

der Zusammenprall von Vogel und Flieger ist keine Seltenheit. Mehr noch: Die unheimlichen Begegnungen in der Luft nehmen zu. Die Tiere profitierten stark vom Umwelt- und Naturschutz, konnten sich stark vermehren. Und ähnlich rasant wie die Vogelpopulation steigt diejenige der Flugzeuge.

„Wir sind in einem Wettbewerb um Luft-raum“, sagt der Vogelschlag-Experte Richard Dolbeer, der bis 2008 das „Bird Strike“-Komitee der USA leitete. Allein die Kanadagans-Population hat sich in den Vereinigten Staaten seit 1990 fast vervierfacht, die Zahl der Vogelschläge wuchs im gleichen Zeitraum von 1750 auf 7600.

In Deutschland beobachten Experten eine ähnliche Entwicklung. Hier wertet der Deutsche Ausschuss zur Verhütung von Vogelschlägen im Luftverkehr (DAVVL) die Begegnungen von Flugzeugen und Feder-vieh aus. Eine „zunehmende Tendenz“ macht Heinrich Weitz vom DAVVL aus. Wachsende Populationen von Arten wie der Kanadagans machen den Kollisions-wächtern Sorge. „Wir müssen uns entscheiden: entweder mehr Naturschutz oder mehr Flugsicherheit“, behauptet Weitz.

Die Tiere haben sich den urbanen Lebensbedingungen angepasst. „Verkehr stört sie nicht“, sagt Weitz' US-Kollege Dolbeer. Zumal die modernen Airliner wesentlich leiser sind als die Dinosaurier des Jet-Zeit-alters. So bemerken Piloten und Vögel ein-ander erst, wenn es zu spät ist.

Daher experimentieren Wissenschaftler bereits mit UV-Farbe, die Flugzeuge besser sichtbar machen soll. Dieses Spektrum ist für Vögel gut sichtbar. Die optimale Lösung wäre der Einsatz von Radar, das Lot-sen und Piloten Vogelschwärme frühzeitig anzeigen würde. Doch solch ein System steckt erst noch in der Entwicklung.

Dass es endlich zum Einsatz kommt, dafür könnte ein Ereignis sorgen, das sich nur wenige Stunden vor dem Schicksals-flug 1549 ereignet hat. Schauplatz war nicht der Hudson River, sondern Kassel, sechs Flugstunden von New York entfernt.

Dort traten vergangenen Donnerstag Verwaltungsrichter zusammen. Sie sollten über die Eilanträge gegen den Bau der neuen Landebahn am Frankfurter Flughafen entscheiden. Umweltschützer hatten vor Kormoranschwärmen gewarnt, die über den Main bei Frankfurt ziehen, genau dort, wo die Flugzeuge landen sollen.

Die Richter erlaubten den Bau. Zwar sei bei Landeanflügen „ein erhöhtes Vogel-flugeschehen“ zu erwarten, hieß es in der Mitteilung. Dem sei aber durch die An-ordnung eines Überwachungs- und Vor-warnsystems Rechnung getragen: „Dieses Konzept ist nach Auffassung des Gerichts geeignet, das Risiko eines Vogelschlags auf das sonst übliche und gesellschaftlich ak-zeptierte Maß zu reduzieren.“

MATTHIAS BARTSCH, KLAUS BRINKBÄUMER,
PER HINRICHS, GERALD TRAUFFETTER



Menschlicher Embryo*: Im Grunde ihres Wesens sind sich Mutter und Kind fremd

MEDIZIN

Invasion der kindlichen Zellen

Für das Immunsystem der Mutter ist das Kind ein Parasit, und die Plazenta ähnelt einem Tumor. Diese Erkenntnisse wollen Forscher im Kampf gegen Krebs und Unfruchtbarkeit nutzen.

Es ist der Vormarsch einer Invasions-armee: Aggressiv und millionenfach dringen die Zellen immer tiefer ins fremde Gewebe ein; Enzyme, die die gesamte Umgebung aufweichen, machen ihnen den Weg frei. „Es sieht wild aus“, sagt Ulrike Kämmerer von der Universitäts-frauenklinik in Würzburg.

Keine Immunabwehr stellt sich den Ein-dringlingen in den Weg. Denn diese tarnen sich so perfekt, dass sie für das Immunsystem des Wirts unsichtbar sind. Ja, sie bringen die Abwehrzellen durch geschickte Manipulation sogar dazu, ihnen bei ihrem Vormarsch zu helfen.

Die Rede ist nicht von einem heimtückischen Parasiten oder Tumor, sondern vom Wachstum eines menschlichen Embryos in der Gebärmutter. Etwa eine Woche nach der Befruchtung der Eizelle – meist weiß die Frau noch nicht einmal, dass sie schwanger ist – beginnt er, sich durch aggressives Vor-dringen in die Gebärmutter einzunisten, um aus seinen eigenen und mütterlichen Zellen gemeinsam den Mutterkuchen, die Plazenta, zu bilden (siehe Grafik).

Über dieses Organ wird das Kind etwa ab der sechsten Schwangerschaftswoche mit Sauerstoff und Nährstoffen versorgt;

in der fertigen Plazenta steht dazu ein weit-verzweigtes Gefäßnetz des Kindes in engstem Kontakt mit dem mütterlichen Blut.

Das Verrückte dabei: Obwohl sich Mut-ter und Kind so aufs Innigste miteinander verbinden, sind sie sich im Grunde ihres Wesens fremd. „Für das Immunsystem der Mutter“, sagt Udo Markert, Leiter des Pla-centa-Labors an der Universitätsfrauen-klinik Jena, „ist das Kind ein Fremdkörper, wie ein Tumor, ein Parasit oder ein Trans-plantat.“ Und Kämmerer meint: „Jedes andere Gewebe, das so fremd ist wie der kindliche Teil der Plazenta, würde in null Komma nichts abgestoßen.“

Um nicht sofort zerstört zu werden, muss der kindliche Organismus deshalb das Immunsystem der Mutter über die ge-samte Schwangerschaft hinweg geschickt austricksen. Dabei haben die kindlichen Zellen eine ganze Reihe von Überlebens-strategien entwickelt – die auf verblüffen-de Weise jenen ähneln, die auch Tumoren, Parasiten oder Viren anwenden.

„Wahrscheinlich“, sagt Markert, „sind sich Schwangerschaft und Tumorstadium deshalb so ähnlich, weil Tumoren oft genau jene Mechanismen des Körpers ausnutzen, die in der Schwangerschaft zur Erhaltung des Lebens entwickelt wurden.“ Diese Er-

* In der achten Schwangerschaftswoche.

kenntnis hoffen die Forscher nun im Kampf gegen den Krebs nutzen zu können.

Längst erforschen Wissenschaftler deshalb die Schwangerschaft nicht mehr nur, um Erkenntnisse über den Beginn des Lebens zu sammeln. Kämmerer beispielsweise untersucht mit Unterstützung der Deutschen Forschungsgemeinschaft die „Plazentation als natürliches Tumormodell“. Und auch in Markerts Placenta-Labor interessiert man sich für die Frage, wie sich die Invasion von Embryo- und die von Tumorzellen ins Gewebe ähneln – und unterscheiden.

Die EU fördert Projekte in diesem Bereich mit fast zwei Millionen Euro jährlich. Neben neuen Krebstherapien könnten dabei auch Immunsuppressiva für Organtransplantationen herauskommen, Verfahren, die die Erfolgsrate bei künstlicher Befruchtung verbessern, oder aber Mittel, die Schutz vor den gefürchteten Schwangerschaftsvergiftungen bieten.

„Die Anfänge dieser Forschungen reichen bis in die fünfziger Jahre zurück“, erzählt Ian Sargent von der Universität Oxford. Damals erkannte der britische Transplantationspionier Peter Medawar als Erster die Schwangerschaft als einen natürlichen Zustand, in dem ein Transplantat – der Fetus – nicht abgestoßen wird. Für seine Forschungen wurde er 1960 mit dem Nobelpreis geehrt.

Inzwischen allerdings richtet sich das Interesse vor allem auf die verblüffende Ähnlichkeit zwischen Plazentabildung und Tumorwachstum. So lassen sich fast sämtliche bekannten Tumormarker in erheblicher Konzentration auch in der Plazenta nachweisen; einige wurden sogar zuerst in der Plazenta entdeckt.

Zudem dringen kindliche Zellen bei der Plazentabildung nicht nur ähnlich aggressiv wie ein Tumor in die Gebärmutter ein, nicht wenige verbleiben auch nach der Geburt noch dort und können sogar, ähnlich

metastasierenden Krebszellen, in die Lunge wandern. „Ich vergleiche jetzt seit zwölf Jahren Tumor- mit Plazentazellen“, sagt Kämmerer, „aber ich habe noch immer keinen wesentlichen Unterschied zwischen den beiden finden können.“

So verbindet beide Arten von Zellen, dass sie Meister der Tarnung sind. Sie verwenden oft sogar denselben Eiweißstoff, um der Entdeckung durch die Körperabwehr zu entgehen: Auf der Zelloberfläche präsentiert, gaukelt dieser dem Immunsystem vor, es handele sich um körpereigene Zellen.

Die Plazenta lässt die Armada der Immunzellen sogar für sich arbeiten – ebenso wie es auch viele Tumoren machen. Beide können das Immunsystem dazu bringen, wachstumsfördernde Substanzen für sie zu produzieren, insbesondere solche, die die Bildung von Blutgefäßen fördern. Selbst die Invasion der kindlichen Plazentazellen in die Gebärmutter, stellte Markert fest, wird mit Hilfe der gleichen Botenstoffe gesteuert wie das Vordringen von Tumorzellen ins Gewebe.

Doch warum hört eine Plazenta auf zu wachsen, wenn sie etwa ein Drittel der Gebärmutterwand durchdrungen hat – ein Tumor jedoch nicht? „Woran das liegt“, sagt Kämmerer trocken, „würden wir alle gern wissen.“ Denn vielleicht ergäbe sich daraus dann ein Weg, auch das Wachstum eines Krebsgeschwürs zu stoppen.

Erschwert wird die Arbeit der Plazentaforscher jedoch dadurch, dass sie ihr Organ immer nur innerhalb bestimmter Zeitfenster untersuchen können. Die Mutterkuchen von normal geborenen Kindern stehen ihnen für ihre Forschung im Überfluss zur Verfügung, auch die Plazenten Frühgeborener und – nach Genehmigung durch eine Ethikkommission – solche abgetriebener Embryonen und Feten sind

ihnen zugänglich. Die Phase der Implantation selbst jedoch können sie nur indirekt untersuchen.

Dabei ist gerade dieser Zeitraum nicht nur für die mögliche Entwicklung einer Krebstherapie besonders interessant, sondern auch für die Frage, wie sich die Behandlung ungewollt kinderloser Paare mittels künstlicher Befruchtung (IVF) verbessern ließe. Schon jetzt bieten viele IVF-Kliniken verschiedene Fruchtbarkeitstests oder sogar Therapien an, die auf immunologischen Prinzipien beruhen. „Alle diese Verfahren sind bislang jedoch noch unausgereift, teilweise sogar richtig unseriös“, sagt Sargent. „Da geht es vor allem ums Geld.“

In Zukunft jedoch, sagt er, könne die Plazentaforschung durchaus zuverlässige Tests und Therapien sowohl für Unfruchtbare wie auch für Schwangere hervorbringen. Bei der Entstehung der lebensgefährlichen Schwangerschaftsvergiftung etwa, so fand der Reproduktionsmediziner heraus, ist das Zusammenspiel der kindlichen Plazentazellen mit den Immunzellen der Mutter gestört. Dadurch werden die Blutgefäße in der Plazenta und im Körper der Mutter geschädigt. Die Folge: Das Kind bleibt im Wachstum zurück, die Mutter leidet unter Ödemen, Eiweißausscheidung im Urin und Bluthochdruck, und es drohen lebensgefährliche Krampfanfälle.

Derzeit arbeitet eine Reihe von Firmen daran, einen Test zur Früherkennung der Schwangerschaftsvergiftung zu entwickeln. „Obwohl die Krankheit in der Regel erst in der fortgeschrittenen Schwangerschaft offensichtlich wird, wissen wir jetzt, dass die Frauen ihr Schicksal möglicherweise vom Anfang der Schwangerschaft an in sich tragen“, sagt Sargent. VERONIKA HACKENBROCH

Perfekte Täuschung

Wie kindliche Zellen das Immunsystem der Mutter austricksen

