

Günter Kirschling

Begriffe und Begriffserläuterungen zur Sportanalyse

Entwurf einer Nomenklatur

Herausgeber:

Dr.-Ing. Hendrik Marcus Moritz Kirschling

Günter Kirschling

Begriffe und Begriffserläuterungen
zur Sportanalyse

Entwurf einer Nomenklatur

Herausgeber:

Dr.-Ing. Hendrik Marcus Moritz Kirschling

Günter Kirschling

Begriffe und Begriffserläuterungen zur Sportanalyse

Entwurf einer Nomenklatur

Herausgeber:
Dr.-Ing. Hendrik Marcus Moritz Kirschling

Zum Autor:

Dr.-Ing. Günter Kirschling war zuletzt von 1975 bis 1998 Professor für Werkstofftechnik und die statistischen Methoden des Qualitätsmanagements am Institut für Werkstofftechnik im Fachbereich Maschinenbau der Universität Kassel.

Bis Oktober 2010 beschäftigte er sich insbesondere mit den Zusammenhängen von Leistung und Zufall im Wettkampfsport.

Schriften:

- „Die Gleichwertigkeit von Leistung und Zufall im Wettkampfsport“, Hofmann 2008
- „Qualitätssicherung und Toleranzen“, Springer 1988
- „Statistische Methoden in der Werkstoffprüfung“, Kapitel in „Werkstoffprüfung“, hrsg. von H. Blumenauer, Dt. Verlag f. Grundstoffindustrie 1994
- „Qualitätsregelkarten für messbare Merkmale – SPC“, Vieweg 1998
- „Statistische Methoden“, Kapitel in „Handbuch Qualitätsmanagement“, hrsg. von W. Masing, Hanser 1999

Zu diesem Band:

Werden Sportergebnisse ausgewertet, dann ist es für einige Sportarten möglich, die Komponenten Zufall und Leistung voneinander zu trennen. Für diese Untersuchungsmethode ergibt sich zwangsläufig die Bezeichnung „Sportanalyse“.

Sportanalyse im engeren Sinne ist die Auswertung oder die Simulation von Sportergebnissen mit Hilfe der statistischen Methoden. Deren Kenntnis ist jedoch nicht erforderlich für das Verständnis der Ergebnisse der Sportanalysen, sofern dafür eine spezielle Fachsprache mit sorgfältig definierten Begriffen entwickelt wird. Mit der vorliegenden Schrift wird eine derartige Nomenklatur vorgeschlagen.

Die wichtigsten Begriffe sind der Fehler und der Zufall.

Fehler sind Regelverstöße oder es sind regelkonforme Abweichungen vom Handlungsoptimum, mit leichten bis schwersten Nachteilen als Folge. In den meisten Sportarten ergeben sich Fehler zufallsbedingt und somit ohne Absicht oder Verschulden.

Zufälle sorgen im Sport für Gesetz und Ordnung sowie für Spannung. Ihr Wirken ist neutral, ausgleichend und gerecht.

Allein die in dieser Nomenklatur enthaltenen Begriffe könnten für viele Sportler und Sportbeteiligte hilfreich sein für das Verständnis der komplizierten Zusammenhänge beim Zustandekommen der Sportresultate.

Vorwort

Seit mehreren Jahren beschäftige ich mich mit dem Thema „Zufall im Sport“. Mein im Jahre 2008 im Hofmann-Verlag erschienenes Buch /1/ „Die Gleichwertigkeit von Leistung und Zufall im Wettkampfsport“ beschreibt ganz allgemein die Ergänzung von Leistung und Zufall im Leistungssport. Während die für den sportlichen Erfolg zwingend notwendige Leistung für Anerkennung und Bewunderung sorgt, erzeugt der Zufall Ungewissheit und somit Spannung.

Dieses Buch fand wenig Resonanz bei den Sportlern und den Sportbeteiligten. Auch die Sportwissenschaftler waren an dieser Thematik nicht interessiert. Und direkt angesprochen reagierten sie mit großer Zurückhaltung oder äußerten allenfalls Unverständnis.

Neben vielen anderen denkbaren Gründen gibt es vermutlich zwei Erklärungen dafür, dass das Thema „Zufall im Sport“ so wenig Interesse findet:

1. Im Leistungssport ist – wie der Name sagt – die Leistung das wichtigste Merkmal. Das ständige Training dient der Steigerung der körperlichen und mentalen Leistungsfähigkeit der Sportler und jeder Wettkampf ist schließlich ein „Leistungsvergleich“. Von daher muss der jeweilige Sieger leistungsbedingt gewonnen haben. Diese Aussage in Frage zu stellen, widerspräche der herrschenden Sportphilosophie.
2. Die in dem zitierten Buch erstellten Aussagen über den Zufall im Sport sind eher Analogien zu den Überlagerungen systematischer und zufallsbedingter Einflüsse auf anderen Gebieten wie der Natur oder der Technik und daher ausgesprochene Vermutungen ohne zwingende Beweiskraft und somit wenig überzeugend, um dem verbreiteten Vorurteil, im Sport dürfe es keine Zufälle geben, etwas anhaben zu können.

Die Suche nach wirklich überzeugenden Beweisen für die Beteiligung des Zufalls im Sport führte zu der Idee, originale Urwerte von Sportergebnissen auszuwerten mit dem Ziel, die Komponenten Zufall und Leistung und andere denkbare Einflussgrößen voneinander zu trennen, sofern dies möglich ist.

Dieser Ansatz führte zunächst zu der Auswertung der Wettkampfscheiben von Meisterschaften im Sportschießen auf Scheiben. Diese empirische Ermittlung der gesetzmäßigen Zusammenhänge für die Ergebnisse beim Sportschießen wird im Anhang-Beispiel A 1 beschrieben. Für diese Untersuchungsmethode ergab sich zwangsläufig die Bezeichnung „Sportanalyse“. Die Sportanalyse umfasst nicht nur die Auswertung vorliegender Urwerte von Sportergebnissen, sondern erstreckt sich auch

auf deren Simulation. Derartige Simulationen sind notwendig, wenn die Urwerte von Sportergebnissen unvollständig sind wie bei den Wurf- und Sprungdisziplinen in der Leichtathletik oder wenn die Ergebnis-Komponenten Leistung und Zufall im Gegensatz zum Sportschießen untrennbar verknüpft sind wie bei den Mannschaftssportarten. Darüber hinaus haben die Simulationen den Vorteil, dass sie ausschließlich durch Zufallsschwankungen geprägt sind, frei von Leistungseinflüssen und ohne die Auswirkungen möglicher, weiterer Einflussgrößen, Anhang-Beispiele A 2 und A 3.

Diese Sportanalysen im engeren Sinne können nur dann erfolgreich durchgeführt werden, wenn die Analytiker mit den statistischen Methoden vertraut sind, die auch in anderen Wissenschaften mit Erfolg und wegen der PC-Unterstützung problemlos angewendet werden.

Das Verständnis der Ergebnisse von Sportanalysen im engeren Sinne ist dagegen einfach oder leicht zu erlernen. Dazu ist es zweckmäßig oder gar notwendig, eine spezielle Fachsprache zu entwickeln mit sorgfältig definierten Begriffen nebst Erläuterungen und deren gegenseitige Abgrenzung. Die vorliegende Schrift enthält Vorschläge für eine derartige Nomenklatur. Viele der darin enthaltenen Begriffe und Unterbegriffe sind das Ergebnis mehrerer Sportanalysen im engeren Sinne, für die im Anhang die drei erwähnten Beispiele gegeben sind.

Allein die in dieser Nomenklatur enthaltenen Begriffe und deren Erläuterungen könnten für viele Sportler und Sportbeteiligte hilfreich sein für das Verständnis der komplizierten Zusammenhänge beim Zustandekommen der Sportergebnisse auch dann, wenn sie es vorziehen, auf die Durchführung von Sportanalysen im engeren Sinne wegen der dafür notwendigen statistischen Berechnungen zu verzichten.

Die vorliegende Schrift enthält im Untertitel bewusst die Bezeichnung „Entwurf“ in der Hoffnung, dass sich einige Leser finden werden, die daran interessiert sind, zu einer Verbesserung oder Ergänzung der von mir vorgeschlagenen Begriffe beizutragen.

Ich bin mir bewusst, dass dieser Entwurf Unzulänglichkeiten enthalten muss, da ich alle Definitionen ohne jede Hilfe im Alleingang erarbeitet habe.

Melsungen, im Oktober 2010

Günter Kirschling

Inhaltsverzeichnis

Verwendete Formelzeichen	VIII
Verwendete Abkürzungen	IIX
Kurzfassung.....	X
Abstract	XI
Vorbemerkungen	1
Begriffe und Begriffserläuterungen zur Sportanalyse	4
1. Sport	4
1.1 Breitensport	4
1.2 Leistungssport	4
1.2.1 Leistung	4
1.2.2 Leistungsbeurteilung	5
1.2.3 Leistungsniveau.....	5
1.2.4 Leistungsgefälle.....	8
1.2.5 Leistungsdichte.....	8
1.2.6 Leistungsklasse	8
1.2.7 Leistungskausalität	9
1.2.8 Zufallskausalität	9
1.2.9 Leistungsgleichheit	10
1.2.10 Leistungsüberschneidung.....	10
1.2.11 Tagesform	11
1.3 Sportarten.....	11
1.4 Sportberichterstattung	12
1.5 Sportstatistik.....	13
2. Fehler	14
2.1 Definitionen.....	14
2.2 Fehlerformen	16
2.3 Fehlerursachen.....	16
2.4 Fehler und Verschulden im Sport	19
2.5 Fehlerfolgen.....	19
2.6 Fehlerkorrektur	19

2.7 Fehlerkompensation	20
3. Zufall	20
3.1 Definitionen für den Zufall	20
3.2 Unterteilung des Zufalls	22
3.3 Wirkungen des Zufalls	22
3.4 Neutralität des Zufalls	26
3.5 Komplement zum Zufall	27
3.6 Zufall und Fehler	28
3.7 Synonyme des Zufalls.....	28
3.7.1 Bekannte Synonyme des Zufalls	28
3.7.2 Anonyme Synonyme des Zufalls	28
3.8 Zufall und Leistung.....	29
3.8.1 Addition von Zufall und Leistung	29
3.8.2 Trennung von Zufall und Leistung	30
3.9 Zufall und Spannung.....	33
3.10 Zufall und Angst	33
3.11 Zufall als Größe	35
4. Einflussgrößen.....	35
4.1 Definition	35
4.2 Vergleichende Bewertung der Einflussgrößen.....	40
5. Sportanalyse.....	41
5.1 Definitionen.....	41
5.2 Grenzen der Sportanalyse	42
6. Alltag	42
7. Zwölf statistische Grundbegriffe bezogen auf den Sport	44
7.1 Merkmal	44
7.2 Grundgesamtheit	44
7.3 Stichprobe.....	45
7.4 Klasse	45

7.5 Häufigkeit.....	47
7.6 Wahrscheinlichkeit.....	47
7.7 Verteilung	47
7.8 Parameter.....	48
7.9 Kennwerte	48
7.10 Schätzwerte.....	49
7.11 Zufallsstrebereich	49
7.12 Aussagewahrscheinlichkeit.....	49
Literatur	51
Anhang	55
Vorbemerkungen zum Anhang	55
Anhang-Beispiel A 1	55
Anhang-Beispiel A 2	62
Anhang-Beispiel A 3	73

Verwendete Formelzeichen

ANZ	Anzahl der Treffer in die „10“ beim Schießen
c	Federsteifigkeit
D	Differenz
g	Fallbeschleunigung
h	Höhe
m	Masse
m	Längeneinheit Meter
n	Anzahl
n	Stichprobenumfang
R	Spannweite
R	Ringzahl
s	Federweg
s	Standardabweichung einer Stichprobe
S	Ringzahlsumme
v	Geschwindigkeit
w	Einzelwahrscheinlichkeit
W	Summenwahrscheinlichkeit
x	Fehlerzahl
x	Einzelwert
x	Merkmal
\bar{x}	arithmetische Mittelwert
σ	Standardabweichung
μ	Mittelwert
g(x)	Einzelwahrscheinlichkeit für Ergebniszahl x

Verwendete Abkürzungen

ATP	Vereinigung der professionellen männlichen Tennisspieler (Association of Tennis Professionals)
DIN	Deutsches Institut für Normung
EM	Europameisterschaft
LG	Luftgewehr
LP	Luftpistole
NV	Normalverteilung
OC	Operationscharakteristik (operation characteristic curve)
PC	Rechner (Personalcomputer)
PV	Poisson-Verteilung
TV	Fernsehen (Television)
WM	Weltmeisterschaft
WTA	Vereinigung der professionellen Tennisspielerinnen (Women's Tennis Association)

Kurzfassung

Werden Sportergebnisse statistisch ausgewertet, dann ist es für einige Sportarten möglich, die Komponenten Zufall und Leistung voneinander zu trennen. Für diese Untersuchungsmethode ergibt sich zwangsläufig die Bezeichnung „Sportanalyse“¹.

Sportanalyse im engeren Sinne ist die Auswertung oder die Simulation von Sportergebnissen mit Hilfe der statistischen Methoden. Deren Kenntnis ist jedoch nicht erforderlich für das Verständnis der Ergebnisse der Sportanalysen, sofern dafür eine spezielle Fachsprache mit sorgfältig definierten Begriffen entwickelt wird. Mit der vorliegenden Schrift wird eine derartige Nomenklatur vorgeschlagen.

Die wichtigsten Begriffe sind der Fehler und der Zufall.

- o Fehler sind Regelverstöße oder es sind regelkonforme Abweichungen vom Handlungsoptimum, mit leichten bis schwersten Nachteilen als Folge.

In den meisten Sportarten ergeben sich Fehler zufallsbedingt und somit ohne Absicht oder Verschulden.

- o Zufälle sorgen im Sport für Gesetz und Ordnung sowie für Spannung.

Ihr Wirken ist neutral, ausgleichend und gerecht.

Allein die in dieser Nomenklatur enthaltenen Begriffe könnten für viele Sportler und Sportbeteiligte hilfreich sein für das Verständnis der komplizierten Zusammenhänge beim Zustandekommen der Sportresultate.

¹ Anmerkung des Herausgebers: G. Kirschling verwendet den Begriff der „Sportanalyse“ in dieser Arbeit durchgängig im Sinne einer statistischen Sportanalyse

Abstract

If sport results will be analyzed, then it is possible for several sports, to separate the components contingency and performance. For this analytical method it makes sense to name it "Sport Analysis".

Sport Analysis is figuratively analyzing and simulation of sport results with statistical methods. It is not necessary to know the statistical methods to understand the results of sport analysis, if a special technical language with technical terms would be defined. These present work suggest such nomenclature.

The most important terms are performance and contingency.

- o Errors are breaks of rules, or compliant deviations from the optimum of activity, with small until big disadvantages as a result.

The most sport errors happen with contingency, therefore without aims or faults.

- o Contingency cause law and order in sports as well as excitement. The effect is neutral, compensating and fair.

Only the terms of this nomenclature could be helpful for numerous sport athletes and sport participants to understand the complex relationships of sport results.

Vorbemerkungen

Folgende Aspekte bei der Bewertung von Wettkampfergebnissen im Sport begründen die Notwendigkeit systematischer Sportanalysen:

- o die Leistung,
- o die Ungewissheit und
- o die Transzendenz.

Im Einzelnen:

o die Leistung:

Leistungsfähigkeit und Leistung werden in der sportwissenschaftlichen Literatur im Rahmen der Trainingswissenschaften definiert und erläutert, beispielsweise in /2/.

Auch in den nachfolgenden Begriffserläuterungen zur Sportanalyse werden die Leistung und mehrere davon abgeleitete Begriffe erklärt. Der wichtigste Begriff zum Verständnis der gemeinsamen Umgangssprache von Sportlern, Betreuern und Sportjournalisten ist die „Leistungskausalität“. Danach entstehen Wettkampfergebnisse ausschließlich oder überwiegend leistungsbedingt. Diese Auffassung ist dadurch begründet, dass das ständige Training der Leistungssteigerung dient und dass letztendlich jeder Wettkampf ein Leistungsvergleich ist.

Im Falle des Erfolges spielt allenfalls das „Glück“ als eine positive Fügung des Schicksals eine ergänzende Rolle. Nicht selten wird die Auffassung vertreten, dass man sich dieses „Glück“ auch erarbeiten kann, sozusagen als Höchstform der Leistung.

Falls jedoch der Erfolg ausbleibt, hat das „Glück gefehlt“.

o die Ungewissheit:

Sportergebnisse sind nicht selten unerklärlich, was nach /2/ durch Begriffe wie Inkonstanz oder Unsicherheit oder Inkonsistenz = Widersprüchlichkeit oder Unlogik beschrieben werden.

Häufig wird die Ungewissheit auch dadurch umschrieben, dass erfahrungsgemäß Sportergebnisse oft unabhängig sind von vorangegangenen Ergebnissen.

In /3/ wird die Ungewissheit auch als „fehlende Transitivität“ beschrieben. Transitivität liegt vor, wenn $A < B < C$ ist und daher auch $A < C$ sein muss. Transitivität fehlt, wenn $A < B < C$ ist und dennoch $A > C$ zu beobachten ist.

Ein verbales Beispiel für fehlende Transitivität: Wenn bei einem Tennisturnier der Spieler Anton gegen Benno verliert und Benno unterliegt Carsten, dann ist es dennoch möglich und in der Realität häufig zu beobachten, dass bei dem unmittelbar nachfolgenden Turnier Anton den Spieler Carsten schlägt. Dies gilt auch dann, wenn unterstellt werden kann, dass ihre Leistungsniveaus konstant geblieben sind.

o die Transzendenz:

Die unter dem Aspekt „Ungewissheit“ geschilderten Undurchsichtigkeiten und Widersprüchlichkeiten sind bei den Ergebnissen in allen Sportarten häufig unverkennbar.

In der sportlichen Praxis sowie auch in der Sportberichterstattung führt dies i. d. R. zu einer Überbewertung der Leistung. Sportler oder Mannschaften können nur wegen ihrer besseren Leistung erfolgreicher gewesen sein.

Und falls diese Begründung in Einzelfällen nicht hinreichend überzeugend ist, dann werden „transzendente“ Gesichtspunkte ins Feld geführt. Dazu gehören beispielsweise der „unerschütterliche Siegeswille“, die „bessere Intuition“, die „klügere Taktik“ oder die „reifere Erfahrung“ der Sieger. Nicht selten ist ein Sportler „über sich hinausgewachsen“, wenn er einen Wettkampf wider Erwarten gewonnen hat.

Die angeführten Beispiele für „transzendente“ Gesichtspunkte mögen in Einzelfällen sogar zutreffen, können aber nicht für die „Ungewissheiten“ oder „Rätselhaftigkeiten“ bei allen Sportergebnissen herhalten.

Eine der Zielsetzungen der Sportanalyse sollte darin bestehen, diese unerklärlichen „Rätselhaftigkeiten“ zu lösen und die daraus oft abgeleiteten „Mystifikationen“ zu widerlegen.

Die „transzendenten“ Aspekte spielen auch sonst im Sport eine Rolle, nicht nur bei der Bewertung der Sportergebnisse. Beispiele für den Stellenwert des Übersinnlichen wie des Glaubens oder auch des Aberglaubens: Viele Elfmeterschützen bekreuzigen sich, bevor sie den Fußball treten und Tenniscracks lassen sich für ihren nächsten Aufschlag oft den Ball geben, mit dem sie zuvor gepunktet haben.

Ergänzung: Ein reales Beispiel für die Aspekte „Leistung, Ungewissheit und Transzendenz“: Bei der Fußball-WM 2010 in Südafrika antwortete ein TV-Experte vor dem Achtelfinalspiel zwischen den leistungsgleich eingestuften Mannschaften aus Spanien und Portugal auf die Frage nach dem Ausgang des Spiels: „Dies ist ungewiss und nicht prognostizierbar und hängt ab vom Glück und vor allem davon, welche der beiden Mannschaften den größeren Siegeswillen hat“. Anmerkung: Mit „Glück“ meinte der Experte ganz sicher nicht den „begünstigenden Zufall“.

Begriffe und Begriffserläuterungen zur Sportanalyse

1. Sport

Sport (lat.: „disportare“ = „sich zerstreuen“): Sammelbezeichnung für die an spielerischer Selbstentfaltung und am Leistungsstreben orientierten Formen menschlicher Betätigung, die der körperlichen und der geistigen Beweglichkeit dienen /4/.

1.1 Breitensport

Breitensport, auch Freizeitsport oder Gesundheitssport zur Steigerung der Beweglichkeit und des Wohlbefindens.

1.2 Leistungssport

Leistungssport oder Spitzensport ist Sport, der in regelmäßig durchgeführten Wettkämpfen ausgetragen wird mit dem Streben nach Erfolg und Anerkennung.

Der Leistungssport wird unterteilt in Amateursport mit vielen Leistungsklassen und in Berufssport, der sich auf die jeweils höchsten Leistungsklassen oder Kader oder Ligen und auf die internationalen Sportbegegnungen erstreckt.

1.2.1 Leistung

Sportliche Leistung ist die Summe aus Kraft, Ausdauer, Schnelligkeit, Reaktionsvermögen sowie ggf. Sprung- und Schwungkraft. Je nach Sportart sind oft spezielle Fähigkeiten bedeutsam wie Ballgefühl, Balancefähigkeit, Ausstrahlung oder Musikalität. Auch die psychische Stärke ist oft entscheidend, um Erfolge und vor allem auch Misserfolge verarbeiten zu können.

Anmerkung 1: Die individuelle, körperliche Veranlagung ist maßgebend für die gewählte Sportart. Ein typischer Jockey könnte in einer Basketballmannschaft nichts ausrichten und ein typischer Basketballspieler wäre im Sattel eines Rennpferdes eine Fehlbesetzung.

Anmerkung 2: Bekanntermaßen ist die wichtigste Methode zur Leistungssteigerung im Sport das Training. Leistungssportler wenden 90% ihrer Zeit auf, um zu trainieren, und die Wintersportler sind bis zu 6 Monate im Sommertraining auf Achse. Je höher die Leistung desto größer sind die Erfolgsaussichten im Wettkampf, zumal mit höherer Leistung die Leistungsdichte kleiner wird und das Leistungsgefälle größer. Die extrem hohe Bewertung der Leistung darf jedoch nicht Anlass dafür sein, die

Bedeutung der übrigen Einflussgrößen auf den Erfolg falsch einzuschätzen.

1.2.2 Leistungsbeurteilung

Gemessen an der Vielzahl der Sportarten und Sportdisziplinen ist die Zahl der Möglichkeiten zur Leistungsbeurteilung gering. Diese erfolgt ausnahmslos durch

- o Messen (Zeit, Länge und Masse)
- o optisch (Ball im Feld, Tor oder Loch, Pfeil oder Kugel im Ziel)
- o Noten (Wertung, Haltung oder Eindruck)
- o Zahl der Tore oder Punkte
- o Ranglistenplatz

1.2.3 Leistungsniveau

Die Höhe der sportlichen Leistung entspricht in einigen Sportarten der Anzahl der Fehler. Hohe Leistung bedeutet geringe Fehlerzahl und geringe Leistung bedeutet hohe Fehlerzahl. Dann und in vielen anderen Sportarten ergibt sich das Leistungsniveau durch Vergleich mit der erbrachten Leistung der konkurrierenden Sportler oder Mannschaften.

Anmerkung 1: Zu den aktuellsten Ranglisten zur Charakterisierung des Leistungsniveaus gehören die offiziellen Tennis-Weltranglisten der WTA und der ATP. Diese Listen werden regelmäßig korrigiert, indem die neuesten Cup-Punkte kumuliert und die vor mehr als 52 Wochen erzielten Punkte subtrahiert werden. Als Beispiel dafür enthält das Bild 1 die grafische Darstellung der Tennis-Weltranglisten.

Anmerkung 2: Für die sogenannten Saison-Sportarten werden üblicherweise Ranglisten geführt, die vom Saison-Start bis zum Saison-Ende aktualisiert werden. Als Beispiel dafür enthält das Bild 2 die grafische Darstellung für den Biathlon-Gesamtweltcup der Damen und der Herren am Ende der Saison 2007/2008.

Anmerkung 3: An den Darstellungen in den Bildern 1 und 2 fällt auf, dass Die Kurvenverläufe für die Damen und für die Herren nahezu deckungsgleich verlaufen. Alle vier dargestellten Leistungsverläufe – Punkte in Abhängigkeit vom Ranglistenplatz – haben die Form einer Exponential-Funktion, die zunächst steil abfällt und danach zunehmend flacher verläuft.

Anmerkung 4: Für die Mannschaftssportarten werden die bekannten Liga-Tabellen geführt.

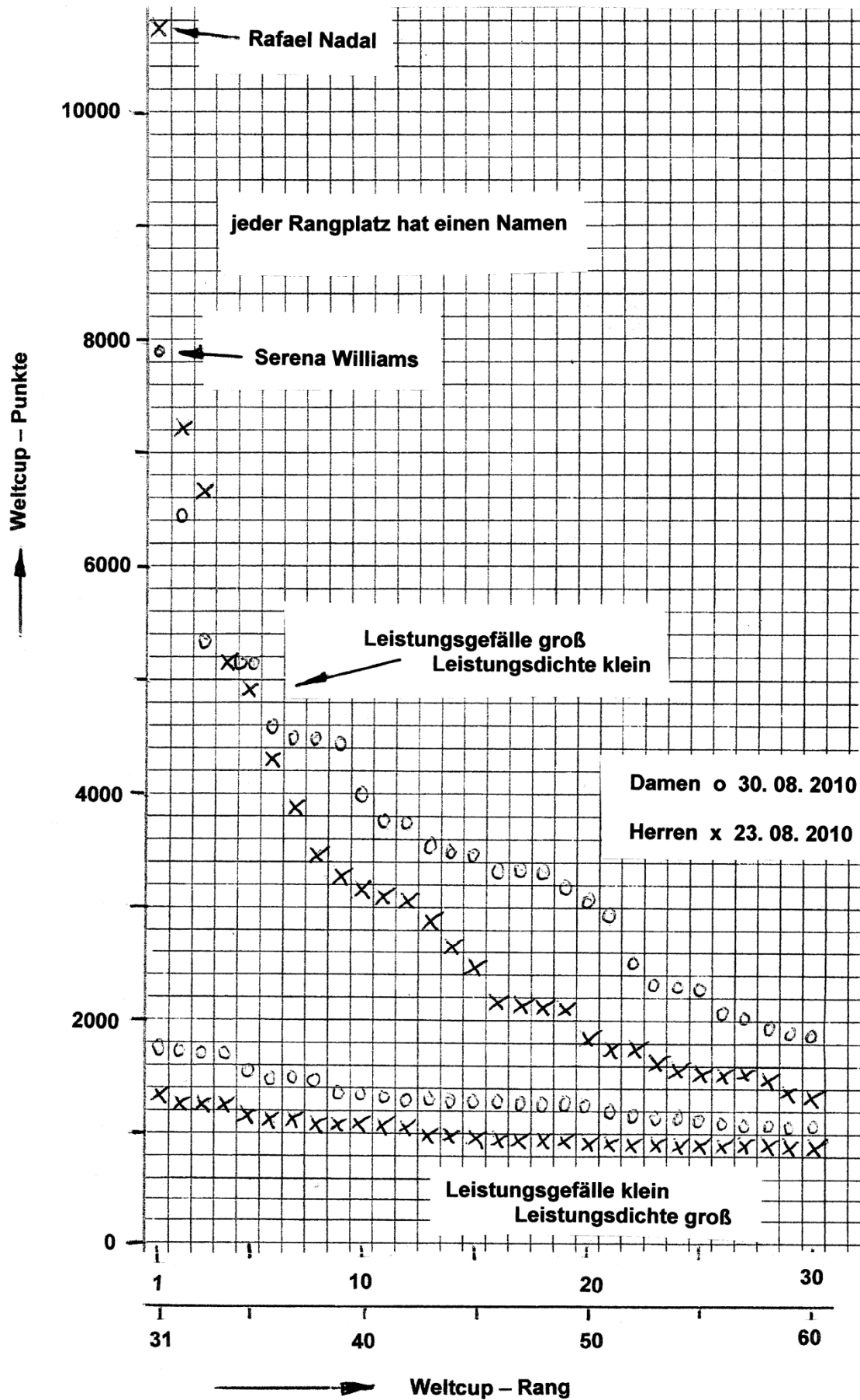


Bild 1: Tennis-Gesamtweltcup 2010 (n. Wikipedia)

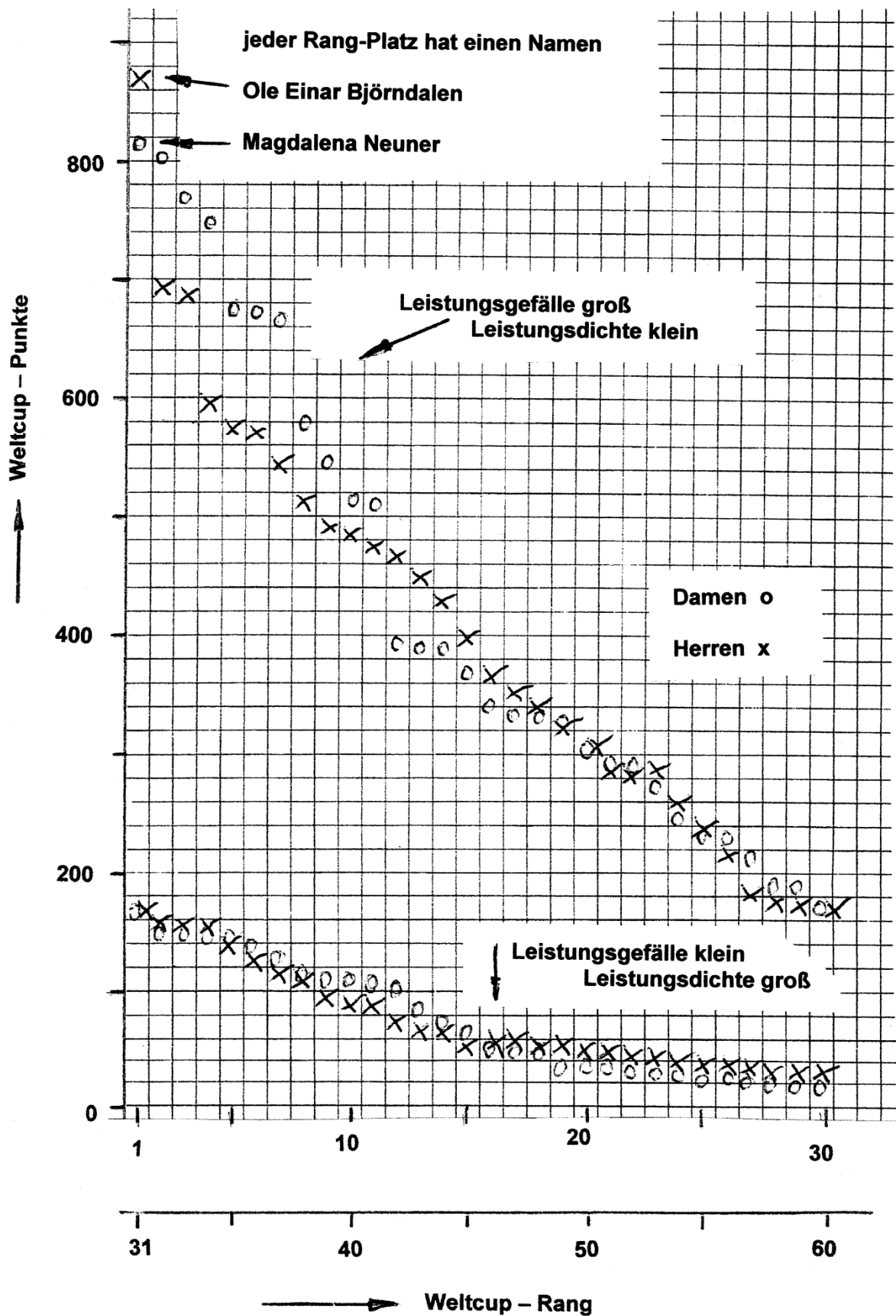


Bild 2: Biathlon-Gesamt-Weltcup 2007 / 2008

1.2.4 Leistungsgefälle

Dies ist die Steilheit der grafisch dargestellten Verläufe für die Weltcup-Punkte in Abhängigkeit vom Ranglistenplatz. Typisch ist, dass das Leistungsgefälle an der Weltspitze groß ist und zu den tieferen Ranglistenplätzen kleiner wird.

1.2.5 Leistungsdichte

Dies ist die Anzahl der Sportler je gleichgroße Erfolgsdifferenz. Die Leistungsdichte ist an der Weltspitze klein und wird dann zunehmend größer.

Anmerkung 1: Die Leistungsdichte hängt auch ab von der Gesamtzahl der bei einer Sportart aktiven Sportler. Je höher die Gesamtzahl der Sportler desto größer ist die Leistungsdichte, unabhängig vom Leistungsniveau, und desto geringer ist das Leistungsgefälle.

Anmerkung 2: Die Begriffe Leistungsdichte und Leistungsgefälle verhalten sich gegenläufig, Bilder 1 und 2.

1.2.6 Leistungsklasse

Seit der Entwicklung des Sports der Neuzeit, beginnend mit der Turnbewegung Mitte des 19. Jahrhunderts und weiter mit der Einführung der globalen Olympischen Spiele 1896, werden die Sportler in allen Sportarten in Klassen unterteilt. Diese Unterteilung erfolgt nach

- o Geschlecht, nach
- o Alter, u.U. nach
- o Gewicht, und innerhalb der bisher genannten Klassen nach
- o Leistungsniveau.

Sinn und Zweck der Klassen oder Ligen ist es, den Sportlern oder den Mannschaften ein Höchstmaß an Chancengleichheit zu vermitteln.

Anmerkung 1: Diesem Zweck dient auch der regelmäßige, meist jährliche Austausch der Sportler oder Mannschaften in die nächst höhere oder in die nächst niedrigere Leistungsklasse.

Anmerkung 2: Der unter Anmerkung 1 beschriebene Austausch funktioniert nur bis zur höchsten, in der Regel vom Profisport beherrschten Klasse oder Liga. Dort können dann herausragende Sportler oder Mannschaften die übrigen oft über lange Zeiten dominieren.

1.2.7 Leistungskausalität

Die von Sportlern oder Sportbeteiligten häufig vertretene Meinung, wonach alle Wettkampfergebnisse ausschließlich leistungsbedingt sind. Weitere mögliche Einflussgrößen sind nicht bekannt oder werden für bedeutungslos erachtet. Daher sind Schwankungen bei den Wettkampfergebnissen eines Sportlers nur durch Leistungsschwankungen erklärbar.

Anmerkung: Realität ist, dass es in allen Sportarten häufig Sportler gibt, die über einen längeren Zeitraum von mehreren Monaten oder auch über eine ganze Saison ihr Leistungsniveau konstant halten können, sofern sie gesund und unverletzt bleiben. Dies ist allerdings genauso schwer nachzuweisen wie die systematischen, überzufälligen Leistungsschwankungen und deren Ausmaß bei Sportlern, deren Leistungsniveau aus welchen Gründen auch immer nicht konstant ist.

1.2.8 Zufallskausalität

Wenn die hypothetische Annahme getroffen wird, dass das Leistungsniveau eines Sportlers konstant bleibt, dann lassen sich für viele Sportarten die diesem Leistungsniveau zugeordneten, zufallsbedingten Schwankungen und deren Ausmaß berechnen.

Beispiel 1: Die Treffsicherheit eines Scheibenschützen liege konstant bei der Ringzahlsumme $S = 360$. Dann schwanken die Ringzahlsummen je 40 Schuss oder je Wettkampf rein zufallsbedingt zwischen $S = 348$ und $S = 372$ von Wettkampf zu Wettkampf mit normaler, d.h. mit symmetrischer, glockenförmiger Verteilungsform bei einer Aussagewahrscheinlichkeit von 95%, Anlage-Beispiel A 2.

Beispiel 2: Wenn zwei Scheibenschützen mit der konstant angenommenen Ringzahlsumme $S = 360$ bei einer Meisterschaft nebeneinander antreten, dann sind sie leistungsgleich und somit chancengleich und das Verhältnis ihrer Siegwahrscheinlichkeiten liegt bei 50 : 50. Das bedeutet nicht, dass sie in den Ergebnislisten oft unmittelbar nacheinander geführt werden. Aber in der Hälfte aller Listen steht der eine vor dem anderen oder umgekehrt der andere vor dem einen.

Beispiel 3: Falls ein anderer Schütze mit der höheren, ebenfalls konstanten Treffsicherheit vom im Mittel $S = 370$ schießen kann, dann schwanken dessen Ringzahlsummen je 40 Schuss zufallsbedingt zwischen $S = 360$ und $S = 380$ bei einer Aussagewahrscheinlichkeit von 95%, Anlage-Beispiel A 2.

Beispiel 4: Falls die beiden Schützen A und B mit den konstanten Ringzahlsummen von $S = 370$ und $S = 360$ bei einer Meisterschaft aufeinandertreffen, dann liegt eine „Leistungsüberschneidung“ vor und die Wahrscheinlichkeit dafür, dass A vor B platziert ist, beträgt $W = 88,3\%$. Dabei ist die Differenz nach mittlerer Ringzahl nur $370/40 - 360/40 = 9,25 - 9,00 = 0,25$ Ringe. Die Tatsache, dass trotz der geringen Differenz das Verhältnis der Siegwahrscheinlichkeiten bei $90 : 10$ liegt, basiert darauf, dass die Wettkämpfe mit jeweils 40 Schuss ausgetragen werden. Würde die Entscheidung mit nur 10 Schuss gesucht werden, betrüge das Verhältnis der Siegwahrscheinlichkeiten ca. $70 : 30$. Die Trennung von guten und weniger guten Schützen wäre dann weniger wirksam.

Anmerkung 1: Für den Fall, dass bei einer Meisterschaft die Leistungsdichte hoch ist, indem beispielsweise für 20 Schützen eine mittlere Treffsicherheit von ca. $S = 365$ unterstellt werden kann, dann hat jeder von ihnen die Chance, Schützenmeister zu werden. Und derjenige, der Schützenmeister wird, hat „verdient“ gewonnen, weil er wie seine Konkurrenten eine hohe Treffsicherheit und zugleich das „Glück“ des Tüchtigen hat.

Anmerkung 2: In Einzelfällen ist jede Aussage darüber, zu welchen Anteilen die Platzierung eines Sportlers leistungsbedingt oder zufallsbedingt ist, unmöglich. Eine gute Platzierung eines Sportlers ist jedoch umso mehr leistungsbedingt, je häufiger er diese Platzierung wiederholen kann.

1.2.9 Leistungsgleichheit

Gleichwertigkeit oder gleich hohes Leistungsniveau zweier Sportler oder zweier Mannschaften und somit völlige Chancengleichheit. Das Verhältnis ihrer Siegwahrscheinlichkeiten liegt bei $50 : 50$, sofern die Leistungsniveaus konstant bleiben.

Anmerkung: Leistungsgleichheit ist niemals exakt bekannt, kann aber beispielsweise unterstellt werden, wenn eineiige Zwillinge im gleichen Trainingszustand gegeneinander Tennis spielen.

1.2.10 Leistungsüberschneidung

Ungleichwertigkeit zweier Sportler oder Mannschaften, deren Leistungsniveaus dicht beieinander liegen, so dass sich die Zufallsstrebereiche für ihre zu erwartenden Ergebnisse überlappen. Das Verhältnis ihrer Siegwahrscheinlichkeiten reicht dann von $51 : 49$ bis $99 : 01$.

Anmerkung: In allen Sportarten sind Leistungsüberschneidungen der Regelfall. Nur in Ausnahmefällen, wenn die Leistungsdifferenz zwischen den konkurrierenden Sportlern sehr groß ist und somit ein „Klassenunterschied“ vorliegt, bestimmt die mittlere Leistung allein den Erfolg.

1.2.11 Tagesform

Die von Sportlern und von Sportbeteiligten häufig vertretene Meinung, wonach die Schwankungen bei den Wettkampfergebnissen von Wettkampftag zu Wettkampftag ausschließlich aus den physisch oder den psychisch bedingten, systematischen Veränderungen des Leistungsniveaus der Sportler resultieren.

Anmerkung 1: Kurzfristige und geringfügige Veränderungen des Leistungsniveaus eines Sportlers können weder bewiesen noch widerlegt werden.

Anmerkung 2: In allen Sportarten schwanken bei allen Sportlern auch bei konstantem Leistungsniveau die Leistungsergebnisse zufallsbedingt. Diese Zufallsschwankungen sind i. d. R. umso geringer, je höher das Leistungsniveau ist. Fehlerfreie Vorstellungen sind allerdings nur in einigen Sportarten wie Schießen, Turnen oder Eiskunstlauf und das auch nur in Ausnahmefällen möglich. In anderen Sportarten wie Tennis oder Golfspielen sind jedoch fehlerfreie Vorstellungen ausnahmslos undenkbar.

1.3 Sportarten

Traditionell ist eine mögliche Einteilung der Sportarten nach der Gemeinsamkeit der Teilnehmer üblich. Danach wird unterschieden nach

- o Mannschaftssportarten, bei denen Mannschaften mit mindestens zwei Spielern gegeneinander spielen, und
- o Individualsportarten, bei denen die Sportler parallel oder nacheinander jeweils einzeln um die Platzierung kämpfen oder bei denen in Zweikämpfen und i. d. R. im Ko-System der Turniersieger ermittelt wird.

Für das Verständnis der Zusammenhänge wäre es möglicherweise zweckmäßiger, die Sportarten nach Fehlerursachen einzuteilen, und zwar wie folgt:

Fehlerursache überwiegend	Mannschaftssport	Individualsport
Vorsätzlichkeit 1)	Fußball, Handball, Hockey, Wasserball	Boxen, Ringen, Judo
Zufälligkeit	Volleyball, Beachvolley, Badminton	Tennis, Golfspielen, Wintersport, Leichtathletik, Reiten, Schwimmen, Fechten, Wassersport

Fußnote 1): In den Sportarten, bei denen häufige bis permanente Körperkontakte durch die Spielregeln vorgegeben sind und somit die Fehler überwiegend vorsätzlich gemacht werden, ist bei allen Beteiligten die Emotionalität und teilweise auch die Aggressivität besonders ausgeprägt. Dies überträgt sich auch auf die Fans.

1.4 Sportberichterstattung

Sportberichte nehmen in der Presse (Zeitungen) und im Rundfunk (Radio und TV) einen breiten Raum ein mit dem Ziel, Informationen und deren Kommentierung auf möglichst unterhaltsame Weise zu vermitteln.

Anmerkung 1: Die TV-Sportberichte erstrecken sich vornehmlich auf den Spitzensport, auch auf den speziellen Sportkanälen.

Anmerkung 2: Da im Fernsehen die Informationen hauptsächlich durch die Bilder vermittelt werden, pflegen die TV-Kommentatoren bevorzugt die kommentierende und die unterhaltsame bis dramatisierende Komponente der Berichterstattung.

Anmerkung 3: Viele Sportjournalisten glauben an einen permanenten Kausalzusammenhang zwischen Leistung und Erfolg. Deswegen orientieren sie ihre Beurteilung der Spielleistung der Sportler vornehmlich am jeweiligen Spielstand.

Beispiel zu Anmerkung 3: Wenn im ersten Satz eines Tennis-Matches Spieler A mit 5 : 2 führt, dann ist das auf seine bessere „Einstellung“ zurückzuführen. Wenn dann der Spieler B sein Aufschlagspiel gewinnt,

danach das Rebreak schafft und anschließend sein nächstes Aufschlagspiel zum 5 : 5 gewinnt, dann hat B „sein Spiel“ gefunden, während A deutlich nachgelassen hat und bei weitem nicht mehr so dominant ist wie zu Beginn des Satzes. Dabei ist bei gleich starken Spielern ein häufiger Führungswechsel so normal, wie wenn das Tennis-Match mit einem Zufallszahlengenerator simuliert werden würde, Ziffer gerade, Punkt für A, und Ziffer ungerade, Punkt für B.

Anmerkung 4: Im Fußball kommt es häufig vor, dass eine Mannschaft viele Torchancen hat, ohne ein Tor zu erzielen.

Beispiel 1 zu Anmerkung 4: Wenn in einem Fußballspiel die Mannschaft A acht Torchancen „auslässt“ und die Mannschaft B kurz vor dem Ende der zweiten Halbzeit ihr einzige Torchance zum 1 : 0 Endstand für sich entscheidet, dann hat die Mannschaft B „verdient“ gewonnen, da sie so clever war, ihre einzige Torchance zu nutzen, während die Mannschaft A ihre Chancen „verspielt“ oder „vergeben“ hat.

Beispiel 2 zu Anmerkung 4: Vier Personen beginnen eine Partie „Mensch ärgere dich nicht“. Jeder Spieler darf einen ersten Stein in den Umlauf bringen, nachdem er eine „6“ gewürfelt hat. Falls ein Spieler nach der achten Würfelrunde und somit nach seinem achten Würfelversuch noch keine „6“ gewürfelt hat, kommt niemand auf die Idee, dass der Spieler seine Chancen nicht genutzt habe.

Anmerkung 5: Die oft einseitige Fixierung vieler Sportjournalisten auf die Leistungskausalität ist die Erklärung dafür, dass bei der abschließenden Bewertung die

- o Sieger stets eine herausragende Leistung erbracht haben während die
- o Verlierer häufig klägliche Versager sind.

1.5 Sportstatistik

Auch im Sport werden sehr viele Ereignisse und Ergebnisse als deskriptive Statistiken erfasst und archiviert.

Beispiele: Zahl der Tore eines Spielers, Zahl der roten Karten, Zahl der Medaillen, Zahl der gewonnenen Eröffnungsspiele, ... usw..

Diese Statistiken werden bei der Sportberichterstattung wegen ihres Unterhaltungswertes oft zitiert. Für irgendwelche Schlussfolgerungen oder

Prognosen sind sie jedoch ungeeignet. Allenfalls können sie das „Hoffen und Bangen“ der Fans zusätzlich stimulieren.

2. Fehler

2.1 Definitionen

Fehler sind im Sport alle Regelverstöße, die eine Ermahnung und / oder eine Strafe zur Folge haben.

Darüber hinaus werden im Sport auch alle Fehlhandlungen als Fehler bezeichnet. Das sind regelkonforme Abweichungen oder nicht optimal ausgeführte Handlungen oder Handhabungen, die straffrei sind aber leichte bis schwerste Nachteile zur Folge haben können. Beispielsweise sind Fehlpässe oder Eigentore derartige Fehler.

Anmerkung 1: Die beiden vorstehenden Fehlerdefinitionen sind deswegen widersprüchlich, weil sich alle Sportarten über die Jahre oder Jahrzehnte oder über Jahrhunderte eigenständig und weitgehend voneinander unabhängig entwickelt haben. Dabei wurden im Laufe der Zeit für jede Sportart spezielle Regelwerke festgeschrieben, die fortlaufend aktualisiert wurden und werden.

Anmerkung 2: Beispielhaft sind die drei seit dem Mittelalter ältesten der heute bedeutenden Sportarten (Schießen, Golfspielen und Tennis), die folgende, gravierende Unterschiede aufweisen:

- o Schießen: Regelverstöße kommen praktisch nicht vor. Alle Fehlschüsse sind regelkonform und straffrei, verringern aber das Wettkampfergebnis, die Gesamttritzahl.
- o Golfen: Die Liste der möglichen Regelverstöße ist unendlich lang und bezieht sich vor allem auf eine Vielzahl von Formalien beispielsweise zur Ermittlung des Punktes zum Droppen des Balls für den nächsten Schlag. Die Missachtung dieser Regeln führt zu Strafschlägen.

Alle Fehlschläge oder Mehrschläge sind jedoch regelkonform, verschlechtern aber das Ergebnis einer Spielrunde, die Zahl der Schläge insgesamt oder die Zahl der Schläge über Par.

- o Tennis: Jeder Fehlschlag – Ball im Netz oder im Aus – sowie jedes Nichterreichen eines Balles ist ein Regelverstoß, für den der

Gegner punktet.

Jeder zu weich gespielte Aufschlag oder Return oder jeder zu lang geratene Stoppball (drop shot) ist regelkonform und somit straffrei, allerdings kommt in diesen Fällen der Ball häufig als Granate zurück.

Hinweis 1 zu Anmerkung 2: Von Ausnahmen abgesehen sind die drei ältesten Sportarten zugleich die einzigen Sportarten, bei denen die Fehlerzahlen Bestandteil der numerischen Ergebnisse sind.

Hinweis 2 zu Anmerkung 2: Die drei ältesten Sportarten unterscheiden sich auch hinsichtlich der Wechselwirkung. Die Schützen und die Golfspieler üben ihren Sport je für sich aus; kein Schütze oder Golfspieler kann die Ergebnisse seiner Mitspieler beeinflussen. Wenn ein mittelmäßiger Schütze neben einem gleichwertigen Schützen oder neben einem Weltmeister seine Wettkampfserie schießt, dann macht das keinen Unterschied. Das Gleiche gilt für einen mittelmäßigen Golfspieler. Beim Tennis hingegen herrscht ein hohes Maß an Wechselwirkung; jeder Spieler versucht dem jeweils anderen sein Spiel aufzuzwingen. Und wenn ein mittelmäßiger Tennisspieler in seinem Klub Vereinsmeister werden kann, dann bedeutet dies nicht, dass er bei einer Landesmeisterschaft Chancen hat.

Anmerkung 3: Die für alle Sportarten zutreffende und praxisgerechte Unterscheidung

- o Fehler sind Regelverstöße und
- o Fehler können auch regelkonforme Abweichungen vom Handlungsoptimum sein

darf nicht dazu veranlassen, von „regelkonformen Fehlern“ zu sprechen. Dies wäre eine *contradictio in adiecto* wie das bekannte Schulbeispiel „schwarzer Schimmel“. Genauso falsch wäre es auch, von „regelwidrigen Fehlern“ zu sprechen. Dies wäre ein *Pleonasmus* wie „weißer Schimmel“. Auch „ursächlicher Fehler“ ist missverständlich, da es Fehler ohne Ursache nicht gibt.

Anmerkung 4: Weitere Beispiele für Fehler im Sport sind in Bild 3 auf Seite 16 zusammengestellt.

2.2 Fehlerformen

Es ist zu unterscheiden zwischen Sachfehlern und Handlungsfehlern. Die Sachfehler sind Fehler, die Sachen oder Gegenstände aufweisen können, und sind im Warenverkehr bedeutsam. Sachfehler spielen im Profisport keine Rolle, da dort die Geräte und Ausrüstungen von erfahrenen Spezialisten instandgehalten und gepflegt werden. Alle anderen Fehler im Sport sind Handlungsfehler.

Sportart	Fehler	Strafe	Nachteil
Fußball	Abseits Foul im Feld Foul im Strafraum Ball im Aus Fehlpass Eigentor	Freistoß Freistoß Elfmeter Einwurf Gegner	Gegner im Ballbesitz zu Gunsten des Gegners
Slalom alpin	Tor mit einem Ski Tor zu weit	Disqualifikation	Zeitverlust
Scheibenschießen	Fehlschuss		Gesamtpunktzahl kleiner
Biathlon	Fehlschuss Sturz beim Skaten	Strafrunde	Zeitverlust
Weitsprung	Übergetreten Absprung zu früh	Versuch ungültig	Weite verschenkt
Hürdenlauf	Fehlstart Hürde gerissen	Disqualifikation	Zeitverlust
Tennis	Ball nicht erlaufen, im Netz od. im Aus Ball zu weich	Punkt für Gegner	kommt hart zurück
Golfspiel	Verstoß gegen Formalie Ball zu kurz oder im Bunker	Strafschlag	mehr Schläge

Bild 3: Beispiele für Fehler im Sport für verschiedene Sportarten

2.3 Fehlerursachen

Im Sport können drei Fehlerursachen unterschieden werden:

- o Vorsätzlichkeit:
Vorsätzliche Regelverstöße wie Behinderungen, Trikotziehen, Festhalten, Klammern und andere Fouls sind im Mannschaftssport die Regel und in den Individualsportarten die Ausnahme. Derartige

Ausnahmen treten vor allem in den Kampfsportarten auf, bei denen regelbedingt ständige Körperkontakte vorkommen.

- o Zufälligkeit:
Wie im Alltag werden auch im Sport alle zufallsbedingten Fehler Ohne Absicht gemacht. Ausgelöst werden diese Fehler durch reine oder / und ursächliche Zufälle. Beispielsweise werden im Profitennis alle ersten Aufschläge mit high speed, spin und platziert geschlagen in der Absicht, ein Ass zu machen oder den Gegner zu Fehlern zu forcieren. Bei Topspielern liegt dabei die Fehlerquote bei 20% bis 30%. Diese Fehler sind ursächliche Fehler mit dem hohen „Risiko“ als Ursache. Die Fehler bei den zweiten, weniger harten Aufschlägen sind dann reine und zugleich seltene Zufälle, weil Topspieler nur wenige Doppelfehler je Match machen.
- o Fahrlässigkeit:
Diese Fehlerursache ist auch im Sport weder erkennbar noch nachweisbar, allenfalls zu vermuten. Da im Profisport hoch konzentriert zu Werke gegangen wird, ist anzunehmen, dass Fahrlässigkeit hier als Fehlerursache nur selten vorkommt.

Anmerkung 1: Die Beschränkung der Zufälligkeit auf reine und auf ursächliche Zufälle erfolgt deswegen, weil „reinste“ Zufälle (Ursachen nicht denkbar und Absichten ausgeschlossen) in keiner Sportart als Fehlerursache in Betracht kommen.

Anmerkung 2: Eine übersichtliche Unterteilung der Fehler im Sport enthält das Bild 4 auf Seite 18.

Anmerkung 3: Die hier für den Sport vorgenommene Unterteilung nach

- o vorsätzlich gemachten oder
- o zufallsbedingt entstandenen oder
- o fahrlässig herbeigeführten Fehlern

ist beispielsweise im Straßenverkehr ohne Bedeutung. Hier wird jeder Regelverstoß als Fahrlässigkeit geahndet.

Anmerkung 4: Auch im allgemeinen Strafrecht ist jeder Gesetzesverstoß „verschuldet“, auch dann, wenn den Beschuldigten die Gesetze nachweislich unbekannt sind.

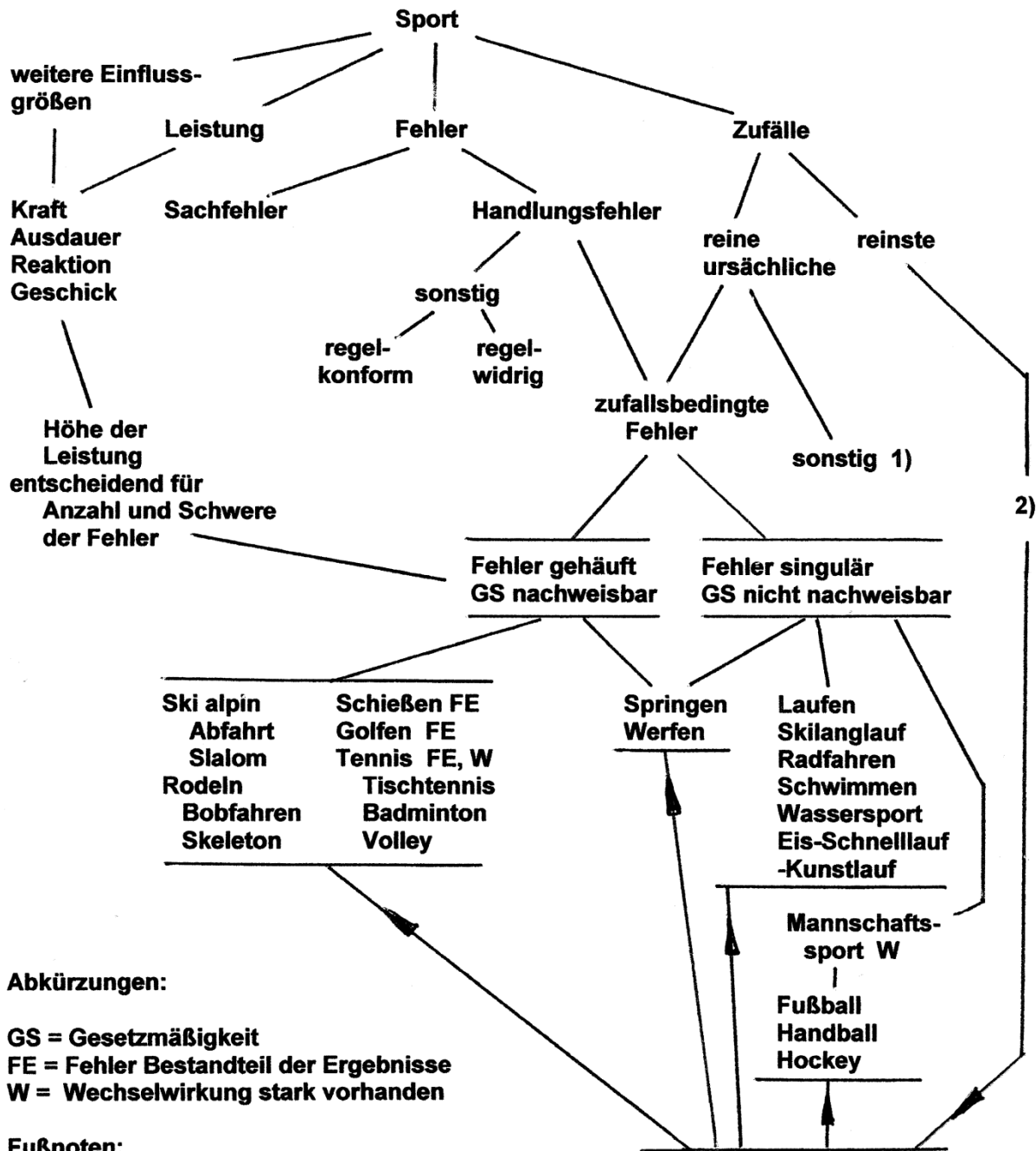


Bild 4: Unterteilung der Fehler im Sport

2.4 Fehler und Verschulden im Sport

Die vorsätzlich begangenen Fehler im Sport sind allesamt verschuldet und die fahrlässig herbeigeführten Fehler sind im Leistungssport äußerst selten.

Bleiben die zufallsbedingten Fehler, die sich im Sport ausnahmslos ohne Absicht und somit unverschuldet ergeben.

Beispiele für unverschuldete Fehler:

Jeden Sportschützen, der die „10“ verfehlt und somit einen Fehlschuss macht, trifft keine Schuld. Die mittlere Zahl der Treffer und die restliche Zahl der Fehlschüsse bestimmen das Leistungsniveau eines Sportschützen.

Auch jeder Slalomfahrer macht Fehler, die er registrieren aber nicht verhindern kann. Daher werden diese Fehler schuldlos gemacht. Allerdings: Gute Slalomfahrer machen weniger Fehler als „schlechtere“ Fahrer, die auf einem niedrigeren Leistungsniveau agieren.

Und die zufallsbedingten Fehler eines Tennisspielers (Ball im Netz oder im Aus) erfolgen nicht schuldhaft, obgleich er dafür „bestraft“ wird, indem sein Gegner punktet.

Auch im Tennis werden gelegentlich Fehler vorsätzlich gemacht. Wenn ein Toppspieler seinen Gegner sicher im „Griff“ hat, erläuft er nicht jeden Ball. Dann verschenkt er den Punkt, um Kräfte zu schonen.

2.5 Fehlerfolgen

Das sind die Auswirkungen von Fehlern im Sport.

Die Fehlerfolgen bei Regelverstößen sind die in den Regelwerken festgelegten Strafen wie beispielsweise Ermahnungen, gelbe Karten (Verwarnung), rote Karten (Platzverweis), Strafminuten, Disqualifikationen und Sperren für mehrere Spiele oder für eine bestimmte Zeit. Die Fehler, die als regelkonforme Abweichungen vom Handlungsoptimum definiert sind, haben stets leichte bis schwerste Nachteile zur Folge.

2.6 Fehlerkorrektur

Dies ist die angestrebte Minimierung der Nachteile, die sich aus den regelkonformen Abweichungen ergeben.

Anmerkung 1: Fehlerfolgen aus Regelverstößen, die Strafen, lassen sich i. d. R. nicht korrigieren; Ausnahme: Korrigierende Entscheidungen von Sportgerichten.

Anmerkung 2: Typische Fehlerkorrekturen sind im Ski-Alpin-Sport zu

beobachten. Jede Abweichung von der Ideallinie bedarf der Korrektur mit i. d. R. Speed-Verlust.

Anmerkung 3: In den meisten Sportarten sind Fehlerkorrekturen nicht möglich.

2.7 Fehlerkompensation

Ausgleich von Nachteilen durch die Erarbeitung von Vorteilen an anderer Stelle.

Anmerkung 1: Fehlerkompensationen sind vor allem in den Sportarten möglich, die in mehreren Disziplinen ausgetragen werden wie beispielsweise Biathlon, Triathlon oder Mehrkampf.

Anmerkung 2: Fehlerkompensationen sind auch möglich, wenn die sportliche Prüfung aus mehreren oder vielen Teilen besteht wie beispielsweise beim Slalom. Ein grober Fehler an einem Tor kann u. U. durch das fehlerfreie Passieren der übrigen Tore kompensiert werden.

Anmerkung 3: In den meisten Sportarten gibt es keine Fehlerkompensation. Dies gilt auch für das Tennis, mit einer wichtigen Ausnahme: Der zweite Aufschlag.

3. Zufall

3.1 Definitionen für den Zufall

Dafür gibt es zwei unterschiedliche aber sich ergänzende Definitionen:

Definition 1: Zufall, was ohne erkennbaren Grund und ohne Absicht geschieht.

Definition 2: Zufall, ein Ereignis, das eintreten kann aber nicht eintreten muss.

Anmerkung 1 zu Definition 1: „ohne erkennbaren Grund“ kann bedeuten:

- o es gibt keinen Grund, oder
- o es gibt einen Grund, der aber nicht genau bekannt ist, oder
- o es gibt einen Grund, der nicht erkennbar aber genau bekannt ist.

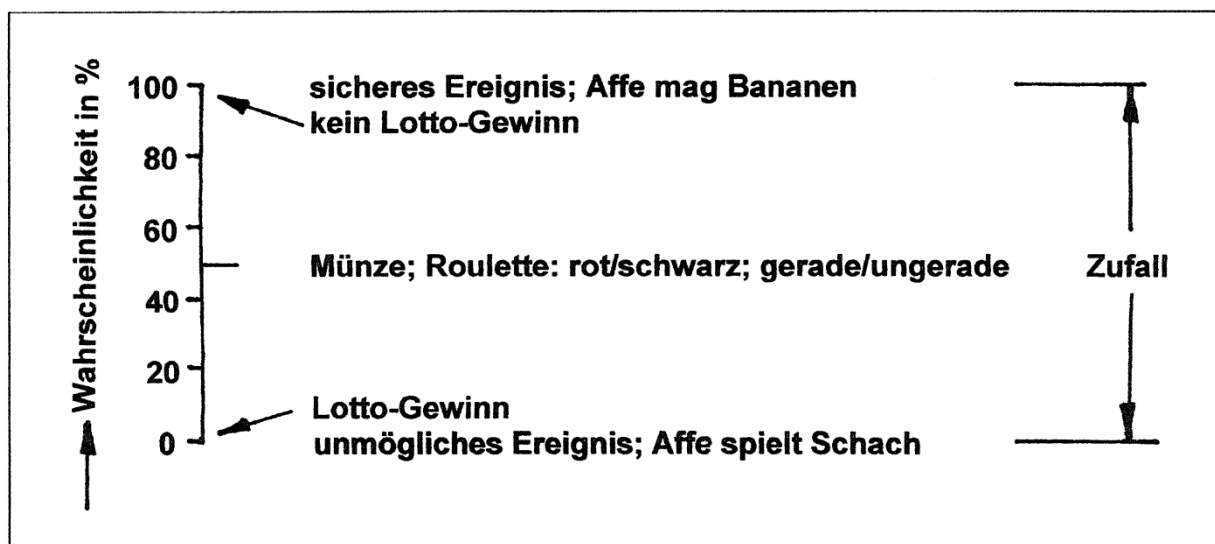
Das „ohne Absicht“ setzt voraus, dass menschliches Handeln im Spiel ist. Dann ist die Aussage, etwas ohne Absicht zu tun oder getan zu haben, nicht überprüfbar. Hinter „ohne Absicht“ kann sich auch ein „fahrlässiges Versäumnis“ verbergen, was jedoch im Leistungssport selten der Fall sein dürfte.

Anmerkung zu Definition 2: Die Darstellung dieser Definition als Wahrscheinlichkeitsskala, Bild 5, lässt erkennen, dass jedem Zufall eine bestimmte Wahrscheinlichkeit zugeordnet ist. Bei den statistischen Modellen wie Würfel, Skatblatt oder Kugelkasten sind die Wahrscheinlichkeiten bekannt. Im Sport sind die Wahrscheinlichkeiten für zufallsbedingte Ergebnisse i. d. R. unbekannt.

Die Grenzfälle des Zufalls sind das

- o unmögliche Ereignis mit der Wahrscheinlichkeit $W = 0$ und das
- o sichere Ereignis mit der Wahrscheinlichkeit $W = 1$ oder 100%

Beispiel: Wenn auf einem Tisch ein mit Wasser gefülltes Glas steht, dann ist es ein zufälliges Ereignis, wenn jemand das Glas versehentlich umstößt. Es ist ein sicheres Ereignis, dass das Wasser ausläuft. Ein unmögliches Ereignis ist es, dass das Wasser in das Glas zurückläuft, wenn jemand das Glas wieder aufgestellt hat.



Hinweis: Jedem zufälligen Ereignis ist eine bestimmte, oft Unbekannte Wahrscheinlichkeit zwischen 0 und 1 oder 100 % zugeordnet.

Bild 5: Wahrscheinlichkeitsskala für Ereignisse

3.2 Unterteilung des Zufalls

Im Sport sind drei Arten von zufälligen Ereignissen zu unterscheiden:

- o Reinster Zufall:
Zufall, für den eine Ursache nicht nur nicht erkennbar, sondern nicht einmal denkbar ist und für den gleichzeitig jegliche Absicht ausgeschlossen ist, was nur dann der Fall sein kann, wenn kein menschliches Handeln im Spiel ist.
- o Reiner Zufall:
Zufall, für den ein Grund nicht erkennbar aber erfahrungsgemäß auch nicht auszuschließen ist.
- o Ursächlicher Zufall:
Zufall, für den ein Grund deutlich erkennbar oder bekannt oder Nachweisbar ist.

Anmerkung 1: Reinste Zufälle sind beim Umgang mit statistischen Modellen wie Münzwurf oder Würfeln zu beobachten. Auch die maschinelle Ziehung der Lottozahlen ist reinster Zufall.

Anmerkung 2: Reinste Zufälle sind im Sport die Platzierungen, die Rangordnung der Sportler am Ende eines Wettkampfes bei Leistungsgleichheit oder bei Leistungsüberschneidung. Reinste Zufälle können keine Fehler zur Folge haben.

Anmerkung 3: Reine und ursächliche Zufälle sind oft nicht zu unterscheiden.

Beispiel zu Anmerkung 3: Wenn ein Scheibenschütze zielt und abdrückt, dann tut er dies in der Absicht, die „10“ zu treffen. Verfehlt er die „10“, dann ist dies ein durch die Unruhe der Waffe bedingter, ursächlicher Zufall. Die Richtung und der Betrag der Abweichung des Fehlschusses vom Zentrum der Wettkampfscheibe ist ein durch den Schützen nicht beeinflussbarer, reiner Zufall.

3.3 Wirkungen des Zufalls

Im Sport können Zufälle drei Auswirkungen zur Folge haben:

1. Chaos, kommt selten vor, oder
2. Gesetz und Ordnung, das ist der Regelfall, oder

3. Chaos sowie Gesetz und Ordnung gleichermaßen, was äußerst selten der Fall ist.

Anmerkung zu 1.: Aus der Alltagserfahrung ist bekannt, dass es für Ordnung oft nur eine oder wenige Möglichkeiten gibt, während es für Unordnung i. d. R. mehrere bis sehr viele Möglichkeiten geben kann. Bei sehr vielen Möglichkeiten für Unordnung kann jede dieser Möglichkeiten einmalig und somit nicht wiederholbar sein, was als „Chaos“ zu definieren ist.

Zu den wenigen Beispielen für Chaos im Sport gehören die Massenstürze bei Radrennen oder die Massenkarambolagen bei der DTM sowie bei der Formel 1.

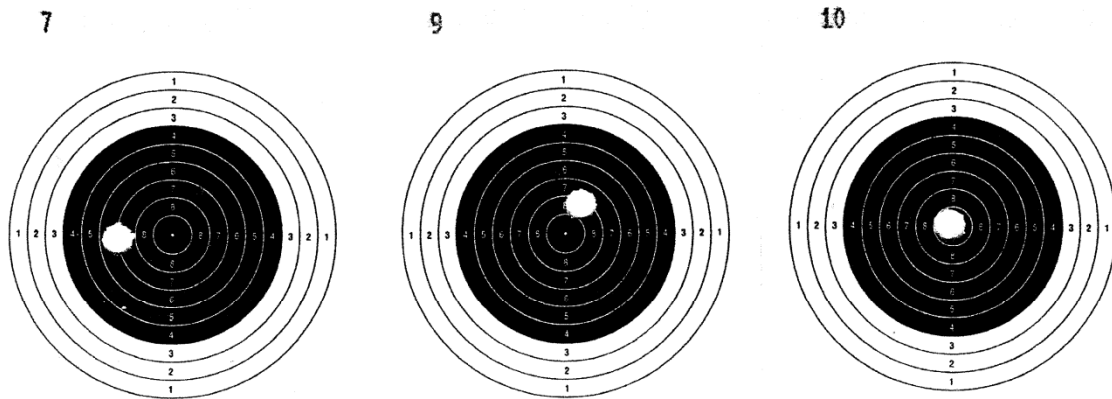
Anmerkung zu 2.: Als Musterbeispiel für Gesetz und Ordnung im Sport enthält das Bild 6 die Darstellung der empirisch ermittelten Häufigkeitsverteilungen für verschiedene Treffsicherheiten beim Sportschießen auf Scheiben. Mit abnehmender Treffsicherheit nimmt die Zahl und die Schwere der Schießfehler zu. Dies gilt auch für die exzellente Systematik bei den Veränderungen der Verteilungsform:

- o die Schiefe der Verteilungen, der Strichlisten, nimmt ab,
- o die Höhe der Verteilungen wird kleiner,
- o die Symmetrie der Verteilungen nimmt zu und
- o Breite oder Streuung werden größer.

Diese Veränderungen können durch die Schützen unabhängig von ihrem Leistungsniveau nicht beeinflusst werden. Dafür sorgt einzig und allein „Seine Exzellenz der Zufall“.

Auch zwischen der Anzahl der getroffenen „10“ und der Ringzahlsumme oder der mittleren Ringzahl besteht eine Gesetzmäßigkeit, Anhang-Bild A 2-7.

R	Strichlisten					
10	### ## ## ## IIII	## ## III	## II	IIII	III	II
9	## ## II	## ## ## III	## ## ## I	## ## I	## II	## I
8	IIII	## I	## IIII	## ## IIII	## ## II	## IIII
7		II	## I	## I	## ##	## ## I
6		I	II	III	IIII	IIII
5				I	II	III
4				I	I	III
3					I	II
2						
1						
Summe S:	380 ¹⁾	360	340	320	300	280
Mittelwert	M: 9,5	9,0	8,5	8,0	7,5	7,0



Drei Beispiele für die Schusslöcher in den Wettkampfscheiben eines LG-Schützen

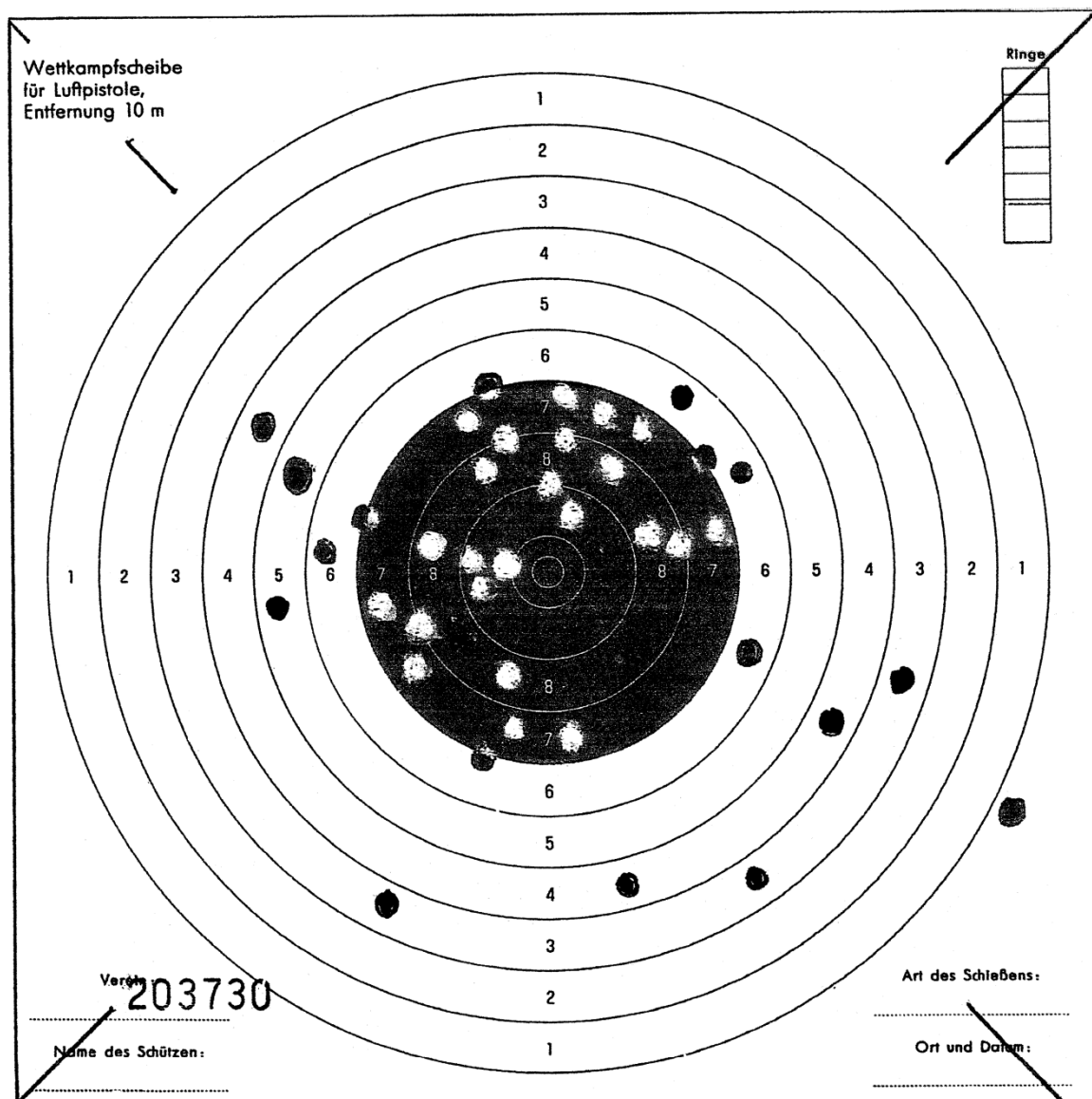
Fußnote 1): Beispiel zur Berechnung:

$$S = 10 \times 24 + 9 \times 12 + 8 \times 4 = 380$$

$$M = S / 40 = 9,5$$

Bild 6: Linearisierte Trefferbilder für verschiedene Treffsicherheiten von S = 280 bis S = 380 beim Sportschießen auf Scheiben

Anmerkung zu 3.: Als Beispiel ist in Bild 7 das Trefferbild eines Sportschützen nach 40 Schuss beim Scheibenschießen dargestellt. Das Trefferbild als Ganzes ist chaotisch; die Strichliste für die erzielten Häufigkeiten für die getroffenen Ringe, das linearisierte Trefferbild, lässt hingegen eine deutliche Tendenz zu einer (schiefen) Ereigniszahl-Verteilung erkennen. Das Bild 7 wurde erstellt, indem die 20 Wettkampfscheiben, auf die der LP-Schütze je zweimal geschossen hat, übereinander gelegt wurden.



Linearisiertes Trefferbild als Strichliste

10 /
 9 IIII
 8 ### IIII
 7 ### ### III
 6 IIII
 5 II
 4 III
 3 III
 2
 1
 0 /

Auswertung:

Anzahl n = 40 Schuss
 Ringzahlsumme S = 264
 Mittelwert M = 264/40 = 6,6

Bild 7: Wettkampfscheibe nach 40 Schuss mit einer Luftpistole aus 10 m Entfernung

3.4 Neutralität des Zufalls

Zufälle erweisen sich über einen längeren Zeitraum gegenüber allen Sportlern oder Mannschaften als hochgradig

- o neutral,
- o ausgleichend und
- o gerecht. Daher ist der Zufall auch
- o unbestechlich.

Beispiel 1: Eineiige Zwillinge im gleichen Trainingszustand spielen unter Turnierbedingungen – rein gedanklich – beliebig oft gegeneinander Tennis. Die Gesamtpunktzahl in jedem aller Matches betrage 400. Dann streut die Punktzahl für jeden zwischen 181 und 219; jeder gewinnt die Hälfte aller Matches. Dies gilt auch dann, wenn die Gesamtpunktzahl größer oder kleiner ist als 400 mit den dann größeren oder kleineren Streubereichen für die jeweils halbe Punktzahl.

Beispiel 2: Bei einem Grand Slam treten 128 Spielerinnen oder Spieler an. Rein gedanklich werden alle 128 Spieler durch Tennis- Roboter ersetzt, die exakt auf gleiche Spielstärke programmiert sind. Dann hat jeder mit der Wahrscheinlichkeit von $W = 1/128$ die gleiche Chance, das Turnier zu gewinnen.

Rein gedanklich werde das Turnier 128 000 mal wiederholt. Am Ende hat jeder Spieler ca. 1 000 Turniere gewonnen, was zwischen 939 und 1061 schwanken kann. Auch die Zahl der aus diesen Turnieren erzielten Weltcup-Punkte sind für jeden angenähert gleich groß. So ausgleichend und gerecht ist „Seine Neutralität der Zufall“. 1)

Fußnote 1): Bei der 128 000-maligen Wiederholung des Grand Slam–Turniers verliert jeder Spieler im Durchschnitt:

- 64 000 mal in der 1. Runde
- 32 000 mal in der 2. Runde
- 16 000 mal in der 3. Runde
- 8 000 mal im Achtel-Finale
- 4 000 mal im Viertel-Finale
- 2 000 mal im Halb-Finale und letztendlich
- 1 000 mal im Finale und somit

insgesamt 127 000 mal, und dementsprechend gewinnt er

ca. 1 000 mal und wird Champion.

Anmerkung: Das vorstehende, extreme Beispiel 2 zum Beweis der ausgleichenden Wirkung des Zufalls darf nicht darüber hinwegtäuschen, dass die Realität anders aussieht. Die meisten einzelnen Sportler oder die einzelnen Mannschaften treffen in der Praxis des Sports nicht so häufig aufeinander, dass die ausgleichende Wirkung des Zufalls wirksam und erkennbar wird.

Wenn jedoch viele gleichwertige Sportler oder Mannschaften oftmals gleichzeitig oder getrennt gegeneinander antreten, dann kann der Ausgleich durchaus wirksam werden. Dazu das folgende

Beispiel 3: Die Tennisspieler A, B, C und D seien absolut gleichwertig (Tennisroboter). Sie spielen in einer Saison jeweils sechsmal gegeneinander. Jeder Spieler dieser Testgruppe macht $3 \times 6 = 18$ Spiele. Folgende Ergebnisbilanzen fallen an:

$$\begin{array}{lll} A : B = 5 : 1 & B : C = 5 : 1 & C : D = 4 : 2 \\ A : C = 2 : 4 & B : D = 3 : 3 & \\ A : D = 2 : 4 & & \end{array}$$

Beurteilung: Jeder „normale“ Mensch würde die Match-Bilanzen $A : B$ und $B : C$ mit jeweils $5 : 1$ als eindeutig ungleichwertig einschätzen, während die übrigen Bilanzen mit $4 : 2$ oder $2 : 4$ und erst recht $3 : 3$ mit der Gleichwertigkeit verträglich seien. Wird jedoch eine Gesamtbilanz gezogen, dann haben alle 4 Spieler A bis D exakt 9 Matches gewonnen und 9 Matches verloren.

3.5 Komplement zum Zufall

Für jedes zufällige Ereignis gibt es ein komplementäres Ereignis. Hat das zufällige Ereignis die Wahrscheinlichkeit w , dann hat das Komplement die Wahrscheinlichkeit

$$1 - w.$$

Beispiel 1: Für eine „1“ beim Würfeln ist $w = 1/6$. Für „keine 1“ beim Würfeln ist

$$w = 6/6 - 1/6 = 5/6.$$

Beispiel 2: Der Tennisspieler Fritz hat bei seinen ersten Aufschlägen eine mittlere Fehlerquote von $w = 30\%$. Dann ist er mit seinen ersten Aufschlägen im Mittel mit

$$1 - w = 70\% \text{ erfolgreich.}$$

Beispiel 3: Profifußballspieler haben beim Elfmeterschießen eine mittlere Fehlerquote von $w = 25\%$. Damit liegt die Erfolgsquote bei $1 - w = 75\%$.

3.6 Zufall und Fehler

Zufall ist ein Ereignis, das eintreten kann oder nicht. Somit ist Zufall ein alternatives Ereignis. Fehler ist ein bestimmtes Ereignis, das eintreten kann oder eingetreten ist. Zufälle sorgen für Gesetz und Ordnung, Fehler tun dies nicht, weil Zufälle fehlerfreie und fehlerhafte Ereignisse einschließen, Fehler sind dagegen nur die fehlerhaften Ergebnisse.

Im Sport sorgen Zufälle für Spannung, Fehler nicht.

Analogie: Zufall ist wie wechselhaftes Wetter, mal gut und mal schlecht. Fehler ist wie schlechtes Wetter oder wie die als schlecht erachteten Phasen wechselhaften Wetters.

3.7 Synonyme des Zufalls

3.7.1 Bekannte Synonyme des Zufalls

Die bekanntesten, gleichbedeutenden Begriffe für den Begriff Zufall sind die bewertenden Begriffe „Glück“ und „Pech“. Danach ist Glück ein begünstigender Zufall und Pech ist ein benachteiligender Zufall.

Diese Begriffe sind verständlich und allgemein akzeptabel soweit es sich um Würfelspiele handelt. Würfelspiele werden i. d. R. häufig wiederholt mit der Folge, dass alsbald die Neutralität des Zufalls und dessen ausgleichende Gerechtigkeit für alle Spieler erkennbar wird.

3.7.2 Anonyme Synonyme des Zufalls

Die in den Vorbemerkungen erläuterten Begriffe

- o Inkonsistenz = Widersprüchlichkeit oder Unlogik und
- o fehlende Transitivität = Unplausibilität der Rangordnung

beschreiben die im Sport häufig zu beobachtende Rätselhaftigkeit der Sportresultate als ungeklärtes Phänomen.

Im sportlichen Alltag wird dieses Phänomen vereinfacht oder in Unkenntnis der Ursachen mit der „Tagesform“ begründet. Dabei sind diese Undurchsichtigkeiten i. d. R. nicht auf systematische Schwankungen des Leistungsniveaus einzelner Sportler zurückzuführen sondern auf deren

stets unvermeidbaren Zufallsschwankungen der Leistung bei konstantem Leistungsniveau.

Dies schließt nicht aus, dass in Einzelfällen die naturgegebenen und stets vorhandenen Zufallsschwankungen durch überzufällige, systematische, jedoch nicht erkennbare Schwankungen des Leistungsniveaus überlagert werden können.

3.8 Zufall und Leistung

In allen Sportarten sind Leistung und Zufall in einfacher bis höchst komplizierter Weise miteinander verknüpft.

3.8.1 Addition von Zufall und Leistung

In den meisten Sportarten sind Zufall und Leistung entweder

- o überlagert oder sie
- o ergänzen sich.

Beim Laufen, Springen oder Werfen wird die aktuelle, mittlere Lauf-, Sprung- oder Wurfleistung durch Zufallsschwankungen überlagert. Beim Laufen schwanken die gemessenen Zeiten und beim Springen oder Werfen streuen die gemessenen Weiten zufallsbedingt auch dann, wenn die mittleren Zeiten oder Weiten konstant sind.

Diese Schwankungen sind beim Laufen überhaupt nicht erkennbar, weil jeder Läufer bei jedem Wettkampf seine Distanz oder jede seiner unterschiedlichen Distanzen nur einmal absolviert. Die Zeiten bei den Vor- und Zwischenläufen sind i. d. R. durch die Einflussgröße „Taktik“ verfälscht. Zudem werden hier nur die Platzierungen oder die Zeiten für das Weiterkommen registriert.

Und beim Springen und Werfen sind nur die jeweils größten, erzielten Weiten für die Platzierung von Bedeutung; die anderen Ergebnisse geraten schnell in Vergessenheit oder sie werden wie beim Werfen erst gar nicht ermittelt, indem die Werfer ihre weniger guten Würfe durch Überschreiten der Abwurfgrenze ungültig machen.

Eine Ausnahme bildet das Skispringen, bei dem i. d. R. die Weiten bzw. die Punkte aus zwei Durchgängen addiert werden.

Eine Ergänzung von Leistung und Zufall liegt immer dann vor, wenn die sportliche Leistung durch die Zahl der Fehler direkt oder indirekt

gekennzeichnet wird, wie dies beispielsweise beim Schießen, beim Golfspielen oder beim Tennis der Fall ist.

Beim Sportschießen auf Scheiben beispielsweise ist die Zahl der Fehler (oder die der Treffer auf die „10“) ein direktes Maß für die Treffsicherheit der Schützen:

- o Ist die Treffsicherheit (Schießleistung) eines Schützen groß, dann ist die Zahl der getroffenen „10“ groß und die Zahl der Fehlschüsse gering. Im Extremfall ist die Ringzahlsumme nach 40 Schuss $S = 400$, die Zahl der Fehlschüsse ist dann null.
- o Ist die Treffsicherheit gering, dann ist die Zahl der Fehlschüsse groß, die Zahl der getroffenen „10“ dagegen klein, im Extremfall null.

Leistung und Zufall ergänzen sich beim Sportschießen zu einer mittleren Schießleistung. Zusätzlich sorgt der Zufall dafür, dass die Ergebnisse von Wettkampf zu Wettkampf auch bei konstanter, mittlerer Treffsicherheit zufallsbedingt deutlich schwanken.

Bei einem Schützen, der im Mittel die „9“ trifft und somit im Mittel die Ringzahlsumme $40 \times 9 = 360$ erreicht, kann die Ringzahlsumme bei konstantem Leistungsniveau zwischen 348 und 372 schwanken.

Das Sportschießen ist die hinsichtlich der Anschaulichkeit einfachste Sportart, die es gibt, zumal alle acht unter Punkt 4. zusammengestellten Einflussgrößen auf die Wettkampfergebnisse beim Schießen bedeutungslos sind. Um Missverständnisse auszuschließen: Erfolge sind beim Sportschießen genauso schwierig wie beim Golfen oder beim Tennis oder in allen anderen Sportarten.

3.8.2 Trennung von Zufall und Leistung

Die oft innige Verknüpfung von Zufall und Leistung im Wettkampfsport ist i. d. R. aus den Ergebnissen nicht erkennbar. Das ist die Erklärung dafür, dass den meisten Sportlern und Sportbeteiligten

- o die Mitwirkung des Zufalls nicht bekannt ist und sie dementsprechend
- o bevorzugt an der „Leistungskausalität“ orientiert sind.

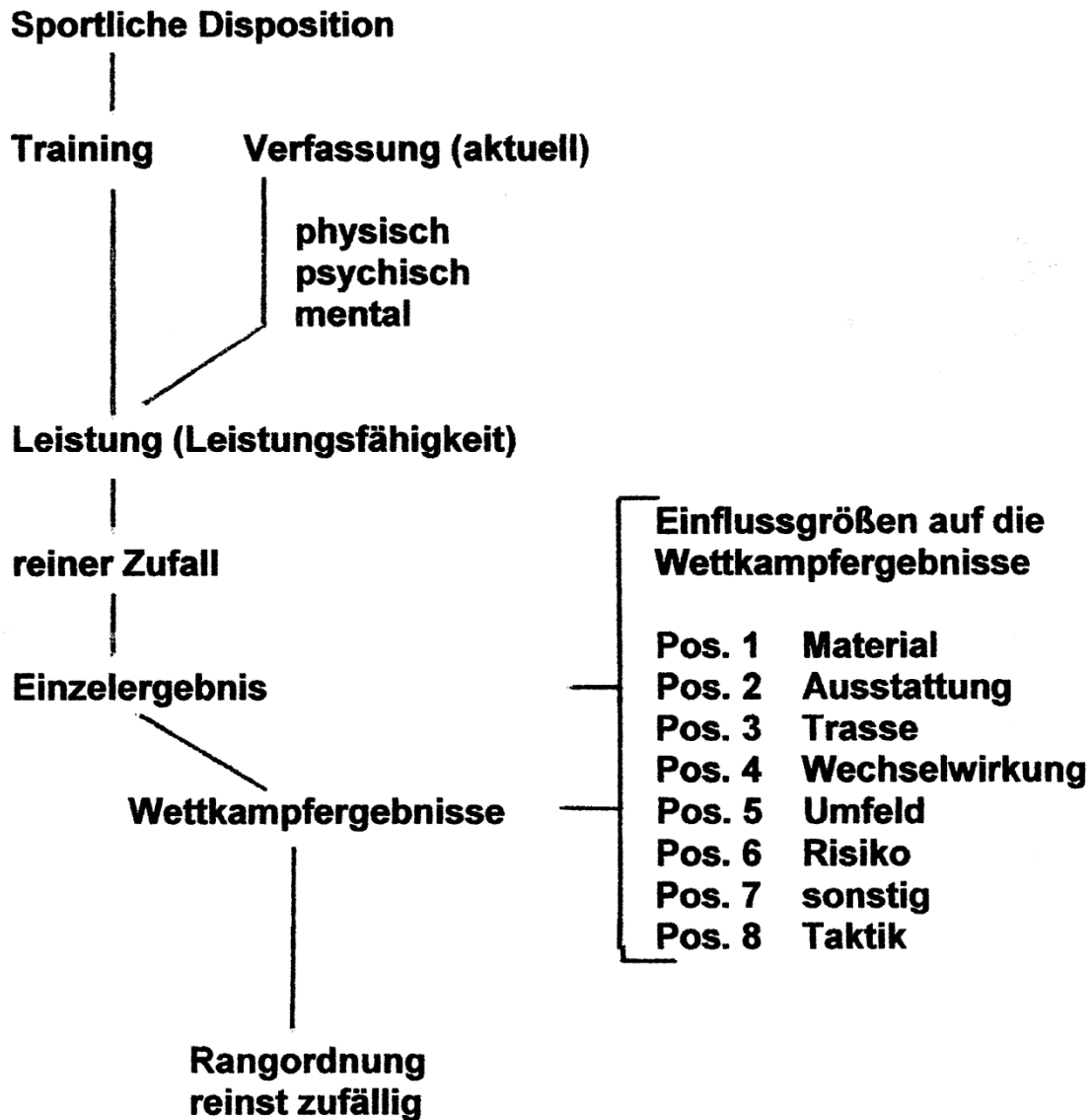
Da der Zufall nur in wenigen Fällen wie beim Schießen aus den Ergebnissen in einfacher Weise herausgefiltert werden kann, bleibt die

einzigste, weitere Möglichkeit, den Einfluss des Zufalls im Sport zu beschreiben, und das ist

- o die Simulation. Dabei werden die
- o Sportergebnisse für eine bestimmte, jedoch konstante Leistung und daher
- o ohne systematische, überzufällige Leistungsschwankungen bei den einzelnen Sportlern und vor allem
- o ohne echte Leistungsdifferenzen zwischen den Wettkampfteilnehmern sowie
- o ohne die Mitwirkung auch nur einer der Einflussgrößen nach Pkt. 4. oder Bild 8

quasi „künstlich“ erzeugt.

Beispiele für Zufalls-Simulationen enthalten die Anhang-Beispiele A 2 und A 3.



Hinweis: Disposition, Training und Verfassung der Sportler sind integrale Bestandteile der Leistung

Bild 8: Ablaufschema für sportliche Wettkämpfe mit Angabe der wichtigsten Einflussgrößen

3.9 Zufall und Spannung

Zufall ist der einzige Spannungsgenerator im Sport.

Spannung ist die stets mit Wunschdenken verbundene Ungewissheit darüber, wie ein laufender Wettkampf enden wird.

Vor allem sind es die reinsten Zufälle (Ursachen undenkbar und Absichten ausgeschlossen), die bei Leistungsgleichheit oder bei Leistungsüberschneidung zwischen zwei oder mehreren Sportlern die spannende Frage nach der Platzierung beantworten.

Einige der acht unter Pkt. 4. und in Bild 8 zusammengestellten Einflussgrößen auf die Wettkampfergebnisse im Sport erwecken den Eindruck, ihrerseits für Spannung zu sorgen. Dazu gehören vor allem das Risiko und die Taktik. Das unter Position 8 geschilderte Beispiel mit dem Springreiter, der als letzter Reiter beim Stechen eine riskante Abkürzung wählt, um mit dieser Taktik die beste Zeit zu erzielen, bringt beim Publikum die Spannung auf den Siedepunkt. Der Zufall entscheidet darüber, ob die riskante Taktik des Reiters aufgeht oder nicht.

3.10 Zufall und Angst

Viele Menschen assoziieren mit dem Begriff Zufall Begriffe wie

- o Willkür,
- o Regellosigkeit,
- o Planlosigkeit oder gar
- o Willen- oder Disziplinlosigkeit.

Mit diesen oft tiefsitzenden Vorurteilen wird der Zufall im Sport als suspekt empfunden, Zitate dazu in Bild 9. Zufälle seien nicht berechenbar und daher gefährlich und Angst auslösend.

Auch oft zu hörende Redewendungen wie

- o „ich glaube nicht an Zufälle“ oder
- o „man darf nichts dem Zufall überlassen“

sind die Erklärung dafür, dass die unter 3.1. bis 3.9. dargelegten Ausführungen auch in Zukunft vorurteilsbedingt nicht selten auf Ablehnung stoßen werden.

Diejenigen, für die der Zufall gleichzusetzen ist mit Willkür, müssen den Zufall als unmenschlich empfinden. Da jedoch den Fehlern etwas

Menschliches anhaftet, weil jeder Mensch Fehler macht, liegt es dann nahe, den Begriff Zufall durch Fehler ersetzen zu wollen. Dies führt vom Regen in die Traufe. Abgesehen von den vorsätzlichen Fehler, die hauptsächlich im Mannschaftssport gemacht werden und den fahrlässigen Fehlern, die im Spitzensport oft vorkommen, sind alle übrigen Fehler im Sport zufallsbedingt.

- 1. Zufall ist ein Wort ohne Sinn, denn nichts kann ohne Ursache erfolgen.**

Spruchweisheit, in Sportkommentaren oft zitiert

- 2. Fußball soll nicht Zufall sein; Fußball muss geplant und gewollt sein.**

F. Magath, Trainer

- 3. Über alles lasse ich mit mir reden, nur nicht über den Zufall im Fußball, den gibt es nicht.**

Der Vorsitzende eines Fußballvereins auf die Frage, ob er über den Zufall im Fußball diskutieren wolle

- 4. Die brauche ich nicht zu fragen, die blicken da alle nicht durch.**

Antwort eines Sportjournalisten auf die Frage, ob er seine Kollegen von der Redaktion nach deren Meinung über den Zufall im Sport befragt habe

- 5. Zufall im Sport darf es nicht geben, denn Zufall ist ungerecht, weil er die Starken benachteiligt und die Schwachen bevorteilt.**

Kommentar in einer TV-Sportübertragung

- 6. Späte Torerfolge wie kurz vor dem Ende des Halbfinalspiels Italien-Deutschland sind alles andere als Zufallsprodukte. Sie sind der Ausdruck taktischer Variabilität der Topteams bei der WM 2006 Diese Lösungsrezepte sind alles andere als spontane Reaktionen und Anweisungen des Trainers sondern mit dem Team einstudierte, bis ins Detail vorbereitete Automatismen.**

Aus dem offiziellen Analysebericht des DFB zur WM 2006, zitiert und mittels Videoanalyse widerlegt von R. Loy in "Das Lexikon der Fußballirrtümer", Bertelsmann 2008

- 7. Sportschießen ist Können und hat mit Zufall nichts zu tun.**

Antwort der Sportschützen eines Schützenvereins zu der Behauptung, im Schießsport seien die Fehlschüsse zufallsbedingt

Bild 9: Fragwürdige Aussagen zum Thema „Zufall im Sport“

3.11 Zufall als Größe

Zufall ist eine Größe, die unbeeinflussbar gegeben ist. Zufall lässt sich, im Gegensatz zur Leistung, weder forcieren noch trainieren. Zufall stellt sich stets von ganz allein ein.

Andererseits lässt sich der Zufall weder einschränken noch ausschalten. Darin unterscheidet sich die Größe Zufall von den unter Punkt 4. beschriebenen Einflussgrößen auf das Sportergebnis, die auch in Bild 8 zusammengestellt sind.

Eine Einschränkung des Zufalls ist allenfalls durch eine erhöhte Leistung möglich, weil dadurch die Zahl der Fehler verringert wird, wie beim Sportschießen, oder –bei Leistungsüberschneidung– die Leistungs-differenz zu den Kontrahenten vergrößert wird.

4. Einflussgrößen

4.1 Definition

Die Einflussgrößen im Sport sind alle inneren und äußeren Randbedingungen, die teilweise die Leistungsfähigkeit der Sportler beeinflussen und vor allem zusätzlich über die Leistung der einzelnen Sportler hinaus die Wettkampfergebnisse mitbestimmen.

In Bild 8 sind die Abläufe im Sport mit Angabe der wichtigsten Einflussgrößen zusammengestellt. Die allerwichtigsten Einflussgrößen sind das Training und die Verfassung der Sportler als integraler Bestandteil der Leistung oder besser deren Leistungsfähigkeit. Die Einflussgrößen auf die Wettkampfergebnisse nach Position 1 bis 8 sind in den meisten Sportarten nur teilweise wirksam oder überhaupt nicht wie beispielsweise beim Sportschießen in Schützenhäusern.

Diese Einflussgrößen werden in der Reihenfolge ihrer Position in Bild 8 wie folgt erläutert:

Position 1: Material

Im Spitzensport gibt es für alle Materialien vom Formel 1 – Rennwagen bis zum Skisprunganzug detaillierte, international vereinbarte Vorschriften, die ständig aktualisiert werden und deren Einhaltung regelmäßig, zumindest auf Stichprobenbasis, kontrolliert wird.

Falls dennoch Materialunterschiede maßgebend sind wie richtig oder falsch gewachste Langlaufskier, dann kann dies die Wettkampfergebnisse entscheidend beeinflussen.

Position 2: Ausstattung

Hierzu zählen die Alimentation und Betreuung der Sportler mit angemessener Ausstattung für die Reisen, die Unterbringung und die Trainingsmöglichkeiten. Besonders wichtig ist die finanzielle Ausstattung für das Engagement von geeigneten Trainern, Betreuern und Physiotherapeuten. Im Mannschaftssport kann der Einkauf geeigneter Spieler oft erfolgsentscheidend sein.

Position 3: Trasse

Dies ist der Oberbegriff für den Zustand der Bahnen, Pisten, Plätze oder Straßen. Dieser Zustand kann sich bei Einzelstarts erheblich verändern wie beispielsweise beim Slalom oder bei Einzelstarts beim Biathlon und zwischenzeitlichen Wetterumschwüngen. Und Platzfehler beim Fußball haben schon oft Tore verursacht oder verhindert. Auch bei Radrundfahrten über Kopfsteinpflaster können die Rennfahrer zufallsbedingt unterschiedlich beeinträchtigt werden, was den besonderen Reiz dieser „Klassiker“ ausmacht.

Position 4: Wechselwirkung

Hierzu gehört der permanente Wechsel von Aktionen zu Reaktionen zwischen zwei oder mehreren Sportlern während eines Wettkampfes.

Es ist zu unterscheiden zwischen

- o Wechselwirkung auf Distanz wie beim Tennis oder beim Fechten. Tennis ist die Sportart mit der höchsten Wechselwirkung bei gleichzeitig dem höchsten taktischen Risiko.
- o Wechselwirkung mit permanenten oder häufigen Körperkontakten wie beim Ringen, Boxen oder dem Mannschaftssport. Die Körperkontakte sorgen zugleich häufig für ein hohes Maß an Aggressivität bei den Akteuren und bei den Fans.
- o Sportarten mit geringer oder ohne Wechselwirkung. Hierzu

gehören die meisten übrigen Sportarten wie Schießen, Golfen, Leichtathletik, Schwimmen, Wassersport, Reitsport, Radsport oder Wintersport.

Position 5: Umfeld

Diese Einflussgröße bezieht sich vor allem auf das Wetter und dessen zufallsbedingte Änderungen. Diese Änderungen sind i. d. R. bedeutungslos, wenn die Sportler bei ihren Wettkämpfen zeitgleich oder zeitnahe an den Start gehen.

Ausnahme 1: Beim Biathlon kommt es vor, dass einzelne Athleten bei ihren Schießeinlagen von wechselnden Winden erwischt werden während andere einseitig und konstant wehende Winde antreffen.

Ausnahme 2: Beim Skispringen werden ähnlich wechselnde Bedingungen für die einzelnen Springer dadurch berücksichtigt, dass die an drei markanten Punkten gemessenen Windparameter zu Korrekturwerten umgerechnet werden, mit denen die erzielten Weiten korrigiert werden.

Ausnahme 3: Bei den Weitwurfdisziplinen wie Speerwerfen und Diskuswerfen erreichen die Wurfgeräte Höhen von maximal 25 bis 40 m; der zweifelsfrei vorhandene Einfluss wechselnder Winde mit möglicherweise vertikalen Windkomponenten ist hier unbekannt und bleibt daher unberücksichtigt.

Anders verhält es sich, wenn die Sportler zeitlich versetzt an den Start gehen wie beim Biathlon in der Disziplin Einzelstart oder bei Radrundfahrten während der Etappen mit Einzelzeitfahren. Hier können Wetterwechsel während der Dauer des Wettkampfes die Teilnehmer extrem unterschiedlich beeinträchtigen.

Position 6: Risiko

Definition: Risiko ist die Summe von Gegebenheiten oder Handlungen, die die Fehlerwahrscheinlichkeiten erhöhen bei u. U. gleichzeitig hohem Gefahrenpotenzial.

Es könnte die Einschätzung vertreten werden, dass das Risiko an sich wie der Zufall ein Spannungsgenerator sei. Es ist jedoch der Zufall, mit dem der riskante Fall eintritt oder nicht und durch den das Risiko scheinbar spannend wirkt.

Einteilung des Risikos:

1. Konstantes Risiko

Zirkusartisten am Hochseil oder am Trapez mit hohem Gefahrenpotenzial aber geringer Fehlerwahrscheinlichkeit, da sie konkurrenzlos arbeitend nur die Übungen zeigen, die sie (nahezu) fehlerfrei beherrschen. Und falls sie dennoch ins Netz fallen: Auch diesen Fall haben sie fleißig trainiert.

2. Dynamisches Risiko

Turner oder Eiskunstläufer müssen dagegen Pflichtprogramme mit vorgegebenen, hohen Schwierigkeitsgraden absolvieren, die allenfalls von den ganz vorn Platzierten fehlerfrei durchgestanden werden. Für die, die unfreiwillig (zufällig) Fehler machen, ist das Gefährdungspotenzial allerdings gering.

3. Vorsätzliches Risiko

In der Formel 1 und in den anderen high-speed-Disziplinen wird das Risiko permanent provoziert bei hohem Unfallrisiko und - wegen der Perfektionierten Sicherheitsstandards - gleichzeitig geringem Gefährdungspotenzial.

Bei einem Fußballspiel hat jeder Abwehrspieler die Aufgabe, die Gegnerischen Angreifer vom Ball zu trennen. Trifft er dabei den Ball, dann ist das regelkonform und fair. Trifft er ungewollt (zufällig) den Ball nicht, sondern die Beine des Gegners, dann kann dies durch Freistoß bestraft werden. Ohne dieses vorsätzliche Risiko sind Zweikämpfe undenkbar.

4. Taktisches Risiko

In keiner anderen Sportart wird aus taktischen Gründen das Risiko so permanent und vorsätzlich gesucht wie im Profi-Tennis. Jeder Spieler versucht, den Gegner zu Fehlern zu forcieren, indem er bei seinen Aufschlägen und bei seinen Returns eigene Fehler riskiert.

Besonders deutlich ist dies bei den Aufschlägen zu beobachten, wenn Der Aufschläger versucht, die Bälle mit high Speed direkt neben oder

auf die Auslinien zu platzieren. Nur dadurch hat der Gegner Probleme, die Bälle kontrolliert zu returnieren.

Auf den ersten Blick liegt die Meinung nahe, dass derartige Aufschläge gar nicht riskant seien, da dem Aufschläger im Falle eines eigenen Fehlers (Ball im Netz oder im Aus) der zweite Aufschlag bleibt. Dies ist jedoch ein Irrtum, da jeder Topspieler seine zweiten Aufschläge mit weniger Risiko servieren muss, wodurch der Gegner die zweiten Aufschläge mit höherer Wahrscheinlichkeit erfolgreich returnieren kann. Topspieler haben eine Erfolgsquote von ca. 80% bei ihren ersten Aufschlägen und dementsprechend liegt bei den ca. 20% Aufschlagwiederholungen die Quote der erfolgreichen zweiten Aufschläge bei nahezu 100%.

Ein weiteres Beispiel für das taktische Risiko: Wenn bei einem Zunächst torlosen Fußballspiel in einer Ko-Runde wie bei einem Pokalspiel einer der Mannschaften kurz vor dem Ende der zweiten Halbzeit ein Tor gelingt, dann gibt es für die in Rückstand geratene Mannschaft nur eine Chance: Power-Offensive mit allen 11 Spielern und dem Risiko, dass die führende Mannschaft mit einem Konter zum 2 : 0 die endgültige Entscheidung herbeiführen kann.

Typische Beispiele für das taktische Risiko sind auch beim Hochsprung zu beobachten. Einmal gibt es Springer, die einige Anfangshöhen auslassen, weil am Ende bei gleicher übersprungener Höhe der Springer besser platziert ist, der weniger Versuche benötigt hat. Auch gibt es Springer, die nach zwei Fehlversuchen die Latte für den vorläufig letzten Versuch bewusst höher legen lassen.

Position 7: Sonstige Einflussgrößen

Hierzu gehören u. a. die „psychischen Wechselwirkungen“, bei denen sich die Wettkampfkontrahenten gegenseitig motivieren oder hochpushen. Dies ist nur in den Sportarten möglich, bei denen die Sportler zeitgleich starten und gemeinsam das Ziel ansteuern wie beim Laufen, Langlaufen oder Schwimmen.

Zu den sonstigen Einflussgrößen gehören auch die „Wechselwirkungen“ zwischen den Sportlern und ihren Fans wie beispielsweise bei dem sprichwörtlichen „Heimvorteil“. Nach R. Loy /5/ sind 60 % aller gewonnenen Fußballspiele Heimspiele.

Position 8: Taktik

Taktik ist die Summe aller geplanten oder aus der jeweiligen Situation abgeleiteten Aktionen oder Unterlassungen mit dem Ziel, die Verläufe von Wettkämpfen zum eigenen Vorteil zu beeinflussen. Auch im Sport ist jedes Taktieren ein Pokerspiel mit ungewissem Ausgang.

Beispielsweise „kreiselt“ beim Radrennen eine Ausreißergruppe, indem die Führung kraftschonend rhythmisch wechselt, um gemeinsam den Abstand zum Hauptfeld zu vergrößern. Diese Taktik kann dennoch nicht aufgehen, wenn die Fahrer im Hauptfeld ihr Tempo verschärfen in der Absicht, die Ausreißer kurz vor dem Ziel einzufangen. Im Falle des Gelingens kann die Etappe durch einen spannenden Schlussspurt zugunsten der Sprinter und ihrer Mannschaften entschieden werden.

Im Springsport ist oft zu beobachten, dass der letzte Reiter beim Stechen vor dem letzten Hindernis eine riskante Abkürzung wählt, um die beste Zeit zu erzielen. Das Risiko bei dieser Taktik besteht darin, dass das Pferd das Hindernis mit verkürztem Anlauf und schräg nehmen muss.

Bei Staffel- oder Mannschaftswettbewerben kommt der beste Läufer, Schwimmer oder Skispringer als Joker in der Schlussrunde zum Einsatz.

Beim Mannschaftsport entscheidet der Spielstand darüber, ob für den Rest der Spielzeit ein Angreifer oder ein Abwehrspieler eingewechselt wird.

Zu den taktischen Mittel zählen auch die bekannten Tricks wie Täuschen, Bluffen, sich verstecken oder Über- sowie Untertreibungen. Auch betont offensive oder defensive Vorgehensweisen gehören zu den taktischen Konzepten.

4.2 Vergleichende Bewertung der Einflussgrößen

Die Beispiele zu den Positionen 6 und 8 zeigen, dass sich Risiko und Taktik oft überschneiden oder ergänzen. Dennoch sind beide Einflussgrößen eigenständig; schließlich gibt es Risiken ohne taktische Komponenten und risikofreie Taktiken.

Allen erläuterten Einflussgrößen gemeinsam ist, dass sie teilweise oder zeitweise durch geringe bis erhebliche Zufallsschwankungen gekennzeichnet sind. Dies gilt insbesondere für die Wechselwirkung, das Risiko und die Taktik.

5. Sportanalyse

5.1 Definitionen

Sportanalyse ist die Sammlung, Ordnung, Auswertung und Beurteilung von Sportergebnissen mit dem Ziel, die äußerst komplexen Zusammenhänge zwischen der sportlichen Leistung, den weiteren Einflussgrößen und den Sportergebnissen transparenter und somit verständlicher zu machen. Eine besondere Rolle spielt dabei die Berücksichtigung der vielfältigen Einflüsse des Zufalls.

Sportanalyse im engeren Sinne ist die Auswertung der Urwerte von Sportergebnissen oder deren Simulation mit Hilfe der statistischen Methoden, deren Einsatz auch in anderen Wissensgebieten mit Erfolg und wegen der PC-Unterstützung problemlos praktiziert wird. Dadurch werden die vor allem durch den Zufall erzeugten Gesetzmäßigkeiten bei den Sportergebnissen erkennbar, was ohne die Kenntnis der statistischen Methoden verständlich ist.

Zur Sportanalyse gehört auch die Erstellung und Fortschreibung einer einheitlichen Sprachregelung wie sie in der vorliegenden Nomenklatur als Ansatz vorgeschlagen wird.

Anmerkung 1: Kurzfristig könnte die Sportanalyse dazu beitragen, den teilweise extrem hohen Leistungsdruck auf die Sportler auf ein erträgliches Maß zu reduzieren.

Anmerkung 2: Mittelfristig wäre es wünschenswert, diejenigen Sportjournalisten, die die Misserfolge der Sportler regelmäßig mit Zynismen kommentieren, dazu zu bewegen, auf diese Unsitte verzichten zu wollen.

Anmerkung 3: Neben mehr Transparenz und einem besseren Verständnis der Zusammenhänge könnte die Sportanalyse langfristig auch eine Optimierung der Trainingsmethoden oder des Sportmanagements zur Folge haben.

Anmerkung 4: Ganz nebenbei ergeben sich aus Sportanalysen völlig neue Erkenntnisse. Allein die Tatsache, dass Zufälle auch im Sport für „Gesetz und Ordnung“ sorgen, ist eine derartige Erkenntnis.

5.2 Grenzen der Sportanalyse

Sportanalytische Ergebnisse können unbeabsichtigt zwei divergierende Gedanken auslösen:

- o Gedanke 1: Durch das Bekanntwerden der gesetzmäßigen Zusammenhänge bei der Überlagerung der Leistung mit anderen Einflussgrößen und vor allem mit dem Zufall sollte es möglich werden, Sportergebnisse zu prognostizieren.
- o Gedanke 2: Mehr Transparenz im Sport könnte die Gefahr auslösen, dass der Sport entzaubert wird und seine Attraktivität verliert.

Anmerkung zum Gedanken 1: Wegen der auf Chancengleichheit abzielenden Struktur des Sports nach Leistungsklassen und gerade wegen der dadurch bedingten Mitwirkung der von vielen Sportlern und Sportbeteiligten verteilten Zufälle werden die Sportergebnisse auch in Zukunft nicht prognostizierbar bleiben.

Anmerkung zum Gedanken 2: Diese Gefahr besteht überhaupt nicht. Ein guter Fußballspieler beispielsweise braucht nicht zu wissen, dass der Ball ständig und stetig von einer der drei mechanischen Energieformen in eine andere wechselt:

- o die potenzielle Energie ist mit $m \cdot g \cdot h$ im höchsten Punkt am größten, oder
- o die kinetische Energie ist mit $m \cdot v^2 / 2$ beim Aufsetzen auf dem Boden groß, oder
- o die Federenergie ist mit $c \cdot s^2 / 2$ im tiefsten Punkt vor dem Rücksprung groß.

Umgekehrt kann die genaue Kenntnis dieser Energieformen keinem Fußballspieler oder Fan den Spaß am Fußball verderben. Dies gilt auch für alle anderen, denkbaren Hintergrundinformationen.

6. Alltag

Der Alltag umfasst die Bereiche Arbeit, Haushalt und Freizeit einschließlich Freizeitsport und die Teilnahme am öffentlichen Leben.

Anmerkung 1: Alle Menschen verbringen den überwiegenden Teil ihres Lebens im Alltag. Mit den Erfahrungen aus dem Alltag versuchen die Menschen auch, die Zusammenhänge außerhalb ihres Alltags zu verstehen.

Anmerkung 2: Als Ansatz zum Verständnis der äußerst komplexen und somit auch für alle Sportler und Sportbeteiligten schwer durchschaubaren Zusammenhänge im Leistungssport folgendes, typisches Alltagsbeispiel:

Ein Mensch hat sein Schlüsselbund verbummelt, und da niemand seine Schlüssel absichtlich verliert, muss dies ein Zufall sein. Auf den ersten Blick ist dies ein „reiner Zufall“, weil eine Ursache nicht erkennbar ist.

Auf den zweiten Blick und mit der Information, dass dieser Mensch seine Schlüssel schon des Öfteren verloren hat, ergibt sich der begründete Verdacht, dass der Verlust der Schlüssel ein durch Fahrlässigkeit ausgelöster Fehler ist. 1)

Wenn der Schlüsselverbummler seine Schlüssel an einer am Hosengürtel vernieteten Kette getragen hätte (keyholder) wie dies alle professionellen Schlüsselverwahrer tun, dann wäre der Verlust vermieden worden.

Auf jeden Fall ist der Verlust ein Fehler, und zwar im doppelten Sinne: Der Mensch hat etwas „falsch“ gemacht und ihm „fehlt“ der Schlüssel.

Falls die Schlüssel infolge einer systematischen Suchaktion wiedergefunden werden, dann ist dies ein ursächlicher Zufall; falls nicht, dann ist dies ein reiner Zufall, wenn nach Abbruch der Suchaktion die Schlüssel plötzlich wieder auftauchen. Allerdings ist dies kein Fehler.

Anmerkung 3: Bei der Arbeit und speziell im industriellen und im handwerklichen Bereich werden die Sachfehler durch ein Qualitätssicherungssystem eingeschränkt und die Handlungsfehler durch die Arbeitssicherheit vermindert.

Anmerkung 4: Im häuslichen Bereich passieren aus Unwissenheit oder aus Fahrlässigkeit immer noch mehr Unfälle als bei der Arbeit oder im Straßenverkehr.

Fußnote 1): Erkenntnis: Hinter „ohne Absicht“ kann sich auch ein „fahrlässiges Versäumnis“ verbergen.

7. Zwölf statistische Grundbegriffe bezogen auf den Sport, in Anlehnung an /6/

7.1 Merkmal

Merkmal ist die Eigenschaft eines Ergebnisses.

Unterteilung:

- o Kontinuierliches Merkmal – Merkmal, das durch Messen festgestellt wird. Beispiele: Weite, Höhe, Masse (Gewicht), Zeit
- o Diskretes Merkmal – Merkmal, das durch Zählen festgestellt wird. Beispiele: Zahl der Punkte, Treffer, Tore, Punkte, Schläge beim Golf
- o Ordinalmerkmal – Merkmal, das eine Ordnung wiedergibt. Beispiele: Noten (Wertung, Haltung, Eindruck), Ranglistenplatz

7.2 Grundgesamtheit

Grundgesamtheit ist die Gesamtheit aller vorhandenen oder gedachten Ergebnisse für eine bestimmte Sportart bei konstantem Leistungsniveau.

Beispiel 1 zum Weitsprung: Menge aller Weiten, die ein Weitspringer bei konstanter Springleistung bei beliebig vielen Versuchen rein gedanklich erzielen könnte.

Beispiel 2 zum Scheibenschießen: Menge aller Schusslöcher, die ein Schütze bei einer bestimmten und konstanten Treffsicherheit mit beliebig vielen Schüssen rein gedanklich erzielen könnte.

Beispiel 3 zum Biathlon-Schießen: Menge aller Treffer und Fehler, die ein Schütze bei einer bestimmten und konstanten Treffsicherheit mit beliebig vielen Schüssen rein gedanklich erzielen könnte.

Anmerkung: Grundgesamtheiten sind im Sport wie in der Natur, der Technik oder der Demoskopie ausnahmslos unbekannt, können jedoch durch Stichproben geschätzt werden.

Bekanntestes Beispiel: Wahlprognosen auf der Basis von 2000 befragten Wahlberechtigten zur Abschätzung der „Zusammensetzung“ (Grundgesamtheit) des Wahlvolkes.

7.3 Stichprobe

Stichprobe ist ein Ergebnis oder es sind mehrere Ergebnisse bei einer zufälligen Entnahme aus einer Grundgesamtheit.

Beispiel 1 zum Weitsprung: Ergebnisse aller 6 Weiten eines Springers im Wettkampf nach 6 Versuchen, Bilder A 3-2 und A 3-3.

Beispiel 2 zum Scheibenschießen: Im Wettkampf erzielte 40 Schusslöcher eines LP-Schützen in 20 Scheiben, wie die Strichlisten der Schützen auf den Rängen 2 bis 6 in Bild A 1-2 und in den Bildern A 2-2 bis A 2-4.

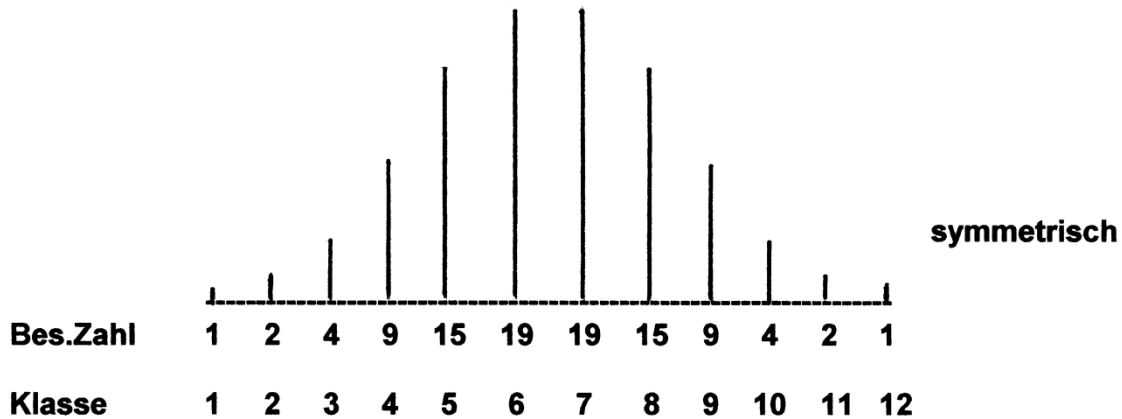
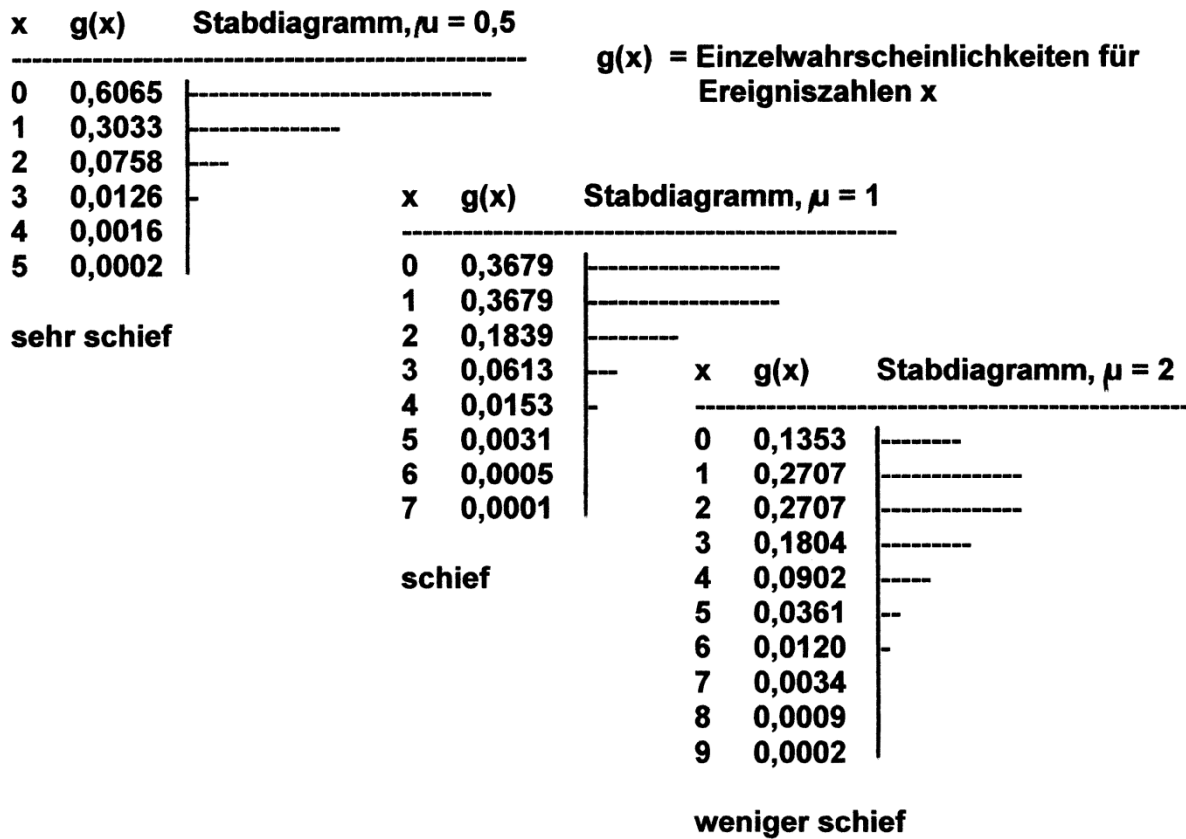
7.4 Klasse

Klasse ist ein Teilbereich auf einer Merkmalskala.

Beispiel 1: Teilbereich für die Ringzahl 10 oder 9 oder 8 oder usw. auf einer Wettkampfscheibe

Beispiel 2: Einer von 12 Teilbereichen bei einer Modell-Normalverteilung wie in Bild 10.

Poisson-Verteilungen für die Mittelwerte $\mu = 0,5$, $\mu = 1$ und $\mu = 2$



Modell-Normalverteilung mit 12 Klassen und den

Parametern: Mittelwert $\mu = 6,50$ und der Standardabweichung $\sigma = 2,07$

Bild 10: Vier Wahrscheinlichkeitsverteilungen, dargestellt als Stabdiagramme

7.5 Häufigkeit

Häufigkeit ist die Zahl der festgestellten Ergebnisse in einer Klasse.

Beispiel 1: Anzahl Treffer in die „10“ oder in die „9“ oder usw..

Beispiel 2: Zahl der Treffer ins Schwarze beim Biathlon nach 5 Schuss während einer Schießeinlage, Hinweis: Beim Biathlon gibt es nur 2 Klassen, Treffer und Fehler.

7.6 Wahrscheinlichkeit

Wahrscheinlichkeit ist der Grenzwert der Häufigkeit, wenn die Zahl der Ergebnisse (sehr) groß wird.

7.7 Verteilung

Verteilung ist die Wahrscheinlichkeit oder die Häufigkeit über dem Merkmal.

- o Wahrscheinlichkeitsverteilungen sind auch im Sport stets unbekannt, können aber
 - o geschätzt werden durch Stichproben oder
 - o als Modell-Verteilung simuliert werden.

Die bildliche Darstellung von Wahrscheinlichkeitsverteilungen erfolgt bevorzugt durch

- o Stabdiagramme wie in Bild 10.
- o Häufigkeitsverteilungen sind die Stichprobenergebnisse, deren bildliche Darstellung in einfacher und verständlicher Form erfolgen kann als
 - o Strichlisten

Beispiel 1: Strichliste in Bild 7 für das Ergebnis einer LP-Schützen nach 40 Schuss mit
 $S = 264$ und $M = 264 / 40 = 6,6$.

Beispiel 2: Sechs Strichlisten in Bild 6. Es handelt sich nicht um Einzelstichproben, sondern um die Mittelung der

Häufigkeiten von 25 Schützen. Die Strichlisten in Bild 6 „tendieren“ deutlich zur den Wahrscheinlichkeitsverteilungen für die sechs Treffsicherheiten von $S = 280$ bis $S = 380$.

Wahrscheinlichkeitsverteilungen und Häufigkeitsverteilungen können unterschiedliche Formen haben. In der Regel sind sie eingipfelig von sehr schief, über schief oder weniger schief bis symmetrisch, Bild 10.

Die wichtigste Verteilung ist die Gauß'sche Normalverteilung; sie ist symmetrisch und glockenförmig.

7.8 Parameter

Parameter sind die Kenngrößen zur Beschreibung von Grundgesamtheiten; die Formelzeichen dafür sind international üblich griechische Buchstaben.

Die wichtigsten Parameter sind der

- o Mittelwert μ (mü) als Kenngröße zur Beschreibung der Lage und die
- o Standardabweichung σ (sigma) als Kenngröße für die Breite oder Streuung.

7.9 Kennwerte

Kennwerte sind die Kenngrößen zur Beschreibung von Stichproben.

Die wichtigsten Kennwerte sind der

- o arithmetische Mittelwert \bar{x} (x-quer) für die Lage der Stichprobe, die
- o Standardabweichung s für die Breite oder Streuung und die
- o Spannweite R als Differenz des größten und des kleinsten Wertes in einer Stichprobe.

Die Kennwerte sind Schätzwerte für die Parameter der Grundgesamtheit, aus der die Stichprobe entnommen wurde.

7.10 Schätzwerte

Schätzwerte sind Kenngrößen zur Schätzung eines Parameters. Schätzwerte sind stets exakt berechnet und nicht „gefühlsmäßig“ ermittelt oder „über den Daumen gepeilt“ geschätzt wie im täglichen Sprachgebrauch üblich.

7.11 Zufallsstreubereich

Zufallsstreubereich ist ein Bereich, in dem Stichprobenergebnisse mit hoher Wahrscheinlichkeit (üblich 90 % bis 99 %) zu erwarten sind.

Beispiel 1: Bereich zwischen den Klassengrenzen 2,5 und 10,5 bei der Modell-NV in Bild 10.

Beispiel 2: Bereich zwischen den Klassengrenzen 1,5 und 11,5 bei der Modell-NV in Bild 10.

7.12 Aussagewahrscheinlichkeit

Aussagewahrscheinlichkeit ist die Wahrscheinlichkeit dafür, dass eine Aussage zutrifft.

Aussage 1: Wenn aus der Modell-NV in Bild 10 jeweils ein Wert zufällig entnommen wird, dann fällt er in die Klassen 3 bis 10:

Aussagewahrscheinlichkeit = 94 %.

Aussage 2: Wenn aus der Modell-NV in Bild 10 jeweils ein Wert zufällig entnommen wird, dann stammt er aus den Klassen 2 bis 11:

Aussagewahrscheinlichkeit = 98 %

Literatur

- /1/ Kirschling, G. (2008):
Die Gleichwertigkeit von Leistung und Zufall im Wettkampfsport.
Schorndorf: Hofmann-Verlag
- /2/ Lames, M.; Hohmann, A. (2003): Trainingswissenschaft.
In: Haag, H.; Strauß, B. (Hrsg.): Theoriefelder der Sportwissenschaft.
Schorndorf: Hofmann
- /3/ Heinemann, K. (2003):
Ökonomie des Sports und Sportmanagement.
In: Haag, H.; Strauß, B. (Hrsg.): Theoriefelder der Sportwissenschaft.
Schorndorf: Hofmann
- /4/ Der Grosse Brockhaus (1979-1981).
Wiesbaden: Brockhaus Verlag,
- /5/ Loy, R. (2008):
Das Lexikon der Fußballirrtümer
München: Bertelsmann
- /6/ Kirschling, G. (1988):
Qualitätssicherung und Toleranzen
Berlin, Heidelberg: Springer

Anhang zu

Begriffe und Begriffserläuterungen

zur Sportanalyse

Anhang

Vorbemerkungen zum Anhang

In diesem Anhang werden Beispiele behandelt zur Sportanalyse im engeren Sinne. Dabei handelt es sich um die Auswertung von Urwerten von Sportergebnissen und um die Simulation von Sportresultaten.

Während die Begriffe im Hauptteil – von wenigen Ausnahmen abgesehen - ohne numerische Berechnungen definiert und erläutert werden, sind die nachfolgenden drei Beispiele ohne Grundkenntnisse der Statistischen Methoden nicht lösbar. Damit und mit Hilfe eines technisch-wissenschaftlichen Taschenrechners sollte es möglich sein, die durchgeführten Berechnungen nachzuvollziehen und deren Ergebnisse zu verstehen.

Der überwiegende Anteil der Statistischen Methoden ist mit den Mathematik-Kenntnissen des Realschulabschlusses machbar. Das Problem ist, dass die meisten Menschen unabhängig von ihrem Schulabschluss nach wenigen Jahren ihre Mathe-Kenntnisse vergessen oder verdrängt haben, sofern sie diese bei der Ausübung ihres Berufes nicht mehr benötigen.

Die Ergebnis-Simulationen in den Beispielen A 2 und A 3 haben zum Ziel, Sportergebnisse zu erzeugen, die frei sind von Leistungsschwankungen bei den einzelnen Sportlern, frei sind von Leistungsunterschieden zwischen den Sportlern und frei sind von irgendwelchen Einflussgrößen, welche die Ergebnisse der einzelnen Athleten unterschiedlich beeinflussen und somit verfälschen könnten. Diese Simulationen führen zu Ergebnissen, die ausschließlich durch Zufallsschwankungen geprägt sind. Zusätzlich können diesen Ergebnissen bestimmte, angenommene Leistungsunterschiede zwischen den Sportlern überlagert werden.

Anhang-Beispiel A 1

Die empirische Ermittlung der Gesetzmäßigkeiten beim Sportschießen auf Scheiben durch die Auswertung der Urwerte von Meisterschaften.

Die Ergebnisse von Wettkämpfen im Sport werden für nahezu sämtliche Sportarten von den Medien oder über das Internet verbreitet. Dabei werden i. d. R. die Ranglisten veröffentlicht mit den Namen der Sieger und der weiteren Platzierten mit der zusätzlichen Angabe der Ergebnisse nach

Zeiten, Weiten, Toren, Punkten oder anderen Ergebnissen, die der festgestellten Rangordnung zugrunde liegen.

Als Beispiel ist in Bild A 1-1 links ein Auszug aus der Ergebnisliste für das Schießen mit der Luftpistole auf Scheiben bei den Meisterschaften eines Schützenkreises angegeben. Die vollständigen Listen mit den Namen der Teilnehmer können im Internet eingesehen werden.

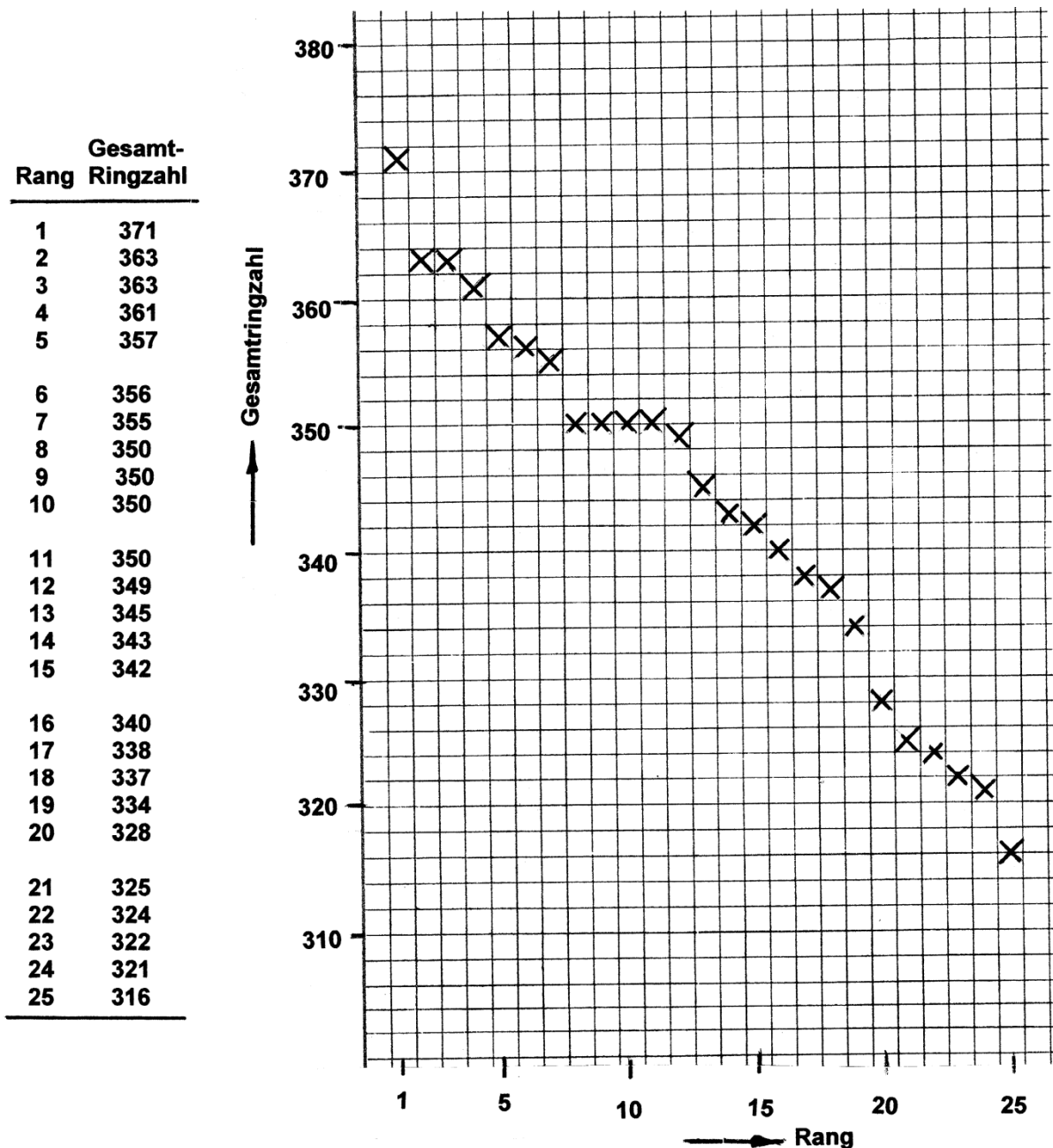


Bild A 1-1: Ergebnisliste und deren grafische Darstellung für die Einzelwertung bei den Kreismeisterschaften im Schützenkreis 31 des Hessischen Schützenverbandes am 17. / 18.01.2009.

Klasse: LP- Schützen

Vollständige Liste unter www.schuetzenkreis31.de

Ferner ist im Bild A 1-1 der Ergebnis-Auszug grafisch als Gesamtringzahl in Abhängigkeit von der Rangordnung dargestellt. Die grafische Darstellung lässt erkennen, dass die Ergebnisse nahezu linear verlaufen, die Leistungskurve ist eine Gerade wie dies bei regionalen Wettkämpfen nicht anders zu erwarten ist. Falls die Zahl der Teilnehmer mit angenähert gleichem Leistungsniveau beispielsweise doppelt so groß gewesen wäre, dann würde die Kurve etwa halb so steil verlaufen, das Leistungsgefälle wäre geringer, die Leistungsdichte wäre größer. Eine weiterreichende Auswertung oder Interpretation der Meisterschaftsergebnisse anhand der Rangliste allein ist nicht möglich.

Wie für alle Sportarten und Disziplinen ist auch für das Sportschießen eine detaillierte Ergebnisanalyse nur möglich, wenn die originalen Urwerte herangezogen werden können. Dies sind im Falle des Scheibenschießens mit dem Luftgewehr oder mit der Luftpistole die Wettkampfscheiben, auf die aus 10 m Entfernung geschossen wird. Im Wettkampf werden jeweils 40 Schuss abgegeben; jeder LG-Schütze schießt auf jede Scheibe mit einem Durchmesser von 45 mm ein Mal, jeder LP-Schütze schießt auf jede Scheibe mit einem Durchmesser von 155 mm zwei Mal.

Dankenswerterweise hat der Kreisschützenmeister die Wettkampfscheiben von der Meisterschaft im Schützenkreis 31 vom Januar 2009 zur Auswertung zur Verfügung gestellt. Ausgewertet wurden die Schießergebnisse von 25 LG- und LP-Schützen mit unterschiedlicher Treffsicherheit. Dabei wurden die Ergebnisse von jeweils fünf Schützen, die mit ihrer Platzierung dicht beieinanderliegen, zusammengefasst.

Als Beispiel sind in Bild A 1-2 die Ergebnisse der fünf LP-Schützen dargestellt, die in der Ergebnisliste in Bild A 1-1 die Ränge 2 bis 6 belegen. Bei den Darstellungen handelt es sich um „linearisierte Trefferbilder“. Jeder Schütze zielt und löst den Schuss in der Absicht, die „10“ zu treffen. Verfehlt er die „10“, dann hat der Schütze keinen Einfluss auf die Richtung und auf den Betrag der Abweichung des Schussloches vom Zentrum der Scheibe. Die Löcher sind scheinbar chaotisch über die Scheibe verteilt. Werden die Ergebnisse als Strichlisten ausgewertet, dann ergeben sich die fünf linearisierten Trefferbilder in Bild A 1-2. Die Trefferbilder unterscheiden sich zufallsbedingt, Die Besetzungszahlen, die Zahl der Striche in den Klassen 10 bis 6, stimmen nur selten überein.

Eine Zusammenfassung, Mittelung und Rundung der fünf Strichlisten führt zu den Besetzungszahlen 13, 18, 6, 2 und 1 für die Klassen oder die Zahl der Ringe 10 bis 6.

<p>R 10 ### ### III 9 ### ### ### HH 8 ### 7 / 6 /</p> <p>Rang: 2 S: 363 M: 9,075</p>	<p>R 10 ### ### III 9 ### ### ### III 8 ### III 7 /</p> <p>3 363 9,075</p>	<p>R 10 ### ### ### 9 ### ### ### / 8 ### II 7 III</p> <p>4 361 9,025</p>																												
<p>R 10 ### ### III 9 ### ### ### II 8 ### / 7 II 6 II 5</p> <p>Rang: 5 S: 357 M: 8,925</p>	<p>R 10 ### ### / 9 ### ### ### ### 8 ### 7 III 6 5 /</p> <p>6 356 8,900</p>	<p>Zusammenfassung</p> <table border="0"> <thead> <tr> <th>R</th> <th>1)</th> <th>2)</th> <th>3)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>10</td> <td>64</td> <td>12,8</td> <td>13</td> </tr> <tr> <td>9</td> <td>91</td> <td>18,2</td> <td>18</td> </tr> <tr> <td>8</td> <td>31</td> <td>6,2</td> <td>6</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>10</td> <td>2,0</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>3</td> <td>0,6</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>1</td> <td>0,2</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>2 bis 6 1800; 1800 / 5 = 360 9,000</p>	R	1)	2)	3)	10	64	12,8	13	9	91	18,2	18	8	31	6,2	6	7	10	2,0	2	6	3	0,6	1	5	1	0,2	
R	1)	2)	3)																											
10	64	12,8	13																											
9	91	18,2	18																											
8	31	6,2	6																											
7	10	2,0	2																											
6	3	0,6	1																											
5	1	0,2																												

Zeichen:

R = Ringzahl

S = Gesamttringzahl

M = Mittelwert, $S / 40 =$ mittlere Ringzahl je Schütze**Fußnoten:**

1) Summe über alle 5 Strichlisten

2) Summe / 5

3) Summe / 5, gerundet

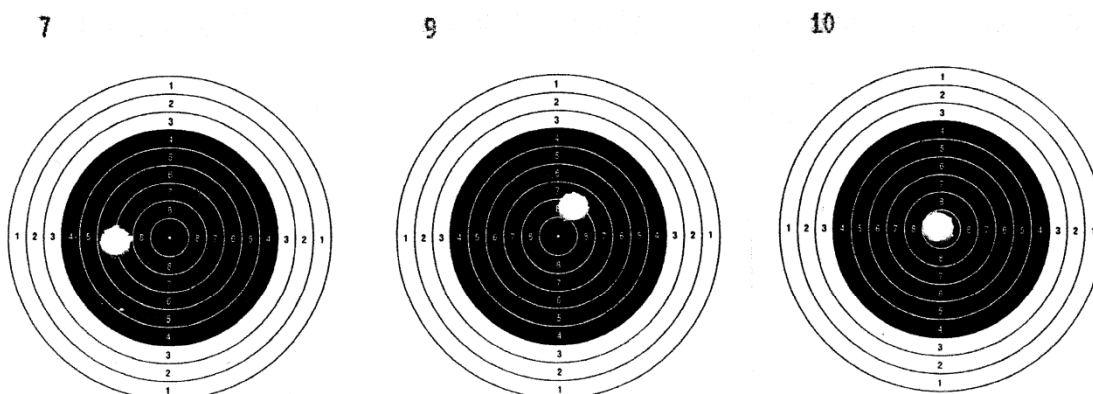
Bild A 1-2: Fünf linearisierte Trefferbilder für die Urwerte beim Scheibenschießen und deren Zusammenfassung.

Auswertung der Wettkampfscheiben von fünf Schützen bei den Kreismeisterschaften im Schützenkreis 31 des Hessischen Schützenverbandes am 17. / 18.01.2009.

Die Auswertung und teilweise Interpolation der Ergebnisse der weiteren 20 Schützen ergaben schließlich die empirisch ermittelten sechs Strichlisten in

Bild A 1-3 oben für verschiedene Treffsicherheiten von $S = 280$ bis $S = 380$. Diese Darstellung ist auch im Hauptteil als Bild 6 enthalten.

R	Strichlisten					
10	HHH HHH HHH HHH IIII	HH HHH III	HHH II	IIII	III	II
9	HHH HHH II	HHH HHH HHH III	HHH HHH HHH I	HHH HHH I	HHH II	HHH I
8	IIII	HHH I	HHH IIII	HHH HHH IIII	HHH HHH II	HHH IIII
7		II	HHH I	HHH I	HHH HHH	HHH HHH I
6		I	II	III	III	III
5				I	II	III
4				I	I	III
3					I	II
2						
1						
Summe S: 380	1)	360	340	320	300	280
Mittel –						
wert M: 9,5		9,0	8,5	8,0	7,5	7,0



Drei Beispiele für die Schusslöcher in den Wettkampfscheiben eines LG-Schützen

Fußnote 1): Beispiel zur Berechnung:

$$S = 10 \times 24 + 9 \times 12 + 8 \times 4 = 380$$

$$M = S / 40 = 9,5$$

Bild A 1-3: Linearisierte Trefferbilder für verschiedene Treffsicherheiten von $S = 280$ bis $S = 380$ beim Sportschießen auf Scheiben

Die Trefferbilder in A 1-3 sind schief; die Schiefe nimmt mit sinkender Treffsicherheit Leistung oder Können und Zufall bei den Wettkampfergebnissen einzelner Sportler, sofern – wie hier beim Scheibenschießen – die Einflussgrößen nach Bild 8 bedeutungslos sind. Jeder Schütze schießt in der Absicht die „10“ zu treffen. Verfehlt er die Zehn, dann hat er keinen Einfluss auf die daraus sich ergebenden Ergebnisse. Für die gesetzmäßige

Ordnung bei den Fehlschüssen sorgt einzig und allein der Zufall. Auch die gesetzmäßigen Schwankungen der Ergebnisse von Wettkampf zu Wettkampf eines Schützen bestimmt – trotz konstanten Leistungsniveaus – der Zufall.

Mit zunehmender Treffsicherheit verringert sich der Anteil des Zufalls. Ein $S = 380$ – Schütze trifft mit 60 % seiner 40 Schüsse oder 24 mal die „10“ und ein Gold-Medaillen-Gewinner bei einer EM, oder WM oder bei Olympia schafft $S = 400$.

Über die Mitwirkung des Zufalls bei der Erstellung der Ranglisten s. Anhang-Beispiel A 2.

Die Form der Verteilungen in Bild A 1-3 erinnert an die Poisson-Verteilung (PV), die bevorzugt Anwendung findet für den Fall der „Zahl der Fehler je Erzeugniseinheit“. Die Einzelwahrscheinlichkeiten $g(x)$ dieser PV können nach der in Bild A 1-4 bei dem Berechnungsbeispiel angegebenen Formel berechnet werden oder mit Hilfe statistischer Tabellen oder mit Hilfe eines PC ermittelt werden.

Die mittels der PV ermittelten Trefferbilder für verschiedene Treffsicherheiten in Bild A 1-4 oben stimmen in hinreichend guter Näherung mit den entsprechenden, empirisch gefundenen Trefferbildern in Bild A 1-3 überein. Die PV ist daher geeignet, die Trefferbilder beim Sportschießen zu simulieren; Näheres dazu im Anhang-Beispiel A 2.

R	x	Strichlisten													
10	0	###	###	###	###	////	###	###	###	###	////	////	///	///	///
9	1	###	###				###	###	###	###	###		###	###	
8	2						###		###	###	###	###	###	###	
7	3								###		###		###	////	###
6	4												###	###	
5	5														
4	6														
3	7														
2	8														
1	9														
S	379						361		339		319		300		282
M	9,475						9,025		8,475		7,975		7,500		7,050

Zeichen: S = Ringzahlsumme

$$M = S / 40 = \text{Mittelwert}$$

Berechnungsbeispiel für den Mittelwert $\mu = 1$

R	x	$g(x) = (\mu^x \cdot e^{-\mu}) / x!$	$g(x) \times 100 \times 0,4$ gerundet	1)
10	0	0,3679	15	Auswertung: $S = 10 \times 15 + 9 \times 15 + 8 \times 7 + 7 \times 2 + 6 \times 1 = 361$ $M = 361 / 40 = 9,025$
9	1 = μ	0,3679	15	
8	2	0,1839	7	
7	3	0,0613	2	
6	4	0,0153	1	
5	5	0,0031		

Zeichen: g(x) = Einzelwahrscheinlichkeit für die Fehlerzahl x bei der Poisson-Verteilung

Fußnote 1) Faktor 100 ergibt pro hundert; Faktor 0,4 ergibt pro 40

Bild A 1-4: Treffer-Verteilungen beim Scheibenschießen als Näherung durch die Poisson-Verteilung für verschiedene Treffsicherheiten mit Berechnungsbeispiel

Anhang-Beispiel A 2

Die Simulation von Schießergebnissen beim Sportschießen auf Scheiben.

Am Ende des Anhang-Beispiels A 1 mit der „Empirischen Ermittlung der Gesetzmäßigkeiten beim Sportschießen auf Scheiben“ wird darauf hingewiesen, dass die schiefen Verteilungen für die linearisierten Trefferbilder auch durch die Poisson-Verteilung (PV) beschrieben werden können, Bild A 1-4.

Die Poisson-Verteilung kommt bevorzugt für den Fall „der Anzahl Ereignisse je Einheit“ oder auch „der Anzahl Fehler je Einheit“ zur Anwendung. Beispiele für die Zahl der Ereignisse oder Fehler je Einheit (Maßeinheit) oder je Erzeugniseinheit (Betrachtungseinheit, Gegenstand) sind

- o aus der Natur:
Niederschlagsmenge je m^2 , Sonnenstunden pro Tag, Zahl der Streifen je Zebra, Zahl der Kerne je Apfel, Zahl der Blitze je Gewitter oder pro Minute, und
- o aus dem Alltag:
Anzahl Autos je Stunde an einer Kreuzung, Zahl bestimmter Buchstaben je vollständige Zeile eines Druckerzeugnisses, Zahl der Tippfehler je Seite Text.

Die PV ist einseitig schief, mit wachsendem Mittelwert μ wird die PV zunehmend symmetrischer.

Die PV lässt sich auch für die Ermittlung der Wahrscheinlichkeiten für die Ergebnisse beim Sportschießen anwenden. Die Fehler in den Scheiben werden beim Schießen so gemacht, wie der Textschreiber seine Tippfehler beim Schreiben macht. Der Sportschütze schießt mit dem Luftgewehr auf jede Scheibe einmal, am Ende hat jede Scheibe (Erzeugniseinheit) nur ein Schussloch. Die Fehlerzahl ergibt sich aus der Schwere der Fehler:

$R = 10$ bedeutet $x = 0$ Fehler, $R = 9$ bedeutet $x = 1$ Fehler,
 $R = 8$ bedeutet $x = 2$ Fehler usw.

In Bild A 2-1 sind neben den Ringzahlen von $R = 10, 9, 8, 7$ usw. die Fehlerzahlen $x = 0, 1, 2, 3$ usw. angegeben, jeweils erste und zweite Spalten.

Wahrscheinlichkeitsverteilung für M = 8 oder S = 320

R	x	g(x)	w in %	W in %	Zufallszahl	w – Verteilung für n = 40	
10	0	0,1355	14	100	87 100	###	
9	1	0,2707	27	86	60 86	### ## I	
8	2	0,2707	27	59	33 59	### ## I	
7	3	0,1804	18	32	15 32	### II	S = 319
6	4	0,0902	9	14	06 14	###	
5	5	0,0361	4	5	02 05	I	M = 7,975
4	6	0,0120	1	1	01	I	

Wahrscheinlichkeitsverteilung für M = 8,5 oder S = 340

R	x	g(x)	w in %	W in %	Zufallszahl	w – Verteilung für n = 40	
10	0	0,2231	22	100	79 100	### ###	
9	1	0,3347	33	78	46 78	### ## III	
8	2	0,2510	25	45	21 45	### ##	
7	3	0,1255	13	20	08 20	###	S = 339
6	4	0,0471	5	7	03 07	II	
5	5	0,0141	1	2	02	I	M = 8,475
4	6	0,0035	1	1	01		

Wahrscheinlichkeitsverteilung für M = 9 oder S = 360

R	x	g(x)	w in %	W in %	Zufallszahl	w – Verteilung für n = 40	
10	0	0,3679	37	100	64 100	### ## ##-	
9	1	0,3679	37	63	27 63	### ## ##	
8	2	0,1839	18	26	09 26	### II	S = 361
7	3	0,0613	6	8	03 08	###	
6	4	0,0153	1	2	02	I	M = 9,025
5	5	0,0031	1	1	01		

Zeichenerklärung

M = mittlere Ringzahl je 40 Schuss

g(x) = Einzelwahrscheinlichkeiten für x

S = Summe der Ringe von 40 Schuss

w = gerundete Einzelwahrsch. in %

x = Fehlerzahl

W = Wahrscheinlichkeitssummen in%

Bild A 2-1: Wahrscheinlichkeitsverteilungen für die mittleren Treffsicherheiten von M = 8, 8,5 und 9 beim Sportschießen auf Scheiben mit jeweils 40 Schuss, Näherung durch PV

Für die mittleren Ringzahlen M beim Schießen mit 40 Schuss sind zu zugeordneten Mittelwerte μ der PV:

- o $M = 8$ entspricht $\mu = 2$
- o $M = 8,5$ entspricht $\mu = 1,5$ und
- o $M = 9$ entspricht $\mu = 1$

In den jeweils 3. Spalten sind die jeweiligen Wahrscheinlichkeiten als Dezimalzahlen angegeben. Da diese dezimalen Wahrscheinlichkeiten recht unhandlich sind, wurden sie in Prozentzahlen umgerechnet und gleichzeitig gerundet, Spalten w in % in Bild A 2-1.

Werden diese w -Werte mit 0,4 multipliziert und gerundet, dann ergeben sich die w -Verteilungen, die in Bild A 2-1 jeweils rechts außen als Strichlisten dargestellt sind. Diese Strichlisten sind die zu erwartenden Häufigkeitsverteilungen, wenn die Schießergebnisse für das Sportschießen mit 40 Schuss durch die Entnahme von Stichproben des Stichprobenumfangs $n = 40$ aus den Wahrscheinlichkeitsverteilungen simuliert werden.

Diese Stichprobenentnahme kann in der Weise erfolgen, dass genau 100 ca. 1 cm² große Kärtchen in eine Schachtel gegeben werden, die mit den Ringzahlen R beschriftet sind und das jeweils mit den Häufigkeiten entsprechend der Wahrscheinlichkeiten w , beispielsweise bei $M = 8$ in Bild A 2-1 oben

$R = 10$: 14 mal, $R = 9$: 27 mal, $R = 8$: 27 mal, $R = 7$: 18 mal usw.

Dann können aus dieser Schachtel 40 Kärtchen nacheinander und jeweils mit Zurücklegen entnommen werden und die Ergebnisse als Strichliste protokolliert werden, wie dies in den Bildern A 2-2, A 2-3 und A 2-4 geschehen ist.

R	Stichprobe Nr.					mittlere Besetzungszahl in den 10 Stichproben
	1	2	3	4	5	
10	///	//	### III	### III	### I	R
9	### ### I	### ### I	### ### I	### I	### IIII	10 5,1
8	### ### III	### ### I	### ### I	### ###	### ### I	9 11,4
7	IIII	### I	###	### IIII	### I	8 11,1
6	IIII	//	//	### I	###	7 7,1
5		///	///	I	//	6 3,5
4					I	5 1,6
M	8,250	8,025	8,225	7,950	7,875	4 0,2
S	330	321	329	318	315	n = 40
						M = 8,0475
						S = 321,9
R	Stichprobe Nr.					Rangliste für die zehn „Schützen“
	6	7	8	9	10	
10	///	###	###	###	### I	Rang Schütze Ringe
9	### ### II	### ### IIII	### ###	### ### III	### II	1 1, 9 330
8	### ### III	### ###	### II	### ### III	### ### II	2
7	### III	### III	### ### III	### I	### I	3 3, 7 329
6	IIII	//	///	//	###	4
5		I	//	I	///	5 6 322
4					I	6 2 321
M	8,050	8,225	7,875	8,250	7,750	7 4 318
S	322	329	315	330	310	8 5, 8 315
Mittelwerte: M = 8,0475						9 10 310
S = 321,9						
] — aus den 10 Stichproben						
Zeichenerklärung: R = Ringzahl						
M = mittlere Ringzahl je 40 Schuss						
S = Summe der Ringe von 40 Schuss						

Bild A 2-2: Zehn simulierte, lineare Trefferbilder von Schützen mit einer mittleren Treffsicherheit von M = 8 Ringen je Wettkampf und deren Auswertung

R	Stichprobe Nr.					mittlere Besetzungszahl in den 10 Stichproben																																	
	1	2	3	4	5																																		
10	###-###- I	### IIII	### ##- I	###- IIII	### ##-	R <hr/> 10 9,0 9 12,8 8 9,5 7 6,5 6 1,3 5 0,4 4 0,5 <hr/> n = 40 M = 8,4625 S = 338,5 Rangliste für die zehn „Schützen“ <table border="1"> <thead> <tr> <th>Rang</th> <th>Schütze</th> <th>Ringe</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>9</td><td>347</td></tr> <tr><td>2</td><td>2, 3</td><td>343</td></tr> <tr><td>3</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>4</td><td>10</td><td>341</td></tr> <tr><td>5</td><td>5, 8</td><td>340</td></tr> <tr><td>6</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>7</td><td>7</td><td>335</td></tr> <tr><td>8</td><td>1, 4</td><td>334</td></tr> <tr><td>9</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>10</td><td>6</td><td>328</td></tr> </tbody> </table>	Rang	Schütze	Ringe	1	9	347	2	2, 3	343	3			4	10	341	5	5, 8	340	6			7	7	335	8	1, 4	334	9			10	6	328
Rang	Schütze	Ringe																																					
1	9	347																																					
2	2, 3	343																																					
3																																							
4	10	341																																					
5	5, 8	340																																					
6																																							
7	7	335																																					
8	1, 4	334																																					
9																																							
10	6	328																																					
9	###-###-	### ##- ##-	### ##- ##-	###-###-	### ##- III																																		
8	###- IIII	### ##-	###-	### ##-	###- III																																		
7	###- II	IIII	###- II	###- III	###- I																																		
6		I		III	II																																		
5	I		I																																				
4	II	I	I																																				
M	8,350	8,575	8,575	8,350	8,500																																		
S	334	343	343	334	340																																		
R	Stichprobe Nr.																																						
	6	7	8	9	10																																		
10	### IIII	### I	### III	### ##- I	### I																																		
9	### ##-	### ##- III	### ##- ##-	### ##- I	### ##- ##- I																																		
8	### III	### ##- III	### I	### ##- II	### ##- IIII																																		
7	### III	### II	### ##- I	### I	I																																		
6	IIII				III																																		
5		I																																					
4	I																																						
M	8,200	8,357	8,500	8,675	8,525																																		
S	328	335	340	347	341																																		
Mittelwerte: M = 8,4625 S = 338,5						} aus den 10 Stichproben																																	
Zeichenerklärung: R = Ringzahl M = mittlere Ringzahl je 40 Schuss S = Summe der Ringe von 40 Schuss																																							

Bild A 2-3: Zehn simulierte, lineare Trefferbilder von Schützen mit einer mittleren Treffsicherheit von M = 8,5 Ringen je Wettkampf und deren Auswertung

R	Stichprobe Nr.					R	mittlere Besetzungszahl in den 10 Stichproben		
	1	2	3	4	5				
10	###	###	###	###	###	10	16,4		
9	###	###	###	###	###	9	14,1		
8	###	###	###	###	###	8	6,9		
7	###	###	###	###	###	7	1,8		
6	###	###	###	###	###	6	0,4		
5	###	###	###	###	###	5	0,4		
M	9,175	9,125	8,975	9,275	9,000			n = 40	
S	367	365	359	371	360			M = 9.0775	
R	Stichprobe Nr.							S = 363,1	
	6	7	8	9	10				
10	###	###	###	###	###			Rangliste für die zehn „Schützen“	
9	###	###	###	###	###				
8	###	###	###	###	###				
7	###	###	###	###	###				
6	###	###	###	###	###				
5	###	###	###	###	###				
M	9,125	8,800	9,125	9,125	9,050				
S	365	352	365	365	362				
Mittelwerte:		M = 9,0775] — aus den 10 Stichproben						
		S = 363,1							

Rang	Schütze	Ringe
1	4	371
2	1	367
3	2, 6, 8, 9	365
4		
5		
6		
7	10	362
8	5	360
9	3	359
10	7	352

Zeichenerklärung: R = Ringzahl

M = mittlere Ringzahl je 40 Schuss

S = Summe der Ringe von 40 Schuss

Bild A 2-4: Zehn simulierte, lineare Trefferbilder von Schützen mit einer mittleren Treffsicherheit von M = 9 Ringen je Wettkampf und deren Auswertung

Der Aufwand zur Herstellung der Schachtel mit den 100 Kärtchen und deren poissonverteilter Beschriftung kann umgangen werden, indem die Stichproben mit Hilfe des Zufallszahlengenerators eines Taschenrechners gezogen werden. Dazu wurden in Bild A 2-1 jeweils die w -Werte zu den Summenwahrscheinlichkeiten W in % aufsummiert, 5. Spalten; jeweils rechts daneben sind die zweistelligen Zufallszahlen angegeben, die in die jeweilige R-Klasse fallen.

Beispielsweise fallen für den angenommenen Mittelwert $M = 8$ folgende Zufallszahlen aus dem Taschenrechner in folgende Klassen:

Zufallszahl		Klasse
dreistellig	zweistellig	R
623	62	9
	23	7
502	50	8
	02	5
945	94	10
	45	8

Da jeder Taschenrechner die Zufallszahlen dreistellig ausgibt, ergeben sich jedes Mal zwei zweistellige Zufallszahlen wie die Beispiele zeigen.

Die jeweils 10 Vierzigerstichproben, die für die angenommenen mittleren Ringzahlen von $M = 8$, $M = 8,5$ und $M = 9$ den jeweiligen Poisson-Verteilungen entnommen wurden und in den Bildern A 2-2, A 2-3 und A 2-4 protokolliert sind, führen zu folgenden Erkenntnissen:

- o Alle 30 Stichproben zur Simulation der Schießergebnisse von 30 „Schützen“ sind eingipfelig-schief.
- o Die Schiefe wird von $M = 8$ über $M = 8,5$ bis $M = 9$ augenfällig größer.
- o Die Unterschiede zwischen den „Schützen“ sind auch innerhalb der jeweils 10 linearisierten Trefferbilder aus derselben PV erheblich. Insbesondere sind die Unterschiede bei den Klassenbesetzungszahlen teilweise auffallend groß.

- o Dementsprechend groß sind auch die Unterschiede bei den jeweils 10 mittleren Ringzahlen M und bei den Ringzahlsummen S je 40 Schuss, obgleich
- o alle „Schützen“, die exakt gleichgroße Treffsicherheit besitzen. Alle jeweils 10 Stichproben in den Bildern A 2-2, A 2-3 und A 2-4 stammen aus demselben PV-Topf.
- o Die „individuellen“ Unterschiede werden besonders gut erkennbar durch die Ranglisten, die für die jeweils 10 „Schützen“ in den Bildern A 2-2, A 2-3 und A 2-4 rechts unten zusammengestellt sind. In allen drei Ranglisten liegen die Ergebnisse in einem Wertebereich von ca. 20 Ringen.
- o Die Mittelwerte für die mittleren Ringzahlen M und für die Ringzahlsummen S der jeweils zehn „Schützen“ stimmen jedoch in ausgezeichneter Näherung mit denen der Wahrscheinlichkeitsverteilungen überein.
- o Auch die mittleren, ungerundeten Besetzungszahlen, in den Bildern A 2-2, A 2-3 und A 2-4 rechts oben dargestellt, sind mit denen der w-Verteilungen für $n = 40$ in Bild A 2-1 teilweise nahezu identisch. Die Auswertung dieser mittleren Besetzungszahlen nach M und S führt zu denselben Ergebnissen wie die numerische Mittelung der 10 Kennwerte für M und S der jeweils 10 Stichproben.

Nach den Grundgesetzen der Statistik (hier nicht näher erläutert) sind die Ringzahlsummen exakt normalverteilt mit einer Streuung die $\sqrt{40}$ mal so groß ist wie die Streuung der PV-verteilten Trefferbilder. Daraus ergeben sich die Glockenkurven, die für die mittleren Ringzahlsummen von $S = 320, 340, 360$ und 370 in Bild A 2-5 dargestellt sind.

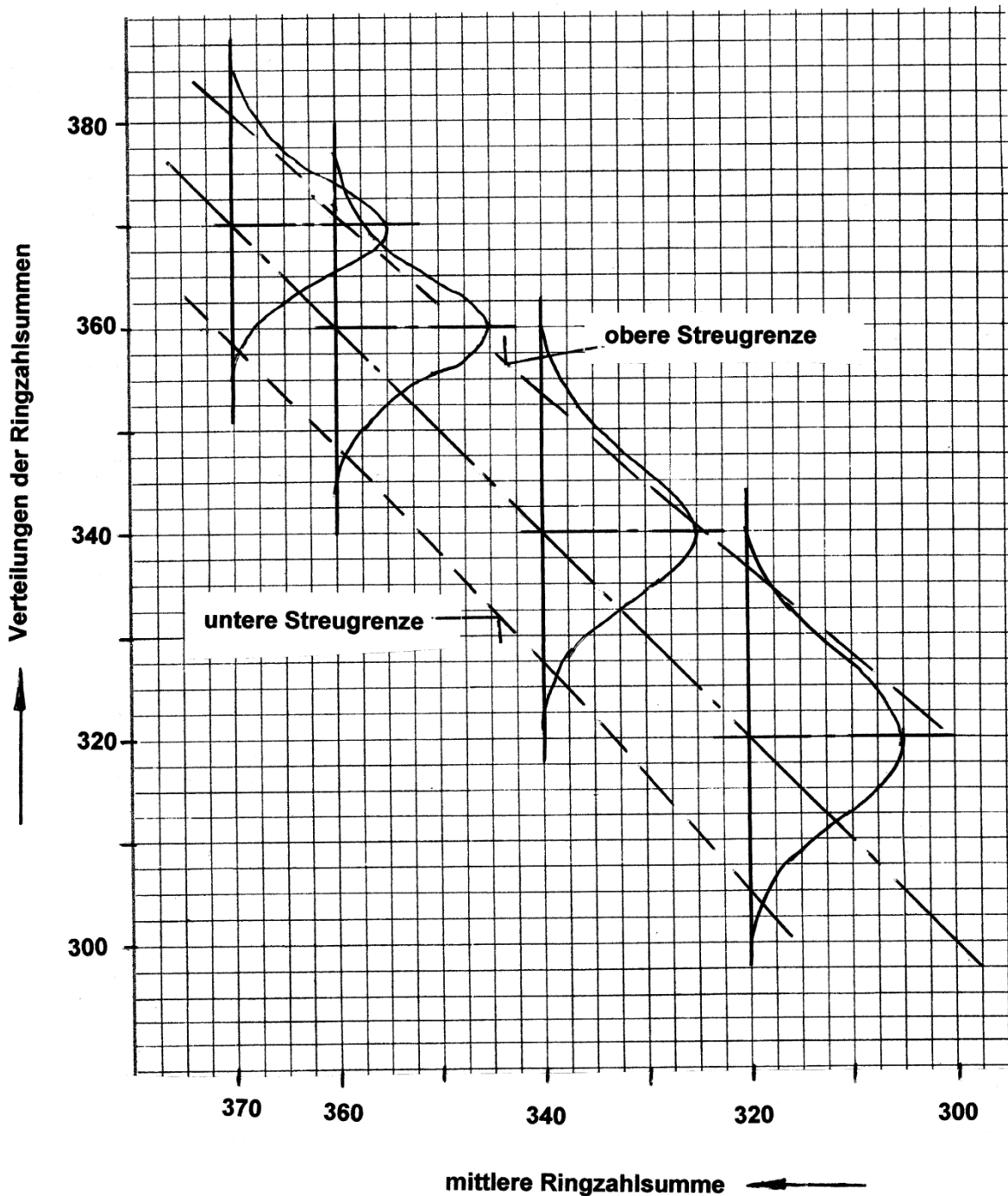
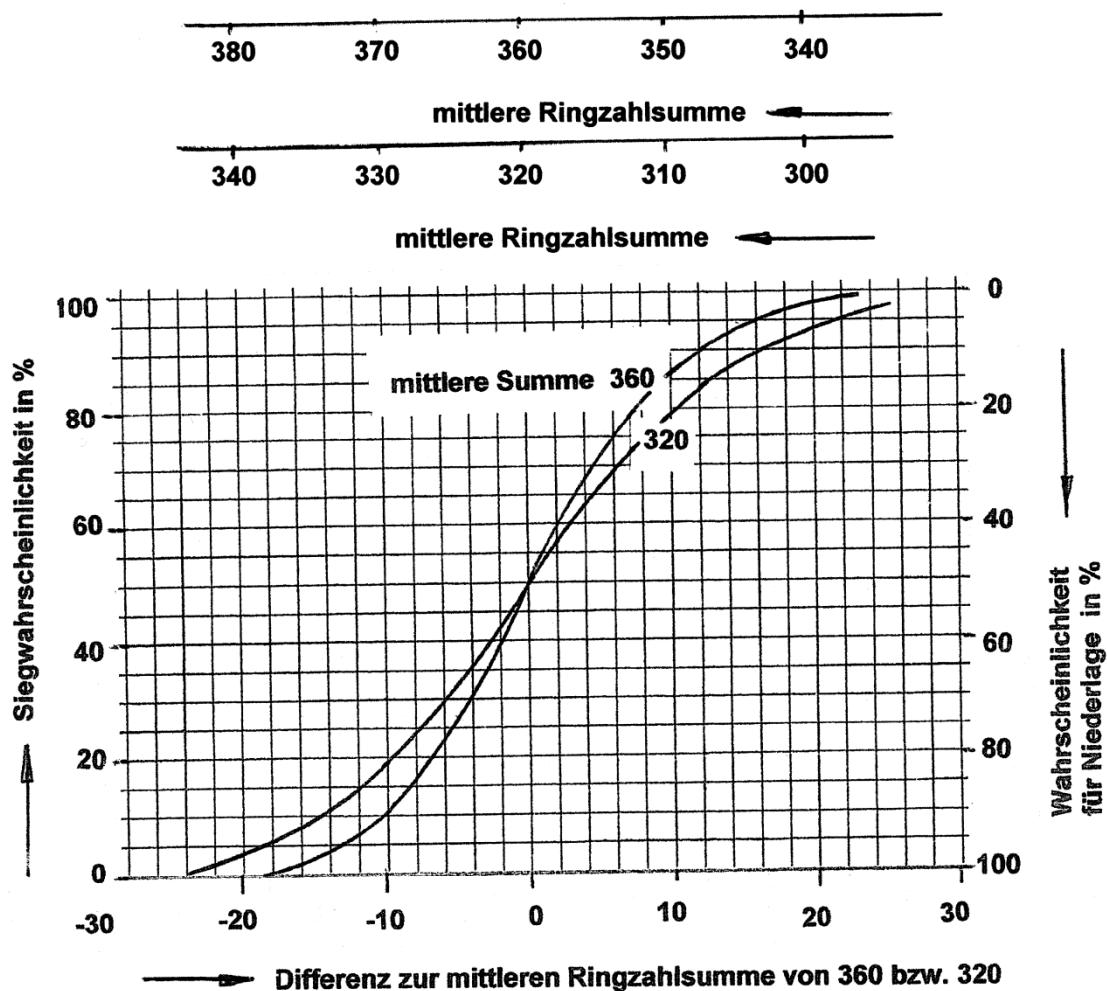


Bild A 2-5: Verteilungen und Streugrenzen für die Ergebnisse beim Sportschießen auf Scheiben in Abhängigkeit von der Treffsicherheit

Durch die Subtraktion dieser und weiterer nicht dargestellter Normalverteilungen für die Ringzahlsummen ergeben sich die Operationscharakteristiken (OC) die in Bild A 2-6 dargestellt sind.



Beispiele für einen Schützen A mit exakt und konstant $S = 360$:

Kontrahent B schießt S	Differenz	Siegwahrscheinlichkeit von A
372 Ringe	- 12 Ringe	7 %
368 Ringe	- 8 Ringe	16 %
360 Ringe	0	50 %
348 Ringe	12 Ringe	90 %

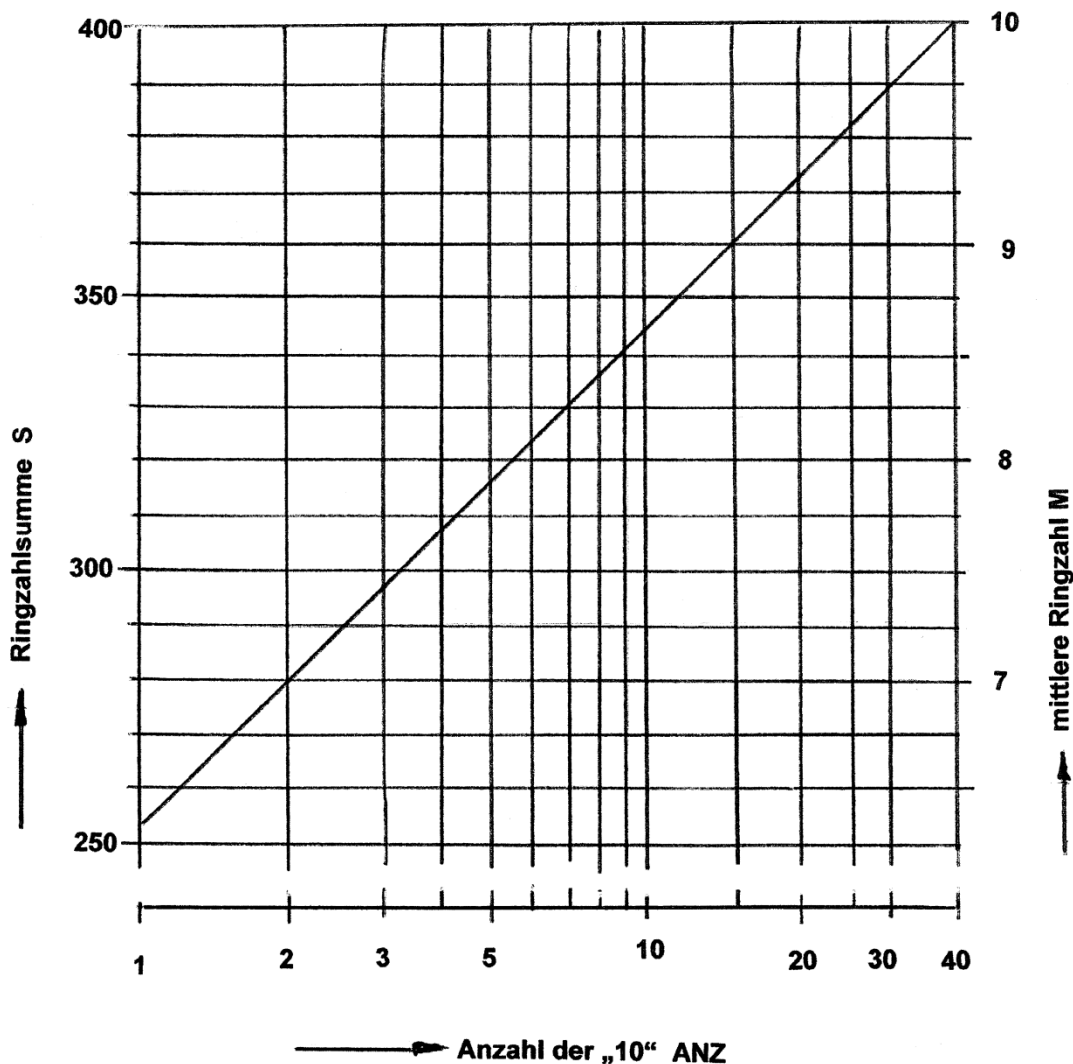
Bild A 2-6: Operationscharakteristiken zum Scheibenschießen bezogen auf die mittleren Ringzahlsummen von 360 bzw. 320

Die OC (operation characteristic curve) sind im deutschsprachigen Raum unter der Bezeichnung Annahmekennlinien, Rückweisekennlinien oder auch Trennungskennlinien bekannt. Bezogen

- o auf den Sport ist die OC eine Kennlinie, durch die die Trennung zweier Sportler mit unterschiedlicher Leistungsfähigkeit in Abhängigkeit von der Leistungsdifferenz ersichtlich ist.

In Bild A 2-6 sind zusätzlich einige Beispiele für das Lesen der OC zusammengestellt. Bei einer Differenz von 12 Ringen, das sind im Mittel nur $12 / 40 = 0,3$ Ringe je 40 Schuss, ist der schwächere Schütze praktisch chancenlos, bei einer Meisterschaft vor dem Schützen mit der größeren Treffsicherheit platziert zu sein. Die Wahrscheinlichkeit dafür beträgt nur 10 %.

Nachtrag zu Beispiel A 2: Bei der PV gibt es einen Funktionalzusammenhang zwischen dem Startwert $g(0)$ der PV = Anzahl der „10“, dem Mittelwert μ der PV \cong mittlere Ringzahl M und der Ringzahlsumme S. Dieser Zusammenhang ist in Bild A 2-7 dargestellt.



Formel für diese Funktion, abgeleitet aus der Poisson-Verteilung:

$$S = (6,3111 + \ln ANZ) \times 40$$

Beispiel für ANZ = 10 Treffer

$$S = (6,3111 + \ln 10) \times 40 = 344,5$$

Bild A 2-7: Ringzahlsumme S in Abhängigkeit von ANZ, der Anzahl Treffer in die „10“

Anhang-Beispiel A 3

Die Simulation von Wurf- und Sprungweiten in der Leichtathletik.

Alle in der Natur zu beobachtenden Verteilungen für kontinuierliche oder messbare Merkmale sind von seltenen Ausnahmen abgesehen Normalverteilungen. Die Normalverteilung ist glockenförmig-symmetrisch und wird durch die zwei Parameter Mittelwert μ und Standardabweichung σ vollständig beschrieben.

Zur Simulation normalverteilter Geschehnisse eignen sich Modell-Normalverteilungen. Eine derartige Modell-NV enthalten die Bilder 10 und A 3-1 mit den Klassen 1 bis 12 und den in der zweiten Spalte angegebenen Klassenbesetzungszahlen 1, 2, 4, 9, 15 usw. Diese Besetzungszahlen sind zugleich die Einzelwahrscheinlichkeiten w in %. In der nächstfolgenden Spalte in Bild A 3-1 sind diese w -Werte zu den Summenwahrscheinlichkeiten W von 1% bis 100% aufaddiert.

Modell-Normalverteilung:

Klasse	Einzel- wahrschein- lichkeit	Summen- wahrschein- lichkeit	Zufalls- zahl	möglich Zuordnung von Wurf- oder Sprungweiten in m zu den 12 Klassen					
	w in %	W in %	von bis	1	2	3	4	5	6
12	1	100	00	65	70	80	19,30	7,00	8,00
11	2	99	98 99	64	68	78	19,25	6,90	7,90
10	4	97	94 97	63	66	76	19,20	6,80	7,80
9	9	93	85 93	62	64	74	19,15	6,70	7,70
8	15	84	70 84	61	62	72	19,10	6,60	7,60
7	19	69	51 69	60	60	70	19,05	6,50	7,50
6	19	50	32 50	59	58	68	19,00	6,40	7,40
5	15	31	17 31	58	56	66	18,95	6,30	7,30
4	9	16	08 16	57	54	64	18,90	6,20	7,20
3	4	7	04 07	56	52	62	18,85	6,10	7,10
2	2	3	02 03	55	50	60	18,80	6,00	7,00
1	1	1	01	54	48	58	18,75	5,90	6,90
Parameter der Modell-NV				zur Simulation der Sportarten:					
Mittelwert	$\mu = 6.50$			Weitsprung, Dreisprung,					
Standardabweichung	$\sigma = 2,07$			Kugelstoßen, Hammerwerfen,					
				Speer – oder Diskuswerfen					

Bild A 3-1: Modell-Normalverteilung zur Simulation von Wurf- und Springdisziplinen in der Leichtathletik

Dieser Modell-NV können zur Simulation von Wurf- oder Sprungweiten Stichproben entnommen werden. Eine Möglichkeit dafür besteht darin, dass in eine Schachtel genau 100 ca. 1 cm² große Kärtchen gegeben werden, die mit den Klassenmitten von 1 bis 12 beschriftet sind und das jeweils mit den Häufigkeiten entsprechend der w-Werte, d.h.

die 1: 1-mal, die 2: 2-mal, die 3: 4-mal, die 4: 9-mal usw.

Für eine Sechserstichprobe werden dann nacheinander 6 Kärtchen mit Zurücklegen der Schachtel entnommen; die auf diese Weise gefundenen Klassenmitten werden als Strichliste protokolliert.

Wesentlich weniger aufwendig ist die Stichprobenentnahme mit Hilfe des Zufallszahlengenerators eines Taschenrechners, indem die jeweils zweistellige Zufallszahl der entsprechenden Klassenmitte zugeordnet wird. Dazu sind in der vierten Spalte des Bildes A 3-1 die Zufallszahlen verzeichnet, die in die Klassen 1 bis 12 fallen.

Zur Weitensimulation mit jeweils 6 Versuchen wurden der Modell-NV insgesamt 60 Sechserstichproben in Serien von jeweils 10 Stichproben entnommen. Die Ergebnisse dieser insgesamt 6 Serien von Sechserstichproben sind in den Bildern A 3-2 und A 3-3 als Strichlisten zusammengestellt.

Eine nähere Betrachtung dieser 60 gleichgroßen Zufallsstichproben führt zu folgenden Erkenntnissen:

- o Jede Stichprobe ist ein Unikat, keine ist mit einer anderen deckungsgleich, alle Ergebnisse unterscheiden sich nach Lage und Streuung oder Spannweite.
- o Diese scheinbar „individuellen“ Unterschiede sind jedoch uneingeschränkt zufallsbedingt; jeder der 60 „Werfer“ oder „Springer“ hätte auch alle übrigen 59 Ergebnisse erzielt haben können.
- o Aus den Sechserstichproben in den Bildern A 3-2 und A 3-3 ist die Reihenfolge der Ergebnisse nicht erkennbar; diese ist so zufällig wie die Ergebnisse selbst. Die bei Leichtathletik-Events so oft beschworene „Steigerung von Versuch zu Versuch“ findet bei der Zufallssimulation nicht statt, wie in den Stadien auch.
- o Keine der Sechserstichproben lässt erkennen, wie die Grundgesamtheit, die Modell-NV aus der die Stichproben stammen, nach Lage und Form aussieht. Auch in ihrer Gesamtheit wirken die Sechserstichproben der 6 Serien ziemlich chaotisch.

Serie 1		Stichprobe Nr.										
Klasse	W	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Summe
12	100											
11	99			/								/
10	97				//				/	/	//	### /
9	93	//	/	/	/					/		### /
8	84	//	/	/	/	/	/			/	/	### IIII
7	69	/	///		/	//	/	/	//		/	### ##- II
6	50	/						//	//			###
5	31			//	/	/	////	/	/	/	/	### ##- II
4	16		/			//				/	/	###
3	7			/				//		/		IIII
2	3											
1	1											

Serie 2		Stichprobe Nr.										
Klasse	W	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Summe
12	100											
11	99	/										/
10	97		/	/							/	///
9	93	/				/	/		/			IIII
8	84	//	/	/	//		/		/	/	/	### ##-
7	69	/	/	//	//	//				///	//	### ##- III
6	50	/			/		//	/	/		//	### III
5	31		//		/	/	//	///	/	/		### ##- I
4	16			/		//		/	//	/		### II
3	7			/				/				II
2	3		/									/
1	1											

Serie 3		Stichprobe Nr.										
Klasse	W	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Summe
12	100					/						/
11	99											
10	97								/			/
9	93	///						/			/	###-
8	84	/	/	/			/			/	/	### /
7	69	/	///	//	//		//	/		/		### ##- II
6	50	/		/		///		//	//	//		### ##- I
5	31			/	//	/	//	/	/	/	/	### ##
4	16			/	//	/		/	//		//	### IIII
3	7		//				/			/	/	###-
2	3											
1	1											

Bild A 3-2: Simulation von Wurf- oder Springergebnissen
Serien 1 bis 3

Serie 4		Stichprobe Nr.										
Klasse	W	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Summe
12	100											
11	99			/	/							//
10	97		/	/	/	/		/			/	### /
9	93				//	/	//			/		### /
8	84			/				//	/	/		###
7	69	///	//	///		/	/			//	///	### ##- ##-
6	50		/		/	/			//	/	/	### //
5	31	//					//	//	/		/	### ///
4	16		//		/	/						///
3	7	/				/	/	/	//	/		### //
2	3											
1	1											

Serie 5		Stichprobe Nr.										
Klasse	W	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Summe
12	100											
11	99				/							/
10	97											
9	93		/	/	//			//			//	### ///
8	84		//		/		//		///	//	/	### ##- /
7	69		/	//		//	/	///			/	### ##-
6	50	///		//	/	///	//	/	/	//	//	### ## ##- /
5	31	/	//		/		/		/	//	//	### ##-
4	16	//										//
3	7			/					/			//
2	3											
1	1											

Serie 6		Stichprobe Nr.										
Klasse	W	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Summe
12	100											
11	99								/			/
10	97			//			/	/	/			###
9	93		//			/		/	/	//	/	### ///
8	84		//	/	//	/	/	/				### ///
7	69	//					/	//	/	//	///	### ##- /
6	50	/		//		//			/	/	/	### ///
5	31	//	//		//	/	/	/	/	/		### ##- /
4	16			/	/							//
3	7						/				/	//
2	3	/				/	/					///
1	1				/							/

Bild A 3-3: Simulation von Wurf- oder Springergebnissen
Serien 4 bis 6

Dies ändert sich erheblich, wenn die jeweils 10 Strichlisten aller 6 Serien nach rechts aufsummiert werden. Diese Strichlisten für die Summen sind bereits angenähert eingipflig und symmetrisch mit dem Mittelwert irgendwo zwischen 6 und 7. Mit zunehmendem Beobachtungsumfang sorgt auch hier der Zufall zunehmend für Ordnung.

Werden schließlich die 6 Summen-Verteilungen aufaddiert, dann ergibt sich die Häufigkeits-Verteilung in Bild A 3-4 oben, die mit der Modell-NV hochgradig übereinstimmt.

Klasse	Besetzungszahl Serie 1 bis 6
12	1
11	6
10	21
9	37
8	49
7	73
6	55
5	62
4	29
3	22
2	4
1	1

Statistische Kennwerte:

Gesamtstichprobenumfang $n = 360$

Mittelwert gesamt $\bar{x} = 6,54$
 Standardabweichung $s = 2,03$ } in hochgradiger Übereinstimmung mit
 den Parametern der Modell - NV

größte Weiten:
Klasse

12	1
11	6
10	15
9	18
8	13
7	5
6	2

$n = 60$

$\bar{x} = 9,02$

$s = 1,30$

Extremwerte, kleinste Weiten gespiegelt
Klasse

12	2
11	10
10	33
9	34
8	27
7	11
6	3

$n = 120$

$\bar{x} = 9,01$

$s = 1,26$

kleinste Weiten
Klasse

7	1
6	6
5	14
4	16
3	18
2	4
1	1

Bild A 3-4: Auswertung der Simulation in den Serien 1 bis 6 nach den statistischen Kennwerten und nach den Extremwerten

Für alle Wurf- und Sprungdisziplinen der Leichtathletik ist in den Regelwerken festgelegt, die jeweils größten Weiten als Wettkampfergebnisse zu werten. Um dies zu simulieren wurden aus den Bildern A 3-2 und A 3-3 die jeweils größten und auch die kleinsten Weiten herausgelesen und in Bild A 3-4 unten als Stabdiagramme mit Angabe der Besetzungszahlen dargestellt. Da die Weiten ohne mögliche Ausreißer simuliert wurden, können die Extremwerte zusammengefasst werden, indem die Kleinstweiten-Verteilung um den Mittelwert der Modell-NV nach oben gespiegelt wird. Die insgesamt 120 Extremwerte sind in Bild A 3-4 rechts mit Angabe der Besetzungszahlen dargestellt und ausgewertet mit folgender Interpretation:

- o Der Mittelwert der Größtweiten beim Werfen und Springen in der Leichtathletik liegt um 2,5 Klassen über dem Mittelwert der Einzelwerte, sofern dieser konstant ist wie bei diesen Simulationen.
- o Die Verteilung der Größtweiten ist dann der Form nach eine Klasse Normalverteilung, symmetrisch und glockenförmig.
- o Die Streuung der Größtweiten ist deutlich kleiner als die der Einzelweiten. Die Größtweiten liegen kompakter beieinander.

Vorteile der Simulation:

- o Durch die Simulation wird die kompliziert-komplexe Realität drastisch vereinfacht, indem die Ergebnisse auf die reinen Zufallsschwankungen reduziert werden. Leistungsschwankungen bei den einzelnen Sportlern, Leistungsunterschiede zwischen den Athleten sowie die Auswirkungen weiterer Einflussgrößen sind eliminiert oder a priori nicht vorhanden.
- o Die Simulation ist so gestaltet, dass die Ergebnisse der Realität in den verschiedenen Disziplinen angepasst werden können. Sechs Vorschläge dazu enthält das Bild A 3-1, weitere Beispiele sind denkbar. Die Abschätzung des Zufallsanteils an den realen Ergebnissen ist schwierig. Einerseits ist bekannt, dass die realen Ergebnislisten durch Leistungsunterschiede und weitere Einflussgrößen geprägt werden; andererseits ist der Anteil dieser überzufälligen, systematischen Einflüsse ausnahmslos unbekannt.

Zur Abschätzung der Klassenbreite bei reinen Zufalls-

schwankungen wäre es zweckmäßig, Ergebnislisten heranzuziehen aus schwächeren Leistungsklassen (Nachwuchs) mit hoher Leistungsdichte und dementsprechend geringem Leistungsgefälle, s. Bilder 1 und 2 im Hauptteil. Weiterhin wäre es ideal, wenn diese Ergebnisse unter konstanten, äußeren Bedingungen wie Windstille erzielt worden wären.

Nachteile der Simulation:

- o Die Simulation berücksichtigt nicht, dass sich beim Werfen oder Springen eine Normalverteilung nur dann ergeben kann, wenn bei jedem Versuch alle Abläufe optimal sind. Da dies nicht immer zu verwirklichen ist, gibt es häufig Ausreißer nach unten, die von den Werfern i. d. R. sofort ungültig gemacht werden. Hinzu kommen Fehlversuche (Übergetreten, Diskus oder Hammer landet im Käfig oder Speer landet außerhalb des auf dem Rasen vorgegebenen Sektors), die bei der Simulation ebenfalls nicht vorkommen.

Die genannten Nachteile sind vermutlich der Grund dafür, dass die Urväter der Wurf- und Sprungdisziplinen die Größtweiten als Vergleichswerte festgelegt haben und nicht die Ergebnissummen wie bei den Schützen.

Obige Simulation kann zusätzlich erweitert werden, indem Leistungsunterschiede zwischen den Athleten unterstellt und hineinsimuliert werden. Dazu wurde in Bild A 3-5 angenommen, dass beispielsweise ein Werfer im Mittel um die Differenz von $D = 2$ Klassenbreiten weiter wirft als ein anderer. Dann verschiebt sich auch die Verteilung der Größtweiten um 2 Klassenbreiten nach oben. Die Subtraktion der Größtweitenverteilungen für diesen Fall führt zu dem Ergebnis, dass die Siegwahrscheinlichkeit des besseren Werfers bei 87% liegt.

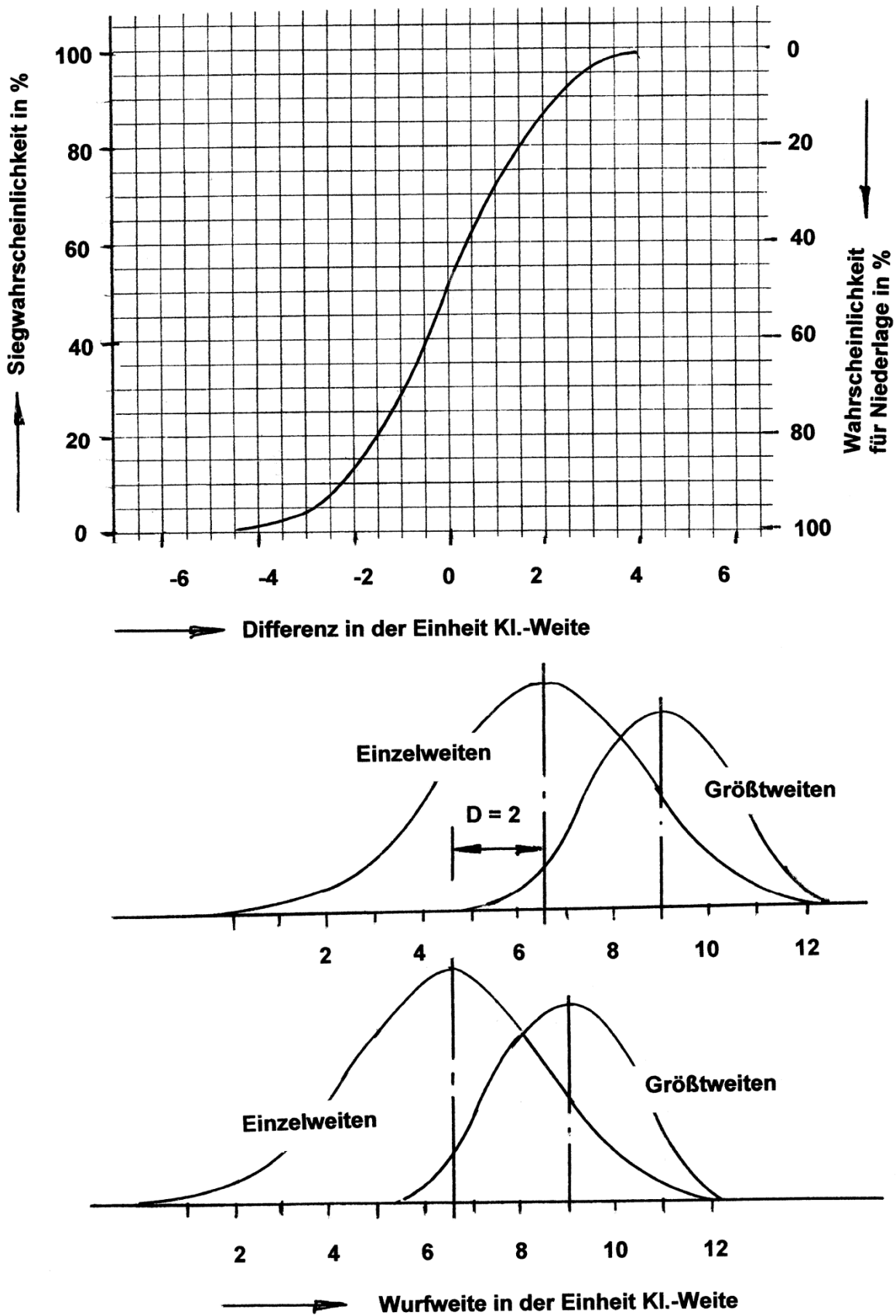


Bild A 3-5: Operationscharakteristik für das Werfen oder Springen in Abhängigkeit von der Leistungsdifferenz in der Einheit Klassenweite der Modell-Normalverteilung

Da die Subtraktion von Verteilungen in der Statistik nicht jedem geläufig ist, sei diese Methode mit Hilfe des Bildes A 3-6 anschaulich erklärt:

Rechts oben sind die normalverteilten Körperhöhen von Männern und Frauen dargestellt. In der DIN-Norm 33402 (10.88) sind viele kontinuierliche (messbare) Merkmale der Frauen und der Männer vom Kopfumfang (Hutgröße) bis zur Fußlänge (Schuhgröße) dokumentiert, was vor allem für die Bekleidungsindustrie wichtig ist. Nach dieser Norm sind Frauen im Mittel 1,63 m groß und Männer im Durchschnitt 1,74 m. Aus den Glockenkurven in Bild A 3-6 ist nicht ersichtlich, zu welchem Anteil die Männer die Frauen „überragen“.

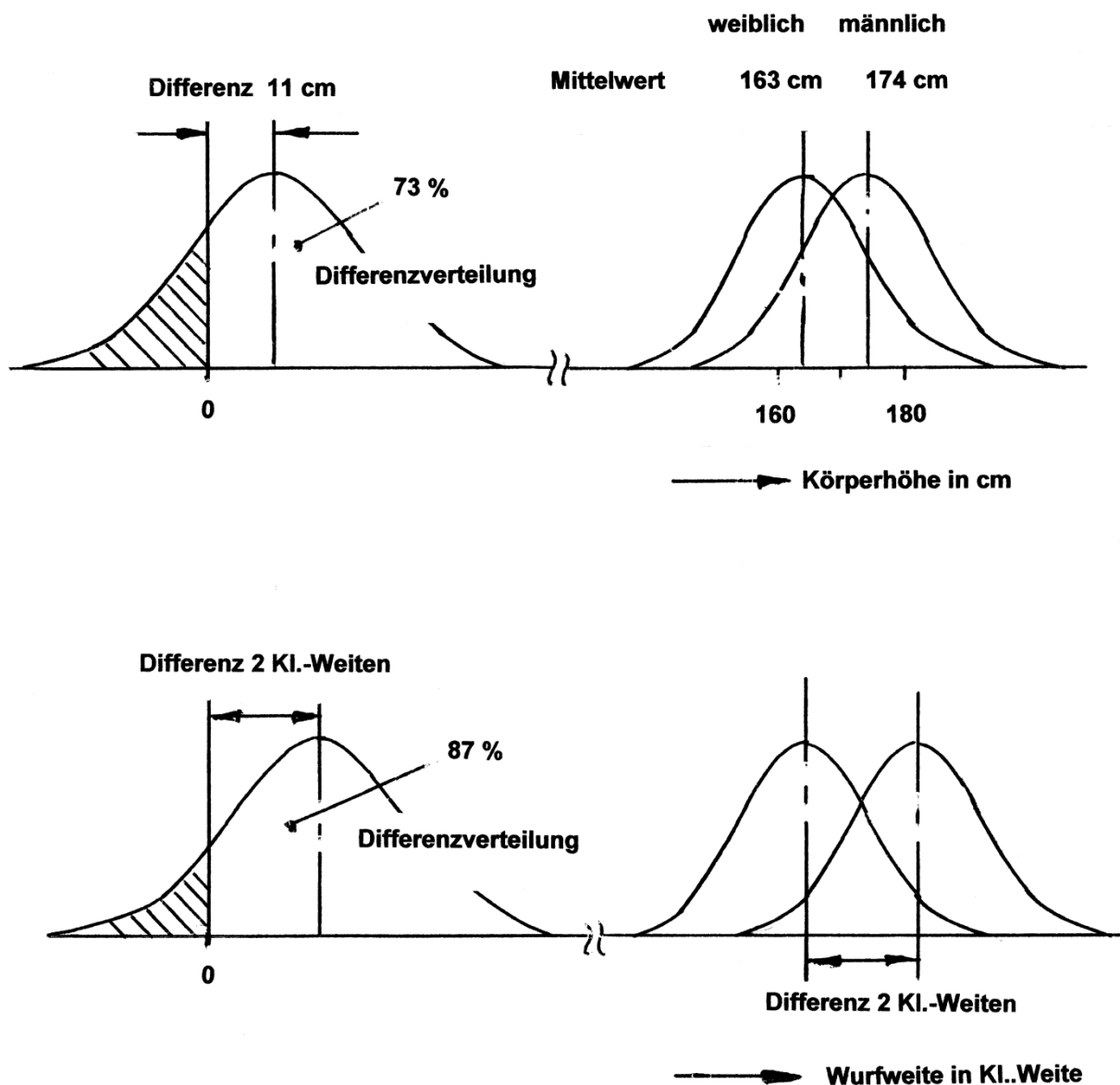


Bild A 3-6: Zwei Beispiele für die Subtraktion zweier Verteilungen
 oben: Körperhöhe von Frauen und Männern
 unten: Verteilung der Größtweiten beim Werfen nach 6 Versuchen

Dies wird erst offenbar, wenn die Verteilungen für die Körperhöhen subtrahiert werden, oben links. Der Mittelwert der Differenzverteilung ist die Differenz der Mittelwerte, in diesem Beispiel 11 cm. Die Streuung der Verteilungen für die Körperlänge der Frauen und der Männer sind angenähert gleich groß. Nach dem Abweichungsfortpflanzungsgesetz der Statistik (hier nicht näher erläutert) ist für diesen Fall die Streuung der Differenzen $\sqrt{2} = 1,4$ mal so groß. Aus der Darstellung der Differenzverteilung ist visuell abzuschätzen, dass die weiße Fläche im positiven Bereich unter der Glockenkurve ca. 2/3 der Gesamtfläche unter der Glockenkurve ausmacht. Nach einer Tabelle der standardisierten Normalverteilung beträgt dieser Anteil 73%.

Verbale Interpretation: Wenn 1000 Frauen und 1000 Männer einer Gemeinde durchnummeriert werden und dann mit einem Zufallszahlengenerator Frauen und Männer zufällig ausgesucht und jeweils paarweise hinsichtlich ihrer Körperhöhe miteinander verglichen werden, dann sind in 73% der Vergleiche die Männer größer, in 27% der Fälle sind es die Frauen.

In entsprechender Weise ist im unteren Teil des Bildes A 3-6 die Differenzverteilung für die Größtweiten zweier Werfer dargestellt, die sich hinsichtlich ihrer mittleren Wurfweite um 2 Klassenbreiten unterscheiden. Die Siegwahrscheinlichkeit des besseren Werfers liegt bei 87%, sofern weitere Einflussgrößen ausgeschlossen oder nicht unterschiedlich wirksam sind. Durch die Unterstellung weiterer Leistungsunterschiede zwischen den Werfern ergibt sich punktweise der weitere Verlauf der Operationscharakteristik (OC) im oberen Teil des Bildes A 3-5.

Die aus der OC herauslesbare Trennschärfe ist beachtlich. Bei Leistungsgleichheit und somit Chancengleichheit zweier Werfer ist das Verhältnis ihrer Siegwahrscheinlichkeiten banalerweise 50 : 50. Schon bei einer Leistungsdifferenz von $D = 2,5$ Klassenbreiten nach oben oder nach unten verschiebt sich dieses Verhältnis auf ca. 90 : 10 bzw. reziprok auf ca. 10 : 90.

Diese Trennschärfe ist deswegen so beachtlich, weil die Einzelweiten eines Werfers bei 6 Versuchen um bis zu acht Klassenbreiten differieren können, wie dies bei den simulierten Versuchen der „Werfer“

1 – 3, 2 – 2, 3 – 5 und 6 – 6 (Serie – Stichprobe Nr.)

in den Bildern A 3-2 und A 3-3 der Fall ist.

Dennoch: Die Differenzen in den Einzelweiten sind nicht erfolgsentscheidend, die Größtweiten sind für den Erfolg maßgebend. Und daran sind die (konstante) Leistung und der Zufall gleichermaßen beteiligt:

- o Ist die Leistungsdifferenz groß genug, entscheidet die Leistung allein.
- o Bei Leistungsüberschneidung entscheiden die Leistungsdifferenz und der Zufall.
- o Bei Leistungsgleichheit entscheidet der Zufall allein.

Und: o Bei Einzelwettkämpfen bedeutet Zufall Glück oder Pech;

- o Langfristig ist jedoch der neutrale Zufall ausgleichend und gerecht.

Allerdings:

- o Die Höhe der Leistungsdifferenz, der Betrag der Leistungsüberschneidung oder eine mögliche Leistungsgleichheit sind in der sportlichen Praxis nie bekannt, und
- o Sportler oder Mannschaften treffen in der Praxis selten so häufig aufeinander, dass die ausgleichende Wirkung des Zufalls wirksam werden kann; wenn jedoch beispielsweise mehrere, absolut gleichwertige Tennisspieler häufig gegeneinander spielen, dann kann sich das Ergebnis von mehr als der Hälfte der verlorenen Spiele gegen den einen dadurch ausgleichen, dass mehr als die Hälfte der Spiele gegen einen anderen gewonnen werden. Dann sind die erzielten Weltcup-Punkte letztendlich leistungsgerecht vergeben