

Einführung

Sowohl im Körper als auch in der Umwelt kommen Quecksilberatome und Quecksilberverbindungen vor, die z.B. über Lichtquanten miteinander kommunizieren können, also auch auf Distanz in einer resonatorischen Wechselwirkung stehen. Da die heutige Kunstlichtumgebung vor allem in öffentlichen Bereichen zu über 90% auf der Anwendung von Quecksilberdampf-Entladungslampen fußt, wurde von der Lichttechnik ein Sonderfall geschaffen, der so in der Natur nicht vorkommt, dass nämlich die Photonen einer solchen Kunstlichtquelle von angeregten Quecksilberatomen abgestrahlt werden und damit die eindeutige Quecksilbersignatur tragen.

Derartige Lichtquanten haben exakt die Quantenenergie, um ruhende Quecksilberatome in einen angeregten Zustand zu versetzen und damit ihre chemische Reaktionsbereitschaft und Toxizität zu verändern. Wenn derartig erzeugtes Kunstlicht soweit in den Körper eindringen kann, dass es auf Gewebsschichten trifft, die quecksilberhaltig sind, muss man zwangsläufig von einer Wechselwirkung ausgehen, da die Gesetze der Atom- und Quantenphysik vor dem Körper nicht haltmachen. Inwieweit diese Wechselwirkungen für die Körperfunktionen schließlich relevant sind, ist jedoch nicht ausreichend untersucht. Erkenntnisse diesbezüglich hätten weitreichende Folgen für die Bewertung einer weiteren Verwendung von Quecksilberlicht im Bereich der Allgemein-

Die Quecksilber-Resonanz-Hypothese

Zusammenfassung

Quecksilber bildet sowohl photochemisch aktive Verbindungen, kann aber auch als photochemischer Sensibilisator wirken. Der Beitrag untersucht, inwieweit die Wechselwirkungen zwischen Quecksilber und Licht für die Heilkunde eine Rolle spielen.

Die Quantenphysik kennt eine resonatorische Wechselwirkung zwischen Teilchen der gleichen Atomsorte. Deshalb wird die Frage gestellt, ob derartige Energieübertragungen auch auf Vorgänge im lebenden Organismus anwendbar sind. Sofern dies der Fall ist, ergeben sich Konsequenzen für die toxikologische Bewertung von Quecksilber.

Therapeuten sollten bei einer Reihe chronischer Erkrankungen eine Kunstlicht-Expositions-Anamnese erheben, um der Beantwortung drängender Fragen näher zu kommen und bisher unberücksichtigte Kausalzusammenhänge aufzudecken.

Schlüsselwörter

Quecksilber, Resonanz, Kunstlicht, Toxizität, photochemische Aktivierung, Energiesparlampen, TFT-Monitore, Altersbedingte Makuladegeneration (AMD).

Abstract

Mercury forms photochemically active compounds, but can also act as a photochemical sensitizer. In the article it is examined, to what extent the interactions between mercury and light play a role for medicine.

Quantum physics knows a resonatory interaction between particles of the same atomic species. Therefore, the question is asked, whether such energy transmissions can be also applied to processes in the living organism. Should this be the case, this has consequences for the toxicological assessment of mercury.

Therapists should make an artificial light exposition anamnesis for a number of chronic diseases, to get closer to an answer to pressing questions and to reveal causal connections which have not been taken into account so far.

Keywords

Mercury, resonance, artificial light, toxicity, photochemical activation, energy-saving bulbs, TFT monitors, age-related macular degeneration (AMD).

beleuchtung oder als Hintergrundbeleuchtung von Monitoren.

Biokompatibilität von Quecksilber

Die Biokompatibilität von Quecksilber (Hg) sowie seine Toxizität sind seit vielen

Jahrzehnten Gegenstand wissenschaftlicher Kontroversen. Das liegt teilweise an den äußerst komplexen Verhältnissen, die daraus entstehen, dass Quecksilber in verschiedenen Formen im Körper vorliegen kann:

- in seiner elementaren Form als Hg^0 ,

- in den zwei Ionisationsstufen als Hg^+ und Hg^{2+} , wobei hier wiederum anorganische von organischen Quecksilberverbindungen wie z.B. dem Methylquecksilber unterschieden werden müssen.

Nachweis von Quecksilber im Körper

Alle genannten Quecksilberspezies unterliegen einem individuellen Metabolismus im Körper, wobei die einzelnen chemischen Verbindungen durch enzymatische Umwandlungen, aber auch über Verschiebungen von Reaktionsgleichgewichten ineinander übergehen können. Die Retention von Quecksilberverbindungen im Körper erschwert die Bewertung von Aspekten wie der akuten und chronischen Toxizität, da die Verweildauer bei Halbwertszeiten zwischen 40 und 60 Tagen recht groß ist. Dauderer geht bei Quecksilberablagerungen im Gehirn sogar von einer Retentionszeit von bis zu 18 Jahren aus [2]. Weder die Quecksilberausscheidung im Urin noch die Serumkonzentrationen können verlässliche Auskunft über die tatsächlich im Körper gespeicherten Mengen geben, da das lipophile Schwermetall die Tendenz hat, sich im bradytrophen Fettgewebe abzulagern, wo es aktiven Stoffwechselfvorgängen wie auch der laborchemischen Diagnostik teilweise entzogen wird.

Grenzwerte

Zielorgane bei Quecksilbervergiftungen sind das Zentralnervensystem und besonders die Nieren, wobei die induzierten neurologischen Störungen häufig keine klare Dosis-Wirkungs-Beziehung erkennen lassen, während die nephrotoxischen Effekte klinisch besser zu erfassen sind. Daher wird bei der Festlegung von Grenzwerten die Nephrotoxizität in den Vordergrund gestellt, was möglicherweise dazu führt, dass die derzeitigen Grenzwerte viel zu hoch angesetzt sind [10]. Dessen sind sich die Experten jedoch durchaus bewusst und fordern daher unisono, den Quecksilbereintrag in den Körper so gering wie irgend möglich zu hal-

ten. Diese Maßnahme soll z.B. auch dem Umstand Rechnung tragen, dass Teile der Bevölkerung durch genetische Determination ein besonders hohes Risiko für Quecksilberschädigung mitbringen. Außerdem müssen die Experten zugeben, dass letztlich noch zu viele Unsicherheitsfaktoren existieren, um das Phänomen Quecksilber im Körper als verstanden ansehen zu können.

Fehlerquellen bei Untersuchungen

Mit welchen Schwierigkeiten Wissenschaftler mitunter zu kämpfen haben, illustriert ein Studienergebnis von 2005: Forscher von der Universität Rochester, NY, stellten inmitten einer Studie mit Ratten zur Toxizität von Methylquecksilber plötzlich fest, dass die Kontrollgruppe, die eigentlich quecksilberfrei sein sollte, erhebliche Serumkonzentrationen von Quecksilber aufwies [11]. Zunächst blieb die Ursache unklar, dann aber untersuchten die Forscher das Futter, mit dem die Versuchstiere ernährt wurden. Das Ergebnis: Eine Reihe gängiger Futtermittel signifikant quecksilberhaltig und so zu erheblichen Verzerrungen von Untersuchungsergebnissen führen. Sie stellten darüber hinaus fest, dass in den allermeisten Studien keine klaren Angaben zu dem verwendeten Futter zu finden sind, sodass eine nachträgliche Abschätzung der Validität einer solchen Untersuchung unmöglich ist. Damit muss nicht nur die Aussagekraft vieler Untersuchungen zur Toxizität von Quecksilber infrage gestellt werden, sondern es werden auch Studien mit anderen Zielsetzungen davon berührt, da auch Wechselwirkungen zwischen Quecksilber und anderen pharmakologisch wirksamen Substanzen bekannt sind. In einer Reihe von Experimenten wurde festgestellt, dass Quecksilber zu Antibiotikaresistenzen führen kann [9].

Das Quecksilberproblem ist äußerst komplex und weitreichend, weshalb viele Aspekte hier nur angerissen, andere aus Platzgründen gänzlich weggelassen werden, da der Fokus dieses Beitrages ein anderer ist. Eine gute Übersicht zum Stand

der Erkenntnis wird in den Air Quality Guidelines der WHO gegeben [10]¹.

Quecksilber in Umwelt und Körper

Laut Trinkwasserverordnung darf ein Liter Leitungswasser in Deutschland bis zu 1 μg Quecksilber enthalten. Ein Mikrogramm klingt nach sehr wenig, fast unbedeutend. Diese Menge ist so gering, dass man sich kaum vorstellen kann, dass davon eine Wirkung ausgehen soll. Allerdings gibt es durchaus Substanzen, die in derartig niedrigen Mengen schon erhebliche Effekte hervorrufen. Um die Mengenangabe bezogen auf Quecksilber etwas griffiger zu machen, soll eine stöchiometrische Betrachtung erfolgen: Die Atommasse von Quecksilber beträgt 200,59 U, somit wiegt ein Mol Quecksilber 200,59 g. Ein Mol eines Stoffes enthält $6,023 \times 10^{23}$ Atome, damit enthält ein Gramm Quecksilber 3×10^{21} Atome. Kennt man die Anzahl der Körperzellen, lässt sich leicht berechnen, wie viel Quecksilberatome auf jede Körperzelle kommen. Diese relative Maßangabe soll ppc (parts per cell = Teilchen pro Zelle) genannt werden. Der menschliche Körper besteht laut Schätzungen aus bis zu 100 Billionen Zellen ($= 1 \times 10^{14}$), somit entspricht 1 μg Hg dem stattlichen Wert von 30 ppc. Ein Liter Trinkwasser enthält so viel Quecksilber, dass auf jede einzelne Körperzelle 30 Quecksilberatome kommen. Tabelle 1 zeigt weitere Beispiele anhand existierender Grenzwerte auf.

Quecksilberaufnahme aus Nahrung und Luft

Aus der Nahrung wird ca. 10-mal soviel Quecksilber aufgenommen, wie in der Tabelle angegeben, davon werden jedoch 90% nicht absorbiert. Die höchsten Quecksilbereinträge beobachtet man bei dem Verzehr von Seefisch, der bis zu einem hal-

¹ Im Internet sind zwei verschiedene Versionen verfügbar: das komplette PDF der Air Quality Guidelines mit 5-seitigem Kapitel zu Quecksilber oder das ergiebigere 15-seitige gleichnamige Kapitel unter www.euro.who.int/document/aig/6_9mercury.pdf

Tab. 1: Beispiele für Quecksilbereinträge in den Körper unter Berücksichtigung üblicher Vorkommen bzw. Grenzwerte. Basis für die Berechnung der relativen Konzentration (parts per cell = ppc) ist eine Anzahl von 10^{14} Körperzellen.

Quelle	Art der Quecksilberverbindung	Menge	Relative Konzentration (ppc)
Impfung	Thiomersal	50–100 μg	1500–3000
Trinkwasser	anorganische Hg-Verbindungen	bis 1 $\mu\text{g/l}$	30
Seefisch	Dimethylquecksilber	bis 0,5 mg/kg	15 000
Luft	metallischer Hg-Dampf	3–10 ng/m^3	3–10
Nahrung	anorganische Hg-Verbindungen	bis 360 ng/Tag	360
Amalgamfüllungen	metallischer Hg-Dampf	3–17 $\mu\text{g/Tag}$	90–500

ben Milligramm pro Kilogramm enthalten darf. Eine 200g-Portion davon führt im schlimmsten Fall also zu einer relativen Konzentration von 3000 Quecksilberatomen pro Körperzelle.

Da in Europa selbst die Luft stark quecksilberhaltig ist, muss man davon ausgehen, dass der moderne Mensch in Städten allein durch das Atmen pro Tag bis zu 320 ng metallischen Quecksilberdampf aufnimmt, dies entspricht einer Konzentration von etwa 10 ppc.

Quecksilbereintrag durch Impfungen und Amalgam

Jede einzelne Impfdosis führte bis zum Jahr 2000 zu einem Quecksilbereintrag in der Größenordnung von 50 μg , das entspricht immerhin ca. 1500 Quecksilberatomen pro Körperzelle, wobei das Verhältnis beim Säugling aufgrund der geringen Körpermasse noch wesentlich ungünstiger ausfällt. Mittlerweile haben die meisten Hersteller von Impfstoffen das quecksilberhaltige Konservierungsmittel Thiomersal aus ihren Produkten verbannt, dennoch sollte man vor einer Impfung prüfen, ob der jeweilige Impfstoff tatsächlich frei von Quecksilber ist.

Bei Amalgamträgern geht die WHO von einer täglichen Aufnahme zwischen 3 und 17 μg Quecksilberdampf aus, was wiederum 90 bis 500 ppc entspricht.

Insgesamt ist festzustellen, dass die Quecksilberkonzentrationen in Umwelt und Nahrung stetig zunehmen und damit auch die Belastung des Körpers wächst.

Quantenphysik und Resonanz

Jedes Atom ist eine potenzielle Lichtquelle, da es Energie aufnehmen kann, die kurze Zeit später in Form von Lichtquanten wieder abgegeben wird (dieser Vorgang wird Fluoreszenz genannt, man macht ihn sich heute bei vielen Lichtquellen zunutze, die auf dem Prinzip der Quecksilberdampf-Entladung beruhen, wie z. B. die Energiesparlampe). Die Energie wird von einem Elektron aufgenommen, das mit einem Schalenprung reagiert, wobei die Energiemenge bestimmt, wie weit es sich nach außen bewegt. Je weiter außen ein Elektron sich befindet, desto leichter kann es im Rahmen einer chemischen Reaktion abgegeben werden. Die aufgenommene Energie kann also entweder als Strahlung genau definierter Wellenlänge wieder abgegeben werden, wenn das Elektron in seinen Grundzustand zurückfällt, oder auch einer chemischen Umsetzung dienen, wie dies bei photochemischen Reaktionen der Fall ist. Während der Anregungsvorgang dem Alles-oder-Nichts-Prinzip unterliegt und auch mit Energiebeträgen möglich ist, die größer sind als die genaue erforderliche Menge, ist der Abgabevorgang eindeutig, da exakt immer derselbe Energiebetrag emittiert wird. Diese Konstanz und Reproduzierbarkeit der elementspezifischen Photonenemission ist z. B. die Grundlage der Spektralanalyse, die sich seit der Entdeckung der Flammenfärbung durch Kirchhoff und

Bunsen im Jahr 1859 zu einem der wichtigsten Werkzeuge moderner Wissenschaft entwickelt hat.

Alle chemischen, also auch die biochemischen Reaktionen, gehen mit dem Austausch von Lichtquanten einher, können also auch als elektromagnetische Resonanzvorgänge verstanden werden.

Es muss bei allen stofflichen Abläufen im Körper auch elektromagnetische Strahlungseffekte geben, der Vorgang der Umwandlung von Materie geht immer mit photonischer Aktivität einher. Die Biophotonenforschung geht davon aus, dass die Regulation der Reaktionsabläufe u. a. deswegen möglich ist, weil die DNS auch als Photonenpeicher dienen kann, also im Reaktionsvorgang freiwerdende Photonen „zwischenlagert“, bis diese Quantenenergie in einem der folgenden Reaktionsschritte wieder benötigt wird. Da die meisten biochemischen Reaktionsabläufe sich in Form von Kreisprozessen vollziehen, geht damit ein mehr oder weniger periodisches Absorbieren und Emittieren von optischen Photonen einher. Jeder biochemische Reaktionskreislauf wird von einem typischen Photonenzyklus begleitet. Nur diejenigen Photonen, die dabei „verloren gehen“, müssen ersetzt werden, wodurch sich im Idealfall eine sehr günstige Energiebilanz ergibt.

Lebenslichter – Die Biophotonenforschung

Die Biophotonenforschung nach Popp geht davon aus, dass eigentlich nur diejenigen Photonen, die den Kreisläufen im Zellinneren verloren gegangen sind, gemessen werden können [6]. Stört man die Zelle durch Zugabe von Substanzen, die einen bestimmten Spektralbereich blockieren, weil sie dort z. B. stark absorbieren können, nimmt die Anzahl messbarer Photonen zu. Das ist durch eine Entkopplung der Resonanzvorgänge erklärbar. Derartige Substanzen wirken wie Störempfänger und Störsender im Reaktionskreislauf von lebenden Zellen.

Prinzipiell kommen hier alle optisch aktiven Stoffe infrage, z.B. Metallatome. Da sich Metallatome wie kleine Stimmgabeln oder Frequenzquarze verhalten, findet man sie im Körper z.B. in Form von Metalloproteinen und Metalloenzymen, in denen Eiweiße ein oder mehrere Zentren aufweisen, die mit einem Metallion besetzt sind. Diese Metallatome fungieren wie selektive Strahlungsantennen, die bestimmte Spektralbereiche bzw. Mischungen diskreter Spektrallinien absorbieren und die aufgenommene Quantenenergie in das Molekül einspeisen. Wichtige Pigmente der Atmungskette zeigen einen derartigen Aufbau, wie z.B. die Cytochrome oder auch das Hämoglobin, wobei Eisentome die wichtigste Rolle spielen. Auch die meisten Spurenelemente bekommen einen „Ehrenplatz“ in Eiweißkörpern und wirken dort wie sehr präzise Sende-Empfangs-Stationen für Photonen ganz bestimmter Wellenlängen. Nicht nur die DNS, sondern schon wesentlich einfachere und kleinere Komplexmoleküle können die Aufgabe der Photonenabsorption mit anschließender Photonenabsorption erfüllen, wenn sie z.B. über Ringstrukturen oder weitläufige lineare Anordnungen verfügen. Selbst einzelne Metallatome können Photonen aufnehmen und bei gleicher oder veränderter Wellenlänge wieder abgeben.

Wenn die aufgenommene Quantenenergie etwas höher ist, als das betreffende Elektron für seinen Schalenprung benötigt, wird die überschüssig aufgenommene Energie in thermische Strahlung verwandelt. Dadurch können Metallatome auch als Frequenztransformatoren fungieren, indem sie Photonen höherer Frequenz einfangen und mit niedrigerer Frequenz wieder abgeben. Wenn diese Photonen Teil eines intrazellulären Photonenzklus waren, können sie nach einer solchen Begegnung mit einem störenden Metallatom ihre eigentliche Aufgabe nicht mehr erfüllen, da ihnen dazu ein kleiner Energiebetrag fehlt. Hier zeigt sich eine Gesetzmäßigkeit von Resonanzvorgängen, dass nämlich nur der schnellere Oszillator seinen Impuls an den etwas langsameren Oszillator übertragen kann, aber nicht umgekehrt.

Innere Quecksilberresonanz

Wendet man diese Überlegungen auf das Quecksilber im Körper an, so kann man annehmen, dass das Schwermetall z.B. anderen Atomen, die in Eiweiße eingebaut sind, ihren Platz streitig macht, wodurch ein davon betroffenes Metalloenzym vermutlich seine spezifischen Eigenschaften verliert. Neben dieser kompetitiven Inaktivierung ganzer Komplexmoleküle kann es auch zu einer photonischen Entkopplung kommen.

Abbildung 1 zeigt zwei Elementspektren, das obere Spektrum ist dem Wasserstoff zugeordnet, das untere Spektrum stammt vom Quecksilber. Hier kann man schön erkennen, dass eine Spektrallinie des Wasserstoffs bei 434 nm liegt, wohingegen das Quecksilber eine kräftige Linie bei 436 nm aufweist. Zwischen diesen beiden Elementen kann es somit zu resonatorischen Wechselwirkungen und Impulsübertragungen kommen und zwar in Richtung von Wasserstoff zu Quecksilber, da die Wellenlänge beim Wasserstoffphoton niedriger und damit die Quantenenergie etwas höher ist (434 zu 436 nm).

Suchen wir uns einen Ort in der Zelle, an dem Metalloenzyme, Wasserstoffatome und Quecksilberatome zusammentreffen, werden wir z.B. in den Doppelmembranen der Mitochondrien fündig. Hier gibt es die Cytochrom-c-Oxidase, die eine zentrale Rolle bei der Energiegewinnung von Zellen spielt, da sie die Reduktion von Sauerstoff zu Wasser (biologische Knallgasreaktion) katalysiert und als Protonen-Transportpumpe in der biologischen Membran fungiert. Sie enthält zwei eisenatomhaltige Häm-Moleküle und eine kupferhaltige Un-

tereinheit. Da metallisches Quecksilber stark lipophile Eigenschaften hat, ist ein Mitochondrium ein anziehender Aufenthaltsort, da es über viel Fett in Form der multipel zu Cristae gefalteten Doppelmembranen verfügt. Da besonders die größeren Mitochondrien in der Peripherie der Zelle gelegen sind, ist die Wahrscheinlichkeit groß, dass ein Quecksilberatom, das in die Zelle diffundiert ist, sich dort zunächst einlagert. Die Mitochondrien sind sozusagen Hochsicherheitsbereiche innerhalb der Zellen, da es hier zu starken Strahlungsphänomenen im Zusammenhang mit der Energiegewinnung kommt.

Der Wasserstoff spielt eine zentrale Rolle, da er als winziger positiver Ladungsträger in Form von Protonen entgegen einem elektrochemischen Gradienten durch Membranen hindurchgepumpt wird. Dazu ist elektromagnetische Strahlungsenergie erforderlich, da dem Atom zuerst das Elektron entfernt werden muss. Die drei Spektrallinien des Wasserstoffs im sichtbaren Bereich entsprechen jeweils verschiedenen Anregungsstufen eines Elektrons, das sich bei Aufnahme eines indigoblauen Lichtquants weiter von seinem Proton entfernt werden muss. Die drei Spektrallinien des Wasserstoffs im sichtbaren Bereich entsprechen jeweils verschiedenen Anregungsstufen eines Elektrons, das sich bei Aufnahme eines indigoblauen Lichtquants weiter von seinem Proton entfernt werden muss. Die drei Spektrallinien des Wasserstoffs im sichtbaren Bereich entsprechen jeweils verschiedenen Anregungsstufen eines Elektrons, das sich bei Aufnahme eines indigoblauen Lichtquants weiter von seinem Proton entfernt werden muss.

Wenn nun ein Elektron aus der „indigoblauen Schale“ wieder in seine Ausgangsposition zurückspringt, gibt es ein Photon der Wellenlänge 434 nm ab. Dieses kann das Elektron eines benachbarten Wasserstoffatoms zu einem Schalenprung befähigen, da es über die exakt nötige Energie verfügt. Wenn sich hier allerdings ein Quecksilberatom dazwischengeschaltet hat, ist die Energie schließlich zu niedrig, da die Wellenlänge nur noch 436 nm beträgt.

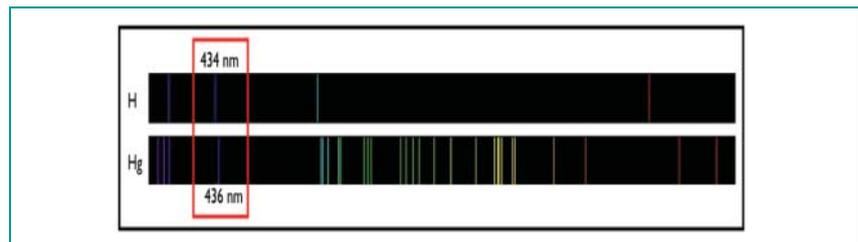


Abb. 1: Emissionsspektren von Wasserstoff (H) und Quecksilber (Hg). Der Bereich im roten Rechteck zeigt zwei wichtige Emissionslinien, die sehr nah beieinander liegen und daher in eine Resonanzbeziehung treten können.

Quantentheoretisch betrachtet müsste Quecksilber die Energieproduktion in den Mitochondrien und auch die Photosynthese stören, was tatsächlich der Fall ist [8]. Da es sich dabei um einen quantenbiologischen Strahlungsvorgang und nicht um eine rein biochemische Reaktion handelt, darf man hier keine lineare Dosis-Wirkungs-Beziehung erwarten.

Photochemie des Quecksilbers

Seit dem Altertum ist bekannt, dass Quecksilberverbindungen lichtempfindlich sind: Schon Vitruv und Plinius d.Ä. beschrieben die Schwärzung des roten kristallinen Zinnober im Licht und warnen vor der Verwendung dieses Farbstoffes zum Bemalen von Gegenständen oder Wänden, die der direkten Wirkung des Sonnenlichtes preisgegeben werden.

Alle Quecksilberverbindungen sind lichtempfindlich

Aber nicht nur Zinnober, sondern praktisch alle Quecksilberverbindungen sind lichtempfindlich [5], z. B. auch die anorganischen Quecksilbersalze, die in den Erythrozyten aus metallischem Quecksilber gebildet werden. Da die anorganischen Quecksilberverbindungen nicht gut membrangängig sind, können sie weder die Blut-Hirn-Schranke noch die Plazenta überwinden. Das Gehirn stellt mit seinem großen Fettanteil, der z. B. für den Aufbau der Myelinscheiden erforderlich ist, ein wichtiges Kompartiment für die Speicherung von Quecksilber dar.

Um in die lipophilen Kompartimente des Körpers zu gelangen, muss Quecksilber in einer gut membrangängigen Form vorliegen, entweder als organische Verbindung oder im elementaren Zustand. Licht entsprechender Wellenlänge kann aus anorganischen Quecksilberverbindungen über eine photochemische Reduktion elementares Quecksilber freisetzen, das wiederum sehr gut membrangängig ist. Daher muss man photochemische Vorgänge bei der Frage der Verteilung von Quecksilberverbindungen im Körper einbeziehen, da

sie die Ablagerung von Quecksilber im ZNS begünstigen können.

Tatorte: Haut, Haare, Augen

Auf der Suche nach den Tatorten stellt man fest, dass Licht im Bereich der Haut auf Quecksilberverbindungen treffen kann, die sich in Epidermiszellen sowie in den Haaren verstärkt anreichert. In Berichten aus dem 19. Jahrhundert wird von einer „besseren Wirkung“ von medizinisch verabreichten Quecksilberdosen im Sonnenlicht gesprochen [4], was mit einer Erhöhung der Toxizität gleichzusetzen ist. Es gibt aber zwei „Reaktoren“ im Körper, in die sowohl Blut als auch Licht nahezu ungehindert einströmen, nämlich die Augen. In den sehr gut durchbluteten Gefäßen von Netzhaut und Aderhaut kommt das Blut mit dem Licht in Kontakt, das in das Auge fällt.

Äußere Quecksilberresonanz

Im Auge können Quecksilberphotonen, die aus künstlichen Lichtquellen stammen, mit Quecksilberatomen, die im Körper zirkulieren, zusammenkommen. Dies ist besonders dann der Fall, wenn man in einen Bildschirm blickt, der mit einer Quecksilberdampf-Hintergrundbeleuchtung ausgestattet ist. Dies trifft heute für die allermeisten Computer-Flachbildschirme und LCD-Fernsehgeräte zu. Mit dieser Technik wurde ein Spezialfall geschaffen, dass nämlich ein toxisches Element, das grundsätzlich auch im Körper vorkommt, ohne dass wir dies verhindern könnten, zusätzlich mit einem Photonenstrom bestrahlt wird, der seinen Ursprung in der Quecksilberdampfentladung hat und somit die Quecksilbersignatur in Form der spezifischen Spektrallinien trägt. Man kann hier völlig zu Recht von einem System bestimmter Oszillatoren sprechen, in dem die Resonanzbedingungen erfüllt sind.

Veränderung der Hg-Pharmakokinetik

Der moderne Mensch verbringt immer mehr Zeit vor derartigen Bildschirmen, wodurch die gesamte Blutmenge über die Augen (je nach Expositionszeit sogar mehrfach am Tag) mit der Quecksilberstrahlung in Kontakt kommt. Dadurch kann es durch Veränderung der Hg-Pharmakokinetik sowohl zu lokalen als auch systemischen Wirkungen kommen. Wenn aus dem Blut im Auge membrangängige Quecksilberatome freigesetzt werden, können diese sich beispielsweise in den „fettigen“ Mitochondrien der Photorezeptoren oder des Pigmentepithels einlagern, was zu einer Störung der energieaufwendigen Prozesse im Zusammenhang mit dem Sehvorgang selbst oder dem Abtransport von verbrauchten Pigmentscheiben führen kann. Beide Störungen werden in der Pathophysiologie der altersbedingten Makuladegeneration (AMD) beobachtet, wobei die Makula für degenerative Prozesse besonders anfällig ist, da sie den am stärksten beanspruchten Bereich im Auge repräsentiert, der zudem nur durch Diffusion, nicht aber durch direkte Blutversorgung in den Stoffwechsel eingebunden ist [1].

Wichtige Rolle von Lipofuszin

In der Untersuchung von Algvre et al. [1] wird auch auf die wichtige Rolle des Alterspigmentes Lipofuszin hingewiesen, das aufgrund seines optischen Absorptionsspektrums zwischen 430 und 440 nm eine enge Resonanzbeziehung zu schwingendem Quecksilber aufbauen kann: Quecksilber zeigt seine stärkste Spektrallinie im sichtbaren Bereich bei 436 nm und liegt damit exakt in der Mitte des Absorptionsspektrums von Lipofuszin. Das Alterspigment wird mit zunehmendem Alter in postmitotischen Zellen wie Neuronen, Herzmuskelzellen und auch dem retinalen Pigmentepithel (RPE) eingelagert. Je stärker die Einlagerung wird, desto mehr altert die Zelle und enzymatisches Potenzial geht verloren. Daher wird Lipofuszin auch als ein Marker für die oxidative Schädigung von Zellen angesehen. Lipofuszin erzeugt

unter Einwirkung von Licht freie Radikale, die die Zelle schädigen und bis hin zur Apoptose führen können. Es wirkt also als Sensibilisator für Licht, der aufgrund seines Absorptionsspektrums besonders sensitiv für Teile des Quecksilber-Emissions-Spektrums ist. Dieser Sonderfall der äußeren Quecksilberresonanz muss besonders hervorgehoben werden, da er auch ohne Quecksilberspuren im Körper funktioniert und sich z.B. jedes Mal abspielt, wenn man in einen Flachbildschirm blickt oder im Licht von Energiesparlampen liest.

Anamnese der Lichtexposition

Eigentlich sollte jeder Therapeut bei der Anamneseerhebung auch nach den Lichtgewohnheiten seiner Patienten fragen, also eine Lichtanamnese erheben, die nicht nur den Umgang mit dem Sonnenlicht, sondern auch mit Kunstlicht umfasst.

Hier sollte zwischen dem Licht am Arbeitsplatz und im privaten Umfeld differenziert gefragt werden, damit man abschätzen kann, wie das Verhältnis der Expositionszeiten für Glühlicht und Quecksilberlicht ist.

Kunstlicht und altersbedingte Makuladegeneration

In den ersten 80 Jahren nach der Erfindung der Glühlampe sind praktisch keine oder wenige Fälle von AMD beschrieben worden [3, 7], hingegen sind in den ersten 50 Jahren des heute flächendeckenden Einsatzes von Quecksilberlicht die Erkrankungszahlen für AMD in die Höhe geschossen. In diesen Zeitraum fällt auch die Einführung des Fernsehens. Natürlich gehört zu einer vollständigen Kunstlichtanamnese auch die Frage nach dem Umgang mit Fernseher und Computerbildschirm. Idealerweise differenziert man hier zwischen Elektronen-Röhren-Bildschirmen und modernen Flachbildschirmen mit Quecksilberdampf-Hintergrund-Beleuchtung. Im Normalfall kann man davon ausgehen, dass die meisten Flachbildschirme Quecksilberstrahlung abgeben, wer es genau wissen möchte, kann ein Spektroskop

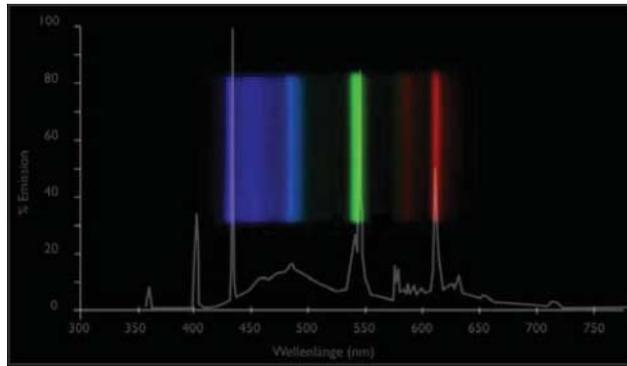


Abb. 2: Die farbigen Streifen zeigen das Spektrum eines TFT-Bildschirms, der Kaltkathodenröhren als Hintergrundbeleuchtung hat. Dadurch stellt sich dasselbe Spektrum dar, das man auch von Energiesparlampen und anderen quecksilberhaltigen Lichtquellen kennt. Zum Vergleich: in Grau ist die spektrale Verteilungskurve einer Energiesparlampe mit 6500 K korrelierter Farbtemperatur überlagert dargestellt.

verwenden. Abbildung 2 zeigt die Fotografie des Quecksilberspektrums von einem TFT-Computerbildschirm, wie es sich beim Blick durch ein Taschenspektroskop darstellt.

Kunstlicht und zivilisationsbedingte Krankheitsbilder

Da Licht über den retinohypothalamischen Trakt auch Einfluss auf das Hormonsystem nimmt [12, 13], ist die Kunstlichtanamnese nicht nur im Rahmen von Au-

generkrankungen, sondern auch im Zusammenhang mit dem Auftreten einer Reihe von zivilisationsbedingten Krankheitsbildern sinnvoll. Bei folgenden Krankheitsbildern sollte daher aus Sicht des Autors in jedem Fall eine Kunstlicht-Expositions-Anamnese erhoben werden: Augenerkrankungen wie Grauer Star und AMD, Störungen des Hormonsystems, Herz-Kreislauf-Erkrankungen, vegetative Störungen, Schlafstörungen, malignes Melanom, Osteoporose, M. Alzheimer und Krebserkrankungen.

Literatur

- [1] Algvere PV, Marshall J, Seregard S: Age-related maculopathy and the impact of blue light hazard. *Acta ophthalmologica Scandinavica*. 2006; 84 (1): 4–15.
- [2] Daunderer M: Amalgam. *Klinisch-toxikologische Einzelstoffinformationen*. Landsberg/Lech: Ecomed; 1990.
- [3] Engelking E: *Grundriss der Augenheilkunde für Studierende*. 12. Aufl. Berlin, Göttingen, Heidelberg: Springer; 1955.
- [4] Neuberg C: *Beziehungen des Lebens zum Licht*. Berlin: Allgemeine Medizinische Verlagsanstalt; 1913.
- [5] Plotnikow J: *Allgemeine Photochemie. Ein Hand- und Lehrbuch für Studium und Forschung*. 2. Aufl. Berlin und Leipzig: Walter de Gruyter & Co.; 1936.
- [6] Popp F-A: *Biologie des Lichts. Grundlagen der ultraschwachen Zellstrahlung*. Berlin: Parey; 1984.
- [7] Schieck F: *Grundriss der Augenheilkunde für Studierende*. 4. Aufl. Berlin: Julius Springer; 1930.
- [8] Stratton GW, Huber AL, Corke CT: Effect of mercuric ion on the growth, photosynthesis, and nitrogenase activity of *Anabaena inaequalis*. *Applied and environmental microbiology*. 1979; 38 (3): 537–543.
- [9] Summers AO, Wireman J, Vimy MJ et al: Mercury released from dental „silver“ fillings provokes an increase in mercury- and antibiotic-resistant bacteria in oral and intestinal floras of primates. *Antimicrobial agents and chemotherapy*. 1993; 37 (4): 825–834.
- [10] Theakston F: *Air quality guidelines for Europe*. 2nd ed. WHO regional publications European series. Copenhagen: World Health Organization Regional Office for Europe. 2000; 91.
- [11] Weiss B, Stern S, Cernichiari E, Gelein R: Methylmercury contamination of laboratory animal diets. *Environmental health perspectives*. 2005; 113 (9): 1120–1122.
- [12] Wunsch A: *Kunstlicht und Gesundheit: Ein medizinisches Plädoyer für die Glühlampe*. *EHK*. 2007; 56 (6): 348–354.
- [13] Wunsch A: *Kunstlicht und Sehen: Stress für das Auge durch moderne Lichtquellen*. *EHK*. 2007; 56 (12): 734–739.

Korrespondenzadresse

Alexander Wunsch
Bergheimer Straße 116
69115 Heidelberg
E-Mail: wunschart@mac.com
www.lichtbiologie.de