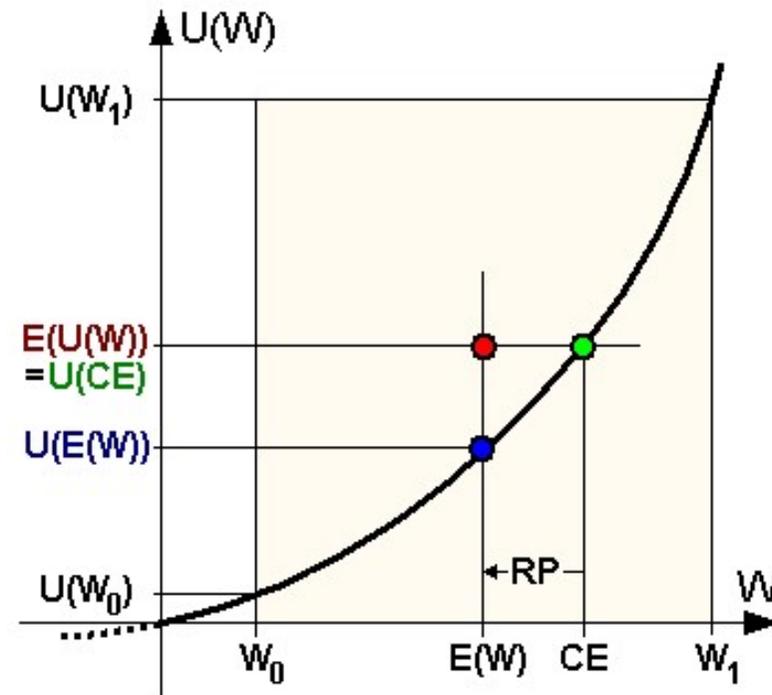
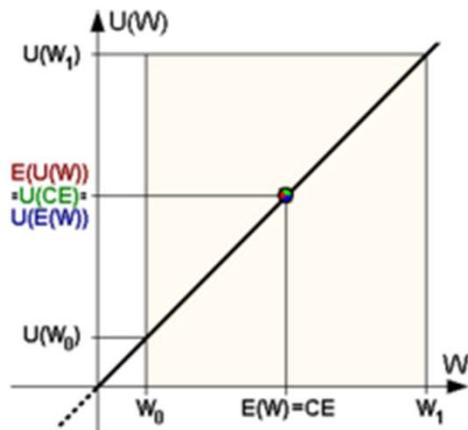
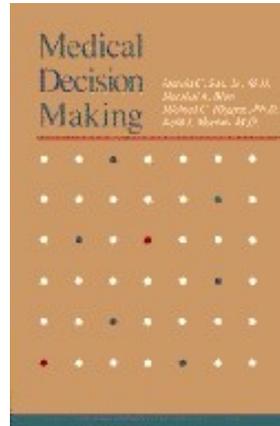


Grundlagen der Entscheidungstheorie



Entscheidungssituation



Wir wollen einen Ausflug unternehmen und stehen vor der Entscheidung, ob wir einen Schirm mitnehmen sollen oder nicht.



Entscheidungssituation

Darstellungsmöglichkeit 1: Die Entscheidungsmatrix

Aktion j \ Ereignis i	Schirm mitnehmen	Schirm nicht mitnehmen
Regen		
kein Regen		

In die freien Felder können zunächst die Konsequenzen von dem Zusammentreffen von Ereignis und Aktion verbal eingetragen werden.



*individuell
verschieden*

Entscheidungssituation

Darstellungsmöglichkeit 1: Die Entscheidungsmatrix

Aktion j \ Ereignis i	Schirm mitnehmen	Schirm nicht mitnehmen
Regen	trocken, aber belastet mittelmäßig zufrieden	nass unzufrieden
kein Regen	unnötig belastet nicht sehr zufrieden	unbelastet sehr zufrieden

Zahlen

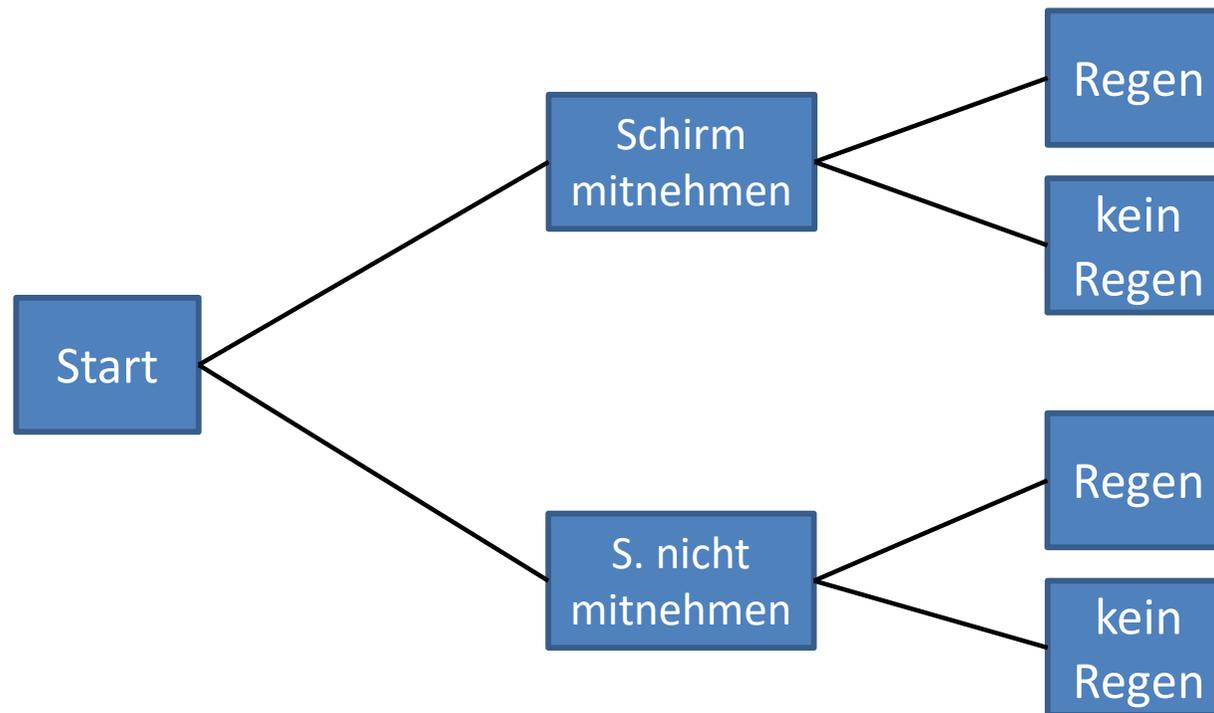
Diese Bewertung kann natürlich von Entscheidungsträger zu Entscheidungsträger unterschiedlich ausfallen.

Wie soll ich
hier entscheiden?
es fehlt noch eine
Zahlenmäßige Bewe-

Entscheidungssituation

fung

Darstellungsmöglichkeit 2: Der Entscheidungsbaum

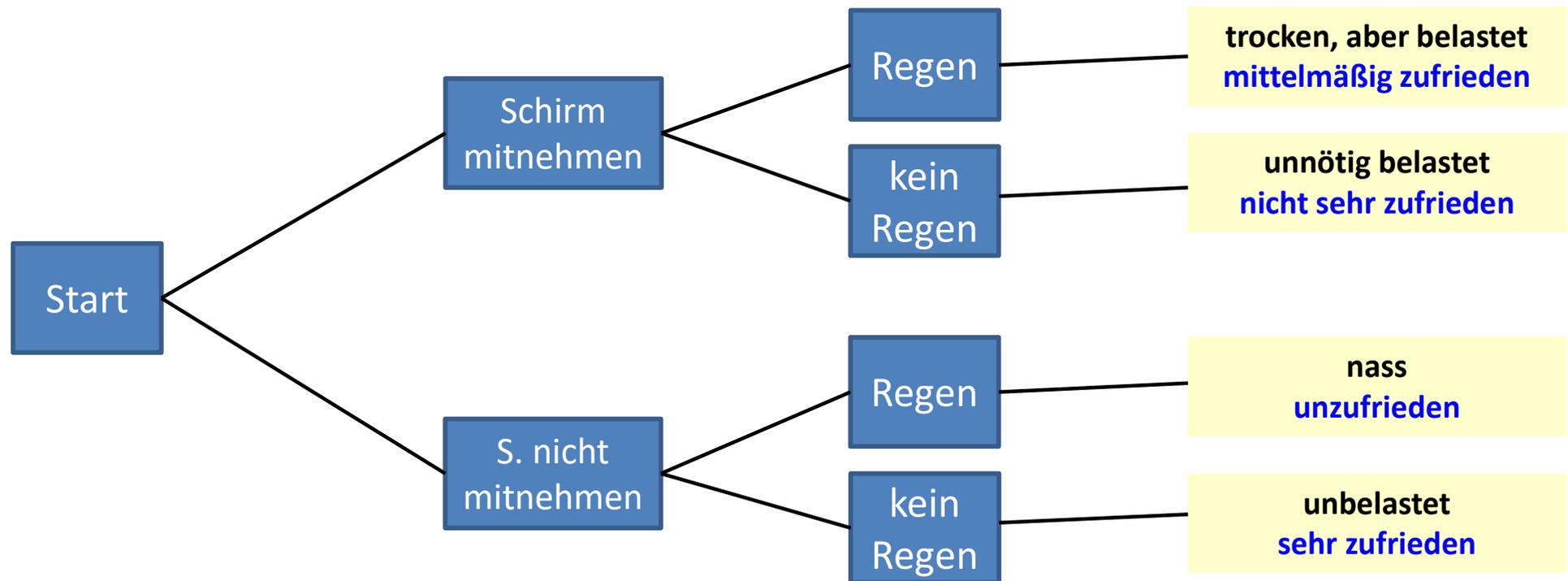


Rechts dahinter können zunächst die Konsequenzen von dem Zusammentreffen von Ereignis und Aktion verbal eingetragen werden.

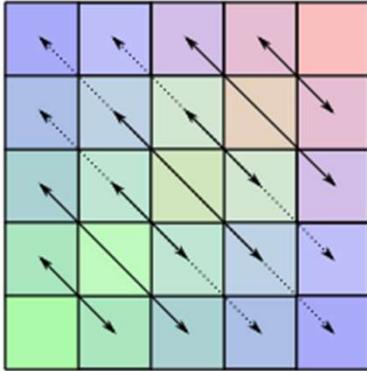


Entscheidungssituation

Darstellungsmöglichkeit 2: Der Entscheidungsbaum

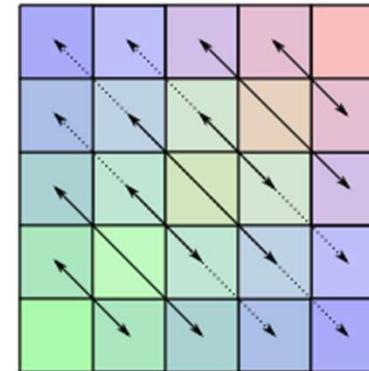


Entscheidungssituation



$$\begin{matrix} & \begin{matrix} 1 & 2 & \dots & n \end{matrix} \\ \begin{matrix} 1 \\ 2 \\ 3 \\ \vdots \\ m \end{matrix} & \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ a_{31} & a_{32} & \dots & a_{3n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ a_{m1} & a_{m2} & \dots & a_{mn} \end{bmatrix} \end{matrix}$$

Im weiteren soll das Matrix-Konzept wegen der größeren Übersichtlichkeit weiter verfolgt werden.



Entscheidungssituation

Zwischenüberlegung:

Bei nicht 100%iger Sicherheit des Ereignisses benötigt man zur Analyse zusätzliche Angaben über

- falls möglich, Wahrscheinlichkeiten für das Eintreffen der Ereignisse
- Angaben über die Attraktivität der Ergebnisse, die aus dem Zusammentreffen aus Ereignis i und Aktion j resultieren, d. h. über die Zielvorstellungen des Entscheidenden



Entscheidungssituation

Zielvorstellungen
des Entscheidenden:

Beispiele

- Zufriedenheitsmaximierung
- Gewinnmaximierung
- Nutzenmaximierung
- Sicherheitsmaximierung
- Kostenminimierung
- Zeitminimierung
- Schadensminimierung



MS W .



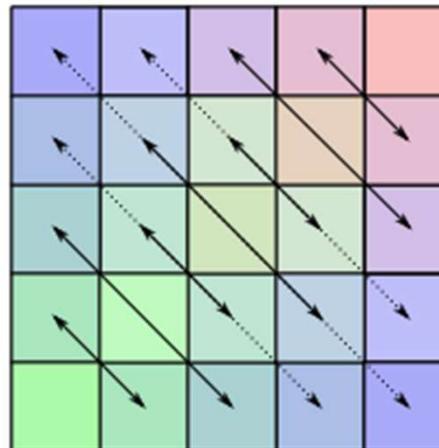
Entscheidungssituation

**Bewertung
des Entscheidenden:**

... und Überführung der verbalen Beschreibung der Attraktivität in rechenbare Zufriedenheits- oder Nutzenwerte,

d. h. Aufstellen einer so genannten Auszahlungsmatrix oder Bewertungsmatrix.

*Passiert
im Vorfeld*



Darstellungsmöglichkeit 1: Die Entscheidungsmatrix

Aktion j \ Ereignis i	Schirm mitnehmen	Schirm nicht mitnehmen
Regen	trocken, aber belastet mittelmäßig zufrieden	nass unzufrieden
kein Regen	unnötig belastet nicht sehr zufrieden	unbelastet sehr zufrieden

Nur weil Ergebnisse

Diese verbalen Ergebnisse werden also in die so genannte **Auszahlungsmatrix** transformiert...

Punktzahlverfahren

... und damit **rechenbar** gemacht...



Die Auszahlungsmatrix

Aktion j \ Ereignis i	Schirm mitnehmen	Schirm nicht mitnehmen
Regen	5	-5
kein Regen	2	10

Offensichtlich wiegt der unnötig mitgenommene Schirm schwerer (negativer) als der Regen.



Entscheidungssituation

Die Entscheidungsfrage



Soll ich den Schirm mitnehmen oder nicht?



Die Entscheidungsfrage



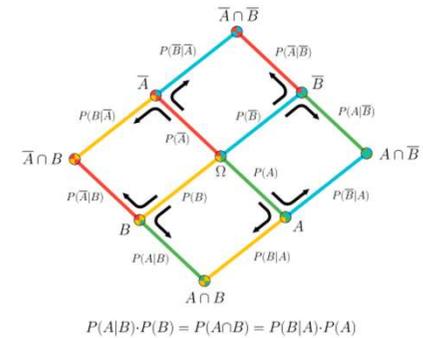
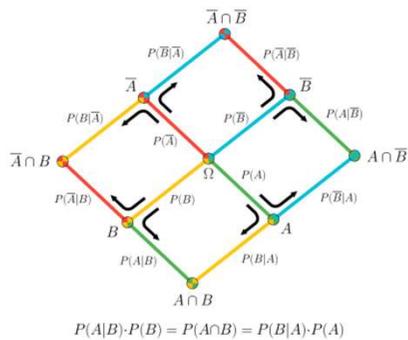
Soll ich den Schirm mit-
nehmen oder nicht?



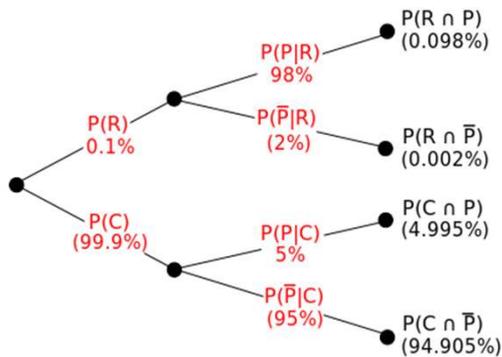
Institut A sagt:
Regen-
wahrscheinlichkeit
beträgt 50%.

Institut B sagt:
Regen-
wahrscheinlichkeit
beträgt 30%.

Die Entscheidungsfrage



Sind Wahrscheinlichkeiten bekannt, bietet sich beispielsweise die Bayes-Regel an.



Erwartungswertregel



Entscheidungsregel : Bayes-Regel oder Erwartungswert-Regel

mathematische Formulierung:

$$A_{opt} = \max_j \left(\sum_i p_i \cdot e_{ij} \right)$$

$i = 1, 2, \dots, m$ Anzahl der Ereignisse

$j = 1, 2, \dots, n$ Anzahl der Aktionen

e_{ij} : Elemente der Auszahlungsmatrix

je der höher
der Erwartungswert,
um so besser
ist die
Alternative!

Entscheidungsregel : Bayes-Regel oder Erwartungswert-Regel

in Worten:

- charakterisiere jede Aktion durch den Erwartungswert der Auszahlungswerte
- und wähle die Aktion, bei der dieser Erwartungswert am größten ist



Institut A sagt:
Regen-
wahrscheinlichkeit
beträgt 50%.

Aktion j \ Ereignis i	Wahr- scheinlichkeit	Schirm mitnehmen	Schirm nicht mitnehmen
Regen	0,5	5	-5
kein Regen	0,5	2	10
Beurteilung bzgl. E-Regel		$5 \cdot 0,5 +$ $2 \cdot 0,5 =$ $3,5$	$(-5) \cdot 0,5 +$ $10 \cdot 0,5$ $2,5$
Entscheidung		X X X	

Institut A sagt:
Regen-
wahrscheinlichkeit
beträgt 50%.

Aktion j \ Ereignis i	Wahr- scheinlichkeit	Schirm mitnehmen	Schirm nicht mitnehmen
Regen	0,5	5	-5
kein Regen	0,5	2	10
Beurteilung bzgl. E-Regel		$0,5 \cdot 5 +$ $0,5 \cdot 2 =$ 3,5	$0,5 \cdot (-5) +$ $0,5 \cdot 10 =$ 2,5
Entscheidung			

Institut A sagt:
Regen-
wahrscheinlichkeit
beträgt 50%.

Aktion j \ Ereignis i	Wahr- scheinlichkeit	Schirm mitnehmen	Schirm nicht mitnehmen
Regen	0,5	5	-5
kein Regen	0,5	2	10
Beurteilung bzgl. E-Regel		$0,5 \cdot 5 +$ $0,5 \cdot 2 =$ 3,5	$0,5 \cdot (-5) +$ $0,5 \cdot 10 =$ 2,5
Entscheidung			



Institut B sagt:
Regen-
wahrscheinlichkeit
beträgt 30%.

Aktion j \ Ereignis i	Wahr- scheinlichkeit	Schirm mitnehmen	Schirm nicht mitnehmen
Regen	0,3	5	-5
kein Regen	0,7	2	10
Beurteilung bzgl. E-Regel		$5 \cdot 0,3 + 2 \cdot 0,7 = 2,9$	
Entscheidung			

Institut B sagt:
Regen-
wahrscheinlichkeit
beträgt 30%.

Aktion j \ Ereignis i	Wahr- scheinlichkeit	Schirm mitnehmen	Schirm nicht mitnehmen
Regen	0,3	5	-5
kein Regen	0,7	2	10
Beurteilung bzgl. E-Regel		$0,3 \cdot 5 +$ $0,7 \cdot 2 =$ 2,9	$0,3 \cdot (-5) +$ $0,7 \cdot 10 =$ 5,5
Entscheidung			

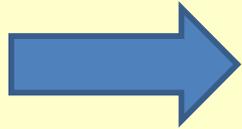
Institut B sagt:
Regen-
wahrscheinlichkeit
beträgt 30%.

Aktion j \ Ereignis i	Wahr- scheinlichkeit	Schirm mitnehmen	Schirm nicht mitnehmen
Regen	0,3	5	-5
kein Regen	0,7	2	10
Beurteilung bzgl. E-Regel		$0,3 \cdot 5 +$ $0,7 \cdot 2 =$ 2,9	$0,3 \cdot (-5) +$ $0,7 \cdot 10 =$ 5,5
Entscheidung			

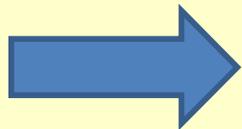


Ein weiteres Beispiel

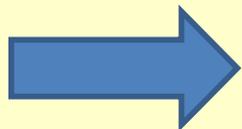
Ein Hersteller eines technischen Gerätes hat drei verschiedene alternative Bauweisen (in der Sprache der Entscheidungstheorie: Aktionen) anzubieten:



Variante 1

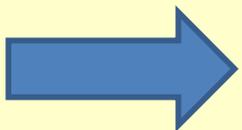


Variante 2

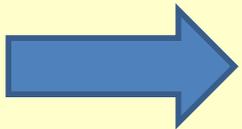


Variante 3

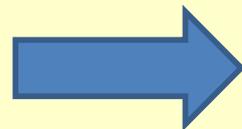
Als Ereignisse seien denkbar:



geringe Nachfrage



mittlere Nachfrage



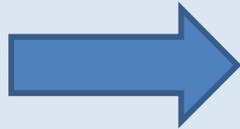
große Nachfrage

Welche Variante sollte gewählt werden, wenn jeweils nur eine Bauweise möglich ist?



Auch hier stellt sich die Frage nach der „besten“ Entscheidung.

- **Fall 1: falls keine Wahrscheinlichkeiten angegeben werden können**



Entscheidungen unter Ungewissheit

- **Fall 2: falls Wahrscheinlichkeiten angegeben werden können**



Entscheidungen unter Risiko

**Die Kombination aus beiden
ergibt die Auszahlungsmatrix
(Entscheidungsmatrix)**

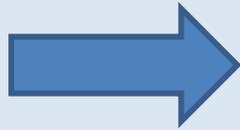
**Die Auszahlungsmatrix (Entscheidungsmatrix)
für die Ungewissheitssituation**

Aktion j Ereignis i	Variante 1	Variante 2	Variante 3
geringe Nachfrage	25	-10	-125
mittlere Nachfrage	400	440	400
große Nachfrage	650	740	750
Beurteilung bzgl. E-Regel			
Beurteilung bzgl. E-Regel			

**Die Auszahlungsmatrix (Entscheidungsmatrix)
für die Risikosituation**

Aktion j Ereignis i	Wahr- scheinlichkeit	Variante 1	Variante 2	Variante 3
geringe Nachfrage		25	-10	-125
mittlere Nachfrage		400	440	400
große Nachfrage		650	740	750
Beurteilung bzgl. E-Regel				
Entscheidung				

- **Fall 1:** falls keine Wahrscheinlichkeiten angegeben werden können



Entscheidungen unter Ungewissheit

Ungewissheitssituationen sind verbunden mit Entscheidungsregeln:

- **Maximax-Regel**



- **Maximin-Regel**



- **Hurwicz-Regel**



- **Laplace-Regel**

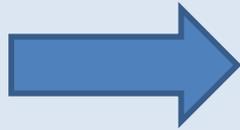


- **Minimax-Regret-Regel (Savage-Niehans-Regel)**

- ~~Kritische Regel~~

nicht relevant

- Fall 2: falls Wahrscheinlichkeiten angegeben werden können



Entscheidungen unter Risiko

Risikosituationen sind verbunden mit Wahrscheinlichkeiten:

- Maximum-Likelihood-Regel
- Bayes-Regel

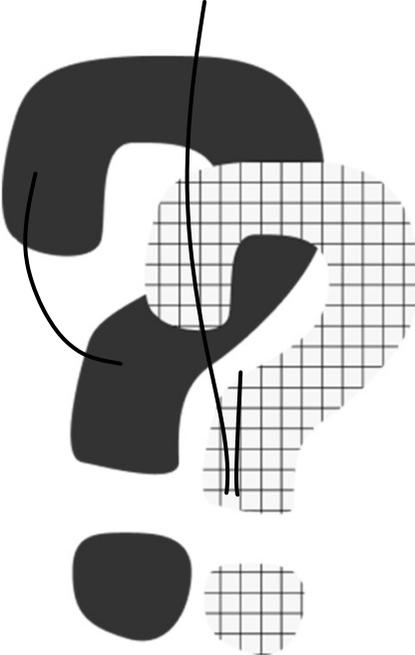
likelihood
Maximum likelihood

$$E(X) = \sum_{i \in I} x_i p_i = \sum_{i \in I} x_i P(X = x_i)$$

Bayes

weiter 1945 We Erwartungswert

Die Ungewissheitssituation ...



... „meistern“ mit Entscheidungsregeln.

Entscheidungsregel 1: Maximax-Regel

mathematische Formulierung:

$$A_{opt} = \max_j \left(\max_i e_{ij} \right)$$

$i = 1, 2, \dots, m$ Anzahl der Ereignisse

$j = 1, 2, \dots, n$ Anzahl der Aktionen

e_{ij} : Elemente der Auszahlungsmatrix

Entscheidungsregel 1: Maximax-Regel

in Worten:

- charakterisiere jede Aktion durch ihre maximale Auszahlung
- und wähle die Aktion, bei der dieser maximale Wert am größten ist



Entscheidungsregel 1: Maximax-Regel

Aktion j Ereignis i	Variante 1	Variante 2	Variante 3
geringe Nachfrage	25	-10	-125
mittlere Nachfrage	400	440	400
große Nachfrage	650	740	750
Beurteilung bzgl. E-Regel	650	740	750
Entscheidung			✗ ✗ ✗

Entscheidungsregel 1: Maximax-Regel

Aktion j Ereignis i	Variante 1	Variante 2	Variante 3
geringe Nachfrage	25	-10	-125
mittlere Nachfrage	400	440	400
große Nachfrage	650	740	750
Beurteilung bzgl. E-Regel	650	740	750
Entscheidung			

Entscheidungsregel 1: Maximax-Regel

Aktion j Ereignis i	Variante 1	Variante 2	Variante 3
geringe Nachfrage	25	-10	-125
mittlere Nachfrage	400	440	400
große Nachfrage	650	740	750
Beurteilung bzgl. E-Regel	650	740	750
Entscheidung			

Entscheidungsregel 1: Maximax-Regel

Kritik:

- Die Maximax-Regel erinnert an einen grenzenlosen Optimisten („blind“)

Aktion j \ Ereignis i	Aktion 1	Aktion 2
Ereignis 1	700	-900
Ereignis 2	725	750
Beurteilung bzgl. E-Regel	725	750
Entscheidung		★ ★ ★

Obwohl sich die Maximalergebnisse kaum unterscheiden und bei Eintreffen von Ereignis 1 ein hoher Verlust entsteht, entscheidet sich der Entscheidungsträger „blind“ für Aktion 2.

Entscheidungsregel 2: Maximin-Regel

Wald-Regel

mathematische Formulierung:

$$A_{opt} = \max_j \left(\min_i e_{ij} \right)$$

(Handwritten blue squiggly lines under the j and i indices)

$i = 1, 2, \dots, m$ Anzahl der Ereignisse

$j = 1, 2, \dots, n$ Anzahl der Aktionen

e_{ij} : Elemente der Auszahlungsmatrix

Entscheidungsregel 2: Maximin-Regel

in Worten:

- **charakterisiere jede Aktion durch ihre minimale Auszahlung**
- **und wähle die Aktion, bei der dieser minimale Wert am größten ist**



Entscheidungsregel 2: Maximin-Regel

Aktion j Ereignis i	Variante 1	Variante 2	Variante 3
geringe Nachfrage	25	-10	-125
mittlere Nachfrage	400	440	400
große Nachfrage	650	740	750
Beurteilung bzgl. E-Regel	25	-10	-125
Entscheidung	XXXX		

Entscheidungsregel 2: Maximin-Regel

Aktion j Ereignis i	Variante 1	Variante 2	Variante 3
geringe Nachfrage	25	-10	-125
mittlere Nachfrage	400	440	400
große Nachfrage	650	740	750
Beurteilung bzgl. E-Regel	25	-10	-125
Entscheidung			

Entscheidungsregel 2: Maximin-Regel

Aktion j Ereignis i	Variante 1	Variante 2	Variante 3
geringe Nachfrage	25	-10	-125
mittlere Nachfrage	400	440	400
große Nachfrage	650	740	750
Beurteilung bzgl. E-Regel	25	-10	-125
Entscheidung			

Entscheidungsregel 2: Maximin-Regel

Kritik 1:

- Die Maximin-Regel erinnert an einen grenzenlosen Pessimisten (blind).

Aktion j \ Ereignis i	Aktion 1	Aktion 2
Ereignis 1	0	-10
Ereignis 2	10	999
Beurteilung bzgl. E-Regel	0	-10
Entscheidung	★ ★ ★	

Obwohl sich die Minimalergebnisse kaum unterscheiden und bei Eintreffen von Ereignis 2 ein hoher Gewinn entsteht, entscheidet sich der Entscheidungsträger „blind“ für Aktion 1.

Entscheidungsregel 2: Maximin-Regel

Kritik 2:

- Die Maximin-Regel erinnert an einen grenzenlosen Pessimisten (blind).

Aktion j \ Ereignis i	Aktion 1	Aktion 2
Ereignis 1	100	1.000.000
Ereignis 2	-10	-10.000
Beurteilung bzgl. E-Regel	-10	-10.000
Entscheidung	★ ★ ★	

Hier geht es um die kurzfristige Verkraftbarkeit höherer Verluste.

Kann der sicherlich hohe Verlust verkraftet werden, wenn eine Chance auf einen sehr hohen Gewinn besteht?

Entscheidungsregel 3: Hurwicz-Regel

mathematische Formulierung:

$$A_{opt} = \max_j \left(\alpha \cdot \max_i e_{ij} + (1 - \alpha) \cdot \min_i e_{ij} \right)$$

mit $0 \leq \alpha \leq 1$

Alpha

α : Optimismusparameter

$\alpha = 1$: Maximax-Regel

$\alpha = 0$; Maximin-Regel

Lambda

$i = 1, 2, \dots, m$ Anzahl der Ereignisse

$j = 1, 2, \dots, n$ Anzahl der Aktionen

e_{ij} : Elemente der Auszahlungsmatrix

Entscheidungsregel 3: Hurwicz-Regel

in Worten:

- charakterisiere jede Aktion durch ihre maximale und ihre minimale Auszahlung, gewichte die maximale mit α und die minimale mit $1 - \alpha$
- und wähle die Aktion, bei der die Summe aus diesen beiden Werten am größten ist



Problem:
Wie bestimme
ich α !

Entscheidungsregel 3: Hurwicz-Regel

Fall 1: $\alpha = 0,5$

Aktion j \ Ereignis i	Variante 1	Variante 2	Variante 3
geringe Nachfrage	25	-10	-125
mittlere Nachfrage	400	440	400
große Nachfrage	650	740	750
Beurteilung bzgl. E-Regel	$650 \cdot 0,5 + 25(1-0,5)$	<i>analog</i>	$750 \cdot 0,5 + (-125) \cdot 0,5$
Entscheidung			

Entscheidungsregel 3: Hurwicz-Regel

Fall 1: $\alpha = 0,5$

Aktion j Ereignis i	Variante 1	Variante 2	Variante 3
geringe Nachfrage	25	-10	-125
mittlere Nachfrage	400	440	400
große Nachfrage	650	740	750
Beurteilung bzgl. E-Regel			
Entscheidung			

Entscheidungsregel 3: Hurwicz-Regel

Fall 1: $\alpha = 0,5$

Aktion j Ereignis i	Variante 1	Variante 2	Variante 3
geringe Nachfrage	25	-10	-125
mittlere Nachfrage	400	440	400
große Nachfrage	650	740	750
Beurteilung bzgl. E-Regel	$650 \cdot 0,5 + 25 \cdot 0,5 =$ 337,5	$740 \cdot 0,5 + (-10) \cdot 0,5 =$ 365	$750 \cdot 0,5 + (-125) \cdot 0,5 =$ 312,5
Entscheidung			

Entscheidungsregel 3: Hurwicz-Regel

Fall 2: $\alpha = 0,95$

Aktion j Ereignis i	Variante 1	Variante 2	Variante 3
geringe Nachfrage	25	-10	-125
mittlere Nachfrage	400	440	400
große Nachfrage	650	740	750
Beurteilung bzgl. E-Regel			
Entscheidung			

Entscheidungsregel 3: Hurwicz-Regel

Fall 2: $\alpha = 0,95$

$$1 - 0,95 = 0,05$$

Aktion j \ Ereignis i	Variante 1	Variante 2	Variante 3
geringe Nachfrage	25	-10	-125
mittlere Nachfrage	400	440	400
große Nachfrage	650	740	750
Beurteilung bzgl. E-Regel			
Entscheidung			

Entscheidungsregel 3: Hurwicz-Regel

Fall 2: $\alpha = 0,95$

Aktion j \ Ereignis i	Variante 1	Variante 2	Variante 3
geringe Nachfrage	25	-10	-125
mittlere Nachfrage	400	440	400
große Nachfrage	650	740	750
Beurteilung bzgl. E-Regel	$650 \cdot 0,95 + 25 \cdot 0,05 = 618,75$	$740 \cdot 0,95 + (-10) \cdot 0,05 = 702,5$	$750 \cdot 0,95 + (-125) \cdot 0,05 = 706,25$
Entscheidung			

Entscheidungsregel 3: Hurwicz-Regel

Fall 3: $\alpha = 0,1$

$1 - \alpha = 0,9$

Aktion j \ Ereignis i	Variante 1	Variante 2	Variante 3
geringe Nachfrage	25	-10	-125
mittlere Nachfrage	400	440	400
große Nachfrage	650	740	750
Beurteilung bzgl. E-Regel			
Entscheidung			

Entscheidungsregel 3: Hurwicz-Regel

Fall 3: $\alpha = 0,1$

Aktion j Ereignis i	Variante 1	Variante 2	Variante 3
geringe Nachfrage	25	-10	-125
mittlere Nachfrage	400	440	400
große Nachfrage	650	740	750
Beurteilung bzgl. E-Regel			
Entscheidung			

Entscheidungsregel 3: Hurwicz-Regel

Fall 3: $\alpha = 0,1$

Aktion j Ereignis i	Variante 1	Variante 2	Variante 3
geringe Nachfrage	25	-10	-125
mittlere Nachfrage	400	440	400
große Nachfrage	650	740	750
Beurteilung bzgl. E-Regel	$650 \cdot 0,1 + 25 \cdot 0,9 = 87,5$	$740 \cdot 0,1 + (-10) \cdot 0,9 = 65$	$750 \cdot 0,1 + (-125) \cdot 0,9 = -37,5$
Entscheidung			

Entscheidungsregel 3: Hurwicz-Regel

Kritik:

- Es dürfte schwierig sein, den Optimismusparameter verlässlich zu ermitteln.

α !
weil stabil ?
sicherheits-
abhängig!



Psychologie
Test ..

Entscheidungsregel 4: Laplace-Regel

mathematische Formulierung:

$$A_{opt} = \max_j \left(\frac{1}{m} \cdot \sum_{i=1}^m e_{ij} \right)$$

oder vereinfacht

$$A_{opt} = \max_j \left(\sum_{i=1}^m e_{ij} \right)$$

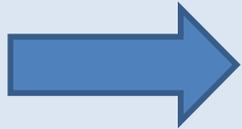

$i = 1, 2, \dots, m$ Anzahl der Ereignisse

$j = 1, 2, \dots, n$ Anzahl der Aktionen

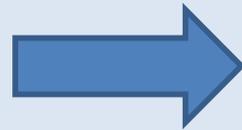
e_{ij} : Elemente der Auszahlungsmatrix

Entscheidungsregel 4: Laplace-Regel

mathematische Formulierung:



Laplace-Würfel, alle Seiten treten mit gleicher Wahrscheinlichkeit auf...



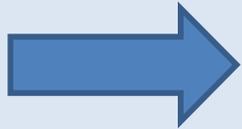
... also treten auch alle denkbaren m Ereignisse mit gleicher Wahrscheinlichkeit auf

Wahrsch. $\frac{1}{m}$



Entscheidungsregel 4: Laplace-Regel

mathematische Formulierung:



Laplace-Prinzip vom unzureichenden Grunde...



... wenn es kein Wissen über die denkbaren Ereignisse gibt, gibt es keinen Grund, ein Ereignis zu bevorzugen bzw. zu benachteiligen, darum gleiche Wahrscheinlich für alle Ereignisse

Reel



Entscheidungsregel 4: Laplace-Regel

in Worten für die einfache Formulierung:

- bilde für jede Aktion die Summe der Auszahlungswerte
- und wähle die Aktion, bei der die Summe aus den Auszahlungswerten am größten ist



Entscheidungsregel 4: Laplace-Regel

Aktion j Ereignis i	Variante 1	Variante 2	Variante 3
geringe Nachfrage	25	-10	-125
mittlere Nachfrage	400	440	400
große Nachfrage	650	740	750
Beurteilung bzgl. E-Regel	1075	1170	1025
Entscheidung		X X X	

Entscheidungsregel 4: Laplace-Regel

Aktion j Ereignis i	Variante 1	Variante 2	Variante 3
geringe Nachfrage	25	-10	-125
mittlere Nachfrage	400	440	400
große Nachfrage	650	740	750
Beurteilung bzgl. E-Regel	<u>1.075</u>	<u>1.170</u>	<u>1.025</u>
Entscheidung			

Entscheidungsregel 4: Laplace-Regel

Aktion j Ereignis i	Variante 1	Variante 2	Variante 3
geringe Nachfrage	25	-10	-125
mittlere Nachfrage	400	440	400
große Nachfrage	650	740	750
Beurteilung bzgl. E-Regel	<u>1.075</u>	<u>1.170</u>	<u>1.025</u>
Entscheidung			

Entscheidungsregel 4: Laplace-Regel

Kritik:

- Es ist fraglich, ob die These der Gleichwahrscheinlichkeit **wirklich** in jeder Entscheidungssituation anwendbar ist.



Entscheidungsregel 5: Minimax-Regret-Regel oder Savage-Niehans-Regel

404
NOT FOUND

Das wird Teil der Haus-
arbeit sein, eine kleine
Recherche!



↳ von 0
nicht
relevant

Entscheidungsregel 6: Krelle-Regel

mit

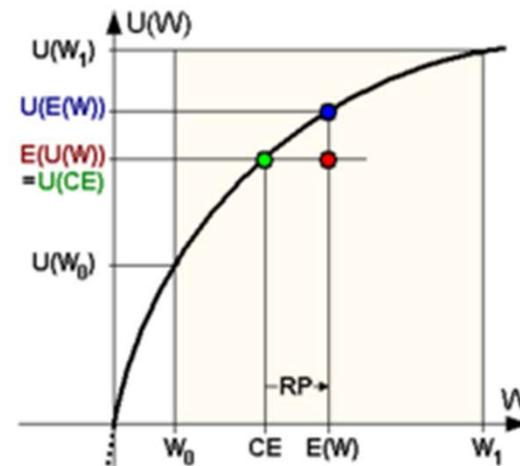
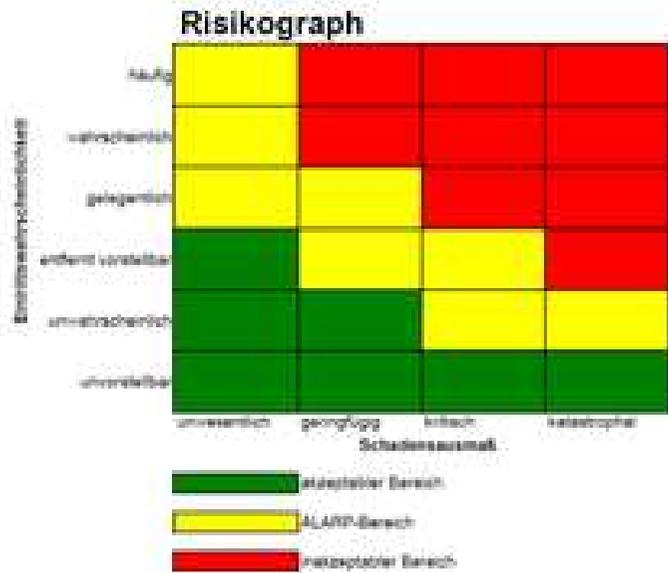
relevant

404
NOT FOUND

Das wird Teil der Hausarbeit sein, eine kleine Recherche!



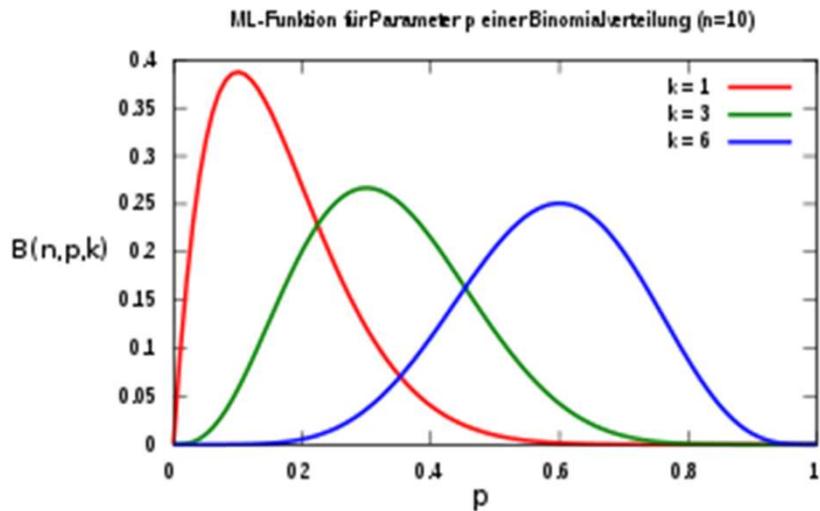
Die Risikosituation ...



... „meistern“ mit Wissensausnutzung.

Entscheidungsregel 1: Maximum-Likelihood-Regel

mathematisch:



Probabilities

$$\begin{aligned}
 p(N_{AVB}, N_{AVC} | p_A, p_B, p_C) &= \sum_{N_A=0}^{\min(N_{AVB}, N_{AVC})} p(N_{AVB}, N_{AVC}, N_A | p_A, p_B, p_C) \\
 &= \sum_{N_A=0}^{\min(N_{AVB}, N_{AVC})} p(N_{AVB}, N_{AVC} | p_A, p_B, p_C, N_A) p(N_A) \\
 &= \sum_{N_A=0}^{\min(N_{AVB}, N_{AVC})} \frac{N_{AVB} + N_{AVC} - N_A}{N_A! (N_{AVB} - N_A)! (N_{AVC} - N_A)!} p_A^{N_A} p_B^{(N_{AVB} - N_A)} p_C^{(N_{AVC} - N_A)} p(N_A)
 \end{aligned}$$

Expectation Maximization bound with the auxiliary distribution $q(N_A)$

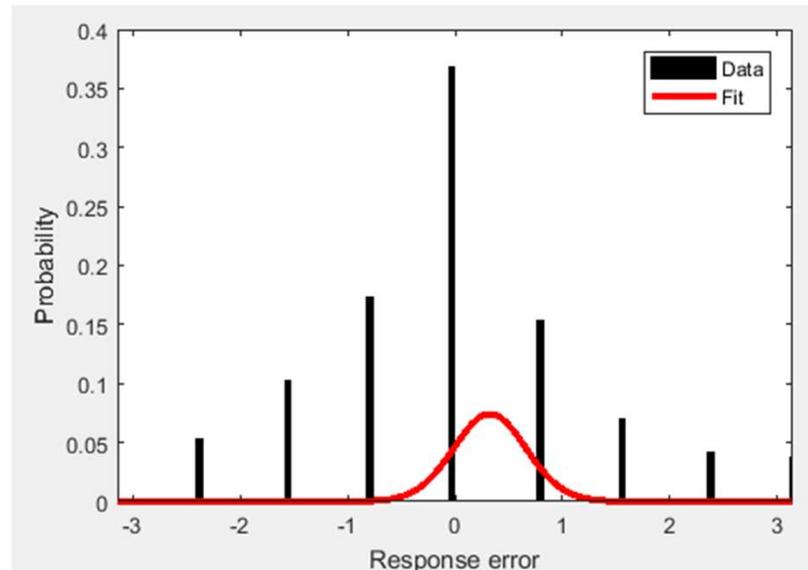
$$\begin{aligned}
 \log p(N_{AVB}, N_{AVC} | p_A, p_B, p_C) &= \log \sum_{N_A=0}^{\min(N_{AVB}, N_{AVC})} \frac{N_{AVB} + N_{AVC} - N_A}{N_A! (N_{AVB} - N_A)! (N_{AVC} - N_A)!} p_A^{N_A} p_B^{(N_{AVB} - N_A)} p_C^{(N_{AVC} - N_A)} p(N_A) \\
 &\geq \sum_{N_A=0}^{\min(N_{AVB}, N_{AVC})} q(N_A) \log \frac{\frac{N_{AVB} + N_{AVC} - N_A}{N_A! (N_{AVB} - N_A)! (N_{AVC} - N_A)!} p_A^{N_A} p_B^{(N_{AVB} - N_A)} p_C^{(N_{AVC} - N_A)} p(N_A)}{q(N_A)} \\
 &\stackrel{def}{=} \mathcal{F}(q(N_A), p_A, p_B, p_C)
 \end{aligned}$$

Expectation Step

Max with respect to $q(N_A)$

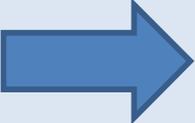


$$q(N_A) \propto \frac{N_{AVB} + N_{AVC} - N_A}{N_A! (N_{AVB} - N_A)! (N_{AVC} - N_A)!} p_A^{N_A} p_B^{(N_{AVB} - N_A)} p_C^{(N_{AVC} - N_A)} p(N_A)$$



Entscheidungsregel 1: Maximum-Likelihood-Regel

in Worten:

- Likelihood  Mutmaßlichkeit, Wahrscheinlichkeit
- man wählt diejenige Aktion, die beim wahrscheinlichsten Ereignis die größte Wahrscheinlichkeit verspricht



Entscheidungsregel 1: Maximum-Likelihood-Regel

Fall 1:

Aktion j Ereignis i	Wahr- scheinlichkeit	Variante 1	Variante 2	Variante 3
geringe Nachfrage	0,1	25	-10	-125
mittlere Nachfrage	0,7	400	440	400
große Nachfrage	0,2	650	740	750
Beurteilung bzgl. E-Regel				
Entscheidung				

Entscheidungsregel 1: Maximum-Likelihood-Regel

Fall 1:



Aktion j \ Ereignis i	Wahr- scheinlichkeit	Variante 1	Variante 2	Variante 3
geringe Nachfrage	0,1	25	-10	-125
mittlere Nachfrage	0,7	400	440	400
große Nachfrage	0,2	650	740	750
Beurteilung bzgl. E-Regel		400	440	400
Entscheidung				

Entscheidungsregel 1: Maximum-Likelihood-Regel

Fall 1:



Aktion j Ereignis i	Wahr- scheinlichkeit	Variante 1	Variante 2	Variante 3
geringe Nachfrage	0,1	25	-10	-125
mittlere Nachfrage	0,7	400	440	400
große Nachfrage	0,2	650	740	750
Beurteilung bzgl. E-Regel		400	440	400
Entscheidung				

Entscheidungsregel 1: Maximum-Likelihood-Regel

Fall 2:

Aktion j \ Ereignis i	Wahr- scheinlichkeit	Variante 1	Variante 2	Variante 3
geringe Nachfrage	0,8	25	-10	-125
mittlere Nachfrage	0,1	400	440	400
große Nachfrage	0,1	650	740	750
Beurteilung bzgl. E-Regel				
Entscheidung				

Entscheidungsregel 1: Maximum-Likelihood-Regel

Fall 2:



Aktion j Ereignis i	Wahr- scheinlichkeit	Variante 1	Variante 2	Variante 3
geringe Nachfrage	0,8	25	-10	-125
mittlere Nachfrage	0,1	400	440	400
große Nachfrage	0,1	650	740	750
Beurteilung bzgl. E-Regel		25	-10	-125
Entscheidung				

Entscheidungsregel 1: Maximum-Likelihood-Regel

Fall 2:



	Aktion j			
Ereignis i	Wahr- scheinlichkeit	Variante 1	Variante 2	Variante 3
geringe Nachfrage	0,8	25	-10	-125
mittlere Nachfrage	0,1	400	440	400
große Nachfrage	0,1	650	740	750
Beurteilung bzgl. E-Regel		25	-10	-125
Entscheidung				

Entscheidungsregel 1: Maximum-Likelihood-Regel

Fall 2:

Aktion j Ereignis i	Wahr- scheinlichkeit	Variante 1	Variante 2	Variante 3
geringe Nachfrage	0,1	25	-10	-125
mittlere Nachfrage	0,4	400	440	400
große Nachfrage	0,5	650	740	750
Beurteilung bzgl. E-Regel				
Entscheidung				

Entscheidungsregel 1: Maximum-Likelihood-Regel

Fall 2:

Aktion j \ Ereignis i	Wahr- scheinlichkeit	Variante 1	Variante 2	Variante 3
geringe Nachfrage	0,1	25	-10	-125
mittlere Nachfrage	0,4	400	440	400
große Nachfrage	0,5	650	740	750
Beurteilung bzgl. E-Regel		650	740	750
Entscheidung				



Entscheidungsregel 1: Maximum-Likelihood-Regel

Fall 2:



Aktion j Ereignis i	Wahr- scheinlichkeit	Variante 1	Variante 2	Variante 3
geringe Nachfrage	0,1	25	-10	-125
mittlere Nachfrage	0,4	400	440	400
große Nachfrage	0,5	650	740	750
Beurteilung bzgl. E-Regel		650	740	750
Entscheidung				

Entscheidungsregel 2: Bayes-Regel oder Erwartungswert-Regel

mathematische Formulierung:

$$A_{opt} = \max_j \left(\sum_i p_i \cdot e_{ij} \right)$$

$i = 1, 2, \dots, m$ Anzahl der Ereignisse

$j = 1, 2, \dots, n$ Anzahl der Aktionen

e_{ij} : Elemente der Auszahlungsmatrix

Entscheidungsregel 2: Bayes-Regel oder Erwartungswert-Regel

in Worten:

- **charakterisiere jede Aktion durch den Erwartungswert der Auszahlungswerte**
- **und wähle die Aktion, bei der dieser Erwartungswert am größten ist**



Entscheidungsregel 2: Bayes-Regel oder Erwartungswert-Regel

Fall 1:

Aktion j Ereignis i	Wahr- scheinlichkeit	Variante 1	Variante 2	Variante 3
geringe Nachfrage	0,1	25	-10	-125
mittlere Nachfrage	0,7	400	440	400
große Nachfrage	0,2	650	740	750
Beurteilung bzgl. E-Regel				
Entscheidung				

Entscheidungsregel 2: Bayes-Regel oder Erwartungswert-Regel

Fall 1:

Aktion j Ereignis i	Wahr- scheinlichkeit	Variante 1	Variante 2	Variante 3
geringe Nachfrage	0,1	25	-10	-125
mittlere Nachfrage	0,7	400	440	400
große Nachfrage	0,2	650	740	750
Beurteilung bzgl. E-Regel				
Entscheidung				

Entscheidungsregel 2: Bayes-Regel oder Erwartungswert-Regel

Fall 1:

Aktion j Ereignis i	Wahr- scheinlichkeit	Variante 1	Variante 2	Variante 3
geringe Nachfrage	0,1	25	-10	-125
mittlere Nachfrage	0,7	400	440	400
große Nachfrage	0,2	650	740	750
Beurteilung bzgl. E-Regel		$25 \cdot 0,1 +$ $400 \cdot 0,7 +$ $650 \cdot 0,2 =$ 412,5	$(-10) \cdot 0,1 +$ $440 \cdot 0,7 +$ $740 \cdot 0,2 =$ 455	$(-125) \cdot 0,1 +$ $400 \cdot 0,7 +$ $750 \cdot 0,2 =$ 417,5
Entscheidung				

Entscheidungsregel 2: Bayes-Regel oder Erwartungswert-Regel

Fall 2:

Aktion j Ereignis i	Wahr- scheinlichkeit	Variante 1	Variante 2	Variante 3
geringe Nachfrage	0,8	25	-10	-125
mittlere Nachfrage	0,1	400	440	400
große Nachfrage	0,1	650	740	750
Beurteilung bzgl. E-Regel				
Entscheidung				

Entscheidungsregel 2: Bayes-Regel oder Erwartungswert-Regel

Fall 2:

Aktion j Ereignis i	Wahr- scheinlichkeit	Variante 1	Variante 2	Variante 3
geringe Nachfrage	0,8	25	-10	-125
mittlere Nachfrage	0,1	400	440	400
große Nachfrage	0,1	650	740	750
Beurteilung bzgl. E-Regel				
Entscheidung				

Entscheidungsregel 2: Bayes-Regel oder Erwartungswert-Regel

Fall 2:

Aktion j Ereignis i	Wahr- scheinlichkeit	Variante 1	Variante 2	Variante 3
geringe Nachfrage	0,8	25	-10	-125
mittlere Nachfrage	0,1	400	440	400
große Nachfrage	0,1	650	740	750
Beurteilung bzgl. E-Regel		$25 \cdot 0,8 +$ $400 \cdot 0,1 +$ $650 \cdot 0,1 =$ 125	$(-10) \cdot 0,8 +$ $440 \cdot 0,1 +$ $740 \cdot 0,1 =$ 110	$(-125) \cdot 0,8 +$ $400 \cdot 0,1 +$ $750 \cdot 0,1 =$ 15
Entscheidung				

Entscheidungsregel 2: Bayes-Regel oder Erwartungswert-Regel

Fall 3:

Aktion j Ereignis i	Wahr- scheinlichkeit	Variante 1	Variante 2	Variante 3
geringe Nachfrage	0,1	25	-10	-125
mittlere Nachfrage	0,4	400	440	400
große Nachfrage	0,5	650	740	750
Beurteilung bzgl. E-Regel				
Entscheidung				

Entscheidungsregel 2: Bayes-Regel oder Erwartungswert-Regel

Fall 3:

Aktion j Ereignis i	Wahr- scheinlichkeit	Variante 1	Variante 2	Variante 3
geringe Nachfrage	0,1	25	-10	-125
mittlere Nachfrage	0,4	400	440	400
große Nachfrage	0,5	650	740	750
Beurteilung bzgl. E-Regel				
Entscheidung				

Entscheidungsregel 2: Bayes-Regel oder Erwartungswert-Regel

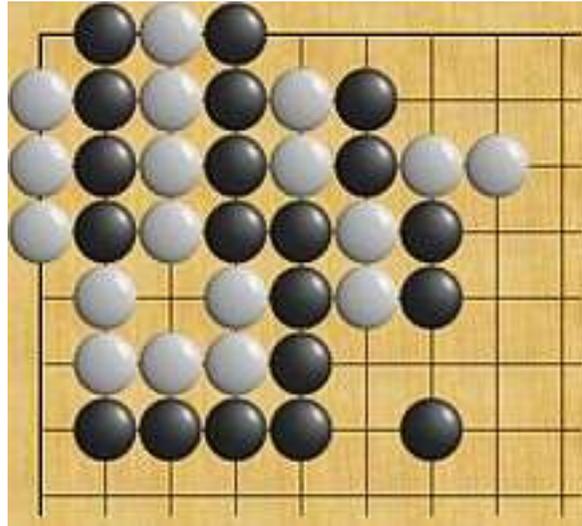
Fall 3:

Aktion j Ereignis i	Wahr- scheinlichkeit	Variante 1	Variante 2	Variante 3
geringe Nachfrage	0,1	25	-10	-125
mittlere Nachfrage	0,4	400	440	400
große Nachfrage	0,5	650	740	750
Beurteilung bzgl. E-Regel		$25 \cdot 0,1 +$ $400 \cdot 0,4 +$ $650 \cdot 0,5 =$ 487,5	$(-10) \cdot 0,1 +$ $440 \cdot 0,4 +$ $740 \cdot 0,5 =$ 545	$(-125) \cdot 0,1 +$ $400 \cdot 0,4 +$ $750 \cdot 0,5 =$ 522,5
Entscheidung				

Übung 1



Clavier Übung
bestehend in
Präludivn, Allemanden, Couranten, Sarabanden, Figuren,
Menuetten, und andern Galanterien,
Denen Liebhabern zur Gemüths Ergoetzung verfertigt
von
Johann Sebastian Bach
Hochfürstlich Sächsisch-Weisenselbstschendirektorischen Capellmeistern
und
Directore Chori Musici Lipsienvis.
OPUS I.
In Verlegung der Autoris.
1731



Ein Entscheidungsträger stehe vor Wahl zwischen vier alternativen Aktionen, gleichzeitig hält er vier Umweltsituationen (im Folgenden nur Situation) für möglich. Seine Überlegungen hat er in nachfolgender Auszahlungsmatrix zusammengestellt:

Welche Aktion wählt der Entscheidungsträger, wenn er nach der

- a) Maximax-Regel
 - b) Maximin-Regel
 - c) Hurwicz-Regel Optimismusparameter : $\alpha = 0,7$
 - d) Laplace-Regel
- vorgeht?

	Aktion 1	Aktion 2	Aktion 3	Aktion 4
Situation 1	15	-7	-5	6
Situation 2	3	8	9	4
Situation 3	8	3	5	5
Situation 4	-2	17	16	3

Ein Entscheidungsträger stehe vor Wahl zwischen vier alternativen Aktionen, gleichzeitig hält er vier Umweltsituationen (im Folgenden nur Situation) für möglich. Seine Überlegungen hat er in nachfolgender Auszahlungsmatrix zusammengestellt:

Welche Aktion wählt der Entscheidungsträger, wenn er nach der

a) Maximax-Regel vorgeht?

	Aktion 1	Aktion 2	Aktion 3	Aktion 4
Situation 1	15	-7	-5	6
Situation 2	3	8	9	4
Situation 3	8	3	5	5
Situation 4	-2	17	16	3
Beurteilung bzgl. E-Regel				
Entscheidung				

Ein Entscheidungsträger stehe vor Wahl zwischen vier alternativen Aktionen, gleichzeitig hält er vier Umweltsituationen (im Folgenden nur Situation) für möglich. Seine Überlegungen hat er in nachfolgender Auszahlungsmatrix zusammengestellt:

Welche Aktion wählt der Entscheidungsträger, wenn er nach der
b) Maximin-Regel
vorgeht?

	Aktion 1	Aktion 2	Aktion 3	Aktion 4
Situation 1	15	-7	-5	6
Situation 2	3	8	9	4
Situation 3	8	3	5	5
Situation 4	-2	17	16	3
Beurteilung bzgl. E-Regel				
Entscheidung				

Ein Entscheidungsträger stehe vor Wahl zwischen vier alternativen Aktionen, gleichzeitig hält er vier Umweltsituationen (im Folgenden nur Situation) für möglich. Seine Überlegungen hat er in nachfolgender Auszahlungsmatrix zusammengestellt:

Welche Aktion wählt der Entscheidungsträger, wenn er nach der
 c) Hurwicz-Regel Optimismusparameter : $\alpha = 0,7$
 vorgeht?

	Aktion 1	Aktion 2	Aktion 3	Aktion 4
Situation 1	15	-7	-5	6
Situation 2	3	8	9	4
Situation 3	8	3	5	5
Situation 4	-2	17	16	3
Beurteilung bzgl. E-Regel				
Entscheidung				

Ein Entscheidungsträger stehe vor Wahl zwischen vier alternativen Aktionen, gleichzeitig hält er vier Umweltsituationen (im Folgenden nur Situation) für möglich. Seine Überlegungen hat er in nachfolgender Auszahlungsmatrix zusammengestellt:

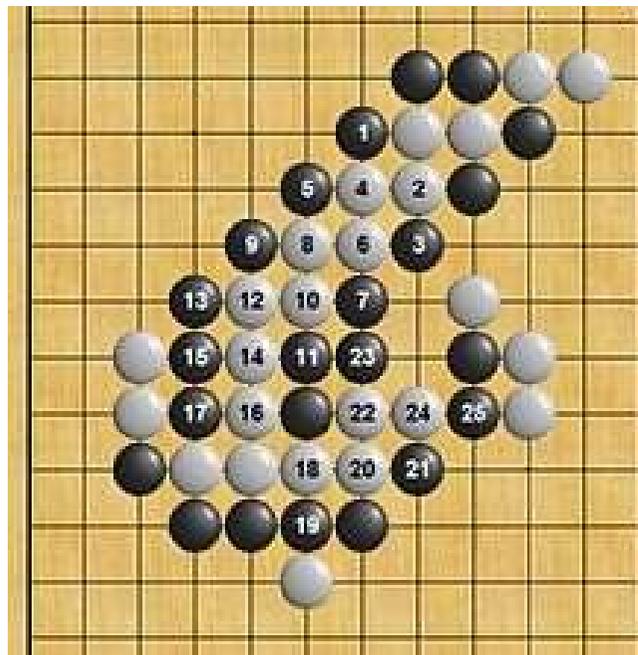
Welche Aktion wählt der Entscheidungsträger, wenn er nach der
d) Laplace-Regel
vorgeht?

	Aktion 1	Aktion 2	Aktion 3	Aktion 4
Situation 1	15	-7	-5	6
Situation 2	3	8	9	4
Situation 3	8	3	5	5
Situation 4	-2	17	16	3
Beurteilung bzgl. E-Regel				
Entscheidung				

Übung 2

16	8	4	2	1	Ziffer/Zahl
0	0	0	0	0	Null
0	0	0	0	1	Eins
0	0	0	1	0	Zwei
0	0	0	1	1	Drei
0	0	1	0	0	Vier
0	0	1	0	1	Fünf
0	0	1	1	0	Sechs
0	0	1	1	1	Sieben
0	1	0	0	0	Acht
0	1	0	0	1	Neun
0	1	0	1	0	Zehn
0	1	0	1	1	Elf
0	1	1	0	0	Zwölf
0	1	1	0	1	Dreizehn
0	1	1	1	0	Vierzehn
0	1	1	1	1	Fünfzehn
1	0	0	0	0	Sechszehn
1	0	0	0	1	Siebzehn
1	0	0	1	0	Achtzehn
1	0	0	1	1	Neunzehn
1	0	1	0	0	Zwanzig

Clavier Übung
 bestehend in
 Präludien, Allemanden, Couranten, Sarabanden, Gigue,
 Menuetten, und andern Galanterien,
 Denen Liebhabern zur Gemüths Ergoetzung verfertigt
 von
 Johann Sebastian Bach
 Hochfürstlich Sächsisch-Weisenselbstschendlichen Capellmeistern
 und
 Directore Chori Musici Lipsienvis.
 OPUS I.
 In Verlegung des Autors.
 1731



Ein Entscheidungsträger stehe vor Wahl zwischen vier alternativen Aktionen, gleichzeitig hält er vier Umweltsituationen (im Folgenden nur Situation) für möglich. Seine Überlegungen hat er in nachfolgender Auszahlungsmatrix zusammengestellt:

Welche Aktion wählt der Entscheidungsträger, wenn er nach der

a) Maximum-Likelihood-Regel

b) Bayes-Regel

vorgeht?

	Wahr- scheinlich- keit	Aktion 1	Aktion 2	Aktion 3	Aktion 4
Situation 1	0,5	13	0	4	10
Situation 2	0,3	12	-15	-1	10
Situation 3	0,1	3	3	17	8
Situation 4	0,1	-35	5	2	-2

Ein Entscheidungsträger stehe vor Wahl zwischen vier alternativen Aktionen, gleichzeitig hält er vier Umweltsituationen (im Folgenden nur Situation) für möglich. Seine Überlegungen hat er in nachfolgender Auszahlungsmatrix zusammengestellt:

Welche Aktion wählt der Entscheidungsträger, wenn er nach der
a) Maximum-Likelihood-Regel
vorgeht?

	Wahr- scheinlich- keit	Aktion 1	Aktion 2	Aktion 3	Aktion 4
Situation 1	0,5	13	0	4	10
Situation 2	0,3	12	-15	-1	10
Situation 3	0,1	3	3	17	8
Situation 4	0,1	-35	5	2	-2
Beurteilung bzgl. E-Regel					
Entscheidung					

Ein Entscheidungsträger stehe vor Wahl zwischen vier alternativen Aktionen, gleichzeitig hält er vier Umweltsituationen (im Folgenden nur Situation) für möglich. Seine Überlegungen hat er in nachfolgender Auszahlungsmatrix zusammengestellt:

Welche Aktion wählt der Entscheidungsträger, wenn er nach der
b) Bayes-Regel
vorgeht?

	Wahr- scheinlich- keit	Aktion 1	Aktion 2	Aktion 3	Aktion 4
Situation 1	0,5	13	0	4	10
Situation 2	0,3	12	-15	-1	10
Situation 3	0,1	3	3	17	8
Situation 4	0,1	-35	5	2	-2
Beurteilung bzgl. E-Regel					
Entscheidung					



MERCI



Einen schönen Abend ...