

# Ad-hoc Sensornetzwerk zur Gebäudeüberwachung und Navigation



# Übersicht



- Einleitung und Motivation
- Überblick Rescue-Projekt
- Sensorplattformen
- Projekt-Arbeit
- Master-Thesis
  - Konzept
  - Systemarchitektur und Ziele
  - Risiken
- Ausblick und Literatur

# Übergreifendes Szenario

- Gebäudebrand



- Annahmen:

- Desaster auf einer großen und komplexen Anlage
- Brandbekämpfung durch Werksfeuerwehr

# Motivation

- Brände in großen Gebäudekomplexen sind für Feuerwehrleute besonders gefährlich
  - Sichtbehinderung durch Rauch
  - Enge und unübersichtliche Stellen
  - Wenig Informationen über die tatsächliche Ausbreitung des Feuers
  - Hoher Stressfaktor, da selten reale Brände auftreten
  - **Feuerwehrleute können sich leicht im Gebäude verirren und nicht mehr hinaus finden**

**Ziel: Den Rettungskräften möglichst viele Informationen zur Verfügung stellen, damit sie sich auf ihre eigentliche Arbeit konzentrieren können und besser geschützt werden**



- Einleitung und Motivation
- **Überblick Rescue-Projekt**
- Sensorplattformen
- Projekt-Arbeit
- Master-Thesis
  - Konzept
  - Systemarchitektur und Ziele
  - Risiken
- Ausblick und Literatur

# Rescue-Projekt

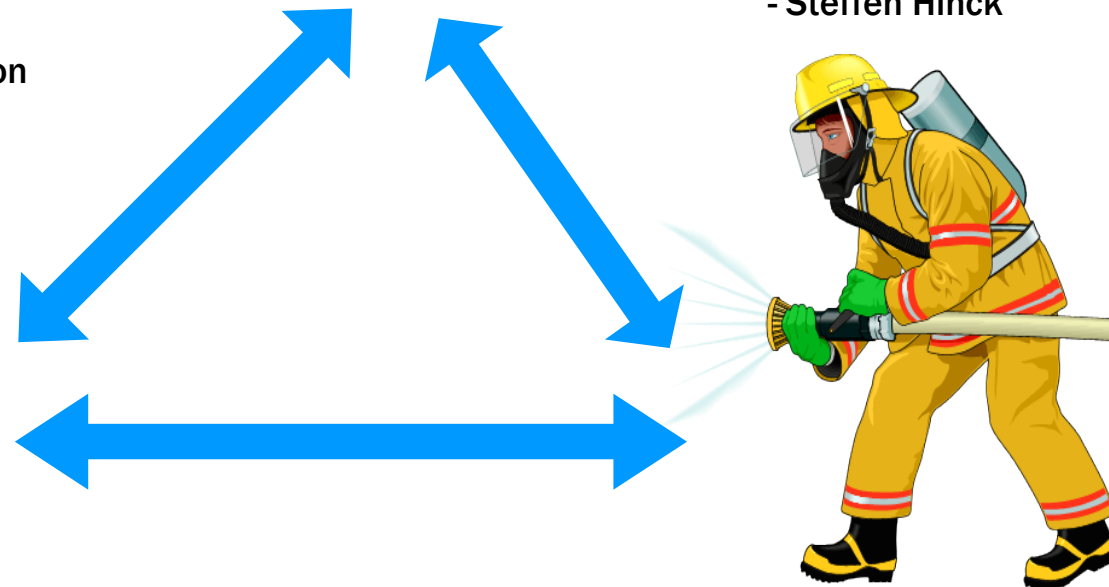
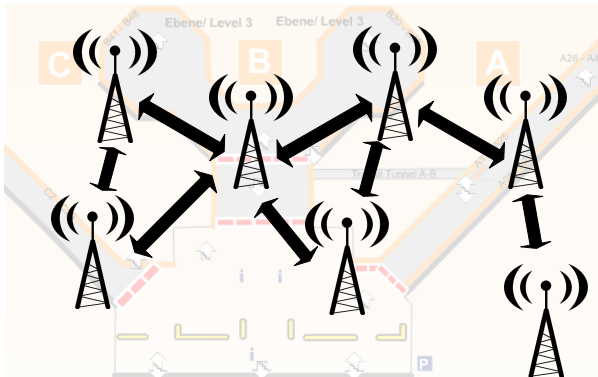
- Das konkrete Projekt:

Leitstand für Disaster Szenarien  
- Andreas Piening



Wearable Computer in  
Disaster Szenarien  
- Steffen Hinck

Ad-hoc Sensornetzwerk zur  
Gebäudeüberwachung und Navigation  
- Arno Davids





# Sensorik zur Gebäudeüberwachung

- Meine Ziele im Szenario:
  - Daten und Information im Gebäude erfassen
  - und Weiterleitung an den Leitstand & Feuerwehrmann
  - Unterstützung der Feuerwehrleute im Gebäude

## **Wireless Sensor Network**

- Anforderungen:
  - Dynamisches Ad-hoc Netzwerk
  - Tolerant gegenüber Knotenausfall
  - Große Knotenanzahl möglich
  - Normalbetrieb: wenig Aktivität / lange Schlafphasen
  - Im Brandfall: erhöhte Aktivität

# Übersicht



- Einleitung und Motivation
- Überblick Rescue-Projekt
- **Sensorplattformen**
- Projekt-Arbeit
- Master-Thesis
  - Konzept
  - Systemarchitektur und Ziele
  - Risiken
- Ausblick und Literatur



# Sensorplattformen

- Unterschiedliche Sensorplattformen:
  - Uni Stuttgart & Karlsruhe: **Jasmine III** (ATmega168, IR)
  - FU Berlin: **Scatterweb ESB** (MSP430, GSM, TinyOS)
  - SUN: **SunSpot** (ARM920T, 180Mhz, ZigBee, JavaME)
  - Intel: **iMote** (ARM7TDMI, Bluetooth, TinyOS)
  - UC Berkeley: **Mica2Dot** (ATmega128, TinyOS, Ø25mm),  
**TelosB** (MSP430, ZigBee, TinyOS)
- Wesentliche Entscheidungskriterien:
  - Offene Standards
  - Lange Lebensdauer
  - Verfügbarkeit
  - Verbreitung/ Community

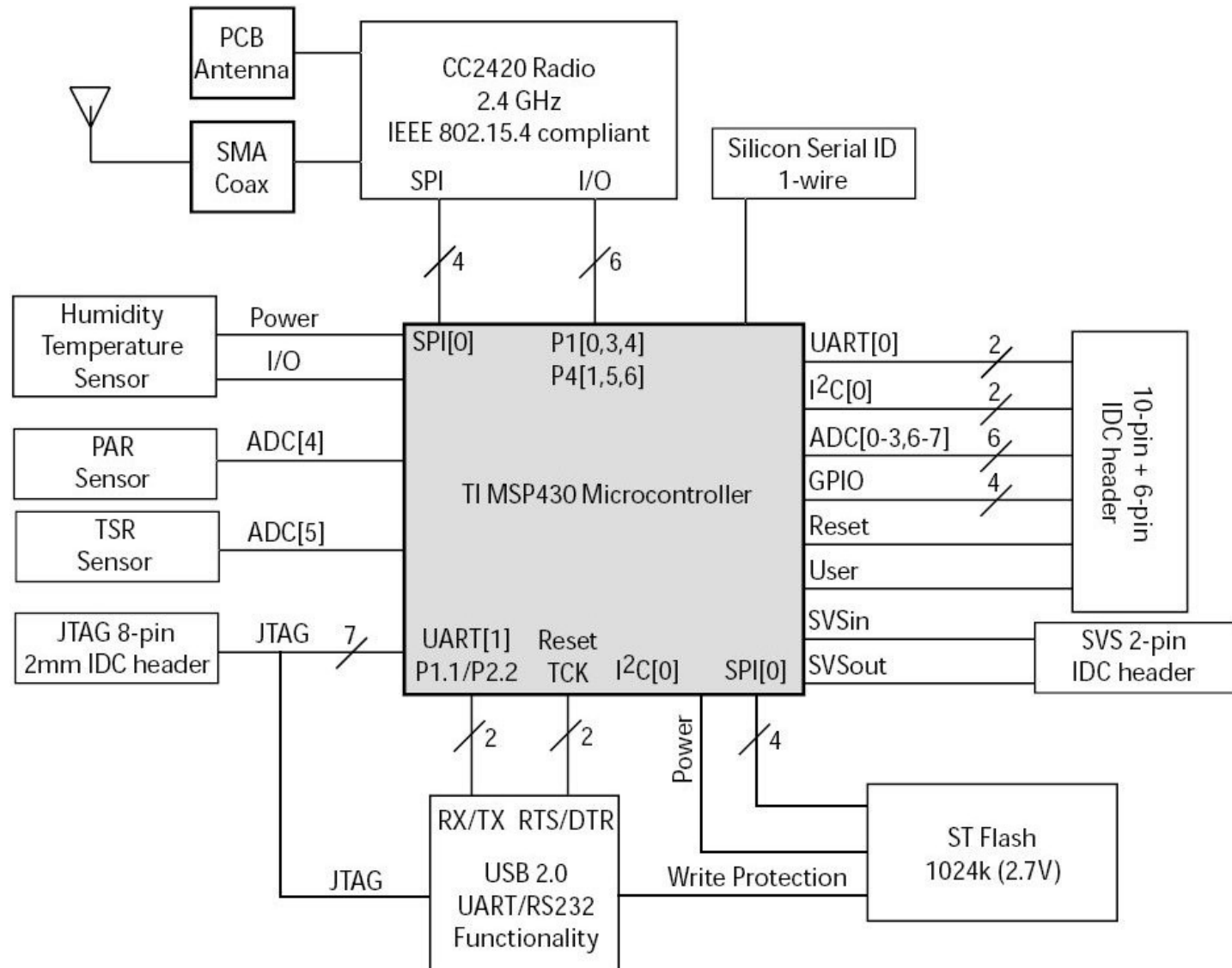


# Berkeley-Motes

Mote Type Year	<i>WeC</i> 1998	<i>René</i> 1999	<i>René 2</i> 2000	<i>Dot</i> 2000	<i>Mica</i> 2001	<i>Mica2Dot</i> 2002	<i>Mica 2</i> 2002	<i>Telos</i> 2004
								
Microcontroller								
Type	AT90LS8535		ATmega163		ATmega128		TI MSP430	
Program memory (KB)	8		16		128		60	
RAM (KB)	0.5		1		4		2	
Active Power (mW)	15		15		8		33	3
Sleep Power ( $\mu$ W)	45		45		75		75	6
Wakeup Time ( $\mu$ s)	1000		36		180		180	6
Nonvolatile storage								
Chip	24LC256				AT45DB041B			ST M24M01S
Connection type	I <sup>2</sup> C				SPI			I <sup>2</sup> C
Size (KB)	32				512			128
Communication								
Radio	TR1000				TR1000	CC1000		CC2420
Data rate (kbps)	10				40	38.4		250
Modulation type	OOK				ASK	FSK		O-QPSK
Receive Power (mW)	9				12	29		38
Transmit Power at 0dBm (mW)	36				36	42		35
Power Consumption								
Minimum Operation (V)	2.7		2.7		2.7		1.8	
Total Active Power (mW)	24				27	44	89	41
Programming and Sensor Interface								
Expansion	none	51-pin	51-pin	none	51-pin	19-pin	51-pin	10-pin
Communication	IEEE 1284 (programming) and RS232 (requires additional hardware)							USB
Integrated Sensors	no	no	no	yes	no	no	no	yes

# TelosB-Mote

- TelosB-Mote



- Open-Source Betriebssystem für Motes
  - Unterstützung vieler Sensorplattformen
  - geringer Ressourcenbedarf (Hardware, Energie)
  - Ereignis- und Interruptgesteuert
  - Multi-Threading
  - Betriebssystem und Anwendung über verschiedene Schichten eng miteinander gekoppelt.
  - Anwendungen und das Betriebssystem bestehen aus einzelnen Komponenten. Nur die jeweils benötigten Teile werden gemeinsam kompiliert.
  - Anwendungen werden in nesC programmiert



- Einleitung und Motivation
- Überblick Rescue-Projekt
- Sensorplattformen
- **Projekt-Arbeit**
- Master-Thesis
  - Konzept
  - Systemarchitektur und Ziele
  - Risiken
- Ausblick und Literatur

# Projekt-Arbeit

- Aufbau eines stationären Ad-hoc Sensornetzes in einem Gebäude
- Ziel: Erfassung von Temperaturwerten zur Feuererkennung und Unterstützung der Leitstelle bei der Brandbekämpfung
  - Inbetriebnahme der Sensorhardware
  - Erfassung und Ablage der Knotenposition in einem Location-Server
  - Aufbau einer Schnittstelle zur Datenübermittlung zum Leitstand
  - Aufbau einer Datenhaltung
- **Nutzung eines Ad-hoc Sensornetzwerke, um die Rettungskräfte im Gebäude besser zu schützen und dem Leitstand möglichst viele Informationen zur Verfügung zu stellen.**

# Übersicht



- Einleitung und Motivation
- Überblick Rescue-Projekt
- Sensorplattformen
- Projekt-Arbeit
- **Master-Thesis**
  - Konzept
  - Systemarchitektur und Ziele
  - Risiken
- Ausblick und Literatur



# Konzept

Erweiterung des bisherigen Szenarios:

- Arbeit des bisherigen Projekts
- Hinzu kommen folgende Metaphern:
  1. Ausrüstung der Feuerwehrleute mit einem Sensorknoten am Körper
  2. Feuerwehrleute können weitere Sensoren „ausstreuen“
  3. Sensorknoten können weitere Sensoren „ausstreuen“

## 1. Ausrüstung der Feuerwehrleute mit einem Sensorknoten am Körper

- Jeder Feuerwehrmann wird Teil des Sensornetzes, solange er sich innerhalb des mit festen Sensoren ausgestatteten Gebäudes befindet
- Monitoring der Feuerwehrleute, um diese besser schützen zu können
- Zusätzliche Daten (wie beispielsweise Bilder können über das Sensornetz übertragen werden)
  - Feuerwehrmann → Leitstand
  - Leitstand → Feuerwehrmann
- Erkennung der ungefähren Position
- Leitstand erhält eine bessere Übersicht

## 2. Feuerwehrleute können weitere Sensoren „ausstreuen“

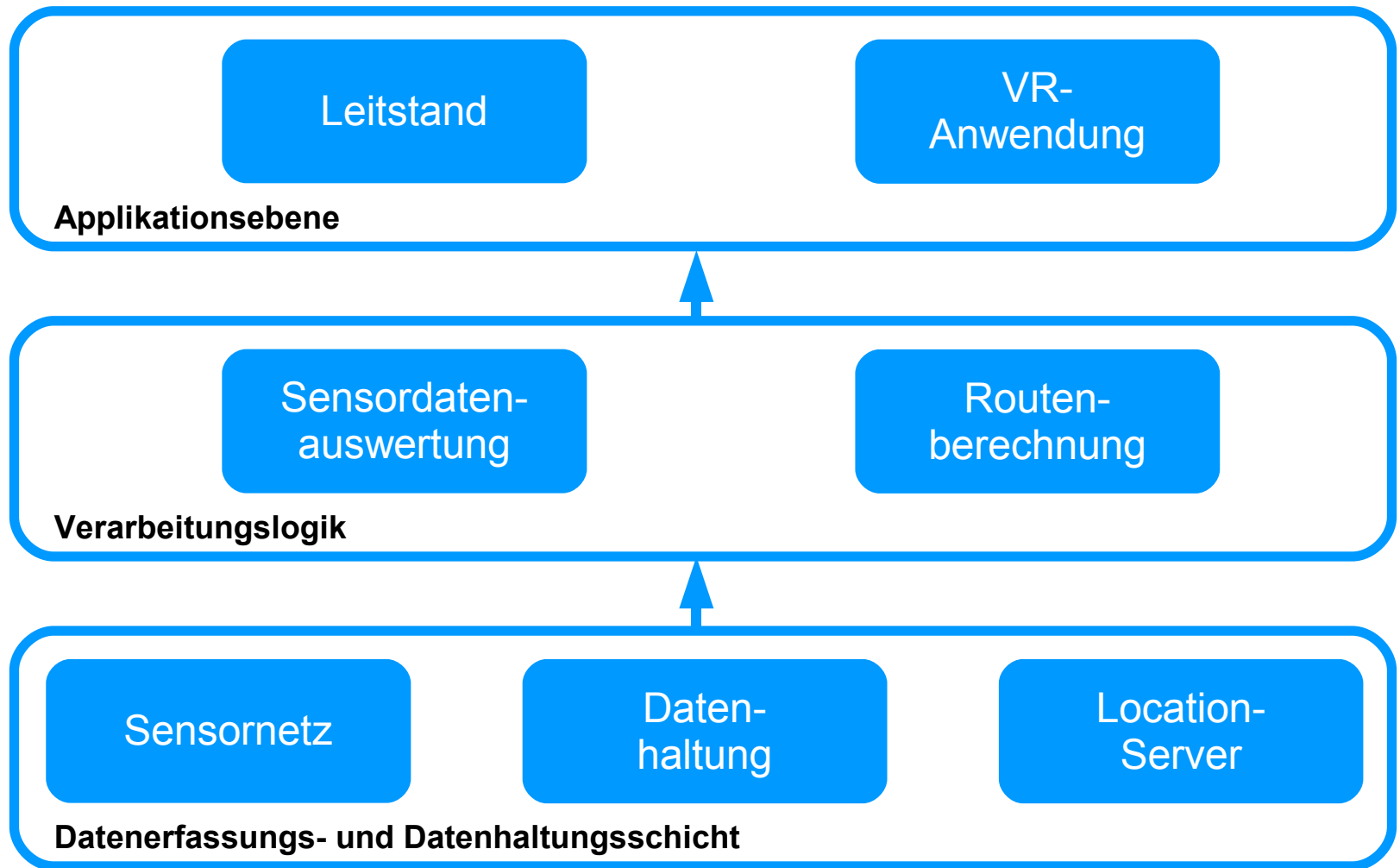
- Sensorknoten werden in regelmäßigen Abständen von den Feuerwehrleuten ausgelegt, so dass eine Kette vom Eingang des Gebäudes bis zur aktuellen Position entsteht
- Fluchtmöglichkeit durch Rückverfolgung des gegangenen Weges
- Feuerwehrmann ist besser in das Sensornetz eingebunden, auch wenn stationäre Knoten ausfallen / nicht vorhanden sind
- Navigation über diese Kette wieder aus dem Gebäude heraus
- Navigation über die Kette von anderen Feuerwehrleuten
- Ersatz und/oder Ergänzung zur Lifeline

## 3. Sensorknoten können weitere Sensoren „ausstreuen“

- Im Brandfall werden durch einzelne zentrale Sensorknoten weitere Knoten ausgestreut
- Dadurch können besonders wichtige Bereiche noch präziser überwacht werden
- Zu Beginn braucht damit die Sensordichte nicht so hoch zu sein

# Systemarchitektur

Grobentwurf:



# Ziele

- Aufbau des Sensornetzwerks
  - Zusammenspiel der unterschiedlichen Sensoren
- Ermittlung der Position der zusätzlichen Sensorknoten im Raum
  - Position der fest installierten Sensoren ist bekannt
  - Lokalisation der weiteren Sensoren über Nachbarschaft zu den fest installierten Sensoren
  - Bei genügend festen Sensoren in der Nachbarschaft genauere Positionsbestimmung möglich

# Ziele

- Navigation innerhalb des Sensornetzes
  - Ermittlung einer Route aus dem Gebäude heraus über die eigenen ausgelegten Sensorknoten
  - Ermittlung einer evtl. besseren Route über die ausgestreuten Sensorknoten anderer Feuerwehrmänner
  - Aufbereitung der Route für ein HMD
  - Anzeige der Route im Gebäude z.B. über den „Rotating Compass“
- Visualisierung und Simulation mit einer VR-Umgebung
  - VR in Zusammenarbeit mit Fraunhofer Institut



# Risiken

- Mögliche Probleme:
  - Hardwareprobleme
  - Genauigkeit der Positionsbestimmung
  - VR
  - ...



- Einleitung und Motivation
- Überblick Rescue-Projekt
- Sensorplattformen
- Projekt-Arbeit
- Master-Thesis
  - Konzept
  - Systemarchitektur und Ziele
  - Risiken
- **Ausblick und Literatur**

# Ausblick

- Weitere Anwendungsmöglichkeiten:
  - Haustechnik
  - Habitat Monitoring
  - Structural Monitoring z.B. Brücken, Hochhäuser

- F. Zhao, L.J. Guibas: **Wireless Sensor Networks - An Information Processing Approach**, Elsevier 2004
- H. Karl, A. Willig: **Protocols and Architectures for Wireless Sensor Networks**, John Wiley & Sons 2005
- Hill, J.; Szewczyk, R.; Woo, A.; Hollar, S.; Culler, D.; Pister, K.: **System architecture directions for networked sensors**; ACM SIGOPS Operating Systems Review; ACM Press; 2000
- Polastre, J.; Szewczyk, R.; Sharp, C.; Culler, D.: **The Mote Revolution: Low Power Wireless Sensor Network Devices**; Proceedings of Hot Chips 16: A Symposium on High Performance Chips; 2004
- Polastre, Szewczyk, Culler: **Telos Enabling Ultra-Low Power Wireless Research**; Proceedings of the 4th international symposium on Information processing in sensor networks; 2005

# Literatur

- Fraunhofer Institut: **wearIT@work**  
<http://www.wearitatwork.com/>
- NIST Building and Fire Research Laboratory: **iBR - intelligent Building Response** – Real-time Remote Building Information for Public Safety  
<http://www.bfrl.nist.gov/ibr/>
- Universität Bremen: **Der intelligente Container**  
<http://www.intelligentcontainer.com/>
- UC Berkeley: **Fire-Project**  
<http://fire.me.berkeley.edu/>
- UC Berkeley: **Smart Dust**  
<http://robotics.eecs.berkeley.edu/~pister/SmartDust/>
- **TinyOS**  
<http://www.tinyos.net/>

# Zum Schluss...

Vielen Dank für die  
Aufmerksamkeit