

Mögliche Verifizierung gesundheitsschädigender Wirkung von Mobilfunkstrahlung

Anhörung im Bayrischen Landtag am
20.Juli 2007
von
Univ.-Doz .Dr. Ferdinand Ruzicka

Nach wie vor werden bei Mobilfunkstrahlung nur thermische Bioeffekte anerkannt und nur dagegen schützen die vorhandenen Grenzwerte. Obwohl Hunderte von Studien Bioeffekte durch elektromagnetische Felder im nicht ionisierenden athermischen Bereich in Zellen, bei Tieren und bei Menschen nachgewiesen haben wird darüber kontrovers diskutiert und werden die Ergebnisse bezweifelt. Das größte Problem diese Ergebnisse anzuerkennen ist, dass es keine passende Erklärung dafür zu geben scheint wie Bioeffekte ohne Einbeziehung der Energie und Intensität möglich sind.

Ein wesentlicher Aspekt dieses Rätsels ist, dass dieselbe wissenschaftliche Gemeinschaft, einschließlich der amerikanischen FDA die bezweifelt, dass es im athermischen Bereich überhaupt Bioeffekte durch elektromagnetische Felder gibt, bereits Geräte akzeptiert die solche gepulsten elektromagnetischen Felder für therapeutische Zwecke benutzen. Auf der Basis hunderter klinischer, peer reviewed Doppelblindstudien wurden statistisch signifikant Bioeffekte auf Zellen lebender Menschen bewiesen, wie **Shupak, 2003** in ihrer Übersichtsarbeit dargelegt hat.

Die biologische Plausibilität ist gegeben,

**denn der Mechanismus über den athermische elektromagnetische Felder
Bioeffekte verursachen, ist bekannt .**

Die physikalische Möglichkeit eines **elektromagnetischen Feldes** Bioeffekte in lebenden Zellen oder Geweben auszulösen ist auf drei verschiedene Komponenten zurückzuführen, die **Energie**, die **Intensität** und die **Struktur** des Feldes. Falls eine dieser Eigenschaften Änderungen im zellulären System bewirkt, wird das Feld als bioeffektiv angesehen.

Die vierte Komponente, die **Expositionsdauer** oder die gesamte Exposition über einen Zeitraum, entscheidet ob die biologischen Effekte vorteilhaft, neutral oder schädigend für das biologische System sind. Es ist eine Frage der Dosis.

Studien haben gezeigt, dass kurze Expositionszeiten oder wenige Expositionen von elektromagnetischen Feldern (bis zu einer halben Stunde an einigen Tagen) Zellen stimulieren. Es wurde z.B. in zahlreichen Doppelblindstudien gezeigt, dass gepulste elektromagnetische Felder das Knochenzellwachstum fördern und dies bei Knochenbrüchen eingesetzt werden kann die nicht heilen wollen.

Auf der anderen Seite kann eine Langzeitexposition oder eine sich wiederholende Exposition wie hauptsächlich bei der Benutzung elektrischer Geräte und Handys das Umschlagen eines vorteilhaften biologischen Effektes, über einen neutralen in einen schädlichen biologischen Effekt bewirken. Niederfrequente elektromagnetische Felder wurden von der NIEHS 1998 und der IARC 2001 als „möglicherweise kanzerogen“ eingestuft.

Daher ist der Schlüssel dazu ob eine der drei Komponenten: Energie, Intensität und Struktur biologische Effekte auslöst oder nicht, die Expositionsdauer. Sie ist also der entscheidende Faktor ob ein Effekt schädlich ist oder nicht.

1. Energie: Das ist jene Komponente eines elektromagnetischen Feldes, die als biologischen Effekt eine direkte Zellschädigung auslösen kann.

Besitzt ein elektromagnetisches Feld eine hohe Energie mit einer Frequenz die größer als 750 THz ist*, also mit energiereichen Photonen fähig ist, Elektronen aus ihren Bahnen zu werfen und biologische Effekte durch Aufbrechen chemischer Bindungen und Zellzerstörung zu bewirken nennt man ein solches Feld ionisierend. Unterhalb des ultravioletten Lichtes tragen die elektromagnetischen Felder eine geringere Photonenzahl und besitzen nicht genügend Energie, um biologische Schäden zu verursachen. Diese Felder nennt man nicht-ionisierend.

2. Intensität: Das ist jene Komponente eines elektromagnetischen Feldes, die als biologischen Effekt eine thermische Zerstörung bewirken kann. Elektromagnetische Felder die eine hohe Intensität von über 10 Watt/kg SAR (Spezifische Absorptionsrate) besitzen, erwärmen und zerstören letztlich die Zellen direkt durch den Temperaturanstieg. Elektromagnetische Felder mit einer Frequenz von mehr als

* (die Frequenzen 750-1500 THz oder 400 – 10 nm Wellenlänge = ultraviolettes Licht)

1 MHz bewirken vor allem Wärmebildung durch die Bewegung von Ionen und Wassermolekülen verursacht durch die Kraftwirkung hauptsächlich der elektrischen Komponente des externen elektromagnetischen Feldes auf die in den Atomen gebundenen Elektronen. Das ist der Fall beim Mikrowellenofen beim Kochen von Speisen. Jene elektromagnetischen Felder die eine Intensität unter 10 Watt/kg SAR besitzen und nicht in der Lage sind ein Gewebe zu erhitzen nennt man athermisch.

3. Struktur : Das ist jene Komponente des elektromagnetischen Feldes, die alle anderen biologischen Effekte auslösen kann, außer der direkten Schädigung durch die Energie und die Erhitzung durch die Intensität. Kohärente elektromagnetische Felder können biologische Effekte bewirken auch wenn die Intensität geringer als 10 Watt/ kg SAR beträgt und auch dann wenn die Intensität nicht ausreicht um einen Temperaturanstieg von weniger als 10^{-6} °C im exponierten Gewebe zu bewirken. Diese **athermischen** Felder werden durch ihre Struktur biologisch aktiv und nicht durch einen Temperaturanstieg im Gewebe. Es ist bekannt, dass erst ab einer Erwärmung von 5,5° C die Produktion von Hitzeschockproteinen in Zellen einsetzt. Die notwendige Energie dazu beträgt etwa 23 000 000 J/m³. Ein niederfrequentes elektromagnetisches Feld von bloß 8mG ist die Schwelle, um dieselbe Antwort an Hitzeschockproteinen auszulösen wie bei Erwärmung um 5,5° C. Die dafür notwendige Energie liegt aber bei 0, 000 000 26 J/m³, ein Faktor der 10^{-14} niedriger ist als die Schwelle bei Erwärmung wie **Lin et al.** 1997 gezeigt haben.

Der Wirkmechanismus

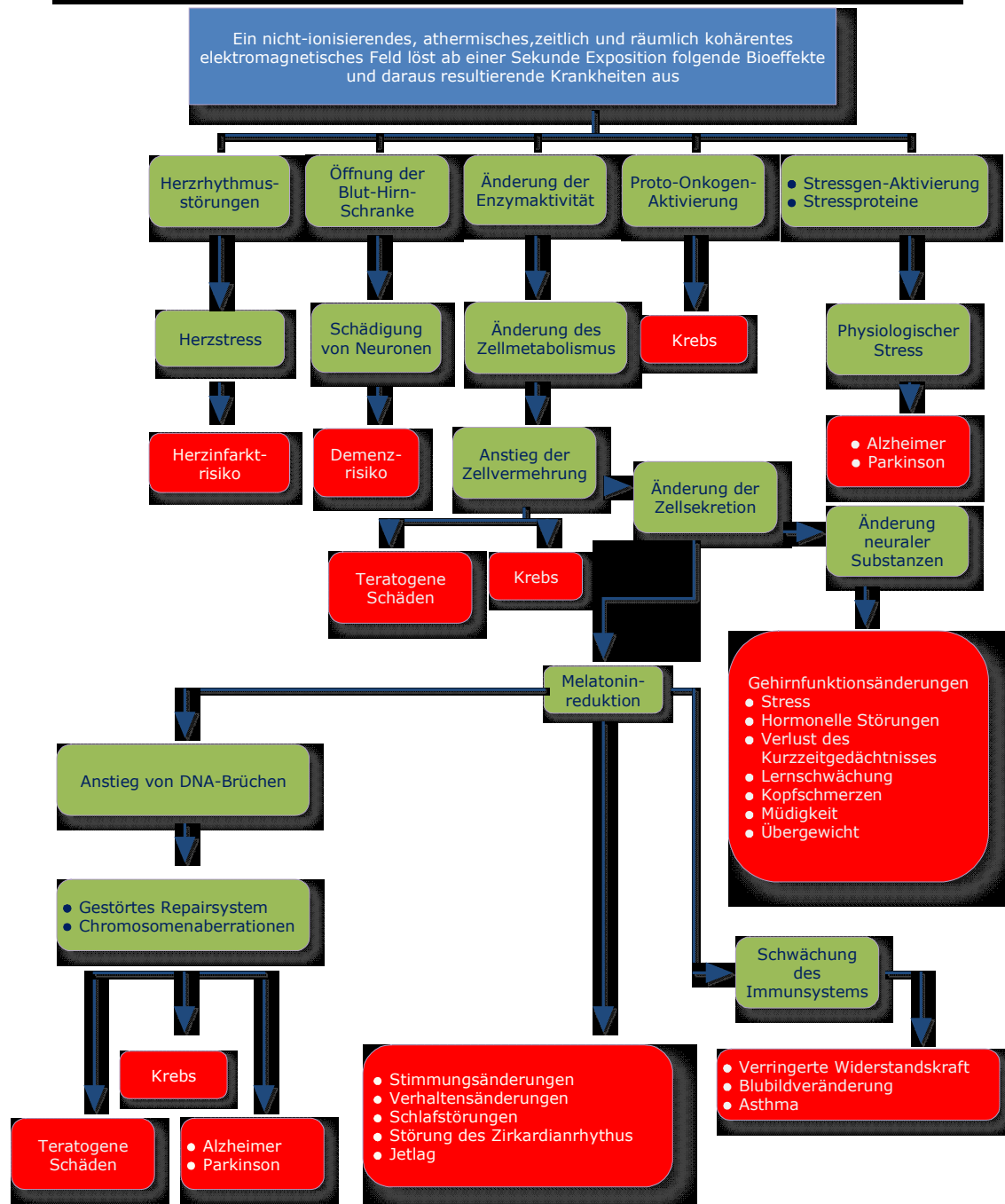
Nicht-ionisierende, athermische, elektromagnetische Felder sind wegen ihrer zu geringen Energie und Intensität nicht in der Lage ein Zellsystem direkt zu schädigen. Thermisches Hintergrundrauschen von Ionen in und um die Zellen ist 100 – 1000 mal stärker als externe athermische elektromagnetische Felder. Nach **Litovitz et al.** 1994 ist das thermische Hintergrundrauschen räumlich und zeitlich inkohärent, während externe elektromagnetische Felder räumlich und zeitlich kohärent sind^{**}).

Ist ein elektromagnetisches Feld räumlich und zeitlich inkohärent, dann ist es nicht bioeffektiv; nur ein räumlich und zeitlich kohärentes elektromagnetisches Feld ist in der Lage biologische Effekte in Zellen auszulösen. Es wurde gezeigt, dass ein nicht ionisierendes, athermisches, aber räumlich und zeitlich kohärentes elektromagnetisches Feld fähig ist ein Signal in Zellen von Tieren und Menschen zu

übertragen. Dieses Signal wird vom zellulären System fälschlich als eine reale Bedrohung interpretiert wie eine Zerstörung durch ionisierende Strahlung, Röntgenstrahlen, Überhitzung, toxische Chemikalien und bakterielle Angriffe. Ungeachtet der Tatsache, dass dem athermischen elektromagnetischen Feld die Energie und Intensität fehlen das Zellsystem direkt zu schädigen, wird durch dieses Signal eine nachweisbare Antwort auf der biologischen Ebene ausgelöst, welche in unerwünschter Weise das zelluläre Abwehrsystem schwächt und es für reale Angriffe verwundbar macht, wie **DiCarlo, A. L. et al.**, 1999, 2000 und 2002 gezeigt haben.

Litovitz et al., 1991 entdeckten auch die zeitlichen Charakteristika dieses Auslösemechanismus. Die Ziele der kohärenten elektromagnetischen Felder, die Zellmembranrezeptoren, benötigen wenige Millisekunden zur Erkennung des Signals und um Botenenzyme wie Tyrosinkinase im Zellinneren zu aktivieren. Die wichtigsten Publikationen dazu sind von **Loscher et al.** 1998, **Harvey et al.** 1999 und **Dibirdik et al.** 1998. Der Signal- Erkennungsprozess, also die Zeit die die Chromosomen benötigen um die Kohärenz des elektromagnetischen Feldes zu erkennen beträgt etwa eine Sekunde. Wie **Sun et al.** 2003 gefunden haben kommt es dabei zu einer Clusterbildung von Zellmembranrezeptoren. Nach etwa einer Sekunde kommt es zu einer nachweisbaren biochemischen Antwort. Die zelluläre Stressantwort erfolgt sowohl auf genetischer Ebene über Stimulation von Stressgenen als auch über eine Produktion von Stressproteinen. Studien die das bestätigt haben sind u.a. von: **Lin et al.** 1995, 1997, **Goodman et al.** 1998, 2002, **Harvey** 1999, **Trosko et al.** 2000 und **Leszczynski et al.** 2001, 2002. Eine Kaskade von Ereignissen im zellulären biologischen System wird dabei in Gang gesetzt. Für diese Abfolge von Ereignissen wurden in mehr als 50 Studien Beweise geliefert. Diese Studien wurden in einer Publikation von **W.R.Adey**, 1996 zusammengestellt

Bioeffekte von athermischen elektromagnetischen Feldern und daraus resultierende Krankheiten



In den Zellen werden ständig als Folge des Metabolismus, der Immunabwehr aber auch vielfältiger Umweltbelastungen Freie Radikale gebildet. Antioxidantien wie Melatonin beseitigen zwar die meisten Freien Radikale, die restlichen schädigen aber Biomoleküle. Repairenzyme beheben diese Schäden, werden aber selbst von Freien Radikalen geschädigt und können dann ihre Funktion nicht erfüllen. Falls die Repairenzyme ständig geschädigt werden, werden sie von Stressproteinen repariert. Letztere werden nur produziert wenn sie benötigt werden. Bei chronischem Stress

wie er von athermischen kohärenten elektromagnetischen Feldern verursacht wird ist aber die Produktion von Stressproteinen verringert und es werden notwendige Molekülreparaturen nicht mehr durchgeführt. Im Fall unreparierter DNA-Moleküle kann es entweder zu Apoptose kommen oder es kommt zu aberranten Chromosomen und Mikronuklei. Das Risiko von Krankheiten wie Krebs oder Alzheimer steigt. Im Gehirn kann das Ergebnis genetischer Schäden bei Gliazellen die sich vermehren Krebs sein. Bei Neuronen die sich nicht vermehren kann das Ergebnis bei genetischen Schäden Alzheimer sein.

In mehr als dreißig Studien konnte gezeigt werden, dass alle von athermischen elektromagnetischen Feldern verursachten Bioeffekte die untersucht wurden von einem räumlich kohärenten aber zeitlich inkohärenten niederfrequenten elektromagnetischen Feld das das bioaktive elektromagnetische Feld überlagert, inhibiert werden. Es waren In vitro Studien, In vivo Studien und Studien an Menschen. Bislang konnte nachgewiesen werden, dass mit einem räumlich kohärenten aber zeitlich inkohärenten elektromagnetischen Feld folgende von athermischen elektromagnetischen Feldern bewirkte Bioeffekte aufgehoben werden: Die gesteigerte ODC (Krebsmarker) Aktivität, Abnormalitäten an Hühnerembryonen, Aktivierung menschlicher Onkogene, die Stressgenaktivierung an menschlichen Zellen, die Stressproteinproduktion menschlicher Zellen, die Beschleunigung der Zellproliferation bei menschlichen Zellen, Änderungen des Gedächtnisses von Ratten, DNA Einzel-und Doppelstrangbrüche im Rattenhirn, Änderungen des Membranwachstumsfaktors und der Zytocin Membranrezeptoren, der Anstieg von SAPK (Stress-aktivierte Protein Kinasen), Unterdrückung der interzellulären Zellkommunikation über "gap junction" wichtig für die zelluläre Homöostase, da der Verlust ein wichtiger Schlüssel bei der Entstehung von Krebszellen ist, die Änderung der Neurotransmittersynthese (Dopamin) in PC12 Zellen und an der Colorado State University am Menschen die Melatoninreduktion bei Elektrikern.

Es konnte in diesen Studien gefunden werden, dass die Effekte in allen elektromagnetischen Feld - Frequenzbereichen bis zum Terahertz-Bereich, den Millimeterwellen auftreten. Durch niederfrequente elektromagnetische Felder induzierte Bioeffekte sind identisch zu Bioeffekten die von Mikrowellen ausgelöst werden wie alle bisherigen Untersuchungen gezeigt haben!

Aus allen Studien die die Hypothese unterstützen, dass elektromagnetische Felder im athermischen Bereich zu Gesundheitsproblemen führen können, ergeben sich meiner Meinung nach auch die Schlussfolgerungen, die **G. Carlo** 2006 in seinem Memorandum als die Erfüllung der Koch - Henle - Postulate formuliert hat. Neben der vorher schon ausführlich besprochenen **biologischen Plausibilität** sind das

die Konsistenz der Forschungsergebnisse

Es gibt mittlerweile mehrere Studien in jeder wissenschaftlichen Disziplin, die Probleme nachweisen.

Der zeitliche Bezug

Es steht heute außer Frage, dass die Exposition mit Mobilfunkstrahlung bereits lange vor Auftreten von Erkrankungen stattfand.

Die statistische Signifikanz

Mehr als 300 statistisch signifikant erhöhte Risikoverhältnisse wurden in der Peer-Review-Literatur veröffentlicht.

Der Dose-Response Upward

Je länger die Verwendung und länger die Latenz, umso höher das Risiko.

Der Dose-Response Downward

Verschiedene Studien zeigen inzwischen, dass bei Wegfall der Strahlungsexposition die beeinträchtigenden Wirkungen ebenfalls umgekehrt werden.

Und die Konkordanz der Forschungsergebnisse

Indizien für die Schädigung stammen aus dosimetrischen Studien, In-vitro-Studien, In-vivo-Studien, epidemiologischen Studien und Humanexperimenten.

Der wissenschaftliche Nachweis ist nach **Reidenbach**, 2003 gegeben wenn wissenschaftliche Studien unabhängiger Forschergruppen die Reproduzierbarkeit zeigen und das Gesamtbild einen kausalen Zusammenhang stützt. Damit werden nach **Reidenbach** zugleich andere Erklärungen obsolet bzw. zumindest unwahrscheinlich. Meine Schlussfolgerung aus den vorher besprochenen sieben Punkten ist daher, dass damit die belastbarsten und am weitesten anerkannten Richtlinien für die Bestimmung von Ursache und Wirkung in der Wissenschaft erfüllt sind, dass also ein Link zwischen athermischen elektromagnetischen Feldern und gesundheitlichen Schädigungen besteht.

Literatur

Adey, W.R., "A growing scientific consensus on the cell and molecular biology mediating interactions with environmental electromagnetic fields", *Biological Effects of Magnetic and Electromagnetic Fields*, Ed. S. Ueno, Plenum Press, New York (1996)

Carlo, G: www.diagnose-funk.ch/downloads/carlomemorandumdeutsch.pdf ,(2006)

Dibirdik, I., Kristupaitis, D., Kurosaki, T., Tuel-Ahlgren, L., Chu, A., Pond, D., Tuong, D., Luben, R., Uckun, F.M., "Stimulation of src family protein-tyrosine kinases as a proximal and mandatory step for syk kinase-dependent phospholipase C γ 2 activation in lymphoma B cells exposed to low energy electromagnetic fields", *The Journal of Biological Chemistry* 273 (7): 4035-4039, (1998)

DiCarlo, A.L., Litovitz, T.A., "Myocardial protections conferred by electromagnetic fields." *Bioelectromagnetics Circulation* 99: 813-816, (1999).

DiCarlo A L & T A Litovitz: Is Genetics the Unrecognized Confounding Factor in Bioelectromagnetics? Flock Field-Induced Anoxia Protection in Chick Embryos. *Bioelectrochem. and Bioenergetics* 48, 209-215, (1999)

DiCarlo A L et al.: Thresholds for Electromagnetic Field-Induced Hypoxia Protection: Evidence for a Primary Electric Field Effect. *Bioelectrochem.* 52, 9-16, (2000)

DiCarlo, A. L. et al.: Electromagnetic Field-Induced Protection of Chick Embryos Against Hypoxia Exhibits Characteristics of Temporal Sensing. *Bioelectrochem.* 52, 17-21, (2000)

DiCarlo, A, L, et al. : Chronic Electromagnetic Field Exposure Decreases HSP70 Levels and Lowers Cytoprotection, *J.Cellul.Biochem.* 84, 447-454, (2002)

Goodman, R., and Blank, M.,: "Magnetic field stress induces expression of hsp70", *Cell Stress & Chaperones* 3 (2): 79-88, (1998).

Goodman, R., et al.:Cell Phone Radiation Increases hsp70 Levels, SRE-binding and Phosphorylation of ELK1 During Development and Growth in *Drosophila melanogaster*. COST 281 Workshop on "Subtle Temperature Effects of RF-EMF", London, November 12-13,2002

Harvey, C., and French, P.W., "Effects on protein kinase C and gene expression in a human mast cell line, HMC-1, following microwave exposure", *Cell Biology International* 23 (11): 739-748 (1999)

Leszczynski et al., : Phosphorylation of hsp27 – The molecular mechanism for mobile phone exposure to mobile phone radiation induces cellular stress response. *BEMS* 2001

Leszczynski et al., :Non-thermal activation of the hsp27/p38MAPK stress pathway by mobile phone radiation in human endothelial cells : Molecular mechanism for cancer- and blood-brain barrier-related effects. *Differentiation* 70(2-3): 120 (2002)

Lin, H., and Goodman, R., "Electric and magnetic noise block the 60 Hz magnetic field enhancement of steady-state c-myc transcripts levels in human leukemia cells." *Bioelectrochemistry and Bioenergetics*, 36: 33-37, (1995)

Lin, H., Opler, M., Head, M., Blank, M., and Goodman, R., "Electromagnetic field exposure induces rapid, transitory heat shock factor activation in human cells." *J. Cell Biochem.*, 66: 482-488, (1997)

Litovitz T A et al.:Mechanisms of Microwave Induced Damage in Biologic Materials, Annual Report, Contract Nr. DAMD17-86-C-6260, (1991)

Litovitz, T.A., Montrose, C.J., Doinov, P., Brown, K.M., and Barber, M., "Superimposing spatially coherent electromagnetic noise inhibits field-induced abnormalities in developing chick embryos." Bioelectromagnetics 15: 105-113, (1994)

Loscher, W. et al., "Animal and cellular studies on carcinogenic effects of low frequency (50/60 Hz) magnetic fields", Mutation Research 410:185-220.(1998).

Reidenbach, H.-D.: Biologische Wirkungen elektromagnetischer Felder aktueller Erkenntnisstand und Regelungen In: Biologische Wirkungen elektromagnetischer Felder und Strahlungen, 53 – 77, Desotron Verlagsges. Erfurt ,(2003)

Shupak, N. : Therapeutic uses of pulsed electromagnetic field exposures – A review , The Radio Science Bulletin 307: 9-32 ,(2003)

Sun, W. J. et al.: The Clustering of Growth Factor and Cytokine Factor Receptors was Induced by Magnetic Field and Blocked by Noise Magnetic Field .(2003)

Trosko, J., et al., Environmental Health Perspectives, (October 2000)

**** Anhang**

Kohärenz

Als Kohärenz bezeichnet man die Eigenschaft einer Strahlung, wenn die Schwingungszustände (Phasen) ihrer einzelnen Wellenpakete in festen Beziehungen zueinander stehen. Man unterscheidet räumliche und zeitliche Kohärenz.

räumliche Kohärenz

Die räumliche Kohärenz gibt an, ob die einzelnen Wellenpakete, die nebeneinander angeordnet eine Strahlung bilden, in einer festen Beziehung zueinander schwingen. Dies ist der Fall, wenn die Wellenpakete die gleiche Farbe (Wellenlänge) besitzen und sehr lang sind (Ausdehnung).

zeitliche Kohärenz

Mit der zeitlichen Kohärenz wird die räumliche Länge der einfarbigen Wellenpakete in einer Strahlung beschrieben. Der Name kommt daher, dass durch die zeitliche Kohärenz festgelegt ist, wie lange die Strahlung an einem Punkt mit Hilfe des einfarbigen Wellenpakets beschrieben werden kann.