

Dieser Beitrag ist in ähnlicher Form erschienen in Goodfellow, C./ Kollenbroich, K. (2019): Kennzahlen aus der deskriptiven Statistik zur Auswertung von Ergebnissen aus dem Leistungssport, Hilligweg, G./ Kirspel, M./ Kirstges, T./ Kull, S./ Schmoll, E. (Hrsg): Jahresband 2019 des Fachbereichs Wirtschaft – Gesammelte Erkenntnisse aus Lehre und Forschung, S. 13-24, ISBN 978-3-643-14380-8.

Christiane Goodfellow & Kim Kollenbroich

Kennzahlen aus der deskriptiven Statistik zur Auswertung von Ergebnissen aus dem Leistungssport

1 Einleitung

Weil arithmetisches Mittel und Standardabweichung allgemein bekannt und einfach zu berechnen sind, werden sie in ihrer Aussagekraft gelegentlich unterschätzt. Im folgenden Beitrag werden beide Kennzahlen verwendet, um Entwicklungen im Leistungssport in den vergangenen Jahrzehnten aufzuzeigen. Darüber hinaus wird vorgeschlagen, künftig auch auf statistische Verfahren zur gezielten Auswahl von Sportler(inn)en für Dopingkontrollen zurückzugreifen.

2 Kennzahlen aus der deskriptiven Statistik

Die gebräuchlichste Kennzahl ist das **arithmetische Mittel**. Es wird auch als **Mittelwert** oder **Durchschnitt** bezeichnet. Zur Berechnung werden die Merkmalsausprägungen aufaddiert und durch die Anzahl der Beobachtungen dividiert. Der Mittelwert ist ein Lagemaß, d.h. er gibt an, wo (unter den möglichen Merkmalswerten) die Beobachtungen im Durchschnitt liegen.

Auch der **Median** ist ein Lagemaß. Er liegt in der Mitte der Beobachtungen und teilt dadurch die Beobachtungen nach ihrer Häufigkeit in zwei gleich große Teile. Bei insgesamt drei Beobachtungen liegt der Median bei der mittleren (also zweiten) Beobachtung, wobei diese der Größe nach sortiert sein müssen.

Im Gegensatz dazu ist die **Standardabweichung** ein Streuungsmaß. Sie erfasst, wie stark die einzelnen Beobachtungen vom Mittelwert abweichen.

Zu ihrer Berechnung wird zunächst die Varianz ermittelt. Sie ist ein quadriertes Maß, weshalb sie in Anwendungen schwierig zu interpretieren ist. Aus diesem Grund wird die Quadratwurzel aus der Varianz gezogen. Das Ergebnis ist die Standardabweichung, die wieder in der ursprünglichen Einheit gemessen wird.

Ein weiteres Streuungsmaß ist die **Streubreite** oder **Spannweite**. Sie ist die Differenz zwischen der größten und der kleinsten Beobachtung. Sie basiert damit auf den beiden extremsten Beobachtungen und hat dadurch wenig Aussagekraft. Deshalb wird in der Praxis meist die Standardabweichung angewendet.

3 Analyse von Ergebnissen aus dem Leistungssport

Bezüglich der Wettkampfergebnisse im Leistungssport seit den 1950er Jahren werden folgende Hypothesen aufgestellt:

- 1) **Die Leistungen sind im Mittel besser geworden**, da professioneller trainiert, Techniken verfeinert und Materialien optimiert wurden.
- 2) **Die Leistungen** zwischen den Athlet(inn)en **sind im Zeitablauf weniger unterschiedlich geworden**, d.h. die Sportler bewegen sich mit ihren Leistungen aufeinander zu. Dies ist auf standardisierte Trainingsverfahren und einheitlich optimale Ausrüstung zurückzuführen und wird beobachtet, obwohl die Sportergebnisse durch verfeinerte Verfahren und Geräte immer präziser gemessen werden können.
- 3) Durch diese geringer gewordene Streuung der Ergebnisse treten **außergewöhnliche Einzelleistungen** statistisch stärker hervor. Es liegt deshalb nahe, künftig nur dann diagnostische Dopingtests anzustreben, wenn sich ein Wettkampfergebnis deutlich von den anderen (oder von der eigenen, bisherigen Leistung) abhebt. Wie stark diese Abweichung sein muss, um einen Dopingtest herbeizuführen, kann allein mit deskriptiver Statistik nicht untersucht werden. Hierfür muss auf statistische Verteilungen verwiesen werden.

Im Folgenden wird diesen Hypothesen im Einzelnen nachgegangen. Hierfür wird beispielhaft auf Daten aus dem Schwimmen, dem Eisschnelllauf und dem Skispringen zurückgegriffen.

4 Daten

Für die Analyse werden die folgenden Daten verwendet.

Schwimmen: Schmetterling 200m Frauen, Olympische Spiele, jeweils Plätze 1 bis 8 für die Jahre 1968, 1976, 1988, 1996, 2008, 2016.¹

Eisschnelllauf: 1500m Frauen, Olympische Spiele, jeweils Plätze 1 bis 20 für die Jahre 1968, 1976, 1988, 1998, 2006, 2018.²

Skispringen: Normalschanze Männer (diese Wettkampfform gibt es für Frauen nicht), unterschiedliche Anzahl Plätze (von 8 für 1968 bis 20 seit 1988) für die Jahre 1968, 1976, 1988, 1998, 2006, 2018.³

5 Hypothese (1): „Die Sportler sind insgesamt besser geworden“

Sowohl im Schwimmen als auch im Eisschnelllauf sind die Sportler **schneller geworden**: Die Lagemaße sinken im Zeitablauf. Die Abbildungen 1 und 2 zeigen dies. In beiden Fällen liegen Mittelwert und Median weitgehend aufeinander, was auf eine symmetrische Verteilung der Wettkampfergebnisse hindeutet. Da die Form der Verteilung für die weiteren Betrachtungen nicht von Interesse ist, wird dies hier nicht weiter verfolgt.

¹ Kruse, B., 1995; Schute, G., 2008; Kühne-Hellmessen, U. und Vetten, D., 2018; International Olympic Committee, 2018a bis d sowie Olympian Database 2018a

² Kruse, B., 1995; International Olympic Committee, 2018e bis i sowie Olympian Database 2018b

³ Kruse, B., 1995; International Olympic Committee, 2018j bis l sowie Olympian Database 2018c bis e

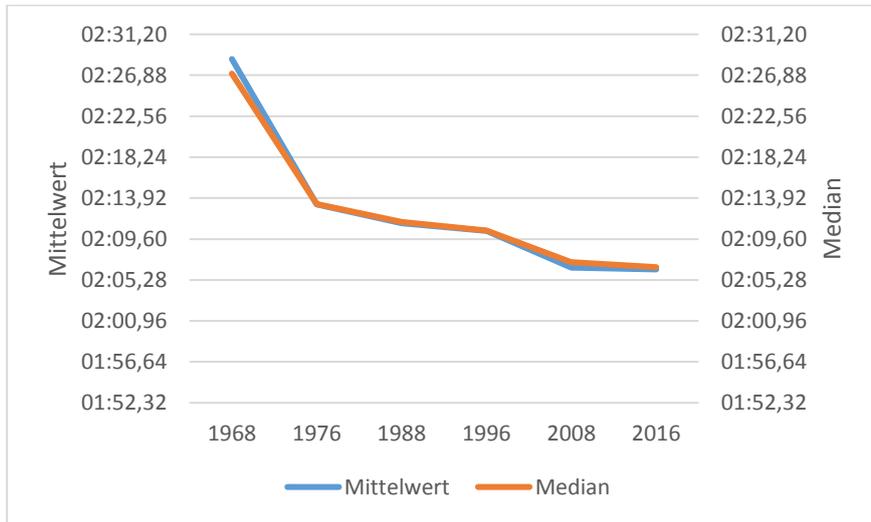


Abb. 1: Lagemaße im Schwimmen (Datenquellen siehe Abschnitt 4, eigene Darstellung.)

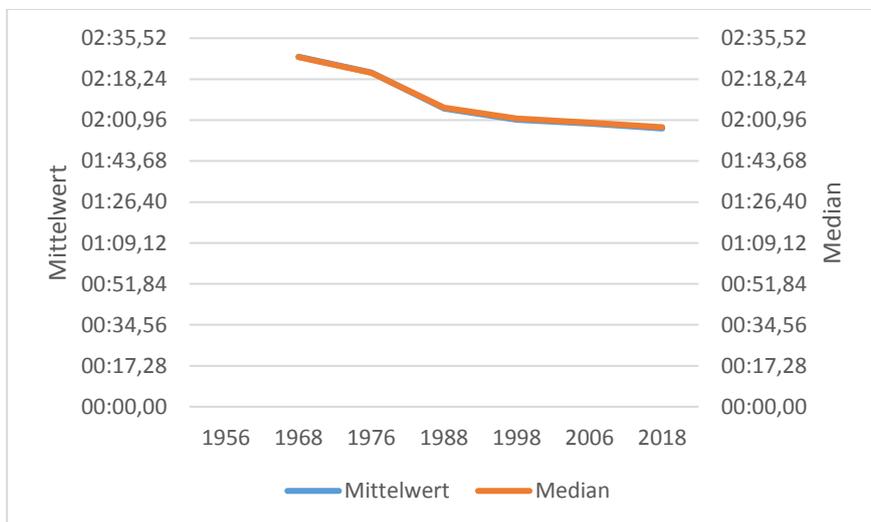


Abb. 2: Lagemaße im Eisschnelllauf (Datenquellen siehe Abschnitt 4, eigene Darstellung.)

Beides sind Sportarten, bei denen Doping grundsätzlich zu einer Leistungssteigerung führen kann. Im Gegensatz dazu ist Skispringen eine Sportart, bei der Technik, Erfahrung und Geschicklichkeit im Vordergrund stehen, so dass Doping hier weniger sinnvoll erscheint. Die Abbildung 3 zeigt, wie sich die Ergebnisse beim Skispringen entwickelt haben. Auch hier sind Mittelwert und Median weitgehend gleich.

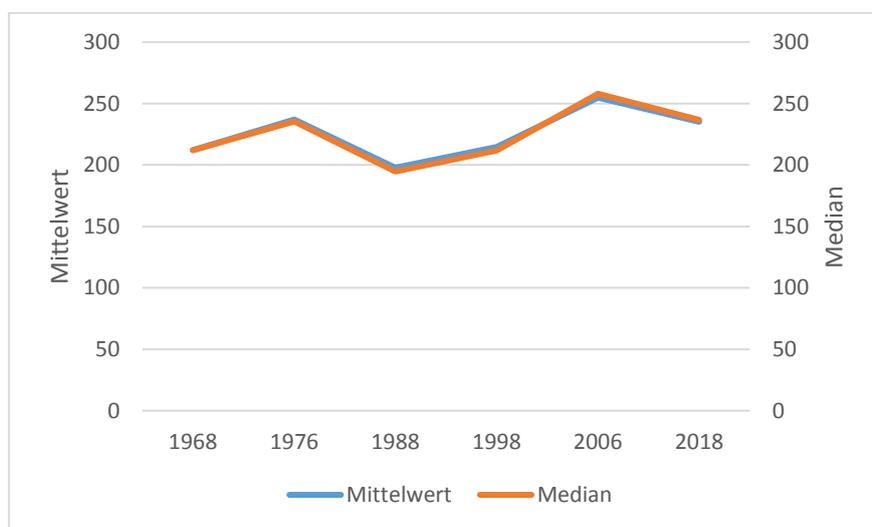


Abb. 3: Lagemaße im Skispringen (Datenquellen siehe Abschnitt 4, eigene Darstellung.)

Die Sprung-/Flugweiten sind zwar insgesamt gestiegen, aber nicht ununterbrochen. Möglicherweise ist dies durch veränderte Bedingungen an der Schanze o.ä. verursacht worden.

Insgesamt bestätigen die Wettkampfergebnisse die erste Hypothese.

6 Hypothese (2): „Die Athlet(inn)en bewegen sich aufeinander zu“

Sowohl beim Schwimmen als auch beim Eisschnelllauf **sinken** im Zeitablauf **die Streuungsmaße** (siehe Abbildungen 4 bzw. 5):

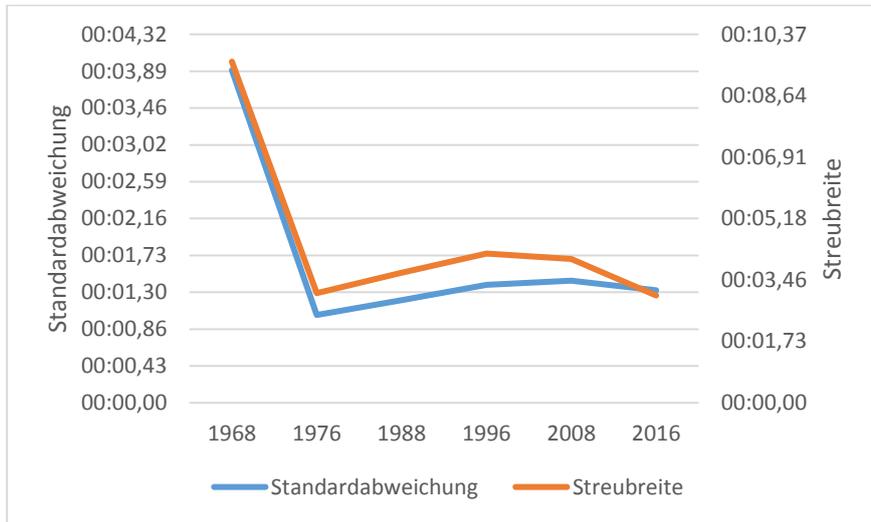


Abb. 4: Streuungsmaße im Schwimmen (Datenquellen siehe Abschnitt 4, eigene Darstellung.)

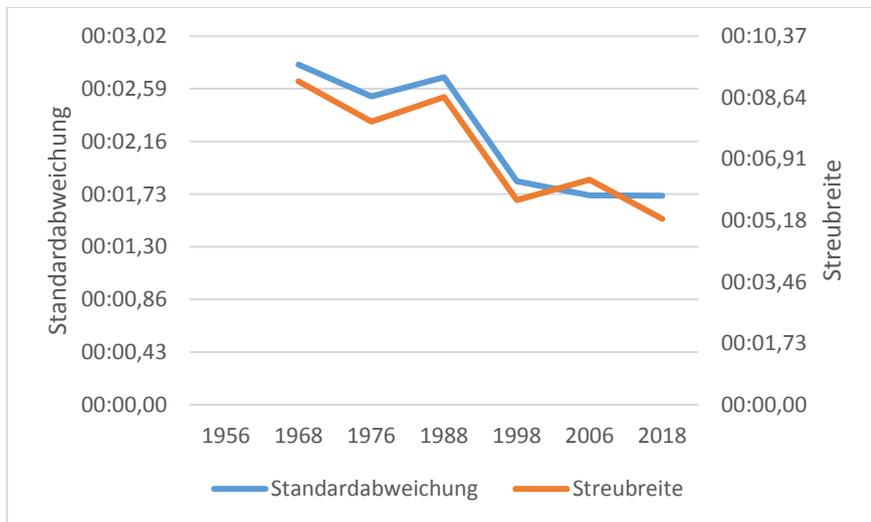


Abb. 5: Streuungsmaße im Eisschnelllauf (Datenquellen siehe Abschnitt 4, eigene Darstellung.)

Im Gegensatz dazu **vergrößern sich die Unterschiede zwischen den Skispringern** (Abbildung 6). Lediglich um die Jahrtausendwende gab es offenbar eine gegenläufige Entwicklung.

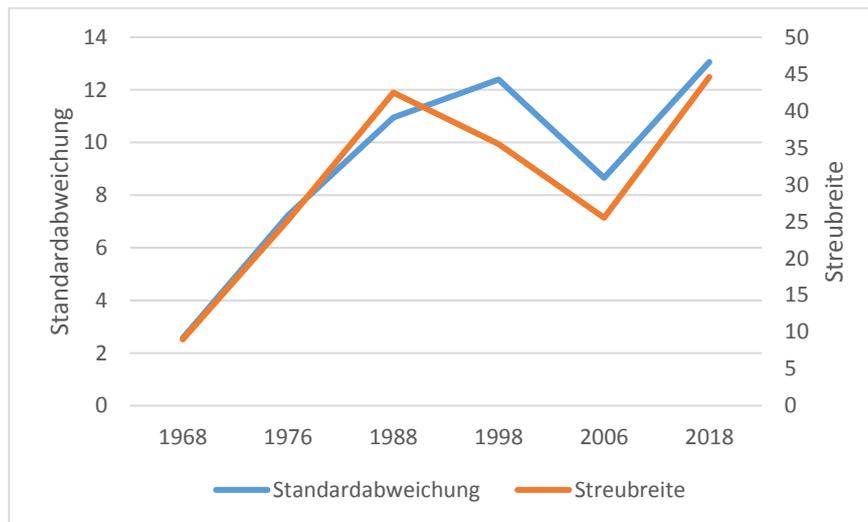


Abb. 6: Streuungsmaße im Skispringen (Datenquellen siehe Abschnitt 4, eigene Darstellung.)

Dieser Unterschied zwischen Sportarten, bei denen Doping hilfreich sein dürfte und einer Sportart, bei der Doping nicht zielführend sein sollte, könnte darauf hindeuten, dass die Verringerung der Unterschiede zwischen den Sportlern in Abb. 4 und 5 möglicherweise auch auf Doping zurückzuführen sein könnte. Dieses Ergebnis ist bei der Untersuchung der 3. Hypothese erneut aufzugreifen.

Insgesamt ist festzuhalten, dass sich die Leistungen der Athlet(inn)en im Zeitablauf angleichen, falls sich eine Sportart für Doping eignet (beispielsweise Schwimmen oder Eisschnelllauf). Im Gegensatz dazu ist dies für eine Sportart, die vor allem auf Geschicklichkeit und Erfahrung beruht, nicht zu beobachten (z.B. Skispringen). Diese Angleichung der Wettkampfergebnisse führt dazu, dass besonders auffällige Leistungen einfach als solche zu erkennen sein sollten.

7 Hypothese (3): Auswahl von Athlet(inn)en für Dopingkontrollen

In der Medizin werden diagnostische Tests, die mit u.U. riskanten Eingriffen verbunden sind, nur gezielt bei ausgewählten Personen („Risikogruppen“) durchgeführt. Dies ist medizinisch angeraten, um weniger Personen den Risiken des Tests auszusetzen, und es ist ökonomisch sinnvoll, weil die Tests dadurch nur gezielt bei Risikogruppen eingesetzt werden. Die Auswahl der Athlet(inn)en für Dopingkontrollen könnte ähnlich gestaltet werden.

Hierfür müsste statistisch untersucht werden, ob ein **Wettkampfergebnis außergewöhnlich** ist. Dies kann im Vergleich zur eigenen Leistung aus der Vergangenheit erfolgen (gängige Praxis in der Nationalen Anti-Doping-Agentur Deutschland) oder im Vergleich zur Leistung anderer Wettkampfteilnehmer. Letzteres könnte auf der Grundlage der Abbildungen 1 und 2 durchgeführt werden.

Je weiter eine Beobachtung vom Mittelwert der anderen entfernt liegt, umso wahrscheinlicher sollte der Sportler, der diese Leistung erbracht hat, auf Doping getestet werden. Dadurch würden Dopingtests gezielt und wirtschaftlich eingesetzt. Dass dieses Verfahren im Zeitablauf verlässlicher wird, belegen die Abbildungen 4 und 5. Demnach schwanken die Wettkampfergebnisse über die Zeit immer weniger, so dass außergewöhnliche Leistungen deutlicher hervortreten. Dies scheint vor allem für Sportarten zu gelten, in denen Doping besonders aussichtsreich auf eine Leistungssteigerung sein dürfte.

Kurioserweise zeigt sich allerdings, dass Doping keineswegs ein Garant für einen vorderen Platz im Wettkampf ist. Bei der Tour de France 1996 ist ein gedopter Rennfahrer Erstplatzierter geworden (Bjarne Riis), während Udo Bölts, der ebenfalls gedopt war, auf Platz 14 landete und 26:56 Minuten länger benötigte.⁴ Dabei eignet sich gerade der Radsport (wie auch Schwimmen und Eisschnelllauf) besonders für Doping!

⁴ RP Digital GmbH, 2019 sowie Hagen, D., 2019

8 Zusammenfassung und Ausblick

Insgesamt ist festzustellen, dass sich auch einfache Methoden der deskriptiven Statistik für fundierte Untersuchungen anwenden lassen. Am Beispiel der Analyse von Wettkampfergebnissen in Olympischen Spielen mit Lage- und Streuungsmaßen wird präsentiert, wie sich Leistungen in ausgewählten Sportarten über die letzten Jahrzehnte entwickelt haben. Zudem wird aufgezeigt, wie Athlet(inn)en auf der Grundlage statistischer Auswertungen gezielt für Dopingkontrollen ausgewählt werden könnten.

Die Leistungen der Sportler beim Schwimmen und Eisschnelllauf haben sich in den vergangenen Jahrzehnten aufeinander zubewegt und schwanken dadurch nun weniger. Besonders auffällige Ausprägungen, die u.U. auf Doping hindeuten könnten, sind dadurch leichter zu erkennen als vor 50 Jahren.

Aufgrund der wenigen hier untersuchten Sportarten und Datenpunkte sind die Ergebnisse sicher nicht zu verallgemeinern. Aber sie liefern interessante Ansatzpunkte für weiterführende Untersuchungen, die mit einer breiteren Datenbasis, statistischen Verteilungen und Signifikanztests arbeiten sollten.

Quellenverzeichnis

Hagen, D. (2019): Tour de France 1996, <https://radsport-seite.de/tour1996.html>, Zugriff: 26.04.2019

International Olympic Committee (2018a): 200m butterfly women, <https://www.olympic.org/mexico-1968/swimming/200m-butterfly-women>, Zugriff: 15.05.2018

International Olympic Committee (2018b): 200m butterfly women, <https://www.olympic.org/montreal-1976/swimming/200m-butterfly-women>, Zugriff: 15.05.2018

International Olympic Committee (2018c): 200m butterfly women, <https://www.olympic.org/seoul-1988/swimming/200m-butterfly-women>, Zugriff: 15.05.2018

International Olympic Committee (2018d): 200m butterfly women, <https://www.olympic.org/beijing-2008/swimming/200m-butterfly-women>, Zugriff: 15.05.2018

International Olympic Committee (2018e): <https://www.olympic.org/grenoble-1968/speed-skating/1500m-women>, Zugriff: 20.05.2018

International Olympic Committee (2018f): <https://www.olympic.org/innsbruck-1976/speed-skating/1500m-women>, Zugriff: 20.05.2018

International Olympic Committee (2018g): <https://www.olympic.org/calgary-1988/speed-skating/1500m-women>, Zugriff: 20.05.2018

International Olympic Committee (2018h): <https://www.olympic.org/nagano-1998/speed-skating/1500m-women>, Zugriff: 20.05.2018

International Olympic Committee (2018i): <https://www.olympic.org/turin-2006/speed-skating/1500m-women>, Zugriff: 20.05.2018

-
- International Olympic Committee (2018j):** Normal Hill Individual men, <https://www.olympic.org/calgary-1988/ski-jumping/normal-hill-individual-men>, Zugriff: 21.05.2018
- International Olympic Committee (2018k):** Normal Hill Individual men, <https://www.olympic.org/nagano-1998/ski-jumping/normal-hill-individual-men>, Zugriff: 21.05.2018
- International Olympic Committee (2018l):** Normal Hill Individual men, <https://www.olympic.org/turin-2006/ski-jumping/normal-hill-individual-men> Zugriff: 21.05.2018
- Kruse, B. (1995):** Die Chronik, 100 Jahre Olympische Spiele 1896-1996, Gütersloh und München; Bertelsmann Verlag
- Kühne-Hellmessen, U. und Vetten, D. (2018):** Olympia 2018: Stars und Spiele, Göttingen, Die Werkstatt Verlag
- Olympian Database (2018a):** 200m butterfly women, <http://www.olympiandatabase.com/index.php?id=8131&L=1>, Zugriff: 15.05.2018
- Olympian Database (2018b):** Women's 1500 m - Speed Skating, <http://www.olympiandatabase.com/index.php?id=23401&L=1>, Zugriff: 20.05.2018
- Olympian Database (2018c):** Men's Normal hill - Ski Jumping, <http://www.olympiandatabase.com/index.php?id=12087&L=1>, Zugriff: 21.05.2018
- Olympian Database (2018d):** Men's Normal hill - Ski Jumping, <http://www.olympiandatabase.com/index.php?id=12020&L=1>, Zugriff: 21.05.2018
- Olympian Database (2018e):** Men's Normal hill - Ski Jumping, <http://www.olympiandatabase.com/index.php?id=23583&L=1>, Zugriff: 21.05.2018
- RP Digital GmbH (2019):** Die Doping-Historie der Tour de France, https://rp-online.de/sport/radsport/die-doping-historie-der-tour-de-france__iid-8737575#6, Zugriff: 26.04.2019

Schute, G. (2008): Olympia 2008: Die Spiele der XXIX. Olympiade in Peking 8. - 24. August 2008, Essen, Klartext Verlag