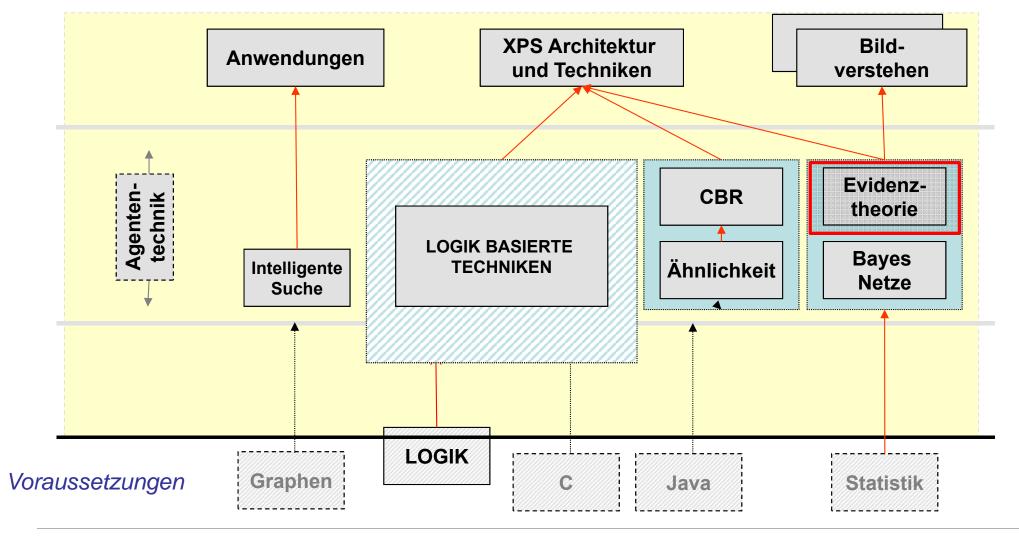


## Modellbildung unter Unsicherheit Evidenzen und Dempsters Regel



# Einordnung in die Vorlesungsstruktur





Die Dempster-Shafer Regel - Alternative zur Wahrscheinlichkeitsrechnung

**Evidenztheorie** Betrachtet insgesamt unbekannte Sachverhalte, für die

objektiv richtige Teilinformationen gegeben sind

**→** Evidenzen

Nachteil der Wahrscheinlichkeitstheorie:  $P(A) + P(\neg A) = 1$ 

Unwissenheit kann nicht modelliert werden!

Voraussetzung für die Evidenztheorie:

Menge  $\Omega = \{A_1, ..., A_n\}$  von Alternativen

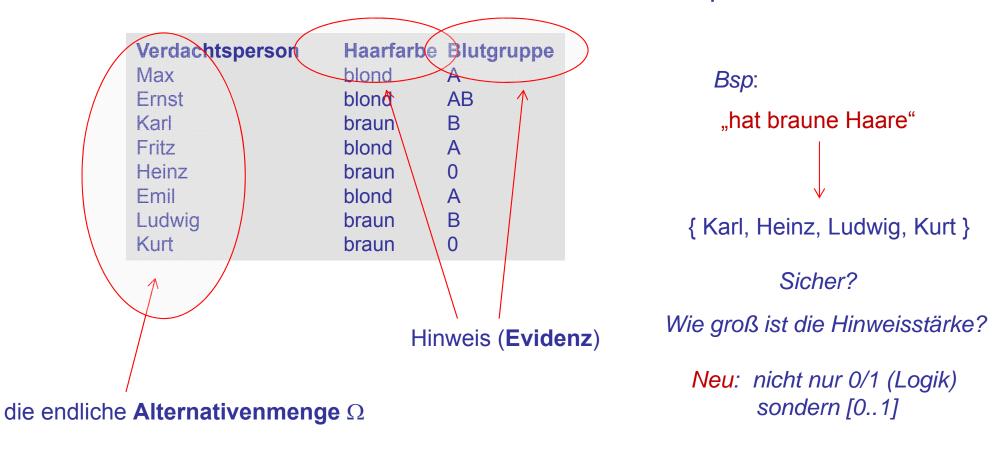
- (1) Alternativenmenge ist vollständig
- (2) Alternativen schließen sich gegenseitig aus

 $Pot(\Omega)$  = Menge der Teilmengen von  $\Omega$  = Potenzmenge



## Ein Beispiel

### Kriminalfall - Am Tatort sind Haare und Blutspuren zu finden





## Die Dempster-Shafer Regel

"Je mehr Information. desto kleiner m(A)"

**Definition: Basismaß** 

Ein Basismaß für  $\Omega$  ist eine Abbildung

m: Pot(
$$\Omega$$
)  $\rightarrow$  [0,1] mit  $m(\emptyset) = 0$  und  $\sum_{X \subseteq \Omega} m(X) = 1$ 

Die **Belief - Funktion** B (akkumulierte Evidenz)

$$\mathsf{B} = \mathsf{B}_\mathsf{m} : \mathsf{Pot}(\Omega) \to [0,1] \quad \mathsf{mit} \; \mathsf{B}(\mathsf{X}) = \sum_{\mathsf{Y} \subset \mathsf{X}} \mathsf{m}(\mathsf{Y})$$

Es gilt : 
$$m({A1,A2}) = B({A1,A2}) - B({A1}) - B({A2})$$

**Plausibilität** 

$$PI(X) := \sum_{X \cap Y \neq \emptyset} m(Y)$$

"Zweifel an X"

$$Zw(X) = B(\Omega \setminus X)$$

"Oberste Wahrscheinlichkeit von X"  $B^*(X) = 1 - Zw(X)$ 

$$B^*(X) = 1 - Zw(X)$$

X ist "fokal" wenn m(X) > 0; Die Vereinigung aller fokalen Elemente heißt **Kern** von B

"Unwissenheit über X"  $B^*(X) - B(X)$ 

Bayes-B-Funktion : 
$$B(X) + B(\Omega \setminus X) = 1$$
 für alle  $X \subseteq \Omega$ 



## Die Dempster-Shafer Regel

Inferenz bedeutet: A) Akkumulation mit anderen Evidenzen

B) Verwendung von Regeln, die entweder ganz sicher, oder nur mit einer Evidenz versehen sind

### **Dempsters Regel**

$$m_1$$
"+" $m_2(H) = \sum_{H=X \cap Y} m_1(X) \cdot m_2(Y)$ 

(1)  $m_1 \oplus m_2 (\emptyset) = 0$ 

 $m_1$  und  $m_2$  heißen "unvereinbar", wenn  $\sum_{\varnothing=X\cap Y} m_1(X) \cdot m_2(Y) = K = 1$ 

Für unvereinbare Evidenzen ist die Akkumulation nicht definiert



## Die Dempster-Shafer Regel

### Nochmal am Beispiel ...

Verdachtsperson Max Ernst Karl	Haarfarbe blond blond braun	Blutgruppe A AB B
Fritz	blond	Α
Heinz	braun	0
Emil	blond	Α
Ludwig	braun	В
Kurt	braun	0

Seien für m<sub>1</sub> die fokalen Mengen definiert als:

$$m_1(braun) = 0.6 \quad m_1(\Omega) = 0.4$$

Evidenz m<sub>2</sub> liefere

$$m_2(Blutgruppe \neq 0) = 0,7$$
  
 $m_2(\Omega) = 0,3$ 

Was erhalten wir durch akkumulierte Evidenz?

$$\begin{array}{lll} m_1 \oplus m_2 \; (\Omega) & = 0.4 \; ^*0.3 = 0.12 \\ m_1 \oplus m_2 \; (braun) & = 0.6 \; ^*0.3 = 0.18 \\ m_1 \oplus m_2 \; (Blutgruppe \neq 0) & = 0.4 \; ^*0.7 = 0.28 \\ m_1 \oplus m_2 \; (\{Ludwig,Karl\}) & = 0.6 \; ^*0.7 = 0.42 \\ \end{array}$$



Evidenzen

Was bedeutet "plausibel"?

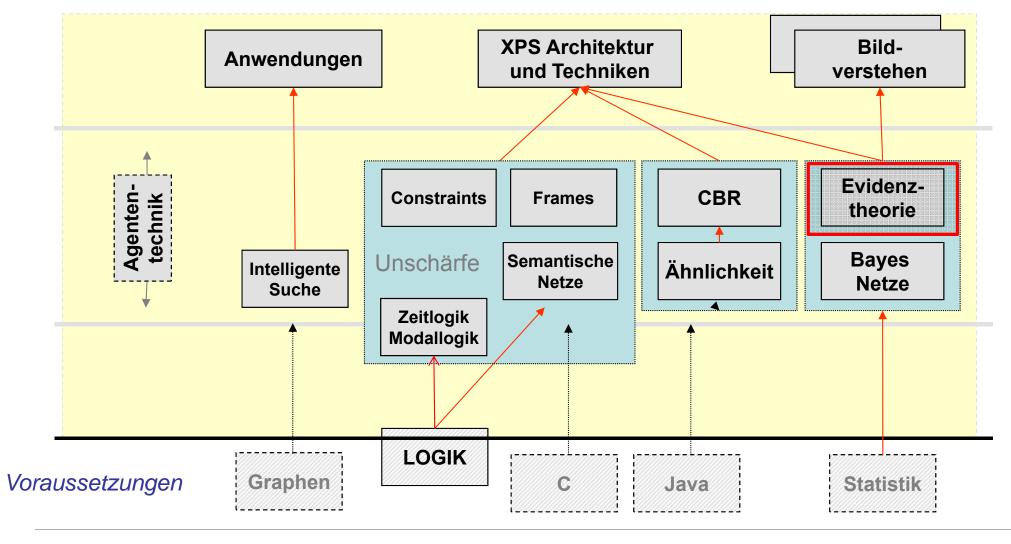
Was ist eine fokale Menge?

Was ist die Besonderheit der Evidenztheorie?

Die Theorie in aller Kürze ... nun die "Praxis"!



# Einordnung in die Vorlesungsstruktur





Emotionale Interaktion ... ...Emotionen und Computer?

#### **Motivation**

Wie kann man sich eine Anwendung vorstellen in der **Emotion** und **Computer** in Zusammenhang stehen?

### **Emotion**

Grundlagen: Psychologie und Modelle

### Mimikerkennung

KI-Methodik des Bildverstehens: Einsatz der **Evidenztheorie** 



Plausibilität(Überraschung) = 0.72



**Emotion in Computerspielen** Realistische Computergegner

Empathie in interaktiven Systemen

**Akzeptanz** 

Fraunhofer Inst., Rostock

Stressmessung

Fluglotsen

Kern des Lernverhaltens, anpassen der Lehrmethode

Lehr- und Lernsysteme

**Produktevaluation** 

Direktes statt indirektes Feedback

FearNot! EU Projekt

Zukunftsszenario:

**Einsatz in Haushalt und Pflege** 

Akzeptanz von "künstlichen Helfern"



**Emotionserkennung** 

**Emotionsdarstellung** 

**Emotionsmodellierung** und -inferenz

## Motivation

### **Emotionserkennung**

**Emotionsdarstellung** 

**Emotionsmodellierung** und -inferenz

Mimik

**Gestik** 









Stimme/Sprache



Sprechgeschwindigkeit, Tonhöhe, Stimmqualität, Artikulation, Lautstärke







Ärger

Angst Fröhlichkeit

**Physiologische** Merkmale







Hautwiderstand, Herzrate, Hirnströme, fMRT, etc.

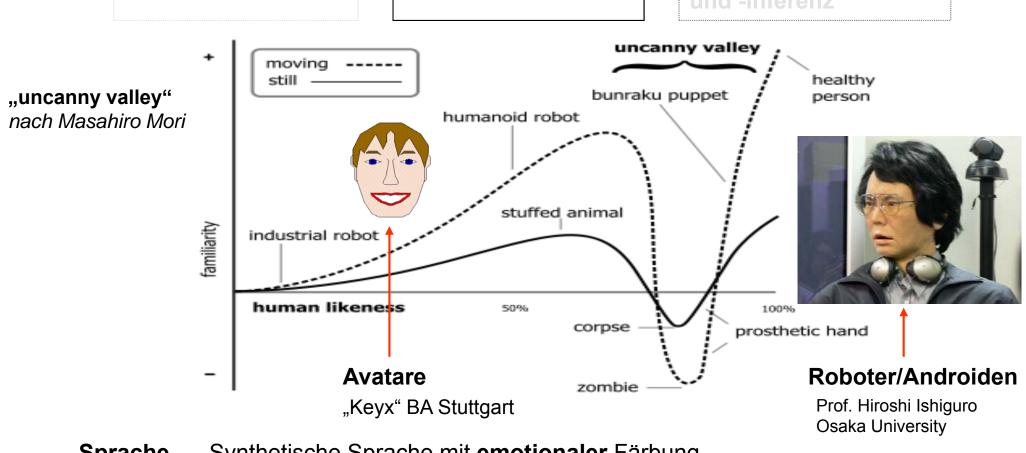


## Motivation

Emotionserkennung

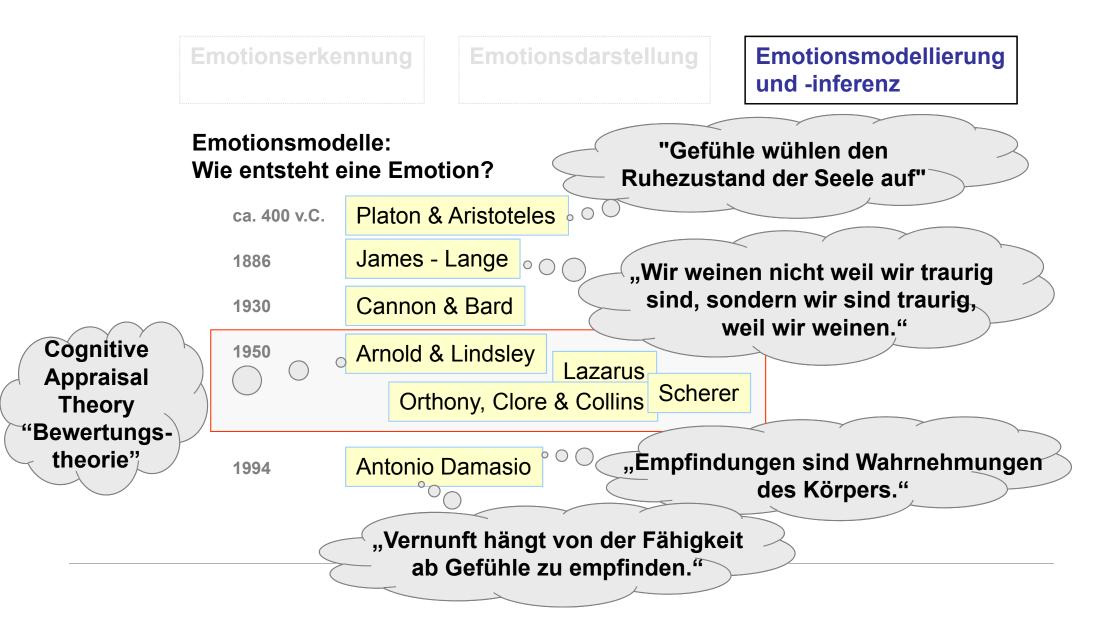
**Emotionsdarstellung** 

**Emotionsmodellierung** und -inferenz



Sprache Synthetische Sprache mit emotionaler Färbung

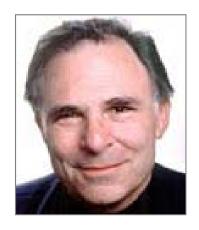








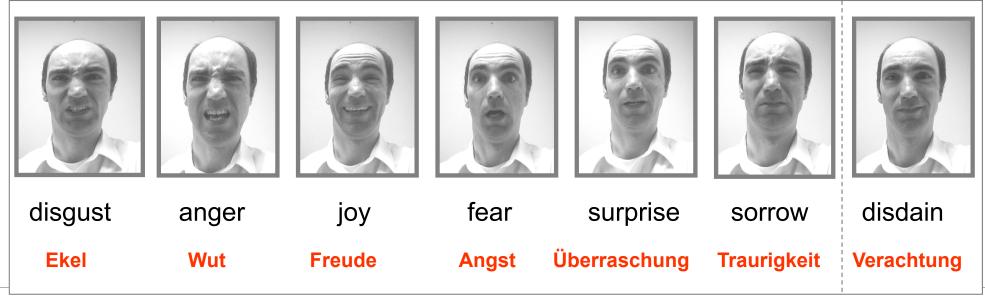
### **Emotion**



Paul Ekman
Professor für Psychologie
University of California, San Francisco (emerit.)

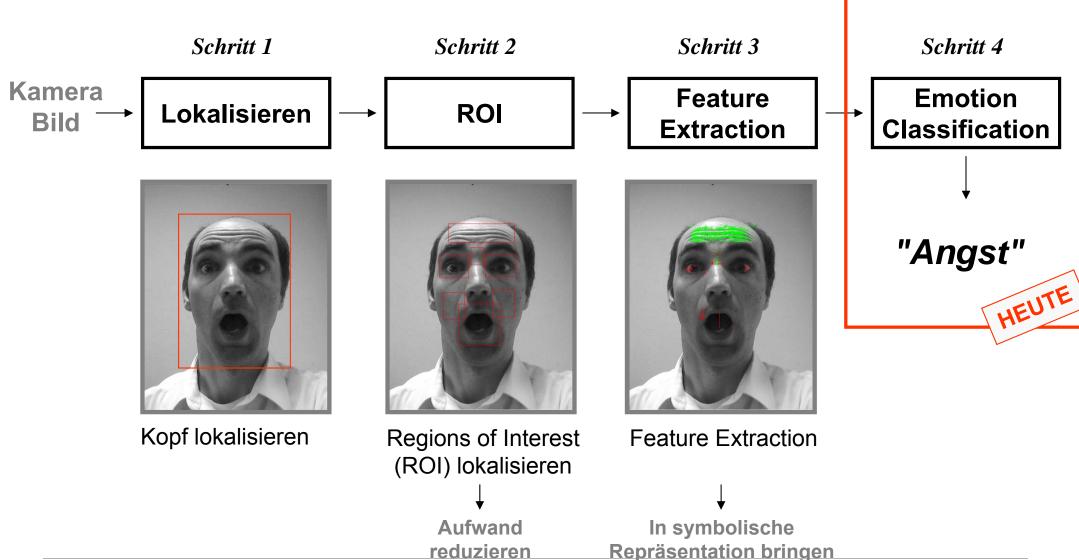
- Universeller emotionaler Gesichtsausdruck
- FAST (Facial Affect Scoring Technique) Ekman, Friesen, Tomkins 1971.
- FACS (Facial Action Coding System) Ekman, Friesen 1978

#### Die Basisemotionen nach Ekman

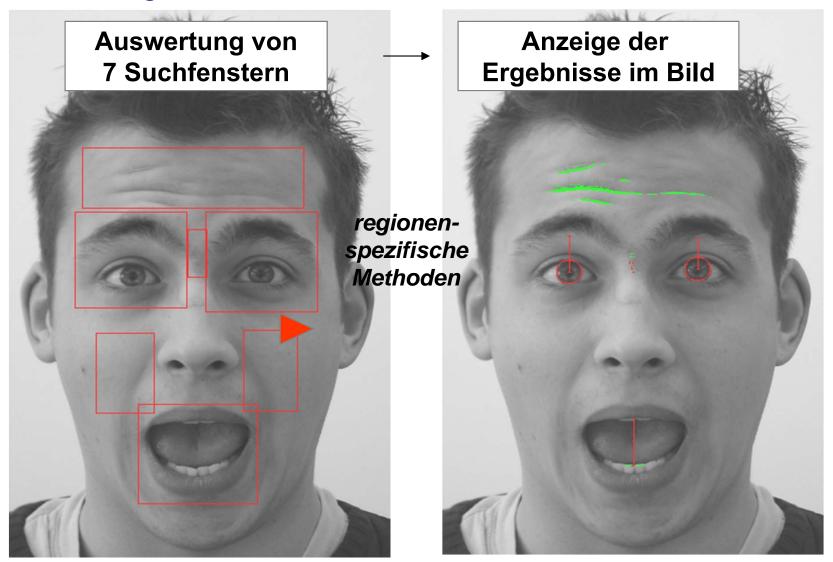




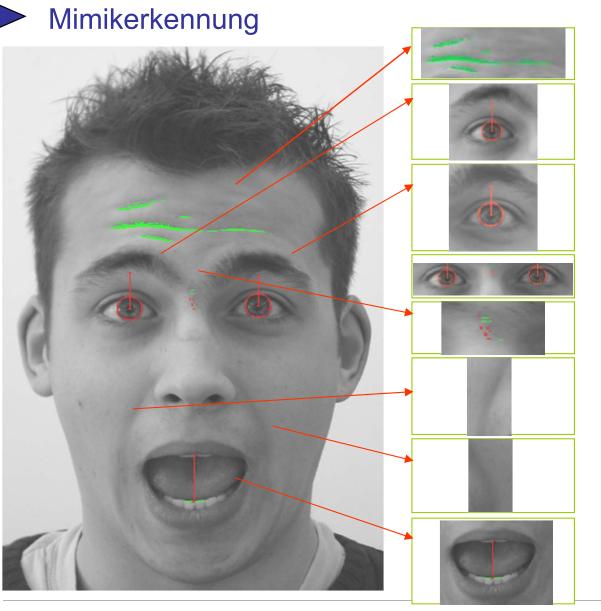
### Mimikklassifikation per Computer







## **DH**BW Stuttgart



FOB = "small" furrowing of browe

LEA = "large" *left eye aperture* 

LBD = "large" left browe distance

REA = "large" right eye aperture

RBD = "large" right browe distance

TIL = "small" tilting

HNC = "small" horizontal nose crinkles
VNC = "small" vertical nose crinkles

LCW = "small" left cheek wrinkle

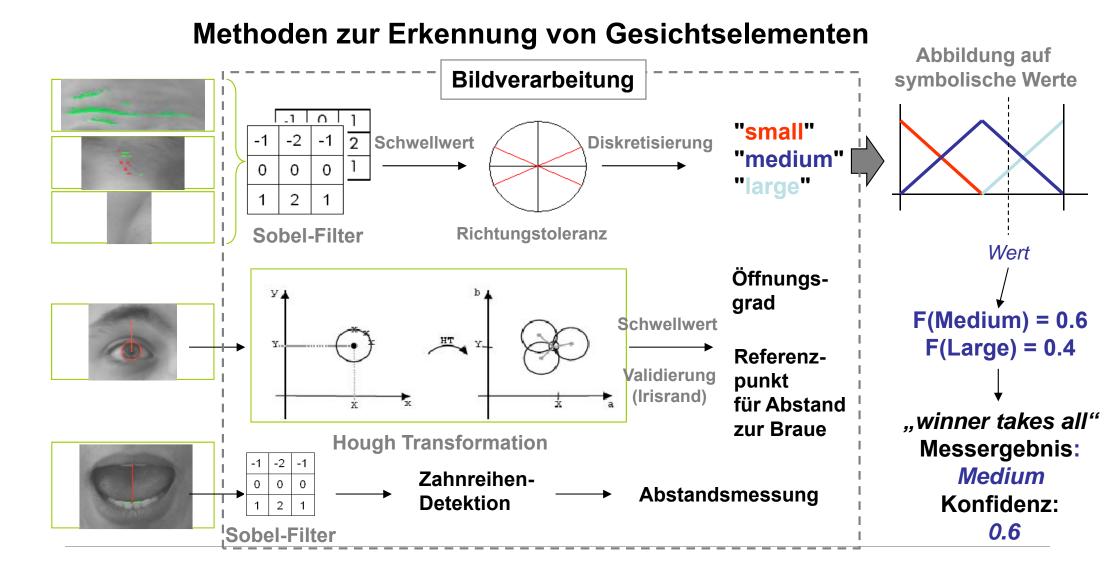
RCW = "small" right cheek wrinkle

MA = "large" mouth aperture

TV = "both" *teeth visible* 



### Bildverarbeitungstechniken





### Woran erkennt man nun eine Emotion?

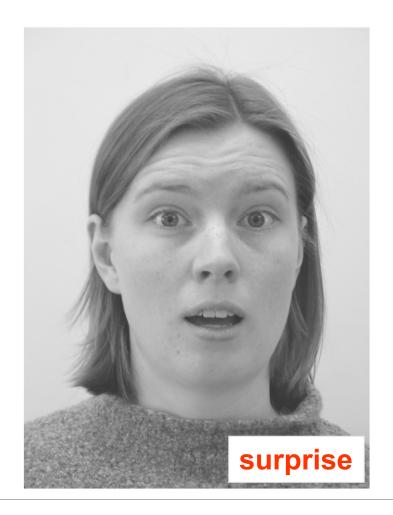
### Überraschung

- angehobenen Brauen
- aufgerissene Augen
- offener Mund
- Stirn in Falten

### Oder ... ?

### **Angst**

- angehobene Brauen
- aufgerissene Augen
- vertikale Nasenfalten
- offener Mund
- untere Zahnreihe ist sichtbar







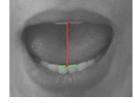
## Abbildung psychologischer Erkenntnisse

											0		
	Emotion	FOB	LEA	LBD	REA	RBD	TIL	HNC	VNC	LCW	RCW	MA	TV
Freude {	Joy-1	S	m,s	m	m,s	m	S			m,l	m,l	S	
	Joy-2	S	m,s	m	m,s	m	S			m,l	m,l	m,l	
Überraschung	Surprise	m,l	I	I	I	I	S			m,s	m,s	I	
Ärger/Wut	Anger-1	s,m	m,l	S	m,l	S	S	s,m				S	
	Anger-2	S	m,l	S	m,l	S	S	m,l		s,m	s,m	m,l	u,l,b
Ekel {	Disgust-1	s,m	s,m	m	s,m	m	s,m		s,m	s,m	s,m	S	u
	Disgust-2	s,m	S	s,m	S	s,m	s,m		m,l	s,m	s,m	S	n,u
Angst {	Fear-1	m,l	I	I	I	I	S		m,l	s,m	s,m	s,m	
	Fear-2	m,l	I	I	I	I	S		m,l	s,m	s,m	m,l	l,b
Traurigkeit {	Sorrow-1	m,l	s,m	s,m	s,m	s,m	S		m,l			s,m	
	Sorrow-2	m,l	S	S	S	S	S		m,l			m	
Verachtung {	Disdain-a	s,m	m	m	S	m	s,m			S	m	s,m	n,u,l,b
	Disdain-b	s,m	S	m	m	m	s,m			m	S	s,m	n,u,l,b
s = small, m = medium, l = large n = none, u = upper, l = lower, b = both										= both			



### **Anwendung der Evidenztheorie**

Die Evidenztheorie benötigt eine Menge  $\Omega = \{A_1, ..., A_n\}$  von Alternativen (Klassifikation *Hier:* die Menge der Emotionen  $\Omega = \{joy-1, joy-2, surprise, ...\}$ Das Basismaß **m**: Pot( $\Omega$ )  $\rightarrow$  [0,1] mit m( $\emptyset$ ) = 0 und  $\Sigma$  m(X) = 1 REA m,s Hier: jede Messung eines Gesichtselements m,s surprise → REA = "large" (right eye aperture) anger1 nı.l anger2 nı,l  $\rightarrow$  m<sub>1</sub>({surprise, anger1, anger2, fear1, fear2}) = 0.6 s,m Verbleibende  $m_1(\Omega) = 0.4 \leftarrow$ Unsicherheit fear1 fear2



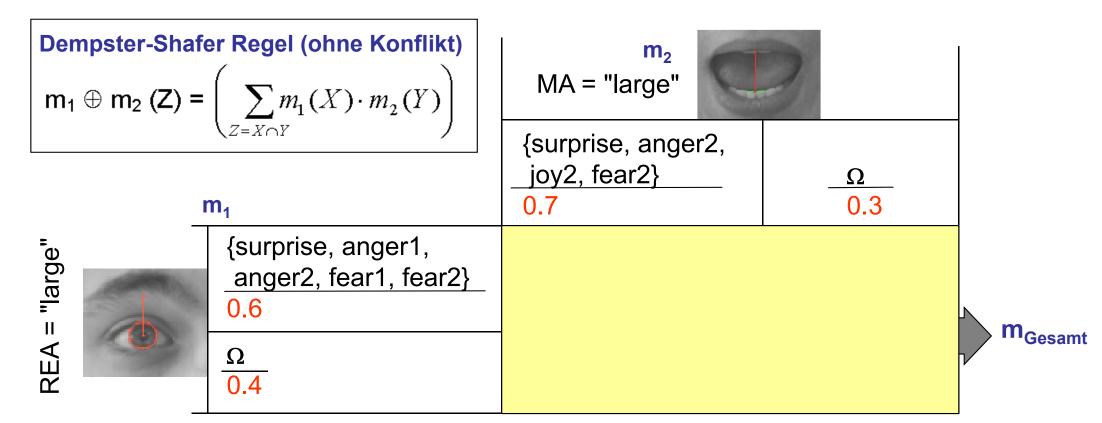
- → MA = "large" (mouth aperture)
- →  $m_2$ ({surprise, anger2, joy2, fear2}) = 0.7 ← Zuverlässigkeit  $m_2(\Omega) = 0.3$

s,m ..Konfidenz" der Messung



### **Akkumulation von Evidenzen**

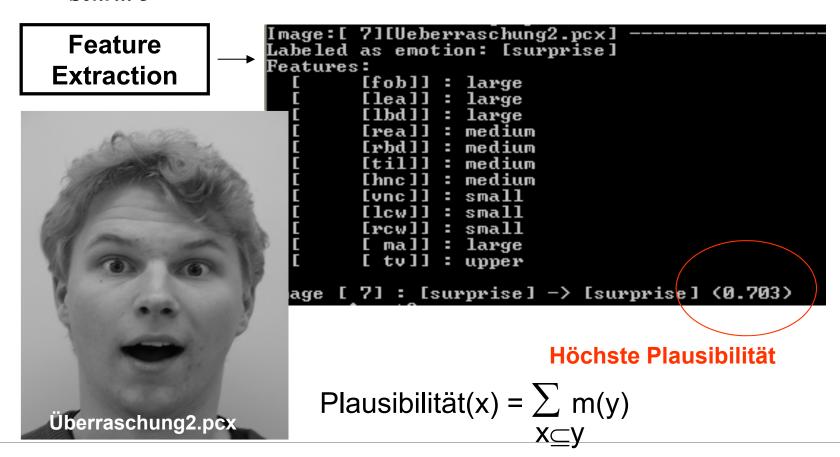
Die Evidenztheorie ermöglicht Schlussfolgerung durch Akkumulation von Evidenzen





### Akkumulation von Evidenzen

Schritt 3

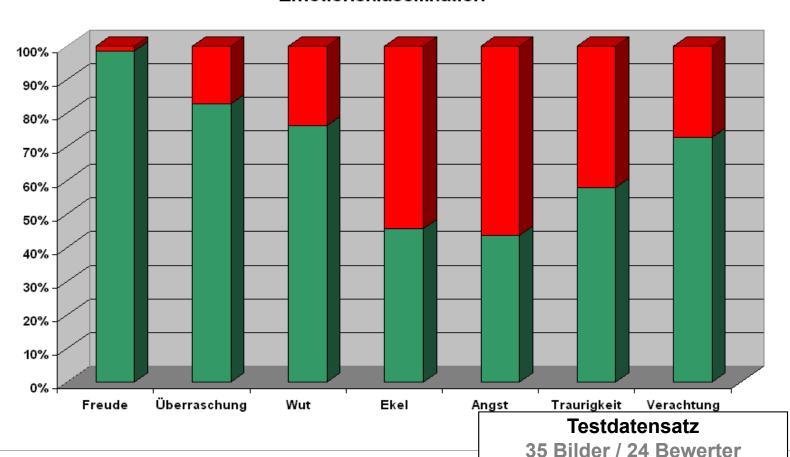




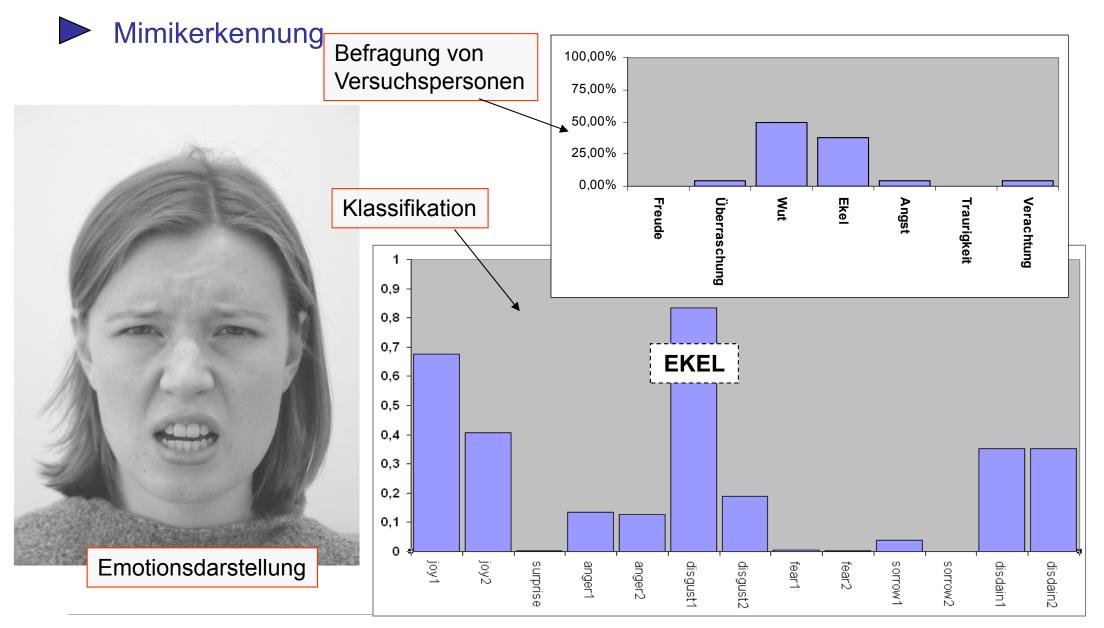
### **Validierung**

- wie gut ist der menschliche Klassifikator?

#### **Emotionsklassifikation**









Beherrschen: Anwenden der Evidenztheorie!

Evidenzen