

# Licht- und Lärmverschmutzung

## Zwei selbstproduzierte Geißeln des ‚zivilisierten Menschen‘

Licht und Lärm als Stressfaktoren  
und Gesundheitsgefährder

Karl Wimmer, September 2016

Es gibt viele Umweltprobleme in unserer Zeit und Gesellschaft. Und ihre Zahl wächst auch noch ständig. Viele haben negative gesundheitliche Folgen, teils direkt, spätestens indirekt, und zwar körperlich, seelisch, geistig und psychosozial. Lichtverschmutzung, d. h. die „*Zerstörung der Nacht*“ und Lärm gehören zu den schlimmsten Geißeln welche die jüngere ‚Zivilisation‘ hervorgebracht hat. Und beide werden weitgehend übersehen, verdrängt, ignoriert und verharmlost. Die Folgen sind dramatisch.

### 1. Lichtverschmutzung

„*Wo viel Licht ist, ist auch viel Schatten.*“<sup>1</sup>

Ich erinnere mich an meine Kindheit und Jugend in den 1950/60er Jahren am Land. Die sternenklaren Nachthimmel in den traumhaften Sommernächten im Mühlviertel/ Oberösterreich waren einzigartig. Der Blick reichte bis tief in die „Milchstraße“<sup>2</sup> hinein. Heute: nur noch selten ein Stern zu sehen. Vom Blick in die Milchstraße ganz zu schweigen. Dies hat neben den sonstigen Ursachen der Verschmutzung der Atmosphäre auch mit der massiven „Lichtverschmutzung“ zu tun. Um den verlorenen Blick in die Milchstraße ist zwar schade, aber das ist das weitaus geringere Problem.

Lichtverschmutzung, auch *Lichtsmog*, *Lichtverunreinigung* oder *Lichtimmission* bezeichnet die Aufhellung des Nachthimmels durch (überwiegend) künstliche Lichtquellen, deren Licht

<sup>1</sup> Als Urheber des Sprichwortes gilt J.W. Goethe, er lässt seinen Götz von Berlichingen sagen: »*Wo viel Licht ist, ist starker Schatten.*« (Erster Akt - Jagsthausen. Götzens Burg/Götz).

Goethe selbst hat in seiner *Farbenlehre* über Schatten geschrieben: »Ein Schatten, von der Sonne auf eine weiße Fläche geworfen, gibt uns keine Empfindung von Farbe, solange die Sonne in ihrer völligen Kraft wirkt. Er scheint schwarz oder, wenn ein Gegenlicht hinzu dringen kann, schwächer, halberhellt, grau. Zu den farbigen Schatten gehören zwei Bedingungen, erstlich, dass das wirksame Licht auf irgendeine Art die weiße Fläche färbe, zweitens, dass ein Gegenlicht den geworfenen Schatten auf einen gewissen Grad erleuchte.« Tatsächlich aber ist es ja so: Einen Schatten gibt es nur, wenn die Lichtquelle so stark ist, dass außerhalb des Schattens noch eine Lichtreflexion wahrgenommen werden kann. Sterne leuchten zum Beispiel so schwach, dass sie keinen sichtbaren Schatten erzeugen.

Und deshalb stimmt das Sprichwort auf allen Ebenen, und es stimmt auch diese Bibelstelle bei Hiob: »Der Mensch, vom Weibe geboren, lebt kurze Zeit und ist voll Unruhe, geht auf wie eine Blume und fällt ab, flieht wie ein Schatten und bleibt nicht.« Und was sagte Goethe angeblich, als er starb? »Mehr Licht!«

<sup>2</sup> Die **Milchstraße**, auch **Galaxis**, ist die Galaxie, in der sich das Sonnensystem mit der Erde befindet. Entsprechend ihrer Form als flache Scheibe, die aus Milliarden von Sternen besteht, ist die Milchstraße von der Erde aus als bandförmige Aufhellung am Nachthimmel sichtbar, die sich über 360° erstreckt. Ihrer Struktur nach zählt die Milchstraße zu den Balkenspiralgalaxien. (Vgl. [https://de.wikipedia.org/wiki/Milchstraße](https://de.wikipedia.org/wiki/Milchstra%BE)).

in den Luftschichten der Erdatmosphäre gestreut wird. Lichtverschmutzung, d. h. die unerwünschte Beeinflussung der Umwelt durch (meist, aber nicht ausschließlich künstliche) Lichtquellen, ist eine Form der Umweltverschmutzung.<sup>3</sup>

Die Lichtverschmutzung nimmt weltweit stark zu.<sup>4</sup> Ein Drittel der Weltbevölkerung kann die Milchstraße nicht mehr sehen. In Europa sind es bereits zwei Drittel. Über 80 Prozent der Weltbevölkerung leben unter einem mehr oder weniger lichtverschmutzten Himmel.<sup>5</sup> In den USA und in Europa sind es 99 Prozent.<sup>6</sup>

Lichtverschmutzung wirkt sich vor allem störend auf die Flora und Fauna aus. Sie beeinflusst bestehende Ökosysteme.<sup>7</sup> So wie verschmutzte Meere, Böden oder Lufträume für viele Spezies nicht mehr bewohnbar sind, so hat auch die *Zerstörung der Nacht* vielfältige Folgen.<sup>8</sup> Nachtaktive Tiere sind davon ebenso betroffen wie Pflanzen, die den Wechsel von Tag und Nacht für die Photosynthese benötigen und die durch eine künstlich aufgehellte Umgebung in ihrem Wachstumszyklus beeinflusst werden: So verlieren z. B. Laubbäume in unmittelbarer Nähe von Straßenlampen ihre Blätter verspätet, wodurch es wiederum zu Frostschäden kommen kann.<sup>9</sup>

Die verbreiteten weißen Lichtquellen mit hohem Blauanteil im Spektrum stellen ein erhebliches Problem für die Navigation oder Orientierung nachtaktiver Insekten und auch für Zugvögel dar. Untersuchungen zeigen, dass in Deutschland in einer einzigen Sommernacht an einer Straßenlaterne durchschnittlich 150 Insekten zugrunde gehen.<sup>10</sup> Rechnet man das auf die ca. 6,8 Millionen Straßenlaternen auf deutschen Straßen hoch, sind dies jede Nacht über eine Milliarde Insekten.<sup>11</sup> Zahlreiche andere Lichtquellen wie die Beleuchtung von Gewerbe- und Industriegebieten, Werbeflächen oder Privathaushalten sind dabei noch gar nicht berücksichtigt.<sup>12</sup>

---

<sup>3</sup> Posch, Thomas / Freyhoff, Anja / Uhlmann, Thomas (Hrsg.): *Das Ende der Nacht – Die globale Lichtverschmutzung und ihre Folgen*; 1. Auflage. Wiley-VCH, Weinheim 2010.

<sup>4</sup> Vgl. Henckel D. (2013): *Es werde Licht ... und es wurde Licht – künstliche Beleuchtung und die Kolonisierung der Nacht*, In: Held M. / Hölker F. / Jessel B. (2013): *Schutz der Nacht - Lichtverschmutzung, Biodiversität und Nachtlandschaft*. - BfN-Skripten 336: 31-35.

<sup>5</sup> Vgl. Fabio Falchi vom Light Pollution Science and Technology Institute in der italienischen Stadt Thiene. Er hat eine aktualisierte Auflage eines globalen Atlas der Lichtverschmutzung vorgelegt. Die neuesten Daten wurden in der Fachzeitschrift *Science Advances* veröffentlicht. In Europa gibt es demnach nur noch wenige ganz dunkle Regionen, am ehesten in Schottland, Schweden und Norwegen.

<sup>6</sup> Vgl. <https://de.wikipedia.org/wiki/Lichtverschmutzung>.

<sup>7</sup> Vgl. Hölker F. (2013): *Lichtverschmutzung und die Folgen für Ökosysteme und Biodiversität*; in: Held M. / Hölker F. / Jessel B. (2013): *Schutz der Nacht - Lichtverschmutzung, Biodiversität und Nachtlandschaft*; BfN-Skripten 336: 73-76

<sup>8</sup> Vgl. Posch T. / Hölker F. / Freyhoff A. / Uhlmann T. (Hrsg.): *Das Ende der Nacht. Lichtsmog: Gefahren – Perspektiven – Lösungen*; 2. Auflage, Wiley-VCH Verlag 2013, pp. 231.

<sup>9</sup> Vgl. Gabriel K. / Hölker F. (2011): *Verlust der Nacht. Künstliche Beleuchtung und ihre Folgen für die natürliche Umwelt*; naturmagazin 2011/2: 10-11.

<sup>10</sup> Vgl. Steck, B.: *Zur Einwirkung von Außenbeleuchtungsanlagen auf nachtaktive Insekten*; LiTG Publikation, Deutsche Lichttechnische Gesellschaft, 1997.

<sup>11</sup> Vgl. Eisenbeis G. / Hassel F. (2000): *Zur Anziehung nachtaktiver Insekten durch Straßenlaternen – eine Studie kommunaler Beleuchtungseinrichtungen in der Agrarlandschaft Rheinhessens* *Natur und Landschaft* 75: 145–56.

<sup>12</sup> Vgl. Rehmann M. (2013): *Gewerbliche Beleuchtung im Wohnquartier – eine unterschätzte nächtliche Belastung?* Schriftenreihe *Verlust der Nacht*.

Neben Insekten werden zahlreiche weitere Tierarten durch Lichtverschmutzung geschädigt wie z. B. Nachtfalter und Zugvögel. So beeinträchtigt nächtliches Kunstlicht beispielsweise die Orientierung von Zugvögeln und führt unter anderem dazu, dass Vögel in hell erleuchtete Gebäude fliegen und dabei verletzt werden oder zu Tode kommen: das sogenannte „Towerkill-Phänomen“.<sup>13</sup>

Die Lichtverschmutzung ist eine Seuche wie die Pest. In den Ballungsräumen gibt es das Problem schon lange, obwohl es früher auch viel weniger „Nachtlicht“ und vor allem viel weniger „Blauanteil“ im Licht gab. Am Land war es früher wirklich „finster“. Heute leuchtet bei jedem kleinen Häuschen schon dauerhaft zumindest irgendein „Lichtlein“. „Schaut her, wie schön das leuchtet bei mir!“

Die Schäden durch den massiven Blaulichtanteil sind gewaltig. Auch beim Menschen. So wird z. B. der Hormonhaushalt massiv beeinträchtigt, etwa die Melatoninproduktion. Dadurch kommt es nicht mehr zu einem wirklich tiefen und erholsamen Schlaf. Die Regeneration und Erholung fehlt. Burnoutphänomene werden dadurch massiv unterstützt.

Die Auswirkungen auf die Chronobiologie des menschlichen Organismus sind noch nicht abschließend erforscht. Störungen im Hormonhaushalt des Menschen (Tag-Nacht-Zyklus, Menstruationszyklus der Frau) sind jedoch bereits nachgewiesen bzw. Gegenstand aktueller Forschung. Weitere physiologische Störungen sind nicht auszuschließen. So veröffentlichte beispielsweise eine israelische Forschergruppe Daten, die einen Zusammenhang zwischen der Stärke nächtlicher Kunstbeleuchtung und dem Risiko von Brustkrebserkrankungen nahelegen. Postuliert wird auch ein Beitrag der verlängerten Helligkeit zur Akzeleration, beispielsweise dem verfrühten Einsetzen der Pubertät.<sup>14</sup> Das sind „nur“ ein paar Beispiele.

Erst langsam gibt es die eine oder andere Initiative, gegen die zunehmende Lichtverschmutzung auch mit Gesetzen vorzugehen. So bringen z. B. zwei Linzer Umweltrechtler Vorschläge für ein „Bundes-Immissionschutzgesetz Licht“.<sup>15</sup>

## 2. Lärmverschmutzung

*“Lärm ist das Umweltverschmutzungsmittel Nummer 1”*

(Institut für Umweltmedizin Freiburg)

Lärm ist ein Faktor, der weitgehend unerkannt bis verleugnet unsere Gesundheit und damit sogar die gesellschaftlichen Strukturen anzugreifen droht.<sup>16</sup>

---

<sup>13</sup> Vgl. Hölker F (2013): *Lichtverschmutzung und die Folgen für Ökosysteme und Biodiversität*, In: Held M / Hölker F / Jessel B (2013): *Schutz der Nacht - Lichtverschmutzung, Biodiversität und Nachtlandschaft*; BfN-Skripten 336:73-76.

<sup>14</sup> Vgl. [https://de.wikipedia.org/wiki/Lichtverschmutzung#Wirkung\\_auf\\_lebende\\_Organismen](https://de.wikipedia.org/wiki/Lichtverschmutzung#Wirkung_auf_lebende_Organismen).

<sup>15</sup> Die beiden Umweltrechtler der Johannes-Kepler-Uni (JKU) Erika Wagner und Ferdinand Kerschner haben „verdunkelnde“ Gesetzesvorschläge gegen die Lichtverschmutzung erarbeitet, die jetzt neuen Rückenwind bekommen könnten. Basis dafür ist auch das vom Umweltschlichter Martin Donat herausgegebene Buch: *Lichtverschmutzung - Rechtliche Grundlagen und Vorschläge für eine Neuregelung*; Trauner 2015.

<sup>16</sup> Vgl. Prof. Dr. med. Volker Faust: Lärm – Umweltproblem Nr. 1 und Geißel unserer Zeit; in: <http://www.psychosoziale-gesundheit.net/psychiatrie/laerm.html>

Lärm ist eine der schlimmsten Geißel unserer „modernen“ Zeit.<sup>17</sup> Die Weltgesundheitsorganisation WHO ermittelte in einer im Frühjahr 2011 veröffentlichten Studie Lärm als zweitgrößten, die Krankheitslast vergrößernden Umweltfaktor (nach Luftverschmutzung).<sup>18</sup>

Prof. Dr. med. Volker Faust hat das Lärmproblem in Stichworten zusammengefasst:<sup>19</sup>

#### Erwähnte Fachbegriffe:

Lärm – Umweltproblem – Umweltbelastung – Umweltzerstörung – Fluglärm – Verkehrslärm – Straßenlärm – Baulärm – Schienen-Lärm – Nachbar-Lärm – Industrie-Lärm – U-Bahn-Lärm – Diskotheken-Lärm – Rock-Konzerte – Lärm in der Kriegsführung – andere Lärmquellen – Dezibel – Impulsschall – „Lärm-Fälle“ – Bundesimmissionschutzgesetz – Fluglärmschutzgesetz – Nachtflugverbot – Geschwindigkeitsbegrenzung – Industrie-Beschallung – Lärm-Sumation – Lärm-Schutzmaßnahmen – Lärmpegel – Lärm-Definition – Lärm-Begriff – Lärmverständnis – Nicht-Lärm – bedrohliche Stille – Lautlosigkeit – Lärm-Mentalität – lauter Schall – Schall mit hoher Schallenergie – akustische Umweltverschmutzung – akustischer Abfall – Lärm als Folter – Lärm und geistige Leistungsfähigkeit – Lärm und seelische Verfassung – Lärm und körperliche Folgen – vegetative Lärm-Folgen – Blutdruck – Herzschlagfolge – Nierenfunktion – Muskel-Funktion – Atmung – Hautwiderstand – Bewegungsgenauigkeit – Magenbewegung – Magensekretion – Speichelsekretion – Blutfette – Elektrolyte – Blutzuckerspiegel – Blutgerinnung – Blutviskosität – Adrenalin – Noradrenalin – Cortisol – verstärkte Infekt-Anfälligkeit – Lärmbelastung des Ungeborenen – Herzinfarkt-Risiko – Bluthochdruck – Lärm als Droge – Schall-Appetenz – Gehörschäden – Lärmschwerhörigkeit – Tinnitus – Ohrgeräusche – Hörsturz – Gehörschutz – Hörzellen – Disko-Schwerhörigkeit – Walkman-Musik – Lärm als Berufskrankheit – Lärm-Industrie-Zweige – berufsbedingte Belärmung – Freizeit-Lärm – psychische Lärmeinwirkung – soziale Lärmeinwirkung – Hörbehinderung und seelische Folgen – Lärm und Kreativität – Lärm und Konzentration – Lärm im Kindes- und Jugendalter – Sprachverzögerung durch Lärm, – „Macht Lärm dumm?“ – Schlafstörungen – Insomnien – Einschlafstörungen – Durchschlafstörungen – Früherwachen – Schlafzyklen – Traumschlaf – Tiefschlaf – Reizbarkeit – Aggressivität – Fehlerzahl – Kopfschmerzen – nervöse Magenleiden – Stoffwechselstörungen – zwischenmenschlicher Kontakt – Kommunikation – Hilfsbereitschaft – Verunsicherung – Verwirrung – Abstumpfung – Reaktionsfehler – Lebensqualität – Lärmghetto – sozialer Niedergang – Gewalt – Tierwelt – Pflanzenwelt – Lärm-Rituale – Lärm-Gebräuche – „psychologische Lärm-Betreuung“ – Lärm-Sinnsprüche u.a.

#### Lärm setzt gefährliche Kaskade in Gang

Eine Umfrage des Umweltbundesamtes in Deutschland ergab 2012, dass sich gut die Hälfte der Bevölkerung im Wohnumfeld vom Lärm des Straßenverkehrs gestört oder belästigt fühlt. Beim Schienenverkehr war es fast jeder Dritte, beim Fluglärm etwas mehr als ein Fünftel. Rund fünf Millionen Arbeitnehmer in Deutschland sind dem Helmholtz Zentrum München zufolge am Arbeitsplatz gehörgefährdendem Lärm ausgesetzt. Zunehmend mehr Hörschäden gibt es zudem bei Jugendlichen, Hauptursache ist hier das laute Hören von Musik und anderer Freizeitlärm.<sup>20</sup>

Lärm kann krank machen - selbst dann, wenn er gar nicht als störend wahrgenommen wird. Lärm ist laut Kardiologen ein unabhängiger Risikofaktor für Herz-Kreislauf-Erkrankungen. Lärm löst Stressreaktionen aus, Hormone wie Adrenalin, Noradrenalin und Cortisol werden

<sup>17</sup> Als **Lärm** (hervorgegangen aus *Alarm*, das seinerseits auf ital. *all'arme* „zu den Waffen“ zurückgeht) oder auch **Krach** werden Geräusche (Schalle) bezeichnet, die durch ihre Struktur (meist Lautstärke) auf die Umwelt (insbesondere Menschen) störend (Störschall), belastend oder gesundheitsschädigend wirken. Ob Geräusche als Lärm bewusst wahrgenommen werden, hängt besonders von der Bewertung der Schallquelle durch den Hörer ab. (Vgl. <https://de.m.wikipedia.org/wiki/Lärm>).

<sup>18</sup> Vgl. <https://de.m.wikipedia.org/wiki/Lärm>.

<sup>19</sup> Vgl. Prof. Dr. med. Volker Faust: Lärm – Umweltproblem Nr. 1 und Geißel unserer Zeit; in: <http://www.psychosoziale-gesundheit.net/psychiatrie/laerm.html>

<sup>20</sup> Vgl. <http://www.spiegel.de/gesundheit/diagnose/laerm-macht-krank-stress-fuer-koerper-und-psyche-a-965947.html>

verstärkt gebildet, was wiederum den Blutdruck steigen lässt, die Herzfrequenz beschleunigt und die Blutgerinnung aktiviert. Schätzungen zufolge sind allein etwa 4000 Herzinfarkte jährlich in Deutschland auf Straßenverkehrslärm zurückzuführen.<sup>21</sup>

Die gefährliche Kaskade werde auch dann in Gang gesetzt, wenn der Betroffene den Lärm gar nicht bewusst wahrnehme oder nicht als störend empfinde – etwa auch im Schlaf. Je länger ein Mensch in zu lauter Umgebung lebe, desto größer werde sein Risiko für gesundheitliche Probleme. Viele Betroffene und auch Mediziner hätten Lärm als mögliche Krankheitsursache noch nicht präsent. „Ein Arzt sollte auch fragen: Wo leben Sie, wie stark sind Sie Lärm ausgesetzt?“<sup>22</sup>

Trotz akustischer Gewöhnung kann Lärm unbewusst weiter auf Körper und Psyche wirken. Lärm kann den biologischen Rhythmus stören (siehe auch Tag-Nacht-Rhythmus) und Schlafstörungen verursachen bzw. fördern.

*Das Ohr schläft nie, es leitet ununterbrochen Geräusche als Signale ans Gehirn weiter.  
30 Prozent der Deutschen leben mit gesundheitsschädlichen Lärmbelastungen.*

Lärm kann für Menschen und Tiere belastend und schädigend wirken. Lärm kann über das Gehör die Gesundheit insgesamt beeinträchtigen, an Lärm kann man sich nicht gewöhnen. Lärm ist ein Umweltfaktor, der sich nicht nur auf den Menschen bezieht, da auch zahlreiche Tiere in ihrer Kommunikation auf Schallsignale angewiesen sind. Auswirkungen wurden z. B. bei Singvögeln in städtischer Umgebung beobachtet.

### **Lärm ruiniert auch die Tier- und Pflanzenwelt<sup>23</sup>**

Lärm ruiniert nicht nur die Menschen, sondern auch die Tier-, ja sogar die Pflanzenwelt. Letzteres interessiert natürlich niemand. Immerhin gibt es zu denken, was Lärm, von Menschen produziert, für Folgen haben kann, und zwar für alle Lebewesen. Schließlich kennt man den Satz, der tatsächlich etwas für sich hat: Erst stirbt die Natur, dann der Mensch.

Dass selbst *Pflanzen* auf Lärm reagieren, und zwar durchaus unterschiedlich, weiß man schon lange aus entsprechenden Experimenten mit Mimosen, Geranien, Philodendron, ja Radieschen und Mais, Kürbis u. a. Offenbar haben auch Pflanzen ein Gespür für „harmonisch“ und „dissonant“, d. h. klassische oder Rock-Musik bzw. einfach Lärmbeschallung. Beim einen soll sich das Wachstum verstärken lassen (die Pflanzen wachsen sogar der Musik-Quelle entgegen), bei den negativ empfundenen Geräuschen „flüchten“ sie in die entgegengesetzte Richtung oder sterben schließlich ab.

Ähnliches gilt für entsprechende Tier-Experimente. Man kennt dies aus der Landwirtschaft mit Legebatterien und Kuh-Ställen u. a., wobei sich die Lege- bzw. Milchleistung entweder erhöhen lässt oder drastisch zu sinken droht.

<sup>21</sup> Vgl. <http://www.spiegel.de/gesundheit/diagnose/laerm-macht-krank-stress-fuer-koerper-und-psyche-a-965947.html>

<sup>22</sup> Vgl. <http://www.spiegel.de/gesundheit/diagnose/laerm-macht-krank-stress-fuer-koerper-und-psyche-a-965947.html>

<sup>23</sup> Vgl. Prof. Dr. med. Volker Faust: Lärm – Umweltproblem Nr. 1 und Geißel unserer Zeit; in: <http://www.psychosoziale-gesundheit.net/psychiatrie/laerm.html>

Nachvollziehbar sind natürlich die Lärm-Beeinträchtigungen über bisher verschont gebliebenes Gebiet, wobei nach Ansicht der Umweltschützer die dortige Tierwelt besonders beeinträchtigt ist, vor allem was Vögel und Säugetiere angeht.

Immer wieder zu lesen und zu hören, kurzfristig erschütternd, mittelfristig aber gleichgültig lassend, ist das Stranden ganzer Walfamilien, die in Einzelfällen zwar wieder mühsam ins Meer freigeschleppt werden, um später aber doch wieder am Ufer hilflos zu verenden. Vermutlich verlieren viele Meerestiere (und nicht nur die Wale) durch den Lärm der Ölbohrplattformen, durch Unterwassersprengungen, Schiffsschrauben, Speedbootmotoren u. a. die Orientierung, weil sich in ihren Gehörsorganen etwas ändert, offensichtlich nicht zu ihrem Vorteil. Gerade bei Walen untersucht man gezielt das Gehör und findet immer wieder ausgeprägte Zerstörungen der Hörorgane und damit den Ausfall des Orientierungssinns.

Die akustische Verschmutzung der Meere wird immer dramatischer. Das Brummen der Schiffe, das Bohren nach Öl und der Schall der Sonargeräte beeinträchtigen Kommunikation, Orientierung und Fortpflanzung großer Meeressäuger. Wale, so beobachten Forscher, versuchen mit lauterem Rufen gegen den Lärmpegel anzukommen. Doch der Schalldruck der Sonartechnik kann Gehirn und Kreislauf der Meeressäuger so stark schädigen, dass sie die Orientierung verlieren und stranden.

### **Lärm und Infraschall**

Lärm entsteht vielfach zusammen mit Infraschall. Dieser tieffrequente Schall (mit einer Frequenz unter 90 Hz) wird vom menschlichen Ohr nur bedingt wahrgenommen, am ehesten als Vibration. Er ist also eher fühl- als hörbar. Er kann ähnliche oder zum Teil noch schlimmere Auswirkungen wie hörbarer Schall haben.

Das Gefühl ist wohlbekannt: An manchen Orten fühlen wir uns unwohl, obwohl wir rational wissen, dass alles in Ordnung ist. In Tunneln und Unterführungen ist es ohnehin schon dunkel und bedrückend, doch fast immer kommt ein Phänomen verstärkend hinzu: tieffrequente Schallfelder. Tieffrequenter Lärm entsteht, wo sich Schallwellen verstärken und eingeschlossen werden. Unter Brücken, in Tunneln und anderen langsam schwingenden Bauteilen strahlen große Flächen ihre eigenen Vibrationen an die Luft ab. Solche Schallfelder hören wir kaum, weil sie zu tief für unsere Ohren sind und von anderen Geräuschen überlagert werden. Aber wir können sie fühlen und sie wirken auf den menschlichen Organismus wie purer Stress.

Das Phänomen ist auch von Musik bekannt, die man mit dem ganzen Körper erlebt: Besonders tieffrequenter Schall, häufig erzeugt durch Bassverstärker, Subwoofer, Surroundsysteme etc., kann den menschlichen Körper zu Schwingungen anregen. Knie, Handknochen, Ellbogen, Schultern, aber auch Augen oder der gesamte Schädel reagieren auf bestimmte Frequenzen. Den Wissenschaftlern wurde klar, dass die tiefen Töne die Lebensqualität der Betroffenen stark einschränken. Viele von ihnen sind dem Problem schon seit Jahren ausgesetzt und sehen sich dieser unsichtbaren Bedrohung völlig hilflos ausgeliefert.

Unter 1 Hz ist die wesentlichste Wirkung von Vibrationen Bewegungskrankheit, bei der die Symptome die gleichen sind wie für See- und Reisekrankheit, das heißt Übelkeit, Blässe, kalter Schweiß, allgemeines Unbehagen und eventuell Erbrechen. Darüber hinaus können Schwindel- und Gleichgewichtsstörungen auftreten.

Bei sehr niedrigen Frequenzen schwingt der ganze Körper als eine Einheit, aber bei Frequenzen über 1 bis 4 Hz werden einzelne Organe oder Teile des Körpers wegen Resonanz besonders kräftig schwingen, welches eine lange Reihe von Symptomen hervorruft, wie aus der folgenden Tabelle ersichtlich:<sup>24</sup>

**Kopf und Hals:** Kopfschmerzen bei 13-20 Hz, Gefühl von “Kloss im Hals” bei 12-16 Hz, Unterkiefer in Resonanz bei 6-8 Hz, durch Resonanzen im Kehlkopf und Luftröhre beeinflusstes Sprechen bei 13-20 Hz.

**Brustkorb:** Atmung wird beeinflusst bei 4-8 Hz, Atemnot bei 1-3 Hz, Schmerzen in der Brust bei 5-7 Hz.

**Magenregion:** Muskelkontraktionen in der Bauchdecke bei 4,5-9 Hz, Magenschmerzen bei 4,5-10 Hz.

**Beckenregion:** Harndrang bei 10-18 Hz, Stuhldrang bei 10,5-16 Hz.

**Skelett und Muskeln:** Muskelkontraktionen in Armen und Beinen bei 4,5-9 Hz, Vermehrte Muskelverspannung in Beinen, Rücken und Nacken bei 8-12 Hz, Allgemeines Unbehagen bei 4,5-9 Hz.

Vorkommen tieffrequenter Geräusche: Beim Straßenverkehr nimmt der LKW-Anteil zu und damit auch sein tieffrequenter Geräuschanteil. Die Digitalisierung der gesamten Audio- und Videotechnik hat den Aufnahme- und Übertragungsbereich zu tiefen Frequenzen hin erweitert. Leistungsstarke Verstärker und Lautsprecher sorgen dafür, dass die Bässe nicht nur im Rock-Konzert oder in der Diskothek, sondern ebenso im Auto und in der Wohnung kraftvoll, oft maßlos übertrieben, wiedergegeben werden können.

### Lärm ist allgegenwärtig

Die Berieselungs-, Beschallungs-, Spiel- und Belustigungsindustrie ist die Seele des ‚modernen‘ Menschen. „Musikgenuss“ rund um die Uhr. Wo immer man hinkommt: Es dröhnt und vibriert. In jedem Kaufzentrum, in jedem Gasthaus, nahezu aus jedem Fenster und aus jeder Wohnung. Bassverstärkte Anlagen gehören zum Standard jeder TV- und Musikanlage. Man will „perfektes Klangerleben“. Wirkliche Stille – so fern es so etwas überhaupt noch irgendwo gibt - hält heute kaum noch jemand aus.

*“Lärm ist ein geeignetes Mittel, die Stimme des Gewissens zu übertönen”*  
(Pearl S. Buck)<sup>25</sup>

Ursache für Lärmbelästigungen durch Infraschall bzw. tieffrequenten Schall sind häufig auch folgende tieffrequente Geräuschquellen aus dem Bereich gewerblicher Anlagen (Beispiele): Windkraftanlagen, Flugverkehr, Wärmepumpen, Öl- und gasgefeuerte Heizwerke, Brenner in Verbindung mit Heizungsanlagen, Kupolöfen, Be- und Entlüftungsanlagen, Ventilatoren, Kompressoren, Vakuumpumpen, leistungsstarke Dieselmotoren z. B. von LKW,

<sup>24</sup> Vgl. <http://www.milieuziektes.nl/ELF/Schall-Infraschall-Vibrationen.htm>.

<sup>25</sup> **Pearl Sydenstricker Buck** (1892 - 1973) war eine US-amerikanische Schriftstellerin und Literaturnobelpreisträgerin. Buck wurde 1938 „für ihre reichen und wahrhaft epischen Schilderungen des chinesischen Bauernlebens und für ihre biographischen Meisterwerke“ mit dem Nobelpreis für Literatur ausgezeichnet. Sechs Jahre zuvor hatte sie für ihren Roman *Die gute Erde* bereits den Pulitzer-Preis erhalten. (Vgl. [https://de.wikipedia.org/wiki/Pearl\\_S.\\_Buck](https://de.wikipedia.org/wiki/Pearl_S._Buck)).

Bussen und Schiffen, Mühlen und Schwingförderanlagen, lange Autobahnbrücken, Einfahrt von Hochgeschwindigkeitszügen in Tunnel, Musikanlagen.

Menschengemachter Lärm wird zunehmend zum Problem. Eine so tieffrequente Belärmung wie heute ist in der Menschheitsgeschichte noch nie vorgekommen. Die Wissenschaftler sind sich einig: Wenn diese tiefen Frequenzen über längere Zeiträume auf den Menschen einwirken und dadurch beispielsweise Stress und Schlafstörungen ausgelöst werden, so sind die Langzeitfolgen mit Sicherheit gesundheitsgefährdend.

Als in unserer Wohnung durch eine nachbarseitige „moderne“ Heimkinoanlage mit Subwoofer (Tieftöner) die Wände zu vibrieren und die Gläser zu klirren begannen, ersuchten wir darum, wenigstens nach Mitternacht die Bässe wegzuschalten. *„Seid’s doch nicht so empfindlich. Ich werd’ doch in meiner Wohnung noch Fernsehen dürfen, wie ich will!“*

Solche Antworten erhielten wir als Reaktion auf unser Ersuchen. Man will den perfekten TV- und Soundgenuss. Wie es den Nachbarn mit dem Lärm geht - mir doch egal. Ignorant und rücksichtslos. Kein Bewusstsein für den Schaden, den man damit anrichtet. Und: die Bösen sind die, die sich darüber beschweren. So wie vor 30 Jahren mit dem Rauchen.

Wenn tieffrequenter Körperschall einmal in der Gebäudesubstanz ist, dann gibt es praktisch gar keine bezahlbaren Dämmungen. Grund: Die bauaufsichtlich vorgeschriebene Schalldämmung in Gebäuden nach DIN bzw. ÖNORM ist unterhalb von 100 Hz schlichtweg wirkungslos - und ein Subwoofer arbeitet ja meist im Bereich 35 - 100 Hz (oder auch noch tiefer). Das heißt nichts anders als: Volles Programm für die Nachbarn, bei denen spürbar das Bett zittert.

In einem 86-seitigen Gutachten des BUND wird ausführlich auf die Gefahren durch Subwoofer eingegangen: Tiefe Bässe, Dauerbeschallung, Wummern als Terror: Al-Kaida verwendet Subwoofer als Folterinstrument, da preiswert, einfach zu bedienen und wirksam.

### **Lärm wirkt auch unterschwellig**

Die moderne Gehirnforschung konnte nachweisen, dass selbst subliminale (unterschwellige und unbewusste) Belastungen mit tieffrequentem Schall, z. B. aus den heute so beliebten Subwoofer-Verstärkern, eindeutig gesundheitsschädigende Auswirkungen hat. Die infolge einer subliminalen Beschallung induzierten EEG-Änderungen korrelieren mit folgenden Beschwerden:<sup>26</sup>

- Konzentrationsstörungen
- reduzierte mentale Belastbarkeit
- Vigilanzstörung (Wahrnehmungsstörung)
- Merkfähigkeitsstörungen
- Panik/Angst
- innere Unruhe
- Schwindel
- Schlafstörung

---

<sup>26</sup> Vgl. Weiler, Elmar (2005): *Auswirkungen einer subliminalen Beschallung mit einer Frequenz von 4 Hz, 8 Hz und 31,5 Hz auf die elektroenzephalographische Aktivität eines weiblichen Probanden*; in: [http://www.wolfgang-neumann-gmm.de/upload/A2\\_Subliminale-Beschallung\\_Neuronet.pdf](http://www.wolfgang-neumann-gmm.de/upload/A2_Subliminale-Beschallung_Neuronet.pdf)

- Labile emotionale Lage
- Störung der Exekutivfunktionen: Antrieb, Planung, Ordnung, Initiative.

Die nachgewiesenen Veränderungen im EEG weisen deutlich darauf hin, dass durch diese subliminalen Schwingungseinwirkungen eine Gefährdung der Gesundheit, eine Beeinträchtigung der Befindlichkeit sowie psychische als auch psychosomatische pathologische Auswirkungen verursacht werden.<sup>27</sup>

### Lärm verwirrt

*Laute Geräusche verunsichern* oder verwirren sogar („dieser Lärm macht mich noch völlig verrückt“). Denn man überblickt und durchschaut eine Situation oder Gegend nicht nur optisch, sondern auch akustisch. Man kann hören, was vor sich geht, der akustische Horizont ist weit und damit die Sicherheit größer. Rückt jedoch der akustische Horizont durch Lärm sehr nahe, dann kann nur noch ein enger Bereich durch das Gehör überwacht werden. Warnende Geräusche gehen unter, nicht zuletzt ein Zuruf („Vorsicht!“), d. h. der Gefahrenpegel wächst, die Unsicherheit auch. Lärm verunsichert, allein schon durch die geringeren akustischen Absicherungsmöglichkeiten.<sup>28</sup>

Dies betrifft vor allem Kinder. Denn das kindliche Gehirn entfaltet seine Leistungsfähigkeit nur langsam. Insbesondere im Vorschulalter ist die Verarbeitungs-Kapazität des optischen und akustischen Systems noch unzureichend entwickelt. Bei einer größeren Zahl gleichzeitig aktiver Schallquellen verliert das Kind schnell die Übersicht. Als Reaktion ist es dann entweder verwirrt oder ignoriert einige der Schallquellen. Beides macht es hilflos bzw. besonders gefährdet.<sup>29</sup>

### Lärmbewusstsein fehlt

Schon im Jahre 1910 prophezeite Robert Koch: „*Eines Tages wird der Mensch den Lärm ebenso unerbittlich bekämpfen müssen, wie die Cholera und die Pest.*“<sup>30</sup>

Noch ist es nicht soweit. Die Menschen haben noch kein oder kaum ein Bewusstsein über die schädigende Wirkung von Lärm. Das deutsche Umweltbundesamt beklagt, dass „Lärmbewusstsein“, anders als bei anderen negativen Umwelteinflüssen, gesellschaftlich kaum ausgeprägt sei. Kaum jemand verzichte auf Aktivitäten, „um Lärm zu vermeiden“.<sup>31</sup>

<sup>27</sup> Vgl. Weiler, Elmar (2005): *Auswirkungen einer subliminalen Beschallung mit einer Frequenz von 4 Hz, 8 Hz und 31,5 Hz auf die elektroenzephalographische Aktivität eines weiblichen Probanden*; in: [http://www.wolfgang-neumann-gmm.de/upload/A2\\_Subliminale-Beschallung\\_Neuronet.pdf](http://www.wolfgang-neumann-gmm.de/upload/A2_Subliminale-Beschallung_Neuronet.pdf)

<sup>28</sup> Vgl. Prof. Dr. med. Volker Faust: Lärm – Umweltproblem Nr. 1 und Geißel unserer Zeit; in: <http://www.psychosoziale-gesundheit.net/psychiatrie/laerm.html>

<sup>29</sup> Vgl. Prof. Dr. med. Volker Faust: Lärm – Umweltproblem Nr. 1 und Geißel unserer Zeit; in: <http://www.psychosoziale-gesundheit.net/psychiatrie/laerm.html>

<sup>30</sup> **Robert Koch** (1843 - 1910); vollständiger Name *Heinrich Hermann Robert Koch*) war ein deutscher Mediziner und Mikrobiologe. Koch gelang es 1876, den Erreger des Milzbrands (*Bacillus anthracis*) außerhalb des Organismus zu kultivieren und seinen Lebenszyklus zu beschreiben. Dadurch wurde zum ersten Mal lückenlos die Rolle eines Krankheitserregers beim Entstehen einer Krankheit beschrieben. 1882 entdeckte er den Erreger der Tuberkulose (*Mycobacterium tuberculosis*) und entwickelte später das vermeintliche Heilmittel Tuberkulin. 1905 erhielt er den Nobelpreis für Physiologie oder Medizin. (Vgl. [https://de.wikipedia.org/wiki/Robert\\_Koch](https://de.wikipedia.org/wiki/Robert_Koch))

<sup>31</sup> *Auswirkungen von Lärm: Warum tun wir uns das an?* In: Frankfurter Allgemeine Zeitung vom 24. August 2012.

„Das 11. Gebot: Du sollst nicht lärmen!“  
(Robert Gernhardt, Schriftsteller, 1937-2006)

Egal, wo man hinkommt: die Gegend ist mit Lärm verseucht. In der Stadt dröhnt aus jeder Ecke und Wand irgendein Lüfter oder Kühlkompressor. Am Land und in der Gartensiedlung ein Rasenmäher oder eine Elektrosense. Ansonsten halt irgendein Hochdruckreiniger oder Laubsauger bzw. Laubbläser. Das Laub oder den Staub von der Terrasse oder vom Gehsteig mit einem Besen wegzukehren, das kann man ja heute niemandem mehr zumuten. Und das Gedröhne selbstverständlich auch am Wochenende, wenn die Leute „Zeit dafür haben“. Vom permanenten und penetranten Verkehrs- und Fluglärm einmal ganz abgesehen. Stille gibt es nirgendwo - oder nur mehr im Grab.

### Was können Sie tun?

Das ist einfach erklärt:

1. sich dieser Probleme bewusst werden
2. nur soviel nächtliche Beleuchtung als unbedingt notwendig
3. nur soviel Lärm als unbedingt nötig, jede unnötige Belärmung vermeiden
4. Aufklärung betreiben, lösungsorientierte Gespräche führen

... und schwierig genug.

„Die größte Offenbarung ist die Stille.“  
(Lao Tse)

„Wo Lärm vorherrscht, da gibt es Geld, wo Stille einkehrt, ist Muße sicher.“  
(chinesisches Sprichwort)

„Leise, leise! Stille, Stille! Das ist erst das wahre Glück.“  
(Johann Wolfgang von Goethe)

## Literatur

### 1. Lichtverschmutzung:

Eisenbeis G / Hassel F (2000): *Zur Anziehung nachtaktiver Insekten durch Straßenlaternen – eine Studie kommunaler Beleuchtungseinrichtungen in der Agrarlandschaft Rheinhessens Natur und Landschaft* 75: 145–56.

Gabriel K / Hölker F (2011): *Verlust der Nacht. Künstliche Beleuchtung und ihre Folgen für die natürliche Umwelt*; naturmagazin 2/2011: 10-11.

Hänsch R / Könecke B / Pottharst M / Wukovitsch F (2012): *Kosten und externe Effekte des künstlichen Lichts sowie Ansätze der ökonomischen Bewertung*; Schriftenreihe Verlust der Nacht.

Held M / Hölker F / Jessel B (2013): *Schutz der Nacht - Lichtverschmutzung, Biodiversität und Nachtlandschaft*; BfN-Skripten 336.

Köhler D / Walz M / Hochstadt S (2010): *LichtRegion. Positionen und Perspektiven im Ruhrgebiet*; Essen: Klartext, 240 p.

Krause K (2013): *Funktionen der künstlichen Beleuchtung und der Dunkelheit – Ein Bericht zum Stand der sozialwissenschaftlichen Forschung*; Schriftenreihe Verlust der Nacht.

Leibniz-Gemeinschaft e.V. (Hrsg.) (2009): *Zwischenruf - Verlust der Nacht*; Heft 2/2009, Bonn.

- Lorenz I (2013): *Ambivalenzen von Beleuchtung und Dunkelheit in der Geschichte*; Schriftenreihe Verlust der Nacht.
- Meier J / Pottharst M (2012): *Gesellschaftliche Akteure der künstlichen Beleuchtung*; Schriftenreihe Verlust der Nacht.
- Posch, Thomas / Freyhoff, Anja / Uhlmann, Thomas (Hrsg.): *Das Ende der Nacht – Die globale Lichtverschmutzung und ihre Folgen*; 1. Auflage. Wiley-VCH, Weinheim 2010.
- Posch T / Hölker F / Freyhoff A / Uhlmann T (Hrsg.): *Das Ende der Nacht. Lichtsmog: Gefahren – Perspektiven – Lösungen*; 2. Auflage, Wiley-VCH Verlag 2013, pp. 231.
- Rehmann M (2013): *Gewerbliche Beleuchtung im Wohnquartier – eine unterschätzte nächtliche Belastung?* Schriftenreihe Verlust der Nacht.
- Steck B.: *Zur Einwirkung von Außenbeleuchtungsanlagen auf nachtaktive Insekten*; LiTG Publikation, Deutsche Lichttechnische Gesellschaft, 1997.

### **Einzelkapitel der ‚Verlust der Nacht‘-Autoren:**

- Brüning A / Hölker F (2013): *Lichtverschmutzung und die Folgen für Fische*; in: Held M / Hölker F / Jessel B (2013): *Schutz der Nacht - Lichtverschmutzung, Biodiversität und Nachtlandschaft*; BfN-Skripten 336: 69-72.
- Held M / Hölker F / Jessel B (2013): *Schutz der Nacht – die andere Hälfte des Natur- und Landschaftsschutzes*; in: Held M / Hölker F / Jessel B (2013): *Schutz der Nacht - Lichtverschmutzung, Biodiversität und Nachtlandschaft*; BfN-Skripten 336: 13-16.
- Held M, Hölker F (2013): *Ökologie der Zeit und künstliche Beleuchtung in der Nacht*; in: Held M / Hölker F / Jessel B (2013): *Schutz der Nacht - Lichtverschmutzung, Biodiversität und Nachtlandschaft*; BfN-Skripten 336.
- Henckel D (2013): *Es werde Licht ... und es wurde Licht – künstliche Beleuchtung und die Kolonisierung der Nacht*; in: Held, M / Hölker F / Jessel B (2013): *Schutz der Nacht - Lichtverschmutzung, Biodiversität und Nachtlandschaft*; BfN-Skripten 336: 31-35.
- Hölker F (2013): *Lichtverschmutzung und die Folgen für Ökosysteme und Biodiversität*; in: Held, M., Hölker, F. & Jessel, B. (2013): *Schutz der Nacht - Lichtverschmutzung, Biodiversität und Nachtlandschaft*; BfN-Skripten 336: 73-76.
- Holzhauser S / Hölker F (2013): *Forschungsverbund „Verlust der Nacht“*; in: Held M / Hölker F / Jessel B (2013): *Schutz der Nacht - Lichtverschmutzung, Biodiversität und Nachtlandschaft*; BfN-Skripten 336: 141-144.
- Kuechly H / Kyba C / Hölker F (2013): *Woher kommt das Licht? Räumliche Betrachtung der Lichtverschmutzung*; in: Held M / Hölker F / Jessel B (2013): *Schutz der Nacht - Lichtverschmutzung, Biodiversität und Nachtlandschaft*; BfN-Skripten 336: 39-42.
- Lewanzik D, Voigt CC (2013): *Lichtverschmutzung und die Folgen für Fledermäuse*, In: Held, M., Hölker, F. & Jessel, B. (2013): *Schutz der Nacht - Lichtverschmutzung, Biodiversität und Nachtlandschaft*. - BfN-Skripten 336: 65-68
- Völker S / Krenz P (2013): *Entwicklung von Maßzahlen für adaptive Beleuchtungssysteme*; in: Held M / Hölker F / Jessel B (2013): *Schutz der Nacht - Lichtverschmutzung, Biodiversität und Nachtlandschaft*; BfN-Skripten 336: 87-90.

### **2. Lärmverschmutzung:**

- Faust, Volker: *Lärm – Umweltproblem Nr. 1 und Geißel unserer Zeit*; in: <http://www.psychosoziale-gesundheit.net/psychiatrie/laerm.html>
- Fleischer, Gerald: *Lärm – der tägliche Terror. Verstehen – Bewerten – Bekämpfen*. Trias, Stuttgart 1990, ISBN 3-89373-128-8.
- Geisel, Sieglinde: *Nur im Weltall ist es wirklich still: Vom Lärm und der Sehnsucht nach Stille*; Galiani, Berlin 2010, ISBN 978-3-86971-015-0.

- Kloepfer M / Griefahn B / Kaniowski AM / Klepper G / Lingner S / Steinebach G / Weyer HW / Wysk P (2006): *Leben mit Lärm*. Springer Verlag, Berlin – Heidelberg.
- Laucken, Uwe / Mees, Ulrich: *Logographie des alltäglichen Lebens. Leid, Schuld und Recht in Beschwerdebriefen über Lärm*; Schriftenreihe der Universität Oldenburg, 1987, ISBN 3-87358-287-2.
- Lessing, Theodor: *Der Lärm. Eine Kampfschrift gegen die Geräusche unseres Lebens*. (= Grenzfragen des Nerven- und Seelenlebens. 54). 1908, OCLC 20034114.
- Maue, Jürgen H. / Hoffmann, Heinz / von Lüpke, Arndt: *0 Dezibel plus 0 Dezibel gleich 3 Dezibel*. Schmidt, Berlin 2003, ISBN 3-503-07470-8,
- Marks, Stephan: *Es ist zu laut! Ein Sachbuch über Lärm und Stille*; Fischer, Frankfurt am Main 2003, ISBN 3-596-13993-7
- Payer, Peter: *Vom Geräusch zum Lärm. Zur Geschichte des Hörens im 19. und frühen 20. Jahrhundert*. In: Wolfram Aichinger, Franz X. Eder, Claudia Leitner (Hrsg.): *Sinne und Erfahrung in der Geschichte*. (= Querschnitte. 13); StudienVerlag, Innsbruck 2003, ISBN 3-7065-1925-9, S. 173–192.
- Schafer, Murray: *Klang und Krach. Eine Kulturgeschichte des Hörens*; Frankfurt am Main 1988, ISBN 3-610-08498-7.
- Weiler, Elmar (2005): *Auswirkungen einer subliminalen Beschallung mit einer Frequenz von 4 Hz, 8 Hz und 31,5 Hz auf die elektroenzephalographische Aktivität eines weiblichen Probanden*; in: [http://www.wolfgang-neumann-gmm.de/upload/A2\\_Subliminale-Beschallung\\_Neuronet.pdf](http://www.wolfgang-neumann-gmm.de/upload/A2_Subliminale-Beschallung_Neuronet.pdf)

## Autor

Mag. Karl Wimmer, Jg. 1950, studierte im zweiten Bildungsweg Betriebswirtschaftslehre, Wirtschafts- und Berufspädagogik und ist selbständiger (Organisations-) Berater, Trainer, Coach, Supervisor, Systemischer Therapeut und Hypnotherapeut; Trainings- und Beratungsarbeit mit Schwerpunkten in den Bereichen: Gesundheits-, Persönlichkeits-, Interaktions- und Organisationsentwicklung.

Anschrift:

Mag. Karl Wimmer • Pillweinstraße 35 • 4020 Linz / Austria

Phon: +43 676 38 38 201

Mail: [karl@wimmer-partner.at](mailto:karl@wimmer-partner.at)

Web: [www.wimmer-partner.at](http://www.wimmer-partner.at)

Bitte beachten Sie: Der Text dient zu Ihrer individuell-persönlichen Information. Eine kommerzielle Nutzung bedarf im Sinne der Autorenrechte einer entsprechenden Vereinbarung. Bitte nehmen Sie in diesem Fall Kontakt mit dem Autor auf. Im Regelfall wird die Einwilligung gerne gegeben.