

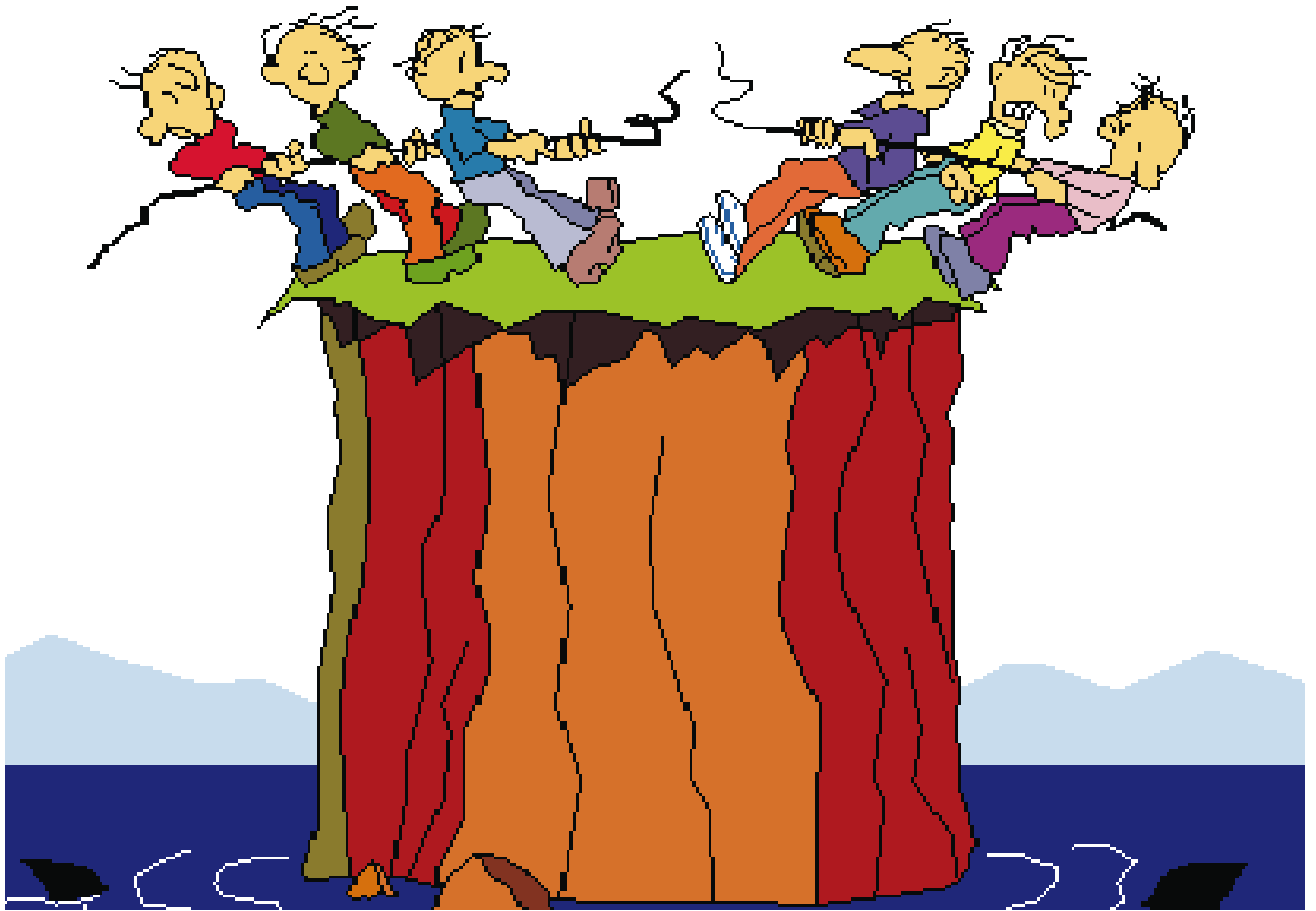
---

# Data Warehousing und Data Mining

## Eine Einführung in entscheidungsunterstützende Systeme

Interaktive Folien zu Kapitel 2  
*Nutzwertanalyse am Beispiel von AHP*

# Analytischer Hierarchieprozess



Analytischer Hierarchieprozess

Neuinvestition möglichst rational evaluieren!

# Einordnung

## ⇒ Nutzwertanalyse am Beispiel von AHP

⇒ Kioskstandort 📌🔗, Personalauswahl 🖱️

## 📖 Was-Wenn-Analyse

- Erfolgsrechnung 📌
- Anzeigenplanung 📌, Produktionsplanung 🖱️

## 📖 Regelbasierte Systeme

- Spesen 📌, Betriebskredit 🖱️
- Regelverkettung 🔗🖱️

## 📖 Data Warehouses

- Anlageberatung 📌🖱️
- Lieferfrist, Handel, Verkauf 📌🖱️

## 📖 Data Mining - Ein Überblick

- Zeitschriften 📌, Bank 🖱️

## 📖 Regelinduktion

- Spesen 📌, Bonitätsklassifikation 📌🖱️

## 📖 Neuronale Netze

- Bonitätsklassifikation 📌, Bonitätsvorhersage 🖱️
- EindimPerzeptron 🔗🖱️, ZweidimPerzeptron 🔗🖱️
- MehrklassPerzeptron 🔗🖱️
- MehrstufPerzeptron 🔗🖱️

# Unterrichtsmaterial

---

## Software

- Demonstrationsversion von *ExpertChoice*  
(Nutzwertanalyse nach der AHP-Methode)
- Einstündiges *Tutorial* zu *ExpertChoice*
- *Slide Show* zu AHP
- *MS Excel*

## Beispiele und Übungen

- *Kioskstandort* mit *ExpertChoice* 📌
- *Kioskstandort* mit *MS Excel* 📌 🕒
- *Personalauswahl* mit *ExpertChoice* 🖱️

## Produktinformation

- <http://www.expertchoice.com/>

# AHP ist eine verfeinerte Nutzwertanalyse

Entscheidungen ...

- ungewiss
- qualitativ
- schlecht strukturiert
- innovativ



**Nutzwertanalyse** :=

- ✓ entscheidungsunterstützende Methode, die ...
- ✓ qualitative und quantitative
- ✓ Alternativen und Kriterien
- ✓ an einem oder mehreren Zielen
- ✓ auf einer gemeinsamen Punkteskala bewertet

**Analytischer Hierarchieprozess (AHP)** :=

- ✓ Nutzwertanalyse mit einem einzigen Ziel, die
- ✓ Alternativen und Kriterien sukzessive statt simultan
- ✓ nach einem mathematisch begründeten Verfahren vergleicht

---

# Grundlagen

---

## Grundlagen mit *ExpertChoice* (KIOSKSTANDORT 📌)

- ⇒ Problem beschreiben 8
- ⇒ Entscheidungselemente unterscheiden 9
- ⇒ Entscheidungselemente hierarchisieren 11
- ⇒ Alternativen/Kriterien paarweise vergleichen 13
- ⇒ Paarvergleiche zusammenfassen 19
- ⇒ Zielrelevanz der Kriterien und Alternativen 24
- ⇒ Schlussergebnis ableiten 27

## Anwendung mit *ExpertChoice* 30

- KIOSKSTANDORT 🖱️ 32
- PERSONALAUSWAHL 🖱️ 32

## Theorie mit *MS Excel* (KIOSKSTANDORT 🕶️) 37

- Prioritäten grob berechnen 41
- Prioritäten exakt berechnen 45

# Entwicklungsphasen

---

⇒ ① Problem strukturieren

- Problem **beschreiben**
- Entscheidungselemente **unterscheiden**
- Entscheidungselemente **hierarchisieren**
- ② Kriterien und Alternativen **ordnen**
  - ① Zielrelevanz jedes Kriteriums
  - ② Kriteriumsrelevanzen jeder Alternative
  - ③ Zielrelevanz jeder Alternative
- ③ Alternative(n) **wählen**
- ④ Sensitivität der Entscheidung **testen**

# KIOSK - Fallbeispiel

Für einen Kiosk bieten sich drei **Standorte** an ...

① **Warenhaus** in der weiteren Agglomeration

Kunden sind vor allem Rentner, die oft Zeitungen und Zeitschriften kaufen. Die Mietkosten sind vergleichsweise hoch.

② **Einkaufszentrum** in der näheren Agglomeration

Die Kundschaft ist heterogen. Im Gegensatz zu den übrigen Standorten herrscht reger Wettbewerb.

③ **Altstadtstrasse**

Die meisten Kunden sind Angestellte, die von Ihrer Arbeit nach Hause zurückkehren.

Die Entscheidung hängt von vier **Kriterien** ab ...

<b>Sichtbarkeit</b>	Werbewirksamkeit der Kioskfront
<b>Konkurrenz</b>	Zahl der Konkurrenten
<b>Frequenz</b>	Zahl der möglichen Kunden
<b>Miete</b>	Mietkosten pro Quadratmeter <sup>1</sup>

Lösen Sie das Entscheidungsproblem möglichst rational

 [Kioskstandort.ec1](#)

 [AHPDemo.dbd](#) (Slide Show zu AHP)

1 Weitere Faktoren der Standortwahl ?



---

# Entscheidungselemente unterscheiden

---

✓ Problem beschreiben

⇒ Entscheidungselemente unterscheiden

- **Hauptziel** definieren<sup>1</sup>

Standort eines Kiosks

- Unterziele (**Kriterien**) definieren

Miete, Kundenfrequenz etc.

- **Alternativen** formulieren

Warenhaus, Einkaufszentrum, Altstadtstrasse

---

<sup>1</sup> Nennen Sie Entscheidungen mit *mehreren* Zielen

# Rational entscheiden



- ✓ Problem **beschreiben**
- ✓ Entscheidungselemente **unterscheiden**



Entscheidungselemente **hierarchisieren**

# Entscheidungselemente hierarchisieren

**Ziel**, **Kriterien** und **Alternativen** hierarchisieren

## Kioskstandort

### Sichtbarkeit

Einkaufszentrum

Warenhaus

Altstadt

### Konkurrenz

Einkaufszentrum

Warenhaus

Altstadt

### Frequenz

Einkaufszentrum

Warenhaus

Altstadt

### Miete

Einkaufszentrum

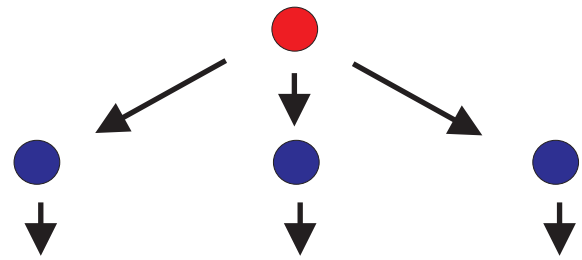
Warenhaus

Altstadt

## 2.3 Überblick

### ① Problem strukturieren

- ein **Ziel**
- z.B. drei **Kriterien**

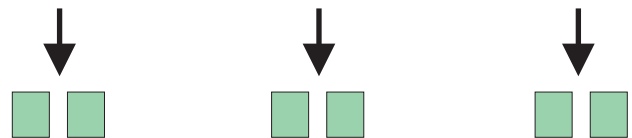


### ② Kriterien und Alternativen ordnen

#### ① Zielrelevanz jedes Kriteriums $k_i$

	Kriterium $k_1$	$k_2$	$k_3$
Zielrelevanz von ...	(Masszahl)	...	...

- zwei **Alternativen**



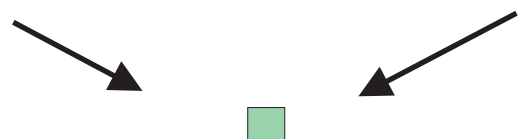
#### ② Kriteriumsrelevanz jeder Alternative $a_j$

	Kriterium $k_1$	$k_2$	$k_3$
Relevanz von $a_1$ bez. ...	(Masszahl)	...	...
Relevanz von $a_2$ bez. ...	(Masszahl)	...	...



#### ③ Zielrelevanz jeder Alternative $a_j$

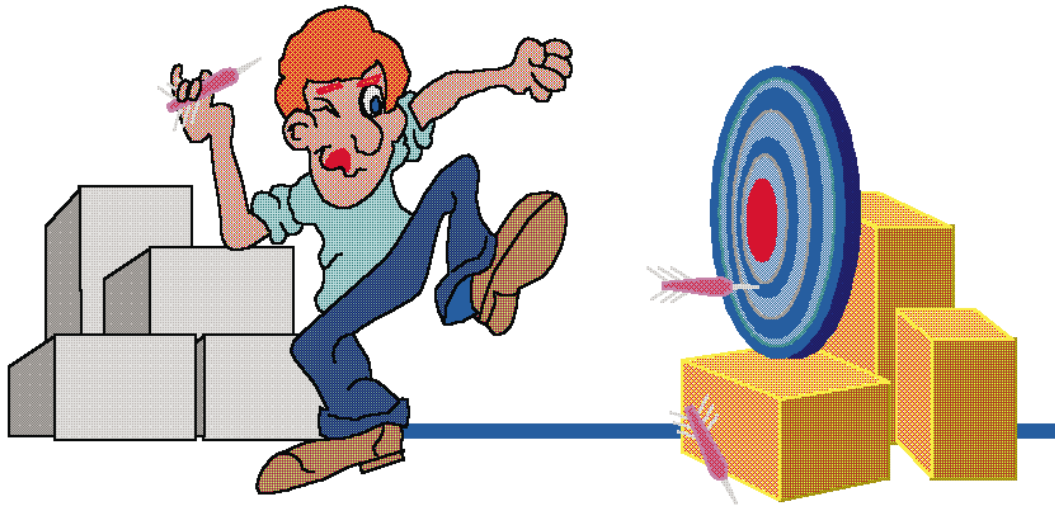
	Alternative $a_1$	Alternative $a_2$
Zielrelevanz von ...	(Masszahl)	...



### ③ Alternative(n) wählen

### ④ Sensitivität der Entscheidung testen

# Wie man *nicht* vergleichen sollte ...



© TASC

- Problem **beschreiben** ✓
- Entscheidungselemente **unterscheiden** ✓
- Entscheidungselemente **hierarchisieren** ✓



Entscheidungselemente **quantitativ** **vergleichen**

## Wie man Kriterien vergleichen *könnte* ...

Alle Kriterien **simultan** vergleichen

- **Miete**: 50 Punkte
- **Sichtbarkeit**: 24 Punkte
- **Kundenfrequenz**: 15 Punkte
- **Konkurrenz**: 11 Punkte

Je mehr Kriterien, desto schwieriger  
die Begründung der Kriteriengewichte



**Sukzessiver** Paarvergleich zuverlässiger !

## Messqualitäten

### Nominalskala ...

- ✓ klassifiziert (*Standort XY, Standort YZ, ...*)
- ✓ berechnet nur Häufigkeiten wie den Modus

### Ordinalskala ...

- ✓ ordnet (*Standort XY ist besser geeignet als Standort YZ*)
- ✓ berechnet zusätzliche Parameter wie den Median

### Intervallskala ...

- ✓ misst Unterschiede (*Abstände in einem genormten Test*)
- ✓ berechnet zusätzliche Parameter wie das arithmetische Mittel



Nutzwertanalysen, insbesondere AHP,  
messen auf einer Intervallskala

# Kriterien und Alternativen vergleichen

**Paarweise** auf einer Intervallskala vergleichen!

- **Miete** : 5 Punkte
- **Konkurrenz** : 1 Punkt



Miete im Verhältnis zum Kriterium  
“Konkurrenz” fünfmal wichtiger

Vergleich beschränkt  
sich auf *zwei* Elemente

Allerdings ist der Vergleichsaufwand bei  
*vielen* Entscheidungselementen gross!

- 1 Ziehen Sie eine 6er- oder eine 10er-Notenskala vor?
- 2 Wie gross ist die Zahl der Vergleiche bei fünf Elementen?





# Konsistenz im Alltag

- Mannschaft **A** schlägt Mannschaft **B**
- Mannschaft **B** schlägt Mannschaft **C**
- Schlägt also Mannschaft **A** Team **C** ?

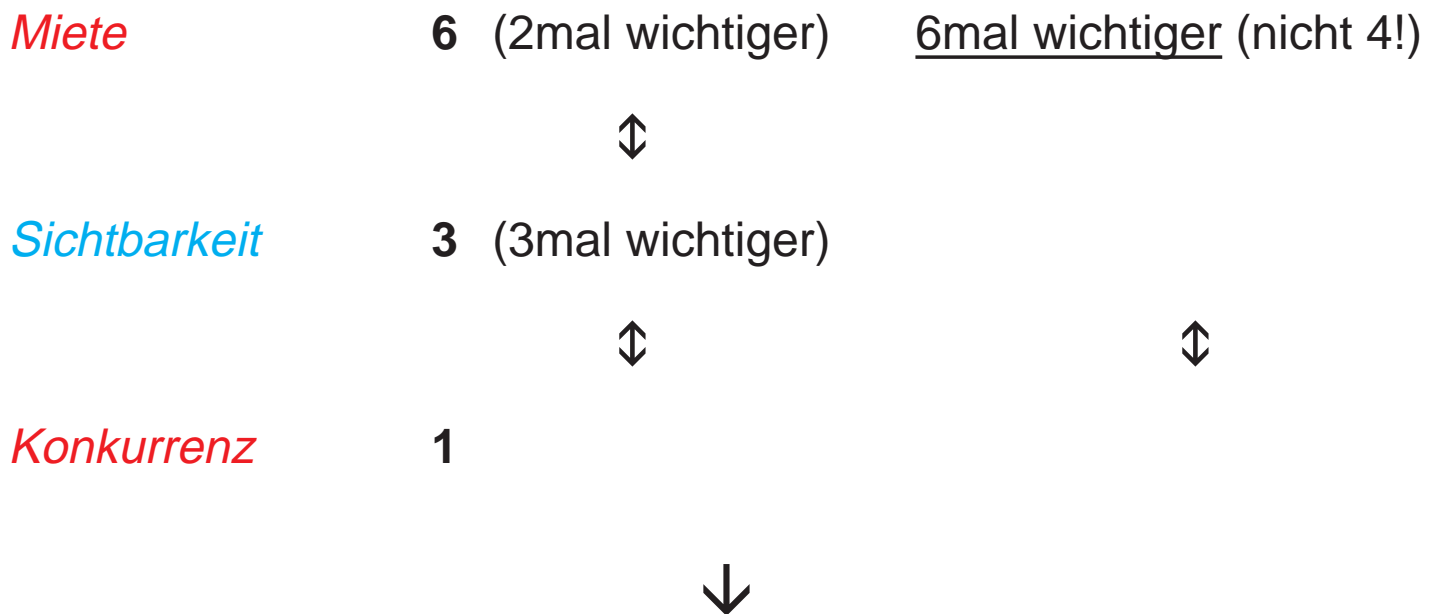


*Können* Paarvergleiche **inkonsistent** sein ?

## Paarvergleiche können inkonsistent sein

Weshalb sind die drei Aussagen *inkonsistent* ?

- **Miete** ist **2** mal wichtiger als **Sichtbarkeit**
- **Sichtbarkeit** ist **3** mal wichtiger als **Konkurrenz**
- **Miete** ist **4** mal wichtiger als **Konkurrenz**



Kennzahl , welche das **Ausmass der Inkonsistenz** mehrerer Paarvergleiche schätzt (Inkonsistenzverhältnis) !

## Paarvergleiche zusammenfassen (Synthese)

- **Miete** ist 2 mal wichtiger als **Sichtbarkeit**
- **Sichtbarkeit** ist 3 mal wichtiger als **Konkurrenz**



Wieviel wichtiger ist Konkurrenz als Miete ?

Wie kann ich **Miete**, **Sichtbarkeit** und **Konkurrenz** auf einer Wichtigkeitsskala ordnen ?



Paarvergleiche - ob konsistent oder inkonsistent - zusammenfassen, indem für Kriterien und Alternativen **Prioritäten** berechnet werden!

# AHP misst auf einer Intervallskala von 1 - 9

Verglichen mit einem anderen Element ist die Eigenschaft des laufenden Elements ...

- 1 **gleich** ausgeprägt (engl. equal).
- 2
- 3 **etwas stärker** ausgeprägt (engl. moderate).
- 4
- 5 **klar stärker** ausgeprägt (engl. strong).
- 6
- 7 **viel stärker** ausgeprägt (engl. very strong).
- 8
- 9 **äusserst stark** ausgeprägt (engl. extreme). <sup>1</sup>



"äusserst stark" ist im Verhältnis zu "etwas stärker" 3 mal wichtiger

<sup>1</sup> Vergleichen Sie eine 5er- mit einer 9er-Skala

# Zuverlässigkeit von Vergleichen

AHP vergleicht Kriterien und Alternativen auf einer **Intervallskala** von 1-9

*Beispiel eines Paarvergleichs*

- **Sichtbarkeit** (1 Punkt)
- **Miete** ist klar wichtiger (5 Punkte)



Scheingenauigkeit ?

Rechtfertigt die Messgenauigkeit schlecht  
objektivierbarer Urteile eine Intervallskala ?<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Vergleichen Sie mit der Zuverlässigkeit von Notenskalen

# Prioritäten berechnen, um zu ordnen

- Problem **beschreiben** ✓
- Entscheidungselemente **unterscheiden** ✓
- Entscheidungselemente **hierarchisieren** ✓



Prioritäten der Kriterien und  
Alternativen **berechnen**



Alternative(n) **wählen**

# Prioritäten von Kriterien und Alternativen

- ✓ **Kriterien** bezüglich des Ziels  
(Kriterienprioritäten)
- ✓ **Alternativen** bezüglich *eines* Kriteriums  
(lokale Alternativenprioritäten)
- ✓ **Alternativen** bezüglich *aller* Kriterien  
(globale Alternativenprioritäten)



Prioritäten von KIOSK nach der  
Methode des Paarvergleichs mit  
⇒ *ExpertChoice* (EC)  
⇒ *MS Excel*

## 2.6 EC - ❶ Zielrelevanz jedes Kriteriums

Alle **Kriterien** bezüglich des **Ziels** bewerten !  
(Darstellung alternativ zu einer Vergleichsmatrix)

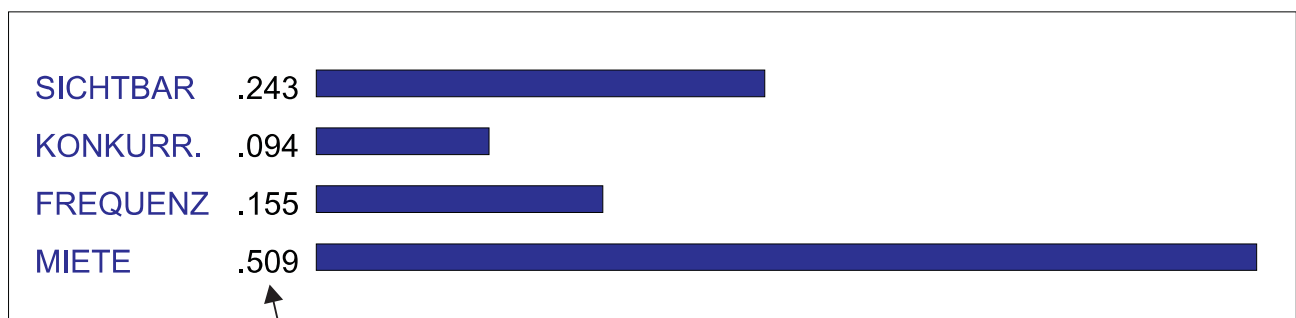
### Wahl des Standorts eines Kiosks

Node: 0

Compare the relative IMPORTANCE with respect to GOAL

		1=EQUAL				3=MODERATE				5=STRONG				7=VERY STRONG				9=EXTREME				
1	SICHTBAR	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	KONKURR.			
2	SICHTBAR	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	FREQUENZ			
3	SICHTBAR	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	MIETE			
4	KONKURR.	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	FREQUENZ			
5	KONKURR.	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	MIETE			
6	FREQUENZ	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	MIETE			

Abbreviation	Definition
Goal	Wahl des Standorts eines Kiosks
SICHTBAR	Sichtbarkeit des Standorts
KONKURR.	Zahl der Konkurrenten
FREQUENZ	Kundenfrequenz
MIETE	Mietkosten pro Quadratmeter



Inconsistency Ratio = 0.1

Priorität jedes Kriteriums  
bezüglich des Ziels



## 2.7 EC - ② Kriteriumsrelevanz jeder Alternative

Alle **Alternativen** bezüglich **eines Kriteriums** bewerten ! <sup>1</sup>

### Wahl des Standorts eines Kiosks

Compare the relative importance with respect to **SICHTBAR**

1=EQUAL 3=MODERATE 5=STRONG 7=VERY STRONG 9=EXTREME

1	ZENTRUM	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	WAR.HAUS
2	ZENTRUM	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	ALTSTADT
3	WAR.HAUS	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	ALTSTADT

Abbreviation	Definition
Goal	Wahl des Standorts eines Kiosks
SICHTBAR	Sichtbarkeit des Standorts
ZENTRUM	Einkaufszentrum in der näheren Agglomeration
WAR.HAUS	Warenhaus in der weiteren Agglomeration
ALTSTADT	Gut frequentierte Strasse in der Altstadt



Inconsistency Ratio =0.05

lokale Prioritäten der drei Alternativen  
bezüglich des Kriteriums Sichtbarkeit

<sup>1</sup> 3 Kriterien ermöglichen 3<sup>2</sup> Vergleiche. Weshalb genügen 3 Vergleiche ?

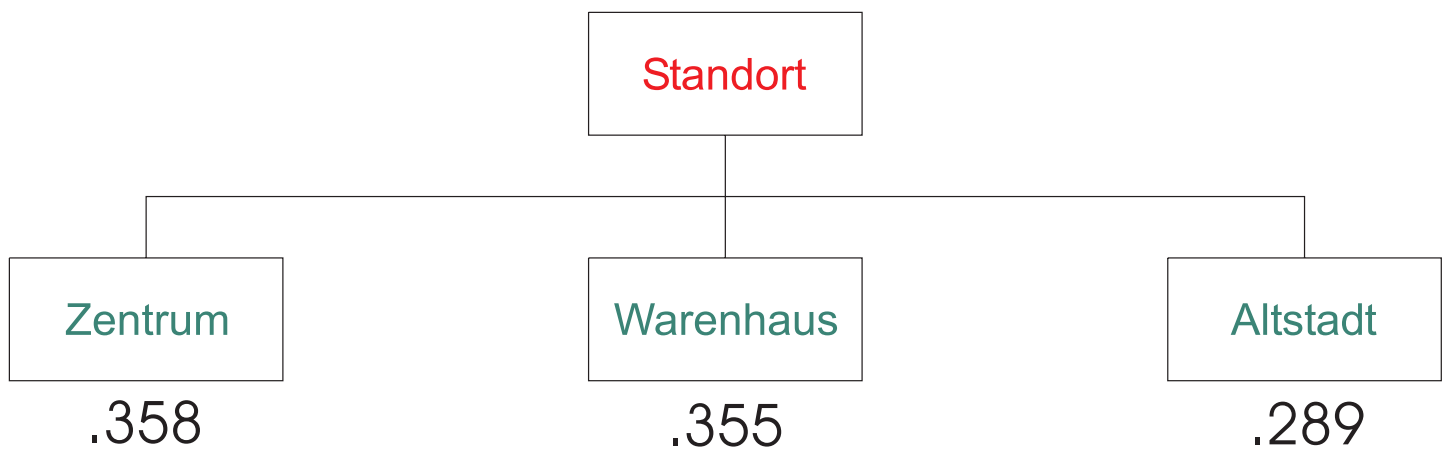
## 2.4 EC - ③ Zielrelevanz jeder Alternative

Lokale zu globalen Alternativenprioritäten zusammenfassen

- ⇒ **Lokale** Alternativenprioritäten ordnen alle Alternativen bezüglich eines *einzigsten* Kriteriums
- ⇒ **Globale** Alternativenprioritäten ordnen die Alternativen bezüglich *aller* Kriterien

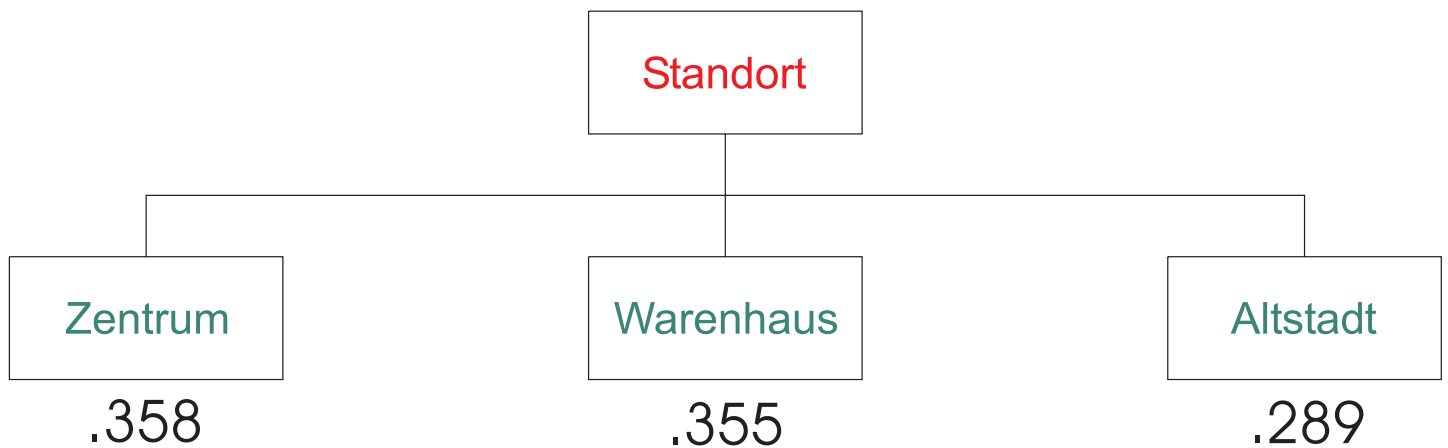


Globale Alternativenprioritäten



## 2.4 Alternative(n) wählen

Globale Alternativenprioritäten



ZENTRUM und WARENHAUS  
sind praktisch gleich wichtig



Wie empfindlich reagiert das Ergebnis  
auf Änderungen der Kriteriengewichte ?



**Sensitivitätsanalyse**

Manchmal wählt man statt einer auch mehrere  
(sich nicht ausschliessende) Alternativen

---

# Sensitivitätsanalyse

---

## Sensitivitätsanalyse in *ExpertChoice* :=

Prüfverfahren, das ...

- die Empfindlichkeit der globalen Alternativenprioritäten
- auf Änderungen der Kriteriengewichte untersucht

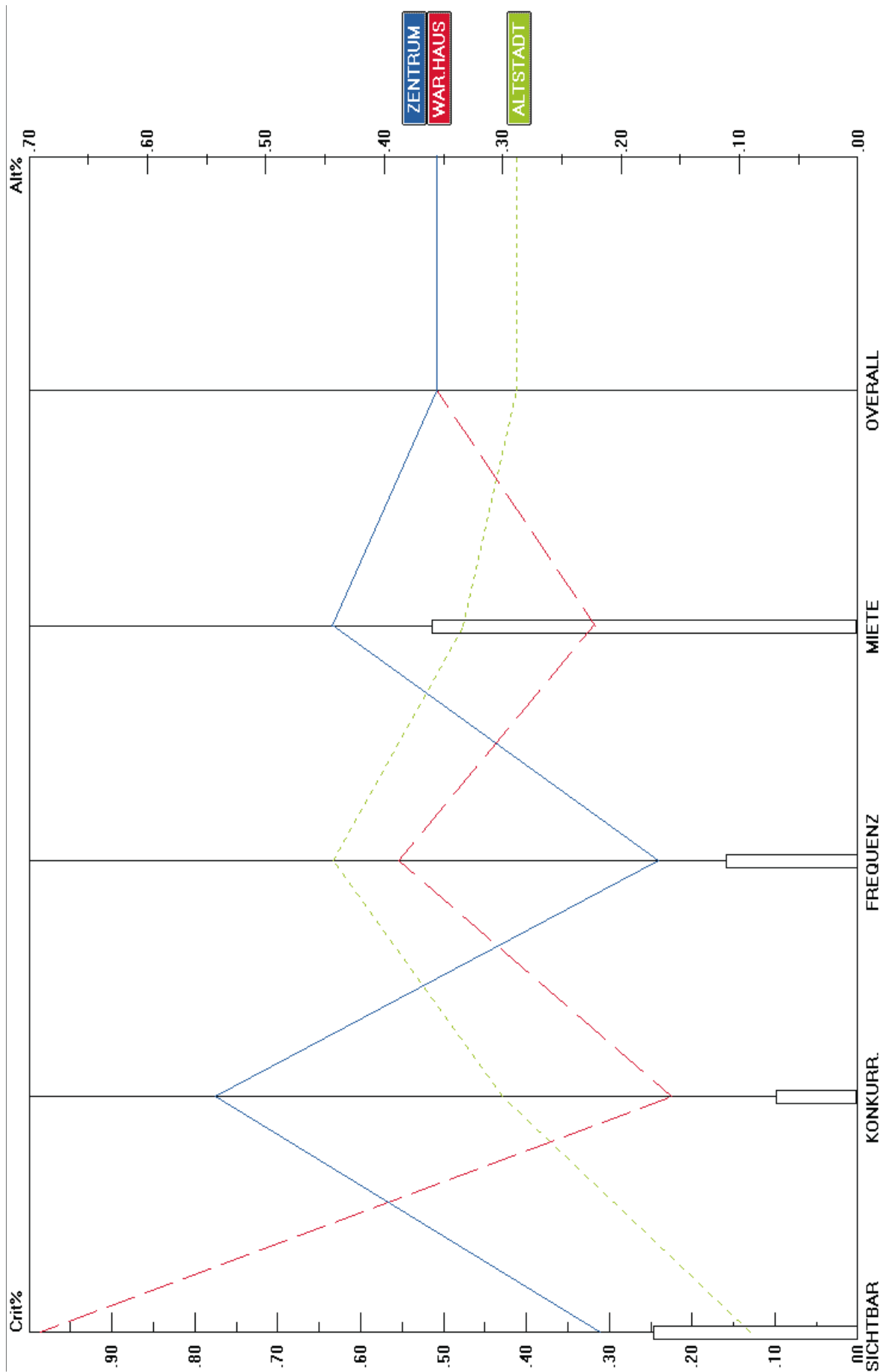
## Sensitivitätsanalyse allgemein :=

Prüfverfahren, das ...

- die Empfindlichkeit (Sensitivität, Robustheit) eines Modells
- auf Parameter- und Datenänderungen untersucht

*Wie lassen sich die Koeffizienten eines linearen Optimierungsmodells ändern, ohne dass die Lösung ihre Optimalität verliert?*

## 2.5 Sensitivität prüfen



---

# Anwendung

---

## Grundlagen mit *ExpertChoice* (KIOSKSTANDORT)

- ✓ Problem beschreiben 8
- ✓ Entscheidungselemente unterscheiden 9
- ✓ Entscheidungselemente hierarchisieren 11
- ✓ Alternativen/Kriterien paarweise vergleichen 13
- ✓ Paarvergleiche zusammenfassen 19
- ✓ Zielrelevanz der Kriterien und Alternativen 24
- ✓ Ergebnis ableiten 27

## Anwendung mit *ExpertChoice* 30

⇒ KIOSKSTANDORT , PERSONALAUSWAHL  32

## Theorie mit *MS Excel* (KIOSKSTANDORT ) 37

- Prioritäten approximativ berechnen 41
- Prioritäten exakt berechnen 45

## Vorteile gegenüber *MS Excel*

### ✓ **Eingabe** benutzerfreundlich

- verbal
- numerisch
- grafisch

### ✓ **Verarbeitung** automatisch

Prioritäten und Inkonsistenzen nach dem exakten Eigenvektorverfahren


### ✓ **Ausgabe** benutzerfreundlich

- Sensitivitätsanalyse
- grafische Ausgabe

---

## KIOSKSTANDORT mit *ExpertChoice* (A 2.1)

---

Zuerst vollziehen Sie die ihnen bekannte Lösung des Problems “Kioskstandort” in ExpertChoice nach. Dann können Sie in Aufgabe 2.2 ( [Personalauswahl.ec1](#)) ihre Kenntnisse auf ein neues Problem anwenden.


### *Lernziele*

- ⇒ Ergebnisbildschirm interpretieren
- ⇒ Paarvergleich durchführen
- ⇒ Prioritäten berechnen
- ⇒ Sensitivität prüfen

### *A Problem*

siehe Fallbeispiel 2.1

### *B Aufgabe*

- Laden Sie den Lösungsvorschlag  [Kioskstandort.ec1](#)
- Sie arbeiten mit einer *Demoversion* von ExpertChoice, welche das Ergebnis zwar nicht speichern kann, aber zur Lösung der Aufgabe ausreicht.
- Klicken Sie auf die *Sprechblase* rechts oben. Sie erhalten so Hilfe zu allen Bildelementen. Zum Beispiel finden Sie mit der Sprechblase leicht die Bedeutung eines Toolbar-Symbols. Ein Klick auf das *Fragezeichen* öffnet die konventionelle Hilfe.

### *Hauptbildschirm*

- a) Lernen Sie mit der Sprechblase den Hauptbildschirm kennen.
- b) Erinnern Sie sich an die Aufgabenstellung, indem Sie auf das rote Buchsymbol links oben klicken.



## *Entscheidungselemente*

- c) Unterscheiden Sie auf dem Hauptbildschirm zwischen Ziel, Kriterien und Alternativen. Beachten Sie den Kommentar links oben, wenn Sie ein Entscheidungselement der Hierarchie anklicken.

## *Interpretation des Ergebnisses*

- d) Was bedeuten die unterschiedlich hohen grünen Markierungen der Kriterien?
- e) Klicken Sie doppelt auf das Kriterium "Sichtbarkeit". Was bedeuten *hier* die grünen Markierungen?
- f) Kehren Sie zur Gesamthierarchie zurück, indem Sie doppelt auf "Goal" klicken.
- g) Navigieren Sie durch die ganze Hierarchie, indem Sie mit Doppelklicks experimentieren.
- h) Wählen Sie den Menüpunkt *Assessment/Priorities Graph* und interpretieren Sie das angezeigte Balkendiagramm. Was verstehen Sie unter dem Inkonsistenzverhältnis (engl. inconsistency ratio)?

## *Paarvergleich*

- i) Ein Klick auf das Äpfelsymbol öffnet den Dialog zum paarweisen Vergleich der Entscheidungselemente. Schalten Sie die Sprechblase ein, um den Dialog kennen zu lernen.
- j) Experimentieren Sie frei mit den vier Eingabearten "Verbal", "Matrix", "Questionnaire" und "Graphic". Vergleichen Sie deren Vor- und Nachteile. Wenn Sie vor dem Verlassen die Schaltfläche "Abandon" und dann "Ja" klicken, werden Ihre Änderungen nicht gespeichert. Sie können also die ursprünglichen Paarvergleiche spontan ändern, solange Sie nicht "Enter" klicken.
- k) Klicken Sie in der Eingabeart "Matrix" auf die Matrixzelle "Best Fit". Was bedeutet die angezeigte Meldung?

## *Berechnung der Prioritäten*

- l) Klicken Sie auf die Schaltfläche “Calculate” und interpretieren Sie das Balkendiagramm.
- m) Kehren Sie mit “Abandon” zum Hauptbildschirm zurück. Klicken Sie dann abwechselnd auf die Entscheidungselemente und beobachten Sie die Meldungen an der rechten oberen Bildschirmcke. Was bedeuten die Meldungen “Local” und “Global”?
- n) Die vergebenen Gewichte des Paarvergleichs werden durch die Synthese zusammengefasst und in eine Rangfolge der Alternativen übersetzt.

Der Menüpunkt *Synthesis/from Goal* zeigt ein Balkendiagramm dieser Rangfolge. Weshalb heisst das Konsistenzverhältnis “*Overall Consistency Index*”? Interpretieren Sie die beiden Ansichten “Summary” und “Details”.

## *Sensitivitätsanalyse*

- o) Klicken Sie auf das Symbol mit dem Streudiagramm (“Display sensitivity graphs”). Ändern Sie die Kriteriengewichte und beobachten Sie die globalen Prioritäten der Alternativen. Experimentieren Sie mit verschiedenen Graphen, indem Sie auf das Symbol mit den verschiedenen Fenster klicken.

## *Benutzeroberfläche*

- p) Beurteilen Sie die Benutzeroberfläche von ExpertChoice.

Das folgende Problem unterscheidet sich von KIOSKSTANDORT. Ergebnis ist nämlich nicht eine bestimmte Alternative, sondern eine Kriterienhierarchie zur Beurteilung von Stellenbewerbern.

### *A Problem*



Eine Personalverantwortliche möchte Einstellungsentscheidungen rationaler gestalten. Dazu bewertet sie die folgenden Auswahlkriterien mit der Methode des paarweisen Vergleichs von AHP:

- Zuverlässigkeit
- Ausbildung
- Erfahrung
- Arbeitsquantität und -qualität
- Einstellung zur Arbeit
- Führungsqualitäten.

Jedes Auswahlkriterium enthält mehrere Ausprägungen. Das Kriterium Ausbildung hat zum Beispiel die Ausprägungen "Doktorat", "Universitätsdiplom", "Fachhochschulabschluss" und "Abitur oder Lehrabschluss".

Alle Kriterien und ihre Ausprägungen werden auf einer diskreten Skala von 1-9 gemessen. Ihnen soll der Analytische Hierarchieprozess Prioritäten zuweisen. Auf die Bewertung konkreter Alternativen (zum Beispiel die Einstellung oder Ablehnung eines Bewerbers XY) soll verzichtet werden.

### *B Aufgabe*

Im 1. Teil wiederholen Sie wichtige Begriffe aus  [Kioskstandort.ec1](#)  
Im zweiten verbessern Sie die Ausgangslösung. Laden Sie dazu den Lösungsvorschlag  [Personalauswahl.ec1](#).

## 1 ExpertChoice geleitet kennen lernen

- a) Nennen Sie die Prioritäten der Kriterien
- b) Wie gross sind die globalen und lokalen Prioritäten der Ausprägungen von “Zuverlässigkeit”. Wozu sind die Ausprägungen lokal?  
(Hauptbildschirm: “Zuverlässigkeit” doppelt klicken, Menüpunkt *Synthesis/from Current Node*)
- c) Wie gross sind die Inkonsistenzen der Kriterien? Wie gross sind je Kriterium die Inkonsistenzen der Ausprägungen?  
(Hauptbildschirm: Kriterium bzw. Ausprägung klicken, Balkendiagramm-Symbol “Priorities Graph” klicken)
- d) Interpretieren Sie die Vergleichsmatrix der Kriterien  
(Hauptbildschirm: Goal klicken, *Assessment/pairwise*, Tab Matrix klicken)
- e) Suchen Sie den Paarvergleich, dessen Änderung die grösste Abnahme des Inkonsistenzverhältnisses bewirkt.  
(Hauptbildschirm: Goal klicken, *Assessment/pairwise*, Tab Matrix klicken, *Inconsistency/most*)
- f) Stellen Sie fest, wie die Paarvergleiche geändert werden müssen, damit sie konsistenter ausfallen.  
(Hauptbildschirm: Goal klicken, *Assessment/pairwise*, Tab Matrix klicken, *Inconsistency/best fit*)
- g) Die Prioritäten der Ausprägungen hängen von den Prioritäten der Kriterien ab. Untersuchen Sie die Empfindlichkeit (Sensitivität) der Ausprägungsprioritäten auf Änderungen der Kriteriumsprioritäten.  
(Hauptbildschirm: *Sensitivity/Graphs/Performance*)

## 2 ExpertChoice selbständig erkunden

- a) Verbessern Sie die Hierarchie Personalauswahl, indem Sie neue Kriterien und Ausprägungen definieren:
- Überlegen Sie sich ein weiteres Beurteilungskriterium und passende Ausprägungen.
  - Fügen Sie Kriterium und Ausprägungen in die Hierarchie ein (*Edit/Insert*).
  - Führen Sie den paarweisen Vergleich für die neuen Ausprägungen durch (Kriterium wählen, *Assessment/Pairwise*).
  - Legen Sie die Kriteriumsprioritäten fest, indem Sie diese ebenfalls paarweise vergleichen (Goal, *Assessment/Pairwise*).
  - Wie wirkt sich das neue Kriterium auf die Entscheidung der Personalselektion aus (*Synthesis/from Goal*)? Ist die Konsistenz der Vergleiche noch ausreichend?
- b) Ändern Sie die Bewertung der Kriterien und Ausprägungen, wo sie nicht plausibel erscheint.

---

# Theoretischer Hintergrund

---

## Grundlagen mit *ExpertChoice* (KIOSKSTANDORT)

- ✓ Problem beschreiben 8
- ✓ Entscheidungselemente unterscheiden 9
- ✓ Entscheidungselemente hierarchisieren 11
- ✓ Alternativen/Kriterien paarweise vergleichen 13
- ✓ Paarvergleiche zusammenfassen 19
- ✓ Zielrelevanz der Kriterien und Alternativen 24
- ✓ Ergebnis ableiten 27

## Anwendung mit *ExpertChoice* 32

- ✓ KIOSKSTANDORT 🖱, PERSONALAUSWAHL 🖱 32

## Theorie mit *MS Excel* (KIOSKSTANDORT 🧐) 37

- ⇒ Prioritäten approximativ berechnen 41
- ⇒ Prioritäten exakt berechnen 45

# Berechnung von Prioritäten

## ① **Grobe** Berechnung

Hauptziel

⇒ Paarvergleiche normieren

Operationen

*Einfache* arithmetische ...

✓ Summen

✓ Durchschnitte

## ② **Exaktere** Berechnung

Hauptziele

⇒ Paarvergleiche normieren

⇒ Inkonsistenzen vermindern

Operationen

*Komplexere* Matrixoperationen ...

✓ ›Eigenwerte

✓ ›Eigenvektoren

Der Unterschied zwischen den **groben**  
und der **exakteren** Ergebnissen ist gering

## 2.8 Matrix von Paarvergleichen

	<i>SICHTBARKEIT</i>	<i>KONKURRENZ</i>	<i>FREQUENZ</i>	<i>MIETE</i>
<i>SICHTBARKEIT</i>	1	5	1	1/3
<i>KONKURRENZ</i>	1/5	1	1	1/5
<i>FREQUENZ</i>	1	1	1	1/3
<i>MIETE</i>	3	5	3	1

*SICHTBARKEIT* 5 mal wichtiger als *KONKURRENZ*  
(*KONKURRENZ* 1/5 so wichtig wie *SICHTBARKEIT*)

### Definitionsmerkmale

- Eine Vergleichsmatrix vergleicht n Kriterien oder Alternativen
- Eine Vergleichsmatrix ist *quadratisch*
- Die Hauptdiagonale besteht aus lauter *Einsen*
- Entsprechende Vergleiche *unter* und *über* der Hauptdiagonalen sind *reziprok*
- Eine Vergleichsmatrix gleich wichtiger Kriterien bzw. Alternativen besteht aus lauter *Einsen*

### Konsistenz einer Vergleichsmatrix

- Eine Vergleichsmatrix heisst *konsistent*, wenn sie nur konsistente Paarvergleiche enthält



# Einsatz von Vergleichsmatrizen

- ✓ Problem beschreiben
- ✓ Problem strukturieren
- ⇒ Lokale Prioritäten berechnen

- grob
  - Kriterienprioritäten
  - lokale Alternativenprioritäten
- exakt
  - Kriterienprioritäten
  - lokale Alternativenprioritäten



Vergleichsmatrizen

- ⇒ Globale Alternativenprioritäten berechnen

---

## EXCEL - **Prioritäten** *approximativ* **berechnen**

---

### ① Vergleichsmatrizen vom Benutzer **erfragen**

- Kriterienmatrix
- Alternativenmatrizen

### ② Prioritäten **vergleichbar** machen

- Spaltensumme der Vergleichsmatrix berechnen
- Spaltensummen auf 1 normieren (Das Ergebnis jedes Paarvergleichs durch die Spaltensumme dividieren)
- Zeilendurchschnitte ergeben die Prioritäten

### ③ Lokale zu globalen Prioritäten **zusammenfassen**



#### Prioritäten von KIOSKSTANDORT

- ① Kriterienprioritäten approximativ
- ② lokale Alternativenprioritäten approximativ
- ③ globale Alternativenprioritäten exakt

## 2.9... EXCEL - ❶ Kriterienprioritäten *approximativ*

1 Zielrelevanz der Kriterien **paarweise vergleichen**

2 **Spaltensumme** berechnen

	<i>SICHTBAR</i>	<i>KONKURR.</i>	<i>FREQUENZ</i>	<i>MIETE</i>
<i>SICHTBAR</i>	1	5	1	1/3
<i>KONKURR.</i>	1/5	1	1	1/5
<i>FREQUENZ</i>	1	1	1	1/3
<i>MIETE</i>	3	5	3	1
<i>Spaltensumme (2)</i>	5.20	12.00	6.00	1.87

3 Jedes Gewicht durch die Spaltensumme **dividieren**  
(Normierung auf die Spaltensumme 1, d.h. vergleichbar machen)

4 **Zeilendurchschnitte** berechnen → **Kriteriumsprioritäten**

	<i>SICHTBAR</i>	<i>KONKURR.</i>	<i>FREQUENZ</i>	<i>MIETE</i>	<i>Kriteriumspriorität (4)</i>
<i>SICHTBAR</i>	0.19	0.42	0.17	0.18	0.24
<i>KONKURR.</i>	0.04	0.08	0.17	0.11	0.10
<i>FREQUENZ</i>	0.19	0.08	0.17	0.18	0.16
<i>MIETE</i>	0.58	0.42	0.50	0.54	0.51
<i>Spaltensumme (3)</i>	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

- MIETE ist das wichtigste Kriterium,
- KONKURRENZ das unwichtigste Kriterium

## 2.11... EXCEL - ② Alternativenprior. *approximativ*

① Lokale Alternativenprioritäten bezüglich Kriterium **Sichtbarkeit**

1 Alternativen **paarweise vergleichen**

2 **Spaltensumme** berechnen

	ZENTRUM	WARENHAUS	ALTSTADT
ZENTRUM	1	1/4	3
WARENHAUS	4	1	6
ALTSTADT	1/3	1/6	1
Spaltensumme (2)	5.33	1.42	10.00

3 Jedes Gewicht durch die Spaltensumme **dividieren**  
(normalisieren, d.h. vergleichbar machen)

4 **Zeilendurchschnitte** berechnen → **lokale Alternativenprioritäten**

	ZENTRUM	WARENHAUS	ALTSTADT	lokale Priorität (4)
ZENTRUM	0.19	0.18	0.30	0.22
WARENHAUS	0.75	0.71	0.60	0.69
ALTSTADT	0.06	0.12	0.10	0.09
Spaltensumme	1.00	1.00	1.00	1.00

② Lokale Alternativenprioritäten bezüglich der **weiteren** Kriterien  
... (analog)

## EXCEL - ③ Globale Alternativenprioritäten *exakt*

› **Globale Alternativenprioritäten** bezüglich des Ziels

- Jede lokale **Alternativenpriorität** mit **Kriteriumspriorität** gewichten
- Ergebnisse zeilenweise **addieren**

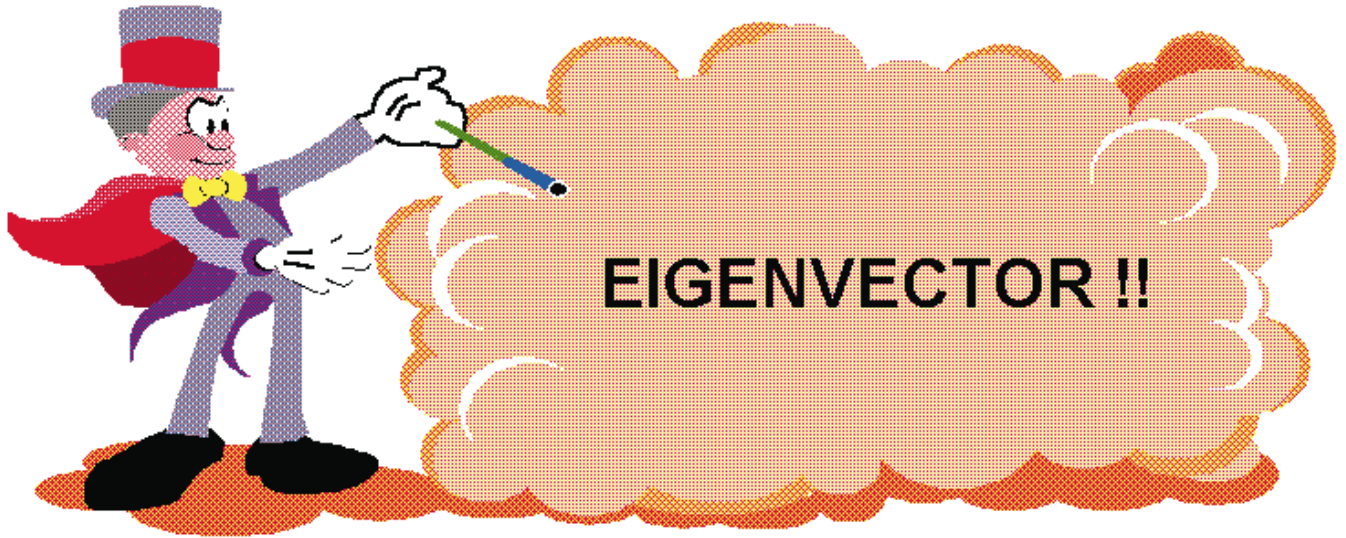
Bsp:  $.218 \times .243 + .543 \times .094 + .169 \times .155 + .444 \times .509 = .356207$

	<i>SICHTBAR</i>	<i>KONKURR.</i>	<i>FREQUENZ</i>	<i>MIETE</i>	<b>globale Priorität</b>
<i>ZENTRUM</i>	.218	.543	.169	.444	<u>.356207</u>
<i>WARENHAUS</i>	.691	.157	.387	.222	<u>.355654</u>
<i>ALTSTADT</i>	.091	.300	.443	.333	<u>.288475</u>
	1.000	1.000	1.000	1.000	1.00000
<i>Kriteriumspriorität</i>	<i>.243</i>	<i>.094</i>	<i>.155</i>	<i>.509</i>	



Ein Vergleich des Schlussergebnisses mit dem exakten Verfahren ergibt für KIOSK nur geringe Unterschiede

## Wie berechne ich Prioritäten *exakt* ?



Mit ein wenig linearer Algebra . . .

# Konsistenz bei gleich wichtigen Elementen

Gegeben sei eine Vergleichsmatrix  $V$  mit ...

- $n$  gleich wichtigen Kriterien oder Alternativen

Aus den bekannten Definitionen folgt:

- $V$  aus Einsen
- Prioritätenvektor  $p$  aus gleichen Elementen
- $V$  konsistent

Es gilt deshalb ...

a) für  $n = 4$

$$\begin{array}{cccc} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 \end{array} \times \begin{array}{c} p \\ p \\ p \\ p \end{array} = 4 \cdot \begin{array}{c} p \\ p \\ p \\ p \end{array}$$

b) allgemein

$$V \times p = n \cdot p$$



Lässt sich die Beziehung auf eine Vergleichsmatrix aus *ungleich* wichtigen Elementen verallgemeinern?

*Aufgabe*

Wie gross ist  $p$  für  $n=4$  bei einer Prioritätensumme von 1?

# Konsistenz bei ungleich wichtigen Elementen

Gegeben sei

- eine *konsistente* Vergleichsmatrix **V** mit ...
- **n** Kriterien oder Alternativen
- *ungleich* wichtigen Elementen

Es lässt sich zeigen:

$$\mathbf{V} \times \mathbf{p} = \mathbf{n} \quad \mathbf{p}$$

## Aufgabe

- Welches ist/sind die Unbekannte/n?
- Wie gross ist n für die Kriterien und Alternativen im Fall KIOSK?



# Exkurs - Eigenvektor und Eigenwert

## Definition

$\mathbf{p}$  heisst ein **Eigenvektor** der quadratischen Matrix  $\mathbf{V}$ , falls eine Zahl  $\lambda$  existiert, so dass :

$$\mathbf{V} \mathbf{p} = \lambda \mathbf{p}$$

$\lambda$  (Lambda) heisst **Eigenwert**

## Beispiel

$$\begin{bmatrix} 6 & 2 & 1 \\ 2 & 6 & 1 \\ 1 & 1 & 7 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ -2 \end{bmatrix} = 6 \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ -2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 6 \\ 6 \\ -12 \end{bmatrix}$$

## Rechnerischer Nachweis

			6	$\begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ -2 \end{bmatrix}$	=	$\begin{bmatrix} 6 \\ 6 \\ 6 \cdot -2 = -12 \end{bmatrix}$
6	2	1		$6+2-2 = 6$		
2	6	1		$2+6-2 = 6$		
1	1	7		$1+1-14 = -12$		

## Aufgabe

Wie gross sind die Eigenwerte der Eigenvektoren  $[1 \ -1 \ 0]$  und  $[1 \ 1 \ 1]$ ?

# Eigenwertproblem

Eigenwertproblem :=

Berechnung

- möglicher Eigenwerte  $\lambda$  und
  - der zugehörigen Eigenvektoren  $p$
- einer quadratischen Matrix  $V$ , so dass gilt ...

$$V \cdot p = \lambda \cdot p$$

↑  
?  
↓

Für eine konsistente Vergleichsmatrix  $V$ :

$$V \cdot p = n \cdot p$$

- ① Wie berechnen wir das richtige  $p$ ?
- ② Wie interpretieren wir  $\lambda - n$ ?

# Prioritätenberechnung als Eigenwertproblem

 [Kioskstandort.xls](#) ...

## ✓ enthält die Vergleichsmatrizen $V$

- der Kriterienprioritäten
- der lokalen Alternativenprioritäten

## ✓ berechnet nach einer Potenzmethode ...

- den betragsgrössten Eigenwert  $\lambda$
- den zugehörigen Eigenvektor  $p$

wobei

- $p$  ein Vektor der Kriterien- oder Alternativenprioritäten
- $n - \lambda$  ein Mass für die Inkonsistenz von  $V$



Wie definieren wir *Inkonsistenz*?

# Inkonsistenz einer Vergleichsmatrix der Kriterien

## Vergleichsmatrix **V** aus KIOSKSTANDORT

$$\begin{bmatrix} 1 & 5 & 1 & 1/3 \\ 1/5 & 1 & 1 & 1/5 \\ 1 & 1 & 1 & 1/3 \\ 3 & 5 & 3 & 1 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} p_1 \\ p_2 \\ p_3 \\ p_4 \end{bmatrix} = \lambda \cdot \begin{bmatrix} p_1 \\ p_2 \\ p_3 \\ p_4 \end{bmatrix}$$

- ① Die Erfragung der Paarvergleiche ergibt die Vergleichsmatrix **V**
- ② Die Eigenwertberechnung ergibt den betragsgrössten Eigenwert  $\lambda$  und den zugehörigen Prioritätenvektor **p**
- ③ Wenn  $\lambda$  gleich  $n$ , dann ist die Vergleichsmatrix **V** konsistent



Je grösser der Unterschied zwischen  $\lambda$  und  $n$ ,  
desto *inkonsistenter* die Vergleichsmatrix **V**



Wann ist die Inkonsistenz so gross, dass die  
Paarvergleiche korrigiert werden müssen ?

# Inkonsistente Paarvergleiche korrigieren

Es lässt sich zeigen:

(1)  $\lambda$  genau dann konsistent, wenn  $\lambda = n$

(2)  $\lambda \geq n$



Je grösser der Unterschied zwischen  $\lambda$  und  $n$ ,  
desto inkonsistenter die Paarvergleiche



Absolutes Inkonsistenzmass  $\lambda - n$  abhängig  
von der Dimension  $n$  der Kriterien bzw. Alternativen



Relatives **Inkonsistenzverhältnis** definieren



Falls Inkonsistenzverhältnis  $> 0.1$   
dann Paarvergleiche korrigieren

---

## EXCEL - Prioritäten exakt berechnen

---

### ① Vergleichsmatrix von den Benutzern **erfragen**

- Kriterienmatrix
- Alternativenmatrix

### ② Prioritäten **exakt** berechnen

- Eigenwertproblem  $\mathbf{V} \times \mathbf{p} = \lambda \mathbf{p}$  lösen

### ③ Lokale zu globalen Prioritäten **aggregieren**



#### Prioritäten von KIOSKSTANDORT

- ① Kriterienprioritäten
- ② lokale Alternativenprioritäten
- ③ globale Alternativenprioritäten

## ① Vergleichsmatrix transformieren

- Vergleichsmatrix quadrieren
- Quersumme jeder Matrixzeile berechnen
- Quersummen normieren (Jede Quersumme durch die Summe aller Quersummen dividieren)
- Ergebnis ist eine erste Näherung des Prioritätenvektors

## ② ① solange wiederholen, bis sich der Prioritätenvektor nicht mehr ändert

## 2.13 EXCEL - ❶ Kriterienprioritäten exakt<sup>1, 2</sup>

### 1 Zielrelevanz der Kriterien **paarweise vergleichen**

	<i>SICHTBAR</i>	<i>KONKURR.</i>	<i>FREQUENZ</i>	<i>MIETE</i>
<i>SICHTBAR</i>	1	5	1	1/3
<i>KONKURR.</i>	1/5	1	1	1/5
<i>FREQUENZ</i>	1	1	1	1/3
<i>MIETE</i>	3	5	3	1

### 2 **V quadrieren**, **Zeilensummen** berechnen und normieren

	<i>SICHTBAR</i>	<i>KONKURR.</i>	<i>FREQUENZ</i>	<i>MIETE</i>	Quer- summe	<i>Eigen- vektor</i>
<i>SICHTBAR</i>	4.00000	12.66667	8.00000	2.00000	26.67	0.24
<i>KONKURR.</i>	2.00000	4.00000	2.80000	0.80000	9.60	0.09
<i>FREQUENZ</i>	3.20000	8.66667	4.00000	1.20000	17.07	0.16
<i>MIETE</i>	10.00000	28.00000	14.00000	4.00000	56.00	0.51
					109.33	1.00

### 3 Schritt 2 solange **iterieren**, bis sich der ›Eigenvektor (Vektor der Kriteriumsprioritäten) nicht mehr ändert

- MIETE (0.51) ist das wichtigste Kriterium
- KONKURRENZ (0.09) das unwichtigste Kriterium

1 Wie kommt der erste Wert des Prioritätenvektors (0.24) zustande ?

2 Weshalb *ExpertChoice*, wenn auch unter *MS Excel* möglich ?



## EXCEL - ② Lokale Alternativenprioritäten exakt

› Lokale Alternativenprioritäten bez. Kriterium SICHTBARKEIT

1 Kriterienrelevanz der Alternativen **paarweise vergleichen**

	ZENTRUM	WARENHAUS	ALTSTADT
ZENTRUM	1	1/4	3
WARENHAUS	4	1	6
ALTSTADT	1/3	1/6	1
Spaltensumme	5.33	1.42	10.00

2 Lokale Prioritäten nach der **Potenzmethode**

(analog zur Berechnung der Kriterienprioritäten)

	<i>Lokale Priorität</i>
ZENTRUM	0.22
WARENHAUS	0.69
ALTSTADT	0.09
Spaltensumme	1.00

Lokale Alternativenprioritäten bezüglich der weiteren Kriterien

... (analog)

---

## EXCEL - ❸ *Globale* Alternativenprioritäten exakt

---

(Die Berechnung ist gleich wie für die approximative Variante)

### Prioritäten von KIOSKSTANDORT

- ❶ Kriterienprioritäten ✓
- ❷ lokale Alternativenprioritäten ✓
- ❸ globale Alternativenprioritäten ✓


Ein Vergleich des Schlussergebnisses mit dem exakten Verfahren ergibt für KIOSKSTANDORT nur geringe Unterschiede

Zuerst werden Sie die bereits bekannten Lösungsmethoden *nachvollziehen*. Dann erhalten Sie Gelegenheit, das Tabellenblatt zu ergänzen.

### *Lernziele*

- ⇒ Grobe Berechnung der Prioritäten nachvollziehen
- ⇒ Exaktere Berechnung der Prioritäten nachvollziehen

### *Aufgabe*

Laden Sie die Arbeitsmappe  [Kioskstandort.xls](#). Sie enthält ein Tabellenblatt zur groben und eines zur exakteren Prioritätenberechnung. Sie erhalten auf drei Arten Hilfe:

- Wenn Sie den Cursor auf ein Toolbar-Symbol positionieren, erscheint eine Kurzbeschreibung des Symbols.
- Ausführliche Hilfe erhalten Sie, wenn Sie auf einem Menüpunkt *Shift/F1* drücken.
- Wenn Sie den Cursor auf die orange Zelle *Hilfe* bewegen, erscheint eine Erläuterung zum Tabellenblatt. Für Details bewegen Sie den Cursor über Zellen mit ▼.

Beantworten Sie anhand des Tabellenblatts die folgenden Fragen:

- a) Beschreiben Sie die Bedeutung aller Spalten, Zeilen, Zellen und Formeln, ohne gleich die Zellenkommentare (▼) zu lesen. Folgen Sie dabei den Schritten der *Hilfe*.
- b) Die beiden Tabellenblätter sind vor allem deshalb unvollständig, weil sie nur eine von mehreren lokalen Alternativenprioritäten berechnen. Vervollständigen Sie die Tabellenblätter so, dass sich die Änderung einer Vergleichsmatrix auf die weiteren Ergebnisse fortpflanzt.

- c) Wie müssten Sie die Arbeitsmappe ändern, damit sie nicht nur Vergleichsmatrizen des Problems Kioskstandort, sondern beliebige Vergleichsmatrizen akzeptiert?

# Rückblick

---

## Analyse

Problem beschreiben

**Ziel**, **Kriterien**, **Alternativen** unterscheiden

Ziel, Kriterien, Alternativen hierarchisieren

## Synthese

Elemente in einer Matrix *paarweise vergleichen*

**Kriterien** bezüglich des **Ziels**

→ eine Vergleichsmatrix

**Alternativen** bezüglich *jedes* **Kriteriums**

→ mehrere Vergleichsmatrizen

Prioritäten und Inkonsistenzverhältnisse *berechnen*

**Kriterien** bezüglich des **Ziels**

→ ein Prioritätenvektor

**Alternativen** bezüglich *jedes* **Kriteriums** (lokal)

→ mehrere Prioritätenvektoren

**Alternativen** bezüglich des **Ziels** (global)

▸ lokale Alternativenprioritäten mit den Kriterienprioritäten gewichten und dann addieren

Paarvergleiche *revidieren* bis

alle Inkonsistenzverhältnisse  $\leq 0.1$

**Alternative(n)** mit dem(n) höchsten Gewicht(en) *wählen*

Sensitivität der Prioritäten prüfen

## 2.14 Kriterien für EUS-Methoden

<b>Kriterium</b>	<b>Ziel</b>
<i>Methode breit anwendbar</i>	Schwache Modellvoraussetzungen - insbesondere an das ›Messniveau und die Beschaffbarkeit der Daten - erlauben den Einsatz in vielen Domänen
<i>Automatisierungsfreundlichkeit</i>	Ein grosser Teil der Endbenutzerentscheidungen lässt sich automatisieren. Benutzerinterventionen selten
<i>Ergebnis genau</i>	Das Ergebnis ist unzweideutig und verbessert eine ›naive Vorhersage klar
<i>Unabhängige Variablen gewichtbar</i>	Die Methode bewertet den unterschiedlichen Einfluss der unabhängigen Variablen quantitativ oder qualitativ
<i>Lösungsweg begründbar</i>	Das Zustandekommen eines Ergebnisses lässt sich dem Endbenutzer einfach und automatisierbar erklären
<i>Methode plausibel</i>	Die Methode als ganzes ist für den Anwender nachvollziehbar
<i>Ergebnis einbettbar (embeddability)</i>	Das erstellte Problemlösungsmodell lässt sich einfach in andere DV-Systeme - vor allem ›RDBMS - integrieren
<i>Entwicklungsaufwand</i>	Der Zeitaufwand zur Entwicklung eines domänenangepassten Problemlösungsmodells ist klein (v.a. Datenvorbereitung)
<i>Rechnerbelastung</i>	Der Laufzeit- und Speicheraufwand zur Erstellung und Anwendung eines Modells ist bescheiden

Weitere Kriterien: *Fehlertoleranz*, *Skalierbarkeit* (kleine und grosse Stichproben), *Validierungsfreundlichkeit*

## 2.15 Methode im Vergleich

Kriterium	AHP	Optimierung	OLAP	Regelbasierte Systeme	Induktion	Neuronale Netze	Regression
Methode breit anwendbar	<sup>1</sup> +	–	+	∅	∅	∅	–
Automatisierungsgrad	<sup>2</sup> –	+	–	∅	+	+	+
Ergebnis genau	<sup>3</sup> –	+	+	∅	+	+	+
Unabhängig. Var. gewichtbar	<sup>4</sup>	–	–	–	∅	–	+
Lösungsweg begründbar	<sup>5</sup> ∅	–	∅	+	+	–	–
Methode plausibel	<sup>6</sup> +	∅	+	+	∅	–	∅
Ergebnis einbettbar	<sup>6</sup> ∅	+	∅	∅	+	∅	+
Entwicklungsaufwand	+	+	–	–	+	∅	∅
Rechnerbelastung	+	+	–	∅	∅	–	+

1 vor allem auch für schlecht quantifizierbare Probleme

2 viele Benutzerinterventionen erforderlich

3 Ergebnis stark von subjektiven Beurteilungen abhängig

4 Gewichte der Entscheidungselemente benutzerdefiniert

5 mit Ausnahme der Aggregation der Paarvergleiche (Eigenvektorverfahren)

6 werkzeugabhängig



 [Web Quiz](#)

# *Folienverzeichnis (Ein Klick führt zur gewünschten Folie)*

<a href="#">Analytischer Hierarchieprozess</a>	2
<a href="#">Einordnung</a>	3
<a href="#">Unterrichtsmaterial</a>	4
<a href="#">AHP ist eine verfeinerte Nutzwertanalyse</a>	5
<a href="#">Grundlagen</a>	6
<a href="#">Entwicklungsphasen</a>	7
<a href="#">✚ KIOSK - Fallbeispiel</a>	8
<a href="#">Entscheidungselemente unterscheiden</a>	9
<a href="#">Rational entscheiden</a>	10
<a href="#">Entscheidungselemente hierarchisieren</a>	11
<a href="#">2.3 Überblick</a>	12
<a href="#">Wie man <i>nicht</i> vergleichen sollte ...</a>	13
<a href="#">Wie man Kriterien vergleichen <i>könnte</i> ...</a>	14
<a href="#">Exkurs - Variablen messen</a>	15
<a href="#">Kriterien und Alternativen vergleichen</a>	16
<a href="#">Konsistenz im Alltag</a>	17
<a href="#">Paarvergleiche <i>können</i> inkonsistent sein</a>	18
<a href="#">Paarvergleiche zusammenfassen (Synthese)</a>	19
<a href="#">AHP misst auf einer Intervallskala von 1 - 9</a>	20
<a href="#">Zuverlässigkeit von Vergleichen</a>	21
<a href="#">Prioritäten berechnen, um zu ordnen</a>	22
<a href="#">Prioritäten von Kriterien und Alternativen</a>	23



2.6 EC - ❶ Zielrelevanz jedes Kriteriums	24
2.7 EC - ❷ Kriteriumsrelevanz jeder Alternative	25
2.4 EC - ❸ Zielrelevanz jeder Alternative	26
2.4 Alternative(n) wählen	27
Sensitivitätsanalyse	28
2.5 Sensitivität prüfen	29
Anwendung	30
Funktionalität von <i>ExpertChoice</i>	31
🖱 KIOSKSTANDORT mit <i>ExpertChoice</i> (A 2.1)	32
🖱 PERSONALAUSWAHL mit <i>ExpertChoice</i> (A 2.2)	35
Theoretischer Hintergrund	38
Berechnung von Prioritäten	39
2.8 Matrix von Paarvergleichen	40
Einsatz von Vergleichsmatrizen	41
EXCEL - Prioritäten <i>approximativ</i> berechnen	42
2.9... EXCEL - ❶ Kriterienprioritäten <i>approximativ</i>	43
2.11... EXCEL - ❷ Alternativenprior. <i>approximativ</i>	44
EXCEL - ❸ Globale Alternativenprioritäten <i>exakt</i>	45
Wie berechne ich Prioritäten <i>exakt</i> ?	46
Konsistenz bei gleich wichtigen Elementen	47
Konsistenz bei ungleich wichtigen Elementen	48
Exkurs - Eigenvektor und Eigenwert	49
Eigenwertproblem	50
Prioritätenberechnung als Eigenwertproblem	51

<u>Inkonsistenz einer Vergleichsmatrix der Kriterien</u>	<u>52</u>
<u>Inkonsistente Paarvergleiche korrigieren</u>	<u>53</u>
<u>EXCEL - Prioritäten exakt berechnen</u>	<u>54</u>
<u>Potenzmethode der Eigenvektorberechnung</u>	<u>55</u>
<u>2.13 EXCEL - ❶ Kriterienprioritäten exakt</u>	<u>56</u>
<u>EXCEL - ❷ Lokale Alternativenprioritäten exakt</u>	<u>57</u>
<u>EXCEL - ❸ Globale Alternativenprioritäten exakt</u>	<u>58</u>
<u>🖱 KIOSKSTANDORT mit MS Excel (A 2.4)</u>	<u>59</u>
<u>Rückblick</u>	<u>61</u>
<u>2.14 Kriterien für EUS-Methoden</u>	<u>62</u>
<u>2.15 Methode im Vergleich</u>	<u>63</u>