

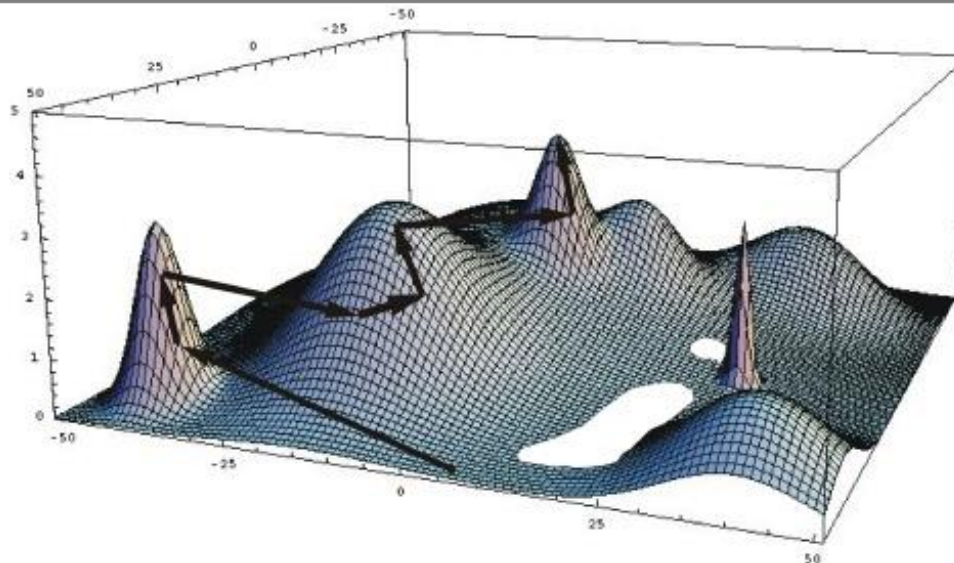
# Vorlesung Computational Intelligence

## Teil 4: Evolutionäre und Memetische Algorithmen

### 4.1 Organisatorisches, Motivation und Einführung

Ralf Mikut, Wilfried Jakob, Markus Reischl

Institut für Angewandte Informatik (IAI) / Campus Nord



## IAI: Institut für Angewandte Informatik Forschungsinstitut am Campus Nord

Das IAI war schon immer in der Ausbildung aktiv:

- Auszubildende und DHBW-Studierende der entsprechenden Fachrichtungen
  - Vergabe und Betreuung von
    - Praktika,
    - Studienarbeiten,
    - Bachelorarbeiten,
    - Masterarbeiten,
    - Promotionen
- von Studierenden der
- DHBW,
  - Hochschulen Karlsruhe und Mannheim,
  - KIT, Campus Süd

Sie erreichen mich am besten per  
Email:

[wilfried.jakob@kit.edu](mailto:wilfried.jakob@kit.edu)

oder per Telefon:

0721 / 608-24663

Siehe: <http://www.iai.kit.edu/> (Menüpunkt *Studentische Arbeiten*)

# 4.1 Organisatorisches, Motivation und Einführung

## Gliederung

4.1. Organisatorisches, Motivation und Einführung

4.2. Ausgewählte Grundlagen der Optimierung

4.3. Ausgewählte Grundlagen der biologischen Evolution

4.4. Aufbau Evolutionärer Algorithmen

1. Teil der Anwendungsaufgabe (Übung)

4.5. Klassische Evolutionäre Algorithmen

4.6. Der Evolutionäre Algorithmus GLEAM

2. Teil der Anwendungsaufgabe (Übung)

4.7. Kollisionsfreie *Roboterbahnplanung* mit GLEAM

Kleine Demo und Experimente

4.8. Memetische Algorithmen

4.9. Empfehlungen zum EA-Einsatz

3. Teil der Anwendungsaufgabe (Übung)

4.10. Scheduling-Anwendung

## Literatur:

- C. Blume, W. Jakob: **GLEAM – General Learning Evolutionary Algorithm and Method**  
**Ein Evolutionärer Algorithmus und seine Anwendungen**

## Material in Ilias:

- Handouts zu den Folien
- Ausführliche Literaturliste mit Links, Verweise auf den Folien
- Liste der Wiederholungsfragen
- Anwendungsaufgabe (Übung als Hausarbeit)
- Liste gängiger Abkürzungen

## Prüfungen:

- Klausur
  - In Deutsch, keine Hilfsmittel, alle elektronischen Geräte sind ausgeschaltet!
  - Wörterbücher sind zugelassen: Dictionaries are ok. No reference books!
- Prüfungszulassung:  
Bei Frau Mika (Geb. 10.91, Raum 202) abgeben oder in dortigen Briefkasten einwerfen.
- Mündliche Prüfungen nur in begrenzten Ausnahmefällen: an Prof. Mikut wenden



## Übungen:

### ■ Kleine Übungen:

- Während der Vorlesung: Aufgaben und Fragen gekennzeichnet durch **diese Farbe** und das Handsymbol
- Es folgen die Antworten in **dieser Farbe**.
- Die Antworten fehlen im Handout der Folien!



### ■ Wiederholungsfragen

Behandlung einiger Fragen aus der Liste. Vorschläge willkommen!

### ■ Anwendungsaufgabe (Übung als Hausaufgabe)

- Behandelt alle Teilaufgaben eines EA-Projekts exemplarisch
- 3 freiwillige Teilübungen, Besprechung in der 3., 4. und 6. EA-Vorlesung
- Klausurvorbereitung: EA-Anwendung z.B. bei einer NN- und/oder Fuzzy-Aufgabe

**Lösungen: Die Lösungen stehen in Ilias nur nach der jeweiligen Vorlesung bis zur Klausur im Wintersemester zur Verfügung.**

# Motivation

## Worum geht es?

Um Methoden zur **praktischen Lösung schwieriger Probleme!**

Was kennzeichnet ein „schwieriges“ Problem?

- komplex wegen Nichtlinearitäten
- keine mathematische Lösung vorhanden
- viele Parameter und Randbedingungen
- aber: möglicherweise ist ein Simulationsmodell vorhanden
- ...

Beispiele:

- Designoptimierung: Turbinen, Flugzeugflügel, Antennen, Leiterplattenlayout, ...
- Scheduling: Produktionsplanung, Stundentafeln, Fahrpläne, Wartungsplanung, ...
- Anordnungsplanung: Zuschnittsplanung (Textilindustrie, Schiffsbau, ...), Container- oder LKW-Beladung, Standortplanung, Kraftwerks- oder Netzausbau, ...
- Tourenplanung mit Restriktionen wie Ladungskapazität, Pausenzeiten, Energieverbrauch; Standortplanung basierend auf Standardtouren ...
- Kollisionsfreie Roboterbahnplanung

# Motivation

## Was kennzeichnet diese Aufgaben?

- keine mathematische Lösung vorhanden
- Bei einem praxisrelevanten Umfang
  - keine Betrachtung aller Fälle möglich
  - etablierte Verfahren wie Branch-and-Bound versagen
  - numerische Verfahren (lokale Suchverfahren) führen nicht zum Erfolg
  - heuristische Verfahren nicht bekannt oder unzureichend
- Keine *exakten* Lösungsverfahren bekannt, verfügbar oder zielführend

## Lösungsansätze der Praxis:

- Simplifizierung des Problems bis es mit etablierten Verfahren lösbar ist
- Akzeptanz einer Näherungslösung **Aber dann der unveränderten Aufgabe!**

**Anwendung eines globalen Optimierungsverfahrens,  
z.B. einer Metaheuristik wie den Evolutionären Algorithmen**

# Motivation und Einführung

## Wichtige Eigenschaften der genannten Beispiele:

### ■ **Bewertbarkeit:**

Die Qualität einer Lösung ist quantifizierbar

→ Lösungen sind vergleichbar

### ■ **Bewertung:**

Mehrere sich zum Teil widersprechende Bewertungskriterien

→ **Multikriterielle Bewertung**

### ■ **Unterschiedliche Problemarten:**

- Designoptimierung: Optimierung kontinuierlicher Parameter
- Produktionsplanung: kombinatorische Optimierung (+ ganzzahlige Werte)
- Kraftwerks- u. Netzausbau: kombinatorische u. gemischt-ganzzahlige Optimierung
- Roboterbahnplanung: kombinatorische u. gemischt-ganzzahlige Optimierung



# Motivation und Einführung

Was ist ein **Evolutionärer Algorithmus (EA)**?

Ein Verfahren, das die Prinzipien der biologischen Evolution

- **Vererbung**,
- **Mutation**,
- **Rekombination** und
- **Überleben der Bestangepassten** (*survival of the fittest*)

nutzt, um Lösungen zu verbessern.

**Lösungen werden nicht berechnet,  
sondern gezüchtet!**

## Warum Evolutionäre Algorithmen?

Was ist der *mächtigste natürliche Problemlöser*?



## Gründe für den begrenzten Einsatz von Metaheuristiken in der Praxis:

- Metaheuristiken gehören (noch) nicht zum Standardkurriculum der Informatik und der Ingenieurwissenschaften
- Vorbehalte gegen unexakte und stochastische Methoden
- Beharrungsvermögen:
  - Das haben wir schon immer so gemacht!
  - Wer das macht, was alle machen, macht nichts falsch!  
*Aber auch nichts besser!*
- Umkehrschluss:  
Die Kenntnis über das Potential von Metaheuristiken allgemein und speziell von Evolutionären Algorithmen ermöglicht es Ihnen, sich im Beruf später Lorbeeren zu verdienen!

# Motivation und Einführung

## Ziele der Vorlesung:

- Vermittlung von
  - Grundlagenwissen über Evolutionäre Algorithmen (EA)
  - Wissen über erfolgversprechende Einsatzfelder
  - Wissen über ein geeignetes Vorgehen beim EA-Einsatz
- Befähigung zur
  - Auswahl geeigneter EA
  - Auswahl geeigneter Partner für den EA-Einsatz
  - zur vertiefenden Beschäftigung mit der Thematik
- Vermeidung von Anfängerfehlern beim EA-Einsatz

**Kein Ziel: Implementierung oder Modifikation eines EA**

