

TIERE

Schatztruhe der Biochemie

Forscher ergründen die wundersame Verdauung der Termiten. Die Insekten sollen helfen, die Energieprobleme der Menschheit zu lösen.

Die Attacken werden aus unterirdischen Nestern geführt. Durch Ritzen und Risse im Fundament krabbeln die Heerscharen nach oben. Wenn sie entdeckt werden, ist es meist schon zu spät: Von innen ausgehöhlt, zerbröseln selbst dickste Holzbalken zu Staub.

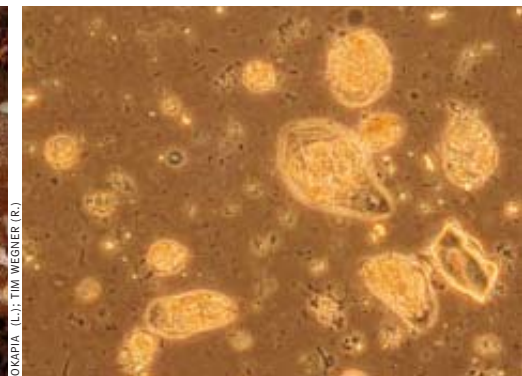
Darwin-Termiten heißen die sechsbeinigen Plagegeister, die im Norden Australiens jährlich mehr Gebäude zerstören als Feuer, Stürme und Überflutungen zusammen. In wenigen Wochen nagen die mit den Schaben verwandten Winzlinge ganze Blockhäuser in Grund und Boden. Telefonmasten fallen ihnen genauso zum Opfer wie Eisenbahnschwellen oder Kabelisolierungen. Selbst lebende Bäume können die Kohorten vernichten: Erst fressen sie einen tödlichen Ring in die Rinde. Dann höhlen sie den Stamm aus.

Was übrig bleibt, erfreute bislang allenfalls die Fans des australischen Didgeridoos. Das Blasinstrument besteht aus einem von den weißlichen Krabbeltieren ausgehöhlten Ast. Nun jedoch rückt die rasante Holzverdauung der Termiten ins Blickfeld der Wissenschaft. Die Forscher wollen die Herkuleskraft der Insekten ernten, um sie für den Menschen nutzbar zu machen.

Im Zentrum des Interesses steht der winzige Termitendarm. In ihm schlummern biochemische Geheimnisse, denen Mikrobiologen und Biochemiker wundersame Fähigkeiten zutrauen. Holz soll sich einfacher in Papier, Gras in hochreine Kraftstoffe und Mais in Energie verwandeln, sobald es gelingt, den Verdauungstrakt der Insekten im Labor nachzubauen.

„Der Enddarm der Termiten ist einer der effizientesten Bioreaktoren, die es auf der Erde gibt“, erläutert Andreas Brune vom Max-Planck-Institut für terrestrische Mikrobiologie in Marburg. Perfektioniert habe das Insekt den Abbau von Biomasse inklusive des extrem stabilen Holzes. Philip Hugenholz vom Joint Genome Institute (JGI) des US-Energieministeriums im kalifornischen Walnut Creek bestätigt die wundersamen Fähigkeiten des Organs: „Wir versuchen, 300 Millionen Jahre Evolution für den Menschen nutzbar zu machen.“

Die Forscher begeistert ein Organ, das unscheinbarer kaum sein könnte. Nur drei



Termitenhügel, Termiten, Darminhalt*: Zwei Liter Wasserstoff aus einem Blatt Papier

bis vier Millimeter lang und weniger als einen Millimeter dick ist der Darm einer Termiten. In einer Art Gärkammer an seinem hinteren Ende jedoch tobt das pralle Leben. „In nur einem Mikroliter Volumen drängen sich etwa 10 Millionen Bakterien und Zehntausende von Einzellern“, sagt Brune. Der Trick der Winzlinge: Sie leben in Symbiose, arbeiten also auf raffinierteste Weise zusammen.

Einzeller mit zuckenden Anhängen sind darunter, sogenannte Flagellaten, die sich im Innern des Darms auf das zu verdauende Holz stürzen. „Wie eine Strickweste“ (Brune) tragen diese Einzeller auf ihrer Oberfläche symbiotische Bakterien, die bei der biochemischen Schwerstarbeit hel-

fen. Andere Bakterien wohnen sogar direkt im Zellinnern der Flagellaten, um Stoffwechselprodukte besonders effektiv austauschen zu können.

Das Superkollektiv ermöglicht eine hoch-effektive Biochemiefabrik im Miniaturformat, die den Termiten die für ihr Überleben notwendige Energie liefert. Gleichsam als Abfallprodukte entstehen große Mengen an Kohlendioxid, Wasserstoff und Methan. Rund vier Prozent des globalen Methanausstoßes in die Atmosphäre verursachen die geschätzten 12 Trillionen Termiten der Erde. „Termitendärme sind Hot Spots mikrobieller Aktivität“, sagt Brune. „Das extrem fein zerkleinerte Holz wird innerhalb von Stunden bis wenigen Tagen verdaut.“ Im Boden könne derselbe Prozess mehrere Jahre in Anspruch nehmen.

* Oben: in Afrika; unten rechts: Mikroskop-Aufnahme.

Genau diese Effizienz wollen die Forscher nun abkupfern. Welche Mikroorganismen sind für die rasante Verdauung verantwortlich, welche Enzyme bewirken das biochemische Feuerwerk? Erste Erfolge der Nachforschungen zeichnen sich ab. So ist es Wissenschaftlern um Jürgen Fröhlich von der Johannes Gutenberg-Universität in Mainz inzwischen gelungen, Mikroben aus dem Darm von Darwin-Termiten zu isolieren, die Zellulose besonders gut aus Holz herauslösen können. Ihre biochemischen Tricks sollen die Papierherstellung vereinfachen.

Noch raffinierter geht das mit Fröhlich kooperierende Darmstädter Biotech-Unternehmen Brain vor. Die Brain-Forscher durchforsten das Erbgut der Darmbakterien, um neuartige Enzyme zu entdecken. „Wir isolieren die Gesamtheit des genetischen Materials aller Darmsymbionten, ohne sie kultivieren zu müssen“, erläutert Jürgen Eck, Forschungsvorstand der Firma. Den Erbgutsalat durchsuchen die Wissenschaftler dann nach vielversprechenden Gensequenzen, die sie anschließend in leicht zu kultivierende Kolibakterien einschleusen. Diese „Wirtsorganismen“ produzieren schließlich die erhofften Wirkstoffe in Reinform.

So sollen den Bewohnern des Termitendarms nachempfundene Mikroben entstehen, die Mais, Sonnenblumen, minderwertiges Holz oder andere billige Biomasse weit effizienter als bislang in Biogas oder Kraftstoffe wie Ethanol verwandeln. Fröhlich erhofft sich Enzyme, die Waschmittel effektiver machen oder die Weinproduktion vereinfachen. Maßgeschneiderte Bakteriensuppen könnten künftig in Fermentern gar hochreine Chemikalien oder Plastik herstellen.

Andere Mikrobiologen denken noch weiter: Auch am kalifornischen JGI wird das Erbgut der Termitenmikroben entschlüsselt. Hugenholz und seinen Kollegen geht es in Zusammenarbeit mit der US-Biotech-Firma Diversa um nichts Geringeres als die Energieversorgung der Zukunft. „Wenn man eine Termiten mit einem Blatt Papier füttert, produziert sie zwei Liter Wasserstoff“, schwärmt der Forscher. Wer die verantwortlichen Mikroorganismen isoliert oder die biochemischen Reaktionen nachvollzieht, hält den Schlüssel zur Produktion sauberer Energie aus billiger Biomasse in Händen.

Eine wahre „Schatztruhe der Biochemie“ verspricht Hugenholz, sobald in zwei bis drei Jahren die grundlegenden Mechanismen der Termitenverdauung verstanden seien. Der Physik-Nobelpreisträger Steven Chu, Direktor des ebenfalls an der Termitenforschung beteiligten Lawrence Berkeley Labs bei San Francisco, drückt es mit der typischen Übertreibung amerikanischer Spitzenforscher noch plakativer aus: „Die Därme der Termiten können den Planeten retten.“

PHILIP BETHGE