

# KOLLOQUIUM

ENTWICKLUNG EINES SYSTEMS ZUR ENTFERNUNGSABSCHÄTZUNG FÜR  
PHASEN BASIERTES UHF RFID TRACKING DURCH VERWENDUNG  
EVOLUTIONÄRER BERECHNUNGSVERFAHREN

Christoph Gnip

22. Oktober 2013



## 1 EINLEITUNG

- Motivation
- Grundlagen
- System der amedo STS
- System der amedo STS

## 2 LÖSUNG

- Modellierung
- Implementation

## 3 ERGEBNISSE

- Künstliche Messwerte
- Reale Messwerte

## 4 SCHLUSS

# MOTIVATION

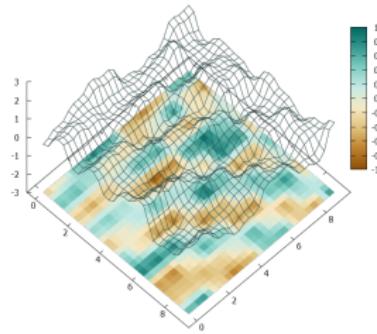
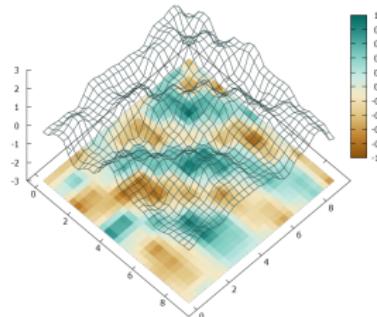
# MOTIVATION

Technologieübersicht verschiedener Tracking-Methoden.

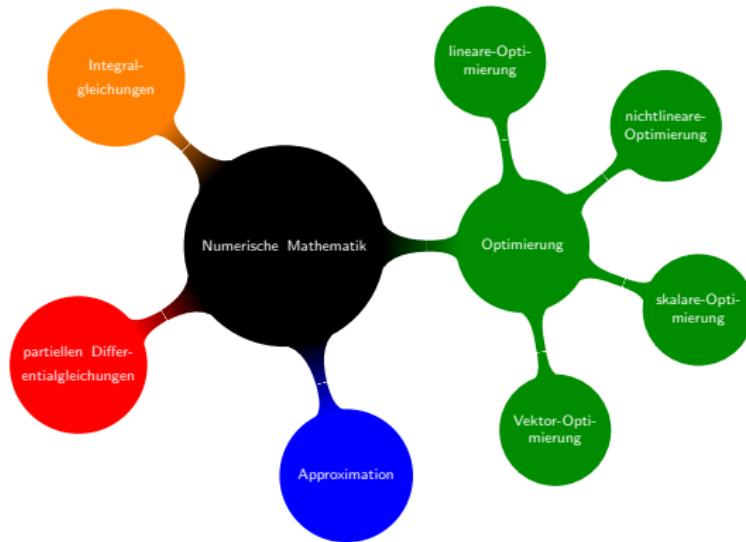
Arbeitsweise	Optisch	Magnetisch	Ultraschall	Funk (UHF)
<b>Genauigkeit</b>	gut	ausreichend	gut	sehr gut
<b>Frequenz</b>	mittel	hoch	gering	hoch
<b>Volumen</b>	mittel	klein	mittel	groß
<b>LOS</b>	Ja	Ja	Nein	Nein
<b>In Vivo</b>	Nein	Nein	Nein	Ja

# PROBLEME BEI FUNKSYSTEMEN

- Lücken
- Lesefehler
- Auslöschung
- Reflektionen

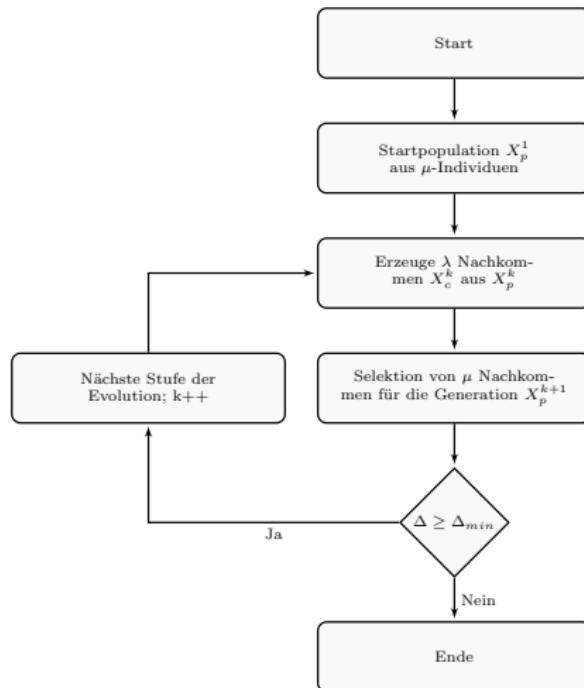


# MATHEMATISCHE GRUNDLAGEN I

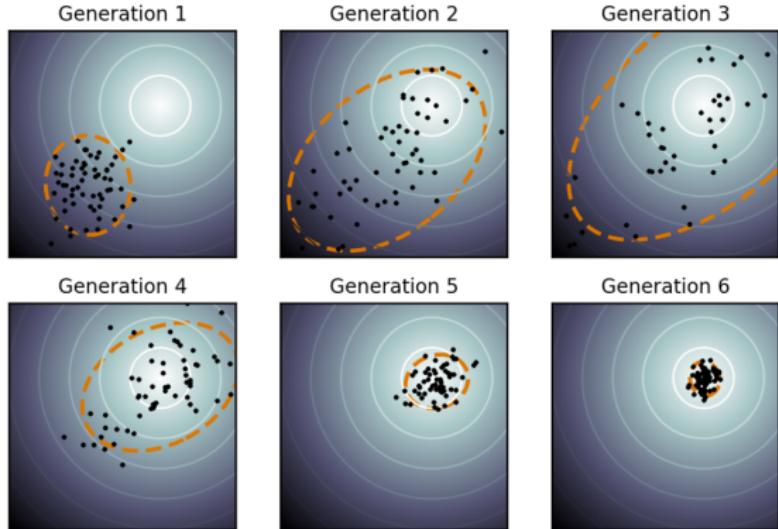


Evolutionäre Verfahren sind Teilgebiet der **nichtlinearen Optimierung**

# MATHEMATISCHE GRUNDLAGEN II



# MATHEMATISCHE GRUNDLAGEN III



1

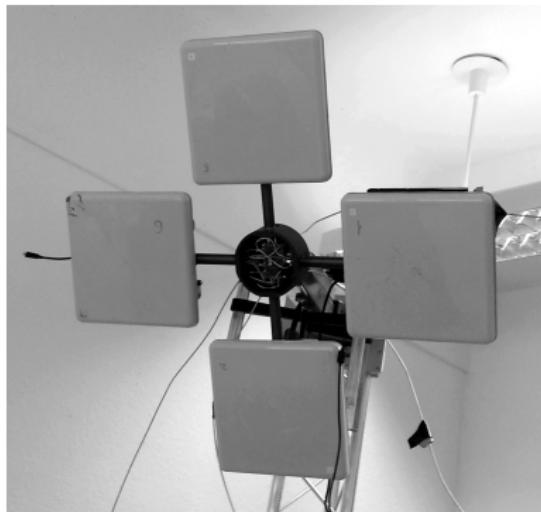
<sup>1</sup>Grafik entnommen aus [http://en.wikipedia.org/w/index.php?title=File:Concept\\_of\\_directional\\_optimization\\_in\\_CMA-ES\\_algorithm.png&oldid=532567533](http://en.wikipedia.org/w/index.php?title=File:Concept_of_directional_optimization_in_CMA-ES_algorithm.png&oldid=532567533)



# BEISPIELE

- Video 1
- Video 2
- Video 3
- Video 4

# MESSYSTEM



# MESSYSTEM



# ANFORDERUNGEN

- Auf der Basis der Trilateration

# ANFORDERUNGEN

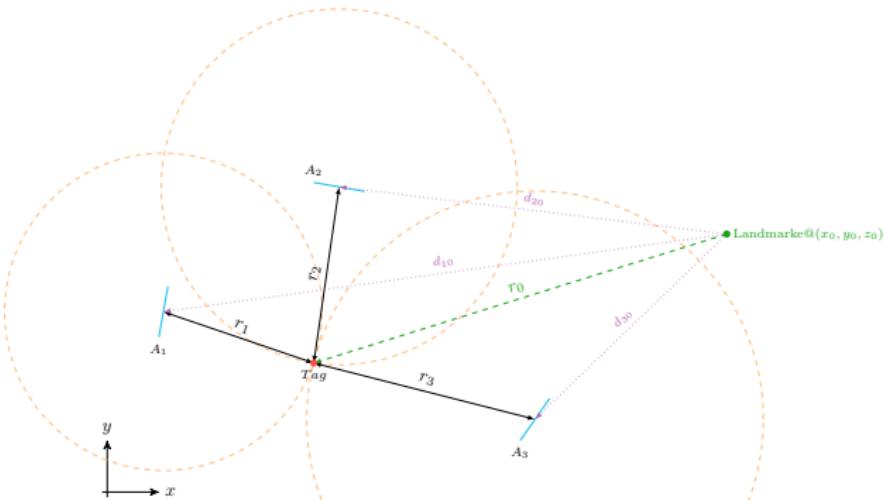
- Auf der Basis der Trilateration
- Lineares Modell zur Entfernungs berechnung

# ANFORDERUNGEN

- Auf der Basis der Trilateration
- Lineares Modell zur Entfernungs berechnung
- Einsetzbar als Objektfunktion

# MODELLIERUNG 1

Skizze der Szene mit einem Tag und drei Antennen. Als Referenzpunkt dient eine Landmarke, später eine Antenne.



$$r_k^2 = (x_k - x)^2 + (y_k - y)^2 + (z_k - z)^2$$

# MODELLIERUNG 3

Gleichung der Form:

$$\mathbf{A}\mathbf{x} = \mathbf{b}$$

, wobei:

$$\mathbf{A} =$$

$$\begin{pmatrix} x_1 - x_0 & y_1 - y_0 & z_1 - z_0 & -a_1 & 0 & 0 & -a_2\Theta_0 & a_2\Theta_1 & 0 & 0 \\ x_2 - x_0 & y_2 - y_0 & z_2 - z_0 & 0 & -a_1 & 0 & -a_2\Theta_0 & 0 & a_2\Theta_2 & 0 \\ x_3 - x_0 & y_3 - y_0 & z_3 - z_0 & 0 & 0 & -a_1 & -a_2\Theta_0 & 0 & 0 & a_2\Theta_3 \end{pmatrix}$$

und

$$\mathbf{x} =$$

$$\left( \begin{array}{ccccccccc} x - x_0 & y - y_0 & z - z_0 & n_0^2 - n_1^2 & \dots & n_0^2 - n_3^2 & n_0 & n_1 & \dots & n_3 \end{array} \right)^T$$

$$\mathbf{b} =$$

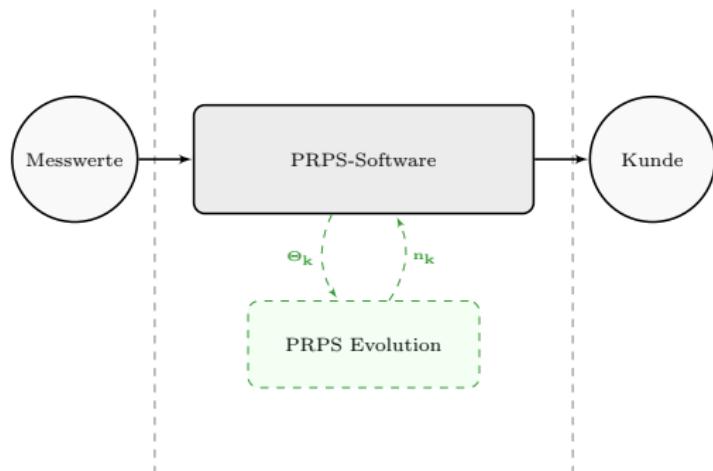
$$\left( \begin{array}{c} a_{0k} - a_{3kj} \end{array} \right)^T = c'_{kj}$$

# BEMERKUNGEN

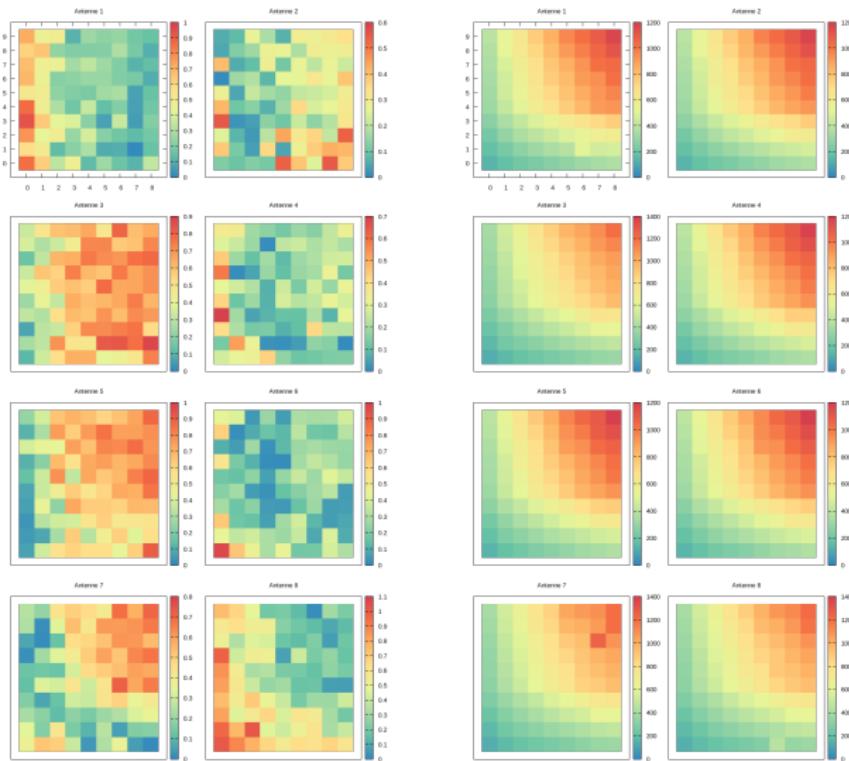
- Ermöglicht Positions berechnung durch vier beliebige Antennen
- Kann eine eindeutige Lösung liefern
- Als Objektfunktion für evol. Optimierung geeignet\*
- 'Vertauschen' erlaubt Bestimmung der Antennenposition

# IMPLEMENTATION

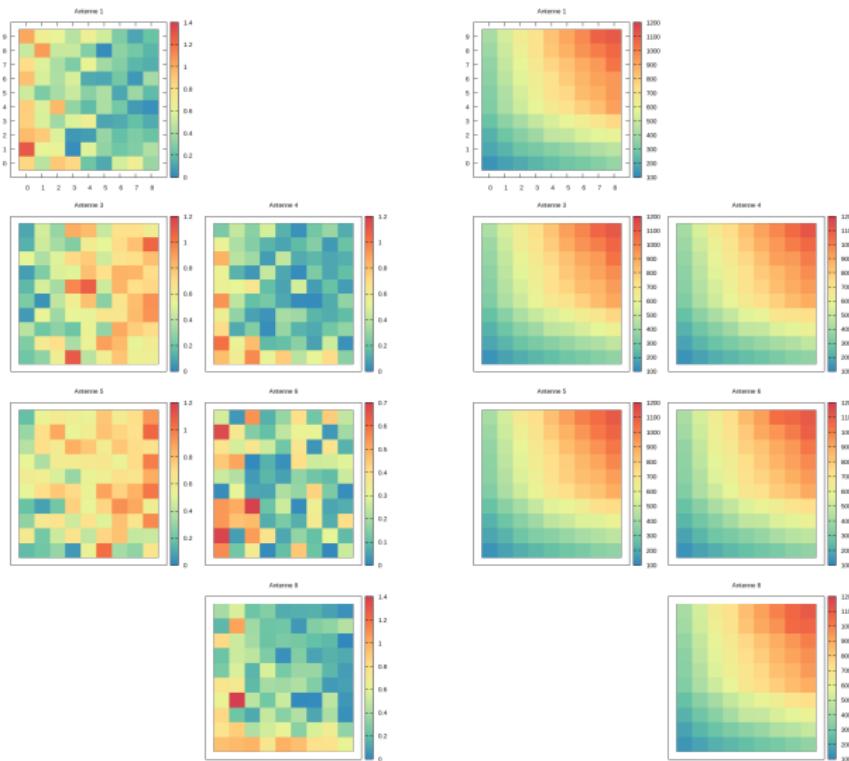
- Parallel zur PRPS-Software
- Plattformunabhängig
- Einfaches Interface
- Nahtlose Implementation



# ERGEBNISSE



# ERGEBNISSE



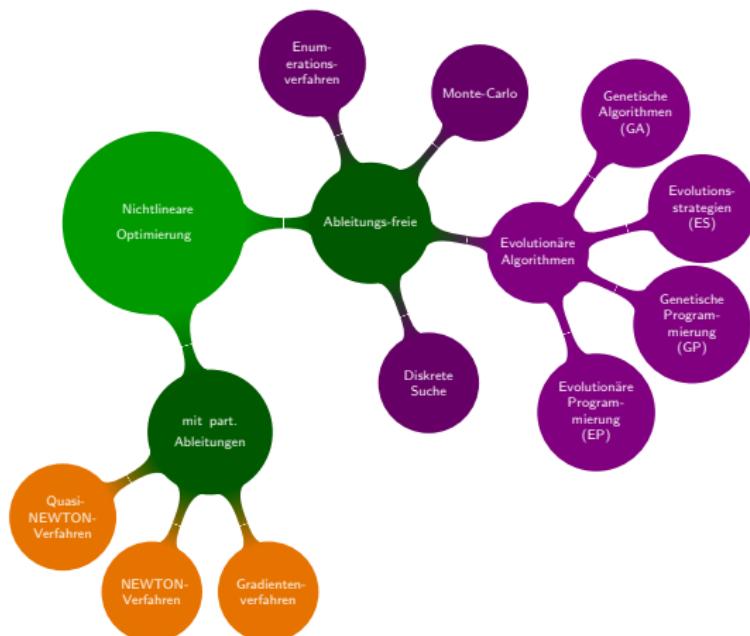
# FAZIT

# FAZIT

- Mehrzweck Modell auf Basis der gemessenen Phasenwerte
- Hochperformante Softwarelösung auf dem Stand der Technik
- Nahtlose Integration in bestehende Software
- Einfache Schnittstelle
- Implementation der Shark-Library ins Software Ökosystem

**Vielen Dank... Zeit für Fragen...**

# APPENDIX I



## APPENDIX II

Wir notieren:

$$r_1^2 = (x_1 - x)^2 + (y_1 - y)^2 + (z_1 - z)^2 \quad (1)$$

$$r_2^2 = (x_2 - x)^2 + (y_2 - y)^2 + (z_2 - z)^2 \quad (2)$$

$$r_3^2 = (x_3 - x)^2 + (y_3 - y)^2 + (z_3 - z)^2 \quad (3)$$

$$r_0^2 = (x_0 - x)^2 + (y_0 - y)^2 + (z_0 - z)^2 \quad (4)$$

$$r_{0k}^2 = (x_0 - x_k)^2 + (y_0 - y_k)^2 + (z_0 - z_k)^2 \quad (5)$$

$$r(\Theta_k, n_k) = \frac{\lambda}{2} (\Theta_k + n_k) \quad (6)$$

# APPENDIX III

Linearisierung des Modells.

$$\begin{aligned} r_k^2 &= (x - x_k)^2 + (y - y_k)^2 + (z - z_k)^2 \\ &= (x - x_k + x_0 - x_0)^2 + (y - y_k + y_0 - y_0)^2 + (z - z_k + z_0 - z_0)^2 \\ &= (x - x_0)^2 - 2(x - x_0)(x_k - x_0) + (x_k - x_0)^2 \underbrace{+ \dots + \dots}_{y\text{-\& } z\text{-Terme analog}} \end{aligned} \quad (7)$$

Durch Umstellen erhalten wir:

$$(x - x_0)(x_k - x_0) + \dots + \dots = \frac{1}{2}[(x_k - x_0)^2 + (x - x_0)^2 + \dots + \dots - r_k^2]$$

$$\begin{aligned} (x - x_0)(x_k - x_0) + (y - y_0)(y_k - y_0) + (z - z_0)(z_k - z_0) &= \\ \frac{1}{2}[\underbrace{(x_k - x_0)^2 + (z_k - z_0)^2 + (y_k - y_0)^2}_{d_{kj}^2} \\ &\quad + \underbrace{(x - x_0)^2 + (y - y_0)^2 + (z - z_0)^2}_{r_j^2} - r_k^2] \end{aligned} \quad (8)$$

# APPENDIX IV

$$\begin{aligned}a_{0k} &:= \frac{1}{2} d_{kj}^2 \\a_1 &:= \frac{\lambda^2}{8} \\a_2 &:= a_1 \frac{1}{\pi} \\a_{3kj} &:= a_1 \frac{1}{(2\pi)^2} (\Theta_j^2 - \Theta_k^2)\end{aligned}$$

# APPENDIX V

