

Name und e-Mail-Adresse

Nietrost Bernhard, bernhard.nietrost@htl-steyr.ac.at

## Medikament gegen Ansteckung mit AIDS



- Mathematische / Fachliche Inhalte in Stichworten:

Schließende Statistik, Wahrscheinlichkeitsrechnung: Irrtumswahrscheinlichkeit, Binomialverteilung, Normalverteilung, statistische Tests, Zufallsstreuung, Grundlagen der Wahrscheinlichkeit (Laplace, Und-, Oderregel).  
Funktion, Kurvenschar

- Kurzzusammenfassung

Überprüfung der Aussagekraft von Studienergebnissen und medizinischen Tests mit Methoden der Wahrscheinlichkeitsrechnung

- Didaktische Überlegungen / Zeitaufwand: **[optional]**

Mit Hilfe der Wahrscheinlichkeitsrechnung können die Ergebnisse von Studien und Tests beurteilt werden. Wichtig ist auch das Erkennen der prinzipiellen Unsicherheit (Irrtumswahrscheinlichkeit) im Ergebnis einer empirischen Studie.  
Zeitaufwand: ca. 2 - 4 Stunden - abhängig vom Vorwissen und Intensität

- Lehrplanbezug (bzw. Gegenstand / Abteilung / Jahrgang):

Angewandte Mathematik, 4 und 5. Jahrgang, alle Abteilungen

- Mathcad-Version:

Mathcad 2001

- Literaturangaben: **[optional; sehr erwünscht]**

Timschl: Ingenieurmathematik 4 und Werner Voß: Taschenbuch der Statistik  
[www.caprisa.org](http://www.caprisa.org)

Robert Koch Institut - Berlin (Bundesgesundheitsbl - Gesundheitsforsch - Gesundheitsschutz 2000 · 43:449-458 © Springer-Verlag 2000)

- Anmerkungen bzw. Sonstiges: **[optional]**

Medien liefern bei aufmerksamer Betrachtung immer wieder aktuelle Anbindungen an den Mathematikunterricht - vor allem in den Bereichen Statistik und Wahrscheinlichkeit.



## Chemisches Kondom gegen Ansteckung mit AIDS

**Im Rahmen der im Juli 2010 in Wien stattfindenden internationalen Konferenz zum Thema AIDS wurde die nachfolgend zu lesende Studie über ein sogenanntes "chemisches Kondom" für Frauen zum Schutz vor einer Ansteckung mit HIV vorgestellt:**

*Zum ersten Mal hat sich ein Gel gegen Aids als wirksam gezeigt. Das „chemische Kondom“, dem ein Aids-Mittel beigemischt ist, wird vor dem Sex in die Scheide eingeführt. In einer südafrikanischen Pilotstudie mit ca. 900 Frauen sank das Ansteckungsrisiko mit HIV um knapp 40 Prozent. Die Untersuchung, die im US-Fachjournal „Science“ erscheint, wurde Dienstag auf der Welt-Aids-Konferenz in Wien vorgestellt.  
(Quelle: Internet - Tagesschau)*

Genauere Informationen lieferte derStandard online:

(<http://derstandard.at/1277338496066/Aids-Konferenz-Neues-Gel-soll-Frauen-schuetzen>)

*Nun wurde aus dem von der oralen HIV/Aids-Therapie bekannten Wirkstoff Tenofovir, der das HI-Virusenzym Reverse Transkriptase blockiert, ein Vaginal-Gel entwickelt. Das südafrikanische Aids-Studienprogramm CAPRISA testete es an **889 Frauen** im Alter zwischen 18 und 40 Jahren, die HIV-negativ waren, in KwaZulu-Natal'. Sie sollten es zwölf Stunden vor Sex und zwölf Stunden nach dem Geschlechtsverkehr verwenden. **444 Frauen erhielten ein Placebo-Gel ohne Wirkstoff, 445 das echte Gel.** Die Beobachtungszeit betrug 30 Monate.*

*Ergebnisse und Nebenwirkungen*

*Unter den Frauen, die das echte Gel anwendeten, kam es zu **38 HIV-Infektionen**. In der **Placebo-Gruppe** waren es **60 (minus 39 %)**.*

*.....*  
*In den vergangenen 20 Jahren Forschung habe keine der elf Studien mit sechs verschiedenen Mikrobizid-Kandidaten einen nennenswerten Schutz vor HIV erreicht, betonen die Wissenschaftler um Quarraisha Abdool Karim vom südafrikanischen Aids-Forschungszentrum CAPRISA in „Science“. Sie hatten ein Scheiden-Gel getestet, das zu einem Prozent das Aids-Mittel Tenofovir enthält. Dieser Wirkstoff wird in Tablettenform gegen HIV-Infektionen eingesetzt.*

*Die Forscher sind vorsichtig optimistisch, nach 20 Jahren Forschung Frauen den Weg zu einem selbstbestimmten Schutz vor Aids eröffnen zu können. Im besonders schwer von der Immunschwäche-Epidemie betroffenen südlichen Afrika können Frauen oft nicht den Gebrauch von Kondomen durchsetzen. In der Folge trifft sie die Ansteckung überproportional häufig: Rund 60 Prozent der neu Infizierten in dieser Region sind Frauen. Von einem funktionierenden „chemischen Kondom“ erhoffen sich Forscher eine Wende in der Aids-Epidemie.*

*Allerdings gab es auch zuvor schon aussichtsreiche Kandidaten. So schien das Vaginal-Gel „Pro 2000“ zunächst das Infektionsrisiko deutlich zu senken. In einer großen Studie mit mehr als 9000 Frauen in vier afrikanischen Ländern zeigte sich letztlich jedoch keinerlei Schutzwirkung.*

Beim Lesen dieses Artikels drängt sich natürlich aus mathematischer Sicht die Frage auf wie groß der Einfluss des Zufalls in dieser Untersuchung einzuschätzen ist. Ist die angegebene Änderung von 39 - 40 % (in Wirklichkeit sind

es nur  $\frac{60 - 38}{60} = 36.7\%$  - ein nicht unerheblicher Rundungsfehler !!!!!) von 60 auf 38 infizierte Frauen aus Sicht

der Wahrscheinlichkeitsrechnung ausreichend um das neue Medikament als WIRKSAM zu bezeichnen oder lässt sich der Unterschied eventuell mit Zufall erklären ?

## 1. Irrtumswahrscheinlichkeit: Übliche Interpretation

$5\% < \alpha$  ----- Zufälliges Ergebnis, Unterschiede nur zufällig bzw. konnte kein Unterschied nachgewiesen werden

$1\% < \alpha < 5\%$  ---- Schwach signifikant (auch: indifferent / Warnung) \*

$0.1\% < \alpha < 1\%$  ---- Signifikantes Ergebnis \*\*

$0.1\% > \alpha$  ----- Hochsignifikantes Ergebnis \*\*\*

Als Entscheidungshilfe wird die Irrtumswahrscheinlichkeit  $\alpha$  verwendet. Übliche Werte sind in der obigen Tabelle aufgeführt.

## 2. Vergleich zweier Anteile

siehe Timischl 4: S 309 ff bzw Voß: S 433 ff

Die im Text hervorgehobenen Werte werden nun als Variable definiert wobei A die Werte mit Placebo und B die Werte mit Wirkstoff sind.

$n_A := 444$  Anzahl der teilnehmenden Frauen  $n_B := 445$

$a_A := 60$  Infizierte in dieser Gruppe  $a_B := 38$

$p_A := \frac{a_A}{n_A}$  statistische Häufigkeit einer Ansteckung  $p_B := \frac{a_B}{n_B}$

$p_A = 13.514\%$   $p_B = 8.539\%$

Die Anzahl der neuinfizierten Frauen ist Binomialverteilt, da die Annahme einer gleichbleibenden Wahrscheinlichkeit der Ansteckung pro Frau (bzw. pro Geschlechtsverkehr - mehr dazu siehe weiter unten) plausibel erscheint. Die Kenntnis dieser Wahrscheinlichkeit ist für die Berechnungen nicht relevant, es reicht vielmehr die aus der Untersuchung bekannte statistische Häufigkeit als Schätzwert aus.

Es wird ein Test für die Differenz zweier Anteilswerte durchgeführt, wobei für Stichprobenumfänge  $n > 40$  die Näherung durch eine Normalverteilung gerechtfertigt ist. (Timischl 4 S 309)

Dazu müssen die entsprechenden Hypothesen formuliert werden: (Für einen einseitigen Test, da die Frage interessiert ob die Stichprobe B eine Verbesserung ergibt.)

$H_0: p_A \leq p_B$  Anteil von A ist gleich oder sogar kleiner. Daher ist die Differenz beider Anteile  $p_A - p_B \leq 0$ .

$H_1: p_A > p_B$  Der Anteil von B ist kleiner als der von A. Daher ist die Differenz beider Anteile größer 0.

Differenz des Anteils der infizierter Frauen:  $p_P := p_A - p_B$   $p_P = 4.974\%$

Schätzwert für die Standardabweichung der Differenz  $p_A - p_B$ .

$$s_P := \sqrt{\frac{p_A \cdot (1 - p_A)}{n_A} + \frac{p_B \cdot (1 - p_B)}{n_B}} \quad s_P = 0.021$$

Die Differenz der beiden Stichproben ergibt eine Normalverteilung mit Erwartungswert  $\mu_N := 0$  (entsprechend der Annahme die beiden Anteile sind gleich ergibt sich die Differenz 0 - siehe Hypothese  $H_0$ ) und Standardabweichung  $s_p$ .

Definition der NV und des Darstellungsbereichs in MCD:

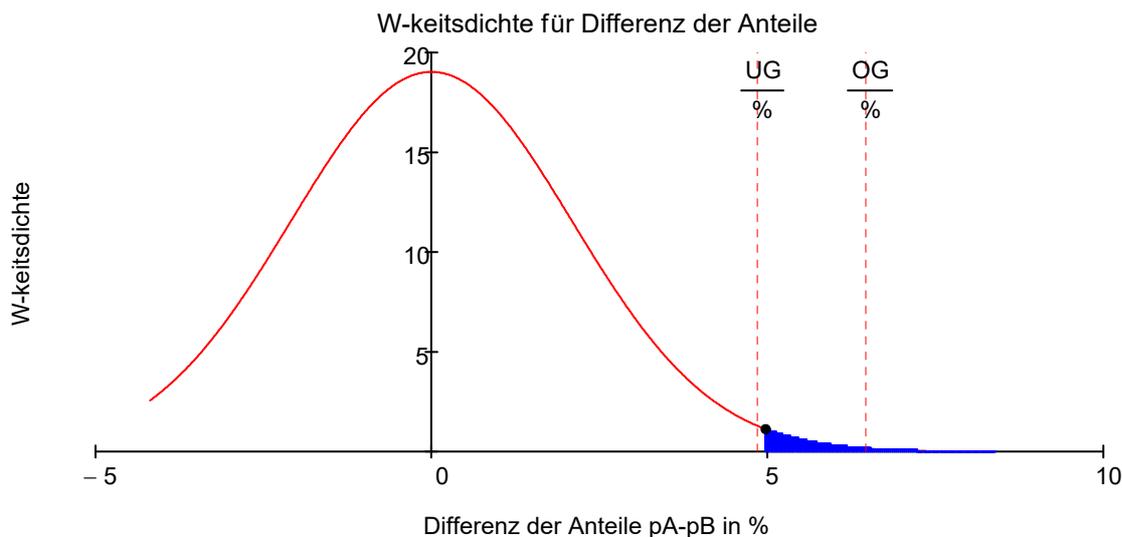
$$g_N(x) := \text{dnorm}(x, 0, s_p) \quad x := -2 \cdot s_p, -2 \cdot s_p + \frac{s_p}{100} \dots 4 \cdot s_p$$

$$G_N(x) := \text{pnorm}(x, 0, s_p)$$

Die W-keit eine Differenz von  $p_p$  oder größer zu erhalten (blau schraffierter Teil der untenstehenden Graphik) ist mit der kumulierten W-keit der Normalverteilung  $G_N(x)$  gleich  $\overset{WW}{P} := 1 - G_N(p_p)$ .

Diese W-keit beträgt  $P = 0.878\%$  und erfüllt bei diesem (einseitigen) Test sogar die Bedingungen für ein signifikantes Ergebnis (\*\*). (Der Bereich für ein signifikantes Ergebnis ist durch zwei senkrechte Striche und UG bzw. OG markiert.)

Daher ist die Nullhypothese  $H_0$  nicht zu halten und es besteht Grund zur Annahme der Alternativhypothese  $H_1$ . (Die Stichprobe B hat einen geringeren Anteil infizierter Frauen als die Stichprobe A.)



#### **Berechnung mittels Prüfgröße: (Alternativ; siehe Timischl 4)**

Ausgehend von den Hypothesen  $H_0$  bzw  $H_1$  wird ein Prüfwert ermittelt, der zum Verwerfen einer der beiden Hypothesen führt.

Man berechnet die Prüfgröße  $u_{\text{Prüf}} := \frac{p_A - p_B}{s_p}$ . Diese ergibt den Wert  $u_{\text{Prüf}} = 2.375$ .

Der kritische Wert ist für große Stichproben näherungsweise u-verteilt (Standardnormalverteilung). Daraus ergibt sich  $u_{\text{Krit}} := \text{qnorm}(99\%, 0, 1)$ . Der kritische Wert beträgt in diesem Fall  $u_{\text{Krit}} = 2.326$

Da  $u_{\text{Krit}} < u_{\text{Prüf}}$  ist die Hypothese  $H_0$  nicht zu halten und es besteht Grund zur Annahme der

Alternativhypothese  $H_1$ . (Die Stichprobe B hat einen geringeren Anteil infizierter Frauen als die Stichprobe A.)

### 3. Weitere Überlegungen

Die an dieses Ergebnis anschließende Frage zu dieser Studie ist ob weitere Mittel für die Entwicklung des "chemischen Kondoms" verwendet werden sollen. Da ein signifikantes Ergebnis vorliegt erscheint eine Weiterführung der Forschungen sinnvoll.

Trotz allem ist der Zusammenhang nur auf Basis einer Statistik belegt und somit besteht immer die Möglichkeit eines Fehlers erster Art. (Die Nullhypothese - dh. hier keine Verbesserung durch das neue Medikament - wird verworfen, obwohl sie stimmt.)

Darauf weist auch das Ende des obigen Artikels hin: "*Allerdings gab es auch zu vor schon aussichtsreiche Kandidaten. So schien das Vaginal-Gel „Pro 2000“ zunächst das Infektionsrisiko deutlich zu senken. In einer großen Studie mit mehr als 9000 Frauen in vier afrikanischen Ländern zeigte sich letztlich jedoch keinerlei Schutzwirkung.*"

Abhilfe könnte eine größere Anzahl von Versuchspersonen schaffen. Ein hochsignifikantes Ergebnis bei gleichbleibendem Anteil der infizierten Frauen würde hier ab ca. 750 Versuchspersonen pro Gruppe eintreten.

#### Weitere Berechnungen:

In der Studie ist weiters zu lesen: Die Frauen hatten durchschnittlich  $\bar{H} := 8.6$  Sexkontakte pro Monat und verwendeten zu  $\bar{K} := 30\%$  ein Kondom. Der Beobachtungszeitraum der Studie zum chemischen Kondom betrug  $D := 30$  Monate. (Die **Durex Studie** vom April 2007 gibt die Anzahl der durchschnittlichen heterosexuellen Kontakte in Südafrika mit 120 pro Jahr an. Dies ist - wenig überraschend :-)? - etwas höher als der angegebene Wert. Durex ist als Hersteller von Präservativen bekannt, der auch entsprechende Studien durchführt.)

Laut Wikipedia / **UNAIDS** lag die Anzahl der HIV positiven Personen in Kwazulu-Natal 2009 bei  $I := 39\%$ .

In einem Artikel des Magazins Profil vom 25.5.07 sind Werte für das Infektionsrisiko mit HIV bei einem ungeschützten heterosexuellen Kontakt angeben:

$$p_{M\_F} := \frac{1}{1000} \quad \text{Mann} \rightarrow \text{Frau}$$

$$p_{F\_M} := \frac{1}{8000} \quad \text{Frau} \rightarrow \text{Mann}$$

$n_A \cdot H \cdot D \cdot I \cdot (1 - K) = 31272.696$  ergibt die Anzahl der potenziell gefährlichen Sexualkontakte aller in der Studie beteiligten Frauen im Beobachtungszeitraum.

Damit kann unter Annahme einer Binomialverteilung ein Zufallsstreuereich für die zu erwartende Anzahl infizierter Frauen unter Annahme einer beidseitigen Irrtumsw-keit  $\alpha := 1\%$  berechnet werden.

$$Q_O := \text{qbinom} \left[ 1 - \frac{\alpha}{2}, \text{rund}[n_A \cdot H \cdot D \cdot I \cdot (1 - K)], p_{M\_F} \right]$$

$$Q_U := \text{qbinom} \left[ \frac{\alpha}{2}, \text{rund}[n_A \cdot H \cdot D \cdot I \cdot (1 - K)], p_{M\_F} \right]$$

Anmerkung: runden ist erforderlich um ganzzahlige Werte zu erhalten

Dieses Ergebnis ist ein Zufallsstreuereich von  $Q_U = 18$  bis  $Q_O = 47$ .

Die Bandbreite deckt nur das Studienergebnis von  $a_B = 38$  Infizierten ab. (leider nicht  $a_A = 60$ )

Das Robert Koch Institut in Berlin gibt eine Größenordnungen zwischen 1:100 und 1:10 000 für das Übertragungsrisiko an, stellt aber gleichzeitig die Angabe eines Übertragungsrisikos in Frage: "Eigentlich wenig aussagekräftig sind Angaben zum Übertragungsrisiko pro Kontakt, da das Übertragungsrisiko nicht mit der Zahl der Kontakte korreliert."

Daher ist eine Veränderung des Ansteckungsrisikos auf  $p_{M\_F} = \frac{1}{700}$  durchaus möglich und würde eine Überdeckung mit beiden Werten der Studie ergeben.

## 4. Hintergrundinformationen (für ev. Diskussion)

Wie bei vielen medizinischen Studien stellt sich auch hier die Frage ob es vertretbar ist die Hälfte der Frauen 30 Monate mit einem Placebogel zu versorgen und damit einer möglichen Infektion auszusetzen. Andererseits lag über Wirksamkeit des "echten" Gels wenig Information vor. Wie auch in Österreich üblich wurde diese Studie durch eine Ethikkommission genehmigt. Die Auswahl der Frauen erfolgte zufällig.

Einfacher als ein Gel und sicher auch wirkungsvoller sind Kondome in der HIV Vorsorge. Zu diesem Problemfeld steht beispielsweise auf [www.suedafrika.net](http://www.suedafrika.net):

*Die Ursachen für die rasche Ausbreitung von HIV/Aids liegen vor allem in mangelnder Aufklärung und - als Folge - in ungeschütztem Sexualverkehr. Viele schwarze Männer betrachten Kondome als eine Art Affront gegen ihre Männlichkeit. Manche haben zudem naiv-rassistische Vorurteile gegen Kondome und betrachten sie als ein von Weißen erfundenes Instrument der Unterdrückung, um die Fortpflanzung der Schwarzen zu verhindern. .... Letztlich ist auch die schwache Stellung der Frau in der traditionell afrikanisch-polygamen Familie als Ursache bedeutsam. Frauen trauen sich im allgemeinen nicht, Forderungen an die Männer zu stellen, zum Beispiel die Benutzung eines Kondoms zu verlangen.*

In den katholisch geprägten Teilen Afrikas verschärft auch noch das Kondomverbot der römisch katholischen Kirche die Situation.

Die Frauen sind dadurch auf Alternativen in der HIV Vorsorge (auch in der Verhütung und bei Geschlechtskrankheiten wie Herpes) angewiesen, die ohne Zustimmung/Kenntnis der Männer möglich sind.

Genauere Informationen zur Studie in Englisch unter [www.capriza.org](http://www.capriza.org). Die Durchsicht der Originalunterlagen und der Vergleich mit den Meldungen im Internet/Zeitungen zeigt deutlich wie viel Information auf der Strecke bleibt (bleiben muss ?) um die Nachricht für die Leser verdaulich zu machen.

Beispiele für weitere Daten der Studie:

- Die Reduktion der Ansteckung um 40 % bezieht sich nicht auf die Anzahl der infizierten Frauen sondern auf einen anderen daraus abgeleiteten Wert der Studie.
- Die Frauen wurden in 3 Gruppen unterschieden mit einem hohen/mittleren/geringen Anteil an Gelanwendungen. Es zeigt sich ein deutlicher Zusammenhang bei den Ansteckungen mit der Häufigkeit der Anwendung für die Wirksamkeit des Gels.
- Die Frauen hatten durchschnittlich 3 Sexualpartner.
- Die Frauen wurden im Studienzeitraum regelmäßig auf HIV getestet und im Fall einer Ansteckung in medizinische Betreuung übernommen.
- Ein weiterer Teil der Studie beschäftigt sich mit der Übertragung von Herpes, da begleitende virale und bakterielle sexuell übertragbare Krankheiten, das HIV-Übertragungsrisiko vervielfachen. (lt. Robert Koch Institut Berlin)

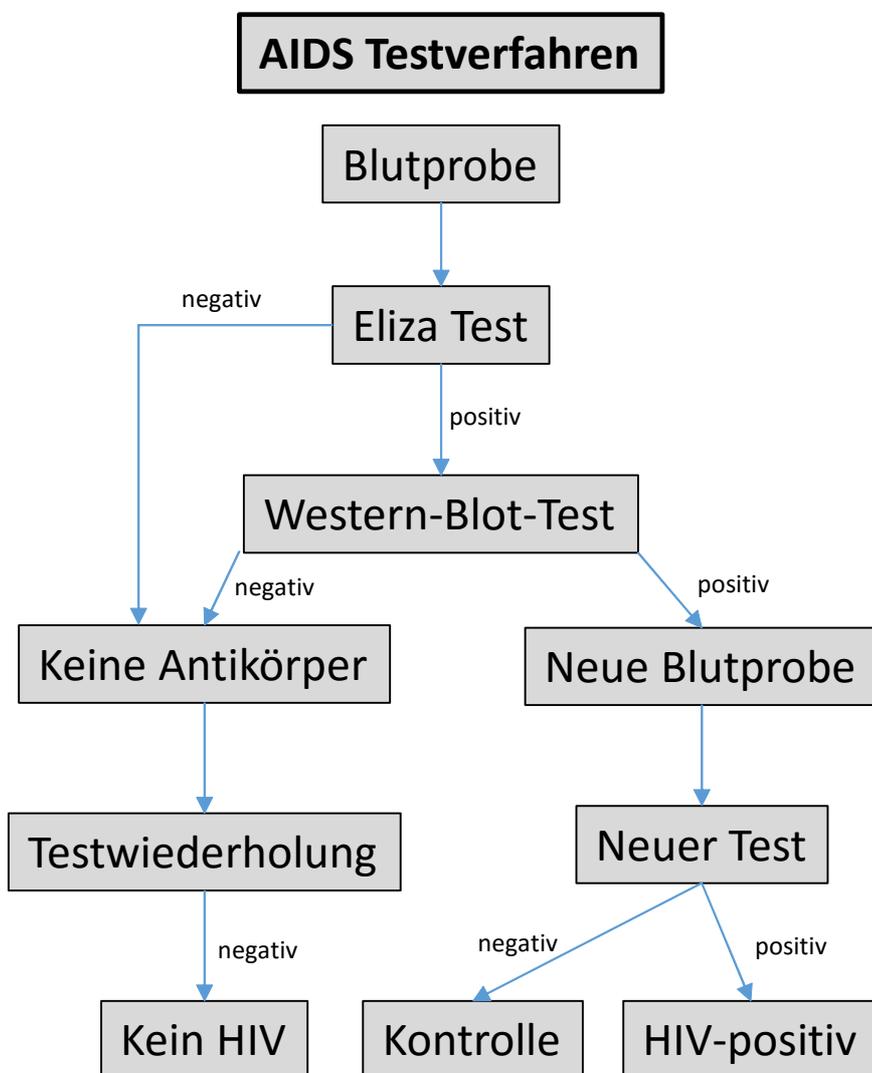
## 5. AIDS Tests

Wie bereits erwähnt wurden die an der Studie beteiligten Frauen regelmäßig auf HIV (eigentlich HIV Antikörper) getestet. Dieser AIDS Test erfolgt in mehreren Stufen. (siehe untenstehende Graphik)

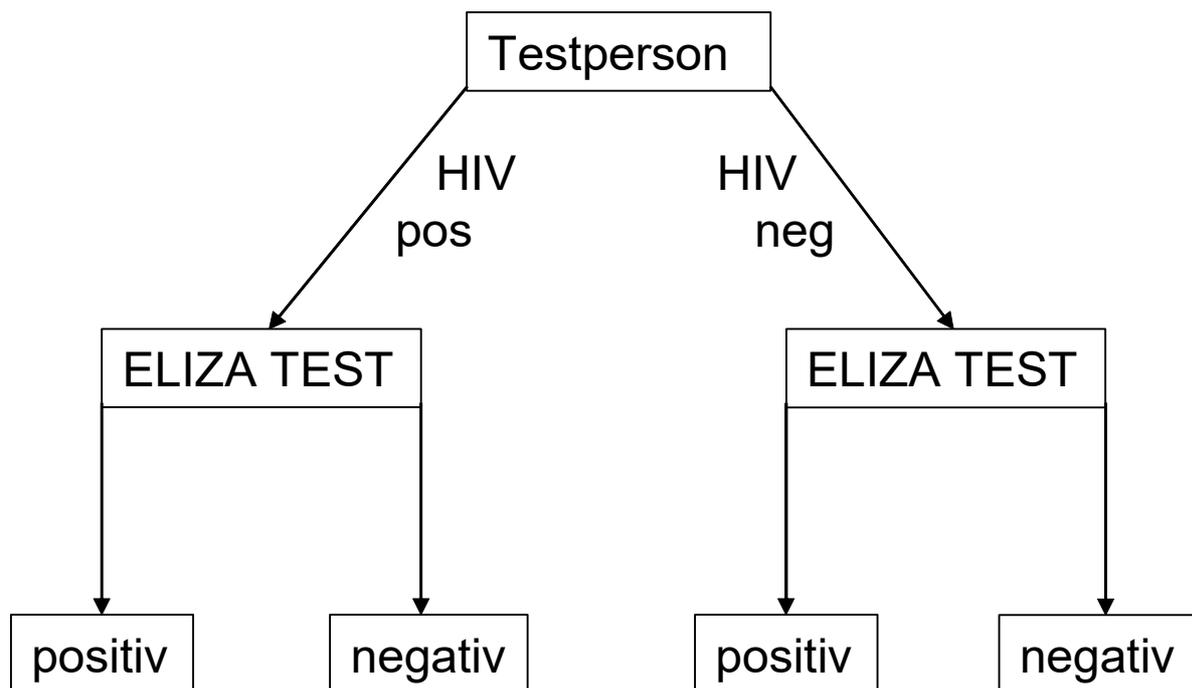
Erster Schritt ist der sogenannte Eliza Test der hauptsächlich zur Bestimmung HIV negativer Personen verwendet wird. Ein positiver Befund bei diesem Test ist (in Europa) nicht sehr aussagekräftig (siehe untenstehendes Bsp) und wird daher mit einem weiteren Test (Western Blot) abgesichert.

Das untenstehende Rechenbeispiel beschäftigt sich mit dem Eliza Test und der Interpretation der Ergebnisse.

Die nachfolgende Grafik zeigt den prinzipiellen Ablauf eines Aids Tests.



## Wahrscheinlichkeitsbaum für Eliza Test



In Europa ist die Prävalenz (der Anteil der HIV positiven Menschen) bei ca.  $HIV_p := 0.1\%$ .

Der Eliza-Test ergibt bei HIV positiven Menschen zu  $HIV_{Tp} := 99.9\%$  (= Sensitivität) ein positives Ergebnis.

Bei HIV negativen Personen liefert der Test zu  $HIV_{Tn} := 99.8\%$  (= Spezifität) ein korrektes (negatives) Ergebnis.

Die Werte für Prävalenz, Sensitivität und Spezifität sind aus Wikipedia entnommen.

## Die daraus resultierende Frage ist mit welcher Wahrscheinlichkeit ein positives Testergebnis auch eine Infektion bzw. eine negatives Testergebnis keine Infektion bedeutet.

Unter Berücksichtigung der obigen Baumstruktur kann mittels der Laplace-Wahrscheinlichkeit  $p = \frac{\text{günstig}}{\text{möglich}}$  (oder mit der bedingten Wahrscheinlichkeit) dieses Problem gelöst werden.

Ein **positives Ergebnis** erhält man, wenn ein positiver Test UND eine positive Person ODER ein positiver Test UND eine negative Person vorliegt. (die möglichen Fälle)

"Günstig" ist, wenn sowohl der Test UND die Person positiv ist. (linker Ast)

$$HIV_{inf} := \frac{HIV_p \cdot HIV_{Tp}}{HIV_p \cdot HIV_{Tp} + (1 - HIV_p) \cdot (1 - HIV_{Tn})} \quad HIV_{inf} = 33.333\%$$

Das Ergebnis zeigt eine geringe Übereinstimmung mit dem wirklichen Krankheitszustand der getesteten Person. Daher sind nachfolgende Tests angebracht.

**Ein negatives Ergebnis** erhält man, wenn ein negativer Test UND eine positive Person ODER ein negativer Test UND eine negative Person vorliegt. (die möglichen Fälle)  
Günstig ist wenn sowohl der Test UND die Person negativ ist. (rechter Ast)

$$\text{HIVneg} := \frac{(1 - \text{HIVp}) \cdot \text{HIVTn}}{(1 - \text{HIVp}) \cdot \text{HIVTn} + \text{HIVp} \cdot (1 - \text{HIVTp})} \quad \text{HIVneg} = 99.9999 \%$$

Das Ergebnis zeigt eine hohe Übereinstimmung mit der wirklichen Gesundheit der getesteten Person. (\*\*\*) Daher sind nachfolgende Tests nicht erforderlich.

## Abhängigkeit des Eliza Tests von der Prävalenz:

In Europa schwanken die Werte der Prävalenz zwischen 0,1 und 0,3 %. Dies hat bereits deutliche Auswirkungen auf die Aussagekraft des Tests für HIV positive Personen. (zB: bei 0,3 % --> 60 % - einfach die Werte in MCD ändern) In KwaZulu Natal mit einer Prävalenz mit ca. 39 % liefert der Test Werte von 99,7 % (\*\*) für positive und 99,94 % (\*\*\*) für negative Personen und ist somit durchaus aussagekräftig. (einfach Werte in MCD ändern)

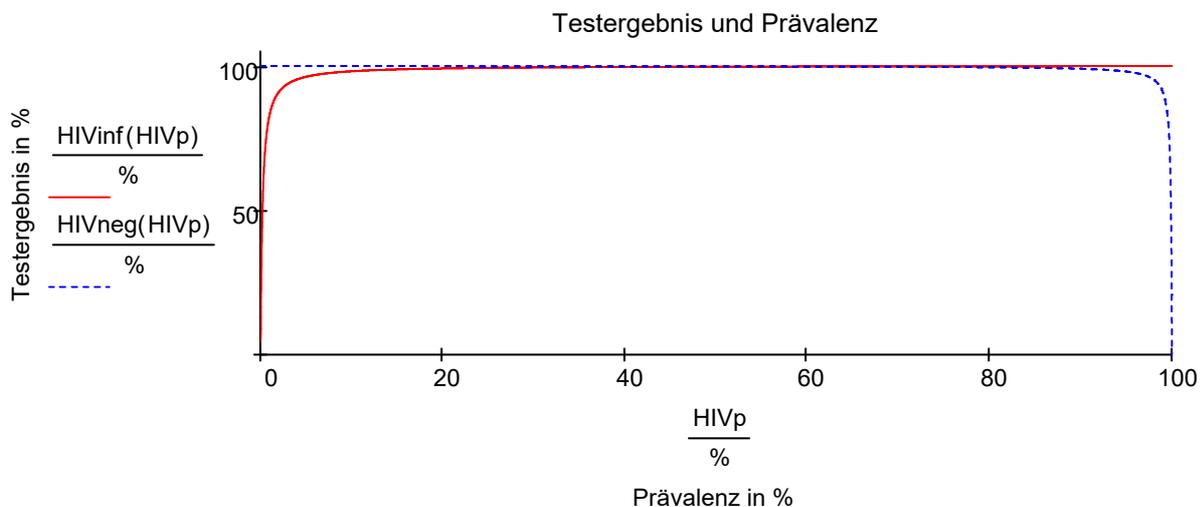
## Aussagekraft des Tests als Funktion der Prävalenz

Man definiert die Aussagekraft als Funktion der Prävalenz:

$$\text{HIVinf}(\text{HIVp}) := \frac{\text{HIVp} \cdot \text{HIVTp}}{\text{HIVp} \cdot \text{HIVTp} + (1 - \text{HIVp}) \cdot (1 - \text{HIVTn})}$$

$$\text{HIVneg}(\text{HIVp}) := \frac{(1 - \text{HIVp}) \cdot \text{HIVTn}}{(1 - \text{HIVp}) \cdot \text{HIVTn} + \text{HIVp} \cdot (1 - \text{HIVTp})}$$

$$\text{HIVp} := 0.0001, 0.0002 \dots 1 \quad \text{Darstellungsbereich}$$



Man erkennt, daß der Test nur für kleine Werte der Prävalenz (zB. Europa) bei HIV positiven und sehr große Werte der Prävalenz (> 95 %) bei HIV negative Personen nicht aussagekräftig ist.

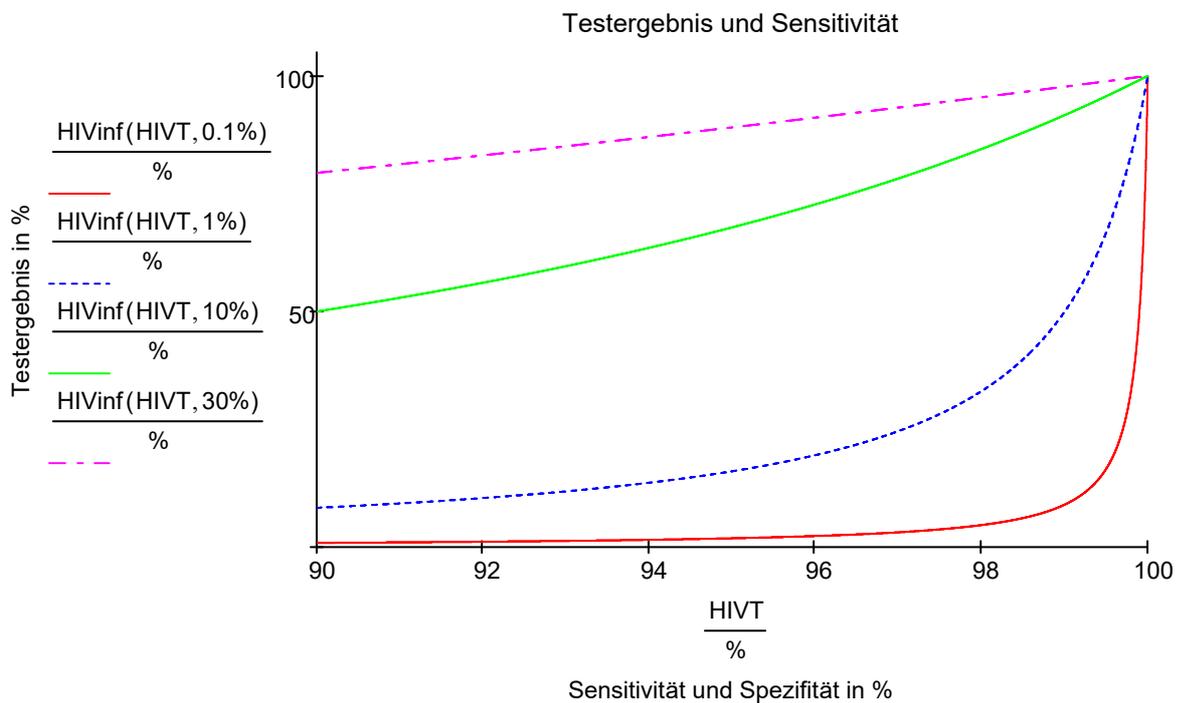
## Aussagekraft des Tests als Funktion der Spezifität und Sensitivität

In weiterer Folge kann die Abhängigkeit des Tests von der Spezifität und Sensitivität untersucht werden. Unter der vereinfachenden Annahme, dass die Spezifität und die Sensitivität ungefähr gleiche Werte haben ( $HIVp = HIVTn$ ), kann die Aussagekraft für HIV positive Personen als Funktion der Variable HIVT (=Spezifität und Sensitivität) definiert werden. Die Prävalenz ist Parameter der Kurvenschar.

$$HIVinf(HIVT, HIVp) := \frac{HIVp \cdot HIVT}{HIVp \cdot HIVT + (1 - HIVp) \cdot (1 - HIVT)}$$

HIVT := 0.9, 0.90001 .. 1

Darstellungsbereich



Man erkennt, daß vor allem bei geringer Prävalenz (zB: Europa) die Sensitivität und Spezifität sehr hoch sein muss um aussagekräftige Ergebnisse für HIV positive Personen zu erhalten.

†

1

ie