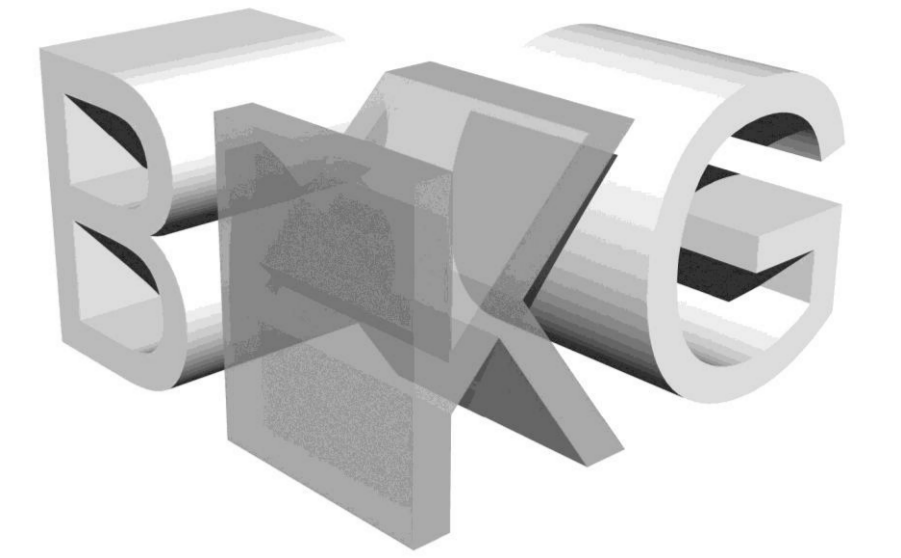


# Konstruktives Gestalten und Baukonstruktion



## Abschlussarbeit – Johannes Forberg

### Anwendung gezielter Suchstrategien - Top Down Methode zu Fragen der Energiegewinnung in der Natur

#### Biologische Lösungen für technische Probleme

Die Bionik ist eine interdisziplinäre Wissenschaft, die sich Lösungsstrategien der Natur zunutze macht, um technische Probleme zu lösen. Über lange Zeiträume hinweg hat sich die Natur an Umgebungsbedingungen und Belastungen angepasst und den Einsatz von Material und Energie optimiert, wodurch die Orientierung an natürlichen Phänomenen zu ressourceneffizienten und nachhaltigen Lösungen führt.

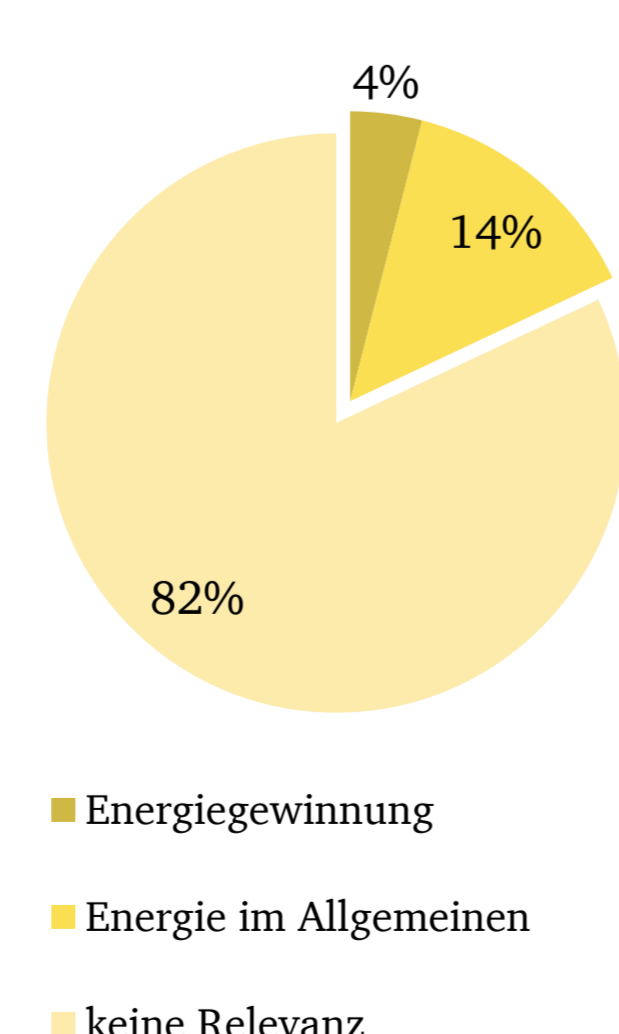
Die Suche nach biologischen Lösungsstrategien erfordert in der Regel ein umfassendes biologisches Wissen, über welches nur wenige Ingenieure verfügen. Dadurch gestaltet sich der Prozess der Suche sehr zeitaufwändig und führt nicht immer zum Erfolg. Ziel der Arbeit war es, eine Strategie zu finden, die die gezielte Suche nach biologischen Lösungsstrategien für technische Problemstellungen ermöglicht. Die Strategie sollte zudem auf das bautechnische Problem der Energiegewinnung an Hüllflächengrenzen angewendet und hinsichtlich ihrer Effektivität bewertet werden.

#### Biology inspired problem solving

Das Fraunhofer Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation hat mit dem Suchwerkzeug BIOPS (BIology inspired Problem Solving) eine Methode geschaffen, die ebendiese Anforderungen erfüllt. Das Programm umfasst einen Biologie-Technik Thesaurus, der sich mit statistischen und linguistischen Verfahren automatisch generiert und technische Fachbegriffe in biologische übersetzt. In hinterlegten Datenbanken wird dann nach diesen Begriffen gesucht und sowohl technische als auch biologische Ergebnisse ausgegeben.

Die hohe Anzahl an Treffern und deren Abweichung vom ursprünglichen Suchbegriff erwies sich jedoch als Kritikpunkt der Anwendung. Von 135 ausgewerteten Suchergebnissen zum Thema „Energiegewinnung“ standen nur 20 in Bezug zum Thema Energie im Allgemeinen. Davon zeigten wiederum nur sechs Treffer eine Übereinstimmung mit dem Thema der Energiegewinnung.

Auswertung der Anzahl relevanter Treffer



#### Energiegewinnung in der Natur

Trotz des geringen Anteils relevanter Treffer am Suchergebnis, ergab die Suche mit BIOPS einige interessante Ansätze, wie und in welcher Form in der Natur Energie gewonnen wird. Die Auswertung der Ergebnisse mithilfe eines im Rahmen der Arbeit entwickelten Bewertungsschlüssels stellte das Phänomen photovoltaischer Effekte bei Hornissen und die Photosynthese der Pflanzen als besonders geeignet für die weitergehende Recherche heraus. Weitere Ergebnisse waren der Prozess der Energie- und Wärmeproduktion in Muskeln, sowie die Maximierung des Sonneneintrags beim Nestbau von Waldameisen.

#### Photovoltaische Effekte bei Hornissen

Bei der Studie verschiedener Insektenarten ist Forschern eine Besonderheit aufgefallen, die die orientalische Hornisse von anderen Artgenossen unterscheidet. Die Aktivität der meisten Arbeiterinnen anderer Insektenarten ist zu



Beginn des Tages, beim Verlassen des Nests, am höchsten und lässt dann im Verlaufe des Tages nach. Die Aktivität der orientalischen Hornisse hingegen erreicht ihren Höhepunkt in der Mittagszeit. In verschiedenen Versuchen wurde der Zusammenhang unterschiedlicher Umwelteinflüsse, wie relativer Luftfeuchtigkeit, Temperatur und Sonneneinstrahlung, mit der Aktivität der Hornisse untersucht. Dabei stellte sich heraus, dass der entscheidende Faktor die im Sonnenlicht enthaltene Ultraviolettstrahlung, ist. Dies ist darauf zurückzuführen, dass die Hornisse in der Lage ist, die Energie des Sonnenlichts zum Stoffwechsel zu nutzen. Weiter gelang es zwischen beleuchteten und im Dunkeln liegenden Teilen der Kutikula des Insekts einen Stromfluss nachzuweisen. Verantwortlich für dieses Phänomen sind der Aufbau der Kutikula und die darin enthaltenen Farbpigmente. Der Schichtaufbau absorbiert die Wellenlängen, die sich für die Aktivität der Wespe verantwortlich zeigten und das gelbe Farbpigment Xanthopterin wandelt diesen Teil des Lichts in elektrische Energie um. Eine denkbare Anwendung dieser Strategie ist die Entwicklung einer Farbstoffzelle auf Basis des Pigments.