

Bienen kommunizieren über elektrische Felder

Bienen orientieren sich im Raum und kommunizieren miteinander durch Aussendung elektrischer Signale. Beim Fliegen, Laufen oder Aneinanderreiben der Körper entstehen auf der Körperoberfläche unterschiedliche elektrische Ladungen, deren Bedeutung die Artgenossen erlernen können. Die Ladungen liefern Informationen über Futterplätze und andere wichtige Belange des Bienenvolkes. Diese lernen, konstante und modulierte elektrische Felder zu unterscheiden und sie räumlich und zeitlich zu deuten.

Während des Fluges von Bienen wird an der Körperoberfläche eine elektrische Aufladung erzeugt und es entstehen elektrische Felder, die von den anderen Tieren im Bienenstock wahrgenommen und unterschieden werden können. Dieses Phänomen ist schon lange bekannt, aber man hat bisher nicht untersucht, was genau dahinter steckt. Die Bienen senden unterschiedliche elektrische Felder aus, wenn sie fliegen, landen, laufen oder den Schwänzeltanz aufführen. Elektrische Ladungen spielen auch eine Rolle beim Pollensammeln der Bienen: die Blüten sind an der Oberfläche negativ geladen, während die Insekten positiv geladen sind. In den Antennen (Geißeln) der Tiere befinden sich die so genannten Mechanorezeptoren, über die die Wahrnehmung erfolgt.

In den Experimenten wurden Messungen der statischen und modulierten elektrischen Felder vorgenommen, wenn die Bienen fliegen, landen und „tanzen“, wobei die Antennenbewegungen aufgezeichnet und analysiert wurden. Wenn Bienen auf dem Stock landen, erzeugt ihre elektrische Ladung eine Spannung von 0–450 V. Die Ladung wird nur um 5 % verringert und bleibt auch im Stock erhalten, weil die Luftfeuchtigkeit innen meistens geringer ist als außen und die Bewegung der Bienen innerhalb des Stocks ebenfalls zu Aufladung führt. Tanzende Bienen erzeugen mit dem Flügelschlag bei 230 Hz 200 V im Abstand von 6–9 mm. Die elektrischen Felder induzieren Vibrationen in den Geißeln der Antennen, und die anderen, die Empfänger-Bienen, reagieren auf diese unterschiedlichen Signale und verarbeiten sie. Zwei Signale sind biologisch besonders von Bedeutung: das Tanz- und das Stoppsignal (beep). Das Stoppsignal besteht aus kurzen modulierten 130-ms-Pulsen mit der Hauptfrequenz 400 Hz, die Wiederholungsfrequenz beträgt 1 Sekunde. Ein unmoduliertes Signal mit konstant 400 Hz war signifikant weniger wirksam als die beiden biologisch relevanten Signale. Lang andauernde Aktivität in Bienen lässt vermuten, dass die Bienen die elektrischen Felder nicht nur spüren, sondern auch verschiedene Modulationsmuster unterscheiden und deuten können. Die Bienen lernen, die Reize durch konstante und modulierte Felder mit Belohnung in Verbindung zu bringen und sich daran zu erinnern. Dafür sind die Mechanorezeptoren der Antennen verantwortlich, denn in weiteren Experimenten konnte gezeigt werden, dass das Lernen nicht erfolgte, wenn die Antennen entfernt wurden. Bei Beeinträchtigung der Beweglichkeit der Antenne war auch der Lerneffekt beeinträchtigt im Vergleich zu den unversehrten Kontrolltieren. Daraus lässt sich schließen, dass die mechanosensorischen Organe der Bienen in den Antennen für die Fähigkeit von Bienen verantwortlich sind, elektrische Felder wahrzunehmen.

Die beiden aus nieder- und hochfrequenten Anteilen bestehenden ausgesendeten elektrischen Felder der Bienen beim Schwänzeltanz erzeugen passive Antennenbewegungen bei den

im Stock sitzenden Bienen. Durch Kameraaufzeichnungen der Antennen-Bewegungen der Tiere konnte gezeigt werden, dass Bienen nicht nur die unterschiedlichen elektrischen Felder wahrnehmen, sondern auch zeitliche Muster deuten können. Anhand des Verhaltens der einfliegenden Artgenossen können die Bienen im Stock z. B. die Entfernung zur Futterquelle (Schwänzeltanz) erkennen. Dieses Lernen, die konstanten und modulierten elektrischen Felder zu unterscheiden, bedeutet, dass verschiedene Mechanorezeptoren auf die ausgesendeten elektrischen Felder der aufgeladenen Bienen reagieren. Die elektrischen Felder, die durch die Flügelbewegung erzeugt werden, erzeugen sogar bei sehr niedrigen Frequenzen wie bei tanzenden Bienen Bewegungen, die zehnmal stärker sind als der mechanische Reiz des Flügels allein. Ähnliche Geißelbewegungen kann man erreichen, indem man künstliche modulierte elektrische Felder der Stärke von geladenen Bienenkörpern anlegt. Die Reaktion der Bienen erfolgt je nach Modulationsmuster, was bestätigt, dass natürlicherweise elektrische Reize empfangen werden. Weitere Bestätigung für die Wahrnehmung elektrischer Felder erhält man, wenn man Bienen auf statische und modulierte elektrische Felder trainiert. Diese Trainingsexperimente deuten zwar auf Mechanorezeptoren in den Antennen hin, ungeklärt ist aber, ob andere Rezeptoren in das Elektro-Erfühlen involviert sind, die an die Mechanorezeptoren gekoppelt sind. Um die Vorgänge vollständig zu verstehen, sind weitere Untersuchungen mit elektrischen Feldern nötig, die in die Kommunikation von tanzenden Bienen und die Wahrnehmung der angesprochenen Bienen eingreifen. Die Luftfeuchtigkeit im Stock ist kein Problem aufgrund der hohen Temperatur innen, und das Fächelverhalten führt zu relativ geringer Feuchtigkeit und stetiger Wiederaufladung durch Reibung zwischen den Körperteilen und den Tieren untereinander. Auch bei Landtieren wurde im Übrigen nachgewiesen, dass elektrische Ladungen zu elektrischem Feldfluss führen können.

In einem Interview mit Dr. Ulrich Warnke im „Brennpunkt“ von Diagnose-Funk (10. April 2013) ist zu lesen, Warnke habe schon in seiner Doktorarbeit 1973 auf das Phänomen hingewiesen, dass Bienen elektrische Felder zwischen 100 und 400 Hz erzeugen und diese Felder zur Orientierung, Sammlung von Pollen und Kommunikation untereinander benutzen. Warnke sagt, dass seine Doktorarbeit den roten Faden für die oben beschriebene Arbeit geliefert habe, die elektrischen Felder der Bienen weiter zu untersuchen. Warnke weist erneut darauf hin, dass die heute überall vorhandenen künstlichen Felder zu Fehlverhalten der Bienen führen, was im Extremfall zum Absterben des ganzen Bienenstocks führen kann. Die Bienen werden unruhig, sogar aggressiv den eigenen Artgenossen gegenüber, sie stechen sich und evtl. die Königin ab, statt fremde Organismen zu attackieren und die Artgenossen im Stock zu verteidigen. Die Brut wird entfernt und keine neue angelegt, die Vorräte verbraucht und keine neuen eingetragen. Der Stock überhitzt und stirbt ab. Auch das trägt zum heutigen Phänomen Bienensterben bei. Aber auch alle anderen Lebewesen sind von ihrem inneren und äußeren „Funkverkehr“ abhängig; die Organe kommunizieren über elektrische Felder, ebenso die Individuen untereinander, und zur räumlichen Orientierung werden die Sensoren ebenfalls benötigt. Der V-förmige Flug von Zugvögeln z. B. beruht auch auf Wahrnehmung elektrischer Ladungen und Felder der Tiere untereinander. Der Vogelflug gerät durcheinander, wenn der Schwarm an starken künstlichen Feldern von Sendern vorbeikommt. Darüber hinaus haben alle Lebewesen einen Magnetsinn, mit dem sie sich räumlich und zeitlich am Erdmagnetfeld orientieren. Insofern sind alle Lebewesen elektrosensibel – nicht im Sinne von krank, sondern in dem Sinn, dass alle Lebensfunktionen auch unter dem Einfluss elektrischer Felder ablaufen.

Quellen: Greggers U, Koch G, Schmidt V, Dürr A, Floriou-Ser-

von A, Göpfert MC, Menzel R (2013): Reception and learning of electric fields in bees. Proceedings of the Royal Society 280, 1759 <http://diagnose-funk.org/aktuell/brennpunkt/mobilfunkstrahlung-ein-faktor-beim-bienensterben.php>

Mobilfunkforschung

Mobiltelefone, Blei im Blut und Hyperaktivität bei Kindern

Diese Längsschnittstudie untersuchte den Zusammenhang zwischen Mobilfunkstrahlung und ADHS bei gleichzeitigem Vorhandensein von Blei im Blut der Kinder. Von 2422 Kindern von 27 Grundschulen in 10 koreanischen Städten wurden 2008 und 2010 Daten erhoben. Ein Zusammenhang zwischen Nutzung des Mobiltelefons zu Gesprächen und ADHS war dann gegeben, wenn die Kinder auch viel Blei im Blut hatten.

Nicht nur die karzinogene Wirkung von Mobilfunkstrahlung (lt. IARC in Gruppe 2B klassifiziert = möglicherweise Krebs erregend für den Menschen), sondern auch neurotoxische Wirkungen könnten im wachsenden Gehirn von Kindern auftreten, sichtbar z. B. beim Lernen und im Verhalten, denn das in der Entwicklung befindliche Gehirn von Kindern ist besonders verwundbar. Man beobachtet zunehmend Verhaltensstörungen bei Kindern einschließlich Hyperaktivität, wenn sie um die Geburt herum Mobilfunkstrahlung ausgesetzt waren. ADHS ist eine Verhaltensstörung, die meist im frühen Kindesalter festgestellt. Die Kinder sind verhaltensauffällig, unaufmerksam und ruhelos. Kinder, die geringen Mengen Blei ausgesetzt sind, haben Lernschwierigkeiten, sind unaufmerksam und können ADHS entwickeln. Blei wirkt als Nervengift, weil es das Myelin der Neuronen angreift, es kann zu Störungen des Dopamin-Systems und zur Apoptose der Nervenzellen kommen. Zum Schutz des Gehirns vor schädigenden Stoffen gibt es die Blut-Hirn-Schranke, die eine Barriere aus Endothelzellen der Kapillaren im Gehirn darstellt. Sie spielt außerdem eine Schlüsselrolle in der Aufrechterhaltung der Homöostase des Zentralnervensystems. Blei verursacht Veränderungen in der Häm synthese und hat dadurch schädliche Auswirkungen auf die Mitochondrien, in denen Häm-enthaltende Enzyme arbeiten. Dadurch entsteht eine signifikante Schädigung der Blut-Hirn-Schranke, da sie viel Energie braucht, und deren Zusammenbruch steigert die Permeabilität für Blei, das dann durch eine Ca^{2+} -ATPase-Pumpe in das Gehirn gelangt.

Das Ziel dieser Studie war zu untersuchen, ob es einen Zusammenhang zwischen Mobilfunkstrahlung und dem Risiko für ADHS gibt, möglicherweise in Kombination mit Bleibelastung. An 27 Grundschulen in 10 koreanischen Städten wurden Eltern oder Betreuer von 2422 Kindern zweimal im Abstand von 2 Jahren befragt (2008 und 2010): seit wann das Kind ein Mobiltelefon benutzt, monatliche Kosten, durchschnittliche Dauer der Gespräche, Anzahl gesendeter und empfangener SMS und Nutzung des Internets über Mobiltelefon. Dann wurden die koreanischen ADHS-Kriterien (Skala 0–3 je nach Schwere der Symptome) abgefragt. Die Bleikonzentration im Blut wurde in beiden Jahren bestimmt. Die Auswertung der Fragebögen ergab eine Prävalenz (Anzahl der Erkrankungsfälle in einem bestimmten Zeitraum) der ADHS von 10,4 % in 2008 und 8,4 % in 2010. Besitzer eines Mobiltelefons stiegen in den 2 Jahren fast um das 3-fache an und die kumulative Zeit der Gespräche verdoppelte sich. Der Blei-Spiegel im Blut stieg über die 2 Jahre leicht an. Sehr wenige Mütter rauchten während der Schwangerschaft und 1,4 % der Eltern hatten mit neuro-psychiatrischen

Krankheiten zu tun. Die Studie zeigte außerdem, dass eine große Anzahl von Gesprächen mit erhöhtem ADHS-Risiko in dosisabhängiger Weise einhergeht, aber nur dann, wenn gleichzeitig eine hohe Bleibelastung bei den Kindern festgestellt wurde. Allerdings galt diese Dosisabhängigkeit signifikant auch für Kinder, die Spiele auf dem Mobiltelefon spielen und nur geringe Bleibelastung hatten. In den hier untersuchten 2 Jahren hat sich ADHS nicht entwickelt, so ist Mobilfunkstrahlung nicht der auslösende Faktor.

Die Autoren schließen aus den Ergebnissen, dass Mobilfunkstrahlung die Empfindlichkeit gegenüber Blei und ADHS steigert; das Blei im Blut könnte die Entwicklung von ADHS-Symptomen begünstigen verschlimmern oder aufrechterhalten, wenn das Mobiltelefon häufig genutzt wird. Neuere Studien gehen allerdings davon aus, dass die Symptome bzw. Verhaltensänderungen eine Folge des häufigen Mobiltelefon-Nutzens sind und nicht die Folgen der Strahlung. Allerdings verminderte sich die ADHS-Rate in den 2 Jahren, wenn die Kinder die Mobiltelefon-Nutzung aufgaben. Jedenfalls sind Kinder und Jugendliche der Mobilfunkstrahlung 24 Stunden ausgesetzt. Künftige Studien müssen Näheres zu Mobilfunkstrahlung, Verhalten und ADHS erforschen.

Die mögliche Wirkung von Mobilfunkstrahlung, die Durchlässigkeit der Blut-Hirn-Schranke zu erhöhen, wurde mehrfach berichtet. Außerdem haben Meta-Analysen ergeben, dass Mobilfunkstrahlung einen leichten Einfluss auf die menschliche Aufmerksamkeit und den „Arbeitsspeicher“ hat, aber keine Wirkung auf Lernfähigkeit oder psychomotorische Funktionen. Die Ergebnisse hier deuten auf einen Zusammenhang zwischen der Kombinationswirkung von Mobilfunkstrahlung und Blei und steigendem ADHS-Risiko hin.

Eine Stärke der Studie ist, dass sie eine Längsschnittstudie (Longitudinalstudie = mehrere Male hintereinander) ist. Ergebnisse von Longitudinalstudien sind robuster als die einmalig erhobenen Daten von Querschnittsstudien. Zudem war die Rate der Kinder, die an der Folgestudie nach 2 Jahren teilnahmen, ziemlich hoch (73,6 %), was die Verzerrung durch Auswahl der Teilnehmer minimiert. Diese Studie ist die erste, die die Kombination von Mobilfunkstrahlung und Bleibelastung in einer großen Anzahl von Kindern untersucht hat. Die Grenzen der Studie liegen darin, dass keine Telefondaten der Mobilfunkanbieter erhoben wurden. Es gab nur Schätzungen der Eltern, Betreuer oder Kinder. Da sind Diskrepanzen möglich. Andere Einflussfaktoren wurden nicht berücksichtigt. Trotzdem kann man festhalten, dass die Studie ein gesteigertes Risiko für ADHS bei Kindern zeigt, die viel mobil telefonieren und gleichzeitig eine erhöhte Bleibelastung haben.

Quelle:

Byun YH, Ha M, Kwon HJ, Hong YC, Leem JH, Sakong J, Kim SY, Lee CG, Kang D, Choi HD, Kim N (2013): Mobile Phone Use, Blood Lead Levels, and Attention Deficit Hyperactivity Symptoms in Children: A Longitudinal Study. Plos One 8 (3), e59742

Kurzmeldungen

Lehrstück in Sachen Politik und Recht: 26. BImSchV
Sehr lesenswert, dieser „Kurze Beitrag“: „Beim Elektromog nichts Neues?“ überschreibt der Richter am Verwaltungsgericht a. D., BI Budzinski, seinen Beitrag in der Neuen Zeitung für Verwaltungsrecht. Der Anlass ist die bevorstehende Novellierung der 26. BImSch-Verordnung, die u. a. die Grenzwerte für Elektromog festlegt. Budzinski widerspricht der Ansicht, dass bei der routinemäßigen Überprüfung „nichts Wesentliches zu