

# Evolutionäre Algorithmen

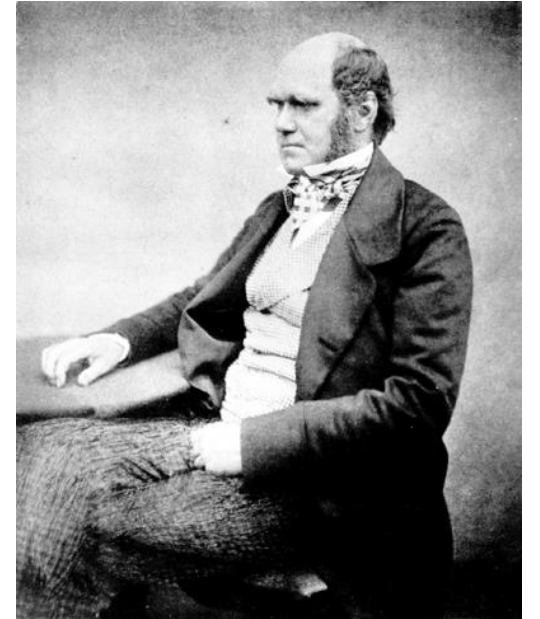
Vorstellung für das Proseminar: „Informatik trifft Maschinenbau“

Marcel Bienia

01.04.2020

# Evolution

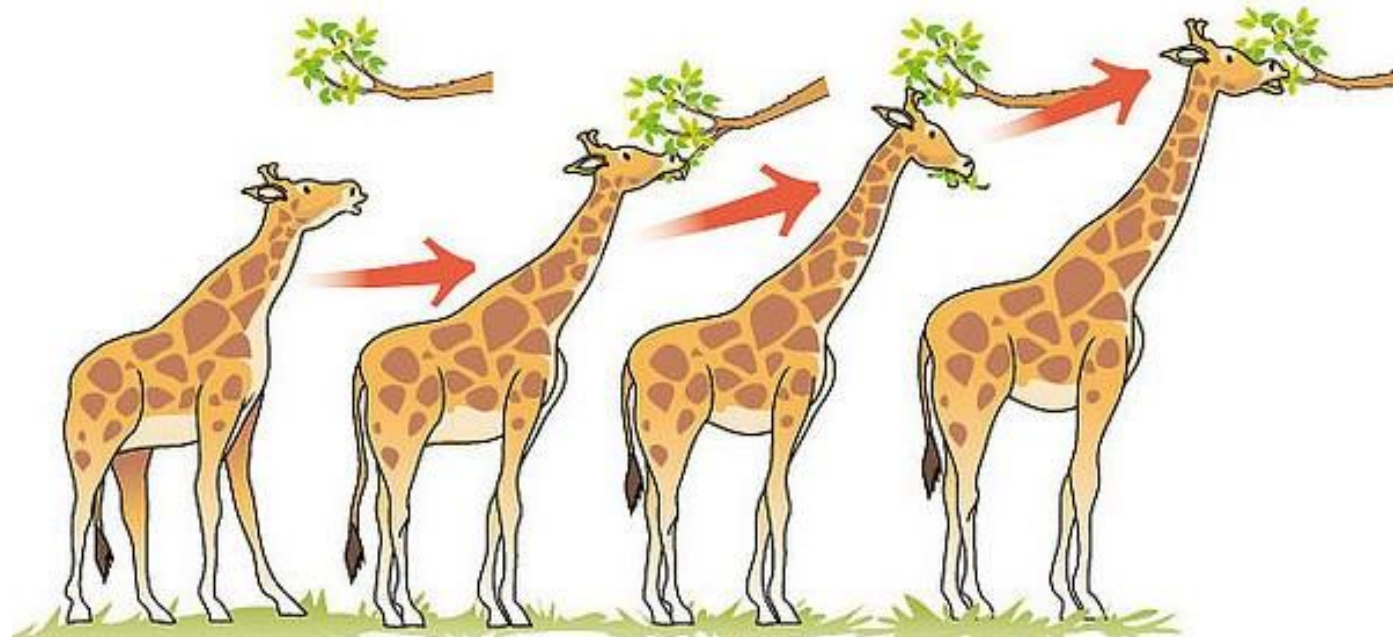
- Biologische Theorie von Charles Darwin in 1859
- Begriffe:
  - Individuen
  - Population
  - Eigenschaften
  - Gene
  - Verschieden stark Ausprägungen
  - Generationen Ansatz



Quelle: [https://de.wikipedia.org/wiki/Datei:Charles\\_Darwin\\_aged\\_51.jpg](https://de.wikipedia.org/wiki/Datei:Charles_Darwin_aged_51.jpg)

# Vererbung

- Natürliche Fitness
- Selektion
- Rekombination
- Mutation

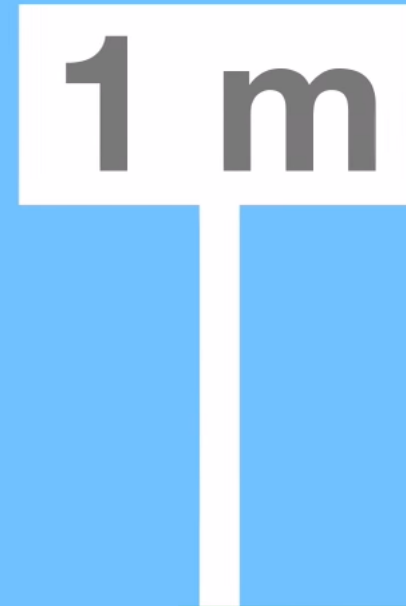


# Evolutionäre Algorithmen in der Informatik

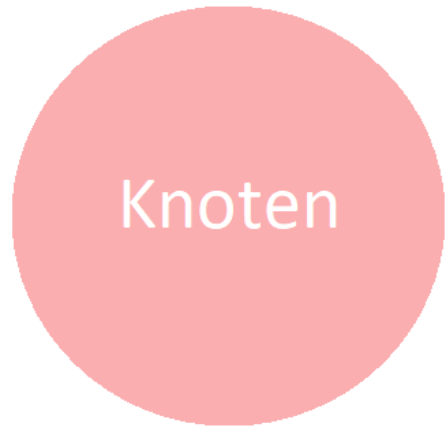
- Lösung:
  - Variierbare Lösung
  - Optimalitätssuche
- Fitness Funktion → Testen
- Selektion → Sieben
- Rekombination → Mischen
- Mutation → Ausprobieren
- Vererbung → Optimieren

# Beispiel

Quelle: [https://www.youtube.com/watch?v=GOFws\\_hhZs8&t=156s](https://www.youtube.com/watch?v=GOFws_hhZs8&t=156s)



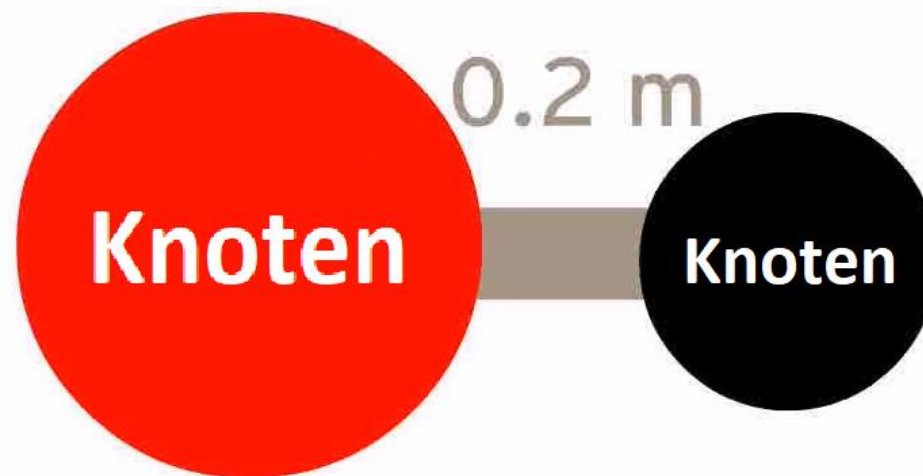
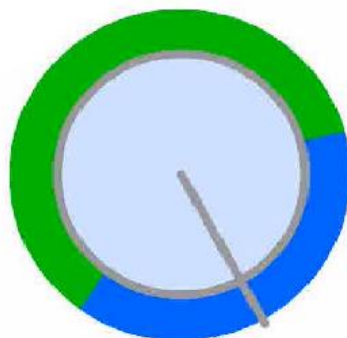
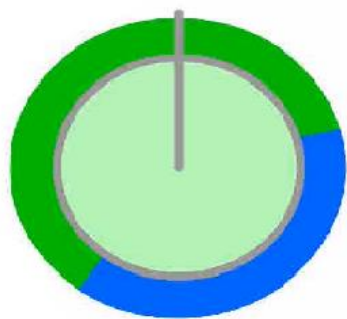
# Reibung

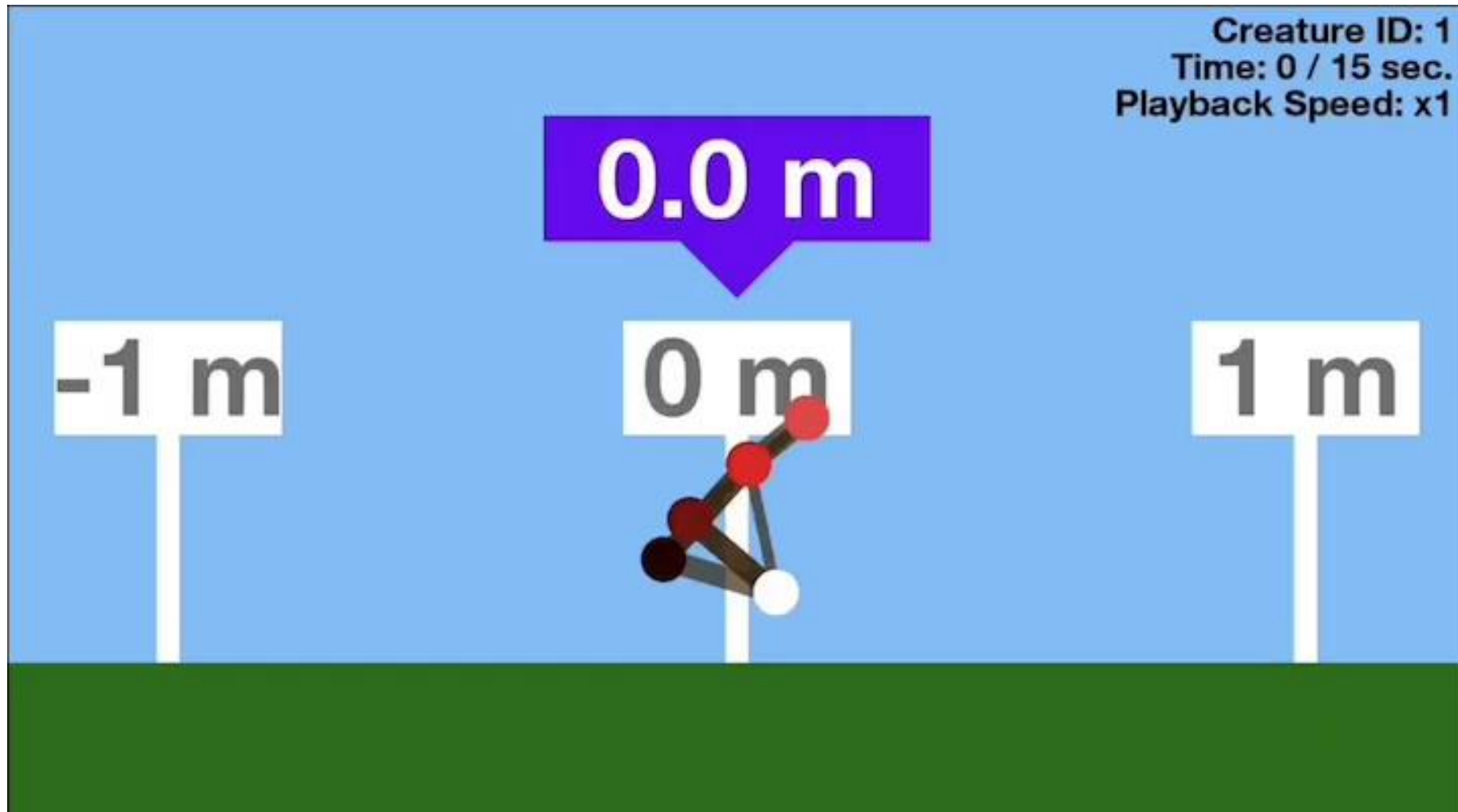


**Schwach**

**Stark**

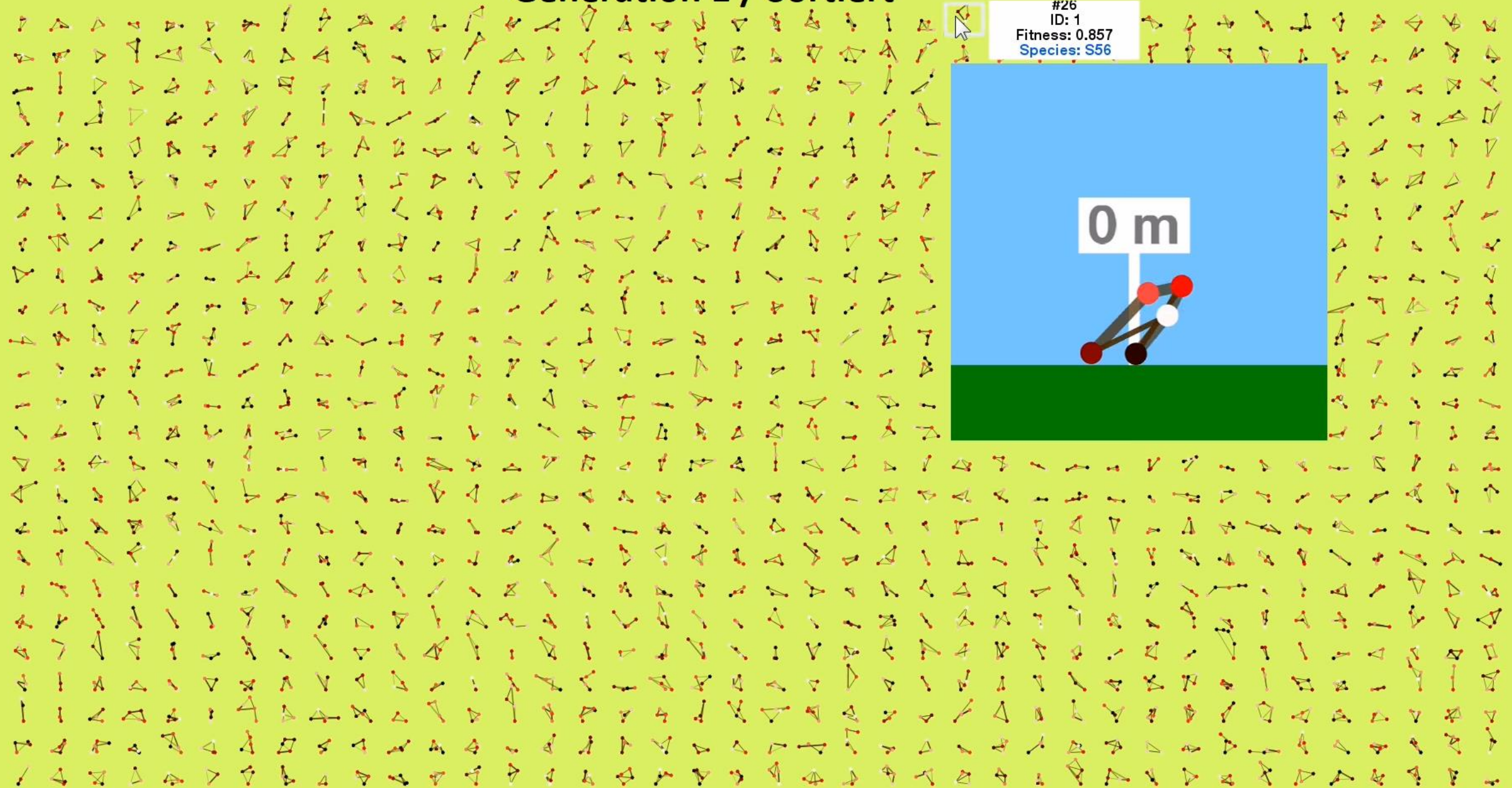
Youtube: CARYKH





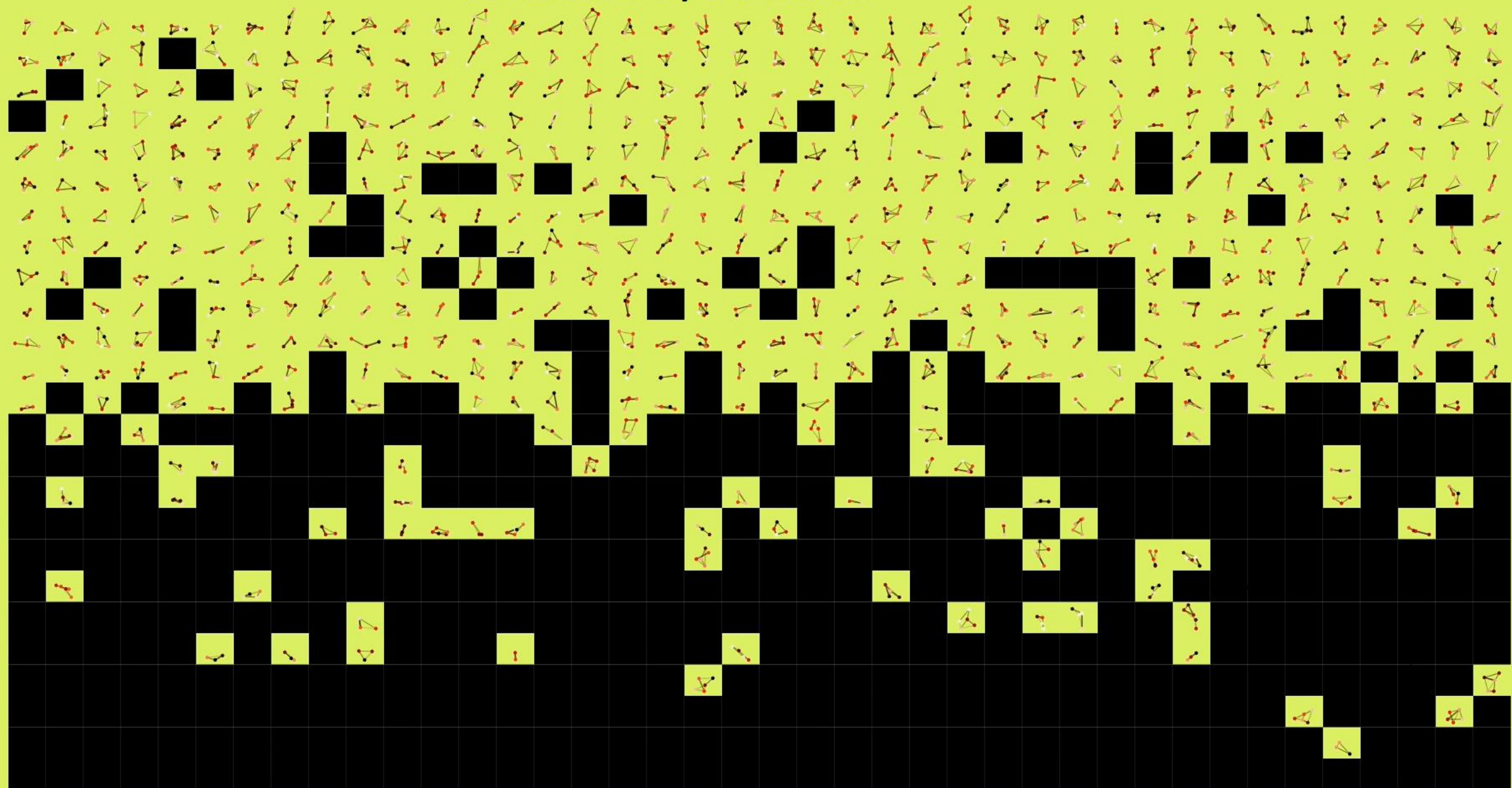


## Generation 1 / Sortiert



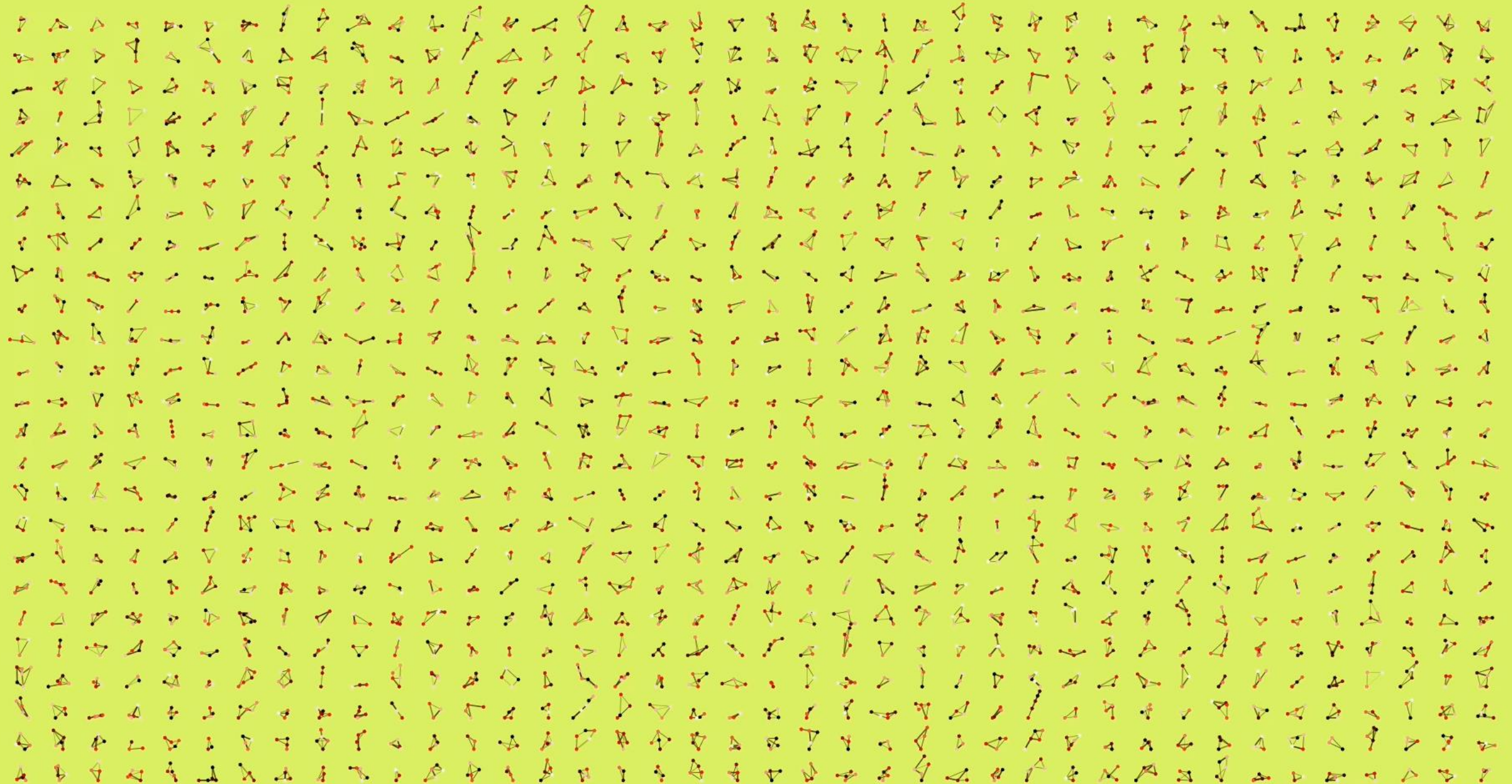


# Generation 1 / Selektiert

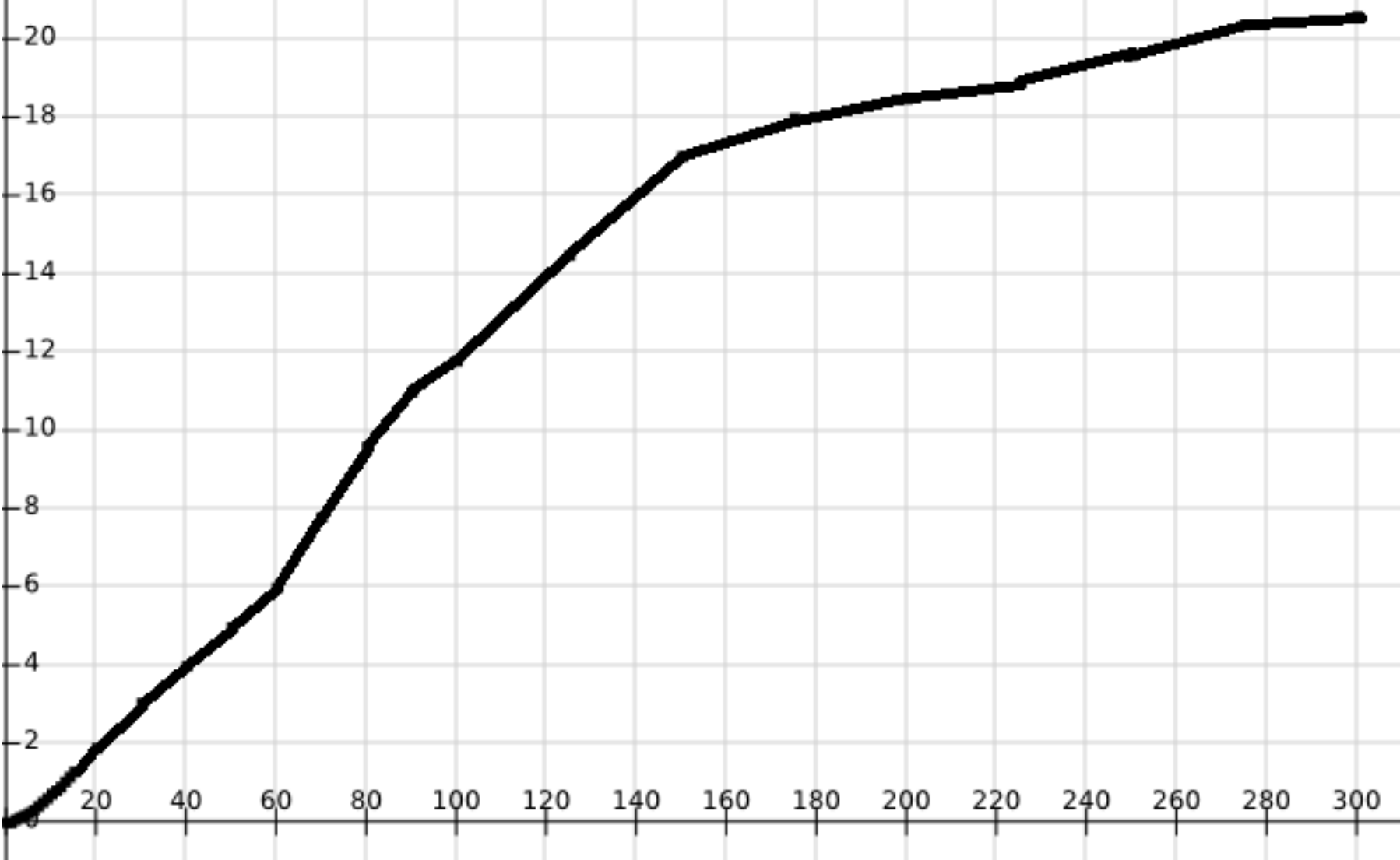




## Generation 2



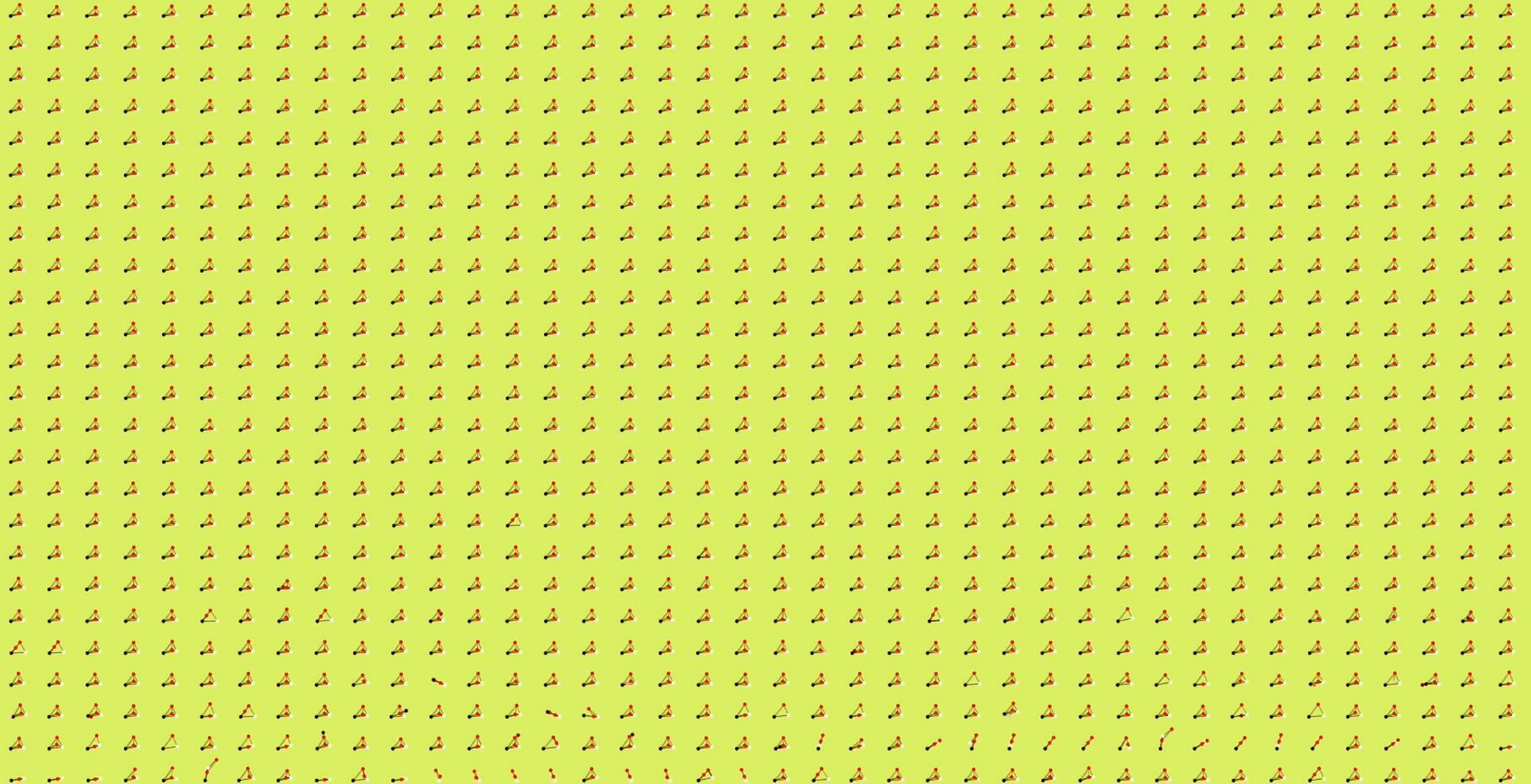
Y = Mediane erreichte Entfernung



X = Generationen



# Generation 300



Zum Paper

# Kohlenstofffaserverstärkter Kunststoff

- Verstärkungsfasern
- Kunststoffmatrix
- Eigenschaften
  - Fest / Steif
  - Leicht
- Einsätze
  - Stahlgewinde für Verschraubungen
  - Lastverteilen
  - Kunststoffumgebung
  - Welche Geometrie?



Quelle: [https://unsplash.com/photos/zOo\\_MkkJwJA](https://unsplash.com/photos/zOo_MkkJwJA)

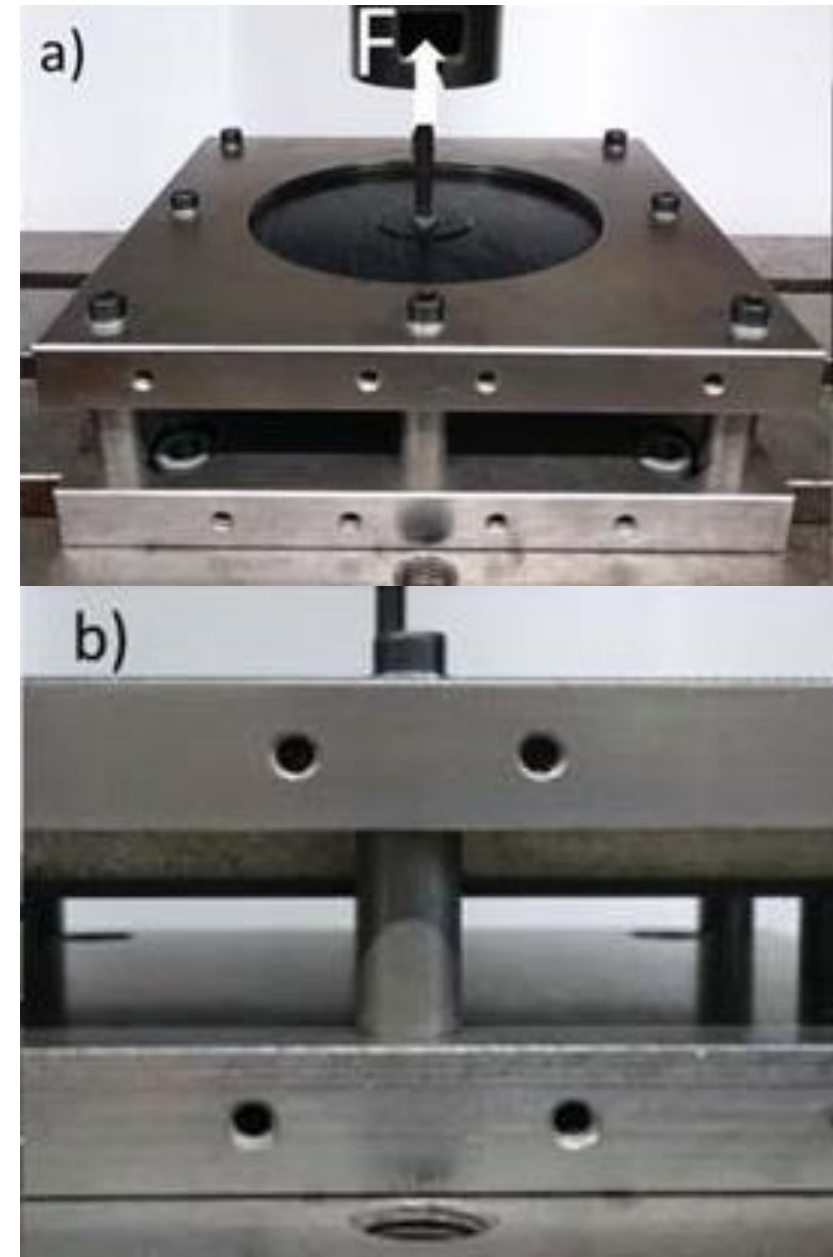


Quelle: <https://www.kvt-fastening.de/de/solutioneering/success-stories/>



# Lebensraum

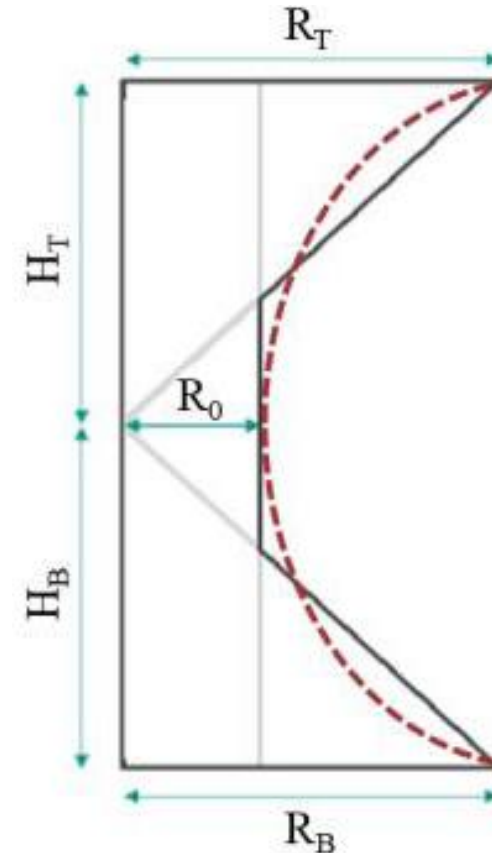
- Carbon Platte
- Stahlschraube
- Kunststoffeinsatz
- Kraft auf Bolzen
- Gegenhalten mittels Stahlplatte





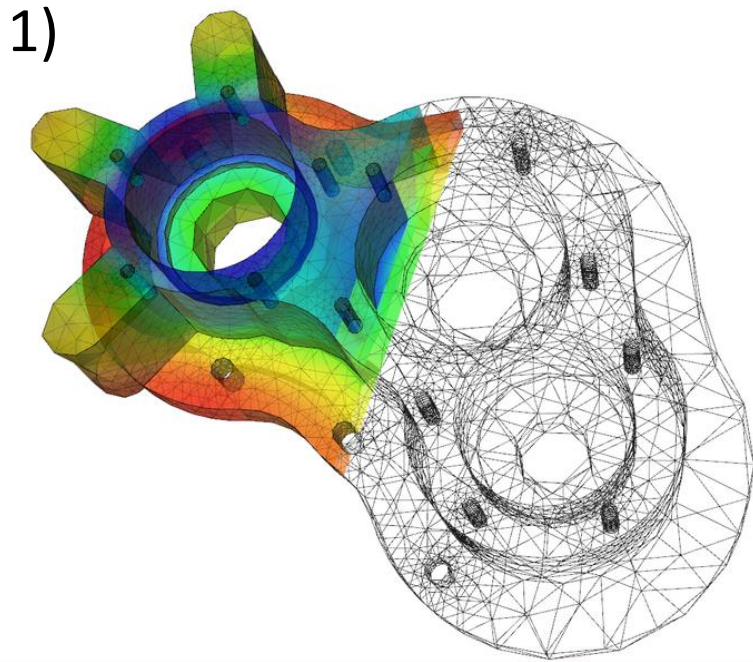
# Individuen

- $R_0$  = Wanddicke
- $R_T$  = Oberer Durchmesser
- $R_B$  = Unterer Durchmesser
- $H_T$  = Höhe oberer Trichter
- $H_B$  = Höhe unterer Trichter

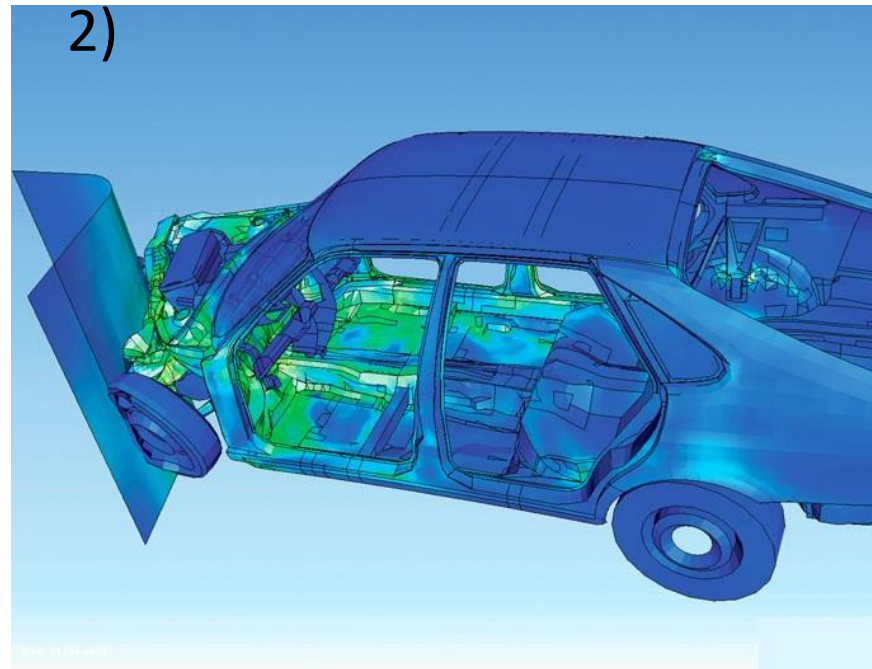


Quelle: „Evolutionary Optimization of the Failure Behavior of Load Introduction Elements Integrated During FRP Sandwich Structure Manufacturing“ by Jan Schwennen a. o.

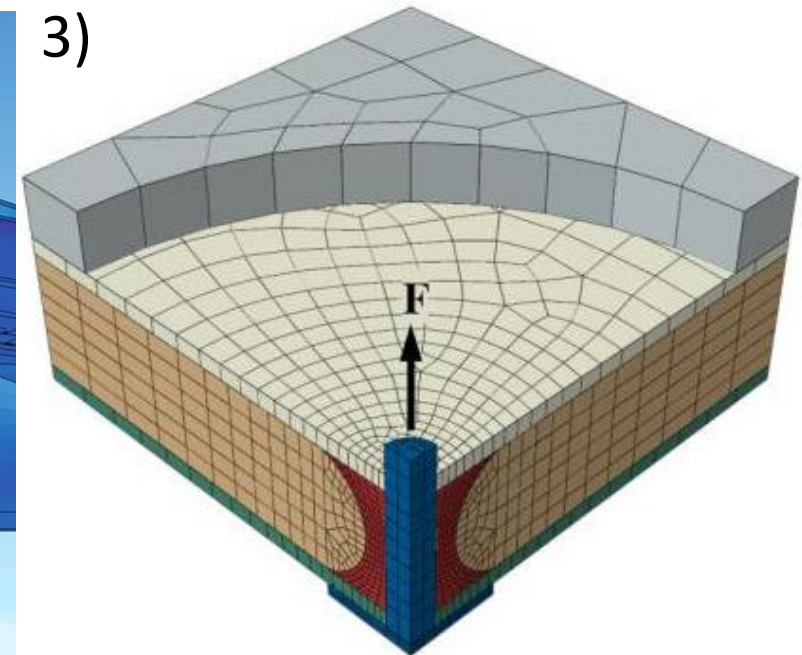
# Finite Elemente Methode



Quelle: <https://de.wikipedia.org/wiki/Datei:Elmer-pump-heatequation.png>



Quelle: [https://de.wikipedia.org/wiki/Datei:FAE\\_visualization.jpg](https://de.wikipedia.org/wiki/Datei:FAE_visualization.jpg)



Quelle: „Evolutionary Optimization of the Failure Behavior of Load Introduction Elements Integrated During FRP Sandwich Structure Manufacturing” by Jan Schwennen a. o.

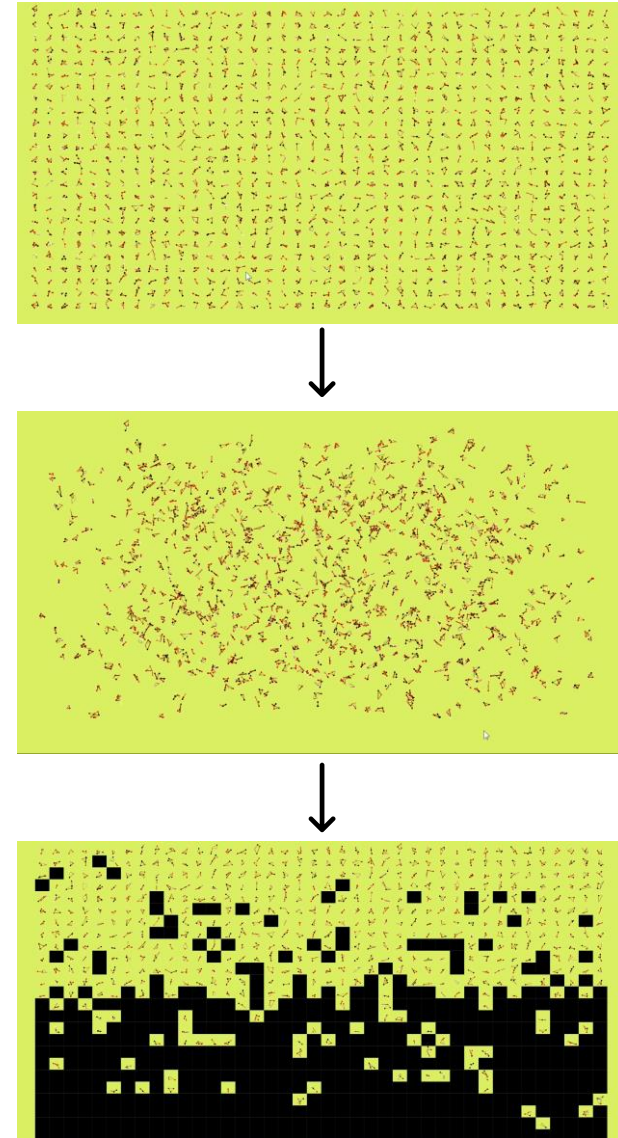
# Fitness Funktion

- $f(x)$  = Fitness-Wert
- $V(x)$  = Volumen
- $F(x)$  = First failure
  - Reaktionskraft
  - 1% Abweichung
- $W_F + W_V = 100$

$$f(x) = W_F \times \frac{F(x)}{20.1kN} \times W_V \times \left(1 - \frac{V(X)}{72cm^3}\right)$$

# Selektion

- Fitness-proportional selection
  - Relation zum besten Element
  - Auswählen der besten X %
- Ranked selection
  - Ordnen nach Fitness-Wert
  - Ränge zu teilen
  - Die besten X auswählen
- Elite ranked selection
  - Ranked selection
  - Nur "Elite" auswählen



# Rekombination

- 2 selektierte Individuen → 1 Nachkommen
- Gleich große neue Generation
- Uniform crossover
  - Jedes Gene wird zufällig von einem der Eltern ausgewählt
  - 50 / 50
- Flat crossover
  - Lineare Kombination
  - Wert zwischen den Elternwerten
  - Zufall oder bestimmbar

# Mutation

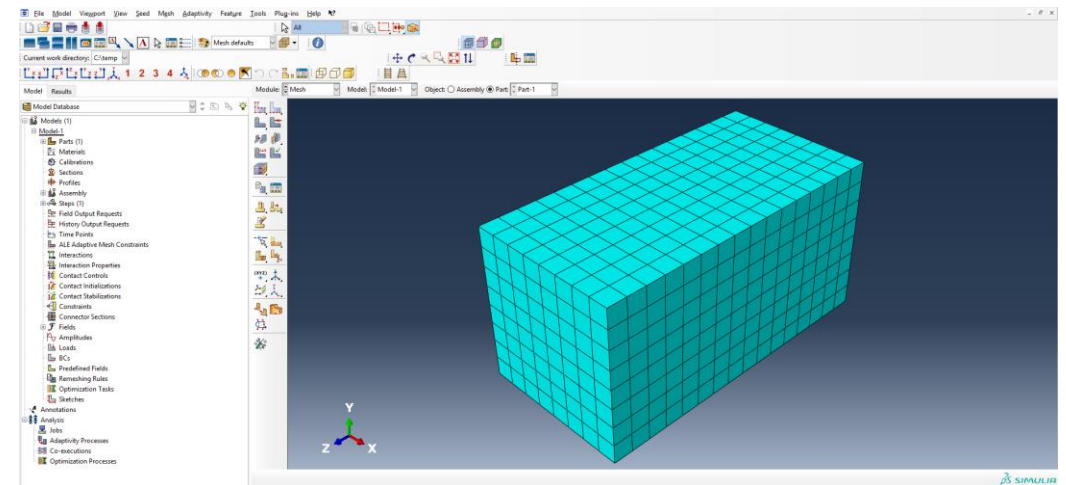
- Erkunden
- Mutationsradius
- Random mutation
  - Jedes Individuum, jedes Gen
  - Verändert im Mutationsradius
- Uniform mutation
  - Mutationsbreite
  - Begrenzt die Anzahl der Individuen
  - Verändern im Mutationsradius

# Der Algorithmus

- Elite ranked selection
  - Laufzeit
- Uniform Crossover & Flat crossover
- Random Mutation
  - Zusätzliche Erkundung
- $W_F = 35$  und  $W_V = 65$

# Die Implementierung

- Phyton
- Abaqus Scripting interface
  - Eig. GUI Programm
  - Benutzt in Phyton
  - Automatisierte Test
  - Parallelisierung
  - Input & Output Datei
- Galileo: Genetic Algorithm
  - Open Source Bibliothek
  - In Phyton

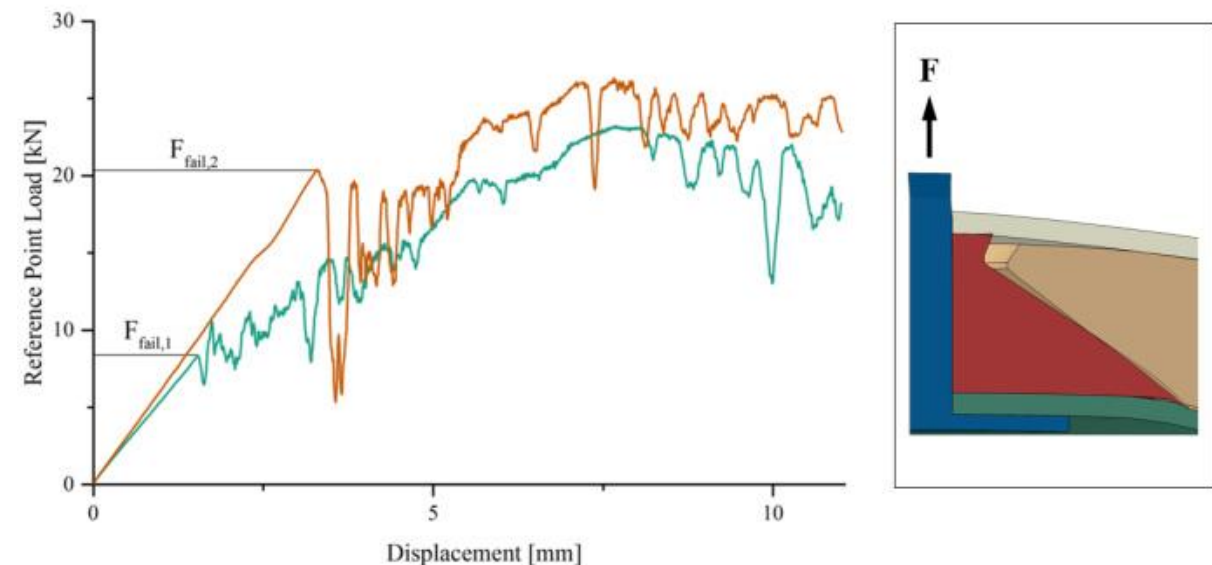
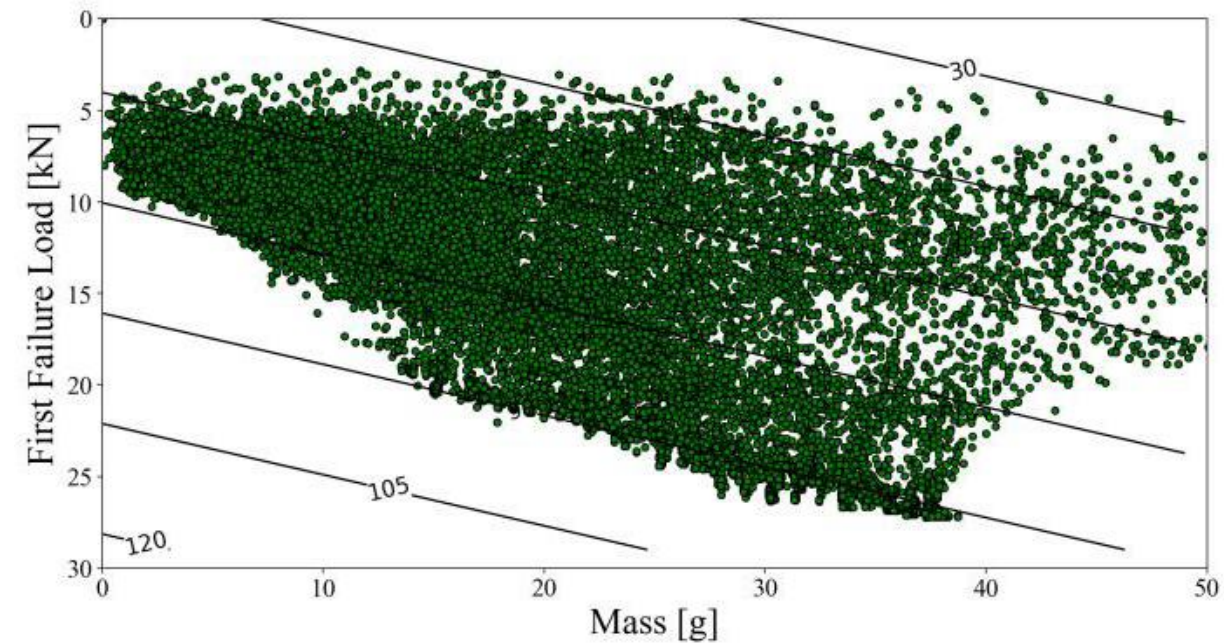


Quelle: <https://www.4realsim.com/wp-content/uploads/2019/02/download-abaqus.png>



# Die Ergebnisse

- 65.000 verschiedene Geometrien
- Menge optimaler Ergebnisse
- Optimale Geometrie in Trichterform
- First Failure: 8.32kN → 20.4kN
- Laufzeit unter 12 Stunden



Danke für die Aufmerksamkeit