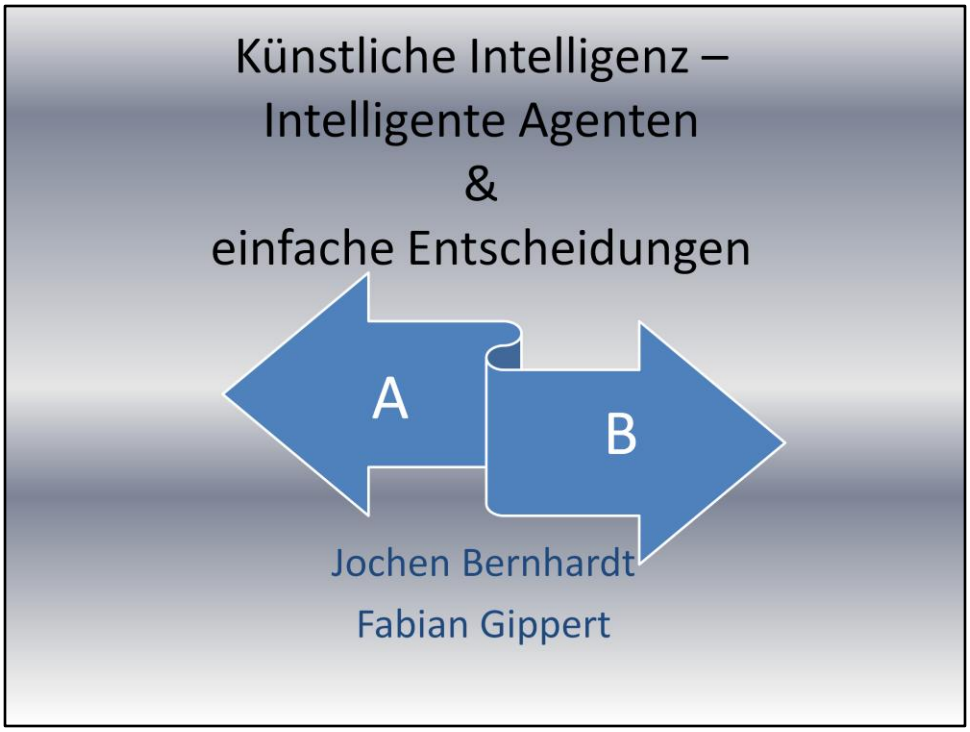
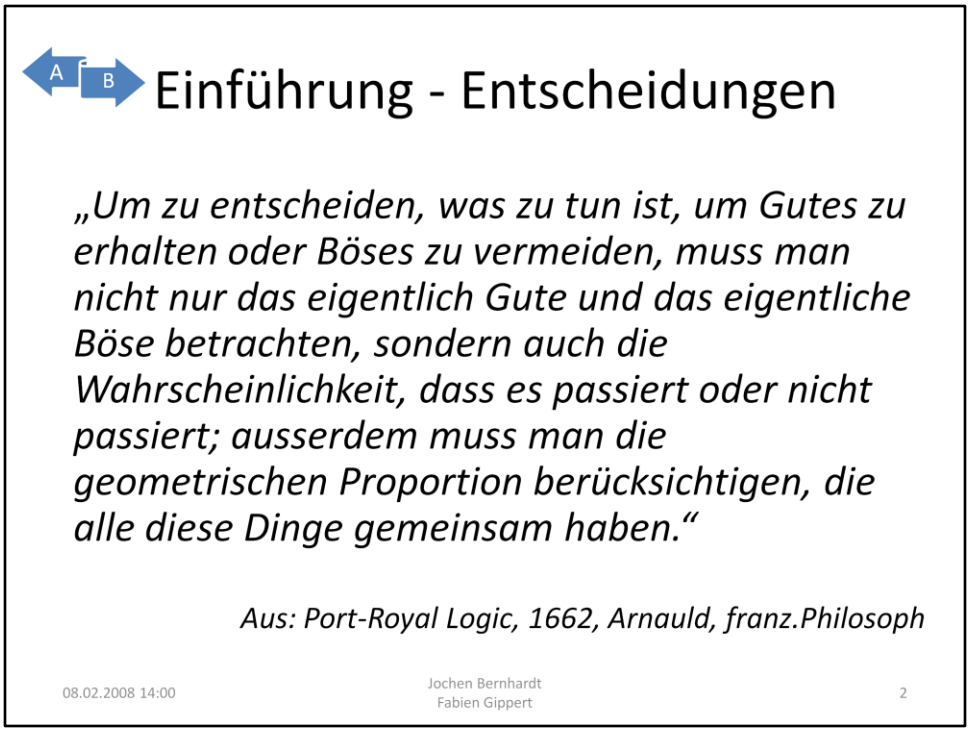



Vortrag vom 12.12.2007im Rahmender Vorlesung:

Künstliche Intelligenz - Intelligente Agenten im WS 07/08 - FH Köln Campus Gummersbach

Jochen Bernhardt 11042430
Fabian Gippert11043446




Gutes / Böses: Nutzen (viel/wenig, positiver/negativer Nutzen)
geometrische Proportion (Geometrie: Verhältnis von Flächen, Linen -> übertragen Verhältnis von „Sachen“ -> Ihre Beziehung)

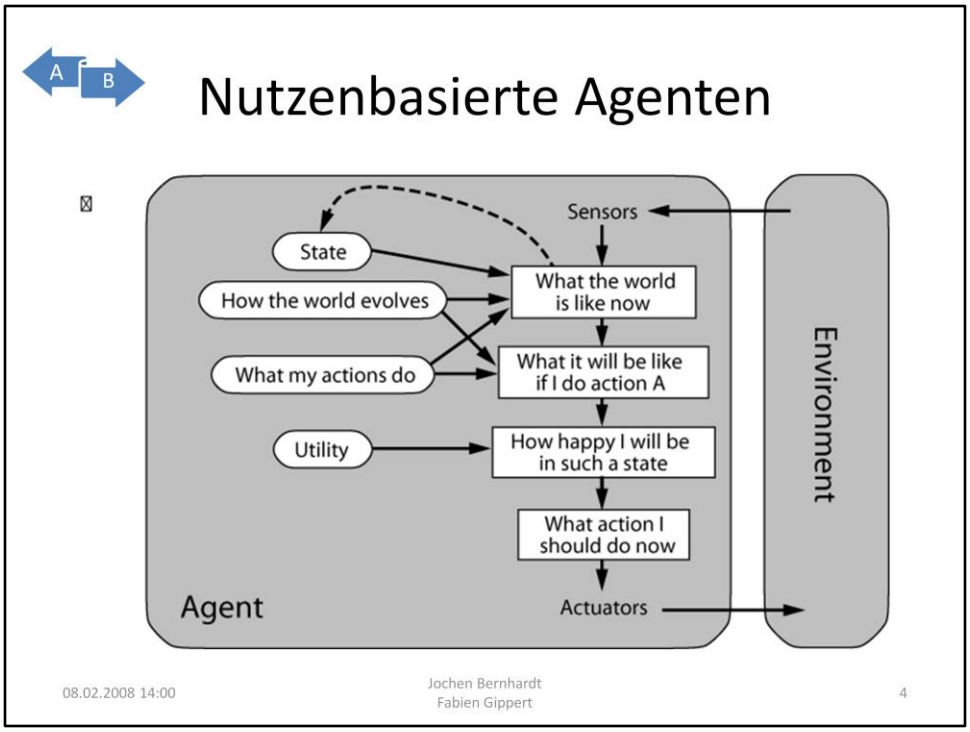
Diese Aussage stammt von 1662 und umfasst im Prinzip alles wesentliche zum Thema Nutzen.

# Überblick Einfache Entscheidungen

- Einfache Entscheidungen
  - Nutzenfunktion
  - Entscheidung / Aktion
  - Folgezustand
  - Entscheidungsnetzwerke
- „nicht Deterministische“ Entscheidungen
  - Lotterien
  - Nutzen von Lotterien
- MEN - Prinzip
- Wert von Informationen
- Ausblick auf komplexe Entscheidungen



Wie man sieht springen wir ein bisschen durchs Kapitel.
Daher sind auf den Notizen auch immer mal wieder Seiten aus dem Russel mit weiteren Informationen zu finden.




Der Einstieg ins ganze… wo arbeiten die Systeme wie zusammen.
Wo sind wir? Wo greift der Nutzen in die Entscheidung ein?

Der Agent ermittelt seine aktuelle Situation und beobachtet wie die Umwelt auf seine Aktionen reagiert und wie ihn das wieder rum beeinflusst.

Danach ermittelt er welche Aktionen er durchführen kann und zu welchem Ergebnis(Zuständen) sie führen.
Für jeden Zustand ermittelt der Agent nun wie Glücklich er ist und wählt den Glücklichsten aus.

# Grundlage der Nutzentheorie

*„Nur vom Nutzen wird die Welt regiert.“*

Friedrich von Schiller

- Was ist Nutzen?
  - Vorteile für den Agenten
  - Fortschritte auf dem Weg zu einem Ziel
  - Ein Maß für Zufriedenheit und Glück
  - Und vieles mehr…



Nutzen: Im Allgemeinen ein Vorteil für den Agent. Ein Schritt zum Ziel oder der Erfüllung der Aufgabe.

Wieso streben wir nach der Maximierung des Nutzens? Weil der Nutzen die Aufgabe beschreibt die der Agent erfüllen soll/will.
Daher gilt je höher der Nutzen ist – desto höher die Effizenz des Agenten.

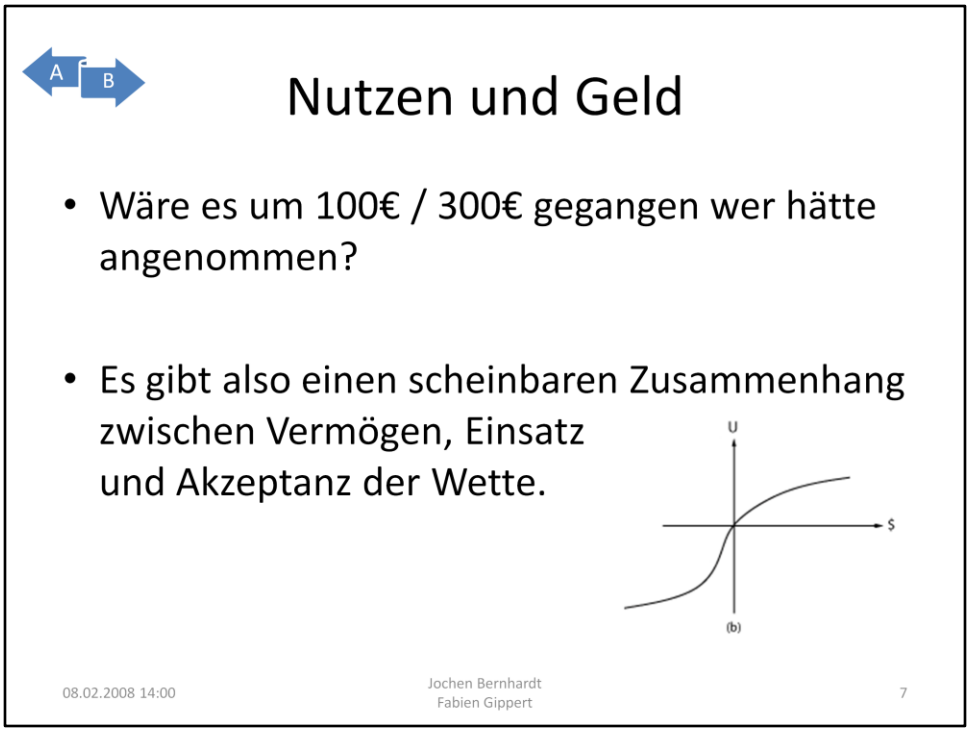
# Nutzentheorie

- Ist Maximierung des Nutzens rational?
  - Frage: Sie haben 1 Million Euro sicher, aber der Showmaster bietet ihnen eine Chance auf 3 Millionen Euro.
    Ehrlicher Münzwurf – alles oder nichts!
  - Wie lautet die Rationale Entscheidung?
- Mathematisch:
  - Erwarteter Nutzen: 0.5*0 + 0.5€ * 3 000 000 €
    = 1 500 000€ > 1 000 000 €



Das Problem besteht daran das der Nutzen von mehr Geld davon abhängig ist wieviel Geld man hat.
Hat man kein Geld können 10€ für Essen und Trinken einen unglaublichen nutzen darstellen…Schwimmt man wie Dagobert Duck im Geldspeicher stellen weiter Goldmünzen kaum einen wirklichen nutzen dar.

Anders ausgedrückt der Gewinn an Geld ist nicht mit den Gewinn an Zufriedenheit/Nutzen gleich.
Er wird noch durch viele andere Faktoren und der aktuellen Zufriedenheit beeinflusst.
Es ist einfach gesagt schwer Glückliche Menschen oder Agenten noch glücklicher zu machen…




Der Zusammenhang von Zugewinn eines Attributes und Zugewinn der Zufriedenheit wird am einfachsten beim Attribut Geld deutlich.
Dieser Zusammenhang und die Menschliche Irrationalität sind auch Thema vieler Forschungen.

Dieser Zusammenhang liegt an der Bewertung neues Geldes oder Schulden.
Für die meisten Menschen die noch keine Millionen auf dem Konto haben ist die sichere Million die der Gamemaster anbietet  besser als die Chance auf die 3 Millionen. Dies liegt daran das die erste Million eine größere Wirkung auf uns ausübt als die 2. und 3 Million.
Andresrum sieht es aus wenn Leute hoch verschuldet sind.
Sie würden auch verzeifelte Wetten annehmen in der Hoffnung aus den Schulden zu kommen, während die Chance sich weiter zu verschulden sie kaum stört da der Nutzen sich hierbei kaum verändert.

Einige interessante Erkenntnisse abseits der KI stehen auch im Russel und lohnen gelesen zu werden.

Siehe auch Russel Seite:721 – 16.2.3 Der Nutzen von Geld

# Nutzen

- Lösung des Problems:
  - Wir werten Zuständen Werte für ihren Nutzen zu.
    - Bsp: $U_{(0€)} = 5$ ,$U_{(1000000€)} = 8$, $U_{(3000000€)} = 10$
    - Erwarteter Nutzen: $0.5 * U_{(0€)} + 0.5 * U_{(3000000€)} = 7,5$



Dies kann oft über Mathematische Funktionen abgebildet werden um eine freie Skalierbarkeit zu erhalten.

Die Funktionen variieren natürlich je nach Anwendungsbereich.
Anders als beim Geld wo der höchste Nutzen Gewinn vorliegt wenn das bisherige Kapital klein aber positiv ist,
Kann zum Beispiel für eine Medizinische Anwendung eine ganz andere Funktion dafür sorgen das der Nutzen immer grösser wird je billiger die Diagnose wird… oder halt wie genau, wie schnell und so weiter….

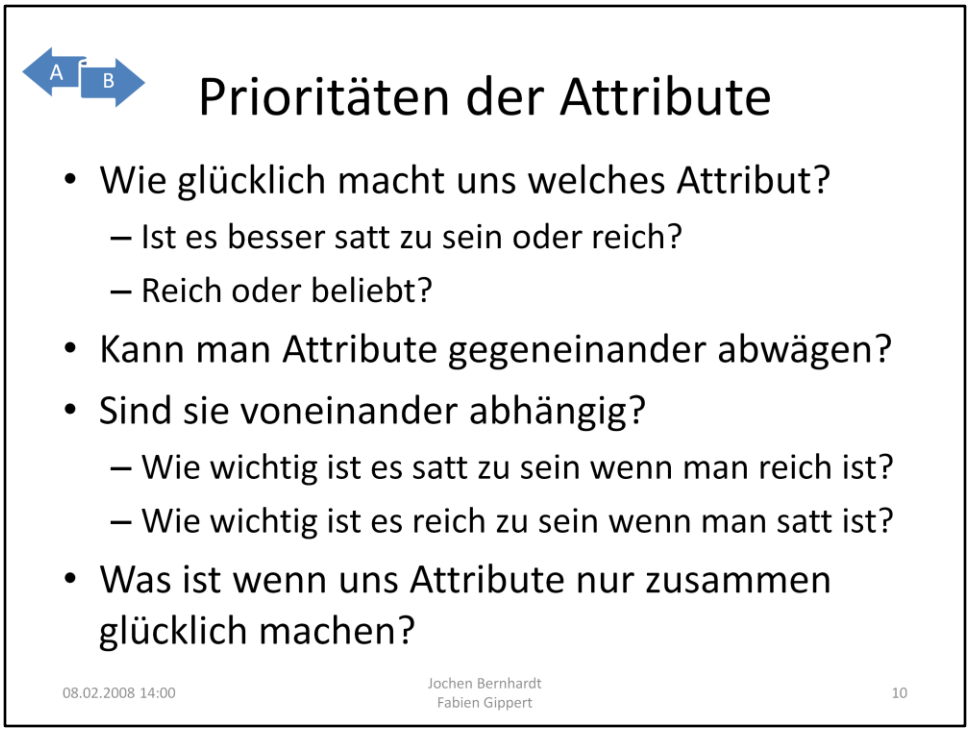
# Nutzen aus Mehrfachattribute

- Viele Verhaltensmuster lassen sich als Nutzenzuweisungen nur mit mehreren Attributen abbilden:
  - 90 % des Ergebnis lassen sich mit 10% des Einsatzes realisieren
  - Erreiche immer erst ein Ziel vollständig bevor du dich dem Nächsten widmest.
- Beispiel: Zielkonflikt aus der Wirtschaft



Evtl. als Übungsfolie:

Klausurergebnis: 0-100% $U_{(0-48)} = 0$; $U_{(48-55)} = 5$; $U_{(55-75)} = 6$; $U_{(75-85)} = 6{,}5$; $U_{(85-95)} = 6{,}75$; $U_{(95-100)} = 7$;
Verwendete Zeit zum lernen: $U_{(0-5)} = 10$; $U_{(5-10)} = 7{,}5$; $U_{(10-30)} = 5$; $U_{(30-100)} = 3$; $U_{(>100)} = 0{,}5$;
0- 5 Stunden lernen =>45%
5-10 Stunden lernen =>50%
10-30 Stunden lernen =>65%
30-100 Stunden lernen =>80%
>100 Stunden lernen =>90%




Die Beantwortung der Frage „Sind sie voneinander abhängig?“ entscheidet über die (gegenseitige- )Abhängigkeit.
Zur Errinnerung: In diesem Bespiel sind „Reich“ und „Beliebt“ gegenseitig unabhängig, aber beide sind von Satt abhängig!

Menschen und Tiere ordnen ganz automatisch ihren Bedürfnissen und Zielen Prioritäten zu.
So steht an oberste Stelle meistens das eigene Überleben, gefolgt von einigen Körperlichen Bedürfnissen.

Die Fähigkeit Prioritäten zu setzen wird oft kaum wahrgenommen entscheidet aber über alle unsere Entscheidungen ob wir wollen oder nicht.
Im Prinzip ist jede Freie Entscheidung mit dem setzen einer Priorität begründbar!

# Prioritätsunabhängigkeit

- Was nützt uns Prioritätsunabhängigkeit?
  - Einfache Berechnung des Nutzens über die Summe des Nutzens aller Prioritätsunabhängigen Attribute
  - Beispiel: Zufriedenheit

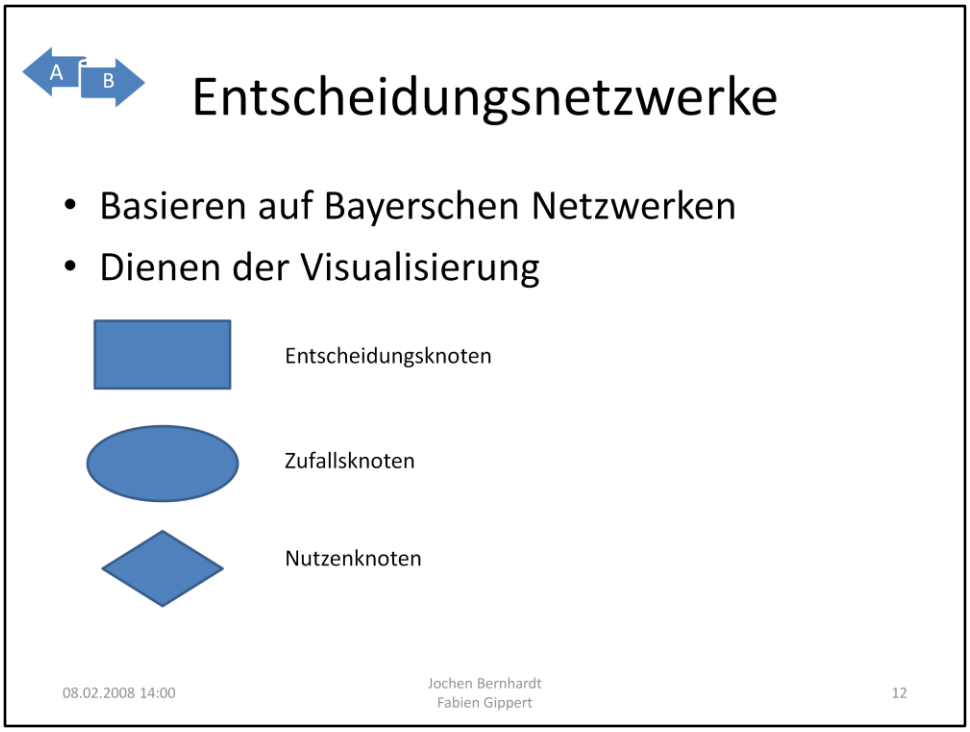
    $\sum_{(Attribut)}$ (Priorität$_{(Attribut)}$ *Nutzen$_{(Attribut)}$ )
- Was machen mit abhängigen Attributen?
  - Zusammenfassen und anschließend mit berechnen



Kleines Wort grosse Wirkung!
Sind Prioritäten Prioritätsunabhängigkeit können sie unabhängig verglichen werden! Das heißt wenn Beliebt und Reich unabhängig sind kann ich Zustände die einen Nutzen der Attribute verändern einfach vergleichen.
Wäre dies nicht so müsste jeweils die Wirkung der Änderungen auf die anderen Attribute mit verglichen und bewertet werden.

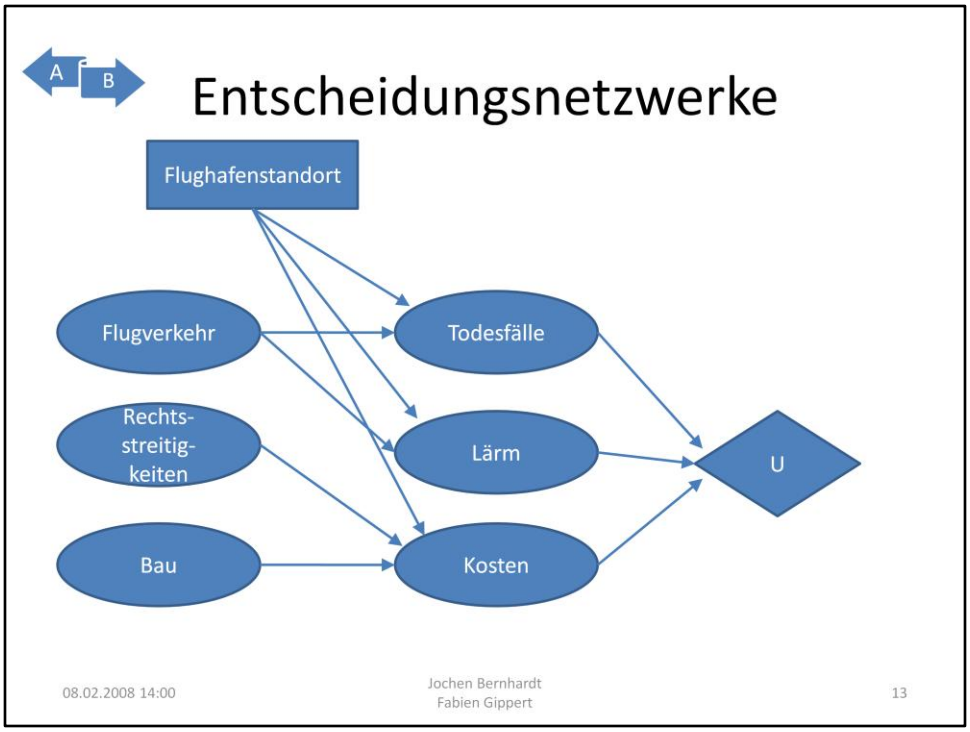
Beispiel:
ohne „Satt“ : Eine Aktion nehme Geldschein führt dazu das wir reicher werden, was zu einer höheren Zufriedenheit führt.
mit „Satt“ : Eine Aktion die uns satt macht führt dazu das und eine Weile lang der hunger nicht intressiert und damit die Priortäten für reich und beliebt höher werden. So kann es sein das wir wenn wir satt sind unglücklicher bleiben weil uns dann auffällt das wir Pleite sind – was bisher durch den Hunger nebensächlich war.

Cormen Seite 730!




Wie stellt man Entscheidungen Grafisch dar?
Wie kann man sie einfach erklären?

Die Bayerschen Netzwerke kennen wir alle noch auf den vorhergehenden Kaiteln.
Wir gehen hier nicht näher auf sie ein.

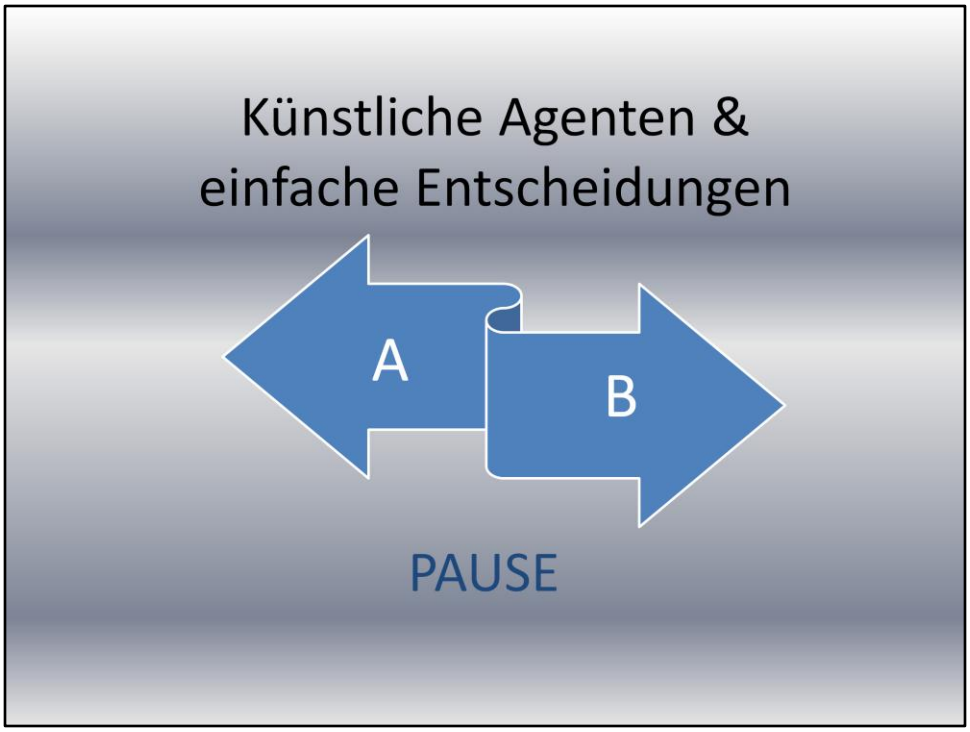



Beispiel eines Entscheidungsnetzwerkes.

Das Beispiel findet sich auch im Russel auf der Seite 733.
Auf den Seiten davor und danach ist auch das Flughafenbeispiel näher erläutert.

Das Beispiel erklärt vorallem den Zusammenhang der Zufallsvariablen Flugverkehr, Rechtsstreitigkeiten, Bau, Tödesfälle, Lärm und Kosten, der Entscheidung für einen Flughafenstandort und den Nutzen U.

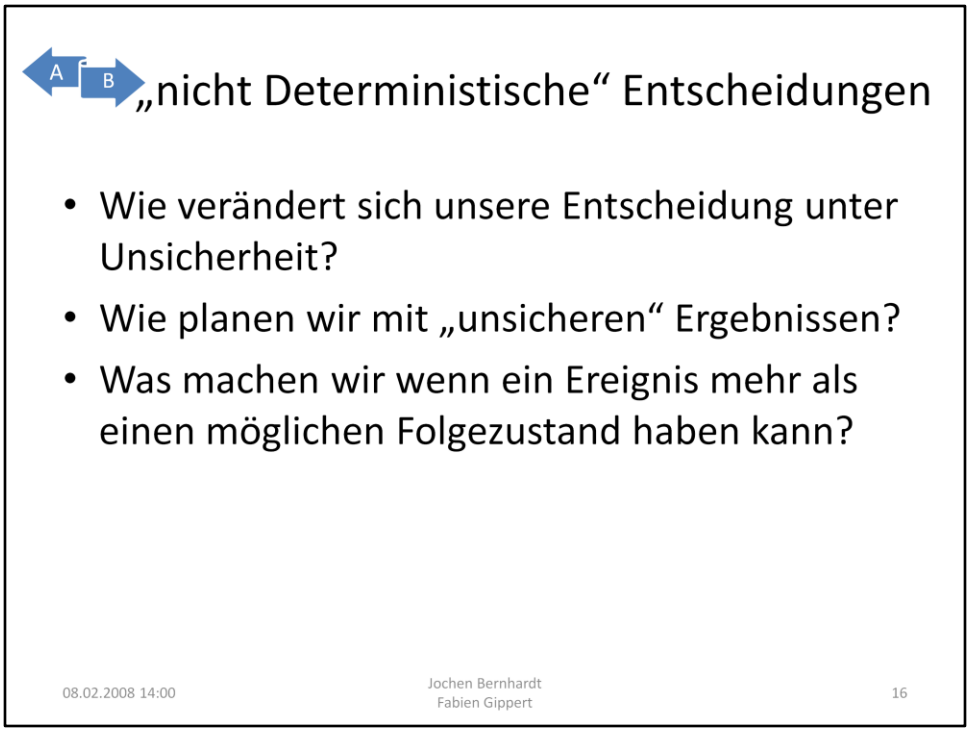
Über die Linien werden die Werte der einzelnen Zufallsvariablen und die Beeinflussung der Entscheidung weiterverteilt auf Zufallsvaiablen und den Nutzen den sie beeinflussen.




10-15 Minuten
Start mit farblich absetztendem Hintergrund und Logo

# Was noch vor uns liegt

- „nicht Deterministische“ Entscheidungen
  - Lotterien
  - Nutzen von Lotterien
- MEN - Prinzip
- Wert von Informationen
- Ausblick auf komplexe Entscheidungen




Wie in der realen Welt sind die Folgezustände einer Aktion nicht immer eindeutig. Viel Wahrscheinlicher ist es das einer von mehreren Zuständen folgt, zur Bewertung der Aktion müssen wir uns aber alle Zustände anschauen.

# Lotterien

- Lottieren spiegeln eine Menge an Ergebnissen mit ihren Wahrscheinlichkeiten wieder.
- Beispiel Münzwurf I :
  - L = [0.49,Kopf;0.49,Zahl;0.02,Rand]
- Beispiel Münzwurf II:
  - Z = “Münze fliegt durch die Luft“
  - L = [1 , Z] = Z



Lotterien werden genutzt um alle Folgezustände einer(oder auch mehrerer -> Zerlegbarkeit) Aktion und die Wahrscheinlichkeit ihrer Aktionen zu repräsentieren.

# Prioritäten

- Definieren wir mal:
  - $A \succ B$ A hat Priorität gegenüber B
  - $A \sim B$ Agent ist unentschlossen zwischen A und B
  - $A \succsim B$ A hat Priotität oder Agent ist unentschlossen
  - A und B sind dabei
    **Ergebniszustände** oder **Lotterien**



Prioritäten beschreiben welcher Zustand oder Lotterie besser ist ohne diesen absolute Werte zuordnen zu müssen.
Auf dieser Basis, und mit den folgenden Regeln, können wir auch Lotterien vergleichen.

# Regeln für Prioritäten

- Sortierbarkeit :

  $(A \succ B) \vee (B \succ A) \vee (A \sim B)$

- Transitivität:

  $(A \succ B) \wedge (B \succ C) \Rightarrow (A \succ C)$



Sortierbarkeit:
Für die Nutzentheorie ist es wichtig das A Priorität gegenüber B hat, oder B gegenüber A oder der Agent unentschlossen zwischen ihnen ist.
Dies ist wichtig da es bedeutet der Agent muss eine Entscheidung treffen wie er A und B bewertet.

Transitivität:
Wenn A Priorität gegen über B hat und B gegenüber C, dann folgt daraus das A auch Priorität gegenüber C hat.

# Regeln für Prioritäten

- Stetigkeit:
  - Wenn es einen Zustand B gibt der zwischen den Zuständen A und C liegt, und es eine Lotterie gibt die A und C enthält, gibt es eine Wahrscheinlichkeit p das die Lotterie und B gleichwertig sind.

Bsp: A:$U_{(3000000€)}$ = 10,B: $U_{(1000000€)}$ = 8, C: $U_{(0€)}$ = 5

Es gibt eine Chance von p das Sie die 3Millionen gewinnen.

Dann gilt:

$$A \succ B \succ C \Rightarrow \exists p\,[\,p, A; 1-p, C\,] \sim B$$



Es muss ein p existieren für das die Gleichung aufgeht.

In diesem Fall: p = 0,6 =>
p*A + (1-p)*C =B
0,6*10 + 0,4*5 =8

# Regeln für Prioritäten

- Ersetzbarkeit:

  $A \sim B \Rightarrow [p, A; 1-p, C] \sim [p, B; 1-p, C]$

- Monotonie:

  $A \succ B \Rightarrow (p \geq q) \Leftrightarrow [p, A; 1-p, B] \succsim [q, A; 1-q, B]$



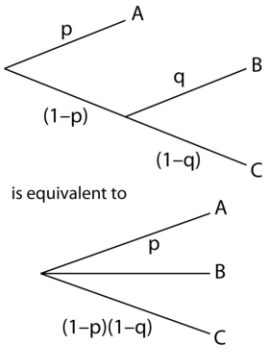
Ersetzbarkeit:
Wenn der Agent zwischen A und B unentschlossen ist, und es 2 Lotterien gibt die bis auf A und B gleich sind,
Kann A durch B ersetzt werden und umgekehrt.

Monotonie:
Wenn es 2 Lotterien gibt in denen beiden nur A und B vorkommen, oder die bis auf A und B gleich sind,
Und der Agent A gegenüber B bevorzugt, dann bevorzugt er die Lotterie mir der höheren Wahrscheinlichkeit für A.

# Regeln für Prioritäten

- Zerlegbarkeit:

[ p , A ; 1 – p , [ q , B ; 1 – q , C ] ] ∽
[ p , A ; (1 – p) *q ,B; (1 – p) * (1 – q ), C ]





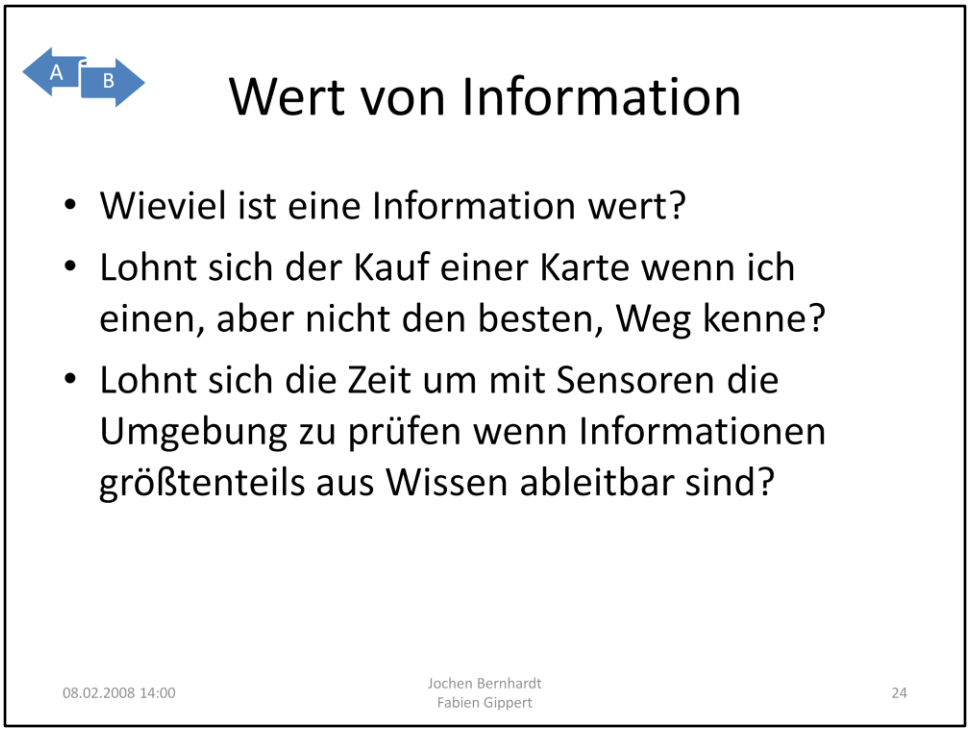

In der Mathematik bekannt als stochastische Unabhängigkeit….

# MEN - Prinzip

- Maximaler Erwarteter Nutzen
  - Allgemeine Formel: $U_{(Lotterie)} = \sum_i p_i * U(S_i)$
    - Bsp: $U_{(0€)} = 5$ , $U_{(1000000€)} = 8$, $U_{(3000000€)} = 10$
    - Lotterie A = [0.5,5;0.5,8]
    - Lotterie B = [1,8]
    - Erwarteter Nutzen A : $0.5* U_{(0€)} + 0.5€ * U_{(3000000€)} = 7,5$
    - => $B \succ A$



Das ist DAS Prinzip der KI.
Tue das beste was deine Situation und deine Fähigkeiten zulassen.
Generiere alle Aktionen und alle Lotterien, berechne daraus den erwarten Nutzen und wähle die Aktion mit dem durchschnittlich besten (maximalem) Nutzen.




Der Wert von Informationen ist die Kern Frage bei der Frage nach Informationsbeschaffung.

Zum Ermitteln ob eine Information ihre Kosten wert ist muss ihre Nützlichkeit auf Basis des aktuellen Wissenstandes ermittelt werden.

# Wert von Information

- Informationen können nie einen negativen Nutzen haben!
- Informationen nutzen nur wenn sie neue Erkenntnisse bereitstellen oder Glauben bestätigen.



Eine Information können nie schaden. Es kann nur sein das die Kosten einer Information ihre Nützlichkeit überwiegen.

# Definition Wert der Information

Der Wert von Informationen leitet sich von der Tatsache ab, dass mit der Information der eigene Aktienkurs so geändert werden kann, dass er für die tatsächliche Situation geeignet ist.

Man kann der Situation entsprechend entscheiden, während man ohne die Situation das tun muss was für den Durschnitt der möglichen Situationen zu tun ist.

Im Allgemeinen ist der Wert einer bestimmten Information als die Differenz des erwarteten Werts zwischen den besten Aktionen vor und nach Erhalt der Information definiert.



Russel Seite: 735

Die Folgenfolien sind einfach nur mal als Beispiel gedacht.
Einfachmal zum schauen und als einfaches Beispiel.

Genauso sind die Nutzenfolien nur als einfache Versionen gedacht die den Weg zu einer ausgereiften und vollständigen Nutzenfunktion zeigen.

Viel Spass beim inspirieren lassen…

# Sims Grundlagen

- SIMS 2
- Computerspiel in dem „Sims“ gespielen werden
- Agenten mit 8 Attributen für ihre Nutzenfunktion
- Zeit, Umgebung,Aktionen beeinflussen Attribute
- Attribute die sehr tief sind bekommen hohe Priorität

# Sims 2 Attribute

- Attribute: Skala mit 10 Stufen von 1 bis 10
- Gesamtzufriedenheit von 1 bis 10
- Zeit beeinflusst Attribute mit -1 pro Intervall
- Aktionen führen zu -4 bis +4 pro Intervall
- Eine Aktion dauert immer ein Intervall

# Fragestellung:

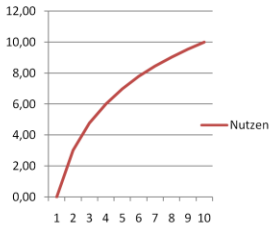
- Welche Aktion nutzt meinem Sim am meisten?
  - Maximierung des „Gewinns“?
  - Minimierung der „Verluste“?
  - Alle Attribute gleich maximieren?
- Wie bilde ich das ab?
  - Nutzenfunktion?
  - Prioritäten?

# Nutzenfunktion

- Nutzenfunktion für unabhängige Attribute
  - Alle Prioritäten sind gleich, Nutzen = Wert
    - $U=\sum_{(Attribut)}\ (Nutzen_{(Attribut)})$
  - Vorteil: Einfache Kalkulation
  - Nachteil: Alle Aktionen gleich vorteilhaft

# Nutzenfunktion II

- Nutzenfunktion für unabhängige Attribute
  - Nutzenzum Beispiel= 10* log(Wertes)
  - Vorteil: Attribut-Steigerungen bei kleinem Wert bringen höhere Nutzensteigerung.



# Ausblick

- In der nächsten Folge sehen sie:
  - Sequenzielle Entscheidungen
  - Taktiken und Horizonte
  - MEP's => Markov Entscheidungsprozesse
  - Spieltheorie
  - Dynamische Entscheidungsnetzwerke