen Theorie der sportlichen Leistung beigetragen, einer Theorie, in der Gene nicht vorkommen.

Es begann mit Musikern.

Für eine Studie aus dem Jahr 1993 wandten sich drei Psychologen an die Westberliner Musikhochschule, die weithin den Ruf genoss, Weltklasse-Geiger hervorzubringen. Die Professoren halfen den Psychologen, die zehn »besten« Geigenstudenten zu identifizieren, die womöglich internationale Solisten werden würden; zehn Studenten, die »gut«

waren und ihren Lebensunterhalt in einem Sinfonieorchester würden verdienen können; und zehn schwächere Schüler, die sie als »Musiklehrer« kategorisierten, weil dies ihre wahrscheinlichste Laufbahn sein würde.

Die Psychologen führten detaillierte Interviews mit allen dreißig Musikstudenten und es zeigten sich gewisse Ähnlichkeiten. Alle Musiker hatten mit etwa acht Jahren begonnen, systematischen Unterricht zu nehmen, und alle hatten ungefähr mit fünfzehn beschlossen, Musiker zu werden. Und trotz ihrer unterschiedlichen Spielstärke investierten die Geiger aller drei Gruppen satte 50,6 Wochenstunden in ihr musikalisches Fortkommen, wozu musiktheoretischer Unterricht ebenso gehörte wie Musik hören, üben und spielen.

Dann aber kam ein großer Unterschied ans Licht. Die Zeit, die die Geiger aus den beiden höheren Klassen alleine übten, betrug 24,3 Stunden pro Woche, verglichen mit 9,3 Stunden in der schwachen Gruppe. Es verwundert kaum, dass die Musiker das einsame Üben als den wichtigsten Aspekt ihrer Ausbildung sahen, obwohl es viel anstrengender war als Ensembleproben oder das Musizieren zum Vergnügen. Im Leben der Geiger aus den beiden oberen Gruppen schien sich alles um das Üben und die Erholung vom Üben zu drehen. Sie schliefen 60 Stunden pro Woche, anders als die Musiklehrergruppe mit ihren 54,6 Stunden Nachtruhe. Allerdings unterschieden sich die beiden oberen Gruppen nicht in der Übezeit.

Daher baten die Psychologen die Geiger, im Nachhinein zu schätzen, wie viel sie seit dem Tag, an dem sie mit dem Geigenspiel begannen, geübt hatten. Die besten Geiger hatten nach der ersten Begegnung mit dem Instrument die Zahl ihrer Überstunden nach kürzerer Zeit erhöht. Mit zwölf Jahren hatten sie einen Vorsprung von etwa 1.000 Stunden gegenüber den zukünftigen Musiklehrern. Und auch wenn die beiden besseren Gruppen im Musikstudium gleich viel Zeit mit der Pflege ihres Könnens verbrachten, hatten die zukünftigen Solisten im Alter von achtzehn Jahren durchschnittlich 7.410 Stunden Übungszeit angesammelt, verglichen mit 5.301 Stunden in der »guten« Gruppe und 3.420 Stunden bei den angehenden Lehrern. »Daher«, schreiben die Psycho-