

Die Auswertung dieser Studie ergab, dass das Entfernen des lokalen Erdmagnetfeldes die Blütenbildung bei Arabidopsis zeitlich verschiebt. Die Forscher nehmen an, dass die Verzögerung in der Blütenbildung eine Folge der Funktionsbeeinträchtigung des Cryptochroms ist, bedingt durch reduzierte magnetische Signaltransduktion, die für ein optimales Wachstum der Arabidopsis-Pflanze nötig ist. Diese Zusammenhänge kann nur weitere Forschung klären. Zudem wurde festgestellt, dass Ertrag und Ernteindex von Arabidopsis-Pflanzen im Null-Feld reduziert waren, aber die Biomasse am Ende nicht geringer war als bei den Kontrollpflanzen. Weitere Forschung sollte klären, ob Cryptochrom an der Verminderung der Samenproduktion durch das fehlende Magnetfeld beteiligt ist. Zusammengefasst heißt das: Das Null-Magnetfeld verzögerte die Biomasse-Bildung am Übergang vom vegetativen in das reproduktive Stadium bei Arabidopsis, im früheren oder späterem Wachstumsstadium gab es keine Beeinflussung im Null-Feld. Das verzögerte Blühen steht in Verbindung mit Reduktion von Schotenbildung, Samenproduktion und Ernteindex.

Quelle: Xu C, Wei S, Lu Y, Zhang Y, Chen C, Song T (2013): Removal of the Local Geomagnetic Field Affects Reproductive Growth in Arabidopsis. *Bioelectromagnetics* 34, 437–442

Epidemiologie

Neurodegenerative Erkrankungen durch niederfrequente EMF

Diese Fall-Kontroll-Studie untersuchte den möglichen Zusammenhang zwischen Hochspannungsleitungen und neurodegenerativen Erkrankungen, vor allem bei der Alzheimer-Krankheit. Die Untersuchung ergab keinen Zusammenhang für Demenzformen, Parkinsonsche Krankheit, Multiple Sklerose und Motoneuron-Erkrankungen (z. B. ALS, Polio). Bei der Alzheimer-Krankheit gab es insgesamt auch keine erhöhten Fälle innerhalb der 50-m-Zone einer Hochspannungsleitung, auch keinen Anstieg mit steigender Dauer des Wohnens dort, aber es gab einen schwachen Zusammenhang bei Menschen, die älter als 75 Jahre sind.

Eine frühere Studie in der Schweiz hatte ergeben, dass bei Menschen, die innerhalb von 50 m von einer Hochspannungsleitung entfernt erhöhte Fälle von der Alzheimer-Krankheit auftreten. Das Risiko war besonders hoch, wenn die Personen mindestens 15 Jahre dort wohnen. Die neue Studie schloss alle degenerativen Erkrankungen der erwachsenen Bevölkerung in Dänemark (ca. 5,5 Mio.) zwischen 1994 und 2010 ein. Es wurden alle über 20 Jahre alten Personen einbezogen, die 5–20 Jahre vor der Diagnose in der Nähe einer Hochspannungsleitung gewohnt haben. Für jeden Fall wurden 6 Kontrollpersonen herangezogen. Die Fälle waren gebildeter und lebten häufiger in Mehrfamilienhäusern in städtischen Gebieten als die Kontrollen. Personen, die 75 Jahre alt und wohnen innerhalb von 50 m entfernt von einer Hochspannungsleitung zeigt einen signifikanten Zusammenhang, wenn man die Fälle mit der Diagnose in 2003 und später separat betrachtet. Auch andere Untergruppen zeigten leicht erhöhte Risiken.

Gegenüber der Schweizer Studie aus 2009 gibt es in verschiedener Hinsicht Verbesserungen. Bis zu 20 Jahre der Exposition vor der Diagnose konnten nachvollzogen werden, die Verlässlichkeit der Diagnose bei Alzheimer war gut, bei 81 % der diagnostizierten Fälle handelte es sich wirklich um diese Krankheit. Einschränkungen der Studie sind u. a. mögliche

falsche Expositionseinstufung, da die Entfernung eine grobe Abschätzung ist, und es wurden keine beruflichen Belastungen berücksichtigt.

Bisher wurden nur in der Schweizer Studie Haushalte auf den Zusammenhang zwischen Neurodegenerativen Erkrankungen und Hochspannungsleitungen untersucht, alle anderen untersuchten ein berufliches Umfeld mit höheren Feldern. Da fand man erhöhte Risiken für die Alzheimer-Krankheit, es gab keine Unterschiede zwischen Männern und Frauen. In der Schweizer Studie wurde ein erhöhtes Alzheimer-Risiko ermittelt für Personen, die mindestens 15 Jahre innerhalb vom 50-m-Umkreis einer 220- oder 380-kV-Hochspannungsleitung wohnen, was auf eine kumulative Wirkung hindeutet. In der hier vorliegenden Studie wurde ein solcher Zusammenhang nicht gefunden bei Personen, die mindestens 10 Jahre so wohnten.

Die Autoren meinen, dass man das Ergebnis, ein erhöhtes Risiko für die Untergruppe „Alzheimer-Krankheit bei Personen über 75 Jahre“ mit Vorsicht betrachten muss, da insgesamt kein erhöhtes Risiko für alle neurodegenerativen Erkrankungen gefunden wurde und die hohe Qualität der Studie nur geringe Hinweise auf erhöhte neurodegenerative Erkrankungen nah an einer Hochspannungsleitung ergab. Wenn diese Beobachtung einen ursächlichen Zusammenhang bedeutet, könnte man 5 Alzheimer-Fälle in dieser Studie mit niederfrequenten Feldern in Zusammenhang bringen.

Quelle: Frei P, Harbo Poulsen A, Mezei G, Pedersen C, Cronberg Salem L, Johansen C, Rööslö M, Schüz J (2013): Residential Distance to High-voltage Power Lines and Risk of Neurodegenerative Diseases: a Danish Population-based Case-Control Study. *American Journal of Epidemiology* 77 (9), 970–978

Zell-, Krebsforschung

Irreversible Schädigung von Krebszellen durch Nano-Pulse

Das Ziel dieser Studie war festzustellen, welche Wirkung elektrische Pulse von Nanosekunden (nsPEFs) auf menschliche Leberkrebszellen haben. Dafür wurden die Zellen mit elektrischen Pulsen hoher Feldstärken (10 kV/cm, Frequenz 1 Hz, Dauer bis 500 ns) behandelt. Nach 20 s Behandlung setzt die Apoptose ein, die Calcium²⁺-Ionenkonzentration steigt in den Zellen an und es kommt zu einer drastischen Abnahme des Membranpotenzials der Mitochondrien. Diese Behandlung zeigt, dass nsPEFs Krebszellen irreversibel schädigen können. Man kann diese Wirkung zur Krebsbehandlung nutzen ohne auf Medikamente zurückgreifen zu müssen, wenn die Methode optimiert wird.

Lange elektrische Pulse (μ - oder ms) niedriger Feldstärke (< 1 kV/cm) werden seit den 1980er Jahren eingesetzt zur Einschleusung von Medikamenten oder DNA in Krebszellen, um diese zu vernichten. In den letzten Jahren wurden die Methoden weiterentwickelt, um die Nebenwirkungen von Medikamenten gegen Krebs zu verringern, mit vielversprechenden Ergebnissen in vitro und in vivo. Die Wirkung der Pulse ist abhängig von Frequenz, Feldstärke und Dauer. Pulse von hoher Feldstärke und kurzer Dauer haben den Vorteil, dass sie kaum Erwärmung des Gewebes hervorrufen und die Fähigkeit haben, hohe Potenziale durch die Membranen hindurch in den Zellorganellen (z. B. den Mitochondrien) zu erzeugen. Nanosekunden mit Feldstärken von 10–1000 kV/cm können die Apoptose (den programmierten Zelltod) in Krebszellen einleiten und den Blutfluss ohne Erhitzung unterbrechen. Daher kann eine Tumorerstör-