

# Bauchraum in Flammen

**Physiologie** Ein griechischer Mediziner vermutet im Darm das Kontrollzentrum, das den menschlichen Stoffwechsel reguliert. Er fand dort einen Schalter, mit dessen Hilfe Diabetes kuriert werden könnte. Als Versuchstiere dienen ihm Würgeschlangen.

**W**arm müssen die Mäuse sein. „Wenn sie direkt aus dem Kühlschrank kommen, rühren die Schlangen sie nicht an“, sagt Arthur Nedder. Die Fütterung ist für den Veterinär am Children's Hospital in Boston, wie wohl für die meisten Schlangenfrennde, der Höhepunkt der Reptilienhaltung.

Nedder lässt eine tote Maus im Käfig baumeln. Züngelnd nimmt der Python Witterung auf. Seine Sicht ist schlecht, doch vermag er eine Silhouette zu erkennen, die sich unregelmäßig hin und her bewegt. Und er spürt, dass das zappelnde Etwas die Temperatur eines Beutetiers hat.

Plötzlich schießt der Kopf des Reptils nach vorn, spitze Zähne bohren sich ins Mäusefleisch, in Sekundenbruchteilen umschlingt der Schlangenkörper die Beute. Zwei Minuten lang verharrt der Python so, dann beginnt er die Maus mit dem Kopf voran zu verschlingen.

Eine Viertelstunde später ist die Beute verschwunden, die Schlange hat sich in ihren Unterschlupf zurückgezogen. Dort findet nun, unsichtbar für den Betrachter, das eigentliche Spektakel statt: die Verdauung.

„Die Tiere werden nur alle vier Wochen gefüttert“, meint Nedder mit unverkennbarem Bedauern. „Aber gerade deshalb interessiert sich Nick ja dafür.“ Er spricht von seinem Kollegen Nicholas Stylopoulos, in dessen Auftrag er die Schlangen versorgt. Stylopoulos ist Chirurg, sein Interesse gilt eigentlich der menschlichen Verdauung. Diese glaubt er besser verstehen zu können, wenn er den staunenswerten Wandlungsprozess untersucht, der sich nach der Mahlzeit im Körper eines Dunklen Tigerpythons vollzieht.

Es ist ein Vorgang, der in der Natur seinesgleichen sucht: Die Schlange, so scheint es, verwandelt sich binnen weniger Stunden in ein anderes Tier. Zunächst beginnt der Magen hektisch, Salzsäure zu produzieren. Der Magensaft, eben noch ähnlich reaktionsfreudig wie Leitungswasser, verwandelt sich im Handumdrehen in ein ätzendes Gebräu. Innerhalb eines Tages schießt auch der Fettgehalt des Blutes nach oben, manchmal bis auf das 160-Fache.

Fette sind sehr energiereich, und diese Energie wird auch dringend gebraucht, denn im Körper der Schlange haben radikale Umbauten begonnen: Der Darm

schwillt auf ein Mehrfaches seiner Größe an, vor allem die winzigen Ausstülpungen der ihn säumenden Zellen recken sich nun plötzlich fünf- bis sechsmal so weit ins Darminnere vor. Enorme Mengen von Zucker und Aminosäuren werden durch die Darmwand geschleust. Alles im Schlangenkörper ist jetzt auf Hochleistungsverdauung getrimmt.

Auch Lunge und Herz leisten Schwerstarbeit. Während der Python scheinbar träge in der Ecke liegt, steigt sein Sauerstoffverbrauch auf mehr als das 40-Fache – ein Extremwert, wie er sonst nur bei Rennpferden im gestreckten Galopp gemessen wurde. Anders als beim Pferderennen aber muss der Schlangenkörper über Tage hin Höchstleistungen erbringen. Das geht nicht ohne massives Doping: „Das Herz wächst im Rekordtempo, seine Pumpleistung steigt auf das Fünffache“, sagt Stylopoulos.

Voller Eifer spricht der Forscher von den Vorgängen im Innern des Pythons. Wenn er indes mit den züngelnden Reptilien han-

tiert, ist ein gewisses Fremdeln kaum zu übersehen. Wohler ist ihm bei der Arbeit mit menschlichen Patienten.

Daheim in Griechenland hatte Stylopoulos eine Karriere im Operationsaal begonnen, er hatte sich auf Magenverkleinerungen spezialisiert. Doch bald wurde ihm klar, dass er in erstaunlich schlecht verstandenen Terrain hantierte. Der Darm, so begriff er, ist ein von der Wissenschaft sträflich vernachlässigtes Organ. Stylopoulos beschloss, diese Forschungslücke zu schließen.

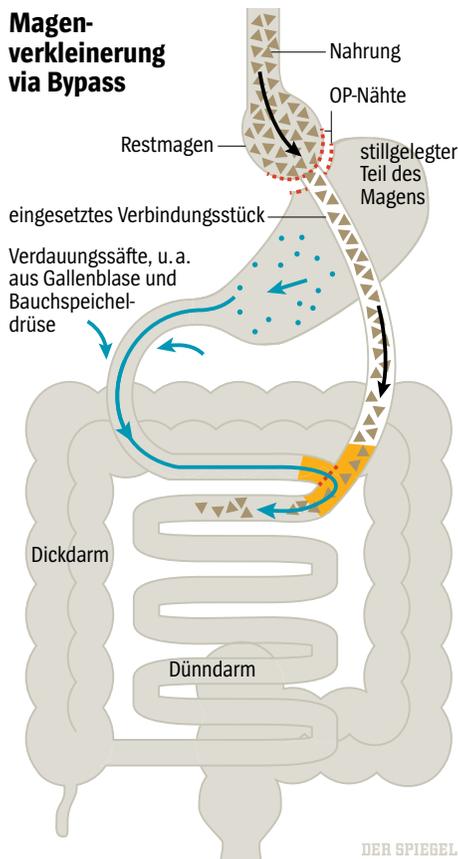
Als Ausgangspunkt diente sein Fachgebiet, die chirurgische Behandlung von Fettsüchtigen. Sie boomt, seit es den Ärzten Ende des vergangenen Jahrhunderts gelang, Mägen auch minimalinvasiv ohne Öffnung der Bauchhöhle zu verkleinern. Etwa 150 000-mal wurde der Eingriff im vorigen Jahr allein in den USA durchgeführt.

Besonders beliebt ist der sogenannte Roux-Y-Magen-Bypass, bei dem der Chirurg einen nicht einmal hühnereigroßen Beutel im Magen abtrennt, um diesen dann direkt mit einer Dünndarmschlinge zu verbinden. Der Rest des Magens wird stillgelegt. Erst anderthalb Meter darmabwärts werden die Verdauungssäfte mit dem Arm, durch den die Nahrung strömt, zusammengeführt (siehe Grafik).

Der Gewichtsverlust nach der Operation ist oft beträchtlich. Was Stylopoulos jedoch noch mehr frappiert: Auch sonst verändern sich die Patienten. Häufig verspüren sie, die einst nach Würstchen und Pommes lechzten, plötzlich Appetit auf Obst und Salat. Außerdem – ein besonders rätselhafter Begleiteffekt des Eingriffs – steigt der Alkoholkonsum der Operierten.

Die medizinisch bedeutsamste Nebenwirkung des Magen-Bypasses aber betrifft den Diabetes Typ 2. Viele der massiv Übergewichtigen, die sich der Operation unterziehen, leiden unter krankhaft hohen Blutzuckerwerten. Nach dem Eingriff verringert sich das Problem bei vielen Patienten – und zwar noch ehe sie merklich an Gewicht verlieren.

Diese vielfältigen Vorgänge im Organismus wertet Stylopoulos als Indizien dafür, dass der Magen-Bypass weit mehr als nur den Weg der Nahrung umdirigiert. Vielmehr werde als Folge der Operation der Stoffwechsel neu justiert. Im Darm, so Sty-





Chirurg Stylopoulos, Versuchs-Python



## WEITWINKEL

### The Journey

Eine Flucht in Nahaufnahme: Zwei Jahre lang hat der 31-jährige Aboud seine Familie nicht mehr gesehen. Seine Frau und seine zwei Kinder leben im syrischen Bürgerkrieg – er ist auf seiner Flucht nach Europa in Istanbul gestrandet. Aboud lässt sich auf eine Schlepperbande ein: Mit einem kleinen Motorboot setzen sie nach Griechenland über. Aboud will in die Niederlande und seine Familie nachholen. Wird er Amsterdam erreichen?

In dieser sechsteiligen Miniserie, produziert von Oscarpreisträgerin Laura Poitras, werden Sie Zeuge von Abouds Flucht im Boot, zu Fuß, versteckt in Zügen und auf dem Fahrrad.

Sehen Sie die Visual Story exklusiv im digitalen SPIEGEL, oder scannen Sie den QR-Code.



**JETZT DIGITAL LESEN**

## Wissenschaft

lopoulos' Verdacht, sitzt ein wichtiges Kontrollzentrum des Organismus.

Das wollte er genauer verstehen. Deshalb hat er auch bei Ratten Magen-Bypässe gelegt. Es zeigte sich, dass das eingefügte Verbindungsstück zwischen Magen und Darm nach dem Eingriff massiv zu wachsen begann. Das nunmehr hyperaktive Darmgewebe hungerte nach Energie – und zwar so sehr, dass es den Zucker im Blut aufzehrt. Das, so Stylopoulos' Deutung, erkläre, warum nach der Operation der Diabetes der Patienten zurückgeht.

Die Gemeinde der Diabetes-Forscher versetzt diese Entdeckung vor allem deshalb in Erregung, weil damit ein vom Insulin unabhängiger Schalter gefunden zu sein scheint, mithilfe dessen sich der Blutzuckerspiegel regeln ließe. Stylopoulos sieht sich unterdessen in seinem Verdacht bestätigt, dass die Forscher den Darm lange Zeit viel zu sehr vernachlässigt haben. „Wir vergessen gern, wie aktiv dieses Gewebe ist“, sagt er.

Obwohl das schlauchförmige Organ im Unterleib nur knapp zwei Prozent des Körpergewichts ausmacht, verbraucht es rund 15 Prozent aller Kalorien. Kein anderes Gewebe ist so rege mit der Proteinsynthese beschäftigt. Denn die Zellen der Darmwand sind kurzlebig. Unentwegt müssen sie erneuert werden.

Trotzdem gibt es Zweifler, die argwöhnen, dass Stylopoulos die Rolle des Darms überbewertet. Der Bostoner Mediziner fragte sich, wie er sie überzeugen könnte. Am besten, so dachte er, wäre ein Versuchstier, in dem es so etwas wie eine natürliche Darmvergrößerung gäbe.

Stylopoulos war deshalb begeistert, als er den nunmehr fast 20 Jahre alten Artikel eines Reptilienforschers aus Alabama entdeckte. Stephen Secor beschreibt darin, dass der massive Wachstumsprozess, den Stylopoulos am Magen-Bypass seiner Versuchsratten beobachtet hatte, im Verdauungstrakt von Tigerpythons nach jeder Fütterung stattfindet.

Mithilfe eines Positronen-Emissions-Tomografen (PET) machte Secor später auch den Zuckerverbrauch sichtbar. Stolz hält Stylopoulos die Aufnahmen neben jene, die er von seinen Ratten gemacht hat. Deutlich zeichnen sich auf beiden PET-Bildern die leuchtend roten Flecken im Bauchraum ab, die für einen hohen Glukoseverbrauch stehen. „Der Darm steht in Flammen“, sagt der Forscher.

Stylopoulos beschloss, das Phänomen genauer zu untersuchen. Er machte einen Schlangenzüchter in New Hampshire auffindig, der ihn seither mit jungen Pythonen



**Python mit Beute:** „Die Herzleistung steigt aufs Fünffache“

versorgt. Und er kämpfte sich durch die langwierige Genehmigungsprozedur. Leider, erzählt er, sei die Haltung von Tigerpythons in den USA sehr restriktiv geregelt, seit einige der Tiere in den Sümpfen Floridas ausgesetzt wurden und dort zur Landplage geworden sind.

Für Veterinär Nedder waren die Python-Experimente eine willkommene Gelegenheit, seine alte Leidenschaft für Schlangen wiederzubeleben. Seine Aufgabe besteht sonst darin, im labyrinthischen Keller des Bostoner Kinderkrankenhauses neue chirurgische Methoden an Schweinen und Schafen zu erproben. Nun aber durfte er im Schweine-OP-Trakt auch eine Kammer einrichten, in der er ein halbes Dutzend der fleckig gemusterten Reptilien hält.

Mit ihnen kann Stylopoulos jetzt seine Fütterungsstudien betreiben. Vor allem will der Forscher herausfinden, welche Gene nach der Mahlzeit herauf- oder heruntergeregelt werden. Es kommt ihm dabei zugute, dass das Erbgut des Dunklen Tigerpythons im Jahr 2013 entziffert wurde.

Die ersten, noch vorläufigen Befunde scheinen Stylopoulos' Hypothese zu bestätigen: Oftmals sind im Verdauungstrakt der Schlangen dieselben Gene aktiv, auf die der Forscher auch im Gewebe seiner operierten Ratten gestoßen war – nur dass der genetische Umschaltvorgang im Reptilienkörper noch weitaus radikaler ist.

Pythonen hat die Natur eben mit einer extremen Fähigkeit ausgestattet: Monate lang können sie fasten, um dann auf einmal Beutetiere zu verschlingen, die bis zum Anderthalbfachen ihres eigenen Körpergewichts wiegen können. Den Stoffwechsel eines Säugetiers vermag schon eine weitaus moderatere Umstellung aus der Bahn zu werfen.

Bei ihm daheim in Griechenland, erzählt Stylopoulos, wurde kürzlich das Osterfest gefeiert. Kein Arzt übernehme da gern den Notdienst. Denn wie in jedem Jahr so wurden auch diesmal viele seiner Landsleute ins Krankenhaus eingeliefert, weil sie sich nach wochenlangem Fasten allzu gierig über den Lambraten hergemacht hatten.

Johann Grolle

Mail: johann.grolle@spiegel.de