

DOI	10.1007/s00194-007-0434-2
Copyright	Springer Medizin Verlag – 2007

CME Weiterbildung • Zertifizierte Fortbildung

Abstammungsbegutachtung

DNA-Systeme, biostatistische Auswertung und juristische Aspekte

B. Rolf¹ · P. Wiegand²

¹ Institut für Rechtsmedizin, Ludwig-Maximilians-Universität München, München

² Institut für Rechtsmedizin, Universitätsklinikum Ulm, Ulm

Korrespondierender Autor

PD Dr. B. Rolf

Institut für Rechtsmedizin, Ludwig-Maximilians-Universität München

Frauenlobstr. 7a

80337 München

burkhard.rolf@med.uni-muenchen.de

Zusammenfassung

Vaterschaftstests sind, nicht zuletzt durch viele Medienberichte, ein aktuelles Thema geworden. Neben den gerichtlich veranlassten Tests, bei denen es um die juristische Feststellung oder auch den Ausschluss einer Vaterschaft geht, sind immer häufiger auch Privatpersonen Auftraggeber für ein Abstammungsgutachten. In letzterem Fall müssen alle Beteiligten freiwillig an dem Test teilnehmen. Richtlinien für die Erstattung von Abstammungsgutachten wurden von der Bundesärztekammer herausgegeben, sie regeln den Untersuchungsumfang, die statistische Auswertung, die Qualifikation des Sachverständigen und die Anforderungen an das Laboratorium. Es müssen mindestens 12 Merkmalsysteme auf mindestens 10 verschiedenen Chromosomen untersucht werden. Hinreichend validiert dafür sind RFLP- und STR-Polymorphismen, das HLA-System, Erythrozytenmembranantigene,

Serumproteine und Erythrozytenenzyme. Sowohl hinsichtlich der Vaterschaftsfeststellung als auch der -anfechtung gibt es gesetzliche Vorgaben, die berücksichtigt werden müssen.

Schlüsselwörter

Vaterschaftstest · Richtlinien · DNA-Systeme · Autosomale/gonosomale STR · Juristische Aspekte

Expert assessment of paternity

DNA systems, biostatistical evaluation and juridical aspects

Abstract

Paternity tests are a contemporary issue, not least because there has been such wide coverage in the media. Besides juridically authorized tests to confirm or exclude paternity, with increasing frequency many such tests are also initiated by private individuals, but in these circumstances all concerned have to agree to be tested voluntarily. The Federal Medical Association has issued guidelines on remuneration for the preparation of expert opinions on paternity, prescribing how extensive an investigation should be, what methods of statistical evaluation should be used, what qualifications the expert selected must hold and what is required of the laboratory.. Examination of at least 12 gene loci on a minimum of 10 different chromosomes is required. There are legal requirements that must be observed whether the hoped-for outcome of the test is confirmation of paternity or support for a person who is contesting paternity.

Keywords

Paternity testing · Guidelines · DNA systems · Autosomal/gonosomal STR · Legal aspects

Im vorliegenden Beitrag werden methodische und juristische Aspekte der Abstammungsbegutachtung angesprochen.

Historie der Abstammungsuntersuchungen

Historisch betrachtet wurden zur Feststellung der Abstammung zunächst v. a. [Blutgruppenmerkmale](#) untersucht, wie das AB0-[\[6\]](#) oder das Rhesus-System, aber auch eine Vielzahl anderer polymorpher Erythrozytenmembranantigene, Serumproteine und auch Erythrozytenenzyme sowie das [HLA-System](#). Darüber hinaus war in der Vergangenheit die Erstellung von z. B. auch Tragzeitgutachten und anthropologisch-erbbiologischen Begutachtungen von Aussehensmerkmalen in den Fällen üblich, bei denen die Untersuchung der Blutgruppenmerkmale zu keinem eindeutigen Ergebnis geführt hatte. Durch die große Anzahl an verfügbaren [DNA-Polymorphismen](#) werden diese Methoden heute praktisch nicht mehr angewendet.

Die Ära der molekulargenetischen Markersysteme in der Abstammungsbegutachtung begann mit der Entdeckung der [Restriktionsfragmentlängenpolymorphismen \(RFLP\)](#) durch Jeffreys et al. [\[4\]](#). Bei dieser „ersten Generation“ von DNA-basierten Markern handelte es sich um so genannte „variable number of tandem repeat“(VNTR)-Polymorphismen.

Heute sind die STR-Polymorphismen (STR: „short tandem repeat“), PCR-amplifizierbare Mikrosatellitenpolymorphismen, in fast allen Labors die Methode der Wahl zur Abstammungsbegutachtung (und daneben auch in der forensischen Spurenkunde).

- **Blutgruppenmerkmale**
 - **HLA-System**
 - **DNA-Polymorphismus**

 - **Restriktionsfragmentlängenpolymorphismen (RFLP)**

 - **STR-Systeme**
- sind heutzutage die bevorzugte Kategorie der untersuchten Marker

Gutachtenerstellung

Beauftragung

Auftraggeber für Abstammungsgutachten können zum einen Gerichte in zivilrechtlichen Verfahren zur Feststellung bzw. Anfechtung der Vaterschaft sein.

Zum anderen können auch Privatpersonen ohne anhängiges Gerichtsverfahren einen Auftrag für ein Gutachten erteilen. Das

- Sowohl Gerichte als auch Privatpersonen

private Gutachten setzt aber voraus, dass alle Beteiligten, in der Regel die Mutter, das Kind und der in Frage kommende Mann, freiwillig an dem Test teilnehmen wollen. Ein Gutachten, das von uns für private Auftraggeber erstellt wird, kann aber ggf. auch in einem eventuellen Rechtsstreit vor Gericht volle Anerkennung finden, sodass kein Zweitgutachten nötig wird.

können Auftraggeber für Abstammungsgutachten sein

Praktische Durchführung

Bei der **Probenentnahme** wird die Identität aller Personen, die an dem Test beteiligt sind, dokumentiert. Dies ist notwendig, damit ein Gutachten in einem eventuellen Rechtsstreit auch vor Gericht Anerkennung findet kann. Dazu werden in der Regel der Personalausweis bzw. bei Kindern der Kinderausweis oder die Geburtsurkunde eingesehen, kopiert, ein Fingerabdruck genommen und ein Polaroidfoto angefertigt. Mit Hilfe eines Formulars zur **Identitätssicherung** wird dieser Vorgang dokumentiert.

- Probenentnahme
- Identitätssicherung

Danach wird aus der Blut- oder Speichelprobe die DNA extrahiert, d. h. von anderen Zellbestandteilen wie Proteinen befreit. Die so gereinigte DNA ist Ausgangsmaterial für die Polymerasekettenreaktion, die PCR. Hierbei werden kurze Abschnitte der DNA, auf denen die STR-Polymorphismen, liegen, vermehrt. Anschließend wird die Länge der PCR-Produkte durch Elektrophorese bestimmt. Daneben werden noch vereinzelt in einigen Laboren so genannte Minisatellitenpolymorphismen untersucht (s. oben, RFLP-Methode). Diese Marker sind nicht PCR-amplifizierbar, sie werden nach Verdau der genomischen DNA mit Restriktionsendonukleasen durch Agarosegelelektrophorese, Southern-Blot und Detektion mit DNA-Sonden nachgewiesen.

- Aus Blut- oder Speichelproben isolierte DNA dient als Ausgangsmaterial für die Polymerasekettenreaktion

Die **Genotypisierung** mit STR-Polymorphismen erfolgt heute fast ausschließlich durch Multiplex-PCR mit anschließender denaturierender Fragmentlängenbestimmung auf Sequenzierautomaten. **Multiplex-PCR** bedeutet, dass in einem Ansatz

- Genotypisierung
- Multiplex-PCR

mehrere Primerpaare für unterschiedliche Loci gleichzeitig eingesetzt werden (**Abb. 1**). Durch die Markierung der einzelnen Loci mit verschiedenen Fluoreszenzfarbstoffen, und die unterschiedliche Länge der Loci kann auf diese Weise der Informationsgehalt einer PCR-Reaktion vervielfacht werden. Die gleichzeitige Detektion mehrerer Fluoreszenzfarbstoffe ist hierbei die methodische Voraussetzung.

Zum Nachweis und zur Fragmentlängenbestimmung der PCR-Produkte hat sich die Kapillarelektrophorese in den forensischen Laboratorien gegenüber der konventionellen Elektrophorese in flachen Gelen durchgesetzt, da ein höheres Maß an Automatisierung möglich ist.

■ Die Länge der PCR-Produkte wird mit Hilfe der gut automatisierbaren Kapillarelektrophorese bestimmt

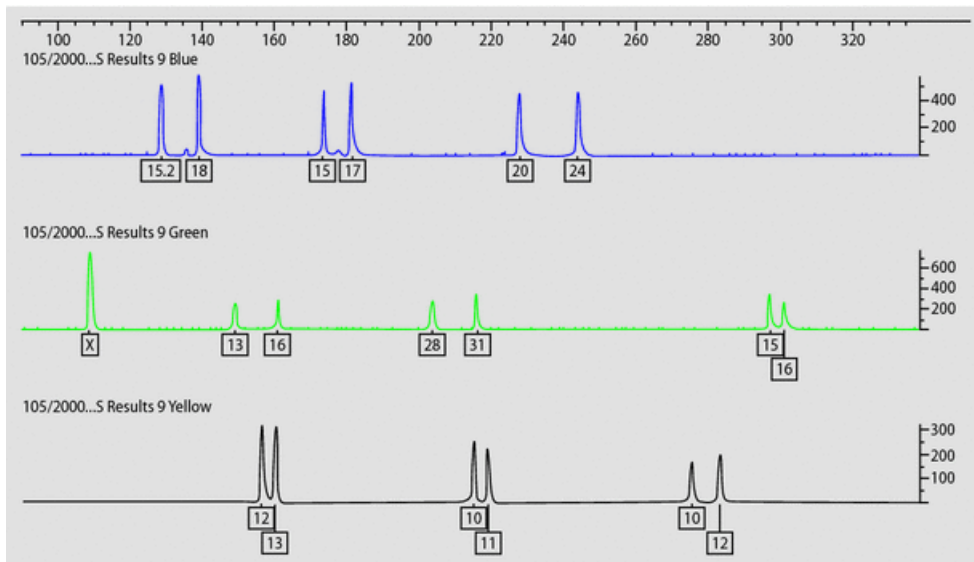


Abb. 1 Multiplex-PCR

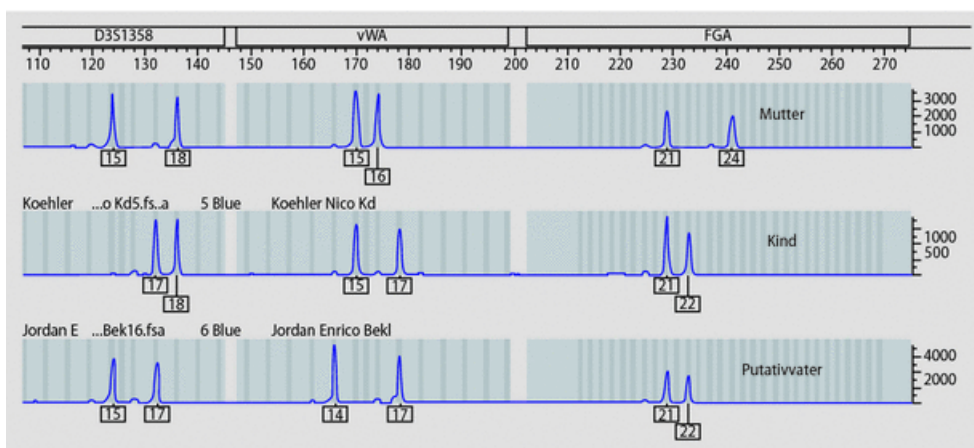


Abb. 2 Positiver Vaterschaftstest

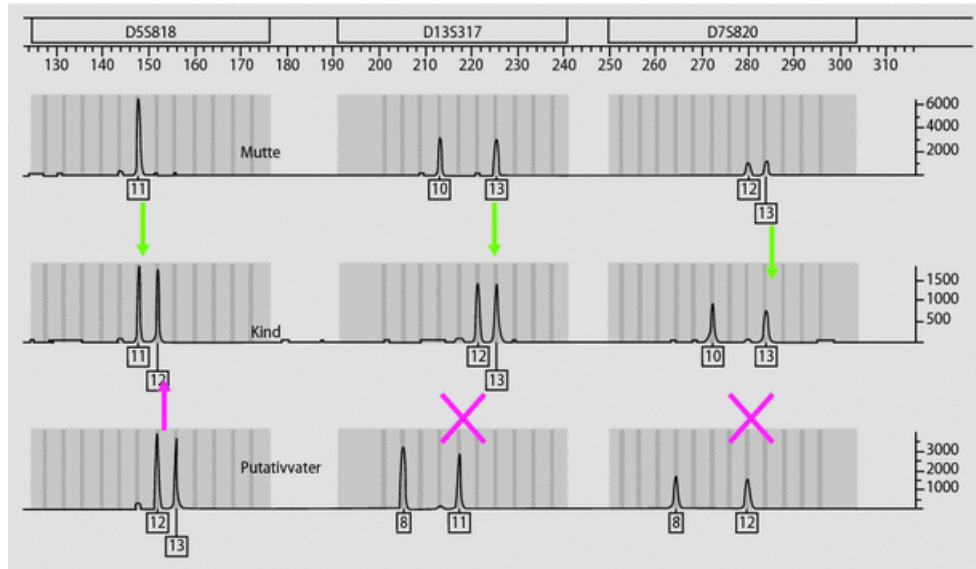


Abb. 3 Negativer Vaterschaftstest.

Auswertung

[Abb. 2](#) und [Abb. 3](#) zeigen jeweils 3 STR-Marker, dargestellt für die Mutter, das Kind und den vermutlichen Vater (Putativvater). Der zuerst durchgeführte Vergleich von Mutter und Kind ergibt, welches Merkmal – Allel – des Kindes vom Vater ererbt sein muss. Hierzu ist zu beachten, dass es sich sowohl bei Mini- als auch Mikrosatelliten um so genannte Repeat-Polymorphismen, bei denen DNA-Motive mehrfach hintereinander wiederholt vorkommen, handelt. Variabel ist die Anzahl der Wiederholungen (daher handelt es sich um einen Längenpolymorphismus), und die einzelnen Längenvarianten werden Allele genannt. Wird an einem STR-Locus die Wiederholungseinheit z. B. 9-mal hintereinander beobachtet, spricht man von Allel 9, bei 10 Wiederholungen von Allel 10 usw. Die Zahlenwerte an den Peaks in [Abb. 2](#) und [Abb. 3](#) entsprechen also der Anzahl der Repeats an dem untersuchten Genort.

Für mehr Informationen über die eingesetzten Polymorphismen sei auf den Rechtsmedizinfortbildungsbeitrag von Wiegand u. Rolf [[12](#)] verwiesen.

■ Die einzelnen Satellitenlängenvarianten werden Allele genannt

Beispiel eines Ausschlussfalls vs. positive Vaterschaftsfeststellung

In [Abb. 2](#) findet sich das Allel, das das Kind nicht von der Mutter ererbt hat, jeweils bei dem untersuchten Mann. Der 2. Test in [Abb. 3](#) ist „negativ“, hier weist der Mann in allen 3 dargestellten Systemen nicht die für den Vater des Kindes erforderlichen Merkmale auf. Somit ist er von der Vaterschaft zu dem Kind auszuschließen.

Bei einem negativen Gutachten, d. h. wenn der untersuchte Mann in mehr als 3 Systemen nicht die für den Vater des Kindes zu fordernden DNA-Merkmale aufweist, kann die Vaterschaft sicher ausgeschlossen werden; es ist keine Angabe von Wahrscheinlichkeiten nötig. Im positiven Fall, wenn der untersuchte Mann alle Merkmale aufweist, die das Kind vom Vater ererbt haben muss, wird eine [Vaterschaftswahrscheinlichkeit](#) berechnet (s. unten statistische Auswertung).

In [Tab. 1](#) ist ein Beispiel aus einem Abstammungsgutachten gezeigt. Zu untersuchen waren 2 Männer, ein [Beklagter](#) und ein Zeuge. Wenn mehr als ein Mann bei einem gerichtlichen Abstammungsgutachten in die Untersuchung einzubeziehen ist, wird ein Mann in dem Verfahren zum Beklagten, weitere mögliche Väter können nach der ZPO nur als [Zeuge](#) in das Verfahren einbezogen werden.

Wenn man in der ersten Zeile von [Tab. 1](#), dem System D3S1358, die Befunde von Kindsmutter und Kind vergleicht, erkennt man, dass das Kind von seinem Erzeuger das Allel 16 ererbt haben muss. Der Beklagte weist dieses Merkmal auf, der Zeuge hingegen ist in diesem System auszuschließen. In der nächsten Zeile, dem System VWA, muss das Kind vom Vater das Allel 17 ererbt haben. Auch hier weist der Beklagte dieses Merkmal auf, der Zeuge ist erneut auszuschließen. Wertet man alle 13 dargestellten Systeme aus, ist festzustellen, dass der Beklagte in allen untersuchten Systemen das für das Kind zu fordernde väterliche Merkmal aufweist, der Zeuge hingegen ist in 10 der untersuchten 13 Systeme auszuschließen. Er kann damit, da mehr als 3 Ausschlusskonstellationen auf 3

■ Bei einem negativen Gutachten (≥3 nicht erfüllte DNA-Merkmale) kann die Vaterschaft sicher ausgeschlossen werden

■ **Vaterschaftswahrscheinlichkeit**

■ **Beklagter**

■ **Zeuge**

verschiedenen Chromosomen bestehen, sicher von der Vaterschaft ausgeschlossen werden [8].

Rolle von Mutationen

In seltenen Fällen kommt es vor, dass Putativvater und Kind (oder auch Mutter und Kind) an nur einem der untersuchten Loci eine isolierte Ausschlusskonstellation aufweisen. Ursache für dieses Phänomen kann ein Mutationsereignis in der Keimbahn des Elternteils sein. Alternativ muss auch die Möglichkeit in Betracht gezogen werden, dass der Putativvater nicht der Erzeuger des Kindes ist und dass die restlichen untersuchten Loci nur zufällig passen. Diese beiden Alternativen werden bei der Berechnung der Vaterschaftswahrscheinlichkeit miteinander verglichen.

Das Verfahren zur Abschätzung der Vaterschaftswahrscheinlichkeit in diesen Fällen beruht auf Likelihood-Quotienten unter Verwendung von [locusspezifischen Mutationsraten](#) [3, 10], hierbei wird die Mutation als negativer Hinweis in die Berechnung der Verwandtschaftswahrscheinlichkeit einbezogen. Da die Mutationsraten in der Regel sehr klein sind ($<1 \times 10^{-3}$), treten Mutationen nur bei etwa 1 von 100 untersuchten „wahren“ Familien auf. Der ihnen zugrunde liegende molekulare Prozess ist höchstwahrscheinlich [„replication slippage“](#). Man geht davon aus, dass sich während der Replikation die beiden Stränge voneinander trennen und dann unter Ausbildung eines Loops, der ein oder mehrere Repeats umfasst, wieder rehybridisieren. Die Reparatur dieses Loops kann zum Verlust bzw. Gewinn von Repeats führen [7]. In den allermeisten Fällen werden aber so genannte [1-Schritt-Mutationen](#) beobachtet, die die Anzahl der Repeats des betroffenen Allels um +1 oder -1 ändern [1]. Wichtig ist, dass man in diesen Fällen enge Blutsverwandte des untersuchten Mannes als mögliche Erzeuger des Kindes ausschließen kann.

Gonosomale Marker

■ Mutationen
können eine isolierte
Ausschlusskonstellation
vortäuschen

■ **Locusspezifische
Mutationsrate**
■ „replication
slippage“
■ **1-Schritt-Mutationen**

Neben den STR-Loci auf den Autosomen gibt es auch STR-Marker auf den Geschlechtschromosomen. Sowohl die Y- als auch die X-chromosomalen Marker [1, 11] haben in letzter Zeit großes Interesse gefunden.

Da das **Y-Chromosom** nicht rekombiniert (mit Ausnahme der kurzen pseudoautosomalen Bereiche) wird die Information von mehreren Markern kombiniert und als **Haplotyp** analysiert. Aufgrund der rein paternalen Vererbung des Y-Chromosoms können männliche Linien über viele Generationen verfolgt werden [2]. Bei der Abstammungsbegutachtung ist es somit möglich, Y-Chromosomen von Kindern mit denen von Verwandten in männlicher Linie des Putativvaters zu vergleichen (s. unten Defizienzfälle). Wenn der Putativvater bereits verstorben ist, können z. B. ein Bruder, ein Onkel, ein Großvater oder ein Großonkel in die Untersuchung mit einbezogen werden. Im Gegensatz zur Information der Marker auf den autosomalen Chromosomen, die sich von Generation zu Generation „verdünnt“, kann so eine Abstammungsuntersuchung auch mit weiter entfernt verwandten Männern noch erfolgreich sein.

Das Pendant zum Y-Chromosom ist das **X-Chromosom**. Aufgrund des speziellen Erbgangs bietet sich seine Untersuchung v. a. bei fraglichen Vaterschaften mit Töchtern an, denn diese ererben das X-Chromosom des Vaters. Auch bei der Untersuchung von z. B. einer Großmutter anstelle eines verstorbenen Vaters sind X-chromosomale Marker aussagekräftig; in dieser Konstellation hat ein untersuchter X-Marker dieselbe Aussagekraft wie ein autosomaler Marker bei einem Vater. Wenn 2 Töchter, die verschiedene Mütter haben, wissen möchten, ob sie vom gleichen Vater abstammen oder nicht, zeigt sich die besondere Stärke der X-Marker: Bei dieser Konstellation ist es sogar möglich, mit Hilfe der X-STR Ausschlusskonstellationen zu erhalten. **Tab. 2** zeigt die Ergebnisse einer Untersuchung von 2 Töchtern, die wissen wollten, ob sie vom selben Vater abstammen oder nicht. Die durchgeführte Untersuchung von 8 X-chromosomalen

■ Y-Chromosom

■ Haplotyp

■ Gonosomale DNA-Marker sind insbesondere in Defizienzfällen aussagekräftig verwendbar

■ X-Chromosom

■ X-chromosomale Marker einer Großmutter eines Mädchens haben dieselbe Aussagekraft wie ein autosomaler Marker dessen Putativvaters

■ Bei 2 Töchtern verschiedener Mütter mit gleichem Putativvater können mit Hilfe der X-STR Ausschlusskonstellationen erhalten werden

Loci erbrachte 4 Ausschlusskonstellationen und somit den eindeutigen Hinweis auf verschiedene Väter. Dieses klare Ergebnis wäre bei der Untersuchung von „normalen“ autosomalen Markern nicht erzielbar gewesen. Auch bei den X-STR ist biostatistisch eine mögliche [Kopplung der Marker](#) zu berücksichtigen.

Statistische Auswertung

Im Fall eines Nichtausschlusses des untersuchten Mannes wird eine statistische Auswertung der Befunde durchgeführt. Hierzu wird ein so genannter [Likelihood-Quotient](#) berechnet. Im „normalen“ Triofall, also wenn Mutter, Kind und Putativvater untersucht wurden, wird für 2 alternative [Hypothesen](#) jeweils die Wahrscheinlichkeit berechnet. Diese lauten:

- X: der untersuchte Mann ist Vater des Kindes und
- Y: ein anderer Mann, der mit dem untersuchten Mann nicht blutsverwandt ist, ist Vater des Kindes.

Die Wahrscheinlichkeiten dieser beiden Hypothesen werden ins Verhältnis gesetzt. Ausschlaggebend ist die Häufigkeit des Allels (Merkmals), das das Kind vom Vater ererbt hat. Dabei führt ein seltenes Merkmal bei Kind und Putativvater zu einer hohen Vaterschaftswahrscheinlichkeit, ein häufiges Merkmal dagegen zu einem weniger hohen Wert. [Tab. 3](#) zeigt die für die Berechnung von Y/X ausschlaggebenden Formeln, die sich aus den Genotypenkonstellationen von Mutter, Kind und Putativvater ergeben.

In der Regel werden heute Computerprogramme zur Berechnung eingesetzt, in denen die Konstellationen der einzelnen Loci in die entsprechenden Formeln umgesetzt werden und die Merkmalsfrequenzen hinterlegt sind.

Der [Gesamt-Likelihood-Quotient](#) ist das Produkt aus den Likelihood-Quotienten der einzelnen untersuchten Merkmalssysteme. Bei manuellen Berechnungen (mit Taschenrechner!) greift man auf Tabellen wie [Tab. 3](#) zurück.

■ Kopplung der Marker

■ Likelihood-Quotient

■ Hypothesen

■ Heute werden zur Berechnung in der Regel Computerprogramme eingesetzt

■ Gesamt-Likelihood-Quotient

Im angelsächsischen Sprachraum ist es üblich, den so ermittelten Wert als **Paternity-Index $PI=X/Y$** dem Auftraggeber mitzuteilen. Ein Wert >1 bedeutet, dass die Vaterschaft des untersuchten Mannes wahrscheinlicher ist als die Nichtvaterschaft. Bei uns hat es sich eingebürgert, den Likelihood-Quotienten prozentual auszudrücken, und zwar nach der so genannten **Essen-Möller-Formel $W=1/(1+Y/X)$** . Ein Wert $>50\%$ bedeutet, dass die Vaterschaft des untersuchten Mannes wahrscheinlicher ist als die Nichtvaterschaft. Nach den Richtlinien für die Erstattung von Abstammungsgutachten der Bundesärztekammer wird ab einem Wahrscheinlichkeitswert von 99,9% das verbale Prädikat „Vaterschaft praktisch erwiesen“ vergeben. In der Umrechnung des Likelihood-Quotienten in den prozentualen W-Wert – nach oben angegebener Formel – steckt die Annahme einer so genannten **A-priori-Wahrscheinlichkeit von 50%**. Das bedeutet, dass für die zu beurteilende fragliche Vaterschaft angenommen wird, dass der vorgestellte Mann vor der Untersuchung eine Wahrscheinlichkeit von 50% hatte, der Vater zu sein.

Über den W-Wert hinaus wird als weitere statistische Maßzahl die individuelle **Ausschlusschance A** angegeben. Hier bedeutet ein Wert von z. B. 99% das von 100 untersuchten Männern, die mit dem Kind nicht verwandt sind, 99 von der Vaterschaft ausgeschlossen werden; einer würde zufällig „passen“. Auch bei der Berechnung des A-Werts schränkt der Nachweis von seltenen väterlichen Merkmalen beim Kind die Anzahl der möglichen Väter stark ein (hoher A-Wert), weniger seltene väterliche Merkmale beim Kind schränken die Anzahl der möglichen Väter weniger stark ein (geringer A-Wert).

Genau wie beim W-Wert werden auch für den A-Wert mit den heute üblichen DNA-Polymorphismen Werte von weit über 99,9% erreicht. Obwohl beide Werte, W und A, prozentual angegeben werden und in derselben Größenordnung liegen, ist zu beachten, dass sie aufgrund der unterschiedlichen zugrunde liegenden statistischen Konzepte verschiedene „Aussagen“ darstellen.

■ **Paternity-Index**

$$PI=X/Y$$

■ **Essen-Möller-Formel**

$$W=1/(1+Y/X)$$

■ **Ab einem**

Wahrscheinlichkeitswert

W bzw. PI von 99,9%

wird das verbale

Prädikat „Vaterschaft

praktisch erwiesen“

vergeben

■ **A-priori-**

Wahrscheinlichkeit von

50%

■ **Ausschlusschance A**

■ **Der Nachweis von**

seltenen väterlichen

Merkmale beim Kind

schränkt die Anzahl der

möglichen Väter stark

ein und umgekehrt

■ **W- und A-Wert**

beruhen auf

unterschiedlichen

statistischen Konzepten

und stellen somit

Sollte ein Verwandter, z. B. ein Bruder des untersuchten Mannes, als Erzeuger in Frage kommen, sind ein anderes Rechenverfahren und in der Regel ein erhöhter Untersuchungsumfang nötig. Dennoch lassen sich auch solche Fälle statistisch eindeutig klären. Wichtig ist aber, dass die Verwandtschaft zwischen den in Frage kommenden Männern bekannt ist und bei der Formulierung der Hypothesen berücksichtigt werden kann.

verschiedene
„Aussagen“ dar
■ Verwandtschaften
zwischen in Frage
kommenden Männern
müssen bekannt
sein und bei der
Formulierung
der Hypothesen
berücksichtigt werden

Defizienzfälle

Ein solcher liegt z. B. bei verstorbenem Putativvater vor. Zur Lösung von Defizienzfällen bieten sich verschiedene Strategien an. Oft kann auf eine zu Lebzeiten zum Zweck einer pathologischen Untersuchung entnommene und somit **identitätsgesicherte Gewebeprobe** zurückgegriffen werden. Wenn dies nicht möglich ist, können häufig Verwandte des verstorbenen Mannes in die Untersuchung einbezogen werden. Dabei bieten sich **Verwandte 1. Grades**, wie Eltern, Kinder oder auch Geschwister, an. In dem in **Abb. 4** gezeigten Beispiel wurden anstelle des verstorbenen Putativvaters 3 seiner Geschwister untersucht.

■ In Verstorbenenfälle
kommen verschiedene
Lösungsstrategien in
Frage
■ **Identitätsgesicherte
Gewebeprobe**
■ **Verwandte 1. Grades**

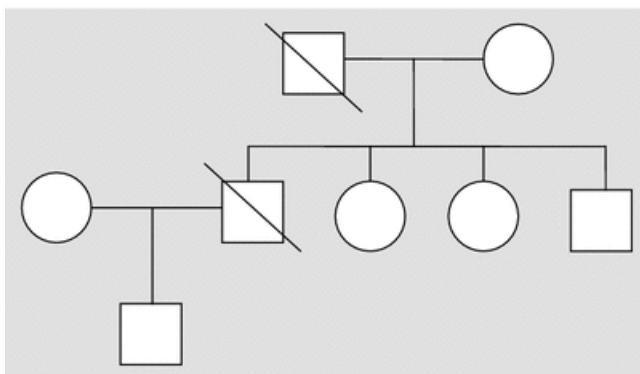


Abb. 4 Stammbaumkonstellation bei einem Defizienzfalle

Je nach Stammbaumkonstellation sind in Defizienzfällen oft keine Ausschlusskonstellationen erzielbar. Dann muss auch die Nichtvaterschaft durch eine Wahrscheinlichkeitsberechnung bewiesen werden. Zu beachten ist, dass im negativen Fall, also wenn der verstorbene Vater durch die Untersuchung von Angehörigen von der Vaterschaft ausgeschlossen wird, ein gewisses Risiko besteht, dass die unterstellten Verwandtschaftsverhältnisse zwischen verstorbenem Putativvater und Angehörigen nicht so sind wie angenommen und so ggf. falsche Schlussfolgerungen gezogen werden könnten.

Eine **Exhumierung** des verstorbenen Putativvaters ist jedoch zumeist die letzte Möglichkeit, auf die nur dann zurückgegriffen werden muss, wenn weder Verwandte noch ärztlich asservierte Gewebeproben zu erhalten sind.

■ In Defizienzfällen muss bei nicht erreichbarer Ausschlusskonstellation auch die Nichtvaterschaft durch eine Wahrscheinlichkeitsberechnung bewiesen werden

■ **Exhumierung**

Abstammungsgutachten für Ausländerbehörden

Neben den Abstammungsgutachten für Familiengerichte oder auch für Privatpersonen kommt es immer häufiger vor, dass Deutsche Botschaften im Ausland von Personen, die ein Einreisevisum für Deutschland beantragen, die Vorlage eines Abstammungsgutachtens verlangen. Bei **Familienzusammenführungen**, wenn z. B. ein Elternteil in Deutschland lebt und aufenthaltsberechtigt ist, müssen die antragsstellenden Kinder im Ausland beweisen, dass sie tatsächlich mit der in Deutschland aufenthaltsberechtigten Person verwandt sind. Ebenso verlangen Ausländerämter in Deutschland die Vorlage eines Abstammungsgutachtens, wenn hier von Eltern für die noch im Ausland lebenden Kinder **Nachzugsanträge** gestellt werden.

Die Probenentnahmen im Ausland werden dann häufig über die Vertrauensärzte der Botschaften vor Ort abgewickelt. So ist eine **ordnungsgemäße Identitätssicherung** der beteiligten Personen gewährleistet.

■ Deutsche Botschaften im Ausland verlangen bei Beantragung eines Einreisevisums für Deutschland immer häufiger die Vorlage eines Abstammungsgutachtens

■ **Familienzusammenführung**

■ **Nachzugsanträge**

■ Die Probenentnahmen im Ausland werden häufig über die Vertrauensärzte der Botschaften vor Ort abgewickelt

Richtlinien für die Erstattung von Abstammungsgutachten

Sie wurden von der Bundesärztekammer herausgegeben [8]. In ihnen sind Anforderungen festgelegt an:

- den Untersuchungsumfang,
- die statistische Auswertung,
- die Qualifikation des Sachverständigen und
- das Laboratorium.

So müssen z. B. mindestens **12 Merkmalsysteme** auf mindestens 10 verschiedenen Chromosomen untersucht werden.

Hinreichend validiert für die Abstammungsuntersuchung sind RFLP- und STR-Polymorphismen, das HLA-System sowie Erythrozytenmembranantigene, Serumproteine und auch Erythrozytenenzyme.

In den Richtlinien ist auch festgelegt, dass eine Vaterschaft erst nach 3 Ausschlusskonstellationen auf 3 verschiedenen Chromosomen ausgeschlossen werden kann. Wichtig ist auch, dass in diesen Richtlinien festgelegt ist, dass Minderjährige nur nach Zustimmung des Sorgeberechtigten untersucht werden dürfen. Daher sind „heimliche“ Gutachten nicht zulässig.

■ 12 Merkmalsysteme

- Eine Vaterschaft darf erst nach 3 Ausschlusskonstellationen auf 3 verschiedenen Chromosomen ausgeschlossen werden
- „Heimliche“ Gutachten sind nicht zulässig

Juristische Grundlagen

In den §§1591–1600e des **Bürgerlichen Gesetzbuches (BGB)** ist geregelt, wann ein Mann vom Gesetz her als Vater angesehen wird. Vater ist,

■ Bürgerliches Gesetzbuch (BGB)

- wer zum Zeitpunkt der Geburt des Kindes mit der Mutter verheiratet war oder
- die Vaterschaft anerkannt hat oder aber
- dessen Vaterschaft gerichtlich festgestellt wurde.

Zu dieser **gerichtlichen Feststellung** kommt es in der Regel dann, wenn kein Mann die Vaterschaft freiwillig anerkennt. Der Mann, den die Mutter als Erzeuger angibt, wird häufig Beklagter in einem Verfahren zur Feststellung der Vaterschaft. Meist wird in solchen Fällen vom Gericht ein Abstammungsgutachten in Auftrag gegeben. Im positiven Fall wird der untersuchte Mann als Vater festgestellt.

Es gibt aber auch den umgekehrten Fall, die Anfechtung einer juristisch bestehenden Vaterschaft. Sie ist im Gesetz als eigenes Verfahren geregelt und dient dazu, eine falsche Zuordnung eines Kindes zu korrigieren. Anfechten darf u. a. der, der von Gesetzes wegen als Vater angesehen wird. Darüber hinaus sind auch der Mann, der an Eides statt versichert, der Mutter des Kindes während der Empfängniszeit beigezogen zu haben (also der biologische Vater), die Mutter und auch das Kind selbst anfechtungsberechtigt. Wenn der „juristische“ Vater die Anfechtung betreibt, muss dem Gericht vom Vater ein schlüssiger Grund vorgelegt werden, warum er glaubt, nicht der biologische Vater des Kindes zu sein. Eine Anfechtung ist aber nur innerhalb von 2 Jahren möglich. Diese **Frist** beginnt, wenn der Vater von Umständen erfährt, die gegen die Vaterschaft sprechen.

Heimliche Gutachten

Nach den so genannten heimlichen Gutachten, also Abstammungsgutachten, die zumeist ohne das Wissen der Mutter gemacht werden sollen, gibt es eine große Nachfrage. Viele (juristische) Väter zweifeln, ob sie wirklich der biologische Vater ihrer Kinder sind. Durch die vielen Medienberichte über Kuckuckskinder werden diese Zweifel geschürt. Sie kommen bei verheirateten Paaren vor, aber oft auch bei Vätern, die zwar Unterhalt

■ Gerichtliche Feststellung

■ Die Anfechtung einer juristisch bestehenden Vaterschaft ist im Gesetz als eigenes Verfahren geregelt

■ Frist

für das Kind zahlen, aber keine Beziehung mehr mit der Mutter haben und somit zumeist kein Sorgerecht für das Kind.

Für eine privat in Auftrag gegebene Untersuchung eines minderjährigen Kindes muss aus rechtlicher Sicht die **Zustimmung der Sorgeberechtigten** vorliegen. In Fällen, in denen die Mutter das alleinige Sorgerecht hat, muss diese folglich dem Test zustimmen.

Untersuchungen ohne die Zustimmung aller Beteiligten sind unzulässig. Das gilt auch für Haare, Zahnbürsten oder Schnuller als Probenmaterial: Auch hier kann die Untersuchung nur mit der Zustimmung der Sorgeberechtigten erfolgen, denn jeder Test ohne diese Zustimmung stellt einen tiefen Eingriff in das Persönlichkeitsrecht des Betroffenen dar. Der Schutz des Persönlichkeitsrechts wird im Grundgesetz garantiert. Gleiches gilt für die heimliche Untersuchung von vermutlichen Vätern. In der Praxis werden den Gutachtern sogar Zigarettenkippen oder Trinkgefäße angeboten.

In diesem Zusammenhang sei noch einmal auf die von der Bundesärztekammer und vom Robert-Koch-Institut in Berlin herausgegebenen Richtlinien für die Erstattung von Abstammungsgutachten hingewiesen. Dort ist festgelegt: *„Ohne richterlichen Beschluss darf die Abstammung eines Menschen nur mit seiner Einwilligung oder bei Geschäftsunfähigkeit der seines Sorgeberechtigten untersucht und festgestellt werden.“* Trotzdem gibt es viele Anbieter von Vaterschaftstests, welche diese Vorgaben ignorieren und heimliche Tests anbieten. Auch hier bestimmt die Nachfrage das Angebot. Aus juristischer Sicht sind solche Tests wertlos, denn der Bundesgerichtshof hat entschieden, dass die für die Anfechtung einer bestehenden Vaterschaft notwendigen Zweifel an dieser nicht mit einem heimlichen Gutachten begründet werden dürfen. Darüber hinaus wird bei diesen Tests natürlich

■ Heimliche Gutachten verstoßen gegen das Persönlichkeitsrecht der Betroffenen

■ **Zustimmung der Sorgeberechtigten**

■ Heimliche Tests werden oft nur unter Einbeziehung der Putativvater-Kind-Konstellation erstellt und sind damit weniger aussagekräftig

nicht die Identität der beteiligten Personen festgestellt, sodass für Dritte (und natürlich auch für Gerichte) nicht ersichtlich ist, wer überhaupt untersucht worden ist. Da diese Gutachten oft nur unter Einbeziehung der Putativvater-Kind-Konstellation erstellt werden, ist die biostatistische Aussagekraft gegenüber Gutachten, in die auch die Mutter einbezogen wird, deutlich reduziert.

Fragen zur Zertifizierung

1. Welche Aussage zur historischen Entwicklung der Abstammungsuntersuchungen ist richtig?

- a) Die anthropologisch-erbbiologische Begutachtung ist die heutzutage führende Untersuchungsmethode.
- b) Das HLA-System wurde auch früher nicht für die Abstammungsbegutachtung verwendet.
- c) Die Untersuchung von Blutgruppenmerkmalen (z. B. AB0) führte auch früher immer zu eindeutigen Ergebnissen.
- d) STR-Polymorphismen gehören zu den Blutgruppenmerkmalen.
- e) Die Untersuchung von STR-Systemen ist heute die Methode der Wahl.

2. Welche Aussage zur praktischen Durchführung von Abstammungsgutachten ist richtig?

- a) Bei der Probenentnahme ist keine Identitätssicherung erforderlich.
- b) Die DNA wird aus Haaren extrahiert.
- c) Proteine sind das Ausgangsmaterial für die Polymerasekettenreaktion (PCR).
- d) Die Genotypisierung mit STR-Polymorphismen erfolgt heute fast ausschließlich durch Multiplex-PCR.
- e) Der Nachweis der PCR-Produkte erfolgt durch Southern-Blotting.

3. Welche Aussage zu den gonosomalen Y-Markern ist richtig?

- a) Y-Marker liegen auf den Autosomen.
- b) Das Y-Chromosom rekombiniert in gleicher Weise wie die Autosomen.
- c) Bei der Untersuchung mehrerer Y-Marker wird ein so genannter Haplotyp analysiert.
- d) Y-STR werden für die Analyse von Verwandten in weiblichen Linien herangezogen.
- e) Y-Marker sind für die Untersuchung von Defizienzfällen nicht geeignet.

4. Welche Aussage zur DNA-Typisierung mit X-Markern ist richtig?

- a) Die X-Marker liegen auf den Autosomen.
- b) X-Marker bieten sich für die Untersuchung von Vater-Sohn-Konstellationen an.
- c) Im Gegensatz zu Y-Markern sind X-Marker grundsätzlich nicht gekoppelt.
- d) X-Marker können nur bei Vaterschaften mit Töchtern verwendet werden.
- e) Bei der Untersuchung mit X-Markern kann man keine Ausschlusskonstellationen erzielen.

5. Welche Aussage zur statistischen Auswertung ist richtig?

- a) Im Ausschlussfall wird eine biostatistische Berechnung der Vaterschaftswahrscheinlichkeit durchgeführt.
- b) In Deutschland wird dem Auftraggeber im Gutachten meist der Paternity-Index (PI) mitgeteilt.
- c) Die Vaterschaftswahrscheinlichkeit kann mit der Essen-Möller-Formel berechnet werden.
- d) Einem Wahrscheinlichkeitswert von 99% wird das verbale Prädikat „Vaterschaft praktisch erwiesen“ zugeordnet.
- e) A- und W-Wert geben beide die Vaterschaftswahrscheinlichkeit an.

6. Welche Aussage zu Defizienzfällen ist richtig?

- a) Als Defizienzfälle bezeichnet man Fälle, bei denen das komplette so genannte Trio von Mutter, Kind und Putativvater untersucht werden kann.
- b) Defizienzfälle können ausschließlich unter Einbeziehung von Verwandten gelöst werden.
- c) Bei Defizienzfällen kann keine Wahrscheinlichkeitsberechnung durchgeführt werden.
- d) Eine Exhumierung des verstorbenen Putativvaters ist eine Möglichkeit zur Lösung eines Defizienzfalls.
- e) Die Verwendung einer identitätsgesicherten Gewebeprobe reicht nicht aus, um einen Defizienzfall zu lösen.

7. Welche Aussage zu den Richtlinien für Abstammungsgutachten ist richtig?

- a) In den Richtlinien werden keine Anforderungen an den Sachverständigen gestellt.
- b) Die Richtlinien geben vor, dass mindestens 10 Merkmalsysteme untersucht werden müssen.
- c) In den Richtlinien ist festgelegt, dass eine Vaterschaft nicht mit weniger als 3 Ausschlusskonstellationen auf 3 verschiedenen Chromosomen ausgeschlossen werden kann.

- d) Minderjährige dürfen auch ohne Zustimmung des Sorgeberechtigten untersucht werden.
- e) Das HLA-System darf nicht untersucht werden, da es nicht hinreichend validiert ist.

8. Welche Aussage zu den juristischen Grundlagen ist richtig?

- a) Die Anfechtungsfrist beträgt 10 Jahre.
- b) Eine Vaterschaft anfechten darf nur der Vater.
- c) Die Anfechtungsfrist beginnt, wenn der Vater von Umständen erfährt, die gegen die Vaterschaft sprechen.
- d) Vater ist auch der, der zum Zeitpunkt der Geburt des Kindes nicht mit der Mutter verheiratet war.
- e) Das Kind selbst ist nicht anfechtungsberechtigt.

9. Welche Aussage zu heimlichen Gutachten ist richtig?

- a) Heimliche Gutachten sind Abstammungsgutachten, die nur von der Mutter des Kindes in Auftrag gegeben werden.
- b) Heimliche Gutachten werden nach aktueller Rechtsprechung juristisch anerkannt.
- c) Für eine privat in Auftrag gegebene Untersuchung eines minderjährigen Kindes muss aus rechtlicher Sicht die Zustimmung der Sorgeberechtigten vorliegen.
- d) Alle Gerichte akzeptieren heimliche Gutachten für die Vaterschaftsanfechtung.
- e) Die Durchführung heimlicher Gutachten erfordert eine Dokumentation der Identität der beteiligten Personen.

10. Welche Aussage zu den Abstammungsgutachten für Ausländerbehörden ist richtig?

- a) Bei diesen Gutachten können die zu untersuchenden Personen die Probenentnahme selber durchführen.
- b) Diese Gutachten dienen der Familienzusammenführung.
- c) Nur Familiengerichte sind berechtigt, diese Gutachten zu beauftragen.
- d) Die Gutachten können ausschließlich dann durchgeführt werden, wenn bereits beide Elternteile in Deutschland leben.
- e) In Deutschland verlangen die Ausländerbehörden bisher kein Abstammungsgutachten für den Familiennachzug.

Lösungen: 1E, 2D, 3C, 4D, 5C, 6D, 7C, 8C, 9C, 10B

Literatur

1. Brinkmann B, Klintschar M, Neuhuber F et al. (1998) Mutation rate in human microsatellites: influence of the structure and length of the tandem repeat. *Am J Hum Genet* 62: 1408–1415
2. Foster EA, Jobling MA, Taylor PG et al. (1998) Jefferson fathered slave's last child. *Nature* 396: 27–28
3. Henke J, Fimmers R, Baur MP et al. (1993) DNA-minisatellite mutations: recent investigations concerning distribution and impact on parentage testing. *Int J Legal Med* 105: 217–222
4. Jeffreys AJ, Wilson V, Thein SL (1985) Individual-specific ‚fingerprints‘ of human DNA. *Nature* 316: 76–79
5. Krüger J, Fuhrmann W, Lichte KH et al. (1968) Zur Verwendung des Polymorphismus der sauren Erythrocytenphosphatase. *Dtsch Z Gesamte Gerichtl Med* 64: 127–146
6. Landsteiner K (1901) Über Agglutinationserscheinungen normalen menschlichen Blutes. *Wien Klin Wochenschr* 14: 1132–1134
7. Levinson G, Gutman GA (1987) Slipped-strand mispairing: a major mechanism for DNA sequence evolution. *Mol Biol Evol* 4: 203–221
8. NN (2002) Richtlinien für die Erstattung von Abstammungsgutachten. *Dtsch Ärztebl* 99: 665–A667
9. Rolf B, Wiegand P (2004) Analyse biologischer Spuren – Teil III –Mitochondriale DNA und Y-chromosomale STRs. *Rechtsmedizin* 14: 473–483
10. Rolf B, Keil W, Brinkmann B et al. (2001) Paternity testing using Y-STR haplotypes: assigning a probability for paternity in cases of mutations. *Int J Legal Med* 115: 12–15
11. Szibor R, Krawczak M, Hering S et al. (2003) Use of X-linked markers for forensic purposes. *Int J Legal Med* 117: 67–74
12. Wiegand P, Rolf B (2003) Analyse biologischer Spuren – Teil II – DNA-Typisierung. *Rechtsmedizin* 13: 375–383

Tab. 1 Befunde aus einem Abstammungsgutachten

DNA-Systeme	Kindsmutter	Kind	Beklagter	Zeuge
D3S1358	15/15	15/16	15/16	14/18
VWA	17/17	17/17	16/17	16/19
FIBRA	20/21	20/22	19/22	17/25
THO1	9/9,3	6/9,3	6/9,3	6/6
D8S1179	8/11	11/12	12/14	13/14
D21S11	30/30	30/31,2	31,2/32,2	28/29
D18S51	12/17	12/14	14/14	17/18
D5S818	10/12	10/12	12/12	14/15
D13S317	11/13	11/11	11/14	11/11
D7S820	9/10	8/10	8/12	12/13
D16S539	8/11	10/11	10/12	8/9
D2S1338	18/19	19/20	17/20	21/22
D19S433	11/13	11/11	11/11	11/12

Tab. 2 Befunde aus einem Gutachten bezüglich Geschwisterschaft, DNA-Nr. 06–3699

DNA-Systeme	Tochter 1	Tochter 2
DXS8378	10/11	10/11
HPRTB	12/13	12/12
DXS7423	14/16	13/15
DXS7132	14/15	13/13
DXS10134	34/38	32/36
DXS10074	16/19	15/18
DXS10101	28.2/29.2	27.2/29.2
DXS10135	31/33	31/32

Tab. 3 Gentypenkonstellationen in wahren Familien und daraus resultierender Y/X-Wert

Genotyp des Kindes	Genotyp der Mutter	Genotyp des Putativvaters	Y/X
Ai/Ai	Ai/Ai	Ai/Ai	p_i
		Ai/Aj	$2p_i$
	Ai/Aj	Ai/Ai	p_i
		Ai/A	$2p_i$
Ai/Aj (ij)	Ai/Ai	Aj/Aj	p_j
		Aj/Ak	$2p_j$
	Ai/Aj	Aj/Aj	$p_i + p_j$
		Ai/Aj	$p_i + p_j$
		Aj/Ak	$2(p_i + p_j)$
	Ai/Ak	Aj/Aj	p_j
		Aj/Ai	$2p_j$

$k \neq i \neq j \neq l$

Nach Krüger et al. [5]