

## **Einführung eines normierten „Paternity Index“ bei der statistischen Auswertung von Blutgruppenbefunden in der Abstammungsbegutachtung**

W. Martin<sup>1</sup>, V. Sachs<sup>2</sup> und W. Weise<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Bundesgesundheitsamt, Robert-Koch-Institut, Nordufer 20, D-1000 Berlin 65

<sup>2</sup> Abteilung Bluttransfusion — Immunhämatologie  
am Klinikum der Christian-Albrechts-Universität, D-2300 Kiel, Bundesrepublik Deutschland

### **Introduction of a Standardized “Paternity Index” for the Statistical Evaluation of Blood Group Findings in Paternity Testing**

**Summary.** The introduction of a standardized paternity index (PI) for the statistical evaluation of blood group findings in cases of disputed paternity is proposed and explained. Using the PI X/Y as a parameter, it is not necessary to give the probability of paternity in percent. The PI includes the full information of the blood group findings. In addition to that, using the suggested standardization based on the probabilities of error according to Schulte Mönting and Walter, the test volume is also taken into account. The interpretation of the mathematical result is given by verbal predicates, the limitations of which are dependent on the verbal predicates for the probabilities of error according to Schulte Mönting and Walter, published by us previously. Besides the essential fact that the test volume is taken into account, the most important advantage of this procedure is that the mathematical result is involved in the court decision only by the PI (which is free of any valuation) and its verbal predicate and not by sometimes relatively high percentages, which may be misunderstood by laymen.

**Key words:** Blood group findings, statistical evaluation – Standardized paternity index

**Zusammenfassung.** Die Einführung eines normierten Paternity Index (PI) bei der statistischen Auswertung von Blutgruppenbefunden in der Abstammungsbegutachtung wird vorgeschlagen und erläutert. Durch die Verwendung des Paternity Index  $\frac{X}{Y}$  als Kenngröße entfällt die Notwendigkeit der Angabe von Vaterschaftswahrscheinlichkeiten in Prozent, ohne daß dabei Information verlorengeht. Durch die vorgeschlagene Normierung des PI auf der Basis der Irrtumswahrscheinlichkeiten nach Schulte Mönting und Walter wird zusätzlich der

---

*Sonderdruckanfragen an:* Dr. W. Martin (Adresse siehe oben)

Untersuchungsumfang berücksichtigt. Die Interpretation des rechnerischen Ergebnisses erfolgt durch verbale Prädikate, die sich in ihren Grenzen an den von uns vorgeschlagenen verbalen Prädikaten für die Irrtumswahrscheinlichkeiten nach Schulte Mönting und Walter orientieren. Hauptvorteil dieses Vorgehens ist neben der Berücksichtigung des Untersuchungsumfanges durch die Normierung des PI die Tatsache, daß das rechnerische Ergebnis nur durch den wertungsfreien PI und dessen verbale Erläuterung, nicht aber durch möglicherweise falsch verstandene relativ hohe Prozentwerte in die gerichtliche Beurteilung einfließt.

**Schlüsselwörter:** Blutgruppenbefunde, statistische Auswertung – „Paternity Index“

Bei der statistischen Auswertung von Blutgruppenbefunden ist der Likelihood-Quotient (L)  $Y/X$  derjenige Parameter, der die Information der Blutuntersuchung voll ausschöpft. Hierbei ist Y, die Häufigkeit des Blutmusters des Präsumptivvaters in der Bevölkerung, die Wahrscheinlichkeit dafür, daß ein beliebiger mit dem Kinde nicht verwandter Mann das Blutmuster des Präsumptivvaters besitzt. Der Nenner X dieses Quotienten ist die bedingte Wahrscheinlichkeit dafür, daß der Erzeuger des Kindes eines Mutter-Kind-Paares mit gegebenen (durch Bestimmung ermittelten) Blutgruppen das Blutmuster des Präsumptivvaters besitzt. Der Quotient zeigt also das Verhältnis der Häufigkeiten von beliebigen (nicht verwandten) Männern zu Erzeugern an: L gibt an, wieviel mal häufiger der Phänotyp des Präsumptivvaters bei Nichtvater-Terzetten als bei echten Vätern-Terzetten auftritt. Ist L kleiner als 1, so ist das Blutmuster des Präsumptivvaters unter Erzeugern häufiger als unter beliebigen Männern; im umgekehrten Fall ist L größer als 1. Ist L genau 1, so sind beide Häufigkeiten gleich. Man kann also mit Hilfe dieses Quotienten einen Präsumptivvater in die möglichen Gruppen (Erzeuger oder beliebige, nicht verwandte Männer) einordnen. Diese Einordnung ist mit Irrtumswahrscheinlichkeiten behaftet: Man kann einen beliebigen Mann zu Unrecht als Erzeuger und einen Erzeuger zu Unrecht als beliebigen Mann bezeichnen.

Insbesondere im amerikanischen Raum hat es sich in den letzten Jahren bewährt, nicht  $\frac{Y}{X}$ , sondern  $\frac{X}{Y}$  als Likelihood-Quotient zu verwenden. Dies hat insbesondere den Vorteil, daß sich bei hohen Vaterschaftswahrscheinlichkeiten ein großer Zahlenwert ergibt [1]. Damit entfällt die Notwendigkeit, zum besseren Verständnis für den Laien Wahrscheinlichkeitswerte in Prozent anzugeben (W-Wert im Sinne von Essen Möller-Hummel), die wegen ihrer Größenordnung bei dem heute üblichen Untersuchungsumfang leicht eine nicht vorhandene Sicherheit vortäuschen können [2, 3, 4].

Der Likelihood-Quotient allein oder dessen Transformation nach W (im Sinne von Essen Möller-Hummel) erlauben aber keine realistischen Aussagen über die Irrtumswahrscheinlichkeiten für die Alternativen Vaterschaft bzw. Nichtvaterschaft [5]. Der Komplementärwert zu W entspricht nicht der Irrtumswahrscheinlichkeit. Auskunft hierüber kann allein die Irrtumswahrscheinlichkeit im Sinne von Schulte Mönting und Walter geben.

Leider hat es sich in letzter Zeit immer mehr gezeigt, daß Vaterschaftswahrscheinlichkeiten im Sinne von  $W$  bei großem Untersuchungsumfang zu Werten führt, die im Einzelfall nicht mehr als realistisch angesehen werden können. Dies ist sicher einer der Hauptgründe dafür, daß im amerikanischen Raum  $\frac{X}{Y}$  als Kenngröße verwendet wird. Damit wird die zweifelsohne suggestive Wirkung hoher Prozent-Werte vermieden, ohne einen Informationsverlust in Kauf zu nehmen.

Das von Schulte Mönting und Walter 1972 [6] mitgeteilte Verfahren für die statistische Auswertung von Blutgruppenbefunden brachte erstmals die Möglichkeit, ohne Verwendung des Bayesschen Postulates Irrtumswahrscheinlichkeiten anzugeben, wobei die volle Information des Likelihood-Quotienten  $Y/X$  in die Berechnungen eingeht. Bei dem Verfahren werden die Verteilungen der Likelihood-Quotienten in bestimmten, definierten Kollektiven bzw. Teilkollektiven betrachtet. Die Kenntnis dieser Verteilungen und die Betrachtung der Flächen und Teilflächen unter den Verteilungen ermöglichen es, Grenzen anzugeben, deren Überschreiten die Angabe von Irrtumswahrscheinlichkeiten für die Richtigkeit oder Falschheit bestimmter Hypothesen erlaubt. Auf die Notwendigkeit einer solchen Flächenbetrachtung — zumindest für den Sachverständigen, der Richter ist in seiner Entscheidung, welche Information er für die Urteilsfindung verwenden will, frei — hat Koller bereits 1971 eindringlich hingewiesen [7]. Er sieht in der Flächenaussage eine wesentliche und sinnvolle Ergänzung der auf das Bayessche Theorem gestützten punktuellen Aussage, die von der gerade im begutachteten Einzelfall nicht zu beweisenden Annahme ausgeht, daß ein Präsumptivvater gleiche (gelegentlich auch ungleich verschobene, aber sich stets zu 100% ergänzende) Chancen für und gegen Vaterschaft hat.

Das Entscheidende bei dieser Betrachtungsweise ist die Tatsache, daß erstmals der Untersuchungsumfang bei der Auswertung berücksichtigt wird [4, 8].

Bei der Interpretation des  $W$ -Wertes nach Hummel bleibt die Zahl der untersuchten Systeme unbeachtet, während sich die Irrtumswahrscheinlichkeiten nach Schulte Mönting und Walter mit der Zahl der untersuchten Systeme ändern. Hohe  $W$ -Werte, die nur auf wenigen Systemen beruhen (mithin durch seltene Merkmale bedingt sind), werden im Mittel ein größeres Gewicht haben als gleich hohe  $W$ -Werte, die nur durch eine Vielzahl untersuchter Systeme zustande kommen [3, 4, 8].

Nach Untersuchungen von Umbach verschieben sich mit Hinzunahme weiterer als unabhängige Zufallsvariable zu betrachtender Merkmalssysteme die Summenverteilungen von  $\log \frac{Y}{X}$  für Väter wie für nicht ausschließbare Nichtväter weiter in den negativen Bereich. Dies zum einen wegen der Additivität der Varianzen, zum anderen weil die Erwartungswerte für Väter im allgemeinen kleiner sind als die für nicht ausschließbare Nichtväter. Das hat zur Folge, daß  $W$  für alle nicht ausschließbaren Männer wächst, gleichgültig ob sie Väter sind oder nicht.

Um dem Rechnung zu tragen, müssen also mit steigender Zahl von untersuchten Systemen die Anforderungen an die Höhe des  $W$ -Wertes steigen, wie sich auch bei gleichem  $L$ -Wert die Irrtumswahrscheinlichkeiten mit der Zahl der untersuchten Systeme ändern. Eine bestimmte Irrtumswahrscheinlichkeit, die einem  $L$ -

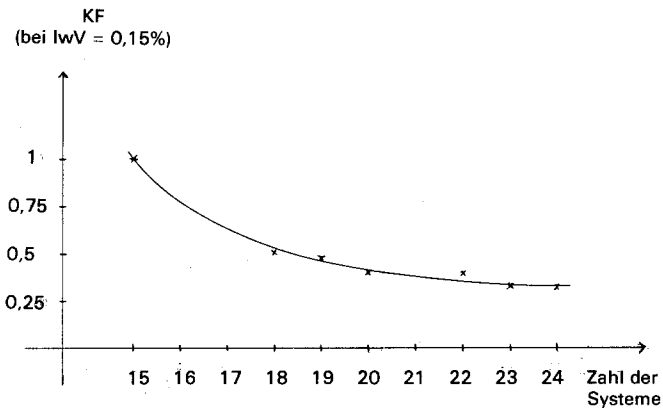


Abb. 1. KF bei IwV = 0,15%

Wert bei einer festgelegten Zahl von Systemen zugeordnet wird, ist mit steigender Systemzahl einem immer kleineren L-Wert zuzuordnen.

Damit ergibt sich zwangsläufig die Forderung, den Likelihood-Quotient oder Paternity Index [11] in Abhängigkeit vom Untersuchungsumfang zu normieren. Es wird dadurch einerseits die Verwendung von Vaterschaftswahrscheinlichkeiten (im Sinne von W) unnötig und andererseits wird die vollständige Information der Befunde einschließlich des Untersuchungsumfanges berücksichtigt. Grundlage hierfür sind die Tabellen für die Irrtumswahrscheinlichkeiten von Schulte Mönting und Walter sowie Umbach und Walter [3]. Als Basis dient die Tabelle für einen Untersuchungsumfang von 15 Systemen der gültigen Richtlinien für die Erstattung von Blutgruppengutachten [3]. Bei größerem Untersuchungsumfang wird der Likelihood-Quotient entsprechend den Tabellen mit einem Korrekturfaktor multipliziert, womit der Untersuchungsumfang bei der Bewertung berücksichtigt wird. Ausgangspunkt für den Korrekturfaktor ist ein L-Wert von 0,0025 (PI = 400, W = 99,75%, IwV = 0,15%) bei den 15 Systemen der gültigen Richtlinien. Der Korrekturfaktor (KF) ist hier 1. Bei steigendem Untersuchungsumfang wird der Wert von IwV = 0,15% einem immer kleineren L-Wert zugeordnet. Daraus ergibt sich dann der KF, der wie folgt berechnet wird:

$$KF = \frac{PI \ 400 \text{ (bei IwV } 0,15\% \text{ bei } 15 \text{ Systemen)}}{PI \ X \text{ (bei IwV } 0,15\% \text{ bei } Y\text{-Systemen)}}$$

Die KF für steigenden Untersuchungsumfang sind in Tabelle 1 zusammengestellt und in Abb. 1 graphisch dargestellt. Wie bei der graphischen Darstellung klar zu erkennen ist, ändert sich der KF bei einem Untersuchungsumfang von 23 bis 24 Systemen nur noch unwesentlich, bei Hinzunahme weiterer Systeme wird der KF also konstant bleiben.

Es muß weiterhin überprüft werden, ob der KF auch in anderen Bereichen von PI-Werten entsprechende Größenordnungen aufweist, ob die Werte von Tabelle 1 also für alle PI-Bereiche verwendet werden dürfen. In Tabelle 2 sind die KF für einen IwV-Wert von 5,7% zusammengestellt. Die Werte sind denen für IwV = 0,15% sehr ähnlich, so daß mit hinreichender Genauigkeit die KF für IwV = 0,15% in allen Bereichen verwendet werden können.

**Tabelle 1.** KF bei IwV = 0,15%

Zahl der Systeme	KF
15	1
18	0,50
19	0,48
20	0,40
22	0,41
23	0,33
24	0,33

**Tabelle 2.** KF bei IwV = 5,7%

Zahl der Systeme	KF
15	1
18	0,45
19	0,45
20	0,37
22	0,43
23	0,35
24	0,35

**Tabelle 3.** KF bei IwV = 0,15%  
entsprechend der Kurve Abb. 1

Zahl der Systeme	KF
15	1
16	0,78
17	0,63
18	0,53
19	0,46
20	0,41
21	0,38
22	0,35
23	0,34
24	0,33

Zur Vereinfachung schlagen wir vor, nicht den KF-Wert zu benutzen, der sich aus den Tabellen für die L-Wert-Verteilungen ergibt (entsprechend Tabelle 1), sondern den aus der Kurve der Abb. 1 ablesbaren Wert (Tabelle 3). Es wird damit ein Durchschnittswert zur Berechnung herangezogen, da ja der aktuelle Wert nicht allein von der Zahl der untersuchten Systeme abhängt, sondern auch davon, *welche* Systeme untersucht werden.

Ausgangspunkt ist auch hier der Untersuchungsumfang von 15 Systemen der gültigen Richtlinien. Bei Hinzunahme weiterer Systeme werden die Werte für IwV und damit auch für den KF um einen Mittelwert streuen, wenn jeweils unterschiedliche Systeme hinzugefügt werden. Diese Streuung wird um so kleiner, je größer der Untersuchungsumfang ist und je kleiner der L-Wert wird. Hieraus

**Tabelle 4.** Verbale Zuordnungen

---

I	$PI \geq 400$	Vaterschaft praktisch erwiesen — der noch verbleibende mögliche Fehler ist so klein geworden, daß er vernachlässigt werden kann
II	$400 > PI > 10$	Hinweis auf Vaterschaft
III	$10 > PI > 0,5$	Die statistische Auswertung der serologischen Befunde hat keinen verwertbaren Beitrag zur Klärung der Abstammungsfrage erbracht
IV	$PI \leq 0,5$	Hinweis auf Nichtvaterschaft

---

erklärt sich auch der Anstieg des KF-Wertes von 0,37 auf 0,43 in Tabelle 2, da zwischen diesen beiden Untersuchungsumfängen (s. Tabellen in [3]) neben der Erhöhung des Untersuchungsumfanges ein Austausch von Systemen erfolgte. Wie nach dem zuvor Gesagten zu erwarten, ist dieser Anstieg in Tabelle 1 praktisch nicht mehr vorhanden.

Damit steht erstmals bei der statistischen Auswertung von Blutgruppenbefunden in der Abstammungsbegutachtung eine Methode zur Verfügung, welche die volle Information des Likelihood-Quotienten beinhaltet und darüber hinaus noch den Untersuchungsumfang basierend auf den Irrtumswahrscheinlichkeiten nach Schulte Mönting und Walter berücksichtigt, wobei gleichzeitig durch Verwendung des normierten PI als Kenngröße die Angabe von hohen %-Werten vermieden wird, die beim Laien leicht eine nicht vorhandene Sicherheit vortäuschen können.

Es wird also eine Kenngröße verwendet, die nur mit entsprechender Erläuterung durch den Gutachter für den Laien verständlich ist und in ihrer Größenordnung beurteilt werden kann. Damit kann der Gutachter den Anforderungen der Richtlinien [9] voll genügen, da nur durch seine fachliche Erläuterung, nicht aber durch möglicherweise irreführende relativ hohe Prozentwerte das rechnerische Ergebnis in die gerichtliche Beurteilung einfließt. Diese Erläuterung erfolgt am besten durch verbale Zuordnungen, die sich an den bekannten Grenzen orientieren [4, 10]. Dabei werden die bereits mitgeteilten Bereiche verwendet, wobei jetzt als jeweilige Grenze der normierte PI angegeben wird und nicht eine bestimmte Irrtumswahrscheinlichkeit. Dabei wird für die Zuordnungsbereiche I, II und III der früher festgelegte IwV-Wert [4] und für den Zuordnungsbereich IV der früher festgelegte IwNV-Wert zugrunde gelegt. In Tabelle 4 sind die verbalen Prädikate mit den entsprechenden PI-Werten zusammengestellt.

Zusätzlich muß als Basisinformation immer die Ausschlußchance für Nichtväter (Maß für die Mächtigkeit des Testes) angegeben werden. Dies ist besonders wichtig bei denjenigen Fällen, bei denen einem hohen PI-Wert (mithin hoher W-Wert) nur eine relativ niedrige Ausschlußchance für Nichtväter gegenübersteht. In derartigen Fällen muß die Interpretation des rechnerischen Ergebnisses durch den Sachverständigen eine Gewichtung der gegenläufigen Tendenz der beiden Kenngrößen beinhalten.

Zusammenfassend sollen noch einmal die wichtigsten Gesichtspunkte hervor-  
gehoben werden:

1. Durch Verwendung des Paternity Index  $\frac{X}{Y}$  als Kenngröße entfällt die Angabe von Vaterschaftswahrscheinlichkeiten in Prozent, ohne daß dabei Information verlorengeht.

2. Durch die Normierung des Paternity Index in der vorgeschlagenen Form wird auch der Untersuchungsumfang berücksichtigt.

3. Die Verwendung der vorgeschlagenen verbalen Prädikate gibt die nach den Richtlinien vorgeschriebene Erläuterung und Bewertung der Befunde.

4. Die Angabe der Ausschlußchance für Nichtväter ermöglicht eine Wertung der Mächtigkeit des Testes.

Das Ergebnis der statistischen Auswertung von Blutgruppenbefunden sollte sich daher künftig folgendermaßen zusammensetzen:

Als Basisinformation Angabe der Ausschlußchance für Nichtväter und der normierte Paternity-Index mit der entsprechenden verbalen Zuordnung.

## Literatur

1. Walker RH (1978) Probability in the analysis of paternity test results. Paternity testing. A Seminar Presented by The Committee on Technical Workshops of the American Association of Blood Banks. New Orleans, La., USA, pp 69–135
2. Martin W (1977) Erfahrungen mit der Anwendung des Verfahrens nach Schulte Mönting und Walter bei der statistischen Auswertung von Blutgruppenbefunden. Referate der 7. Internationalen Tagung der Gesellschaft für forensische Blutgruppenkunde, Hamburg, 25.–29. 9. 1977
3. Martin W, Sachs V, Weise W (1977) Zur Anwendung des Verfahrens nach Schulte Mönting und Walter bei der statistischen Auswertung von Blutgruppenbefunden — Erläuterungen, Tabellen, Beispiele. Aerztl Lab 23:369–376
4. Martin W, Sachs V, Weise W (1978) Das Verfahren nach Schulte Mönting und Walter bei der statistischen Auswertung von Blutgruppenbefunden — Erläuterungen, verbale Prädikate. Aerztl Lab 24:265–270
5. Martin W (1979) Das Verfahren nach Schulte Mönting und Walter für die statistische Auswertung von Blutgruppenbefunden — Erläuterungen nach einjähriger praktischer Anwendung. Aerztl Lab 25:138–140
6. Schulte Mönting J, Walter E (1972) Statistische Interpretation von serologischen Befunden zur Beurteilung einer Vaterschaft. Bundesgesundh Bl 15:257–259
7. Koller S (1971) Der Beweiswert mathematisch-statistischer Verfahren für die Vaterschaftsbegutachtung auf Grund von Blutgruppenbefunden. Referate der 3. Tagung der Gesellschaft für forensische Blutgruppenkunde, Mainz, 11.–13. 10. 1971, S 37–49
8. Schulte Mönting J (1977) Likelihood-Quotiententest und Irrtumswahrscheinlichkeiten in Vaterschaftsgutachten. Referate der 7. Internationalen Tagung der Gesellschaft für forensische Blutgruppenkunde, Hamburg, 25.–29. 9. 1977
9. ohne Verfasser (1977) Neufassung der Richtlinien des Bundesgesundheitsamtes für die Erstattung von Blutgruppengutachten (Stand: Juli 1977). Bundesgesundh Bl 20:326–331
10. Martin W (1975) Probleme bei der biostatistischen Berechnung der Vaterschaft — Auswertung von Gerichtsurteilen in Einmannfällen mit biostatistischem Gutachten. Referate der 6. Internationalen Tagung der Gesellschaft für forensische Blutgruppenkunde, Innsbruck, 1.–5. 10. 1975
11. Gürtler H (1956) Principles of blood-group statistical evaluation of paternity cases at the University Institute of Forensic Medicine, Copenhagen. Acta Med Leg Soc 9:83–93

Eingegangen am 3. Juli 1981