

Modellierung und Statistik in der Medizin

Risiken & Entscheidungen unter Unsicherheit

Manfred Borovcnik

Universität Klagenfurt

Risiko-Literalität – Inhalte

1. Risiko-Literalität-“Methoden”

Risiko

Tabellen mit erwarteten Fällen und graphische Darstellung der Daten

Das Problem kleiner Risiken

2. Statistische Methoden in der Medizin

Signifikanztests und randomisierte, kontrollierte Experimente

Medizinische Diagnose basierend auf Trennpunkten zur Separierung der Gruppen von Gesund & Krank

Eine Analogie der medizinischen Situation zu statistischen Tests

Erforderliche Stichprobengröße, damit eine gute Qualität der Information gewährleistet wird

3. Konstituenten von Risikosituationen

Information und Entscheidungen

Information: Was macht sie zuverlässig?

Entscheidungen in Gesundheitsfragen

Entscheidungen: Der Raum der Alternativen und Evaluation

Perspektiven von Entscheidungsträgern

Der psychologische Hintergrund

Risiko-Literalität – Fallstudien

Fallstudie 1: Risiko-Kommunikation

Der Fall von Lipitor: Absolute und relative Risiken

Vereinfachende Methoden zur Kommunikation und zum Verstehen von Risiken

Fallstudie 2: Dialoge zur medizinischen Diagnose

To Screen or Not to Screen

Alternativen vergleichen, Daten finden & Risikozahlen verstehen

Prävalenz: Die Verbreitung von Brustkrebs ist u.a. abhängig vom Alter

Eine Interpretation von Richtig-Negativ: Die Richtig-Negativ-Rate

Fallstudie 3: Vor- und Nachteile von Screening-Programmen

Evaluieren des Erfolgs von Screening-Programmen

Stakeholder, die an der Einführung von Screening-Programmen beteiligt sind

Meta-Analysen: Evaluation von Screening für Brustkrebs

Spricht die Evidenz für die Empfehlungen?

1. Risiko-Literalität-Methoden

- 1.1 Risiko, Definition und verwandte Konzepte
- 1.2 Das Problem kleiner Risiken und Wahrscheinlichkeiten
- 1.3 Umrechnung bedingter Wahrscheinlichkeiten in erwartete Häufigkeiten
- 1.4 Anordnen erwarteter Häufigkeiten
in einer Kontingenztabelle oder in einem Baumdiagramm
- 1.5 Graphische Darstellung erwarteter Häufigkeiten
in einem Ikon- oder in einem Mosaikdiagramm

1.1 Risiko, Definition und verwandte Konzepte

Unter Risiko verstehen wir eine Situation mit inhärenter Ungewissheit über (zukünftige) Ereignisse, welche mit einem Impakt (Kosten, Schaden, Vorteile) behaftet sind.

Manchmal wird der erwartete Wert des Impakts genommen, um verschiedene Optionen miteinander zu vergleichen.

Risiko wird in inkonsistenter Weise verwendet:

- Nur mit Bezug auf die Wahrscheinlichkeit des unerwünschten Ereignisses, ohne Konsequenzen (Impakt) in Betracht zu ziehen.
- Nur in Bezug auf die Konsequenzen, ohne die Wahrscheinlichkeit in Betracht zu ziehen.

Die Entscheidung mag unterschiedliche Auswirkungen haben:

- Sie mag eine einzelne Person betreffen.
- Sie mag zwischen zwei oder mehreren Stakeholdern “geteilt” werden.
- Sie mag zwischen Menschen und einer Institution geteilt werden.

Versuche, Risiko zu definieren

- (1) Ein unerwünschtes Ereignis, das eintreten oder ausbleiben kann.
- (2) Die Ursache eines unerwünschten Ereignisses, das eintreten oder ...
- (3) Die Wahrscheinlichkeit eines unerwünschten Ereignisses, das eintreten oder ...
- (4) Der erwartete Wert eines unerwünschten Ereignisses, das eintreten oder ...
- (5) Die Tatsache, dass eine Entscheidung unter Bedingungen getroffen wird, deren Wahrscheinlichkeiten bekannt (und daher nicht unbekannt) sind.

Die Wahrnehmung von Risiken ist eng verbunden mit der Wahrnehmung der dazugehörigen Wahrscheinlichkeiten.

Die Kombination von schwerwiegenden Folgen und niedriger Wahrscheinlichkeit beeinflusst die Wahrnehmung von Risiken enorm.

Risiko in der Statistik – Risiko falscher Entscheidungen

Zustand	Entscheidung	
Kontext Qualitätskontrolle	T ₀ : H ₀ nicht verwerfen ("annehmen")	T ₁ : H ₀ verwerfen
H ₀ : $p_0 = 0.04$ Produktion ist unter Kontrolle	Entscheidung richtig	α Typ-I Fehler H ₀ wird irrtümlich verworfen Produktion wird gestoppt, obwohl alles ok war.
H ₁ : $p_1 = 0.10$ Produktion ist außer Kontrolle	β Typ-II Fehler H ₀ wird nicht verworfen, obwohl H ₁ zutrifft. Eine schwerwiegende Störung wird nicht erkannt.	Entscheidung richtig

Mit Risiko verwandte Konzepte

Risiko und Hazard

- Hazard ist die “Ursache” eines unerwünschten Ereignisses.

Risk and Uncertainty

- Knight (1921) sieht die Differenz darin, ob die Wahrscheinlichkeiten bekannt sind oder nicht.

Risiko und Vorteile in der theoretischen Ökonomie

- Maximiere den erwarteten Benefit. Risiko-Aversion als u''/u'

System-analytischer Ansatz zum Untersuchen von Situationen mit Risiko

- Welche Konstituenten?
Wer? Typ des Risikos? Information?
Situation (Vorsorge oder erzwungene Entscheidung?)

1.2 Das Problem kleiner Risiken und kleiner Wahrscheinlichkeiten

Für kleine Wahrscheinlichkeiten ist eine Interpretation als Häufigkeiten obsolet:

- Wir haben einfach keine Daten dafür.
- Alle Wahrscheinlichkeitswerte stammen aus Modellen auf der Basis von Annahmen.

Bovine spongiform encephalopathy (BSE)

- Alle positiv getesteten Rinder in Deutschland könnten durchwegs nur falsch positive gewesen sein (Dubben & Beck-Bornholdt, 2010).
- Sensitivität (0.99) und Spezifität (0.997) wurden auf der Basis von 300 bzw. 1000 Rindern unter Laborbedingungen geschätzt.

Ein Simulationsszenario der Schätzung einer ansonsten unbekanntem Wahrscheinlichkeit p von 0.0001 durch 10000 zufällige (!) Daten zeigt, dass sehr große Fehler möglich sind.

Es gibt keine Möglichkeit, kleine Wahrscheinlichkeiten zuverlässig zu schätzen!

Statistik von 100 Serien mit 10 000 Versuchen mit 100 Schätzungen von p

Schätzung von p	Relativer Fehler der Schätzung	Anzahl	%	Wahrscheinlichkeit
0	0.0000	-100%	35	35.0% 0.3679
1	0.0001	0%	39	39.0% 0.3679
2	0.0002	100%	20	20.0% 0.1839
3	0.0003	200%	5	5.0% 0.0613
4	0.0004	300%	1	1.0% 0.0153
5	0.0005	400%	0	0.0% 0.0031
6	0.0006	500%	0	0.0% 0.0005
7	0.0007	600%	0	0.0% 7.29E-05
8	0.0008	700%	0	0.0% 9.11E-06
9	0.0009	800%	0	0.0% 1.01E-06
10	0.0010	900%	0	0.0% 1.01E-07
			0	
			100	100.0% 1.0000

Das ist der **wahre Wert von p**, den man aus den 10000 Daten zu schätzen hat.

Die Schätzung einer unbekanntem Wahrscheinlichkeit bleibt auch bei enorm vielen Daten sehr ungenau & unsicher.

Der Fall kleiner Risiken gepaart mit kleinen Wahrscheinlichkeiten I

Szenario: Ein Bestand an „Parkplätzen“, die zufällig von Ticketbesitzern in Anspruch genommen werden. Abhängig von den der Wahrscheinlichkeit p der Nutzung kann man mehr Tickets verkaufen als Parkplätze vorhanden sind.

Das birgt ein Risiko der Überbuchung.

Parktickets - Es gibt N Parkplätze, n Tickets werden verkauft

60	N		Parkplätze, die verfügbar sind
90	n	< >	Anzahl der Tickets, die verkauft werden
66.7%			Prozentsatz der Parkplätze pro Ticketbesitzer
50.0%			Prozentsatz der Überbuchung

Risiken zu vermeiden
ist immer sehr kostspielig

60.0%	p	< >	Wahrscheinlichkeit, dass ein Ticketbesitzer seinen Parkplatz in Anspruch nimmt.
8.0%			Risiko (Wahrscheinlichkeit), dass diese Situation ein "Problem" verursacht

Um das Risiko zu verkleinern, muss man Überbuchung strikt vermeiden.

Kleine Risiken gepaart mit kleinen Wahrscheinlichkeiten II

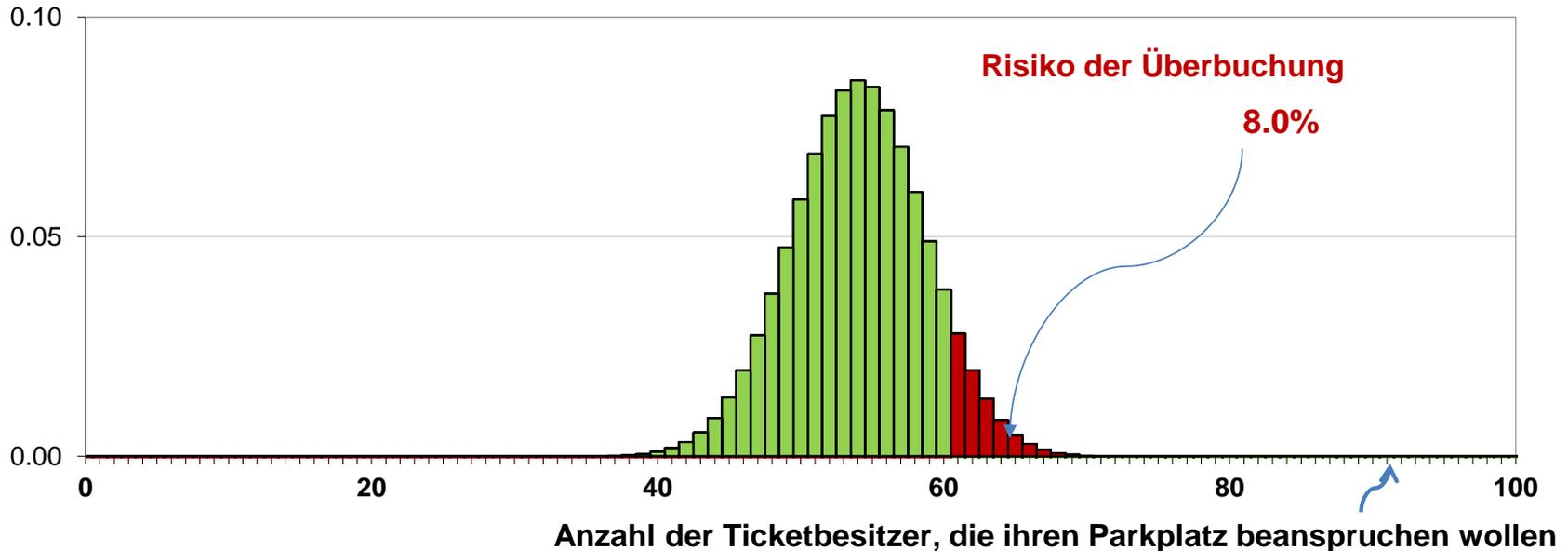
Parktickets - Es gibt N Parkplätze, n Tickets werden verkauft

60 N Parkplätze, die verfügbar sind
90 n Anzahl der Tickets, die verkauft werden
66.7% Prozentsatz der Parkplätze pro Ticketbesitzer
50.0% Prozentsatz der Überbuchung

60.0% p Wahrscheinlichkeit, dass ein Ticketbesitzer seinen Parkplatz in Anspruch nimmt.
8.0% **Risiko (Wahrscheinlichkeit), dass diese Situation ein "Problem" verursacht**



Binomialverteilung für die Auslastung der Parkplätze



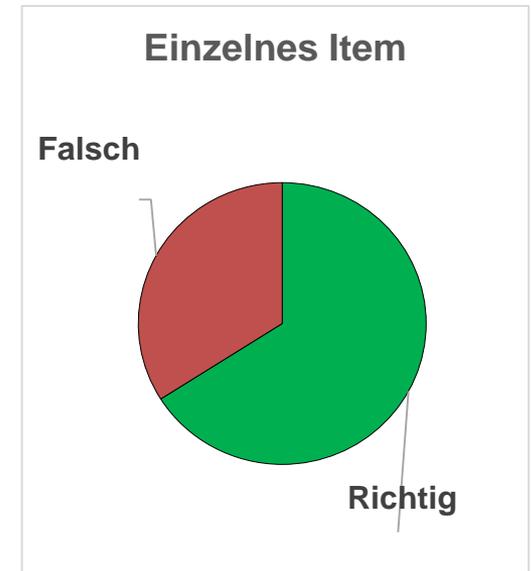
Man muss enorme Vorkehrungen treffen, um Risiken zu eliminieren!

Der Fall kleiner Risiken gepaart mit kleinen Wahrscheinlichkeiten III

Um Risiken zu eliminieren, bedarf es enormer Anstrengungen

Szenario einer Prüfung mit Single-Choice-Items:

Wir nehmen an, dass ein Prüfling die Items unabhängig voneinander mit derselben Erfolgswahrscheinlichkeit p löst.



Wegen der Bedingung, 50% Richtige haben zu müssen, besteht ein Risiko, in der Prüfung zu versagen. Wir modellieren n (10, 30, 100) Items und spielen verschiedene Werte von p für das "Potential" durch.

Wir untersuchen dieses Risiko, durchzufallen.

Anzahl Items

n

30



Erfolg

p

0.66



Erwartete Anzahl richtig

$n * p$

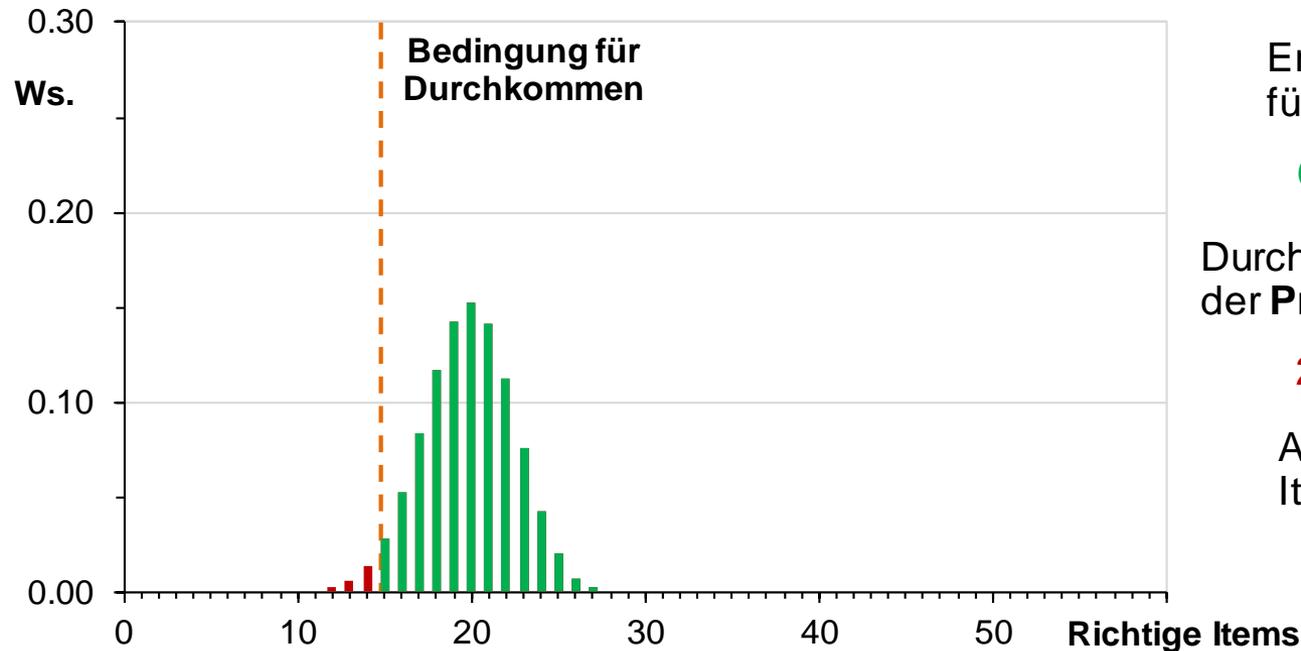
19.8

Erfolg i.d. Prüfung

$\geq 50\%$ richtig

15

Verteilung der richtigen Antworten bei 30 Items



Erfolg
für Item

66%

Durchfallen bei
der Prüfung

2.3%

Anzahl
Items

30

Es bedarf enormer Anstrengungen, um Risiken zu eliminieren!

1.3 Umrechnung bedingter Wahrscheinlichkeiten in Erwartungswerte

Für Frauen zwischen 40 und 50 sind folgende Risiken für das Mammographie-Screening (eine präventive Untersuchung ohne spezifische Symptome) gegeben.

Prävalenz der Krankheit:

- **Wahrscheinlichkeit** für Brustkrebs: **0.8 %**.

Zuverlässigkeiten der Diagnoseprozedur:

- **Wenn** eine Frau Brustkrebs hat, ergibt die Mammographie ein positives Resultat mit einer Zuverlässigkeit (einer bedingten Wahrscheinlichkeit) von **90%**.
- **Wenn** eine Frau keinen Brustkrebs hat, dann besteht ein Risiko von **7%** (eine bedingte Wahrscheinlichkeit) für eine positive Mammographie.

Die Daten sind als (bedingte) Wahrscheinlichkeiten gegeben. Man braucht die Bayes-Formel, um die interessierende Wahrscheinlichkeit zu berechnen.

Wir nehmen an, dass eine Frau ein positives Mammogramm hat.

Wie groß ist die Wahrscheinlichkeit, dass ist tatsächlich Brustkrebs hat?

Umrechnung von Wahrscheinlichkeiten in Erwartungswerte

	Status		
	<i>BK</i>	<i>Kein BK</i>	Alle
Pos +			
Neg -			
Alle	8		1,000

A-priori Wissen:

$$P(BK) = 0.8\% ;$$

$$P(\text{Kein BK}) = 99.2\%$$

	Status		
	<i>BK</i>	<i>Kein BK</i>	Alle
Pos +	7	70	77
Neg -	1	922	923
Alle	8	992	1,000

Post-Test Evidenz (Zeilenprozent):

$$P(BK | +) = 9.4\% ;$$

$$P(\text{Kein BK} | -) = 99.9\% .$$

(Bedingte) Wahrscheinlichkeiten werden in Erwartungswerte umgerechnet. Diese Erwartungswerte werden als natürliche Häufigkeiten benannt (Gigerenzer).

Die gefragten Wahrscheinlichkeiten sind aus dieser Tabelle leicht ablesbar.

1.4 Anordnen der erwarteten Werte in einer Kontingenztabelle oder in einem Baum

	Brustkrebs (BK)	Ohne Brustkrebs (Kein BK)	
Pos +	7	70	77
Neg –	1	922	923
	8	992	1,000

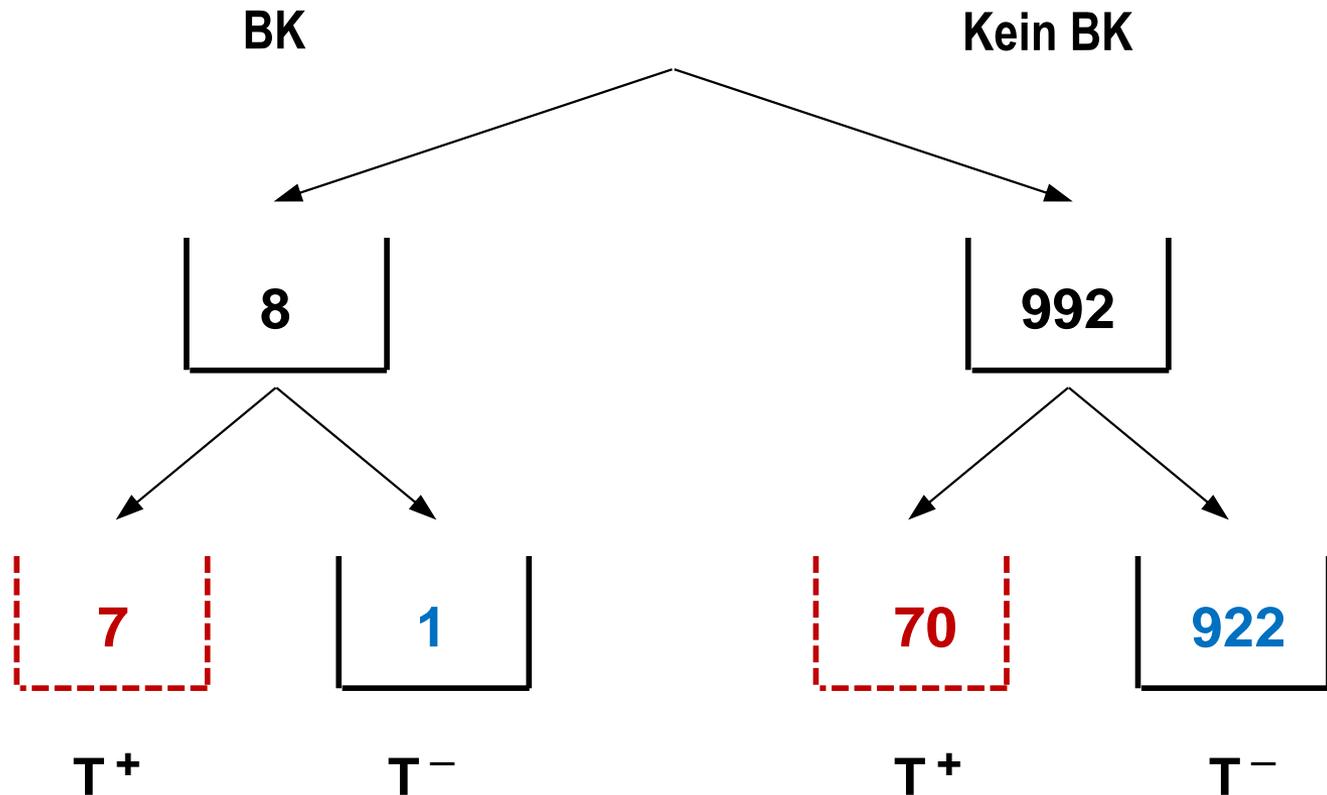
Die **Spalten** entsprechen der gegebenen Information der bedingten Wahrscheinlichkeiten für die Güte der Diagnose.

Aus der ersten **Zeile** liest man die Wahrscheinlichkeit ab, dass eine Frau mit positivem Mammogramm tatsächlich Brustkrebs hat:

$$\frac{7}{77} = 1 \text{ von } 11 \approx 9\% .$$

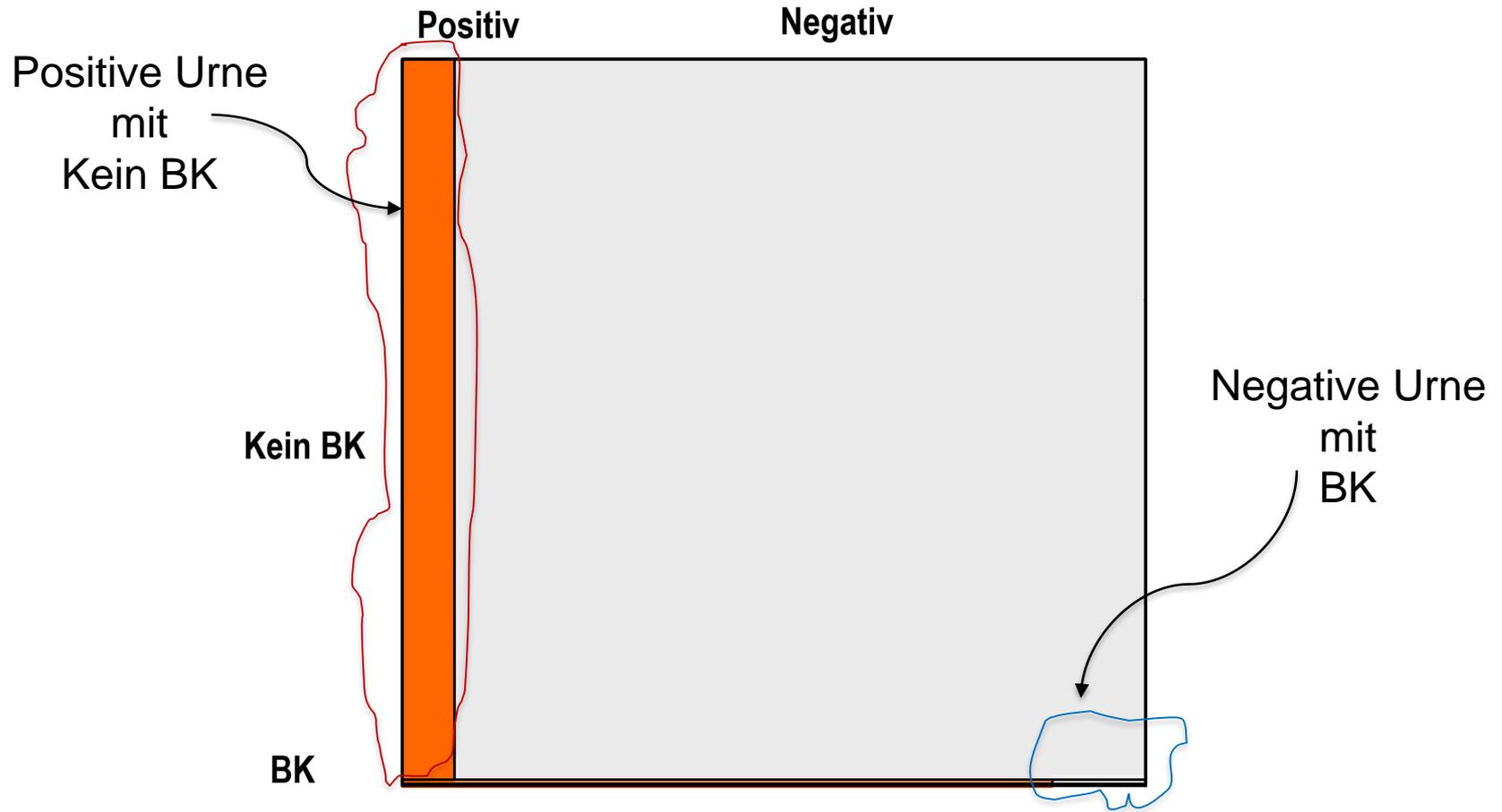
Im üblichen Format muss man erst lernen, wie man die Information richtig liest.

Baumdiagramm mit erwarteten Häufigkeiten für das Mammographie-Screening



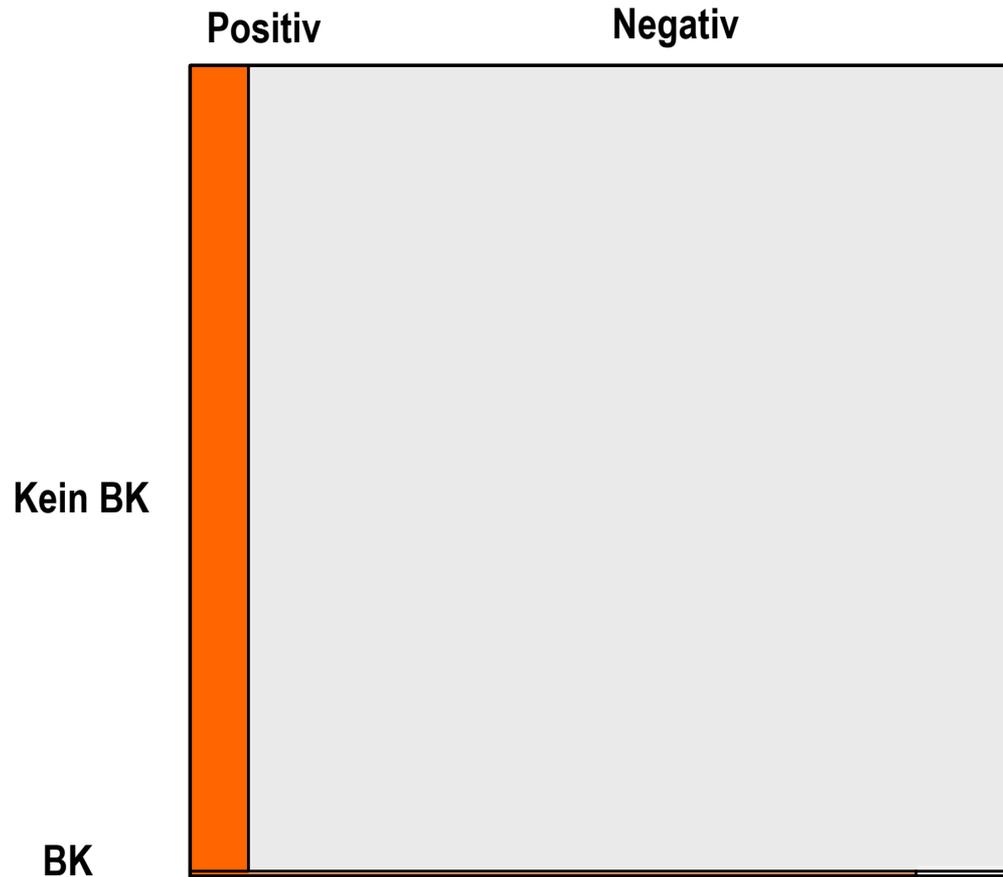
- Die positiven Diagnosen sind über zwei Sorten von Urnen verteilt.
- Die eine wird gefüllt durch jene, die Brustkrebs haben, die andere von jenen, die keinen Brustkrebs haben.

1.5 Graphische Repräsentation der erwarteten Häufigkeiten in einem Mosaik- oder einem Ikon-Diagramm



- Fläche repräsentiert absolute Häufigkeiten.

Mosaikdiagramm für das Brustkrebs-Szenario



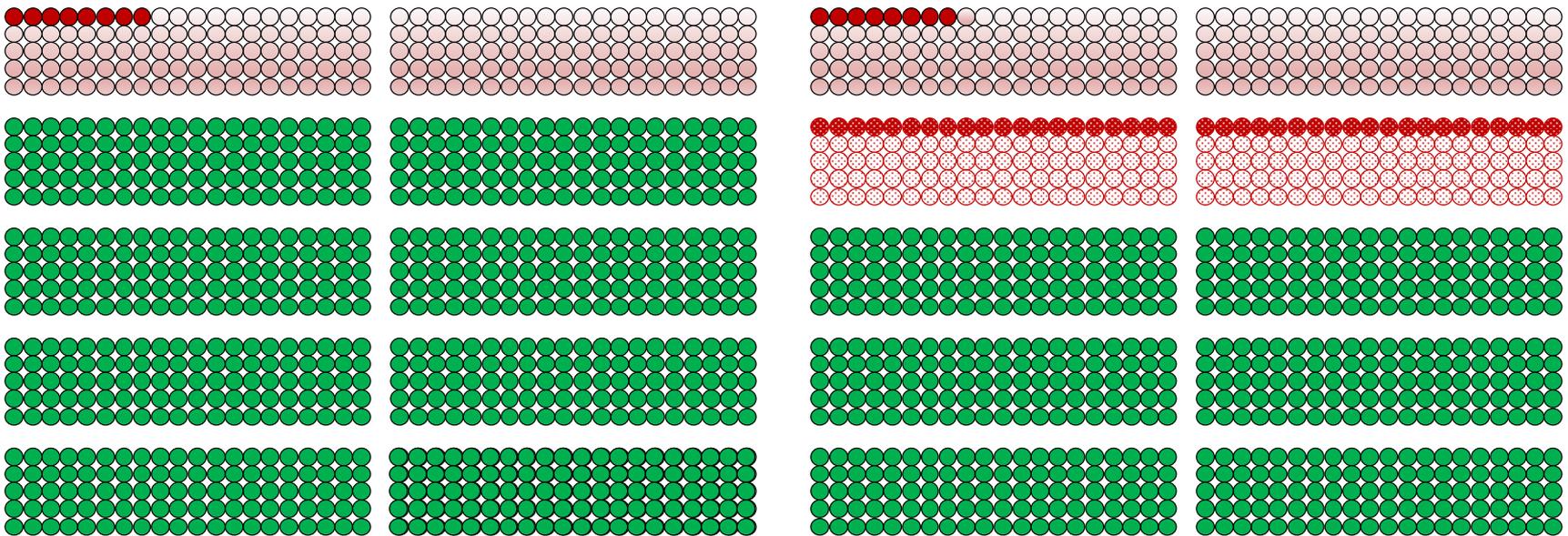
- Es ist offensichtlich von der graphischen Darstellung, dass die orange Fläche größtenteils zur Kein-Brustkrebs-Gruppe gehört.

Ikon-Diagramm für die Prostata-Krebs Meta-Studie

Jede Person wird durch ein Ikon repräsentiert, welches gemäß ihrer Attribute gefärbt ist: Je dunkler ein Ikon, desto schwerer der Fall.

Ohne Screening – 1000 Männer

Mit Screening – 1000 Männer



Ikon-Diagramm illustriert die erwarteten Ausgänge für das Prostata-Screening verglichen mit der Gruppe ohne Screening (Spiegelhalter 2014)

- Das Diagramm zeigt die schlechten Ergebnisse des Screenings direkt – man muss nicht erst lernen, es zu lesen.

Prostata-Krebs– Meta-Studie – Daten für das Ikon-Diagramm

Spiegelhalter (2014) vergleicht Daten von Patienten (50+)

- Gruppe mit PSA-Screening plus rektaler Untersuchung über 10 Jahre
- Gruppe ohne Screening

Erwartete Anzahlen einer 10-Jahres-Screening Gruppe
verglichen mit einer Gruppe ohne Screening; 1000 Männer jeweils

Screening		Ikon	Kategorie des Outcome
Ohne	Mit		
8	8		Verstorben an Prostata-Krebs
192	192		Verstorben an anderen Ursachen
–	20		Diagnose Prostata-Krebs & unnötigerweise behandelt
–	180		Biopsie, letztlich ohne Krebs (falscher Alarm)
800	600		Ohne Beeinträchtigung, lebend
1000	1000		Alle

2. Statistische Methoden in der Medizin

- 2.1 Signifikanztests und das randomisierte kontrollierte Experiment
- 2.2 Medizinische Diagnose basierend auf Trennpunkten, um die Gruppen Gesund und Krank zu separieren
- 2.3 Eine Analogie zwischen der medizinischen Situation und statistischen Tests
- 2.4 Von Trennpunkten, um die Gruppen Gesund und Krank zu separieren, zur ROC-Kurve
- 2.5 Nötiger Stichprobenumfang, um gute Qualität der Information aus Studien zu sichern
- 2.6 Einige Schlussfolgerungen aus der Analogie zur Medizin

2.1 Signifikanztests & randomisierte, kontrollierte Experimente

Aufgabe:

Empirischer Nachweis der Wirksamkeit einer antihypertensiven Droge durch eine placebo-kontrollierte, randomisierte, doppelblinde klinische Studie

Zielvariable:

Intra-individuelle Differenz des Blutdruck $\Delta = \text{SYS}_{\text{Base}} - \text{SYS}_{4\text{Week}}$ [mm Hg]
Große Werte entsprechen einer großen Senkung

Hypothesen:

Nullhypothese (H_0): Verum = Placebo

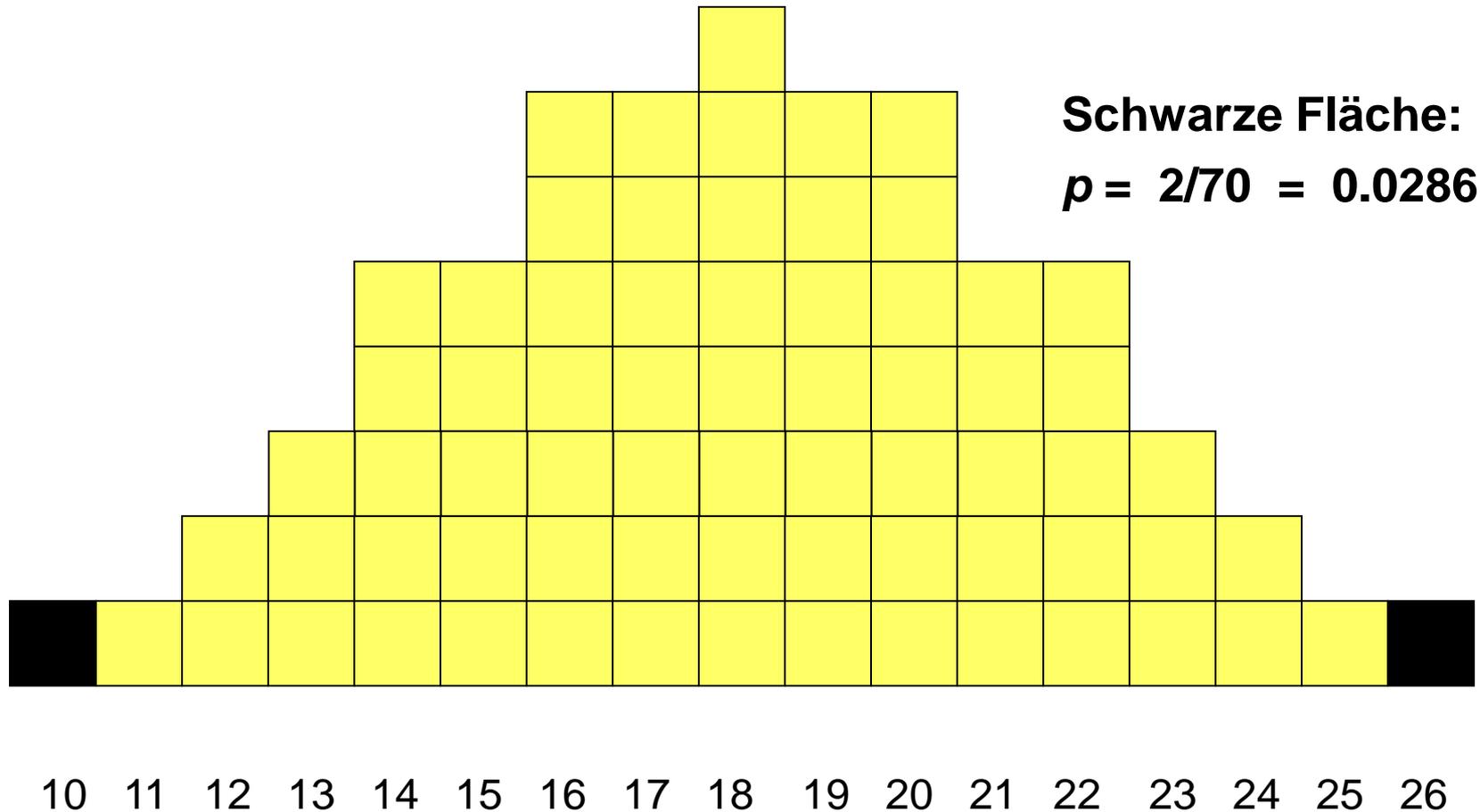
Alternativhypothese: Verum ist besser als Placebo

Wenn Verum besser ist, werden unter der Behandlung im Vergleich zu Placebo große Werte erwartet.

Mann-Whitney-Test für unabhängige Stichproben

Verteilung der Rangsummen $n = 70$

Szenario Annahme: es gibt keinen Unterschied zwischen Verum & Placebo
(Nullhypothese)



Der p -Wert: frühe Bedenken

p = Wahrscheinlichkeit für ein beobachtetes Resultat, **wenn** H_0 zutrifft.

Wenn p kleiner ist als 5%, wird die Nullhypothese verworfen;
 p ist die Wahrscheinlichkeit für eine falsch-positive Aussage,

d.h., **der Test erbringt ein signifikantes Ergebnis, obwohl die Droge nicht wirksam ist:**

p (Test signifikant | Droge ist nicht wirksam).

Wir haben etwas beobachtet, das weniger als 5% Wahrscheinlichkeit hat, **wenn** H_0 zutrifft (Droge nicht wirksam).

Aber, wir sind eigentlich **nur an der folgenden Kenngröße interessiert:**

P (Droge ist wirksam | Test signifikant)

Diese Größe ist meist unbekannt !!

Formale Methoden und wissenschaftliche Prinzipien

Schlussfolgerungen aus klinischen Studien basieren auf statistischen Methoden.

Ärzte sind keine Experten in Statistik und müssen das auch nicht sein. Aber, sie sollten die Prinzipien wissenschaftlicher Methoden kennen.

**Kein Test basierend auf Wahrscheinlichkeitstheorie
kann für sich allein irgendeine Evidenz
für die Wahrheit oder Falschheit einer Hypothese bieten.**

Neyman J., Pearson E. (1933): On the problem of most efficient tests of statistical hypotheses. Philos. Trans. Roy. Soc. A, 231, 289-337.

Ein Dialog zwischen einem **Arzt (A)** und einen **Statistiker (ST)**

A: Du hast dich bemüht, mir den statistischen Test zu erklären– aber was bedeutet nun, wenn mein Test ein signifikantes Resultat ergibt? Kann ich behaupten, dass die Droge wirksam ist?

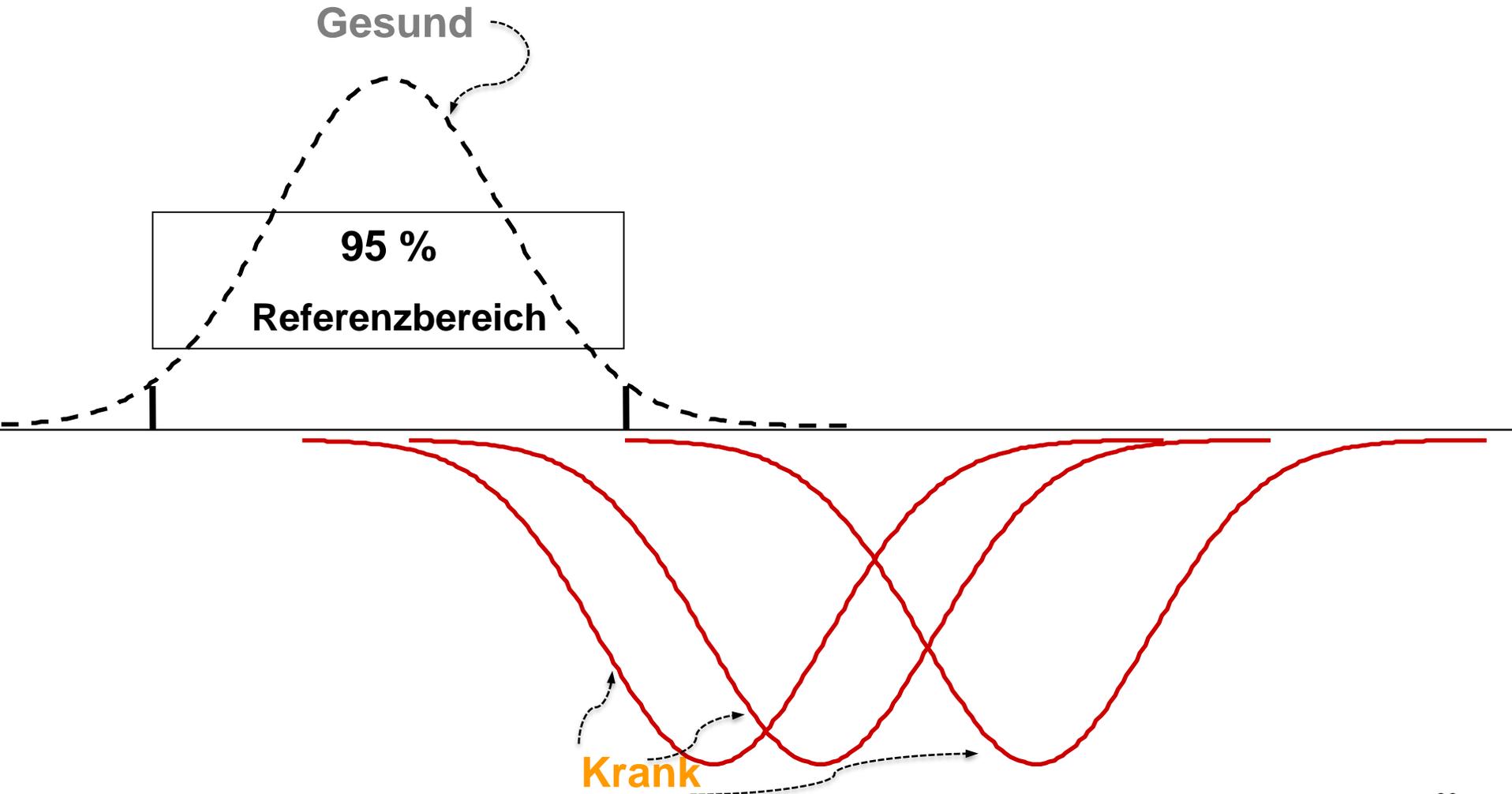
ST: Nein – Du kannst nur berechnen, wie wahrscheinlich solch ein Testresultat ist **WENN** die Droge in Wirklichkeit nicht wirksam ist.

A: Die Ethikkommission hat diese Studie zur Untersuchung der Wirksamkeit der Droge genehmigt. Ich fragte, ob du dies durch einen statistischen Test beweisen kannst. Da das Resultat nun signifikant ist, dachte ich, dass die Wahrscheinlichkeit, dass die Droge wirksam ist, 95% beträgt – weil der p -Wert 5% ist.

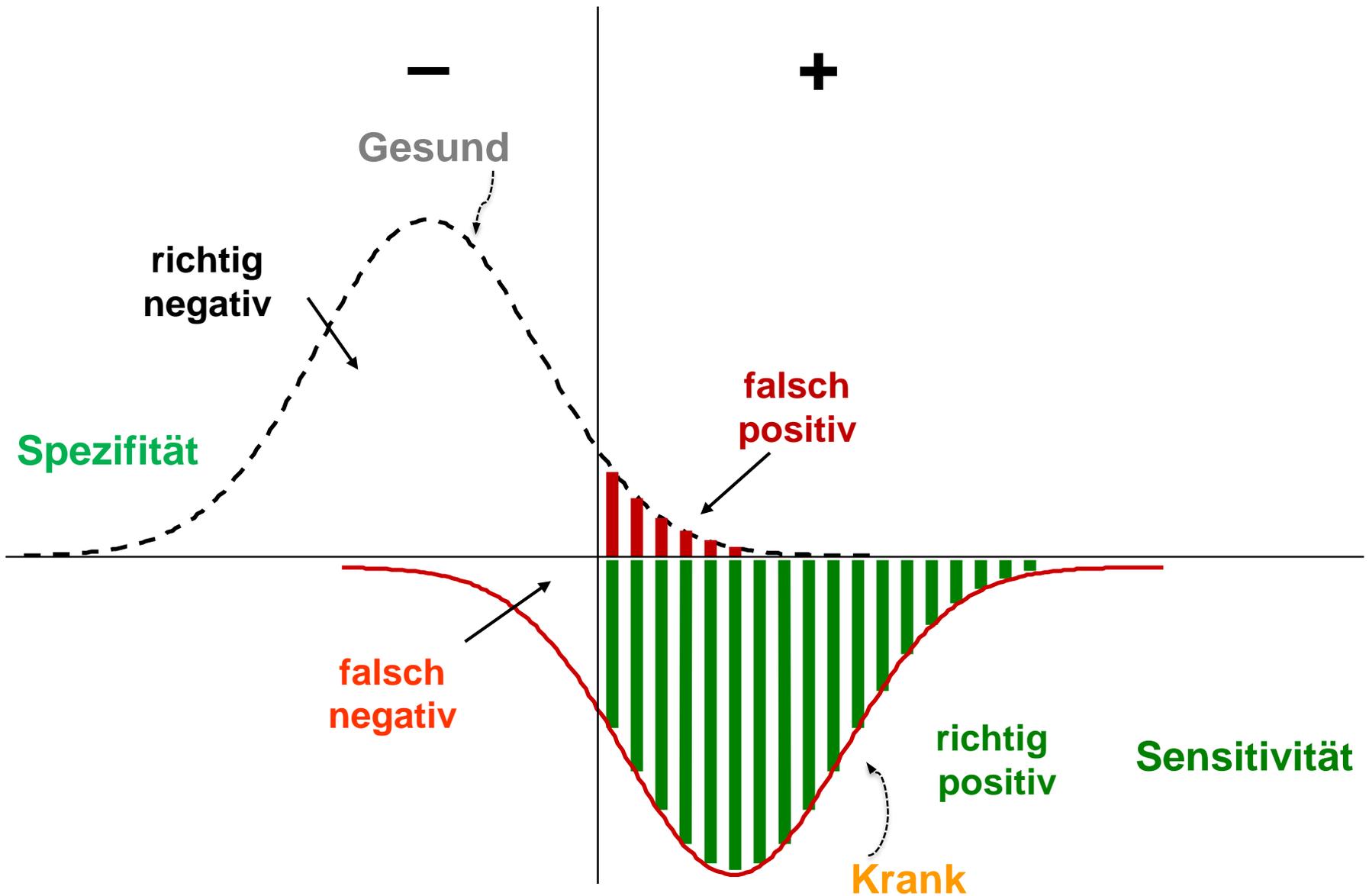
ST: Du hast mich etwas gefragt, auf das der p -Wert keine Antwort gibt. Die Fehlerwahrscheinlichkeit für deine Aussage ist größer - – **aber, ich kann sie nicht berechnen.**

A: Du magst ja Recht haben, aber ich habe es getan wie das alle tun – warum sollte dies falsch sein? **Das Ergebnis** des statistischen Tests **ist signifikant und wird veröffentlicht werden: Droge ist wirksam ($p < 0.05$)!**

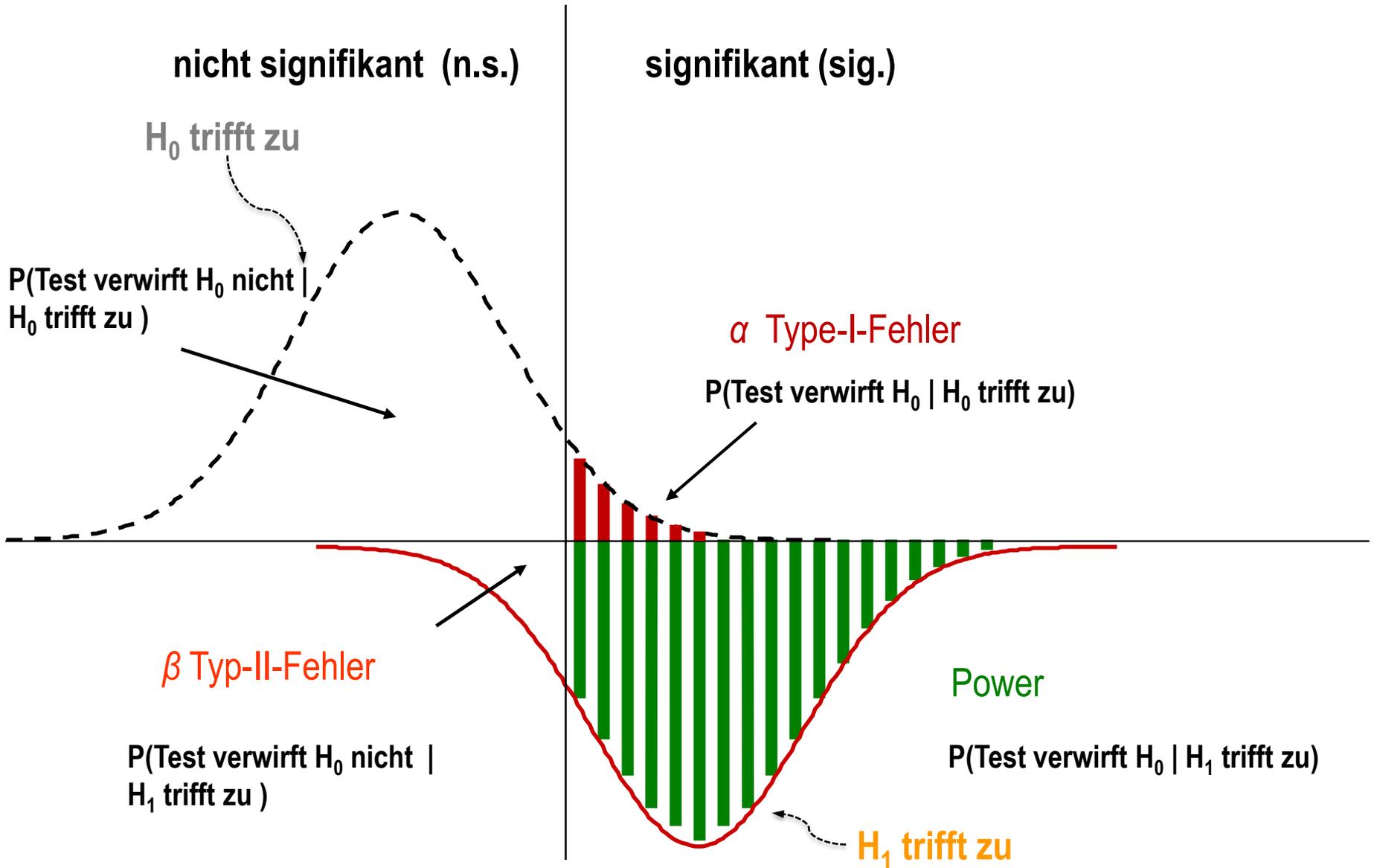
2.2 Medizinische Diagnose basierend auf Trennpunkten zur Separierung der Gruppen von **Gesund** und **Krank**



Separieren der Gruppen: Diagnostischer Test



Separieren der Gruppen: Statistischer Test



Evaluation klinischer Experimente durch statistische Tests

nicht signifikant

signifikant

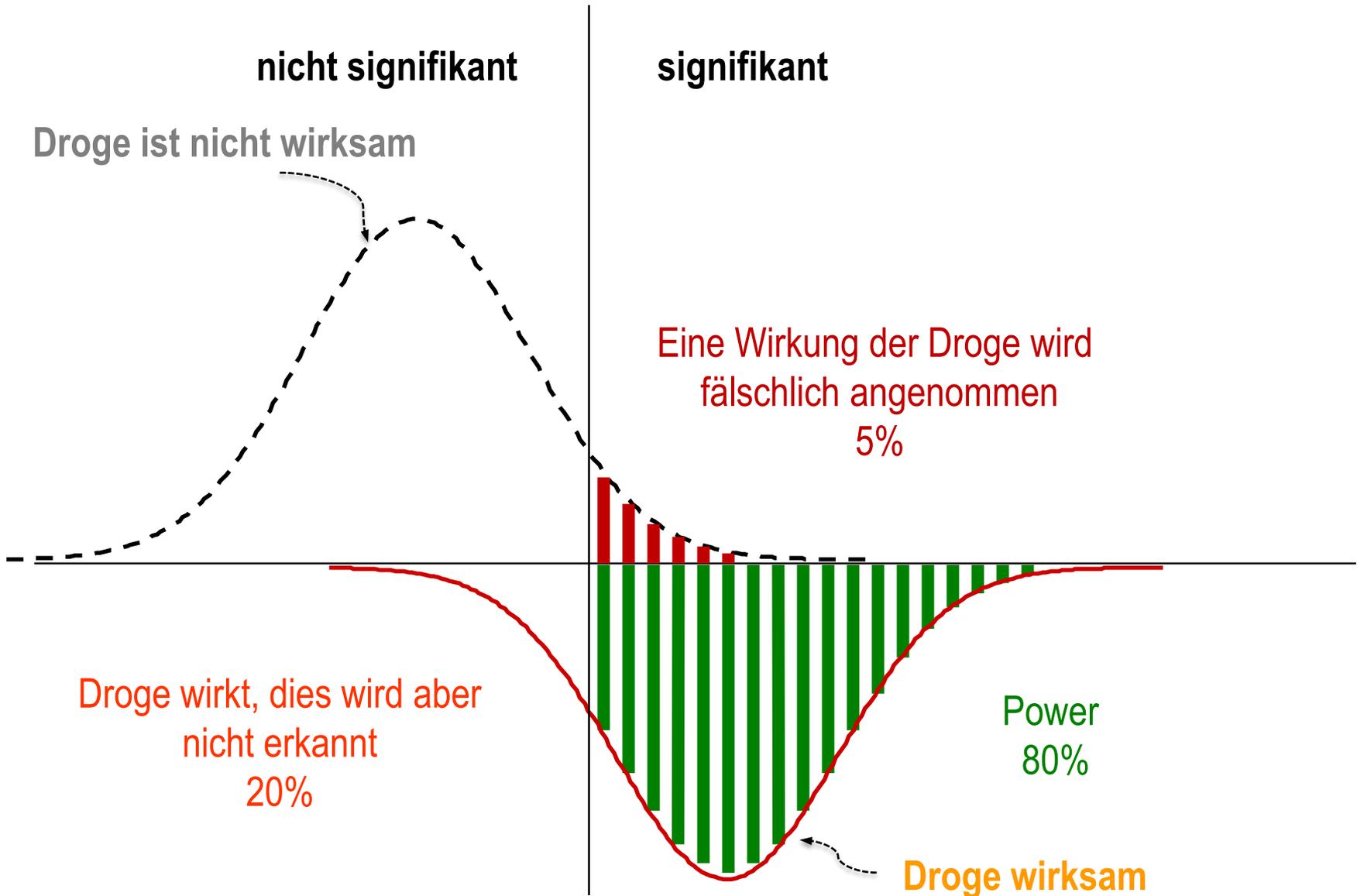
Droge ist nicht wirksam

Eine Wirkung der Droge wird
fälschlich angenommen
5%

Droge wirkt, dies wird aber
nicht erkannt
20%

Power
80%

Droge wirksam



2.3 Eine Analogie zwischen medizinischer Situation & statistischen Tests

We explorieren die Situation in der Medizin, wo es immer eine Entscheidung gibt, welche zu verschiedenen Fehlern führen kann, wie auch immer die Entscheidung ausfällt.

- Ein diagnostischer Test kann mit einem statistischen Test verglichen werden.
- Dieser Vergleich dient dazu, statistische Tests besser zu verstehen.
- Der Vergleich mag auch dazu dienen, die medizinische Entscheidung besser zu verstehen und zu untersuchen.

Medizinischer Test als Entscheidung

- 2 Stichproben: Placebo (P) , Verum (V)
- Hypothesen: H_0 : $P = V$ (Nullhypothese)
 H_1 : $P \neq V$ (alternative Hypothese)
- Entscheidung über H_0 oder H_1

Testentscheidung

		H_0	H_1
		Droge nicht wirksam H_0 nicht ablehnen	Droge wirksam H_1 ablehnen
Realität	Droge nicht wirksam H_0 trifft zu	<p>richtig</p> <p>$1 - \alpha$ Spezifität</p>	<p>Falsche Entscheidung für die Droge falsche pos. Diagnose</p> <p>α falsche Ablehnung von H_0</p>
	Droge wirksam H_1 trifft zu	<p>Versäumt, die Droge als wirksam zu erkennen</p> <p>Falsche negative Diagnose</p> <p>β Falsche „Annahme“ von H_0</p>	<p>richtig</p> <p>$1 - \beta$ Power / Sensitivität</p>

Die Analogie zwischen diagnostischem und statistischen Test

p (Test + | **Krank**)

Sensitivität

p (Test sig. | **Droge wirksam**)

Power / Macht

Fehlt: wir haben keinerlei Information über

p (**Krank** | Test +)

PPV Positive Predictive Value

p (**Droge wirksam** | Test sig.)

Abhängig von der Prävalenz

Abhängig von der Qualität der
Forschungshypothesen

Fehlendes Glied: Prävalenz & die Bayes-Formel – Mammographie

In radiologischer Klinik

	-	+	
Kein Ca	96 Spezifität →	4 Falsch pos. →	100
Ca	20 Falsch neg. →	80 Sensitivität →	100
	116	84	200

Im Screening

	-	+	
Kein Ca	95 232 NPV ↑	3 968	99 200
Ca	160	640 PPV ↑	800
	95 392	4 608	100 000

Prevalence

50.0%

0.8%

Sensitivität →

$$80/100 = 80.0\%$$

80.0%

P (+ | Ca)

Spezifität →

$$96/100 = 96.0\%$$

96.0%

P (- | No Ca)

Pos.pred.value (PPV) ↑

$$80/84 = 95.2\%$$

13.9%

P (Ca | +)

Neg.pred.value (NPV) ↑

$$96/116 = 82.8\%$$

99.8%

P (No Ca | -)

Fehlendes Glied: Prävalenz und die Bayes-Formel – Mammographie

	In radiologischer Klinik		Im Screening		
	-	+	-	+	
No Ca	96	4	95392	3968	99 200
Ca	20	80	40	4608	800
	116	100	95392	4608	100 000

Besser verstehen, was bei statistischen Tests fehlt – Die a-priori-Wahrscheinlichkeit der Nullhypothese!

Spezifität →

Falsch neg. →

Sensitivität

NPV ↑

PPV ↑

Statistische Inferenz verstehen durch die Analogie zur Medizin.

Prevalence

50.0%

0.8%

Sensitivität →

$$80/100 = 80.0\%$$

80.0%

P (+ | Ca)

Spezifität →

$$96/100 = 96.0\%$$

96.0%

P (- | No Ca)

Pos.pred.value (PPV) ↑

$$80/84 = 95.2\%$$

13.9%

P (Ca | +)

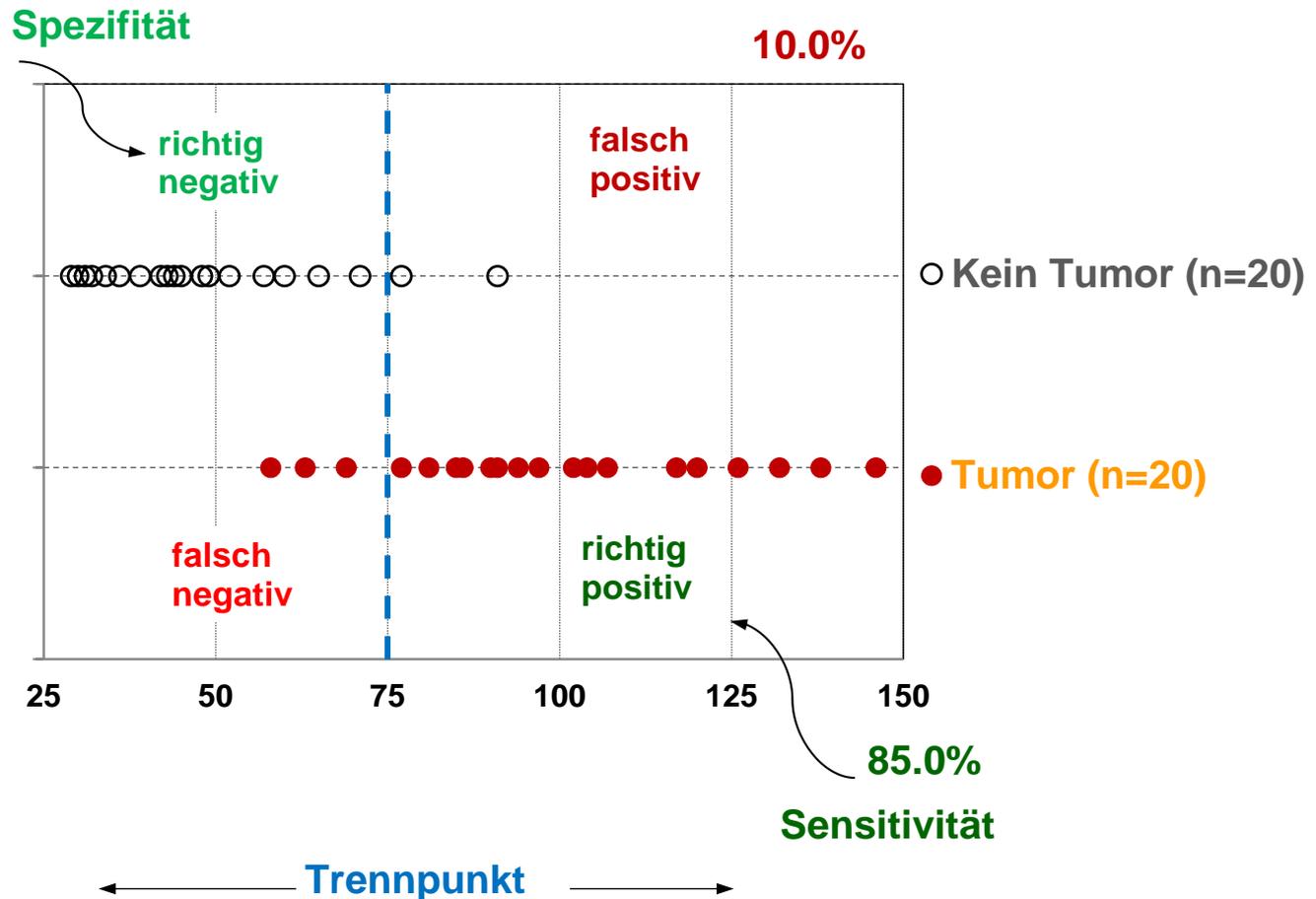
Neg.pred.value (NPV) ↑

$$96/116 = 82.8\%$$

99.8%

P (No Ca | -)

2.3 Von Trennpunkten zur Separierung der Gruppen Gesund and Krank zur ROC-Kurve



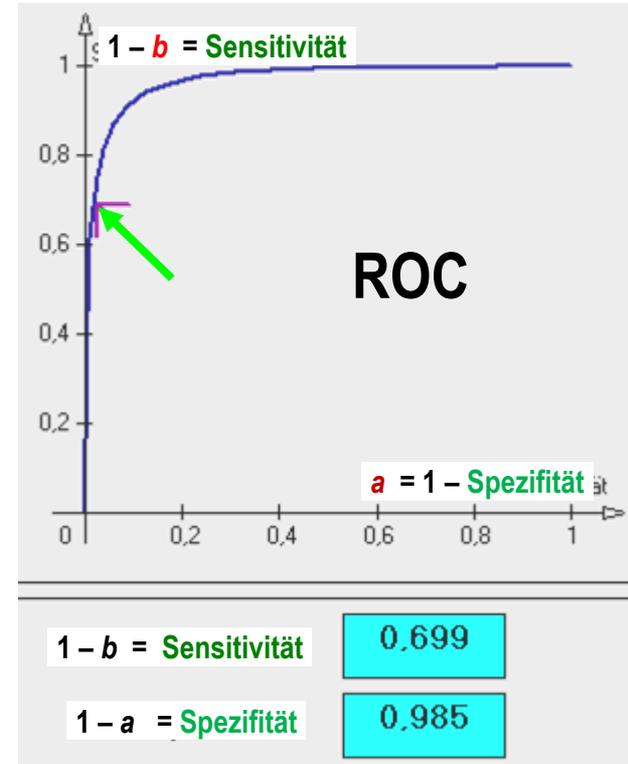
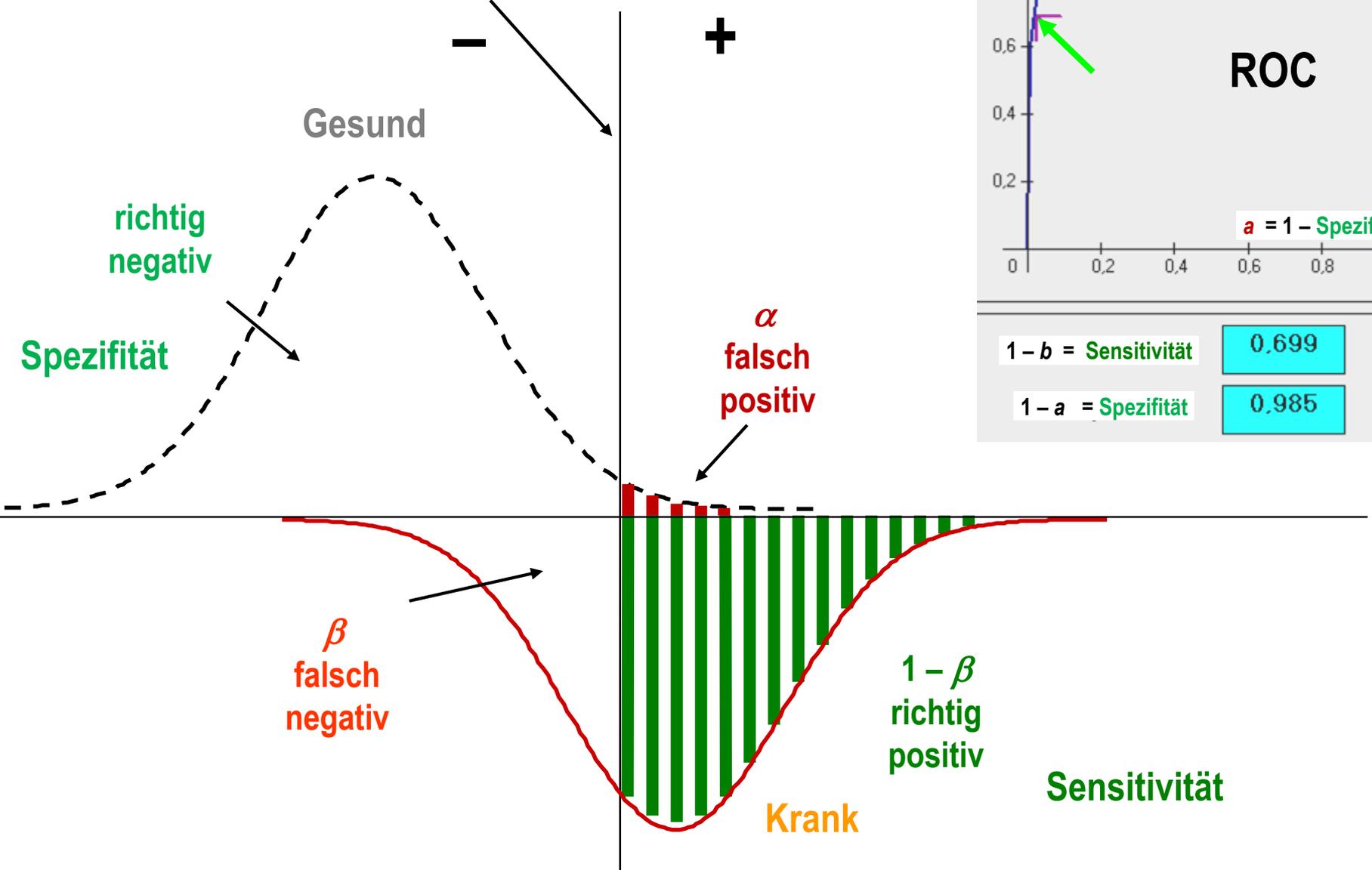
Gemäß diesem
Trennpunkt

Spezifität
18 / 20 (90%)

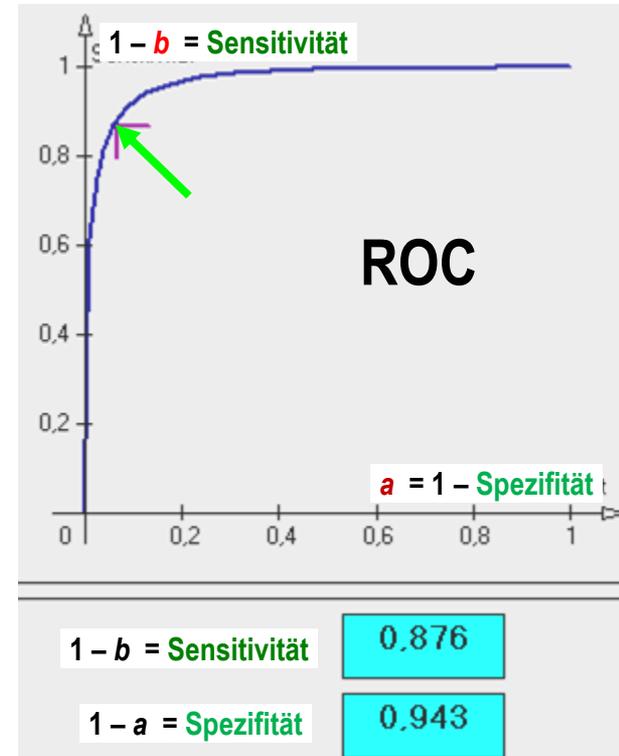
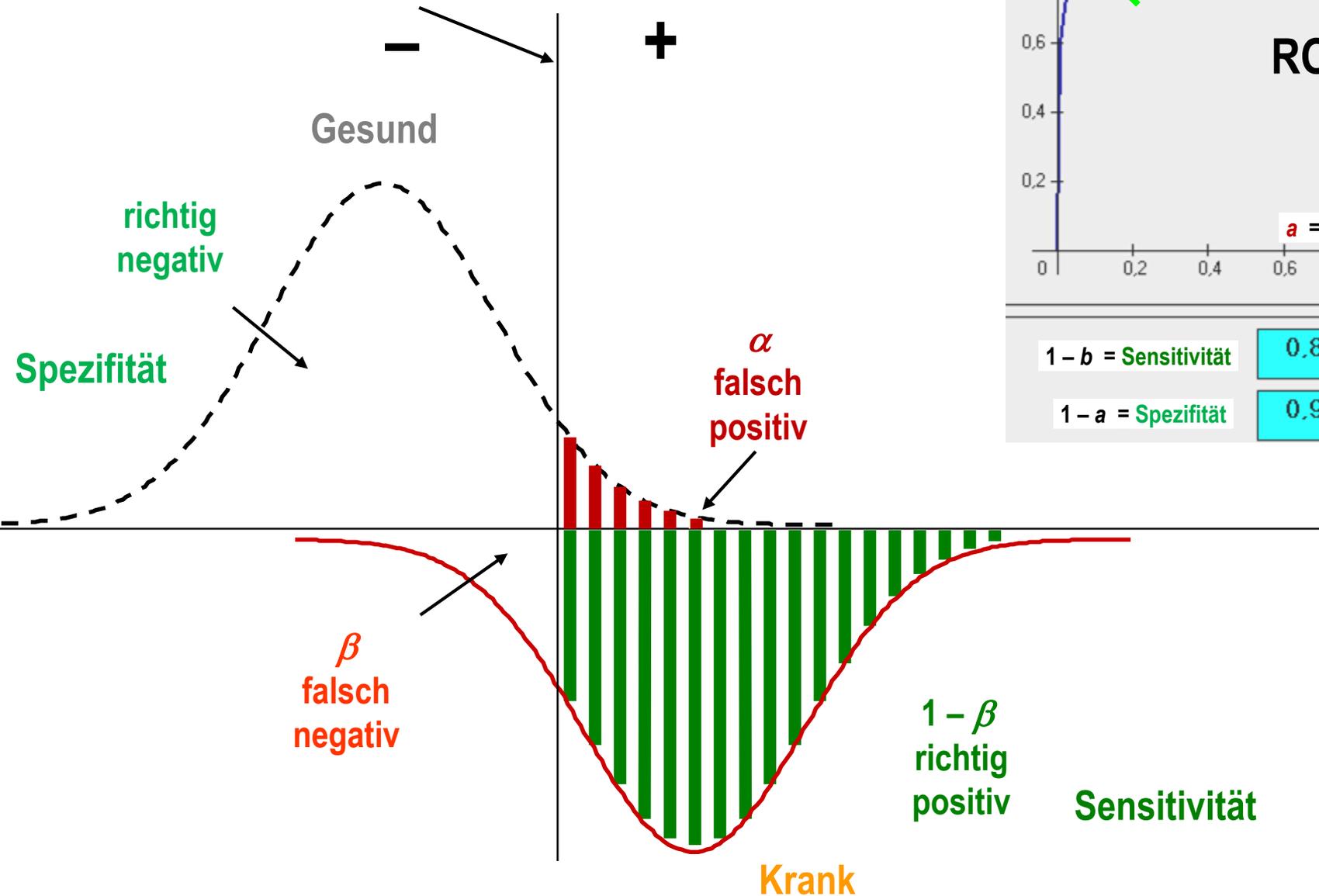
Sensitivität
17 / 20 (85%)

**Welchen Trennpunkt
sollte man für die
Diagnose wählen?**

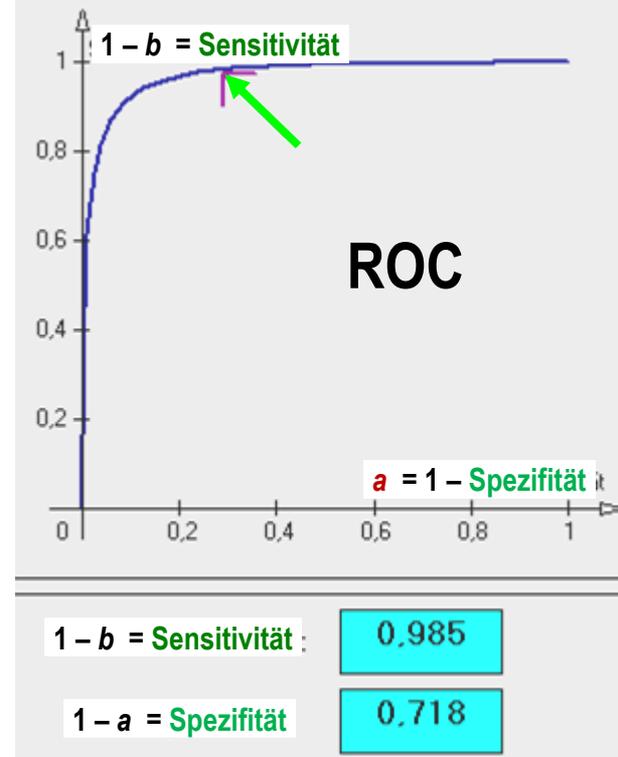
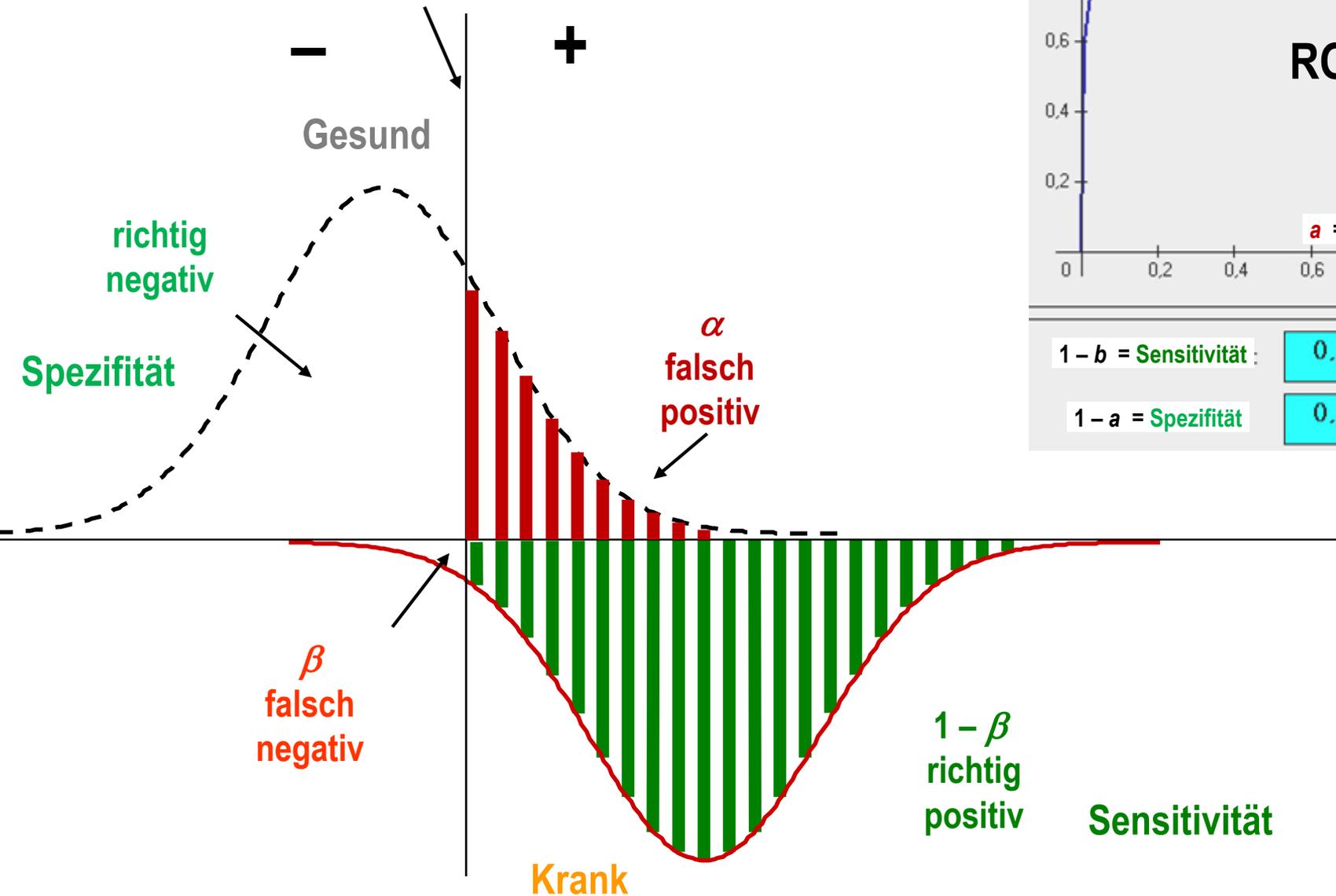
Dieser Trennpunkt entspricht dem markierten Punkt auf der ROC-Kurve



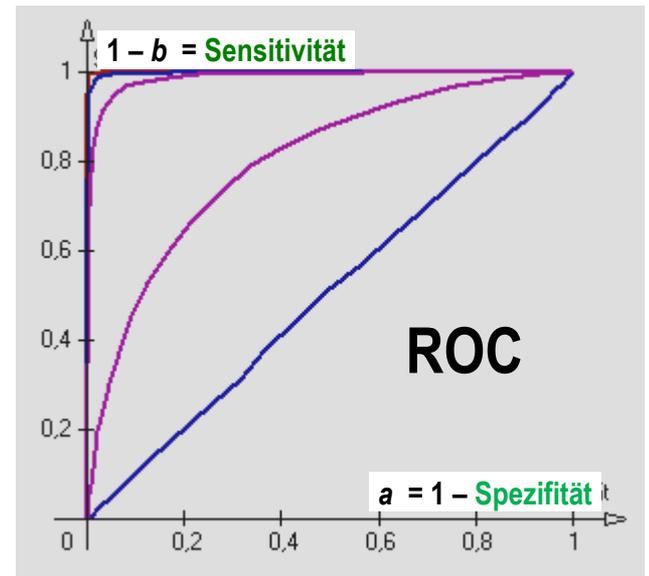
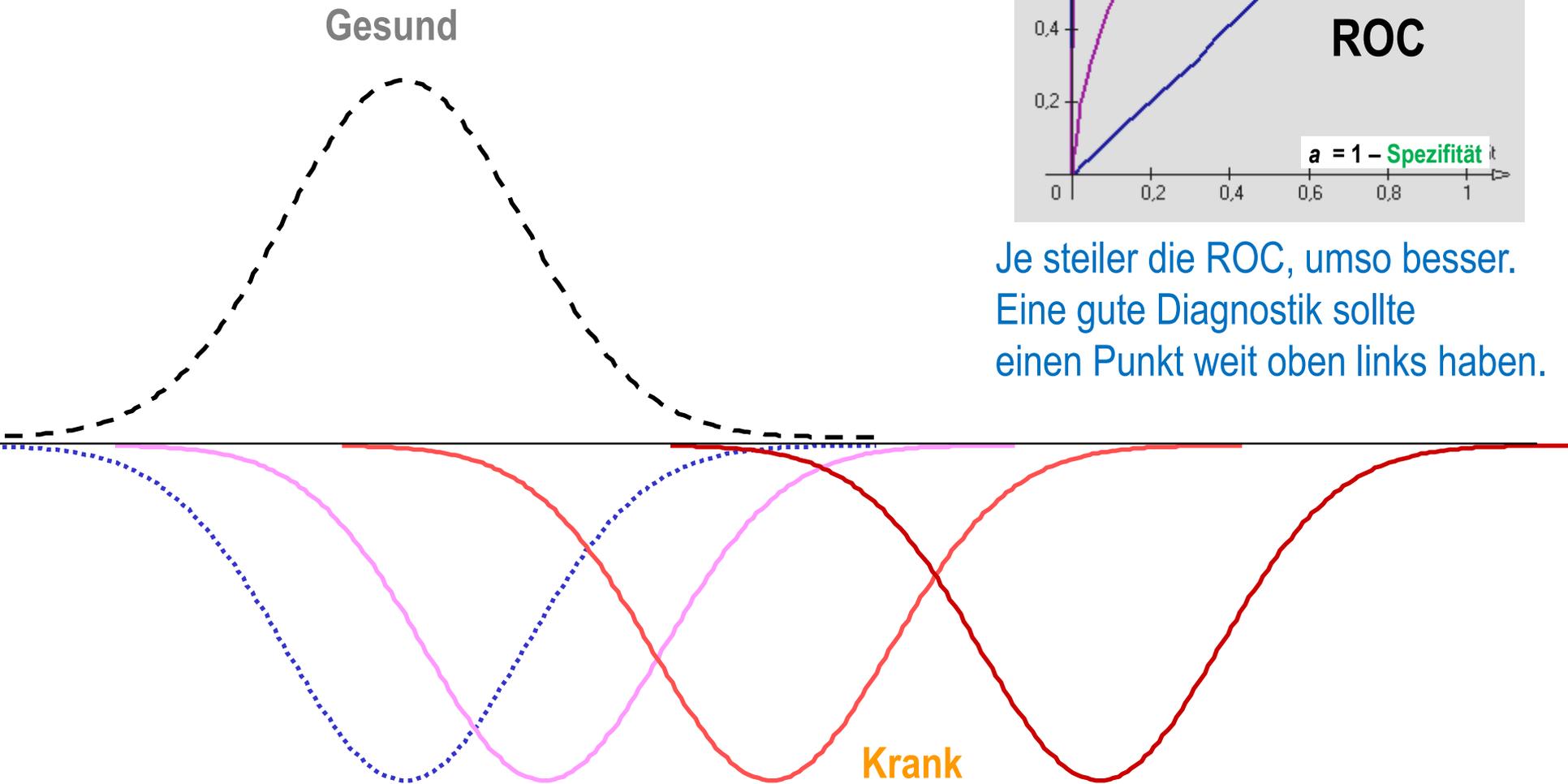
Dieser Trennpunkt entspricht dem markierten Punkt auf der ROC-Kurve



Dieser Trennpunkt entspricht dem markierten Punkt auf der ROC-Kurve



Verschiedene Krankheiten haben unterschiedliche Verteilungen und ROCs



Je steiler die ROC, umso besser.
Eine gute Diagnostik sollte einen Punkt weit oben links haben.

2.6 Schlussfolgerungen aus der Analogie zur Medizin

Der p -Wert ist nur schwer sinnvoll zu interpretieren.

Diagnostik für Krankheiten ist ein **Entscheidungsproblem**, welches Verteilungen unter dem Szenario von Gesund und Krank vergleicht.

Es sind immer **zwei auseinander driftende Fehler** im Spiel:

- Diagnose der Krankheit, obwohl die Person gesund ist.
- Nicht erkennen der Krankheit, obwohl die Person sie tatsächlich hat.

Verschiedene Trennpunkte zum Separieren von Gesund und Krank bedingen verschiedene Größen für die Fehler. **Es gibt Krankheiten, die leicht zu diagnostizieren sind.**

Es gibt einen dritten Fehler : Ob die Entscheidung gut ist, hängt nicht nur vom Trennpunkt ab, sondern **auch von der Prävalenz der Krankheit.**

In vielen Fällen fehlen gut interpretierbare Koeffizienten, welche die Qualität der Entscheidungen geeignet erfassen.

3. Konstituenten von Risiko-Situationen

3.1 Information und Entscheidungen

3.2 Information: Was macht sie zuverlässig?

3.3 Entscheidungen in Gesundheitsfragen

3.4 Entscheidungen: Der Raum der Alternativen und Evaluation

3.5 Perspektiven von Entscheidungsträgern

3.6 Psychologischer Hintergrund

3.7 Logik von Einzel- und wiederholten Entscheidungen

Das wurde im Vortrag aus Zeitgründen weggelassen.

Risiko-Literalität – Fallstudien

Fallstudie 1: Risiko-Kommunikation

Der Fall von Lipitor: Absolute und relative Risiken

Vereinfachende Methoden zur Kommunikation und zum Verstehen von Risiken

Fallstudie 2: Dialoge zur medizinischen Diagnose

To Screen or Not to Screen

Alternativen vergleichen, Daten finden & Risikozahlen verstehen

Prävalenz: Die Verbreitung von Brustkrebs ist u.a. abhängig von Alter

Eine Interpretation von Richtig-Negativ: Die Richtig-Negativ-Rate

Fallstudie 3: Vor- und Nachteile von Screening-Programmen

Evaluieren des Erfolgs von Screening-Programmen

Stakeholder, die an der Einführung von Screening-Programmen beteiligt sind

Meta-Analysen: Evaluation von Screening für Brustkrebs

Spricht die Evidenz für die Empfehlungen?

Dieser Abschnitt wurde im Vortrag aus Zeitgründen weggelassen.

Einige Schlussfolgerungen für den Umgang mit Risiken

Information ist unterschiedlich nützlich für die beteiligten Stakeholder:

- Persönliche Risiken.
- “Übernehmen” von Risiken für andere.
- Gesellschaftliche Risiken.

Methoden für den intelligenteren Umgang mit Wahrscheinlichkeiten:

- Geeigneter Kontext mit Problemen.
- Häufigkeitstabellen mit natürlichen Häufigkeiten.
- Der Kalkül mit Odds für die Bayes-Formel.

Die Komponenten stochastischer Modelle sind schwer zu trennen:

- Wahrscheinlichkeiten, Impakt, Kosten, Vorteile.
- Balance zwischen Verlust und Vorteil, persönliche Risiken oder allgemeine Überlegungen.

Weitere Schlussfolgerungen

- Risiken werden mit Wahrscheinlichkeiten ausgedrückt; oft sind sehr kleine Wahrscheinlichkeiten damit verbunden.
- Daten fehlen; oft ist es schwierig, die erforderlichen Daten zu bekommen.
- Ergebnisse sind komplex und haben einen Spielraum für Interpretation, sogar Experten finden sich vielmals in Schwierigkeiten.

Patienten wollen mehr Information über Risiken haben

- Aber: Verstehen Patienten und Ärzte wirklich die Implikationen?
- Wie kann Information zwischen ungleichen Stakeholdern verantwortlich geteilt werden?

Neue Wege Information zu bekommen

- Es gibt viel zu verbessern.
- Das Gesundheits“system” reagiert unterschiedlich:
 - es verweigert innovative Lösungen; oder,
 - es „informiert“ Patienten viel besser, aber es bürdet ihnen unzumutbare Verantwortlichkeit auf.

Risiko-Kompetenz: Der informierte Patient

Kommunikation zwischen Patienten und Ärzten

- Wenn sie schlecht ist, erhöht sich das Risiko für Fehlbehandlung.
- Bessere Information mag das Vertrauen des Patienten in den Arzt und zwischen den Stakeholdern beeinträchtigen (und einen Placebo-Effekt mindern).
- Nicht alle Patienten wollen selbst entscheiden.
- Viele Patienten wünschen sich eine gemeinsame Entscheidung.

Realität informierter Patienten

- Kann der Patient die relevante Information kritisch bewerten?
- Kann der Arzt die relevante Information ordentlich hinüberbringen?

Wie können Risiken in Gesundheitsfragen besser kommuniziert werden?

- Es gibt mehrere Studien zu innovativen Formaten der Kommunikation über Risiken (siehe Gigerenzer).

Risiko-Kompetenz in Gesundheitsfragen – Information wird oft zu „Information“

- Mehr „Information“ bedeutet oft weniger Information.
- Hilfesysteme für Patienten sollten ausgebaut werden.
- Die Aufgabe wird auch sein, neue Wege zu finden,
 - um Experten herauszufordern,
 - ihnen die entscheidenden Fragen zu stellen und
 - ihre Antworten zu bewertenohne dass man deren Expertise erwerben muss, was man ja wohl kaum kann.
- Ziel könnte eine Shared decision sein (wenn das der Wunsch des Patienten ist) und die Verantwortung dafür gemeinsam zu tragen, auch wenn Interessen und Konsequenzen zwischen den an der Entscheidung beteiligten Stakeholdern völlig konträr sind.

Mehr auf ResearchGate: www.researchgate.net/profile/Manfred_Borovcnik

Feedback willkommen: manfred.borovcnik@aau.at

Wahrscheinlichkeit ist ein virtuelles Konzept

- Um Wahrscheinlichkeit nützlich für Entscheidungen zu machen, braucht es mehrere Optionen, zwischen denen man wählen kann.
- Es ist viel einfacher, Risiken zu vergleichen als Risiken zu berechnen.

Es gibt keine Rationalität mit Risiken ohne diesen Vergleich.

Entscheidungen sind nicht per se gut oder schlecht

Entscheidungen hängen ab von

- den Zielkriterien, die man benützt;
- der Interpretation von Wahrscheinlichkeit;
- den Wertevorstellungen, auf die man sich stützt;
- ob man die Entscheidung einmal trifft oder öfters treffen kann oder muss.

Für die beteiligten Stakeholder gibt es keine gemeinsame Logik und Bewertung der Entscheidungen.