



Gesundheitsökonomik

Thema 3 – Kosten-Nutzwert-Analyse



Termin	Thema	Literatur
20.04.	Einführung in die Veranstaltung (60 Minuten)	
27.04.	Einführung Gesundheitsökonomik; Besonderheiten von Gesundheitsgütern und ihre allokativen Konsequenzen	SN, Ch. 1; BZK, K. 1 BZK, K. 5
28.04.	Übung 1 (Besonderheiten von Gesundheitsgütern und ihre allokativen Konsequenzen)	
04.05.	Kosten-Nutzwert-Analyse	BZK, K. 2.1-2.3
05.05.	Kosten-Nutzen-Analyse	SN, Ch. 3; BZK, K. 2.4-2.6
11.05.	Übung 2 (Ökonomische Bewertung von Gesundheit)	
12.05.	Die Nachfrage nach Gesundheit I	SN, Ch. 5
18.05.	Die Nachfrage nach Gesundheit II	BZK, K. 3.1-3.5

Ziele



- Darstellung der Evaluationsverfahren im Gesundheitswesen.
- Lernen, wann welche Methode eingesetzt werden sollte.
- Ausführliche Darstellung der Kosten-Nutzwert-Analyse, vor allem der QALY-Methode.
- Mikroökonomische Fundierung der Evaluationsmethoden.



1. Einführung und das „Spiel des Lebens“
2. Verfahren der Evaluation im Gesundheitsbereich
3. Kosten-Nutzwert-Analyse: Übersicht
4. Kosten-Nutzwert-Analyse: QALYs

1. Einführung



„Das Leben ist das höchste Gut und lässt sich nicht in Geld aufwiegen!“

Das Spiel des Lebens

Bon Chance!



Bestimmung des Werts Ihres Lebens



- Jede Person wird gebeten mitzuspielen.
- Schreiben Sie einen Betrag auf die Karte, der Ihnen ausbezahlt werden könnte, falls Sie das Spiel gewinnen.
- Schreiben Sie auch Ihren Name auf die Karte.
- 10 glückliche Menschen mit der niedrigsten Zahl können am Spiel teilnehmen.
- Einer der 10 Spieler wird zufällig ausgewählt und hingerichtet.
- Die anderen Spieler erhalten den Betrag auf der Karte als Preis.



Bestimmung des Werts Ihres Lebens

- Wie haben Sie den Betrag berechnet?
- Der homo oeconomicus:
- Betrag = Sterbenswahrscheinlichkeit X Wert des Lebens
- Wert des Lebens = Betrag / Sterbenswahrscheinlichkeit
- Wert des Lebens = 10 X Betrag
- Hauptpunkt: Der Wert unserer Leben ist gekennzeichnet durch unsere Akzeptanz oder Vermeidung möglicher Risiken.



Spielende

Ich hoffe, Sie haben gewonnen!

2. Verfahren der Evaluation im Gesundheitsbereich



- Sie sind Konzernchef eines Pharmaunternehmens und sollten 2 Medikamente zur Reduktion des Blutdrucks evaluieren. Wie machen Sie das?

2. Verfahren der Evaluation im Gesundheitsbereich



- Evaluationsverfahren lassen sich danach unterscheiden, in welchen Einheiten die positiven bzw. negativen Wirkungen einer (medizinischen) Maßnahme gemessen werden:
 - a) In natürlichen Einheiten auf einer eindimensionalen Skala
 - b) In Einheiten einer kardinalen Nutzenfunktion
 - c) In Geldeinheiten

2. Verfahren der Evaluation im Gesundheitsbereich



ad a) Natürliche Einheiten: z.B. Länge des Lebens in Jahren

- Nur dann sinnvoll, wenn die zu vergleichenden Alternativen lediglich eine einzige, qualitativ identische Wirkung haben (z.B. zwei Maßnahmen zur Vermeidung tödlicher Verkehrsunfälle)
- Verfahren: Kosten-Effektivitäts-Analyse (cost-effectiveness analysis, CEA)
- $t_{CEA} = (\text{Kosten in Geldeinheiten}) / (\text{Erträge in gewonnenen Lebensjahren})$
- Von zwei Maßnahmen ist diejenige vorzuziehen, die einen geringeren t_{CEA} -Wert aufweist

2. Verfahren der Evaluation im Gesundheitsbereich



ad a) Worin liegen die Nachteile dieser Methode?

- Verteilung spielt keine Rolle.
- Nicht geeignet zur Bewertung von Maßnahmen mit mehreren verschiedenen Auswirkungen.
- Sie liefert nur eine Rangordnung der relativen Vorzugswürdigkeit von unterschiedlichen Maßnahmen, gibt aber keine Antwort auf die Frage, welche Maßnahmen überhaupt durchgeführt werden sollten (ein Budget muss vorgegeben sein).

2. Verfahren der Evaluation im Gesundheitsbereich



ad b) Einheiten einer kardinalen Nutzenfunktion

- Die Mehrdimensionalität des Gesundheitsbegriffs wird berücksichtigt.
- Alle Gesundheitszustände werden auf einer Skala bewertet (Tod = 0; vollkommene Gesundheit = 1).
- Alle gesundheitlichen Auswirkungen einer Maßnahme werden vergleichbar gemacht, so dass man sie zu einem Index aufsummieren kann => Grundlage der Nutzenfunktion.
- Verfahren: Kosten-Nutzwert-Analyse („Cost-utility analysis“, CUA)

2. Verfahren der Evaluation im Gesundheitsbereich



ad b) Kosten-Nutzwert-Analyse

- $t_{CUA} = (\text{Kosten in Geldeinheiten}) / (\text{Erträge in Nutzeinheiten})$
- Von zwei Maßnahmen ist diejenige vorzuziehen, die einen geringeren t_{CUA} -Wert aufweist.
- Worin liegt der Vorteil dieser Methode im Vergleich zu CEA?
Alle Auswirkungen einer Maßnahme können berücksichtigt werden (z.B. auch Nebenwirkungen einer Maßnahme).

2. Verfahren der Evaluation im Gesundheitsbereich



ad b) Nachteile dieser Methode?

- Wie soll die Nutzenfunktion aussehen? (Nutzenfunktionen sind bekanntlich sehr unterschiedlich...)
- Gibt keine Antwort auf die Frage, welche Maßnahmen überhaupt durchgeführt werden sollten.
- Verteilungsfragen werden ausgeklammert.

2. Verfahren der Evaluation im Gesundheitsbereich



ad c) In Geldeinheiten

- Jeder Änderung des Gesundheitszustandes wird ein monetäres Äquivalent zugeordnet.
- Verfahren: Kosten-Nutzen-Analyse („Cost-benefit analysis“, CBA)
- $t_{CBA} = (\text{Kosten in Geldeinheiten}) / (\text{Nutzen in Geldeinheiten})$
- Eine Maßnahme soll durchgeführt werden, sofern $t_{CBA} < 1$
- Vorteil dieser Methode? Sie kann bestimmen, welche Mittel insgesamt für eine Maßnahme ausgegeben werden sollen.
- Hauptnachteil bzw. -schwierigkeit? Geldwert des Nutzens bestimmen.

3. Kosten-Nutzwert-Analyse: Übersicht



- Nutzenkonzepte, um die mehrdimensionalen Wirkungen einer Maßnahme in einem Index zusammenzufassen:
 1. Behinderungsbereinigte Jahre (Disability-Adjusted Life Years, DALYs):
 - DALYs geben den Verlust an Jahren in voller Gesundheit ausgehend von standardisierten Lebenserwartungen an.
 - Der Nutzen von Maßnahmen lässt sich anhand der durch sie eingesparten DALYs messen.
 - Morbiditätsgewichte (Invaliditäts- bzw. Krankheitsrisiko) werden verwendet, um Zustände mit eingeschränkter Gesundheit zu bewerten.
 - z.B. Grauer Star (Glaukom): Ohne Behandlung bleibt Lebenserwartung konstant; DALYs nehmen jedoch zu.

3. Kosten-Nutzwert-Analyse: Übersicht



Wie DALYs berechnet werden:

$$\text{DALY} = \text{YLL} + \text{YLD}$$

Wobei:

YLL - *Years of Life lost*: durch vorzeitigen Tod verlorene Lebensjahre und

YLD - *Years lived with Disability*: mit Behinderung gelebte Lebensjahre

Genauer ist : $\text{YLL} = \text{N} \times \text{L}$

mit:

N = Anzahl der Todesfälle

L = verbliebene Lebenserwartung im Sterbealter (in Jahren)

Und: $\text{YLD} = \text{I} \times \text{DW} \times \text{L}$

mit:

I = Anzahl der Fälle

DW = Schwere der Behinderung

L = Durchschnittliche Dauer der Behinderung bis zur Heilung oder bis zum Tod (in Jahren)

3. Kosten-Nutzwert-Analyse: Übersicht



2. Qualitätsbereinigte Jahre (Quality-Adjusted Life Years, QALYs):

- Sehr ähnlich wie DALYs, jedoch steht nun die Lebensqualität im Mittelpunkt.
- Auch hier wird jedem Gesundheitszustand ein Morbiditätsgewicht zugeordnet – diese werden aber durch Befragung potentiell Betroffener ermittelt.
- Die QALYs einer Person werden bestimmt, indem man die erwartete Dauer jedes Gesundheitszustandes mit der Bewertung dieses Zustandes gewichtet.
- Nutzen einer Maßnahme: Zugewinn an QALYs

4. Kosten-Nutzwert-Analyse: QALYs

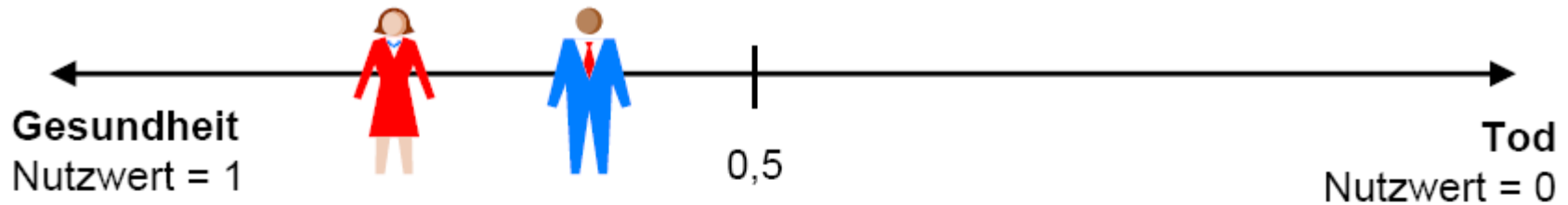


QALY = Lebenszeit * qualitativer Nutzwert



Lebensqualität als
Nutzwert
Zwischen 0 und 1

4. Kosten-Nutzwert-Analyse: QALYs



Beispiele für Nutzwerte:

(Quelle: Szucs TD et al.)

-vollkommene Gesundheit	1,00
-Milde Angina Pectoris	0,99
-Status nach Myokardinfarkt	0,87
-Zustand nach Apoplex	0,80
-Blindheit	0,39
-Herzinsuffizienz NYHA IV	0,30
-Tod	0,00

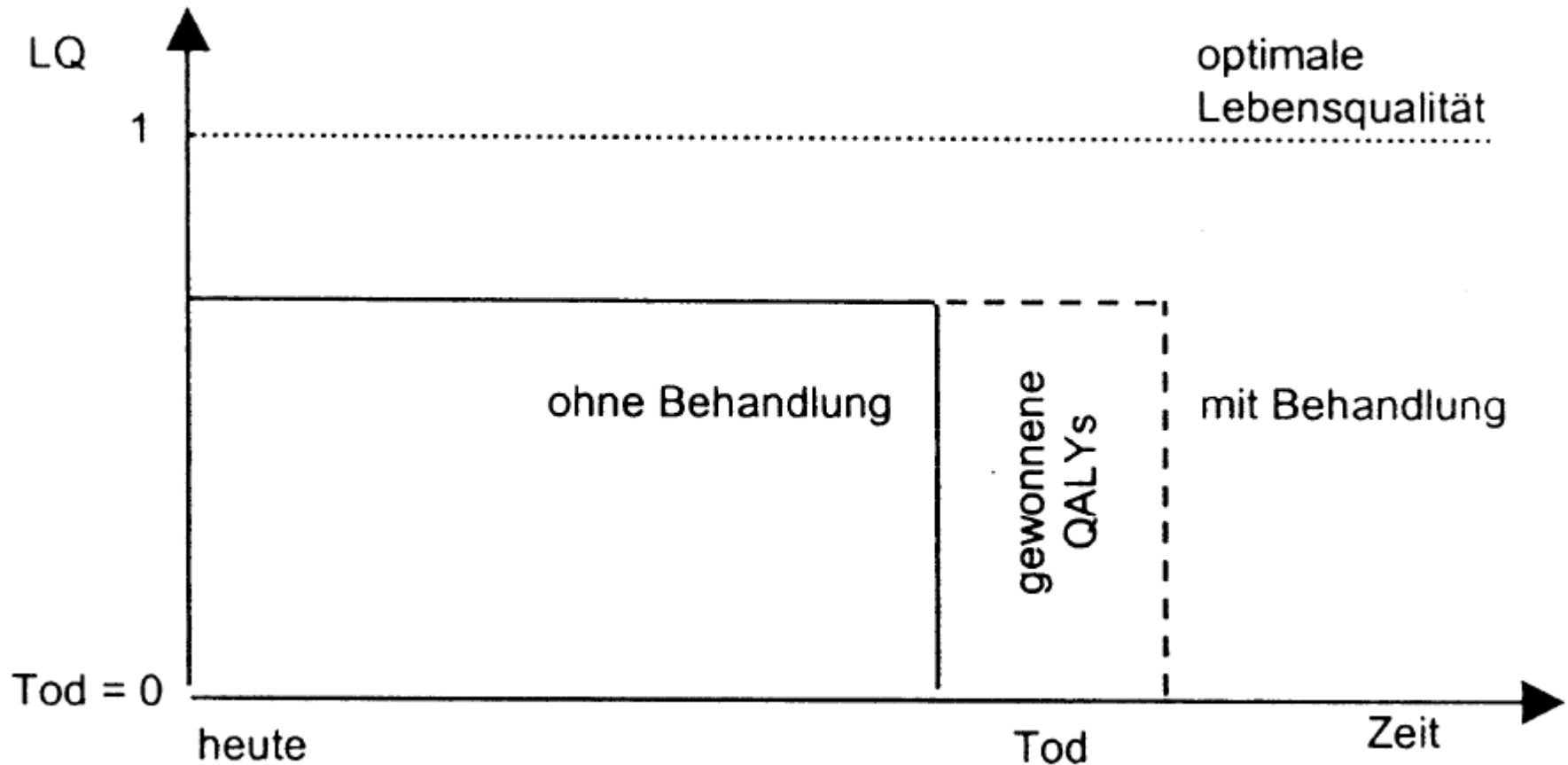
4. Kosten-Nutzwert-Analyse: QALYs



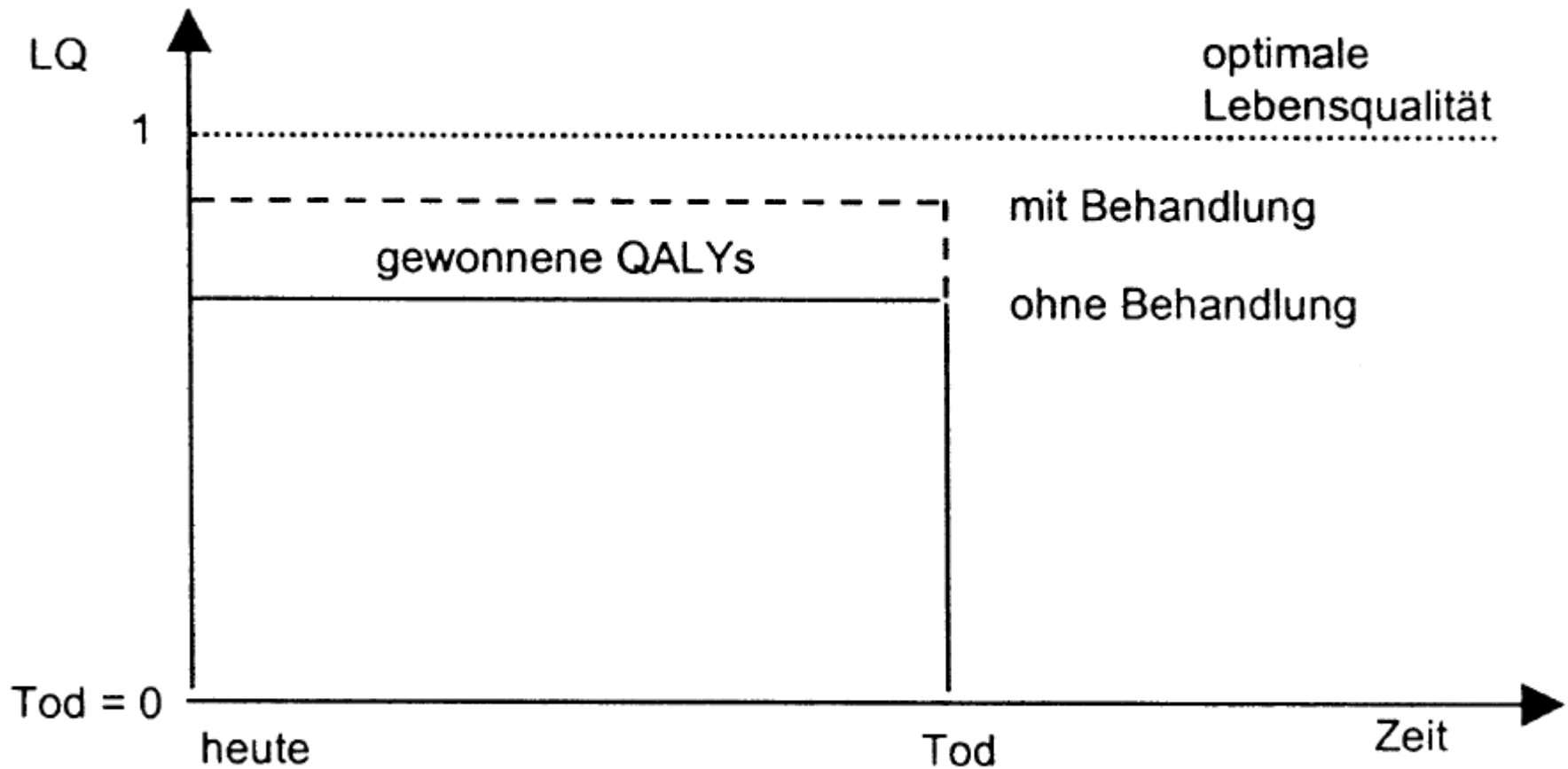
Beispiele für QALYs bei **10** gewonnenen Lebensjahren:

-vollkommene Gesundheit	1,00	x	10 Jahre	=	10,0	QALYs
-Milde Angina Pectoris	0,99	x	10 Jahre	=	9,9	QALYs
-Status nach Myokardinfarkt	0,87	x	10 Jahre	=	8,7	QALYs
-Zustand nach Apoplex	0,80	x	10 Jahre	=	8,0	QALYs
-Blindheit	0,39	x	10 Jahre	=	3,9	QALYs
-Herzinsuffizienz NYHA IV	0,30	x	10 Jahre	=	3,0	QALYs
-Tod	0,00	x	10 Jahre	=	0,0	QALYs

4. Kosten-Nutzwert-Analyse: QALYs



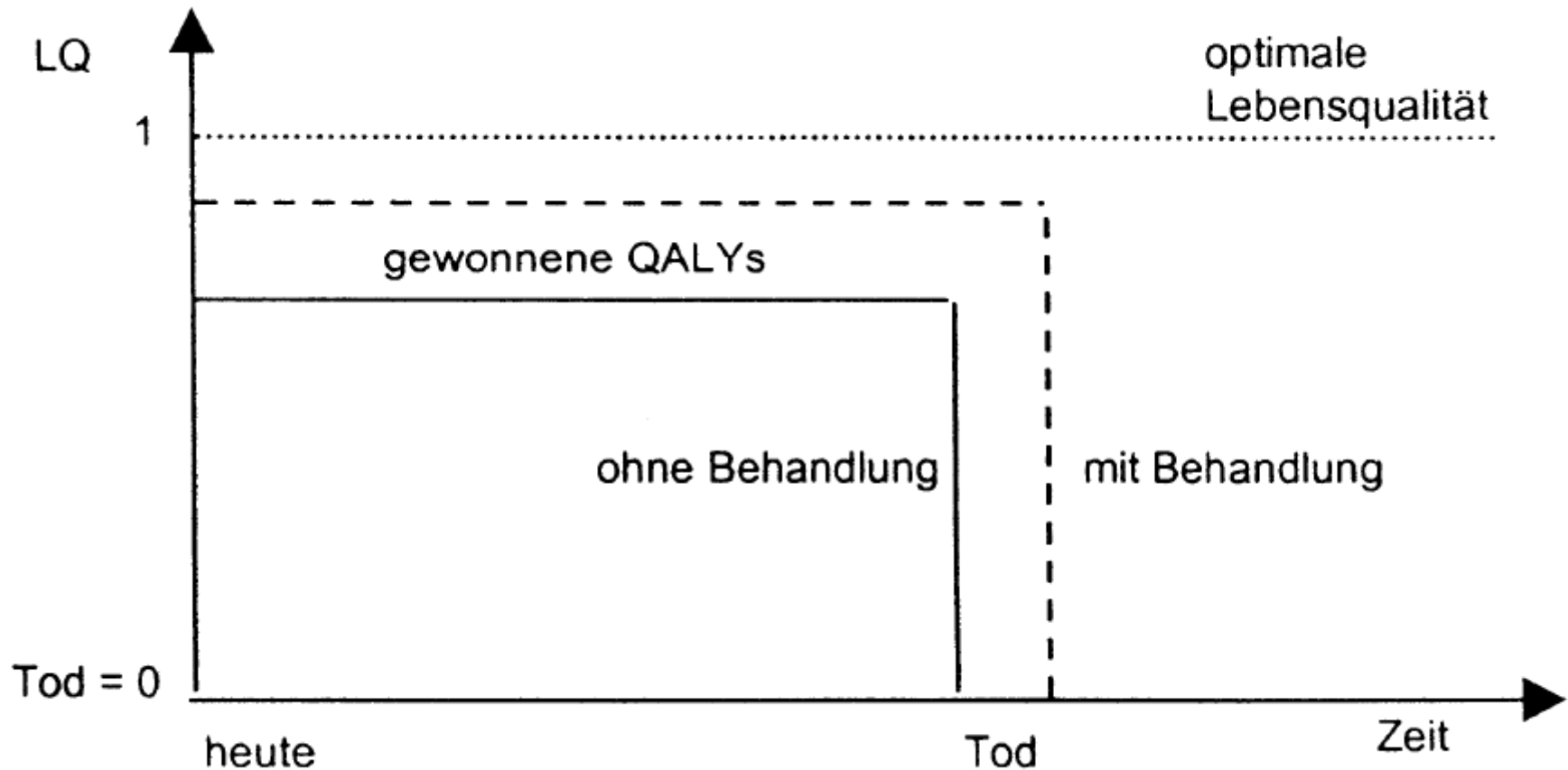
4. Kosten-Nutzwert-Analyse: QALYs



4. Kosten-Nutzwert-Analyse: QALYs



Wo liegen die Hauptprobleme bei dieser einfachen Darstellung?



4. Kosten-Nutzwert-Analyse: QALYs



- Formale Darstellung der QALYs: Die Nutzenfunktion:

$$u(G_h, T_h) = u(G_h)T_h$$

- G_h = alle möglichen Gesundheitszustände $h = 1, \dots, H$
- T_h = Restlebensdauer (Annahme: Gesundheitszustände bleiben unverändert während der Restlebensdauer - chronische Zustände)
- Nutzen bei perfekter Gesundheit $u(G^*) = 1$; Tod: $u(.) = 0$
- 2 wichtige Annahmen dieser Nutzenfunktion:
 - Die Präferenzen über Gesundheitszustände über das ganze Leben sind stabil.
 - Das Individuum ist risikoneutral in Bezug auf die Lebensdauer.

4. Kosten-Nutzwert-Analyse: QALYs



- Formale Darstellung der QALYs:

$$EU = QALYs = \sum_{h=1}^H \pi_h u(G_h) T_h$$

- π_h = Wahrscheinlichkeit, dass die Kombination (G_h, T_h) eintritt
- Erweiterung: Diskontierung des zukünftigen Nutzens:

$$u(G_h, T_h) = \sum_{t=1}^{T_h} \beta_t^{t-1} u(G_h)$$

$\beta_t \leq 1$ = Diskontfaktor in Periode t

$$EU = QALYs = \sum_{h=1}^H \pi_h \sum_{t=1}^{T_h} \beta_t^{t-1} u(G_h)$$

4. Kosten-Nutzwert-Analyse: QALYs



- Erweiterung: Risikoaversion bezüglich der Lebensdauer:

$$u(G_h, T_h) = u(G_h) T_h^r$$

$r < 1$ = Risikoaversion

$$EU = QALYs = \sum_{h=1}^H \pi_h u(G_h) T_h^r$$

- Erweiterung: Nutzen abhängig vom Konsum:

$$u_t(c_t, G_h) = b_t(c_t) u(G_h) \quad c_t = \text{Konsum in Periode } t$$

$\pi_{h,t}$ = Wahrscheinlichkeit die Periode t im Gesundheitszustand h zu verbringen

$\hat{T}$ = die maximale Lebensdauer

$$EU = \sum_{t=1}^{\hat{T}} \left(\sum_{h=1}^H \pi_{h,t} b_t(c_t) u(G_h) \right)$$

4. Kosten-Nutzwert-Analyse: QALYs



- Bei einer in allen Perioden identischen Nutzenfunktion und konstantem Konsum:

$$EU = b(c) \left(\sum_{h=1}^H \sum_{t=1}^{\hat{T}} \pi_{h,t} u(G_h) \right)$$

- ...und nun ist $\sum_{t=1}^{\hat{T}} \pi_{h,t}$ die erwartete Zeit, die das Individuum im

Gesundheitszustand h verbringt, d.h. $EU = b(c) QALYs$

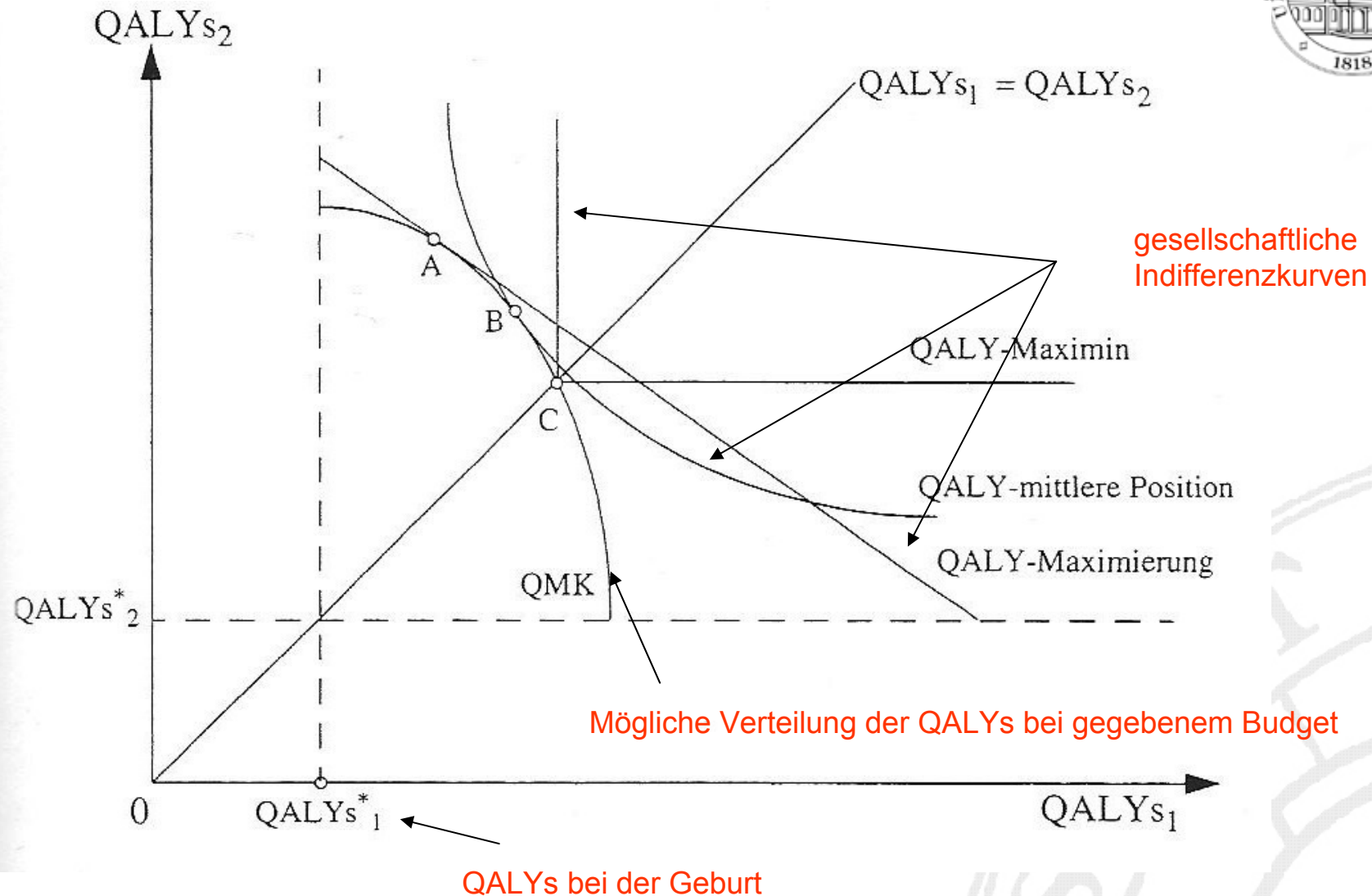
- ...das ist ein schönes Ergebnis, weil wir weiterhin durch QALYs alle gesundheitsrelevanten Faktoren in einem Index erfassen können (sind aber die restriktiven Annahmen nicht erfüllt, dann muss eine Erhöhung der QALYs nicht zwingend eine Nutzenverbesserung bedeuten – s. Übungsaufgabe)

4. Kosten-Nutzwert-Analyse: QALYs



- Entscheidungsregel: Bei gegebenem Budget soll diejenige Maßnahme gewählt werden, bei der die Summe der QALYs maximal ist.
- Die Aggregation von QALYs ist aber nicht unproblematisch – warum?
- Hauptproblem: Es ist grundsätzlich irrelevant bei wem die QALY-Erhöhung eintritt.
- Welche anderen Entscheidungsregeln wären denkbar? Maximin-Prinzip: Maximierung der QALYs derjenigen Person mit den geringsten QALYs.

4. Kosten-Nutzwert-Analyse: QALYs



4. Kosten-Nutzwert-Analyse: QALYs



- Wie kann der Nutzen von Gesundheitszuständen gemessen werden?
- Die Bewertungsskala:
 - Die befragte Person soll einen bestimmten Gesundheitszustand bewerten, indem sie einen Punkt auf einer Skala angibt.
 - Vorteil: Einfache Verwendung
 - Nachteil: Liefert nur eine ordinale Rangordnung; für einen Qualitätsindex sollten auch die Differenzen zwischen den einzelnen Nutzenniveaus bekannt sein.

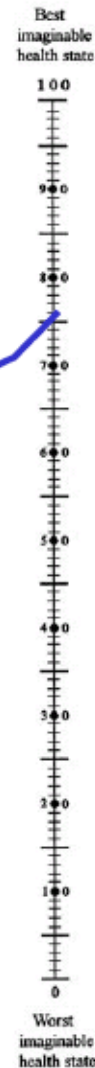
4. Kosten-Nutzwert-Analyse: QALYs



To help people say how good or bad a health state is, we have drawn a scale (rather like a thermometer) on which the best state you can imagine is marked by 100 and the worst state you can imagine is marked by 0.

We would like you to indicate on this scale how good or bad your own health is today, in your opinion. Please do this by drawing a line from the box below to whichever point on the scale indicates how good or bad your current health state is.

Your own
health state
today



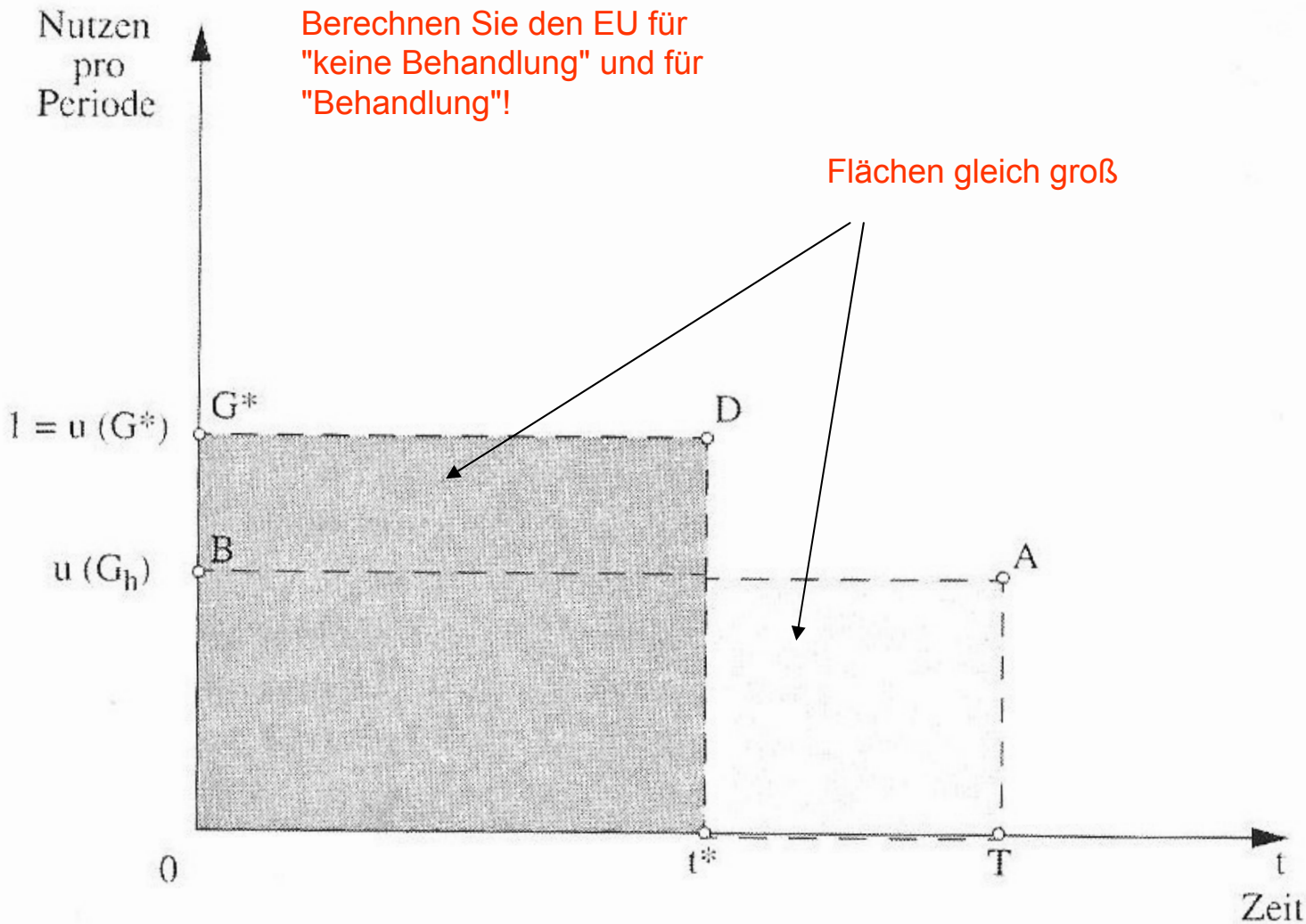
= 0,75

4. Kosten-Nutzwert-Analyse: QALYs



- Wie kann der Nutzen von Gesundheitszuständen gemessen werden?
- Die Methode der zeitlichen Abwägung:
 - *Frage: „Nehmen Sie an, Sie hätten eine Krankheit, die Sie ohne Behandlung für die restliche Lebensdauer von T Jahren in den Gesundheitszustand G_h versetzt. Die einzig mögliche Behandlung ist für Sie kostenlos und würde Sie vollständig heilen, verkürzt aber Ihre Lebensdauer auf t Jahre. Bei welcher Lebensdauer t sind Sie indifferent zwischen den beiden Alternativen „Behandlung“ und „Keine Behandlung“?*

4. Kosten-Nutzwert-Analyse: QALYs



4. Kosten-Nutzwert-Analyse: QALYs



- Berechnung:
- $EU \text{ (ohne Behandlung)} = T \cdot u(G_h)$
- $EU \text{ (mit Behandlung)} = t^* \cdot u(G^*) = t^*$
- Indifferenz: $T \cdot u(G_h) = t^* \Rightarrow u(G_h) = t^* / T$
- Die Bewertung des Gesundheitszustandes entspricht dem Verhältnis t^* / T .
- Beispiel: Entweder können Sie mit dem Bronchialkarzinom unter Chemotherapie während x Jahren leben oder 1 Jahr mit vollkommener Gesundheit. Durch Variation von x wird die Zeitdauer erfragt, bei der sich bei der Versuchsperson Indifferenz einstellt. 1 Jahr vollkommene Gesundheit ist Versuchsperson soviel wert, wie etwa 3 Jahre mit Chemotherapie.
- Nutzwert der Chemotherapie = $1/3 = 0,33$

4. Kosten-Nutzwert-Analyse: QALYs

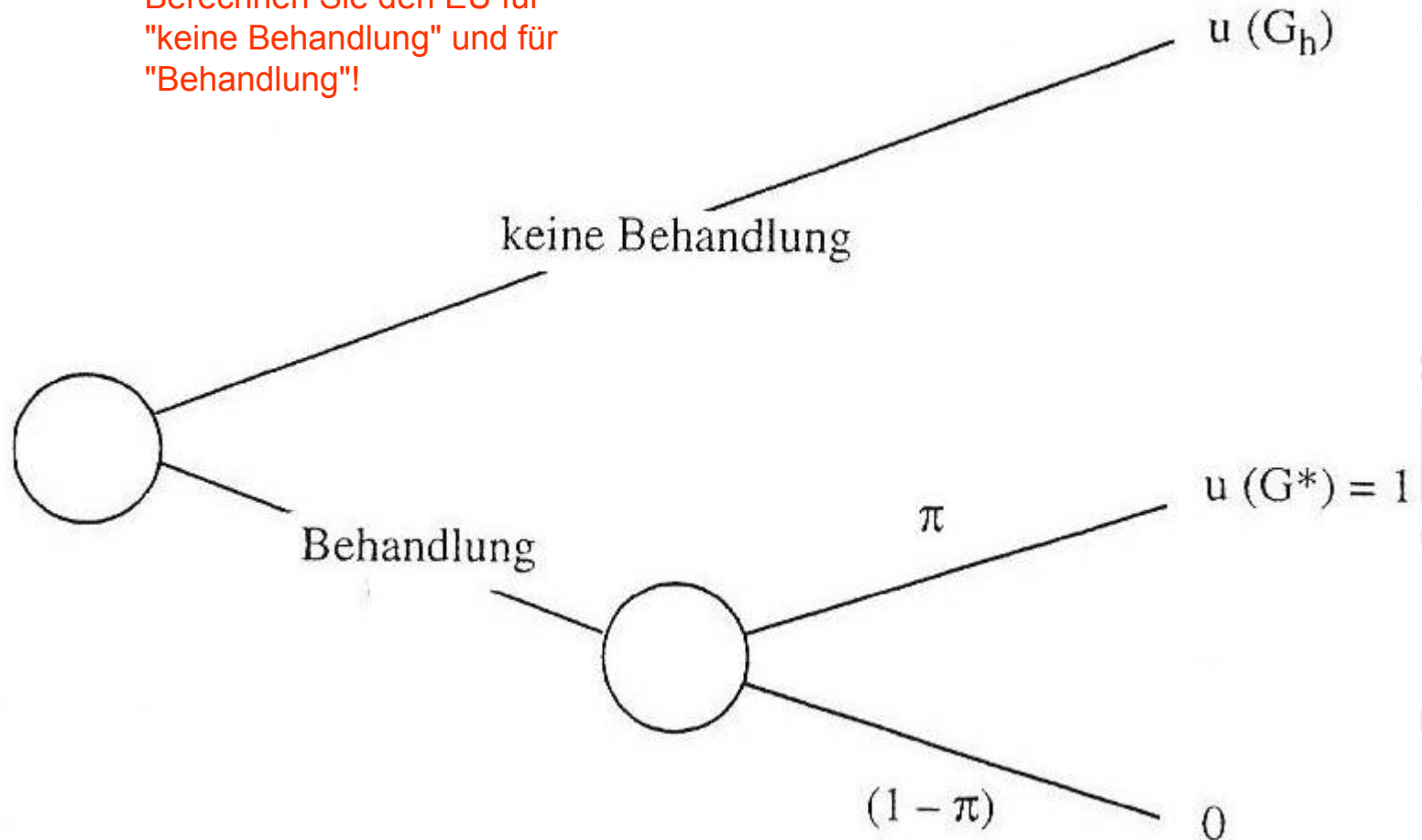


- Wie kann der Nutzen von Gesundheitszuständen gemessen werden?
- Die Methode der Standard-Lotterie:
 - *Frage: „Nehmen Sie an, Sie hätten eine Krankheit, die Sie ohne Behandlung permanent (d.h. für die restliche Lebensdauer von T Jahren) in den Zustand G_h versetzt. Die einzige mögliche Behandlung ist für Sie kostenlos und würde Sie mit Wahrscheinlichkeit π vollständig heilen, mit der Wahrscheinlichkeit $1 - \pi$ aber zum sofortigen Tod führen. Bei welcher Wahrscheinlichkeit π sind Sie indifferent zwischen den beiden Alternativen „Behandlung“ und „Keine Behandlung“?*

4. Kosten-Nutzwert-Analyse: QALYs



Berechnen Sie den EU für
"keine Behandlung" und für
"Behandlung"!



4. Kosten-Nutzwert-Analyse: QALYs



- Berechnung:
- $EU \text{ (ohne Behandlung)} = T \cdot u(G_h)$
- $EU \text{ (mit Behandlung)} = (1-\pi) \cdot 0 + \pi^* \cdot 1 \cdot T = T \pi^*$
- Indifferenz: $T \cdot u(G_h) = T \pi^* \Rightarrow u(G_h) = \pi^*$
- Der Wert des Gesundheitszustandes entspricht einfach der Wahrscheinlichkeit π^*

4. Kosten-Nutzwert-Analyse: QALYs



- Entscheidende Frage: Was darf ein QALY kosten?!
- ICER (incremental cost-effectiveness ratio): *Welche Zusatzkosten verursacht eine (neue) Therapie A, um ein gegenüber einer Vergleichstherapie B zusätzliches QALY zu realisieren? > ICER*

$$\text{ICER} = \frac{\text{Kostendifferenz}}{\text{QALY-Differenz}} = \frac{\text{Kosten (A)} - \text{Kosten (B)}}{\text{QALY (A)} - \text{QALY (B)}}$$

Orientierungsgröße etwa 50.000 Euro/gewonnenem QALY
(Berechnungsbeispiel in der Übung)