



Profil des Fachgebietes Bionik und Evolutionstechnik der Technischen Universität Berlin

Ansprechpartner:

Prof. Dr.-Ing. Ingo Rechenberg
Technische Universität Berlin
Fachgebiet Bionik und Evolutionstechnik
Sekretariat ACK1
Ackerstraße 76, 13355 Berlin
Tel.: +49 30 314 72 655
Fax: +49 30 314 72 019
E-Mail: rechenberg@bionik.tu-berlin.de

Kompetenzen:

Am Fachgebiet Bionik und Evolutionstechnik werden Fragestellungen verschiedener Fachthemen durch die Anwendung von theoretischen wie auch experimentellen bionischen Methoden untersucht und ingenieurtechnische Lösungen entwickelt, insbesondere in den Bereichen **Fluiddynamik**, z.B. Druckverlustverminderung in Rohrkrümmern durch die Evolutionsstrategie, **Sensorik**, z.B. Ortung von Schallquellen durch schallschnelle Sensoren nach dem Vorbild von Moskitos, **Lokomotion**, z.B. Fortbewegung in sandigem Gelände nach dem Vorbild der Spinne *Cebrennus rechenbergi* (benannt nach Professor Rechenberg).

Ein Arbeitsschwerpunkt ist die Anwendung von Evolutionären Algorithmen - insbesondere der Evolutionsstrategie - zur Optimierung technischer Systeme. Die Anwendungsbandbreite reicht von der Optimierung von Prozessabläufen über die Anpassung von subjektiv zu beurteilende Produkteigenschaften und der Erstellung von Vorhersagemodellen von sozialem Verhalten oder der Entwicklung von Finanzmärkten bis hin zur Auslegung von Bauteilen und Großkonstruktionen. Die Evolution bringt die „Gewinner“ hervor, die bei variierenden Umweltbedingungen und Ressourcenknappheit überlebensfähig sind. Durch die Anwendung von Prinzipien der biologischen Evolution können Produkte und Prozesse robust und effizient optimiert werden, bei denen andere Verfahren versagen.

Die Evolutionsstrategie kann in unterschiedlichen Stadien des Projektverlaufs ohne größeren Aufwand eingesetzt werden, so z. Bsp. in der Anfangsphase zur Ermittlung von Ausgangsmodellen, während des Projektes zur Selektion und Identifikation von Prozessparametern und selbstverständlich für die „Hauptoptimierung“ und letztlich auch zur Optimierung des technischen Herstellungsverfahrens für das Ergebnis bzw. Produkt.

Die Optimierung kann anhand von Computermodellen und Simulationen erfolgen, wie bei Schiffspropellern erfolgreich zur Minimierung des Treibstoffverbrauchs eingesetzt. Auch Optimierungsaufgaben mit verrauschten Zielfunktionen, die also durch externe Einflüsse gestört werden, wie bei Rohrkrümmern zur Reduktion des Druckverlustes, sind lösbar, oder zu optimierende Systeme mit korrelierten Parametern, also voneinander abhängigen Variablen, wie zum Beispiel bei



der Modellidentifikation oder beim Regler-Design. Sind die Parameterkonstellationen zu komplex, um sie über Formeln abbilden zu können, ist es mit Hilfe der Evolutionsstrategie auch möglich, die Bewertung der einzelnen Entwicklungsschritte auf Grundlage von experimentell ermittelten Messergebnissen vorzunehmen. So wurden bspw. Strömungsprofile hinsichtlich der Widerstandsminimierung optimiert. Industrierelevant ist ferner die Optimierung mit subjektiver Bewertung, also die Bewertung durch den Menschen, wenn es zum Beispiel um Sinneswahrnehmung geht und eine Farbe, ein Geräusch oder ein Geschmack verglichen und optimiert werden soll. Ein Beispiel hierfür ist die Optimierung des Designs von Radfelgen nach mechanischen und ästhetischen Kriterien.

Projekte / Fachthemen:

Reduzierung des induzierten Widerstandes nach dem Vorbild der aufgefächerten Handschwingen von Vögeln

Die physikalischen Mechanismen, die bei der Auffächerung der Handschwingen von Vögeln eine Rolle spielen, wurden ermittelt, um auf dieser Basis den induzierten Widerstand eines Tragflügels zu verringern. Nach der Erarbeitung eines physikalischen Modells wurde durch den Einsatz der Evolutionsstrategie eine technisch sinnvolle Umsetzung gefunden, die zur Entwicklung des Bionik-Propellers führte.

Entwicklung, evolutionsstrategische Optimierung und einsatznahe Vermessung einer neuartigen Propellerform (Bionik-Propeller) für die Anwendung im Schiffbau

Der Bionik-Propeller ist bei kleinem Propellerdurchmesser eine energieeffiziente und leisere Alternative zu herkömmlichen Propellerdesigns. Das innovative Design des Bionik-Propellers wurde mittels evolutionärer Optimierung an die Anforderung von Binnenschiffen angepasst und am Schiff getestet, wo die Vorteile praktisch nachgewiesen werden konnten.

Entwicklung von effizienten Evolutionsstrategien zur Optimierung von Computermodellen

Es ist gelungen, für die Optimierung von Computermodellen mit korrelierten Variablen neue Varianten der Evolutionsstrategie zu entwickeln, deren Effizienz nun um ein Vielfaches höher als andere ist. Optimierungsprobleme mit korrelierten Variablen ergeben sich, wenn die zu optimierende Zielfunktion viele voneinander abhängige Variablen enthält, wie zum Beispiel bei der Modellidentifikation oder bei der Auslegung von Reglern.

Optimierung mit gestörter Bewertung und subjektiver Selektion

Bei vielen anderen Optimierungsverfahren ist die Optimierung mit einer verrauschten Zielfunktion sehr schwierig. Dies gilt jedoch nicht für die Evolutionsstrategie. Am Fachgebiet gibt es zahlreiche Erfahrungen mit der Optimierung im Rahmen von Experimenten, wobei die experimentellen Messergebnisse Grundlage für die Bewertung der einzelnen Entwicklungsschritte sind. Es ist ferner möglich, die Bewertung der einzelnen Optimierungsschritte nicht automatisch, sondern subjektiv durch den Menschen vorzunehmen. Das wurde mit Erfolg z.B. bei der Optimierung des Designs von Radfelgen gezeigt.

Die Bionik-Pumpe: Pumpen ohne Mechanik nach dem Vorbild der Pflanze

Bäume sind in der Lage, Wasser bis auf eine Höhe von mehr als 100 Metern zu fördern. Ziel dieses Projektes war es, eine kosteneffiziente Lösung zur Förderung und Reinigung von Grundwasser zu



schaffen. So wurde ein System entwickelt, das bis zu einer Höhendifferenz von 10 Metern mit Hilfe von Sonnenenergie verunreinigtes Wasser gleichzeitig fördern und in Trinkwasserqualität zur Verfügung stellen kann.

Abrasions- und Reibungsreduktion durch Einsatz von mikrostrukturierten Oberflächen

Durch Untersuchungen der Mikrostruktur und des chemischen Aufbaus der Haut des Sahara Sandfisches *Scincus albifasciatus* wurden Erkenntnisse über die Mechanismen zur Abrasions- und Reibungsminderung gewonnen. Im Rahmen mehrerer Projekte wurden diese Erkenntnisse zur Herstellung von Prototypen verschleißarmer Folien benutzt.

Trinkwassergewinnung aus Nebel: Grundlagen und Mechanismen

Der Nebeltrinker-Käfer *Onymacris unguicularis* versorgt sich mit Wasser, in dem er Nebeltropfen auffängt. Die am Fachgebiet durchgeführten Untersuchungen zu den Mechanismen des Nebelfangens an mikrostrukturierten Oberflächen führten zu Methoden für die Herstellung von preiswerten Oberflächen zur Wassergewinnung aus Nebel.

Rollen ohne Achse: Lokomotion nach dem Vorbild der Spinne *Cebrennus rechenbergi*.

Die Spinne *Cebrennus rechenbergi* aus der Sahara steigert ihre Fortbewegungsgeschwindigkeit dadurch, dass sie rollt, anstatt zu laufen. Im Rahmen der Untersuchung dieser Art der Lokomotion ist ein Konzept für ein achsenloses Fahrzeug entstanden, das sich auch auf sehr lockerem Boden fortbewegen kann.

Kooperationsangebot

- Forschung und Entwicklung: Verbundförderprojekte, Auftragsforschung / Drittmittelprojekte
- fachliche /wissenschaftliche Beratung
- Produkt- und Lizenzverkauf (Software)
- Bildungsangebote für Studierende
- Studierendenprojekte in Form von Semester-, Bachelor-, Master- und Gruppenarbeiten
- Praktikumsplätze
- Demonstratorbau
- Recherchen und Machbarkeitsstudien