



ÄRZTEKAMMER  
BERLIN

# Täuschung und Manipulation mit Zahlen Teil 1

Kleines Statistikseminar zum kritischen Umgang mit Zahlen

23.3.2011

**Dr. med. H.-J. Koubenec**

**Mammasprechstunde  
im Immanuel Krankenhaus Berlin**



Folien: [Mammographie-Screening.de](http://Mammographie-Screening.de) unter der Überschrift „Fachwissen zum Thema“

## Sie glauben, Sie könnten Risiken richtig einschätzen

Risiken richtig einzuschätzen ist wichtig in allen Lebensbereichen, besonders in unserem Beruf, wenn wir unsere Patienten evidenzbasiert behandeln wollen.

Die richtige Einschätzung von Risiken und Wahrscheinlichkeiten kann im Extremfall über ihr eigenes oder das Leben ihrer Patienten entscheiden.

Nach dem 11. September 2001 haben die Amerikaner das Risiko des Fliegens so hoch eingeschätzt, dass sie viele lange Wege nun mit dem Auto gefahren sind.

2.500

mehr Verkehrstote/Jahr

Sie glauben,  
Sie hätten eine klare Vorstellung  
von alltäglichen statistischen Angaben

Morgen wird es mit 30 % regnen



Morgen wird es mit 30 % regnen



Was  
heißt  
das?

Drei von 10 Menschen nehmen ein Regenschirm mit

Von 10 Befragten sagen drei, dass es morgen regnen wird

Von 10 Wetterberichten im Fernsehen sagen drei Sender Regen für morgen voraus

In den nächsten 24 h wird es circa 8 h regnen

Pro Stunde wird es morgen circa 20 min regnen

Es regnet den ganzen Tag leicht mit  $\frac{1}{3}$  der maximalen Stärke



# Themen des Workshops

## **Begriffsdefinitionen**

**Sensitivität**

**Spezifität**

**Positiver/ Negativer Vorhersagewert**

**Prävalenz**

**Inzidenz**

**Wie hängen die Größen voneinander ab?**

Ärzte und Patienten glauben gern an  
medizinisch-diagnostische Tests, z.B.  
die Richtigkeit von Früherkennungsuntersuchungen

**Ist der Test positiv (d.h. verdächtig), hat der Patient Krebs**

**Ist der Test unauffällig, hat der Patient wahrscheinlich nichts**

**Hat der Patient Krebs, wird er auch mit dem Test gefunden**



**Leider sind alle diesen Annahmen falsch!**

Jeder Test hat grundsätzlich Mängel

**Falsch negativ**

**Falsch positiv**

**Jeder Test hat grundsätzlich Mängel**

**Falsch negativ**

**Es werden Kranke übersehen**



# Jeder Test hat grundsätzlich Mängel

Falsch negativ

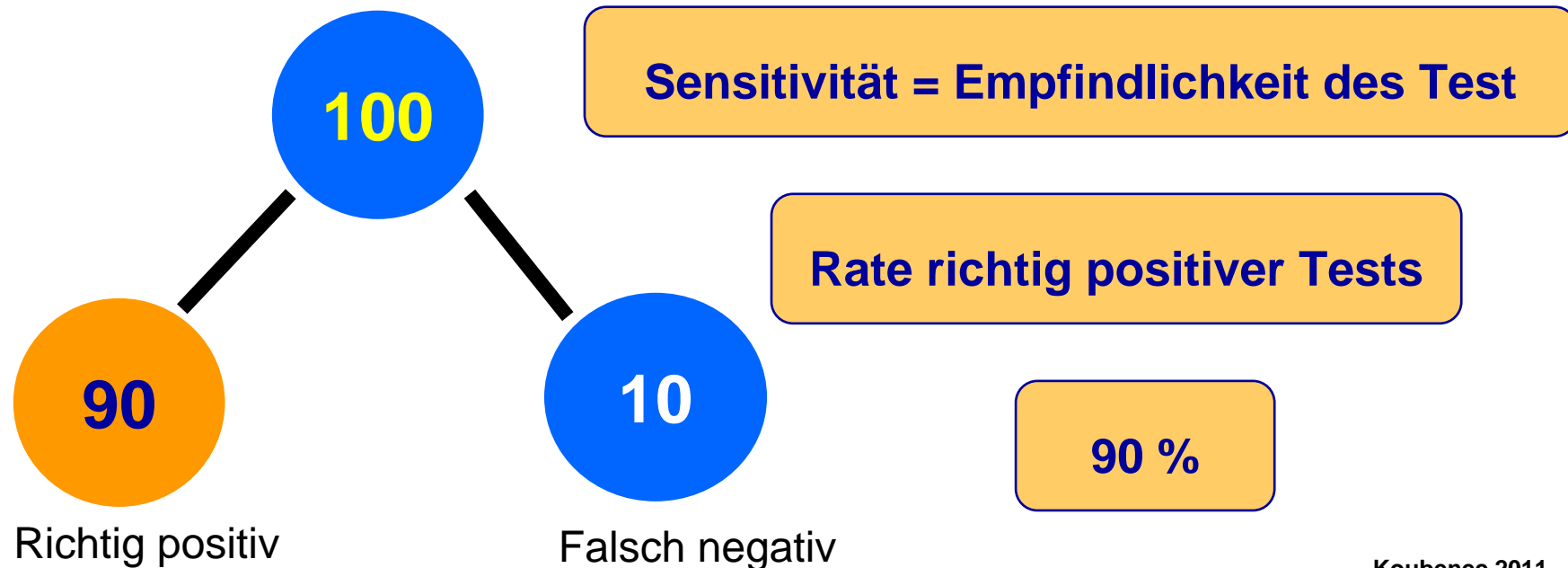
Es werden Kranke übersehen

**Falsch positiv**

**Es werden Gesunde zu Kranken gemacht**

# Qualitätsmerkmale eines Tests: 1. **Sensitivität**

**Sensitivität: Kranke richtig erkennen**



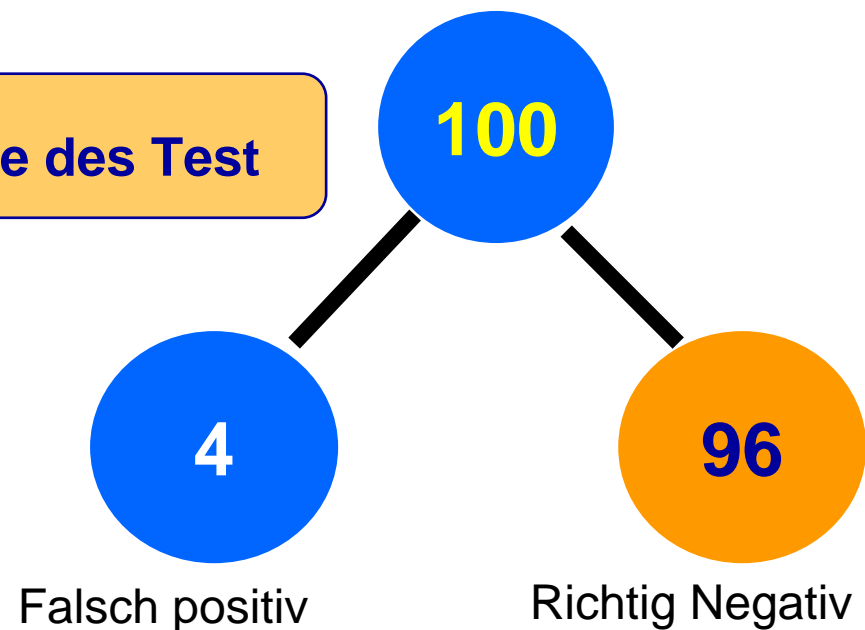
## Qualitätsmerkmale eines Tests: 2. **Spezifität**

**Spezifität: Gesunde richtig erkennen**

**Spezifität = Richtigkeit der Anzeige des Test**

**Rate richtig negativer Tests**

**96 %**



Weitere Grundbegriffe, die zum Verständnis der Zusammenhänge nötig sind: **Prävalenz**

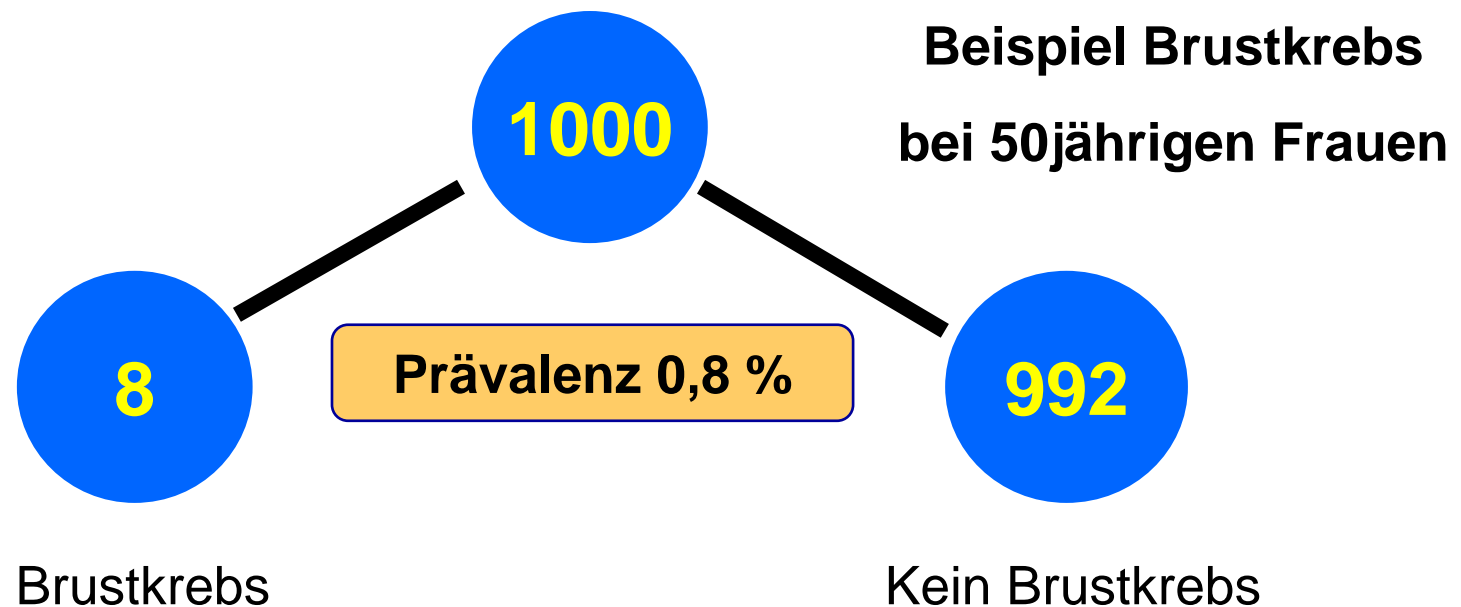
Empfindlichkeit des Test (Sensitivität)

Richtigkeit der Anzeige des Test (Spezifität )

**Prävalenz = Häufigkeit der Krankheit in einer Population  
(Natürliches Vorkommen)**

Weitere Grundbegriffe, die zum Verständnis der Zusammenhänge nötig sind: **Prävalenz**

Häufigkeit der Krankheit in einer Population  
(Natürliches Vorkommen)



Weitere Grundbegriffe, die zum Verständnis der Zusammenhänge nötig sind: **Inzidenz**

**Was ist Inzidenz?**

**Inzidenz = Neuerkrankungen pro Zeit**

**z.B. Inzidenz für Brustkrebs in DE  
ca. 45.000 Frauen pro Jahr**

Weitere Grundbegriffe, die zum Verständnis der Zusammenhänge nötig sind: **pos. Vorhersagewert**

**Richtige Vorhersage der Krankheit (Treffer Sicherheit Test) : ppV**  
**positive predictive value**

**Der Vorhersagewert sagt folgendes aus:**

**Mit welcher Wahrscheinlichkeit hat eine Patientin tatsächlich Krebs, wenn eine Früherkennungsuntersuchung ein positives Testergebnis zeigt?**

**Definiert als richtig positive Befunde geteilt durch  
Gesamtzahl positiver Befunde (richtige + falsche)**

Weitere Grundbegriffe, die zum Verständnis der Zusammenhänge nötig sind: **Screening**

**Screening = Siebtest**

**Definiert als Reihenuntersuchung  
einer „gesunden“ Bevölkerungsgruppe  
auf eine bestimmte Krankheit (z.B. Krebs)**



# Mammographie-Screening

# Wahrscheinlichkeit und Häufigkeit von Brustkrebs bei positiver Screening-Mammographie: **Vorhersagewert**

**Richtige Vorhersage der Krankheit (Trefferquote): ppV**

Bei einer 50-jährigen symptomfreien Frau wird eine Routine-Mammographie durchgeführt:

**Sie hat eine positive Mammographie**

Mit welcher Wahrscheinlichkeit (ppV) hat diese Frau tatsächlich Brustkrebs?

# Wahrscheinlichkeit und Häufigkeit von Brustkrebs bei positiver Screening-Mammographie: **Vorhersagewert**

Bei einer 50 jähr. symptomfreien Frau wird eine Routine-Mammographie durchgeführt:

## **Wahrscheinlichkeit, Brustkrebs zu haben**

Symptomfreie Frau, 50 Jahre  
(natürliches Vorkommen, **Prävalenz**)

0,8 %

## **Frau hat Brustkrebs**

Wahrscheinlichkeit, positive Mammographie zu haben (Empfindlichkeit, **Sensitivität**)

90 %

## **Frau hat keinen Brustkrebs**

Wahrscheinlichkeit, falsch positive Mammographie zu haben: 4 %. **Spezifität** (richtig negativ)

96 %

## **Positive Mammographie**

**Wahrscheinlichkeit** Brustkrebs zu haben

**Vorhersagewert**  
**15 %**

# **Wahrscheinlichkeit** von Brustkrebs bei positiver Screening-Mammographie: **pos. Vorhersagewert**

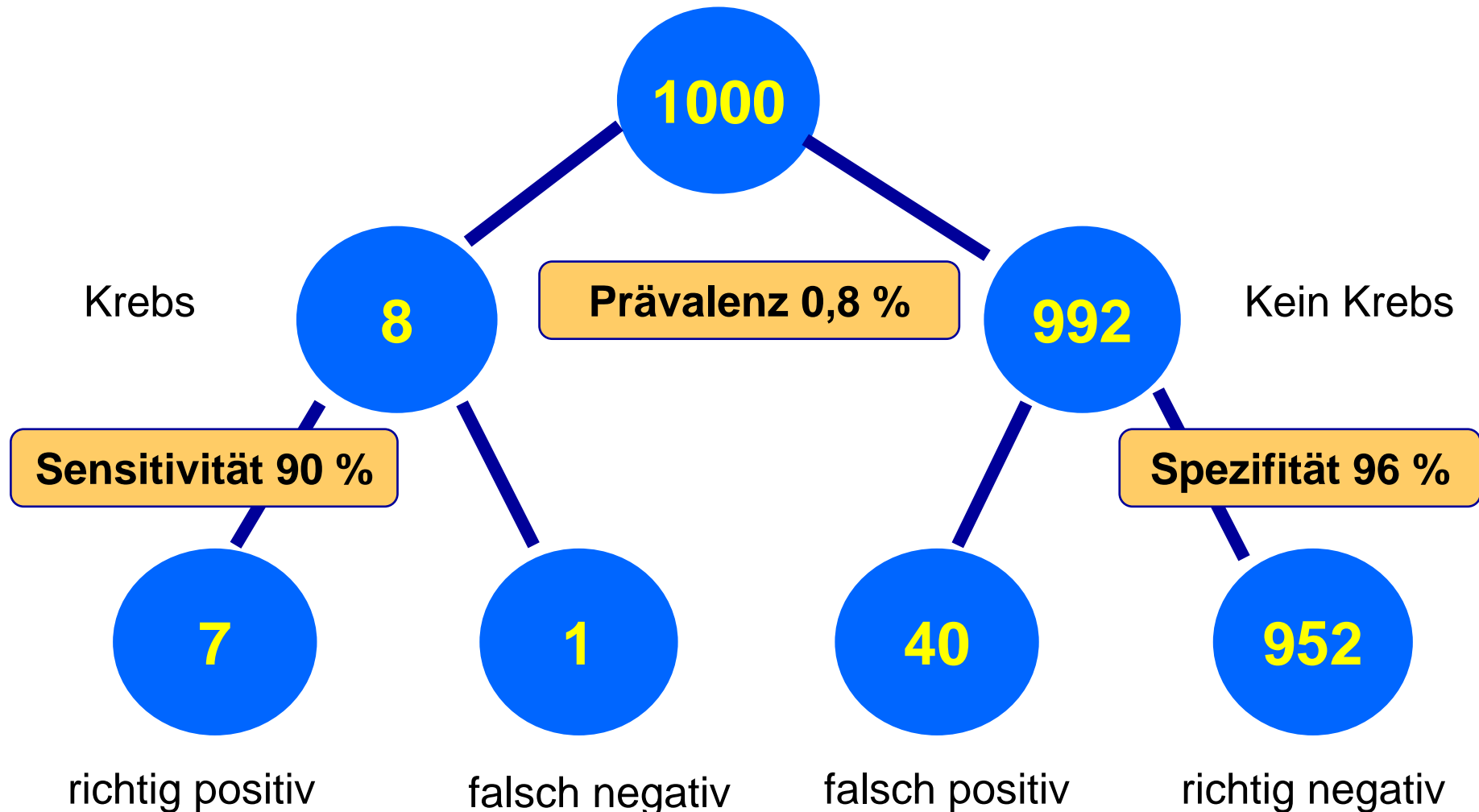
**Nur wenige werden den ppV so niedrig geschätzt haben**

**Es fällt uns offenbar schwer, Wahrscheinlichkeiten richtig zu schätzen**

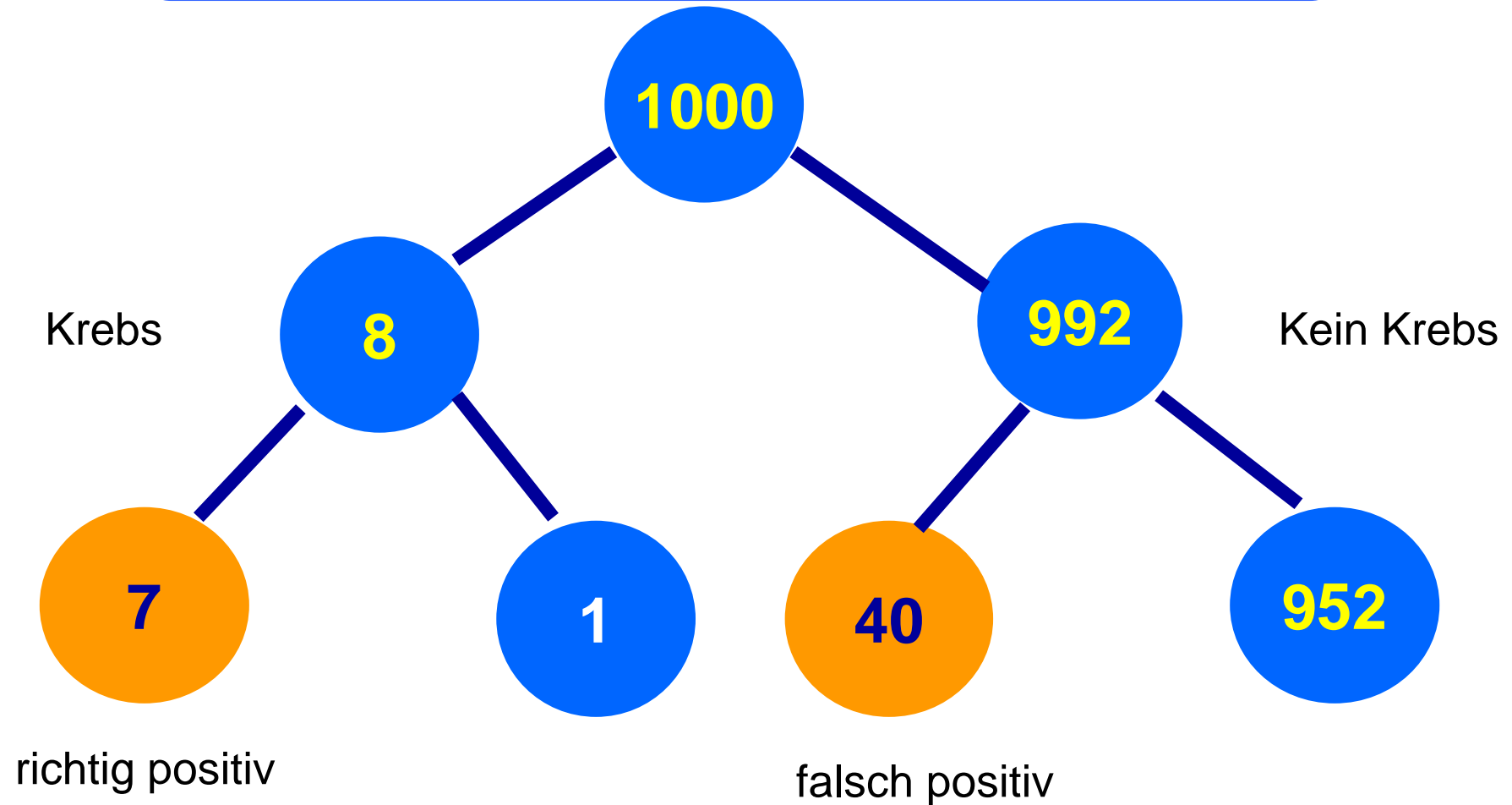
**Gibt es eine Alternative zur Darstellung in Wahrscheinlichkeiten?**

# Häufigkeit von Brustkrebs bei positiver Screening-Mammographie

1000 symptomfreie Frauen lassen eine Routine- Mammographie durchführen:

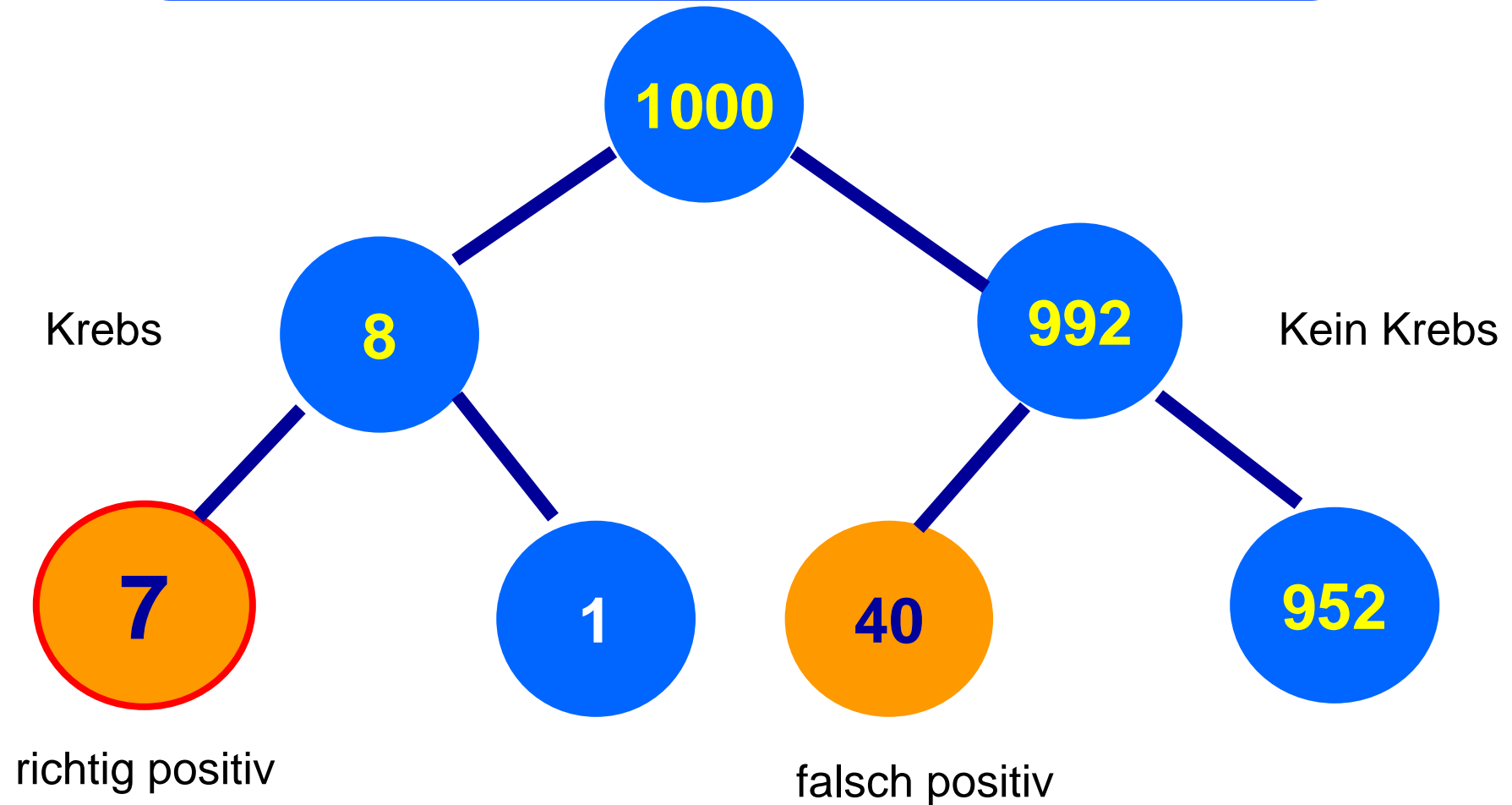


# Häufigkeit von Brustkrebs bei positiver Screening-Mammographie



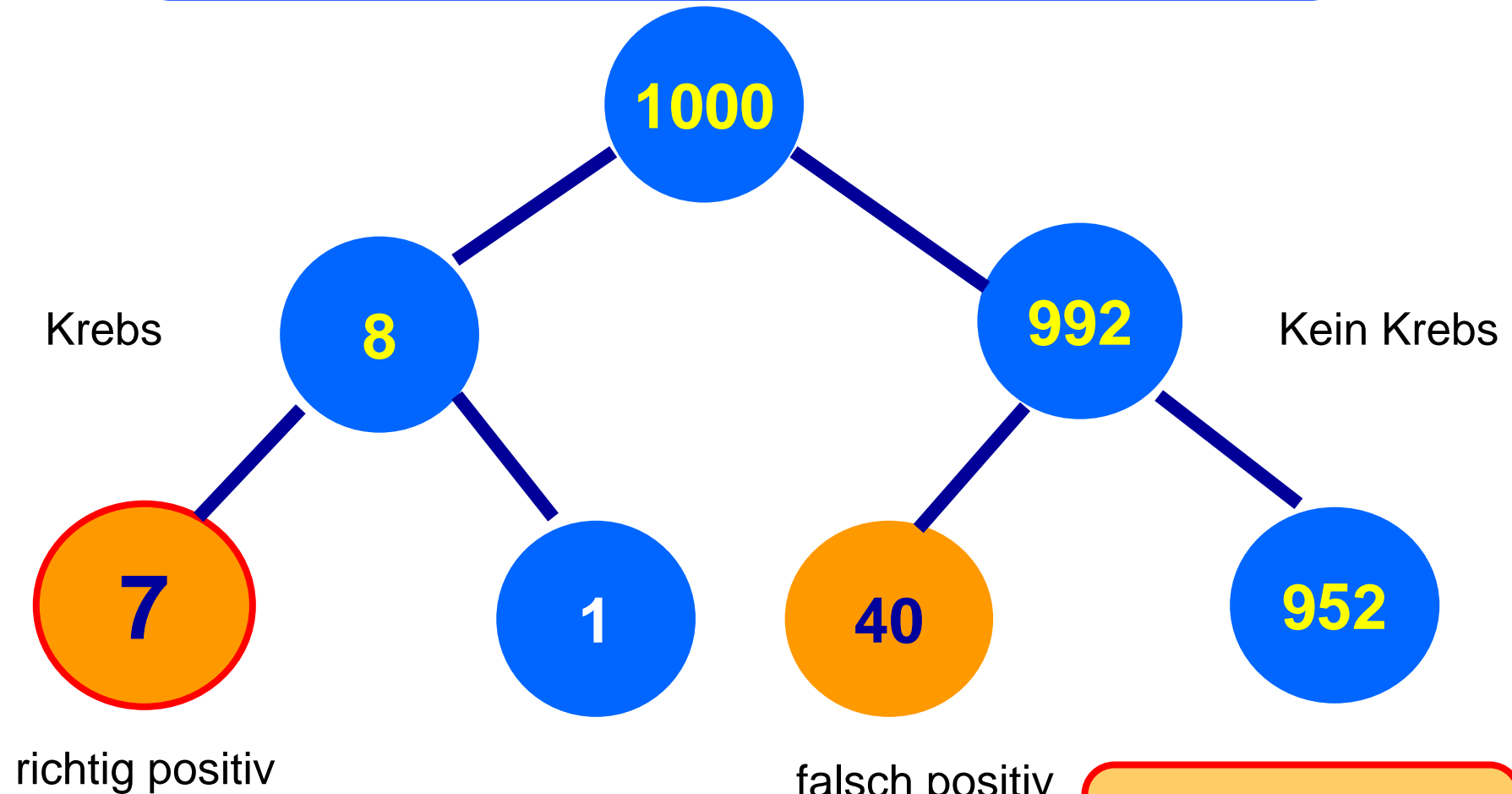
**47 Frauen haben einen positiven (verdächtigen) Befund**

# Häufigkeit von Brustkrebs bei positiver Screening-Mammographie



**Aber nur 7 von diesen 47 haben tatsächlich Brustkrebs**

# Häufigkeit von Brustkrebs bei positiver Screening-Mammographie



**Aber nur 7 von 47 haben tatsächlich Brustkrebs**

**Vorhersagewert  
15%**



Kann die **Qualität** verbessert werden?

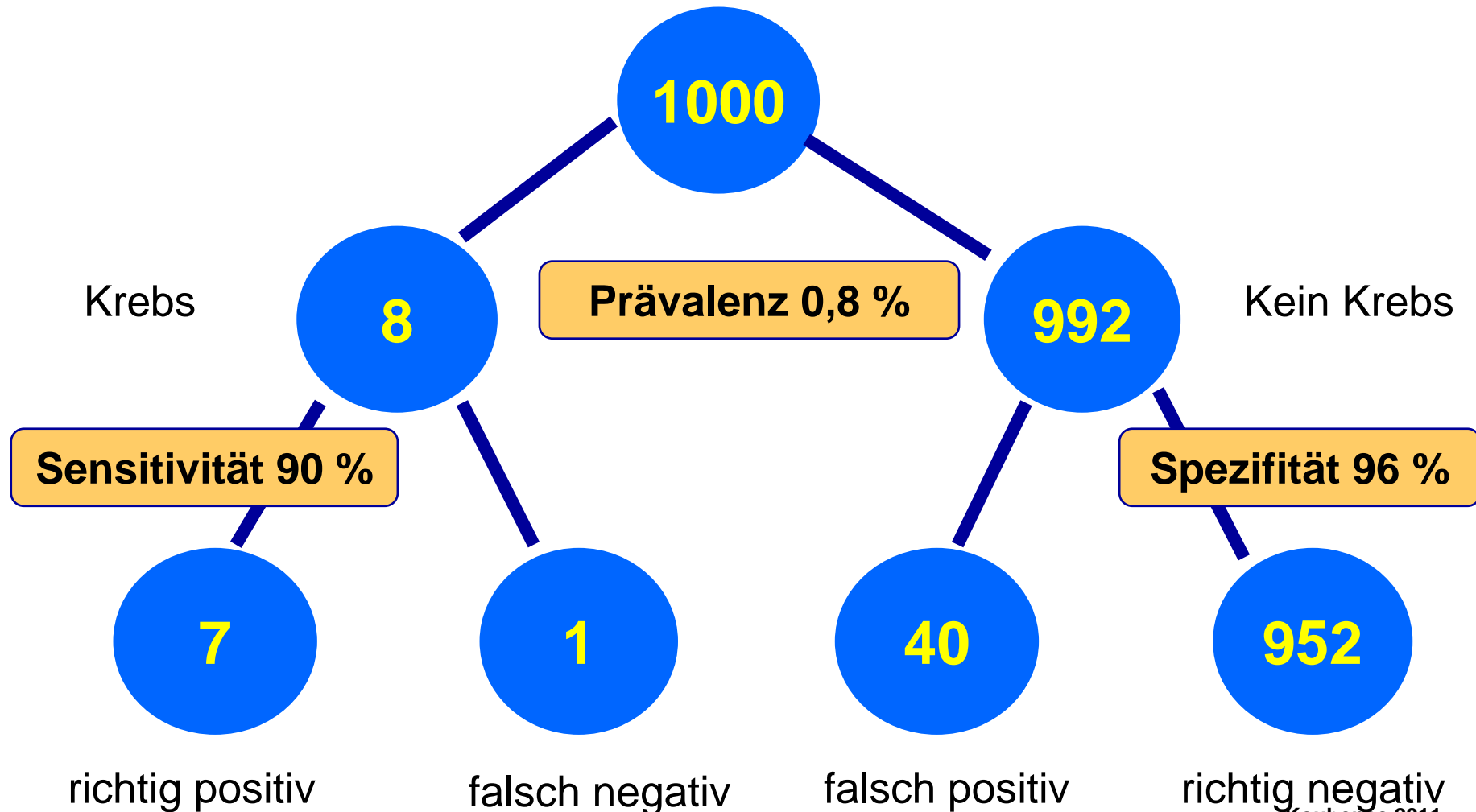
Der positive Vorhersagewert (ppV)  
ist ein Maß für die Qualität eines Tests

Diese Treffsicherheit:  
ppV Mammographie Screening ca. 15 %  
ist eigentlich nicht akzeptabel!

Kann der pos. Vorhersagewert verbessert werden?  
Wenn ja, wodurch?

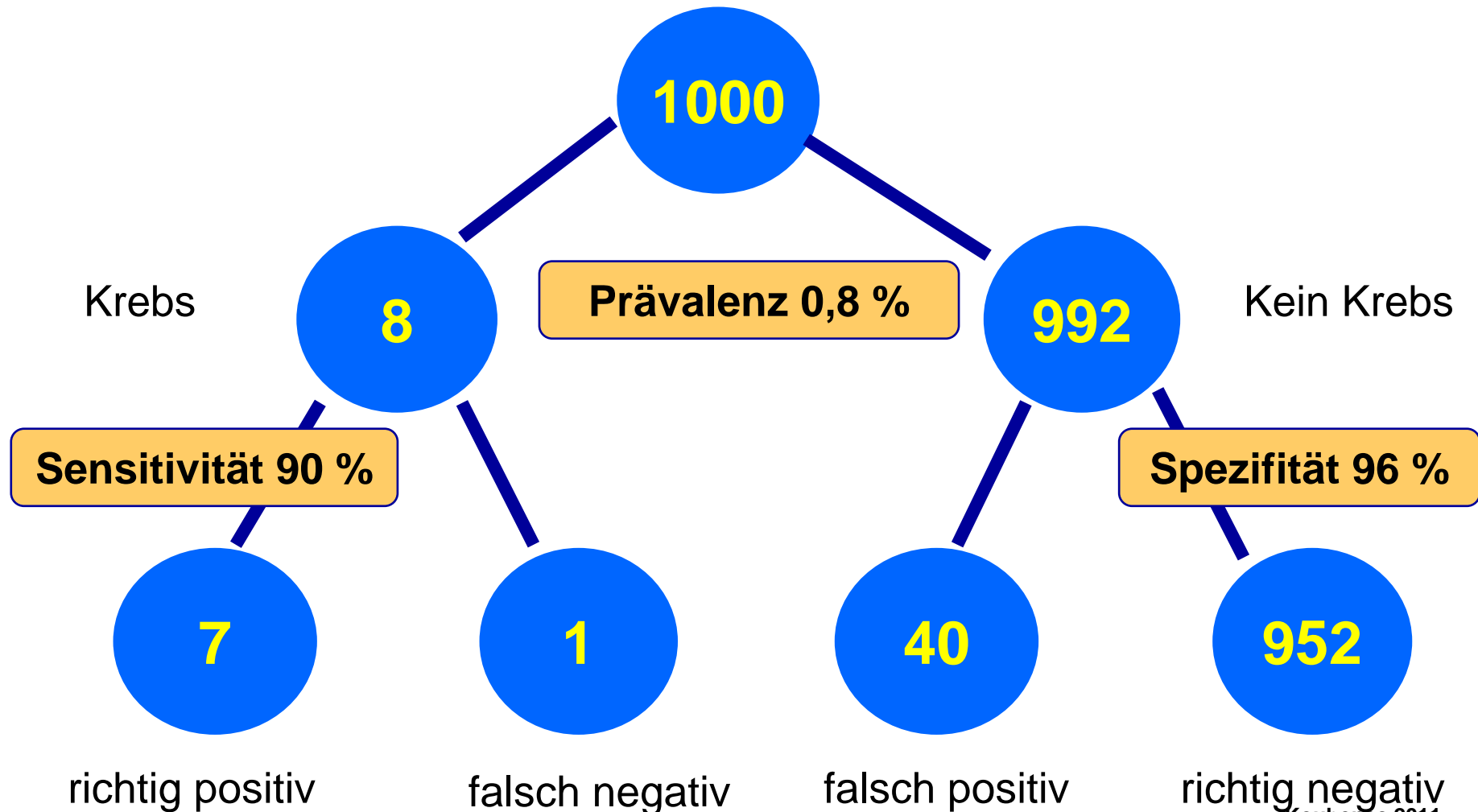
# Kann der positive Vorhersagewert verbessert werden?

Welche Größen bestimmen den positiven Vorhersagewert?



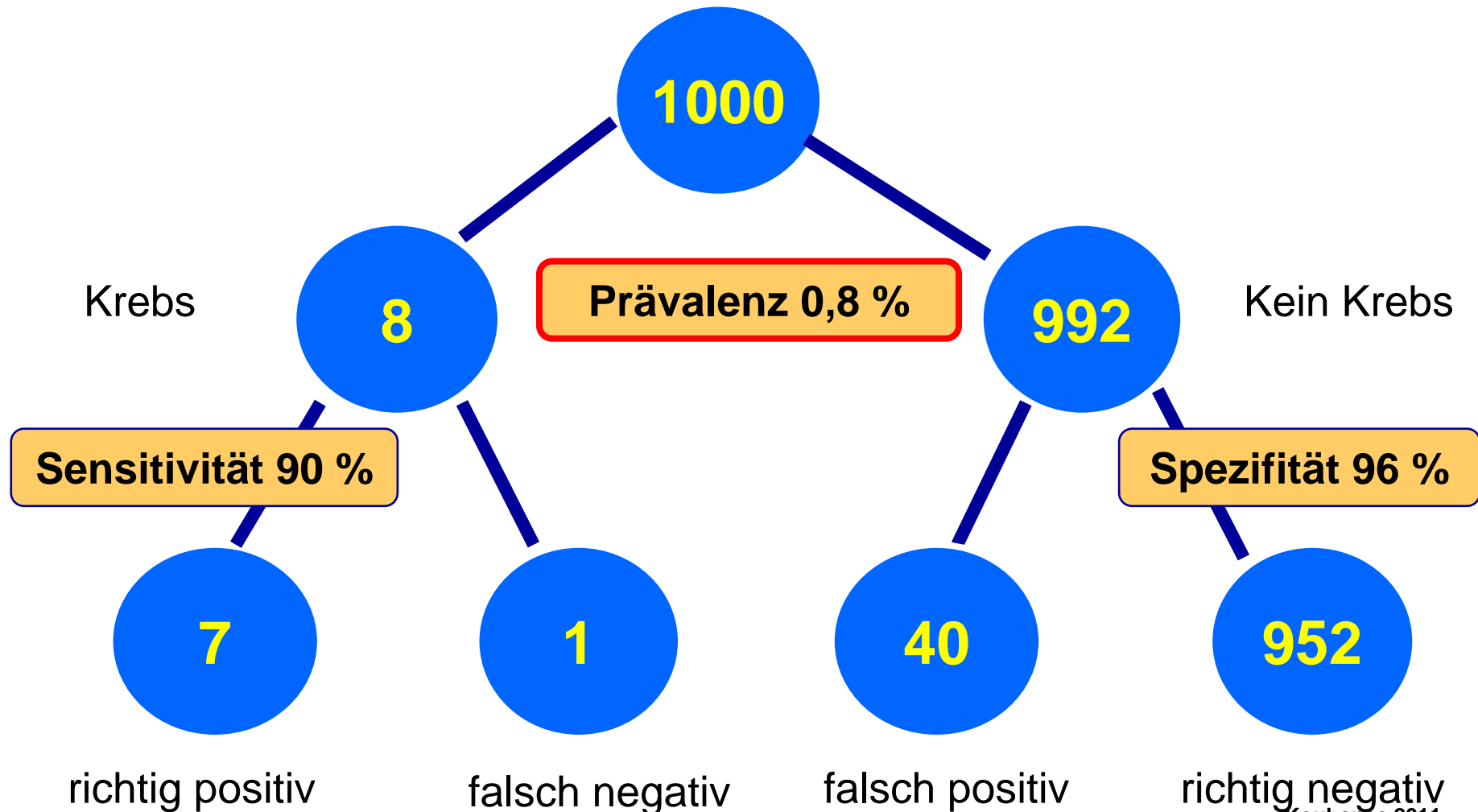
# Kann der positive Vorhersagewert verbessert werden?

Welche Größen sind feststehend (nur abhängig vom Alter, Risikogruppe)



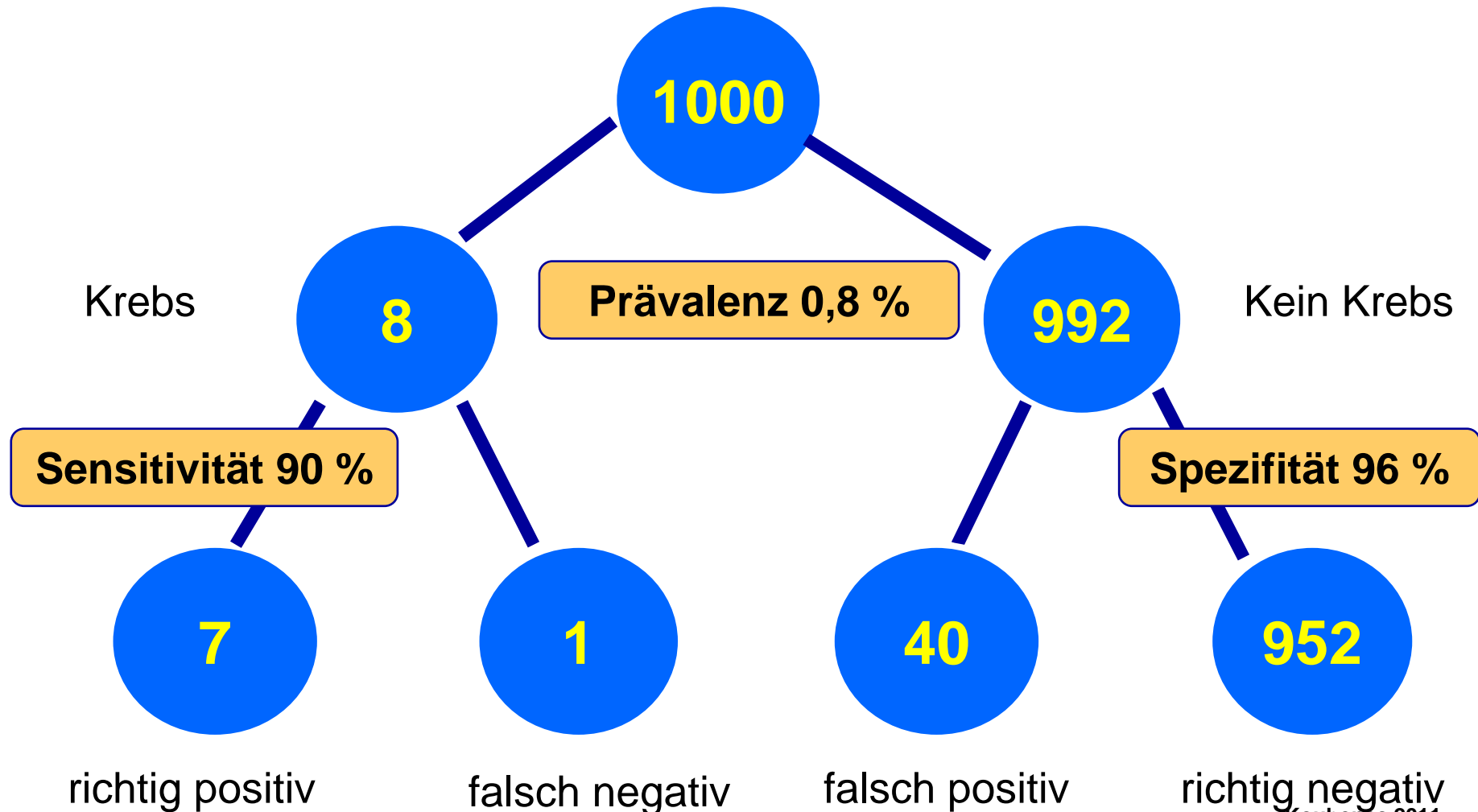
Kann der positive Vorhersagewert verbessert werden?

Welche Größen sind feststehend (nur abhängig vom Alter, Risikogruppe)



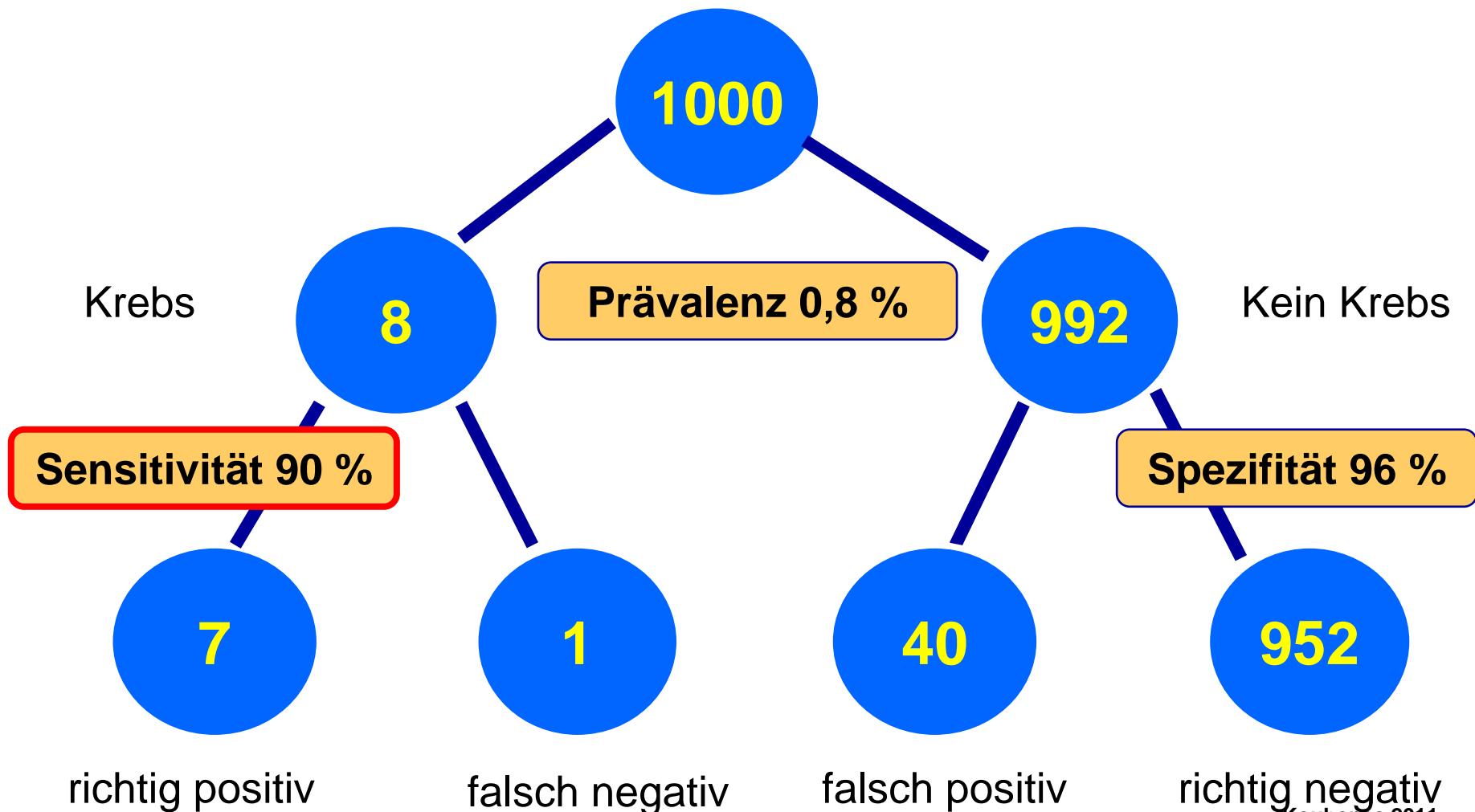
Kann der positive Vorhersagewert verbessert werden?

Welche Größen sind variabel durch Qualität des Untersuchers/Systems?



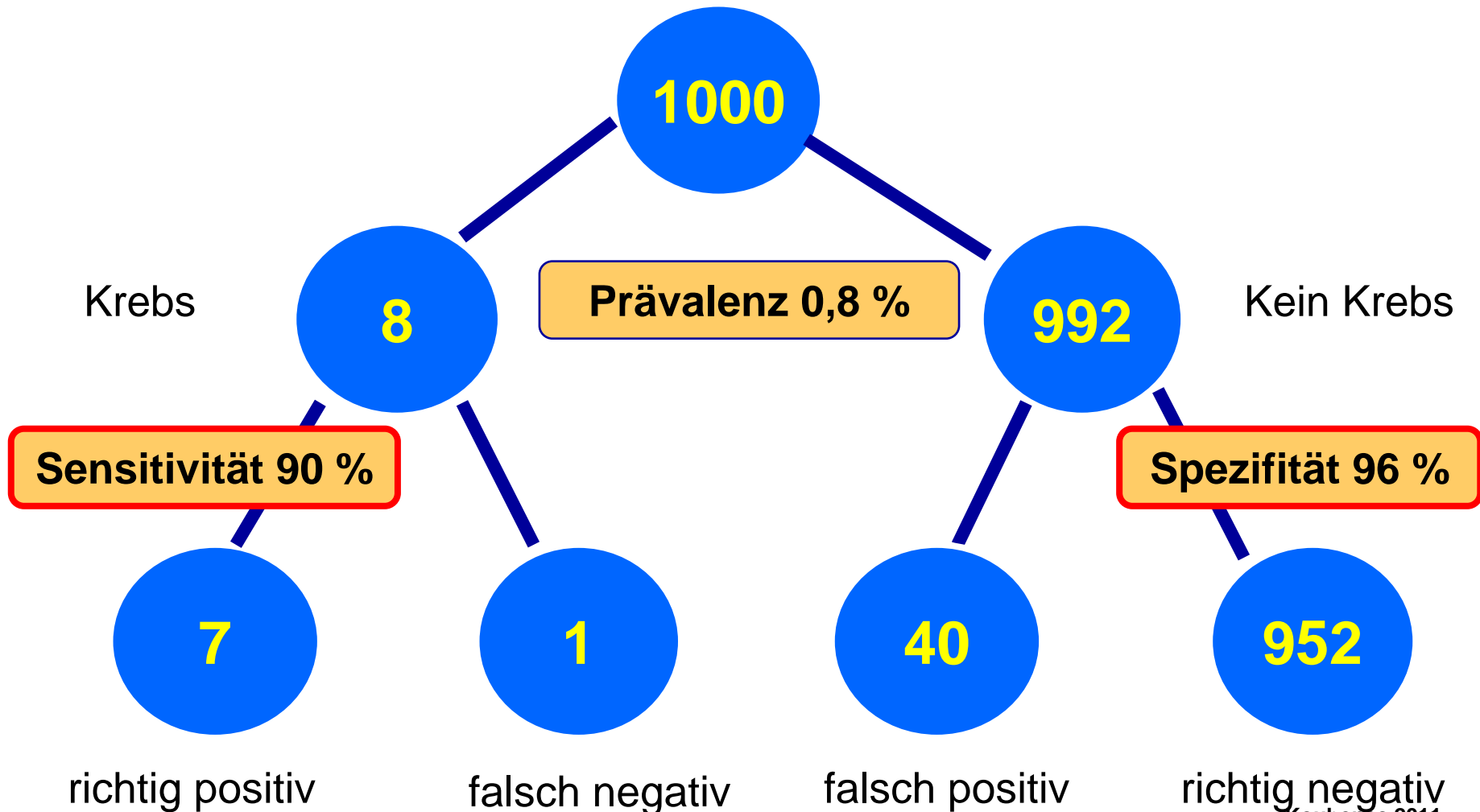
Kann der positive Vorhersagewert verbessert werden?

Welche Größen sind variabel durch Qualität des Untersuchers/Systems?



Kann der positive Vorhersagewert verbessert werden?

Welche Größen sind variabel durch Qualität des Untersuchers/Systems?

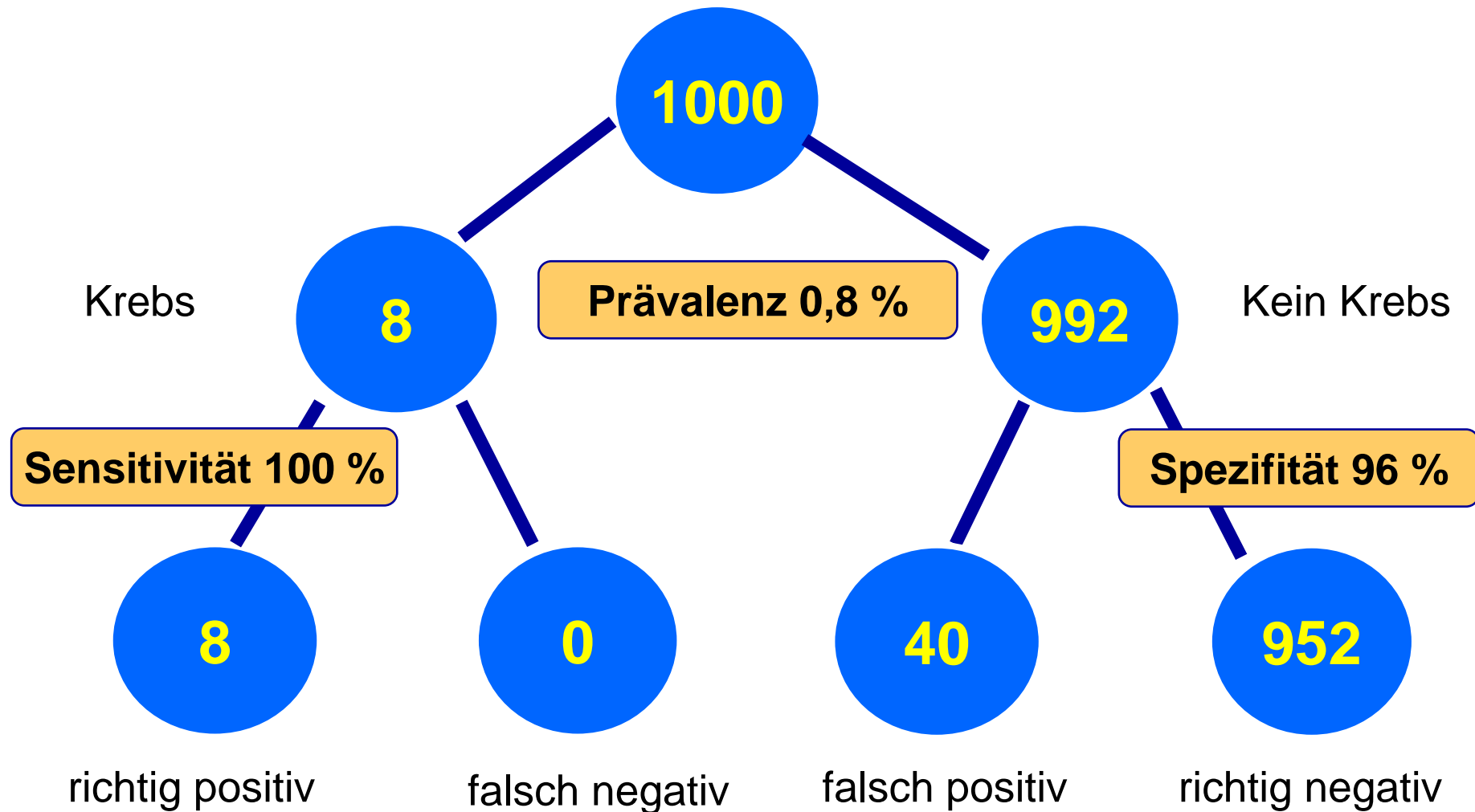


Wenn der Test eine hohe Empfindlichkeit (**Sensitivität**) hat, ist auch der Vorhersagewert wesentlich besser

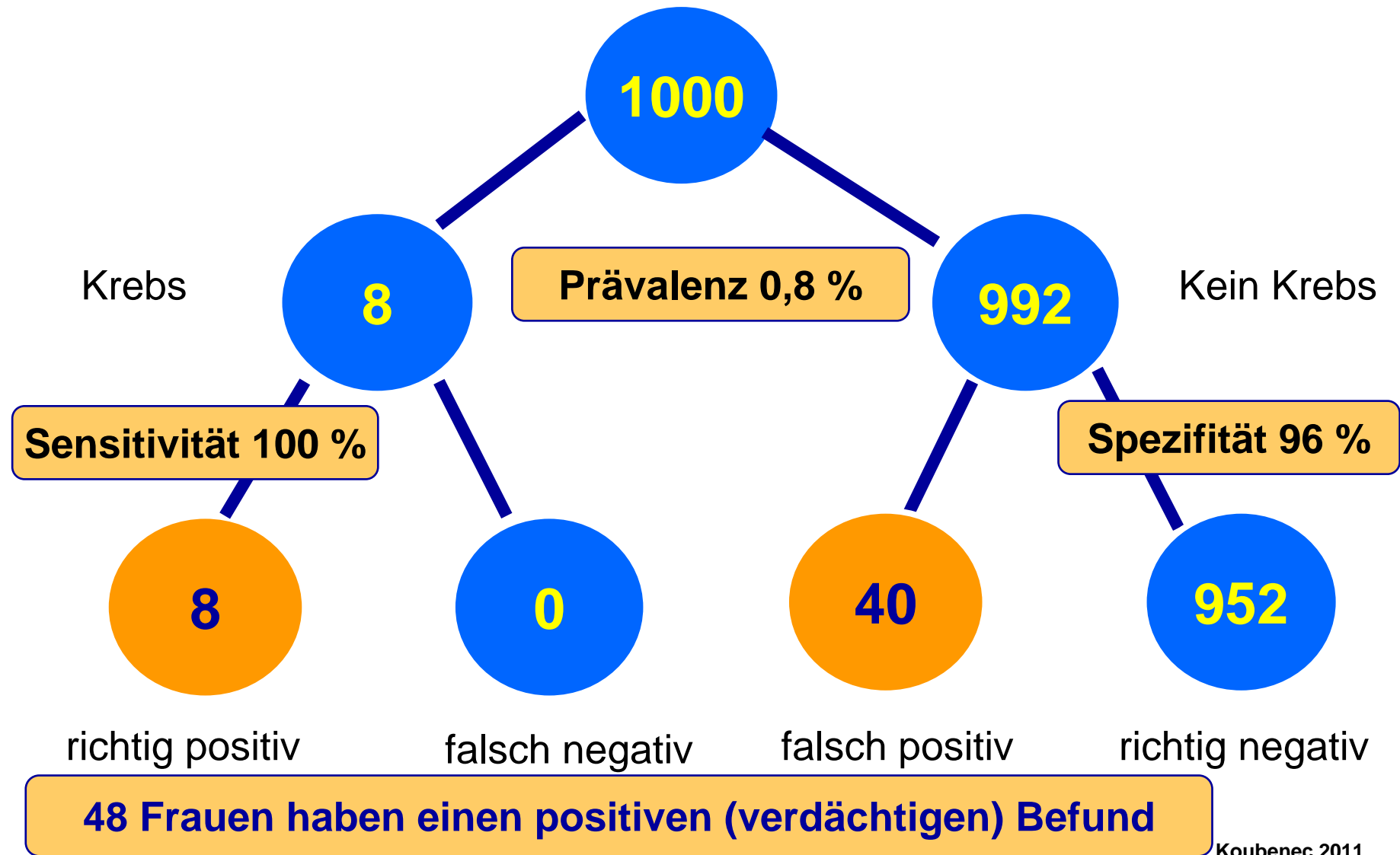
**Stimmt das?**



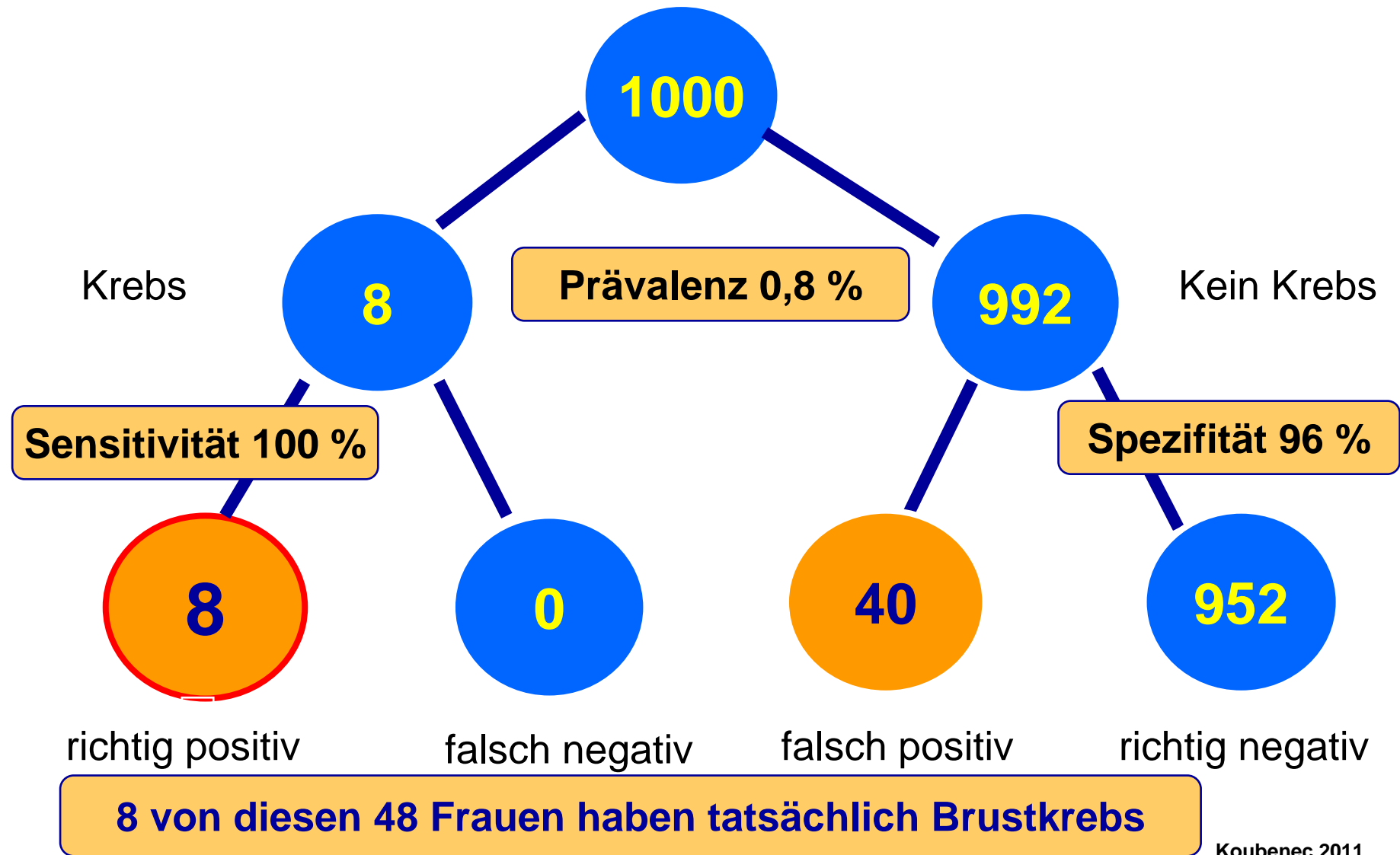
Wenn der Test eine hohe Empfindlichkeit (**Sensitivität**) hat, ist auch der Vorhersagewert wesentlich besser



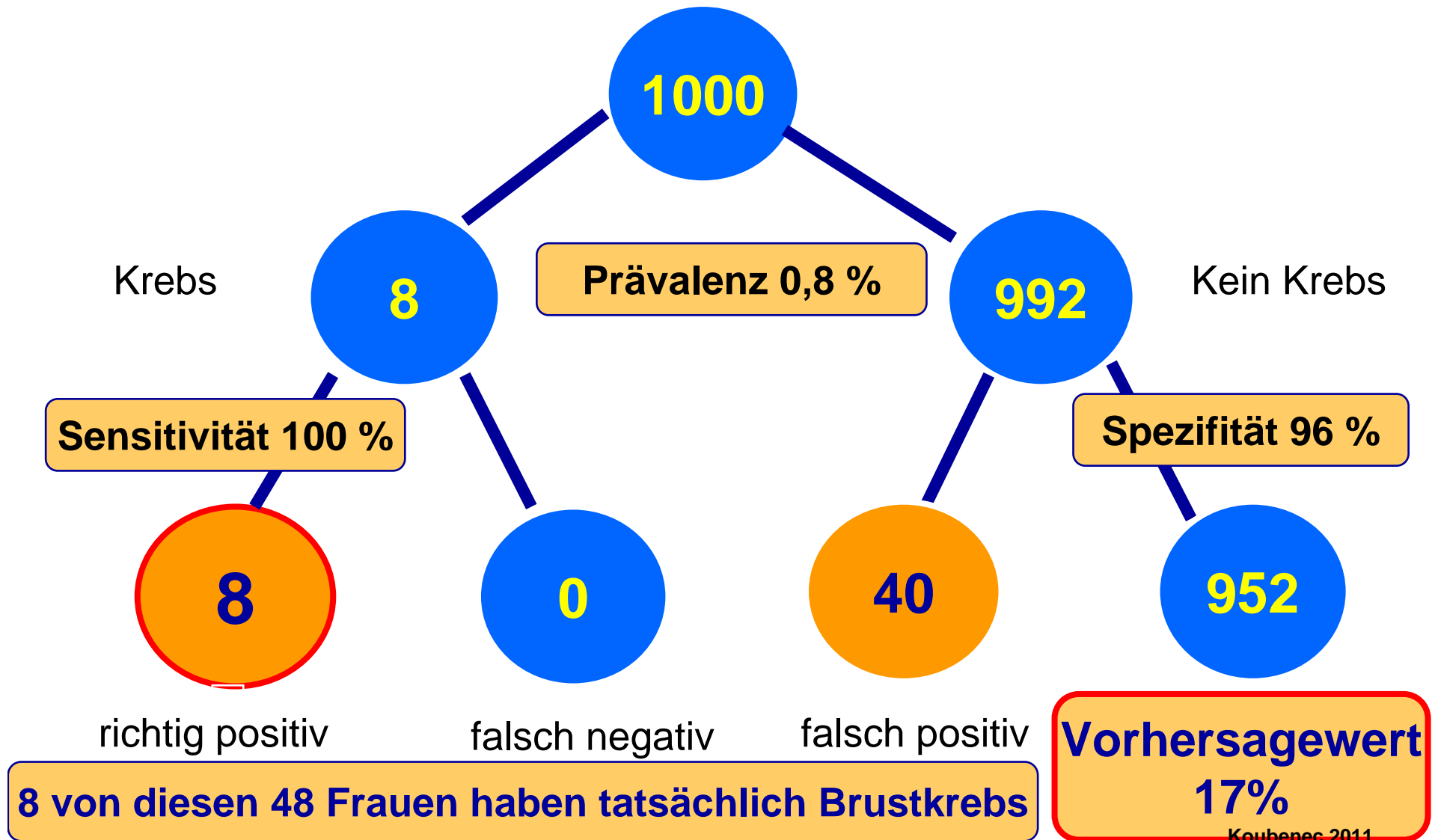
Wenn der Test eine hohe Empfindlichkeit (**Sensitivität**) hat, ist auch der Vorhersagewert wesentlich besser



Wenn der Test eine hohe Empfindlichkeit (**Sensitivität**) hat, ist auch der Vorhersagewert wesentlich besser



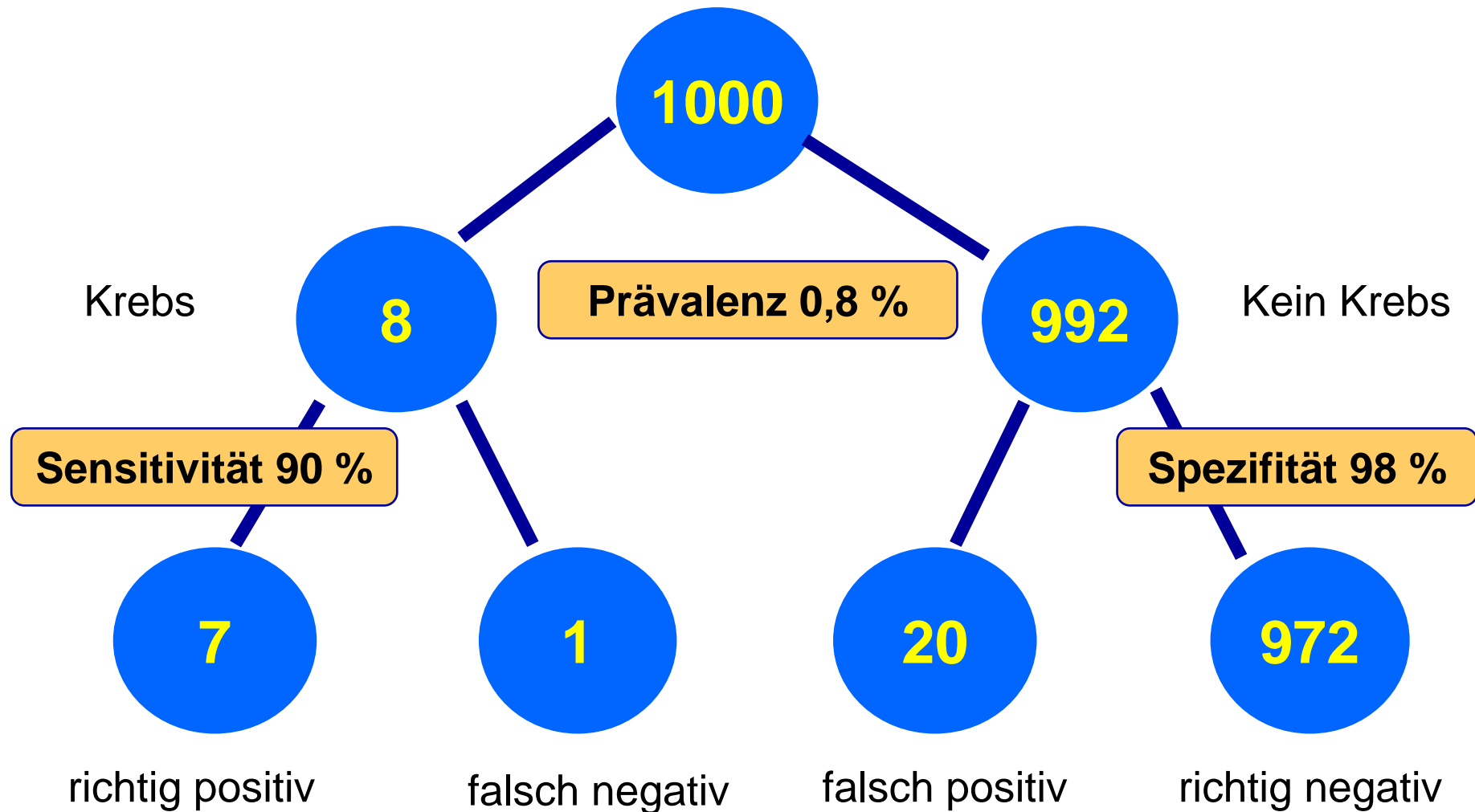
Wenn der Test eine hohe Empfindlichkeit (**Sensitivität**) hat, ist auch der Vorhersagewert wesentlich besser



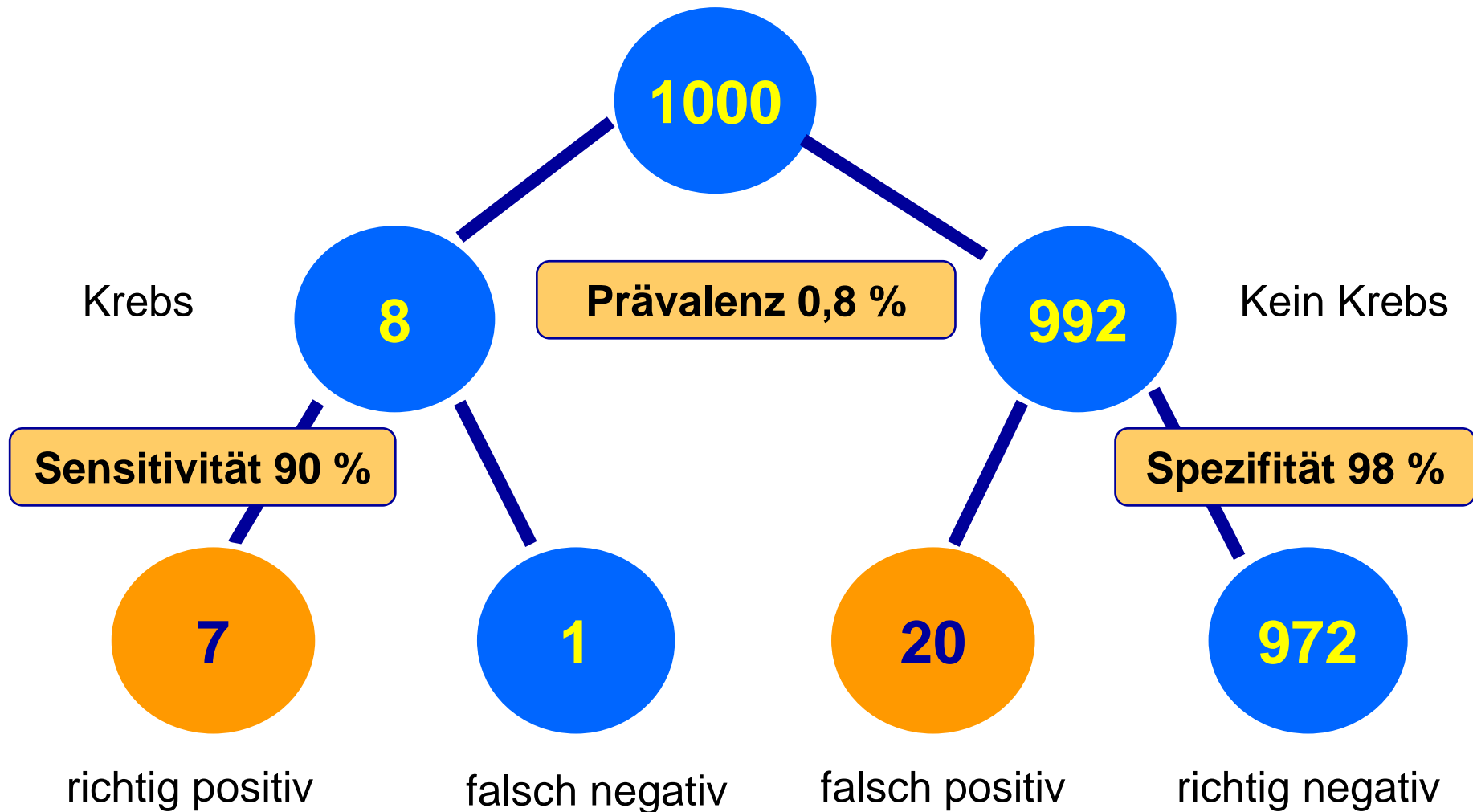
Hat der Test eine hohe Richtigkeit d. Anzeige (**Spezifität**)  
ist auch der Vorhersagewert wesentlich besser

**Stimmt das?**

Hat der Test eine hohe Richtigkeit d. Anzeige (**Spezifität**)  
ist auch der Vorhersagewert wesentlich besser

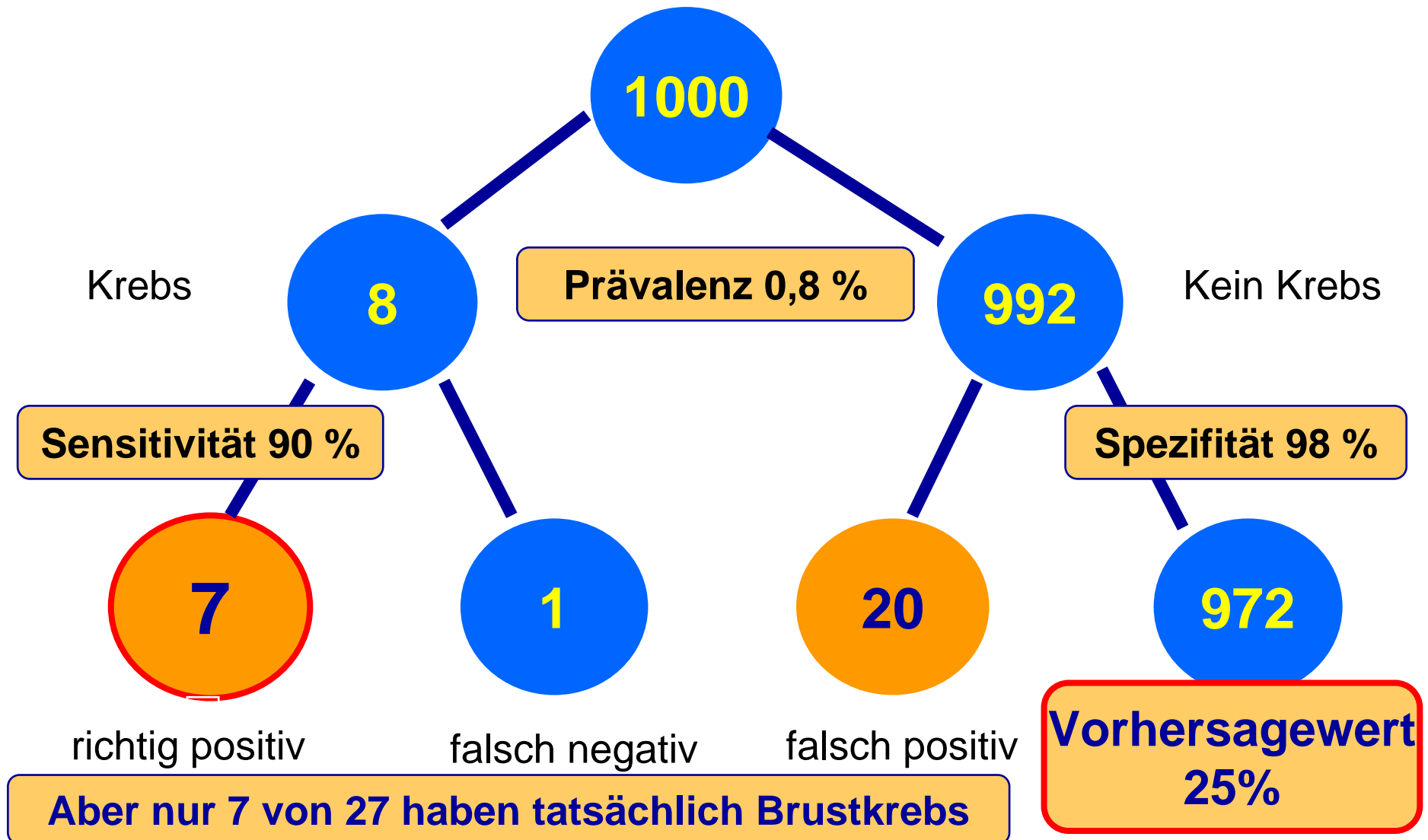


Hat der Test eine hohe Richtigkeit d. Anzeige (**Spezifität**)  
ist auch der Vorhersagewert wesentlich besser



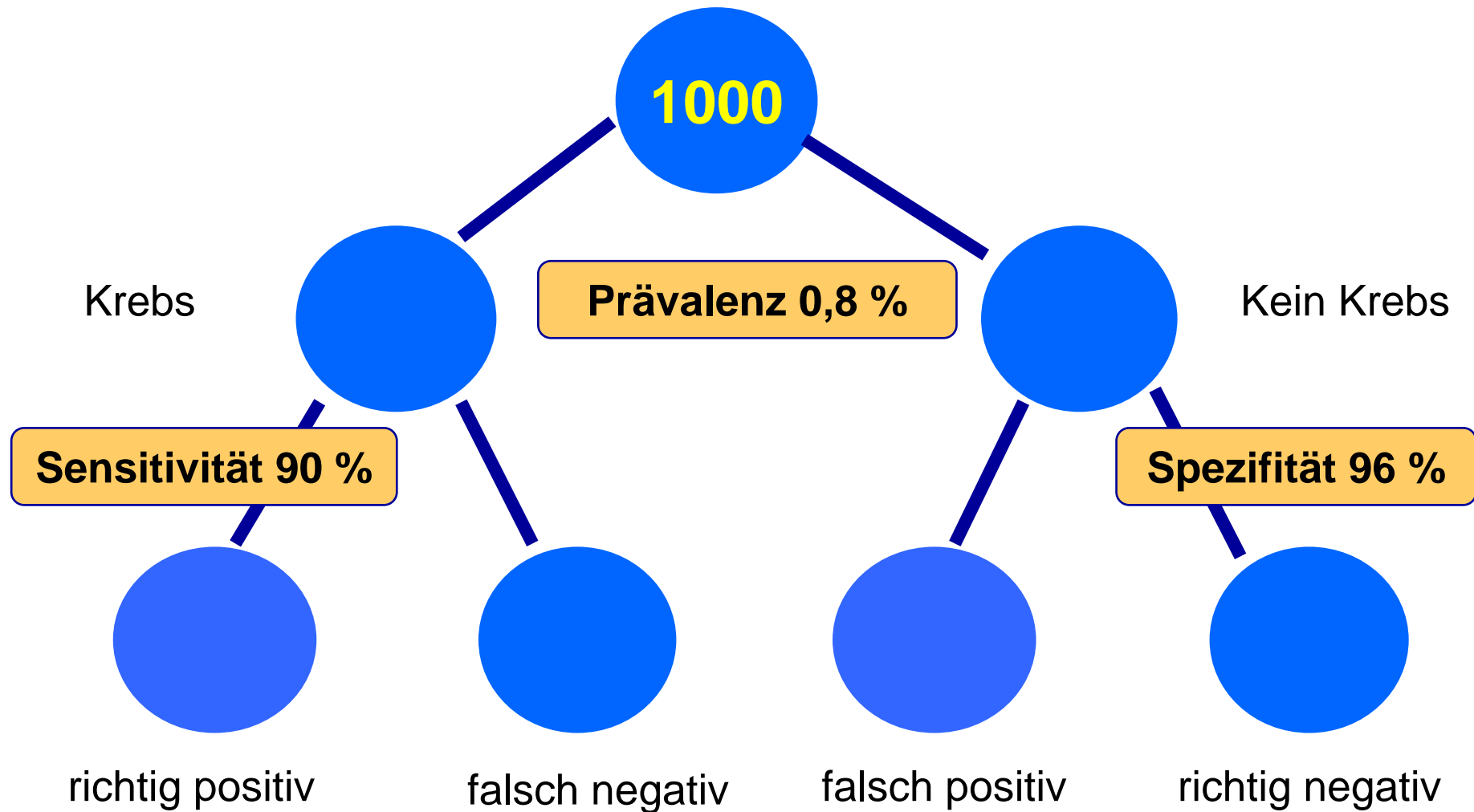
**27 Frauen haben einen positiven (verdächtigen) Befund**

Hat der Test eine hohe Richtigkeit d. Anzeige (**Spezifität**)  
ist auch der Vorhersagewert wesentlich besser

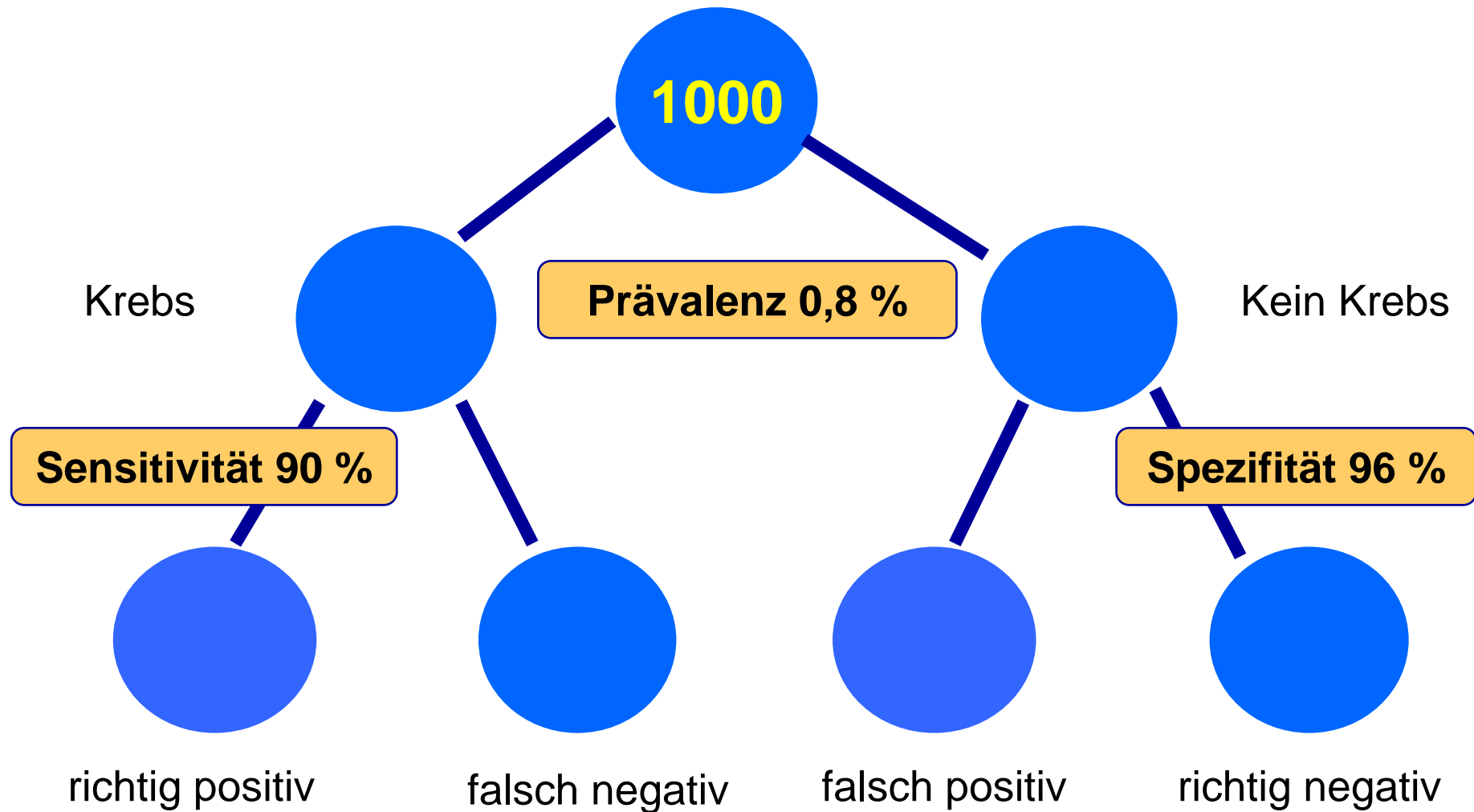




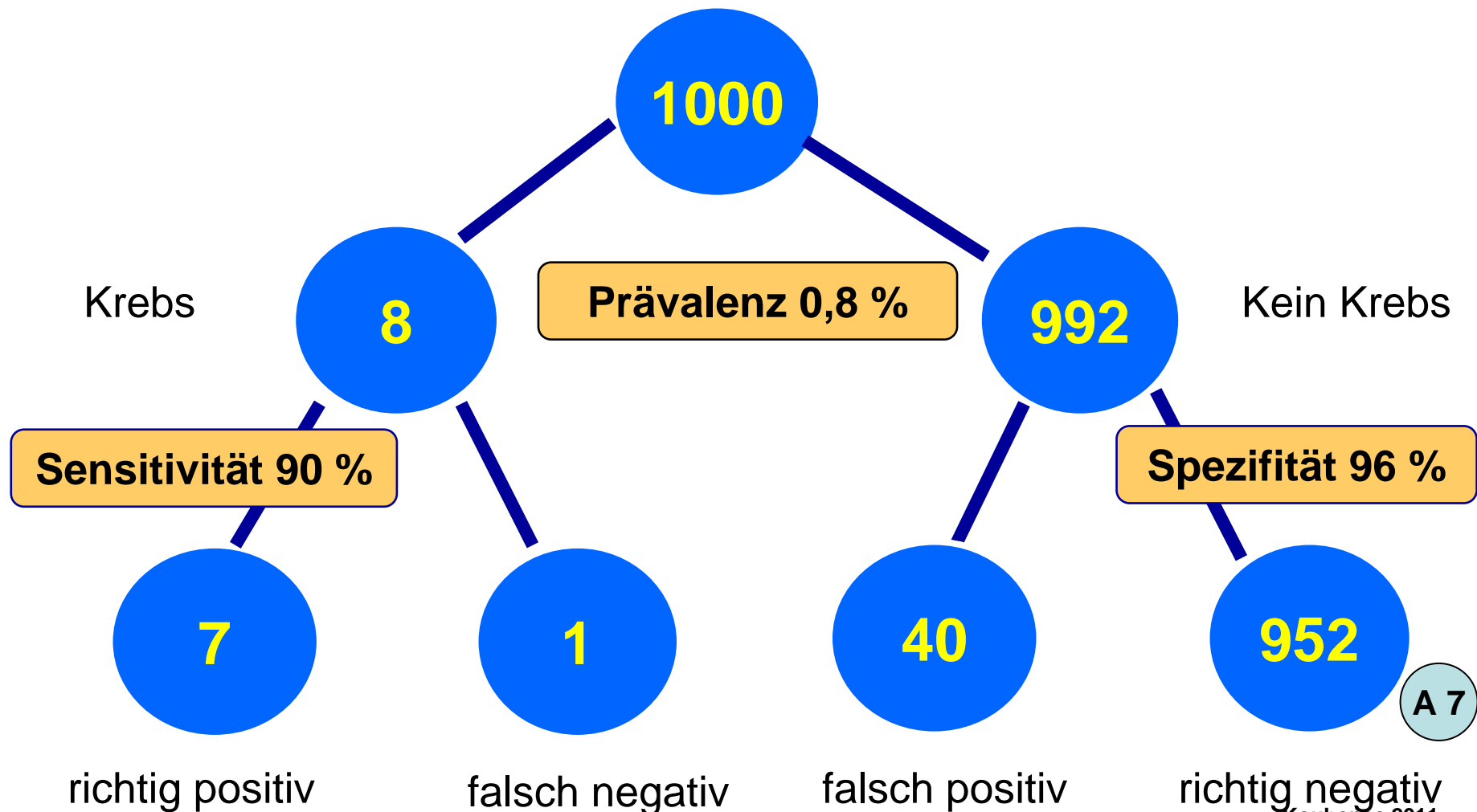
Bitte nehmen Sie sich nun die Aufgabe 5 vor, ohne auf die Frage 6 auf der nächsten Seite zu schielen.



Bitte nehmen Sie sich nun die Aufgabe 6 vor

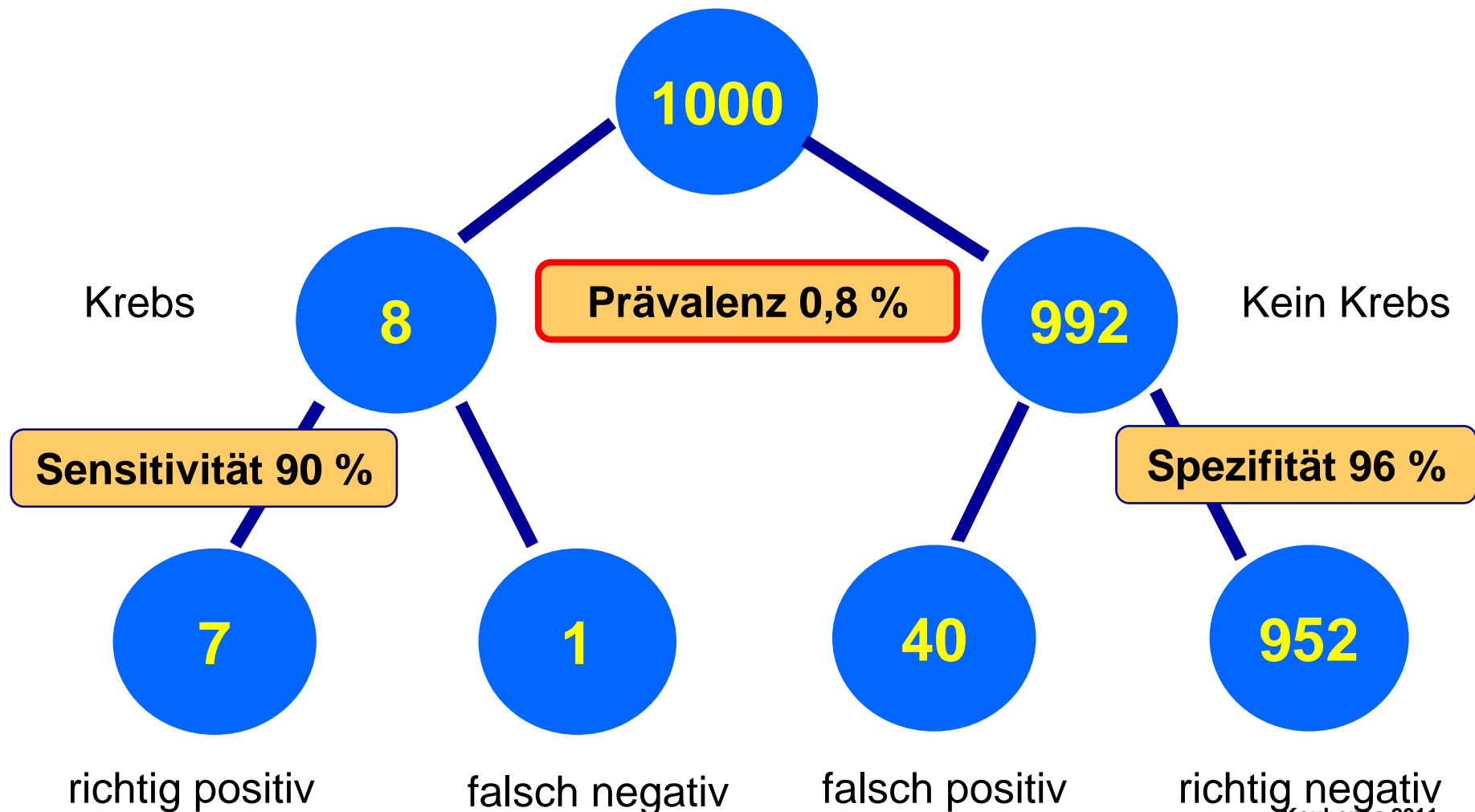


Welche ist die wichtigste Größe für die positive Vorhersage (Treffer­sicherheit) ?



A 7

Welche ist die wichtigste Größe für die positive Vorhersage (Treffer­sicherheit) ?



Ist die Prävalenz für Brustkrebs variabel?

Die Prävalenz von Brustkrebs ist eine feste statistische Größe

Krebs

8

Prävalenz 0,8 %

992

Kein Krebs

Verschiedene Alters- und Risikogruppen haben unterschiedliche Werte

7

richtig positiv

1

falsch negativ

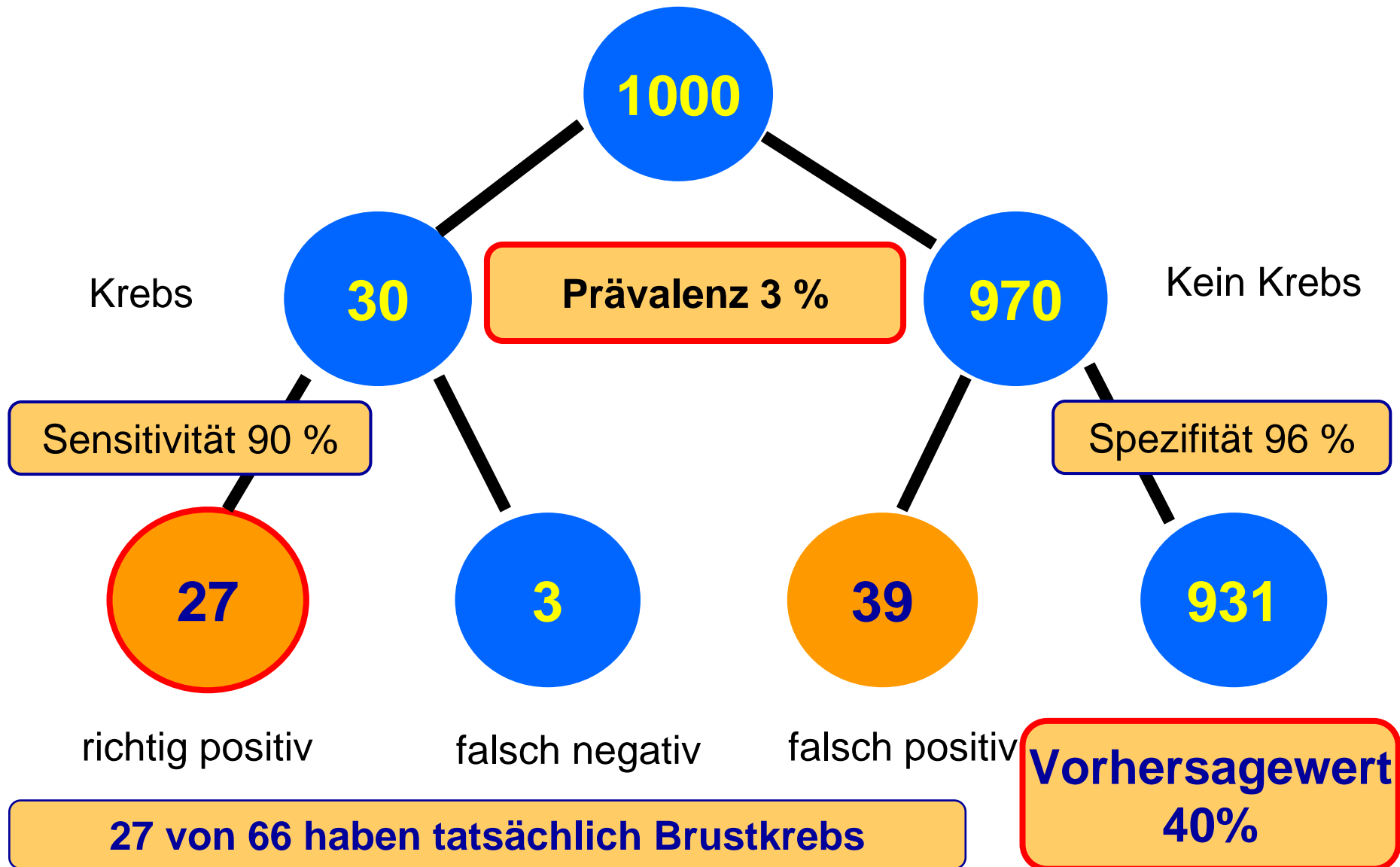
40

falsch positiv

952

richtig negativ

# Höhere Prävalenz in einer Risikogruppe



Ließe sich der positive Vorhersagewert durch gleichzeitige Verbesserung von Sensitivität u. Spezifität erhöhen?

**Sensitivität und Spezifität lassen sich nur sehr begrenzt gleichzeitig anheben!**

**Sensitivität und Spezifität hängen invers voneinander ab!**

**Man kann die Sensitivität erhöhen, indem man auch gering verdächtige Befunde den Karzinomen zuschlägt. Dadurch werden zwar weniger Karzinome übersehen aber mehr falsch positive Befunde erzeugt. Die Spezifität sinkt!**

8 von 28 haben tatsächlich Brustkrebs

27%

Koubenec 2011

Ließe sich der positive Vorhersagewert durch gleichzeitige Verbesserung von Sensitivität u. Spezifität erhöhen?

**Man kann die Spezifität erhöhen, indem man nur die ganz sicheren Befunde den Karzinomen zuschlägt. Dadurch wird zwar die Anzahl der falsch positiven Befunde verringert. Es werden dann aber etliche Karzinome übersehen weil sie „nur“ suspekt sind. Die Sensitivität sinkt!**

**Erhöht man die Sensitivität sinkt die Spezifität und umgekehrt**

8  
richtig pos

8 von 28 haben tatsächlich Brustkrebs

20  
972

agewert

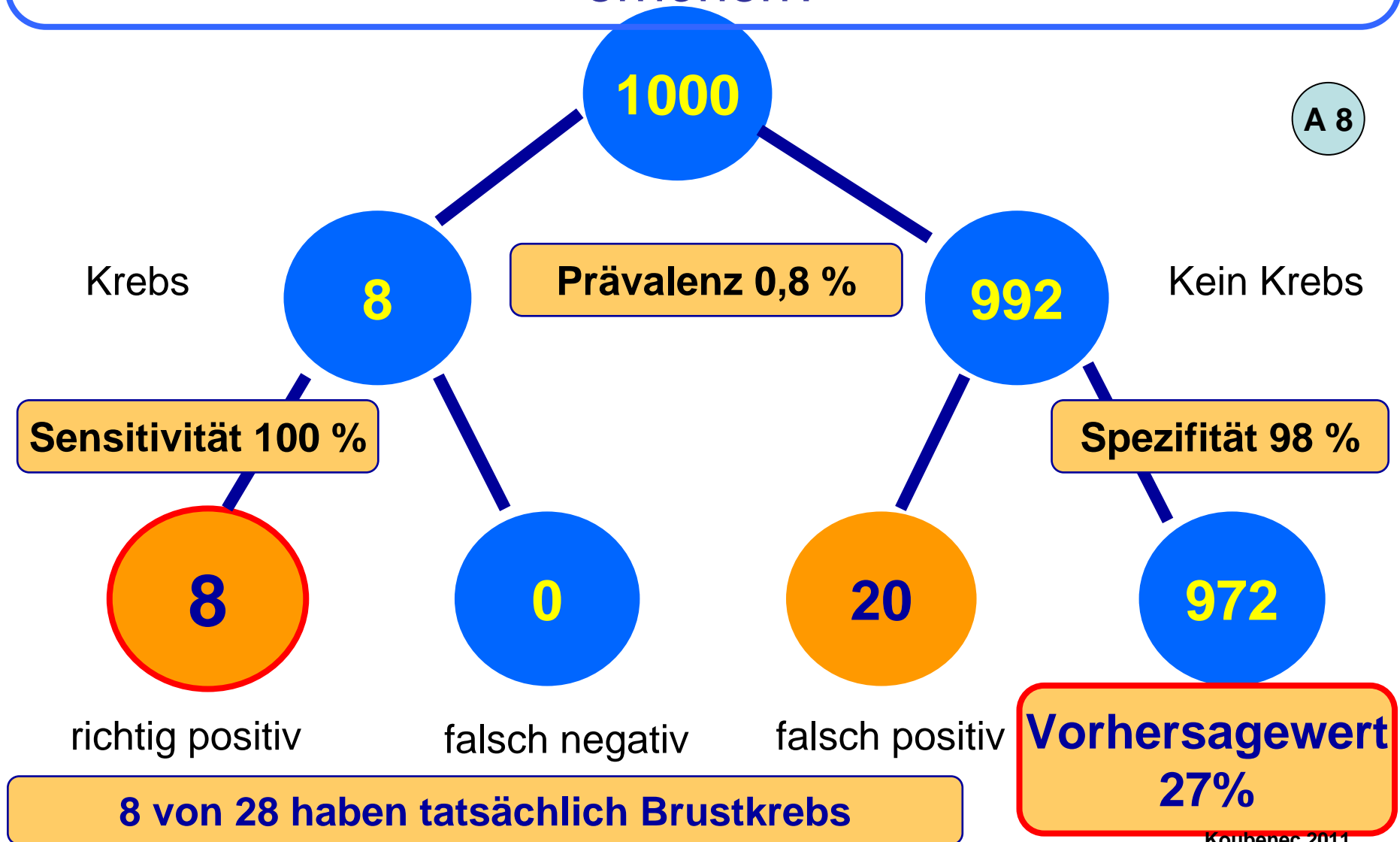
27%

Koubenec 2011



Ließe sich der positive Vorhersagewert durch gleichzeitige Verbesserung von Sensitivität u. Spezifität erhöhen?

A 8



Ließe sich der positive Vorhersagewert durch gewollte inverse Veränderung von Sensitivität u. Spezifität erhöhen?

1000

A 9

**Man kann die Spezifität gewollt erhöhen, indem nur die sicheren Karzinome als solche beurteilt werden. Das senkt die Sensitivität erheblich, kann aber sinnvoll sein um, die Anzahl falsch positiver Befunde zu verringern.**

5

richtig positiv

0

falsch negativ

10

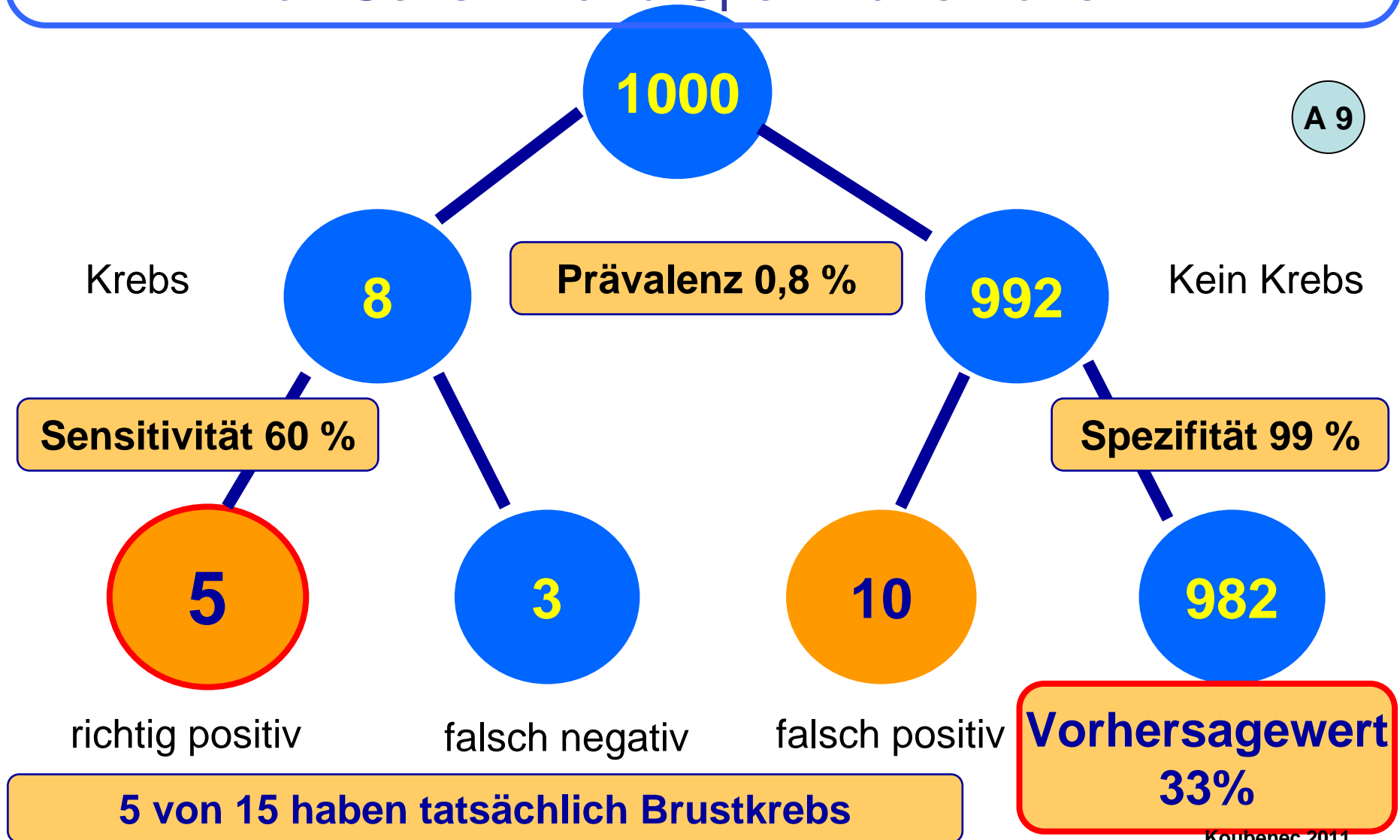
falsch positiv

982

Vorhersagewert  
33%

Ließe sich der positive Vorhersagewert durch gewollte inverse Veränderung von Sensitivität u. Spezifität erhöhen?

A 9



Ließen sich Sensitivität u. Spezifität  
gleichzeitig erhöhen?  
**Zusammenfassung**

**Sensitivität und Spezifität hängen  
gegenläufig (invers) voneinander ab.**

**D.h. wird die Sensitivität angehoben  
fällt die Spezifität und umgekehrt.**

**Werden z.B. alle gering verdächtigen Befunde  
den Krebsbefunden zugeschlagen, werden nur wenige  
Krebse übersehen, die Sensitivität steigt an.**

**Dadurch werden mehr falsch positive Befunde  
produziert, die Spezifität nimmt ab. Und umgekehrt!**

# Mammographie-Screening (50 jährige Frau)

Prävalenz 0,8 %  
Sensitivität 90 %  
Spezifität 96 %

Standard-Situation

**Vorhersagewert  
15%**

Prävalenz 0,8 %  
Sensitivität **100 %**  
Spezifität 96 %

Sensitivität erhöht

**Vorhersagewert  
17%**

Prävalenz 0,8 %  
Sensitivität 90 %  
Spezifität **98 %**

Spezifität erhöht

**Vorhersagewert  
25%**

Prävalenz 0,8 %  
Sensitivität **100 %**  
Spezifität **98 %**

Sensitivität, Spezifität erhöht

**Vorhersagewert  
27%**

Prävalenz **3 %**  
Sensitivität 90 %  
Spezifität 96 %

Prävalenz 3 %

**Vorhersagewert  
40%**

**Die Prävalenz ist die wichtigste Größe für die positive Vorhersage (Trefferquote) eines Tests!**

**Fazit:**

**Die Prävalenz (natürliche Häufigkeit) ist die wichtigste Größe für die positive Vorhersage (Trefferquote) von Früherkennungsuntersuchungen!**

**Die richtige Vorhersage einer Erkrankung durch eine Früherkennungsuntersuchung ist umso höher, je häufiger (Prävalenz) die Krankheit in der Bevölkerung ist.**

**Die Häufigkeit (Prävalenz) fast aller (Krebs-) Erkrankungen nimmt mit dem Alter zu.**

**Deshalb wird der Nutzen von Früherkennung mit zunehmendem Alter immer größer. (in Grenzen)**

## Worin besteht/bestand die Täuschung bei Früherkennungsuntersuchungen?

**Über die Vor-und Nachteile z.B. im Mammographie-Screening wurde bis vor kurzem unausgewogen informiert:**

**Die geringe Senkung der Sterblichkeit wurde durch Angabe als relative Risiko-Reduktion (sog. Relativ-%) aufgebauscht anstatt sie in absoluten Häufigkeiten zu kommunizieren.**

**Dies wird im 2. Teil des Seminars behandelt.**

**Die Teilnehmer wurden und werden über die Nachteile der Untersuchungen nur unzureichend aufgeklärt: der positive Vorhersagewert beträgt nur 20 %, die Rate falscher Alarme 80 %.**

Worin besteht/bestand die Täuschung bei Früherkennungsuntersuchungen?

Ärzte schätzen den Nutzen von Früherkennungsuntersuchungen oft falsch ein, der Vorhersagewert wird überschätzt, und entsprechend die Rate falsch positiver Befunde unterschätzt.

Wer hat eigentlich ein Interesse an der Aufrechterhaltung dieser Missverständnisse und an der Desinformation der Ärzte?

Jetzt, bei Kenntnis der Zusammenhänge können Sie Ihre Patienten besser Evidenz-basiert informieren.

Sie werden es danken ;-)

?