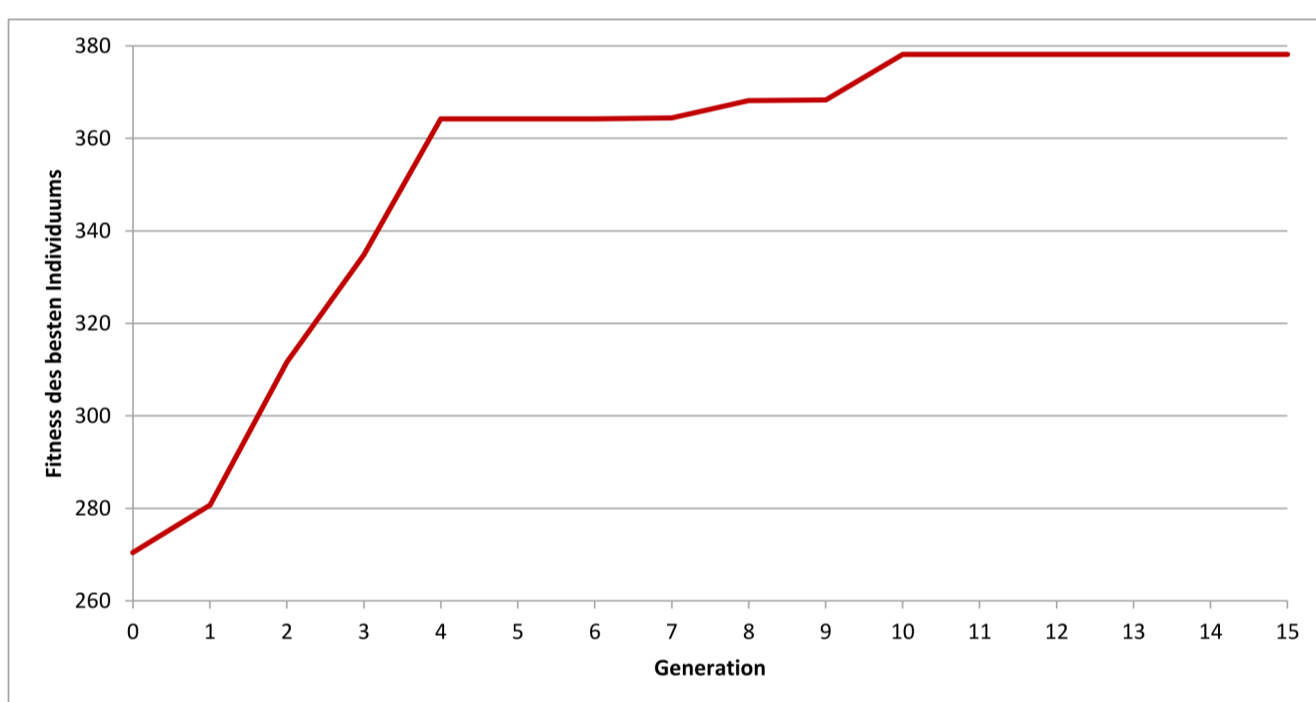


Optimierung von Stabtragwerken mit Evolutionsstrategien

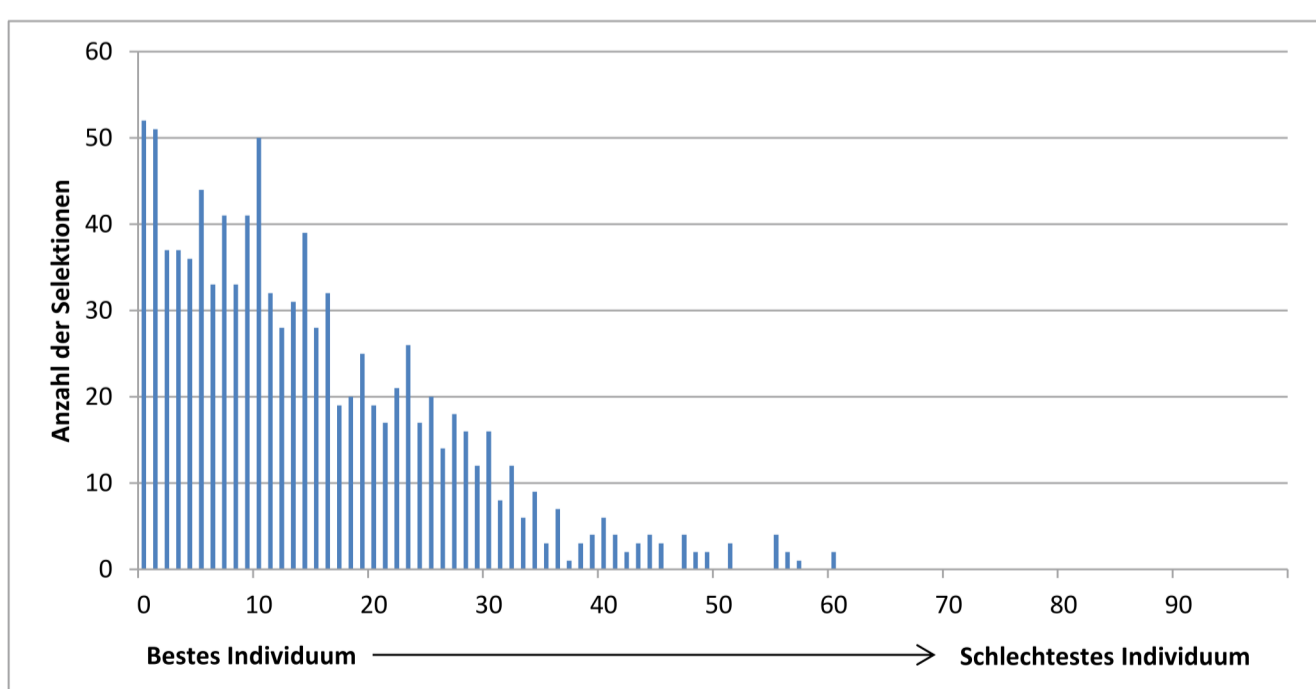
Annika Brosi

1. Evolutionsstrategien

Als Vorbild für Evolutionsstrategien dient die Natur, die es geschafft hat, eine Vielzahl von Arten zu erzeugen, die optimal an ihre Umgebung angepasst sind. Um dies auf die Optimierung von Stabtragwerken übertragen zu können, wird ein Tragwerk als Individuum betrachtet, bei dem die verwendeten Stahlprofile die Gene darstellen. Die Individuen werden mithilfe einer Fitnessfunktion bewertet, die den Materialverbrauch und die Stabausnutzungsgrade berücksichtigt und den Anpassungsgrad des Individuums an eine vorgegebene Belastung widerspiegelt. Im folgenden Diagramm ist die Fitness des besten Individuums im Verlauf des Evolutionsalgorithmus dargestellt.



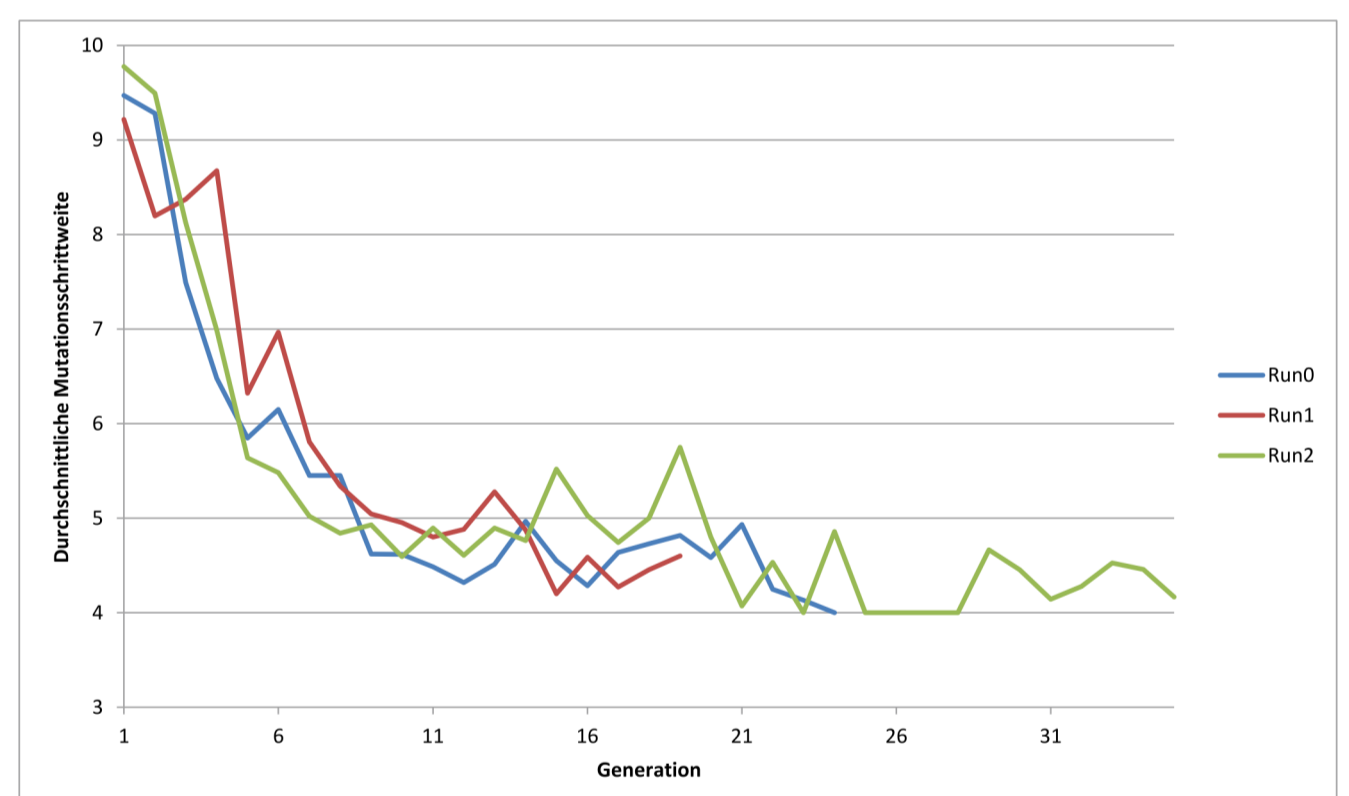
Nach der Bewertung werden Nachkommenindividuen durch Klonen, Rekombination und Mutation gebildet. Dabei sollen Individuen mit hohen Fitnesswerten häufiger zur Nachkommenbildung herangezogen werden, um eine möglichst schnelle Konvergenz zu erreichen. Die Elterngeneration wird deshalb nach absteigendem Fitnesswert sortiert und die Auswahl des Individuums erfolgt durch eine Normalverteilung. Das Diagramm zeigt exemplarisch wie häufig ein Individuum zur Fortpflanzung ausgewählt wurde.



Anschließend werden die besten Individuen nach dem Darwin'schen Prinzip „Survival of the fittest“ selektiert und als Elternindividuen für die nachfolgende Generation herangezogen. Dies wird solange wiederholt bis eine vorgegebene Konvergenzschranke erreicht wurde.

2. Selbstregulierende Mutationsschrittweite

Eine Mutation entsteht durch fehlerhaftes Kopieren von Individuen, wobei Ausmaß und Richtung des Kopierfehlers zufällig sind. Während beim Klonen und Rekombinieren keine neuen Gene integriert werden, sondern kopiert bzw. neu geordnet werden, sorgt eine Mutation für die Durchforstung des Suchraums. Zu Beginn der Optimierung soll dabei der Suchraum möglichst weiträumig durchforstet werden, gegen Ende hingegen soll die Suche im nahen Umfeld der bisher besten gefundenen Lösungen erfolgen. Die Mutationsschrittweite gibt hierbei die Größe des Kopierfehlers an. Ihre Auswahl erfolgt nicht nach einer festen Vorschrift, sondern adaptiv. Die Implementierung der selbstregulierenden Mutationsschrittweitenanpassung realisiert diese Idee, indem Mutationsschrittweiten, die zu einer höheren Fitness geführt haben, an die Nachkommengeneration mit vererbt werden. Das folgende Diagramm zeigt den Verlauf der durchschnittlichen Mutationsschrittweite während der Optimierung.



3. Parallele Algorithmen

Um die Rechenzeit zu verkürzen, werden mehrere Berechnungen („Runs“) gleichzeitig durchgeführt. Dies ist vergleichbar mit mehreren isoliert lebenden Populationen. Zwischen diesen Populationen soll jedoch ein Austausch an Erbgut stattfinden, um neues Erbgut in die Populationen zu integrieren und das Verfangen in lokalen Minima zu verhindern. Der Austausch erfolgt dabei asynchron, das bedeutet nicht gleichzeitig, damit die Runs nicht aufeinander warten müssen und die Rechenzeit möglichst gering gehalten wird. Der Austausch findet nach jeweils fünf Generationen statt und es wird ausschließlich das bisher beste gefundene Individuum ausgetauscht, welches dann bei der Bildung der Nachkommengeneration mit integriert wird. Der Austausch führt dazu, dass das global beste Individuum deutlich häufiger gefunden wird, als ohne Austausch.