

Die 2. Tabelle zeigt die Anzahl der veränderten Genregulation nach EF-Stimulierung im Vergleich zur Kontrolle:

	Tag 4	Tag 7	Tag 12
hochreguliert	39	30	237
niederreguliert	265	190	259

Als signifikant regulierte Gene wurden 4 hochregulierte, die Thioredoxin reductase 1 (TXNRD1), der Activating transcription factor 3 (ATF3), die Membrane metallo-endopeptidase (MME) und Dickkopf Homolog 1 (DKK1) identifiziert. Ein weiteres Gen, der microtubule-actin cross-linking factor 1 (MACF1) war niederreguliert worden gegenüber den Kontrollen.

Die biologische Funktion der betreffenden Gene bestätigte die makroskopisch erhobenen Befunde: Eine Beschleunigung der Differenzierung auf Kosten des Zellwachstums. Die Analyse der Genexpression nach den 3 Stimulationszeiten im Vergleich zu den jeweiligen Kontrollen zeigt, dass die 3 Gene TXNRD1, ATF3, MME während der gesamten Stimulationszeit hochreguliert sind, alle sind an Zellwachstum und -differenzierung beteiligt. ATF3 z. B. steigert die Konzentration im Differenzierungsprozess der Knorpelzellen und MME stoppt die Zellteilung in der G1-Phase (einem wichtigen Kontrollpunkt des Zellwachstums) und ist beteiligt an der Verminderung des Zellwachstums. DKK1 und MACF1 werden aktiviert bei verschiedenartigen Stresseinwirkungen aus der Umwelt wie UV- oder γ -Strahlung und bei Entzündungen. Sie wirken auf den so genannten Wnt-Signalweg ein, der durch Impulse von außerhalb der Zelle angeschaltet wird. Veränderungen im Wnt-Signalweg sind u. a. an der Krebsentstehung beteiligt. Keiner der Befunde ist als krankhaft zu bezeichnen, sagen die Autoren, aber durch die Aktivierung der normalen physiologischen Prozesse können sie therapeutischen Nutzen haben – wenn die Beschleunigung des Zellwachstums nützlich ist, z. B. zur Beschleunigung der Knorpelzellreifung vor der Verknöcherung.

Quelle:

Collard JF, Mertens B, Hinsenkamp M (2011): InVitro Study of the Effects of ELF Electric Fields on Gene Expression in Human Epidermal Cells. *Bioelectromagnetics* 32, 28–36

Hochfrequenzwirkung auf Bienen

Mobilfunkstrahlung ändert das Verhalten von Honigbienen

Das Verhalten von Honigbienen unter Einwirkung von Mobilfunkstrahlung verändert sich in der Weise, dass die Arbeiterinnen vermehrt Piepstöne abgeben. Diese Signale senden die Bienen unter natürlichen Bedingungen aus, wenn das Schwärmen bevorsteht oder die Kolonie gestört wird.

Honigbienen sind unentbehrliche „Mitarbeiter“ in der Landwirtschaft. Man hat ausgerechnet, dass sie weltweit Arbeit im Wert von 153 Milliarden Euro leisten (2005). Aufgezeichnete Bienensterben hat es im 19. und 20. Jahrhundert mehrere gegeben, verschiedene Ursachen werden dafür diskutiert: Varroa-Milbe, Pestizide, Viren, Veränderungen in der landwirtschaftlichen Praxis, Monokulturen, Hygiene im Bienenstock und Klimafaktoren sind die häufigsten. Aber auch Stress durch Trockenheit oder zu hohe Dichte der Tiere und damit verbunden Immunschwächung, genetisch veränderte Pflanzen und Kombinationen verschiedener Faktoren werden in Betracht gezogen. Seit 2003–2004 tritt plötzlich ein neues Symptom auf der ganzen Welt auf, das als Kolonie-Zusammenbruch (colony

collapse disorder = CCD) bezeichnet wird. Zuerst sind die Arbeiterinnen betroffen, wodurch die Kolonie verarmt und letztendlich verwaist. Die Königin verlässt den Stock und wird mit der Brut für eine gewisse Zeit weiter versorgt, so dass die Kolonie eine Überlebenschance hat. Über längere Zeit stirbt die Kolonie aus, wenn keine Arbeiterinnen mehr für den Honig sorgen können.

Niemals zuvor sind so viele Bienen weltweit verschwunden wie heutzutage. Neuere Vorstellungen befassen sich mit der Möglichkeit, dass der Anstieg der künstlichen elektromagnetischen Felder die Ursache sein könnte. Experimente hatten ergeben, dass viele Bienen nicht mehr zurückkehren, wenn ein Mobiltelefon im Stock eingeschaltet ist. Honigbienen haben Magnetit-Kristalle in ihren Fettzellen; diese sind aktive Bestandteile der Magnetorezeption zur Orientierung und sie reagieren sehr empfindlich auf geringe Änderungen im Erdmagnetfeld. Bienen kommunizieren außerdem durch chemische und akustische Signale. Letztere wurden in diesen Experimenten zur Bestimmung der Aktivität der Bienen herangezogen. Es sollte untersucht werden, wie Bienen sich in Anwesenheit von Mobilfunkstrahlen verhalten, und man wollte einfache Methoden erstellen, mit denen Bienenzüchter die Experimente nachmachen können.

Bienen von 5 Stöcken wurden von Februar bis Juni 2009 beobachtet. Anfang März beginnen die Bienen mit dem Sammeln von Pollen. Ein Gerät zeichnete die Frequenzen von 70–14.000 Hz auf in mehr als 80 Durchgängen. Zunächst wurden zwei Handys in den Bienenstöcken platziert, um das Verhalten der Bienen zu beobachten. Sie zeigten normales Verhalten und erzeugten normale Geräusche (450–500 Hz). Im Frühling und Frühsommer wurden die Geräusche intensiver, evtl. waren da mehr Bienen aktiv. Dann wurden zwei 900-MHz-Handys mit SAR-Werten von 0,62, 0,71, 0,81 und 0,98 W/kg (unter den gesetzlichen Grenzwerten) in die Stöcke eingebracht. Bei der negativen Kontrolle gab es kein Handy, bei der scheinbestrahlten Kontrolle ein ausgeschaltetes und bei den befeldeten 4–24 Stunden auf „Stand-by“ oder auf „Sprechen“. Die positive Kontrolle bestand in einem Handy im Stock, einem weiteren außerhalb in 60 cm Entfernung und einem dritten, das ständig sendete. Wenn das Handy im Stock eingeschaltet war, reagierten die Bienen nach ca. 30 Minuten mit Tönen höherer Frequenz und Amplitude, nach Abschalten kehrte der normale Zustand in 2–3 Minuten wieder ein. Bei den negativen Kontrollen gab es keine Veränderungen. Bei einem 20-stündigen „Mobilfunkgespräch“ stiegen sowohl Amplitude als auch Frequenz an, beginnend nach 25–40 Minuten. Die von den Bienen produzierten Geräusche von 150–250 Hz mit einer Dauer von ca. 200 ± 51 und 430 ± 103 ms werden als Arbeiterinnen-Piepstöne bezeichnet. Weitere Töne wurden erzeugt zwischen 400 und 500 Hz, Dauer etwa 9 ± 2 ms in gepulster Folge bis zu 2 Minuten, dazu kamen 500 ± 50 Hz, Dauer 75 ± 15 ms sowie $2,250 \pm 250$ Hz, Dauer 225 ± 50 ms. Die Reaktionen der Bienen auf die Handystrahlung waren unabhängig von Position des Stocks, Wetter und Jahreszeit. Solche Töne werden normalerweise im Fall von Störungen (Erschütterungen oder Eindringlinge) erzeugt oder wenn der Schwarm ausfliegen will. In dem Experiment gab es allerdings keinen Start des Schwarms. Bienen sind demnach empfindlich gegenüber Mobilfunkstrahlung. Die in den Bienen enthaltenen Magnetitkristalle in den Fettzellen könnten mit magnetischer Remanenz reagieren. Unter natürlichen Bedingungen reagieren Bienen schon auf Änderungen von 26 nT im Erdmagnetfeld, indem sie verändertes Sammelverhalten zeigen. Weitere Experimente, die diese Vorgänge auf molekularer Ebene untersuchen, sollten zur Klärung der Mechanismen folgen.

Quelle: Favre D (2011): Mobile phone-induced honeybee worker piping. *Apidologie* DOI: 10.1007/s13592-011-0016-x