

# Projekt NEMESIS

Niederfrequente elektrische und magnetische Felder  
und Elektrosensibilität in der Schweiz

**Doctoral Thesis**

**Author(s):**

Müller, Christopher H.

**Publication date:**

2000

**Permanent link:**

<https://doi.org/10.3929/ethz-a-004035886>

**Rights / license:**

In Copyright - Non-Commercial Use Permitted

Dissertation ETH Nr. 13903

Projekt NEMESIS  
Niederfrequente elektrische und magnetische  
Felder und Elektrosensibilität in der Schweiz

Abhandlung  
zur Erlangung des Titels  
Doktor der Naturwissenschaften  
der  
Eidgenössischen Technischen Hochschule Zürich

vorgelegt von  
Christopher H. Müller  
Dipl. Natw. ETH  
geboren am 18. März 1970  
von Zürich

Angenommen auf Antrag von:  
Prof. Dr. Helmut Krueger, Referent  
Prof. Dr. Norbert Leitgeb, Korreferent

2000

## Zusammenfassung

Elektrische und magnetische Felder sind Kraftfelder, die beispielsweise bei der Erzeugung, beim Transport und Gebrauch von elektrischem Strom entstehen. Um die Bevölkerung vor akuten biologischen Auswirkungen elektrischer und magnetischer Felder zu schützen, wurden Immissionsgrenzwerte erlassen. Neben den gut dokumentierten akuten Effekten werden verschiedene biologische Auswirkungen elektrischer und magnetischer Felder auch bei Feldstärken unterhalb der Grenzwerte vermutet. Obwohl gesicherte wissenschaftliche Befunde solcher Effekte lediglich für wesentlich grössere Feldstärken als den in Schweizer Haushaltungen gemessenen Durchschnittswerten existieren, werden verschiedenste Gesundheitsstörungen der Einwirkung schwacher elektrischer und magnetischer Felder zugeschrieben. „Elektrosensibilität“ ist ein Schlagwort, das immer wieder in den Medien oder in anekdotischen Berichten über Gesundheitsauswirkungen von elektrischen und magnetischen Feldern genannt wird. Dabei leiden Betroffene unter diffusen Symptomen, sobald sie sich in der Nähe von Feldquellen befinden. Symptome wie beispielsweise Schlafstörungen, Müdigkeit am Tag, Konzentrationsstörungen, Kopfschmerzen, Kribbeln auf der Haut und Hautausschläge werden in diesem Zusammenhang am häufigsten beklagt.

Das Projekt NEMESIS untersuchte die Wirkung schwacher 50 Hz-Wechselfelder auf Menschen, die sich selber als „elektrosensibel“ bezeichnen. In einem Doppelblindversuch wurden 53 Versuchspersonen während 20 bis 25 Tagen verschiedenen Feldsituationen ausgesetzt. Gleichzeitig wurden subjektive und physiologische Parameter gemessen. Die subjektiven Zielgrössen wurden mit einem Tagebuch erfasst. Für die berührungsfreie Messung der physiologischen Parameter wie Bewegungen, Atem- und Herzschlagperiode wurde eigens ein Messgerät entwickelt (Dormograph). In einem Laborversuch mit 63 subjektiv elektrosensiblen Versuchspersonen wurde ferner untersucht, ob es Menschen gibt, die schwache elektrische und magnetische Felder bewusst wahrnehmen können (Elektrosensitivität).

- Schlaftiefe und Aufwachbefinden wurden durch die Provokation mit elektrischen und magnetischen Feldern verändert.

- Über alle Versuchspersonen gesehen konnte das Expositionsmuster detektiert werden.
- Die Untersuchung der Aussagen zur Schlafqualität und des Wohlbefindens während des Tages ergaben keine signifikanten Resultate.
- Die Hypothesen bezüglich der Beeinflussung der Bewegungen, der Atmung und des Herzschlags wurden nicht bestätigt.
- Überzufällig viele Versuchspersonen zeigten ein signifikantes Ausweichverhalten relativ zur Position der Magnetfeldspule.
- Im Laborversuch wurde die Hypothese bestätigt, dass es Menschen gibt, die elektrische und magnetische Felder bewusst wahrnehmen können. Die Elektrosensitivität hängt aber offenbar nicht mit der Elektrosensibilität zusammen.
- Die Resultate der vorliegenden explorativen Untersuchungen deuten auf einen Zusammenhang zwischen der Exposition und einzelnen subjektiven und physiologischen Parametern sowie der Veränderung der Schlafphasenanteile in der Versuchspersonengruppe. Die Dauer des Tiefschlafs war verkürzt, der Schlaf war oberflächlicher.

Die Synthese der gesamten Ergebnisse des Projekts NEMESIS zeigt einerseits, dass die Elektrosensitivität objektivierbar ist, macht aber andererseits deutlich, dass sie nicht auf eine einfache Kausalbeziehung zwischen elektrischen und magnetischen Feldern und den beobachteten biologischen Wirkungen reduziert werden kann. Die Reaktionen können je nach Zeitpunkt der Beeinflussung und Verfassung des Menschen individuell unterschiedlich ausfallen, die Elektrosensitivität ist kein stabiles Phänomen. Die Elektrosensitivität und die Elektrosensibilität sind zwei verschiedene Erscheinungsformen einer Einwirkung schwacher elektrischer und magnetischer Felder auf empfindlich veranlagte Personen oder das Symptom einer durch eine Vielfalt physikalischer, biologischer, psychischer und psychosozialer Faktoren charakterisierten Befindensstörung.

## Summary

Electric and magnetic fields develop in connection with i.e. the production, transmission and use of electric current. Exposure limits were set in order to protect the general population against acute biological effects of electric and magnetic fields. Beside these well documented acute effects, longterm health effects are believed to occur even at field strengths below the legal limits. Although scientifically sound findings of such effects exist only at substantially higher field strengths than the average values measured in Swiss homes, a variety of health problems are attributed to weak electric and magnetic fields. "Hypersensitivity to Electricity" (EHS) is a key word in this respect, which is brought up again and again in media reports or in anecdotal accounts on adverse health effects of electric and magnetic fields. People suffering from electrical hypersensitivity report multifaceted symptoms, as soon as they get close to sources of electric and magnetic fields. Symptoms such as sleep disturbances, tiredness during the day, headache, tingling sensation and skin rashes are among the most frequently reported.

Project NEMESIS examined the effect of weak 50 Hz fields on humans, who judged themselves as "hypersensitive to electricity". In a double-blind experiment, 53 test subjects were exposed to different field situations during 20 to 25 days. At the same time, subjective and physiological parameters were measured. The subjective parameters were measured using a diary. The physiological parameters such as movements, breathing frequency and heartbeat frequency were measured without touching the subjects. For this purpose, a measurement device had to be developed (Dormograph). In a laboratory experiment with 63 subjectively hypersensitive subjects, the hypothesis was tested whether it is possible to consciously perceive weak electric and magnetic fields (Electrosensitivity).

- Soundness of sleep and emotional state in the morning were changed by the provocation with electric and magnetic fields
- The group of subjects as a whole could detect the exposure patterns

- No significant results were found in the investigation of the reported sleep quality and the well-being during the day.
- The hypotheses concerning the influence of weak electric and magnetic fields on movements, respiration and heartbeat could not be confirmed.
- The analysis of the position of the center of gravity relative to the position of the magnetic field coil showed more significant results than could be explained by chance result.
- In the laboratory experiment, the hypothesis on Electrosensitivity was confirmed. However, the Electrosensitivity seems not to be connected with the perceived degree of EHS.
- The results of the explorative investigations point to a connection between the electric and magnetic field exposure and particular subjective and physiological parameters on the one hand and modifications of the duration and distribution of sleep stages on the other hand. The duration of sleep stages 3 and 4 was shortened, sleep seemed to get more superficial during exposure.

The synthesis of the complete set of results from Project NEMESIS makes clear that Hypersensitivity to Electricity cannot be reduced to a simple causal relationship between electric and magnetic fields and the biological effects observed. The character of the reaction under electric and magnetic field exposure depends upon the point in time of the provocation and the current condition of the subjects exposed. The Electrosensitivity and Hypersensitivity to Electricity are two different manifestations of either an effect of electric and magnetic fields on predisposed people or the symptom of a disturbance in well-being that is characterized by a multitude of physical, biological, psychological and psychosocial factors.