

„Wirkungsmechanismen und Physiologie, neue Modellansätze“

Ulrich Warnke (warnke@mx.uni-saarland.de)

Auf die Forderung an die Politik und ihre Experten, die in der 26.ImSchV empfohlenen Grenzwerte für bestimmte elektromagnetische Felder zu senken und die gesetzlich vorgesehene Vorsorge-Verpflichtung zu erfüllen, kommt regelmäßig die Entgegnung: „die Grenzwerte sind nach heutigem Wissen gesundheitlich sicher und es gäbe keine Wirkungsmechanismen, die auf pathologische Effekte der Strahlung schließen könnten.“

Beide Argumente erscheinen falsch: Nach heutigem Wissen vieler internationaler neutraler Wissenschaftler/innen sind die Felder des technischen Kommunikationsfunks unter Umständen schädigend und ein Wirkungsmechanismus dafür ist durchaus bekannt. Dies soll im Folgenden stichwortartig (modellhaft) verdeutlicht werden.

Ausgangssituation – welche energetischen Zustände haben Moleküle?

Moleküle lassen sich energetisch anregen und geben dann auch Elektronen ab. Hohe Elektronenaffinität haben SH-, CO-, NO-Gruppen. Elektroneneinfang (dissoziativ) heißt Freie Radikalbildung.

Energetisch angeregte Moleküle (als Kationen und Anionen) schließen sich zusammen. Kommen Freie Radikale in enge Nachbarschaft, schließen sie sich zu Radikalpaaren zusammen, wobei eine Spinkopplung der beiden freien Elektronen stattfindet. Daraus resultieren kurzlebige Verbindungen zwischen Singulett- und Triplettzuständen.

Singulett-Zustände (S) – diamagnetisch

- die Elektronen weisen antiparallel gerichtete Spins auf
- energetische Anregung auf S_1 Zustand und Rückfall auf S_0 in 10^9 bis 10^{10} Sekunden
- Ausstrahlung als Fluoreszenz

Triplett-Zustände (T) – paramagnetisch

- die Elektronenspins sind parallel ausgerichtet.
- energetischer Übergang auf T_1 Zustand und Rückfall auf S_0 in größer 10^8 bis 10^9 Sekunden
- Ausstrahlung als Phosphoreszenz

Triplett-Zustände (T) werden durch Intersystemübergänge aus Singulett-Zuständen (S) erreicht. Sie können nicht durch direkte energetische Anregung entstehen. T_1 enthält weniger Energie als das S_1 -Niveau, deshalb ist ein $T_1 \Rightarrow S_1$ Übergang energetisch nicht möglich.

Nur durch Magnetfelder und Hochfrequenzschwingungen ist mit Hilfe eines Spin-Flip der Übergang von $T_1 \Rightarrow S_1$ möglich. Magnetfelder und Hochfrequenzschwingungen bestimmen deshalb auch die Lebensdauer der Radikalpaare.

Normalerweise führen magnetische ‚hyperfeine Interaktionen‘ zwischen Kern- und Elektron-Spinmoment zu Interkonversion des Radikalpaares zwischen Singulett- und Triplett-Stadien. Unter dieser Bedingung kann das angeregte Molekül wieder abklingen und dabei entweder direkt den Singulett-Grundzustand erreichen oder über einen metastabilen Triplettzustand auf Grundniveau zurückfallen.

Der Triplett-Zustand T_1 ist quasi eine Energiefalle und ein Energiespeicher, auch wegen der relativ stärkeren Stabilität; in Proteindomänen hält der Triplettzustand oft einige 100 μ s lang an.

Reaktionen sind Spin-abhängig - Radikalpaare und Rekombination

Ein universelles fundamentales Prinzip lautet: Alle chemischen Reaktionen sind Spin-selektiv. Nur Singulett-Zustände der Radikalpaare können in diamagnetische Moleküle rekombinieren. **Triplett-Zustände sind für Reaktionen strikt verboten, so dass diese Zustände zu Freien Radikalen dissoziieren.**

Radikalpaare im Singulett- und im Triplett-Zustand haben also:

- verschiedene Schicksale
- verschiedene Kinetiken
- bringen unterschiedliche Folgeprodukte hervor.

Temperatur-unabhängige Magnetfeld-Effekte: Freie Radikalbildung

Aus den Radikalpaaren kann wieder das Ausgangsprodukt gebildet werden (Rekombination). Diese Rekombination wird bevorzugt aus dem Singulettstadium heraus gebildet. Ohne äußeres schwaches Magnetfeld funktioniert dies schneller, denn die Singulettbildung sinkt messbar in einem schwachen Magnetfeld ab (im starken Magnetfeld steigt sie dagegen an). Die Folge davon ist ein vermehrtes Zerfallen der Radikalpaare in Freie Radikale mit diversen Folgereaktionen.

Vom Magnetfeld beeinflusste Singulett-Triplett-Mixing ist ein temperaturunabhängiger Prozess und funktioniert deshalb unterhalb thermischer Energie (kT). Die Magnetfelder können diesen Prozess auslösen mit ca. 7 Größenordnungen unterhalb kT.

Magnetfelder verschieben das Gleichgewicht zwischen Singulett- und Triplettzuständen. Damit verschieben sich auch die Folgeprodukte, die biologische Reaktionen bewirken.

Wenn das Paar schneller rekombiniert als die Beeinflussung durch ein schwaches Magnetfeld, können keine Folgeprodukte gebildet werden.

Wichtig ist also:

1. Die charakteristische Zeit für die Interkonversion $S \Rightarrow T$, die abhängig vom Magnetfeld ist.
2. Die Zeit für das Voneinander-Wegdiffundieren Freier Radikale. Dieser Prozess ist als Zeitdauer besonders lang in Elektronentransferprozessen innerhalb von Proteinen (Enzymen) und ebenfalls, wenn ein Freies Radikal an Proteine (Enzyme) gebunden ist.

Magnetfeld und Hochfrequenzschwingungen sind eine Reaktions-Einheit

1. Schwache Magnetfelder

Äußere Magnetfelder in der Größenordnung der Magnetfelder der hyperfeinen Kopplung (Kernmagnetfeld beeinflusst Elektronenmagnetfeld) vermindern die Menge von Singulett-Radikalpaaren und Erhöhen damit die Ausbeute an Freien Radikalen.

Ursache: **schwache magnetische Felder beschleunigen die S-T-Interkonversion und vergrößern damit die Bildung Freier Radikale um 10-40%.**

2. Hochfrequenzschwingungen

Der Systemübergang von Singulett- zu Triplettübergang und zurück (InterSystemCrossing ISC) bedeutet eine Spinumkehr. Dieser ‚Spinflip‘ geschieht in einer definierten Zeit, unterliegt also einer charakteristischen Frequenz (Aktion pro Zeiteinheit). Diese charakteristische Frequenz ist direkt – also kausal - zu den Einfluss nehmenden Magnetfeldern korreliert. Magnetische Wechselfelder, die mit dieser charakteristischen Frequenz in Resonanz liegen, zerstören das normale ISC. **Bei den heute üblichen Magnetfeldern (Erdfeld und technisch erzeugten Magnetfeldern) liegen die Resonanzfrequenzen im Bereich 0,1 bis 100 MHz (Wellenlängen cm – m – Bereich).** Voraussetzung ist, dass die Kraftvektoren der elektromagnetischen Wellen nicht parallel zu den magnetischen Dipolen des Radikalpaares orientiert sind.

Beispiel: Proteine wie Cryptochrome bilden durch Lichtanregung Radikalpaare, die mit dem Erdfeld interagieren. Die Überlagerung mit langwelliger elektromagnetischer Strahlung zerstört die Interaktion. Folge ist eine Desorientierung vom Rotkehlchen, das diesen Mechanismus zur Orientierung und Navigation im Erdmagnetfeld verwendet.

Schwache Magnetfelder in Größenordnungen kleiner als das Erdmagnetfeld bewirken höhere Radikalausbeute bei niedriger Singulettbildung.

Weitere Magnetfeldeffekt ermöglichen Energieabsorption elektromagnetischer Schwingungen und Blockierung der Energieabgabe

Atomkernmagnetfelder beeinflussen das magnetische Moment der Elektronen (hyperfeine Kopplung). Das funktioniert auch durch externe Magnetfelder. Insbesondere paramagnetische Zustände mit parallelem Spin (Triplett-Zustand) werden verändert.

So bewirken externe Magnetfelder die Aufspaltung des Triplett-Energieniveaus (Zeeman-Effekt), wodurch die Moleküle befähigt werden, zusätzliche elektromagnetische Energie aufzunehmen.

Aber die Aufspaltung der Energieniveaus bewirkt auch: 25% der Moleküle haben dann parallele Elektronenspins, die antiparallel zu den Magnetfeldlinien laufen (T_{+1}); 25 % verlaufen parallel zu den Feldlinien (T_{-1}); 50 % der Population haben Elektronenpaare mit antiparallelen Spins (T_0).

Unter Einfluss von Magnetfeldern (Erdfeld mit ca. 45 μT plus/minus technisch erzeugte Felder bereits ab 1 μT) wird die Degeneration des Triplett-Zustandes durch die resultierende Zeemann Interaktion mit den radikalischen Elektronen Spins angehoben und der $T_{+/-1}$ – Kanal definitiv geblockt. Die nun nachfolgenden Triplett-Produkte werden dadurch verändert (Mc Lauchlan 1981).

MCLAUHLAN, K.A. (1981) The effects of magnetic fields on chemical reactions. Sci. Prog. (Oxford), **67**: 509-529.

Die Rekombination zum Grundzustand wird erschwert und dauert länger, da über den Zeeman-Effekt 50 % der Moleküle (T_{+1} und T_{-1}) ausgeschlossen werden. Nur vom T_0 -Zustand ausgehend kann eine Rekombination erfolgen.

Zwei allgemeine Regeln:

1. Je stärker die magnetischen Unterschiede der zwei Radikalintermediate, desto stärker die Antwort auf Magnetfelder. Deshalb ist eine Beteiligung von Eisen-haltigen Molekülen besonders effektiv (Molin et al. 1979).

MOLIN, YU.N., SAGDEEV, R.Z., & SALIKHOV, K.M. (1979) Effects of magnetic field on radical reactions in solution. In: Vol'Pin, M.E., ed. Soviet scientific review section B, Vol. 1, pp. 1-67 (Chemistry Review Series).

2. Der Effekt steigt ebenfalls mit der Lebensdauer der Radikalpaare. Diese Lebensdauer ist in Enzymen besonders lang. Die Reaktionsmoleküle befinden sich innerhalb eines Enzyms wie in einem Käfig eingeschlossen (micellar cage). Dies trifft auf eine ganze Reihe von Enzymen zu (Saunders et al. 1983).

SAUNDERS, R.D. & CASS, A. (1983) Magnetic field interactions with living systems, Didcot, Berkshire, National Radiological Protection Board (Report M96).

Zum Beispiel für:

Cytochrom P-450 (Abbau von Pharmaka, Steroid Hydroxylierung), Lipoxygenase (Schlüsselenzym für Prostaglandine und Thromboxane-Synthese), Cyclo-Oxygenase (erzeugt Prostaglandin aus Arachidonsäure), Oxidasen (Xantinoxidase, NADH-Oxidase, Cytochrom-Oxidase).

Die magnetische Sensibilität der Cytochrom-Oxidase ist bereits länger bekannt (Blank et al. 1998, 2001 a,b)

Blank M, Soo L. Enhancement of cytochrome oxidase activity in 60Hz magnetic fields. Bioelectrochem Bioenerg 1998; 45: 253-259.

Blank M, Soo L. Electromagnetic acceleration of electron transfer reactions. J Cell Biochem 2001a; 81: 278-283.

Blank M, Soo L. Optimal frequencies for magnetic acceleration of cytochrome oxidase and Na,K-ATPase reactions. Bioelectrochem 2001b; 53: 171-174.

Alle diese Enzyme enthalten entweder Eisen oder sie verwenden Sauerstoff O₂ als eines der Substrate. Die radikalischen Zustände sind besonders langlebig und deshalb sind diese Enzyme besonders sensibel für Magnetfelder und elektromagnetische Felder bestimmter Frequenzen.

Die Produktion von ATP in Mitochondrien hängt vom Magnesium-Kernspin ab und folglich vom magnetischen Moment des Mg²⁺-Ions innerhalb der Kreatinkinase und ATPase. Es bildet sich eine Formation aus ATP Oxiradikal und Mg²⁺. Beide kontrollieren den Spin-Zustand der Radikalpaare (Bluchachenko et al. 2005).

Bluchachenko AL, Kuznetsov DA, Berdinskii VL. New mechanisms of biological effects of electromagnetic fields. Biofizika 2005, 51, 3, 545-552.

Die enzymatische Synthese der Zellenergie ist dementsprechend ein Ion-Radikal-Prozess. Dieser Prozess hängt von externen Magnetfeldern und von externen Mikrowellenfeldern ab - wie oben beschrieben - und kann durch technische Felder gestört werden.

Welche Frequenzen reagieren bevorzugt?

Wir haben oben beschrieben: Schwache magnetische Felder verursachen eine Singulett-Triplett- Interkonversion. Die Frequenz dafür ist:

$\gamma B_0 / 2\pi$ (γ = gyromagnetisches Verhältnis des Elektrons; B_0 = magnetische Flussdichte)

Die charakteristische Zeit für den Übergang beträgt entsprechend etwa 40 000 ns pro 1 μ T.

Hier wird deutlich, warum elektromagnetische Frequenz-Resonanzen vom gleichzeitig einwirkenden Magnetfeld abhängig sind: z.B.

1 μ T \blacktriangleright 40 μ s \blacktriangleright 25 KHz

10 μ T \blacktriangleright 4 μ s \blacktriangleright 250 KHz

100 μ T \blacktriangleright 400 ns \blacktriangleright 2,5 MHz

Die Wirkung ist allerdings nur dann gegeben, wenn die Ausrichtung des elektromagnetischen Wellenvektors nicht parallel zu den magnetischen Dipolen der Radikalpaare verläuft.

Allgemein gilt:

Je langlebiger die Radikalpaare sind, desto schwächere Magnetfelder und desto niederfrequenter elektromagnetische Felder können das Singulett-Triplett-Gleichgewicht verschieben.

Bereits das Erdfeld mit 25-75 μ T magnetischen Flussdichten beeinflusst Singulett-Triplett-Mixing bei Halbwertszeiten von Radikalpaaren im Bereich 10-100 μ s. Aufgepropfte technische Felder können eine folgenreiche Beeinflussung des Organismus sogar leichter ermöglichen, weil kürzere Lebenszeiten von Radikalpaaren häufiger auftreten als längere Zeiten.

Magnetosensible Enzyme-Systeme

Oben wurden bereits eine Reihe von magnetosensiblen Energiestufen der Moleküle aufgezählt.

Besondere Beachtung verdienen Membranenzyme, denn sie vermitteln zwischen Zellinnerem und Außenmilieu. Durch die membranständige NADPH-Oxidase werden Hyperoxidanionen O_2^- (alte Bezeichnung: Superoxidanion) ins extrazelluläre Milieu gegeben. Dies führt zu oxidativem Stress. Hyperoxidanionen reagieren weiter zu dem Zellgift Wasserstoffperoxid (H_2O_2).

Durch Mobilfunkfrequenzen wird die NADPH-Oxidase aktiviert mit allen bekannten Folgeerscheinungen.

Friedman J, Kraus S, Hauptman Y, Schiff Y, Seger R. Mechanism of a short-term ERK activation by electromagnetic fields at mobile phone frequency. *Biochem. J.* 2007; 450, 3: 559-563.

Bereits beim normalen Ablauf der Atemkettenfunktionen entstehen die erwähnten radikalischen Sauerstoffspezies in kleinen Mengen. Sie verursachen Erbgutschädigung und Alterung des Organismus. Für den zügigen Abbau dieser Spezies braucht der Körper ausreichende Mengen Superoxid-Dismutase (SOD).

Notwendige Voraussetzungen der Effekte kennzeichnen die große Variabilität individueller Reaktionen auf elektromagnetischen Kommunikationsfunk

- Einwirkende elektromagnetische Schwingungen können nur dann resonanzartige Effekte auslösen, wenn die Langlebigkeit der Radikalpaare gewährleistet ist durch a) Unterbindung der Diffusion der einzelnen Radikalpaare für längere Zeit (normal beträgt die Diffusionszeit etwa 10 ns), b) Käfighaltung der Radikalpaare in Proteinen (Mizellen) c) Zusammenhaltung geladener Radikale durch starke Coulombsche.
- Einwirkende elektromagnetische Schwingungen können nur dann resonanzartige Effekte auslösen, wenn gleichzeitig einwirkende Magnetfelder mit ihrer der Größe der magnetischen Flussdichte bestimmte Zeitübergänge festlegen.
- Einwirkende elektromagnetische Schwingungen können nur dann Effekte auslösen, wenn der resultierende Vektor nicht mit der Vektorrichtung des gleichzeitig einwirkenden Magnetfeldes übereinstimmt, also, wenn sich Magnetfeld und Hochfrequenzstrahlung unter einem Winkel kreuzen und nicht parallel verlaufen.
- Entscheidend für die Effekte sind dann auch noch: Stärke des Magnetfeldes, Stärke der jeweiligen Hyperfine-Kopplung.

Schwache Magnetfelder und elektromagnetische Schwingungen als Hochfrequenzstrahlung im KHZ- und MHz-Bereich erzeugen also vordergründig keine freien Radikale direkt, sondern erschaffen die Voraussetzungen für folgende Effekte.

- Verlängerung der Lebensdauer von Radikalpaaren, die vorher bereits bestanden haben.
- Dirigierung der Erzeugung von Folgeprodukten aus dem Zerfall der Radikalpaare (entweder aus Singulettzustand oder aus Triplettzustand).
- Verhinderung von Triplett- oder auch Singulettzuständen und Verhinderung von Kanälen zur Rekombination.

Gleichgewichtszustände sind in jedem Menschen unterschiedlich:

- Singulett-Sauerstoff-Gaslevel einerseits und Stickstoffmonoxid NO-Radikal-Gasevel andererseits (verantwortlich für paramagnetische Spinbeeinflussung in Membranen),
- Freie Radikalpaarbildung/Zeiteinheit einerseits und Antioxidanzien-Kapazität andererseits,
- Hochfrequenz parallel zu Magnetfeld relative bzgl. Radikal-Paar-Intersystem-Crossing (ISC)-Richtung einerseits und Antiparallelität durch Richtungsänderung der betroffenen Person im umgebenden Magnetfeld andererseits,
- Hochfrequenzresonanz vorhanden bzgl. magnetischer Feldstärke am Ort einerseits und weitere statische und niederfrequente Felder am Ort andererseits, die den Resonanzzustand löschen.

Physio-pathologische Folgen

Alle Radikal-Paare können Richtung Triplett-Bildung durch exogene Magnetfelder plus Hochfrequenz beeinflusst werden. Folge: Rekombination, die nur aus Singulettzuständen heraus möglich ist, wird verhindert. Triplett-Zustände erschaffen Folgeprodukte (z.B. hochreaktiver Singulett-Sauerstoff) oder der Triplett-Zustand zerfällt in weitere Freie Radikale.

Wenn Folgeprodukte eine sehr wichtige Substanz betreffen, dann können Überall-Effekte auftreten: Ein derartiges Folgeprodukt ist das vitale Gas Stickstoffmonoxid NO. In diesem Fall ist dann auch direkt das Nervensystem betroffen, da das Gas NO auch als Neurotransmitter fungiert (kurzfristig Konzentrationserhöhung, langfristig Zerstörung der Molekülstrukturen durch Peroxynitrit)

Auch die Aktivierung der Proteine - die Phosphorylierung - ist ein Radikal-Prozess und wird im Magnetfeld/Hochfrequenzfeld gestört.

Freie Radikale, Oxidation, Übersäuerung

Folge der Exposition zu elektrischen, magnetischen und elektromagnetischen Feldern ist die Störung des Redox-Gleichgewichts durch oxidativen/nitrosativen Stress. Angesichts der Ergebnisse aus vielen Experimenten in vitro und in vivo - auch am Menschen - kann dies nicht mehr bestritten werden. Vorausgegangen sind jedes Mal die oben beschriebenen Spin-Mechanismen. Die Freisetzung großer Mengen Freier Radikale wirkt toxisch und oxidierend. Die im vitalen Blutvollserum enthaltenen Elektronensysteme (reduktive Kapazität) wird abgebaut. Betroffen sind unter anderem: Thiolgruppen der Proteine, red. Bilirubin, red. Cholesterin, red. Transferrin, red. Coeruloplasmin, red. Adrenalin (Adrenochrom). In kleinen Gefäßen und in der Zelle entartet der pH Richtung Übersäuerung.

Zusammengefasst: Magnetische Felder und Hochfrequenzstrahlung bewirken unter bestimmten Voraussetzungen:

1. Stimulierung von Freien Radikalen,
2. Stimulierung von hochtoxischem Peroxynitrit,
3. Stimulierung von hochtoxischem Peroxid-Radikal.

Die Folgen dieser Prozesse sind gravierend: Zellbestandteile werden zerstört. Der Mensch fühlt sich müde, verspannt, kämpft mit diversen Entzündungen. Hier und da machen sich Schmerzen bemerkbar.

Wer sich für die Einzelschritte interessiert, findet im folgenden kleiner gesetzten Text weitere Information.

Erster Komplex: Stimulierung von Freien Radikalen wie Superoxid $O_2^{\cdot-}$ und NO führt zu

- Aktivierung von Protoonkogenen
- Schädigung des Mitochondrien-Genoms
- Schädigung des Zellkern-Genoms

- Schädigung der Membranen
- Oxidierung von Polyenfettsäuren der Membranen; Freisetzung von Cardiolipin (Autoantikörperbildung)
- Oxidierung von SH-Gruppen, dadurch Enzym-Hemmung
- Aktivierung von Proteasen (Zellschädigungen)
- Aktivierung von Transkriptionsfaktoren

Zweiter Komplex: Stimulierung von hochtoxischem Peroxinitrit aus Superoxid Anion $O_2^{\cdot-}$ zusammen mit NO ($O_2^{\cdot-} + NO = ONOO^{\cdot}$)

NO hat zu Superoxid $O_2^{\cdot-}$ eine 3-fach stärkere Affinität als $O_2^{\cdot-}$ zur neutralisierenden Superoxid-Dismutase; das Peroxinitrit

- oxidiert Vitamin C
- oxidiert Harnsäure
- oxidiert Cholesterin
- oxidiert Sulfhydryl(-)Gruppen (zerstört Thiole)
- oxidiert Polyenfettsäuren der Membranen (initiiert Lipidperoxidation)
- verursacht DNA Brüche
- aktiviert Kinasen (Phosphorlipase 2)
- aktiviert Polymerase (PAPP); diese zerstört NAD^+ , was zur zellulärer energetischer Katastrophe führt

NO und Peroxinitrit reagieren zu Nitrogendioxid (NO_2); dies inaktiviert Superoxiddismutase (MnSOD), hemmt also die Neutralisierungsenzyme in den Mitochondrien (mt-Mn-SOD).

Aus diesen Reaktionen resultieren bereits massive Stoffwechselstörungen.

Dritter Komplex: Stimulierung von hochtoxischem Peroxid-Radikal (HO_2^{\cdot}) aus Superoxid und Peroxinitrit unter Einbeziehung von Wasserstoff

Peroxid HOO^{\cdot} hat ein Redoxpotential von +1000 mV, ist also stark oxidierend. Peroxid oxidiert zusätzlich zu der Aufzählung in Komplex 2:

- Polyenfettsäuren
- Tocopherol (Vit E)
- Lycopin
- Coenzym Q 10

Ketolisierung („Aufoxidation“) von Enzymen

Proteine wirken über ihre spezifische Form/Struktur/Gestalt (Konfiguration) – **Grundbedingung für Gesundheit und Leistungsfähigkeit**. Bei hoher Freier Radikal-Aktivität wirkt das Zellmilieu oxidierend und wird pH-sauer. Elektronenarmut (Oxidation) und unnormales pH-Milieu verändern die adäquate Form der Proteine zu einer Keto-Struktur. Ein bestimmtes Verhältnis von Keto- zu Enol-Struktur darf aber wegen bindungsenergetischen Aktivierungs-/Inaktivierungsgründen nicht überschritten und auch nicht unterschritten werden. Eine mehr als 25%ige Ketolisierung führt entsprechend zunehmend zu einer Enzym-Aktivitätshemmung. **Je nach Belastung und Gegenregulierungs-Möglichkeiten sind alle Grade der Störung bis zur Funktionsunfähigkeit möglich.**

Die Zerstörung des gesunden Gleichgewichts von Keto- und Endolanteil ist wesentliche Ursache für krankhafte Funktionsstörungen, die schließlich zu Schädigungen führen:

Stufen dieses Prozesses:

- die biologische Unordnung nimmt zu,
- die noch leistbare Stoffwechsel-Arbeit (Stoffabbau und Energiegewinn) wird geringer,
- oxidierte Blutbestandteile stören die Zellversorgung,
- oxidierte Immunfaktoren sind nicht mehr kompetent.

Die Funktionsstörungen setzen sich in Krankheitsbilder hinein fort, die unten aufgezählt werden.

Das ‚Acquired Energy Dyssymbiosis Syndrom‘ (AEDS)

Das Krankheitsbild des ‚Acquired Energy Dyssymbiosis Syndroms‘ (Erworbenes Energie-Dyssymbiose-Syndrom) bezeichnet einen Mangel an Zellenergie - bei gleichzeitiger Entgleisung des Zellmilieus. Das führt zur ‚Mitochondropathie‘: Die Energiebildung ist blockiert; die Kraftwerke der Zellenergie verwandeln sich in ergebige Quellen freier Radikale.

Die Veränderungen haben schwerwiegende Folgen:

1. **Entzündungsprozesse breiten sich aus** und setzen weitere Stoffe frei, die bei Überdosierung schädlich wirken (Tumornekrosefaktor TNF α und immer wieder Stickstoffmonoxid NO). **Dabei sollte man auch im Blick haben, dass Entzündungen in unserer Industriegesellschaft laufend zunehmen, und dass Arteriosklerose wie Herzinfarkt – die Todesursache Nummer 1 – letztlich auf Entzündungen basieren.** Diese Sicht hat sich heute in der wissenschaftlich tätigen Ärzteschaft bereits durchgesetzt.
2. Aerobe Glykolyse (Glykolyse trotz vorhandenem Sauerstoff) wird als ‚Notstromaggregat‘ aktiviert – was wiederum verbunden ist mit:
 - Stimulation von Proto-Onkogenen (Vorstufen von Krebsgenen)
 - erhöhte Freisetzung von Superoxid-Radikalen
 - Laktatazidose (Übersäuerung).
3. Schließlich mutiert das Genom der Mitochondrien. **Gerade diese pathologische Veränderung kann aber mütterlicherseits auch vererbt werden. Sie belastet die Nachkommen und geht in den Erbgang der Generationen ein.**

Übersicht: Physiopathologische Folgen des nitrosativen-/oxidativen Stresses

- I. Störung der Mitochondrientätigkeit
- II. Störungen der Zuckerverwertung (pathol. Laktatazidose)
- III. Störungen der Neurotransmitter-Funktion
- IV. Störungen des Cholesterinstoffwechsels
- V. Störung der Steroidhormonsynthese (Corticoide)
- VI. Störungen der Hämsysteme
- VII. Erzeugung von Mutationen insb. der Mitochondrien-DNA (vererbbar)
- VIII. Störung der Apoptose
- IX. Störung des Zinkhaushaltes
- X. Immunsystem-Weichenstellung: TH1-TH2-Switch
- XI. „acquired energy dyssymbiosis syndrome“, AEDS

Symptom- und Krankheits-Katalog (Auszug), abgeleitet von den bekannten Wirkungsmechanismen nitrosativen-/oxidativen Stresses

- Schlafstörungen
- hoher Erschöpfungsgrad: mangelnde Entspannung, Erholungszeiten wenig effektiv
- Psychosomatische Fehlleistungen
- Große Unruhe-Phasen und „Panic Disorder“
- Fettansatz
- Chronische Unterzuckerung (Hypoglykämie)
- Erhöhte Cholesterin- und Triglyzeridwerte
- Laktatazidose
- Fibromyalgie FMS (nitrose Serotonin–Autoantikörper-Bildung)
- Autoimmunerkrankungen
- Arteriosklerose
- M. Parkinson
- chronische Entzündungsprozesse, insbesondere im Nervensystem mit

- Multipler Sklerose und amyotropher Lateralsklerose
- Hämsynthese-Störungen (Porphyrie)
- Laktoseintoleranz
- Pathologisches Energiedefizit PED
- Chronische Immunsuffizienz (hohe Infektanfälligkeit)
- Schilddrüsenfunktionsstörungen
- Myopathie
- Enzephalopathie
- Polyneuropathie
- Enteropathie
- Krebs
- AIDS

Die vielfältigen Störungen verschwinden, wenn der Einfluss der Magnetfelder und der Strahlung oder die reaktiven oxygenen und nitrogenen Spezies (ROS/RNS-Bildung) ‚abgestellt‘ werden. Allerdings erfolgt die Rückbildung der gesundheitlichen Beschwerden dann nicht mehr, wenn die Störung bereits zu einer schwerwiegenden Schädigung wie DNA-Zerstörung oder Tumorbildung geführt hat.